检索号	2025-HP-0147

成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程

环 境 影 响 报 告 书

（公示版）

建设单位：国网重庆市电力公司市区供电分公司

环评单位：江苏辐环环境科技有限公司

编制时间：二〇二五年十一月

国网重庆市电力公司市区供电分公司关于同意《成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程环境影响报告书》全本对外公开的确认函

我公司委托江苏辐环环境科技有限公司编制了《成渝中线高铁重庆科学城牵 220 千伏外部供电工程环境影响报告书公示版》，公示版报告文本中不涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私和不涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，同意公示版报告全本公开。

由此引起的一切后果由我公司承担。

确认方：国网重庆市电力公司市区供电分公司

2015 年 11 月 3 日

国网重庆市电力公司市区供电分公司
关于《成渝中线高重庆科学城牵220千伏外部供电工程环境影响报告书》的公示说明

重庆市生态环境局：

考虑到本项目可能涉及到国家秘密、商业秘密、个人隐私以及社会稳定等因素，并结合项目特点，我单位已在《成渝中线高重庆科学城牵220千伏外部供电工程环境影响报告书》对外信息公开时，删除了如下内容：1、报告中涉及的个人隐私内容，2、附图、附件。

其它内容可根据相关要求予以公开。

由此引起的一切后果由我公司承担。

确认方：国网重庆市电力公司市区供电分公司（盖章）

时间：2015年11月3日

关于环境影响评价的委托函

江苏辐环环境科技有限公司：

兹委托贵单位对成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程进行环境影响评价工作。

国网重庆市电力公司市区供电分公司

2025年8月

目 录

1 前言 1
1.1 建设项目特点 1
1.2 环评工作过程 3
1.3 关注的主要环境问题 4
1.4 环境影响报告书的主要结论 4
2 总则 6
2.1 编制依据 6
2.2 评价因子与评价标准 12
2.3 评价工作等级 14
2.4 评价范围 16
2.5 环境敏感目标 17
2.6 评价重点 26
3 建设项目概况与分析 27
3.1 项目概况 27
3.2 选址选线环境合理性分析 56
3.3 环境影响因素识别 72
3.4 生态影响途径分析 74
3.5 施工图设计环境保护措施 75
4 环境现状调查与评价 79
4.1 区域概况 79
4.2 自然环境 79
4.3 电磁环境 80
4.5 生态 92
4.6 地表水环境 110
5 施工期环境影响评价 111
5.1 生态影响预测与评价 111
5.2 声环境影响分析 118

5.3 施工扬尘分析 120
5.4 固体废物环境影响分析 121
5.5 地表水环境影响分析 121
6 运行期环境影响评价 123
6.1 电磁环境影响预测与评价 123
6.2 声环境影响预测与评价 276
6.3 地表水环境影响分析 291
6.4 固体废物环境影响分析 291
6.5 生态影响分析 291
6.6 环境风险分析 294
7 环境保护设施、措施分析与论证 295
7.1 环境保护设施、措施分析与论证 295
7.2 环境保护设施、措施及投资估算 295
8 环境管理与监测计划 302
8.1 环境管理 302
8.2 环境监测 306
9 环境影响评价结论 307
9.1 建设项目概况 307
9.2 环境现状与主要环境问题 309
9.3 环境影响预测与评价结论 310
9.4 污染物排放情况 319
9.5 公众参与 319
9.6 环境保护设施、措施 319
9.7 环境管理与监测计划 320
9.8 结论 320
10 附表 321

1 前言

1.1 建设项目特点

1.1.1 项目建设背景及必要性

成渝中线高铁是中国“八纵八横”高速铁路网主通道之“沿江通道”的重要组成部分。项目建成后，能深入贯彻落实国家长江经济带发展战略，推动成渝双城经济圈建设，强化成渝双核主轴，促进区域经济协调发展。可改善沿线的交通状况，带动旅游经济发展。新建成渝中线铁路正线工程于重庆市境内新建220kV科学城、谭家堰牵引站。本工程为科学城牵引站220kV外部供电工程，主要为科学城牵引站提供电源，是满足成渝中线高铁科学城牵引站供电的需要，工程建设是十分必要的。

根据《重庆市发展和改革委员会重庆市能源局关于重庆市“十四五”电力发展规划电网项目中期滚动调整的通知》（渝发改能源〔2024〕1135号），本项目为重庆市“十四五”220千伏电网建设增补项目清单中第31项工程，项目的建设符合该电力发展规划。

1.1.2 建设项目概况

为便于本项目前期手续的管理及后续责任主体的明确，国网重庆市电力公司委托国网重庆市电力公司市区供电分公司办理本项目的环评批复等行政审批手续。

本工程处于施工图设计阶段，随着设计的深入，工程建设内容较核准文件存在一定差异，本评价以施工图阶段工程内容为准。项目建设内容包含以下三个部分：

（1）桐子湾变电站220kV间隔扩建工程

本工程拟在桐子湾220kV变电站站内扩建220kV GIS架空出线间隔1个，本期工程在变电站围墙内预留位置扩建，无新征用地。变电站位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧。

（2）天马~科学城牵引站220kV线路工程

①新建天马~科学城牵引站220kV架空线路

本工程起自天马220kV变电站外电缆终端塔，止于科学城220kV牵引站。

新建线路路径长度约 5.343km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 4.305km（#B1~#B2、#B5~科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路路径长度约 1.038km（#B2~#B5）。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔共计 20 基。线路途经北碚区、沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原 500kV 屏思一线#31 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#38 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 1.982km（原#31~#Y34G），调整弧垂段线路路径长度约 1.650km（#Y34G~原#38），均为单回路。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建单回耐张铁塔 3 基，拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.981km（原#31~#Y34G），拆除铁塔 2 基（原#33、原#34）。线路位于沙坪坝区。

③220kV 临时方案

由于天马站投运时间较晚，在过渡期间，需将天马～科学城线路与天马～玉皇观线路在天马站外临时搭接（无新建铁塔），形成科学城牵引站~玉皇观的单回线路。待天马站投运后，再将该线路改接入天马站。导线搭接 0.1km。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。线路位于北碚区。

④新建天马~科学城牵引站 220kV 电缆线路

本工程起自天马 220kV 变电站，止于天马 220kV 变电站外终端塔。

新建段平面路径长度约 0.097km，单回敷设，本工程仅包含电气部分，土建部分内容由天马输变电工程建设。电缆采用排管+电缆沟方式敷设。电缆采用 ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆。线路位于北碚区。

（3）桐子湾~科学城牵引站220kV 线路工程

①新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路

本工程起自桐子湾 220kV 变电站，止于科学城 220kV 牵引站。

新建线路路径长度约 8.545km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 0.475km（#N24-科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回线路路径长度约 1.060km（#N2-#N5），220kV 同塔双回线路路径长度约 7.010km（桐子湾变构架-#N2、#N5-#N24）。220kV 导线采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，110kV 导线采用 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 26 基。线路位于沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原500kV屏思一线#23塔（利旧），止于原500kV屏思一线#29塔（利旧）。

新建线路路径长度约1.135km（#Y27G~原#29），调整弧垂段线路路径长度约2.021km（原#23-#Y27G）。迁改500kV段采用4×JL3/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔2基；拆除原500kV屏思一线导线路径长度约1.135km（#Y27G~原#29），拆除铁塔2基（原27#、原28#）。线路位于沙坪坝区。

③220kV屏桐东西线迁改

本工程起自原220kV屏桐东西线#27塔（利旧），止于原屏桐东西线#33塔（利旧）。

新建线路路径长度约0.944km（#PT29G~原#33），调整弧垂段线路路径长度约0.410km（原#27~#PT29G），同塔双回架设。迁改220kV段采用2×JL3/G1A-400/35钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔3基。拆除220kV屏桐东西线导线路径长度约0.9km，拆除铁塔4基（原#29、#30、#31、#32）。线路位于沙坪坝区。

1.1.3 建设项目特点

本项目属于交流输变电工程。工程施工期的环境影响主要为生态扰动、施工扬尘、废水、噪声、固体废物等影响。工程运行期环境影响主要为工频电场、工频磁场、噪声的环境影响等。

1.1.4 项目设计进展情况

（1）2025年6月5日，重庆市沙坪坝区规划和自然资源局对工程下发了建设项目用地预审与选址意见书（用字第市政500106202500018号）。

（2）2025年6月20日，重庆市发展和改革委员会印发了《重庆市发展和改革委员会关于成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程核准的批复》（渝发改能源〔2025〕771号）。

（3）2025年7月，重庆电力设计院有限责任公司完成了本项目初步设计工作。

（4）2025年8月29日，国网重庆市电力公司印发了《国网重庆市电力公司关于成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程等2项工程初步设计的批复》（渝电建〔2025〕28号）。

1.2 环评工作过程

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》，本项目应编制环境影响报告书。2025年8月，国网重庆市电力公司市区供电分公司委托江苏辐环环境科技有限公司（以下简称我公司）开展本工程的环境影响评价工作。根据委托要求，环评工作于2025年8月正式启动。

本工程选址选线已避让自然保护区、生态红线、湿地公园、森林公园、风景名胜区及饮用水水源保护区等敏感区。

2025年8月~2025年10月，我公司组织技术人员多次对本项目进行了现场踏勘、调查，委托重庆雍环环境监测中心（有限合伙）对本工程进行了环境现状监测。在现场踏勘调查、现状监测的基础上，我公司根据国家的有关法律法规、环境影响评价技术导则和技术规范，进行了环境影响预测及评价，制定了相应的环境保护措施，编制完成了《成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程环境影响报告书》。

2025年8月~2025年10月，国网重庆市电力公司市区供电分公司按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，通过网络公示、公众媒体等方式开展了公众参与相关工作，编制完成了《成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程环境影响评价公众参与说明》。

本次环评工作得到了本项目所在地各级生态环境、规划和自然资源、林业等部门，以及国网重庆市电力公司市区供电分公司等有关单位的大力支持和协助，在此一并表示衷心感谢！

1.3 关注的主要环境问题

（1）施工期的生态影响、施工扬尘、废污水、噪声和固体废物影响。

（2）运行期的工频电场、工频磁场、噪声影响等。

1.4 环境影响报告书的主要结论

（1）本项目桐子湾变电站220kV间隔扩建工程位于重庆市沙坪坝区回龙坝镇真武山村；天马~科学城牵引站220kV线路工程（架空部分）途经重庆市北碚区、沙坪坝区；天马~科学城牵引站220kV线路工程（电缆部分）途经重庆市北碚区；桐子湾~科学城牵引站220kV线路工程途经重庆市沙坪坝区。

（2）2025年8月29日，国家重庆市电力公司印发了《国网重庆市电力公司关于成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程等2项工程初步设计的批复》（渝电建〔2025〕28号），符合电网建设规划。本项目属于电力基础设施建设，是国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“第一类鼓励类”、第四条“电力”、“2.电力基础设施建设”、“电网改造与建设”项目，符合国家产业政策。

（3）本项目线路路径已取得用地预审与选址意见书，选址选线符合相关规划要求。

（4）根据现状监测，本项目所在地区的电磁环境、声环境监测值均满足相应评价标准。

（5）经分析，项目在设计、施工和运行期严格落实各项环境保护设施、措施后，产生的工频电场、工频磁场、噪声、废水、固废等对环境的影响能够满足有关环境保护要求。

（6）本项目在设计、施工和运行阶段均提出了针对性的生态保护措施和污染防治措施，在通过认真落实本环境影响报告书和项目设计中提出的各项环保措施要求，严格遵守国家相关法律、法规和部门规章的前提下，从环境影响的角度分析，本项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律、法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日通过，2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2002年10月28日通过，2003年9月1日起施行，2018年12月29日修正；

（3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，1995年10月30日通过，2016年11月7日修正，2020年4月29日修订，自2020年9月1日起施行；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》，1984年5月11日通过，2017年6月27日修正，2018年1月1日起施行；

（5）《中华人民共和国水法》，2002年10月1日起施行，2016年7月2日第二次修订；

（6）《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日通过，2022年6月5日起施行；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》，1987年9月5日发布，1988年6月1日起施行，2018年10月26日修正；

（8）《中华人民共和国电力法》，1996年4月1日起施行，2018年12月29日修正；

（9）《中华人民共和国水土保持法》，1991年6月29日发布，2010年12月25日修订，2011年3月1日起施行；

（10）《中华人民共和国森林法》，1985年1月1日施行，2009年4月29日修正，2019年12月28日修订，2020年7月1日起施行；

（11）《中华人民共和国土地管理法》，1986年6月25日通过，2019年8月26日修正，自2020年1月1日起施行；

（12）《中华人民共和国城乡规划法》（2007年10月28日通过；2015年4月24日第一次修正；2019年4月23日第二次修正；自2019年4月23日起修正版施行）；

（13）《中华人民共和国野生动物保护法》（1988年11月8日通过；2004年8月28日第一次修正；2009年8月27日第二次修正；2016年7月2日第一次修订；2018年10月26日第三次修正；2022年12月30日第二次修订，自2023年5月1日起施行）；

（14）《中华人民共和国长江保护法》（2020年12月26日通过）；

（15）《电力设施保护条例》，1987年9月15日发布，1998年1月7日第一次修正，2011年1月8日第二次修正；

（16）《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日发布，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；

（17）《中华人民共和国野生植物保护条例》，1997年1月1日起施行，2017年10月7日修正；

（18）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，1992 年 3 月 1 日起施行，2016 年 2 月 6 日国务院第 666 号令修订。

（19）《重庆市环境保护条例》（2022 年 9 月 28 日修订）；

（20）《重庆市水污染防治条例》（2020 年 10 月 1 日起施行）；

（21）《重庆市大气污染防治条例》（2021 年 5 月 27 日修订）；

（22）《重庆市水资源管理条例》（2015 年 10 月 1 日起施行）；

（23）《重庆市辐射污染防治办法》（2021 年 1 月 1 日施行）；

（24）《重庆市噪声污染防治办法》（2024 年 2 月 1 日施行）；

（25）《重庆市野生动物保护规定》（2019 年 12 月 1 日起施行）；

2.1.2 规章及规范性文件

（1）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号）；

（2）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号）；

（3）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号）；

（4）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令第 7 号）；

（5）《建设项目环境影响评价文件分级审批规定》（部令第 5 号）；

（6）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）及配套文件（生态环

境部公告2018年第48号）；

（7）《“十四五”环境影响评价与排污许可工作实施方案》（环环评〔2022〕26号）；

（8）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅2017年2月印发）；

（9）《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅2019年11月印发）；

（10）《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源办函〔2022〕2080号）；

（11）关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评〔2017〕4号）；

（12）《关于印发输变电建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办辐射〔2016〕84号）；

（13）《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）；

（14）《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）；

（15）《全国生态功能区划》（修编）（原环境保护部、中国科学院公告2015年第61号）；

（16）《关于加强生态保护监管工作的意见》（生态环境部环生态〔2020〕73号）；

（17）《关于印发〈“十四五”生态保护监管规划〉的通知》（生态环境部环生态〔2022〕15号）；

（18）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）；

（19）《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局农业农村部公告2021年第3号）；

（20）《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局农业农村部公告2021年第15号）；

（21）《成渝地区双城经济圈生态环境保护规划》（环综合〔2022〕12号）；

（22）《关于进一步加强生物多样性保护的意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅2021年10月印发）；

（23）《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办〔2013〕103号）；

（24）《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162号）；

（25）《电力设施保护条例实施细则》（2011年6月30日起修订版施行）；

（26）《危险废物转移管理办法》（2022年1月1日实施）；

（27）《重庆市生态功能区划（修编）》（2009年4月1日发布）；

（28）《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》（渝府发〔2020〕11号）；

（29）《重庆市“三线一单”生态环境分区管控调整方案（2023年）》的通知（渝环规〔2024〕2号）；

（30）《重庆市规划和自然资源局重庆市生态环境局重庆市林业局关于加强生态保护红线实施管理的通知》（渝规资〔2023〕323号）；

（31）《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4号）；

（32）《重庆市人民政府关于印发重庆市生态环境保护“十四五”规划（2021—2025年）的通知》（渝府发〔2022〕11号）；

（33）《重庆市生态环境局关于印发重庆市辐射污染防治“十四五”规划（2021-2025年）的通知》（渝环〔2022〕27号）；

（37）《重庆市“十四五”电力发展规划》；

（38）《重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（渝府发〔2021〕6号）；

（39）《重庆市城乡总体规划（2018-2035年）》；

（40）《重庆市人民政府关于印发重庆市自然资源保护和利用“十四五”规划（2021-2025年）的通知》（渝府发〔2021〕44号）；

（41）《四川省推动长江经济带发展领导小组办公室重庆市推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发<四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022年版）>的通知》（川长江办〔2022〕17号）；

（42）《重庆市生态环境局关于印发<规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）><建设项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（渝环函〔2022〕397号）；

（43）重庆市林业局重庆市农业农村委员会关于印发《重庆市重点保护野生动物名

录》和《重庆市重点保护野生植物名录》的通知（渝林规范〔2023〕2号）；

（44）《重庆市候鸟迁徙通道范围（第一批）》（渝林规范〔2023〕16号）；

（45）《重庆市生态环境局关于印发重庆市中心城区声环境功能区划分方案（2023年）的函》（渝环〔2023〕61号）；

（46）《重庆市林业局关于印发<做好林草要素保障十条措施>的通知》（渝林审〔2024〕21号）；

（47）《重庆市人民政府关于<重庆市北碚区国土空间分区规划>（2021-2035年）的批复》（渝府〔2024〕29号）；

（48）《重庆市人民政府关于<重庆市沙坪坝区国土空间分区规划>（2021-2035年）的批复》（渝府〔2024〕26号）。

2.1.3 评价技术导则、标准及规范

2.1.3.1 环境影响评价技术导则

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）；

（3）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（7）《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）；

（8）《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ 2035-2013）。

2.1.3.2 环境保护标准

（1）《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

（2）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

（3）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；

（4）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。

2.1.3.3 技术规范和方法

（1）《110kV～750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；

（2）《高压配电装置设计规范》（DL/T 5352-2018）；

（3）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

（4）《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ 705-2020）；

（5）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

（6）《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》（原环境保护部公告2010年第27号，2010年3月4日）；

（7）《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》（原环境保护部公告2010年第27号，2010年3月4日）；

（8）《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；

（9）《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）；

（10）《陆地生物群落调查观察与分析》；

（11）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190–2014）；

（12）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）。

2.1.4 建设项目相关资料

2.1.4.1 相关设计资料

《成渝中线高铁高新区科学城牵220千伏外部供电工程施工图设计 第一卷~第六卷》，重庆电力设计院有限责任公司。

2.1.4.2 项目立项依据

（1）《重庆市发展和改革委员会关于成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程核准的批复》（渝发改能源〔2025〕771号）；

（2）重庆市沙坪坝区规划和自然资源局《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第市政500106202500018号）。

2.1.4.3 项目相关报告

《成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程监测报告》（渝雍环监（委）〔2025〕098号）。

2.1.5 其他

（1）《中国植被》（科学出版社，1980）；

（2）《中国植物志》（科学出版社，1959-2004）；

（3）《中国高等植物图鉴》（科学出版社，1972-1983）；

（4）《中国动物地理区划》（科学出版社，2011）；

（5）《中国种子植物区系地理》（科学出版社，2011）；

（6）《中国蕨类植物》（科学出版社，1991）；

（7）《中国裸子植物》（科学出版社，1978）；

（8）《中国被子植物》（科学出版社，2011）；

（9）《中国动物志》（两栖纲、爬行纲、鸟纲、哺乳纲）（科学出版社，1978-2009）；

（10）《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（四川科学技术出版社，2012）；

（11）《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波等，2015）；

（12）《中国爬行动物图鉴》（河南科学技术出版社，2002）；

（13）《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（科学出版社，2017）；

（14）《中国哺乳动物多样性及地理分布》（科学出版社，2015）；

（15）《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》（中国林业出版社，2003）；

（16）《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009）；

（17）《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷（2020）》；

（18）《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》；

（19）《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄，1996）；

（20）《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜，1999）；

（21）《中国西南地区森林生物量及生产力研究综述》（吴鹏，丁访军，陈骏，2012）；

（22）《重庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》（彭杰等，2018年）；

（23）《重庆鸟类名录（9.0版）》（2025年）；

（24）《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》（罗键等，2012年）。

2.2 评价因子与评价标准

2.2.1 评价因子

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），确定本项目施工期和运行期的评价因子，详见表2.2-1。

表 2.2-1 输电建设项目主要环境影响评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级，L_{eq}	dB（A）	昼间、夜间等效声级，L_{eq}	dB（A）
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	/	生态系统及其生物因子、非生物因子	/
	地表水环境	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L	pH、COD、BOD_5、NH_3-N、石油类	mg/L

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
运行期	电磁环境	工频电场	V/m	工频电场	V/m
		工频磁场	μT	工频磁场	μT
	声环境	昼间、夜间等效声级，L_{eq}	dB（A）	昼间、夜间等效声级，L_{eq}	dB（A）

注：pH 值无量纲。

2.2.2 评价标准

（1）电磁环境限值标准

本项目执行国家标准《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），详见表2.2-2。

表 2.2-2 项目执行的电磁环境控制限值标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
电磁环境	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）	50Hz	工频电场	4000V/m	评价范围内公众曝露区电磁环境
				10kV/m	架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的电磁环境
			工频磁场	100μT	评价范围内公众曝露区电磁环境

注：依据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），电场强度、磁感应强度公众曝露控制限值与电磁场频率（f，单位为 kHz）有关，我国交流输变电工程产生的电磁场频率为 50Hz，因此交流输变电工程工频电场、工频磁场公众曝露控制限值分别为 200/f（V/m）、5/f（μT），即 4000V/m 和 100μT。

（2）声环境质量标准

对照重庆市生态环境局关于印发《重庆市中心城区声环境功能区划分方案（2023年）》的函（渝环〔2023〕61号）、《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014）及“220kV 桐子湾输变电工程”《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2012〕105号），输电线路位于未划分声环境功能区的乡村区域，声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类标准；输电线路位于沙坪坝区“2类区”、桐子湾220kV 变电站周围区域及未划分声环境功能区但属于居住、商业、工业混杂区域，声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准；输电线路位于沙坪坝区“3类区”、北碚区“3类区”，声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3类标准；输电线路位于沙坪坝区“4a 类区”及未划分声环境功能区但位于凤潮大道（城市主干路）两侧50m 范围内的区域、凤回路（城市次干路）两侧45m 范围内的区域|，声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类标准。线路沿线未跨越建成铁路。

本项目声环境质量标准见表2.2-3。

表 2.2-3 本项目执行的声环境质量标准一览表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		适用范围
			参数名称	限值	
声环境	《声环境质量标准》（GB 3096-2008）	1类	等效连续A声级	昼间55dB(A) 夜间45dB(A)	未划分声环境功能区的乡村区域
		2类		昼间60dB(A) 夜间50dB(A)	沙坪坝区“2类区”、桐子湾220kV变电站周围区域及未划分声环境功能区但属于居住、商业、工业混杂区域
		3类		昼间65dB(A) 夜间55dB(A)	沙坪坝区“3类区”、北碚区“3类区”
		4a类		昼间70dB(A) 夜间55dB(A)	沙坪坝区“4a类区”及未划分声环境功能区但位于凤潮大道（城市主干路）两侧50m范围内的区域、凤回路（城市次干路）两侧45m范围内的区域

（3）噪声排放标准

项目建设施工期间噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间≤70dB(A)、夜间≤55dB(A)。

桐子湾220kV变电站属于“220kV桐子湾输变电工程”内容之一，根据220kV桐子湾输变电工程《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2012〕105号），桐子湾220kV变电站间隔扩建侧厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准，即昼间≤65dB(A)、夜间≤55dB(A)。

项目污染物排放标准详细见表2.2-4。

表 2.2-4 项目执行的污染物排放标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
施工噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）	施工场界	等效连续A声级	昼间70dB(A) 夜间55dB(A)	施工期场界噪声
厂界噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）	3类		昼间65dB(A) 夜间55dB(A)	桐子湾220kV变电站间隔扩建侧厂界

2.3 评价工作等级

2.3.1 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）关于电磁环境影响评价工作等级判定方法，本项目500kV线路边导线地面投影外两侧各20m范围内有电磁环境敏感目标，电磁环境影响评价工作等级为**一级**；220kV户外式变电站（间隔扩建）电磁环境影响评价工作等级为**二级**；220kV线路、220kV/110kV混压四回线路边导线地面投影外两侧各15m范围内有电磁环境敏感目标，电磁环境影响评价工作等级为**二级**；220kV电缆线路电磁环境影响评价工作等级为**三级。**根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）

4.6.1 章节，“如建设项目包含多个电压等级，或交、直流，或站、线的子项目时，按最高电压等级确定评价工作等级”，故本项目电磁环境影响评价等级为一级，详见表 2.3-1。

表 2.3-1 项目电磁环境影响评价工作等级

分类	电压等级	项目	条件	评价工作等级
交流	500kV	架空输电线路	边导线地面投影外两侧各 20m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	一级
交流	220kV	变电站	户外式	二级
交流	220kV、220kV/110kV	架空输电线路	边导线地面投影外两侧各 15m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级
	220kV	地下电缆		三级
本项目电磁环境影响评价等级				**一级**

2.3.2 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本项目所处的声环境功能区主要为《声环境质量标准》（GB 3096-2008）规定的1类、2类、3类、4a 类地区，项目建设前后评价范围内声环境保护目标处的噪声级增加量很小，受噪声影响的人口数量基本无变化。因此，本项目声环境影响评价等级为二级。

2.3.3 地表水环境

本项目桐子湾220kV 变电站间隔扩建工程施工期施工人员产生的少量生活污水依托站内现有生化池处理，线路施工人员产生的少量生活污水纳入当地污水处理系统处理；桐子湾220kV 变电站间隔扩建工程投运后纳入变电站日常管理，不新增劳动定员，不新增生活污水量；输电线路运行期无废水产生。因此，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目地表水环境影响评价等级确定为三级 B。

2.3.4 生态影响

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）第 6.1.2 条，生态评价工作等级划分见表 2.3-2。

表 2.3-2 生态影响评价工作等级划分表

序号	确定评价等级的原则	本项目情况	评价等级
a）	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级。	不涉及	/
b）	涉及自然公园时，评价等级为二级。	不涉及	/
c）	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级。	不涉及	/
d）	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级。	不涉及	/
e）	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护	不涉及判断地下水水位或土壤影响范围	/

序号	确定评价等级的原则	本项目情况	评价等级
	目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级。		
f）	当工程占地规模大于20km^{2}时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定。	本项目建设区占地面积约0.0742km^2，远小于20km^2	/

备注：g）除本条a）、b）、c）、d）、e）、f）以外的情况，评价等级为三级；h）当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

依据上述判定原则，可确定本工程生态影响评价等级为三级。

2.3.5 环境风险

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）第8.5节：“对变压器、高压电抗器、换流器等设备在突发性事故情况下漏油产生的环境风险进行简要分析”。

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）不适用核与辐射类建设项目环境风险评价，本项目非辐射类环境风险参照该导则判定评价等级，本项目风险评价等级划分见表2.3-3。

表2.3-3 环境风险等级评价工作划分表

环境风险潜势	IV、IV$^+$	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析[a]
a是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录A。				

桐子湾220kV变电站间隔扩建工程仅增加电气设备，不涉及新增危险性物质；本项目工程亦不涉及危险性物质。综上，不开展环境风险分析。

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）、《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）等导则规定和各环境要素环境影响评价等级，确定本项目环境影响评价范围如下：

（1）电磁环境

变电站：桐子湾220kV变电站间隔扩建侧围墙外40m范围内；

输电线路：500kV架空输电线路边导线地面投影外两侧各50m范围内；220kV架空输电线路边导线地面投影外两侧各40m范围内；220kV/110kV混压四回架空线路最外侧边导线为220kV线路，评价范围取220kV边导线地面投影外两侧各40m范围内的区域；220kV电缆输电线路电缆管廊两侧边缘各外延5m（水平距离）范围内。

（2）声环境

变电站：桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧围墙外200m 范围内；

输电线路：500kV 架空输电线路边导线地面投影外两侧各50m 范围内；220kV 架空输电线路边导线地面投影外两侧各40m 范围内；220kV/110kV 混压四回架空线路最外侧边导线为220kV 线路，评价范围取220kV 边导线地面投影外两侧各40m 范围内的区域。

（3）生态

变电站：桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧围墙外500m 范围内；

输电线路：本项目不涉及生态敏感区，500kV 及220kV 架空输电线路生态影响评价范围为线路边导线地面投影外两侧各300m 的带状区域；220kV/110kV 混压四回架空线路最外侧边导线为220kV 线路，评价范围取线路边导线地面投影外两侧各300m 的带状区域；220kV 电缆输电线路生态影响评价范围为电缆管廊外两侧各300m 的带状区域。

（4）地表水环境

本工程施工和运行期间所涉及水体。

2.5 环境敏感目标

2.5.1 生态保护目标

根据现场调查及资料核实，本项目不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中定义的生态环境敏感区。本项目沿线涉及重要野生动物和少量地方公益林，不涉及国家公益林。生态保护目标见下表2.5-1。

表 2.5-1 本项目生态保护目标一览表

生态保护目标	特征	工程是否占用（是/否）
重要野生动物	重庆市级保护动物 3 种，其中兽类 1 种（黄鼬 *Mustela sibirica*），爬行类 2 种（王锦蛇 *Elaphe carinata*），乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*）。	否，未发现栖息地
地方公益林	项目占公益林总面积约 0.3392hm^2，均为地方公益林，无国家级公益林。	3 基占用地方公益林

2.5.2 水环境保护目标

根据现场调查及资料核实，本项目不涉及《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中的水环境保护目标；线路沿线仅一档跨越一般河流水体，不在水体中立塔。本项目线路沿线跨越一般河流水体详见“4.6 地表水环境现状评价”章节。

2.5.3 电磁环境、声环境敏感目标

2.5.3.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

据调查，桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧（西北侧）围墙外40m 范围内无电磁环境敏感目标，围墙外200m 范围内有1处声环境保护目标，详见下表2.5-2。

表2.5-2 桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程周围声环境保护目标一览表

序号	声环境保护目标名称	空间相对位置关系/m①			距围墙最近距离	方位	声环境功能区	声环境保护目标特征及规模	功能	监测点位编号
		X	Y	Z						
1	沙坪坝区回龙坝镇真武山村***	-50	-5	0	约 50m	西北侧	2类	1F 坡顶，高约 3m，4 处	看护	★2、★3

备注：①以桐子湾 220kV 变电站西北角为坐标原点。沿西南侧围墙方向为 X 正向，反之为负向；沿与原点相交的西北侧围墙方向为 Y 正向，反之为负向；高于桐子湾 220kV 变电站站区地面为 Z 正向，反之为负向；空间相对位置关系选取最近处保护目标的坐标。

②★为本评价噪声监测点位。

2.5.3.2 输电线路工程

本项目架空输电线路工程沿线共计41处声环境及电磁环境敏感目标，电缆线路沿线无声环境及电磁环境敏感目标，详见下表2.5-3。

表2.5-3 本项目线路沿线电磁及声环境敏感目标一览表

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
1	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路、临时方案	沙坪坝区凤凰镇八字桥村	沙坪坝区***	B1~B2	双设单挂	线路西南侧约 5m	26	/	/	养殖	1 处	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 4m~8m	E、B	△10	新建段
			沙坪坝区***			线路西南侧约 14m		/	/	工作	1 处	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 4m~8m	E、B、N_2	/	新建段
2	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路		何家坝组民房	B2~B4	四回路挂单回	线路西南侧约 20m	51.8	/	/	居住	2 户	1F 坡/平顶+2F 平顶，高约 3m~6m	E、B、N_1	/	新建段
3		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组五社民房	B4~B5	四回路挂单回	线路西侧约 25m	51	/	/	居住	1 户	1F 平顶+2F 平顶，高约 3m~6m	E、B、N_1	/	新建段
4				B5~B6	双设单挂	线路东北侧约 25m	26	/	/	居住	2 户	1F 平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~9m	E、B、N_1	/	新建段
5			新桥组一社民房	B7~B8	双设单挂	线路西南侧约 21m	20	/	/	居住	1 户	1F 坡顶，高约 4m	E、B、N_1	/	新建段
				B8~B9		线路东侧约 38m	35	500kV 屏思二线西侧最近约 47m	/		1 户	1F 坡/平顶，高约 3m~4m			新建段
6			狮子沟组民房	B9~B11	双设单挂	线路两侧，最近为西侧约 26m	27	/	/	居住	6 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~12m	E、B、N_1	/	新建段
7			花房子组民房等	B10~B11	双设单挂	线路西侧约 3m	27	/	/	居住、工作	2 户民房、1 处公司	1F 坡顶+2F 平顶，高约 3m~7m	E、B、N_1	/	新建段

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
8			机房院子组民房	B11~B12	双设单挂	线路两侧，最近为西北侧约 20m	50	/	/	居住	2 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~11m	E、B、N_1	/	新建段
9			蔡家坪组、大土堡组民房	B12~B14	双设单挂	线路两侧，最近为北侧约 6m	21	500kV 屏思一线东侧最近约 11m	/	居住	6 户	1F 坡/平顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	E、B、N_1	△8、★8	新建段
10			陈家坨组民房	B14~B15	双设单挂	线路东北侧约 10m	27.3	/	/	居住	7 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 4m~10m	E、B、N_1	/	新建段
11			双堰塘组民房④	B17~B18	双设单挂	线路东北侧约 3m	29.7	/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 37m	居住	1 户	1F 平顶+2F 坡顶，高约 4m~9m	E、B、N_3	△9、★9	新建段
			双堰塘组民房		双设单挂	线路东北侧约 13m		/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 47m	居住	4 户	1F 坡顶+2F 平顶，高约 3m~9m	E、B、N_3	/	新建段
12			肖家湾组民房	B18~B19	双设单挂	线路东北侧约 6m	16.5	/	/	居住	1 户	1F 平顶，高约 4m	E、B、N_3	/	新建段
13	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	肖家湾组民房	N25~N26	双设单挂	线路两侧，最近为东北侧约 6m	22.5	/	/	居住	5 户	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	E、B、N_3	/	新建段
14			双堰塘组民房④	N23~N24	同塔双回	线路东北侧约 37m	30.5	/	天马~科学城拟建线路东北侧约 3m	居住	1 户	1F 平顶+2F 坡顶，高约 4m~9m	E、B、N_3	△9、★9	新建段

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
			黄家嘴组民房		同塔双回	线路西南侧约 5m		/	天马~科学城拟建线路东北侧最近约 51m	居住	3 户	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~11m	E、B、N_3	/	新建段
15		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房	N21~N22	同塔双回	线路东侧约 6m	29	/	/	居住	6 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~8m	E、B、N_1	/	新建段
16				N19~N20	同塔双回	线路西南侧约 8m	23.5	500kV 屏思一线西侧最近约 28m（本次迁改）	本次迁改后 500kV 屏思一线西侧最近约 28m	居住	13 户	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 3m~12m	E、B、N_1	/	新建段
17				N18~N19	同塔双回	线路东侧约 14m	17	/	/	居住	5 户	1F 坡顶＋2F 坡/平顶＋3F 坡顶，高约 4m~8m	E、B、N_1	/	新建段
18		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房⑤	N18~N19	同塔双回	线路西侧约 18m	17	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	本次迁改后 500kV 屏思一线东侧最近约 10m	居住	3 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 5m~11m	E、B、N_2/N_{4a}	/	新建段
19			民房	N17~N18	同塔双回	线路东侧约 8m	25.5	/	/	居住	2 户	1F 平顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	E、B、N_1	/	新建段
20			十一社民房	N16~N17	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 12m	24	/	/	居住	5 户	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	E、B、N_1	/	新建段

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
21		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	民房	N15~N16	同塔双回	线路西侧约 3m	34	/	/	居住	3 户	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	E、B、N_1	/	新建段
22				N13~N14	同塔双回	线路西侧约 26m	27	/	/		3 户	1F 坡/平顶+2F 平顶，高约 3m~8m	E、B、N_1	/	新建段
23		沙坪坝区凤凰镇五福村	十二社民房	N11~N13	同塔双回	线路两侧，最近为西侧约 5m	28	500kV 屏思二线西北侧最近约 8m	/	居住	5 户	1F 坡顶+2F 坡/平顶＋3F 坡顶，高约 3m~9m	E、B、N_1	△4、★4	新建段
24		沙坪坝区凤凰镇威灵寺村	塔坪坡组民房	N10~N11	同塔双回	线路两侧，最近为东北侧约 16m	19	500kV 屏思二线西北侧最近约 25m	/	居住	3 户	1F 坡/平顶+2F 平顶＋3F 平顶，高约 3m~12m	E、B、N_1	/	新建段
25		沙坪坝区凤凰镇五福村	十四组民房	N8~N9	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 7m	22.5	/	/	居住	4 户	1F 平顶+2F 平顶+3F 坡顶，高约 4m~10m	E、B、N_1	/	新建段
26		沙坪坝区土主街道李家坝村	看护房	N3~N4	混压四回	线路北侧约 9m	25	220kV 屏桐东西线北侧最近约 9m	本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 70m	看护	2 处	1F 坡顶，高约 3m	E、B、N_2	/	新建段

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
27		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	10 组看护房 1、2	N1~N2	同塔双回	线路两侧，最近为南侧约 10m	21.5	桐子湾 220 变电站西北侧最近约 50m，220kV 屏桐东西线北侧约 4m	/	看护	2 处	1F 坡顶，高约 3m	E、B、N_2	★2	新建段
	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路、220kV 屏桐东西线迁改		10 组看护房 3	#PT32G~现状#33（220kV 屏桐东西线）、N1~N2（桐子湾~科学城）	同塔双回	桐子湾~科学城线路南侧约 40m、220kV 屏桐东西线北侧约 1m	20（220kV 屏桐东西线）、21.5（桐子湾~科学城）	220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	桐子湾~科学城线路南侧最近约 40m、本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	看护	1 处	1F 坡顶，高约 3m	E、B、N_2	△3、★3	新建段
28	500kV 屏思一线迁改段	沙坪坝区回龙坝镇西溪桥村	蒋家湾组民房	现状#37~#38	单回	线路两侧，最近为东南侧约 26m	26.8（敏感目标处最低）	/	/	居住	5 户	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~11m	E、B、N_1	/	弧垂调整
29			大竹林 2 组民房	现状#36~#38	单回	线路两侧，两侧最近均为 6m		/	/	居住	约 21 户民房	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	E、B、N_1	△11、★11	弧垂调整
			***			线路东南侧约 23m		/	/	生产	1 处工厂	2F 平顶，高约 8m	E、B	/	弧垂调整

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
30			沙帽石组民房	现状#35~#36	单回	线路两侧，最近为西北侧约 15m	31	/	/	居住	5 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~10m	E、B、N_1	/	弧垂调整
31		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组民房	Y33+1~Y34G	单回	线路两侧，最近为东南侧约 8m	27	500kV 屏思一线跨越	/	居住	5 户	1F 平顶+2F 坡顶，高约 3m~11m	E、B、N_1	/	新建段
32			新桥组一社民房	Y33G~Y33+1	单回	线路东南侧约 22m	31	500kV 屏思一线东南侧最近约 22m	/	居住	2 户	1F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~11m	E、B、N_1	/	新建段
33			狮子沟组看护房	现状 #32~Y33G	单回	线路两侧，最近为东侧约 6m	19	500kV 屏思一线东侧最近约 6m	/	居住	约 7 户民房、2 处看护房	1F 坡/平顶+2F 坡/平顶，高约 3m~8m	E、B、N_1	/	新建段
34		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	机房院子组民房	现状#31~#32	单回	线路两侧，最近为西侧约 5m	28（敏感目标处最低）	500kV 屏思一线西侧最近约 5m	/	居住	约 15 户	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	E、B、N_1	/	新建段
35		沙坪坝区回龙坝镇下沙滩村	十八组民房	#Y28G~现状 #29	单回	线路东南侧约 12m	40	500kV 屏思一线东南侧最近约 12m	/	居住	约 10 户	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 4m~10m	E、B、N_1	/	新建段
36		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房	#Y28G~现状 #29	单回	线路西侧约 28m	40	500kV 屏思一线西侧最近约 28m	/	居住	2 户	1F 平顶+2F 坡顶+3F 平顶，高约 4m~9m	E、B、N_1	/	新建段
37		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房⑤	Y27G~Y28G	单回	线路东侧约 10m	22（敏感目标处最低）	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	桐子湾~科学城线路西侧最近约 18m	居住	3 户	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 5m~11m	E、B、N_{4a}	/	新建段

序号	线路名称	环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度①(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		敏感目标特征及规模			环境影响评价因子②	监测点位编号③	备注
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改	功能	数量	建筑物楼层/高度			
			看护房等		单回	线路两侧，最近为西侧约 5m		500kV 屏思一线西侧最近约 5m	/	居住、看护	约 7 户民房、1 处看护房	1F 坡/平顶+2F 坡顶，高约 3m~10m	E、B、N_1	/	新建段
			工厂							工厂	1 处	1F 平顶，高约 5m	E、B	/	新建段
38		沙坪坝区凤凰镇五福村	跳灯桥组民房	现状 #26~Y27G	单回	线路两侧，最近为西侧约 14m	32	/	/	居住	约 13 户	1F 坡/平顶+2F 坡/平顶，高约 3m~10m	E、B、N_1	/	弧垂调整
39			三组看护房等	现状#25~#26	单回	线路两侧，最近为跨越（辅房、看护房）	19	/	/	居住、看护	1 户民房、2 处看护房、1 处辅房	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~12m	E、B、N_2/N_{4a}	△5、★5、★6	弧垂调整
40			耳子坡组民房	现状#24~#25	单回	线路两侧，最近为东侧约 19m	21	/	/	居住	约 6 户	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~12m	E、B、N_1/N_2	/	弧垂调整
			***			线路东侧约 25m	21	/	/	工厂	1 处	1F 平顶+2F 平顶+3F 平顶，高约 3m~14m	E、B	/	弧垂调整
41			十二社民房	现状#23~#24	单回	线路两侧，最近为东侧约 8m	19	/	/	居住	约 9 户	1F 坡/平顶+2F 坡/平顶+3F 坡/平顶，高约 4m~10m	E、B、N_1	/	弧垂调整

注：①本项目新建段导线对地最低高度根据平断面图保守选取该处环境敏感目标处相邻杆塔内最低导线高度（除部分敏感目标选择对应处导线最低高度）

②E—工频电场；B—工频磁场；N—噪声（N_1—声环境质量 1 类、N_2—声环境质量 2 类、N_3—声环境质量 3 类，N_{4a}—声环境质量 4a 类）；

③△为本评价电磁环境监测点位，★为本评价噪声监测点位；

④该处为新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路和新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路共有敏感目标；

⑤该处为新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路和 500kV 屏思一线迁改段共有敏感目标。

2.6 评价重点

根据项目特点，本次环境影响评价重点为：

（1）明确环境敏感目标：对项目周边环境进行调研，明确本项目的环境敏感目标。

（2）环境现状评价：对项目所涉及区域的电磁环境、声环境质量现状进行监测，明确是否存在环境问题。

（3）施工期环境影响：对施工期土地占用、植被破坏等生态的影响进行评价，并提出相应的生态保护和恢复措施。

（4）环境影响预测及评价：采用类比监测和模式预测，预测分析和评价本项目变电站间隔扩建、输电线路运行期工频电场、工频磁场、噪声对环境的影响程度和范围。

（5）环境保护措施：分析项目设计、施工及运行中拟采取的环境保护措施，补充新增的环境保护措施并对环保措施进行技术经济论证。

（6）环境影响评价结论：根据分析评价的各项成果，综合分析本项目的环境可行性，明确环境影响评价结论。

3 建设项目概况与分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目基本概况

项目名称：成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程

项目性质：新建

建设单位：国网重庆市电力公司市区供电分公司

设计单位：重庆电力设计院有限责任公司

建设地点：本工程位于重庆市沙坪坝区（凤凰镇、土主街道、回龙坝镇）和北碚区（歇马街道）。

建设内容：共有3个子工程

（1）桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程

本工程拟在桐子湾220kV 变电站站内扩建220kV GIS 架空出线间隔1个，本期工程在变电站围墙内预留位置扩建，无新征用地。变电站位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧。

（2）天马~科学城牵引站220kV 线路工程

①新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路

本工程起自天马 220kV 变电站外电缆终端塔，止于科学城 220kV 牵引站。

新建线路路径长度约 5.343km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 4.305km（#B1~#B2、#B5~科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路路径长度约 1.038km（#B2~#B5）。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔共计 20 基。线路途经北碚区、沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原 500kV 屏思一线#31 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#38 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 1.982km（原#31~#Y34G），调整弧垂段线路路径长度约 1.650km（#Y34G~原#38），均为单回路。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建单回耐张铁塔 3 基，拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.981km（原#31~#Y34G），拆除铁塔 2 基（原#33、原#34）。线路位于沙坪坝区。

③220kV 临时方案

由于天马站投运时间较晚，在过渡期间，需将天马～科学城线路与天马～玉皇观线路在天马站外临时搭接（无新建铁塔），形成科学城牵引站~玉皇观的单回线路。待天马站投运后，再将该线路改接入天马站。导线搭接 0.1km。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。线路位于北碚区。

④新建天马~科学城牵引站220kV 电缆线路

本工程起自天马 220kV 变电站，止于天马 220kV 变电站外终端塔。

新建段平面路径长度约 0.097km，单回敷设，本工程仅包含电气部分，土建部分内容由天马输变电工程建设。电缆采用排管+电缆沟方式敷设。电缆采用 ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆。线路位于北碚区。

（3）桐子湾~科学城牵引站220kV 线路工程

①新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路

本工程起自桐子湾 220kV 变电站，止于科学城 220kV 牵引站。

新建线路路径长度约 8.545km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 0.475km（#N24-科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回线路路径长度约 1.060km（#N2-#N5），220kV 同塔双回线路路径长度约 7.010km（桐子湾变构架-#N2、#N5-#N24）。220kV 导线采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，110kV 导线采用 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 26 基。线路位于沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原 500kV 屏思一线#23 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#29 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），调整弧垂段线路路径长度约 2.021km（原#23-#Y27G）。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 2 基；拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），拆除铁塔 2 基（原 27#、原 28#）。线路位于沙坪坝区。

③220kV 屏桐东西线迁改

本工程起自原 220kV 屏桐东西线#27 塔（利旧），止于原屏桐东西线#33 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 0.944km（#PT29G~原#33），调整弧垂段线路路径长度约 0.410km（原#27~#PT29G），同塔双回架设。迁改 220kV 段采用 2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 3 基。拆除 220kV 屏桐东西线导线路径长度约 0.9km，拆除铁塔 4 基（原#29、#30、#31、#32）。线路位于沙坪坝区。

占地面积：本项目总占地面积约7.4176hm^2，其中塔基永久占地约1.4304hm^2，施工临时占地约5.9872hm^2

建设时间：约10个月。

3.1.2 项目组成及建设规模

本项目基本组成情况见表3.1-1。

表3.1-1 项目基本组成情况一览表

主体工程	变电工程	桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程	本期工程拟在桐子湾 220kV 变电站站内扩建 220kV GIS 架空出线间隔 1 个，本期工程在变电站围墙内预留位置扩建，无新征用地。变电站位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧。
	输电线路工程	天马~科学城牵引站 220kV 线路工程	①新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路 本工程起自天马 220kV 变电站外电缆终端塔，止于科学城 220kV 牵引站。 新建线路路径长度约 5.343km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 4.305km（#B1~#B2、#B5~科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路路径长度约 1.038km（#B2~#B5）。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔共计 20 基。线路途经北碚区、沙坪坝区。
			②500kV 屏思一线迁改 新建线路路径长度约 1.982km（原#31~#Y34G），调整弧垂段线路路径长度约 1.650km（#Y34G~原#38），均为单回路。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建单回耐张铁塔 3 基，拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.981km（原#31~#Y34G），拆除铁塔 2 基（原#33、原#34）。线路位于沙坪坝区。
			③临时方案 将 220kV 天马-科学城线路#B2 塔南侧回路导线接至 220kV 天马-科学城线路#B1 塔北侧回路，而后通过接至 220kV 天马-玉皇观线路终端塔。导线搭接 0.1km。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。线路位于北碚区。
			④新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路 本工程起自天马 220kV 变电站，止于天马 220kV 变电站外终端塔。 新建段平面路径长度约 0.097km，单回敷设，本工程仅包含电气部分，土建部分内容由天马输变电工程建设。电缆采用排管+电缆沟方式敷设。电缆采用 ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆。线路位于北碚区。
		桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程	①新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路 本工程起自桐子湾 220kV 变电站，止于科学城 220kV 牵引站。 新建线路路径长度约 8.545km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 0.475km（#N24-科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回线路路径长度约 1.060km（#N2-#N5），220kV 同塔双回线路路径长度约 7.010km（桐子湾变构架-#N2、#N5-#N24）。220kV 导线采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，110kV 导线采用 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 26 基。线路位于沙坪坝区。
			②500kV 屏思一线迁改 新建线路路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），调整弧垂段线路路径长度约 2.021km（原#23-#Y27G）。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 2 基；拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），拆除铁塔 2 基（原 27#、原 28#）。线路位于沙坪坝区。

			③220kV 屏桐东西线迁改 新建线路路径长度约 0.944km（#PT29G~原#33），调整弧垂段线路路径长度约 0.410km（原#27~#PT29G），同塔双回架设。迁改 220kV 段采用 2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 3 基。拆除 220kV 屏桐东西线导线路径长度约 0.9km，拆除铁塔 4 基（原#29、#30、#31、#32）。线路位于沙坪坝区。
环保工程	废水		桐子湾 220kV 变电站间隔扩建施工人员生活污水利用站内已有生化池处理装置处理；输电线路施工人员生活污水利用租赁房屋污水处理系统处置。 施工废水经沉淀池处理后回用于施工场地洒水降尘。
	废气		采取洒水抑尘、遮盖防尘等措施。
	固废		桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工时产生的生活垃圾利用站内现有垃圾箱收集后定期送入环卫系统处理；施工人员租住当地民房，产生的生活垃圾纳入当地生活垃圾收集处理系统，施工现场生活垃圾定点收集，由施工人员袋装带出施工场地，放置于附近村镇垃圾回收点处理。间隔扩建施工时开挖的表土全部回覆，余方运送至指定消纳场。 塔基施工时剥离的表土全部用于回覆，塔基开挖产生的土石方部分回填至施工区域，拟产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填。拆除的铁塔金具、导地线等均交由国网重庆市电力公司物资回收部门进行回收综合利用，拆除的杆塔基础产生的建筑垃圾运送至建筑垃圾消纳场处理；
	噪声		优选低噪声施工作业方式，优化施工布局，加强施工期的环境管理和环境监控工作、文明施工。
	生态		施工结束后清理施工场地，恢复原有土地利用类型。
临时工程	施工场地		新建输电线路拟设置塔基施工场地 54 个、牵张场 13 处、跨越场 7 个、拆除区 8 个；塔基施工区临时占地面积约 3.9968hm^2，牵张场占地面积约 0.86hm^2，跨越场占地面积约 0.14hm^2，拆除区占地面积约 0.24hm^2。
	施工便道		材料运输尽量利用项目沿线已有的高速公路、国道、省道、县道等道路，无利用条件的新开辟道路，需新开辟临时施工道路长约 2.144km，占地面积约 0.7504hm^2。
依托工程			本工程依托已建 220kV 桐子湾站内给排水工程、生活污水处理设施、生活垃圾收集设施等。

3.1.3 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

（1）变电站前期工程概况

桐子湾220kV 变电站位于重庆市沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧，于2014年建成投运。前期已建设4回220kV 架空出线间隔（2回至玉屏500kV 变电站，2回至玉皇观220kV 变电站）。

环保手续履行情况：

桐子湾 220kV 变电站属于“220kV 桐子湾输变电工程”建设内容之一，该工程于 2012 年 9 月 25 日取得重庆市建设项目环境影响评价文件批准书（渝（辐）环准〔2012〕105 号），于 2014 年 12 月 31 日取得重庆市建设项目竣工环境保护验收批复（渝（辐）环验〔2014〕132 号）。

总平面布置：

桐子湾220kV 变电站为户外型变电站，现有2台180MVA 主变，布置于站区中部；220kV 配电装置区为 GIS 户外布置，位于站区西北侧，采用架空出线，电容器布置在站区东北侧。

站内主要环保设施及运行情况如下：

1）生活污水处理设施

根据《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2014〕132号），变电站值守等人员产生的少量生活污水经站内已建生化池处理。

2）固废处理设施

桐子湾220kV 变电站站内设置了垃圾箱，变电站值守等人员产生的少量生活垃圾利用站内现有生活垃圾箱收集后定期送入环卫系统处理，对站址周围环境不产生影响。

桐子湾220kV 变电站站内未设置危险废物暂存间。自投入运行以来，变电站未产生废铅酸蓄电池，后续运行期间产生的废铅酸蓄电池将委托有危废处置资质的单位进行处置。

3）事故油池

根据《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2014〕132号），变电站内设有60m^{3}的事故油池一座，可满足一台变压器绝缘油全部进入事故油池不外溢。根据运行单位提供资料，变电站自运行以来未发生过油泄漏事故。

后期若有事故油外泄进入事故油池，建设单位将立即按照事故应急响应机制，委托有危废处置资质的单位进行处置。

4）生态保护措施

变电站站内已进行了硬化和绿化，变电站周围生态恢复良好。

5）前期工程竣工环保验收结论

根据《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2014〕132号），桐子湾220kV 变电站前期各项环境保护设施、措施均已落实，验收监测工频电场、工频磁场均满足国家相应标准限值要求，噪声监测结果分别满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的标准限值要求。

综上，桐子湾220kV 变电站相关前期工程环保手续完善，各项环境保护设施、措施均已落实，站界外的电磁环境及声环境均低于相应标准要求，无环境保护遗留问题。经咨询建设单位，近年桐子湾220kV 变电站无环保相关投诉。

（2）本期扩建工程概况

本期工程利用桐子湾220kV 变电站预留位置扩建1个220kV 间隔至科学城牵引站，新建设备基础并增加相关电气设备。扩建工程在站内预留场地进行，不新征用地。

（4）与前期工程的依托关系及依托可行性分析

本期扩建工程可依托站内前期相关工程，依托关系见表3.1-2。

表3.1-2 本期扩建工程与前期工程依托关系一览表

类别	桐子湾 220kV 变电站前期工程	本期间隔扩建工程	依托关系
220kV 出线	4 回	本期扩建 1 回	/
劳动定员	无人值班，有人值守	不新增	依托现有
给水	由市政管网接入	不新增	依托现有
排水	站内排水采用雨污分流制	不新增	依托现有
生活污水处置	变电站值守等人员产生的少量生活污水经生化池处理	不新增	依托现有
事故油池	站内设有效容积约 60m^3 事故油池 1 座	不新增	依托现有
生活垃圾处置	站内设有生活垃圾箱，生活垃圾经收集后定期送入环卫系统处理	不新增	依托现有

桐子湾220kV 变电站间隔扩建工程不改变站内现有布置，不新征地，不增加劳动定员，无新增生活用水及排水，无新增生活垃圾产生量，无新增含油设备，不改变变电站已设计的环保设施运行及利用方式，变电站投运至今站内各环保设施运行稳定，无环保遗留问题；因此，本期扩建依托变电站内现有设施合理可行。

3.1.4 天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（架空部分）

3.1.4.1 建设规模

本工程主要经济技术指标见表3.1-3。

表3.1-3 本工程主要经济技术指标表

线路名称	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路		500kV 屏思一线迁改	临时方案
电压等级	220kV		500kV	220kV
线路起止点	起自天马 220kV 变电站外电缆终端塔，止于科学城 220kV 牵引站		起自原 500kV 屏思一线#31 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#38 塔（利旧）	起自天马变电站外 220kV 天马-科学城线路#B1，止于 220kV 天马-玉皇观线路终端塔
线路路径长度	5.343km		1.982km（新建）、1.650km（弧垂调整）	0.1km
线路架设方式	220kV 双回路挂单回线（4.305km）	220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线（1.038km）	单回	单回（双回塔单回挂线）
导线排列方式	垂直排列	垂直排列	三角排列	垂直排列
导线分裂数	双分裂	双分裂	四分裂	双分裂
分裂间距	500mm	500mm	450mm	500mm
导线型号	2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线	2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线	4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线	2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线
导线直径	33.8mm	33.8mm	26.8mm	33.8mm
极限载流量	2×924A（70℃）	2×924A（70℃）	4×808A（80℃）	2×924A（70℃）
新建杆塔数量	16 基	4 基	3 基	不新建杆塔
主要交叉跨越	跨越在建成渝中线高铁 1 次，钻越 500kV 屏思一线 2 次，跨越西溪河 1 次		拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.982km（原#31~#Y34G），拆除铁塔 2 基（原#33、原#34）	/
基础形式	挖孔基础、灌注桩基础、连梁桩基础		挖孔基础、连梁桩基础	/

本项目线路途经北碚区、沙坪坝区，各行政区内建设规模见下表3.1-4。

表3.1-4 各行政区内建设规模一览表

行政区	北碚区	沙坪坝区
途经街镇	歇马街道	回龙坝镇、凤凰镇
线路路径长度	220kV：0.6km（新建）+0.1km（临时方案）	500kV：1.982km（新建）、1.650km（弧垂调整） 220kV：4.743km（新建）
线路架设方式	220kV 双回路挂单回线、220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路	220kV 双回路挂单回线、220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路
塔基数量	2 基	21 基

3.1.4.2 线路导线

本工程新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路段采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，500kV 屏思一线迁改段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。导线性能参数见表 3.1-5。

表3.1-5 本项目新建输电线路导线性能参数表

导线型号		2×JL3/G1A-630/45	4×JL3/G1A-400/35
结构根数/直径（mm）	铝	45/4.22	48/3.22
	钢	7/2.81	7/2.50
计算截面（mm²）	铝	629.4	390.88
	钢	43.41	34.36
	总计	672.81	425.24
外径（mm）		33.80	26.80
分裂数		2	4
分裂间距（mm）		500	450
计算重量（kg/m）		2.0784	1.3480
极限载流量（A）		2×924A（70℃）	4×808A（80℃）

3.1.4.3 杆塔和基础

（1）杆塔

根据设计资料，新建天马~科学城牵引站220kV 架空线路工程新建铁塔20基，其中四回路角钢塔4基，双回路角钢塔16基；500kV 屏思一线迁改段新建铁塔3基，均为单回路角钢塔。杆塔使用情况见表3.1-6。

表3.1-6 本工程杆塔使用情况一览表

序号	杆塔编号	杆塔型号	杆塔类型	呼高（m）	数量
1	#B1	CQ-220-HA21TS-DJ	双回路角钢塔	27	1
2	#B2	CQ-220-HA21TQ-DJXD	四回路角钢塔	36	1
3	#B3	CQ-220-HA21TQ-JCK*	四回路角钢塔	57	1
4	#B4	CQ-220-HA21TQ-JC4	四回路角钢塔	54	1
5	#B5	CQ-220-HA21TQ-DJC	四回路角钢塔	34	1
6	#B6	220-GB21S-JC2	双回路角钢塔	28	1
7	#B7	220-GB21S-JC2	双回路角钢塔	14	1
8	#B8	CQ-220-GB21S-JC4	双回路角钢塔	54	1

序号	杆塔编号	杆塔型号	杆塔类型	呼高（m）	数量
9	#B9	220-GB21S-JC4	双回路角钢塔	36	1
10	#B10	CQY-220-HB21S-JC4	双回路角钢塔	58	1
11	#B11	CQ-220-HB21S-JC2	双回路角钢塔	48	1
12	#B12	CQ-220-HB21S-ZC3	双回路角钢塔	60	1
13	#B13	220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	33	1
14	#B14	220-GB21S-JC2	双回路角钢塔	30	1
15	#B15	CQ-220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	45	1
16	#B16	CQ-220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	44	1
17	#B17	220-HB21S-JC1	双回路角钢塔	30	1
18	#B18	220-HB21S-JC1	双回路角钢塔	29	1
19	#B19	220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	31	1
20	#B20	220-GB21S-DJC	双回路角钢塔	21	1
小计					20
21	Y33G	CQ-500-KD21D-JC2	单回路角钢塔	33	1
22	Y33+1	CQY-500-KD21D-JC1	单回路角钢塔	66	1
23	Y34G	CQY-500-KD21D-JC1	单回路角钢塔	30	1
小计					3
合计					23

（2）基础

根据设计资料，工程采用的基础型式为挖孔基础、灌注桩基础以及连梁桩基础型式，基础型式见下表3.1-7。

表3.1-7 本项目采用的各基础型式特征表

序号	基础型式	示意图	工程特性及优点
1	挖孔基础		适用于山地、丘陵及无地下水的平地地区，承载力高，地形适应性好，对于基础作用力较大或者地形地质条件较差的塔位，可采用多桩承台基础。
2	灌注桩基础		承载力高、沉降小、抗震好、适用性极广的基础，具有较强的适应能力，适用从软土到岩石的各种地质。

序号	基础型式	示意图	工程特性及优点
3	连梁桩基础		通过连梁将分散的桩基础连接成空间整体、共同受力的高级基础形式。它充分利用了桩的抗压优势和连梁的抗弯、抗剪及整体协调优势，极大地提高了基础系统的可靠性、稳定性和抗震性能。

3.1.4.4 主要交叉跨越情况

导线对地及交叉跨越物的最小距离按《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的规定执行。本工程线路的主要交叉跨越情况见表3.1-8，220kV 及 500kV 线路对地及交叉跨越物的最小距离要求见表3.1-9。

表3.1-8 本项目线路重要交叉跨越一览表

项目名称	被跨越/钻越物	被跨越/钻越物名称及次数
新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路	铁路	跨越在建成渝中线高铁 1 次
	500kV 线路	钻越 500kV 屏思一线 2 次
	河流	跨越西溪河 1 次，不涉及饮用水源保护区
500kV 屏思一线迁改	220kV 线路	跨越本工程 220kV 天马~科学城牵引站线路 1 次
	河流	跨越梁滩河（非通航）2 次，不涉及饮用水源保护区

表3.1-9 输电线路导线对地及交叉跨越物最小垂直距离要求

序号	项目	500kV 输电线路	220kV 输电线路	计算条件
		最小允许垂直距离（m）	最小允许垂直距离（m）	
1	居民区	14.0	7.5	导线最大弧垂时
2	非居民区	10.5	6.5	500kV 输电线路导线三角排列的单回路最大弧垂时
3	交通困难地区	8.5	5.5	导线最大弧垂时
4	步行可以到达的山坡	8.5	5.5	导线最大风偏时
5	步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	6.5	4.0	导线最大风偏时
6	对建筑物的垂直距离	9.0	6.0	导线最大弧垂时
7	对建筑物的净空距离	8.5	5.0	导线最大风偏时
8	树木（考虑自然生长高度）	7.0	4.5	导线最大弧垂时
9	公园绿化区或防护林带	7.0	4.0	导线最大弧垂时
10	果树、经济作物、城市行道树	7.0	3.5	导线最大弧垂时
11	至标准轨铁路轨顶（电气化）	16.0	12.5	导线最大弧垂时

12	等级公路路面	14.0	8.0	导线最大弧垂时
13	不通航河流至百年一遇洪水位	6.5	4.0	导线最大弧垂时
14	电力线路（至导线、地线）	6.0（8.5）	4.0	导线最大弧垂时

3.1.4.5 并行线路

根据项目设计资料，本项目沿线无330kV及以上电压等级线路并行。本项目新建220kV线路与现有500kV线路和拟建220kV线路并行走线，本项目并行情况见表3.1-10。

表3.1-10 项目与其他高压线路并行及包夹情况表

序号	本项目线路名称	并行对象	位置关系	包夹/共有环境敏感目标情况	并行对象现状
1	新建天马~科学城牵引站220kV架空线路	500kV屏思二线	线路#B8~#B10段并行走线，长约0.6km，并行段中心线最近距离约45m	包夹1处敏感目标（凤凰镇胡南坝村新桥组一社部分民房）	已建
2		新建桐子湾~科学城牵引站220kV线路	线路B16~科学城牵引站段并行走线，长约0.9km，并行段中心线最近距离约40m	共同评价范围内分布1处敏感目标（凤凰镇胡南坝村双堰塘组4号民房）	拟建（本工程）

3.1.4.6 线路路径走向

新建天马~科学城牵引站220kV架空线路：本项目新建架空线路自220kV天马站外电缆终端塔起，向东沿青凤工业园区规划北部钻越500kV屏思一线后，沿屏思一、二线中间走廊向南平行规划区东部走线至在建成渝中线北侧。而后右转钻越500kV屏思一线后向西北走线，接着左转向南跨在建成渝中线，后向西北方向平行于在建成渝中线走线至220kV成渝中线科学城牵引站。

500kV屏思一线迁改段：本项目起于500kV屏思一线现状#31塔（利旧），利用原廊道向北走线至本期新建Y33G塔，继续向东北方向走线至本期新建Y33+1塔，后继续向东北走线并跨越本工程拟建天马~科学城牵引站220kV架空线路、梁滩河至本期新建Y34G塔，而后弧垂调整至现状#38塔（利旧）。

临时方案：将220kV天马-科学城线路#B2塔南侧回路导线接至220kV天马-科学城线路#B1塔北侧回路，而后通过接至220kV天马-玉皇观线路终端塔。

3.1.4.7 环保手续履行情况

科学城牵引站属于“新建成渝中线铁路（含十陵南站）”的建设内容之一，该工程于2022年9月取得了生态环境部《关于新建成渝中线铁路（含十陵南站）环境影响报告书的批复》（环审〔2022〕163号），目前正在建设中。

500kV屏思一线由500kV玉屏变电站（原陈家桥站）至500kV长寿变电站500kV输电线路π接入500kV思源变电站（原北碚站）而形成。500kV玉屏变电站（原陈家桥站）至500kV长寿变电站500kV输电线路属于“500kV长寿输变电工程”的建设内容之一，该工程于2001年10月取得了原重庆市环境保护局《关于重庆电力公司高压变电站及线路

回顾性环境影响报告书审批意见的函》（渝环函[2001]56号）。500kV 玉屏变电站至500kV 长寿变电站500kV 输电线路π接入500kV 思源变电站工程于2007年11月取得了原国家环境保护总局《关于川渝第三通道500千伏输变电工程环境影响报告书的批复》（环审〔2007〕532号），并于2018年3月完成了竣工环境保护自主验收。经咨询建设单位，近三年500kV 屏思一线无环保相关投诉。

天马220kV 变电站以及“220kV 天马-玉皇观线路终端塔”属于“北碚天马220kV 输变电工程”建设内容，该工程正在履行环评手续。

3.1.5 天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（电缆部分）

3.1.5.1 建设规模

本工程主要经济技术指标见表3.1-11。

表 3.1-11 本工程主要经济技术指标表

线路名称	天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（电缆部分）
电压等级	500kV
线路起止点	起自天马 220kV 变电站，止于天马 220kV 变电站外终端塔
线路路径长度	0.0097km
回路数	单回
敷设方式	排管、电缆沟（本次不涉及土建）
电缆埋深	最浅埋深约 1.5m
电缆型号	ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆

3.1.5.2 线路导线

本工程 220kV 电缆输电线路拟采用 ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆，电缆性能参数见表 3.1-12。

表 3.1-12 本项目新建输电线路电缆性能参数表

电缆型号	ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500
标称截面（mm^2）	2500
导体形状	分割导体
绝缘标称厚度（mm）	24.0
绝缘标称外径（mm）	150.0
最小允许弯曲半径（mm）	20D（敷设时）、15D（运行时）

3.1.5.3 基础

本次仅包含电气部分，土建部分内容由天马输变电工程建设。

3.1.5.4 线路路径走向

本工程电缆线路起自天马220kV 变电站，站外利用天马输变电工程建设的排管敷设至天马220kV 变电站外终端塔。新建段平面路径长度约0.097km，单回敷设。

3.1.5.5 环保手续履行情况

天马220kV 变电站以及本工程利用的电缆通道属于“北碚天马220kV 输变电工程”建设内容，该工程正在履行环评手续。

3.1.6 桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程

3.1.6.1 建设规模

本工程主要经济技术指标见表3.1-13。

表 3.1-13 本工程主要经济技术指标表

线路名称	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路			500kV 屏思一线迁改	220kV 屏桐东西线迁改
电压等级	220kV			500kV	220kV
线路起止点	起自桐子湾 220kV 变电站，止于科学城 220kV 牵引站			起自原 500kV 屏思一线#23 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#29 塔（利旧）	起自原 220kV 屏桐东西线#27 塔（利旧），止于原屏桐东西线#33 塔（利旧）
线路路径长度	8.545km			1.135km（新建）、2.021km（弧垂调整）	0.944km（新建）、0.410km（弧垂调整）
线路架设方式	220kV/110kV 混压四回（1.060km）	220kV 同塔双回（7.010km）	220kV 双回路挂单回线（0.475km）	单回	双回
导线排列方式	垂直排列	垂直排列	垂直排列	三角排列	垂直排列
导线分裂数	双分裂	双分裂	双分裂	四分裂	双分裂
分裂间距	220kV：500mm； 110kV：400mm	500mm	500mm	450mm	450mm
导线型号	220kV： 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线； 110kV： 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线	2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线	2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线	4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线	2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线
导线直径	220kV：33.8mm； 110kV：23.9mm	33.8mm	33.8mm	26.8mm	26.8mm

70℃极限载流量	220kV：2×924A； 110kV：2×599A	2×924A	2×924A	4×808A	2×696A
新建杆塔数量	26 基			2 基	3 基
主要交叉跨越	钻越 500kV 屏思一线 1 次、钻越 500kV 屏思二线 1 次、跨越 35kV 回凤线 1 次、跨越凤潮大道 1 次、跨越凤回路 1 次、跨越梁滩河（非通航）3 次			拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），拆除铁塔 2 基（原 27#、原 28#）	拆除 220kV 屏桐东西线导线路径长度约 0.9km，拆除铁塔 4 基（原#29、#30、#31、#32）。
基础形式	挖孔基础、灌注桩基础			跨越梁滩河（非通航）3 次，跨越本工程 220kV 桐子湾~科学城牵引站线路 1 次，跨越凤回路 1 次、跨越凤潮大道 1 次	跨越鼎新大道 1 次

3.1.6.2 线路导线

本工程新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路中 220kV 导线采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，110kV 导线采用 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线；500kV 屏思一线迁改段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线；220kV 屏桐东西线迁改段采用 2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。导线性能参数见表 3.1-14。

表3.1-14 本项目新建输电线路导线性能参数表

导线型号		2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-300/40	4×JL3/G1A-400/35	2×JL3/G1A-400/35
结构根数/直径（mm）	铝	45/4.22	24/3.99	48/3.22	48/3.22
	钢	7/2.81	7/2.66	7/2.50	7/2.50
计算截面（mm²）	铝	629.4	300	390.88	390.88
	钢	43.41	38.9	34.36	34.36
	总计	672.81	338.9	425.24	425.24
外径（mm）		33.8	23.9	26.8	26.8
分裂数		2	2	4	2
分裂间距（mm）		500	400	450	450
计算重量（kg/m）		2.0784	1.1320	1.3480	1.3480
极限载流量（A）		2×924A（70℃）	2×599A（70℃）	4×808A（80℃）	2×696A（70℃）

3.1.6.3 杆塔和基础

（1）杆塔

根据设计资料，新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路新建铁塔26基，其中四回路角钢塔4基，双回路角钢塔22基；500kV 屏思一线迁改段新建铁塔2基，均为单回路角钢塔；220kV 屏桐东西线迁改段新建铁塔3基，均为双回路角钢塔。杆塔使用情况见表 3.1-15。

表3.1-15 本工程杆塔使用情况一览表

序号	杆塔编号	杆塔型号	杆塔类型	呼高（m）	数量
1	#N1	220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	22	1
2	#N2	CQ-220-HA21TQ-DJC	四回路角钢塔	29	1
3	#N3	CQ-220-HA21TQ-JC4	四回路角钢塔	27	1
4	#N4	CQ-220-HA21TQ-JCK*	四回路角钢塔	49	1
5	#N5	CQ-220-HA21TQ-DJC	四回路角钢塔	38	1
6	#N6	220-HB21S-ZCK	双回路角钢塔	54	1
7	#N7	CQ-220-HB21S-JC4	双回路角钢塔	36	1
8	#N8	CQ-220-HB21S-JC1	双回路角钢塔	45	1
9	#N9	220-HB21S-JC4	双回路角钢塔	26	1
10	#N10	220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	20	1
11	#N11	CQ-220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	36	1
12	#N12	220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	33	1
13	#N13	220-HB21S-ZC3	双回路角钢塔	42	1

序号	杆塔编号	杆塔型号	杆塔类型	呼高（m）	数量
14	#N14	220-HB21S-JC2	双回路角钢塔	26	1
15	#N15	220-KB21TS-J4	双回路角钢塔	66	1
16	#N16	220-HB21S-ZC3	双回路角钢塔	42	1
17	#N17	220-HB21S-JC1	双回路角钢塔	24	1
18	#N18	220-HB21S-ZCK	双回路角钢塔	47	1
19	#N19	220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	30	1
20	#N20	220-KB21TS-J4	双回路角钢塔	66	1
21	#N21	220-HB21S-ZCK	双回路角钢塔	49	1
22	#N22	CQ-220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	36	1
23	#N23	220-HB21S-ZCK	双回路角钢塔	48	1
24	#N24	220-HB21S-DJC	双回路角钢塔	31	1
25	#N25	CQ-220-HB21S-JC3	双回路角钢塔	42	1
26	#N26	CQ-220-HA21TS-DJZC	双回路角钢塔	21	1
小计					26
27	Y27G	CQ-500-KD21D-JC1	单回路角钢塔	38	1
28	Y28G	CQ-500-KC21D-ZMC3	单回路角钢塔	83	1
小计					2
29	#PT29G	CQ-220-GB21S-JC3	双回路角钢塔	43	1
30	#PT31G	220-GB21S-DJC	双回路角钢塔	33	1
31	#PT32G	220-GB21S-DJC	双回路角钢塔	24	1
小计					3
合计					31

（2）基础

根据设计资料，工程采用的基础型式为挖孔基础和灌注桩基础，基础型式见下表3.1-16。

表3.1-16 本项目采用的各基础型式特征表

序号	基础型式	示意图	工程特性及优点
1	挖孔基础		适用于山地、丘陵及无地下水的平地地区，承载力高，地形适应性好，对于基础作用力较大或者地形地质条件较差的塔位，可采用多桩承台基础。

序号	基础型式	示意图	工程特性及优点
2	灌注桩基础		承载力高、沉降小、抗震好、适用性极广的基础，具有较强的适应能力，适用从软土到岩石的各种地质。

3.1.6.4 主要交叉跨越情况

导线对地及交叉跨越物的最小距离按《110kV～750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的规定执行。本工程线路的主要交叉跨越情况见表3.1-17，220kV 及500kV 线路对地及交叉跨越物的最小距离要求见表3.1-18。

表3.1-17 本项目线路重要交叉跨越一览表

项目名称	被跨越/钻越物	被跨越/钻越物名称及次数
新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	等级公路	跨越凤潮大道 1 次、跨越凤回路 1 次
	500kV 线路	钻越 500kV 屏思一线 1 次，钻越 500kV 屏思二线 1 次
	35kV 线路	跨越 35kV 回凤线 1 次
	河流	跨越梁滩河（非通航）3 次，不涉及饮用水源保护区
500kV 屏思一线迁改	等级公路	跨越凤回路 1 次、跨越凤潮大道 1 次
	220kV 线路	跨越本工程 220kV 桐子湾~科学城牵引站线路 1 次
	河流	跨越梁滩河（非通航）3 次，不涉及饮用水源保护区
220kV 屏桐东西线迁改	等级公路	跨越鼎新大道 1 次

表3.1-18 输电线路导线对地及交叉跨越物最小垂直距离要求

序号	项目	500kV 输电线路	220kV 输电线路	220kV/110kV 输电线路	计算条件
		最小允许垂直距离（m）	最小允许垂直距离（m）	最小允许垂直距离（m）	
1	居民区	14.0	7.5	7.0	导线最大弧垂时
2	非居民区	10.5	6.5	6.0	500kV 输电线路导线三角排列的单回路最大弧垂时
3	交通困难地区	8.5	5.5	5.0	导线最大弧垂时
4	步行可以到达的山坡	8.5	5.5	5.0	导线最大风偏时
5	步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	6.5	4.0	3.0	导线最大风偏时
6	对建筑物的垂直距离	9.0	6.0	5.0	导线最大弧垂时
7	对建筑物的净空距离	8.5	5.0	4.0	导线最大风偏时
8	树木（考虑自然生长高度）	7.0	4.5	4.0	导线最大弧垂时
9	公园绿化区或防护林带	7.0	4.0	3.5	导线最大弧垂时

10	果树、经济作物、城市行道树	7.0	3.5	3.0	导线最大弧垂时
11	至标准轨铁路轨顶（电气化）	16.0	12.5	11.5	导线最大弧垂时
12	等级公路路面	14.0	8.0	7.0	导线最大弧垂时
13	不通航河流至百年一遇洪水位	6.5	4.0	3.0	导线最大弧垂时
14	电力线路（至导线、地线）	6.0（8.5）	4.0	3.0	导线最大弧垂时

3.1.6.5 并行线路

根据项目设计资料，本项目沿线无330kV 及以上电压等级线路并行。本项目与现有、拟建和拟迁改（因本项目建设占用现有输电走廊或钻越距离不足而迁改）220kV 及500kV 线路并行走线。本项目并行情况见表3.1-19。

表 3.1-19 项目与其他高压线路并行及包夹情况表

序号	本项目线路名称	并行对象	位置关系	包夹/共有环境敏感目标情况	并行对象现状
1	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	220kV 屏桐东西线	线路桐子湾 220kV 变电站~N5 段并行走线，长约 1.5km，并行段中心线最近距离约 36m	包夹 1 处敏感目标（回龙坝镇真武山村 10 组部分看护房）	已建（桐子湾构架~现状 220kV 屏桐东西线#33 段）+拟迁改（本项目）
2		500kV 屏思二线	线路 N10~N13 段并行走线，长约 1.0km，并行段中心线最近距离约 50m	包夹 2 处敏感目标（凤凰镇威灵寺村塔坪坡组、五福村十二社部分民房）	已建
			线路 N14~N16 段并行走线，长约 0.9km，并行段中心线最近距离约 75m	/	已建
3		500kV 屏思一线	线路 N17~N19 段并行走线，长约 0.55km，并行段中心线最近距离约 40m	包夹 1 处敏感目标（回龙坝镇梁滩桥村部分民房）	拟迁改（本工程）
4		新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路	线路 N22~科学城牵引站段并行走线，长约 0.95km，并行段中心线最近距离约 40m	共同评价范围内分布 1 处敏感目标（凤凰镇胡南坝村双堰塘组 4 号民房）	拟建（本工程）
5	500kV 屏思一线迁改段	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	拟迁改 500kV 屏思一线 Y27G~Y28G 段并行走线，长约 0.7km，并行段中心线最近距离约 40m	包夹 1 处敏感目标（回龙坝镇梁滩桥村部分民房）	拟迁改（本工程）
6	220kV 屏桐东西线迁改段	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	线路原#28~桐子湾 220kV 变电站段并行走线，长约 1.3km，并行段中心线最近距离约 36m	包夹 1 处敏感目标（回龙坝镇真武山村 10 组部分看护房）	拟建（本工程）

3.1.6.6 线路路径走向

新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路：本项目新建架空线路自桐子湾220kV 变电站出线后，线路左转向西平行于220kV 屏桐东西线北侧走线，而后左转向西南方向走线，接着利用现状220kV 屏桐东西线走廊（该段220kV 屏桐东西线本期迁改）走线，后继续向西南方向走线，接着线路右转，向西北方向走线，依次钻越500kV 屏思二线、跨

越凤潮大道和凤回路、钻越500kV屏思一线后，线路向西北方向走线至在建成渝中线南侧，后向西北方向平行于同期拟建天马~科学城牵引站220kV架空线路南侧走线至220kV成渝中线科学城牵引站。

500kV屏思一线迁改段：本项目起于500kV屏思一线现状#23塔（利旧），弧垂调整至本期新建Y27G塔，后利用原廊道向北走线至现状#29塔（利旧）。

220kV屏桐东西线迁改：本项目起于220kV屏桐东西线现状#27塔（利旧），弧垂调整至本期新建PT29G塔，而后线路平行于现状廊道南侧向东北方向走线，接至现状#33塔（利旧）。

3.1.6.7 环保手续履行情况

220kV屏桐东西线为500kV玉屏变电站（原陈家桥站）~220kV桐子湾变电站线路，220kV屏桐东西线和桐子湾220kV变电站属于“220kV桐子湾输变电工程”建设内容之一，该工程于2012年9月25日取得重庆市建设项目环境影响评价文件批准书（渝（辐）环准〔2012〕105号），于2014年12月31日取得重庆市建设项目竣工环境保护验收批复（渝（辐）环验〔2014〕132号）。经咨询建设单位，近三年220kV屏桐东西线和桐子湾220kV变电站无环保相关投诉。

500kV屏思一线环保手续履行情况见“3.1.4.8 环保手续履行情况”章节。

3.1.7 项目占地

（1）项目占地

本项目总占地约7.4176hm^2，其中塔基永久占地约1.4304hm^2，施工临时占地约5.9872hm^2，临时占地主要为塔基施工区、牵张场、跨越场、临时施工便道、拆除区等占地。桐子湾220kV变电站间隔扩建工程均在站内进行，不新征用地。本工程不占用基本农田和国家一级公益林。具体占地类型及面积见表3.1-20。

表3.1-20 项目占地类型情况一览表 单位：m^2

占地类型		耕地	林地	草地	交通运输用地	其他土地	合计
永久占地	塔基区	3458	8000	2668	0	178	14304
临时占地	塔基区	9808	21528	8014	204	414	39968
	临时施工道路区	2000	4219	973	0	312	7504
	牵张场区	6500	0	1700	400	0	8600
	跨越场区	200	800	200	100	100	1400
	拆除区	300	900	1200	0	0	2400
小计		22266	35447	14755	704	1004	74176

（2）项目土石方情况

根据设计资料，本项目土石方平衡数据见表 3.1-21。

表3.1-21 项目土石方平衡一览表 单位：万 m^3

项目区		开挖量			回填量			余方	备注
		表土剥离	挖方	小计	表土回覆	填方	小计		
变电站间隔扩建工程		0.002	0.002	0.004	0.002	0	0.002	0.002	余方运送至指定消纳场
线路工程	塔基工程	1.35	0.49	1.84	1.35	0.1	1.45	0.39	
	临时施工道路	0.18	0.07	0.25	0.18	0.07	0.25	0	
合计		1.532	0.562	2.094	1.532	0.17	1.702	0.392	/

本项目不设置取土场与弃土场，多余土方不得随意丢弃，应按当地管理要求及水土保持方案的要求进行安全处置，落实水土保持的相关要求。

3.1.8 施工工艺和方法

3.1.8.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

本期扩建工程施工工程量较小，施工人员租住变电站周围民房，施工活动位于桐子湾220kV 变电站站内，临时占地利用站内硬化空地。生产生活、给排水及水土保持设施已于前期工程中建成，本期沿用已有设施。

施工材料运输可利用已有进站道路，交通方便。施工所需建筑材料拟向附近的正规建材单位外购，所需混凝土均拟采用外购商品混凝土。

本期扩建工程土建施工挖填方量较小，采用人工结合机械方式进行开挖，表土剥离约20m^3，挖方约20m^3，表土回覆约20m^3，余方约20m^3，余方运至合法消纳场。安装工程主要为本期扩建间隔的电气设备、构架、支架，无大、重件设备，一般不需采用吊车施工安装，人工和小型起重设备即可。

3.1.8.2 输电线路工程

（1）施工场地

线路工程施工场地主要有塔基施工场地，跨越公路、架空线路等重要设施的跨越施工场地，另外是施工放线牵引的牵张场布置。

①塔基施工场地

塔基基础施工临时场地以单个塔基为单位零星布置。在塔基施工过程中每处塔基都有一处施工临时占地作为施工场地，用来临时堆置土方、砂石料、水、材料、工具等；本工程沿线塔基具备使用商业混凝土条件，不需另外设置拌合设施。

本项目500kV 输电线路共设置塔基施工场地6个，220kV 输电线路共设置塔基施工场地48个，塔基施工区临时占地面积共约3.9968hm^2。

②牵张场

线路架设时需布置牵张场。牵张场应选择地形平坦的地方，同时满足牵引机、张力机能直接运达到位的需要，能满足布置牵张设备、导线及施工操作等要求。牵张场平面布置包括施工通道、机械布置区、导线集放区、锚线区、工具集放区、工棚布置区、休息区和标志牌布置区等。区域四周采用硬围栏封闭，区域之间用红白三角旗隔开。

根据设计资料，本项目输电线路拟设置13处牵张场，总占地面积共计约0.86hm^2。

③跨越施工场地

输电线路跨越道路、电力线路等设施需要搭设跨越架。跨越架一般有三种形式，即采用木架或钢管式跨越架、金属格构式跨越架和利用杆塔作支承体跨越。

本项目输电线路跨越电力线路和等级公路等需搭设跨越架，新增跨越施工临时占地。根据设计资料，每处跨越架临时占地面积约 0.2hm^2，交叉跨越角尽量接近 90°，以减少临时占地的面积。本项目新建输电线路拟设置 7 处跨越施工场地，总占地面积共计约 0.14hm^2。

④拆除区

本项目拆除杆塔时需在拆除杆塔周围设置临时场地用于堆放拆除的杆塔、导线等材料。

本项目共拆除铁塔 8 基，临时总占地面积约 0.24hm^2。

⑤电缆施工区

本项目仅需敷设电缆，电缆通道由天马输变电工程建设。电缆等材料可堆放在附近塔基施工区，无需单独设置电缆施工区。

⑥材料站

根据输电线路沿线的交通情况，本项目拟租用沿线已有库房或场地作为材料站，具体地点由施工单位选定，便于塔材、钢材、线材、水泥、金具和绝缘子的集散。如线路沿线无可供租用的场地，可将材料堆放于塔基施工场地和牵张场的材料堆放区。

⑦施工生活区

因输电线路施工时塔基及牵张场分布较分散，单塔施工周期短，且线路沿线村庄较多，输电线路临时施工生活用房采用租用沿线民房的方式解决；因施工材料堆存需要，需在部分租用的民房处搭建临时棚库。

（2）施工道路及材料运输

本工程施工临时道路主要为线路工程临时施工道路；输电线路工程对外交通主要需解决建筑材料和牵引张拉设备等的运输问题。本项目材料运输尽量利用项目沿线已有的国道、省道、县道等道路。当现有道路不能满足工程设施运输要求时，需要在原有的乡、村道路上拓宽或加固以满足运行要求，在无现有道路可利用的情况下，需开辟新的简易

道路，以满足材料运输要求。

根据设计资料，本项目输电线路拟新开辟的临时施工道路长度约2.144km，宽度约3.5m，临时占地约0.7504hm^2。

（3）施工人员

基础工程可投入若干施工队，每队分测量、土石方、材料运输、基础制模、混凝土浇制等5个组进行流水作业。铁塔组立工程可投入若干施工队，每队分材料运输、组塔2个组流水作业。架线工程施工时，按照张力架线要求，将若干施工队及一个机械作业班调配组成架线施工队，即准备队、放线队和安装队。

（4）施工材料

施工材料均就近采购，通过施工点附近的国道、省道及县道运输至施工区附近。根据设计资料，本工程施工均使用商品混凝土，无需现场混凝土搅拌。

（5）余土处置

塔基施工时剥离的表土全部用于回覆，塔基开挖产生的土石方部分回填至施工区域，拟产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填。

3.1.8.3 架空线路施工工艺和方法

输电线路工程施工流程详见图 3.1-3。

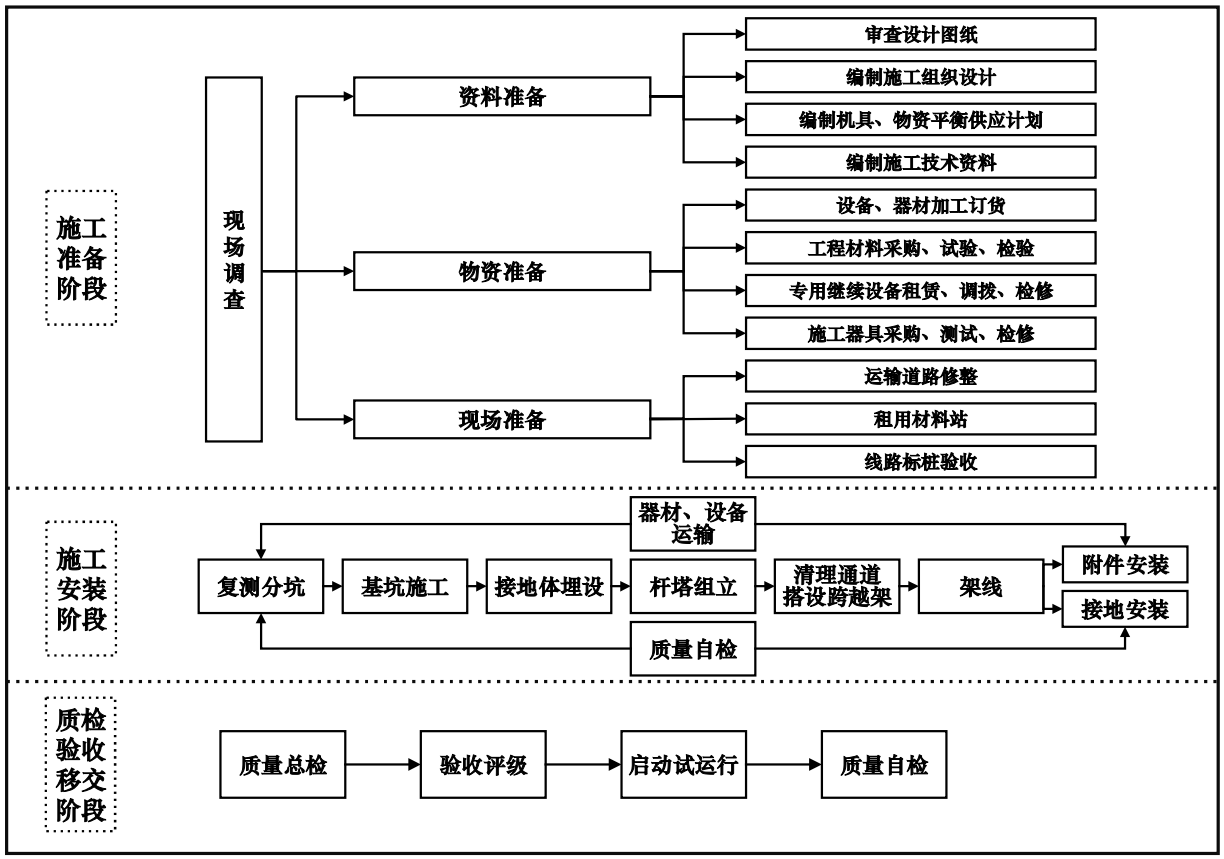


图3.1-3 本项目线路施工工艺流程图

本项目架空线路工程施工主要有：施工准备、基础施工、组装铁塔、导地线安装及

调整、杆塔及线路拆除几个阶段。

（1）施工准备

施工准备阶段主要是施工备料及施工道路、塔基区清理等施工活动。本工程沿线地貌属丘陵地貌、丘间凹地，施工过程中部分杆塔所在位置交通不便，需布设车行道路和人抬便道。

在施工准备阶段拟对施工场地范围内的植被等进行清理，便于施工器械和建材的堆放。在塔基施工过程中的材料堆放、临时堆土等根据实际情况堆放于塔基周边；本工程均使用商品混凝土。

牵张场地应满足牵引机、张力机能直接运达到位，且地形应平坦开阔，能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作等要求。在施工准备阶段对拟作牵张场地进行清理，便于安置牵引机和张力机。

（2）基础施工

a.基坑开挖

①挖孔桩基础：挖孔基础属于原状土基础，可充分利用土体的抗剪能力，明显减小混凝土用量和基础耗钢量；同时可避免基坑大开挖，降低了土石方开挖及基坑回填工程量，不但可降低工程造价，而且能有效的保护植被，减小对环境的破坏，是一种环保型的基础型式。

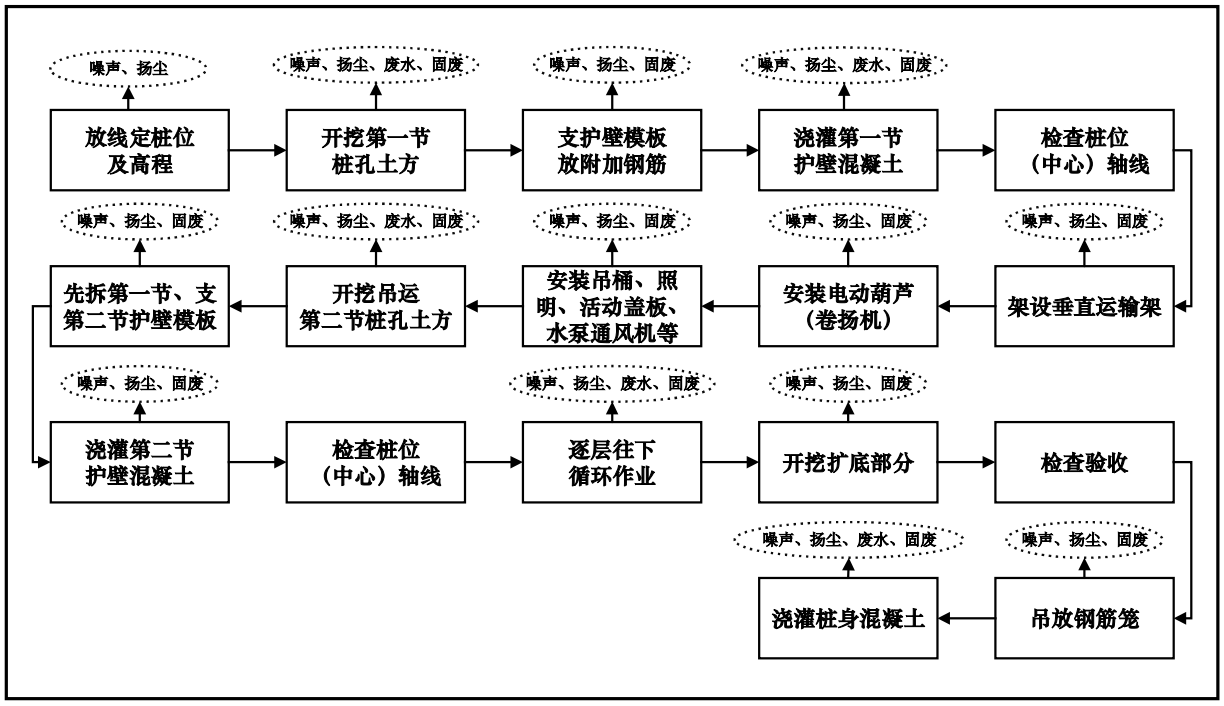


图 3.1-4 挖孔基础施工流程图

②灌注桩基础施工：灌注桩基础主要施工工艺包括成孔和成桩，主要施工流程为：

测量放线→护筒埋设→钻进成孔→一次清孔→钢筋笼安制→砼搅拌灌注→拆除护筒→验桩。灌注桩基础施工采用钻机钻进成孔，成孔过程中为防止孔壁坍塌，在孔内注入人工泥浆或利用钻削下来的粘性土与水混合的泥浆保护孔壁。扩壁泥浆与钻孔的土屑混合，边钻边排出，集中处理后，泥浆被重新灌入钻孔进行孔内补浆。当钻孔达到规定深度后，安放钢筋笼，在泥浆下灌注混凝土。灌注桩基础施工时使用钻机钻进、掏渣，同时设置了泥浆沉淀池，钻孔时产生的泥浆在泥浆沉淀池风干后，作为钻渣回填。

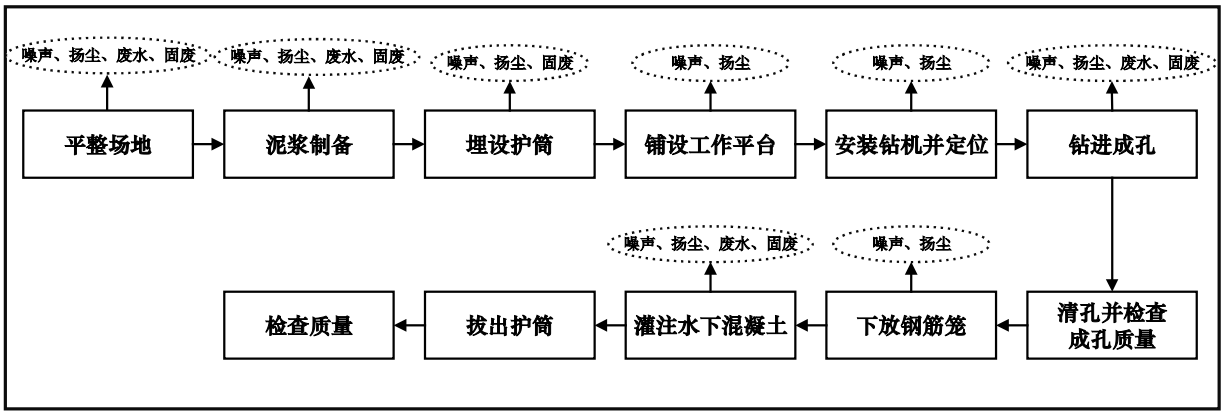


图 3.1-5 灌注桩施工流程图

③连梁桩基础：连梁桩基础是一种深基础形式，由两个或两个以上的基桩和连接这些桩顶的钢筋混凝土梁共同组成。主要施工流程为：施工准备→测量放线定位→桩基成孔施工→清孔与质量检测→钢筋笼制作与安放→灌注桩身混凝土→桩基完整性检测→桩头破除与验收→土方开挖至连梁底→桩头锚固处理→连梁垫层施工→连梁钢筋绑扎→连梁模板支设→连梁混凝土浇筑→混凝土养护→模板拆除与回填→成品养护与验收。连梁桩基础通过“桩”深入持力层和“连梁”的整体连接作用，为输电线路铁塔提供了一个极其安全、稳定、可靠的基础。

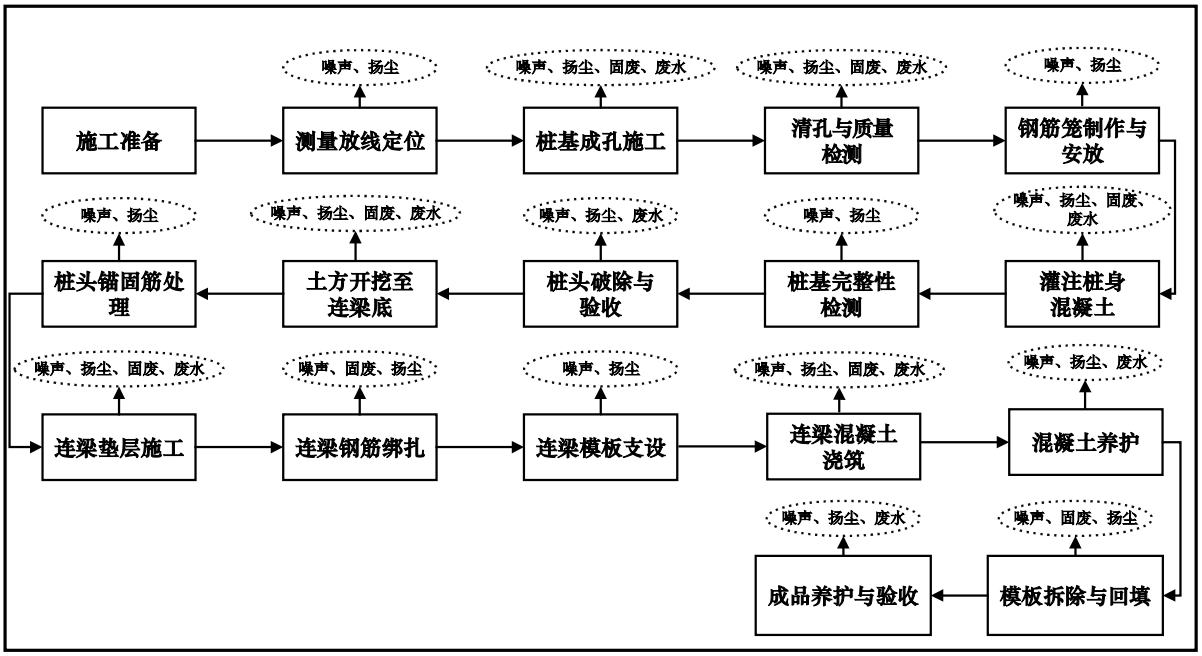


图 3.1-6 连梁桩基础施工流程图

b.塔基开挖余方堆放

塔基开挖回填后，尚余一定量的土方，但最终塔基占地区回填后一般仅高出原地面不足10cm，考虑到塔基弃渣具有点多、分散的特点，为合理利用土地资源，将余土就近堆放在塔基区。采取人工夯实方式对塔基开挖产生的土石方在塔基周边分层碾压。

c.混凝土浇筑

购买商品混凝土，需及时进行浇筑，浇筑先从一角或一处开始，延入四周。混凝土倾倒入模盒内，其自由倾落高度一般不超过2m，超过2m 时设置溜管、斜槽或串筒倾倒，以防离析。混凝土分层浇筑和捣固，每层厚度为20cm，留有振捣窗口的地方在振捣后及时封严。

施工时先设置拦挡措施，后进行工程建设，尽量减少对地表的扰动，除施工必须不得不铲除或碾压植被外，不允许以其它任何理由铲除植被，以减少对生态环境的破坏。临时堆土采取四周拦挡、下铺上盖的措施，回填后及时整平。施工中要严格控制临时占地，减少破坏原地貌、植被的面积。严格控制施工范围，应尽量控制作业面，以保持生态系统的完整性。

（3）铁塔组立

工程铁塔安装施工采用分解组塔的施工方法。在实际施工过程中，根据铁塔的形式、高度、重量以及施工场地、施工设备等施工现场情况，确定正装分解组塔或倒装分解组塔。利用支立抱杆，吊装铁塔构件，抱杆通过牵引绳的连接拉动，随铁塔高度的增高而上升，各个构件顶端和底部支脚采用螺栓连接。

线路铁塔施工流程见图3.1-7。

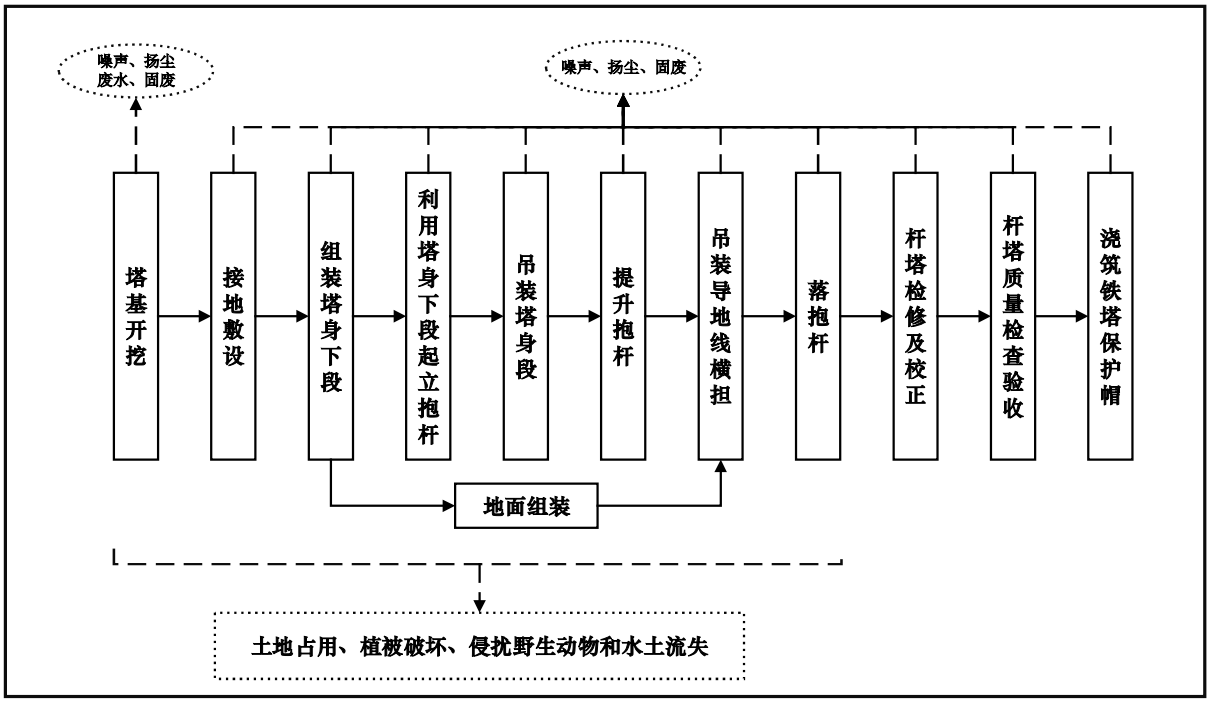


图3.1-7 铁塔组立施工流程图

（4）架线和附件安装

线路架线采用张力架线方法施工，不同地形采取不同的放线方法，采用无人机架线，施工人员可充分利用施工道路等场地进行操作，不需新增占地。施工方法依次为：架空地线展放及收紧、展放导引绳、牵放牵引绳、牵放导线、锚固导线、紧线临锚、附件安装、压接升空、间隔棒安装、耐张塔平衡挂线和跳线安装等。

线路沿线设置牵张场，采用张力机紧线，一般以张力放线施工段作为紧线段，以直线塔作为紧线操作塔。紧线完毕后进行附件、线夹、防振金具、间隔棒等安装。牵张场使用时间多在10~15天，施工结束后及时对牵张场进行生态恢复。

无人机放线：一般是在机身下悬挂一平衡重物，导引绳连接其上，在地面展放机械的配合下牵引飞过塔位。由塔上人员配合或机上操作人员借助导杆将导引绳放入牵引滑车槽内，再用导引绳牵牵引绳，通过相与相间渡绳等操作，最后用牵引绳牵放导线。

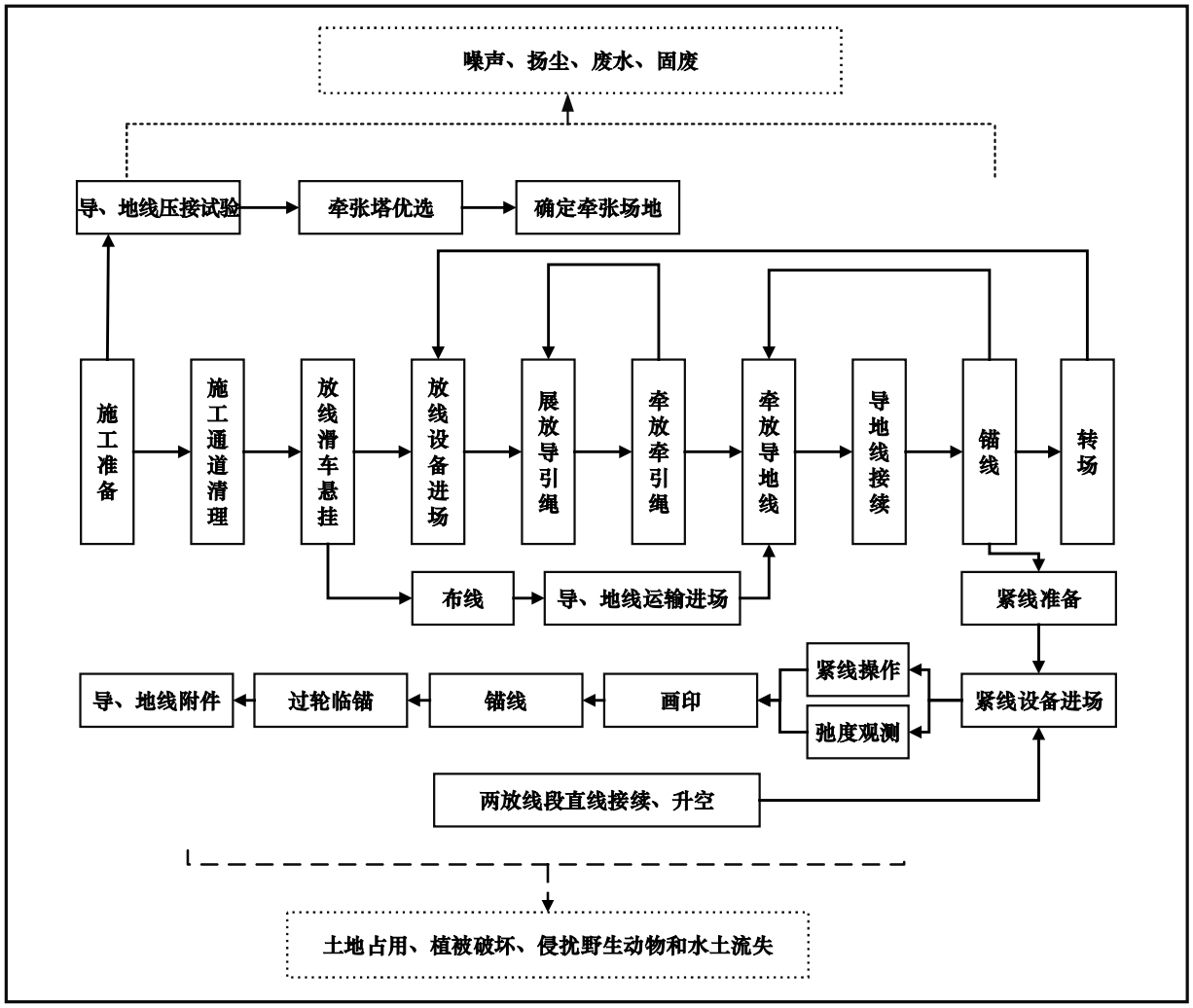


图3.1-8 架线施工流程图

（5）跨越施工

架线施工中对跨越情况一般采用占地和扰动均较小的搭建跨越架的方法，在需跨越的线路、公路、铁路等两侧搭建跨越架，跨越架高度以不影响其运行为准。输电线路跨越不通航河流时优先采用迪尼玛绳封网跨越技术，用迪尼玛绳作为跨越承载绳架设在跨越档间，使用跨越塔代替跨越架作为支撑。由于迪尼玛牵引绳轻便且耐磨，极大地提高了跨越河流等的施工效率，同时降低了施工作业的风险。

（6）拆除施工

本项目部分线路需进行拆除，拆除原有铁塔、导线、附件等。拆除下来的塔材、导/地线及附件等临时堆放在施工场地内，及时运出并交由电力公司物资部门回收利用。塔基基础拆除按照标准施工工艺要求，清除至地下0.8m 左右的混凝土，然后进行覆土以满足后续建设、绿化或耕种的要求，拆除塔基产生的建筑垃圾运至建筑垃圾消纳场。

1）拆线方案：原则上以每个耐张段为单位，分段同步拆线。具体步骤如下：临时拉线：拆除导线前需设置临时拉线，利用耐张松线开断回收；拆除跳线：将耐张段直线上

导、地线翻入滑车；松线：松线选用钢丝绳做总牵引或用带绞盘拖拉机，拖拉机前用地锚固定，防止受力后倾；在地面开断导、地线。

2）拆塔方案：拆塔有三种方案，一种为整体倒塔方案，第二种为薄壁锰钢抱杆外拉线散吊拆除法，第三种为半倒。整体倒塔方案：自立式旧塔倒塔方向要求塔高范围内无任何障碍物，整基倒塔方法要求在杆塔倒塔方向两侧30m 高处加装临时拉线，以控制杆塔沿规定方向倒落。散吊方法：首先自立式杆塔利用中横担拆下横担，地线支架拆上横担，同时检查地线支架锈蚀情况，必要时进行补强，塔身上应加装转向滑车以减轻地线支架及横担的下压力。半倒：即先在杆塔顶部和中部分别设置四条固定拉线（与整倒相同），再将杆塔中部倒塔方向相反的两个包脚铁拆除，松开反向拉线，正向拉线牵引拉倒杆塔上部，最后将整基杆塔向合适的方向拉倒。

拆除铁塔及线路工艺流程图见图3.1-9。

另外本工程涉及的弧垂调整段，通过紧线操作调整弧垂高度，施工工艺同架线施工中的紧线工艺。

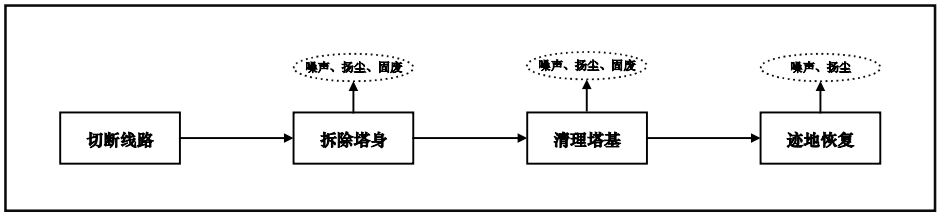


图3.1-9 拆除铁塔及线路施工流程图

（9）电缆施工

本次仅需敷设电缆，电缆通道由天马输变电工程建设。电缆敷设由施工准备、人工/机械牵引电缆、挂标示牌、电缆头制作安装、线路检查等过程组成。电缆敷设施工流程见图3.1-10。

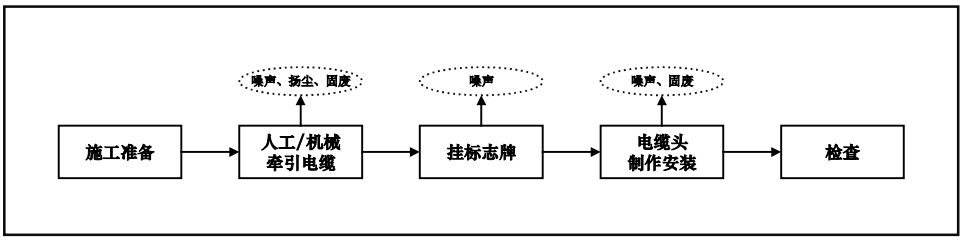


图3.1-10 电缆敷设施工流程图

3.1.9 主要经济技术指标

根据设计资料，本项目建设周期约 10 个月，计划于 2026 年建成投运。

3.2 选址选线环境合理性分析

3.2.1 本项目变电站间隔扩建选址环境合理性分析

本项目变电站间隔扩建工程在现有变电站内建设，充分利用站址资源，不新征占地。工程的建设可充分利用现有变电站的辅助用房、排水系统、污水处理设施等，工程建设符合建设节约型社会的要求。

变电站间隔扩建工程在站内进行，经分析，间隔扩建工程投运后，对周边电磁、声、水、生态环境等新增影响很小。

3.2.2 输电线路选线环境合理性分析

3.2.2.1 路径方案拟定原则

本项目输电线路路径方案的规划选择本着统筹兼顾、相互协调、可持续发展的原则拟定，具体如下：

1）根据电力系统规划要求，综合考虑线路长度、交通条件、森林覆盖、矿产、障碍设施、交叉跨越、施工、运行及地方政府意见等因素，进行多方案比较，使路径走向安全可靠，经济合理。

2）充分尊重沿线地方政府的意见及建议，原则上避开军事设施、城镇规划、大型工矿企业及重要通信设施，减少线路工程建设对地方经济发展的影响。

3）在经济合理的前提下尽量避开地形、地质复杂和基础施工难度大以及杆塔稳定受威胁的不良地形、地质地段；尽量避让永久基本农田。

4）尽可能靠近现有国道、省道、县道及乡村公路，改善线路交通条件。

5）跨越河流处尽量利用有利地势，缩短档距。

6）综合协调线路路径方案与沿线已建、在建、拟建输电线路、公路、铁路及其它设施间的关系，减少与已建输电线路交叉跨越，特别是 110kV、220kV、500kV 的输电线路，降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全可靠性。

7）兼顾其他 500kV、220kV、110kV 线路路径，尽可能利用已建线路走廊。充分体现以人为本、保护环境的意识，尽量避免大面积拆迁民房。

8）线路尽量规避密集通道，避免各种跨越。

9）路径应尽量避开成片林区，减少林木砍伐。

根据上述原则及沿线实际情况，通过现场踏勘及收资调查，新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路和新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路分别拟定了 2 种方案，线路路径见下图 3.2-1。天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（电缆部分）、500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线迁改段新建线路较短且大部分沿路径走廊走线，路径方案唯一。

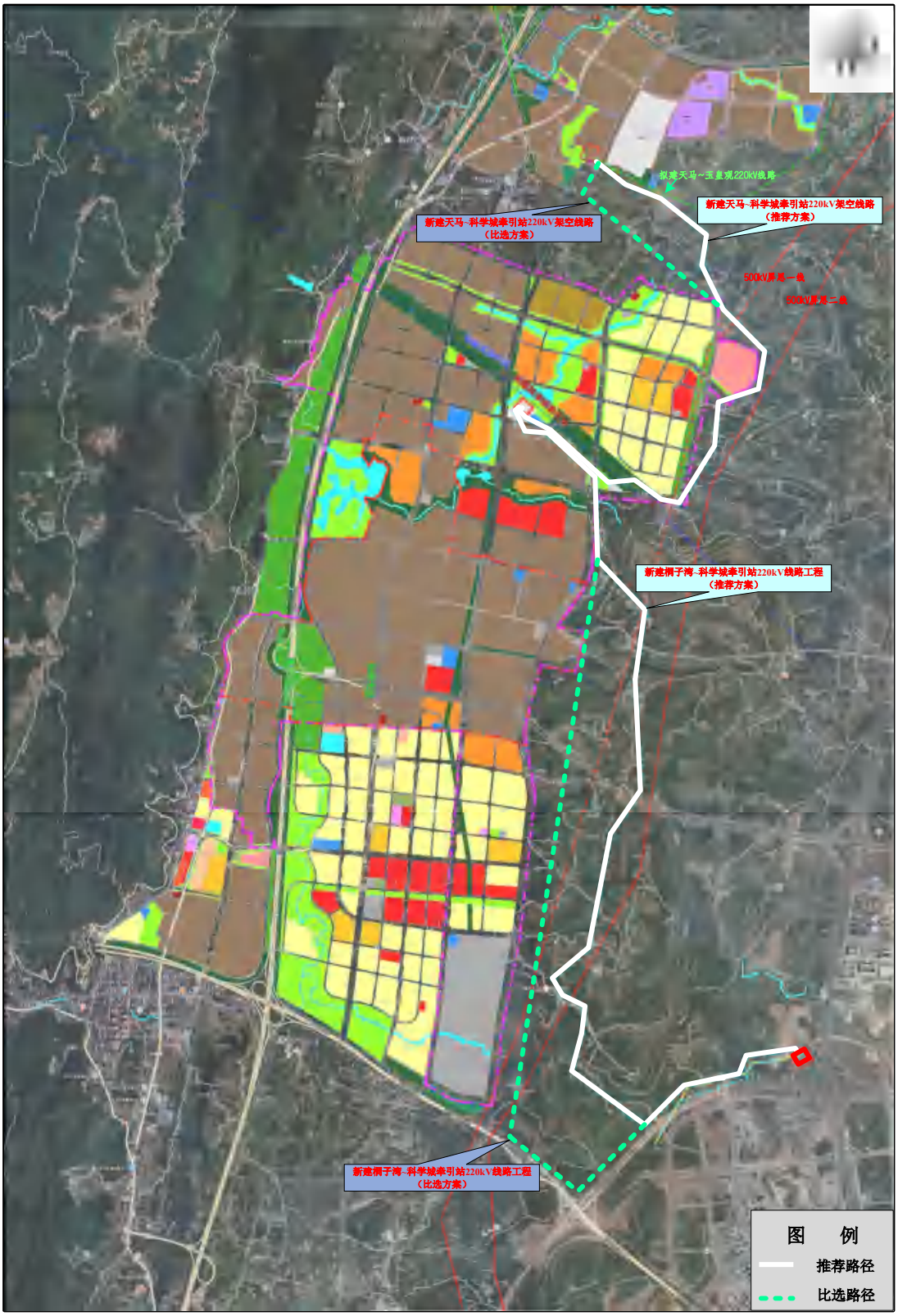


图 3.2-1 路径方案比较一览表

3.2.2.2 路径方案影响因素

根据上述线路选定原则，通过现场踏勘沿线实际情况和收集调查汇集的资料，结合掌握到的各路径方案沿线的地形、地貌、地质、气候、覆冰、植被、规划等相关资料，确定沿线影响路径方案的主要因素有：

1、永久基本农田。线路工程选址应避免占用北碚区和沙坪坝区划定的永久基本农田。

2、相对密集的农村居民点。在路径选择中，考虑到房屋拆迁费用高，且经常影响施工工期、易引起纠纷等现实情况，对相对比较集中的农村居民点，一般应尽量避让。若条件许可，应尽量远离居民住宅。

3、沿线重要交通基础设施。本工程线路无法避免跨越在建成渝中线、凤回路、凤潮大道等重要交通基础设施，路径选择时应合理选择跨越点。

4、沿线重要市政基础设施。减少交叉跨越现状及规划送电线路，特别是高电压等级的送电线路，以降低施工过程中的停电损失，提高运行的安全可靠性。路径选择应充分考虑到沿线 110 千伏以上电压等级的输电线路、输气管道等，既保证工程线路的经济合理，同时应兼顾同期或远期其他线路路径的走向。

3.2.2.3 比选方案及分析

通过起止变电站位置，综合考虑沿线地形地质、城乡规划、现有村镇、沿线永久基本农田等因素，拟定了两个方案进行比选。

方案一（推荐方案）：

新建天马~科学城牵引站220kV 架空线路：本项目新建架空线路自220kV 天马站外电缆终端塔起，向东沿青凤工业园区规划北部钻越500kV 屏思一线后，沿屏思一、二线中间走廊向南平行规划区东部走线至在建成渝中线北侧。而后右转钻越500kV 屏思一线后向西北走线，接着左转向南跨在建成渝中线，后向西北方向平行于在建成渝中线走线至220kV 成渝中线科学城牵引站。

新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路：本项目新建架空线路自桐子湾220kV 变电站出线后，线路左转向西平行于220kV 屏桐东西线北侧走线，而后左转向西南方向走线，接着利用现状220kV 屏桐东西线走廊走线，后继续向西南方向走线，接着线路右转，向西北方向走线，依次钻越500kV 屏思二线、跨越凤潮大道和凤回路、钻越500kV 屏思一线后，线路向西北方向走线至在建成渝中线南侧，后向西北方向平行于同期拟建天马~科学城牵引站220kV 架空线路南侧走线至220kV 成渝中线科学城牵引站。

方案二（比选方案）：

新建天马~科学城牵引站220kV 架空线路：本项目新建架空线路自220kV 天马站外电缆终端塔起，向南沿规划道路走线至汉林庄组南侧后，线路左转向东南方向走线，钻越500kV 屏思一线后，沿屏思一、二线中间走廊向南平行规划区东部走线至在建成渝中线北侧。而后右转钻越500kV 屏思一线后向西北走线，接着左转向南跨在建成渝中线，后向西北方向平行于在建成渝中线走线至220kV 成渝中线科学城牵引站。

新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路：本项目新建架空线路自桐子湾220kV 变电站出线后，线路左转向西平行于220kV 屏桐东西线北侧走线，而后左转向西南方向走线，接着利用现状220kV 屏桐东西线走廊走线，后继续向西南方向走线至鼎新大道与成渝环线交叉口北侧，线路右转，沿成渝环线北侧走线，接着右转向北走线，依次钻越500kV 屏思二线、500kV 屏思一线、跨越凤潮大道和凤回路，后线路左转向西北方向走线至在建成渝中线南侧，后向西北方向平行于同期拟建天马~科学城牵引站220kV 架空线路南侧走线至220kV 成渝中线科学城牵引站。

各方案环境、经济技术以及沿线各部门意见比较详见表 3.2-1。

表 3.2-1-1 路径方案比较一览表（新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路）

比较项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	备注
所经地区	沙坪坝区凤凰镇、北碚区歇马街道	沙坪坝区凤凰镇、北碚区歇马街道	/
线路路径长度	5.343km	5.34km	类似
规划使用杆塔	20 基	20 基	一致
交通情况	沿线交通条件一般	沿线交通条件一般	类似
重要交叉跨越	跨越在建成渝中线高铁 1 次，钻越 500kV 线路 2 次，跨越西溪河 1 次	跨越在建成渝中线高铁 1 次，钻越 500kV 线路 2 次，跨越西溪河 1 次	一致
敏感目标数量	12 处（无跨越）	12 处（跨越 4 处）	方案一优
占用永久基本农田情况	不占用	占用	方案一优
沿线各部门意见	已取得	未取得	方案一优
其他敏感区关系	线路已尽量避开城镇规划	线路已尽量避开城镇规划	类似
工程造价	***万元	***万元	类似

表 3.2-1-2 路径方案比较一览表（新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路）

比较项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）	备注
所经地区	沙坪坝区土主街道、回龙坝镇、凤凰镇	沙坪坝区土主街道、回龙坝镇、凤凰镇、青木关镇	/
线路路径长度	8.545km	8.75km	方案一优
规划使用杆塔	26 基	27 基	方案一优
交通情况	沿线交通条件一般	沿线交通条件一般	类似
重要交叉跨越	钻越 500kV 线路 2 次、跨越 35kV 回凤线 1 次、跨越凤潮大道 1 次、跨越凤回路 1 次、跨越梁滩河（非通航）3 次	钻越 500kV 线路 2 次、跨越 35kV 回凤线 1 次、跨越凤潮大道 1 次、跨越凤回路 1 次、跨越梁滩河（非通航）4 次	类似
敏感目标数量	14 处（无跨越）	18 处（跨越 8 处）	方案一优
占用永久基本农田情况	不占用	占用	方案一优
沿线各部门意见	已取得	未取得	方案一优
其他敏感区关系	线路已尽量避开城镇规划	线路已尽量避开城镇规划	类似
工程造价	***万元	***万元	方案一优

综上所述，方案二主要存在以下问题：一是线路路径长度较长、铁塔数量较多；二是线路沿线环境敏感目标数量较方案一增多，且跨越密集居民点，对居民生产生活造成的影响更大，施工期易引起纠纷，线路的建设实施难度大，存在社会稳定性风险高的问题。三是塔基占用少量永久基本农田。新建天马~科学城牵引站220kV 架空线路工程方案一比选段大部分平行于拟建天马~玉皇观220kV 线路南侧走线，减少新开辟线路廊道，降低对环境的影响。此外，方案一已取得沿线各部门的同意以及重庆市沙坪坝区规划和自然资源局的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第市政500106202500018号）。

因此，综合考虑线路路径长度、铁塔数量、电磁和声环境敏感目标数量、占用永久基本农田情况、沿线各部门意见、工程造价等因素，推荐采用方案一路径。

3.2.2 相关部门意见

本项目推荐线路路径目前已取得相关部门意见。

3.2.3 与政策法规等相符性分析

3.2.3.1 项目与产业政策的相符性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”中的“四、电力 2．电力基础设施建设”类项目，符合国家产业政策。

3.2.3.2 项目与电网规划及其规划环评的相符性分析

（1）与《重庆市“十四五”电力发展规划》相符性分析

根据《重庆市“十四五”电力发展规划》发展目标，到2025年外来电力最大输送能力力争达到1900万千瓦，市内发电装机规模达到3650万千瓦，形成疆电、川电、三峡电以及市内电源共同组成的多元电力保障体系。建成特高压交、直流对外联络通道，推动市内各电压等级电，切实提升对主城都市区负荷中心的电力供给能力。

成渝中线高铁是中国“八纵八横”高速铁路网主通道之“沿江通道”的重要组成部分。项目建成后，能深入贯彻落实国家长江经济带发展战略，推动成渝双城经济圈建设，强化成渝双核主轴，促进区域经济协调发展。改善沿线的交通状况，带动旅游经济发展。新建成渝中线铁路正线工程重庆市境内新建 220kV 科学城、谭家堰牵引站。本工程为科学城牵引站 220kV 外部供电工程，主要为科学城牵引站提供电源，是满足成渝中线高铁科学城牵引站供电的需要，工程建设是十分必要的。根据《关于重庆市“十四五”电力发展规划电网项目中期滚动调整的通知》（渝发改能源〔2024〕1135 号），本项目为重庆市“十四五”220 千伏电网建设增补项目清单中第 31 项工程，项目的建设符合该电力发展规划。

（2）与《重庆市“十四五”电力发展规划环境影响报告书》相符性分析

根据《重庆市“十四五”电力发展规划（2021-2025年）环境影响报告书》中优化调整建议主要是对抽水蓄能、风电、光伏发电和生物质发电项目提出，对于输变电项目，规划环评中就生态环境减缓措施提出要求：输变电线路走向，有效避让敏感区，减缓生态影响。电网建设对生态环境的影响主要集中在施工期，在规划选址、选线阶段应尽量优化布局，从源头减缓生态影响。同时在开发过程中提出减缓措施，开发结束后进行生态修复和补偿。电磁环境：变电站、升压站和送电线路的建设应满足《城市电力规划规范》（GB/T50293-2014）、《电力设施保护条例》、《电力设施保护条例实施细则》等相关要求。采取措施确保监测点处工频电场强度和磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。该报告书对输变电项目提出了环境管控清单，其符合性见下表3.2-3。

表3.2-3 与重庆市“十四五”电力规划环评生态环境管控要求符合性分析

类别	规划环评生态环境管控要求	本项目符合性分析
空间布局约束	（1）需与最新法定有效的自然保护地、国土空间“三区三线”划定成果衔接，严格落实自然保护地、国土空间用途管制等要求，避让生态环境敏感区。 （2）升压站和变电站避免在集中居民区选址。 （2）输电线路避免穿越集镇、大型村屯等居民房屋密集分布区域	（1）根据国土空间“三区三线”划定成果，本项目评价范围内不涉及生态敏感区。 （2）桐子湾变电站220kV间隔扩建工程在变电站围墙内预留位置扩建，无新征用地，不涉及选址。 （3）本项目线路已尽量绕避集镇、大型村屯等居民房屋密集分布区域。
污染物排放管控	（1）升压站和变电站站界电磁环境满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）相关规定。 （2）输电线路下方为耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，距地1.5m处电场强度、磁感应强度满足不大于10000V/m、100μT的公众曝露控制限值要求；线路下方为居民点、学校、医院、办公区时，距地1.5m处电场强度、磁感应强度满足不大于4000V/m、100μT的公众曝露控制限值要求。	（1）根据类比分析，桐子湾220kV变电站间隔扩建工程投运后产生的工频电场、工频磁场均能满足4000V/m、100μT的标准限值要求。 （2）根据设计及预测分析，本项目输电线路下方为耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所时，距地1.5m处电场强度满足不大于10000V/m、100μT的限值要求；电磁环境敏感目标处距地1.5m处电场强度、磁感应强度满足不大于4000V/m、100μT的公众曝露控制限值要求。
环境风险管控	升压站和变电站主变下方设置集油坑，配套建设的事故油池有效容积不小于主变绝缘油量并具备油水分离功能，池底池壁防腐防渗处理。	本项目不新增含油设备，不增加环境风险。

（3）与《重庆市“十四五”电力发展规划环境影响报告书》审查意见函（渝环函〔2023〕365号）相符性分析

根据审查意见函：四、规划优化调整建议及实施的主要意见（三）严守环境质量底线，加强环境污染防治。合理确定输电线路路径和导线对地高度，确保站界和线路下方电场强度和磁感应强度符合电磁环境相关标准。

根据设计资料和预测分析，桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧厂界的电磁环境低于相

应标准要求，线路按照本评价提出的导线对地高度和距离，其敏感目标处电磁环境低于相应标准要求。

综上，本项目符合《重庆市“十四五”电力发展规划》、《重庆市“十四五”电力发展规划环境影响报告书》及其审查意见函。

3.2.3.3 项目与当地国土空间规划的符合性分析

本项目是重庆市电网建设类项目。按照国土资源部的现行规定，不属于国土资源部等部门发布的“禁止用地”和限制供地项目。本项目输电线路路径在选址选线阶段充分考虑了工程与北碚区、沙坪坝区规划相容性的问题。工程所在地区大部分为农村地区，同时在线路路径选择时，建设单位和设计单位广泛征询了当地有关政府、规划和自然资源局、生态环境局等部门的意见并取得了相关协议。线路路径确定以后，设计单位又反复与地方规划部门进行了协商，并根据规划部门提出的意见对线路路径进行了修改，最终确定了线路路径走向。项目已取得重庆市沙坪坝区规划和自然资源局《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第市政500106202500018号）。

因此，本项目与所在地区的发展规划是相适应的。

3.2.3.4 项目与公益林管理办法符合性分析

本项目不涉及国家公益林，仅占用少量地方公益林。与《重庆市公益林管理办法》（渝府令〔2017〕312号）符合性分析见下表3.2-4。

表3.2-4 与公益林管理办法符合性分析表

法规	相关规定	符合性分析
《重庆市公益林管理办法》（渝府令〔2017〕312号）	第十九条 建设工程应当不占或者少占公益林林地。确需占用、征收公益林林地的，应当依法办理用地审核、林木采伐审批手续。	**符合。**经查询当地林业主管部门，本项目占地方公益林约0.3392hm^2，占用公益林面积较小，目前正在办理林地使用手续，在取得占用林地许可后方可动工，符合公益林相关管理要求。

3.2.3.5 项目与重庆市其他相关环境法规符合性分析

表3.2-5 与重庆市其他相关环境法规符合性分析表

法规	相关规定	符合性分析
《重庆市环境保护条例》	第二节 固体废物污染防治 第四十八条 固体废物污染防治实行减量化、资源化、无害化的原则。 禁止擅自倾倒工业固体废物。生活垃圾实行分类收集和密闭运输。	**符合。**本项目施工时拟产生余方及时运至指定消纳场。间隔扩建工程施工时产生的生活垃圾利用站内现有生活垃圾箱收集后定期送入环卫系统处理；施工人员租住当地民房，产生的生活垃圾纳入当地生活垃圾收集处理系统，输电线路施工现场生活垃圾定点收集，由施工人员袋装带出施工场地，放置于附近村

		镇垃圾回收点处理。
	第四节 环境噪声污染防治 第六十二条 生产、经营、施工应当保证其场界噪声值符合国家或者本市规定的排放标准。造成环境噪声污染的，应当按照环境保护主管部门要求调整作业时间、移动污染源位置或者采取其他措施防治污染。 第六十三条 禁止夜间在噪声敏感建筑物集中区域进行产生环境噪声污染的作业，但抢修、抢险作业和因生产工艺要求或者特殊需要必须夜间作业的除外。 除抢修、抢险作业外，高、中考结束前十五日内，禁止夜间在噪声敏感建筑物集中区域进行产生环境噪声扰民的作业；高、中考期间，禁止在考场周围一百米区域内进行产生环境噪声扰民的作业。 第六十五条 施工单位因生产工艺要求或者特殊需要必须夜间在噪声敏感建筑物集中区域进行产生环境噪声污染的勘探、施工、装修、装卸等作业的，应当在开始施工四个工作日前向所在地环境保护主管部门申报夜间作业的原因、时段、作业点、使用机具的种类、数量以及施工场界噪声最大值（场界噪声最大值不能确定的，以施工机具说明书载明的噪声排放最大值代替），并出示市政、建设等有关部门的证明。	**符合**。施工期间尽量选用低噪声的施工设备，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛；合理布置高噪声施工机械，采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备或带隔声、消声的设备；合理安排施工时间，夜间不施工；加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民点时，限速行驶、不高音鸣号；工程所在地区主要为农村地区，受噪声影响的人口相对少，对周围环境保护目标产生的影响较小。
	第五节 辐射安全和辐射污染防治 第七十七条 市、区县（自治县）人民政府在制定城乡建设规划时，应当将高压输变电设施、通讯及广播电视设施建设纳入规划，并设置电磁防护区。 新建架空高压线路一般不得跨越电磁敏感点。因特殊情况确需跨越的，应当符合国家电磁环境保护标准。	**符合。**本工程输电线路已尽量避免跨越电磁环境敏感点，在采取本环评报告提出的各项环保措施后，项目对电磁环境和声环境影响较小，符合国家电磁环境保护标准。
《重庆市辐射污染防治办法》	第三章 电磁辐射污染防治 第二十五条 电磁辐射设施（设备）的选址应当符合国土空间规划，其使用和运营单位应当采取有效的距离控制、屏蔽等防治措施，确保周边的电磁环境符合国家标准。 第二十六条 使用或者运营电磁辐射设施（设备）的单位应当在电磁辐射设施（设备）及其作业场所设置明显标识。 第二十七条 电磁辐射设施（设备）的使用或者运营单位应当按照国家环境监测规范，对电磁环境进行监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。不具备自行监测能力的，可以委托经认定的检验检测机构进行监测。监测数据按照有关规定予以公开。	**符合。**本项目取得了重庆市沙坪坝区规划和自然资源局核发的选址意见书，符合国土空间规划。本工程输电线路已尽量避免跨越电磁环境敏感点，在采取本环评报告提出的各项环保措施后，项目对电磁环境和声环境影响较小，符合国家电磁环境保护标准。本项目建成后会在铁塔设置明显的标识，国网重庆市电力公司市区供电分公司将委托有资质单位对电磁环境进行监测。
《重庆市噪声污染防治办法》	第五条 除抢修、抢险施工作业外，中等学校招生考试、高等学校招生统一考试结束前 15 日内以及其他特殊活动期间，禁止夜间在噪声敏感建筑物集中区域进行产生噪声扰民的活动；中等学校招生考试、高等学校招生统一考试等特殊活动期间，禁止在考场周围 100 米区域内进行产生噪声扰民的活动。 第七条 在噪声敏感建筑物集中区域，禁止夜间进行产生噪声的建筑施工作业，但抢修、抢险施工作业，因生产工艺要求或者其他特殊需要必须连续施工	**符合。**施工期间尽量选用低噪声的施工设备，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛；合理布置高噪声施工机械，采用噪声水平满足国家相应标准的施工机械设备或带隔声、消声的设备；合理安排施工时间，夜间不施工；加强施工车辆在施工区附近的交通管理，当车辆途经附近居民

	作业的除外。因特殊需要必须连续施工作业的，施工单位应当取得城市管理或者住房城乡建设部门的证明。建设单位应当于开始施工 1 日前在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。 第十一条 禁止在噪声敏感建筑物集中区域使用高音广播喇叭。	点时，限速行驶、不高音鸣号；工程所在地区主要为农村地区，受噪声影响的人口相对少，对周围环境保护目标产生的影响较小；邻近声环境保护目标附近施工时不会使用高音广播喇叭。

3.2.4 与“三线一单”的相符性

3.2.4.1 与生态保护红线的相符性

经比对重庆市北碚区、沙坪坝区生态保护红线资料，本工程不涉及生态保护红线。

3.2.4.2 与环境质量底线的相符性

环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标，也是改善环境质量的基准**线。**项目环评应对照区域环境质量目标，深入分析预测项目建设对环境质量的影响，强化污染防治措施和污染物排放控制要求。

本项目为输变电工程，运行期不排放大气污染物，施工期间由于地表开挖、材料运输会产生一定的扬尘，采取施工围挡、洒水抑尘、车辆清洗等措施强化治理扬尘污染，严格施工扬尘监管，对项目周边大气环境影响较小，不会使大气环境质量底线发生变化。桐子湾 220kV 变电站间隔扩建工程施工期施工人员产生的少量生活污水依托站内现有生化池处理，线路施工人员产生的少量生活污水纳入当地污水处理系统处理，对水环境影响较小；变电站间隔扩建工程投入后，纳入变电站日常管理，运行期值守人员等产生的少量生活污水利用站内已有生化池处理，对水环境无影响，线路工程运行期无污水产生。施工现场使用带油料的机械器具时会下铺彩条布等不透水、防污染材料，防止油料跑、冒、滴、漏，不会对土壤造成污染。根据环境质量监测报告，项目周围声环境、电磁环境现状监测值均符合相应类别要求；依据声环境及电磁环境预测、类比分析，项目运行后，声环境、电磁环境符合相应类别要求，对周围环境不会造成负面影响。因此，本项目建设符合环境质量底线要求。

3.2.4.3 与资源利用上线的相符性

资源利用上线是各地区能源、水、土地等资源消耗不得突破的“天花板”，本项目为输变电工程，为电能输送项目，对资源消耗极少，符合资源利用上线要求。

3.2.4.4 与生态环境准入清单的相符性

环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元等三个管控类别。优先保护单元包括生态保护红线、一般生态空间、水环境优先保护区、大气环境优先保护区等，以生态环境保护为主，禁止或限制大规模的工业发展、矿产等自然资源开发和城镇建设等；重点管控单元包括城镇和工业园区（集聚区），人口密集、资源开发强度大、污染物排放强度高的区域，根据单元内水、大气、土壤、生态等环境要素的质量目

标和管控要求，以及自然资源管控要求，综合确定准入、治理等环境管控清单。一般生态空间指生态空间中除生态保护红线外的部分空间。

根据《重庆市生态环境局关于印发<规划环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）><建设项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）>的通知》（渝环函〔2022〕397 号）：铁路、公路、长输管线等以生态影响为主的线性建设项目重点分析对优先保护单元的生态环境影响，可不开展重点管控单元、一般管控单元管控要求的符合性分析，故本评价仅对项目涉及的优先保护单元进行符合性分析。

本项目与重庆市环境管控单元符合性分析见下表3.2-6。

表3.2-6 本项目与优先保护单元市级总体管控要求符合性分析

管控类型		管控要求	建设项目相关情况	符合性分析结论
一般生态空间（水源涵养功能区、水土保持功能区、生物多样性维护功能区、水土流失敏感区、石漠化敏感区）	空间布局约束	严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	本项目输电线路一档跨越一般生态空间（水土保持功能区），不在优先保护单元里立塔，施工期采取严格控制施工临时占地、及时进行生态恢复等措施，能确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	符合

本项目与北碚区、沙坪坝区环境管控单元符合性分析见下表3.2-7。

表3.2-7 本项目与北碚区、沙坪坝区生态环境准入清单总体管控要求符合性分析

管控要求层级	管控类型	管控要求	建设项目相关情况	符合性分析结论
北碚区总体管控要求	空间布局约束	第一条 执行重点管控单元市级总体管控要求第一条、第二条、第四条、第六条、第七条。 第二条 新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。 第三条 持续推进梁滩河北碚段流域水污染综合整治，严格控制梁滩河流域水污染排放总量，进一步提高梁滩河流域城镇生活源、农业面源的收集、处理效率，强化工业废水处理排放要求。严格执行梁滩河河道保护线外侧绿化带缓冲建设规定。 第四条 工业园区应严格环境准入和空间管控要求，环境敏感目标临近区域应严格限制新布局喷涂等大气污染严重及可能会产生废气扰民的工业项目，引导环境敏感目标周边现有工业企业向轻污染方向转型升级。	本项目为输变电工程，属于基础设施建设项目，为重庆市“十四五”220 千伏电网建设增补项目，符合国土空间规划要求，项目不属于工业项目。	符合
	污染物排放管控	第七条 执行重点管控单元市级总体管控要求第十一条、第十四条、第十五条。 第八条 执行重点管控单元市级总体管控要求第九条、第十二条。 第九条 在重点行业（工业涂装、包装印刷等）推进挥发性有机物综合治理，推动低挥发性有机物原辅材料和产品源头替代，推广使用低挥发性有机物含量产品，推动纳入政府绿色采购名录。 第十条 提高区内排水管网收集处理率，城市生活污水集中处理率达到 98%以上；新建城市污水处理厂执行一级 A 排放标准，其中梁滩河流域新建设计规模 1 万吨	本项目为输变电工程，属于基础设施建设项目。工程运行期不排放大气污染物，施工期由于地表开挖、材料运输会产生一定的扬尘，将严格落实重点管控单元污染物排放管控措施，对项目周边大气环境影	符合

		/日及以上城镇污水处理厂 COD、氨氮、总磷、总氮执行《梁滩河流域城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB50/963-2020)）重点控制区域排放限值标准。 第十一条 锅炉使用单位宜选择低氮燃烧效果好的炉型及燃烧设备。区内已建锅炉推进氮氧化物超低排放改造。 第十二条 大力推广新能源车，加快推进智能交通系统建设。严格执行重型柴油车实施国家第六阶段机动车排放标准，鼓励在用柴油车通过安装颗粒物捕集等净化装置减少大气污染物排放。 第十三条 全面落实建筑施工扬尘控制十项强制规定，加强工业堆场、码头、搅拌站等生产经营场所粉尘管控。 第十四条 加强嘉陵江北碚段船舶及码头污染防治，严格落实港口和船舶污染物接收、转运及处置联单制度所有船舶垃圾和油污水应上岸集中收集处置。全区禁止新建餐饮船舶。	响较小；施工期产生少量的污水，采取措施后不外排，对环境影响较小；变电站间隔扩建工程投入后，纳入变电站日常管理，桐子湾 220kV 变电站运行期少量生活污水经生化池处理，线路工程运行期无污水产生。	
	环境风险防控	第二十四条 执行重点管控单元市级总体管控要求第十六条。 第二十五条 健全风险防范体系，督促全区较大及以上环境风险企业建设完善风险防控设施，组织开展城市集中式饮用水源突发环境事件风险评估，定期开展环境风险应急演练。与两江新区建立水源地突发环境事件应急联动机制。 第二十六条 依法应当开展土壤污染状况调查或风险评估而未开展或尚未完成的地块，以及未达到土壤污染风险评估报告确定的风险管控、修复目标的建设用地地块，不得开工建设与风险管控、修复无关的项目。	本项目不涉及	符合
	资源开发利用效率	第二十九条 执行重点管控单元市级总体管控要求第十八条、第十九条、第二十条、第二十一条、第二十二条。 第三十条 加强重点领域节水，实施农业节水增效，控制和定额管理，加大节水和污水资源化利用力度，推进工业节水减排，强化城镇节水降损，严格用水总量推进节水型社会建设。	本项目不涉及	符合
沙坪坝区总体管控要求	空间布局约束	第一条 执行重点管控单元市级总体要求第一条、第三条、第四条、第五条和第七条 第二条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。 第三条 工业园临近居住用地的工业用地严格控制废气污染，引导分散的污染型企业向工业园区集中，逐步调整园区布局，与居民区留足隔离缓冲带。加快机械加工、包装印刷、电镀模具等传统行业智能化、绿色化改造，推进井口工业园向城市化、智能化、服务化、绿色化转型。 第四条 嘉陵江的一级支流河道管理范围外侧，城镇规划建设用地内尚未建设的	本项目已避让饮用水水源保护区，属于基础设施建设项目；梁滩河附近的塔基位于划定的生态缓冲带外。	符合

		区域应当控制不少于三十米的绿化缓冲带，非城镇建设用地区域应当控制不少于一百米的绿化缓冲带；嘉陵江的二级、三级支流河道管理范围外侧，城镇规划建设用地内尚未建设的区域应当控制不少于十米的绿化缓冲带。在嘉陵江、梁滩河及区内重点湖库周边划定生态缓冲带，除护岸工程、市政设施等必要的建设外，禁止修建任何建筑物和构筑物。 第五条 禁止在居民住宅楼、未配套设立专用烟道的商住综合楼以及商住综合楼内与居住层相邻的商业楼层内新建、改建、扩建产生油烟、异味、废气的餐饮服务项目。		
	污染物排放控制	第六条 执行重点管控单元市级总体要求第八条、第九条、第十一条、第十四条和第十五条。 第七条 城市污水处理厂出水稳定达一级 A 标，现状土主污水处理厂和西永污水处理厂以及新建沙田污水处理厂除满足一级 A 标准排放标准外，还应满足《梁滩河流域城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB50/963-2020）；加快乡镇污水处理站提标改造，位于敏感区域（重点湖泊、重点水库）内的已建与在建乡镇污水处理厂均需要通过改建、提标的方式达到一级 A 标，非敏感区内的污水处理厂至少达到一级 B 标。城市新建地区和旧城改造地区的排水系统应采用分流制；现有合流制排水系统应加快实施雨污分流改造，难以改造的应采取截流、调蓄和治理等措施。 第九条 推进青凤工业园、国际物流枢纽园和区内重点工业企业货物运输“公转铁、公转水”，大力发展纯电动车、燃料电池汽车，在国际物流枢纽园、工业园区、大型商业中心购物中心等地建设集中式充电桩和快速充电桩，推进现有居民区（含高压自管小区）停车位的电气化改造。 第十条 加强汽摩、电子电器、包装印刷、医药等重点行业挥发性有机物治理，加强含 VOCs 物料储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等五类无组织排放源控制，推进溶剂型涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等替代工作。 第十一条 加强施工扬尘、道路扬尘、脏车入城、运输扬尘、绿带积尘以及裸露扬尘“六大环节”管控；严格渣土运输车辆规范化管理，严格落实“定车辆、定线路、定渣场”，无外露、无遗撒，严禁“跑冒滴漏”。 第十二条 严格落实“三限、三有、三控”措施，推动户外经营者入户经营并配套建设油烟净化设施或者其他污染防治措施。排放油烟、异味、废气的餐饮服务业、加工服务业、服装干洗业、机动车维修业等经营者应当使用清洁能源，安装油烟、废气等净化设施并保持正常使用，或者采取其他污染防治措施，使大气污	本项目为输变电工程，属于基础设施建设项目。工程运行期不排放大气污染物，施工期由于地表开挖、材料运输会产生一定的扬尘，将严格落实重点管控单元污染物排放管控措施，对项目周边大气环境影响较小；施工期产生少量的污水，采取措施后不外排，对环境影响较小；变电站间隔扩建工程投入后，纳入变电站日常管理，桐子湾 220kV 变电站运行期少量生活污水经生化池处理，线路工程运行期无污水产生。	符合

		染物达标排放。		
	环境风险防控	第十三条 执行重点管控单元市级总体要求第十六条。 第十四条 第井口水厂及沙坪坝水厂（含中渡口、高家花园水厂）等嘉陵江上游沿岸陆域重庆民丰化工有限责任公司原址场地、重庆市农业生产资料（集团）有限公司井口仓库原址等污染土壤地块修复。完善跨界河流联防联控机制，进一步健全与江北区、渝中区、北碚区、九龙坡区、高新区等区县的突发环境事件应急响应机制，统一污染预警标准，编制突发环境事件应急预案。	本项目不涉及	符合
	资源利用效率	第十五条 执行重点管控单元市级总体要求第十六条、第十七条、第十八条、第二十条、第二十一条和第二十二条。 第十六条 鼓励企业对标能耗限额标准先进值或国际先进水平，加快主要产品工艺升级与绿色化改造，持续推进天然气规划的实施，优化天然气供应和使用方式，逐步推进天然气、电力及可再生能源替代。有序发展分布式光伏发电等可再生能源，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。大力推广新能源技术，提高能源利用效率，构建以电力为主、以天然气和生物质能源为辅的多能源互补的多轮驱动能源体系。 第十七条 推进生态脆弱河流和地区水生态修复工程建设，实施最严格的水资源管理制度节约利用水资源，明确河流生态水量，加强再生水补水、水库联合调度保障下泄流量，保障流域基本生态用水需求。提高旱季补水量，逐步提升区域水源涵养调蓄能力。 第十八条 涉及成片污染地块分期分批开发的，以及污染地块周边土地开发的，要优化开发时序，原则上居住、学校、养老机构等用地应在毗邻污染地块风险管控和修复完成后再投入使用。	本项目不涉及	符合

根据重庆市“三线一单”智检服务系统提供的《三线一单检测分析报告》，本项目共涉及5个环境管控单元，其中优先保护单元1个。详见下表3.2-8。

表3.2-8 本项目涉及的环境管控单元一览表

行政区划	环境管控单元编码	环境管控单元名称	环境管控单元分类
北碚区	ZH50010920003	北碚区工业城镇重点管控单元-歇马片区	重点管控单元 3
	ZH50010920009	北碚区重点管控单元-梁滩河龙凤河口	重点管控单元 9
沙坪坝区	ZH50010610008	沙坪坝区一般生态空间-水土保持	优先保护单元 8
	ZH50010620006	沙坪坝区重点管控单元-梁滩河西西桥	重点管控单元 6
	ZH50010620002	沙坪坝区工业城镇重点管控单元-西部现代新城片区	重点管控单元 2

本项目与优先保护单元符合性分析见下表 3.2-9。

表3.2-9 本项目与环境管控单元符合性分析

环境管控单元			执行的市级总体管控要求	管控类型	管控要求	建设项目相关情况	符合性分析结论
名称	编码	分类					
沙坪坝区一般生态空间-水土保持	ZH50010610008	优先保护单元8	一般生态空间，主城区总体管控方向	空间布局约束	执行优先保护单元市级总体管控要求：严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	本项目输电线路一档跨越一般生态空间（水土保持功能区），不在优先保护单元里立塔，施工期采取严格控制施工临时占地、及时进行生态恢复等措施，能确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	符合
				污染物排放管控	/	/	符合
				环境风险防控	/	/	符合
				资源开发利用效率	/	/	符合

综上，本项目建设符合“三线一单”相关要求。

3.2.5 与《输变电建设项目环境保护技术要求》相符性分析

本项目选址选线符合技术要求，设计、施工、运行阶段的电磁、声、生态、水、大气环境保护及固废处置措施满足《输变电建设项目环境保护技术要求》的相关要求。选址选线符合性详见下表 3.2-10。

表3.2-10 本项目与《输变电建设项目环境保护技术要求》选址选线合理性分析一览表

类型	《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中的重点环保要求	本项目拟采取的环保设施、措施
选址选线	项目选址选线应符合规划环境影响评价文件的要求。	本项目为重庆市“十四五”220 千伏电网建设增补项目，符合规划及规划环境影响评价的相关要求。
	输变电建设项目选址选线应符合生态保护红线管控要求，避让自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。确实因自然条件等因素限制无法避让自然保护区实验区、饮用水水源二级保护区等环境敏感区的输电线路，应在满足相关法律法规及管理要求的前提下对线路方案进行唯一性论证，并采取无害化方式通过。	本项目新建输电线路已避让了生态保护红线，已避让了自然保护区、饮用水源保护区等环境敏感区。
	变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线走廊规划，避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。	本项目变电工程为已建桐子湾 220kV 变电站内预留场地进行间隔扩建，不涉及选址。
	户外变电工程及规划架空进出线选址选线时，应关注以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，采取综合措施，减少电磁和声环境影响。	本项目变电工程为已建桐子湾 220kV 变电站内预留场地进行间隔扩建，不涉及选址；输电线路沿线居民住户较少且分散，在采取本环评报告提出的各项环保措施后，对周边电磁和声环境影响较小。
	同一走廊内的多回输电线路，宜采取同塔多回架设、并行架设等形式，减少新开辟走廊，优化线路走廊间距，降低环境影响。	本项目输电线路采用单回、双设单挂、四回塔挂单回线、同塔双回、混压四回路架设等形式，部分段采用电缆敷设，500kV 迁改段单回架设基本利用了原线路走廊，尽量减少了新开辟走廊，根据本评价预测分析，新建线路产生的环境影响均低于相关标准限值，环境影响较小。
	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	本项目建设不涉及 0 类声环境功能区。
	变电工程选址时，应综合考虑减少土地占用、植被砍伐和弃土弃渣等，以减少对生态环境的不利影响。	本项目变电工程为已建桐子湾 220kV 变电站内预留场地进行间隔扩建，不涉及选址。
	输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	输电线路已尽量避让集中林区，无法避让时，采用高跨架设措施跨越林木，减少了林木砍伐。

由上表分析可知，根据 HJ1113-2020 对选址选线的要求，本项目选址选线是合理的，本项目采用的相关措施合理。

3.3 环境影响因素识别

本项目对环境的影响包括施工期和运行期两个阶段。

3.3.1 施工期环境影响因素识别

施工期的主要环境影响因素有：施工扬尘、施工废污水、施工噪声、固体废弃物、生态影响等。

（1）施工扬尘

土石方的开挖、回填将破坏原施工作业面的土壤结构，产生的扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响；运输车辆在行驶过程中会产生道路扬尘；施工扬尘均为无组织排放，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

（2）施工废水

本项目施工期废水主要为施工作业产生的少量施工废水和施工人员的生活污水。施工产生的施工废水主要污染物是 SS 和 pH 等。施工人员的生活污水中主要污染物为 BOD_5、氨氮、大肠杆菌等。施工过程中产生的生活污水以及施工废水若不经处理，则可能对地表水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。

（3）施工噪声

桐子湾变电站220kV间隔扩建工程施工噪声主要为运输车辆交通噪声以及机械设备和安装噪声；输电线路施工噪声主要由塔基施工、张力放线时各种机械设备和运输车辆产生，主要施工机械设备包括重型运输车、液压挖掘机等。

（4）固体废物

施工期固体废物主要为施工人员的生活垃圾、土石方及建筑垃圾、拆除的铁塔及导地线等，如不妥善处理将会对环境产生不良影响。

（5）生态影响

施工期对生态的影响主要表现为土地占用、工程建设导致的植被破坏、野生动物受侵扰以及水土流失。

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程施工占地和施工活动均在桐子湾220kV 变电站站内，对站外生态无影响。线路工程对土地的占用主要是塔基的永久占地和施工期的临时占地。施工开挖、平整、土方临时堆放等将造成植被面积减少，对原地貌的扰动、损坏有可能引起水土流失，同时影响工程周边野生动物。

3.3.2 运行期环境影响因素识别

运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声等。

（1）工频电场、工频磁场

间隔扩建工程及输电线路运行时产生工频电场、工频磁场。

（2）噪声

桐子湾 220kV 变电站本期扩建仅新增出线间隔，不增加新的噪声源。

输电线路运行噪声主要来源于恶劣天气条件下，导线、金具产生的电晕放电噪声。

（3）废水、污水

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员，不增加生活污水产生量。

输电线路运行期间无废水产生。

（4）固废

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员，不增加固废产生量。

输电线路运行期间无固废产生。

3.4 生态影响途径分析

本项目属于输变电工程，对项目周边生态的影响主要在于项目施工期，项目运行期对生态基本无影响。因此，项目对生态的影响途径主要与工程选址选线、施工组织、施工方式等方面相关。本项目变电站间隔扩建工程在站址围墙内进行，电缆线路仅敷设电缆，不涉及土建工程，均对周边生态影响较小。因此本项目对生态的影响主要为架空输电线路施工的影响。

（1）施工期

①输电线路塔基施工需进行挖方、填方、浇筑等活动，会对建设区域附近的原生地貌和植被造成破坏，降低植被覆盖度，形成裸露疏松表土；如果不进行必要的防护，可能会影响植物生长，加剧土壤侵蚀与水土流失，导致生产力下降和生物量损失。

②施工期铁塔和导线的架设过程中工程车辆进出和土建工程中产生的噪声、扬尘以及固体废弃物等会对施工场地周边动物觅食、迁徙等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、栖息空间等。

③线路沿线新建塔基所占用的土地资源将改变其原有的地貌和生态功能，地表植被和土壤水分的改变，会导致当地野生动物的原生环境破碎化，缩小了其捕食空间。

④施工临建设施、线路架设过程中占用的林地、耕地等，破坏了原有的地表植被，增大了地表裸露面积，使得生产力下降和生物量损失，导致水蚀、风蚀影响。

（2）运行期

项目建成运行后，施工期对周围生态造成的影响基本得到消除。桐子湾变电站220kV

间隔扩建工程完工后运行期的运行维护活动均在变电站内，不影响变电站周边生态。

输电线路运行期运行维护活动主要为线路例行安全巡检，巡检人员主要在已有道路活动，对交通不便的地段，采用步行方式到达，且例行巡检间隔时间长，对线路周边生态基本不产生影响。输电线路运行期间，本项目线路在前期设计中已考虑了沿线主要乔木的自然生长高度，并对经过的林区采取高跨方式通过，同时由于本项目线路大部分位于丘陵及山地区域，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，因地形的自然高差，线路导线最大弧垂对主要乔木自然生长高度的垂直距离一般满足安全要求，运行期不需要大量砍伐线路走廊下方的乔木。项目运行期对森林植物群落组成和结构影响微弱，不会促使植物群落的演替发生改变。同时，本项目输电线路塔基为点状分布，线路塔基未占用沿线水域及湿地范围，对两栖类、爬行类和兽类动物基本没有影响，而鸟类误撞输电线路的几率很小，对鸟类的影响较小。

3.5 施工图设计环境保护措施

3.5.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程环境保护措施

3.5.1.1 设计阶段

（1）电磁环境

桐子湾220kV 变电站电气设备合理布局，220kV 配电装置采用户外 GIS 设备，保证导体和电气设备安全距离，设置防雷接地保护装置，降低静电感应的影响。

（2）声环境

本期扩建不新增声源。

（3）水环境

本期间隔扩建工程不新增运行管理人员，不新增生活污水产生量，运行期值守等人员所产生的少量生活污水经桐子湾220kV 变电站前期建设的生化池处理。

（4）固体废物

本期间隔扩建工程不新增运行管理人员，不新增生活垃圾产生量，运行期值守人员所产生的少量生活垃圾暂存于桐子湾220kV 变电站前期已有的垃圾箱中，定期送入环卫系统处理。

（5）环境风险防范

本期间隔扩建工程不新增含油设备，不增加环境风险。

3.5.1.2 施工期

（1）生态保护

合理组织施工，临时堆土采取苫盖等措施，施工完成后对施工扰动面进行恢复。

（2）施工噪声

选用低噪声的施工设备，施工活动主要集中在白天进行，夜间不施工。运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛；施工过程中场界环境噪声排放应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求，并接受当地生态环境部门的监督管理。

（3）施工扬尘

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施；进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘；施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废物就地焚烧。

（4）施工废污水

施工人员生活污水依托站内现有生化池处理；施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。

（5）施工固体废物

在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分别堆放。

3.5.1.3 运行期

（1）运行管理和宣传教育

运行期做好环境保护设施的维护和运行管理，加强巡查和检查，保障发挥环境保护作用。

（2）竣工环境保护验收

项目建成后，按相关法律法规及时开展竣工环境保护验收调查，确保各项环境影响因子满足国家标准要求。

（3）固体废物

本期间隔扩建工程不新增运行管理人员，不新增生活垃圾产生量，运行期值守人员所产生的少量生活垃圾暂存于桐子湾220kV变电站前期已有的垃圾箱中，定期送至环卫系统处理。

3.5.2 输电线路工程环境保护措施

3.5.2.1 设计阶段

（1）线路路径选择中的环境保护措施

在输电线路路径选择阶段充分听取沿线政府、规划、城建等相关部门的意见，优化路

径，减少工程建设对环境的影响。

（2）电磁环境

合理选择导线直径及导线分裂数以降低线路电磁环境影响水平，要求导线、均压环和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；严格按照相关规程及规范，结合项目区周围的实际情况、工程设计要求及本次环评提出的导线高度要求架设导线，确保评价范围内电磁环境敏感目标处电磁环境满足标准限值要求；线路与公路、电力线交叉跨越时，严格按照有关规范要求留有足够净空距离。

（3）声环境

在满足工程对导线机械物理特性要求的前提下，合理选择导线截面和相导线结构以降低线路的电晕噪声水平。

（4）生态保护

杆塔设计时尽量选用档距大、根开小的塔型，以减少对土地的占用；塔基施工完毕后，塔基及施工区裸露地表应及时恢复原有土地使用功能。

3.5.2.2 施工期

（1）施工扬尘

线路塔基基础开挖过程中，应定时、及时洒水使施工区域保持一定的湿度，对施工场地内松散、干涸的表土，也应定时、及时洒水或采取临时覆盖措施防止起尘。

（2）施工废污水

本项目邻近居民区附近施工时施工人员可就近租用民房，生活污水可利用当地的污水处理设施进行处理。施工中产生的泥浆水等施工废水都应收集沉淀后回用，不外排。

（3）施工噪声

塔基施工应安排在白天进行，夜间禁止施工。选用低噪声的施工设备，运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

（4）固体废物

线路施工产生的固体废物主要是塔基开挖产生的土石方、施工人员的生活垃圾和拆除的废旧铁塔及导线等。在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训，明确要求施工过程中产生的土石方及生活垃圾应分别收集堆放。建筑垃圾委托经核准从事建筑垃圾运输的单位运送至指定收纳场地，不得随意堆放；生活垃圾及时送入环卫系统处理。拆除的废旧铁塔及导线等交由电力公司物资部门回收利用。

（5）生态保护

合理组织施工，减少占用临时施工占地；严格按设计的塔基基础占地面积、基础型式等要求开挖，建议多采用原状土开挖基础，避免大开挖土方的大量运输和回填；尽量减少开挖土方量和临时占地面积；塔基剥离表土与基础土方应分层堆放，加强表土的拦挡、覆盖等防护措施，施工结束后用于塔基区表土回覆和迹地恢复；严格控制塔基区施工扰动范围，施工临时场地设置彩条旗围栏，禁止施工人员越界活动；施工避开降雨集中时段，塔基区应建设必要的水土流失防护措施，防止因雨水冲刷导致水土流失；施工临时道路应尽可能利用机耕道、林区小路等现有道路，减少新建临时施工便道，优先选择无植被或植被稀疏处，严格控制便道宽度；挂线时用张力机和牵引机紧、放线路导线，以减少树木砍伐和植被破坏；施工结束后立即对施工场地进行清理，做到“工完、料净、场地清”，对临时占地因地制宜进行土地整治和生态恢复，恢复原有土地功能。

3.5.2.3 运行期

（1）运行管理和宣传教育

在居民区及人群活动频繁区域设置高压标志及有关注意事项；加强对线路走廊附近居民有关高压输电线路和环保知识的宣传、解释和培训工作。

（2）竣工环境保护验收

项目建成后，按相关法律法规及时开展竣工环境保护验收调查，确保各项环境影响因子满足国家标准要求。

4 环境现状调查与评价

4.1 区域概况

4.1.1 行政区划及地理位置

本项目桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧桐子湾 220kV 变电站站内；天马~科学城牵引站 220kV 线路工程途经重庆市北碚区、沙坪坝区；桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程位于沙坪坝区。

4.1.2 区域简介

沙坪坝区地处中心城区西部，是重庆科教文卫大区、西部（重庆）科学城主阵地、西部陆海新通道始发地，面积 396 平方公里，辖 26 个镇（街道）（含高新区 4 镇街）。东隔嘉陵江与江北区、渝北区相望，东南紧邻渝中区，南接九龙坡区，西依缙云山与璧山区毗邻，北与北碚区相连。总面积 396 平方千米，约占重庆市总面积的 0.48%。沙坪坝区最北端在中梁镇新发村，位于北纬 29°46′36"；最南端在歌乐山街道山洞村，位于北纬 29°27'13"；最东端在滴水岩，位于东经 106°31'35"；最西端在曾家镇西部的青木关林区，位于东经 106°14'36"。南北相距 29 千米，东西相距 24.3 千米。

北碚区是重庆市主城九区之一，位于重庆核心区的西北面。地处东经 106°18'02"~106°40'57"，北纬 29°37'~30°05'08"。东邻渝北区，西接壁山区，南连沙坪坝区，北界合川区。东西相距最宽 24 千米，南北相距最长 33.2 千米，幅员面积 755 平方千米。

4.1.3 交通

本项目附近有鼎新大道、科学大道、凤潮大道、凤回路、团歇路以及其他乡村道路等，交通条件较好。

4.2 自然环境

4.2.1 地形、地貌

本工程线路位于重庆市北碚区、沙坪坝区，沿线海拔高程多在 230m-310m 之间。地形地貌主要为丘陵地貌、丘间凹地。

4.2.2 地质

线路沿线地层覆盖层主要为素填土（Q_4^{ml}），第四系冲洪积（Q_4^{al+pl}）粉质粘土、残坡积（Q^{el+dl}）粉质粘土；下伏基岩主要为侏罗系（J_{2s}）泥质粉砂岩、砂岩。

4.2.3 水文特征

沙坪坝区境内河流均属嘉陵江水系，现有包括清水溪、凤凰溪、詹家溪、跳蹬河、梁滩河、龙凤河、虎溪河、青木溪、苏家桥河、桥东河、西溪河等次级河流及支流 10 余条。境内流域面积大于 1000km^2 以上的河流有嘉陵江过境河流，境内流域面积小于 1000km^2 以下的河流，嘉陵江的一级支流主要有：清水溪、南溪口溪和梁滩河。

北碚区境内水系以嘉陵江为骨干，嘉陵江干流由北向南穿北碚区而过，在北碚境内主要有 21 条一级支流：左岸 7 条，即黑水滩河、后河、土主河、炭巴沟、庙嘴河沟、刘家槽河、车盘溪；右岸 14 条，即梁滩河、璧北河、马鞍溪、山王溪、童家溪、龙溪河、马河溪、田家沱、大溪沟、底洞沟、虎跳溪、石河堰、吴粟溪、苟家溪河。嘉陵江属于长江上游左岸一级支流。

本项目输电线路于北碚区未跨越水体，于沙坪坝区内跨越的主要水体为梁滩河和西溪河，均为一档跨越，不在水体内立塔，跨越处非饮用水源保护区，线路跨越水体情况详见“4.6 地表水环境现状评价”章节。

梁滩河是嘉陵江下游右岸的一级支流，发源于重庆市高新区巴福镇童家石岭，全长 88 公里，流域面积 510.1 平方公里。干流自南向北流经九龙坡区、沙坪坝区、北碚区的 15 个集镇，最终于北碚区背坨注入嘉陵江。

西溪河为梁滩河左岸一级支流，发源于沙坪坝区凤凰镇小窝函、龙洞口一带，流向由西向东，依次流经龙洞槽、黄岗坡、桂花水库后于复南坝处折而向北，依次流经回龙寺、王家坝、金家湾、蒋家湾后于西溪桥处汇入梁滩河。西溪河全流域面积 26.49km^2，主河道全长 12.13km。

4.2.4 气候气象特征

北碚区，属亚热带季风性湿润气候，具有冬暖、春早、夏热、秋凉、空气湿润、风速小等特点。最高气温 44.3℃。最低气温-3.1℃，年平均气温 18.2℃。

沙坪坝区，属亚热带季风性湿润气候，冬暖春早，夏热秋雨，四季分明，降水丰沛，空气湿润，雨热同步，日照少，多云雾，少霜雪。最冷月平均气温 7.8℃，最热月平均气温 28.5℃，年平均气温 18.3℃，无霜期 341.6 天，具有冬暖夏热和春秋多变的特点。年降水量 1082.9 毫米。中部歌乐山森林区年平均气温比山下低 2℃左右。

4.3 电磁环境

为全面了解成渝中线高铁重庆科学城牵 220 千伏外部供电工程所在区域及评价范围内电磁环境现状，重庆雍环环境监测中心（有限合伙）于 2025 年 9 月 9 日对项目所在地工频电场、工频磁场进行了监测。

4.3.1 监测因子

工频电场、工频磁场

4.3.2 监测频次

监测一次。

4.3.3 监测方法及依据、监测仪器

（1）监测方法及依据

监测方法及依据见表 4.3-1。

表 4.3-1 监测方法及依据一览表

监测方法	监测依据
仪器法	《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》HJ/T10.2-1996 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》HJ681-2013

（2）监测仪器

监测仪器情况见表 4.3-2。

表 4.3-2 监测仪器情况一览表

监测日期	仪器设备名称及型号	仪器编号	计量校准/检定证书编号	有效期至
2025.9.9	场强仪 NBM-550/EHP-50F	H-0441/ 100WY70749	E2025-0016021	2026 年 2 月 27 日

4.3.4 监测环境条件及监测运行工况

监测时间及监测条件见表4.3-3，现场监测期间运行工况见表4.3-4。

表 4.3-3 监测环境条件一览表

监测日期	环境温度（℃）	相对湿度 RH（%）
2025.9.9	28.6~31.5	59.4~65.7

表 4.3-4 运行工况一览表

（2025 年 9 月 9 日 13 时 00 分～2025 年 9 月 10 日 03 时 30 分）①

电压等级与名称		运行工况							
		最低有功（MW）	最高有功（MW）	最低无功（MVar）	最高无功（MVar）	最低电压（kV）	最高电压（kV）	最低电流（A）	最高电流（A）
220kV 桐子湾变电站②	1 号主变	32.21	51.56	0.41	8.01	233.49	236.83	80.38	129.13
	2 号主变	32.58	52.23	0.26	10.92	233.51	236.66	81.02	129.88
35kV 回凤线		0	0	0	0	35.17	36.64	0	0
220kV 桐玉东线		0	0	3.63	3.64	233.44	236.83	8.48	8.63
220kV 桐玉西线		0	0	3.41	3.51	233.12	236.76	8.32	8.44
220kV 屏桐东线		32.56	51.87	0	7.64	233.58	236.70	79.82	126.07

电压等级与名称	运行工况							
	最低有功（MW）	最高有功（MW）	最低无功（MVar）	最高无功（MVar）	最低电压（kV）	最高电压（kV）	最低电流（A）	最高电流（A）
220kV 屏桐西线	32.33	51.97	0	9.85	233.33	236.66	83.97	132.02
500kV 屏思一线	215.03	660.44	1.84	71.13	520.01	529.15	246.87	735.79
500kV 屏思二线	215.52	660.96	1.85	71.25	520.54	529.37	246.95	735.88

注：①工况涵盖 9 月 9 日电磁环境监测时段工况；②监测时 220kV 桐子湾变电站正常运行，风机开启。

4.3.5 监测布点情况

本次评价共布设 9 个电磁监测点位，其中在桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程厂界布设了 1 个监测点位，输电线路沿线共布设了 8 个监测点位。具体监测点位见表 4.3-5。

表 4.3-5 本项目电磁监测点位一览表

监测点位编号	监测点位名称	监测点位描述	东经	北纬	行政区	代表性分析		
						工程子项②	电磁现状源	备注
△①1	220kV 桐子湾变电站西北侧围墙外	△1 监测点位于 220kV 桐子湾变电站西北侧围墙外 3 米处（5 米处不具备条件），拟建间隔扩建处，距离 220kV 桐玉东西线边导线水平距离约 15 米，距离最低导线垂直距离约 12 米；距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 15 米，距离最低导线垂直距离约 12 米。	***	***	沙坪坝区	子项 1	桐子湾 220kV 变电站、220kV 桐玉东西线、220kV 屏桐东西线	现状值
△3	沙坪坝区回龙坝镇真武山村 10 组***③	△3 监测点位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村***墙外 1 米处，距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 25 米，距离最低导线垂直距离约 16 米。	***	***		子项 3	220kV 屏桐东西线	现状值
△4	沙坪坝区凤凰镇五福村 12 社***房屋	△4 监测点位于***房屋墙外 3 米处，距离 500kV 屏思二线边导线水平距离约 22 米，距离最低导线垂直距离约 14 米。	***	***		子项 3	500kV 屏思二线	现状值
△5	沙坪坝区凤凰镇五福村***辅房	△5 监测点位于陈仁波辅房墙外 1 米处，500kV 屏思一线正下方，距离最低导线垂直距离约 34 米；距离 35kV 回凤线边导线水平距离约 22 米，距离最低导线垂直距离约 8 米。	***	***		子项 3	500kV 屏思一线	现状值
△7	500kV 屏思一线与拟建线路交叉处正下方	△7 监测点位于 500kV 屏思一线与拟建线路交叉点正下方，距离 500kV 屏思一线最低导线垂直距离约 38m。	***	***		子项 3	500kV 屏思一线	现状值
△8	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村蔡家坪组***	△8 监测点位于民房墙外 3 米处，距离 500kV 屏思一线边导线水平距离约 11 米，距离最低导线垂直距离约 52 米。	***	***		子项 2	500kV 屏思一线	现状值
△9	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村双堰塘组***	△9 监测点位于民房墙外 1 米处。	***	***		子项 2、3	无	背景值
△10	北碚区拟建 B1 电缆终端塔	△10 监测点位于北碚区拟建 B1 电缆终端塔旁，沙坪坝区***墙外 5 米处。	***	***	北碚区	子项 2	无	背景值
△11	沙坪坝区回龙坝镇西	△11 监测点位于***房屋墙外 1 米处，距离 500kV 屏思一线边导	***	***	沙	子项 2	500kV 屏思	现状值

监测点位编号	监测点位名称	监测点位描述	东经	北纬	行政区	代表性分析		
						工程子项②	电磁现状源	备注
	溪桥村大竹林2组***房屋	线水平距离约 16 米，距离最低导线垂直距离约 50 米。			坪坝区		一线	
备注	①△为工频电场强度、工频磁感应强度监测点位； ②工程子项 1：桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程；工程子项 2：天马~科学城牵引站 220kV 线路工程；工程子项 3：桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程； ③该看护房监测时距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 25 米，现阶段（2025.10）已挪至距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 1 米处。							

4.3.6 监测布点合理性分析

监测点位代表性及合理性分析详见下表 4.3-6。

表 4.3-6 监测点位合理性分析表

子工程名称	监测点位数量	监测点位编号
桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程	间隔扩建侧厂界 1 个	△1
天马~科学城牵引站 220kV 线路工程	典型电磁环境敏感目标处 4 个	△8、△9、△10、△11
桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程	典型电磁环境敏感目标处 4 个，与本工程屏思一线迁改段交叉跨越处 1 个	△3、△4、△5、△7、△9、

从上表分析可知：

（1）桐子湾变电站 220kV 间隔扩建侧无电磁环境敏感目标，在桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界布设了 1 个电磁监测点位；天马~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线布设了 4 个电磁监测点位；桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线布设了 5 个电磁监测点位，布点均匀。

（2）本项目输电线路途经北碚区及沙坪坝区，本评价在线路沿线共布设了 8 个监测点位，其中北碚区线路路径较短，布设 1 个监测点位，沙坪坝区 7 个，布点均匀；

（3）本次评价在输电线路沿线距线路水平距离较近的典型电磁环境敏感目标处以及位于与其他线路并行、包夹范围内的典型电磁环境敏感目标处布设了监测点位，对电磁环境现状进行了实测；

（4）监测点位考虑输电线路沿线电磁现状源的影响，在受电磁现状源影响较明显的典型电磁环境敏感目标处均布设了典型监测点位。另在新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路与 500kV 屏思一线交叉跨越处下方布设了典型监测点位。

综上，本工程布设的监测点位从工程子项、行政区划分布、电磁环境敏感目标特征等情况考虑，主要在并行或包夹电磁环境敏感目标、与距离线路较近或受现有输电线路影响的位置均匀布点，可以从最不利角度反映本项目线路沿线的电磁环境质量现状，本次监测布点满足《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的布点要求，布点分布均匀且具有代表性，布点设置合理。

4.3.7 监测结果

工频电场强度、工频磁感应强度监测结果见表 4.3-7。

表 4.3-7 工程监测点工频电场强度、工频磁感应强度现状监测结果

监测点位编号	监测点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
△1	220kV 桐子湾变电站西北侧围墙外	746.1	0.2604	受 220kV 桐子湾变电站、220kV 桐玉东西线、220kV 屏桐东西线影响
△3	沙坪坝区回龙坝镇真武山村 10 组***	62.01	0.3033	受 220kV 屏桐东西线影响
△4	沙坪坝区凤凰镇五福村 12 社***房屋	1213	2.185	受 500kV 屏思二线影响
△5	沙坪坝区凤凰镇五福村***辅房	519.2	1.615	受 500kV 屏思一线、35kV 回凤线影响
△7	500kV 屏思一线与拟建线路交叉处正下方	846.8	0.9802	受 500kV 屏思一线影响
△8	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村蔡家坪组***	1105	0.4995	受 500kV 屏思一线影响
△9	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村双堰塘组***	0.402	0.0147	背景值
△10	北碚区拟建 B1 电缆终端塔	0.224	0.0087	背景值
△11	沙坪坝区回龙坝镇西溪桥村大竹林 2 组***	434.0	0.4455	受 500kV 屏思一线影响

备注：△1、3、4、5、7、8、11 监测值受监测点周边电磁现状源影响，数据偏大。

4.3.8 电磁环境现状评价及结论

（1）变电站

经监测，桐子湾变电站220kV 间隔扩建侧工频电场强度为746.1V/m，工频磁感应强度为0.2604μT，分别低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及100μT 的公众曝露控制限值。

（2）输电线路

经监测，本项目输电线路沿线典型背景监测点的工频电场强度在（0.224～0.402）V/m 之间、工频磁感应强度在（0.0087~0.0147）μT 之间，附近已有电磁污染源的监测点的工频电场强度在（62.01～1213）V/m 之间、工频磁感应强度在（0.2604~2.185）μT 之间。所有测点测值均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准限值。现状500kV 屏思一线与拟建线路交叉处正下方监测点的工频电场强度为846.8V/m、工频磁感应强度为0.9802μT，满足架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所频率50Hz 的电场强度控制限值10kV/m 的标准限值要求。

附近已有电磁污染源的监测点位的现状监测值基本大于背景监测点位的监测结果，说明现有电磁污染源对工频电场强度和磁感应强度有一定贡献。

4.4 声环境

为全面了解成渝中线高铁重庆科学城牵 220 千伏外部供电工程所在区域及评价范围

内声环境现状，重庆雍环环境监测中心（有限合伙）于 2025 年 9 月 9 日~10 日对项目所在地声环境进行了监测。

4.4.1 监测因子

等效连续 A 声级。

4.4.2 监测频次

昼、夜间各监测一次。

4.4.3 监测方法及依据、监测仪器

（1）监测方法及依据

表 4.4-1 监测方法及依据一览表

监测项目	监测方法	监测依据
厂界环境噪声	仪器法	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 《环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正》HJ706-2014 《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2012〕105 号）
环境噪声	仪器法	《声环境质量标准》GB3096-2008

（2）监测仪器

监测仪器情况见表 4.4-2。

表 4.4-2 监测仪器情况一览表

监测日期	仪器名称及型号	仪器编号	计量校准/检定证书编号	有效期至
2025.9.9~2025.9.10	多功能声级计 AWA6228+	00311141	2025071101857	2026 年 7 月 14 日
	声校准器 AWA6221A	1008019	2025071101858	2026 年 7 月 14 日

4.4.4 监测环境条件及监测运行工况

监测时间：2025 年 9 月 9 日~10 日

监测环境条件：天气晴，风速＜5.0m/s

监测运行工况：同电磁环境监测工况，见表 4.3-4。

4.4.5 监测布点情况

本次评价共布设 11 个噪声监测点位，其中在桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界布设了 1 个厂界噪声监测点位，在桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧典型声环境保护目标处布设了 2 个监测点位，在输电线路沿线共布设了 10 个监测点位（其中★2 和★3 亦为变电站间隔扩建侧声环境保护目标测点）。厂界噪声监测布点情况见表 4.4-3，声环境监测布点情况见表 4.4-4。

表 4.4-3 本项目厂界环境噪声监测点位一览表

监测点位编号	监测点位名称	监测点位描述	东经	北纬	代表性分析			厂界排放标准
					工程子项	噪声现状源	备注	
☆1	220kV 桐子湾变电站西北侧围墙外	☆1 监测点位于西北侧围墙外 1 米处。	106°21′43″	29°40′23″	子项 1	桐子湾 220kV 变电站、220kV 桐玉东西线、220kV 屏桐东西线	厂界现状值	3 类
备注	☆为厂界环境噪声监测点位。							

表 4.4-4 本项目环境噪声监测点位一览表

监测点位编号	监测点位名称	监测点位描述	东经	北纬	行政区	代表性分析			声功能区划
						工程子项	噪声现状源	备注	
★2	沙坪坝区回龙坝镇真武山村 10 组***	★2 监测点位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村 10 组***墙外 1 米处，距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 3 米，距离最低导线垂直距离约 13 米；距离 220kV 桐子湾变电站水平距离约 50 米。	***	***	沙坪坝区	子项 1、3	桐子湾 220kV 变电站、220kV 屏桐东西线	现状值	2 类
★3	沙坪坝区回龙坝镇真武山村 10 组***③	★3 监测点位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村***墙外 1 米处，距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 25 米，距离最低导线垂直距离约 16 米。	***	***		子项 1、3	桐子湾 220kV 变电站、220kV 屏桐东西线	现状值	2 类
★4	沙坪坝区凤凰镇五福村 12 社***房屋	★4 监测点位于***房屋墙外 1 米处。	***	***		子项 3	500kV 屏思二线	现状值	1 类
★5	沙坪坝区凤凰镇五福村***辅房	★5 监测点位于陈仁波辅房墙外 1 米处，500kV 屏思一线正下方，距离最低导线垂直距离约 34 米；距离 35kV 回凤线边导线水平距离约 22 米，距离最低导线垂直距离约 8 米。	***	***		子项 3	500kV 屏思一线、35kV 回凤线、凤潮大道	现状值	2 类
★6	沙坪坝区凤凰镇五福村***房屋	★6 监测点位于***房屋 3 层窗外 1 米处。	***	***		子项 3	500kV 屏思一线、凤潮大道	现状值	4a 类
★8	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村蔡家坪组***	★8 监测点位于民房墙外 1 米处。	***	***		子项 2	500kV 屏思一线	现状值	1 类
★9	沙坪坝区凤凰镇胡南	★9 监测点位于民房墙外 1 米处。	***	***		子项 2、3	无	背景值	3 类

监测点位编号	监测点位名称	监测点位描述	东经	北纬	行政区	代表性分析			声功能区划
						工程子项	噪声现状源	备注	
	坝村双堰塘组 4 号民房								
★10	北碚区拟建 B1 电缆终端塔	★10 监测点位于北碚区拟建 B1 电缆终端塔旁，沙坪坝区***墙外 5 米处。	***	***	北碚区	子项 2	无	背景值	3 类
★11	沙坪坝区回龙坝镇西溪桥村大竹林 2 组***房屋	★11-1 监测点位于***房屋墙外 1 米处，距离 500kV 屏思一线边导线水平距离约 16 米，距离最低导线垂直距离约 50 米； ★11-2 监测点位于***房屋 3 层墙外 1 米处。	***	***	沙坪坝区	子项 2	500kV 屏思一线	现状值	1 类
备注	①★为环境噪声监测点位； ②工程子项 1：桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程；工程子项 2：天马~科学城牵引站 220kV 线路工程；工程子项 3：桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程。 ③该看护房监测时距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 25 米，现阶段（2025.10）已挪至距离 220kV 屏桐东西线边导线水平距离约 1 米处。								

4.4.6 监测布点合理性分析

监测点位代表性及合理性分析详见下表 4.4-5。

表 4.4-5 监测点位合理性分析表

子工程名称	监测点位数量	声环境功能区	厂界排放标准	监测点位编号
桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程	间隔扩建侧厂界 1 个	/	3 类	☆1
	典型声环境保护目标处 2 个	2 类	/	★2、★3
天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（架空部分）	典型声环境保护目标处 4 个、终端塔旁 1 个（包含 3 层建筑代表性楼层）	1 类、3 类	/	★8、★9、★10、★11-1、★11-2
桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程	典型声环境保护目标处 6 个（包含 3 层建筑代表性楼层）	1 类、2 类、3 类、4a 类	/	★2、★3、★4、★5、★6、★9

从上表分析可知：

（1）本次评价在桐子湾 220kV 开变电站间隔扩建侧厂界处布设了 1 个监测点位；另在间隔扩建侧典型声环境保护目标处布设了 2 个代表性监测点位（间隔扩建侧声环境保护目标无 3 层及以上建筑，其中★2 和★3 亦为桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线声环境保护目标测点）；天马~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线布设了 5 个噪声监测点位（其中★9 亦为桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线声环境保护目标测点）；桐子湾~科学城牵引站 220kV 线路工程沿线布设了 6 个噪声监测点位（其中★2 和★3 亦为变电站间隔扩建侧声环境保护目标测点，★9 亦为天马~科学城牵引站 220kV 线路工程声环境保护目标测点），布点均匀。

（2）本项目输电线路途经北碚区及沙坪坝区，本评价在线路沿线共布设了 10 个监测点位，其中北碚区线路路径较短，布设 1 个监测点位，沙坪坝区 9 个，布点均匀；

（3）本项目输电线路沿线共涉及 4 个声环境功能区（1 类、2 类、3 类和 4a 类），本评价监测点位覆盖了 4 个声环境功能区，其中 1 类声环境功能区布设 2 个监测点位、2 类声环境功能区布设 3 个监测点位、3 类声环境功能区布设 2 个监测点位、4a 类声环境功能区布设了 1 个监测点位；

（4）本次评价在输电线路沿线距线路水平距离较近的典型声环境保护目标处以及位于与其他线路并行、包夹范围内受现状噪声源影响的典型声环境保护目标处布设了监测点位，对声环境现状进行了实测；

（5）本工程输电线路沿线分布有少量 3 层建筑，本评价选择了临近交通干线（外环境影响会导致典型楼层噪声值较大）及其他具有代表性的声环境保护目标对其代表性的楼层布设了监测点位，其中 1 类声环境功能区内布设 1 个，4a 类声环境功能区内布设 1 个。

综上，线路沿线布设的监测点位考虑了沿线行政区划及不同声功能区的代表性，覆盖了沿线典型声环境保护目标及代表性楼层，考虑了受现状噪声源影响的特殊情况，可以从最不利角度反映本项目的声环境质量现状，本次评价监测点位布设较为合理。

4.4.7 监测结果

桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧厂界噪声监测值见表4.4-6，桐子湾220kV 变电站间隔扩建侧声环境保护目标及线路沿线典型监测点位处声环境质量现状监测结果见表4.4-7。

表 4.4-6 桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界噪声监测值 单位：dB(A)

监测点位编号	监测点位	昼间		夜间		评价标准		达标情况
		测量值	监测结果	测量值	监测结果	昼间	夜间	
☆1	220kV 桐子湾变电站东北侧围墙外	50.9	51	47.6	48	65	55	达标

表 4.4-7 本项目典型监测点位处声环境质量现状监测结果 单位：dB(A)

监测点位编号	监测点位	昼间		夜间		评价标准	
		测量值	监测结果	测量值	监测结果	昼间	夜间
★2	沙坪坝区回龙坝镇真武山村***	47.6	48	42.9	43	60	50
★3	沙坪坝区回龙坝镇真武山村***	46.3	46	43.0	43	60	50
★4	沙坪坝区凤凰镇五福村 12 社***	47.0	47	39.9	40	55	45
★5	沙坪坝区凤凰镇五福村***	51.7	52	43.0	43	60	50
★6	沙坪坝区凤凰镇五福村***	58.0	58	47.1	47	70	55
★8	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村蔡家坪组***	47.1	47	41.8	42	55	45
★9	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村双堰塘组***	49.7	50	45.8	46	65	55
★10	北碚区拟建 B1 电缆终端塔	48.7	49	43.0	43	65	55
★11-1	沙坪坝区回龙坝镇西溪桥村大竹林 2 组***	46.0	46	38.9	39	55	45
★11-2	沙坪坝区回龙坝镇西溪桥村大竹林 2 组***	43.2	43	39.8	40	55	45

4.4.8 声环境现状评价及结论

（1）变电站

经监测，桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界昼间噪声监测结果为 51dB(A)，夜间噪声监测结果为 48dB(A)，厂界环境噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）“3 类”排放限值要求。

经监测，桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧典型声环境保护目标处昼间噪声监测结果为 46dB(A)~48dB(A)，夜间噪声监测结果为 43dB(A)，声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）输电线路

经监测，本项目输电线路沿线监测点位处的昼间噪声监测结果在 43dB(A)~58dB(A)，夜间噪声监测结果在 39dB(A)~47dB(A)，声环境质量低于《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准限值。

根据监测结果可知，项目区域声环境主要受交通噪声、现有的高压输电线路、桐子湾 220kV 变电站的影响，各监测点位的监测值均低于相应标准要求。

4.5 生态

4.5.1 主体功能区划

根据《重庆市国土空间总体规划》（2021~2035 年），落实国家主体功能区战略，围绕成渝地区双城经济圈建设，加强重庆市“大城市、大农村、大山区、大库区”空间统筹协调和分类精准施策，以区县为基本单元划定农产品主产区、重点生态功能区、城市化地区，实施差异化的财政、投资、产业、土地、人口等管理政策。本项目所在区域为北碚区及沙坪坝区，划分为城市化地区。

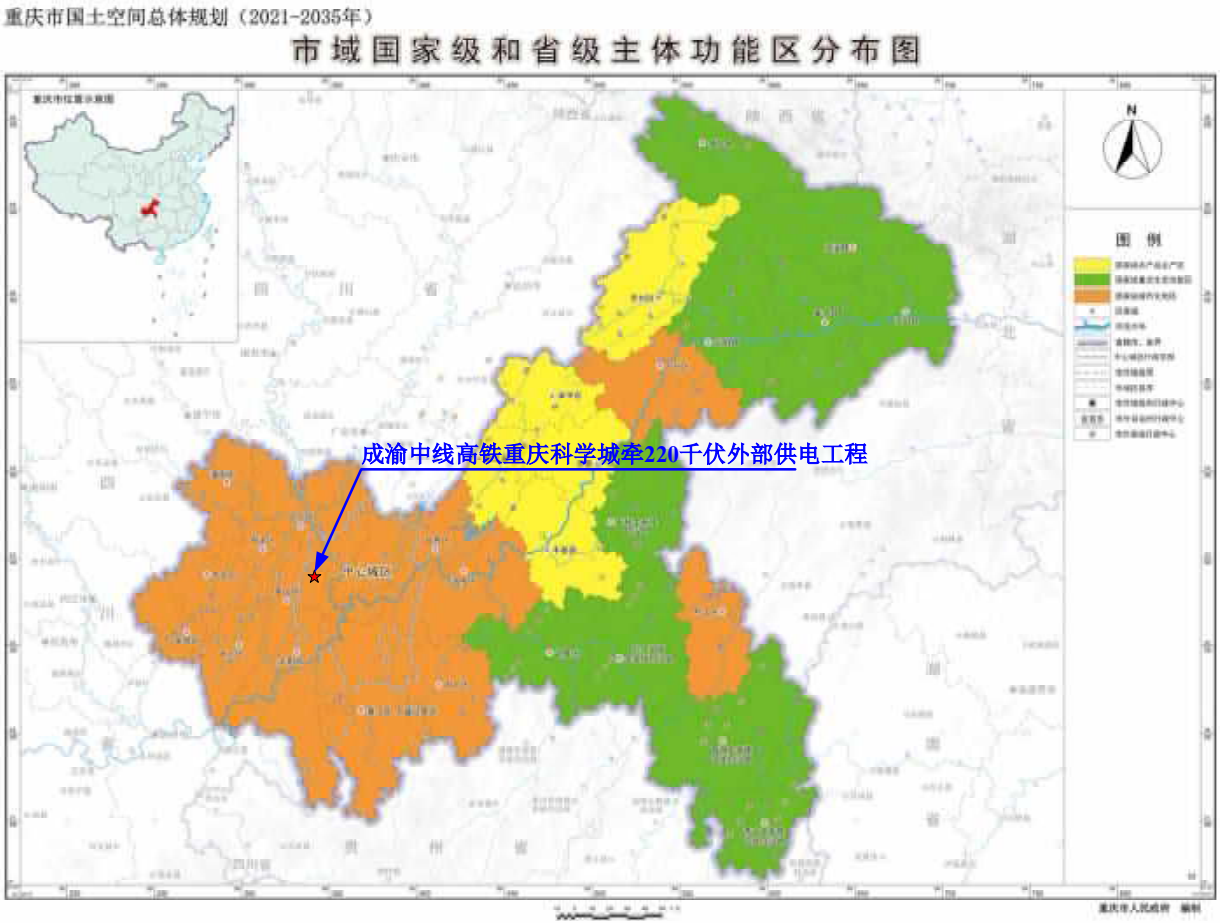


图 4.5-1 本项目所在区域主体功能区划图

4.5.2 生态功能定位及主要生态问题

（1）全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年 11 月），拟建线路涉及 1 个生态功能一级区、1 个生态功能二级区、1 个生态功能三级区，即人居保障功能区中“III-02 重点城镇群人居保障功能区”—“III-02-16 重庆城镇群”（图 4.5-2）。其主要生态问题是：城镇无序扩张，城镇环境污染严重，环保设施严重滞后，城镇生态功能低下，人居环境恶化。该类型区的生态保护主要方向为以生态环境承载力为基础，规划城市发展规模、产业方向；建设生态城市，优化产业结构，发展循环经济，提高资源利用效率；加快城市环境保护基础设施建设，加强城乡环境综合整治；城镇发展坚持以人为本，从长计议，节约资源，保护环境，科学规划。该区域不属于全国重要生态功能区。

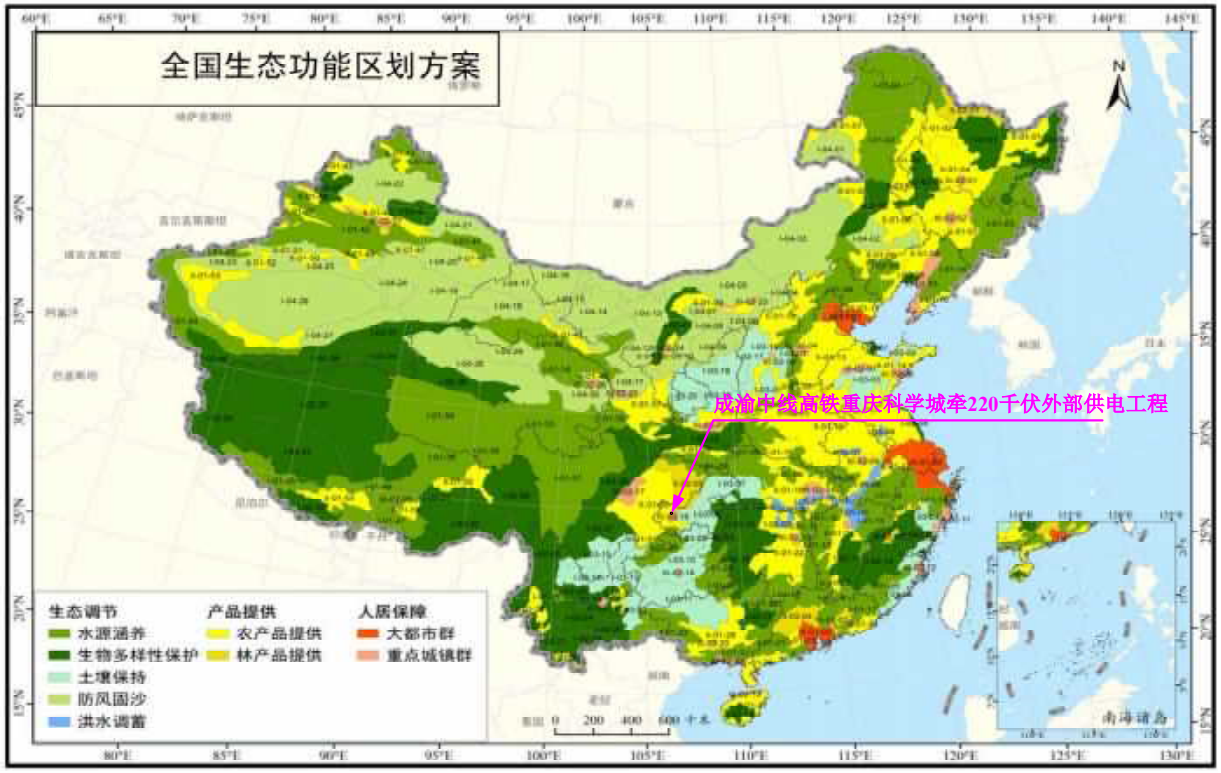


图 4.5-2 本项目在全国生态功能区划（修编）中的位置

（2）重庆市生态功能区划

根据《重庆市生态功能区划（修编）》（2008 年 7 月），拟建线路涉及 1 个生态区、1 个生态亚区、2 个生态功能区（见图 4.5-3）。

表 4.5-1 评价区内重庆市生态功能区划

生态功能分区单元			涉及区域	主要生态环境问题	主导生态功能及辅助功能	生态功能保护与建设的主导方向及重点任务
生态区	生态亚区	生态功能区				
都市区人工调控生态区	都市区城市生态调控亚区	V_{1-1} 都市核心生态恢复生态功能区	沙坪坝区	水环境问题突出，生活污水、生活垃圾污染排放量大，大气污染严重，固	主导生态功能为生态恢复，辅助功能为污染控制，特别	生态功能保护与建设的主导方向是生态恢复、污染控制、污染防治和环境美化，都市核心区不仅是都市圈生态恢复的核心，而且是重庆市、三峡库区乃至整个长江上游水环境保护的关键。重点任务是

				体废物污染潜在威胁大，电子电器废物、电磁辐射、外来物种入侵、生物多样性保护、物种和遗传资源保护等新的环境问题对环境保护的压力逐渐增大。	是水污染控制和大气污染控制，环境美化和城市生态保护。	要治理产业结构及布局型污染破坏为先导，严格控制生产、生活废水排放。对废弃矿区进行综合整治，恢复矿区的生态功能。严格“四山”的生态环境保护。大力发展循环经济和生态型产业。加强自然资源的保护。结合森林城市工程，严格保护“四山”地区的森林和绿地资源；各级自然保护区、风景名胜区和森林公园的核心区也需严格保护；区内长江、嘉陵江等重要水域需重点保护。
		V_{1-2} 都市外围生态调控生态功能区	北碚区	水污染较严重，大量的人类活动和工程建设导致了一定程度的水土流失和大量的人为地质灾害，生态系统退化趋势较明显	主导生态功能为生态屏障建设，辅助功能为水源生态功能保护与水体保护，营养物质保持、水源涵养和都市园林美化，建立都市区的生态屏障带。	生态功能保护与建设应突出饮用水源和长江、嘉陵江的水体保护及次级河流的污染治理；开展沿岸工业、生活污染废水的截流与处理，实施河道清淤与流域综合整治。加强对水库的治理保护工作。加快平行岭谷背斜低山的退耕还林、植被恢复和重点滑坡、崩塌与危岩的治理等水土保持的实施；建设都市区的外围生态屏障，防止污染从都市圈向外扩散，保护都市区生活水源，保护长江、嘉陵江的水质。加强区域生态保育与环境整治。加强区域物种的保护。加强对缙云山的保护。积极开展都市生物多样性保护工程。结合森林城市工程，严格保护“四山”地区的森林和绿地资源；各级自然保护区、风景名胜区和森林公园的核心区也需严格保护；区内长江、嘉陵江等重要水域需重点保护。

本工程不属于高污染工业项目，运行期不排放生产废水及生活污水。根据输变电工程的项目特点，本项目的影响范围主要为间隔扩建施工及塔基开挖的间断式生态影响，影响相对较小。本项目占地不涉及生态敏感区，工程占用植被面积较小，植被生物量损失不大，对动物生境占用影响较小，整体上工程对生态恢复及污染控制等生态功能的影响较小。但在施工中需加强水土流失的控制工作，施工结束后对临时占地恢复原有土地功能等。因此，本项目在严格执行水土保持和生态恢复措施的前提下不会对所在生态功能区生态环境产生较大影响。本工程与生态功能区划整体协调。

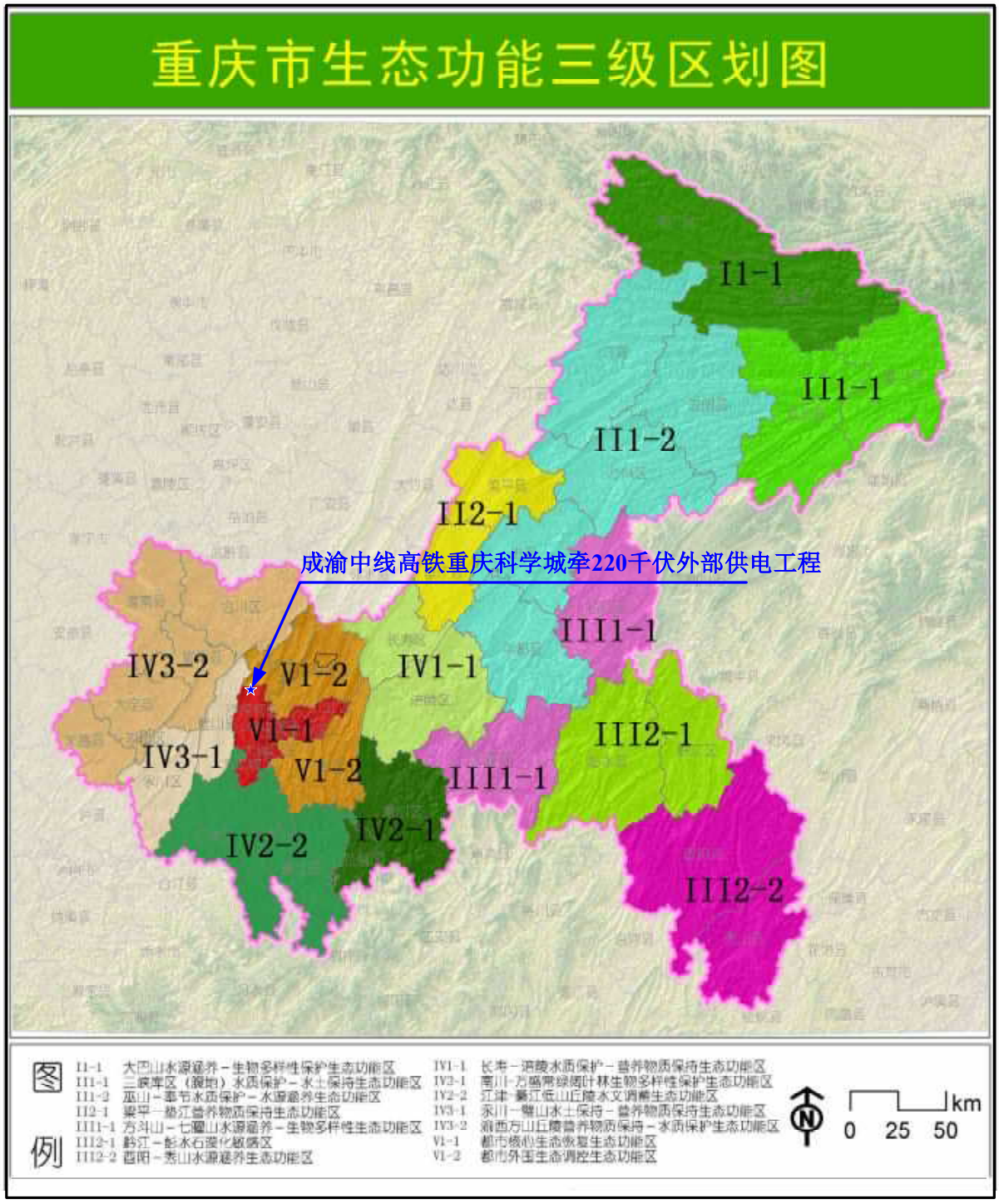


图 4.5-3 本项目在重庆市生态功能区划中的位置

4.5.3 土地利用现状

本次评价参考《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），并结合遥感影像解译对项目所在区域土地利用现状进行解析。本项目生态影响评价范围内总面积约 1163.2939hm^2，土地利用类型主要为林地（包括灌木林地、乔木林地及竹林地、其他林地）和耕地（包括旱地、水浇地和水田），分别占总评价区面积的 45.76%、22.27%，草地、住宅用地、交通运输用地及水域及水利设施用地等面积较小，详细情况见表 4.5-2。

表 4.5-2 本项目评价区土地利用现状一览表

土地利用类型		面积（hm^2）	占比	小计
一级类	二级类			
林地	灌木林地	26.9445	2.32%	45.76%
	乔木林地	311.3378	26.76%	
	竹林地	42.0525	3.61%	
	其他林地	151.984	13.06%	
耕地	旱地	77.4275	6.66%	22.27%
	水浇地	70.4515	6.06%	
	水田	111.1915	9.56%	
草地	其他草地	51.17	4.40%	4.40%
工矿仓储用地	仓储用地	0.2725	0.02%	1.57%
	工业用地	17.9737	1.55%	
住宅用地	城镇住宅用地	14.0948	1.21%	6.43%
	农村宅基地	60.6673	5.22%	
公共管理与公共服务用地	公园与绿地	5.1725	0.44%	1.24%
	公用设施用地	9.2022	0.79%	
交通运输用地	铁路用地	8.2604	0.71%	8.49%
	城镇村道路用地	5.9906	0.51%	
	公路用地	38.1893	3.28%	
	农村道路	46.3202	3.98%	
水域及水利设施用地	沟渠	0.6957	0.06%	5.61%
	河流水面	42.4711	3.65%	
	坑塘水面	20.0433	1.72%	
	水库水面	1.9933	0.17%	
其他土地	空闲地	39.1392	3.36%	4.25%
	设施农用地	10.2485	0.88%	
总计	/	1163.2939	100%	100%

4.5.4 陆生植被及植物多样性现状调查与评价

4.5.4.1 植物区系及主要区系特点

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年），本项目穿越区域的植物区为东亚植物区，具体情况详见下表 4.5-3。

表 4.5-3 项目区域植物区系一览表

区	亚区	地区	主要特征	涉及区县
东亚植物区	中国—日本植物亚区	华中地区	中国-日本森林植物亚区（LE）是相当丰富和古老的温带至亚热带植物区系，包括日本几乎 20000 种以上，从白垩纪以来改变不大，保留了很多第三纪甚至更古老的孑遗植物。水平分布很明显，自北而南反映出温带、暖温带和亚热带（北、中、南）的变化，划分为 6 个地区，3 个亚地区。它们的共性是由各种落叶、半常绿和常绿的栎属及与其相近的常绿构属、石栎属和半常绿的水青冈属等组成的落叶阔叶林、落叶和常绿阔叶混交林及更占主要地位	重庆市北碚区、沙坪坝区

区	亚区	地区	主要特征	涉及区县
			的常绿阔叶林。针叶树以各种具有不同喜温属性的松属为主，愈向南则愈多喜暖湿的其他松柏类，如金钱松、铁杉、黄杉、油杉、杉、柳杉和建柏等。木本植物区系特别丰富，有许多古老和孑遗的科、属、种，以杉科、木兰科、山茶科、金缕梅科和安息香科等尤其显著。该地区是中国-日本森林植物亚区的核心部分。	

4.5.4.2 植被区划及分布特点

根据《中国植被》（吴征镒，1980年）中的植被区划，评价区在植物区系上属于亚热带常绿阔叶林区域东部（湿润）常绿阔叶林亚区域中亚热带常绿阔叶林地带：四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区。

根据《重庆市植物区系特征及植被类型》，本项目涉及西部方山丘陵植被小区；西部方山丘陵植被小区位于华蓥山以西，包括合川、潼南、铜梁、大足、荣昌、永川、璧山、北碚、渝北的全部或部分地区。其自然植被相对较为简单，主要有马尾松林、柏木林，其次为竹林。马尾松林多分布在酸性黄壤上，多稀疏的纯林。局部土层深厚的浅丘或低山半阳坡的马尾松林，常混有阔叶树，如麻栎、栓皮栎枫香、合欢等。柏木林有较多阔叶树如黄连木、八角枫、棕榈、桤木等分布。常绿阔叶林仅在局部沟谷有小片保存，主要有栲树、小果润楠、桢楠、四川大头茶等。河流两岸的河漫滩上有田根子、芭茅等草本群落。土壤较湿润处有灌木分布，如黄荆、马桑、铁仔等。

根据现场调查，评价区内自然植被主要为樟树、慈竹、杨树、朴树、黄连木、栾树、构树等，区域内乔木林地面积较大，农业较发达，农耕面积很大，灌丛和草丛多为分散小片分布，主要分布在道路两侧、乔木林边缘以及农田附近。人工种植农作物多以水稻、大豆、蔬菜等为主。

4.5.4.3 主要植被类型及分布特征

（1）主要植被类型

根据《中国植被》确定的植物群落学——生态学原则，即根据植物种类的组成、群落结构以及对环境条件的适应关系等，将评价区的植物群落划分为不同的植被类型。根据现场调查，评价区域自然植被划分为3个植被型组，6个植被型，7个植被亚型，26个群系。

表4.5-4 项目评价区内植物类型一览表

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	面积（hm^2）	面积占比（%）
自然植被						
I 阔叶林	一、常绿阔叶林	典型常绿阔叶林	樟树林	沿线有分布	507.672	59.89%
			桉树林	沿线有分布		
			桂花林	沿线有分布		

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	面积（hm^2）	面积占比（%）
	二、落叶阔叶林	典型落叶阔叶林	黄葛树林	沿线有分布		
			枫树林	沿线有分布		
			蓝花楹林	沿线有分布		
			复羽叶栾树林	沿线有分布		
			黄连木林	沿线有分布		
			楝树林	沿线有分布		
	三、竹林	暖性竹林	慈竹林	沿线有分布		
			麻竹林	沿线有分布		
			人面竹	沿线有分布		
II 针阔混交林	四、针阔混交林	暖性针叶与阔叶混交林	樟树+柏木混交林	沿线有分布	2.8748	0.34%
			慈竹林+杉木混交林	沿线有分布		
III 灌丛和灌草丛	五、灌丛	暖性落叶阔叶灌丛	构树灌丛	沿线有分布	26.9445	3.18%
			八角枫灌丛	沿线有分布		
			盐肤木灌丛	沿线有分布		
		暖性常绿阔叶灌丛	荚蒾灌丛	沿线有分布		
			石楠灌丛	沿线有分布		
	六、灌草丛	暖热性灌草丛	紫菀草丛	沿线有分布	51.17	6.04%
			三叶草草丛	沿线有分布		
			狗尾巴草丛	沿线有分布		
			酸模叶蓼草丛	沿线有分布		
			葎草草丛	沿线有分布		
			狗牙根草丛	沿线有分布		
			芒草草丛	沿线有分布		
栽培植被						
农作物	大田作物型	玉米、水稻、红薯等		沿线有分布	259.0705	30.56%
	蔬菜作物型	大豆、空心菜、南瓜、甘蓝等		沿线有分布		

杉木

樟树

黄葛树	蓝花楹
慈竹	复羽叶栾树
楝树	石楠
荚蒾	狗牙根

构树	甘蓝

图 4.5-4 评价区内植被现场调查图片

（2）项目区植被分布特点

根据现场调查，评价区内原生植被的面貌已经极不明显，这与评价区沿线城镇村庄密集，人口密布，垦植历史久远有关。天然植被受人为干扰和破坏较为严重，人工植被和次生的植被类型在评价区分布十分广泛。

评价区地面高程约 200～350m，相对高差约 150m。植被垂直地带性分布差异不大，呈现落叶阔叶灌丛、灌草丛、暖性针阔混交林、暖性竹林、常绿落叶阔叶林等镶嵌分布的格局。

4.5.4.4 重要植物

（1）重点保护野生植物

根据相关资料记录和野外调查结果，依据《国家重点保护野生植物名录》（2021年版）、《重庆市重点保护野生植物名录》（渝林规范〔2023〕2号）、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》确定，评价区分布有少量银杏（*Ginkgo biloba*），一般为栽培种，不属于国家重点保护野生植物范畴。

（2）古树名木

本次通过收集主管部门已有统计数据及现场调查，在评价范围内未发现有古树名木。

4.5.4.4 外来入侵物种

评价区外来入侵物种分布较多，主要有白花鬼针草、喜旱莲子草、小蓬草、加拿大一枝黄花、苏门白酒草及银合欢等，大部分区域均有分布，主要分布于农田边、道路边和林缘，影响粮食经济作物和林木的生长，并对本地物种会造成一定的威胁。

白花鬼针草

喜旱莲子草

小蓬草

加拿大一枝黄花

苏门白酒草

银合欢

图 4.5-5 评价区内外来入侵物种

4.5.5 陆生动物现状调查与评价

4.5.5.1 动物区系划分及主要特点

根据《中国动物地理》（张荣祖·科学出版社，2011 年），项目影响评价区动物区划属于东洋界中印亚界—华中区—西部山地高原亚区—季风区南—亚热带森林-林灌动物群。

评价区内广布种成分动物占绝对优势，其次为东洋界。

4.5.5.2 野生动物调查结果

本次评价参考《重庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》（彭杰等，2018年）、《重庆鸟类名录（8.0版）》（2024年）、《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》（罗键等，2012年）、《2022年中国两栖、爬行动物分类变动汇总》等历史资料，并基于文献资料查阅、生境判断、现场调查访问得出评价区内野生动物种类与数量较少，基本属一般、常见的小型野生动物，常见的动物种类以草兔、小家鼠等小型兽类以及麻雀、普通翠鸟、大山雀等鸟类为主。

4.5.5.3 重点保护野生动物

经实地调查、访问并结合相关记录资料，对照《国家重点保护野生动物名录（2021年版）》和《重庆市重点保护野生动物名录》（渝林规范〔2023〕2号），评价区域内有重点保护野生动物3种，分别为黄鼬（*Mustela sibirica*）、乌梢蛇（*Zaocys dhumnades*）和王锦蛇（*Elaphe carinata*）。重点保护野生动物情况具体见下表。

表4.5-5 重点保护野生动物在评价区域内的主要分布情况

种名	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程是否占用（是/否）
黄鼬	★	无危（LC）	否	乔木林、灌木林及采伐迹地、草丛、农田、居民点	访问	否，未发现栖息地
乌梢蛇	★	易危（VU）	否	山地、灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛	访问	否，未发现栖息地
王锦蛇	★	易危（VU）	否	田野、山边、河岸、溪边、灌丛、草地、林下、居民点	访问	否，未发现栖息地
注：“★”—重庆市重点保护野生动物						

黄鼬 食肉目鼬科鼬属脊索动物。黄鼬体形细长，四肢短；颈长、头小，尾毛蓬松；背部毛棕褐色或棕黄色，吻端和颜面深褐色；鼻端周围、口角和额部均为白色，杂有棕黄色；身体腹面颜色略淡；夏毛颜色较深，冬毛颜色浅淡且带光泽；尾部、四肢与背部同色。黄鼬在中国各地均有分布，多栖息于平原、沼泽、河谷、村庄、城市和山区等地带，常于乔木林、灌木林及采伐迹地、草丛、农田、居民点活动。黄鼬夜行性，尤其是清晨和黄昏活动频繁，单独行动，性情猛，行动灵活，遇险时以臭腺自卫。它们善于奔走，能贴伏地面前进、钻越缝隙和洞穴，也能游泳、攀树和墙壁等。黄鼬一般没有固定的巢穴，食性杂，主要以啮齿类动物为食，也吃鸟卵及幼雏、鱼、蛙和昆虫等，偶尔也吃植物。黄鼬1年繁殖1～2次，冬末春初发情，妊娠40天左右，在春末夏初产仔，每胎5～8仔，多的可达12仔，寿命约10年左右。

王锦蛇 是蛇亚目游蛇科锦蛇属的大型无毒蛇。体粗壮；全身黑色杂以黄色花斑，形似菜花，体前部有若干黄色横纹；头背棕黄色，鳞缘黑色，在尾下形成黑色纵线；幼蛇背面灰橄榄色，鳞缘微黑，枕后有一短黑纵纹，腹面肉色。因前额形成“王”字样黑色斑纹，故名王锦蛇。王锦蛇分布于中国河南、陕西、甘肃、四川、云南、贵州、湖北等地，

在越南等国也有分布。栖息于山区、丘陵、平原地带，常于山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛中活动。昼夜均活动，但以夜间最活跃，行动迅速，虽然无毒，但性凶猛。食蛙、蜥蜴、其他蛇类、鸟、鼠等动物。王锦蛇为卵生繁殖，每年的6月-7月为产卵高峰期，每次产卵5-15枚不等，孵化期长达40-45天左右，寿命约16年。

乌梢蛇 是蛇目游蛇科乌梢蛇属爬行动物，又名剑脊乌梢、黑花蛇、乌峰蛇、青蛇、乌风蛇、黄风蛇、青大将、剑脊蛇等。体背面棕黑色或绿褐色到黑褐色，密被菱形鳞片；上唇及喉部淡黄色；背脊两侧有两条褐色纵纹；成年个体黑纵线在体后逐渐不显；腹鳞灰白色；幼蛇背面鲜绿色，有四条黑线纵贯全身。尾部渐细而长；头颈区别显著；吻鳞自头背可见，宽大于高；鼻间鳞为前额鳞长的三分之二；顶鳞后有两枚稍大的鳞片；上唇鳞有8枚；下唇鳞有8-10枚；肛鳞二行。乌梢蛇在中国分布较广，在华北、华东、华中、华南、西北、西南等18个省均有发现。生活于海拔300—1600米的沿海平原、丘陵山区，见于田野、山边、河岸、溪边、灌丛、草地、林下、居民点周围等处。白昼活动，行动敏捷。以鱼、蛙、蜥蜴、鼠等为食。秋末冬初进入土穴中冬眠，一般每年春末夏初出蛰活动。雌蛇于5-8月产卵，多产在石堆的石穴间，每次产卵5-7枚，卵椭圆形。

4.5.6 生态系统现状调查与评价

4.5.6.1 生态系统类型

在卫星遥感影像解译的基础上，根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166—2021），结合实地调查校核结果，对评价范围内土地利用现状的分析，将评价范围内的生态系统分为城镇生态系统、灌丛生态系统、草丛生态系统、农田生态系统、森林生态系统、湿地生态系统及其他生态系统。其中，森林生态系统和农田生态系统面积较大，分别占评价区总面积的43.45%和22.27%。详见表4.5-6。

表4.5-6 评价区生态系统现状表

I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积（hm^2）	面积占比	
1	森林生态系统	11	阔叶林	502.4995	43.20%	43.45%
		13	针阔混交林	2.8748	0.25%	
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	26.9445	2.32%	2.32%
3	草地生态系统	34	稀疏草地	51.17	4.40%	4.40%
4	湿地生态系统	42	湖泊	1.9933	0.17%	5.60%
		43	河流	63.2101	5.43%	
5	农田生态系统	51	耕地	259.0705	22.27%	22.27%
6	城镇生态系统	61	居住地	74.7621	6.43%	18.60%
		62	城市绿地	5.1725	0.44%	
		63	工矿交通	136.4574	11.73%	
7	其他	82	裸地	39.1392	3.36%	3.36%
总计				1163.2939	100%	100%

4.5.6.2 生态系统结构和功能状况

（1）森林生态系统

森林生态系统在评价范围内分布最为广泛，其生物多样性丰富，生态功能突出。评价区森林生态系统在工程沿线均有分布。

①植被现状：森林生态系统的植被类型以樟树群系、慈竹群系为主。

②动物现状：森林生态系统是动物良好的栖息地和避难所，也是评价区内各种野生动物的主要活动场所，如鸟类中的大多数鸣禽等；兽类中的半地下生活型的小家鼠、褐家鼠、黄鼬等。

③生态系统功能：森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能包括光能利用、调节大气、涵养水源、改良土壤、防风固沙、水土保持，控制水土流失、孕育和保存生物多样性等几个方面。

森林生态系统-阔叶林

森林生态系统-阔叶林

森林生态系统-阔叶林

森林生态系统-针阔混交林

图 4.5-6 评价区域森林生态系统

（2）灌丛生态系统

灌丛生态系统是通常是灌丛群落与草丛等环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体。评价范围内灌丛生态系统主要分布在森林生态系统边缘。

①植被现状：灌丛生态系统的植被类型以构树灌丛、盐麸木灌丛、荚蒾灌丛为主。

②动物现状：灌丛生态系统也是评价区内多种野生动物的主要活动场所，如两栖类

中华蟾蜍，爬行类中的灌丛石隙型种类，如：中国石龙子等；鸟类中的大多数鸣禽等；兽类的半地下生活性种类，如：黄鼬。

③生态系统功能：灌丛生态系统与森林生态系统一样，是地球上最重要的陆地生态系统类型之一。灌丛生态系统的生态功能主要表现为侵蚀控制、土壤形成、营养循环、生物控制、基因资源等。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>灌丛生态系统-阔叶灌丛</td><td>灌丛生态系统-阔叶灌丛</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>灌丛生态系统-阔叶灌丛</td><td>灌丛生态系统-阔叶灌丛</td></tr>
</table>

图 4.5-7 评价区域灌丛生态系统

（3）草地生态系统

草地生态系统是草丛群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体，是评价区所属区域特殊的气候条件所形成的一种生态系统。评价范围内草地生态系统主要分布在森林生态系统边缘以及河流湿地、农田、道路边缘。

①植被现状：草地生态系统的植被类型以芒草、狗尾巴草、葎草、紫菀等为主。

②动物现状：草地生态系统也是评价区内多种野生动物的主要活动场所，如两栖类中华蟾蜍，爬行类中的草丛石隙型种类，如：中国石龙子等；鸟类中的大多数鸣禽等；兽类的半地下生活性种类，如：草兔等。

③生态系统功能：草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。

草地生态系统-紫菀

草地生态系统-芒草

草地生态系统-狗尾巴草

草地生态系统-葎草草丛

图 4.5-8 评价区域草地生态系统

（4）湿地生态系统

湿地生态系统是指介于水、陆生生态系统之间的一类生态单元。其生物群落由水生和陆生种类组成，物质循环、能量流动和物种迁移与演变活跃，具有较高的生态多样性、物种多样性和生物生产力。主要为河流湿地。

①植被现状：评价区的湿地生态系统内植被主要有喜旱莲子草、再力花、浮萍等。

②动物现状：评价区湿地生态系统中，两栖动物常见的有饰纹姬蛙等水栖型；鸟类主要有小鸦等鸣禽；兽类在湿地生态系统中分布的较少。

③生态系统功能：湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品，而且具有大的环境调节功能和环境效益，在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用。同时，湿地还是重要的遗传基因库，拥有丰富的动植物群落和珍稀的濒危物种。

湿地生态系统-河流	湿地生态系统-河流
湿地生态系统-坑塘	湿地生态系统-坑塘

图 4.5-9 评价区域湿地生态系统

（5）农田生态系统

农田生态系统是由一定农业地域内相互作用的生物因素和非生物因素构成的功能整体，人类生产活动干预下形成的人工生态系统。建立合理的农业生态系统，对于农业资源的有效利用、农业生产的持续发展以及维护良好的人类生存环境都有重要作用。

①植被现状：评价区的农业生态系统的农业植被分为粮食作物和经济作物，其中粮食作物主要有玉米、水稻、红薯、大豆、空心菜、南瓜、甘蓝等；经济作物主要有板栗、柑橘、桃、柿等。

②动物现状：农田生态系统属于人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多生活于此，如鸟类的常见喜鹊、红嘴蓝鹊、家燕等，以及兽类中的部分半地下生活型种类，主要为家野两栖的小型啮齿动物，如：褐家鼠、小家鼠等。

③生态系统功能：农田生态系统的主要功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品及其提供生物能源等。此外，农业生态系统也具有养分循环、水分调剂、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

农田生态系统-水稻

农田生态系统-柑橘

农田生态系统-红薯

农田生态系统-蔬菜

图 4.5-10 评价区域农田生态系统

（6）城镇生态系统

城镇生态系统是一种复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上存在着差别。

①植被现状：评价区内城镇生态系统中自然植被较少，植被类型较为简单，主要为人工栽培的美人蕉、海桐、紫薇、光叶子花、柑橘、柿子、枇杷等。

②动物现状：评价区城镇生态系统动物主要为喜人类伴居的种类，如鸟类中的麻雀、喜鹊、家燕等，兽类的褐家鼠、小家鼠等。

③生态系统功能：城镇生态系统的服务功能主要为提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

城镇生态系统-光叶子花

城镇生态系统-美人蕉

城镇生态系统-紫薇

城镇生态系统-柿

图 4.5-11 评价区域城镇生态系统

4.5.6.3 生态系统质量评价

结合《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999）、《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）、《中国西南地区森林生物量及生产力研究综述》（吴鹏等，2012）和《中国草地植被生物量及其空间分布格局》（朴世龙等，2012）等资料，得知各植被类型的平均生物量；再根据各植被类型的面积，计算得出评价区生物量。

评价区内总生物量约 96536.6t。评价区总生物量最多的为阔叶林和栽培植被，约 90406.2t 和 4777.3t，分别占总生物量的 93.65%和 4.95%，其余分布面积较小，生物量占总比均较小，详见表 4.5-7。

表 4.5-7 评价区各植被类型生物量统计表

植被类型	平均生物量(t/hm²)	面积(hm²)	面积所占比例	生物量(t)	生物量所占比例
针阔混交林	164.63	2.8748	0.25%	473.3	0.49%
阔叶林	178.08	507.672	43.64%	90406.2	93.65%
栽培植被	18.44	259.0705	22.27%	4777.3	4.95%
灌丛	19.76	26.9445	2.32%	532.4	0.55%
草丛	6.79	51.17	4.40%	347.4	0.36%
合计	/	847.7318	72.87%	96536.6	100.00%
备注：不包括水体及其他。					

4.6 地表水环境

本项目新建线路位于北碚区段周围无大型水体，于沙坪坝区一档跨越的主要水体为梁滩河及其支流（西溪河），跨越段非饮用水水源保护区。本项目输电线路跨越一般水体情况详见表 4.6-1 及图 4.6-1。

表 4.6-1 本项目输电线路跨越一般水体情况一览表

编号	名称	跨越处地理位置	水体性质	跨越方式
1	西溪河	凤凰镇八字桥村	暂无水体功能划分，跨越段非饮用水水源保护区	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路#B3~#B4 段一档跨越，不在水中立塔
2	梁滩河	回龙坝镇西溪桥村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	500kV 屏思一线#Y34G~Y35 段一档跨越，不在水中立塔
3		凤凰镇胡南坝村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	500kV 屏思一线#Y33+1~#Y34G 段一档跨越，不在水中立塔
4		凤凰镇杨家庙村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	500kV 屏思一线#Y28G~#29 段一档跨越，不在水中立塔
5		回龙坝镇梁滩桥村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路#N17~#N18 段一档跨越，不在水中立塔
6		回龙坝镇梁滩桥村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	500kV 屏思一线#Y27G~#Y28G 段一档跨越，不在水中立塔
7		回龙坝镇梁滩桥村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	500kV 屏思一线#Y26~#Y27G 段一档跨越，不在水中立塔
8		凤凰镇五福村	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路#N13~#N14 段一档跨越，不在水中立塔
9		回龙坝镇土主街道	V 类水体，跨越段非饮用水水源保护区	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路#N7~#N8 段一档跨越，不在水中立塔

根据《2024 年重庆市生态环境状况公报》，2024 年，全市地表水总体水质为优，74 个国控考核断面水质优良比例为 100%，高于国家考核目标 2.7 个百分点。长江干流重庆段水质为优，20 个监测断面水质均为II类。长江支流总体水质为优，122 条河流布设的 218 个监测断面中，I~III类断面比例为 97.2%；水质满足水域功能的断面占 99.1%。其中，嘉陵江流域 51 个监测断面中，I~III类水质比例为 90.2%；乌江流域 29 个监测断面均达到或优于II类水质。水环境质量满足相应水域标准要求。

5 施工期环境影响评价

5.1 生态影响预测与评价

5.1.1 土地利用影响分析

项目对土地利用的影响主要为塔基施工占地、牵张场、施工道路及跨越场等临时工程占地的影响，桐子湾变电站220kV间隔扩建工程位于站内预留用地，不占用站外土地。电缆利用天马输变电工程建设的电缆通道敷设，本期不新增占地。架空输电线路施工对土地的占用如果发生在作物生长期，则可能会破坏一部分农作物、林地和灌丛，对农、林业生产带来一定损失，也会使其他自然植被遭到一定程度的损伤。但工程临时占地只发生在施工期间，且项目塔基为点状施工，单处施工时间较短，且单处塔基施工结束后，对应的临时占地均可恢复为原有土地利用功能；项目塔基呈点状不连续分布，单个塔基占地面积相对于整个区域而言占比很小，项目施工期占地基本不会改变区域土地利用格局。

5.1.2 陆生植物影响分析

工程建设对评价范围植被的影响主要在于施工占地及施工扰动的影响。施工占地包括塔基施工占地、牵张场、施工道路及跨越场等临时工程占地的影响；施工扰动包括材料运输、场地平整、塔基基础开挖等过程中对附近区域的土壤、植物个体的扰动，以及产生的扬尘、噪声、污水、固废等影响。

1、桐子湾变电站220kV间隔扩建工程

间隔扩建工程均位于站内预留用地内，施工不占用站外土地，对站外植被基本无影响；据调查，桐子湾220kV变电站站内有少量植被，施工结束后实施植被恢复，对植被影响较小。

2、输电线路工程

（1）对植被及植物资源的影响

1）施工占地影响

本工程塔基新增永久占地面积约 1.4304hm^2，均为塔基占地。工程沿线塔基占地主要呈点状

分布，只清除少量塔基范围内的植被，砍伐量相对较少。故施工塔基占地损害植株数量少，且这些植物均为评价区常见种类，因而不会改变沿线林木群落结构，也不会对沿线生态造成系统性的破坏，施工结束后除塔基基脚外的扰动区域可恢复其原有植被。对线路沿线避不开的林区，项目设计时拟采用高跨方式通过，最大程度地减少了对植被的影响。

工程临时占地面积为5.9872hm^2，主要为牵张场、跨越架、临时施工道路、塔基施工场地等区域，根据区域土地利用现状情况，本工程临时占地主要选择荒地、灌草地或林分较差的林地，尽可能减少临时占地面积及对周边植被扰动，且施工结束后可进行植被恢复，基本不影响其原有的土地用途。因此，临时占地会破坏部分自然植被和林木，可能会对生态环境产生一定的影响，但是一般在施工结束后即可恢复。

线路铁塔一般是立在山腰、山脊或山顶，两塔之间的树木顶端距离输电导线相对高差大，一般不需砍伐通道，需砍伐的仅是林区塔基及塔基施工临时占地处的乔灌木，不会造成大幅度的森林面积、森林蓄积量和生物量的减少。

2）施工扰动的影响

①运输扰动

工程建设过程中，塔材等运输将对公路沿路的植被产生扰动。本项目运输主要采用公路联运形式。

工程线路的选择已考虑到材料运输的问题，工程沿线可利用高速、国道以及各省内的省道、县道等，道路附近主要为人工种植的绿化植被，工程运输对附近人工绿化植被扰动影响较小。

②塔基开挖、临时材料堆放等影响

塔基基础开挖，沙石料运输漏撒等容易造成扬尘，对环境空气造成暂时性的和局部的影响，进而影响周边植物。此外开挖对土壤层形成扰动，造成水土流失，临时材料堆放也将改变土壤紧实度，可能会对周边植物产生不利影响。但是这种影响是短暂的，在施工结束后即可逐渐恢复。

③废水、固体废弃物等影响

工程施工过程中将产生一定的生活污水以及施工生产废水，将会对施工区周围水环境造成一定影响。同时，也将产生一定的固体废弃物，对周围环境产生污染，最终影响周围植物的生长发育，但这种影响通过一定的管理措施可以得到减缓，施工过程中废水通过回收利用、固体废物通过收集处理后，工程施工对沿线植被产生影响较小。

④人为活动

施工期，施工人员随意活动、乱砍滥伐、乱堆乱放等行为的发生会对区域内植被造成直接的

损害，需加强施工人员环保意识，严格监管施工人员行为，可降低甚至避免这种影响的发生。

（2）外来入侵植物的影响

项目输电线路工程跨度较大，施工期全线人流、车流量较大，人员出入及材料的运输等传播途径可能带来一些外来物种，外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对当地物种产生一定的排斥，使区域内植被类型受到一定的影响。通过采取严格检查进入施工区车辆和材料、及时销毁外来种等措施，可有效控制这种影响的发生。

（3）对植物多样性影响

本工程对植被的影响主要体现在对塔基周围和线下植物的扰动以及工程塔基开挖对地表植被的破坏。其中对占用的林地，建设单位施工前应按照林业部门的要求办理相关林地恢复补偿，其他区域以常见植物物种和分布广、抗逆性强的草本植物为主，施工期间将对塔基周围植被进行砍伐，会造成植物个体数量减少和生物量损失。但这些乔木物种为广布种或人工栽培种，数量大，不会直接导致植物物种灭绝和种群数量的急剧减少，工程施工对植物多样性的影响较小。

（4）对地方公益林的影响

本工程3基塔占用地方公益林，占用面积比较小，且以乡土树种为主要组成的乔灌木植物群落具有较强的抗干扰能力，通过采取先进的施工工艺、加强环境保护、加强永久使用林地异地植被恢复、加强林木检验检疫和森林防火等措施，对公益林的影响可以降到最低。

5.1.3 陆生动物影响分析

（1）对两栖、爬行类动物的影响

两栖、爬行类动物是迁徙能力较弱的动物类群，它们对环境的依赖性较强。

两栖类主要栖息于水域及其周边，本项目线路塔基均不涉及水域环境，跨越河流处采用一档跨越方式，塔基远离水体，施工期间禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废水、生活污水、固体废物等排入水体，施工活动不会对水质产生明显影响，因此，工程建设施工对两栖类影响较小。

爬行类一般在灌丛和石缝中产卵，繁殖期大都在春夏之际，有些生活在水里，有些生活在陆地上的石缝灌丛中。项目施工对爬行类动物的影响主要发生在塔基土石方工程和布线施工区域，施工活动对爬行类动物栖息地生境造成干扰、破坏，塔基、临时施工道路、牵张跨越场等占地扰动造成生境破碎化趋势增加，导致栖息地功能降低、消失。在这些影响的共同作用下，部分爬行类动物被迫迁移到周边适宜生境，必然对有限的生态位和生存资源开展竞争，从而加大了环境压力，改变了食物链某些环节的强度，导致处于某些层次上的生物数量减少甚至消失。但从大范围

来看，输电线路属于线性工程点状施工，仅在塔基附近造成极小范围的片状改变，且施工较为分散，因此没有显著改变爬行类动物在该区域的大生境条件，对生境连通性影响较小。施工活动结束后，随着自然生态环境的恢复和重建，工程建设对爬行类动物的影响逐步消失。

（2）对兽类的影响

输电线路杆塔施工及架线施工对于兽类的影响主要体现在两个方面：一是施工区植被的破坏导致兽类栖息地、觅食地的质量下降及适宜栖息地的丧失；二是施工过程中钻孔、机械作业等产生的噪声、灯光以及施工人员各种高频度的活动带来的干扰等，使得部分地区或者周边环境状况发生改变，迫使兽类迁移，从而侵占其他兽类在该区域的生态位。

本项目线路单塔施工时间较短，施工点分散，各塔基点占地面积小，夜间不施工，且兽类具有较强的迁移能力、适应能力和躲避干扰的能力，使其避免施工造成的直接伤害；线路塔基施工结束后对占地采取植被恢复等措施，原有栖息地生态条件得以重建，生境破碎化因素消除，迁移或迁徙至他处的兽类可能会回归。因此本项目建设对兽类的短期影响不可避免，但长期影响很小，不会使它们的种类和数量发生明显波动。

（3）对鸟类的影响

塔基建设和施工人员活动造成的干扰和破坏，可能造成鸟类领地范围的改变、生态位的占有、栖息地功能减弱及丧失，一部分鸟类迁徙或进行生存选择。施工活动产生的噪声会惊扰鸟类，由于大多数鸟类会通过飞翔和短距离的迁徙来避免伤害，且本工程塔基施工点比较分散，所以工程建设对鸟类的影响不大。夜间不施工，以减少灯光照射和施工噪声对鸟类的影响。施工结束后，植被恢复、生境重建使得区域隔绝消失，栖息地功能恢复，影响鸟类生存竞争的人为因素消失，在工程区活动的鸟类会重新分布，因此本工程对鸟类的长期影响较小。

（4）对水生动物的影响分析

本项目无涉水工程，输电线路跨越河流处采用一档跨越方式，塔基远离水体，施工期间禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废水、生活污水、固体废物等排入水体，施工活动不会对水质产生明显影响，工程建设对水生生境、水生生物无影响。

综上所述，本项目的建设对沿线区域野生动物影响很小且影响时间较短，这种影响将随着施工的结束和临时占地植被的恢复而缓解、消失，不会对野生动物的生存造成威胁，也不会破坏其生境。

5.1.4 重要物种影响分析

5.1.4.1 对重要植物的影响

（1）重点保护野生植物

根据相关资料记录和野外调查结果，依据《国家重点保护野生植物名录》（2021年版）、《重庆市重点保护野生植物名录》（渝林规范〔2023〕2号）、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷（2020）》确定，评价区分布有少量银杏（*Ginkgo biloba*），一般为栽培种，不属于国家重点保护野生植物范畴。

（2）古树名木

本次通过收集主管部门已有统计数据及现场调查，在评价范围内未发现有古树名木。

5.1.4.2 对重要动物的影响

根据资料查询，在评价范围内有重庆市级重点保护野生动物3种（黄鼬、乌梢蛇、王锦蛇）。活动能力均较强，活动范围较大，在施工噪声、振动、人为活动等因素刺激下，能迅速作出规避反应，因此项目建设对保护动物的影响较小。项目施工活动结束后，随着自然生态的恢复和重建，项目建设对重点保护动物的影响将逐步消失。

输电线路的杆塔较为高大可能会对线路附近的鸟类的迁徙和飞行造成一定的影响，它们一般具有很好的视力，很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约100～200m的距离下避开，并且本项目采用导线直径较粗，容易被观察到，因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。

5.1.5 生态系统影响分析

按照《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ1166-2021）对评价范围的生态系统划分，根据对评价范围内建群种生活型、群落外貌、土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，评价范围生态系统共7种，分别为森林生态系统、农田生态系统、城镇生态系统、湿地生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统以及裸地。

（1）对森林生态系统的影响分析

评价区森林生态系统广泛分布。拟建工程沿线植被良好，森林生态系统较为完整。因此施工期输电线路架设塔基、空中架线时不可避免地对森林生态系统产生影响：

1）直接占地影响：工程施工塔基建设将占用林地，导致林地面积的减少，间接地占用森林中动物的生境，使其远离施工区域。

2）在施工期间，工作人员、工程建筑材料及其车辆的进入，可能将外来物种带入施工区域，

外来物种比当地物种能更好地适应和利用被干扰的环境，可能会导致森林生态系统内原有物种的衰退。与此同时，施工活动等也会影响系统中动物的栖息、觅食、繁殖等。

3）施工产生的扬尘和噪声：施工产生的扬尘等会使森林环境变差，影响植物光合作用和呼吸作用；施工噪声将对森林鸟类以及兽类产生一定驱赶作用。

4）施工人员的活动等也会破坏周边森林环境，如对沿线植被乱砍滥伐，随意践踏；开挖土方乱堆乱放、生活垃圾随意堆放等占压林地，毁坏植被；野外用火管理不善、防火意识淡薄等也会对森林资源造成很大的危害。

由于输电项目在山区架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，其中临时占地在施工结束后会及时进行植被恢复，少量的林木砍伐、修剪不会改变森林生态系统的群落演替，也不会对沿线森林生态系统环境造成系统性的破坏。

（2）对农田生态系统的影响分析

工程施工期，工程对农业生产的影响主要来自塔基的永久占地、塔基基础施工、临时施工道路、牵张场以及跨越场等临时占地。塔基基础的开挖，占地处的农作物将被清除，使农作物产量减少；另外塔基挖掘、土石的堆放、人员的践踏、施工机具的碾压，亦会伤害部分农作物，同时还会伤及附近植物的根系，影响农作物的正常生长。固体废物随意堆放也会对农业生态系统中的农作物及动物生境造成一定的不利影响。但由于农田生态系统的占地面积较小，影响相对较小。临时占地及塔基处空地可以进行后期复耕，使得工程对农业生态系统结构的影响较小。

（3）对城镇生态系统的影响分析

本项目输电线路塔基已尽量避开了人员居住较为密集的区域。本项目对城镇生态系统的影响主要体现在施工期施工人员的生活污水、生活垃圾、施工产生的建筑垃圾以及施工机械运行产生的废气、噪声对环境、人群的影响。施工前，加强对施工人员进行环保意识的宣传教育。施工期间，施工人员生活污水可利用当地的污水处理设施进行处理，不直接排入周围环境；施工废水经沉淀后回用不外排；施工人员生活垃圾及时清运至周边垃圾回收点；建筑垃圾委托经核准从事建筑垃圾运输的单位运送至指定收纳场地，不得随意堆放；通过采取上述措施后，本项目施工建设对沿线村落等环境的影响是可接受的。

（4）对湿地生态系统的影响分析

评价区水系有梁滩河等，工程对湿地生态系统的影响主要如下：

1）塔杆基础的开挖、塔杆组立、架线等施工过程中洒落的路基填土、边坡防护不及时导致的水土流失等都会对评价区的河流水质产生影响。

2）施工期和运营期产生的噪声、灯光等会破坏湿地中野生动物的正常栖息、繁殖和使栖息地环境恶化；将降低湿地生态系统的生物多样性。

3）施工产生的水土流失对拟建沿线的河流等水域将产生不利的影响。如增加水的浊度，影响水质等。水土流失向水域内输入了大量泥沙和氮、磷等物质，造成水体污染，改变水生生物栖息环境，影响其生存。

本项目输电线路均采用一档跨越河流，不在水体中立塔，因此拟建项目对湿地生态系统影响较小。施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，施工期避免或尽量减少垃圾和污水的排放，做好水土保持工作，拟建项目对评价区内的湿地生态系统影响可控。

（5）对灌丛生态系统的影响分析

评价区内灌丛主要分布在森林生态系统边缘以及道路边缘等。输电项目对该系统主要是占地的影响。

1）占地影响：工程塔基建设将永久占用部分灌丛，导致灌丛面积减少。工程施工期间，将临时占用部分灌丛，占用面积较小，且可能受影响的植物多为常见种，因而影响较小。

2）工程占用灌丛将间接影响部分动物的觅食；施工扬尘以及机械排放的废气附着在植被的叶面上将导致植物的光合作用减弱，同时也会威胁到动物的生存；施工噪声将对森林鸟类以及兽类产生一定的驱赶作用。

3）施工人员的活动包括施工和生活、机械操作、不文明施工等也会造成对周边灌丛的破坏，区域内塔基处植被较稀疏，且由于架设塔基较分散，塔基占地以及施工占地面积较小，因此工程对灌丛生态系统的影响较小。

（6）对草地生态系统的影响分析

本项目对该系统的影响主要体现在工程永久占地、临时占地以及施工活动带来的影响。

施工人员的活动包括施工和生活、机械操作、不文明施工等可能会碾压部分草地，导致草地面积的较少，如对沿线草地随意践踏，开挖土方乱堆乱放占压草地，生活垃圾处理不善等。施工扬尘以及机械排放的废气附着在草原植被的叶面上将导致植物的光合作用减弱，同时也会威胁到以草为食的动物的生存；施工噪声将对鸟类以及兽类产生一定的驱赶作用。输电线路塔基较分散，临时施工占地面积较小，因此工程对草地生态系统的影响较小。

5.2 声环境影响分析

5.2.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

5.2.1.1 施工噪声源分析

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程在前期预留场地内进行，施工主要以人力、小型机械设备施工为主，设备噪声源主要包括运输车辆的交通噪声以及设备安装施工中各种机具的设备噪声。

5.2.1.2 施工噪声影响分析

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程施工均位于变电站站内，施工量较小，间隔扩建工程施工时间短，不涉及大型施工机械，产生的施工噪声较小，经围墙阻隔后对周围声环境的影响很小。

5.2.2 输电线路工程

5.2.2.1 施工噪声源分析

线路工程施工期主要在线路基础开挖施工、架线、设备安装、拆除导线、杆塔及基础等过程中产生施工噪声，主要噪声源有混凝土输送泵、混凝土振捣器、重型运输车、液压挖掘机、螺旋钻孔机、商砼搅拌车、风镐、移动式发电机及牵张机等

表5.2-1 主要施工机械噪声声源

施工场地	设备名称	距设备距离（m）	A 声级 dB(A)
塔基	混凝土输送泵	5	88
	混凝土振捣器	5	80
	重型运输车	5	82
	液压挖掘机	5	82
	螺旋钻孔机	5	88
	商砼搅拌车	5	85
	风镐	5	88
	移动式发电机	5	95
牵张场	牵张机	5	65
	移动式发电机	5	95

备注：数据参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），螺旋钻孔机源强参考风镐的源强；牵张机源强一般较小，数据来源于资料检索。

5.2.2.2 施工噪声影响分析

输电线路施工期间噪声影响较大阶段主要为基础施工阶段，产生不利影响的时间为高噪声机械设备运行期间。本项目输电线路施工期声环境影响采用模型预测法进行声环境影响分析。

施工期噪声对周围声环境的影响按照点声源随距离增加而引起发散衰减模式进行预测，在没有隔声屏障等措施的情况下，计算方法及公式参照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4

-2021）中“附录A中A.3.1点声源的几何发散衰减”相关规定。

户外声传播衰减包括几何发散（A_{div}）、大气吸收（A_{atm}）、地面效应（A_{gr}）、屏障屏蔽（A_{bar}）、其他多方面效应（A_{misc}）引起的衰减。在只考虑几何发散衰减时，预测点 r 处的 A 声级为：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20lg(r/r_0)$$

式中：$L_p(r)$—预测点处的声压级，dB；

$L_p(r_0)$—参考位置 r_0 的声压级，dB；

r_0—参考位置距声源间的距离，m；

r—预测点距声源的距离，m。

$$Leq = 10\ lg\ (10^{0.1Leqg} + 10^{0.1Leqb})$$

式中：*Leq*——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB；

Leqb——预测点的背景值，dB。

根据施工使用情况，利用表 5.2-1 中主要施工机械噪声声源参数开展预测，计算出不同距离处施工噪声排放值。

5.2.2.3 预测结果

在塔基、牵张场施工场地内的所有施工机械同时施工的最不利情况下，所产生的噪声叠加后预测对某个距离的总声压级来分析项目施工期噪声对周围环境及声环境保护目标的影响。所有施工机械同时使用时（预设拆除原塔基和新建塔基基础施工同时进行的最不利情况）不同距离处的噪声贡献值具体见表5.2-2。

表5.2-2 不同距离处的噪声贡献值 单位：dB（A）

施工场地	距施工机械距离（m）								
	5	10	20	40	89	120	200	500	680
塔基	97.6	91.6	85.6	79.6	72.6	**70.0**	65.6	57.6	**55.0**
牵张场	95.0	89.0	83.0	76.9	**70.0**	67.4	63.0	**55.0**	52.3

从表 5.2-2 的预测结果可知，考虑夜间禁止施工、昼间所有施工机械同时使用时，在无任何隔声措施的最不利情况下，距离塔基施工场地 120m、距离牵张场施工场地 89m 贡献值可分别小于《建筑施工场界环境噪声排放标准》中昼间排放标准（70dB（A））；距离塔基施工场地 680m、距离牵张场施工场地 500m 贡献值才可小于《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类昼间标准限值要求（55dB（A））。施工期受施工噪声影响的声环境保护目标主要为塔基施工区以及牵张场周边的民房等，为降低线路施工期对周边声环境的影响，本评价提出以下噪声防治环保措施：

①要求施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受生态环境部门的

监督管理；

②施工机械设备噪声水平应满足国家相关标准，优先采用低噪声施工设备，或采用带隔声、消声设计的设备，控制噪声源强；鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》（工业和信息化部 生态环境部 住房和城乡建设部 市场监管总局，公告2024年40号）中的施工设备；

③施工期应加强设备的运行管理，使其保持良好的运行状态，从源头上控制施工噪声对周边环境的影响；

④制定施工计划，合理安排施工时间，优选低噪声施工作业方式，减少机械尤其是高噪声机械设备的使用，避免高噪声设备同时施工；

⑤优化施工布局，施工机械设备尽量远离密集居民区，必须在居民区附近施工时，施工前应提前公告附近居民，优化施工时间，夜间不施工；

⑥运输车辆经过项目附近居民区时，应采取限速、禁止鸣笛等措施，在靠近施工点时，尽量采取人力运输施工材料；

⑦建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任；在项目开工前，施工单位应当制定噪声污染防治实施方案；建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。

在采取以上措施后，项目施工期对周边区域声环境质量的影响可以得到有效控制，且因项目单个施工场地的施工期较短，施工结束后影响也将消失。

5.3 施工扬尘分析

5.3.1 主要污染源分析

工程施工期施工扬尘主要来自于以下几个方面：①土石方的开挖、回填会破坏原有地表，在干燥天气尤其是大风条件下容易造成扬尘；②施工现场内车辆行驶扬尘以及施工材料及渣土料运输过程中产生扬尘。由于扬尘源多且分散，属于无组织排放；同时，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

5.3.2 施工扬尘影响分析

施工扬尘源高一般在1.5m以下，可能对周围50m以内的局部地区产生暂时影响，变电站间隔扩建施工扬尘影响主要在站区施工范围内，线路施工扬尘范围主要在塔基附近。由于各分散施工点的施工量小，使得施工扬尘呈现时间短、扬尘量及扬尘范围小的特点，在施工过程中应贯彻文明施工的原则，采取及时洒水降尘等措施后，施工扬尘对周围环境保护目标的影响较小，且在土建工程结束后即可恢复。

5.4 固体废物环境影响分析

5.4.1 主要污染源分析

项目施工期间所产生的固体废物主要为施工人员的生活垃圾、土石方及建筑垃圾、拆除的铁塔及导地线等。

5.4.2 环境影响分析

（1）生活垃圾

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工人员按 10 人考虑，施工期间生活垃圾产生量共计约 5kg/d，生活垃圾利用桐子湾 220kV 变电站站内现有垃圾箱收集后，定期送入环卫系统处理。

输电线路施工人员按高峰期 50 人考虑，施工期间生活垃圾产生量共计约 25kg/d，线路施工人员施工期间租住当地民房，产生的生活垃圾纳入当地生活垃圾收集处理系统，施工现场生活垃圾定点收集，由施工人员袋装带出施工场地，放置于附近村镇垃圾回收点处理。

（2）土石方及建筑垃圾

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程开挖土方尽量回填，拟产生基槽余方共约20m^3，及时运至指定消纳场；塔基施工时剥离的表土全部用于回覆，塔基开挖产生的土石方部分回填至施工区域，产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填。

本工程拆除的原有线路塔基基础按照标准施工工艺要求，清除至地下0.8m 左右的混凝土，然后进行覆土以满足后续建设、绿化或耕种的要求，拆除塔基产生的建筑垃圾运至建筑垃圾消纳场。

（3）拆除的铁塔及导地线等材料

线路工程拆除的铁塔和导地线等材料交由电力公司物资回收部门进行统一调配，不随意丢弃。

在采取以上环境保护措施后，项目施工固体废物对周边环境的影响可以得到有效控制。

5.5 地表水环境影响分析

5.5.1 主要污染源分析

施工期废水主要为施工作业产生的少量施工废水和施工人员的生活污水。

5.5.2 施工期水环境影响分析

（1）生活污水环境影响分析

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工人员按 10 人考虑，生活污水产生量约为 1.0m^3/d；间隔扩建施工期间，施工人员产生的生活污水利用站内已建生化池处理，施工人员另外租赁变电站周边民房作为施工营地，产生的生活污水纳入当地污水处理系统，对周边水环境影响较小。

输电线路施工高峰期人数约 50 人，生活污水产生量约为 7.5m^3/d；输电线路为点状施工，施工活动随线路路径移动，施工人员根据施工作业地点租赁周边民房作为施工营地，产生的生活污水纳入租住民房的当地污水处理系统，且生活污水随着施工的结束而结束，对周边水环境影响较小且较为短暂。

（2）施工废水环境影响分析

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程的开挖量较小，施工废水产生量较小，将施工废水收集后经简易沉淀池沉淀后用于场地洒水降尘，对周边环境影响较小。

输电线路基础施工产生施工废水；雨水冲刷施工裸露地面、临时堆土、施工固废等，产生含泥浆雨水，进入水体将提升其悬浮物浓度；塔基施工场地内应设置简易沉淀池对生产废水进行澄清处理，经沉淀后废水部分可回用于施工现场洒水抑尘；施工单位使用柴油发电机时应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。采取以上措施后，项目施工废水对周边水环境影响较小。

（3）线路跨越水体的环境影响分析

本项目线路沿线对一般河流水体均采取一档跨越的方式，不在水体中立塔。在跨越水体施工时应采取如下措施：①施工场地要尽量远离水体，并划定明确的施工范围，不得随意扩大，施工临时道路要尽量利用现有的农耕路、步行道。②施工时应先设置拦挡措施，后进行工程建设。③施工中临时堆土点应远离跨越的水体。④基础钻孔或挖孔的渣不能随意堆弃。⑤合理安排工期，抓紧时间完成施工内容，避免雨天施工。在采取上述水环境保护措施后，本项目建设对跨越的水体和附近区域地表水环境影响较小。

6 运行期环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），本项目电磁环境影响评价等级为一级。

6.1 电磁环境影响预测与评价

6.1.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程电磁环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目变电站间隔扩建工程的电磁环境影响预测应采用类比监测的方式。

（1）类比对象选择

根据电磁场分布及衰减理论：工频电场强度主要取决于电压等级及关心点与源的距离，并与环境湿度、植被及地理地形因子等屏蔽条件密切相关；工频磁感应强度主要取决于电流强度及关心点与源的距离。从严格意义讲，具有完全相同的设备型号（决定了电压等级及额定功率、额定电流强度等）和完全相同布置情况（决定了距离因子）是最理想的，然而实际情况是，工频电场的类比条件相对容易实现，因为变电站主变设备和母线电压是基本稳定的，不会随时间和负荷的变化而产生大的变化，但是产生工频磁场的电流却是随负荷变化而有较大的波动。根据以往对 220kV 变电站的电磁环境的类比监测结果，220kV 变电站周围的工频磁感应强度远小于 100μT 的标准限值，而 220kV 变电站围墙外进出线处的工频电场较大。因此主要针对工频电场选取类比对象。

综合考虑建设规模、电压等级、主变容量、总平面布置、占地面积、电气形式、母线形式、环境条件及运行工况等条件，结合上述类比对象选择原则，本评价选择了濠州 220kV 变电站已投运 220kV 间隔作为本期间隔扩建达标类比对象，同时为了类比电磁衰减规律，选取了曾都 220kV 变电站作为电磁衰减断面类比对象。

（2）类比对象的可比性分析

本评价选取 220kV 濠州变电站已投运间隔进行类比，变电站的基本情况对比见表 6.1-1。

表 6.1-1 本项目间隔扩建变电站与类比变电站类比情况分析表

项目名称	本项目变电站	220kV 濠州变电站	可比性分析
电压等级	220kV	220kV	一致
主变容量	2×180MVA	2×180MVA	一致
变电站电气形式	户外 GIS	户外 GIS	一致
220kV 进线方式	架空进线	架空进线	一致
110kV 出线方式	电缆出线	架空出线	本项目优
围墙内占地面积（m^2）	约8026	约9300	类似
平面布置	西北侧为220kV 配电装置，东南侧为110kV 配电装置，主变压器布置在站区中部。	西南侧为220kV 配电装置区，东北侧为110kV 配电装置区，主变压器布置在站区中部。	类似
主变距最近围墙距离	约27m	约31m	类似
配电装置距最近围墙距离	约5m	约4m	类似
四周环境	城郊	城镇工业环境	一致
运行工况	运行电压已达到设计额定电压等级，变电站运行正常	运行电压已达到设计额定电压等级，变电站运行正常	一致

由表 3-24 对比资料可以看出，220kV 濠州变电站与本项目间隔扩建 220kV 桐子湾变电站电压等级、电气形式、220kV 进线方式均相同，围墙内占地面积、平面布置、主变距最近围墙距离和配电装置距最近围墙距离相似，但本项目变电站 110kV 采用电缆出线更远，本项目更优，监测期间类比变电站运行电压已达到设计额定电压等级，运行正常，可以反映变电站正常运行情况下的电磁水平，因此具有较好的可比性。

（3）类比变电站间隔扩建处监测布点情况

在 220kV 濠州变电站已投运 220kV 间隔处布设一个监测点位，监测点位距地面 1.5m 高处工频电场、磁感应强度，监测点位情况见图 6.1-1。

（4）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

（5）类比监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

（6）类比监测仪器

SEM-600 电磁辐射分析仪，监测期间在仪器检定有效期内。

（7）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-2，运行工况见表6.1-3。

表 6.1-2 监测环境条件

监测日期	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2024.9.4	25~34	58~63

表 6.1-3 监测期间运行工况

主变/线路名称	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）
220kV 濠州变#1 主变	225.91~229.12	28.02~169.37	8.21~65.86
220kV 濠州变#2 主变	225.85~229.07	10.35~196.88	-73.38~54.69
220kV 濠嘉 4V75 线	225.89~227.98	180.39~226.90	71.65~88.86

（8）类比监测结果分析

220kV 濠州变电站已投运的 220kV 濠嘉 4V75 线间隔处工频电场、磁感应强度监测结果见表 6.1-4。

表 6.1-4 工频电场、磁感应强度监测结果

测点位置	离地 1.5m 处测量结果	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
濠州 220kV 变电站西南侧围墙外 5m 处（220kV 濠嘉 4V75 线出线间隔处）	1050.7	0.610

在监测期间运行工况下，220kV 濠州变正常运行的 220kV 间隔围墙外测点处的工频电场强度为 1050.7V/m，工频磁感应强度为 0.610μT，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 公众曝露限值要求，且有较大的环境域度。本项目拟扩建间隔测点处的 746.1V/m、工频磁感应强度为 0.2604μT，即便考虑间隔扩建后的叠加影响，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 公众曝露限值要求。

（9）变电站衰减断面监测结果及分析

本评价选取 220kV 曾都变电站对变电站断面衰减变化进行分析说明。

220kV 曾都变电站站内东侧为 110kV 配电装置，南侧为主控综合楼与进站大门，西侧为 220kV 装置区，主变布置在站区中部，总平面布置与本项目相似；电气形式为户外 AIS 组合，较本项目更为不利。

2017 年 7 月 31 日，湖北博润雅检测科技有限公司对 220kV 曾都变电站的电磁环境进行了监测。监测工况见表 6.1-5，监测结果见表 6.1-6。

表 6.1-5 220kV 曾都变电站监测期间运行工况

主变	电压（kV）	电流（A）	有功（MW）	无功（Mvar）
1#主变	228.81	122.31	47.16	10.19
2#主变	228.74	122.31	47.16	13.12

表 6.1-6 220kV 曾都变电站衰减断面电磁场强度监测结果统计表

与围墙的距离	电场强度（V/m）	磁感应强度（μT）
5m	159.14	0.0376
10m	71.07	0.0295
15m	56.58	0.0253
20m	28.33	0.0261
25m	16.69	0.0237
30m	9.78	0.0228
35m	6.66	0.0219
40m	6.49	0.0216
45m	7.73	0.0229

注：因变电站西侧为 220kV 配电装置，西侧围墙外受多回 220kV 架空线路的影响，因此断面监测点选择了南侧围墙外中间的监测点处。

根据监测结果，220kV 曾都变电站外工频电场强度、磁感应强度整体上均随距离的增加而快速减小。

（10）变电站电磁环境影响预测分析及评价

通过与 220kV 濠州变正常运行的 220kV 间隔的类比监测结果分析，可以预测本工程间隔扩建建成运行后，变电站四周围墙外电磁环境均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的限值要求：工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT。

同时，根据 220kV 曾都变电站的断面监测数据可知，变电站围墙外电磁环境随距离的增加，电场强度和磁感应强度均快速降低。本项目变电站也符合这一规律，由此可知，本项目间隔扩建投运后变电站厂界外更远处的电磁环境也能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的限值要求。

6.1.2 架空输电线路电磁环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目架空线路的电磁环境影响预测应采用类比监测和模式预测结合的方式。

6.1.2.1 类比分析

类比对象应引用与本工程类似的电压等级、建设规模、架设型式及环境条件等相似的工程。

（1）500kV 单回路架空线路

1）类比对象

本次评价选择 500kV 茅斗 5265 线作为 500kV 单回架空线路类比对象，500kV 茅斗 5265 线与本项目新建 500kV 架空线路的可比性分析详见表 6.1-7。

表 6.1-7 本项目新建 500kV 线路与类比线路对比情况一览表

项目	500kV 茅斗 5265 线（类比对象）	新建 500kV 单回架空线路	可比性分析
电压等级	500kV	500kV	一致
架设型式	单回	单回	一致
导线排列	三角排列	三角排列	一致
导线型号	4×JL/G1A-630/45	4×JL3/G1A-400/35	本项目导线截面积较类比线路更小，产生的电磁环境影响更小，本项目优。
导线直径	33.8mm	26.8mm	
导线分裂数	4 分裂	4 分裂	一致
导线分裂间距	450mm	450mm	一致
导线对地最低高度	18m（线高，监测断面处）	19m	本项目优
地理位置	江苏省无锡市	重庆市沙坪坝区	/
气候条件	亚热带季风海洋性气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 500kV 线路导线对地高度根据平断面图读取。

由上表可知，本项目输电线路与类比工程电压等级、架设型式、导线排列方式、分裂数、分裂间距相同，本项目导线截面积较类比线路更小、线高更高，产生的电磁环境影响更小，线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性，类比工程选择该线路是合理和可行的。

2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

3）类比监测方法

交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

4）类比监测仪器

NBM550 工频场强仪，监测期间在仪器检定有效期内。

5）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-8，运行工况见表6.1-8。

表 6.1-8 监测环境条件

监测日期	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2017.12.11	-3~14	47~69

表 6.1-9 监测期间运行工况

名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
500kV 茅斗 5265 线	2017.12.11	512.17~513.05	928.15~1231.68

6）类比监测布点

类比线路监测以塔间线路弧垂最低位置横截面上，距杆塔中央连线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，距杆塔中央连线对地投影点 15m 内间距 1m 进行局部加密监测、15m

之后间距 5m，顺序测至杆塔中央连线对地投影外 55m 处止，分别测量离地 1.5m 处的电场强度及磁感应强度。

7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.1-10。

表 6.1-10 500kV 茅斗 5265 线工频电场、工频磁场监测结果

序号	点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	500kV 茅斗 5265 单回线路#103~#104 塔间弧垂最低位置横截面上，距杆塔中央连线对地投影（500kV 导线对地高度为 18m）	0m	2257.8	3.451
2		1m	2340.8	3.366
3		2m	2363.6	3.330
4		3m	2603.0	3.256
5		4m	2636.6	3.143
6		5m	2620.0	3.064
7		6m	2737.4	2.944
8		7m	2881.4	2.847
9		8m	2927.2	2.713
10		9m	2942.0	2.627
11		10m	2958.8	2.528
12		11m	3049.0	2.426
13		12m	2914.4	2.275
14		13m	2915.8	2.179
15		14m	2641.4	2.064
16		15m	2439.0	1.968
17		20m	1849.6	1.602
18		25m	1341.6	1.304
19		30m	1036.8	1.060
20		35m	860.2	0.856
21		40m	608.3	0.720
22		45m	458.2	0.596
23		50m	342.4	0.517
24		55m	261.9	0.461

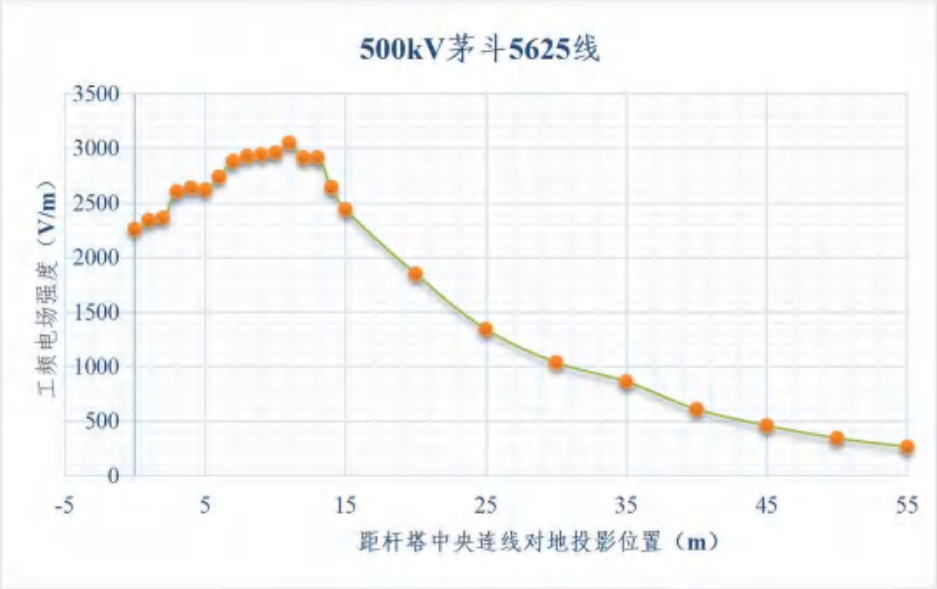


图 6.1-2 500kV 茅斗 5265 线工频电场强度随距离的变化趋势

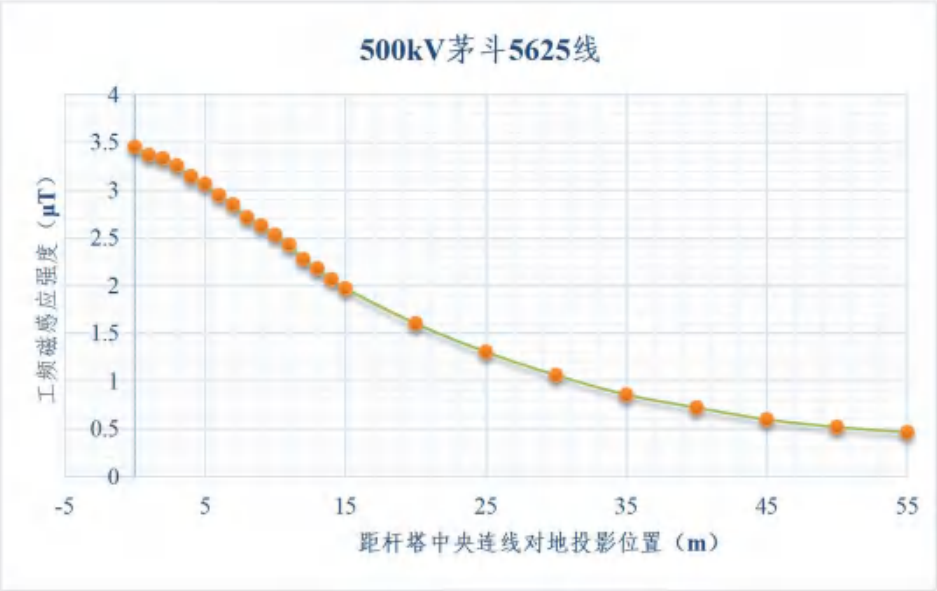


图 6.1-3 500kV 茅斗 5265 线工频磁感应强度随距离的变化趋势

由类比监测结果可以看出，类比输电线路 500kV 茅斗 5265 线工频电场强度最大值出现在距线路中心 11m 处，为 3049.0V/m，此后随着离开中心线距离的增加工频电场强度逐渐降低；工频磁感应强度最大值出现在杆塔中央连线对地投影点处，为 3.451μT，此后，工频磁感应强度随着距离线路中心水平距离的增加逐渐降低。类比线路各监测测点处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

根据类比分析结果，本工程 500kV 单回线路建成后，输电线路运行产生的工频电场和工频磁场可以满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的限值要求，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

（2）220kV 同塔双回架空线路

1）类比对象

本次评价选择 220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线作为 220kV 双回架空线路类比对象，220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线与本项目新建 220kV 架空线路的可比性分析详见表 6.1-11。

表 6.1-11 本项目新建 220kV 线路与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线（类比对象）	新建 220kV 双回线路		可比性分析
电压等级	220kV	220kV		一致
架设型式	双回	双回		一致
导线排列	垂直排列	垂直排列		一致
导线型号	2×JL/G1A-630/45	2×JL3/G1A-400/35（220kV 屏桐东西线迁改）	2×JL3/G1A-630/45（桐子湾~科学城段）	桐子湾~科学城段导线截面积与类比线路一致；220kV 屏桐东西线迁改段导线截面积较类比线路更小，产生的电磁环境影响更小，本项目优。
导线直径	33.80mm	26.80mm	33.80mm	
导线分裂数	双分裂	双分裂	双分裂	一致
导线分裂间距	400mm	450mm	500mm	类似
导线对地最低高度	11m（线高，监测断面处）	20m	15.6m	本项目优
地理位置	安徽省六安市	重庆市沙坪坝区		/
气候条件	亚热带季风气候	亚热带季风性湿润气候		/

备注：本项目新建 220kV 线路导线对地高度根据平断面图读取。

由上表可知，本项目输电线路与类比工程电压等级、架设型式、导线排列方式、导线分裂数相同；桐子湾~科学城段导线截面积与类比线路一致，220kV 屏桐东西线迁改段导线截面积较类比线路更小，产生的电磁环境影响更小，本项目优；导线分裂间距类似；本项目对地最低高度更高，本项目优。因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性，类比工程选择该线路是合理和可行的。

2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

3）类比监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

4）类比监测仪器

NBM550 场强仪，监测期间在仪器检定有效期内。

5）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-12，运行工况见表6.1-13。

表 6.1-12 监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2019.4.12	晴	11~21	48~67

表 6.1-13 监测期间运行工况

名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 挥桥 2V21 线	2019.4.12	226.98~231.91	11.40~502.24
220kV 挥桥 2V22 线		226.95~230.78	13.06~547.59

6）类比监测布点

类比线路监测以塔基弧垂最低位置横截面上，距两杆塔中央连线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，距杆塔中央连线对地投影点 10m 内间距 1m 进行局部加密监测、10m 之后测点间距 5m，顺序测至线路杆塔中央连线对地投影外 55m 处止，分别测量离地 1.5m 处的电场强度及磁感应强度。

7）类比结果及分析

类比监测结果见表 6.1-14。

表 6.1-14 220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线工频电场、工频磁场监测结果

序号	点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线#58~#59 塔间弧垂最低位置横截面上，距两杆塔中央连线对地投影（弧垂对地高度为 11m）	0m	2511.0	0.245
2		1m	2622.6	0.254
3		2m	2723.2	0.249
4		3m	2757.8	0.245
5		4m	2733.0	0.234
6		5m	2692.2	0.226
7		6m	2543.4	0.214
8		7m	2375.2	0.196
9		8m	2162.2	0.185
10		9m	1886.8	0.170
11		10m	1613.6	0.159
12		15m	607.8	0.106
13		20m	240.6	0.085
14		25m	180.9	0.069
15		30m	150.5	0.059

16		35m	130.2	0.043
17		40m	123.8	0.037
18		45m	112.6	0.031
19		50m	98.5	0.028
20		55m	88.3	0.024

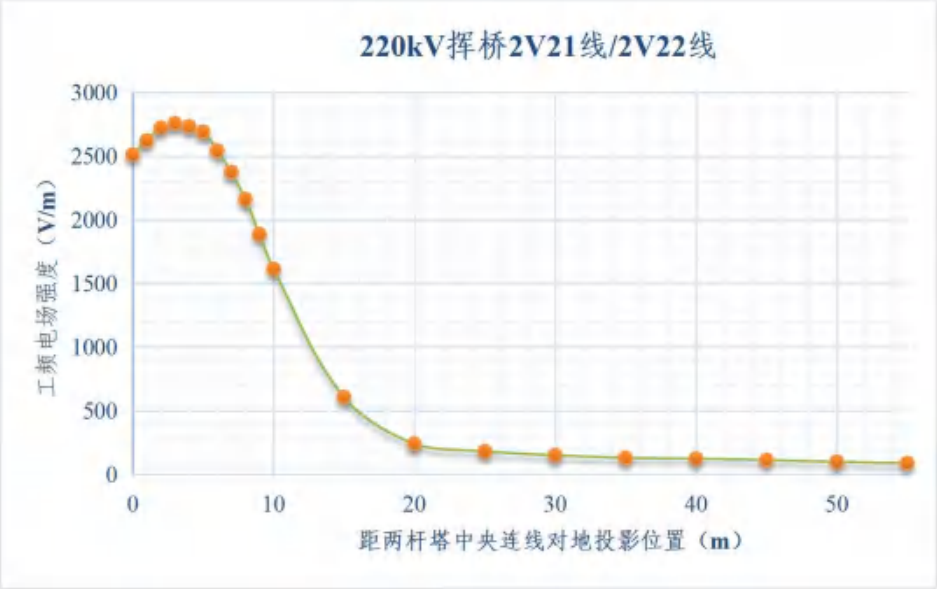


图 6.1-4 220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线双回线路工频电场强度随距离的变化趋势

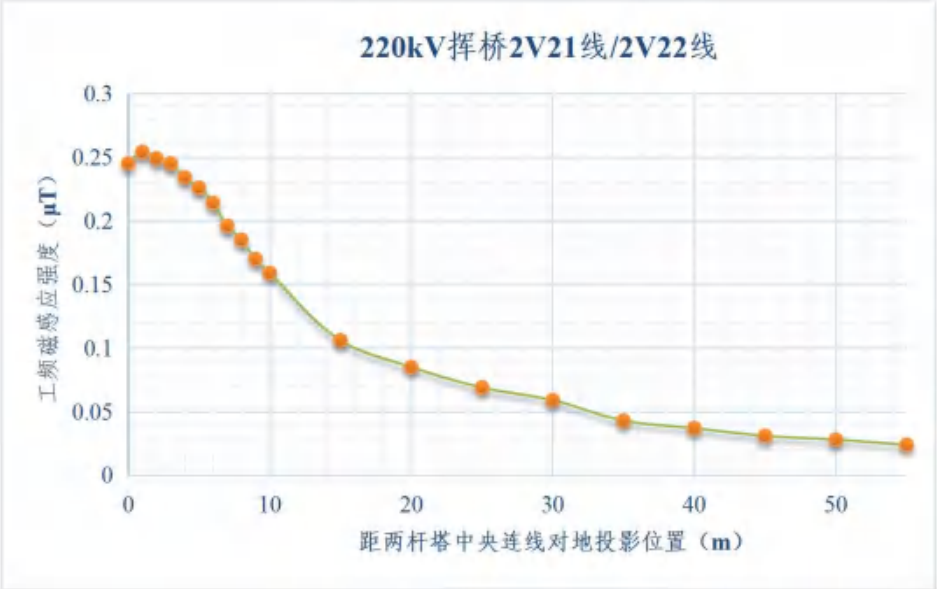


图 6.1-5 220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线双回线路工频磁感应强度随距离的变化趋势

由类比监测结果可以看出，类比输电线路 220kV 挥桥 2V21 线/2V22 线工频电场强度最大值出现在距杆塔中央连线对地投影 3m 处，为 2757.8V/m，此后随着距杆塔中央连线对地投影距离的增加工频电场强度逐渐降低；工频磁感应强度最大值出现在距杆塔中央连线对地投影 1m 处，

为 0.254μT，此后，工频磁感应强度随着距杆塔中央连线对地投影距离的增加逐渐降低。类比线路各监测测点处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

根据类比分析结果，本工程 220kV 双回线路建成后，输电线路运行产生的工频电场和工频磁场可以满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的限值要求，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

（3）220kV/110kV 混压四回架空线路

1）类比对象

本次评价选择 220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线作为 220kV/110kV 混压四回架空线路类比对象，220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线与本项目 220kV/110kV 混压四回架空线路的可比性分析详见表 6.1-15。

表 6.1-15 本项目新建 220kV/110kV 四回线路与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线	新建 220kV/110kV 混压四回线路	可比性分析
电压等级	220kV/110kV	220kV/110kV	一致
架设型式	混压四回	混压四回	一致
导线排列	垂直排列	垂直排列	类似
导线型号	220kV：2×JL3/G1A-630/45 110kV：2×JL3/G1A-300/25	220kV：2×JL3/G1A-630/45 110kV：2×JL3/G1A-300/40	导线截面积类似
导线直径	220kV：33.80mm 110kV：23.80mm	220kV：33.80mm 110kV：23.90mm	
导线分裂数	双分裂	双分裂	一致
导线分裂间距	220kV：500mm 110kV：400mm	220kV：500mm 110kV：400mm	一致
导线对地最低高度	18m （线高，监测断面处）	22m	本项目优
地理位置	江苏省南通市	重庆市沙坪坝区	/
气候条件	北亚热带海洋性季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 220kV/110kV 混压四回线路导线对地高度根据平断面图读取。

由上表可知，本项目输电线路与类比工程电压等级、架设型式、导线排列方式、导线分裂数及分裂间距相同，导线截面积类似，本项目导线对地最低高度更高。因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性，类比工程选择该线路是合理和可行的。

2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

3）类比监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

4）类比监测仪器

SEM-600 电磁辐射分析仪，监测期间在仪器检定有效期内。

5）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-16，运行工况见表6.1-17。

表 6.1-16 监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2025.10.11	晴	25	61

表 6.1-17 监测期间运行工况

名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 泰齐 26H3 线	2025.10.11	229.30～230.01	0.5～0.9
220kV 泰齐 26H4 线		229.32～230.01	358.95～391.10
110kV 长永 8K3 线		113.50～114.10	118.70～122.54
110kV 长高 8KC 线		112.58～112.98	77.48～81.21

6）类比监测布点

类比线路监测以塔间弧垂最低位置横截面上，距杆塔中央连线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，距杆塔中央连线对地投影点 5m 内间距 1m 进行局部加密监测、5m 之后测点间距 5m，顺序测至线路杆塔中央连线对地投影外 60m 处止，分别测量离地 1.5m 处的电场强度及磁感应强度。

7）类比结果及分析

类比监测结果见表 6.1-18。

表 6.1-18 220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线工频电场、工频磁场监测结果

序号	点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	220kV 泰齐 26H3/26H4 线 3#/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线 2#~220kV 泰齐 26H3/26H4 线 4#/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线 3#杆塔间中央连线对应导线弧垂最低位置横截面上，沿线路西北侧方向，距两杆塔中央连线对地投影（弧垂对地高度为 18m）	0m	292.3	0.568
2		1m	299.6	0.589
3		2m	317.1	0.591
4		3m	325.1	0.589
5		4m	339.2	0.590
6		5m	327.9	0.596
7		10m	273.6	0.522
8		15m	229.9	0.455
9		20m	220.2	0.383
10		25m	193.8	0.292
11		30m	125.1	0.204

12		35m	119.3	0.171
13		40m	87.0	0.142
14		45m	64.7	0.123
15		50m	49.2	0.104
16		55m	33.9	0.093
17		60m	25.1	0.081

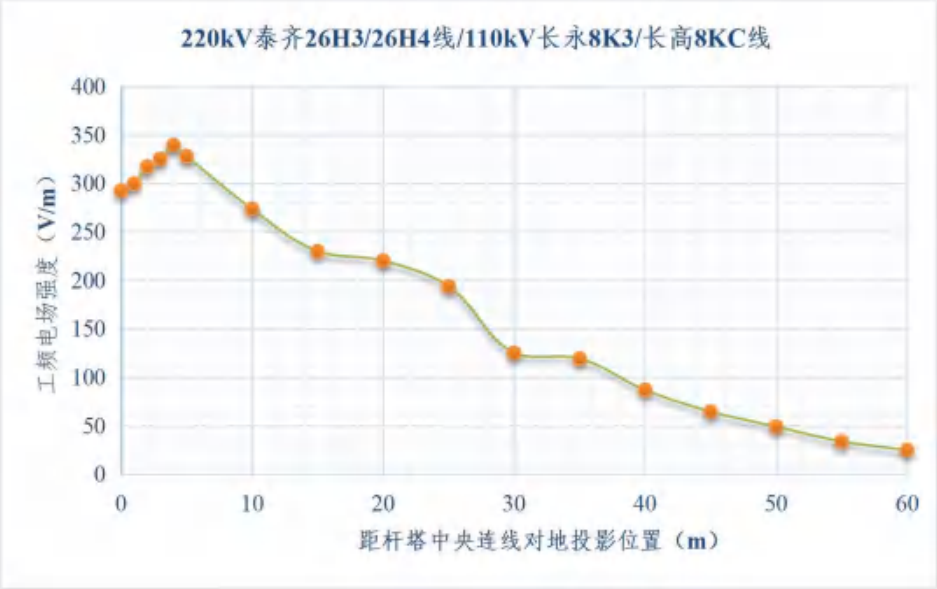


图 6.1-6 220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线工频电场强度随距离的变化趋势

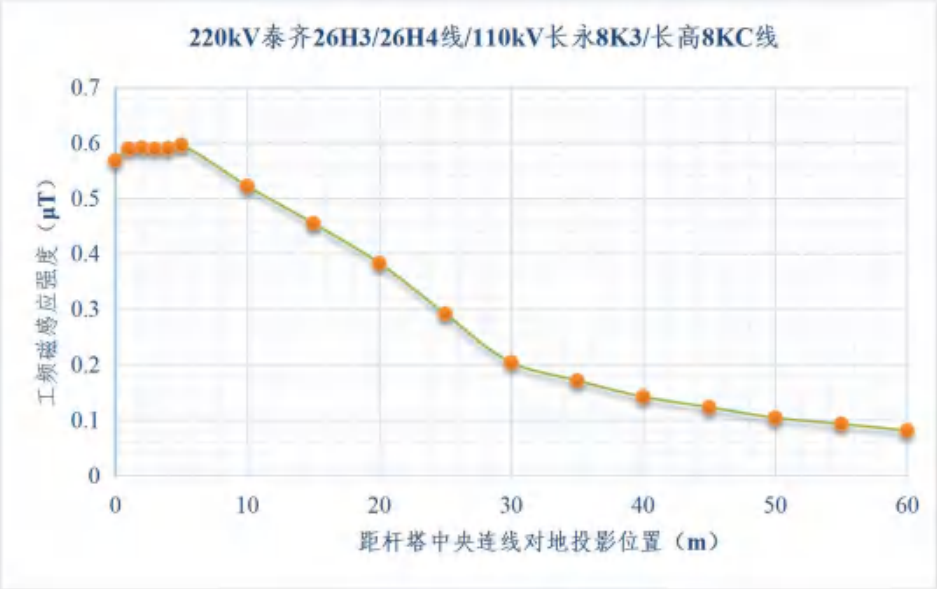


图 6.1-7 220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线工频磁感应强度随距离的变化趋势

由类比监测结果可以看出，类比输电线路 220kV 泰齐 26H3/26H4 线/110kV 长永 8K3/长高 8KC 线电场强度最大值出现在距杆塔中央连线对地投影点 4m 处，为 339.2V/m，此后随着距杆塔中央连线对地投影距离的增加电场强度逐渐降低；磁感应强度最大值出现在距杆塔中央连线对地投影点 5m 处，为 0.596μT，此后，磁感应强度随着距杆塔中央连线对地投影距离的增加逐渐降低。类比线路各监测测点处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

（4）220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线架空线路

1）类比对象

本次评价选择 220kV 新童 4W64 线作为 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线架空线路类比对象，220kV 新童 4W64 线与本项目架空线路的可比性分析详见表 6.1-19。

表 6.1-19 本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 新童 4W64 线	新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线	可比性分析
电压等级	220kV	220kV	一致
架设型式	双回路挂单回线	四回路挂单回线、双回路挂单回线	类似
导线排列	垂直排列	垂直排列	一致
导线型号	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-630/45	导线截面积一致
导线直径	33.8mm	33.8mm	
导线分裂数	双分裂	双分裂	一致
导线分裂间距	500mm	500mm	一致
导线对地最低高度	15m （线高，监测断面处）	四回路挂单回段：51.8m 双回路挂单回段：8.8m（N26~科学城牵引站构架），12.0（B20~科学城牵引站构架），15m（其余段）	科学城牵引站间隔进线档略低于类比线路，其余段最低对地高度与类比线路一致或优于类比线路
地理位置	江苏省宿迁市	重庆市沙坪坝区	/
气候条件	暖温带季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线导线对地高度根据平断面图读取。

由上表可知，本项目输电线路与类比工程电压等级、导线排列方式、截面积、分裂数、分裂间距均相同，架设型式、导线对地最低距离类似，因此线路运行时在其周围产生的电磁环境影响的变化规律具有相似性，类比工程选择该线路是合理和可行的。

2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

3）类比监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）

4）类比监测仪器

SEM-600 电磁辐射分析仪，监测期间在仪器检定有效期内。

5）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-20，运行工况见表6.1-21。

表 6.1-20 监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2020.9.12	多云	20~27	63~74

表 6.1-21 监测期间运行工况

名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 新童 4W64 线	2020.9.12	224.3~226.5	79.3~174.8

6）类比监测布点

类比线路监测以塔间线路中央弧垂最低位置横截面上，距弧垂最低位置处中相导线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，距弧垂最低位置处中相导线对地投影点 6m 内间距 1m 进行局部加密监测、6m 之后间距 4m 监测 10m 处、10m 之后间距 5m，顺序测至弧垂最低位置处中相导线对地投影外 55m 处止，分别测量离地 1.5m 处的电场强度及磁感应强度。

7）类比结果及分析

类比监测结果见表 6.1-22。

表 6.1-22 220kV 新童 4W64 线工频电场、工频磁场监测结果

序号	点位描述		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	220kV 新童 4W64线#1~#2 塔间线路中央弧垂最低位置的横截面方向上，距弧垂最低位置处中相导线对地投影点（线高 15m）	0m	1207.3	1.256
2		1m	1212.4	1.204
3		2m	1224.3	1.182
4		3m	1233.2	1.121
5		4m	1247.2	1.053
6		5m	1269.6	0.983
7		6m	1245.4	0.931
8		10m	1058.1	0.822
9		15m	672.3	0.613
10		20m	471.9	0.525
11		25m	345.4	0.441
12		30m	253.1	0.383

13		35m	170.6	0.332
14		40m	94.2	0.254
15		45m	57.2	0.173
16		50m	31.1	0.102
17		55m	15.4	0.068

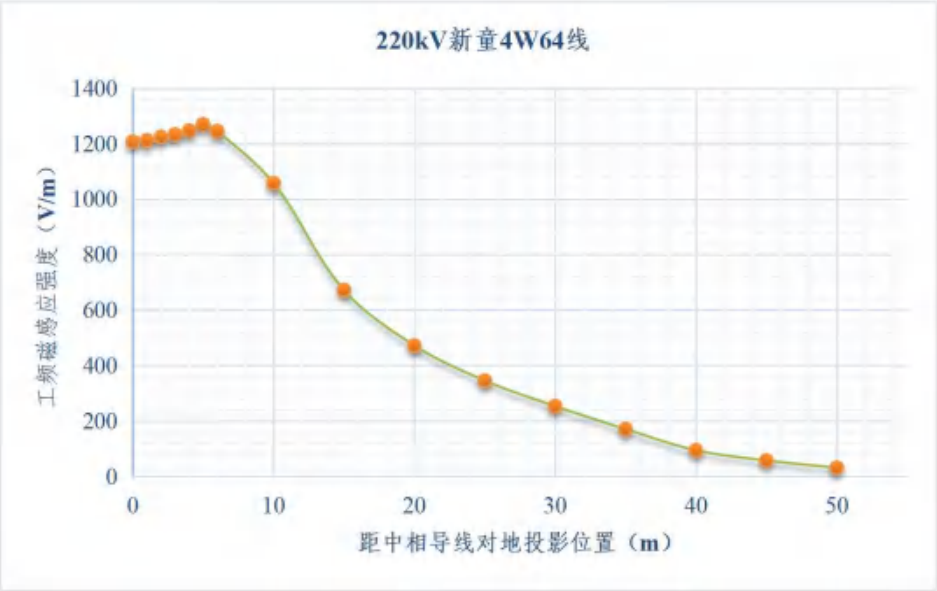


图 6.1-8 新童 4W64 线工频电场强度随距离的变化趋势

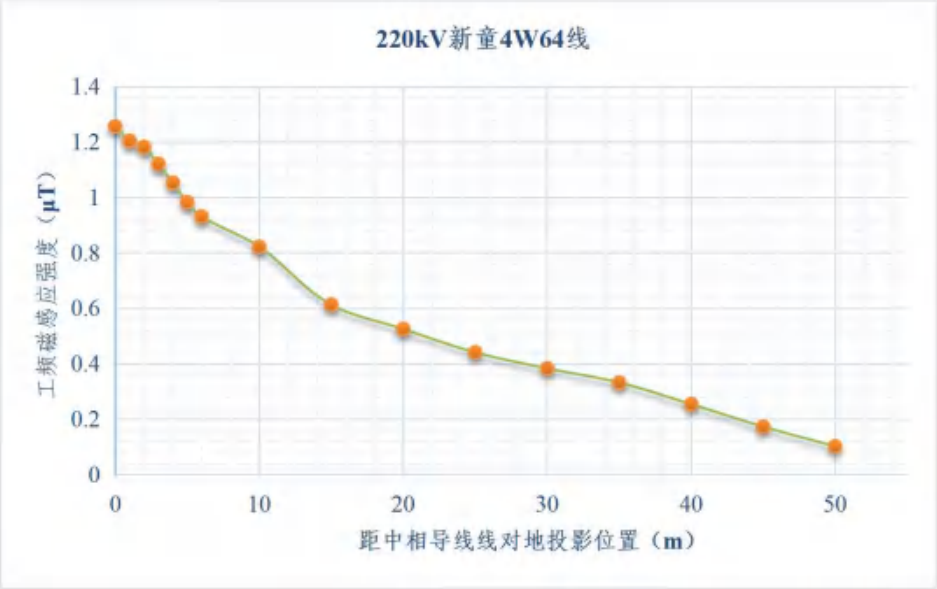


图 6.1-9 220kV 新童 4W64 线工频磁感应强度随距离的变化趋势

由类比监测结果可以看出，类比 220kV 新童 4W64 线输电线路工频电场强度最大值出现在距中相导线对地投影点 5m 处，为 1269.6V/m，此后随着距中相导线对地投影距离的增加工频电场强度逐渐降低；工频磁感应强度最大值出现在弧垂最低位置处中相导线对地投影点，为 1.256μT，

此后随着距中相导线对地投影距离的增加工频磁感应强度逐渐降低。类比线路各监测测点处工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m、100μT 的公众曝露控制限值，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

根据类比分析结果，本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线建成后，输电线路运行产生的工频电场和工频磁场可以满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的限值要求，并呈现与输电线路距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

6.1.2.3 弧垂调整段架空线路电磁环境影响分析

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状变化不大，电磁环境与现状相比变化不大，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

6.1.2.4 架空线路电磁环境模式预测及评价

（1）预测因子

工频电场、工频磁场。

（2）预测模式

本次评价所采取的预测模型引用自《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中附录 C 高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算、附录 D 高压交流架空输电线路下空间工频磁场强度的计算进行预测。

1）工频电场强度预测

高压输电线上的等效电荷是线电荷，由于高压输电线半径r远远小于架设高度h，所以等效电荷的位置可以认为是在输电导线的几何中心。

设输电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算输电线上的等效电荷。

为了计算多导线线路中导线上的等效电荷，可写出下列矩阵方程：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \cdots & \lambda_{2m} \\ \vdots & & & \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \cdots & \lambda_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_m \end{bmatrix}$$

式中：U——各导线对地电压的单列矩阵；

Q——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ——各导线的电位系数组成的m阶方阵（m为导线数目）。

[U]矩阵可由输电线的电压和相位确定，从环境保护考虑以额定电压的1.05倍作为计算电压。对于500kV三相导线，各相导线对地电压为：

$$|U_A| = |U_B| = |U_C| = 500 \times 1.05/\sqrt{3} = 303.1\text{kV}$$

500kV各相导线对地电压分量为：

U_A=（303.1 + j0）kV，U_B=（-151.6 + j262.5）kV，U_C=（-151.6 - j262.5）kV

对于220kV三相导线，各相导线对地电压为：

$$|U_A| = |U_B| = |U_C| = 220 \times 1.05/\sqrt{3} = 133.4\text{kV}$$

220kV各相导线对地电压分量为：

U_A=（133.4 + j0）kV，U_B=（-66.7 + j115.5）kV，U_C=（-66.7 - j115.5）kV

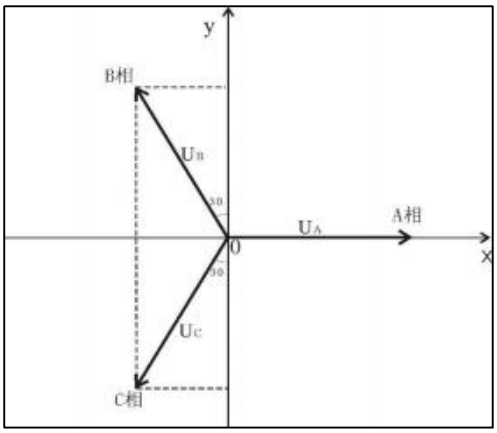


图 6.1-10　对地电压计算图

[λ]矩阵由镜像原理求得。地面为电位等于零的平面，地面的感应电荷可由对应地面导线的镜像电荷代替，用i，j，… 表示相互平行的实际导线，用i′，j′，… 表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{2h_i}{R_i}$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{L'_{ij}}{L_{ij}}$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji}$$

式中：ε_0——真空介电常数，$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$；

R_i——输电导线半径，对于分裂导线可用等效单根导线半径代入，R_i 的计算式为：

$$R_i = R \cdot \sqrt[n]{\frac{nr}{R}}$$

式中：R——分裂导线半径，m；

n——次导线根数；

r——次导线半径，m。

由[U]矩阵和[λ]矩阵，利用等效电荷矩阵方程即可解出[Q]矩阵。空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在（x，y）点的电场强度分量*Ex*和*Ey*可表示为：

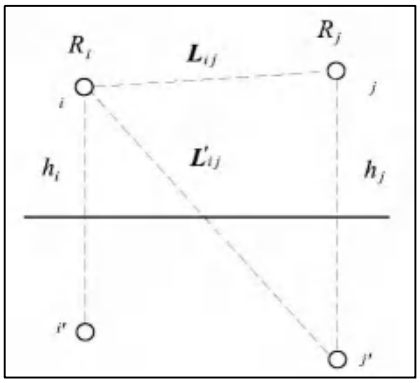


图 6.1-11　电位系数计算图

$$E_x = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{\left(L_i'\right)^2}\right)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m} Q_i\left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L_i')^2}\right)$$

式中：x_i，y_i——导线i的坐标（i=1、2、…m）；

m——导线数目；

L_i，L'_i——分别为导线i及其镜像至计算点的距离，m。

对于三相交流线路，可根据求得的电荷计算空间任一点电场强度的水平和垂直分量为：

$$\overline{E_x} = \sum_{i=1}^{m} E_{ixR} + j\sum_{i=1}^{m} E_{ixI}$$

$$= E_{xR} + jE_{xI}$$

$$\overline{E_y}=\sum_{i=1}^{m}E_{iyR}+j\sum_{i=1}^{m}E_{iyI}$$

$$= E_{yR} + jE_{yI}$$

式中：E_{xR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{xI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的水平分量；

E_{yR}——由各导线的实部电荷在该点产生场强的垂直分量；

E_{yI}——由各导线的虚部电荷在该点产生场强的垂直分量。

该点的合成的电场强度则为：

$$\overline{E}=(E_{xR}+jE_{xI})\overline{x} + (E_{yR}+jE_{yI})\overline{y}$$

$$=\overline{E_x}+\overline{E_y}$$

式中：

$$E_x=\sqrt{E_{xR}^2+E_{xI}^2}$$

$$E_y=\sqrt{E_{yR}^2+E_{yI}^2}$$

2）工频磁感应强度预测

由于工频情况下电磁性能具有准静态特性，线路的磁场仅由电流产生。应用安培定律，将计算结果按矢量叠加，可得出导线周围的磁场强度。

和电场强度计算不同的是关于镜像导线的考虑，与导线所处高度相比这些镜像导线位于地下很深的距离*d*：

$$d = 660\sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (\mathrm{m})$$

式中：*ρ*——大地电阻率，$\Omega\cdot m$；

f——频率，Hz。

在很多情况下，只考虑处于空间的实际导线，忽略它的镜像进行计算，其结果已足够符合实际。如图3-4，不考虑导线*i*的镜像时，可计算在A点其产生的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2+L^2}} \quad (\mathrm{A/m})$$

式中：*I*——导线i中的电流值，A；

h——导线与预测点的高差，m；

L ——导线与预测点水平距离，m。

$$H=B/\mu_0$$

式中：*H*——磁场强度，A/m；

B——磁感应强度，T；

μ_0——真空磁导率。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应分别考虑电流间的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

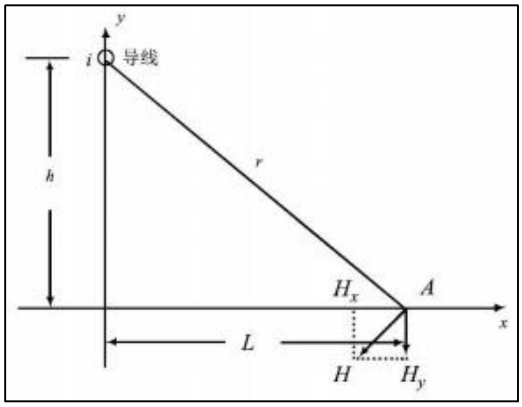


图 6.1-12　磁场向量图

（3）预测原则和参数

1）预测思路

输电线路运行产生的电场强度、磁感应强度主要由导线的排列方式、线间距离、导线对地高度、导线型式和线路运行工况（电压、电流等）决定的。根据《输变电设施的电场、磁场及其环境影响》（中国电力出版社出版）及初步预测结果可得出：①工频磁感应强度达标距离较工频电场强度的达标距离小，主要按照工频电场强度选取预测塔型；②双回线路在导线对地距离相同的情况下，正相序高压线路对沿线周围电磁环境（工频电场和工频磁场）的影响较逆相序线路大；③同塔双回架空线路在导线对地高度相同的情况下，正相序排列方式中，相间距越小，工频电场强度越大；④单回架空线路在导线对地高度相同的情况下，导线的相间距越大，工频电场强度越大；⑤在其他条件相同的情况下，架空线路的荷载电流越大，磁感应强度越大；⑥在其他条件相同的情况下，地面工频电场强度和工频磁感应强度均随线路导线对地高度的增加而减小。

2）预测塔型及导线型号选择

预测塔型：

①本项目新建220kV 双回路挂单回线段全线采用2×JL3/G1A-630/45导线，为垂直排列。根据线路平断面图可知，新建天马~科学城牵引站220kV 架空线路中“N26~科学城牵引站构架”段导线对地最低高度为8.8m，新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路中“B20~科学城牵引站构架”导线对地最低高度为12.0m，其余段导线对地最低高度为15m，考虑到科学城牵引站间隔进线档为非居民区，因此取8.8m、15m 分别作为新建线路经过非居民区、居民区近地导线最低高度进行预测。结合初步预测和综合考虑，选用新建220kV 双回路挂单回线全线塔中220-GB21S-JC4塔型进行预测。

②本项目新建220kV 四回路挂单回线路全线采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列。根据线路平断面图可知，导线对地最低高度为51.8m，因此取近地导线最低高度51.8m 进行预测。结合初步预测和综合考虑，选择 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型进行预测。

③本项目新建220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）段采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，新建桐子湾~科学城牵引站220kV 架空线路中“N1~桐子湾变电站构架”导线对地最低高度为15.6m，其余段导线对地最低高度为17m，考虑到桐子湾变电站间隔出线档为非居民区，因此取15.6m、17m 分别作为新建线路经过非居民区、居民区近地导线最低高度进行预测。结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中横担最短的220-HB21S-ZCK 塔型进行预测。根据设计资料，该工程实施后同塔双回段中本期仅带电一回，另一回备用，备用线路现阶段无法确定相序，故本次预测保守按最不利的正相序进行预测。

④本项目新建220kV 同塔双回线路（220kV 屏桐东西迁改段）段采用2×JL3/G1A-400/35导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，新建220kV 同塔双回线路（220kV 屏桐东西迁改段）导线对地最低高度为20m，因此取近地导线最低高度20m 进行预测。结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中横担最短的 CQ-220-GB21S-JC3塔型进行预测。根据设计资料，该同塔双回段为异相序，故本次预测按最异相序进行预测。

⑤本项目新建220kV/110kV 混压四回线路段中220kV 段采用2×JL3/G1A-630/45导线、110kV 段采用2×JL3/G1A-300/40，垂直排列；根据线路平断面图可知，新建220kV/110kV 混压四回线路导线对地最低高度为22m，因此取近地导线最低高度22m 进行预测。结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型进行预测。根据设计资料，该工程实施后混压回段中本期仅带电一回，其余备用，备用线路现阶段无法确定相序，故本次预测保守按最不利的相序（具体相序见表6.1-23-1中预测相序坐标）进行预测。

⑥本项目新建500kV 单回线路段采用4×JL3/G1A-400/35导线，三角排列；根据线路平断面图可知，新建500kV 单回线路导线对地最低高度为19m，因此取近地导线最低高度19m 进行预测。结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中横担最长的 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型进行预测。

⑦本项目新建500kV 单回线路与220kV 同塔双回架空线路并行段：500kV 单回线路采用4×JL3/G1A-400/35导线，三角排列；根据线路平断面图可知，该段新建500kV 单回线路导线对地最低高度为25m，因此取近地导线最低高度25m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中横担最长的 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型进行预测。新建220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）段采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段导线对地最低高度为17m，因此取近地导线最低高度17m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用该段塔中横担最短的220-HB21S-ZCK 塔型进行预测。根据设计资料，该工程实施后同塔双回段中本期仅带电一回，另一回备用，备用线路现阶段无法确定相序，故保守按最不利的正相序进行预测。

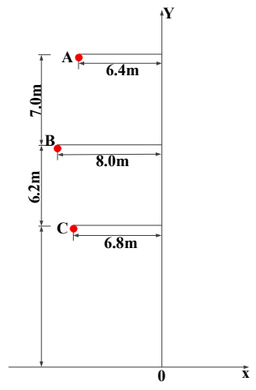
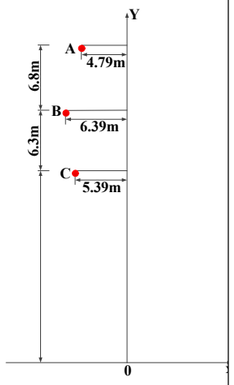
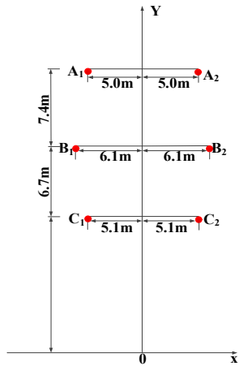
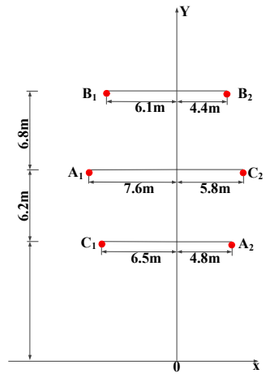
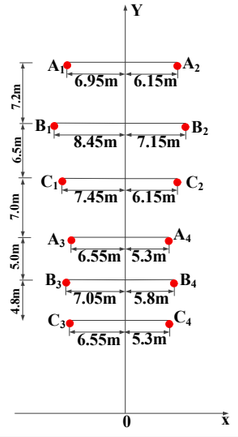
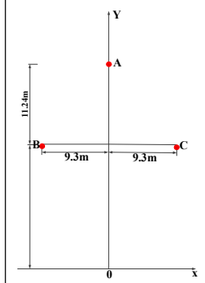
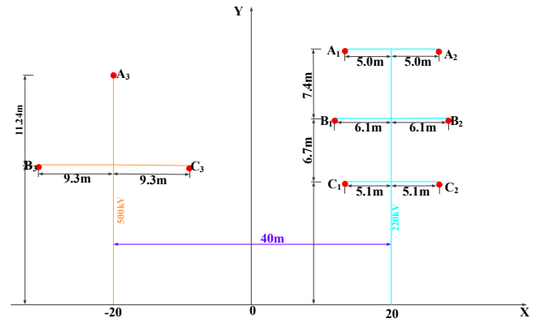
⑧本项目220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段：220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段新建220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路导线对地最低高度为30.5m，因此取近地导线最低高度30.5m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用横担最短的220-HB21S-ZCK 塔型进行预测；根据设计资料，该工程实施后同塔双回段中本期仅带电一回，另一回备用，备用线路现阶段无法确定相序，故保守按最不利的正相序进行预测。新建220kV 双回路挂单回线段采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段导线对地最低高度为29.7m，因此取近地导线最低高度29.7m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用220-GB21S-JC4塔型进行预测。

⑨本项目220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）并行段：220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段新建220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路导线对地最低高度为21.5m，因此取近地导线最低高度21.5m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用横担最短的220-HB21S-ZCK 塔型进行预测；根据设计资料，该工程实施后同塔双回段中本期仅带电一回，另一回备用，备用线路现阶段无法确定相序，故保守按最不利的正相序进行预测。新建220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）采用2×JL3/G1A-400/35导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段导线对地最低高度为20m，因此取近地导线最低高度20m 进行预测；选用横担最短的 CQ-220-GB21S-JC3塔型进行预测。根据设计资料，该同塔双回段为异相序，故本次预测按最异相序进行预测。

⑨本项目220kV/110kV 混压四回与220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）并行段：220kV/110kV 混压四回线路采用2×JL3/G1A-630/45导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段新建220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路导线对地最低高度为22m，因此取近地导线最低高度22m 进行预测；结合初步预测和综合考虑，选用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型进行预测；根据设计资料，该工程实施后混压回段中本期仅带电一回，其余备用，备用线路现阶段无法确定相序，故本次预测保守按最不利的相序（具体相序见表6.1-23-2中预测相序坐标）。新建220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）采用2×JL3/G1A-400/35导线，垂直排列；根据线路平断面图可知，该段导线对地最低高度为21m，因此取近地导线最低高度21m 进行预测；选用横担最短的CQ-220-GB21S-JC3塔型进行预测。根据设计资料，该同塔双回段为异相序，故本次预测按最异相序进行预测。

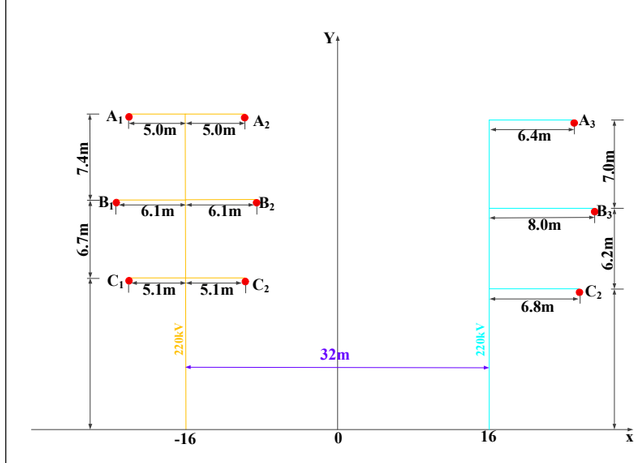
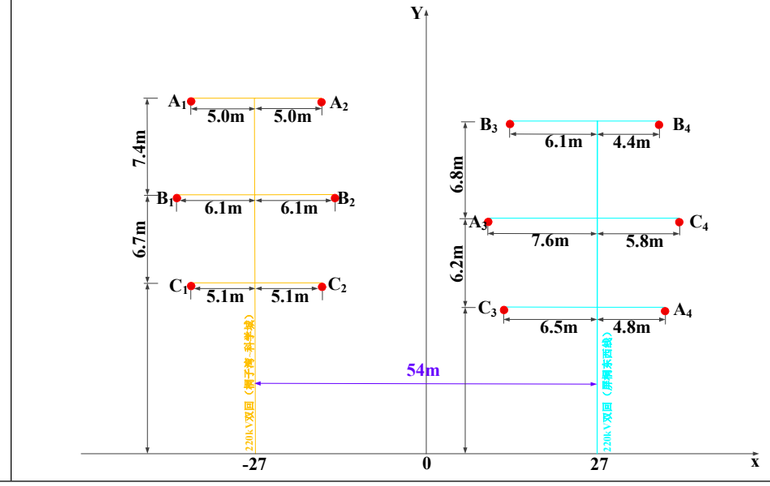
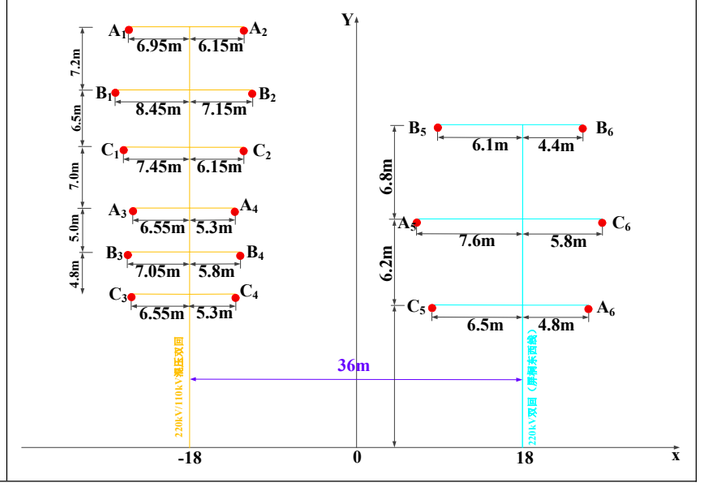
预测参数选取见表6.1-23。

表 6.1-23-1 本工程预测塔型、导线参数一览表

架设回路数	220kV 双回路挂单回线	220kV 四回路挂单回线	220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）	220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西迁改段）	220kV/110kV 混压四回	500kV 单回	220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 500kV 单回并行段	
							500kV	220kV
预测塔型	220-GB21S-JC4	CQ-220-HA21TQ-DJXD	220-HB21S-ZCK	CQ-220-GB21S-JC3	CQ-220-HA21TQ-JC4	CQ-500-KC21D-ZMC3	CQ-500-KC21D-ZMC3	220-HB21S-ZCK
导线型号	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-400/35	220kV：2×JL3/G1A-630/45； 110kV：2×JL3/G1A-300/40	4×JL3/G1A-400/35	4×JL3/G1A-400/35	2×JL3/G1A-630/45
导线分裂数	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	四分裂	四分裂	双分裂
导线分裂间距	500mm	500mm	500mm	450mm	220kV：500mm；110kV：400mm	450mm	450mm	500mm
线路电压	220kV	220kV	220kV	220kV	220kV/110kV	500kV	500kV	220kV
导线排列方式	垂直排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列	三角排列	三角排列	垂直排列
线路计算电流（A）	2×924 （70℃极限载流量）	2×924 （70℃极限载流量）	2×924（70℃极限载流量）	2×696（70℃极限载流量）	220kV：2×924；110kV：2×599 （70℃极限载流量）	4×808 （80℃极限载流量）	4×808 （80℃极限载流量）	2×924 （70℃极限载流量）
导线直径（mm）	33.8	33.8	33.8	26.8	220kV：33.8；110kV：23.9	26.8	26.8	33.8
初始预测高度（m）	8.8（非居民区）、15（居民区）	51.8	15.6（非居民区）、17（居民区）	20	22	19	25	17
预测导线坐标	A(-6.4，H+13.2) B(-8，H+6.2) C(-6.8，H)	A(-4.79，H+13.1) B(-6.39，H+6.3) C(-5.39，H)	A_1(-5，H+14.1)　A_2(5，H+14.1) B_1(-6.1，H+6.7)　B_2(6.1，H+6.7) C_1(-5.1，H)　C_2(5.1，H)	B_1(-6.1，H+13)　B_2(4.4，H+13) A_1(-7.6，H+6.2)　C_2(5.8，H+6.2) C_1(-6.5，H)　A_2(4.8，H)	A_1(-6.95，H+30.5)　A_2(6.15，H+30.5) B_1(-8.45，H+23.3)　B_2(7.15，H+23.3) C_1(-7.45，H+16.8)　C_2(6.15，H+16.8) A_3(-6.55，H+9.8)　A_4(5.3，H+9.8) B_3(-7.05，H+4.8)　B_4(5.8，H+4.8) C_3(-6.55，H)　C_4(5.3，H)	A(0，H+11.24) B(-9.3，H) C(9.3，H)	A_3(-20，H_1+11.24)　A_1(15，H_2+14.1)　B_2(25，H_2+14.1) B_3(-29.3，H_1)　C_3(-10.7，H_1)　B_1(13.9，H_2+6.7)　B_2(26.1，H_2+6.7) C_1(14.9，H_2)　C_2(25.1，H_2)	
预测杆塔示意图								

注：线路计算电流由设计单位提供，H 为导线初始预测高度。

表 6.1-23-2 本工程预测塔型、导线参数一览表

架设回路数	220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段		220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）并行段		220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（220kV 屏桐东西迁改段）并行段	
	220kV	220kV	220kV	220kV	220kV	220kV
预测塔型	220-HB21S-ZCK	220-GB21S-JC4	220-HB21S-ZCK	CQ-220-GB21S-JC3	CQ-220-HA21TQ-JC4	CQ-220-GB21S-JC3
导线型号	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-630/45	2×JL3/G1A-400/35	220kV：2×JL3/G1A-630/45； 110kV：2×JL3/G1A-300/40	2×JL3/G1A-400/35
导线分裂数	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂
导线分裂间距	500mm	500mm	500mm	450mm	220kV：500mm；110kV：400mm	450mm
线路电压	220kV	220kV	220kV	220kV	220kV/110kV	220kV
导线排列方式	垂直排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列
线路计算电流（A）	2×924 （70℃极限载流量）	2×924 （70℃极限载流量）	2×924 （70℃极限载流量）	2×696（70℃极限载流量）	220kV：2×924；110kV：2×599 （70℃极限载流量）	2×696（70℃极限载流量）
导线直径（mm）	33.8	33.8	33.8	26.8	220kV：33.8；110kV：23.9	26.8
初始预测高度（m）	30.5	29.7	21.5	20	22	21
预测导线坐标	A_1(-21，H_1+14.1)　A_2(-11，H_1+14.1)　A_3(22.4，H_2+13.2) B_1(-22.1，H_1+6.7)　B_2(-9.9，H_1+6.7)　B_3(24，H_2+6.2) C_1(-21.1，H_1)　C_1(-10.9，H_1)　C_3(22.8，H_2)		A_1(-32，H_1+14.1)　A_2(-22，H_1+14.1)　B_3(20.9，H_2+13.2)　B_4(31.4，H_2+13.2) B_1(-33.1，H_1+6.7)　B_2(-20.9，H_1+6.7)　A_3(19.4，H_2+6.2)　C_4(32.8，H_2+6.2) C_1(-32.1，H_1)　C_1(-21.9，H_1)　C_3(20.5，H_2)　A_4(31.8，H_2)		A_1(-24.95，H_1+30.5)　A_2(-11.85，H_1+30.5) B_1(-26.45，H_1+23.3)　B_2(-10.85，H_1+23.3) C_1(-25.45，H_1+16.8)　C_2(-11.85，H_1+16.8) A_3(-24.55，H_1+9.8)　A_4(-12.7，H_1+9.8)　B_5(11.9，H_2+13.2)　B_6(22.4，H_2+13.2) B_3(-25.05，H_1+4.8)　B_4(-12.2，H_1+4.8)　A_5(10.4，H_2+6.2)　C_6(23.8，H_2+6.2) C_3(-24.55，H_1)　C_4(-12.7，H_1)　C_5(11.5，H_2)　A_6(22.8，H_2)	
预测杆塔示意图						

注：线路计算电流由设计单位提供，H 为导线初始预测高度。

（3）预测结果及分析

①220kV 双回路挂单回线架空线路预测结果

220kV 双回路挂单回线架空线路计算结果见表 6.1-24。

表 6.1-24 220-GB21S-JC4 型塔工频电场强度及工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	8.8m		15m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	174.5	2.045	118.4	1.862
-49	179.2	2.133	119.0	1.935
-48（边导线外 40m）	183.9	2.226	119.5	2.012
-47	188.7	2.325	119.7	2.093
-46	193.5	2.431	119.5	2.179
-45	198.4	2.544	119.0	2.269
-44	203.2	2.665	118.1	2.365
-43	208	2.794	116.7	2.466
-42	212.8	2.932	114.8	2.574
-41	217.4	3.080	112.3	2.688
-40	221.9	3.239	109.1	2.809
-39	226.2	3.410	105.2	2.938
-38	230.1	3.595	100.5	3.074
-37	233.6	3.794	95.0	3.219
-36	236.6	4.008	88.8	3.373
-35	239	4.241	82.0	3.538
-34	240.6	4.492	75.2	3.712
-33	241.3	4.765	69.2	3.898
-32	241.1	5.062	65.7	4.096
-31	239.6	5.386	67.3	4.307
-30	237	5.738	76.0	4.532
-29	233.3	6.124	92.6	4.771
-28	228.6	6.546	116.6	5.025
-27	223.9	7.008	147.4	5.295
-26	220.4	7.516	184.8	5.582
-25	221	8.076	228.9	5.887
-24	229.6	8.692	279.9	6.209
-23	251.6	9.372	338.2	6.550
-22	292.3	10.124	404.3	6.909
-21	356	10.955	478.6	7.285

下相导线对地高度	8.8m		15m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-20	446.1	11.876	561.4	7.678
-19	565.8	12.895	652.9	8.085
-18	718.9	14.022	752.7	8.505
-17	910	15.266	860.4	8.933
-16	1144.2	16.633	974.8	9.364
-15	1426.3	18.125	1094.2	9.793
-14	1759	19.736	1216.1	10.210
-13	2141.4	21.445	1337.2	10.607
-12	2565.5	23.211	1453.4	10.972
-11	3012.6	24.959	1560.0	11.295
-10	3451	26.583	1652.1	11.564
-9	3836	27.939	1725.0	11.767
-8（边导线）	4116.5	28.871	1774.4	11.897
-7（边导线内）	4248	29.248	1797.5	11.946
-6	4207.7	29.009	1792.8	11.913
-5	4003.4	28.189	1760.6	11.799
-4	3670.4	26.905	1703.0	11.610
-3	3257.2	25.312	1623.4	11.353
-2	2811.6	23.563	1526.3	11.039
-1	2371	21.778	1416.4	10.681
0	1960	20.041	1298.6	10.289
1	1591.9	18.400	1177.3	9.874
2	1271.4	16.879	1056.2	9.447
3	998.4	15.486	938.3	9.016
4	769.7	14.220	826.0	8.587
5	581.3	13.075	720.9	8.165
6	429.1	12.040	623.9	7.755
7	310.3	11.106	535.5	7.360
8	224.2	10.263	456.1	6.981
9	172.8	9.501	385.5	6.620
10	156.4	8.811	323.5	6.276
11	165	8.187	270.1	5.951
12	184.1	7.620	224.9	5.644
13	204.6	7.105	187.8	5.354
14	223	6.636	158.8	5.081

下相导线对地高度	8.8m		15m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
15	237.9	6.209	137.7	4.824
16	249.4	5.818	124.2	4.583
17	257.7	5.460	117.4	4.356
18	263.3	5.132	115.7	4.143
19	266.5	4.831	117.3	3.942
20	267.8	4.554	120.9	3.754
21	267.4	4.298	125.2	3.578
22	265.8	4.062	129.7	3.412
23	263.1	3.844	133.9	3.255
24	259.5	3.643	137.6	3.109
25	255.3	3.456	140.7	2.970
26	250.6	3.282	143.1	2.840
27	245.6	3.120	144.9	2.718
28	240.2	2.970	146.2	2.602
29	234.7	2.829	146.9	2.493
30	229	2.698	147.2	2.391
31	223.3	2.576	147.0	2.294
32	217.6	2.461	146.4	2.202
33	211.9	2.354	145.6	2.115
33.6（边导线外 40m）	208.5	2.293	144.9	2.065
34	206.2	2.253	144.4	2.033
35	200.7	2.158	143.1	1.955
36	195.2	2.069	141.5	1.882
37	189.8	1.985	139.7	1.812
38	184.6	1.906	137.9	1.746
39	179.4	1.832	135.9	1.683
40	174.5	1.761	133.8	1.623
41	169.6	1.695	131.6	1.567
42	164.9	1.632	129.4	1.513
43	160.3	1.572	127.2	1.461
44	155.9	1.516	124.9	1.412
45	151.6	1.462	122.6	1.366
46	147.5	1.412	120.3	1.321
47	143.4	1.363	118.0	1.279
48	139.6	1.318	115.8	1.238

下相导线对地高度	8.8m		15m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
49	135.8	1.274	113.5	1.200
50	132.2	1.232	111.2	1.163
最大值	**4248.0**	**29.248**	**1797.5**	**11.946**
标准限值	**10000**	**100**	**4000**	**100**

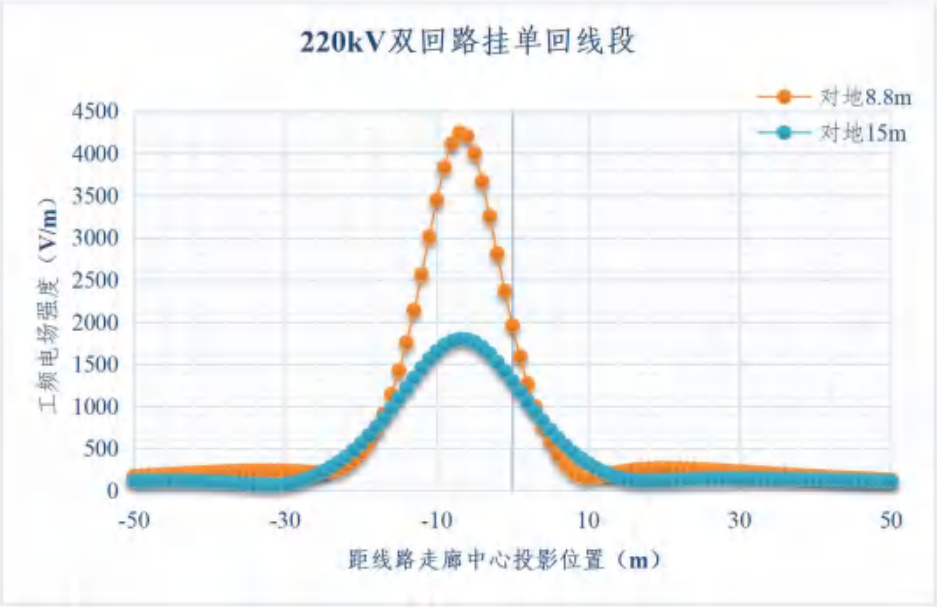


图 6.1-13　220kV 双回路挂单回线路导线对地不同高度时地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

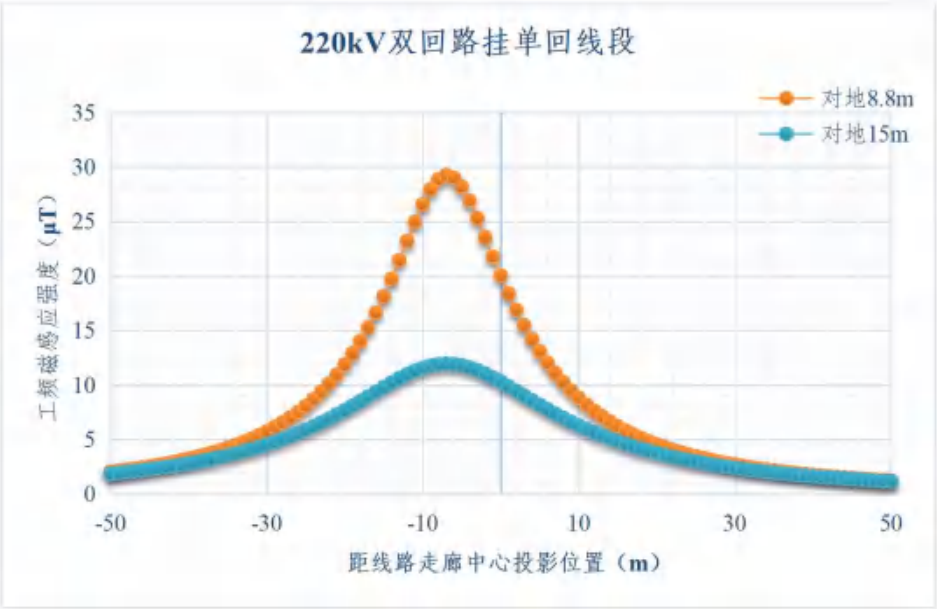


图 6.1-14　220kV 双回路挂单回线路导线对地不同高度时地面 1.5m 处工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 8.8m（非居民区）时，在距地面高 1.5m 处的工频电场强度最大预测值为 4248V/m（边导线内），本项目 220kV 双回路挂单回线沿线工频电场强度现状监测最大值为 1105V/m，预测值叠加现状值后（4248+1105=5353）V/m；工频磁感应强度最大预测值为 29.248μT（边导线内），本项目 220kV 双回路挂单回线沿线工频磁感应强度现状监测最大值为 0.4995μT，预测值叠加现状值后（29.248+0.4995=29.7475）μT，能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，在距地面高 1.5m 处的工频电场强度最大预测值为 1797.5V/m（边导线内），本项目 220kV 双回路挂单回线沿线工频电场强度现状监测最大值为 1105V/m，预测值叠加现状值后（1797.5+1105=2902.5V/m）；工频磁感应强度最大预测值为 11.946μT（边导线内），本项目 220kV 双回路挂单回线沿线工频磁感应强度现状监测最大值为 0.4995μT，预测值叠加现状值后（11.946+0.4995=12.4455）μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

根据预测结果，220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型下相导线对地高度为 15m 时，工频电磁场空间分布见表 6.1-25~6.1-26，图 6.1-15~6.1-16。

表 6.1-25 220kV 双回路挂单回线路导线对地 15m 工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
50	127.3	174.3	247.4	348.6	399.2	407.9	415.9	423.0	429.1	434.2	438.1	440.7	442.1	442.1	440.8	438.3	434.5	429.5	423.5	416.5	408.6	400.1	390.9	381.2	371.2	318.9	226.4	162.9	121.7	94.4
40	145.5	214.2	350.9	635.3	853.9	900.4	945.9	989.2	1028.9	1063.1	1090.5	1109.3	1118.7	1117.8	1106.9	1086.5	1057.8	1022.4	981.8	937.9	892.1	845.6	799.4	754.3	710.8	525.8	303.7	195.9	138.5	104.5
35	151.4	229.5	405.3	876.1	1387.4	1524.4	1672.6	1829.6	1990.3	2145.9	2283.8	2388.0	2443.1	2439.1	2375.9	2263.8	2118.8	1957.4	1792.9	1633.8	1485.3	1349.4	1226.7	1116.7	1018.6	665.9	339.2	208.2	144.6	108.3
34	152.2	231.7	415.1	931.4	1536.3	1708.0	1899.3	2109.1	2332.7	2559.4	2770.1	2936.9	3028.6	3023.3	2920.8	2742.9	2521.9	2287.0	2058.1	1845.9	1654.9	1485.4	1336.3	1205.6	1091.0	694.3	345.1	210.0	145.5	108.9
33	152.9	233.6	424.2	987.9	1700.0	1914.3	2161.0	2442.6	2757.7	3096.5	3433.0	3718.1	3884.9	3879.1	3698.8	3397.2	3044.6	2693.4	2371.1	2087.2	1842.0	1631.9	1452.0	1297.8	1165.2	721.8	350.3	211.6	146.3	109.5
32	153.4	235.1	432.5	1044.7	1876.6	2141.9	2457.7	2834.3	3280.3	3796.6	4358.9	4887.7	5229.7	5227.3	4871.2	4315.2	3724.6	3188.5	2732.8	2354.9	2043.3	1785.6	1571.2	1391.4	1239.4	748.0	354.9	212.9	147.1	110.0
31	153.7	236.2	439.9	1100.9	2062.7	2386.3	2784.5	3280.4	3905.0	4694.1	5667.1	6744.8	7576.8	7600.6	6763.1	5624.3	4593.5	3770.9	3134.3	2640.3	2251.9	1941.6	1690.1	1483.5	1311.6	772.4	358.7	213.9	147.7	110.5
30	153.9	236.9	446.1	1155.3	2252.9	2639.9	3129.8	3764.2	4610.2	5780.3	7457.4	9841.1	12445.1	12654.3	10038.2	7440.6	5631.5	4407.3	3550.6	2926.9	2457.0	2092.9	1804.2	1571.0	1379.8	794.3	361.7	214.6	148.2	111.0
29	153.9	237.2	451.2	1206.6	2440.8	2892.4	3476.2	4253.4	5332.9	6932.0	9555.1	14614.0	26001.3	28615.5	15487.9	9566.3	6681.1	5014.3	3938.5	3191.5	2645.6	2231.5	1908.4	1650.7	1441.4	813.4	363.8	215.0	148.6	111.4
28	153.8	236.9	454.9	1253.5	2619.6	3133.3	3805.1	4710.4	5983.9	7902.6	11162.4	18178.2	45978.3	63638.8	19483.4	10991.5	7429.9	5476.4	4248.3	3409.8	2804.6	2350.0	1998.2	1719.5	1494.7	829.0	364.9	215.1	148.8	111.7
27	153.5	236.2	457.1	1294.8	2783.9	3354.3	4103.8	5112.1	6509.3	8528.1	11634.2	16810.9	24762.9	25475.2	16721.5	10903.9	7668.2	5719.5	4447.9	3565.9	2925.2	2443.1	2070.1	1775.2	1537.9	841.0	364.9	214.8	149.0	112.0
26	153.0	235.0	457.8	1329.4	2929.5	3551.5	4370.4	5465.0	6943.0	8935.1	11549.2	14656.7	17162.2	16722.1	13468.6	10054.4	7520.4	5765.7	4539.5	3658.0	3005.3	2508.9	2122.8	1816.7	1570.2	848.8	363.9	214.2	149.0	112.3
25	152.4	233.2	456.8	1356.5	3053.7	3723.5	4610.6	5799.1	7387.3	9433.0	11797.2	13913.2	14824.3	13914.9	11706.4	9279.5	7244.6	5698.7	4552.2	3697.0	3048.9	2548.9	2156.5	1843.9	1591.3	852.5	361.9	213.3	148.9	112.5
24	151.5	231.0	454.0	1375.2	3153.9	3868.5	4828.1	6140.9	7947.8	10346.3	13080.5	15067.5	15073.5	13350.6	11015.6	8812.8	7003.0	5596.7	4522.2	3699.7	3064.1	2566.9	2173.2	1857.5	1601.7	851.8	358.6	212.0	148.8	112.7
23	150.6	228.2	449.5	1384.9	3226.6	3980.6	5013.3	6480.2	8650.9	11946.8	16526.8	19910.7	18154.2	14258.1	11012.5	8620.8	6846.0	5505.0	4477.7	3682.0	3059.6	2567.8	2175.3	1859.1	1602.1	846.9	354.3	210.4	148.5	112.8
22	149.5	224.9	443.2	1385.5	3267.2	4049.5	5139.8	6745.7	9320.4	14046.3	24579.6	40796.7	26346.5	16091.1	11325.2	8590.5	6765.9	5440.9	4435.7	3655.9	3042.8	2555.8	2165.6	1850.2	1593.4	837.9	348.9	208.5	148.1	112.9
21	148.2	221.1	435.2	1376.6	3272.4	4065.5	5177.8	6835.9	9564.4	14930.5	30538.1	161024.0	32574.8	16957.7	11497.8	8606.8	6741.5	5408.3	4404.4	3628.2	3018.4	2534.1	2146.0	1832.2	1576.5	824.8	342.3	206.3	147.6	113.0
20	146.8	216.8	425.4	1358.7	3241.2	4025.9	5118.5	6716.7	9221.0	13512.6	21240.0	28923.5	23021.8	15740.5	11379.6	8641.6	6766.7	5406.7	4385.1	3600.5	2988.2	2504.3	2117.8	1806.0	1552.3	808.0	334.7	203.8	147.0	113.0
19	145.2	212.0	413.8	1331.9	3176.2	3937.1	4981.4	6461.4	8617.4	11744.9	15722.0	18596.9	17773.9	14603.0	11362.4	8778.4	6852.3	5431.5	4372.4	3569.7	2950.8	2466.0	2081.2	1772.1	1521.2	787.8	326.1	201.0	146.4	113.0
18	143.6	206.8	400.7	1297.0	3081.5	3808.7	4795.0	6162.3	8076.8	10683.8	13820.4	16478.2	17013.1	15006.7	11915.0	9115.8	6997.0	5465.2	4352.5	3527.6	2901.9	2417.5	2035.8	1730.7	1483.7	764.5	316.5	197.9	145.7	113.0
17	141.9	201.1	386.0	1254.9	2961.1	3648.1	4574.4	5853.0	7652.0	10196.5	13682.8	17796.9	20226.0	17885.9	13326.2	9639.3	7144.6	5467.6	4302.6	3462.4	2836.0	2356.2	1980.7	1681.7	1440.2	738.5	306.0	194.6	144.9	112.9
16	140.1	195.1	369.9	1206.7	2818.6	3458.7	4318.9	5511.0	7229.4	9847.6	14196.7	22287.9	33762.7	26003.9	15400.7	10066.5	7156.9	5377.6	4195.5	3361.8	2747.6	2280.1	1915.3	1625.2	1391.0	710.1	294.8	191.2	144.0	112.9
15	138.2	188.7	352.5	1153.5	2657.4	3242.8	4023.7	5102.8	6672.3	9152.3	13716.5	25468.1	151979.0	37168.8	15948.5	9804.8	6864.4	5140.6	4011.5	3218.5	2634.1	2188.5	1839.8	1561.8	1336.8	679.8	282.8	187.5	143.2	112.8
14	136.3	182.1	334.0	1096.7	2482.7	3006.2	3693.2	4624.0	5943.5	7945.1	11308.0	17707.7	27072.3	21235.0	12859.8	8591.7	6225.8	4751.0	3751.7	3034.2	2497.2	2082.7	1755.5	1492.6	1278.6	648.1	270.1	183.8	142.3	112.6
13	134.3	175.2	314.4	1037.8	2301.1	2759.1	3344.4	4108.9	5133.5	6544.2	8502.3	10971.0	12737.6	11758.5	9217.2	6994.1	5396.9	4264.3	3439.6	2820.4	2343.0	1966.6	1664.7	1419.3	1217.7	615.3	257.0	180.0	141.4	112.5
12	132.4	168.2	294.0	978.2	2120.1	2513.7	3000.4	3606.7	4364.6	5300.1	6390.3	7450.0	8024.2	7710.0	6724.7	5585.7	4576.9	3758.7	3109.6	2593.9	2180.3	1845.1	1570.6	1343.9	1155.5	582.1	243.4	176.2	140.4	112.4
11	130.5	161.1	272.8	919.3	1946.6	2281.6	2680.8	3154.4	3707.1	4327.4	4963.7	5496.6	5751.8	5614.7	5144.8	4515.5	3873.6	3292.0	2791.9	2370.7	2018.3	1723.6	1476.5	1268.7	1093.5	548.8	229.6	172.3	139.5	112.2
10	128.6	153.9	251.1	862.2	1786.1	2070.4	2397.6	2768.1	3175.8	3600.5	3999.9	4306.7	4445.8	4374.5	4114.2	3734.4	3309.2	2890.5	2505.1	2162.8	1864.4	1606.8	1385.5	1195.8	1033.4	516.0	215.6	168.6	138.7	112.1
9	126.9	146.9	229.0	808.1	1641.8	1884.4	2154.7	2448.9	2757.4	3061.4	3331.2	3528.2	3615.5	3574.1	3413.0	3164.5	2868.4	2558.4	2257.1	1977.0	1723.7	1498.4	1300.1	1126.9	976.2	484.2	201.6	165.0	137.8	112.0
8	125.2	140.1	206.6	757.8	1515.3	1724.6	1951.3	2190.1	2431.3	2659.5	2854.3	2992.2	3053.1	3027.0	2918.4	2744.1	2527.1	2289.4	2048.5	1816.0	1598.9	1400.6	1222.1	1063.4	923.3	453.8	187.8	161.5	137.0	111.8
7	123.7	133.5	184.2	712.0	1406.7	1590.1	1784.0	1982.9	2178.0	2357.4	2506.5	2610.1	2656.2	2638.7	2560.1	2430.2	2263.3	2074.3	1876.5	1679.7	1491.0	1314.6	1152.8	1006.4	875.4	425.3	174.4	158.3	136.3	111.7
6	122.3	127.4	161.9	671.3	1315.6	1479.0	1648.5	1818.7	1982.1	2129.2	2249.2	2331.8	2368.8	2356.4	2296.2	2194.2	2060.0	1904.2	1737.0	1566.8	1400.0	1241.0	1092.6	956.4	833.1	399.2	161.6	155.4	135.6	111.6
5	121.0	121.9	140.0	636.2	1241.0	1389.2	1540.7	1690.4	1831.8	1957.0	2058.0	2127.1	2158.4	2149.2	2100.5	2016.6	1904.2	1771.4	1626.0	1475.3	1325.1	1179.6	1041.9	914.0	796.8	375.9	149.7	152.8	135.0	111.5
4	120.0	117.0	119.0	607.0	1181.6	1318.7	1457.1	1592.2	1718.3	1828.8	1917.1	1977.3	2004.8	1997.7	1956.6	1884.6	1786.9	1669.8	1540.0	1403.4	1265.4	1130.1	1000.7	879.2	766.9	355.9	139.1	150.6	134.6	111.4
3	119.2	113.1	99.5	583.9	1136.7	1265.7	1394.9	1519.9	1635.5	1736.1	1816.1	1870.4	1895.5	1889.7	1853.5	1789.3	1701.4	1595.1	1475.9	1349.3	1220.1	1092.2	968.8	852.1	743.5	339.8	130.2	148.9	134.2	111.3
2	118.6	110.2	82.7	567.3	1105.1	1228.8	1351.9	1470.3	1579.2	1673.4	1748.0	1798.7	1822.2	1817.3	1784.1	1724.9	1643.2	1543.8	1431.6	1311.6	1188.3	1065.5	946.2	832.8	726.8	327.8	123.4	147.6	133.9	111.3
1	118.2	108.3	70.8	557.3	1086.5	1207.1	1326.7	1441.4	1546.4	1637.1	1708.8	1757.4	1780.1	1775.5	1744.1	1687.6	1609.4	1513.9	1405.7	1289.4	1169.5	1049.6	932.7	821.2	716.7	320.5	119.1	146.8	133.7	111.2
0	118.1	107.7	66.3	553.9	1080.3	1199.9	1318.4	1431.8	1535.7	1625.2	1695.9	1743.9	1766.3	1761.9	1731.0	1675.4	1598.4	1504.1	1397.1	1282.1	1163.2	1044.3	928.2	817.4	713.3	318.0	117.6	146.6	133.7	111.2

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-26 220kV 双回路挂单回线路导线对地 15m 工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
50	1.592	2.238	3.212	4.514	5.146	5.254	5.352	5.438	5.512	5.573	5.618	5.647	5.660	5.657	5.637	5.600	5.548	5.481	5.401	5.309	5.206	5.094	4.974	4.848	4.718	4.036	2.821	1.972	1.417	1.052
40	1.917	2.932	4.852	8.641	11.469	12.065	12.648	13.201	13.705	14.140	14.484	14.720	14.832	14.814	14.665	14.395	14.018	13.554	13.025	12.451	11.851	11.243	10.638	10.046	9.474	7.024	4.011	2.493	1.670	1.186
35	2.059	3.272	5.832	12.225	18.942	20.728	22.659	24.702	26.793	28.820	30.617	31.978	32.700	32.651	31.829	30.366	28.471	26.358	24.200	22.110	20.153	18.359	16.735	15.274	13.965	9.213	4.658	2.734	1.776	1.239
34	2.084	3.335	6.026	13.064	21.028	23.270	25.768	28.506	31.425	34.388	37.147	39.339	40.553	40.499	39.169	36.848	33.955	30.874	27.867	25.073	22.550	20.307	18.328	16.585	15.053	9.682	4.781	2.777	1.795	1.249
33	2.108	3.394	6.215	13.929	23.318	26.121	29.346	33.027	37.150	41.591	46.014	49.778	52.001	51.960	49.623	45.683	41.060	36.446	32.201	28.454	25.210	22.420	20.024	17.962	16.181	10.150	4.899	2.818	1.812	1.257
32	2.130	3.450	6.399	14.808	25.786	29.257	33.386	38.310	44.150	50.928	58.336	65.337	69.910	69.959	65.335	58.053	50.294	43.234	37.221	32.222	28.088	24.658	21.791	19.378	17.329	10.611	5.012	2.856	1.828	1.265
31	2.150	3.503	6.574	15.687	28.380	32.611	37.810	44.287	52.459	62.815	75.639	89.917	101.039	101.530	90.608	75.651	62.076	51.224	42.809	36.261	31.095	26.953	23.581	20.797	18.470	11.059	5.119	2.892	1.843	1.272
30	2.169	3.552	6.739	16.548	31.024	36.070	42.446	50.704	61.738	77.053	99.113	130.636	165.314	168.504	134.199	99.986	76.127	59.962	48.625	40.347	34.086	29.213	25.329	22.176	19.574	11.484	5.218	2.925	1.857	1.279
29	2.185	3.596	6.892	17.375	33.624	39.487	47.043	57.098	71.086	91.892	126.214	192.793	343.417	379.244	206.361	128.319	90.296	68.307	54.079	44.162	36.880	31.326	26.967	23.468	20.609	11.880	5.308	2.955	1.869	1.284
28	2.200	3.635	7.030	18.149	36.085	42.709	51.334	62.931	79.258	103.955	146.190	237.736	602.396	837.792	258.344	147.026	100.339	74.680	58.486	47.368	39.293	33.186	28.427	24.630	21.545	12.239	5.389	2.981	1.879	1.290
27	2.213	3.670	7.153	18.851	38.329	45.622	55.137	67.875	85.501	111.039	150.620	217.265	320.889	332.338	220.272	145.295	103.422	78.063	61.397	49.740	41.199	34.716	29.658	25.626	22.356	12.555	5.460	3.004	1.889	1.294
26	2.224	3.699	7.258	19.465	40.302	48.174	58.428	72.014	90.251	114.819	147.273	186.461	219.165	215.549	175.920	133.318	101.249	78.755	62.832	51.242	42.556	35.879	30.632	26.435	23.024	12.823	5.519	3.023	1.896	1.298
25	2.233	3.722	7.343	19.977	41.975	50.360	61.302	75.759	94.854	119.287	147.591	173.456	185.780	176.669	151.320	122.328	97.335	77.900	63.186	52.012	43.411	36.686	31.346	27.046	23.540	13.036	5.567	3.038	1.903	1.300
24	2.239	3.740	7.408	20.374	43.323	52.176	63.846	79.513	100.708	128.484	160.012	183.316	184.663	166.508	140.728	115.451	93.893	76.568	62.945	52.269	43.859	37.176	31.812	27.463	23.902	13.193	5.602	3.049	1.907	1.303
23	2.243	3.752	7.452	20.648	44.310	53.574	65.992	83.245	108.269	145.737	197.547	236.045	217.102	174.580	139.067	112.278	91.622	75.374	62.485	52.218	44.006	37.402	32.056	27.696	24.111	13.290	5.625	3.056	1.910	1.304
22	2.245	3.757	7.473	20.789	44.888	54.445	67.463	86.192	115.623	169.079	288.533	473.654	308.987	194.179	141.759	111.398	90.426	74.536	62.014	51.998	43.934	37.409	32.100	27.755	24.173	13.327	5.634	3.059	1.911	1.305
21	2.245	3.757	7.472	20.796	45.011	54.674	67.918	87.200	118.304	178.910	356.221	1855.560	379.308	203.511	143.395	111.367	89.999	74.069	61.611	51.678	43.688	37.223	31.960	27.649	24.092	13.303	5.630	3.058	1.911	1.304
20	2.243	3.750	7.448	20.666	44.660	54.217	67.236	85.853	114.433	162.774	249.619	336.206	270.130	189.806	142.159	111.763	90.195	73.918	61.257	51.254	43.272	36.850	31.640	27.382	23.872	13.219	5.613	3.053	1.909	1.303
19	2.238	3.737	7.401	20.401	43.846	53.120	65.606	82.943	107.715	143.094	187.703	220.107	211.919	177.924	142.537	113.486	91.068	73.969	60.849	50.664	42.654	36.275	31.137	26.954	23.514	13.077	5.583	3.044	1.905	1.302
18	2.231	3.718	7.334	20.008	42.601	51.469	63.305	79.452	101.724	131.709	167.648	198.517	205.985	184.594	149.915	117.596	92.510	73.950	60.183	49.785	41.768	35.469	30.438	26.362	23.019	12.880	5.541	3.030	1.900	1.299
17	2.222	3.694	7.245	19.495	40.955	49.317	60.454	75.655	96.858	126.726	167.788	216.914	247.206	221.050	167.555	123.713	93.714	73.306	58.947	48.458	40.540	34.399	29.532	25.605	22.391	12.630	5.486	3.013	1.893	1.296
16	2.210	3.663	7.138	18.873	38.940	46.683	56.997	71.194	91.589	122.713	174.785	272.746	413.541	320.963	192.622	128.080	92.853	71.242	56.800	46.537	38.909	33.043	28.415	24.688	21.637	12.332	5.421	2.992	1.884	1.292
15	2.197	3.628	7.012	18.159	36.597	43.591	52.864	65.633	84.207	113.689	168.405	310.669	1852.760	455.502	197.505	123.217	87.818	67.105	53.525	43.953	36.859	31.406	27.098	23.622	20.769	11.991	5.344	2.968	1.875	1.287
14	2.182	3.587	6.871	17.370	33.999	40.131	48.140	58.975	74.364	97.837	137.602	213.950	326.494	257.001	156.978	106.252	78.291	60.938	49.204	40.773	34.442	29.526	25.611	22.430	19.804	11.613	5.258	2.940	1.863	1.282
13	2.164	3.542	6.716	16.525	31.249	36.459	43.093	51.749	63.378	79.473	101.975	130.555	151.146	139.850	110.428	84.800	66.495	53.584	44.218	37.195	31.770	27.473	24.000	21.145	18.766	11.205	5.163	2.909	1.850	1.276
12	2.145	3.493	6.548	15.644	28.463	32.768	38.069	44.666	52.926	63.163	75.154	86.863	93.214	89.692	78.737	66.145	55.062	46.126	39.069	33.475	28.986	25.333	22.320	19.804	17.681	10.774	5.061	2.875	1.836	1.269
11	2.125	3.439	6.370	14.747	25.749	29.230	33.359	38.246	43.950	50.363	56.957	62.479	65.093	63.590	58.618	52.017	45.335	39.320	34.172	29.848	26.230	23.193	20.627	18.445	16.576	10.326	4.951	2.837	1.821	1.261
10	2.102	3.382	6.185	13.852	23.191	25.965	29.135	32.711	36.637	40.722	44.558	47.488	48.774	48.007	45.409	41.673	37.529	33.477	29.765	26.477	23.610	21.124	18.971	17.103	15.476	9.868	4.836	2.798	1.804	1.253
9	2.078	3.322	5.993	12.974	20.839	23.032	25.453	28.070	30.800	33.480	35.843	37.545	38.260	37.821	36.320	34.055	31.386	28.613	25.932	23.444	21.192	19.178	17.390	15.806	14.403	9.407	4.715	2.756	1.786	1.245
8	2.053	3.259	5.798	12.124	18.716	20.446	22.297	24.227	26.159	27.974	29.505	30.567	30.999	30.727	29.792	28.339	26.554	24.615	22.659	20.773	19.008	17.385	15.909	14.575	13.374	8.948	4.591	2.712	1.767	1.235
7	2.026	3.193	5.599	11.312	16.825	18.191	19.614	21.054	22.449	23.716	24.752	25.452	25.731	25.552	24.936	23.959	22.723	21.336	19.889	18.450	17.063	15.756	14.541	13.422	12.398	8.496	4.465	2.666	1.747	1.225
6	1.999	3.126	5.401	10.543	15.152	16.236	17.339	18.428	19.456	20.366	21.092	21.574	21.764	21.640	21.216	20.533	19.652	18.637	17.550	16.441	15.347	14.292	13.292	12.355	11.485	8.055	4.336	2.618	1.726	1.215
5	1.970	3.057	5.203	9.822	13.679	14.544	15.408	16.243	17.015	17.685	18.211	18.555	18.688	18.600	18.298	17.805	17.158	16.400	15.571	14.708	13.838	12.984	12.160	11.376	10.636	7.629	4.206	2.569	1.705	1.204
4	1.940	2.987	5.006	9.150	12.385	13.081	13.763	14.412	15.003	15.507	15.898	16.150	16.248	16.183	15.961	15.596	15.111	14.533	13.892	13.212	12.515	11.820	11.139	10.481	9.852	7.219	4.076	2.519	1.682	1.193
3	1.909	2.916	4.813	8.526	11.248	11.812	12.357	12.868	13.327	13.714	14.011	14.201	14.274	14.226	14.058	13.781	13.410	12.963	12.459	11.918	11.355	10.786	10.220	9.667	9.132	6.827	3.947	2.468	1.659	1.181
2	1.878	2.845	4.624	7.949	10.247	10.708	11.148	11.556	11.917	12.220	12.449	12.596	12.652	12.614	12.486	12.271	11.982	11.631	11.230	10.795	10.337	9.867	9.396	8.929	8.473	6.455	3.818	2.417	1.635	1.169
1	1.846	2.773	4.440	7.417	9.366	9.744	10.103	10.432	10.721	10.960	11.141	11.256	11.300	11.271	11.170	11.001	10.773	10.492	10.170	9.816	9.440	9.051	8.655	8.260	7.871	6.102	3.691	2.365	1.611	1.156
0	1.814	2.702	4.261	6.927	8.586	8.900	9.195	9.463	9.697	9.889	10.034	10.125	10.160	10.137	10.057	9.922	9.739	9.512	9.250	8.960	8.649	8.324	7.991	7.655	7.321	5.770	3.566	2.312	1.586	1.143

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

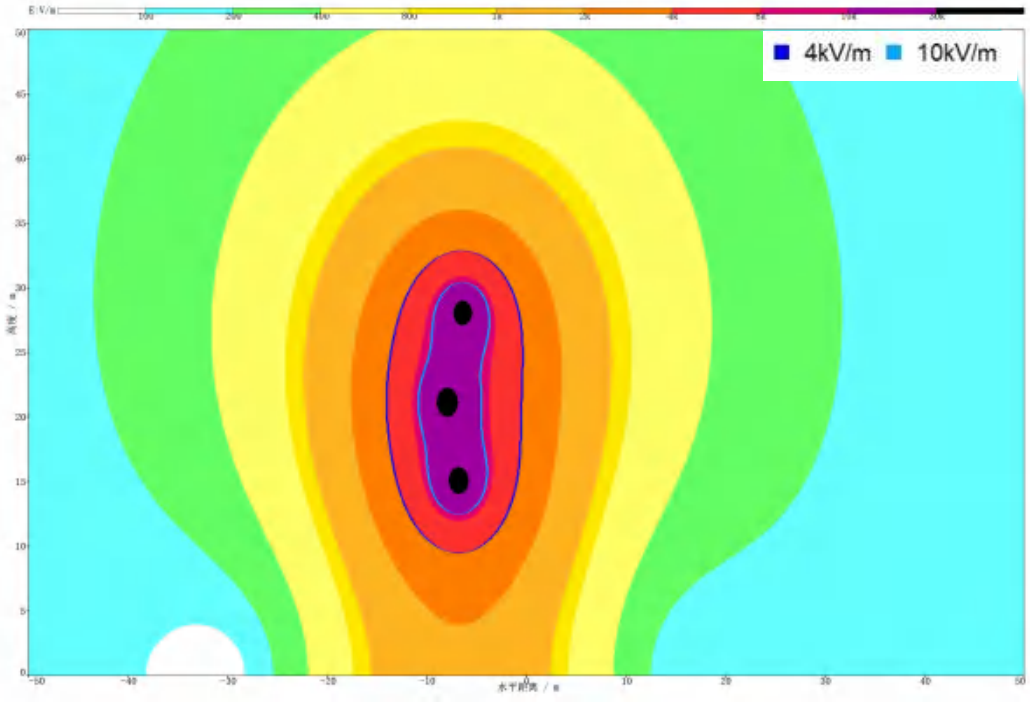


图 6.1-15 220-GB21S-JC4 塔型导线对地 15m 工频电场强度空间分布图

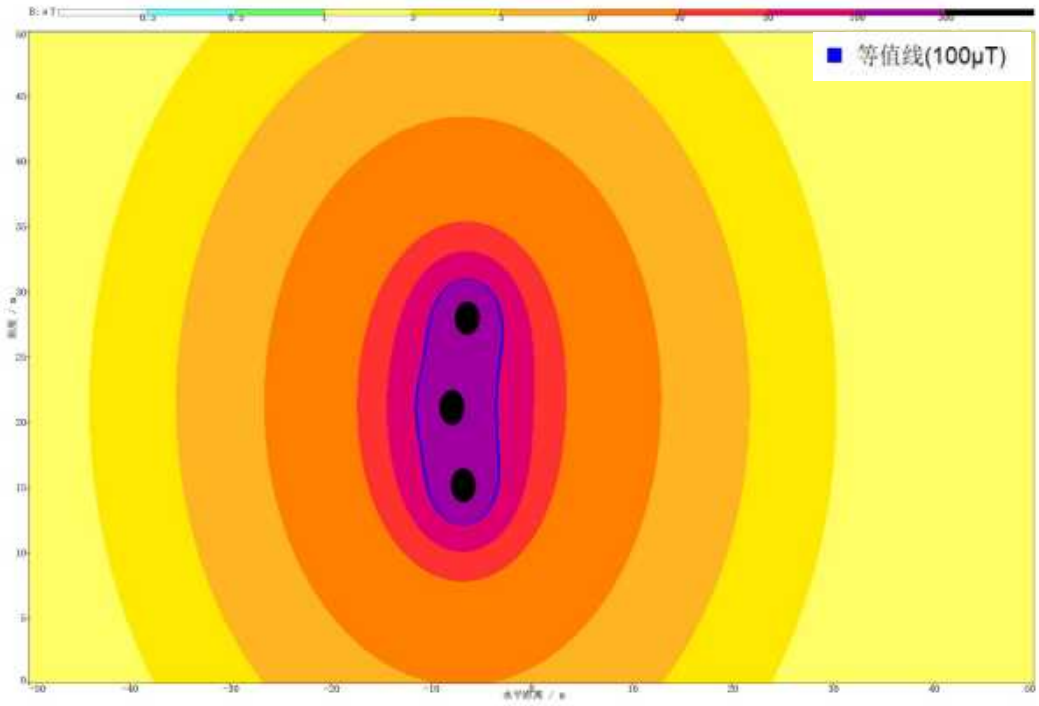


图 6.1-16 220-GB21S-JC4 塔型导线对地 15m 工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-25~6.1-26 及图 6.1-15~6.1-16 可见，本项目 220kV 双回路挂单回线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（15m-8m=7m，0m-（-6.4）m=6.4m，向上取整 7m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（15m-9m=6m）以上

的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-25~6.1-26 及图 6.1-15~6.1-16 可见，本项目 220kV 双回路挂单回线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（12m-8m=4m，-2m-（-6.4）m=4.4m，向上取整 5m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（15m-12m=3m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 双回路挂单回线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

②220kV 四回路挂单回线架空线路预测结果

220kV 四回路挂单回线架空线路计算结果见表 6.1-27。

表 6.1-27 CQ-220-HA21TQ-DJXD 型塔工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	51.8m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	48.3	0.810
-49	51.3	0.824
-48	54.5	0.839
-47	57.9	0.853
-46.39（边导线外 40m）	59.9	0.862
-46	61.3	0.868
-45	64.9	0.882
-44	68.6	0.897
-43	72.4	0.912
-42	76.3	0.927
-41	80.4	0.942
-40	84.6	0.958
-39	88.8	0.973
-38	93.2	0.988
-37	97.6	1.004
-36	102.2	1.019
-35	106.8	1.034
-34	111.5	1.049
-33	116.3	1.064
-32	121.1	1.079
-31	126.0	1.094
-30	130.8	1.109
-29	135.7	1.124
-28	140.6	1.138
-27	145.5	1.152
-26	150.4	1.166
-25	155.1	1.179
-24	159.9	1.192
-23	164.5	1.205
-22	169.1	1.217
-21	173.5	1.228
-20	177.7	1.240
-19	181.8	1.250
-18	185.8	1.260

下相导线对地高度	51.8m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-17	189.5	1.270
-16	193.0	1.278
-15	196.2	1.286
-14	199.3	1.294
-13	202.0	1.301
-12	204.4	1.306
-11	206.6	1.311
-10	208.4	1.316
-9	209.9	1.319
-8	211.1	1.322
-7	211.9	1.324
-6（边导线内）	212.4	1.325
-5（边导线内）	212.5	1.325
-4	212.3	1.324
-3	211.7	1.322
-2	210.8	1.320
-1	209.6	1.317
0	208.0	1.313
1	206.2	1.308
2	204.0	1.302
3	201.5	1.296
4	198.8	1.289
5	195.8	1.281
6	192.5	1.272
7	189.0	1.263
8	185.4	1.253
9	181.5	1.242
10	177.5	1.231
11	173.3	1.220
12	169.0	1.208
13	164.6	1.195
14	160.1	1.183
15	155.6	1.169
16	151.0	1.156
17	146.3	1.142
18	141.7	1.128
19	137.0	1.113

下相导线对地高度	51.8m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
20	132.4	1.098
21	127.8	1.084
22	123.3	1.069
23	118.8	1.054
24	114.4	1.038
25	110.1	1.023
26	105.9	1.008
27	101.8	0.993
28	97.7	0.977
29	93.8	0.962
30	90.0	0.947
31	86.4	0.932
32	82.8	0.917
33	79.4	0.902
34	76.2	0.887
35	73.1	0.872
35.21（边导线外 40m）	72.4	0.869
36	70.1	0.857
37	67.2	0.843
38	64.5	0.829
39	62.0	0.814
40	59.5	0.800
41	57.2	0.787
42	55.1	0.773
43	53.1	0.760
44	51.2	0.746
45	49.4	0.733
46	47.8	0.721
47	46.2	0.708
48	44.8	0.696
49	43.5	0.683
50	42.4	0.671
最大值	**212.5**	**1.325**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

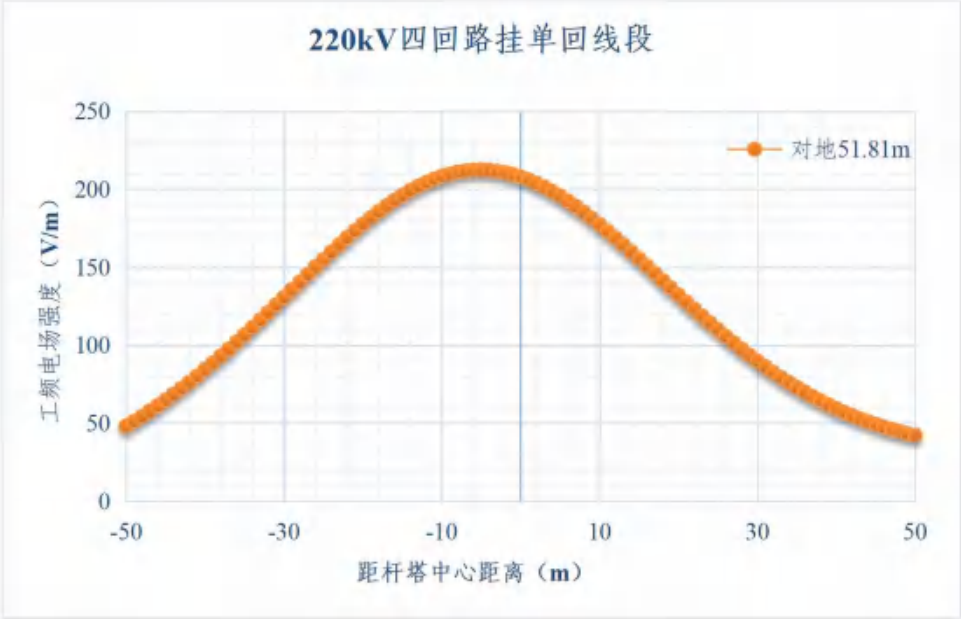


图 6.1-17　220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

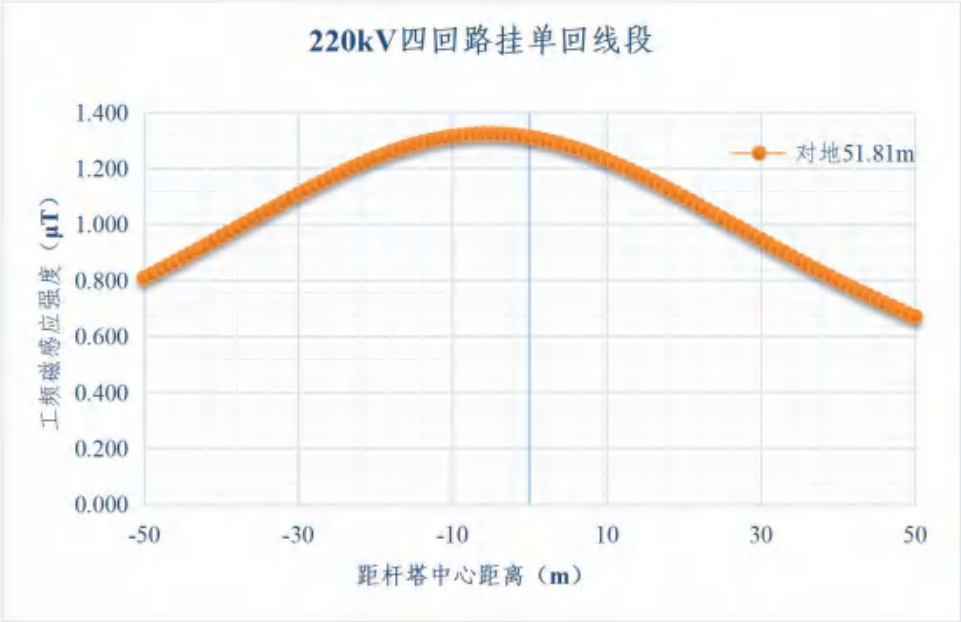


图 6.1-18 220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 地面 1.5m 处工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 四回路挂单回线架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、220kV 下相导线对地最低高度51.8m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为212.5V/m（边导线内），叠加附近现状监测值后（212.5+0.224=212.724）V/m；工频磁感应强度最大预测值为1.325μT（边导线内），叠加附近监测值后（1.325+0.0087=1.3337）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV 四回路挂单回线架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相导线对地高度为51.8m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-28~6.1-29，图6.1-19~6.1-20。

表 6.1-28 220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 时工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
70	129.2	209.6	384.5	850.9	1400.5	1561.9	1746.9	1958.5	2198.8	2467.7	2759.7	3059.5	3336.2	3541.8	3624.3	3556.2	3354.7	3070.4	2756.7	2450.3	2170.0	1922.3	1706.8	1520.8	1360.3	826.0	381.5	213.7	135.6	93.9
69	129.9	212.1	394.0	897.4	1526.2	1719.0	1945.4	2212.0	2526.2	2894.8	3320.1	3791.2	4266.5	4654.0	4825.2	4698.7	4322.4	3827.7	3326.2	2874.0	2486.7	2161.9	1890.8	1664.2	1473.7	867.1	390.1	216.2	136.4	94.2
68	130.6	214.4	403.0	943.6	1656.8	1884.7	2158.3	2489.8	2895.4	3395.7	4014.3	4768.4	5632.7	6452.6	6874.0	6597.2	5792.5	4862.8	4037.2	3367.7	2838.0	2418.5	2083.0	1811.2	1588.3	907.1	398.3	218.4	137.0	94.3
67	131.1	216.5	411.5	988.7	1789.4	2054.8	2379.9	2784.1	3295.6	3957.2	4834.9	6028.8	7656.6	9647.9	11009.7	10199.1	8109.8	6237.8	4876.9	3909.4	3206.2	2679.9	2275.1	1956.3	1700.3	945.3	405.8	220.4	137.6	94.5
66	131.4	218.4	419.2	1031.9	1920.6	2224.4	2602.9	3083.0	3706.7	4543.6	5718.8	7483.7	10403.3	15744.0	22870.3	18505.1	11578.3	7847.5	5751.6	4444.0	3560.5	2928.4	2456.6	2093.0	1805.6	980.7	412.6	222.2	138.1	94.6
65	131.7	219.9	426.2	1072.4	2046.6	2388.1	2818.8	3372.7	4103.8	5103.0	6542.2	8802.2	12953.0	23608.6	123689.0	34660.4	14864.3	9171.3	6466.2	4889.9	3862.8	3144.3	2616.5	2214.6	1900.0	1012.8	418.6	223.6	138.4	94.6
64	131.9	221.2	432.3	1109.2	2163.8	2540.8	3020.3	3642.0	4467.1	5594.2	7196.6	9620.2	13682.8	21589.7	34330.6	25698.5	14741.6	9585.4	6840.5	5179.7	4082.8	3312.3	2746.3	2316.0	1980.1	1040.9	423.7	224.8	138.6	94.5
63	131.9	222.2	437.4	1141.8	2269.1	2678.5	3202.4	3885.2	4791.9	6017.6	7698.9	10020.4	13178.9	17016.1	19449.7	17191.8	12753.0	9234.3	6879.6	5304.1	4212.3	3426.5	2841.8	2394.4	2044.0	1064.4	428.0	225.7	138.7	94.4
62	131.8	222.9	441.6	1169.3	2359.9	2798.0	3362.1	4101.6	5087.7	6416.4	8193.9	10461.3	13000.8	15076.8	15536.4	13903.4	11216.4	8690.9	6737.7	5309.2	4266.1	3491.6	2904.3	2449.6	2091.1	1083.1	431.3	226.3	138.7	94.3
61	131.6	223.3	444.7	1191.2	2434.2	2896.9	3497.0	4291.4	5365.8	6842.5	8862.5	11448.0	14094.3	15526.6	14900.1	12844.0	10425.3	8270.5	6559.0	5255.4	4269.8	3518.7	2938.5	2483.7	2122.1	1096.7	433.6	226.6	138.5	94.0
60	131.2	223.3	446.8	1207.1	2490.1	2972.6	3603.2	4449.1	5620.4	7304.6	9813.3	13523.2	17917.7	19435.8	16637.1	13054.0	10184.6	8031.5	6413.7	5187.0	4247.5	3520.3	2950.8	2499.9	2138.6	1105.1	434.9	226.6	138.3	93.7
59	130.7	223.1	447.7	1216.5	2525.9	3022.2	3675.2	4561.5	5817.6	7715.0	10874.4	16966.9	30024.5	34552.8	21019.9	13935.9	10229.8	7923.8	6316.8	5126.1	4215.5	3506.3	2947.0	2501.2	2142.3	1108.3	435.2	226.2	137.8	93.4
58	130.1	222.5	447.5	1219.4	2540.2	3043.3	3707.3	4613.3	5909.7	7906.2	11387.2	19093.9	51293.4	80848.6	24178.0	14413.4	10268.1	7874.1	6259.5	5079.7	4181.7	3482.7	2930.7	2489.9	2134.4	1106.5	434.5	225.6	137.3	93.0
57	129.4	221.6	446.2	1215.6	2532.4	3034.4	3696.5	4597.4	5875.2	7795.5	10929.4	16611.7	26735.0	29807.4	20230.8	13828.4	10174.8	7849.5	6233.0	5046.8	4147.5	3451.1	2903.4	2467.2	2115.8	1099.7	432.7	224.7	136.7	92.5
56	128.6	220.4	443.8	1205.1	2502.4	2995.6	3644.0	4519.6	5738.7	7492.1	10070.2	13734.5	17790.7	19196.5	16704.3	13130.0	10122.3	7877.0	6234.0	5020.5	4108.0	3408.9	2863.9	2432.5	2086.4	1088.2	430.0	223.5	135.9	92.0
55	127.6	219.0	440.3	1188.3	2450.6	2928.0	3553.1	4391.1	5541.3	7148.4	9384.5	12294.1	15326.2	16965.4	16014.4	13281.8	10354.5	7991.7	6250.7	4985.4	4052.8	3350.2	2809.3	2384.7	2045.9	1072.1	426.4	222.0	135.0	91.4
54	126.5	217.2	435.8	1165.3	2378.1	2833.1	3426.6	4218.9	5301.9	6813.9	8946.4	11892.3	15558.9	18656.5	18369.7	14773.7	10963.4	8159.7	6241.2	4913.9	3966.2	3266.8	2735.6	2322.0	1993.4	1051.7	421.9	220.2	134.0	90.7
53	125.4	215.1	430.3	1136.8	2286.4	2712.6	3266.1	4002.7	5011.2	6440.3	8555.1	11875.5	17477.8	26221.1	27378.7	17981.9	11698.6	8214.4	6125.7	4769.0	3831.1	3151.0	2639.2	2242.9	1928.8	1027.3	416.6	218.2	132.9	90.0
52	124.1	212.8	423.9	1103.3	2177.7	2569.3	3074.1	3741.4	4652.6	5952.9	7936.9	11333.0	18639.5	47390.2	68790.8	20683.2	11656.8	7883.3	5817.2	4520.6	3636.3	2998.4	2518.9	2147.3	1852.3	999.2	410.5	215.9	131.7	89.3
51	122.7	210.3	416.8	1065.6	2055.3	2407.4	2855.8	3440.5	4226.5	5328.9	6974.2	9682.0	14890.8	26522.4	29623.7	16223.8	10055.7	7038.5	5293.3	4166.4	3383.6	2811.2	2376.5	2036.8	1765.1	968.0	403.7	213.4	130.4	88.5
50	121.2	207.5	408.9	1024.4	1923.4	2233.2	2620.7	3114.8	3759.6	4625.8	5830.5	7563.2	10030.9	12750.5	13063.4	10440.1	7775.3	5903.4	4631.6	3739.6	3089.1	2598.3	2217.3	1914.6	1669.5	934.1	396.3	210.7	129.0	87.6
49	119.7	204.6	400.3	980.8	1786.6	2053.7	2380.3	2784.7	3291.6	3933.9	4749.8	5760.9	6888.6	7776.7	7843.6	7015.8	5859.1	4800.4	3950.7	3290.7	2777.1	2372.4	2048.4	1785.2	1568.3	898.2	388.4	207.8	127.5	86.7
48	118.0	201.4	391.3	935.6	1649.5	1875.9	2145.7	2468.7	2856.0	3317.4	3854.6	4443.7	5003.8	5376.8	5397.6	5050.4	4489.5	3886.2	3334.3	2863.1	2470.9	2146.6	1877.7	1653.4	1464.7	860.8	380.0	204.8	126.0	85.8
47	116.3	198.1	381.8	889.6	1516.3	1705.6	1925.3	2179.5	2471.2	2799.5	3154.7	3510.5	3816.2	4002.1	4010.4	3836.6	3534.0	3174.8	2814.0	2481.0	2186.5	1931.3	1711.9	1523.6	1361.7	822.5	371.2	201.5	124.4	84.8
46	114.6	194.7	371.9	843.6	1389.7	1546.7	1724.2	1922.9	2141.9	2376.7	2616.4	2841.3	3022.4	3126.8	3130.9	3033.1	2855.2	2630.3	2389.0	2152.4	1932.0	1732.8	1555.6	1399.1	1261.6	784.0	362.1	198.2	122.7	83.8
45	112.7	191.1	361.8	798.3	1271.8	1401.5	1544.3	1699.5	1864.8	2035.0	2201.0	2349.8	2464.5	2528.5	2530.9	2471.1	2359.1	2211.6	2045.6	1875.1	1709.5	1554.2	1411.6	1282.5	1166.4	745.7	352.7	194.7	120.9	82.8
44	110.8	187.4	351.5	754.2	1163.6	1270.5	1385.5	1507.4	1633.3	1758.8	1877.0	1979.4	2056.1	2098.1	2099.7	2060.8	1986.5	1885.6	1768.1	1643.1	1517.5	1395.9	1281.2	1174.8	1077.2	708.2	343.2	191.1	119.1	81.7
43	108.9	183.6	341.2	711.9	1065.3	1153.5	1246.6	1342.9	1440.0	1534.2	1620.7	1693.7	1747.3	1776.3	1777.5	1751.0	1699.5	1628.0	1542.7	1449.3	1352.8	1257.0	1164.4	1076.7	994.6	671.7	333.7	187.5	117.2	80.6
42	106.9	179.8	330.8	671.4	976.6	1049.8	1125.5	1202.3	1278.1	1350.2	1415.0	1468.7	1507.5	1528.4	1529.4	1510.6	1473.6	1421.5	1357.9	1286.8	1211.8	1135.6	1060.5	987.9	918.8	636.6	324.1	183.8	115.3	79.4
41	104.9	175.9	320.5	633.2	897.1	958.0	1020.0	1081.9	1142.0	1198.0	1247.6	1288.2	1317.2	1332.7	1333.7	1319.9	1292.6	1253.5	1205.1	1150.1	1090.9	1029.8	968.4	908.1	849.8	603.1	314.5	180.1	113.4	78.3
40	102.9	172.1	310.3	597.2	825.9	876.9	928.1	978.5	1026.7	1071.0	1109.8	1141.1	1163.4	1175.3	1176.1	1165.8	1145.1	1115.1	1077.6	1034.3	987.0	937.4	886.9	836.5	787.2	571.3	305.1	176.3	111.5	77.1
39	100.8	168.2	300.3	563.5	762.4	805.3	847.9	889.3	928.5	964.1	994.9	1019.7	1037.1	1046.5	1047.2	1039.3	1023.3	999.9	970.2	935.6	897.4	856.7	814.8	772.5	730.5	541.2	295.7	172.5	109.5	75.9
38	98.7	164.3	290.5	532.0	705.6	742.0	777.7	812.2	844.4	873.4	898.3	918.1	932.1	939.6	940.2	934.1	921.4	902.8	879.0	851.0	819.7	786.1	751.0	715.2	679.4	512.9	286.6	168.7	107.5	74.7
37	96.6	160.4	280.9	502.8	654.8	685.9	716.2	745.0	771.8	795.8	816.2	832.3	843.7	849.8	850.4	845.6	835.4	820.4	801.0	778.0	752.1	724.1	694.5	664.0	633.2	486.4	277.6	165.0	105.5	73.4
36	94.6	156.6	271.6	475.6	609.4	636.1	662.0	686.4	708.9	728.9	745.8	759.2	768.6	773.7	774.3	770.3	762.1	749.8	733.8	714.7	693.1	669.4	644.2	618.1	591.5	461.6	268.9	161.3	103.5	72.2
35	92.5	152.8	262.6	450.5	568.7	591.9	614.1	634.9	654.0	670.9	685.2	696.4	704.2	708.5	709.0	705.8	699.0	688.8	675.5	659.5	641.2	621.1	599.5	577.0	553.8	438.5	260.4	157.6	101.5	71.0
34	90.4	149.1	254.0	427.3	532.2	552.4	571.6	589.6	605.9	620.3	632.4	642.0	648.6	652.2	652.7	650.1	644.4	635.9	624.6	611.1	595.5	578.2	559.6	540.0	519.8	417.0	252.2	153.9	99.5	69.7
33	88.3	145.4	245.6	405.8	499.4	517.1	533.9	549.5	563.6	576.0	586.4	594.5	600.2	603.4	603.8	601.6	596.8	589.6	580.0	568.4	555.0	540.1	523.9	506.8	489.0	397.1	244.4	150.4	97.5	68.5
32	86.3	141.8	237.7	386.0	469.8	485.4	500.2	513.8	526.2	536.9	545.9	553.0	557.9	560.6	561.1	559.2	555.1	548.9	540.7	530.7	519.1	506.1	491.9	476.9	461.1	378.5	236.8	146.9	95.6	67.2
31	84.3	138.3	230.0	367.7	443.2	457.0	470.1	482.1	492.9	502.3	510.2	516.3	520.7	523.0	523.4	521.9	518.4	513.0	505.9	497.2	487.0	475.6	463.2	449.8	435.8	361.3	229.5	143.4	93.6	66.0
30	82.3	134.9	222.7	350.8	419.0	431.4	443.0	453.7	463.3	471.6	478.5	483.9	487.7	489.8	490.2	488.9	485.8	481.2	474.9	467.3	458.4	448.3	437.2	425.4	412.8	345.4	222.5	140.1	91.7	64.8

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
29	80.3	131.6	215.8	335.2	397.2	408.3	418.7	428.2	436.8	444.2	450.3	455.1	458.5	460.4	460.7	459.6	456.9	452.8	447.3	440.6	432.7	423.7	413.8	403.2	392.0	330.6	215.8	136.9	89.8	63.6
28	78.4	128.4	209.2	320.8	377.4	387.4	396.8	405.4	413.0	419.6	425.1	429.4	432.4	434.1	434.4	433.4	431.1	427.5	422.6	416.6	409.5	401.5	392.7	383.1	372.9	316.9	209.5	133.7	88.0	62.4
27	76.5	125.3	202.9	307.5	359.4	368.5	377.0	384.7	391.6	397.6	402.5	406.4	409.1	410.6	410.9	410.0	408.0	404.7	400.4	395.0	388.7	381.5	373.5	364.8	355.6	304.2	203.4	130.6	86.1	61.2
26	74.6	122.3	197.0	295.3	343.0	351.3	359.1	366.1	372.4	377.7	382.2	385.7	388.2	389.5	389.9	389.1	387.2	384.3	380.4	375.6	369.8	363.3	356.1	348.2	339.8	292.4	197.6	127.7	84.4	60.0
25	72.8	119.4	191.3	284.0	328.1	335.7	342.8	349.2	354.9	359.9	363.9	367.1	369.3	370.6	370.9	370.2	368.5	365.9	362.4	358.0	352.8	346.8	340.2	333.0	325.3	281.5	192.2	124.8	82.6	58.8
24	71.1	116.6	186.0	273.6	314.5	321.5	328.0	333.9	339.2	343.7	347.4	350.3	352.4	353.5	353.8	353.2	351.7	349.3	346.1	342.1	337.3	331.9	325.8	319.2	312.1	271.5	187.0	122.1	81.0	57.7
23	69.3	114.0	181.0	263.9	302.1	308.6	314.6	320.1	324.9	329.0	332.5	335.1	337.0	338.1	338.4	337.8	336.4	334.3	331.3	327.6	323.3	318.3	312.7	306.6	300.0	262.1	182.1	119.5	79.3	56.6
22	67.7	111.4	176.3	255.1	290.7	296.8	302.4	307.4	311.9	315.7	318.9	321.4	323.1	324.1	324.4	323.9	322.6	320.6	317.9	314.5	310.5	305.9	300.7	295.0	288.9	253.5	177.5	116.9	77.7	55.5
21	66.1	109.0	171.9	246.9	280.4	286.0	291.2	296.0	300.1	303.7	306.6	308.9	310.6	311.5	311.7	311.3	310.1	308.3	305.8	302.6	298.9	294.6	289.8	284.5	278.8	245.6	173.2	114.5	76.2	54.4
20	64.5	106.7	167.7	239.3	270.9	276.2	281.1	285.5	289.4	292.7	295.5	297.6	299.1	300.0	300.2	299.8	298.7	297.0	294.7	291.8	288.3	284.3	279.8	274.8	269.5	238.2	169.1	112.2	74.7	53.4
19	63.0	104.5	163.8	232.4	262.2	267.2	271.8	276.0	279.6	282.8	285.3	287.4	288.8	289.6	289.8	289.4	288.4	286.8	284.7	281.9	278.7	274.9	270.7	266.0	261.0	231.4	165.2	110.0	73.3	52.4
18	61.6	102.4	160.2	226.0	254.3	259.1	263.4	267.3	270.7	273.7	276.1	278.0	279.4	280.1	280.3	280.0	279.0	277.5	275.5	272.9	269.9	266.3	262.4	258.0	253.2	225.1	161.6	108.0	71.9	51.5
17	60.2	100.5	156.8	220.1	247.1	251.6	255.7	259.4	262.7	265.5	267.8	269.5	270.8	271.6	271.8	271.4	270.5	269.1	267.2	264.8	261.9	258.5	254.8	250.6	246.1	219.4	158.3	106.0	70.6	50.5
16	58.9	98.6	153.6	214.7	240.5	244.8	248.7	252.2	255.3	258.0	260.2	261.9	263.1	263.8	264.0	263.6	262.8	261.5	259.6	257.4	254.6	251.4	247.9	243.9	239.6	214.1	155.2	104.2	69.4	49.7
15	57.6	96.9	150.7	209.8	234.5	238.6	242.3	245.7	248.7	251.2	253.3	254.9	256.0	256.7	256.9	256.6	255.8	254.5	252.8	250.6	248.0	245.0	241.6	237.8	233.7	209.2	152.3	102.4	68.2	48.8
14	56.5	95.3	148.0	205.3	229.1	233.0	236.6	239.8	242.6	245.0	247.0	248.6	249.7	250.3	250.5	250.2	249.4	248.2	246.6	244.5	242.0	239.1	235.9	232.2	228.3	204.8	149.6	100.8	67.1	48.0
13	55.3	93.8	145.5	201.2	224.1	227.9	231.3	234.4	237.1	239.5	241.4	242.9	243.9	244.5	244.7	244.4	243.7	242.6	241.0	239.0	236.6	233.8	230.7	227.2	223.4	200.7	147.1	99.3	66.1	47.3
12	54.3	92.4	143.2	197.5	219.7	223.3	226.6	229.6	232.2	234.5	236.3	237.7	238.8	239.3	239.5	239.2	238.6	237.4	235.9	234.0	231.7	229.0	226.0	222.7	219.0	197.1	144.9	97.9	65.1	46.6
11	53.4	91.1	141.2	194.1	215.6	219.2	222.4	225.3	227.8	230.0	231.7	233.1	234.1	234.7	234.8	234.6	233.9	232.9	231.4	229.5	227.3	224.7	221.8	218.6	215.0	193.7	142.8	96.6	64.2	45.9
10	52.5	89.9	139.3	191.1	212.1	215.5	218.6	221.4	223.9	226.0	227.7	229.0	230.0	230.5	230.7	230.4	229.8	228.8	227.3	225.5	223.4	220.9	218.0	214.9	211.5	190.7	140.9	95.5	63.4	45.3
9	51.7	88.9	137.6	188.4	208.9	212.2	215.2	218.0	220.4	222.4	224.1	225.4	226.3	226.9	227.0	226.8	226.1	225.1	223.8	222.0	219.9	217.5	214.7	211.6	208.3	188.1	139.2	94.4	62.7	44.7
8	50.9	87.9	136.1	186.1	206.1	209.3	212.3	215.0	217.3	219.3	220.9	222.2	223.1	223.6	223.8	223.5	222.9	221.9	220.6	218.9	216.8	214.5	211.8	208.8	205.5	185.7	137.8	93.5	62.0	44.2
7	50.3	87.1	134.8	184.0	203.6	206.8	209.7	212.3	214.6	216.6	218.2	219.4	220.3	220.8	221.0	220.7	220.1	219.2	217.9	216.2	214.2	211.9	209.2	206.3	203.1	183.7	136.5	92.6	61.4	43.8
6	49.7	86.4	133.7	182.2	201.5	204.7	207.5	210.1	212.3	214.3	215.8	217.1	217.9	218.4	218.6	218.3	217.8	216.8	215.5	213.9	211.9	209.6	207.1	204.2	201.0	181.9	135.3	91.9	60.9	43.4
5	49.3	85.8	132.8	180.8	199.8	202.9	205.7	208.2	210.4	212.3	213.9	215.1	215.9	216.4	216.6	216.3	215.8	214.8	213.6	212.0	210.0	207.8	205.2	202.4	199.3	180.5	134.4	91.3	60.4	43.1
4	48.9	85.3	132.0	179.6	198.4	201.4	204.2	206.7	208.9	210.8	212.3	213.5	214.3	214.8	214.9	214.7	214.2	213.2	212.0	210.4	208.5	206.3	203.8	201.0	197.9	179.3	133.6	90.8	60.1	42.8
3	48.6	84.9	131.4	178.6	197.3	200.3	203.1	205.5	207.7	209.5	211.1	212.2	213.1	213.6	213.7	213.5	212.9	212.0	210.8	209.2	207.3	205.1	202.6	199.8	196.8	178.4	133.0	90.4	59.8	42.6
2	48.3	84.6	131.0	178.0	196.5	199.5	202.3	204.7	206.9	208.7	210.2	211.4	212.2	212.7	212.8	212.6	212.0	211.1	209.9	208.3	206.5	204.3	201.8	199.0	196.0	177.7	132.6	90.1	59.6	42.4
1	48.2	84.5	130.7	177.6	196.1	199.1	201.8	204.2	206.4	208.2	209.7	210.8	211.7	212.1	212.3	212.1	211.5	210.6	209.4	207.8	206.0	203.8	201.3	198.6	195.6	177.3	132.3	90.0	59.5	42.3
0	48.2	84.4	130.6	177.4	195.9	198.9	201.6	204.1	206.2	208.0	209.5	210.7	211.5	212.0	212.1	211.9	211.3	210.4	209.2	207.7	205.8	203.6	201.2	198.4	195.4	177.2	132.2	89.9	59.4	42.3

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色填充内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-29 220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 时工频磁感应强度空间分布 （μT）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
70	1.954	3.094	5.515	11.798	19.041	21.152	23.567	26.327	29.460	32.966	36.781	40.707	44.344	47.066	48.188	47.340	44.740	41.044	36.948	32.937	29.258	25.995	23.150	20.685	18.552	11.390	5.330	3.006	1.908	1.311
69	1.974	3.143	5.666	12.459	20.748	23.270	26.223	29.696	33.787	38.589	44.140	50.306	56.551	61.679	63.997	62.421	57.558	51.117	44.565	38.639	33.550	29.269	25.684	22.677	20.140	11.989	5.468	3.051	1.926	1.320
68	1.992	3.188	5.810	13.117	22.520	25.496	29.059	33.369	38.638	45.141	53.198	63.050	74.389	85.213	90.879	87.407	76.976	64.855	54.058	45.280	38.315	32.781	28.339	24.727	21.752	12.576	5.598	3.093	1.943	1.328
67	2.009	3.230	5.946	13.761	24.316	27.774	31.998	37.235	43.855	52.421	63.808	79.351	100.638	126.822	144.945	134.655	107.484	83.049	65.247	52.563	43.315	36.369	31.004	26.761	23.339	13.140	5.720	3.132	1.959	1.335
66	2.024	3.269	6.072	14.379	26.086	30.036	34.933	41.126	49.154	59.924	75.077	97.921	135.895	205.703	299.442	243.202	152.930	104.248	76.867	59.744	48.136	39.793	33.537	28.690	24.841	13.669	5.832	3.167	1.973	1.342
65	2.037	3.303	6.186	14.959	27.781	32.206	37.752	44.852	54.189	66.933	85.315	114.296	167.831	306.001	1607.810	452.824	195.475	121.494	86.300	65.728	52.261	42.788	35.787	30.424	26.202	14.153	5.933	3.199	1.985	1.348
64	2.049	3.334	6.288	15.489	29.350	34.215	40.355	48.260	58.688	72.883	93.061	123.692	175.403	276.887	442.030	333.162	192.786	126.543	91.144	69.606	55.280	45.140	37.634	31.887	27.371	14.581	6.022	3.226	1.996	1.353
63	2.059	3.359	6.376	15.958	30.753	36.011	42.675	51.273	62.585	77.769	98.518	127.217	166.594	215.194	247.313	220.675	165.625	121.399	91.489	71.256	57.079	46.767	39.018	33.038	28.319	14.945	6.097	3.249	2.005	1.357
62	2.067	3.380	6.449	16.354	31.956	37.555	44.677	53.892	66.016	82.151	103.538	130.728	161.403	187.217	194.378	176.244	144.446	113.703	89.408	71.299	57.854	47.725	39.949	33.868	29.032	15.238	6.158	3.268	2.013	1.360
61	2.073	3.397	6.505	16.669	32.930	38.817	46.339	56.136	69.152	86.727	110.399	140.398	171.139	188.453	182.722	160.394	132.969	107.630	86.835	70.548	57.944	48.156	40.484	34.398	29.515	15.455	6.204	3.282	2.018	1.363
60	2.077	3.408	6.545	16.896	33.653	39.767	47.624	57.961	71.974	91.686	120.495	162.588	212.315	229.941	199.543	160.424	128.624	103.977	84.723	69.594	57.666	48.222	40.700	34.665	29.783	15.593	6.235	3.291	2.022	1.365
59	2.080	3.414	6.567	17.030	34.104	40.372	48.471	59.233	74.128	96.095	131.977	200.622	348.312	399.665	247.265	168.946	128.149	102.145	83.281	68.732	57.232	48.048	40.669	34.705	29.854	15.652	6.250	3.296	2.024	1.366
58	2.080	3.415	6.572	17.065	34.265	40.604	48.818	59.783	75.092	98.090	137.424	224.008	589.167	925.281	281.818	173.591	128.099	101.255	82.405	68.050	56.742	47.708	40.435	34.544	29.742	15.631	6.248	3.295	2.024	1.366
57	2.078	3.411	6.558	17.002	34.126	40.445	48.632	59.537	74.636	96.773	132.155	195.630	308.824	343.289	237.011	167.028	127.054	100.909	81.981	67.529	56.207	47.217	40.013	34.194	29.457	15.532	6.230	3.290	2.022	1.365
56	2.075	3.402	6.527	16.841	33.686	39.895	47.925	58.559	73.047	93.416	122.749	163.830	209.068	225.225	198.763	160.193	127.021	101.406	81.948	67.073	55.564	46.544	39.390	33.650	28.998	15.356	6.197	3.281	2.018	1.363
55	2.069	3.387	6.478	16.584	32.951	38.967	46.730	56.966	70.767	89.708	115.647	149.049	183.884	203.458	194.132	164.096	130.797	103.112	82.128	66.476	54.674	45.613	38.529	32.899	28.362	15.107	6.148	3.266	2.012	1.361
54	2.062	3.368	6.412	16.238	31.935	37.674	45.071	54.815	67.960	86.096	111.456	146.404	190.203	228.113	226.406	184.653	139.368	105.506	81.950	65.371	53.337	44.323	37.385	31.924	27.545	14.790	6.085	3.247	2.005	1.357
53	2.053	3.344	6.331	15.810	30.656	36.038	42.958	52.077	64.450	81.867	107.571	148.029	216.818	325.415	341.788	226.806	149.464	106.378	80.353	63.278	51.339	42.581	35.921	30.712	26.550	14.410	6.007	3.224	1.996	1.353
52	2.041	3.315	6.235	15.309	29.147	34.093	40.418	48.721	59.994	76.030	100.507	142.578	233.694	594.398	866.591	262.566	149.445	102.162	76.197	59.807	48.543	40.345	34.129	29.271	25.385	13.974	5.917	3.197	1.985	1.348
51	2.029	3.282	6.125	14.747	27.452	31.896	37.520	44.817	54.592	68.284	88.754	122.588	188.044	335.028	375.425	206.808	129.169	91.200	69.203	54.946	44.986	37.654	32.046	27.631	24.076	13.489	5.815	3.165	1.973	1.342
50	2.014	3.245	6.004	14.136	25.629	29.531	34.390	40.561	48.597	59.389	74.430	96.150	127.249	161.771	166.146	133.381	99.941	76.419	60.410	49.147	40.897	34.637	29.749	25.841	22.657	12.966	5.702	3.130	1.959	1.335
49	1.998	3.204	5.871	13.491	23.742	27.095	31.182	36.226	42.540	50.543	60.728	73.398	87.602	98.895	99.929	89.698	75.276	62.037	51.386	43.087	36.605	31.472	27.342	23.967	21.171	12.413	5.580	3.091	1.943	1.328
48	1.980	3.160	5.730	12.823	21.854	24.684	28.046	32.064	36.875	42.608	49.296	56.654	63.687	68.424	68.784	64.539	57.601	50.105	43.229	37.339	32.419	28.334	24.930	22.076	19.664	11.841	5.450	3.049	1.926	1.320
47	1.961	3.112	5.581	12.147	20.020	22.374	25.098	28.244	31.851	35.911	40.311	44.732	48.550	50.901	51.059	48.956	45.244	40.816	36.352	32.219	28.551	25.359	22.604	20.229	18.178	11.259	5.313	3.004	1.908	1.311
46	1.940	3.062	5.426	11.472	18.281	20.220	22.405	24.848	27.540	30.425	33.374	36.149	38.394	39.705	39.786	38.613	36.449	33.699	30.738	27.824	25.102	22.632	20.426	18.471	16.744	10.676	5.171	2.956	1.888	1.302
45	1.918	3.009	5.266	10.809	16.662	18.250	19.995	21.889	23.904	25.978	28.005	29.824	31.233	32.028	32.075	31.363	30.013	28.224	26.204	24.123	22.096	20.187	18.429	16.831	15.388	10.099	5.024	2.906	1.867	1.292
44	1.895	2.953	5.103	10.165	15.176	16.473	17.867	19.340	20.861	22.376	23.805	25.044	25.976	26.490	26.520	26.060	25.171	23.958	22.542	21.031	19.507	18.028	16.628	15.324	14.123	9.536	4.875	2.854	1.845	1.281
43	1.871	2.896	4.938	9.547	13.828	14.887	16.003	17.155	18.316	19.441	20.474	21.348	21.990	22.340	22.360	22.048	21.437	20.586	19.567	18.449	17.291	16.137	15.019	13.956	12.958	8.991	4.723	2.800	1.822	1.270
42	1.846	2.837	4.773	8.958	12.611	13.479	14.376	15.285	16.181	17.031	17.795	18.429	18.888	19.136	19.150	18.930	18.495	17.879	17.128	16.286	15.395	14.488	13.591	12.722	11.893	8.468	4.571	2.745	1.798	1.258
41	1.820	2.777	4.609	8.401	11.520	12.233	12.959	13.682	14.382	15.035	15.612	16.084	16.421	16.602	16.612	16.452	16.133	15.677	15.111	14.467	13.772	13.053	12.329	11.616	10.925	7.970	4.420	2.688	1.773	1.246
40	1.793	2.716	4.445	7.876	10.543	11.132	11.723	12.303	12.856	13.366	13.810	14.168	14.423	14.558	14.566	14.447	14.207	13.861	13.427	12.926	12.378	11.802	11.214	10.626	10.049	7.498	4.269	2.630	1.748	1.233
39	1.766	2.654	4.284	7.386	9.670	10.159	10.643	11.113	11.556	11.958	12.305	12.583	12.779	12.883	12.889	12.798	12.614	12.347	12.008	11.613	11.175	10.710	10.228	9.741	9.257	7.054	4.120	2.572	1.721	1.220
38	1.738	2.592	4.126	6.928	8.889	9.297	9.697	10.080	10.439	10.761	11.037	11.255	11.409	11.490	11.495	11.424	11.281	11.070	10.802	10.486	10.133	9.754	9.357	8.951	8.544	6.637	3.973	2.514	1.695	1.206
37	1.709	2.530	3.972	6.502	8.190	8.533	8.865	9.181	9.474	9.735	9.956	10.131	10.254	10.318	10.322	10.266	10.152	9.984	9.769	9.514	9.226	8.914	8.584	8.244	7.900	6.246	3.830	2.455	1.667	1.192
36	1.680	2.467	3.821	6.106	7.565	7.853	8.132	8.394	8.635	8.849	9.029	9.171	9.269	9.321	9.325	9.280	9.188	9.053	8.878	8.669	8.433	8.173	7.898	7.612	7.319	5.881	3.690	2.396	1.640	1.178
35	1.651	2.405	3.675	5.739	7.003	7.248	7.482	7.702	7.902	8.079	8.227	8.343	8.424	8.466	8.469	8.433	8.358	8.247	8.104	7.932	7.735	7.519	7.287	7.044	6.794	5.541	3.553	2.337	1.612	1.163
34	1.622	2.343	3.533	5.399	6.498	6.707	6.905	7.090	7.258	7.406	7.529	7.625	7.691	7.726	7.729	7.699	7.637	7.546	7.427	7.284	7.119	6.937	6.741	6.534	6.319	5.225	3.421	2.279	1.584	1.148
33	1.592	2.282	3.397	5.084	6.042	6.221	6.391	6.548	6.690	6.814	6.917	6.997	7.052	7.081	7.084	7.059	7.008	6.931	6.832	6.712	6.573	6.418	6.251	6.074	5.889	4.930	3.293	2.221	1.555	1.133
32	1.562	2.222	3.265	4.792	5.631	5.785	5.931	6.065	6.185	6.290	6.377	6.445	6.491	6.516	6.518	6.497	6.454	6.390	6.306	6.204	6.086	5.955	5.812	5.659	5.499	4.656	3.169	2.163	1.527	1.118
31	1.532	2.162	3.138	4.522	5.258	5.392	5.517	5.632	5.736	5.825	5.899	5.956	5.996	6.017	6.018	6.001	5.964	5.910	5.839	5.752	5.652	5.539	5.415	5.283	5.144	4.401	3.049	2.107	1.498	1.103
30	1.503	2.104	3.017	4.272	4.920	5.036	5.145	5.244	5.333	5.410	5.473	5.522	5.556	5.574	5.575	5.560	5.529	5.483	5.422	5.348	5.261	5.164	5.057	4.942	4.821	4.164	2.934	2.051	1.470	1.087

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
29	1.473	2.046	2.900	4.039	4.612	4.714	4.808	4.895	4.972	5.038	5.092	5.135	5.163	5.179	5.180	5.167	5.141	5.101	5.049	4.985	4.910	4.825	4.732	4.632	4.526	3.944	2.824	1.997	1.441	1.071
28	1.444	1.990	2.788	3.824	4.332	4.421	4.504	4.579	4.646	4.703	4.750	4.787	4.812	4.825	4.826	4.815	4.792	4.758	4.713	4.657	4.592	4.519	4.437	4.350	4.256	3.739	2.718	1.943	1.413	1.056
27	1.414	1.935	2.681	3.624	4.075	4.154	4.226	4.292	4.351	4.401	4.442	4.474	4.495	4.507	4.508	4.498	4.479	4.449	4.409	4.361	4.304	4.240	4.169	4.091	4.009	3.548	2.616	1.890	1.385	1.040
26	1.385	1.881	2.578	3.438	3.840	3.910	3.974	4.032	4.083	4.127	4.163	4.191	4.210	4.220	4.220	4.212	4.195	4.169	4.135	4.092	4.042	3.986	3.923	3.855	3.782	3.370	2.519	1.839	1.357	1.024
25	1.357	1.829	2.481	3.265	3.625	3.686	3.743	3.794	3.839	3.878	3.910	3.934	3.951	3.959	3.960	3.953	3.938	3.915	3.885	3.848	3.804	3.754	3.698	3.638	3.573	3.204	2.425	1.789	1.329	1.008
24	1.328	1.777	2.387	3.104	3.426	3.481	3.531	3.577	3.617	3.651	3.679	3.700	3.715	3.723	3.723	3.717	3.704	3.684	3.657	3.624	3.585	3.541	3.492	3.438	3.380	3.049	2.336	1.740	1.302	0.992
23	1.300	1.728	2.298	2.954	3.244	3.292	3.337	3.378	3.413	3.443	3.468	3.487	3.500	3.507	3.508	3.502	3.490	3.473	3.449	3.420	3.385	3.346	3.302	3.254	3.203	2.904	2.251	1.692	1.275	0.977
22	1.272	1.679	2.213	2.813	3.075	3.118	3.159	3.195	3.226	3.253	3.275	3.292	3.304	3.310	3.310	3.305	3.295	3.279	3.258	3.232	3.202	3.167	3.127	3.084	3.038	2.769	2.169	1.645	1.248	0.961
21	1.245	1.632	2.131	2.683	2.918	2.958	2.994	3.026	3.054	3.078	3.098	3.113	3.123	3.129	3.129	3.125	3.116	3.102	3.083	3.060	3.032	3.001	2.966	2.927	2.886	2.642	2.091	1.600	1.222	0.945
20	1.218	1.586	2.054	2.560	2.774	2.809	2.841	2.870	2.896	2.917	2.935	2.948	2.958	2.962	2.963	2.959	2.951	2.938	2.921	2.901	2.876	2.848	2.816	2.782	2.744	2.523	2.016	1.556	1.196	0.930
19	1.192	1.542	1.980	2.445	2.639	2.671	2.700	2.726	2.749	2.769	2.784	2.797	2.805	2.809	2.810	2.806	2.799	2.787	2.772	2.754	2.732	2.706	2.678	2.647	2.613	2.412	1.945	1.513	1.171	0.914
18	1.166	1.499	1.909	2.338	2.514	2.543	2.569	2.593	2.614	2.631	2.645	2.656	2.664	2.668	2.668	2.665	2.658	2.648	2.635	2.618	2.598	2.575	2.549	2.521	2.490	2.308	1.877	1.472	1.146	0.899
17	1.141	1.457	1.842	2.237	2.398	2.424	2.448	2.469	2.488	2.504	2.516	2.526	2.533	2.537	2.537	2.534	2.528	2.519	2.507	2.492	2.474	2.453	2.430	2.404	2.376	2.209	1.812	1.432	1.121	0.884
16	1.116	1.416	1.777	2.143	2.289	2.313	2.335	2.354	2.371	2.385	2.397	2.406	2.412	2.415	2.415	2.413	2.407	2.399	2.388	2.374	2.358	2.339	2.318	2.295	2.269	2.117	1.749	1.392	1.097	0.868
15	1.091	1.377	1.716	2.054	2.188	2.209	2.229	2.247	2.262	2.275	2.286	2.294	2.299	2.302	2.302	2.300	2.295	2.288	2.278	2.265	2.250	2.233	2.214	2.193	2.170	2.030	1.690	1.355	1.074	0.854
14	1.067	1.339	1.657	1.970	2.093	2.112	2.130	2.146	2.160	2.172	2.182	2.189	2.194	2.197	2.197	2.195	2.191	2.184	2.175	2.163	2.150	2.134	2.117	2.097	2.076	1.948	1.633	1.318	1.050	0.839
13	1.044	1.303	1.601	1.891	2.004	2.022	2.038	2.053	2.066	2.076	2.085	2.092	2.097	2.099	2.099	2.097	2.093	2.087	2.079	2.068	2.056	2.042	2.026	2.008	1.989	1.871	1.579	1.282	1.028	0.824
12	1.021	1.267	1.548	1.816	1.920	1.937	1.952	1.965	1.977	1.987	1.995	2.001	2.005	2.007	2.008	2.006	2.002	1.997	1.989	1.979	1.968	1.955	1.941	1.924	1.906	1.798	1.527	1.248	1.005	0.810
11	0.998	1.233	1.497	1.746	1.842	1.857	1.871	1.883	1.894	1.903	1.910	1.916	1.920	1.922	1.922	1.920	1.917	1.912	1.905	1.896	1.886	1.874	1.860	1.846	1.829	1.730	1.477	1.215	0.984	0.796
10	0.977	1.199	1.448	1.680	1.768	1.782	1.795	1.806	1.816	1.824	1.831	1.836	1.840	1.841	1.842	1.840	1.837	1.832	1.826	1.818	1.809	1.798	1.785	1.772	1.756	1.665	1.429	1.182	0.962	0.782
9	0.955	1.167	1.401	1.617	1.698	1.711	1.723	1.734	1.743	1.750	1.757	1.761	1.764	1.766	1.766	1.765	1.762	1.758	1.752	1.745	1.736	1.726	1.714	1.702	1.688	1.603	1.384	1.151	0.942	0.768
8	0.934	1.136	1.356	1.558	1.633	1.645	1.656	1.665	1.674	1.681	1.687	1.691	1.694	1.695	1.696	1.694	1.692	1.688	1.682	1.676	1.668	1.658	1.648	1.636	1.623	1.545	1.340	1.121	0.921	0.754
7	0.914	1.106	1.314	1.502	1.571	1.582	1.592	1.601	1.609	1.615	1.621	1.625	1.627	1.629	1.629	1.628	1.625	1.622	1.617	1.611	1.603	1.595	1.585	1.574	1.562	1.489	1.299	1.092	0.901	0.741
6	0.894	1.077	1.273	1.448	1.513	1.523	1.532	1.541	1.548	1.554	1.559	1.562	1.565	1.566	1.566	1.565	1.563	1.560	1.555	1.549	1.542	1.535	1.526	1.516	1.505	1.437	1.259	1.063	0.882	0.728
5	0.874	1.049	1.234	1.398	1.458	1.467	1.476	1.483	1.490	1.496	1.500	1.503	1.506	1.507	1.507	1.506	1.504	1.501	1.497	1.491	1.485	1.478	1.469	1.460	1.450	1.387	1.220	1.036	0.863	0.715
4	0.856	1.022	1.196	1.350	1.405	1.414	1.422	1.429	1.435	1.441	1.445	1.448	1.450	1.451	1.451	1.451	1.449	1.446	1.442	1.437	1.431	1.424	1.416	1.408	1.398	1.340	1.184	1.009	0.845	0.702
3	0.837	0.995	1.160	1.304	1.356	1.364	1.372	1.378	1.384	1.389	1.392	1.395	1.397	1.399	1.399	1.398	1.396	1.393	1.390	1.385	1.380	1.373	1.366	1.358	1.349	1.295	1.149	0.984	0.827	0.690
2	0.819	0.970	1.126	1.260	1.309	1.317	1.324	1.330	1.335	1.339	1.343	1.346	1.348	1.349	1.349	1.348	1.346	1.344	1.340	1.336	1.331	1.325	1.319	1.311	1.303	1.252	1.115	0.959	0.809	0.677
1	0.801	0.945	1.093	1.219	1.264	1.272	1.278	1.284	1.289	1.293	1.296	1.299	1.300	1.301	1.301	1.301	1.299	1.297	1.294	1.290	1.285	1.280	1.273	1.266	1.259	1.211	1.082	0.935	0.792	0.665
0	0.784	0.922	1.061	1.180	1.222	1.229	1.235	1.240	1.245	1.248	1.252	1.254	1.256	1.257	1.257	1.256	1.255	1.252	1.249	1.246	1.241	1.236	1.230	1.224	1.217	1.172	1.051	0.912	0.775	0.654

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色填充内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

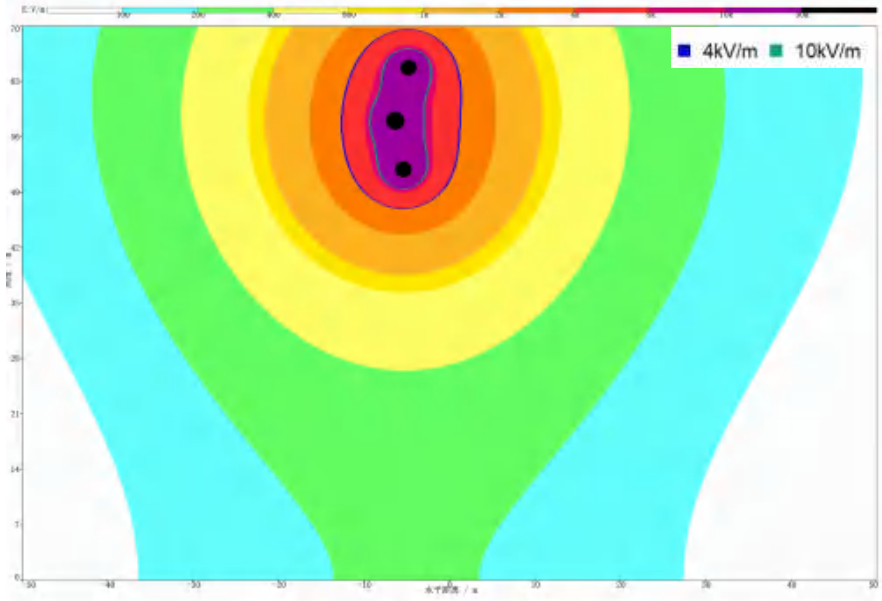


图 6.1-19　220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 时工频电场强度空间分布图

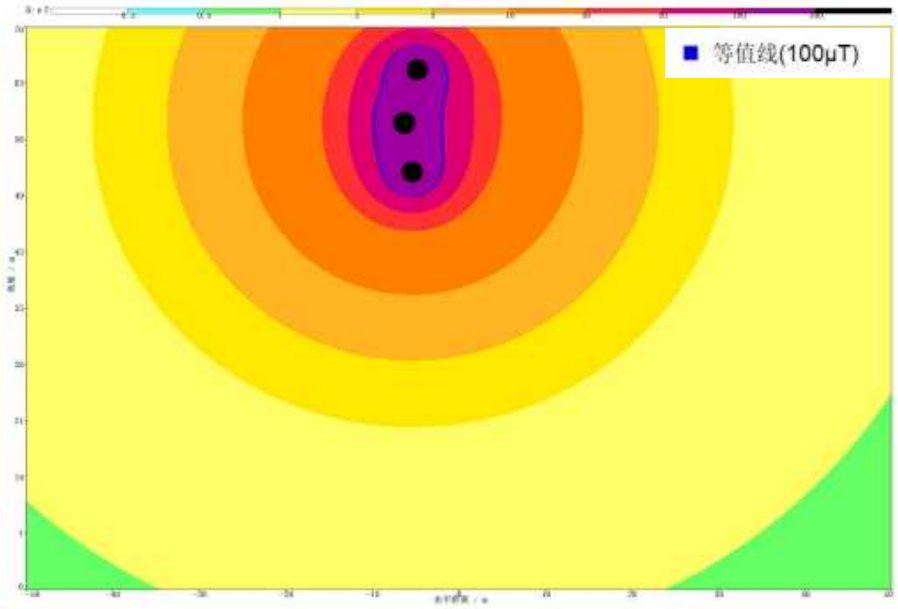


图 6.1-20　220kV 四回路挂单回线路导线对地 51.8m 时工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-28~6.1-29 及图 6.1-19~6.1-20 可见，本项目 220kV 四回路挂单回线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相线导线对地最低高度 51.8m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（13m-6.39m=6.61m，2m-（-4.79）m=6.79m，向上取整 7m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（51.8m-46m=5.8m，向上取整 6m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-28~6.1-29 及图 6.1-19~6.1-20 可见，本项目 220kV 四回路挂单回线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相线导线对地最低高度 51.8m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 4m（10m-6.39m=3.31m，-1m-（-4.79）m=3.79m，向上取整 4m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（51.8m-49m=2.8m，向上取整 3m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 四回路挂单回线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相线导线对地最低高度 51.8m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

③220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）架空线路预测结果

220kV 同塔双回段（桐子湾~科学城段）线路计算结果见表 6.1-24。

表 6.1-30 220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）线路不同对地高度时工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	15.6m		17m	
距线路中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	177.1	3.092	161.6	3.028
-49	178.2	3.201	161.8	3.132
-48	179.1	3.314	161.6	3.240
-47	179.6	3.434	161.1	3.355
-46.1（边导线外 40m）	179.7	3.547	160.3	3.462
-46	179.7	3.560	160.1	3.474
-45	179.3	3.692	158.7	3.600
-44	178.4	3.831	156.6	3.732
-43	177.0	3.977	153.9	3.871
-42	174.8	4.131	150.5	4.017
-41	171.9	4.294	146.2	4.170
-40	168.1	4.465	141.0	4.331
-39	163.3	4.646	134.8	4.501
-38	157.4	4.837	127.3	4.680
-37	150.2	5.039	118.6	4.869
-36	141.6	5.252	108.5	5.067
-35	131.4	5.477	96.9	5.276
-34	119.4	5.715	83.8	5.497
-33	105.6	5.966	69.4	5.729
-32	90.1	6.233	54.6	5.974
-31	73.2	6.514	42.5	6.232
-30	56.8	6.812	40.8	6.504
-29	46.9	7.127	55.4	6.790
-28	53.8	7.460	81.8	7.091
-27	78.6	7.812	115.7	7.407
-26	114.9	8.183	155.8	7.740
-25	159.5	8.575	201.8	8.089
-24	211.7	8.988	254.0	8.455
-23	271.7	9.423	312.6	8.837
-22	339.8	9.879	378.1	9.235
-21	416.7	10.356	451.0	9.650
-20	502.9	10.855	531.5	10.080

下相导线对地高度	15.6m		17m	
距线路中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-19	599.0	11.373	620.0	10.523
-18	705.3	11.908	716.7	10.978
-17	822.3	12.460	821.5	11.443
-16	949.7	13.022	934.3	11.913
-15	1087.3	13.591	1054.4	12.386
-14	1234.2	14.161	1180.9	12.857
-13	1389.0	14.725	1312.7	13.320
-12	1549.6	15.274	1447.9	13.769
-11	1713.5	15.799	1584.6	14.197
-10	1877.5	16.290	1720.3	14.600
-9	2037.8	16.739	1852.3	14.969
-8	2190.8	17.138	1977.9	15.301
-7	2332.5	17.480	2094.3	15.591
-6（边导线内）	2459.6	17.764	2199.2	15.837
-5（边导线内）	2569.5	17.988	2290.5	16.039
-4（边导线内）	2660.3	18.157	2366.5	16.198
-3（边导线内）	2731.1	18.277	2426.4	16.317
-2（边导线内）	2781.4	18.356	2469.4	16.399
-1（边导线内）	2811.5	18.400	2495.3	16.446
0（边导线内）	2821.5	18.414	2504.0	16.462
1（边导线内）	2811.5	18.400	2495.3	16.446
2（边导线内）	2781.4	18.356	2469.4	16.399
3（边导线内）	2731.1	18.277	2426.4	16.317
4（边导线内）	2660.3	18.157	2366.5	16.198
5（边导线内）	2569.5	17.988	2290.5	16.039
6（边导线内）	2459.6	17.764	2199.2	15.837
7	2332.5	17.480	2094.3	15.591
8	2190.8	17.138	1977.9	15.301
9	2037.8	16.739	1852.3	14.969
10	1877.5	16.290	1720.3	14.600
11	1713.5	15.799	1584.6	14.197
12	1549.6	15.274	1447.9	13.769
13	1389.0	14.725	1312.7	13.320
14	1234.2	14.161	1180.9	12.857
15	1087.3	13.591	1054.4	12.386
16	949.7	13.022	934.3	11.913
17	822.3	12.460	821.5	11.443

下相导线对地高度	15.6m		17m	
距线路中心距离（m）	距地面 1.5m 处			
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
18	705.3	11.908	716.7	10.978
19	599.0	11.373	620.0	10.523
20	502.9	10.855	531.5	10.080
21	416.7	10.356	451.0	9.650
22	339.8	9.879	378.1	9.235
23	271.7	9.423	312.6	8.837
24	211.7	8.988	254.0	8.455
25	159.5	8.575	201.8	8.089
26	114.9	8.183	155.8	7.740
27	78.6	7.812	115.7	7.407
28	53.8	7.460	81.8	7.091
29	46.9	7.127	55.4	6.790
30	56.8	6.812	40.8	6.504
31	73.2	6.514	42.5	6.232
32	90.1	6.233	54.6	5.974
33	105.6	5.966	69.4	5.729
34	119.4	5.715	83.8	5.497
35	131.4	5.477	96.9	5.276
36	141.6	5.252	108.5	5.067
37	150.2	5.039	118.6	4.869
38	157.4	4.837	127.3	4.680
39	163.3	4.646	134.8	4.501
40	168.1	4.465	141.0	4.331
41	171.9	4.294	146.2	4.170
42	174.8	4.131	150.5	4.017
43	177.0	3.977	153.9	3.871
44	178.4	3.831	156.6	3.732
45	179.3	3.692	158.7	3.600
46	179.7	3.560	160.1	3.474
46.1（边导线外 40m）	179.7	3.547	160.3	3.462
47	179.6	3.434	161.1	3.355
48	179.1	3.314	161.6	3.240
49	178.2	3.201	161.8	3.132
50	177.1	3.092	161.6	3.028
最大值	**2821.5**	**18.414**	**2504.0**	**16.462**
标准限值	**10000**	**100**	**4000**	**100**

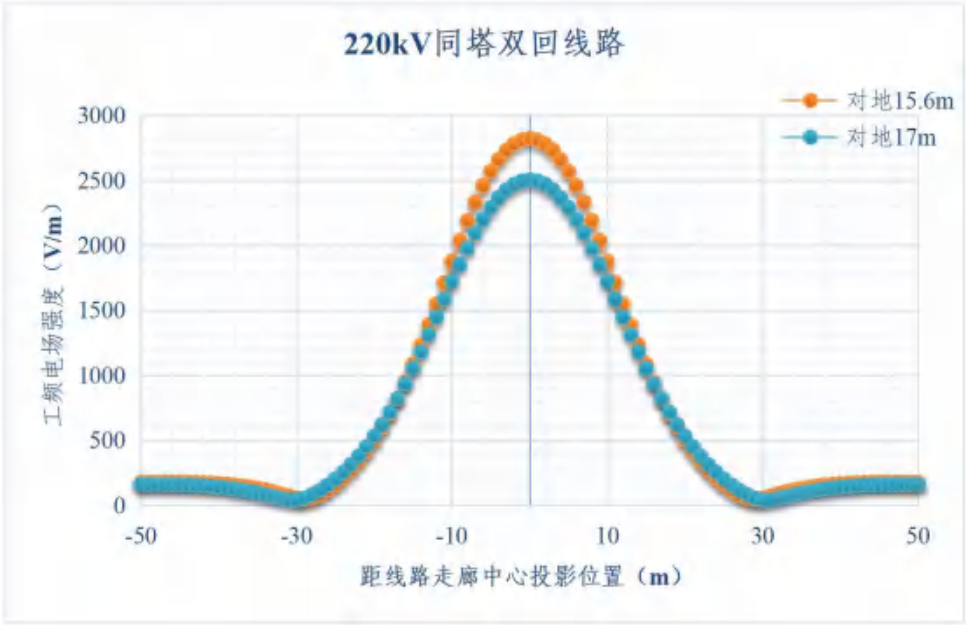


图 6.1-21　220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）不同对地高度时地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

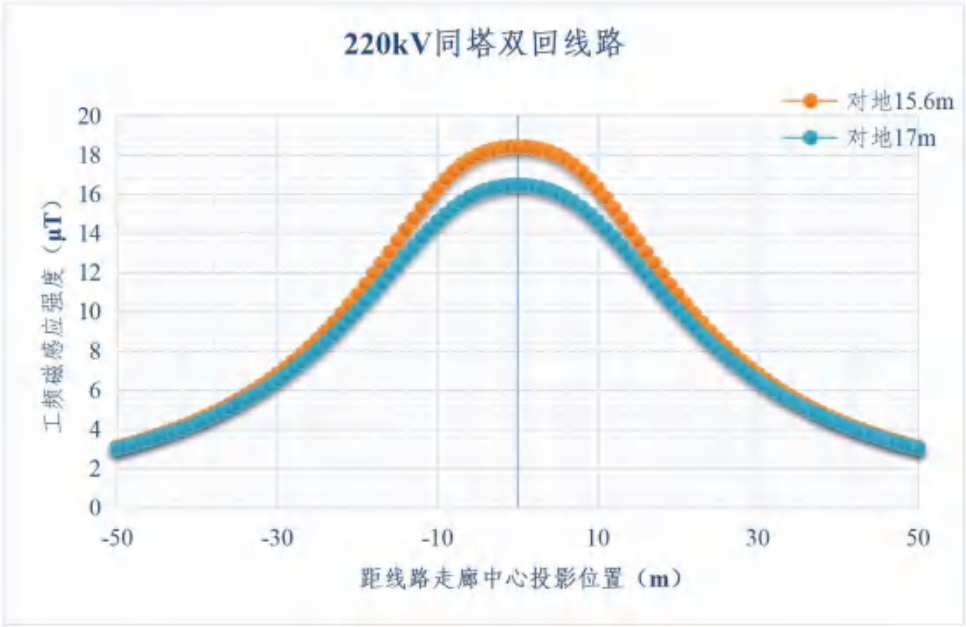


图 6.1-22　220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）不同对地高度时地面 1.5m 处工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 15.6m（非居民区）时，在距地面高 1.5m 处的工频电场强度最大预测值为 2821.5V/m（边导线内），该段工频电场强度现状监测值为 746.1V/m，预测值叠加现状值后（2821.5+746.1=3567.6）V/m；工频磁感应强度最大预测值为 18.414μT（边导线内），该段工频磁感应强度现状监测值为 0.2604μT，预测值叠加现状值后（18.414+0.2604=18.6744）μT，能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、

畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 17m 时，在距地面高 1.5m 处的工频电场强度最大预测值为 2504.0V/m（边导线内），本项目 220kV 双回路沿线工频电场强度现状监测最大值为 1213V/m，预测值叠加现状值后（2504.0+1213=3717V/m）；工频磁感应强度最大预测值为 16.462μT（边导线内），本项目 220kV 双回路沿线工频磁感应强度现状监测最大值为 2.185μT，预测值叠加现状值后（16.462+2.185=18.647）μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

根据预测结果，220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 17m 时，工频电磁场空间分布见表 6.1-31~6.1-32、图 6.1-23~6.1-24。

表 6.1-31 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）导线对地 17m 工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
50	194.2	264.9	380.2	560.2	669.0	690.7	711.9	732.4	752.1	770.6	787.8	803.6	817.7	830.1	840.6	849.2	855.9	860.7	863.5	864.5	863.5	860.7	855.9	849.2	840.6	830.1	817.7	803.6	787.8	770.6	752.1	732.4	711.9	690.7	669.0	560.2	380.2	264.9	194.2
40	213.0	306.4	493.2	909.4	1281.9	1371.7	1465.3	1560.9	1656.0	1747.2	1830.2	1900.0	1952.0	1982.9	1992.0	1982.2	1960.2	1934.8	1915.0	1907.6	1915.0	1934.8	1960.2	1982.2	1992.0	1982.9	1952.0	1900.0	1830.2	1747.2	1656.0	1560.9	1465.3	1371.7	1281.9	909.4	493.2	306.4	213.0
39	214.2	309.3	503.5	954.0	1380.3	1487.0	1600.0	1717.4	1836.3	1952.2	2058.8	2148.2	2212.3	2244.2	2241.8	2209.3	2157.8	2103.1	2062.0	2046.7	2062.0	2103.1	2157.8	2209.3	2241.8	2244.2	2212.3	2148.2	2058.8	1952.2	1836.3	1717.4	1600.0	1487.0	1380.3	954.0	503.5	309.3	214.2
38	215.2	311.9	513.2	999.6	1487.3	1614.5	1751.7	1897.5	2048.7	2199.7	2341.7	2462.3	2546.8	2581.6	2559.6	2486.4	2381.0	2272.5	2191.6	2161.7	2191.6	2272.5	2381.0	2486.4	2559.6	2581.6	2546.8	2462.3	2341.7	2199.7	2048.7	1897.5	1751.7	1614.5	1487.3	999.6	513.2	311.9	215.2
37	216.1	314.1	522.3	1045.8	1602.7	1754.5	1921.8	2104.2	2299.2	2500.9	2697.8	2871.1	2994.5	3039.5	2987.0	2842.1	2638.7	2430.5	2274.9	2217.2	2274.9	2430.5	2638.7	2842.1	2987.0	3039.5	2994.5	2871.1	2697.8	2500.9	2299.2	2104.2	1921.8	1754.5	1602.7	1045.8	522.3	314.1	216.1
36	216.7	315.9	530.6	1092.0	1725.6	1906.2	2110.3	2339.4	2593.4	2868.3	3152.0	3418.4	3622.2	3702.6	3608.3	3337.8	2954.6	2561.2	2264.4	2152.8	2264.4	2561.2	2954.6	3337.8	3608.3	3702.6	3622.2	3418.4	3152.0	2868.3	2593.4	2339.4	2110.3	1906.2	1725.6	1092.0	530.6	315.9	216.7
35	217.2	317.3	538.0	1137.6	1854.2	2067.9	2315.4	2602.4	2933.9	3312.8	3733.2	4168.1	4547.9	4743.3	4609.4	4113.5	3396.2	2663.3	2097.3	1875.0	2097.3	2663.3	3396.2	4113.5	4609.4	4743.3	4547.9	4168.1	3733.2	3312.8	2933.9	2602.4	2315.4	2067.9	1854.2	1137.6	538.0	317.3	217.2
34	217.5	318.2	544.3	1181.6	1986.0	2236.2	2533.2	2888.5	3316.9	3836.4	4464.1	5200.7	5978.3	6547.5	6455.6	5513.1	4144.7	2822.2	1767.9	1287.5	1767.9	2822.2	4144.7	5513.1	6455.6	6547.5	5978.3	5200.7	4464.1	3836.4	3316.9	2888.5	2533.2	2236.2	1986.0	1181.6	544.3	318.2	217.5
33	217.6	318.7	549.5	1223.3	2117.3	2406.2	2756.5	3187.7	3728.2	4421.2	5334.2	6568.1	8226.0	10089.6	10615.3	8444.4	5597.7	3366.9	1711.3	792.2	1711.3	3366.9	5597.7	8444.4	10615.3	10089.6	8226.0	6568.1	5334.2	4421.2	3728.2	3187.7	2756.5	2406.2	2117.3	1223.3	549.5	318.7	217.6
32	217.5	318.6	553.4	1261.6	2244.1	2571.8	2976.1	3484.9	4141.6	5019.9	6257.5	8145.0	11395.4	17862.3	25081.3	15292.0	8205.9	4746.4	2828.7	2095.3	2828.7	4746.4	8205.9	15292.0	25081.3	17862.3	11395.4	8145.0	6257.5	5019.9	4141.6	3484.9	2976.1	2571.8	2244.1	1261.6	553.4	318.6	217.5
31	217.1	318.0	556.0	1295.9	2362.3	2726.9	3182.2	3763.2	4525.4	5565.1	7069.5	9470.4	14059.8	27264.2	261427.0	24305.4	11177.1	6770.9	4772.3	4147.8	4772.3	6770.9	11177.1	24305.4	261427.0	27264.2	14059.8	9470.4	7069.5	5565.1	4525.4	3763.2	3182.2	2726.9	2362.3	1295.9	556.0	318.0	217.1
30	216.6	316.9	557.0	1325.2	2468.1	2865.9	3366.5	4009.4	4855.6	6005.8	7638.6	10110.8	14219.1	21551.2	28247.3	19993.6	12403.7	8569.0	6723.1	6160.4	6723.1	8569.0	12403.7	19993.6	28247.3	21551.2	14219.1	10110.8	7638.6	6005.8	4855.6	4009.4	3366.5	2865.9	2468.1	1325.2	557.0	316.9	216.6
29	215.9	315.2	556.5	1348.8	2558.6	2985.2	3524.2	4217.7	5127.3	6343.1	7994.3	10248.9	13229.8	16511.8	17936.5	15684.0	12209.9	9607.0	8139.1	7670.5	8139.1	9607.0	12209.9	15684.0	17936.5	16511.8	13229.8	10248.9	7994.3	6343.1	5127.3	4217.7	3524.2	2985.2	2558.6	1348.8	556.5	315.2	215.9
28	215.0	313.0	554.4	1366.2	2632.0	3082.6	3653.7	4389.8	5352.8	6624.3	8290.8	10380.5	12696.8	14580.2	15037.3	13780.7	11753.2	9973.9	8860.8	8489.6	8860.8	9973.9	11753.2	13780.7	15037.3	14580.2	12696.8	10380.5	8290.8	6624.3	5352.8	4389.8	3653.7	3082.6	2632.0	1366.2	554.4	313.0	215.0
27	213.8	310.2	550.6	1377.0	2687.2	3157.2	3755.2	4529.6	5549.2	6904.9	8688.6	10893.6	13167.3	14638.5	14544.6	13158.1	11387.3	9904.6	8978.1	8667.7	8978.1	9904.6	11387.3	13158.1	14544.6	14638.5	13167.3	10893.6	8688.6	6904.9	5549.2	4529.6	3755.2	3157.2	2687.2	1377.0	550.6	310.2	213.8
26	212.5	306.8	545.1	1380.9	2723.7	3208.5	3828.4	4638.2	5721.8	7208.4	9280.7	12094.6	15290.9	17073.4	15930.9	13404.4	11143.1	9572.5	8674.8	8384.2	8674.8	9572.5	11143.1	13404.4	15930.9	17073.4	15290.9	12094.6	9280.7	7208.4	5721.8	4638.2	3828.4	3208.5	2723.7	1380.9	545.1	306.8	212.5
25	211.0	302.9	537.9	1378.0	2741.3	3236.1	3871.8	4710.3	5854.9	7494.5	10003.6	14160.9	21034.0	25964.2	20282.4	14376.2	11004.6	9150.5	8203.9	7911.1	8203.9	9150.5	11004.6	14376.2	20282.4	25964.2	21034.0	14160.9	10003.6	7494.5	5854.9	4710.3	3871.8	3236.1	2741.3	1378.0	537.9	302.9	211.0
24	209.3	298.4	529.0	1368.1	2740.1	3239.6	3883.3	4737.2	5918.0	7658.5	10508.4	16153.5	33009.2	99681.4	27993.3	15428.6	10971.7	8886.8	7891.4	7591.2	7891.4	8886.8	10971.7	15428.6	27993.3	99681.4	33009.2	16153.5	10508.4	7658.5	5918.0	4737.2	3883.3	3239.6	2740.1	1368.1	529.0	298.4	209.3
23	207.4	293.3	518.4	1351.7	2720.6	3219.3	3861.9	4714.0	5890.0	7612.7	10385.7	15599.7	28078.7	45809.2	25236.8	15245.1	11051.9	8981.6	7967.5	7658.2	7967.5	8981.6	11051.9	15245.1	25236.8	45809.2	28078.7	15599.7	10385.7	7612.7	5890.0	4714.0	3861.9	3219.3	2720.6	1351.7	518.4	293.3	207.4
22	205.4	287.7	506.1	1328.9	2683.7	3176.4	3809.8	4644.7	5781.0	7390.9	9779.8	13434.5	18477.7	21556.2	18628.8	14299.8	11233.0	9346.7	8326.3	8002.6	8326.3	9346.7	11233.0	14299.8	18628.8	21556.2	18477.7	13434.5	9779.8	7390.9	5781.0	4644.7	3809.8	3176.4	2683.7	1328.9	506.1	287.7	205.4
21	203.2	281.6	492.2	1300.1	2630.5	3112.7	3730.4	4539.0	5622.7	7107.2	9156.3	11868.1	14856.2	16695.7	16105.1	13883.2	11505.8	9694.8	8614.5	8259.0	8614.5	9694.8	11505.8	13883.2	16105.1	16695.7	14856.2	11868.1	9156.3	7107.2	5622.7	4539.0	3730.4	3112.7	2630.5	1300.1	492.2	281.6	203.2
20	200.9	275.0	476.8	1265.9	2562.1	3029.6	3626.8	4404.7	5439.0	6836.8	8726.9	11180.2	13953.5	16111.0	16321.7	14448.9	11877.5	9769.8	8490.8	8068.5	8490.8	9769.8	11877.5	14448.9	16321.7	16111.0	13953.5	11180.2	8726.9	6836.8	5439.0	4404.7	3626.8	3029.6	2562.1	1265.9	476.8	275.0	200.9
19	198.5	268.0	460.0	1226.9	2479.6	2928.5	3500.2	4243.2	5230.9	6574.9	8440.2	11046.3	14554.9	18378.5	19626.9	16441.0	12297.6	9360.3	7723.8	7200.1	7723.8	9360.3	12297.6	16441.0	19626.9	18378.5	14554.9	11046.3	8440.2	6574.9	5230.9	4243.2	3500.2	2928.5	2479.6	1226.9	460.0	268.0	198.5
18	196.0	260.6	441.9	1183.6	2384.4	2810.3	3350.6	4050.7	4982.7	6266.6	8119.2	10981.7	15888.2	25112.6	32499.7	20779.2	12380.1	8266.7	6245.0	5612.8	6245.0	8266.7	12380.1	20779.2	32499.7	25112.6	15888.2	10981.7	8119.2	6266.6	4982.7	4050.7	3350.6	2810.3	2384.4	1183.6	441.9	260.6	196.0
17	193.4	252.8	422.5	1137.0	2278.2	2677.1	3179.2	3825.1	4679.9	5857.1	7578.6	10362.0	15807.7	32652.2	280383.0	23628.9	11107.5	6540.3	4307.9	3556.5	4307.9	6540.3	11107.5	23628.9	280383.0	32652.2	15807.7	10362.0	7578.6	5857.1	4679.9	3825.1	3179.2	2677.1	2278.2	1137.0	422.5	252.8	193.4
16	190.7	244.7	402.0	1087.7	2163.8	2532.0	2990.0	3570.5	4325.0	5340.2	6776.3	8967.1	12700.4	19668.2	24867.3	15323.3	8487.6	4850.3	2642.2	1666.9	2642.2	4850.3	8487.6	15323.3	24867.3	19668.2	12700.4	8967.1	6776.3	5340.2	4325.0	3570.5	2990.0	2532.0	2163.8	1087.7	402.0	244.7	190.7
15	188.0	236.3	380.5	1036.6	2044.3	2379.8	2790.2	3298.9	3940.6	4766.5	5854.7	7315.1	9230.4	11240.1	11608.8	9269.6	6306.1	3943.2	2217.1	1391.9	2217.1	3943.2	6306.1	9269.6	11608.8	11240.1	9230.4	7315.1	5854.7	4766.5	3940.6	3298.9	2790.2	2379.8	2044.3	1036.6	380.5	236.3	188.0
14	185.3	227.8	358.1	984.7	1923.4	2226.0	2588.6	3026.2	3557.6	4204.9	4988.8	5906.2	6866.5	7566.3	7505.7	6520.2	5082.1	3708.0	2680.3	2270.0	2680.3	3708.0	5082.1	6520.2	7505.7	7566.3	6866.5	5906.2	4988.8	4204.9	3557.6	3026.2	2588.6	2226.0	1923.4	984.7	358.1	227.8	185.3
13	182.6	219.1	334.9	932.7	1804.6	2075.9	2393.9	2766.6	3201.7	3703.5	4265.8	4855.2	5385.7	5701.6	5635.0	5152.5	4416.8	3665.0	3102.9	2891.5	3102.9	3665.0	4416.8	5152.5	5635.0	5701.6	5385.7	4855.2	4265.8	3703.5	3201.7	2766.6	2393.9	2075.9	1804.6	932.7	334.9	219.1	182.6
12	179.9	210.3	311.1	881.4	1691.0	1933.8	2212.4	2529.8	2887.2	3280.4	3695.0	4098.8	4434.3	4624.8	4605.6	4371.9	3997.0	3600.1	3300.9	3189.5	3300.9	3600.1	3997.0	4371.9	4605.6	4624.8	4434.3	4098.8	3695.0	3280.4	2887.2	2529.8	2212.4	1933.8	1691.0	881.4	311.1	210.3	179.9
11	177.4	201.5	286.6	831.5	1584.8	1802.9	2048.0	2320.5	2618.1	2933.8	3253.2	3551.7	3793.9	3940.5	3964.0	3866.3	3685.8	3485.2	3331.1	3273.4	3331.1	3485.2	3685.8	3866.3	3964.0	3940.5	3793.9	3551.7	3253.2	2933.8	2618.1	2320.5	2048.0	1802.9	1584.8	831.5	286.6	201.5	177.4
10	174.9	192.9	261.7	783.9	1487.6	1684.7	1902.4	2139.5	2392.3	2653.7	2911.6	3148.5	3342.7	3472.9	3526.2	3505.5	3431.9	3339.7	3265.7	3237.5	3265.7	3339.7	3431.9	3505.5	3526.2	3472.9	3342.7	3148.5	2911.6	2653.7	2392.3	2139.5	1902.4	1684.7	1487.6	783.9	261.7	192.9	174.9
9	172.5	184.5	236.4	738.9	1400.2	1580.0	1775.7	1985.3	2205.0	2428.3	2645.8	2845.1	3012.4	3135.5	3207.5	3230.6	3216.7	3184.7	3155.1	3143.3	3155.1	3184.7	3216.7	3230.6	3207.5	3135.5	3012.4	2845.1	2645.8	2428.3	2205.0	1985.3	1775.7	1580.0	1400.2	738.9	236.4	184.5	172.5
8	170.3	176.4	210.8	697.1	1323.0	1488.7	1667.0	1855.6	2050.8	2247.2	2437.3	2612.5	2763.5	2882.5	2965.4	3013.3	3032.8	3034.5	3029.7	3027.0	3029.7	3034.5	3032.8	3013.3	2965.4	2882.5	2763.5	2612.5	2437.3	2247.2	2050.8	1855.6	1667.0	1488.7	1323.0	697.1	210.8	176.4	170.3
7	168.3	168.7	184.9	659.0	1255.8	1410.4	1575.0	1747.6	1924.7	2101.8	2273.0	2431.9	2572.0	2687.9	2776.6	2838.4	2876.7	2897.2	2906.3	2908.7	2906.3	2897.2	2876.7	2838.4	2776.6	2687.9	2572.0	2431.9	2273.0	2101.8	1924.7	1747.6	1575.0	1410.4	1255.8	659.0	184.9	168.7	168.3
6	166.5	161.7	158.9	625.0	1198.5	1344.3	1498.4	1658.8	1822.5	1985.6	2143.4	2291.0	2423.3	2536.5	2627.9	2697.2	2745.9	2777.0	2793.9	2799.2	2793.9	2777.0	2745.9	2697.2	2627.9	2536.5	2423.3	2291.0	2143.4	1985.6	1822.5	1658.8	1498.4	1344.3	1198.5	625.0	158.9	161.7	166.5
5	165.0	155.3	132.7	595.4	1150.8	1289.7	1435.8	1587.0	1740.8	1893.7	2041.9	2181.3	2308.0	2418.6	2510.9	2584.1	2638.5	2675.5	2696.8	2703.7	2696.8	2675.5	2638.5	2584.1	2510.9	2418.6	2308.0	2181.3	2041.9	1893.7	1740.8	1587.0	1435.8	1289.7	1150.8	595.4	132.7	155.3	165.0
4	163.6	149.9	106.4	570.6	1112.3	1246.0	1386.1	1530.5	1677.0	1822.6	1963.9	2097.4	2219.8	2328.2	2420.5	2495.6	2553.0	2593.2	2616.9	2624.7	2616.9	2593.2	2553.0	2495.6	2420.5	2328.2	2219.8	2097.4	1963.9	1822.6	1677.0	1530.5	1386.1	1246.0	1112.3	570.6	106.4	149.9	163.6
3	162.6	145.5	80.0	550.9	1082.6	1212.6	1348.3	1487.9	1629.3	1769.6	1906.0	2035.3	2154.6	2261.3	2353.2	2429.0	2487.9	2529.9	2554.9	2563.2	2554.9	2529.9	2487.9	2429.0	2353.2	2261.3	2154.6	2035.3	1906.0	1769.6	1629.3	1487.9	1348.3	1212.6	1082.6	550.9	80.0	145.5	162.6
2	161.8	142.2	53.8	536.6	1061.7	1189.1	1321.8	1458.2	1596.1	1732.9	1866.1	1992.6	2109.7	2215.1	2306.5	2382.6	2442.3	2485.0	2510.7	2519.3	2510.7	2485.0	2442.3	2382.6	2306.5	2215.1	2109.7	1992.6	1866.1	1732.9	1596.1	1458.2	1321.8	1189.1	1061.7	536.6	53.8	142.2	161.8
1	161.4	140.2	27.9	527.9	1049.2	1175.1	1306.2	1440.6	1576.5	1711.4	1842.6	1967.5	2083.4	2188.0	2279.1	2355.2	2415.2	2458.3	2484.4	2493.1	2484.4	2458.3	2415.2	2355.2	2279.1	2188.0	2083.4	1967.5	1842.6	1711.4	1576.5	1440.6	1306.2	1175.1	1049.2	527.9	27.9	140.2	161.4
0	161.2	139.5	8.7	525.0	1045.0	1170.5	1301.0	1434.8	1570.1	1704.3	1834.9	1959.3	2074.8	2179.0	2270.0	2346.1	2406.2	2449.5	2475.6	2484.3	2475.6	2449.5	2406.2	2346.1	2270.0	2179.0	2074.8	1959.3	1834.9	1704.3	1570.1	1434.8	1301.0	1170.5	1045.0	525.0	8.7	139.5	161.2

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-32 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）导线对地 17m 工频磁感应强度空间分布（μT）

X Y	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
50	2.877	4.027	5.835	8.543	10.140	10.455	10.763	11.060	11.344	11.612	11.860	12.087	12.290	12.468	12.618	12.742	12.838	12.907	12.948	12.961	12.948	12.907	12.838	12.742	12.618	12.468	12.290	12.087	11.860	11.612	11.344	11.060	10.763	10.455	10.140	8.543	5.835	4.027	2.877
40	3.323	4.964	8.052	14.472	19.993	21.309	22.674	24.065	25.444	26.764	27.961	28.966	29.710	30.147	30.269	30.119	29.794	29.423	29.135	29.027	29.135	29.423	29.794	30.119	30.269	30.147	29.710	28.966	27.961	26.764	25.444	24.065	22.674	21.309	19.993	14.472	8.052	4.964	3.323
39	3.361	5.050	8.283	15.254	21.579	23.143	24.792	26.500	28.226	29.904	31.443	32.730	33.647	34.097	34.049	33.566	32.811	32.016	31.419	31.198	31.419	32.016	32.811	33.566	34.049	34.097	33.647	32.730	31.443	29.904	28.226	26.500	24.792	23.143	21.579	15.254	8.283	5.050	3.361
38	3.398	5.134	8.511	16.062	23.304	25.168	27.172	29.294	31.489	33.676	35.728	37.467	38.677	39.163	38.826	37.748	36.212	34.637	33.465	33.033	33.465	34.637	36.212	37.748	38.826	39.163	38.677	37.467	35.728	33.676	31.489	29.294	27.172	25.168	23.304	16.062	8.511	5.134	3.398
37	3.433	5.214	8.735	16.889	25.165	27.389	29.832	32.487	35.319	38.242	41.090	43.592	45.365	45.993	45.204	43.078	40.115	37.097	34.853	34.024	34.853	37.097	40.115	43.078	45.204	45.993	45.365	43.592	41.090	38.242	35.319	32.487	29.832	27.389	25.165	16.889	8.735	5.214	3.433
36	3.466	5.291	8.952	17.728	27.147	29.793	32.770	36.102	39.790	43.775	47.882	51.735	54.673	55.808	54.397	50.426	44.841	39.146	34.882	33.290	34.882	39.146	44.841	50.426	54.397	55.808	54.673	51.735	47.882	43.775	39.790	36.102	32.770	29.793	27.147	17.728	8.952	5.291	3.466
35	3.497	5.363	9.161	18.568	29.223	32.350	35.956	40.123	44.930	50.416	56.504	62.803	68.297	71.096	69.078	61.781	51.299	40.682	32.597	29.469	32.597	40.682	51.299	61.781	69.078	71.096	68.297	62.803	56.504	50.416	44.930	40.123	35.956	32.350	29.223	18.568	9.161	5.363	3.497
34	3.526	5.431	9.360	19.396	31.351	35.006	39.322	44.468	50.661	58.166	67.242	77.909	89.181	97.405	95.937	82.020	61.940	42.690	27.644	21.048	27.644	42.690	61.940	82.020	95.937	97.405	89.181	77.909	67.242	58.166	50.661	44.468	39.322	35.006	31.351	19.396	9.360	5.431	3.526
33	3.552	5.493	9.547	20.198	33.476	37.682	42.753	48.970	56.745	66.711	79.858	97.678	121.691	148.700	156.090	124.039	82.218	49.489	25.221	11.813	25.221	49.489	82.218	124.039	156.090	148.700	121.691	97.678	79.858	66.711	56.745	48.970	42.753	37.682	33.476	20.198	9.547	5.493	3.552
32	3.576	5.551	9.720	20.961	35.534	40.283	46.104	53.389	62.762	75.290	92.973	120.046	166.881	260.369	364.406	221.568	118.400	67.776	39.201	27.857	39.201	67.776	118.400	221.568	364.406	260.369	166.881	120.046	92.973	75.290	62.762	53.389	46.104	40.283	35.534	20.961	9.720	5.551	3.576
31	3.597	5.602	9.878	21.670	37.459	42.712	49.218	57.457	68.213	82.852	104.063	138.059	203.426	392.437	3750.760	347.845	159.336	95.712	66.472	57.197	66.472	95.712	159.336	347.845	3750.760	392.437	203.426	138.059	104.063	82.852	68.213	57.457	49.218	42.712	37.459	21.670	9.878	5.602	3.597
30	3.615	5.647	10.018	22.312	39.194	44.887	51.970	60.972	72.727	88.621	111.167	145.425	202.738	305.697	399.914	283.074	175.612	121.078	94.617	86.495	94.617	121.078	175.612	283.074	399.914	305.697	202.738	145.425	111.167	88.621	72.727	60.972	51.970	44.887	39.194	22.312	10.018	5.647	3.615
29	3.631	5.686	10.138	22.873	40.697	46.752	54.292	63.854	76.235	92.616	114.742	144.969	185.216	230.066	250.111	219.740	172.118	136.118	115.649	109.079	115.649	136.118	172.118	219.740	250.111	230.066	185.216	144.969	114.742	92.616	76.235	63.854	54.292	46.752	40.697	22.873	10.138	5.686	3.631
28	3.644	5.717	10.239	23.344	41.941	48.282	56.172	66.147	78.949	95.557	117.034	143.801	173.631	198.518	205.733	190.782	165.127	142.029	127.345	122.407	127.345	142.029	165.127	190.782	205.733	198.518	173.631	143.801	117.034	95.557	78.949	66.147	56.172	48.282	41.941	23.344	10.239	5.717	3.644
27	3.654	5.742	10.317	23.716	42.912	49.472	57.634	67.947	81.172	98.302	120.321	147.108	174.697	193.272	194.000	179.432	159.536	142.230	131.132	127.362	131.132	142.230	159.536	179.432	194.000	193.272	174.697	147.108	120.321	98.302	81.172	67.947	57.634	49.472	42.912	23.716	10.317	5.742	3.654
26	3.661	5.759	10.373	23.983	43.607	50.325	58.698	69.317	83.073	101.316	125.962	158.664	195.490	216.593	205.434	179.254	155.753	139.227	129.610	126.458	129.610	139.227	155.753	179.254	205.434	216.593	195.490	158.664	125.962	101.316	83.073	69.317	58.698	50.325	43.607	23.983	10.373	5.759	3.661
25	3.665	5.770	10.406	24.140	44.020	50.840	59.360	70.236	84.550	104.278	133.453	180.800	258.884	315.148	251.571	188.004	153.517	135.133	125.813	122.922	125.813	135.133	153.517	188.004	251.571	315.148	258.884	180.800	133.453	104.278	84.550	70.236	59.360	50.840	44.020	24.140	10.406	5.770	3.665
24	3.666	5.772	10.415	24.184	44.148	51.009	59.599	70.617	85.281	106.051	138.931	203.083	396.839	1174.950	337.976	198.590	152.748	132.470	123.014	120.177	123.014	132.470	152.748	198.590	337.976	1174.950	396.839	203.083	138.931	106.051	85.281	70.617	59.599	51.009	44.148	24.184	10.415	5.772	3.666
23	3.664	5.767	10.399	24.116	43.990	50.827	59.393	70.386	85.007	105.610	137.671	196.919	339.564	543.838	306.548	196.661	153.495	133.116	123.290	120.298	123.290	133.116	153.495	196.661	306.548	543.838	339.564	196.919	137.671	105.610	85.007	70.386	59.393	50.827	43.990	24.116	10.399	5.767	3.664
22	3.659	5.755	10.361	23.935	43.544	50.291	58.740	69.552	83.785	103.253	131.210	172.990	230.121	265.159	233.423	187.419	155.652	136.249	125.688	122.316	125.688	136.249	155.652	187.419	233.423	265.159	230.121	172.990	131.210	103.253	83.785	69.552	58.740	50.291	43.544	23.935	10.361	5.755	3.659
21	3.651	5.736	10.299	23.645	42.811	49.402	57.650	68.176	81.898	100.166	124.712	156.525	191.280	213.246	208.274	184.922	159.141	139.036	126.841	122.794	126.841	139.036	159.141	184.922	208.274	213.246	191.280	156.525	124.712	100.166	81.898	68.176	57.650	49.402	42.811	23.645	10.299	5.736	3.651
20	3.640	5.709	10.214	23.251	41.794	48.159	56.127	66.293	79.525	97.049	120.344	150.262	184.130	211.196	215.471	194.375	163.977	138.584	123.043	117.898	123.043	138.584	163.977	194.375	215.471	211.196	184.130	150.262	120.344	97.049	79.525	66.293	56.127	48.159	41.794	23.251	10.214	5.709	3.640
19	3.627	5.675	10.109	22.759	40.501	46.566	54.159	63.866	76.576	93.656	117.175	150.008	194.560	243.961	261.332	221.682	169.195	131.978	111.355	104.795	111.355	131.978	169.195	221.682	261.332	243.961	194.560	150.008	117.175	93.656	76.576	63.866	54.159	46.566	40.501	22.759	10.109	5.675	3.627
18	3.610	5.635	9.982	22.178	38.947	44.631	51.735	60.821	72.790	89.164	112.756	149.385	212.826	333.571	431.592	278.348	168.908	116.032	90.590	82.789	90.590	116.032	168.908	278.348	431.592	333.571	212.826	149.385	112.756	89.164	72.790	60.821	51.735	44.631	38.947	22.178	9.982	5.635	3.610
17	3.591	5.588	9.838	21.519	37.162	42.387	48.878	57.137	67.983	82.863	104.653	140.123	210.264	429.610	3673.880	310.918	148.494	90.544	63.411	54.758	63.411	90.544	148.494	310.918	3673.880	429.610	210.264	140.123	104.653	82.863	67.983	57.137	48.878	42.387	37.162	21.519	9.838	5.588	3.591
16	3.569	5.535	9.676	20.795	35.193	39.896	45.670	52.914	62.264	74.803	92.561	119.785	166.509	254.166	318.319	195.466	108.847	63.723	37.678	27.396	37.678	63.723	108.847	195.466	318.319	254.166	166.509	119.785	92.561	74.803	62.264	52.914	45.670	39.896	35.193	20.795	9.676	5.535	3.569
15	3.544	5.476	9.499	20.020	33.101	37.245	42.245	48.376	56.044	65.862	78.762	96.045	118.612	141.778	144.125	113.492	76.123	46.588	24.604	13.067	24.604	46.588	76.123	113.492	144.125	141.778	118.612	96.045	78.762	65.862	56.044	48.376	42.245	37.245	33.101	20.020	9.499	5.476	3.544
14	3.517	5.412	9.308	19.208	30.951	34.535	38.764	43.799	49.842	57.131	65.862	75.931	86.150	92.818	90.114	76.526	57.945	40.296	26.548	20.591	26.548	40.296	57.945	76.526	90.114	92.818	86.150	75.931	65.862	57.131	49.842	43.799	38.764	34.535	30.951	19.208	9.308	5.412	3.517
13	3.488	5.343	9.106	18.373	28.810	31.862	35.375	39.423	44.070	49.336	55.106	60.945	65.812	67.919	65.460	58.275	48.387	38.518	31.046	28.166	31.046	38.518	48.387	58.275	65.460	67.919	65.812	60.945	55.106	49.336	44.070	39.423	35.375	31.862	28.810	18.373	9.106	5.343	3.488
12	3.457	5.269	8.894	17.529	26.730	29.302	32.188	35.405	38.945	42.735	46.589	50.119	52.683	53.464	51.842	47.898	42.555	37.194	33.209	31.726	33.209	37.194	42.555	47.898	51.842	53.464	52.683	50.119	46.589	42.735	38.945	35.405	32.188	29.302	26.730	17.529	8.894	5.269	3.457
11	3.423	5.191	8.675	16.688	24.754	26.908	29.266	31.817	34.520	37.283	39.939	42.217	43.754	44.176	43.260	41.122	38.248	35.371	33.249	32.468	33.249	35.371	38.248	41.122	43.260	44.176	43.754	42.217	39.939	37.283	34.520	31.817	29.266	26.908	24.754	16.688	8.675	5.191	3.423
10	3.388	5.110	8.449	15.861	22.905	24.706	26.633	28.664	30.751	32.811	34.718	36.298	37.352	37.703	37.277	36.169	34.656	33.133	32.011	31.598	32.011	33.133	34.656	36.169	37.277	37.703	37.352	36.298	34.718	32.811	30.751	28.664	26.633	24.706	22.905	15.861	8.449	5.110	3.388
9	3.350	5.026	8.220	15.056	21.196	22.703	24.286	25.917	27.554	29.131	30.560	31.732	32.538	32.893	32.777	32.258	31.498	30.716	30.135	29.921	30.135	30.716	31.498	32.258	32.777	32.893	32.538	31.732	30.560	29.131	27.554	25.917	24.286	22.703	21.196	15.056	8.220	5.026	3.350
8	3.311	4.938	7.987	14.278	19.630	20.896	22.204	23.529	24.836	26.076	27.188	28.107	28.770	29.136	29.203	29.019	28.677	28.301	28.014	27.908	28.014	28.301	28.677	29.019	29.203	29.136	28.770	28.107	27.188	26.076	24.836	23.529	22.204	20.896	19.630	14.278	7.987	4.938	3.311
7	3.271	4.849	7.754	13.532	18.202	19.271	20.361	21.451	22.513	23.511	24.406	25.155	25.723	26.090	26.259	26.259	26.148	25.995	25.869	25.821	25.869	25.995	26.148	26.259	26.259	26.090	25.723	25.155	24.406	23.511	22.513	21.451	20.361	19.271	18.202	13.532	7.754	4.849	3.271
6	3.229	4.757	7.521	12.822	16.904	17.812	18.728	19.636	20.513	21.334	22.071	22.700	23.197	23.553	23.771	23.870	23.883	23.851	23.813	23.796	23.813	23.851	23.883	23.870	23.771	23.553	23.197	22.700	22.071	21.334	20.513	19.636	18.728	17.812	16.904	12.822	7.521	4.757	3.229
5	3.186	4.664	7.289	12.149	15.726	16.502	17.279	18.043	18.777	19.464	20.084	20.620	21.060	21.396	21.632	21.779	21.857	21.889	21.898	21.899	21.898	21.889	21.857	21.779	21.632	21.396	21.060	20.620	20.084	19.464	18.777	18.043	17.279	16.502	15.726	12.149	7.289	4.664	3.186
4	3.142	4.570	7.060	11.512	14.656	15.324	15.988	16.637	17.260	17.842	18.370	18.834	19.224	19.536	19.772	19.939	20.047	20.111	20.143	20.153	20.143	20.111	20.047	19.939	19.772	19.536	19.224	18.834	18.370	17.842	17.260	16.637	15.988	15.324	14.656	11.512	7.060	4.570	3.142
3	3.097	4.475	6.834	10.913	13.684	14.262	14.834	15.391	15.924	16.423	16.878	17.282	17.629	17.914	18.140	18.310	18.429	18.507	18.551	18.564	18.551	18.507	18.429	18.310	18.140	17.914	17.629	17.282	16.878	16.423	15.924	15.391	14.834	14.262	13.684	10.913	6.834	4.475	3.097
2	3.051	4.379	6.613	10.349	12.799	13.302	13.798	14.280	14.740	15.171	15.567	15.921	16.229	16.488	16.698	16.862	16.983	17.064	17.112	17.127	17.112	17.064	16.983	16.862	16.698	16.488	16.229	15.921	15.567	15.171	14.740	14.280	13.798	13.302	12.799	10.349	6.613	4.379	3.051
1	3.005	4.284	6.396	9.819	11.992	12.433	12.865	13.284	13.685	14.060	14.406	14.717	14.991	15.224	15.418	15.571	15.687	15.767	15.814	15.830	15.814	15.767	15.687	15.571	15.418	15.224	14.991	14.717	14.406	14.060	13.685	13.284	12.865	12.433	11.992	9.819	6.396	4.284	3.005
0	2.958	4.188	6.184	9.322	11.256	11.643	12.022	12.389	12.739	13.068	13.372	13.646	13.889	14.099	14.275	14.416	14.524	14.600	14.645	14.660	14.645	14.600	14.524	14.416	14.275	14.099	13.889	13.646	13.372	13.068	12.739	12.389	12.022	11.643	11.256	9.322	6.184	4.188	2.958

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

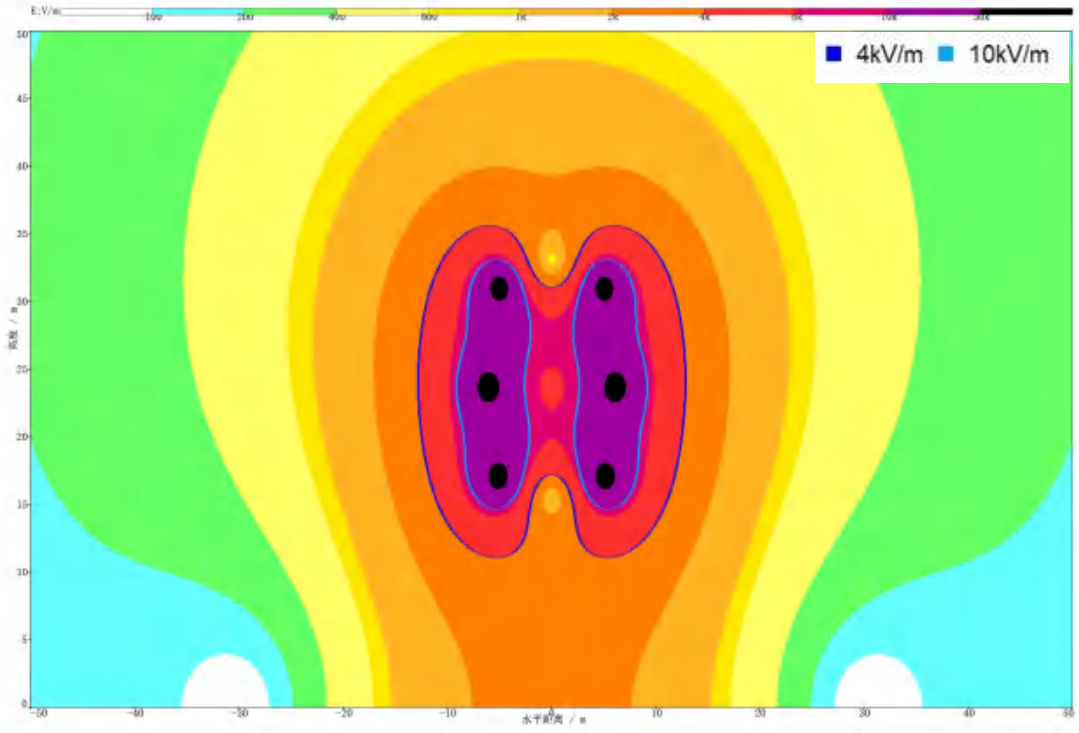


图 6.1-23 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）导线对地 17m 工频电场强度空间分布图

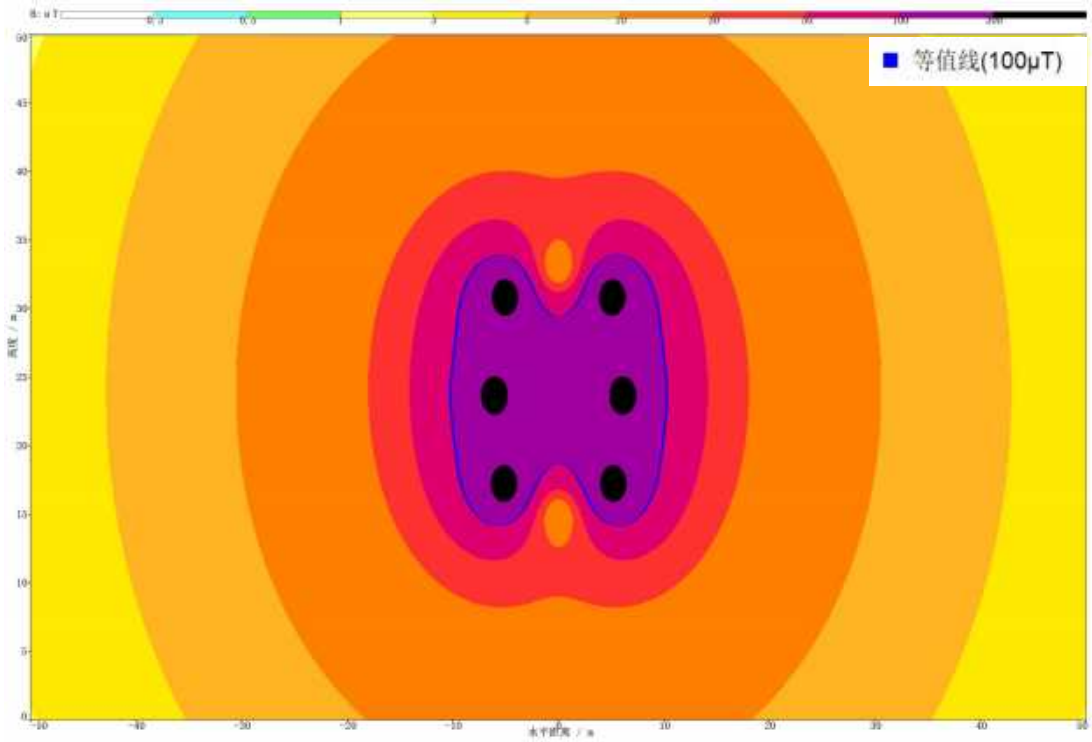


图 6.1-24 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）导线对地 17m 工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-31~6.1-32 及图 6.1-23~6.1-24 可见，本项目 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科

学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（13m-6.1m=6.9m，向上取整 7m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（17m-11m=6m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-31~6.1-32 及图 6.1-23~6.1-24 可见，本项目 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（11m-6.1m=4.9m，向上取整 5m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（17m-14m=3m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

④220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路预测结果

220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）线路预测结果见表 6.1-33。

表 6.1-33 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相线导线对地高度	20m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	99.1	1.798
-49	98.5	1.857
-48	97.8	1.918
-47.6（边导线外 40m）	97.4	1.943
-47	96.8	1.981
-46	95.6	2.048
-45	94.2	2.117
-44	92.5	2.189
-43	90.7	2.265
-42	88.9	2.344
-41	87	2.427
-40	85.4	2.514
-39	84.2	2.604
-38	83.9	2.699
-37	84.8	2.797
-36	87.5	2.900
-35	92.6	3.008
-34	100.4	3.120
-33	111.4	3.238
-32	125.8	3.360
-31	143.6	3.487
-30	165	3.620
-29	190.1	3.757
-28	219	3.900
-27	251.8	4.049
-26	288.8	4.202
-25	330	4.360
-24	375.6	4.523
-23	425.8	4.690
-22	480.6	4.861
-21	540.1	5.035
-20	604.3	5.212
-19	672.9	5.390

下相线导线对地高度	20m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-18	745.8	5.570
-17	822.4	5.748
-16	902.3	5.925
-15	984.7	6.098
-14	1068.7	6.267
-13	1153.1	6.429
-12	1236.8	6.583
-11	1318.6	6.727
-10	1397	6.861
-9	1470.7	6.982
-8	1538.6	7.089
-7（边导线内）	1599.6	7.183
-6（边导线内）	1652.6	7.262
-5（边导线内）	1697.1	7.327
-4（边导线内）	1732.6	7.378
-3（边导线内）	1758.5	7.414
-2（边导线内）	1774.9	7.437
-1（边导线内）	1781.4	7.445
0（边导线内）	1778.2	7.440
1（边导线内）	1765.1	7.422
2（边导线内）	1742.3	7.389
3（边导线内）	1710.1	7.343
4（边导线内）	1668.5	7.282
5（边导线内）	1618.2	7.207
6	1559.8	7.117
7	1494.1	7.013
8	1422.2	6.896
9	1345.2	6.766
10	1264.4	6.625
11	1181.2	6.474
12	1096.9	6.314
13	1012.6	6.147
14	929.6	5.975
15	848.8	5.799
16	770.9	5.621
17	696.7	5.442
18	626.6	5.263

下相线导线对地高度	20m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
19	560.8	5.086
20	499.7	4.911
21	443.2	4.739
22	391.3	4.570
23	344	4.406
24	301.1	4.247
25	262.5	4.092
26	228.1	3.942
27	197.6	3.798
28	170.9	3.659
29	147.9	3.525
30	128.5	3.396
31	112.6	3.272
32	100.1	3.154
33	91	3.040
34	84.8	2.931
35	81.3	2.826
36	79.9	2.726
37	80	2.631
38	81.1	2.539
39	82.8	2.452
40	84.9	2.368
41	87	2.288
42	89	2.211
43	90.9	2.137
44	92.6	2.067
45	94	2.000
45.8（边导线外 40m）	95.0	1.948
46	95.2	1.935
47	96.2	1.874
48	96.9	1.815
49	97.4	1.758
50	97.7	1.704
最大值	**1781.4**	**7.445**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**1000**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

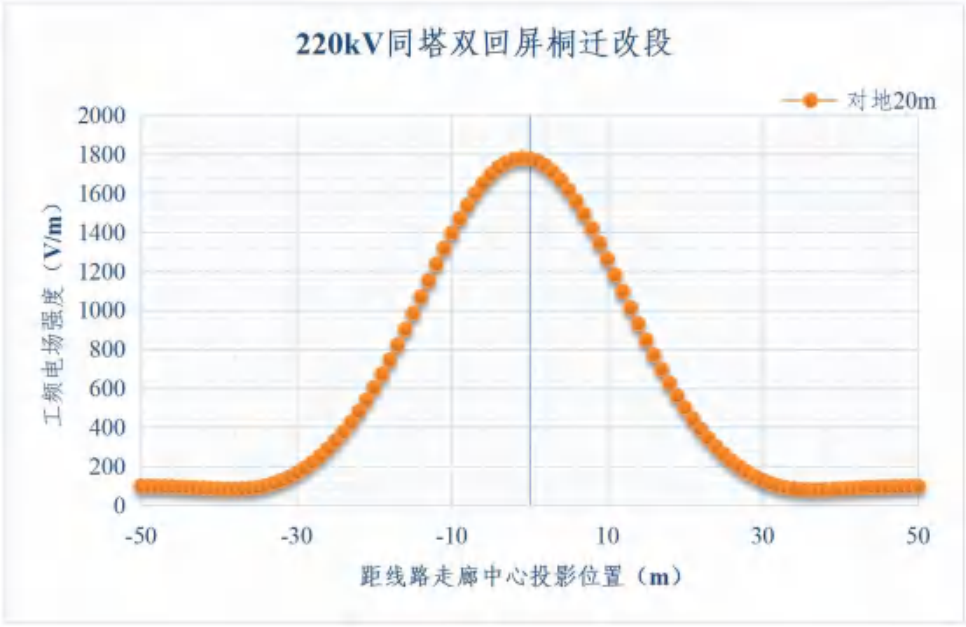


图 6.1-25　220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度 20m 时 1.5m 处工频电场强度变化趋势

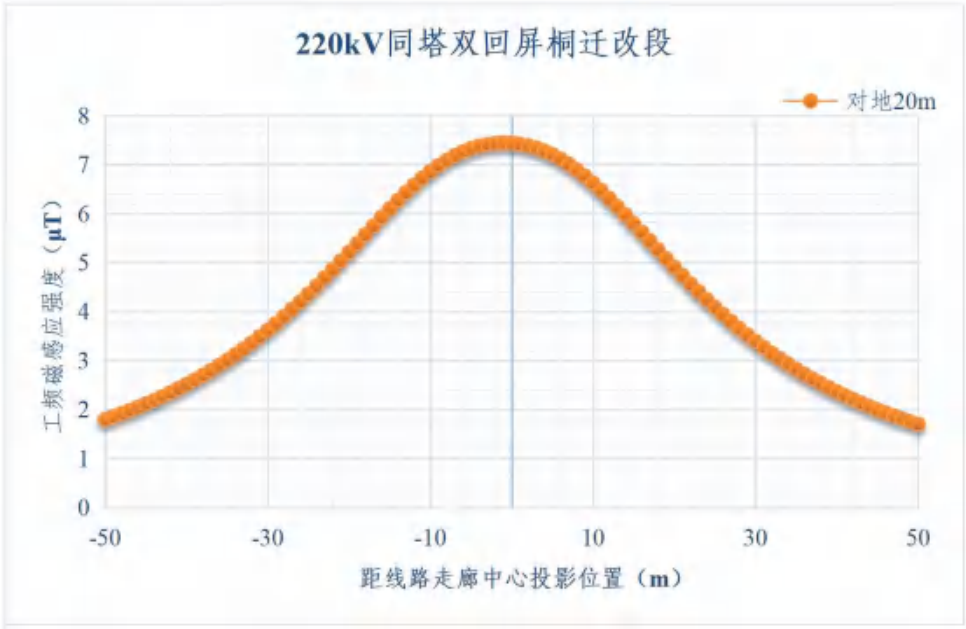


图6.1-26　220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度20m 时地面1.5m 工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度20m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为1781.4V/m（边导线内），叠加沿线现状监测值后（1781.4+62.01=1843.41）V/m；工频磁感应强度最大预测值为7.445μT（边导线内），叠加沿线现状监测值后（7.445+0.3033=7.7483）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线

路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-34~6.1-35、图6.1-27~6.1-28。

表 6.1-34 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度 20m 工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
50	139.6	194.7	287.0	435.5	528.9	547.9	566.7	584.9	602.5	619.1	634.6	648.8	661.4	672.4	681.6	688.9	694.2	697.6	698.9	698.2	695.5	690.8	684.2	675.6	665.2	653.0	639.3	624.2	607.9	590.5	572.5	553.9	534.9	515.8	496.7	406.0	267.5	182.9	132.4
40	153.6	229.6	390.6	783.4	1201.4	1317.6	1447.1	1590.0	1745.0	1908.1	2072.4	2227.7	2361.9	2464.8	2531.8	2566.5	2578.3	2578.9	2577.6	2578.3	2578.9	2571.4	2544.6	2487.7	2395.3	2269.4	2119.2	1956.4	1792.0	1634.2	1487.5	1354.0	1234.0	1126.7	1031.1	685.8	352.4	212.1	144.5
39	154.5	232.3	401.0	832.1	1323.2	1466.9	1631.3	1818.1	2027.3	2255.2	2492.1	2720.3	2916.3	3057.8	3135.1	3156.5	3144.0	3122.6	3111.2	3117.4	3137.1	3154.4	3145.5	3086.2	2963.3	2781.4	2560.1	2323.7	2091.8	1876.6	1683.1	1512.3	1362.8	1232.3	1118.3	722.3	360.5	214.2	145.1
38	155.2	234.6	411.1	882.8	1457.8	1635.2	1843.8	2089.2	2375.1	2700.9	3055.3	3409.2	3714.0	3916.9	3992.9	3964.6	3885.9	3811.1	3776.2	3795.3	3860.7	3942.9	3991.8	3950.7	3784.5	3504.7	3159.5	2801.3	2465.4	2167.4	1910.5	1691.7	1505.9	1347.6	1212.1	759.8	368.3	216.0	145.7
37	155.7	236.7	420.8	935.0	1604.5	1821.8	2085.3	2406.8	2799.4	3273.2	3824.1	4411.0	4931.6	5244.1	5275.1	5096.1	4851.3	4656.4	4572.0	4618.2	4784.2	5023.0	5235.8	5279.4	5048.4	4574.8	3993.6	3425.2	2927.2	2511.5	2170.7	1891.8	1662.3	1471.7	1311.8	797.9	375.6	217.6	146.2
36	156.1	238.5	430.0	988.3	1760.9	2024.1	2352.5	2768.8	3303.7	3995.6	4878.1	5930.3	6953.7	7511.1	7332.5	6708.2	6067.0	5625.4	5447.3	5544.5	5910.9	6505.2	7169.7	7528.1	7185.0	6247.7	5170.3	4230.0	3484.4	2907.8	2460.6	2109.6	1829.6	1602.7	1416.0	836.3	382.5	218.9	146.5
35	156.4	239.9	438.6	1041.7	1923.8	2237.1	2638.0	3164.0	3873.8	4861.7	6275.9	8293.0	10761.3	12135.3	10976.8	8976.9	7463.7	6585.9	6258.6	6436.5	7143.5	8461.2	10374.5	12018.8	11394.2	9004.3	6796.2	5218.5	4122.7	3343.4	2771.5	2339.4	2004.1	1738.1	1522.9	874.3	388.8	219.9	146.6
34	156.5	241.0	446.5	1094.5	2088.9	2453.8	2929.8	3570.5	4467.7	5793.3	7909.2	11687.5	19157.7	26168.9	17993.3	11747.6	8721.3	7263.8	6757.1	7032.2	8174.7	10624.3	15653.9	24557.5	22235.9	13394.5	8780.6	6298.6	4790.7	3791.6	3088.9	2572.8	2180.7	1874.6	1630.1	911.4	394.4	220.6	146.7
33	156.4	241.7	453.4	1145.7	2251.6	2666.7	3214.2	3960.9	5023.1	6628.7	9305.7	14680.5	31624.2	286537.0	25952.0	13512.8	9225.9	7325.6	6679.2	7033.1	8512.8	11861.9	20402.6	71718.7	47591.6	17533.8	10462.2	7249.4	5406.1	4217.5	3396.1	2801.1	2354.2	2008.8	1735.4	946.9	399.2	220.9	146.5
32	156.1	241.9	459.4	1194.4	2407.8	2869.7	3481.3	4315.6	5494.1	7233.7	9970.7	14723.4	23770.6	31447.7	20581.9	12578.8	8629.7	6658.8	5953.0	6347.4	7920.9	11160.7	17639.7	29198.2	27408.9	16823.7	11067.6	7877.6	5906.3	4596.0	3680.8	3017.0	2519.9	2137.6	1836.5	980.4	403.2	220.9	146.3
31	155.7	241.8	464.3	1239.5	2554.6	3059.6	3728.2	4634.8	5890.3	7652.1	10113.6	13386.3	16858.1	17805.4	14577.0	10454.6	7425.3	5590.1	4867.1	5281.6	6808.3	9487.2	13372.1	17257.8	17612.4	14452.5	10956.9	8248.1	6305.6	4928.0	3940.3	3217.2	2674.9	2258.3	1931.3	1011.0	406.2	220.5	145.9
30	155.1	241.1	467.9	1280.2	2690.0	3235.5	3958.5	4936.8	6275.5	8084.2	10366.9	12765.5	14326.6	13949.9	11696.2	8854.8	6433.4	4779.5	4077.3	4486.1	5904.2	8141.9	10948.5	13525.4	14498.1	13348.5	11023.3	8635.7	6690.4	5239.6	4180.8	3401.8	2817.3	2369.0	2017.9	1038.1	408.2	219.7	145.3
29	154.3	240.0	470.2	1315.2	2811.9	3396.4	4176.2	5242.1	6724.1	8763.3	11322.5	13695.2	14466.7	13139.2	10701.4	8211.2	6187.8	4821.7	4250.3	4581.6	5753.0	7628.5	10054.9	12621.8	14362.7	14107.3	11962.9	9341.0	7161.7	5560.4	4409.4	3570.9	2945.5	2467.7	2094.6	1061.0	409.1	218.5	144.6
28	153.3	238.4	471.0	1343.9	2917.1	3538.6	4377.2	5549.8	7260.0	9850.2	13691.6	17815.1	18030.3	14521.5	11036.4	8476.7	6725.6	5658.5	5241.9	5483.1	6383.6	7969.0	10350.1	13683.3	17455.5	18356.3	14668.4	10591.0	7759.9	5894.0	4623.6	3721.4	3056.6	2551.8	2159.2	1079.3	408.9	216.9	143.7
27	152.1	236.3	470.4	1365.1	3000.8	3653.9	4544.9	5820.5	7784.0	11169.7	18136.4	33767.9	31204.4	18035.0	12250.9	9335.2	7681.3	6772.3	6437.4	6634.9	7395.3	8857.3	11438.6	16413.9	27721.4	36909.1	20486.1	12227.6	8370.2	6194.7	4805.0	3844.6	3145.6	2618.2	2209.5	1092.3	407.4	214.9	142.6
26	150.8	233.7	468.2	1378.2	3057.8	3732.2	4656.4	5990.4	8080.4	11850.4	20836.7	68023.3	49929.0	20505.5	13376.0	10267.8	8620.5	7750.2	7437.4	7625.6	8353.9	9799.6	12506.1	18384.0	38581.3	108442.0	24461.6	13078.8	8712.2	6383.3	4926.6	3929.3	3206.9	2663.6	2243.4	1099.6	404.7	212.4	141.5
25	149.3	230.6	464.4	1382.6	3083.5	3765.8	4696.3	6022.6	8032.4	11346.4	17318.9	26474.1	26220.6	18514.9	13625.6	10863.2	9252.1	8369.7	8049.1	8242.3	8982.8	10410.6	12883.3	17247.5	24638.5	27870.1	19094.7	12353.9	8632.8	6414.8	4970.4	3966.5	3235.5	2684.8	2258.8	1100.9	400.7	209.6	140.1
24	147.6	227.0	459.0	1378.0	3075.7	3752.0	4665.3	5937.6	7767.1	10439.1	14120.4	17811.0	18684.6	16414.7	13465.4	11088.6	9471.1	8531.0	8181.6	8387.9	9174.4	10623.5	12839.4	15751.7	18419.8	18392.6	15055.8	11209.4	8311.6	6318.5	4938.3	3953.7	3228.7	2679.9	2254.6	1096.1	395.5	206.3	138.7
23	145.8	222.9	452.1	1364.4	3034.1	3692.4	4572.9	5778.1	7455.7	9771.4	12734.7	15726.5	17240.7	16238.0	13668.4	11114.3	9269.8	8189.2	7786.5	8016.5	8907.1	10544.6	12951.5	15668.9	17266.6	16361.7	13550.9	10467.2	7971.8	6149.3	4842.3	3892.3	3186.0	2648.3	2230.1	1085.2	389.0	202.5	137.0
22	143.8	218.3	443.7	1342.2	2960.0	3589.9	4426.5	5564.4	7145.3	9368.8	12453.1	16351.2	19600.5	18801.2	14701.5	10994.4	8616.7	7316.8	6844.2	7105.8	8152.6	10190.5	13519.3	17781.0	19930.2	17491.2	13477.2	10110.1	7662.5	5928.9	4689.7	3785.0	3108.4	2590.6	2186.0	1068.4	381.3	198.4	135.3
21	141.6	213.2	433.8	1312.0	2856.0	3447.2	4227.8	5287.5	6778.2	8980.0	12488.4	18746.8	29592.5	28308.7	16565.6	10466.4	7449.7	5944.9	5409.1	5699.8	6890.1	9364.7	14279.7	24354.1	32088.8	21515.0	13914.6	9795.9	7295.9	5639.8	4479.4	3633.6	2998.1	2508.6	2123.7	1046.2	372.4	193.9	133.5
20	139.4	207.7	422.6	1274.8	2726.0	3268.8	3978.1	4933.7	6278.3	8306.5	11773.9	19463.4	56581.0	53552.2	16538.6	9043.7	5862.3	4273.4	3682.9	4002.5	5269.5	7850.6	13440.1	32803.5	139423.0	24119.2	13335.7	9097.1	6759.8	5257.9	4210.3	3442.0	2859.2	2405.6	2045.7	1019.1	362.4	189.1	131.5
19	137.0	201.8	410.1	1231.8	2575.8	3062.3	3686.7	4509.7	5636.5	7269.4	9853.8	14476.2	22445.8	21031.3	11858.3	6956.8	4305.7	2738.5	2043.9	2430.6	3747.2	6006.7	10025.4	17904.8	24184.7	16527.6	10921.3	7887.1	6036.0	4788.5	3891.5	3218.2	2697.6	2286.1	1955.1	988.0	351.4	183.8	129.4
18	134.5	195.5	396.5	1184.5	2413.0	2839.1	3371.8	4049.1	4928.3	6094.5	7655.4	9606.4	11170.0	10430.1	7762.7	5217.1	3312.5	1927.0	1160.7	1608.2	2846.5	4581.3	6934.2	9714.5	11247.9	10178.2	8193.2	6499.7	5227.2	4273.9	3544.8	2975.2	2521.9	2155.6	1855.9	953.6	339.5	178.3	127.3
17	131.9	188.8	382.0	1134.1	2245.4	2611.9	3055.5	3594.9	4250.3	5034.6	5920.7	6757.5	7164.6	6726.3	5556.7	4179.8	2943.5	1986.3	1504.9	1775.7	2620.1	3783.9	5140.9	6425.6	7124.3	6938.8	6178.9	5282.1	4461.3	3768.4	3197.2	2728.0	2341.1	2020.1	1752.1	916.9	326.8	172.5	125.1
16	129.2	181.8	366.6	1082.2	2080.4	2392.1	2756.7	3179.8	3661.6	4187.1	4707.3	5114.7	5248.9	4989.0	4380.7	3609.5	2864.9	2293.1	2031.9	2175.0	2667.6	3374.1	4154.5	4832.8	5209.6	5185.6	4841.4	4340.2	3808.9	3311.6	2870.9	2489.8	2163.6	1885.2	1647.5	878.7	313.4	166.4	122.8
15	126.5	174.5	350.7	1030.0	1923.8	2187.9	2486.8	2819.3	3177.5	3541.4	3871.1	4104.3	4169.6	4025.0	3694.0	3260.6	2830.1	2501.5	2356.2	2435.2	2715.6	3124.9	3568.1	3939.9	4145.6	4140.7	3950.3	3641.8	3282.9	2920.2	2578.9	2269.9	1995.8	1755.3	1545.4	839.9	299.4	160.1	120.6
14	123.8	167.0	334.2	978.5	1779.2	2003.7	2250.6	2515.6	2789.3	3054.3	3283.1	3440.5	3492.6	3423.3	3247.0	3007.7	2765.4	2580.0	2498.6	2542.7	2700.6	2931.5	3178.0	3378.5	3482.6	3466.1	3337.0	3125.5	2867.9	2594.6	2325.8	2073.0	1841.8	1633.7	1448.3	801.2	284.9	153.6	118.3
13	121.1	159.3	317.4	928.9	1648.6	1841.1	2047.8	2263.6	2480.2	2684.0	2857.1	2979.2	3033.2	3012.5	2926.6	2800.5	2668.8	2566.8	2521.9	2546.3	2633.2	2759.3	2890.8	2991.8	3033.6	3001.9	2898.7	2738.6	2541.9	2327.5	2110.4	1900.4	1703.4	1522.2	1357.8	763.4	270.0	146.9	116.0
12	118.4	151.5	300.5	881.7	1532.5	1699.6	1875.6	2056.0	2233.5	2398.6	2539.3	2643.5	2702.1	2712.2	2680.1	2620.6	2553.9	2500.7	2477.0	2489.8	2535.4	2600.1	2664.0	2706.1	2709.7	2665.7	2574.4	2443.4	2284.3	2109.4	1929.0	1751.1	1581.0	1421.8	1275.0	726.8	255.0	140.2	113.7
11	115.7	143.6	283.7	837.4	1430.5	1577.7	1730.5	1885.0	2035.6	2175.2	2295.8	2390.0	2452.3	2481.6	2481.8	2461.6	2433.2	2408.6	2397.3	2403.5	2424.9	2453.4	2477.4	2484.5	2464.6	2412.3	2327.3	2213.9	2079.2	1931.1	1777.1	1623.3	1474.1	1332.5	1200.2	692.2	239.9	133.5	111.5
10	113.2	135.7	267.0	796.6	1341.8	1473.3	1608.5	1744.1	1875.6	1997.8	2105.3	2193.0	2257.7	2298.5	2317.9	2321.2	2315.4	2307.7	2303.8	2306.0	2313.1	2320.3	2320.7	2306.9	2272.9	2215.6	2134.6	2032.6	1914.2	1785.0	1650.2	1514.4	1381.4	1253.9	1133.5	659.7	224.9	126.8	109.4
9	110.7	128.0	250.7	759.4	1265.2	1384.5	1506.3	1627.8	1745.5	1855.5	1953.7	2036.9	2102.6	2150.1	2180.9	2198.0	2205.6	2208.0	2208.4	2208.4	2207.0	2201.5	2187.9	2161.8	2119.6	2059.5	1981.5	1887.5	1780.7	1665.0	1544.2	1422.2	1301.8	1185.4	1074.7	629.6	210.0	120.2	107.3
8	108.5	120.4	235.1	726.0	1199.7	1309.5	1421.0	1531.9	1639.4	1740.4	1832.0	1911.5	1977.3	2028.5	2065.9	2091.2	2106.7	2115.0	2118.1	2116.6	2110.3	2097.3	2075.4	2042.1	1995.3	1934.0	1858.6	1770.5	1672.1	1566.3	1456.1	1344.5	1233.9	1126.4	1023.5	602.3	195.6	113.8	105.4
7	106.3	113.1	220.2	696.4	1144.2	1246.6	1350.2	1453.0	1552.9	1647.2	1733.7	1810.3	1875.5	1928.6	1969.7	1999.7	2019.9	2031.7	2036.3	2034.0	2024.7	2007.4	1980.7	1943.3	1894.0	1832.6	1759.5	1675.9	1583.8	1485.4	1383.2	1279.6	1176.6	1076.1	979.4	577.9	181.8	107.7	103.7
6	104.4	106.3	206.4	670.8	1097.9	1194.4	1291.9	1388.7	1482.7	1572.0	1654.5	1728.6	1793.0	1846.8	1889.9	1922.6	1945.5	1959.4	1964.9	1962.1	1951.1	1931.3	1901.9	1862.2	1811.8	1750.7	1679.6	1599.6	1512.2	1419.5	1323.4	1225.9	1128.9	1033.8	942.0	556.4	168.8	102.0	102.1
5	102.7	100.1	193.9	649.1	1059.9	1152.0	1244.8	1336.9	1426.5	1511.9	1591.4	1663.5	1726.9	1780.8	1824.9	1859.1	1883.5	1898.6	1904.5	1901.6	1889.5	1868.2	1837.3	1796.5	1745.7	1685.3	1615.9	1538.7	1455.0	1366.5	1275.1	1182.3	1089.8	999.0	911.0	538.1	156.8	96.8	100.7
4	101.3	94.6	183.0	631.4	1029.6	1118.3	1207.6	1296.2	1382.5	1465.0	1542.2	1612.6	1675.1	1728.9	1773.3	1808.2	1833.5	1849.2	1855.5	1852.4	1839.8	1817.7	1786.0	1744.7	1693.9	1634.2	1566.2	1491.2	1410.2	1325.0	1237.0	1147.7	1058.7	971.1	886.1	523.0	146.3	92.3	99.6
3	100.2	90.0	174.1	617.6	1006.6	1092.8	1179.5	1265.6	1349.5	1429.9	1505.3	1574.4	1636.1	1689.6	1734.1	1769.4	1795.1	1811.2	1817.6	1814.4	1801.6	1779.1	1747.0	1705.5	1654.9	1595.8	1529.0	1455.5	1376.6	1293.7	1208.2	1121.6	1035.0	949.8	867.0	511.1	137.5	88.6	98.6
2	99.4	86.6	167.4	607.7	990.3	1074.9	1159.9	1244.2	1326.5	1405.4	1479.6	1547.8	1608.9	1662.1	1706.7	1742.1	1768.0	1784.2	1790.8	1787.5	1774.5	1751.8	1719.6	1678.0	1627.6	1569.0	1503.1	1430.7	1353.3	1272.0	1188.2	1103.2	1018.4	934.8	853.5	502.7	130.9	85.9	98.0
1	98.9	84.5	163.2	601.8	980.7	1064.3	1148.3	1231.6	1312.9	1391.0	1464.4	1532.1	1592.9	1645.9	1690.4	1725.8	1751.8	1768.2	1774.8	1771.5	1758.4	1735.6	1703.3	1661.8	1611.6	1553.3	1487.8	1416.1	1339.5	1259.1	1176.3	1092.4	1008.5	925.9	845.4	497.5	126.7	84.1	97.6
0	98.7	83.8	161.8	599.8	977.5	1060.7	1144.4	1227.4	1308.5	1386.2	1459.4	1526.9	1587.6	1640.5	1685.0	1720.4	1746.5	1762.8	1769.4	1766.2	1753.1	1730.2	1697.9	1656.4	1606.2	1548.1	1482.7	1411.3	1334.9	1254.8	1172.4	1088.8	1005.3	923.0	842.8	495.8	125.3	83.6	97.4

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-35 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度 20m 工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
50	1.955	2.827	4.290	6.653	8.098	8.382	8.657	8.920	9.167	9.395	9.602	9.785	9.943	10.076	10.183	10.265	10.323	10.359	10.373	10.365	10.335	10.283	10.207	10.107	9.982	9.831	9.655	9.454	9.232	8.990	8.731	8.459	8.177	7.889	7.598	6.180	3.981	2.644	1.844
40	2.228	3.443	5.924	11.849	17.706	19.191	20.758	22.369	23.960	25.432	26.653	27.472	27.753	27.440	26.602	25.441	24.250	23.334	22.932	23.151	23.931	25.068	26.268	27.225	27.704	27.594	26.921	25.801	24.387	22.819	21.206	19.621	18.110	16.697	15.390	10.390	5.345	3.174	2.084
39	2.249	3.495	6.082	12.526	19.346	21.168	23.140	25.231	27.367	29.418	31.178	32.373	32.720	32.054	30.457	28.287	26.077	24.381	23.637	24.044	25.492	27.600	29.837	31.648	32.608	32.549	31.575	29.949	27.957	25.829	23.716	21.704	19.838	18.132	16.586	10.901	5.473	3.218	2.103
38	2.269	3.543	6.234	13.215	21.132	23.367	25.861	28.602	31.533	34.507	37.228	39.212	39.849	38.679	35.765	31.790	27.755	24.650	23.278	24.032	26.690	30.542	34.638	37.954	39.673	39.536	37.883	35.317	32.377	29.412	26.606	24.038	21.729	19.673	17.850	11.414	5.595	3.259	2.120
37	2.287	3.588	6.378	13.904	23.042	25.771	28.916	32.522	36.594	41.039	45.522	49.258	50.915	49.158	43.890	36.629	29.370	23.758	21.214	22.622	27.462	34.382	41.831	47.890	50.755	49.996	46.711	42.337	37.826	33.625	29.881	26.607	23.764	21.301	19.164	11.921	5.710	3.297	2.136
36	2.303	3.629	6.513	14.583	25.037	28.332	32.256	36.954	42.593	49.309	57.008	64.791	69.894	68.000	58.045	44.496	31.809	22.086	17.382	20.035	28.544	40.501	54.120	65.721	70.191	66.724	59.327	51.437	44.395	38.446	33.491	29.360	25.898	22.979	20.499	12.413	5.818	3.331	2.150
35	2.318	3.667	6.637	15.235	27.055	30.966	35.762	41.741	49.350	59.267	72.444	89.539	107.044	108.960	86.307	58.918	37.871	23.252	15.980	20.151	32.904	51.915	77.742	104.105	110.214	95.069	77.043	62.693	51.911	43.703	37.304	32.203	28.065	24.658	21.820	12.880	5.916	3.362	2.163
34	2.330	3.699	6.749	15.845	29.019	33.557	39.252	46.577	56.328	70.000	90.740	126.054	192.064	240.364	148.219	83.893	51.304	33.465	26.118	30.178	44.838	71.972	123.988	218.817	217.531	141.571	99.061	75.063	59.736	49.032	41.106	35.004	30.176	26.279	23.084	13.313	6.004	3.390	2.174
33	2.341	3.728	6.846	16.396	30.845	35.974	42.511	51.070	62.718	79.566	106.627	159.603	324.670	2766.77	234.488	113.293	70.957	51.553	44.654	48.368	63.575	96.820	180.126	678.506	479.699	187.501	118.154	85.955	66.826	53.950	44.643	37.612	32.136	27.778	24.246	13.701	6.080	3.413	2.183
32	2.350	3.751	6.927	16.875	32.453	38.101	45.356	54.902	67.861	86.264	114.320	162.134	252.283	324.429	209.114	127.948	89.386	70.922	64.484	67.944	82.385	113.506	178.386	298.742	287.817	183.109	125.447	92.977	72.324	58.065	47.699	39.893	33.858	29.093	25.264	14.035	6.144	3.433	2.191
31	2.357	3.769	6.992	17.265	33.781	39.856	47.687	57.974	71.728	90.373	115.732	149.085	184.960	196.474	166.492	128.049	101.195	86.226	80.753	83.738	95.744	118.870	154.639	191.157	192.745	159.918	124.357	96.616	76.231	61.280	50.168	41.759	35.273	30.175	26.102	14.307	6.195	3.448	2.197
30	2.362	3.782	7.039	17.558	34.787	41.191	49.481	60.388	74.864	93.866	117.404	142.398	160.618	162.035	146.275	124.641	106.692	95.489	91.190	93.597	102.847	119.054	140.404	159.282	163.303	148.646	124.188	99.637	79.339	63.771	52.049	43.169	36.337	30.989	26.731	14.509	6.232	3.459	2.201
29	2.365	3.789	7.068	17.745	35.441	42.080	50.738	62.271	77.881	98.873	124.999	150.084	161.638	155.171	138.896	121.599	107.800	99.053	95.658	97.625	104.986	117.630	134.520	152.029	162.048	154.863	131.641	104.844	82.513	65.750	53.369	44.104	37.027	31.512	27.134	14.638	6.254	3.465	2.203
28	2.365	3.792	7.078	17.821	35.730	42.498	51.416	63.562	80.820	106.466	144.413	186.527	193.332	165.545	137.996	118.451	105.473	97.800	94.899	96.627	103.114	114.846	132.973	159.188	189.304	192.695	154.230	113.856	85.912	67.180	54.093	44.543	37.330	31.735	27.304	14.690	6.262	3.467	2.204
27	2.364	3.788	7.069	17.788	35.652	42.429	51.429	63.941	82.665	114.353	179.578	328.791	308.677	187.940	137.485	113.232	99.765	92.397	89.692	91.314	97.510	109.436	130.822	173.780	276.632	359.483	201.776	124.306	88.303	67.671	54.120	44.468	37.245	31.661	27.243	14.664	6.254	3.464	2.203
26	2.360	3.780	7.041	17.646	35.224	41.882	50.731	63.087	81.831	114.882	193.475	612.988	449.555	190.473	130.260	104.630	90.936	83.535	80.818	82.419	88.601	100.642	122.931	172.180	348.451	973.464	225.293	125.667	87.535	66.786	53.384	43.889	36.793	31.306	26.962	14.563	6.232	3.457	2.200
25	2.355	3.765	6.995	17.402	34.485	40.917	49.415	61.113	78.235	105.654	154.222	227.647	222.157	157.742	117.643	94.599	80.565	72.515	69.472	71.214	77.919	90.390	111.110	146.887	208.236	238.152	168.540	113.987	83.393	64.637	51.986	42.873	36.016	30.697	26.478	14.389	6.195	3.445	2.195
24	2.347	3.746	6.931	17.064	33.484	39.624	47.679	58.566	73.763	95.381	124.495	152.758	157.495	136.625	109.988	87.650	71.541	61.602	57.715	59.905	68.201	82.737	103.759	130.236	154.522	156.919	131.876	101.679	78.369	61.906	50.161	41.520	34.966	29.867	25.814	14.147	6.145	3.429	2.188
23	2.337	3.722	6.850	16.640	32.262	38.079	45.690	55.908	69.922	89.114	113.649	138.412	150.286	139.443	113.626	87.109	66.729	53.804	48.638	51.554	62.370	80.783	106.092	133.531	150.013	143.703	120.584	95.054	74.371	59.160	48.101	39.911	33.688	28.843	24.990	13.843	6.080	3.408	2.180
22	2.326	3.693	6.753	16.142	30.847	36.310	43.481	53.178	66.698	85.979	113.352	148.876	179.113	171.308	131.089	93.140	67.026	51.346	45.157	48.654	61.654	84.617	119.281	161.473	182.263	159.540	122.754	92.658	71.297	56.407	45.824	38.068	32.206	27.650	24.027	13.484	6.004	3.384	2.170
21	2.312	3.659	6.642	15.581	29.255	34.314	40.980	50.095	63.149	82.989	115.698	175.875	282.870	275.442	162.490	101.642	69.956	53.079	46.742	50.286	63.961	90.473	140.173	238.053	308.616	202.973	129.368	90.612	67.867	53.248	43.214	35.971	30.529	26.305	22.943	13.077	5.916	3.355	2.158
20	2.297	3.620	6.518	14.969	27.504	32.089	38.118	46.376	58.325	77.022	110.261	186.332	559.671	551.703	178.494	102.849	70.806	55.055	49.373	52.504	65.032	90.987	147.414	342.665	1395.12	232.943	125.591	84.557	62.769	49.289	40.167	33.606	28.672	24.831	21.760	12.632	5.817	3.323	2.145
19	2.280	3.578	6.383	14.317	25.631	29.674	34.927	42.013	52.053	67.247	92.454	139.687	226.088	224.842	137.510	90.521	66.547	54.224	49.753	52.191	61.997	81.795	119.893	195.645	247.474	161.242	103.170	73.190	55.744	44.502	36.710	31.012	26.672	23.258	20.503	12.156	5.709	3.287	2.130
18	2.261	3.532	6.238	13.640	23.690	27.154	31.553	37.302	45.062	55.885	71.292	92.203	112.430	112.524	92.596	72.355	58.362	50.240	47.165	48.833	55.394	67.514	85.993	107.570	115.244	98.849	76.840	59.790	47.794	39.273	33.026	28.291	24.592	21.629	19.203	11.657	5.593	3.248	2.113
17	2.241	3.482	6.085	12.950	21.746	24.637	28.200	32.660	38.313	45.477	54.245	63.708	70.734	71.113	64.889	56.438	49.198	44.467	42.580	43.600	47.491	54.036	62.342	69.695	71.559	66.151	56.973	47.837	40.194	34.134	29.365	25.572	22.508	19.992	17.893	11.145	5.470	3.206	2.096
16	2.219	3.430	5.926	12.258	19.862	22.227	25.042	28.406	32.407	37.052	42.110	46.868	50.053	50.480	48.200	44.528	40.935	38.372	37.302	37.877	40.014	43.359	47.124	49.969	50.416	47.964	43.528	38.464	33.665	29.476	25.938	22.977	20.493	18.394	16.605	10.627	5.341	3.162	2.077
15	2.196	3.374	5.762	11.575	18.087	19.997	22.191	24.698	27.514	30.559	33.615	36.274	38.004	38.413	37.546	35.903	34.142	32.807	32.230	32.537	33.659	35.329	37.062	38.217	38.211	36.848	34.412	31.429	28.356	25.465	22.870	20.589	18.603	16.874	15.365	10.111	5.207	3.115	2.056
14	2.171	3.316	5.594	10.910	16.453	17.984	19.687	21.557	23.558	25.609	27.558	29.185	30.257	30.628	30.335	29.605	28.754	28.077	27.776	27.933	28.505	29.322	30.114	30.561	30.398	29.526	28.043	26.169	24.133	22.110	20.200	18.450	16.871	15.457	14.194	9.602	5.070	3.065	2.035
13	2.146	3.257	5.424	10.270	14.972	16.200	17.525	18.931	20.381	21.810	23.120	24.196	24.927	25.257	25.214	24.913	24.517	24.184	24.032	24.110	24.390	24.776	25.117	25.248	25.034	24.419	23.438	22.187	20.785	19.336	17.915	16.565	15.310	14.157	13.103	9.106	4.930	3.014	2.012
12	2.119	3.195	5.254	9.659	13.646	14.633	15.673	16.746	17.821	18.851	19.776	20.534	21.069	21.361	21.429	21.335	21.168	21.015	20.943	20.978	21.107	21.273	21.394	21.379	21.157	20.693	19.998	19.117	18.113	17.048	15.973	14.923	13.920	12.977	12.099	8.627	4.789	2.962	1.989
11	2.091	3.132	5.083	9.082	12.466	13.266	14.090	14.923	15.739	16.507	17.189	17.751	18.165	18.422	18.536	18.544	18.493	18.433	18.402	18.416	18.466	18.520	18.532	18.452	18.239	17.872	17.352	16.703	15.958	15.154	14.325	13.497	12.690	11.916	11.182	8.168	4.648	2.907	1.964
10	2.063	3.068	4.914	8.539	11.421	12.074	12.736	13.393	14.027	14.617	15.140	15.575	15.907	16.133	16.263	16.318	16.326	16.314	16.305	16.308	16.317	16.315	16.275	16.168	15.971	15.670	15.265	14.768	14.196	13.573	12.922	12.260	11.604	10.965	10.349	7.730	4.506	2.852	1.939
9	2.033	3.003	4.748	8.031	10.494	11.033	11.571	12.099	12.604	13.069	13.482	13.829	14.103	14.303	14.434	14.509	14.545	14.558	14.560	14.557	14.546	14.517	14.453	14.339	14.160	13.908	13.582	13.188	12.737	12.243	11.721	11.185	10.647	10.114	9.595	7.316	4.366	2.796	1.913
8	2.003	2.937	4.584	7.558	9.673	10.122	10.565	10.997	11.405	11.781	12.116	12.400	12.631	12.806	12.931	13.013	13.061	13.086	13.094	13.088	13.068	13.026	12.954	12.841	12.681	12.467	12.198	11.878	11.513	11.113	10.688	10.248	9.800	9.354	8.913	6.925	4.228	2.739	1.887
7	1.973	2.871	4.423	7.118	8.944	9.321	9.691	10.048	10.385	10.695	10.971	11.209	11.406	11.561	11.676	11.757	11.810	11.839	11.850	11.843	11.818	11.772	11.699	11.594	11.450	11.266	11.040	10.775	10.474	10.145	9.793	9.426	9.051	8.673	8.297	6.557	4.091	2.682	1.860
6	1.942	2.805	4.267	6.710	8.293	8.613	8.926	9.226	9.508	9.767	9.999	10.201	10.370	10.507	10.613	10.690	10.742	10.772	10.783	10.776	10.751	10.705	10.635	10.538	10.410	10.250	10.058	9.834	9.582	9.307	9.012	8.703	8.385	8.062	7.739	6.211	3.957	2.624	1.832
5	1.910	2.740	4.115	6.332	7.712	7.986	8.252	8.507	8.746	8.966	9.164	9.337	9.484	9.605	9.700	9.771	9.821	9.850	9.861	9.855	9.830	9.786	9.721	9.632	9.519	9.379	9.214	9.023	8.809	8.576	8.325	8.062	7.791	7.513	7.234	5.887	3.827	2.567	1.804
4	1.878	2.674	3.967	5.981	7.190	7.427	7.656	7.874	8.079	8.267	8.438	8.587	8.716	8.823	8.909	8.974	9.020	9.048	9.058	9.052	9.029	8.988	8.928	8.848	8.747	8.625	8.481	8.317	8.133	7.933	7.719	7.493	7.258	7.018	6.775	5.585	3.699	2.510	1.776
3	1.846	2.610	3.824	5.656	6.720	6.926	7.124	7.313	7.490	7.653	7.801	7.932	8.045	8.140	8.216	8.275	8.317	8.343	8.353	8.347	8.326	8.288	8.234	8.162	8.073	7.965	7.839	7.696	7.538	7.364	7.179	6.983	6.780	6.570	6.357	5.301	3.575	2.452	1.747
2	1.814	2.545	3.687	5.354	6.296	6.475	6.649	6.813	6.967	7.110	7.239	7.354	7.453	7.537	7.606	7.659	7.697	7.721	7.730	7.725	7.705	7.671	7.622	7.558	7.478	7.383	7.272	7.147	7.009	6.858	6.696	6.526	6.347	6.164	5.977	5.036	3.455	2.396	1.718
1	1.782	2.482	3.554	5.075	5.910	6.069	6.221	6.365	6.500	6.625	6.739	6.840	6.928	7.003	7.064	7.112	7.147	7.168	7.176	7.172	7.154	7.123	7.079	7.021	6.950	6.866	6.768	6.658	6.537	6.404	6.262	6.113	5.956	5.794	5.629	4.789	3.338	2.340	1.689
0	1.750	2.420	3.426	4.815	5.560	5.700	5.834	5.961	6.080	6.191	6.291	6.381	6.459	6.526	6.581	6.624	6.655	6.674	6.682	6.677	6.661	6.633	6.594	6.542	6.479	6.404	6.317	6.220	6.113	5.996	5.871	5.739	5.600	5.457	5.310	4.557	3.225	2.284	1.661

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

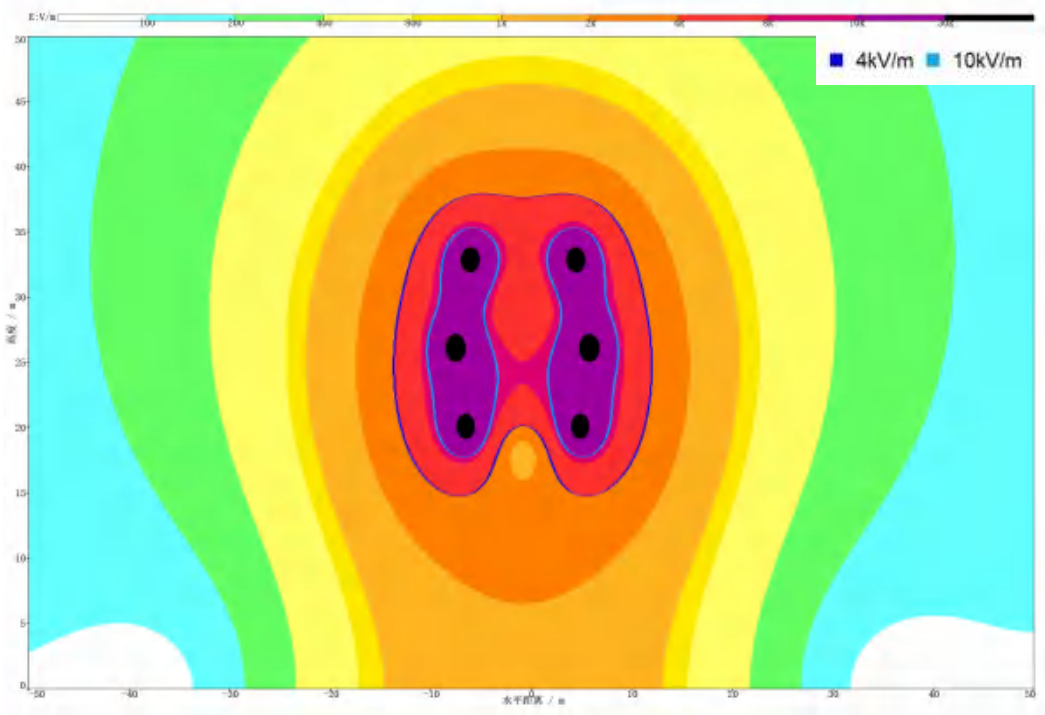


图 6.1-27　220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度 20m 工频电场强度空间分布图

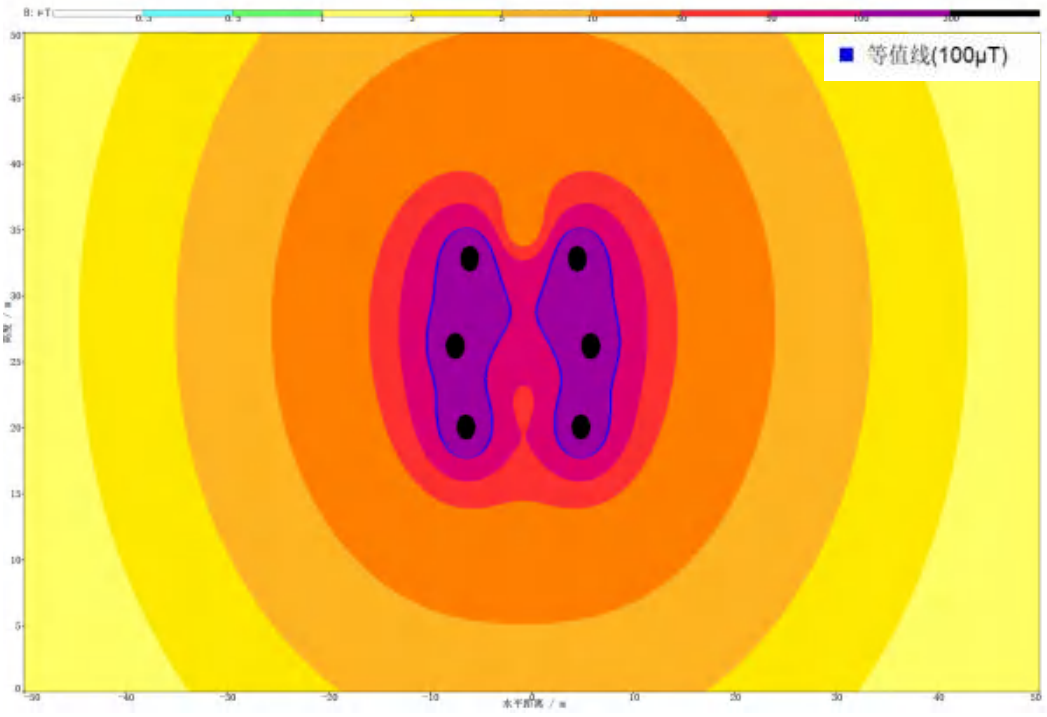


图 6.1-28　220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）导线对地高度 20m 工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-34~6.1-35 及图 6.1-27~6.1-28 可见，本项目 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东

西线迁改段）架空线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（14m-7.6m=6.4m，12-5.8=6.2m，向上取整 7m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（20m-14m=6m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-34~6.1-35 及图 6.1-27~6.1-28 可见，本项目 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 4m（11m-7.6m=3.4m，9-5.8=3.2m，向上取整 4m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（20m-17m=3m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑤220kV/110kV 混压四回架空线路预测结果

220kV/110kV 混压同塔四回架空线路计算结果见表 6.1-36。

表 6.1-36 220kV/110kV 混压同塔四回架空线路工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	22m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-50	56.4	3.234
-49	52.2	3.318
-48.45（边导线外 40m）	50.0	3.362
-48	47.8	3.406
-47	42.9	3.496
-46	37.8	3.590
-45	32.3	3.687
-44	26.7	3.787
-43	21.2	3.891
-42	16.7	3.998
-41	15.3	4.109
-40	18.5	4.223
-39	25.5	4.342
-38	34.6	4.465
-37	45.2	4.592
-36	57.0	4.723
-35	69.9	4.859
-34	84.0	4.999
-33	99.3	5.144
-32	115.8	5.293
-31	133.5	5.447
-30	152.5	5.606
-29	173.0	5.770
-28	194.9	5.938
-27	218.3	6.111
-26	243.3	6.288
-25	269.9	6.470
-24	298.1	6.655
-23	328.0	6.843
-22	359.6	7.034
-21	392.7	7.228
-20	427.4	7.422
-19	463.5	7.617
-18	500.8	7.812
-17	539.2	8.004
-16	578.3	8.193
-15	617.9	8.378

下相导线对地高度	22m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-14	657.5	8.556
-13	696.7	8.726
-12	735.1	8.887
-11	772.2	9.038
-10	807.4	9.177
-9	840.4	9.303
-8（边导线内）	870.7	9.415
-7（边导线内）	897.9	9.513
-6（边导线内）	921.7	9.597
-5（边导线内）	941.7	9.666
-4（边导线内）	957.8	9.721
-3（边导线内）	969.8	9.761
-2（边导线内）	977.6	9.788
-1（边导线内）	981.2	9.801
0（边导线内）	980.6	9.800
1（边导线内）	975.7	9.785
2（边导线内）	966.5	9.757
3（边导线内）	953.2	9.715
4（边导线内）	935.8	9.658
5（边导线内）	914.6	9.587
6（边导线内）	889.7	9.502
7（边导线内）	861.4	9.402
8	830.2	9.288
9	796.3	9.160
10	760.2	9.020
11	722.5	8.868
12	683.6	8.706
13	644.0	8.534
14	604.1	8.356
15	564.4	8.171
16	525.2	7.982
17	486.8	7.789
18	449.5	7.595
19	413.6	7.401
20	379.1	7.207
21	346.1	7.014
22	314.8	6.824
23	285.2	6.636
24	257.3	6.452
25	231.0	6.272
26	206.3	6.095

下相导线对地高度	22m	
距线路走廊中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
27	183.2	5.923
28	161.6	5.756
29	141.5	5.593
30	122.9	5.435
31	105.5	5.282
32	89.5	5.133
33	74.7	4.989
34	61.2	4.850
35	48.9	4.715
36	38.1	4.584
37	29.0	4.458
38	22.3	4.335
39	19.5	4.217
40	20.8	4.103
41	24.9	3.992
42	30.2	3.886
43	35.8	3.782
44	41.4	3.683
45	46.6	3.586
46	51.6	3.493
47	56.2	3.402
47.15（边导线外 40m）	57.0	3.385
48	60.4	3.315
49	64.3	3.231
50	67.9	3.149
最大值	**981.2**	**9.801**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

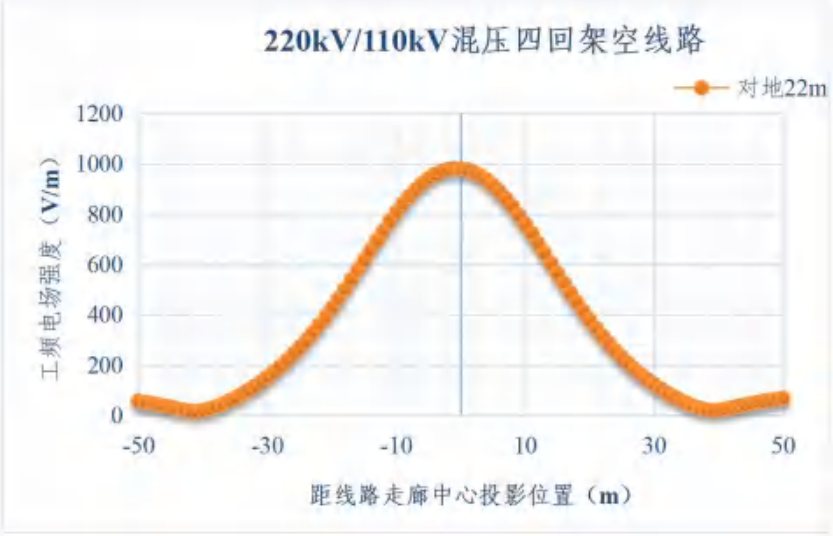


图 6.1-29　220kV/110kV 混压四回架空线路导线对地高度 22m 时地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

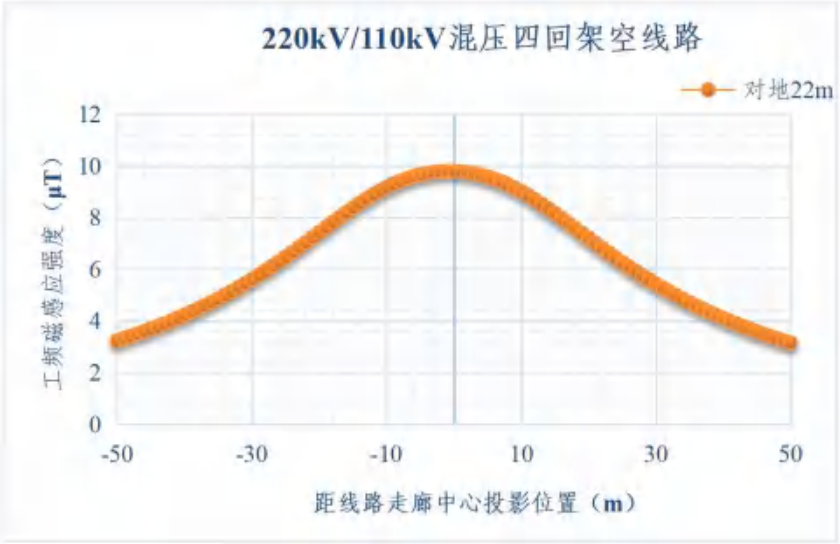


图6.1-30　220kV/110kV 混压四回架空线路导线对地高度22m 时地面1.5m 处工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV/110kV 混压四回架空线路在采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相导线对地高度22m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为981.2V/m（边导线内），叠加附近现状监测值后（981.2+62.01=1043.21）V/m；工频磁感应强度最大预测值为9.801μT（边导线内），叠加附近现状监测值后（9.801+0.3033=10.1043）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV/110kV 混压四回架空线路在采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相导线对地高度22m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-31~6.1-32，图6.1-31~6.1-32。

表 6.1-37 220kV/110kV 混压四回架空路导线对地高度 22m 工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
65	221.0	316.2	490.5	816.4	1038.4	1081.9	1123.0	1160.5	1193.1	1219.9	1239.9	1252.7	1258.6	1258.3	1253.3	1245.4	1236.8	1229.5	1225.0	1224.4	1227.7	1234.0	1242.0	1249.6	1254.7	1255.4	1250.2	1238.2	1219.0	1193.1	1161.2	1124.3	1083.8	1040.6	996.0	778.2	470.6	307.0	216.8
60	228.9	337.1	557.4	1078.9	1569.7	1686.5	1804.5	1918.7	2021.5	2103.2	2152.9	2160.7	2121.4	2036.9	1918.1	1782.5	1651.1	1545.6	1484.2	1478.5	1529.4	1627.1	1753.9	1888.8	2010.3	2100.1	2146.2	2145.0	2100.8	2022.9	1922.5	1809.5	1691.7	1574.9	1462.3	1006.0	529.8	326.0	224.3
59	229.9	340.4	569.7	1139.8	1721.8	1869.2	2022.9	2176.9	2321.1	2441.1	2517.9	2532.4	2471.8	2337.3	2145.9	1926.6	1713.2	1539.9	1438.0	1428.7	1514.0	1675.2	1882.1	2100.8	2297.2	2441.2	2513.2	2509.4	2440.7	2325.7	2183.8	2030.5	1876.5	1728.3	1589.5	1057.0	540.4	329.0	225.3
58	230.8	343.3	581.2	1202.5	1892.3	2079.5	2281.8	2493.9	2704.0	2891.1	3023.3	3062.5	2978.3	2767.5	2460.5	2108.2	1764.4	1479.8	1307.2	1291.5	1437.4	1704.0	2038.7	2390.4	2706.3	2934.2	3038.8	3017.4	2896.7	2715.1	2506.5	2293.6	2089.5	1900.5	1729.0	1108.7	550.3	331.7	226.2
57	231.6	345.8	591.8	1265.8	2080.7	2318.3	2586.0	2882.1	3196.5	3503.7	3752.7	3865.5	3765.3	3433.9	2935.9	2372.8	1828.9	1366.4	1063.8	1035.0	1295.4	1734.2	2264.7	2825.5	3338.0	3701.8	3840.7	3757.9	3524.0	3220.5	2904.0	2603.9	2331.9	2090.9	1879.4	1160.1	559.4	333.9	226.8
56	232.1	347.9	601.4	1328.8	2284.6	2583.8	2936.2	3349.6	3825.9	4348.3	4849.9	5174.6	5106.1	4561.3	3716.4	2814.6	1988.0	1276.8	738.7	677.8	1161.6	1846.6	2649.6	3537.3	4401.0	5012.9	5164.6	4890.7	4402.1	3873.7	3386.0	2962.2	2601.5	2296.4	2038.1	1210.4	567.5	335.8	227.3
55	232.4	349.6	609.8	1390.0	2498.8	2869.7	3325.4	3892.4	4605.3	5497.9	6552.8	7522.5	7716.3	6676.7	5064.8	3585.2	2399.8	1458.2	744.4	658.0	1309.2	2209.7	3339.4	4755.4	6363.3	7571.0	7597.6	6699.9	5623.1	4692.3	3948.7	3360.5	2891.1	2511.5	2200.6	1258.3	574.5	337.2	227.7
54	232.5	350.7	616.9	1447.7	2715.7	3164.5	3735.8	4483.6	5500.4	6954.4	9139.3	12264.6	14222.3	11199.0	7349.9	4820.1	3202.6	2126.5	1488.7	1429.9	1978.3	2972.7	4463.7	6766.0	10346.2	13938.3	12818.7	9584.7	7208.7	5641.0	4561.3	3778.5	3187.3	2727.3	2361.1	1302.6	580.2	338.2	227.8
53	232.4	351.4	622.5	1500.2	2926.1	3453.1	4140.4	5069.7	6397.9	8475.7	12284.6	21708.1	48105.7	21189.0	10453.7	6405.3	4339.3	3163.4	2573.2	2526.1	3022.2	4081.6	5932.8	9420.3	17926.7	45720.1	25230.6	13300.8	8882.2	6585.3	5160.4	4183.9	3472.5	2933.2	2512.5	1341.8	584.7	338.8	227.7
52	232.0	351.6	626.4	1546.0	3120.9	3720.7	4511.9	5591.6	7142.4	9569.3	14003.0	24936.8	55651.5	24735.7	12391.3	7801.5	5531.1	4304.7	3728.6	3687.8	4174.7	5276.4	7306.9	11261.8	21059.3	53112.7	29042.8	15162.3	10012.5	7332.1	5673.2	4543.8	3729.2	3118.8	2648.4	1374.7	587.7	338.9	227.4
51	231.5	351.2	628.6	1583.3	3293.2	3957.7	4835.9	6023.0	7671.8	10044.0	13587.1	18636.0	22001.6	17714.8	12093.2	8537.6	6465.4	5295.8	4748.6	4716.6	5192.5	6263.3	8167.7	11414.1	16675.6	21834.9	19596.3	14246.3	10356.4	7800.6	6065.3	4839.9	3946.0	3276.4	2763.2	1400.3	589.1	338.5	226.9
50	230.7	350.3	628.9	1610.9	3439.2	4161.7	5116.8	6391.2	8086.7	10278.7	12878.1	15267.6	15960.4	14099.0	11180.0	8703.6	7003.9	5973.4	5482.5	5463.8	5914.1	6893.2	8523.3	10924.3	13864.1	16000.1	15573.5	13143.5	10397.5	8105.1	6364.3	5075.7	4120.1	3402.1	2853.3	1417.4	589.0	337.7	226.2
49	229.7	348.9	627.4	1627.7	3556.6	4334.3	5370.2	6755.8	8571.6	10777.3	12991.2	14391.8	14229.4	12633.4	10496.9	8585.5	7182.0	6295.4	5869.6	5867.2	6289.0	7175.2	8588.8	10536.8	12753.5	14434.4	14566.7	13017.4	10682.0	8438.0	6631.2	5268.1	4254.2	3494.6	2916.9	1425.4	587.2	336.3	225.3
48	228.5	347.0	623.9	1632.6	3643.2	4475.0	5605.2	7163.7	9296.2	11995.5	14604.5	15639.2	14512.7	12316.7	10121.2	8357.0	7100.7	6312.5	5939.9	5953.8	6358.1	7191.7	8522.6	10409.4	12765.1	15021.5	15858.2	14361.0	11583.1	8944.7	6911.1	5428.9	4350.5	3553.5	2952.6	1423.7	583.9	334.5	224.2
47	227.1	344.5	618.6	1625.3	3694.6	4575.6	5806.7	7597.9	10318.8	14480.4	19536.4	20645.7	16729.3	12754.6	9968.7	8100.2	6873.8	6131.4	5790.9	5819.0	6221.6	7047.3	8405.2	10502.9	13679.4	18077.9	21272.8	18477.9	13392.9	9642.8	7191.6	5550.7	4405.7	3577.1	2959.7	1412.0	578.9	332.2	222.9
46	225.4	341.6	611.4	1605.2	3705.3	4621.1	5931.2	7933.5	11341.0	18293.2	36035.9	39579.8	20936.0	13490.7	9920.7	7877.2	6622.9	5884.8	5554.3	5594.2	6010.7	6859.6	8288.2	10667.9	15034.0	24869.8	45926.0	29207.3	15812.0	10284.2	7382.9	5605.1	4411.3	3563.0	2937.2	1390.4	572.4	329.4	221.4
45	223.6	338.1	602.4	1572.3	3671.1	4598.1	5932.3	7992.0	11582.4	19507.7	50544.7	59941.6	22361.2	13657.4	9865.7	7747.8	6450.5	5683.7	5341.9	5392.0	5839.3	6733.5	8220.5	10698.7	15398.3	27668.4	96223.2	35055.5	16420.7	10373.9	7369.7	5563.0	4360.0	3509.5	2885.0	1359.0	564.4	326.3	219.7
44	221.5	334.2	591.8	1526.8	3591.9	4506.0	5805.0	7741.2	10825.3	16086.4	24005.4	25428.0	18369.1	13039.3	9799.5	7730.8	6378.4	5551.4	5178.0	5238.3	5735.1	6699.5	8231.2	10581.6	14331.7	20471.0	26510.4	21622.8	14262.1	9801.3	7137.2	5423.8	4252.8	3417.7	2803.8	1318.1	555.0	322.7	217.8
43	219.2	329.9	579.8	1469.2	3471.7	4357.4	5592.4	7347.3	9851.1	13217.0	16633.9	17681.9	15613.2	12540.3	9835.6	7779.5	6325.6	5402.8	4979.1	5050.8	5617.5	6688.7	8309.8	10558.4	13433.9	16426.1	17739.9	15743.9	12163.4	9047.7	6795.6	5217.3	4099.0	3290.7	2695.1	1268.2	544.5	318.6	215.7
42	216.8	325.1	566.4	1400.0	3315.2	4166.9	5342.3	6970.9	9186.0	11969.8	14760.7	16225.1	15358.7	12847.6	10088.2	7815.5	6166.4	5105.7	4613.7	4698.7	5357.8	6586.9	8418.2	10867.1	13669.0	15843.7	16009.8	14000.1	11111.5	8480.2	6453.6	4975.8	3908.4	3131.9	2560.2	1210.2	532.8	314.3	213.4
41	214.1	320.0	552.0	1320.3	3124.9	3940.4	5070.2	6646.6	8842.0	11817.2	15442.1	18395.6	17957.7	14376.7	10598.2	7759.6	5808.8	4571.6	3992.4	4093.7	4868.0	6304.3	8497.5	11634.7	15576.7	18535.5	17747.8	14340.0	10855.9	8126.1	6135.9	4709.1	3684.5	2942.8	2400.2	1145.0	520.4	309.5	210.9
40	211.3	314.6	536.8	1231.3	2900.8	3674.6	4760.5	6312.6	8600.7	12158.4	18097.1	27012.8	27166.4	17573.8	11213.4	7540.1	5260.1	3834.6	3146.7	3269.3	4179.7	5831.5	8444.9	12744.8	20260.9	29090.5	24305.6	15989.5	10925.0	7828.5	5798.2	4405.3	3424.7	2723.5	2216.0	1073.9	507.2	304.5	208.3
39	208.3	308.9	521.0	1134.9	2643.3	3364.9	4390.1	5883.3	8171.6	12074.6	20498.6	55284.0	64527.9	20690.7	11347.3	7142.0	4685.1	3122.6	2314.5	2464.0	3508.8	5298.3	8137.6	13281.8	26408.6	128258.0	37092.6	17102.4	10658.3	7381.9	5379.9	4048.0	3125.7	2474.4	2009.3	998.3	493.5	299.2	205.5
38	205.2	302.9	504.9	1033.2	2356.4	3013.7	3954.1	5324.3	7403.8	10832.9	17414.4	31947.8	33473.7	17754.2	10485.8	6691.7	4352.3	2815.8	1990.3	2145.5	3199.1	4941.4	7611.5	12124.6	21347.3	38012.5	26524.1	14922.6	9611.2	6688.2	4859.1	3635.3	2790.3	2199.1	1783.3	920.2	479.6	293.6	202.6
37	201.9	296.7	488.8	929.2	2048.1	2634.0	3475.1	4684.1	6438.5	9017.9	12712.1	16719.0	17063.9	13222.2	9270.7	6377.1	4364.5	3024.5	2343.1	2465.2	3350.6	4874.7	7119.5	10329.7	14519.7	17580.9	15693.4	11510.2	8151.4	5846.6	4273.4	3185.9	2429.6	1904.9	1543.3	841.9	465.6	287.8	199.5
36	198.4	290.2	473.0	826.1	1730.3	2245.6	2991.3	4049.7	5522.1	7492.8	9859.0	11920.3	12377.3	10868.9	8495.0	6264.2	4544.4	3391.8	2833.5	2928.4	3661.7	4976.0	6854.8	9192.9	11458.9	12477.5	11435.2	9155.9	6862.1	5034.4	3689.9	2730.9	2060.5	1602.1	1296.4	765.9	451.7	281.8	196.3
35	194.8	283.6	457.6	728.0	1416.3	1870.2	2539.1	3488.6	4790.1	6487.4	8485.5	10333.1	11153.2	10335.8	8392.2	6323.6	4678.2	3586.6	3069.8	3153.4	3830.7	5075.8	6859.7	8974.0	10716.1	11084.4	9877.5	7902.1	5954.0	4362.6	3165.0	2302.1	1702.2	1302.7	1050.9	695.1	438.0	275.6	192.9
34	191.1	276.9	442.8	639.8	1121.0	1529.2	2147.4	3034.8	4265.2	5923.2	8067.2	10539.0	12338.7	11692.1	9099.8	6532.5	4670.2	3495.3	2947.8	3032.7	3745.5	5091.6	7143.4	9830.9	12124.1	12032.2	9869.6	7423.1	5400.4	3862.5	2733.0	1927.3	1375.1	1020.9	817.2	632.7	424.7	269.2	189.5
33	187.2	270.1	428.8	566.7	863.5	1246.5	1840.5	2702.4	3922.6	5660.6	8253.3	12441.8	18285.4	17202.0	10873.0	6863.4	4551.9	3197.9	2565.3	2661.6	3476.9	5037.6	7680.8	12290.7	18544.7	16872.8	11130.1	7435.2	5108.9	3527.5	2414.5	1633.2	1103.8	775.9	610.1	581.5	412.0	262.7	185.9
32	183.3	263.1	415.6	513.7	673.4	1050.9	1639.2	2496.0	3726.2	5543.7	8523.3	14916.8	44500.2	36485.4	12898.5	7152.2	4472.7	2961.2	2232.8	2344.1	3269.7	5010.8	8163.0	15606.2	59709.0	30085.4	12620.6	7556.5	4971.5	3338.0	2220.8	1444.7	919.9	598.7	455.2	543.8	399.7	256.1	182.1
31	179.2	256.1	403.3	484.3	588.9	965.6	1551.4	2406.7	3641.6	5462.5	8347.4	13713.2	24996.4	23057.2	12098.3	7151.2	4556.4	3035.0	2288.4	2401.7	3345.5	5085.3	8085.0	14082.3	26424.1	21568.5	11945.7	7447.7	4908.0	3267.1	2146.3	1372.3	850.1	530.5	393.5	520.5	388.0	249.4	178.3
30	175.0	249.0	391.8	478.0	620.8	985.7	1560.1	2409.1	3643.0	5435.8	8030.4	11547.2	14763.0	14046.0	10251.1	6940.5	4712.7	3309.6	2622.9	2725.1	3595.9	5186.5	7664.0	11238.0	14688.4	14169.9	10591.0	7281.4	4913.2	3283.9	2164.0	1397.6	887.2	577.6	437.6	510.8	376.9	242.6	174.4
29	170.8	241.8	381.1	490.3	725.6	1074.5	1630.9	2468.4	3709.3	5544.7	8201.4	11523.6	13710.2	12536.7	9510.5	6758.2	4787.7	3522.9	2913.4	3002.5	3779.0	5211.5	7377.6	10295.8	13122.8	13443.6	10691.5	7455.2	5020.2	3357.7	2236.0	1482.6	989.1	690.1	540.4	512.3	366.2	235.7	170.4
28	166.4	234.5	371.1	514.5	854.5	1191.9	1729.2	2551.4	3806.8	5779.6	9069.9	14718.8	19620.2	14954.3	9799.4	6682.0	4762.4	3602.5	3064.2	3141.6	3832.3	5161.2	7323.6	10867.3	16544.5	19225.7	13065.4	8080.9	5205.6	3453.2	2328.2	1591.2	1113.7	819.9	657.1	521.6	356.0	228.7	166.4
27	162.0	227.2	361.6	544.2	980.1	1310.9	1830.1	2630.4	3882.1	5960.5	9974.4	21530.6	104877.0	20374.6	10372.2	6673.5	4735.0	3650.4	3170.1	3237.9	3859.6	5121.5	7367.0	11885.7	26430.6	76037.4	16969.0	8667.6	5340.6	3528.3	2415.0	1698.9	1235.7	943.2	767.1	535.1	346.2	221.6	162.2
26	157.5	219.8	352.5	574.3	1089.7	1416.0	1917.2	2685.9	3891.5	5889.2	9580.8	17691.3	28728.2	17532.8	10161.2	6670.8	4780.6	3746.0	3301.4	3363.3	3942.5	5154.9	7343.6	11485.8	20511.8	27710.6	14975.2	8415.6	5296.5	3551.1	2479.5	1790.9	1341.4	1049.1	862.0	549.9	336.5	214.4	158.0
25	152.9	212.3	343.7	601.4	1177.0	1498.2	1979.7	2708.3	3835.6	5634.1	8546.2	12749.2	15702.3	13608.4	9642.0	6657.0	4822.1	3801.5	3366.9	3427.2	3994.6	5191.1	7282.2	10583.0	14507.3	15386.0	11638.9	7696.7	5112.7	3519.2	2512.7	1857.9	1423.5	1133.0	938.1	563.6	327.1	207.1	153.8
24	148.3	204.8	334.9	623.6	1238.8	1551.8	2009.9	2692.1	3733.4	5364.6	7922.5	11513.1	14523.0	13503.9	9727.9	6598.5	4686.3	3641.0	3200.2	3261.2	3837.7	5067.8	7256.5	10689.5	14186.9	14033.9	10560.8	7186.8	4895.4	3441.9	2508.8	1893.2	1477.5	1192.2	993.9	574.7	317.6	199.8	149.4
23	143.6	197.2	326.2	639.7	1273.9	1573.6	2002.2	2629.5	3578.0	5078.8	7607.4	12230.3	19979.6	18406.5	10431.4	6304.7	4233.5	3163.9	2715.5	2777.6	3363.6	4631.4	7076.6	12027.9	20440.6	17978.5	10789.5	6844.4	4642.1	3311.9	2460.6	1892.3	1501.3	1226.3	1029.4	582.3	308.2	192.4	145.1
22	138.8	189.4	317.4	649.5	1283.2	1563.5	1954.2	2513.1	3343.2	4652.8	6961.2	12172.8	39138.0	30663.4	10032.0	5463.3	3465.5	2429.6	1974.6	2038.9	2626.4	3845.0	6237.7	12245.1	57057.8	25281.0	10333.6	6242.3	4269.9	3111.0	2363.0	1853.8	1495.0	1236.1	1045.7	585.9	298.7	184.8	140.7
21	134.1	181.6	308.4	653.2	1269.3	1524.5	1869.5	2346.6	3027.4	4046.6	5694.1	8667.8	13694.3	12501.4	7077.3	4186.4	2607.3	1657.3	1165.9	1240.7	1849.9	2926.3	4741.3	8168.7	13893.3	12398.1	7741.6	5202.7	3755.6	2840.0	2219.7	1781.0	1461.7	1224.3	1044.7	585.6	289.1	177.2	136.2
20	129.3	173.7	299.2	651.2	1236.5	1462.8	1757.9	2147.8	2670.9	3382.8	4351.9	5571.2	6542.2	6106.2	4550.8	3074.7	1967.2	1145.6	596.3	694.6	1327.2	2211.9	3407.9	4964.0	6375.8	6391.3	5259.4	4087.6	3188.9	2530.8	2045.8	1682.8	1407.0	1194.8	1029.3	581.5	279.3	169.5	131.8
19	124.4	165.8	289.9	644.4	1190.2	1386.6	1632.5	1940.8	2325.6	2795.8	3335.3	3849.9	4106.8	3859.8	3183.9	2384.8	1656.1	1058.8	672.3	737.0	1192.6	1826.4	2581.9	3376.4	3973.0	4085.7	3737.0	3200.7	2674.5	2226.0	1861.7	1570.5	1338.2	1152.4	1002.9	574.0	269.4	161.7	127.3
18	119.6	157.7	280.3	633.7	1135.8	1303.7	1505.3	1745.1	2024.0	2333.3	2643.3	2888.2	2971.0	2820.3	2463.5	2007.1	1555.6	1184.8	974.5	1006.5	1265.5	1663.1	2124.1	2567.0	2881.2	2972.2	2840.3	2571.2	2257.2	1954.0	1684.8	1455.0	1262.3	1102.0	968.9	563.8	259.3	153.9	122.9

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
17	114.7	149.5	270.6	620.0	1078.0	1220.5	1385.0	1571.4	1775.4	1984.9	2175.9	2310.5	2345.7	2256.4	2055.9	1791.9	1523.2	1305.1	1188.0	1205.3	1351.8	1587.4	1860.6	2114.4	2291.0	2349.2	2286.0	2133.5	1935.1	1725.4	1525.2	1344.1	1185.2	1048.0	930.4	551.4	249.2	145.9	118.4
16	109.9	141.2	260.7	604.2	1020.2	1141.2	1276.1	1422.7	1575.6	1724.4	1852.6	1938.7	1962.5	1914.2	1801.9	1650.6	1494.5	1368.4	1301.9	1311.6	1395.3	1531.9	1690.3	1835.0	1933.3	1963.8	1923.2	1824.6	1689.6	1538.6	1386.6	1242.5	1111.0	993.6	890.1	537.5	238.9	137.9	114.0
15	105.1	132.9	250.8	587.1	965.0	1068.3	1180.2	1297.9	1416.4	1527.9	1621.5	1685.0	1708.2	1687.2	1627.4	1543.2	1454.7	1382.9	1345.1	1350.7	1398.2	1476.0	1565.4	1645.3	1696.6	1706.8	1672.9	1600.9	1501.8	1387.7	1268.8	1152.2	1042.2	941.2	849.8	522.5	228.5	129.8	109.7
14	100.3	124.5	240.9	569.5	913.6	1002.8	1097.1	1193.9	1289.2	1377.1	1450.8	1503.0	1528.3	1525.2	1497.3	1453.4	1405.3	1365.7	1344.7	1347.7	1374.1	1416.9	1465.1	1506.1	1528.4	1524.6	1492.3	1434.2	1356.3	1265.9	1169.7	1073.1	979.8	892.1	811.1	507.1	218.2	121.6	105.4
13	95.6	116.0	231.1	551.8	866.8	944.8	1025.8	1107.5	1186.8	1259.4	1321.0	1367.0	1394.5	1402.9	1394.6	1374.9	1351.0	1330.5	1319.4	1321.0	1334.8	1356.8	1380.2	1397.7	1402.2	1389.1	1356.8	1306.5	1241.7	1166.9	1086.6	1004.8	924.2	847.1	774.7	491.5	207.9	113.3	101.1
12	90.9	107.4	221.4	534.5	824.8	893.9	964.8	1035.5	1103.5	1166.0	1219.7	1262.0	1291.0	1306.6	1310.2	1305.2	1295.9	1286.8	1281.7	1282.4	1288.7	1298.1	1306.7	1309.9	1303.4	1284.5	1252.0	1206.5	1150.3	1086.1	1017.0	946.0	875.2	806.6	741.1	476.3	197.8	105.1	97.0
11	86.4	98.8	212.0	518.0	787.4	849.7	912.9	975.4	1035.3	1090.6	1139.0	1178.8	1208.7	1228.6	1239.4	1243.3	1242.8	1240.6	1239.0	1239.2	1241.0	1242.8	1242.4	1236.9	1223.8	1201.4	1168.9	1126.7	1076.2	1019.5	958.5	895.6	832.4	770.4	710.6	461.7	187.9	96.7	93.0
10	82.0	90.2	202.9	502.5	754.6	811.4	868.6	925.0	979.0	1029.1	1073.7	1111.6	1141.8	1164.2	1179.4	1188.6	1193.3	1195.3	1195.9	1195.7	1194.8	1192.1	1186.2	1175.5	1158.5	1134.0	1101.7	1062.0	1015.7	964.3	909.4	852.5	795.1	738.4	683.3	447.8	178.2	88.3	89.2
9	77.7	81.5	194.2	488.2	726.0	778.5	831.1	882.8	932.4	978.6	1020.4	1056.6	1086.7	1110.5	1128.2	1140.5	1148.5	1153.0	1154.8	1154.5	1151.8	1146.4	1137.3	1123.5	1104.2	1078.7	1046.8	1009.0	965.8	918.4	868.0	815.8	762.9	710.4	659.0	434.9	169.0	79.9	85.5
8	73.7	72.8	186.1	475.3	701.2	750.3	799.3	847.4	893.6	936.9	976.4	1011.4	1041.1	1065.5	1084.6	1098.8	1108.6	1114.6	1117.2	1116.8	1113.1	1106.1	1095.0	1079.5	1058.9	1032.9	1001.6	965.3	924.6	880.3	833.3	784.7	735.4	686.1	637.8	423.2	160.2	71.5	82.1
7	69.9	64.0	178.5	463.7	680.0	726.4	772.7	818.0	861.6	902.6	940.3	974.1	1003.4	1028.0	1047.8	1063.1	1073.9	1080.8	1083.9	1083.3	1079.1	1071.1	1058.9	1042.4	1021.1	995.1	964.4	929.4	890.6	848.6	804.3	758.5	711.9	665.3	619.4	412.7	152.0	63.2	78.9
6	66.5	55.3	171.7	453.7	662.1	706.4	750.5	793.6	835.2	874.4	910.7	943.5	972.3	996.9	1017.0	1032.8	1044.3	1051.6	1055.0	1054.4	1049.8	1041.2	1028.5	1011.4	989.9	964.0	934.0	900.0	862.7	822.6	780.3	736.7	692.3	647.8	603.7	403.4	144.5	54.8	76.0
5	63.4	46.7	165.7	445.1	647.4	690.0	732.4	773.9	813.8	851.7	886.9	918.8	947.2	971.5	991.8	1007.8	1019.6	1027.2	1030.7	1030.1	1025.3	1016.4	1003.4	986.0	964.5	938.9	909.4	876.3	840.2	801.5	760.8	718.8	676.1	633.2	590.7	395.6	137.8	46.6	73.5
4	60.7	38.1	160.6	438.1	635.6	676.9	718.0	758.2	797.0	833.8	868.0	899.3	927.2	951.4	971.6	987.7	999.7	1007.4	1011.0	1010.3	1005.5	996.5	983.2	965.8	944.3	919.0	889.9	857.6	822.4	784.8	745.4	704.6	663.2	621.6	580.2	389.1	132.1	38.5	71.3
3	58.5	29.8	156.6	432.7	626.5	667.0	707.1	746.3	784.2	820.2	853.8	884.6	912.1	936.1	956.3	972.4	984.4	992.2	995.8	995.1	990.2	981.1	967.8	950.4	929.0	903.9	875.3	843.5	808.9	772.2	733.6	693.8	653.4	612.6	572.1	384.0	127.5	30.8	69.6
2	56.9	22.0	153.6	428.8	620.1	659.9	699.4	738.0	775.3	810.7	843.9	874.3	901.6	925.4	945.4	961.5	973.6	981.4	985.0	984.3	979.4	970.3	957.0	939.6	918.3	893.3	865.0	833.6	799.5	763.3	725.4	686.3	646.4	606.3	566.4	380.4	124.1	23.8	68.3
1	56.0	15.5	151.8	426.4	616.3	655.7	694.8	733.1	770.0	805.1	838.0	868.2	895.3	919.0	939.0	955.1	967.1	975.0	978.6	977.9	973.0	963.8	950.5	933.2	911.9	887.1	858.9	827.7	794.0	758.1	720.5	681.7	642.3	602.5	563.0	378.2	122.0	18.3	67.6
0	55.6	12.7	151.2	425.6	615.0	654.4	693.3	731.4	768.2	803.3	836.1	866.2	893.2	916.9	936.9	953.0	965.0	972.8	976.4	975.8	970.8	961.7	948.4	931.0	909.8	885.0	856.9	825.8	792.1	756.3	718.9	680.3	640.9	601.3	561.8	377.4	121.3	16.1	67.3

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-38 220kV/110kV 混压四回架空路导线对地高度 22m 工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
65	4.121	5.866	8.852	14.068	17.490	18.155	18.781	19.352	19.849	20.257	20.563	20.762	20.856	20.858	20.790	20.679	20.557	20.454	20.392	20.385	20.434	20.528	20.644	20.753	20.825	20.830	20.746	20.558	20.264	19.866	19.378	18.814	18.192	17.530	16.844	13.457	8.485	5.655	3.993
60	4.410	6.460	10.309	18.631	26.089	27.845	29.616	31.328	32.868	34.093	34.839	34.960	34.378	33.129	31.379	29.393	27.488	25.973	25.106	25.039	25.783	27.203	29.057	31.039	32.834	34.164	34.845	34.820	34.151	32.977	31.464	29.762	27.986	26.220	24.514	17.507	9.806	6.205	4.263
59	4.462	6.571	10.596	19.686	28.493	30.698	32.994	35.292	37.446	39.237	40.384	40.599	39.695	37.693	34.859	31.639	28.545	26.073	24.649	24.541	25.768	28.092	31.106	34.323	37.234	39.378	40.451	40.391	39.358	37.632	35.503	33.202	30.890	28.661	26.566	18.419	10.063	6.307	4.312
58	4.513	6.678	10.875	20.770	31.156	33.941	36.949	40.100	43.222	46.004	47.969	48.543	47.270	44.110	39.536	34.338	29.345	25.316	22.950	22.773	24.823	28.624	33.490	38.681	43.388	46.802	48.377	48.061	46.257	43.544	40.427	37.248	34.199	31.371	28.796	19.346	10.313	6.406	4.360
57	4.562	6.781	11.145	21.868	34.061	37.572	41.526	45.898	50.547	55.096	58.783	60.434	58.891	53.882	46.405	38.031	30.083	23.554	19.533	19.227	22.748	28.942	36.684	45.017	52.708	58.198	60.318	59.105	55.627	51.112	46.408	41.952	37.915	34.331	31.177	20.275	10.555	6.500	4.405
56	4.608	6.879	11.404	22.961	37.156	41.541	46.701	52.757	59.754	67.446	74.846	79.609	78.473	70.189	57.429	43.891	31.629	21.409	14.368	13.783	20.100	29.889	41.775	55.094	68.135	77.428	79.806	75.787	68.552	60.735	53.537	47.293	41.982	37.482	33.660	21.190	10.785	6.590	4.448
55	4.652	6.971	11.648	24.025	40.348	45.724	52.322	60.542	70.912	83.956	99.428	113.642	116.271	100.492	76.209	53.933	36.051	21.794	10.937	9.864	19.934	33.609	50.673	72.017	96.269	114.585	115.242	102.064	86.213	72.552	61.679	53.103	46.263	40.723	36.168	22.072	11.002	6.675	4.489
54	4.693	7.057	11.874	25.035	43.504	49.919	58.070	68.754	83.344	104.335	136.072	181.625	209.865	164.796	107.761	70.135	45.763	29.054	18.528	17.674	27.053	42.686	65.268	99.618	152.799	206.366	190.478	143.226	108.585	85.850	70.274	59.020	50.528	43.904	38.604	22.902	11.204	6.755	4.528
53	4.731	7.137	12.081	25.966	46.474	53.874	63.493	76.508	95.192	124.646	179.089	314.638	694.814	305.264	150.028	91.155	60.658	42.816	33.547	32.887	40.872	57.113	84.574	135.434	258.720	661.685	366.616	194.530	131.144	98.440	78.284	64.518	54.488	46.854	40.857	23.657	11.388	6.828	4.563
52	4.767	7.210	12.265	26.793	49.119	57.359	68.162	82.880	104.097	137.572	199.370	353.095	786.441	349.527	174.992	109.741	77.044	59.029	50.401	49.819	57.181	73.422	102.700	158.936	297.483	750.857	411.827	216.463	144.520	107.406	84.589	69.087	57.875	49.414	42.827	24.320	11.552	6.896	4.597
51	4.799	7.276	12.425	27.492	51.344	60.242	71.875	87.505	109.221	140.690	188.290	257.089	303.833	245.767	168.682	119.486	90.433	73.763	65.842	65.348	72.181	87.362	113.942	158.699	230.729	301.071	270.386	197.856	145.665	111.691	88.725	72.477	60.535	51.483	44.442	24.873	11.695	6.956	4.627
50	4.828	7.334	12.559	28.044	53.116	62.521	74.744	90.845	112.131	139.733	172.936	204.382	214.836	191.979	154.336	121.647	98.747	84.589	77.712	77.357	83.475	96.709	118.421	149.871	187.736	214.544	208.212	176.802	141.984	113.137	91.196	74.804	62.466	53.025	45.662	25.301	11.816	7.010	4.654
49	4.854	7.384	12.666	28.435	54.442	64.282	77.080	93.844	115.484	141.628	168.183	185.978	185.974	168.574	143.543	120.167	102.412	90.872	85.171	84.989	90.332	101.544	119.100	142.665	168.630	187.395	187.693	168.764	141.117	114.598	93.008	76.409	63.772	54.061	46.481	25.595	11.913	7.057	4.679
48	4.877	7.427	12.744	28.654	55.335	65.598	79.141	97.316	121.644	152.054	181.536	194.144	183.453	160.787	137.214	117.457	102.799	93.264	88.581	88.573	93.283	103.005	118.200	139.103	164.411	187.981	195.962	178.782	147.792	118.199	94.971	77.595	64.564	54.628	46.904	25.747	11.986	7.097	4.700
47	4.897	7.461	12.794	28.693	55.780	66.449	80.895	101.314	131.665	177.635	233.567	246.283	204.560	163.054	134.243	114.627	101.354	93.044	89.074	89.217	93.543	102.451	116.875	138.763	171.751	218.081	252.248	221.380	165.653	124.490	97.181	78.408	64.876	54.744	46.939	25.753	12.034	7.130	4.719
46	4.913	7.488	12.815	28.548	55.730	66.697	81.922	104.587	142.531	219.964	420.281	459.885	250.412	170.201	133.245	112.362	99.410	91.629	88.030	88.302	92.524	101.215	115.793	140.111	185.713	292.839	530.163	341.669	191.977	130.959	98.762	78.599	64.644	54.397	46.585	25.614	12.058	7.155	4.734
45	4.926	7.506	12.808	28.218	55.125	66.176	81.677	105.094	145.415	234.716	590.518	697.823	267.891	172.558	132.836	111.148	97.911	90.049	86.481	86.873	91.300	100.302	115.394	140.862	190.612	326.610	1113.920	411.054	199.564	131.999	98.378	77.814	63.773	53.561	45.835	25.331	12.059	7.173	4.746
44	4.935	7.517	12.774	27.707	53.930	64.814	79.985	102.241	137.330	197.093	287.583	304.224	225.096	166.982	132.589	110.950	96.931	88.429	84.584	85.100	90.044	99.875	115.750	140.434	180.548	248.085	316.014	260.015	176.353	125.903	95.647	75.934	62.215	52.216	44.682	24.911	12.037	7.184	4.755
43	4.942	7.520	12.716	27.021	52.143	62.661	77.162	97.601	126.609	165.544	205.287	218.340	196.222	162.793	133.357	111.084	95.552	85.900	81.528	82.178	87.909	99.108	116.500	140.963	172.373	204.997	218.700	195.007	153.553	117.586	91.520	73.140	59.989	50.355	43.122	24.362	11.994	7.188	4.761
42	4.944	7.515	12.635	26.173	49.766	59.786	73.576	92.708	118.824	151.852	185.415	203.998	195.486	167.393	136.073	110.465	92.337	81.102	76.044	76.829	83.532	96.637	116.947	144.723	176.615	200.811	201.234	176.465	141.930	110.801	86.962	69.636	57.123	47.976	41.155	23.698	11.931	7.185	4.764
41	4.944	7.503	12.535	25.182	46.794	56.179	69.257	87.699	113.711	149.454	193.717	230.800	227.213	185.141	140.546	107.658	85.929	72.921	67.147	68.055	75.751	91.061	115.824	152.511	199.257	233.856	222.746	180.478	138.153	105.499	82.025	65.409	53.593	45.067	38.787	22.937	11.852	7.175	4.763
40	4.940	7.485	12.417	24.077	43.219	51.765	63.932	81.668	108.350	150.616	222.283	331.295	334.885	219.453	143.508	100.794	75.625	61.149	54.773	55.770	64.273	81.433	110.793	161.326	251.552	357.814	298.257	197.008	136.149	99.560	76.043	60.248	49.339	41.629	36.040	22.100	11.757	7.160	4.760
39	4.933	7.460	12.286	22.894	39.078	46.513	57.346	73.606	99.240	143.965	242.013	650.286	759.760	245.091	136.395	88.651	62.200	46.981	40.118	41.188	50.253	68.211	99.332	158.255	311.488	1507.890	436.606	202.514	127.828	90.535	68.320	53.984	44.354	37.703	32.970	21.217	11.650	7.138	4.754
38	4.923	7.428	12.144	21.679	34.489	40.541	49.578	63.378	85.186	122.202	194.434	354.789	370.236	195.452	114.887	73.298	48.437	33.108	25.602	26.798	36.468	54.153	82.801	132.447	234.713	420.298	294.753	167.012	109.009	77.736	58.817	46.713	38.755	33.401	29.677	20.320	11.532	7.110	4.744
37	4.910	7.391	11.995	20.485	29.662	34.146	41.115	51.984	68.824	94.680	132.542	173.647	175.891	134.037	91.215	59.835	37.978	23.057	14.657	16.118	26.481	43.160	67.443	102.199	147.591	181.349	162.964	120.078	85.890	63.098	48.328	38.849	32.808	28.921	26.315	19.444	11.407	7.077	4.732
36	4.893	7.349	11.842	19.370	24.893	27.742	32.644	40.832	53.679	72.241	95.488	115.980	119.756	102.685	76.410	51.798	32.637	18.957	10.895	12.406	22.210	37.305	58.043	83.774	108.890	120.783	110.935	88.341	66.080	49.255	37.970	30.976	26.891	24.539	23.088	18.627	11.276	7.038	4.717
35	4.874	7.302	11.687	18.390	20.551	21.819	24.858	31.041	41.645	57.334	77.113	95.974	104.027	94.325	72.513	49.595	31.299	18.509	11.467	12.811	21.616	35.821	55.497	78.870	98.450	103.221	91.025	70.999	52.065	37.857	28.721	23.727	21.467	20.598	20.241	17.901	11.141	6.995	4.699
34	4.852	7.249	11.532	17.592	17.098	17.016	18.577	23.624	33.628	49.418	71.321	97.217	115.918	108.537	80.616	52.968	32.625	19.024	11.657	13.128	22.398	37.607	59.817	88.601	113.179	112.545	89.879	64.366	44.053	29.972	21.594	17.903	17.144	17.522	18.042	17.294	11.005	6.947	4.678
33	4.828	7.193	11.378	17.008	15.063	14.228	15.088	20.004	30.555	47.984	75.369	119.910	181.365	170.657	104.761	62.259	37.300	22.075	14.224	15.755	25.772	43.096	71.475	120.045	184.631	166.367	105.733	66.446	42.165	26.850	18.106	14.738	14.713	15.749	16.725	16.821	10.867	6.895	4.655
32	4.800	7.132	11.228	16.645	14.762	14.145	15.448	20.980	32.373	51.586	84.596	155.677	479.012	396.282	138.693	75.241	45.868	29.770	22.351	23.658	33.419	52.230	86.985	169.140	649.529	322.050	130.156	73.780	45.436	28.701	19.176	15.163	14.686	15.498	16.380	16.487	10.729	6.839	4.630
31	4.771	7.068	11.080	16.486	15.936	16.225	18.586	24.937	37.023	57.190	91.015	155.241	290.529	271.103	142.585	84.841	55.661	39.852	32.945	34.066	43.237	61.864	96.111	166.460	310.797	249.647	134.173	80.484	51.087	33.440	23.159	18.157	16.565	16.529	16.880	16.280	10.591	6.779	4.602
30	4.738	7.000	10.934	16.494	17.940	19.251	22.639	29.713	42.270	62.590	93.853	137.886	179.516	172.628	127.202	88.111	63.069	48.603	42.267	43.244	51.613	68.504	96.834	139.338	180.411	171.843	125.962	84.890	56.771	38.772	27.902	22.014	19.323	18.305	17.946	16.179	10.453	6.716	4.572
29	4.704	6.929	10.790	16.618	20.207	22.399	26.595	34.203	47.065	67.669	98.923	139.236	166.958	154.495	119.633	88.341	66.876	54.063	48.401	49.242	56.665	71.517	95.443	128.815	161.266	163.457	129.189	90.245	61.923	43.607	32.339	25.791	22.224	20.341	19.282	16.155	10.314	6.649	4.539
28	4.667	6.854	10.647	16.804	22.393	25.284	30.081	38.049	51.117	72.618	109.367	173.350	229.885	178.355	121.630	88.015	67.936	56.395	51.345	52.070	58.659	72.080	94.895	133.294	195.987	225.139	154.681	98.461	66.537	47.643	36.130	29.125	24.902	22.321	20.653	16.176	10.174	6.579	4.504
27	4.628	6.776	10.502	17.003	24.313	27.741	32.982	41.175	54.259	76.272	119.130	244.679	1169.950	233.035	125.979	87.622	67.806	56.923	52.225	52.878	58.989	71.711	94.716	141.803	299.037	848.703	194.919	105.317	69.912	50.784	39.204	31.897	27.187	24.066	21.904	16.209	10.033	6.505	4.468
26	4.587	6.695	10.356	17.172	25.865	29.694	35.258	43.576	56.413	77.357	115.638	200.324	317.265	198.862	122.919	87.245	67.571	56.613	51.870	52.516	58.663	71.445	94.090	136.355	229.963	306.460	171.908	103.736	71.375	53.019	41.563	34.063	28.999	25.476	22.933	16.227	9.889	6.429	4.429
25	4.544	6.611	10.205	17.278	26.989	31.090	36.868	45.243	57.757	77.094	107.545	150.788	181.167	160.055	119.168	87.283	66.799	54.968	49.805	50.501	57.173	70.912	94.009	128.933	169.191	177.932	139.515	98.889	71.725	54.466	43.196	35.584	30.286	26.489	23.679	16.208	9.741	6.350	4.389
24	4.499	6.525	10.050	17.299	27.647	31.886	37.745	46.092	58.381	77.069	105.736	145.597	179.215	167.792	124.322	87.276	63.832	50.538	44.760	45.532	52.991	68.477	95.078	135.452	175.557	173.802	135.159	97.685	71.898	55.134	44.023	36.406	31.010	27.071	24.109	16.135	9.589	6.269	4.347
23	4.453	6.436	9.888	17.223	27.826	32.051	37.809	45.927	57.868	76.439	107.597	165.150	263.028	241.247	138.039	84.516	57.118	42.480	36.108	36.955	45.145	62.305	94.440	158.554	267.738	237.795	147.244	98.315	71.189	54.675	43.889	36.465	31.147	27.209	24.209	15.998	9.432	6.185	4.303
22	4.405	6.344	9.720	17.045	27.540	31.590	37.022	44.569	55.568	72.800	103.365	173.595	543.913	421.115	137.409	74.709	46.864	31.851	24.867	25.811	34.617	52.036	85.174	167.544	784.682	353.162	148.757	93.911	67.872	52.615	42.665	35.742	30.706	26.919	23.990	15.792	9.269	6.098	4.257
21	4.355	6.250	9.545	16.769	26.837	30.568	35.456	42.061	51.358	65.229	87.791	128.993	198.794	178.813	100.453	59.047	36.221	21.972	13.948	15.136	24.755	40.674	66.791	115.912	199.119	180.887	116.165	81.117	61.355	48.900	40.410	34.306	29.749	26.244	23.484	15.520	9.101	6.009	4.211
20	4.304	6.153	9.362	16.404	25.800	29.107	33.305	38.745	45.950	55.705	68.974	85.607	98.280	90.439	66.953	45.208	29.053	17.134	9.257	10.537	19.590	32.436	49.918	72.959	94.592	96.445	81.401	65.414	53.125	44.110	37.416	32.333	28.385	25.259	22.739	15.185	8.927	5.918	4.163
19	4.252	6.055	9.172	15.964	24.528	27.366	30.834	35.101	40.349	46.692	53.875	60.522	63.286	58.769	48.319	36.466	25.991	17.803	12.979	13.679	19.470	28.278	39.236	51.137	60.564	63.207	59.122	52.143	45.127	39.072	34.095	30.050	26.757	24.055	21.816	14.796	8.747	5.826	4.113
18	4.198	5.955	8.976	15.464	23.124	25.500	28.287	31.535	35.242	39.273	43.193	46.072	46.564	43.754	38.167	31.408	24.989	19.959	17.244	17.619	20.964	26.414	33.037	39.686	44.742	46.748	45.570	42.342	38.349	34.389	30.801	27.678	25.002	22.722	20.776	14.362	8.563	5.731	4.063

XY	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	30	40	50
17	4.144	5.853	8.774	14.919	21.676	23.633	25.839	28.281	30.889	33.488	35.740	37.128	37.091	35.341	32.144	28.216	24.392	21.401	19.836	20.051	21.997	25.248	29.176	33.015	35.927	37.275	36.937	35.299	32.936	30.324	27.755	25.375	23.236	21.342	19.678	13.894	8.374	5.635	4.011
16	4.088	5.749	8.567	14.347	20.250	21.849	23.587	25.427	27.288	29.025	30.415	31.184	31.084	30.024	28.162	25.870	23.619	21.860	20.947	21.073	22.212	24.128	26.437	28.673	30.378	31.220	31.104	30.170	28.683	26.909	25.051	23.237	21.536	19.977	18.567	13.403	8.181	5.538	3.958
15	4.032	5.644	8.356	13.761	18.888	20.193	21.568	22.971	24.333	25.548	26.480	26.980	26.937	26.328	25.252	23.922	22.609	21.582	21.049	21.124	21.790	22.910	24.257	25.554	26.540	27.025	26.939	26.331	25.326	24.072	22.699	21.303	19.947	18.667	17.477	12.899	7.986	5.439	3.905
14	3.974	5.538	8.142	13.172	17.615	18.684	19.782	20.871	21.898	22.791	23.466	23.845	23.875	23.556	22.954	22.196	21.441	20.847	20.540	20.584	20.970	21.618	22.393	23.132	23.681	23.926	23.816	23.367	22.638	21.712	20.670	19.580	18.490	17.435	16.433	12.390	7.788	5.340	3.851
13	3.917	5.432	7.927	12.589	16.439	17.322	18.209	19.072	19.871	20.558	21.083	21.402	21.490	21.355	21.042	20.626	20.203	19.867	19.692	19.718	19.938	20.306	20.740	21.144	21.426	21.515	21.376	21.010	20.448	19.735	18.921	18.053	17.168	16.294	15.447	11.883	7.589	5.240	3.796
12	3.858	5.325	7.711	12.021	15.363	16.098	16.826	17.524	18.164	18.714	19.143	19.427	19.555	19.535	19.396	19.184	18.959	18.777	18.682	18.697	18.819	19.019	19.249	19.452	19.571	19.562	19.402	19.086	18.630	18.060	17.407	16.703	15.975	15.244	14.526	11.385	7.389	5.139	3.741
11	3.799	5.217	7.495	11.471	14.381	14.999	15.605	16.180	16.706	17.161	17.525	17.785	17.936	17.984	17.949	17.861	17.754	17.663	17.615	17.623	17.686	17.787	17.896	17.978	18.000	17.932	17.759	17.477	17.094	16.624	16.088	15.507	14.900	14.283	13.670	10.899	7.190	5.038	3.685
10	3.740	5.110	7.281	10.943	13.487	14.012	14.522	15.005	15.446	15.831	16.148	16.388	16.549	16.637	16.663	16.647	16.610	16.573	16.553	16.557	16.586	16.627	16.664	16.676	16.639	16.539	16.362	16.107	15.776	15.380	14.931	14.443	13.931	13.406	12.878	10.430	6.992	4.937	3.629
9	3.680	5.002	7.069	10.439	12.672	13.122	13.558	13.969	14.345	14.677	14.956	15.178	15.341	15.449	15.510	15.536	15.539	15.534	15.530	15.533	15.540	15.547	15.542	15.512	15.444	15.327	15.153	14.921	14.631	14.291	13.908	13.493	13.055	12.604	12.148	9.978	6.796	4.837	3.572
8	3.620	4.895	6.860	9.960	11.928	12.318	12.694	13.048	13.373	13.663	13.912	14.116	14.275	14.392	14.470	14.519	14.546	14.559	14.565	14.565	14.561	14.548	14.519	14.467	14.383	14.259	14.092	13.880	13.624	13.328	12.997	12.640	12.262	11.871	11.474	9.545	6.603	4.736	3.516
7	3.560	4.789	6.654	9.505	11.248	11.589	11.916	12.224	12.508	12.763	12.986	13.173	13.325	13.443	13.530	13.590	13.629	13.652	13.663	13.663	13.652	13.628	13.587	13.523	13.432	13.309	13.151	12.958	12.730	12.469	12.181	11.870	11.541	11.200	10.852	9.133	6.412	4.636	3.459
6	3.501	4.684	6.452	9.076	10.626	10.924	11.211	11.482	11.732	11.959	12.158	12.330	12.473	12.587	12.675	12.741	12.786	12.813	12.827	12.826	12.812	12.783	12.735	12.667	12.575	12.457	12.310	12.133	11.929	11.699	11.445	11.172	10.884	10.584	10.277	8.740	6.225	4.537	3.402
5	3.441	4.579	6.256	8.670	10.053	10.318	10.571	10.810	11.032	11.234	11.414	11.570	11.703	11.812	11.898	11.964	12.010	12.040	12.054	12.054	12.038	12.007	11.958	11.889	11.800	11.688	11.551	11.391	11.208	11.003	10.779	10.537	10.283	10.018	9.745	8.367	6.042	4.438	3.346
4	3.381	4.476	6.063	8.287	9.526	9.761	9.986	10.199	10.396	10.577	10.739	10.882	11.004	11.106	11.188	11.252	11.299	11.328	11.343	11.342	11.326	11.294	11.246	11.180	11.095	10.990	10.865	10.719	10.554	10.371	10.171	9.957	9.731	9.496	9.253	8.013	5.863	4.341	3.289
3	3.322	4.374	5.876	7.926	9.040	9.250	9.450	9.640	9.817	9.979	10.126	10.255	10.367	10.462	10.540	10.600	10.645	10.674	10.688	10.687	10.671	10.640	10.594	10.531	10.452	10.355	10.240	10.108	9.959	9.795	9.616	9.425	9.223	9.013	8.796	7.677	5.688	4.245	3.233
2	3.263	4.273	5.695	7.585	8.590	8.778	8.958	9.128	9.287	9.433	9.565	9.683	9.786	9.873	9.945	10.002	10.044	10.071	10.084	10.083	10.069	10.039	9.996	9.937	9.863	9.774	9.669	9.549	9.415	9.267	9.107	8.936	8.755	8.567	8.372	7.359	5.518	4.150	3.177
1	3.205	4.174	5.519	7.264	8.173	8.342	8.503	8.656	8.799	8.931	9.051	9.158	9.252	9.332	9.398	9.451	9.490	9.516	9.528	9.528	9.514	9.486	9.446	9.391	9.323	9.241	9.146	9.037	8.916	8.782	8.638	8.484	8.322	8.152	7.977	7.058	5.353	4.056	3.121
0	3.146	4.077	5.348	6.961	7.785	7.938	8.084	8.222	8.351	8.470	8.578	8.676	8.761	8.835	8.896	8.944	8.980	9.004	9.016	9.015	9.002	8.977	8.939	8.889	8.827	8.752	8.665	8.566	8.456	8.336	8.205	8.066	7.920	7.767	7.608	6.773	5.193	3.964	3.066

备注：X 为与线路走廊中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

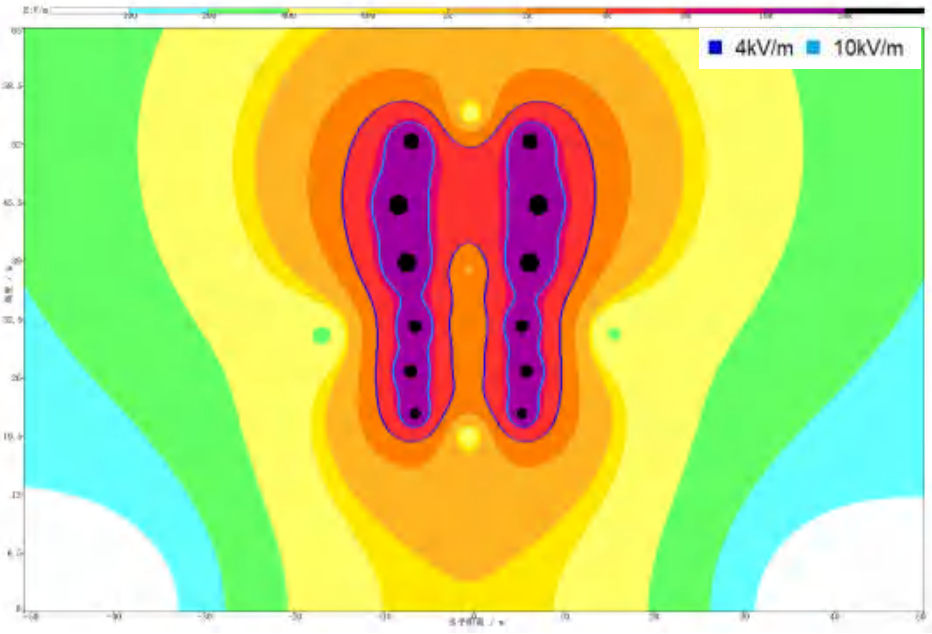


图 6.1-31 220kV/110kV 混压四回架空路导线对地高度 22m 工频电场强度空间分布图

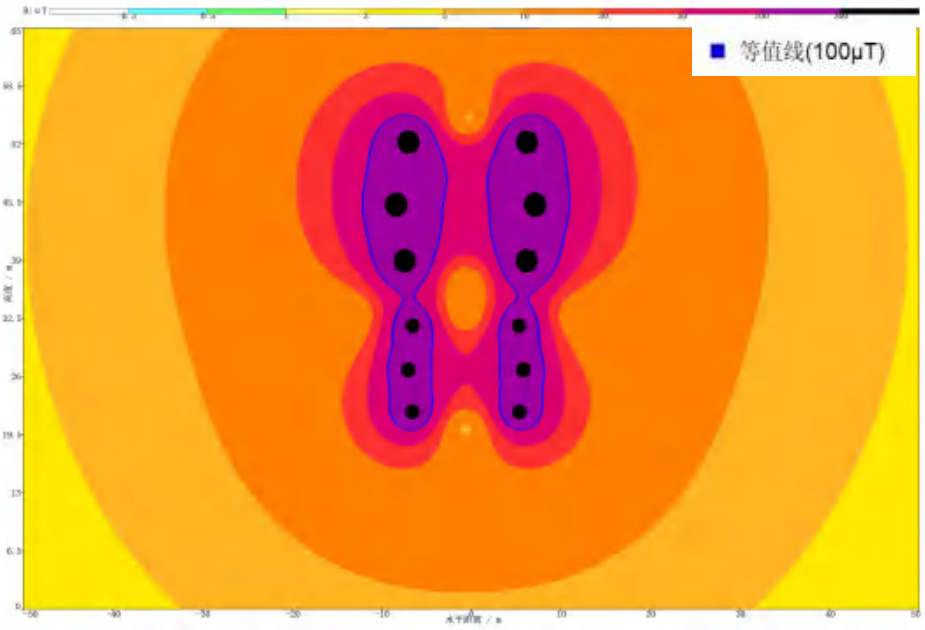


图 6.1-32 220kV/110kV 混压四回架空路导线对地高度 22m 工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-37~6.1-38 及图 6.1-31~6.1-32 可见，本项目 220kV/110kV 混压四回架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线对地高度 22m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（15m-8.45m=6.55m，14m-7.15m=6.85m，向上取整 7m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m（22m-18m=4m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-37~6.1-38 及图 6.1-31~6.1-32 可见，本项目 220kV/110kV 混压四回架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线对地高度 22m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（13m-8.45m=4.55m，11m-7.15m=3.85m，向上取整 5m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 2m（22m-20m=2m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV/110kV 混压四回架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线对地高度 22m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑥500kV 单回架空线路预测结果

500kV 单回架空线路计算结果见表 6.1-39。

表 6.1-39 500kV 单回架空线路工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	19m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-60	362.5	3.221
-59.3（边导线外 50m）	372.9	3.296
-59	376.5	3.321
-58	391.4	3.426
-57	407.2	3.536
-56	423.9	3.651
-55	441.8	3.771
-54	460.9	3.897
-53	481.2	4.029
-52	502.8	4.167
-51	526.0	4.313
-50	550.8	4.466
-49	577.4	4.626
-48	605.9	4.795
-47	636.4	4.973
-46	669.2	5.160
-45	704.5	5.358
-44	742.4	5.566
-43	783.2	5.786
-42	827.2	6.017
-41	874.6	6.262
-40	925.7	6.521
-39	980.8	6.795
-38	1040.2	7.084
-37	1104.3	7.390
-36	1173.5	7.715
-35	1248.0	8.058
-34	1328.3	8.422
-33	1414.8	8.807
-32	1507.7	9.216
-31	1607.5	9.648
-30	1714.4	10.106
-29	1828.5	10.591
-28	1950.1	11.103
-27	2079.1	11.645
-26	2215.3	12.216
-25	2358.2	12.818

下相导线对地高度	19m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-24	2507.2	13.450
-23	2661.1	14.113
-22	2818.5	14.806
-21	2977.6	15.527
-20	3135.6	16.273
-19	3289.8	17.043
-18	3436.4	17.831
-17	3571.3	18.633
-16	3690.0	19.441
-15	3787.6	20.249
-14	3859.2	21.047
-13	3900.1	21.827
-12	3906.2	22.580
-11	3874.4	23.296
-10	3802.7	23.968
-9（边导线内）	3691.1	24.586
-8（边导线内）	3541.5	25.147
-7（边导线内）	3358.1	25.644
-6（边导线内）	3148.0	26.075
-5（边导线内）	2921.2	26.438
-4（边导线内）	2691.2	26.734
-3（边导线内）	2475.6	26.962
-2（边导线内）	2296.0	27.124
-1（边导线内）	2175.2	27.221
0（边导线内）	2132.4	27.253
1（边导线内）	2175.2	27.221
2（边导线内）	2296.0	27.124
3（边导线内）	2475.6	26.962
4（边导线内）	2691.2	26.734
5（边导线内）	2921.2	26.438
6（边导线内）	3148.0	26.075
7（边导线内）	3358.1	25.644
8（边导线内）	3541.5	25.147
9（边导线内）	3691.1	24.586
10	3802.7	23.968
11	3874.4	23.296
12	3906.2	22.580
13	3900.1	21.827
14	3859.2	21.047
15	3787.6	20.249
16	3690.0	19.441

下相导线对地高度	19m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
17	3571.3	18.633
18	3436.4	17.831
19	3289.8	17.043
20	3135.6	16.273
21	2977.6	15.527
22	2818.5	14.806
23	2661.1	14.113
24	2507.2	13.450
25	2358.2	12.818
26	2215.3	12.216
27	2079.1	11.645
28	1950.1	11.103
29	1828.5	10.591
30	1714.4	10.106
31	1607.5	9.648
32	1507.7	9.216
33	1414.8	8.807
34	1328.3	8.422
35	1248.0	8.058
36	1173.5	7.715
37	1104.3	7.390
38	1040.2	7.084
39	980.8	6.795
40	925.7	6.521
41	874.6	6.262
42	827.2	6.017
43	783.2	5.786
44	742.4	5.566
45	704.5	5.358
46	669.2	5.160
47	636.4	4.973
48	605.9	4.795
49	577.4	4.626
50	550.8	4.466
51	526.0	4.313
52	502.8	4.167
53	481.2	4.029
54	460.9	3.897
55	441.8	3.771
56	423.9	3.651
57	407.2	3.536

下相导线对地高度	19m	
距杆塔中心距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
58	391.4	3.426
59	376.5	3.321
59.3（边导线外 50m）	372.9	3.296
60	362.5	3.221
最大值	**3906.2**	**27.253**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

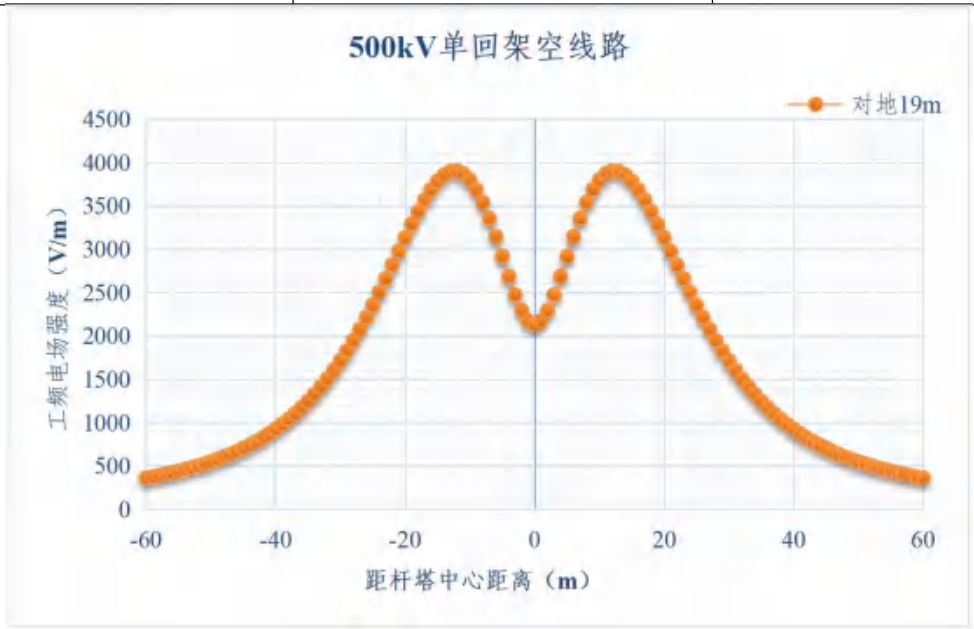


图 6.1-33　500kV 单回架空线路导线对地高度 19m 时地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

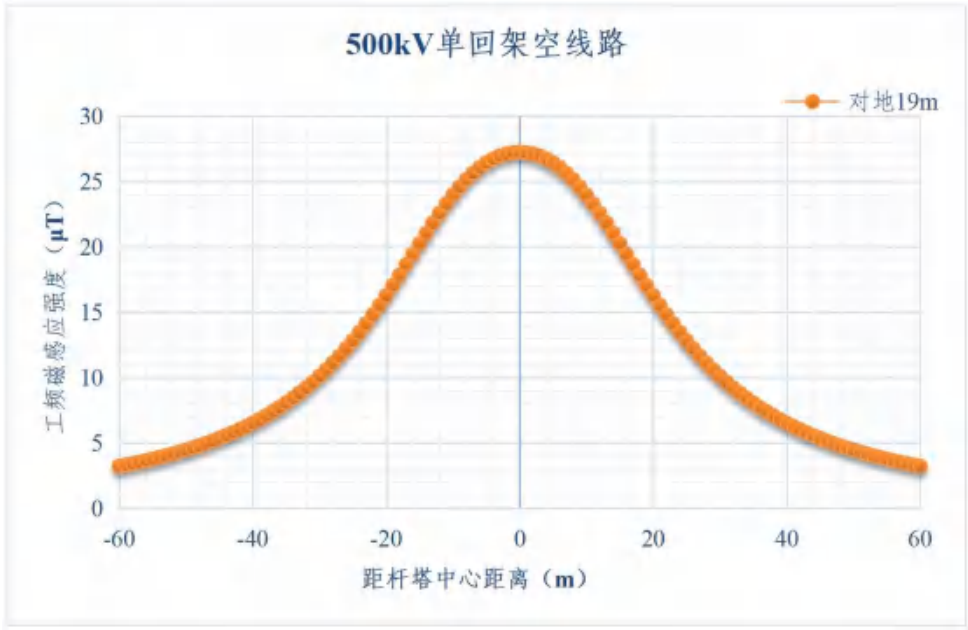


图6.1-34　500kV 单回架空线路导线对地高度19m 时地面1.5m 处工频磁感应强度变化趋势

经预测，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为3906.2V/m（距线路中心12m处），叠加附近现状背景监测值后（3906.2+0.402=3906.602）V/m；工频磁感应强度最大预测值为27.253μT（边导线内，中心线处），叠加附近现状背景监测值后（27.253+0.0147=27.2677）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-40~6.1-41，图6.1-35~6.1-36。

表 6.1-40　500kV 单回架空线路导线对地高度 19m 工频电场强度空间分布　（V/m）

XY	-60	-50	-40	-30	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
60	225.1	291.0	383.0	507.4	581.2	596.6	612.2	627.9	643.6	659.4	675.1	690.8	706.2	721.5	736.4	750.9	765.0	778.5	791.4	803.5	814.8	825.2	834.6	842.9	850.1	856.0	860.7	864.1	866.2	866.8
50	261.1	353.2	496.4	720.9	874.0	908.2	943.6	980.1	1017.7	1056.4	1095.9	1136.3	1177.4	1219.0	1260.9	1302.9	1344.7	1386.0	1426.4	1465.6	1503.0	1538.4	1571.1	1600.8	1626.8	1648.9	1666.5	1679.3	1687.1	1689.7
45	278.9	386.1	562.0	861.6	1083.8	1135.5	1189.8	1246.9	1306.6	1369.1	1434.3	1502.3	1572.8	1645.8	1721.2	1798.5	1877.4	1957.5	2038.1	2118.4	2197.6	2274.4	2347.7	2415.8	2477.3	2530.5	2573.8	2605.9	2625.7	2632.4
44	282.4	392.6	575.6	892.6	1131.8	1188.0	1247.2	1309.6	1375.2	1444.1	1516.3	1591.9	1670.7	1752.8	1837.8	1925.6	2015.9	2108.1	2201.5	2295.4	2388.7	2480.0	2567.8	2650.1	2725.1	2790.4	2844.0	2884.0	2908.6	2916.9
43	285.9	399.2	589.4	924.6	1182.0	1243.0	1307.6	1375.8	1447.9	1523.8	1603.8	1687.9	1776.0	1868.2	1964.3	2064.3	2167.6	2274.0	2382.7	2492.9	2603.3	2712.5	2818.5	2919.0	3011.3	3092.6	3159.8	3210.2	3241.4	3252.0
42	289.3	405.8	603.3	957.5	1234.4	1300.7	1371.0	1445.6	1524.7	1608.5	1697.0	1790.5	1889.1	1992.8	2101.5	2215.3	2333.9	2456.9	2583.7	2713.4	2844.8	2976.1	3105.2	3229.0	3344.1	3446.6	3532.2	3597.0	3637.4	3651.1
41	292.7	412.3	617.2	991.2	1289.0	1360.9	1437.5	1519.1	1605.9	1698.2	1796.3	1900.3	2010.6	2127.2	2250.3	2379.9	2516.0	2658.4	2806.6	2959.8	3116.9	3275.8	3434.2	3588.3	3733.7	3865.0	3976.2	4061.1	4114.4	4132.7
40	296.1	418.7	631.3	1025.9	1345.8	1423.8	1507.2	1596.4	1691.6	1793.3	1901.9	2017.6	2140.9	2272.0	2411.3	2559.0	2715.3	2880.3	3053.8	3235.2	3423.6	3617.1	3812.9	4006.8	4193.1	4364.2	4511.5	4625.6	4698.0	4722.9
39	299.3	425.1	645.3	1061.3	1404.9	1489.4	1580.1	1677.5	1782.0	1894.0	2014.1	2142.8	2280.5	2427.9	2585.4	2753.7	2933.2	3124.3	3327.5	3542.6	3769.2	4005.8	4249.8	4496.4	4738.4	4965.9	5165.8	5323.5	5425.0	5460.2
38	302.6	431.4	659.4	1097.4	1466.0	1557.6	1656.3	1762.6	1877.1	2000.4	2133.2	2276.2	2430.0	2595.5	2773.5	2965.0	3170.8	3392.1	3629.9	3885.0	4157.9	4448.2	4753.9	5070.5	5389.9	5698.5	5977.3	6202.9	6350.9	6402.7
37	305.7	437.7	673.4	1134.3	1529.4	1628.5	1735.7	1851.6	1977.1	2112.7	2259.5	2418.2	2589.8	2775.5	2976.4	3193.9	3429.5	3685.2	3962.9	4264.9	4593.2	4949.6	5334.2	5744.2	6171.4	6599.4	7000.7	7336.6	7563.1	7643.5
36	308.8	443.8	687.4	1171.6	1594.7	1701.9	1818.3	1944.7	2082.0	2231.2	2393.2	2569.3	2760.6	2968.6	3194.9	3441.5	3710.5	4004.9	4328.0	4684.0	5077.8	5514.3	5998.2	6531.4	7109.6	7716.0	8313.5	8838.6	9207.0	9340.7
35	311.9	449.8	701.2	1209.5	1662.1	1777.9	1904.1	2041.8	2192.0	2355.8	2534.6	2729.8	2942.9	3175.6	3430.1	3708.9	4014.9	4352.3	4726.2	5143.3	5612.1	6143.2	6749.0	7441.7	8228.9	9103.5	10024.8	10893.5	11542.0	11786.3
34	314.8	455.7	714.9	1247.7	1731.2	1856.2	1993.0	2142.8	2307.0	2486.9	2684.1	2900.3	3137.4	3397.5	3683.2	3997.5	4344.3	4728.9	5158.3	5642.3	6194.4	6832.7	7581.7	8472.4	9539.8	10811.7	12276.3	13808.2	15074.0	15583.5
33	317.7	461.5	728.5	1286.1	1801.9	1936.7	2084.8	2247.7	2427.0	2624.4	2841.8	3081.2	3344.9	3635.4	3955.6	4309.1	4700.5	5136.3	5625.2	6180.1	6820.1	7572.9	8479.2	9598.5	11015.8	12844.7	15203.0	18077.7	20911.4	22213.0
32	320.5	467.2	741.8	1324.5	1874.0	2019.1	2179.3	2356.3	2552.0	2768.5	3008.1	3273.2	3566.5	3890.8	4249.4	4646.3	5086.6	5577.2	6128.4	6755.9	7483.6	8348.8	9410.5	10763.3	12563.1	15075.2	18755.6	24294.6	31812.6	36525.0
31	323.2	472.7	754.8	1362.8	1947.0	2103.0	2276.0	2468.1	2681.6	2919.0	3183.1	3476.8	3803.2	4165.6	4567.5	5013.0	5507.0	6056.7	6672.5	7371.2	8180.0	9143.5	10335.4	11881.6	14007.0	17148.8	22266.6	31872.0	53925.6	88913.3
30	325.8	478.0	767.6	1400.7	2020.7	2188.1	2374.7	2582.9	2815.6	3075.8	3367.0	3692.6	4056.4	4462.1	4913.5	5414.4	5969.0	6583.3	7266.1	8033.0	8910.8	9946.0	11218.1	12866.3	15144.6	18560.9	24289.4	35793.3	69489.9	296853.0
29	328.4	483.2	780.0	1438.1	2094.4	2273.7	2474.5	2699.8	2953.1	3238.2	3559.3	3920.8	4327.3	4783.1	5292.2	5858.0	6483.2	7170.8	7925.6	8758.1	9689.6	10761.0	12045.8	13671.7	15863.1	19034.5	24009.6	32532.9	47508.7	60791.0
28	330.8	488.2	792.0	1474.6	2167.6	2359.1	2574.7	2818.0	3093.3	3405.4	3759.5	4161.3	4616.8	5131.2	5709.3	6353.7	7064.8	7840.6	8678.1	9577.6	10548.3	11618.1	12843.5	14323.2	16216.4	18768.5	22326.3	27203.9	32813.9	35753.1
27	333.2	493.1	803.6	1510.0	2239.4	2443.3	2674.0	2936.1	3234.6	3575.7	3966.0	4413.1	4925.0	5508.9	6171.0	6913.9	7734.9	8624.5	9566.8	10543.9	11545.0	12577.2	13675.8	14909.1	16375.9	18191.8	20439.4	23022.1	25373.4	26384.2
26	335.5	497.7	814.8	1544.0	2309.0	2525.2	2771.2	3052.4	3375.0	3746.7	4176.3	4673.8	5250.4	5917.1	6683.1	7553.0	8521.4	9568.8	10658.5	11742.2	12774.9	13735.9	14642.7	15549.3	16528.1	17641.2	18896.6	20183.6	21219.4	21627.6
25	337.7	502.1	825.4	1576.3	2375.4	2603.6	2864.6	3164.8	3511.8	3915.1	4386.2	4938.8	5588.7	6353.1	7248.4	8285.1	9459.3	10739.9	12058.2	13311.5	14393.4	15243.3	15876.0	16367.9	16813.7	17285.1	17801.7	18314.7	18710.9	18862.3
24	339.7	506.4	835.5	1606.6	2437.4	2676.9	2952.2	3270.7	3641.5	4076.4	4590.0	5200.7	5931.2	6808.7	7862.6	9119.2	10587.1	12230.9	13935.3	15493.2	16669.5	17335.4	17546.7	17479.5	17314.3	17170.8	17099.1	17094.9	17121.2	17136.1
23	341.7	510.4	845.1	1634.7	2494.1	2743.7	3032.0	3367.2	3760.2	4225.0	4779.8	5448.9	6263.8	7265.9	8507.2	10046.8	11935.0	14164.9	16575.0	18748.5	20123.2	20419.8	19881.9	18975.5	18049.0	17269.2	16685.8	16295.0	16074.4	16003.6
22	343.6	514.2	854.1	1660.3	2544.2	2802.5	3101.8	3451.4	3863.6	4354.6	4946.4	5669.3	6565.4	7694.3	9140.6	11021.9	13487.4	16668.7	20469.3	24088.3	25937.3	25271.4	23163.2	20875.6	18951.5	17487.4	16438.3	15739.4	15340.2	15210.4
21	345.4	517.8	862.5	1683.1	2586.7	2851.9	3159.7	3520.4	3947.3	4458.7	5079.7	5846.1	6810.2	8050.9	9691.5	11931.8	15101.5	19724.5	26381.6	34198.3	37560.8	33448.7	27561.5	22987.9	19822.8	17668.3	16217.1	15281.4	14755.2	14585.1
20	347.1	521.3	870.4	1703.1	2621.0	2890.6	3204.0	3571.7	4007.8	4531.6	5170.5	5963.8	6971.2	8286.3	10065.3	12587.3	16399.0	22703.4	34501.3	58093.6	70872.5	47149.6	32291.3	24664.2	20305.4	17607.8	15880.3	14796.7	14196.0	14003.1
19	348.7	524.5	877.6	1720.0	2646.4	2918.1	3233.6	3603.7	4042.4	4569.3	5212.1	6011.0	7027.6	8360.0	10175.2	12782.9	16827.6	23909.6	39396.3	99333.6	240872.0	57844.0	34086.8	24836.3	20003.2	17125.1	15316.9	14194.1	13575.0	13376.7
18	350.2	527.5	884.1	1733.9	2662.7	2933.9	3248.1	3615.7	4050.2	4570.2	5202.1	5983.6	6971.9	8256.7	9987.4	12430.8	16109.1	22170.2	33471.4	55958.2	67744.6	44704.0	30360.3	22994.7	18777.6	16161.9	14483.7	13429.6	12844.8	12657.0
17	351.6	530.2	890.1	1744.8	2670.2	2938.3	3247.8	3608.2	4032.0	4535.8	5142.9	5886.0	6812.8	7994.7	9543.3	11637.9	14572.5	18807.1	24823.5	31714.9	34290.8	30031.5	24319.6	19930.6	16894.5	14820.9	13418.2	12510.3	11998.3	11832.6
16	352.9	532.8	895.5	1752.8	2669.1	2931.9	3233.7	3582.9	3990.2	4470.0	5041.4	5730.1	6572.1	7617.1	8934.9	10619.8	12786.0	15516.7	18672.8	21489.5	22583.6	21437.7	19117.6	16751.7	14790.1	13293.8	12211.3	11481.6	11060.5	10922.8
15	354.1	535.2	900.4	1758.1	2660.5	2916.0	3207.5	3542.1	3928.7	4378.8	4906.9	5531.9	6277.8	7174.9	8259.1	9566.8	11118.3	12873.8	14654.0	16075.4	16682.5	16320.7	15282.8	14004.6	12784.8	11757.7	10963.4	10404.6	10073.8	9964.3
14	355.3	537.4	904.7	1760.9	2645.2	2891.9	3171.2	3488.8	3851.9	4268.9	4750.1	5308.1	5957.1	6712.5	7587.8	8588.3	9698.0	10857.2	11940.5	12760.5	13139.3	13020.0	12506.3	11783.7	11019.7	10323.6	9753.4	9336.1	9082.9	8998.1
13	356.3	539.4	908.4	1761.4	2624.4	2861.2	3127.1	3426.4	3764.4	4147.1	4581.1	5073.7	5631.9	6261.1	6962.3	7727.1	8530.2	9321.2	10021.0	10534.0	10781.4	10740.2	10456.0	10018.0	9521.0	9040.9	8629.4	8318.0	8125.1	8059.9
12	357.3	541.2	911.7	1760.1	2599.6	2825.9	3077.6	3358.1	3670.9	4019.7	4408.4	4840.3	5317.5	5839.4	6400.9	6989.0	7579.5	8135.0	8606.3	8941.8	9103.2	9081.3	8900.6	8609.7	8265.4	7919.6	7613.4	7375.9	7226.2	7175.1
11	358.1	542.9	914.5	1757.2	2571.8	2787.4	3025.0	3286.9	3575.2	3892.0	4238.8	4616.3	5023.5	5456.6	5908.0	6364.3	6805.2	7203.9	7529.2	7751.7	7851.7	7826.1	7690.6	7474.9	7216.0	6950.6	6710.6	6521.3	6400.5	6359.0
10	358.9	544.3	916.9	1753.0	2542.5	2747.5	2971.3	3215.4	3480.7	3768.0	4077.2	4407.3	4755.2	5115.9	5481.1	5838.4	6171.8	6461.9	6688.4	6833.5	6886.9	6848.5	6729.5	6550.4	6337.3	6117.6	5916.8	5756.8	5653.9	5618.4
9	359.6	545.7	918.9	1748.1	2512.7	2707.5	2918.4	3145.9	3390.2	3651.0	3927.1	4216.4	4515.0	4817.1	5114.7	5397.1	5651.5	5863.8	6020.0	6109.3	6125.8	6071.1	5954.0	5790.1	5599.1	5403.1	5223.4	5079.3	4986.2	4954.0
8	360.3	546.8	920.6	1742.6	2483.5	2668.9	2867.7	3080.1	3305.6	3543.1	3790.7	4045.5	4303.4	4558.3	4802.9	5027.9	5223.2	5377.9	5482.4	5529.5	5516.1	5444.3	5321.6	5160.7	4977.8	4791.4	4620.6	4483.3	4394.3	4363.4
7	360.8	547.8	922.0	1737.0	2455.7	2632.5	2820.6	3019.6	3228.6	3445.9	3669.3	3895.4	4119.9	4337.0	4539.9	4720.7	4871.0	4982.4	5047.7	5062.0	5023.8	4935.3	4803.3	4638.5	4455.1	4269.6	4099.6	3962.6	3873.5	3842.5
6	361.3	548.7	923.1	1731.5	2430.3	2599.5	2778.1	2965.5	3160.3	3360.6	3563.7	3766.2	3963.7	4150.6	4320.8	4467.4	4583.1	4661.4	4696.5	4685.0	4626.0	4522.1	4379.1	4206.8	4017.7	3827.4	3653.0	3511.8	3419.6	3387.5
5	361.7	549.4	924.0	1726.3	2407.7	2570.4	2741.0	2918.6	3101.5	3287.7	3474.3	3657.7	3833.7	3996.9	4141.6	4261.7	4351.0	4403.8	4415.5	4383.6	4307.4	4189.5	4035.3	3853.7	3656.2	3457.8	3275.3	3126.9	3029.5	2995.4
4	362.0	550.0	924.7	1721.8	2388.6	2545.8	2709.9	2879.4	3052.8	3227.7	3401.2	3569.7	3728.8	3873.7	3999.0	4099.0	4168.2	4201.6	4195.5	4147.5	4057.3	3927.4	3762.7	3571.4	3364.4	3156.2	2963.8	2806.3	2702.2	2665.7
3	362.3	550.4	925.2	1718.1	2373.3	2526.3	2685.2	2848.6	3014.6	3180.9	3344.4	3501.6	3648.2	3779.5	3890.4	3975.6	4030.1	4049.3	4029.9	3969.7	3868.7	3728.9	3555.2	3354.9	3138.7	2920.6	2717.9	2550.6	2439.3	2400.1
2	362.4	550.7	925.6	1715.4	2362.1	2512.2	2667.4	2826.4	2987.2	3147.4	3303.9	3453.3	3591.2	3713.1	3814.1	3889.2	3933.5	3943.0	3914.3	3845.6	3736.7	3589.8	3409.0	3201.5	2977.6	2751.0	2539.1	2363.0	2244.9	2203.2
1	362.6	550.9	925.8	1713.7	2355.4	2503.6	2656.6	2813.0	2970.7	3127.3	3279.7	3424.4	3557.2	3673.6	3768.8	3837.9	3876.4	3880.1	3846.0	3772.2	3658.6	3507.2	3322.0	3109.9	2880.8	2648.3	2430.0	2247.7	2124.8	2081.2
0	362.6	551.0	925.8	1713.1	2353.1	2500.7	2653.0	2808.5	2965.2	3120.5	3271.6	3414.7	3545.9	3660.5	3753.8	3821.0	3857.5	3859.3	3823.4	3747.9	3632.8	3479.8	3293.0	3079.3	2848.5	2613.9	2393.4	2208.7	2084.0	2039.7

XY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	40	50	60
60	866.2	864.1	860.7	856.0	850.1	842.9	834.6	825.2	814.8	803.5	791.4	778.5	765.0	750.9	736.4	721.5	706.2	690.8	675.1	659.4	643.6	627.9	612.2	596.6	581.2	507.4	383.0	291.0	225.1
50	1687.1	1679.3	1666.5	1648.9	1626.8	1600.8	1571.1	1538.4	1503.0	1465.6	1426.4	1386.0	1344.7	1302.9	1260.9	1219.0	1177.4	1136.3	1095.9	1056.4	1017.7	980.1	943.6	908.2	874.0	720.9	496.4	353.2	261.1
45	2625.7	2605.9	2573.8	2530.5	2477.3	2415.8	2347.7	2274.4	2197.6	2118.4	2038.1	1957.5	1877.4	1798.5	1721.2	1645.8	1572.8	1502.3	1434.3	1369.1	1306.6	1246.9	1189.8	1135.5	1083.8	861.6	562.0	386.1	278.9
44	2908.6	2884.0	2844.0	2790.4	2725.1	2650.1	2567.8	2480.0	2388.7	2295.4	2201.5	2108.1	2015.9	1925.6	1837.8	1752.8	1670.7	1591.9	1516.3	1444.1	1375.2	1309.6	1247.2	1188.0	1131.8	892.6	575.6	392.6	282.4
43	3241.4	3210.2	3159.8	3092.6	3011.3	2919.0	2818.5	2712.5	2603.3	2492.9	2382.7	2274.0	2167.6	2064.3	1964.3	1868.2	1776.0	1687.9	1603.8	1523.8	1447.9	1375.8	1307.6	1243.0	1182.0	924.6	589.4	399.2	285.9
42	3637.4	3597.0	3532.2	3446.6	3344.1	3229.0	3105.2	2976.1	2844.8	2713.4	2583.7	2456.9	2333.9	2215.3	2101.5	1992.8	1889.1	1790.5	1697.0	1608.5	1524.7	1445.6	1371.0	1300.7	1234.4	957.5	603.3	405.8	289.3
41	4114.4	4061.1	3976.2	3865.0	3733.7	3588.3	3434.2	3275.8	3116.9	2959.8	2806.6	2658.4	2516.0	2379.9	2250.3	2127.2	2010.6	1900.3	1796.3	1698.2	1605.9	1519.1	1437.5	1360.9	1289.0	991.2	617.2	412.3	292.7
40	4698.0	4625.6	4511.5	4364.2	4193.1	4006.8	3812.9	3617.1	3423.6	3235.2	3053.8	2880.3	2715.3	2559.0	2411.3	2272.0	2140.9	2017.6	1901.9	1793.3	1691.6	1596.4	1507.2	1423.8	1345.8	1025.9	631.3	418.7	296.1
39	5425.0	5323.5	5165.8	4965.9	4738.4	4496.4	4249.8	4005.8	3769.2	3542.6	3327.5	3124.3	2933.2	2753.7	2585.4	2427.9	2280.5	2142.8	2014.1	1894.0	1782.0	1677.5	1580.1	1489.4	1404.9	1061.3	645.3	425.1	299.3
38	6350.9	6202.9	5977.3	5698.5	5389.9	5070.5	4753.9	4448.2	4157.9	3885.0	3629.9	3392.1	3170.8	2965.0	2773.5	2595.5	2430.0	2276.2	2133.2	2000.4	1877.1	1762.6	1656.3	1557.6	1466.0	1097.4	659.4	431.4	302.6
37	7563.1	7336.6	7000.7	6599.4	6171.4	5744.2	5334.2	4949.6	4593.2	4264.9	3962.9	3685.2	3429.5	3193.9	2976.4	2775.5	2589.8	2418.2	2259.5	2112.7	1977.1	1851.6	1735.7	1628.5	1529.4	1134.3	673.4	437.7	305.7
36	9207.0	8838.6	8313.5	7716.0	7109.6	6531.4	5998.2	5514.3	5077.8	4684.0	4328.0	4004.9	3710.5	3441.5	3194.9	2968.6	2760.6	2569.3	2393.2	2231.2	2082.0	1944.7	1818.3	1701.9	1594.7	1171.6	687.4	443.8	308.8
35	11542.0	10893.5	10024.8	9103.5	8228.9	7441.7	6749.0	6143.2	5612.1	5143.3	4726.2	4352.3	4014.9	3708.9	3430.1	3175.6	2942.9	2729.8	2534.6	2355.8	2192.0	2041.8	1904.1	1777.9	1662.1	1209.5	701.2	449.8	311.9
34	15074.0	13808.2	12276.3	10811.7	9539.8	8472.4	7581.7	6832.7	6194.4	5642.3	5158.3	4728.9	4344.3	3997.5	3683.2	3397.5	3137.4	2900.3	2684.1	2486.9	2307.0	2142.8	1993.0	1856.2	1731.2	1247.7	714.9	455.7	314.8
33	20911.4	18077.7	15203.0	12844.7	11015.8	9598.5	8479.2	7572.9	6820.1	6180.1	5625.2	5136.3	4700.5	4309.1	3955.6	3635.4	3344.9	3081.2	2841.8	2624.4	2427.0	2247.7	2084.8	1936.7	1801.9	1286.1	728.5	461.5	317.7
32	31812.6	24294.6	18755.6	15075.2	12563.1	10763.3	9410.5	8348.8	7483.6	6755.9	6128.4	5577.2	5086.6	4646.3	4249.4	3890.8	3566.5	3273.2	3008.1	2768.5	2552.0	2356.3	2179.3	2019.1	1874.0	1324.5	741.8	467.2	320.5
31	53925.6	31872.0	22266.6	17148.8	14007.0	11881.6	10335.4	9143.5	8180.0	7371.2	6672.5	6056.7	5507.0	5013.0	4567.5	4165.6	3803.2	3476.8	3183.1	2919.0	2681.6	2468.1	2276.0	2103.0	1947.0	1362.8	754.8	472.7	323.2
30	69489.9	35793.3	24289.4	18560.9	15144.6	12866.3	11218.1	9946.0	8910.8	8033.0	7266.1	6583.3	5969.0	5414.4	4913.5	4462.1	4056.4	3692.6	3367.0	3075.8	2815.6	2582.9	2374.7	2188.1	2020.7	1400.7	767.6	478.0	325.8
29	47508.7	32532.9	24009.6	19034.5	15863.1	13671.7	12045.8	10761.0	9689.6	8758.1	7925.6	7170.8	6483.2	5858.0	5292.2	4783.1	4327.3	3920.8	3559.3	3238.2	2953.1	2699.8	2474.5	2273.7	2094.4	1438.1	780.0	483.2	328.4
28	32813.9	27203.9	22326.3	18768.5	16216.4	14323.2	12843.5	11618.1	10548.3	9577.6	8678.1	7840.6	7064.8	6353.7	5709.3	5131.2	4616.8	4161.3	3759.5	3405.4	3093.3	2818.0	2574.7	2359.1	2167.6	1474.6	792.0	488.2	330.8
27	25373.4	23022.1	20439.4	18191.8	16375.9	14909.1	13675.8	12577.2	11545.0	10543.9	9566.8	8624.5	7734.9	6913.9	6171.0	5508.9	4925.0	4413.1	3966.0	3575.7	3234.6	2936.1	2674.0	2443.3	2239.4	1510.0	803.6	493.1	333.2
26	21219.4	20183.6	18896.6	17641.2	16528.1	15549.3	14642.7	13735.9	12774.9	11742.2	10658.5	9568.8	8521.4	7553.0	6683.1	5917.1	5250.4	4673.8	4176.3	3746.7	3375.0	3052.4	2771.2	2525.2	2309.0	1544.0	814.8	497.7	335.5
25	18710.9	18314.7	17801.7	17285.1	16813.7	16367.9	15876.0	15243.3	14393.4	13311.5	12058.2	10739.9	9459.3	8285.1	7248.4	6353.1	5588.7	4938.8	4386.2	3915.1	3511.8	3164.8	2864.6	2603.6	2375.4	1576.3	825.4	502.1	337.7
24	17121.2	17094.9	17099.1	17170.8	17314.3	17479.5	17546.7	17335.4	16669.5	15493.2	13935.3	12230.9	10587.1	9119.2	7862.6	6808.7	5931.2	5200.7	4590.0	4076.4	3641.5	3270.7	2952.2	2676.9	2437.4	1606.6	835.5	506.4	339.7
23	16074.4	16295.0	16685.8	17269.2	18049.0	18975.5	19881.9	20419.8	20123.2	18748.5	16575.0	14164.9	11935.0	10046.8	8507.2	7265.9	6263.8	5448.9	4779.8	4225.0	3760.2	3367.2	3032.0	2743.7	2494.1	1634.7	845.1	510.4	341.7
22	15340.2	15739.4	16438.3	17487.4	18951.5	20875.6	23163.2	25271.4	25937.3	24088.3	20469.3	16668.7	13487.4	11021.9	9140.6	7694.3	6565.4	5669.3	4946.4	4354.6	3863.6	3451.4	3101.8	2802.5	2544.2	1660.3	854.1	514.2	343.6
21	14755.2	15281.4	16217.1	17668.3	19822.8	22987.9	27561.5	33448.7	37560.8	34198.3	26381.6	19724.5	15101.5	11931.8	9691.5	8050.9	6810.2	5846.1	5079.7	4458.7	3947.3	3520.4	3159.7	2851.9	2586.7	1683.1	862.5	517.8	345.4
20	14196.0	14796.7	15880.3	17607.8	20305.4	24664.2	32291.3	47149.6	70872.5	58093.6	34501.3	22703.4	16399.0	12587.3	10065.3	8286.3	6971.2	5963.8	5170.5	4531.6	4007.8	3571.7	3204.0	2890.6	2621.0	1703.1	870.4	521.3	347.1
19	13575.0	14194.1	15316.9	17125.1	20003.2	24836.3	34086.8	57844.0	240872.0	99333.6	39396.3	23909.6	16827.6	12782.9	10175.2	8360.0	7027.6	6011.0	5212.1	4569.3	4042.4	3603.7	3233.6	2918.1	2646.4	1720.0	877.6	524.5	348.7
18	12844.8	13429.6	14483.7	16161.9	18777.6	22994.7	30360.3	44704.0	67744.6	55958.2	33471.4	22170.2	16109.1	12430.8	9987.4	8256.7	6971.9	5983.6	5202.1	4570.2	4050.2	3615.7	3248.1	2933.9	2662.7	1733.9	884.1	527.5	350.2
17	11998.3	12510.3	13418.2	14820.9	16894.5	19930.6	24319.6	30031.5	34290.8	31714.9	24823.5	18807.1	14572.5	11637.9	9543.3	7994.7	6812.8	5886.0	5142.9	4535.8	4032.0	3608.2	3247.8	2938.3	2670.2	1744.8	890.1	530.2	351.6
16	11060.5	11481.6	12211.3	13293.8	14790.1	16751.7	19117.6	21437.7	22583.6	21489.5	18672.8	15516.7	12786.0	10619.8	8934.9	7617.1	6572.1	5730.1	5041.4	4470.0	3990.2	3582.9	3233.7	2931.9	2669.1	1752.8	895.5	532.8	352.9
15	10073.8	10404.6	10963.4	11757.7	12784.8	14004.6	15282.8	16320.7	16682.5	16075.4	14654.0	12873.8	11118.3	9566.8	8259.1	7174.9	6277.8	5531.9	4906.9	4378.8	3928.7	3542.1	3207.5	2916.0	2660.5	1758.1	900.4	535.2	354.1
14	9082.9	9336.1	9753.4	10323.6	11019.7	11783.7	12506.3	13020.0	13139.3	12760.5	11940.5	10857.2	9698.0	8588.3	7587.8	6712.5	5957.1	5308.1	4750.1	4268.9	3851.9	3488.8	3171.2	2891.9	2645.2	1760.9	904.7	537.4	355.3
13	8125.1	8318.0	8629.4	9040.9	9521.0	10018.0	10456.0	10740.2	10781.4	10534.0	10021.0	9321.2	8530.2	7727.1	6962.3	6261.1	5631.9	5073.7	4581.1	4147.1	3764.4	3426.4	3127.1	2861.2	2624.4	1761.4	908.4	539.4	356.3
12	7226.2	7375.9	7613.4	7919.6	8265.4	8609.7	8900.6	9081.3	9103.2	8941.8	8606.3	8135.0	7579.5	6989.0	6400.9	5839.4	5317.5	4840.3	4408.4	4019.7	3670.9	3358.1	3077.6	2825.9	2599.6	1760.1	911.7	541.2	357.3
11	6400.5	6521.3	6710.6	6950.6	7216.0	7474.9	7690.6	7826.1	7851.7	7751.7	7529.2	7203.9	6805.2	6364.3	5908.0	5456.6	5023.5	4616.3	4238.8	3892.0	3575.2	3286.9	3025.0	2787.4	2571.8	1757.2	914.5	542.9	358.1
10	5653.9	5756.8	5916.8	6117.6	6337.3	6550.4	6729.5	6848.5	6886.9	6833.5	6688.4	6461.9	6171.8	5838.4	5481.1	5115.9	4755.2	4407.3	4077.2	3768.0	3480.7	3215.4	2971.3	2747.5	2542.5	1753.0	916.9	544.3	358.9
9	4986.2	5079.3	5223.4	5403.1	5599.1	5790.1	5954.0	6071.1	6125.8	6109.3	6020.0	5863.8	5651.5	5397.1	5114.7	4817.1	4515.0	4216.4	3927.1	3651.0	3390.2	3145.9	2918.4	2707.5	2512.7	1748.1	918.9	545.7	359.6
8	4394.3	4483.3	4620.6	4791.4	4977.8	5160.7	5321.6	5444.3	5516.1	5529.5	5482.4	5377.9	5223.2	5027.9	4802.9	4558.3	4303.4	4045.5	3790.7	3543.1	3305.6	3080.1	2867.7	2668.9	2483.5	1742.6	920.6	546.8	360.3
7	3873.5	3962.6	4099.6	4269.6	4455.1	4638.5	4803.3	4935.3	5023.8	5062.0	5047.7	4982.4	4871.0	4720.7	4539.9	4337.0	4119.9	3895.4	3669.3	3445.9	3228.6	3019.6	2820.6	2632.5	2455.7	1737.0	922.0	547.8	360.8
6	3419.6	3511.8	3653.0	3827.4	4017.7	4206.8	4379.1	4522.1	4626.0	4685.0	4696.5	4661.4	4583.1	4467.4	4320.8	4150.6	3963.7	3766.2	3563.7	3360.6	3160.3	2965.5	2778.1	2599.5	2430.3	1731.5	923.1	548.7	361.3
5	3029.5	3126.9	3275.3	3457.8	3656.2	3853.7	4035.3	4189.5	4307.4	4383.6	4415.5	4403.8	4351.0	4261.7	4141.6	3996.9	3833.7	3657.7	3474.3	3287.7	3101.5	2918.6	2741.0	2570.4	2407.7	1726.3	924.0	549.4	361.7
4	2702.2	2806.3	2963.8	3156.2	3364.4	3571.4	3762.7	3927.4	4057.3	4147.5	4195.5	4201.6	4168.2	4099.0	3999.0	3873.7	3728.8	3569.7	3401.2	3227.7	3052.8	2879.4	2709.9	2545.8	2388.6	1721.8	924.7	550.0	362.0
3	2439.3	2550.6	2717.9	2920.6	3138.7	3354.9	3555.2	3728.9	3868.7	3969.7	4029.9	4049.3	4030.1	3975.6	3890.4	3779.5	3648.2	3501.6	3344.4	3180.9	3014.6	2848.6	2685.2	2526.3	2373.3	1718.1	925.2	550.4	362.3
2	2244.9	2363.0	2539.1	2751.0	2977.6	3201.5	3409.0	3589.8	3736.7	3845.6	3914.3	3943.0	3933.5	3889.2	3814.1	3713.1	3591.2	3453.3	3303.9	3147.4	2987.2	2826.4	2667.4	2512.2	2362.1	1715.4	925.6	550.7	362.4
1	2124.8	2247.7	2430.0	2648.3	2880.8	3109.9	3322.0	3507.2	3658.6	3772.2	3846.0	3880.1	3876.4	3837.9	3768.8	3673.6	3557.2	3424.4	3279.7	3127.3	2970.7	2813.0	2656.6	2503.6	2355.4	1713.7	925.8	550.9	362.6
0	2084.0	2208.7	2393.4	2613.9	2848.5	3079.3	3293.0	3479.8	3632.8	3747.9	3823.4	3859.3	3857.5	3821.0	3753.8	3660.5	3545.9	3414.7	3271.6	3120.5	2965.2	2808.5	2653.0	2500.7	2353.1	1713.1	925.8	551.0	362.6

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-41 500kV 单回架空线路导线对地高度 19m 工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-60	-50	-40	-30	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
60	2.546	3.260	4.227	5.491	6.220	6.371	6.523	6.676	6.829	6.981	7.132	7.282	7.430	7.575	7.717	7.855	7.988	8.116	8.236	8.350	8.456	8.553	8.641	8.718	8.785	8.841	8.884	8.916	8.935	8.941
50	2.939	3.934	5.433	7.701	9.206	9.538	9.880	10.232	10.593	10.961	11.338	11.720	12.108	12.499	12.891	13.282	13.671	14.053	14.426	14.787	15.131	15.454	15.753	16.023	16.260	16.461	16.620	16.737	16.808	16.831
40	3.297	4.605	6.803	10.759	13.891	14.646	15.451	16.308	17.219	18.189	19.219	20.312	21.471	22.698	23.996	25.366	26.810	28.328	29.918	31.575	33.290	35.048	36.823	38.579	40.263	41.810	43.141	44.171	44.826	45.050
39	3.328	4.666	6.938	11.101	14.461	15.279	16.155	17.090	18.090	19.158	20.297	21.513	22.808	24.188	25.656	27.217	28.875	30.633	32.495	34.460	36.523	38.673	40.885	43.119	45.310	47.368	49.177	50.604	51.523	51.840
38	3.357	4.725	7.071	11.445	15.047	15.933	16.884	17.905	19.001	20.176	21.436	22.786	24.233	25.783	27.442	29.218	31.120	33.156	35.335	37.665	40.150	42.788	45.562	48.433	51.326	54.122	56.650	58.695	60.037	60.506
37	3.386	4.782	7.201	11.792	15.647	16.605	17.638	18.751	19.951	21.243	22.635	24.135	25.750	27.488	29.361	31.379	33.557	35.909	38.454	41.212	44.203	47.443	50.935	54.654	58.529	62.413	66.057	69.110	71.169	71.900
36	3.413	4.837	7.328	12.138	16.259	17.294	18.414	19.627	20.939	22.360	23.897	25.560	27.360	29.309	31.419	33.707	36.193	38.902	41.863	45.116	48.703	52.673	57.068	61.909	67.160	72.672	78.109	82.891	86.250	87.469
35	3.439	4.889	7.451	12.483	16.881	17.998	19.211	20.530	21.965	23.524	25.220	27.063	29.068	31.248	33.621	36.209	39.038	42.143	45.571	49.381	53.652	58.483	63.987	70.281	77.439	85.401	93.800	101.730	107.656	109.890
34	3.463	4.939	7.568	12.823	17.509	18.712	20.025	21.459	23.025	24.735	26.604	28.645	30.875	33.312	35.976	38.895	42.101	45.642	49.579	54.001	59.030	64.836	71.644	79.741	89.454	101.049	114.423	128.437	140.031	144.701
33	3.485	4.986	7.681	13.156	18.140	19.434	20.852	22.408	24.116	25.991	28.049	30.308	32.787	35.507	38.494	41.777	45.397	49.408	53.891	58.962	64.793	71.639	79.876	90.054	102.959	119.645	141.209	167.547	193.549	205.500
32	3.506	5.029	7.787	13.481	18.769	20.158	21.688	23.374	25.234	27.287	29.552	32.051	34.806	37.843	41.188	44.874	48.946	53.465	58.520	64.254	70.883	78.750	88.398	100.697	117.087	140.015	173.690	224.483	293.536	336.857
31	3.525	5.070	7.887	13.793	19.391	20.879	22.525	24.350	26.373	28.619	31.111	33.875	36.939	40.329	44.077	48.215	52.786	57.850	63.500	69.886	77.254	86.013	96.841	110.893	130.242	158.911	205.736	293.824	496.428	818.121
30	3.543	5.106	7.979	14.090	19.999	21.589	23.357	25.327	27.525	29.980	32.720	35.779	39.189	42.981	47.187	51.840	56.973	62.636	68.906	75.919	83.920	93.331	104.884	119.856	140.586	171.742	224.119	329.549	638.911	2728.060
29	3.558	5.139	8.062	14.369	20.587	22.280	24.174	26.296	28.679	31.358	34.371	37.758	41.559	45.814	50.554	55.808	61.597	67.941	74.880	82.503	91.002	100.751	112.423	127.193	147.126	176.032	221.487	299.525	436.856	558.748
28	3.572	5.168	8.137	14.626	21.146	22.943	24.964	27.244	29.821	32.741	36.051	39.803	44.050	48.842	54.218	60.199	66.784	73.950	81.662	89.917	98.796	108.551	119.705	133.167	150.404	173.680	206.192	250.844	302.268	329.228
27	3.584	5.194	8.203	14.858	21.666	23.565	25.714	28.154	30.933	34.106	37.737	41.895	46.652	52.076	58.221	65.110	72.713	80.940	89.637	98.636	107.832	117.291	127.342	138.615	152.030	168.658	189.270	212.985	234.594	243.889
26	3.593	5.215	8.258	15.061	22.137	24.135	26.409	29.007	31.990	35.427	39.399	44.002	49.338	55.508	62.600	70.652	79.618	89.314	99.400	109.427	118.981	127.872	136.264	144.662	153.737	164.069	175.730	187.689	197.317	201.111
25	3.601	5.231	8.303	15.232	22.549	24.639	27.030	29.781	32.964	36.666	40.994	46.075	52.057	59.100	67.358	76.931	87.787	99.647	111.880	123.543	133.658	141.663	147.696	152.461	156.828	161.454	166.503	171.492	175.333	176.798
24	3.607	5.244	8.337	15.367	22.891	25.061	27.559	30.450	33.822	37.780	42.462	48.038	54.719	62.758	72.433	83.994	97.534	112.743	128.580	143.155	154.305	160.830	163.220	163.079	162.056	161.235	161.050	161.415	161.934	162.170
23	3.610	5.252	8.360	15.464	23.152	25.389	27.975	30.987	34.525	38.716	43.730	49.788	57.186	66.307	77.635	91.730	109.076	129.649	152.019	172.406	185.645	189.103	184.935	177.369	169.591	163.118	158.383	155.301	153.612	153.080
22	3.611	5.255	8.372	15.522	23.322	25.608	28.262	31.367	35.036	39.418	44.714	51.201	59.267	69.463	82.571	99.684	122.206	151.407	186.525	220.372	238.413	233.579	215.441	195.512	178.796	166.201	157.301	151.463	148.174	147.113
21	3.611	5.254	8.371	15.537	23.395	25.709	28.402	31.565	35.320	39.832	45.329	52.138	60.735	71.844	86.595	106.823	135.573	177.708	238.743	311.147	343.911	308.506	256.305	215.703	187.771	168.948	156.429	148.463	144.031	142.608
20	3.608	5.249	8.359	15.510	23.365	25.683	28.385	31.566	35.351	39.915	45.504	52.476	61.369	73.034	88.890	111.479	145.781	202.781	309.940	525.477	646.223	433.867	300.191	231.837	193.083	169.358	154.355	145.061	139.960	138.332
19	3.603	5.239	8.335	15.439	23.230	25.528	28.207	31.360	35.114	39.644	45.197	52.136	61.014	72.717	88.752	111.917	148.042	211.606	351.181	892.990	2186.650	530.945	316.726	233.823	190.898	165.628	149.953	140.339	135.090	133.418
18	3.596	5.224	8.300	15.327	22.992	25.246	27.869	30.950	34.612	39.019	44.405	51.110	59.645	70.818	85.973	107.518	140.170	194.324	295.942	499.805	612.139	409.234	281.921	216.795	179.817	157.137	142.767	133.850	128.950	127.384
17	3.587	5.205	8.253	15.174	22.656	24.843	27.380	30.350	33.862	38.067	43.170	49.465	57.378	67.557	81.010	99.370	125.333	163.174	217.604	281.347	308.340	274.135	225.658	188.158	162.325	144.842	133.149	125.665	121.483	120.136
16	3.576	5.182	8.196	14.982	22.230	24.330	26.756	29.580	32.898	36.838	41.570	47.328	54.438	63.356	74.729	89.447	108.622	133.182	162.209	189.270	202.025	195.097	177.240	158.356	142.585	130.598	121.995	116.249	112.960	111.889
15	3.563	5.155	8.128	14.755	21.725	23.723	26.017	28.669	31.761	35.394	39.702	44.858	51.088	58.682	67.995	79.415	93.225	109.237	126.075	140.507	148.418	148.050	141.557	132.568	123.690	116.143	110.313	106.232	103.829	103.036
14	3.548	5.123	8.050	14.496	21.154	23.037	25.186	27.651	30.496	33.802	37.665	42.207	47.571	53.922	61.424	70.192	80.182	91.000	101.671	110.619	116.204	117.694	115.721	111.707	107.022	102.589	98.907	96.203	94.564	94.016
13	3.531	5.088	7.962	14.209	20.529	22.291	24.286	26.556	29.149	32.125	35.551	39.506	44.074	49.336	55.349	62.104	69.467	77.092	84.372	90.502	94.731	96.708	96.635	95.115	92.853	90.438	88.273	86.603	85.559	85.205
12	3.512	5.049	7.866	13.899	19.865	21.501	23.341	25.415	27.760	30.417	33.432	36.851	40.720	45.069	49.900	55.162	60.716	66.309	71.568	76.060	79.402	81.405	82.136	81.870	80.975	79.807	78.649	77.701	77.088	76.876
11	3.491	5.006	7.763	13.568	19.172	20.685	22.371	24.255	26.363	28.723	31.362	34.308	37.578	41.179	45.087	49.244	53.534	57.779	61.750	65.197	67.911	69.782	70.827	71.180	71.038	70.614	70.095	69.626	69.306	69.193
10	3.469	4.960	7.651	13.221	18.464	19.855	21.394	23.098	24.984	27.072	29.377	31.912	34.681	37.675	40.866	44.199	47.584	50.900	54.000	56.734	58.979	60.667	61.799	62.440	62.699	62.703	62.572	62.406	62.277	62.229
9	3.445	4.911	7.534	12.862	17.749	19.024	20.423	21.959	23.644	25.488	27.499	29.682	32.034	34.539	37.170	39.881	42.604	45.254	47.737	49.958	51.840	53.339	54.448	55.202	55.661	55.899	55.994	56.010	56.000	55.993
8	3.420	4.859	7.411	12.496	17.037	18.202	19.471	20.853	22.355	23.982	25.739	27.623	29.628	31.739	33.930	36.163	38.389	40.549	42.577	44.413	46.007	47.326	48.365	49.139	49.681	50.038	50.255	50.376	50.434	50.451
7	3.393	4.805	7.282	12.124	16.334	17.396	18.546	19.787	21.126	22.563	24.099	25.730	27.448	29.239	31.080	32.942	34.787	36.574	38.258	39.796	41.155	42.313	43.261	44.007	44.569	44.974	45.250	45.425	45.520	45.550
6	3.364	4.748	7.150	11.750	15.646	16.613	17.653	18.768	19.961	21.231	22.578	23.995	25.475	27.004	28.564	30.133	31.681	33.178	34.593	35.895	37.062	38.075	38.929	39.624	40.170	40.583	40.880	41.078	41.190	41.227
5	3.335	4.688	7.014	11.377	14.977	15.857	16.797	17.799	18.863	19.988	21.171	22.407	23.688	25.002	26.335	27.667	28.979	30.247	31.448	32.560	33.566	34.453	35.215	35.849	36.362	36.761	37.057	37.259	37.376	37.415
4	3.304	4.627	6.875	11.007	14.329	15.130	15.980	16.881	17.831	18.828	19.871	20.953	22.067	23.203	24.350	25.492	26.613	27.696	28.724	29.680	30.552	31.328	32.004	32.577	33.048	33.421	33.703	33.899	34.014	34.052
3	3.271	4.563	6.735	10.642	13.706	14.434	15.203	16.013	16.863	17.750	18.671	19.622	20.596	21.584	22.576	23.561	24.526	25.458	26.344	27.171	27.929	28.610	29.208	29.721	30.148	30.491	30.753	30.937	31.046	31.082
2	3.238	4.499	6.592	10.283	13.107	13.770	14.467	15.196	15.957	16.748	17.564	18.403	19.257	20.120	20.984	21.839	22.675	23.483	24.250	24.969	25.631	26.228	26.757	27.214	27.598	27.910	28.149	28.319	28.420	28.453
1	3.204	4.432	6.449	9.931	12.535	13.138	13.769	14.427	15.110	15.816	16.542	17.284	18.037	18.795	19.550	20.297	21.025	21.728	22.397	23.025	23.604	24.129	24.597	25.003	25.347	25.627	25.844	25.998	26.091	26.121
0	3.169	4.365	6.306	9.589	11.988	12.538	13.110	13.704	14.319	14.951	15.598	16.257	16.922	17.590	18.254	18.909	19.547	20.162	20.748	21.298	21.806	22.269	22.683	23.043	23.350	23.601	23.796	23.936	24.019	24.047

XY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	40	50	60
60	8.935	8.916	8.884	8.841	8.785	8.718	8.641	8.553	8.456	8.350	8.236	8.116	7.988	7.855	7.717	7.575	7.430	7.282	7.132	6.981	6.829	6.676	6.523	6.371	6.220	5.491	4.227	3.260	2.546
50	16.808	16.737	16.620	16.461	16.260	16.023	15.753	15.454	15.131	14.787	14.426	14.053	13.671	13.282	12.891	12.499	12.108	11.720	11.338	10.961	10.593	10.232	9.880	9.538	9.206	7.701	5.433	3.934	2.939
40	44.826	44.171	43.141	41.810	40.263	38.579	36.823	35.048	33.290	31.575	29.918	28.328	26.810	25.366	23.996	22.698	21.471	20.312	19.219	18.189	17.219	16.308	15.451	14.646	13.891	10.759	6.803	4.605	3.297
39	51.523	50.604	49.177	47.368	45.310	43.119	40.885	38.673	36.523	34.460	32.495	30.633	28.875	27.217	25.656	24.188	22.808	21.513	20.297	19.158	18.090	17.090	16.155	15.279	14.461	11.101	6.938	4.666	3.328
38	60.037	58.695	56.650	54.122	51.326	48.433	45.562	42.788	40.150	37.665	35.335	33.156	31.120	29.218	27.442	25.783	24.233	22.786	21.436	20.176	19.001	17.905	16.884	15.933	15.047	11.445	7.071	4.725	3.357
37	71.169	69.110	66.057	62.413	58.529	54.654	50.935	47.443	44.203	41.212	38.454	35.909	33.557	31.379	29.361	27.488	25.750	24.135	22.635	21.243	19.951	18.751	17.638	16.605	15.647	11.792	7.201	4.782	3.386
36	86.250	82.891	78.109	72.672	67.160	61.909	57.068	52.673	48.703	45.116	41.863	38.902	36.193	33.707	31.419	29.309	27.360	25.560	23.897	22.360	20.939	19.627	18.414	17.294	16.259	12.138	7.328	4.837	3.413
35	107.656	101.730	93.800	85.401	77.439	70.281	63.987	58.483	53.652	49.381	45.571	42.143	39.038	36.209	33.621	31.248	29.068	27.063	25.220	23.524	21.965	20.530	19.211	17.998	16.881	12.483	7.451	4.889	3.439
34	140.031	128.437	114.423	101.049	89.454	79.741	71.644	64.836	59.030	54.001	49.579	45.642	42.101	38.895	35.976	33.312	30.875	28.645	26.604	24.735	23.025	21.459	20.025	18.712	17.509	12.823	7.568	4.939	3.463
33	193.549	167.547	141.209	119.645	102.959	90.054	79.876	71.639	64.793	58.962	53.891	49.408	45.397	41.777	38.494	35.507	32.787	30.308	28.049	25.991	24.116	22.408	20.852	19.434	18.140	13.156	7.681	4.986	3.485
32	293.536	224.483	173.690	140.015	117.087	100.697	88.398	78.750	70.883	64.254	58.520	53.465	48.946	44.874	41.188	37.843	34.806	32.051	29.552	27.287	25.234	23.374	21.688	20.158	18.769	13.481	7.787	5.029	3.506
31	496.428	293.824	205.736	158.911	130.242	110.893	96.841	86.013	77.254	69.886	63.500	57.850	52.786	48.215	44.077	40.329	36.939	33.875	31.111	28.619	26.373	24.350	22.525	20.879	19.391	13.793	7.887	5.070	3.525
30	638.911	329.549	224.119	171.742	140.586	119.856	104.884	93.331	83.920	75.919	68.906	62.636	56.973	51.840	47.187	42.981	39.189	35.779	32.720	29.980	27.525	25.327	23.357	21.589	19.999	14.090	7.979	5.106	3.543
29	436.856	299.525	221.487	176.032	147.126	127.193	112.423	100.751	91.002	82.503	74.880	67.941	61.597	55.808	50.554	45.814	41.559	37.758	34.371	31.358	28.679	26.296	24.174	22.280	20.587	14.369	8.062	5.139	3.558
28	302.268	250.844	206.192	173.680	150.404	133.167	119.705	108.551	98.796	89.917	81.662	73.950	66.784	60.199	54.218	48.842	44.050	39.803	36.051	32.741	29.821	27.244	24.964	22.943	21.146	14.626	8.137	5.168	3.572
27	234.594	212.985	189.270	168.658	152.030	138.615	127.342	117.291	107.832	98.636	89.637	80.940	72.713	65.110	58.221	52.076	46.652	41.895	37.737	34.106	30.933	28.154	25.714	23.565	21.666	14.858	8.203	5.194	3.584
26	197.317	187.689	175.730	164.069	153.737	144.662	136.264	127.872	118.981	109.427	99.400	89.314	79.618	70.652	62.600	55.508	49.338	44.002	39.399	35.427	31.990	29.007	26.409	24.135	22.137	15.061	8.258	5.215	3.593
25	175.333	171.492	166.503	161.454	156.828	152.461	147.696	141.663	133.658	123.543	111.880	99.647	87.787	76.931	67.358	59.100	52.057	46.075	40.994	36.666	32.964	29.781	27.030	24.639	22.549	15.232	8.303	5.231	3.601
24	161.934	161.415	161.050	161.235	162.056	163.079	163.220	160.830	154.305	143.155	128.580	112.743	97.534	83.994	72.433	62.758	54.719	48.038	42.462	37.780	33.822	30.450	27.559	25.061	22.891	15.367	8.337	5.244	3.607
23	153.612	155.301	158.383	163.118	169.591	177.369	184.935	189.103	185.645	172.406	152.019	129.649	109.076	91.730	77.635	66.307	57.186	49.788	43.730	38.716	34.525	30.987	27.975	25.389	23.152	15.464	8.360	5.252	3.610
22	148.174	151.463	157.301	166.201	178.796	195.512	215.441	233.579	238.413	220.372	186.525	151.407	122.206	99.684	82.571	69.463	59.267	51.201	44.714	39.418	35.036	31.367	28.262	25.608	23.322	15.522	8.372	5.255	3.611
21	144.031	148.463	156.429	168.948	187.771	215.703	256.305	308.506	343.911	311.147	238.743	177.708	135.573	106.823	86.595	71.844	60.735	52.138	45.329	39.832	35.320	31.565	28.402	25.709	23.395	15.537	8.371	5.254	3.611
20	139.960	145.061	154.355	169.358	193.083	231.837	300.191	433.867	646.223	525.477	309.940	202.781	145.781	111.479	88.890	73.034	61.369	52.476	45.504	39.915	35.351	31.566	28.385	25.683	23.365	15.510	8.359	5.249	3.608
19	135.090	140.339	149.953	165.628	190.898	233.823	316.726	530.945	2186.650	892.990	351.181	211.606	148.042	111.917	88.752	72.717	61.014	52.136	45.197	39.644	35.114	31.360	28.207	25.528	23.230	15.439	8.335	5.239	3.603
18	128.950	133.850	142.767	157.137	179.817	216.795	281.921	409.234	612.139	499.805	295.942	194.324	140.170	107.518	85.973	70.818	59.645	51.110	44.405	39.019	34.612	30.950	27.869	25.246	22.992	15.327	8.300	5.224	3.596
17	121.483	125.665	133.149	144.842	162.325	188.158	225.658	274.135	308.340	281.347	217.604	163.174	125.333	99.370	81.010	67.557	57.378	49.465	43.170	38.067	33.862	30.350	27.380	24.843	22.656	15.174	8.253	5.205	3.587
16	112.960	116.249	121.995	130.598	142.585	158.356	177.240	195.097	202.025	189.270	162.209	133.182	108.622	89.447	74.729	63.356	54.438	47.328	41.570	36.838	32.898	29.580	26.756	24.330	22.230	14.982	8.196	5.182	3.576
15	103.829	106.232	110.313	116.143	123.690	132.568	141.557	148.050	148.418	140.507	126.075	109.237	93.225	79.415	67.995	58.682	51.088	44.858	39.702	35.394	31.761	28.669	26.017	23.723	21.725	14.755	8.128	5.155	3.563
14	94.564	96.203	98.907	102.589	107.022	111.707	115.721	117.694	116.204	110.619	101.671	91.000	80.182	70.192	61.424	53.922	47.571	42.207	37.665	33.802	30.496	27.651	25.186	23.037	21.154	14.496	8.050	5.123	3.548
13	85.559	86.603	88.273	90.438	92.853	95.115	96.635	96.708	94.731	90.502	84.372	77.092	69.467	62.104	55.349	49.336	44.074	39.506	35.551	32.125	29.149	26.556	24.286	22.291	20.529	14.209	7.962	5.088	3.531
12	77.088	77.701	78.649	79.807	80.975	81.870	82.136	81.405	79.402	76.060	71.568	66.309	60.716	55.162	49.900	45.069	40.720	36.851	33.432	30.417	27.760	25.415	23.341	21.501	19.865	13.899	7.866	5.049	3.512
11	69.306	69.626	70.095	70.614	71.038	71.180	70.827	69.782	67.911	65.197	61.750	57.779	53.534	49.244	45.087	41.179	37.578	34.308	31.362	28.723	26.363	24.255	22.371	20.685	19.172	13.568	7.763	5.006	3.491
10	62.277	62.406	62.572	62.703	62.699	62.440	61.799	60.667	58.979	56.734	54.000	50.900	47.584	44.199	40.866	37.675	34.681	31.912	29.377	27.072	24.984	23.098	21.394	19.855	18.464	13.221	7.651	4.960	3.469
9	56.000	56.010	55.994	55.899	55.661	55.202	54.448	53.339	51.840	49.958	47.737	45.254	42.604	39.881	37.170	34.539	32.034	29.682	27.499	25.488	23.644	21.959	20.423	19.024	17.749	12.862	7.534	4.911	3.445
8	50.434	50.376	50.255	50.038	49.681	49.139	48.365	47.326	46.007	44.413	42.577	40.549	38.389	36.163	33.930	31.739	29.628	27.623	25.739	23.982	22.355	20.853	19.471	18.202	17.037	12.496	7.411	4.859	3.420
7	45.520	45.425	45.250	44.974	44.569	44.007	43.261	42.313	41.155	39.796	38.258	36.574	34.787	32.942	31.080	29.239	27.448	25.730	24.099	22.563	21.126	19.787	18.546	17.396	16.334	12.124	7.282	4.805	3.393
6	41.190	41.078	40.880	40.583	40.170	39.624	38.929	38.075	37.062	35.895	34.593	33.178	31.681	30.133	28.564	27.004	25.475	23.995	22.578	21.231	19.961	18.768	17.653	16.613	15.646	11.750	7.150	4.748	3.364
5	37.376	37.259	37.057	36.761	36.362	35.849	35.215	34.453	33.566	32.560	31.448	30.247	28.979	27.667	26.335	25.002	23.688	22.407	21.171	19.988	18.863	17.799	16.797	15.857	14.977	11.377	7.014	4.688	3.335
4	34.014	33.899	33.703	33.421	33.048	32.577	32.004	31.328	30.552	29.680	28.724	27.696	26.613	25.492	24.350	23.203	22.067	20.953	19.871	18.828	17.831	16.881	15.980	15.130	14.329	11.007	6.875	4.627	3.304
3	31.046	30.937	30.753	30.491	30.148	29.721	29.208	28.610	27.929	27.171	26.344	25.458	24.526	23.561	22.576	21.584	20.596	19.622	18.671	17.750	16.863	16.013	15.203	14.434	13.706	10.642	6.735	4.563	3.271
2	28.420	28.319	28.149	27.910	27.598	27.214	26.757	26.228	25.631	24.969	24.250	23.483	22.675	21.839	20.984	20.120	19.257	18.403	17.564	16.748	15.957	15.196	14.467	13.770	13.107	10.283	6.592	4.499	3.238
1	26.091	25.998	25.844	25.627	25.347	25.003	24.597	24.129	23.604	23.025	22.397	21.728	21.025	20.297	19.550	18.795	18.037	17.284	16.542	15.816	15.110	14.427	13.769	13.138	12.535	9.931	6.449	4.432	3.204
0	24.019	23.936	23.796	23.601	23.350	23.043	22.683	22.269	21.806	21.298	20.748	20.162	19.547	18.909	18.254	17.590	16.922	16.257	15.598	14.951	14.319	13.704	13.110	12.538	11.988	9.589	6.306	4.365	3.169

备注：X 为与杆塔中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

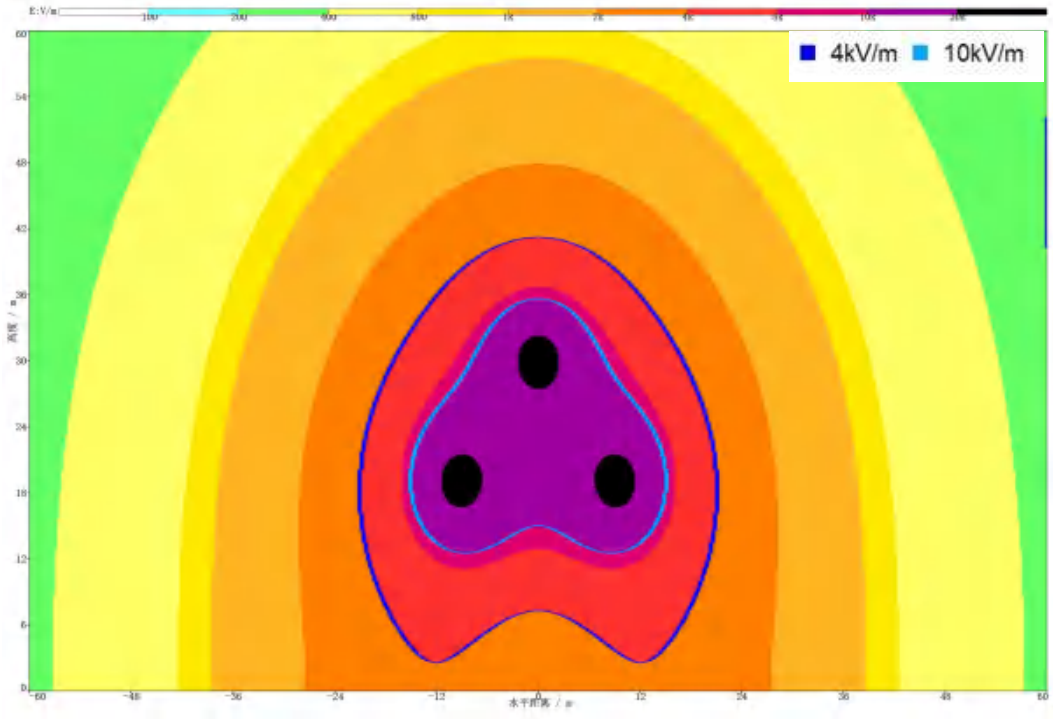


图 6.1-35 500kV 单回架空线路导线对地高度 19m 工频电场强度空间分布图

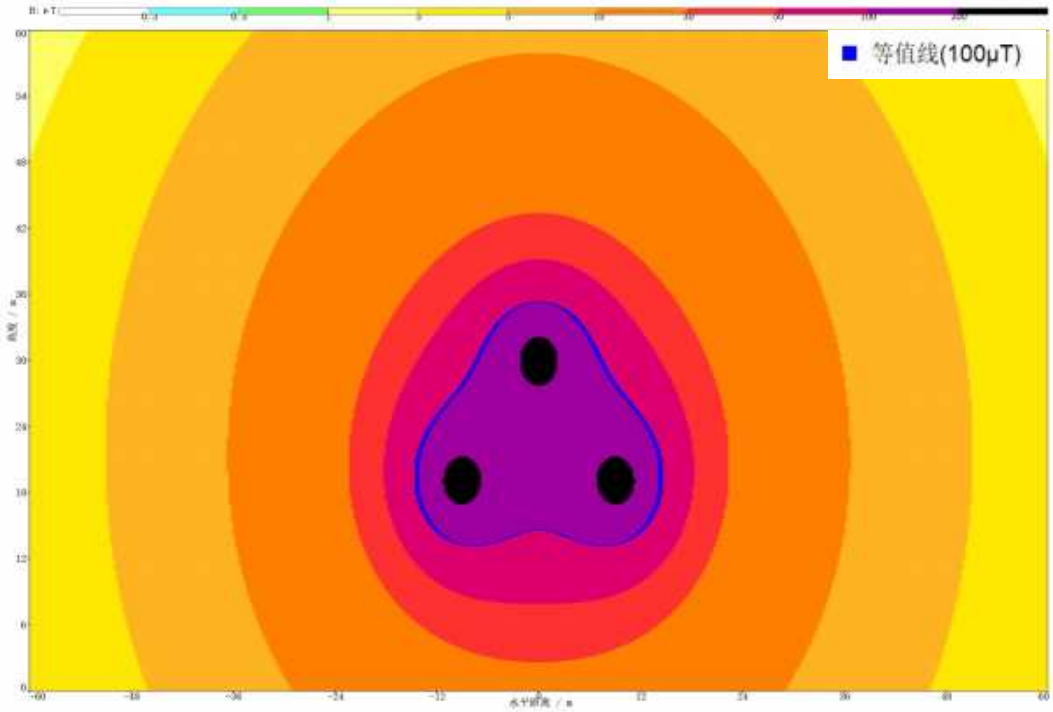


图 6.1-36 500kV 单回架空线路导线对地高度 19m 工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-40~6.1-41 及图 6.1-35~6.1-36 可见，本项目 500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线对地高度 19m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m（22m-9.3m=12.7m，向上取整 13m）以上的距离，

或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 17m（19m-2m=17m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-40~6.1-41 及图 6.1-35~6.1-36 可见，本项目 500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线对地高度 19m 时，在不考虑风偏情况下，导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（15m-9.3m=5.7m，向上取整 6m）以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（19m-13m=6m）以上的距离（满足二者条件之一即可），工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线对地高度 19m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 17m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑦500kV 单回架空线路及 220kV 同塔双回架空线路并行段预测结果

500kV 单回架空线路及 220kV 同塔双回架空线路并行段计算结果见表 6.1-36。

表 6.1-42　500kV 单回架空线路及 220kV 同塔双回架空线路并行段工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-80	432.7	3.553
-79.3（500kV 边导线外 50m）	443.7	3.625
-79	447.5	3.650
-78	463.1	3.750
-77	479.5	3.855
-76	496.9	3.963
-75	515.2	4.076
-74	534.5	4.194
-73	555.0	4.316
-72	576.6	4.444
-71	599.6	4.577
-70	623.8	4.715

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-69	649.5	4.859
-68	676.6	5.010
-67	705.4	5.167
-66	735.9	5.330
-65	768.2	5.501
-64	802.5	5.679
-63	838.7	5.865
-62	877.1	6.059
-61	917.7	6.262
-60	960.6	6.473
-59	1006.0	6.694
-58	1053.9	6.924
-57	1104.4	7.164
-56	1157.5	7.415
-55	1213.4	7.677
-54	1271.9	7.949
-53	1333.1	8.233
-52	1396.9	8.528
-51	1463.3	8.836
-50	1531.9	9.155
-49	1602.7	9.486
-48	1675.2	9.830
-47	1749.0	10.185
-46	1823.6	10.552
-45	1898.4	10.929
-44	1972.6	11.318
-43	2045.4	11.715
-42	2115.6	12.122
-41	2182.3	12.535
-40	2244.0	12.955
-39	2299.6	13.378
-38	2347.5	13.803
-37	2386.3	14.227
-36	2414.7	14.648
-35（500kV 边导线外 5.7m）	2431.3	15.064
-34（500kV 边导线外 4.7m）	2434.9	15.470
-33（500kV 边导线外 3.7m）	2424.7	15.865

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-32（500kV 边导线外 2.7m）	2400.1	16.246
-31（500kV 边导线外 1.7m）	2360.9	16.609
-30（500kV 边导线外 0.7m）	2307.4	16.951
-29（500kV 边导线内）	2240.7	17.270
-28（500kV 边导线内）	2162.3	17.562
-27（500kV 边导线内）	2074.6	17.827
-26.1（500kV 边导线内、220kV 边导线外 40m）	1990.5	18.039
-26（500kV 边导线内）	1981.0	18.061
-25（500kV 边导线内）	1885.6	18.263
-24（500kV 边导线内）	1793.6	18.431
-23（500kV 边导线内）	1710.7	18.564
-22（500kV 边导线内）	1643.2	18.661
-21（500kV 边导线内）	1596.7	18.721
-20（500kV 边导线内）	1575.7	18.743
-19（500kV 边导线内）	1582.2	18.728
-18（500kV 边导线内）	1615.3	18.675
-17（500kV 边导线内）	1671.5	18.585
-16（500kV 边导线内）	1745.5	18.458
-15（500kV 边导线内）	1831.2	18.298
-14（500kV 边导线内）	1922.8	18.104
-13（500kV 边导线内）	2015.1	17.881
-12（500kV 边导线内）	2103.8	17.632
-11（500kV 边导线内）	2185.8	17.361
-10（500kV 边导线外 0.7m）	2258.5	17.072
-9（500kV 边导线外 1.7m）	2320.6	16.772
-8（500kV 边导线外 2.7m）	2371.4	16.468
-7（500kV 边导线外 3.7m）	2410.8	16.167
-6（500kV 边导线外 4.7m）	2439.5	15.877
-5（500kV 边导线外 5.7m）	2458.4	15.606
-4	2469.1	15.362
-3	2473.3	15.155
-2	2473.0	14.993
-1	2470.0	14.883
0（并行线路中心）	2466.7	14.831
1	2464.7	14.842
2	2466.1	14.918
3	2472.3	15.059

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
4	2484.4	15.263
5	2503.3	15.525
6	2529.2	15.837
7	2561.9	16.190
8	2600.4	16.572
9	2643.5	16.969
10	2689.1	17.370
11	2735.3	17.762
12	2779.5	18.131
13	2819.3	18.469
14（220kV 边导线内）	2852.5	18.767
15（220kV 边导线内）	2877.3	19.022
16（220kV 边导线内）	2892.0	19.231
17（220kV 边导线内）	2895.6	19.394
18（220kV 边导线内）	2887.2	19.514
19（220kV 边导线内）	2866.6	19.593
20（220kV 边导线内）	2833.2	19.632
21（220kV 边导线内）	2786.7	19.634
22（220kV 边导线内）	2726.9	19.596
23（220kV 边导线内）	2653.6	19.518
24（220kV 边导线内）	2566.7	19.394
25（220kV 边导线内）	2466.5	19.221
26（220kV 边导线内）	2353.9	18.997
27	2230.0	18.719
28	2096.7	18.388
29	1956.2	18.007
30	1810.8	17.581
31	1663.3	17.114
32	1516.1	16.616
33	1371.4	16.093
34	1231.2	15.553
35	1097.2	15.003
36	970.4	14.450
37	851.7	13.900
38	741.6	13.356
39	640.2	12.824
39.3（500kV 边导线外 50m）	616.3	12.693

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
40	547.7	12.305
41	463.9	11.803
42	388.5	11.318
43	321.3	10.852
44	262.2	10.406
45	211.0	9.978
46	168.0	9.570
47	134.2	9.181
48	110.9	8.811
49	99.5	8.459
50	99.1	8.124
51	106.6	7.806
52	118.1	7.503
53	131.0	7.216
54	143.8	6.943
55	155.8	6.684
56	166.7	6.438
57	176.5	6.204
58	185.0	5.982
59	192.3	5.771
60	198.5	5.570
61	203.8	5.379
62	208.1	5.196
63	211.6	5.023
64	214.4	4.858
65	216.5	4.700
66	218.0	4.550
66.1（220kV 边导线外 40m）	218.1	4.536
67	219.0	4.407
68	219.5	4.270
69	219.5	4.139
70	219.3	4.014
71	218.6	3.895
72	217.8	3.781
73	216.6	3.671
74	215.3	3.566
75	213.7	3.466

下相导线对地高度	500kV 单回线路线高 25m、220kV 同塔双回线路线高 17m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
76	212.0	3.370
77	210.1	3.277
78	208.2	3.189
79	206.1	3.104
80	203.9	3.022
最大值	**2895.6**	**19.634**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

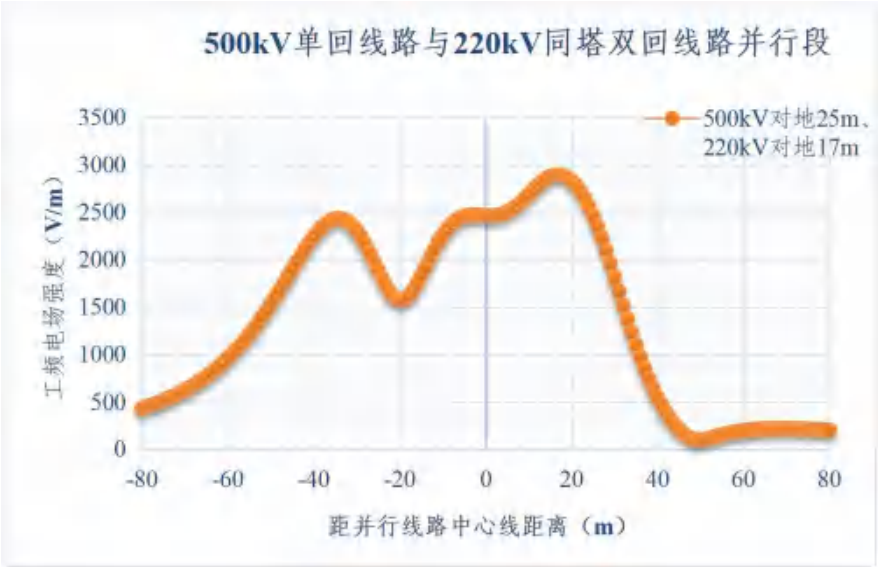


图 6.1-37　500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

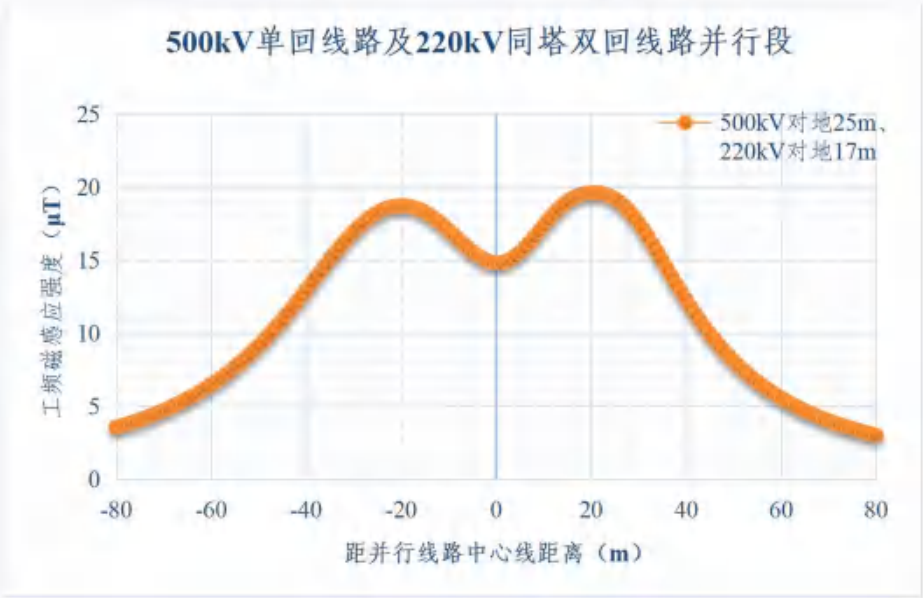


图6.1-38 500kV 单回架空线路与220kV 同塔双回架空线路并行段地面1.5m 产生工频磁感应强度变化趋势

经预测，500kV 单回架空线路与220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度25m，220kV 线路采用220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度17m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为2895.6V/m（220kV 边导线内），叠加附近现状背景监测值后（2895.6+0.402=2896.002）V/m；工频磁感应强度最大预测值为19.634μT（220kV 边导线内），叠加附近现状背景监测值后（19.634+0.0147=19.6487）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，500kV 单回架空线路与220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度25m，220kV 线路采用220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度17m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-43~6.1-44、图6.1-39~6.1-40。

表 6.1-43 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-80	-70	-60	-50	-45	-44	-43	-42	-41	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5
50	335.0	451.4	640.4	960.8	1198.5	1253.9	1312.1	1373.2	1437.1	1504.0	1573.8	1646.5	1721.8	1799.8	1880.0	1962.2	2045.8	2130.3	2214.9	2298.6	2380.3	2458.3	2531.2	2597.1	2653.8	2699.2	2731.5	2748.8	2749.9	2734.0	2701.2	2652.3	2588.6	2512.1	2424.8	2329.2	2227.4	2121.7	2013.7	1905.0	1797.0	1690.5	1586.4	1485.3	1387.6
49	339.0	458.7	655.3	994.6	1251.0	1311.3	1374.9	1442.0	1512.5	1586.6	1664.2	1745.5	1830.2	1918.4	2009.7	2103.9	2200.6	2299.1	2398.6	2498.2	2596.3	2691.5	2781.5	2864.1	2936.6	2996.0	3039.7	3065.1	3070.4	3054.3	3017.0	2959.4	2883.5	2792.0	2687.8	2574.2	2454.2	2330.3	2204.9	2079.7	1956.2	1835.4	1718.0	1604.7	1495.8
48	342.9	466.1	670.3	1029.2	1305.7	1371.4	1440.9	1514.5	1592.2	1674.2	1760.6	1851.4	1946.7	2046.5	2150.5	2258.6	2370.5	2485.4	2602.8	2721.5	2840.1	2956.5	3068.5	3173.0	3266.4	3345.0	3404.6	3441.7	3453.3	3437.6	3394.6	3325.7	3233.7	3122.6	2996.6	2860.1	2717.0	2570.9	2424.3	2279.4	2137.7	2000.3	1867.9	1740.9	1619.6
47	346.9	473.3	685.4	1064.8	1362.7	1434.1	1510.1	1590.8	1676.4	1767.1	1863.2	1964.7	2071.9	2184.7	2303.2	2427.3	2556.7	2691.1	2829.8	2971.6	3115.3	3258.6	3398.7	3532.0	3653.8	3758.7	3841.1	3895.2	3916.5	3902.3	3851.9	3767.7	3654.0	3516.4	3361.5	3195.1	3022.8	2848.8	2676.4	2507.9	2344.9	2188.4	2038.8	1896.5	1761.5
46	350.8	480.6	700.6	1101.2	1421.9	1499.6	1582.5	1670.9	1765.2	1865.5	1972.3	2085.8	2206.2	2333.8	2468.7	2611.1	2760.8	2917.9	3081.8	3251.7	3426.2	3603.4	3779.9	3951.4	4111.9	4254.0	4369.2	4448.9	4485.5	4474.2	4414.0	4308.4	4164.0	3990.0	3795.7	3589.8	3379.7	3170.6	2966.4	2769.5	2581.4	2402.7	2233.6	2074.1	1923.9
45	354.6	487.7	715.8	1138.5	1483.3	1567.7	1658.2	1755.0	1858.7	1969.6	2088.2	2214.9	2350.1	2494.2	2647.7	2810.9	2984.1	3167.6	3361.2	3564.8	3777.3	3997.0	4220.6	4443.2	4657.2	4852.6	5016.6	5135.6	5196.7	5191.3	5117.4	4980.3	4791.3	4564.9	4315.9	4056.7	3797.0	3543.4	3299.9	3068.8	2851.0	2646.6	2455.3	2276.5	2109.5
44	358.4	494.8	730.9	1176.4	1546.9	1638.6	1737.1	1843.1	1957.0	2079.5	2211.1	2352.4	2504.0	2666.7	2841.0	3027.8	3227.8	3441.7	3670.3	3914.0	4172.9	4445.8	4730.4	5021.5	5310.4	5583.5	5822.1	6003.5	6105.4	6111.4	6016.8	5830.9	5573.8	5270.0	4942.8	4610.3	4285.1	3974.6	3682.6	3410.3	3157.6	2923.6	2707.0	2506.6	2320.9
43	362.1	501.8	746.0	1214.9	1612.6	1711.9	1819.2	1935.1	2060.2	2195.3	2341.2	2498.6	2668.4	2851.7	3049.4	3262.7	3493.1	3741.9	4011.0	4302.0	4616.6	4955.6	5318.5	5701.7	6096.1	6484.8	6840.5	7125.6	7298.7	7326.6	7198.7	6932.4	6566.0	6143.1	5701.4	5266.9	4854.7	4471.8	4119.9	3798.4	3504.9	3236.8	2991.7	2766.9	2560.6
42	365.7	508.7	761.0	1253.9	1680.2	1787.8	1904.5	2031.0	2168.2	2317.1	2478.6	2653.8	2843.8	3049.9	3273.6	3516.6	3781.0	4069.3	4384.6	4730.5	5111.0	5530.7	5992.9	6498.4	7041.6	7604.7	8150.2	8615.9	8921.0	8993.4	8806.6	8397.5	7845.3	7232.4	6620.0	6042.8	5515.4	5041.0	4616.5	4236.8	3896.2	3589.4	3312.0	3060.2	2830.9
41	369.2	515.4	775.9	1293.2	1749.5	1865.9	1992.7	2130.7	2281.1	2445.0	2623.6	2818.3	3030.5	3262.0	3514.5	3790.5	4092.8	4425.1	4792.1	5200.1	5656.9	6172.1	6756.9	7421.8	8172.5	8999.9	9861.8	10659.4	11230.4	11400.7	11096.8	10409.2	9521.1	8595.1	7725.6	6950.0	6272.9	5685.6	5174.9	4728.1	4334.0	3983.8	3670.5	3388.6	3133.8
40	372.7	522.1	790.6	1332.7	1820.4	1946.2	2083.7	2234.1	2398.7	2579.0	2776.4	2992.5	3229.2	3488.6	3773.0	4085.4	4429.5	4810.1	5234.0	5710.4	6252.0	6876.2	7605.7	8469.7	9500.3	10722.0	12118.9	13564.3	14730.6	15145.8	14569.4	13272.3	11736.6	10284.2	9032.5	7989.4	7125.3	6404.3	5795.2	5273.4	4820.4	4422.4	4069.4	3754.1	3471.0
39	376.1	528.6	805.0	1372.3	1892.6	2028.3	2177.2	2340.9	2520.9	2719.0	2936.9	3176.7	3440.5	3730.9	4050.5	4403.0	4792.7	5225.8	5710.7	6259.9	6891.7	7632.7	8522.2	9617.4	10999.8	12777.7	15061.0	17828.5	20524.7	21693.9	20320.3	17480.4	14632.4	12310.7	10519.8	9140.1	8058.1	7189.1	6474.0	5872.4	5356.4	4906.8	4510.5	4158.4	3843.8
38	379.4	534.9	819.1	1411.6	1965.8	2111.8	2273.0	2450.9	2647.5	2864.9	3105.3	3371.2	3665.1	3989.8	4348.7	4745.5	5185.1	5674.4	6223.4	6847.2	7569.2	8425.8	9474.6	10807.8	12577.4	15042.1	18645.2	24053.9	31361.2	35845.4	31080.4	23633.1	18173.1	14557.8	12100.2	10349.0	9042.1	8025.4	7205.6	6524.0	5943.3	5439.3	4996.1	4603.2	4253.2
37	382.7	541.0	832.9	1450.5	2039.4	2196.4	2370.4	2563.5	2778.0	3016.5	3281.6	3576.4	3903.8	4267.2	4670.0	5116.2	5610.8	6160.5	6775.8	7473.1	8279.0	9237.5	10421.2	11953.8	14056.8	17160.6	22210.2	31677.7	53390.6	87679.2	52965.8	31187.9	21717.6	16682.8	13603.4	11531.9	10036.7	8895.5	7983.8	7228.1	6583.7	6023.0	5528.9	5090.2	4699.8
36	385.8	547.0	846.3	1488.7	2113.1	2281.5	2469.0	2678.2	2911.9	3173.2	3465.5	3792.4	4157.6	4564.7	5017.6	5520.0	6076.2	6691.9	7375.9	8143.6	9021.5	10055.4	11324.3	12965.7	15231.1	18623.3	24305.1	35706.6	69088.9	294104.0	68607.7	35226.4	23841.5	18184.8	14825.0	12598.7	11002.8	9785.0	8807.1	7989.0	7283.9	6664.0	6113.3	5622.2	5184.5
35	388.8	552.8	859.2	1525.9	2186.1	2366.2	2567.8	2794.0	3048.2	3334.4	3656.6	4019.4	4427.3	4884.8	5395.8	5963.7	6591.3	7281.5	8039.1	8874.5	9808.8	10882.7	12169.0	13794.6	15982.4	19143.4	24095.0	32566.0	47422.0	60496.8	47137.9	32192.4	23708.6	18772.6	15642.5	13496.7	11922.0	10694.1	9684.8	8819.7	8056.5	7372.7	6756.7	6202.8	5708.0
34	391.7	558.3	871.6	1561.9	2257.7	2449.8	2665.9	2909.9	3185.9	3498.7	3853.7	4256.7	4713.5	5229.6	5809.7	6456.5	7170.6	7949.9	8791.6	9695.7	10671.7	11747.2	12978.3	14463.4	16360.4	18912.5	22462.5	27316.4	32873.6	35727.7	32708.0	27055.5	22168.3	18621.9	16096.2	14241.9	12812.1	11646.3	10644.3	9747.2	8925.2	8166.8	7470.3	6837.8	6271.3
33	394.5	563.6	883.5	1596.3	2327.1	2531.1	2762.0	3024.3	3323.0	3664.4	4055.1	4502.9	5015.6	5600.9	6264.8	7010.1	7834.3	8727.9	9675.4	10658.7	11667.1	12707.8	13815.8	15058.9	16535.0	18357.8	20606.7	23179.2	25501.8	26464.0	25396.8	23000.8	20394.5	18144.8	16346.5	14914.6	13731.8	12697.0	11739.5	10820.6	9929.5	9074.4	8271.1	7534.8	6875.2
32	397.2	568.8	894.8	1628.8	2393.2	2609.0	2854.6	3135.3	3457.4	3828.6	4257.8	4755.1	5331.8	5998.9	6766.0	7637.7	8609.0	9660.5	10755.9	11847.0	12888.9	13860.8	14780.2	15700.4	16692.8	17817.8	19080.3	20365.2	21385.2	21763.0	21316.2	20244.5	18934.1	17673.3	16574.4	15629.8	14776.6	13940.0	13062.7	12122.1	11133.7	10138.4	9182.6	8302.4	7518.9
31	399.8	573.6	905.4	1658.9	2454.9	2682.0	2941.8	3240.6	3586.1	3987.9	4457.4	5008.4	5656.9	6420.3	7315.1	8352.2	9527.9	10811.9	12136.0	13397.5	14490.6	15354.1	16002.7	16512.0	16975.6	17463.1	17991.7	18508.8	18898.1	19030.9	18853.0	18429.9	17897.7	17376.4	16919.4	16509.5	16076.0	15522.6	14768.0	13789.8	12640.8	11422.0	10234.7	9148.6	8197.4
30	402.3	578.3	915.4	1686.5	2511.0	2748.5	3021.5	3337.5	3705.5	4137.3	4647.6	5254.9	5981.9	6855.8	7906.6	9160.8	10627.7	12272.7	13981.6	15548.3	16738.0	17421.4	17653.2	17608.3	17465.7	17343.1	17288.2	17293.8	17320.3	17325.2	17292.6	17246.5	17235.8	17304.7	17463.7	17667.8	17800.5	17680.7	17125.1	16065.9	14619.6	13015.0	11460.1	10073.9	8897.0
29	404.7	582.6	924.6	1711.2	2560.4	2807.0	3091.7	3423.0	3811.5	4271.3	4820.6	5483.6	6291.9	7287.0	8520.9	10053.4	11935.3	14161.3	16572.0	18753.6	20145.0	20465.8	19956.6	19080.1	18183.0	17430.0	16869.0	16493.4	16279.2	16205.0	16264.7	16470.6	16849.8	17431.5	18227.5	19195.6	20176.2	20822.3	20657.5	19415.4	17355.1	15034.9	12879.2	11058.8	9587.9
28	407.0	586.8	933.1	1732.7	2601.9	2855.8	3150.1	3494.0	3899.6	4383.3	4966.9	5680.4	6565.9	7682.8	9115.7	10982.2	13431.9	16597.7	20387.5	24008.3	25879.4	25253.1	23190.3	20946.4	19062.0	17632.7	16612.2	15934.3	15546.7	15418.8	15542.1	15930.2	16618.8	17665.6	19144.3	21110.9	23482.0	25723.3	26556.1	24857.6	21337.5	17596.7	14461.0	12042.0	10215.1
27	409.1	590.7	940.8	1750.8	2634.5	2893.6	3194.7	3547.6	3965.7	4467.0	5076.4	5829.5	6778.1	8000.6	9619.7	11834.0	14971.9	19556.0	26168.8	33954.3	37345.5	33319.6	27519.0	23014.7	19904.9	17795.4	16380.3	15471.3	14961.6	14797.5	14964.1	15480.6	16405.1	17850.5	20013.9	23216.6	27879.3	33938.2	38292.5	35098.3	27316.2	20654.8	16037.7	12892.3	10694.1
26	411.2	594.3	947.8	1765.2	2657.4	2919.3	3223.9	3581.6	4006.2	4516.8	5140.4	5915.9	6902.3	8192.2	9940.1	12422.4	16180.5	22406.5	34075.5	57448.7	70210.9	46817.5	32154.1	24639.2	20356.8	17716.7	16033.4	14982.1	14402.0	14217.9	14408.8	14999.2	16068.2	17782.7	20477.1	24856.7	32559.1	47629.1	71840.4	59196.2	35412.2	23526.2	17201.4	13405.6	10923.0
25	413.1	597.6	953.9	1776.0	2670.1	2932.2	3236.8	3594.3	4018.7	4529.1	5152.7	5929.2	6919.2	8219.2	9994.0	12548.7	16519.1	23483.3	38735.1	97826.7	237747.0	57254.6	33853.4	24761.4	20026.4	17218.2	15462.1	14377.0	13781.9	13594.1	13790.2	14396.4	15498.6	17282.7	20138.8	24960.8	34231.2	58115.9	242467.0	100346.0	40012.9	24466.0	17389.9	13378.2	10820.2
24	414.9	600.7	959.3	1783.0	2672.4	2932.0	3233.0	3585.5	4002.7	4502.9	5111.7	5866.4	6822.9	8069.3	9752.3	12134.3	15728.6	21664.6	32755.6	54876.8	66619.1	44111.6	30079.0	22885.4	18779.8	16244.1	14625.0	13613.0	13054.8	12878.0	13062.1	13629.7	14655.3	16295.8	18866.9	23034.1	30345.5	44632.3	67647.7	55969.6	33587.8	22361.1	16365.1	12750.5	10373.3
23	416.7	603.6	963.9	1786.3	2664.7	2919.1	3213.1	3555.7	3959.3	4440.0	5020.5	5732.9	6623.6	7763.0	9260.3	11291.7	14146.7	18279.9	24174.0	30967.1	33596.1	29544.5	24040.2	19807.3	16885.9	14898.2	13559.9	12697.9	12214.1	12059.2	12218.5	12707.9	13578.2	14929.1	16936.8	19891.4	24179.7	29773.3	33937.1	31373.2	24579.2	18668.3	14526.1	11673.0	9654.5
22	418.3	606.2	967.7	1786.1	2647.4	2894.3	3178.2	3507.0	3891.3	4344.9	4886.5	5541.4	6344.6	7345.0	8611.4	10237.1	12336.4	14996.0	18090.7	20888.3	22042.7	21028.0	18859.2	16629.4	14779.7	13372.3	12357.9	11676.9	11285.1	11157.3	11285.4	11677.8	12360.6	13378.5	14792.1	16652.3	18898.6	21091.3	22134.6	21005.2	18223.8	15138.9	12487.4	10397.7	8785.0
21	419.8	608.6	970.8	1782.5	2621.6	2859.0	3130.1	3441.8	3802.7	4223.9	4719.7	5308.6	6014.2	6866.6	7901.8	9157.3	10656.3	12365.7	14119.2	15551.4	16219.5	15961.7	15047.5	13890.9	12779.1	11842.1	11118.8	10610.9	10310.2	10209.3	10305.6	10601.7	11104.9	11823.6	12756.0	13863.1	15015.4	15926.0	16182.0	15514.2	14084.2	12333.7	10627.4	9131.9	7880.6
20	421.2	610.8	973.3	1775.9	2588.2	2814.6	3071.2	3363.5	3698.3	4084.0	4530.9	5051.2	5659.4	6371.3	7201.5	8157.7	9227.8	10359.3	11436.3	12281.4	12721.6	12694.8	12291.0	11681.3	11022.4	10417.4	9920.5	9556.2	9333.8	9256.3	9324.3	9536.9	9890.9	10376.7	10969.2	11614.1	12208.3	12595.6	12606.2	12151.5	11294.2	10207.1	9066.4	7987.1	7021.3
19	422.5	612.7	975.0	1766.4	2548.6	2762.9	3003.7	3275.3	3582.8	3932.2	4330.1	4784.1	5301.7	5889.4	6549.9	7277.7	8052.0	8828.3	9534.7	10081.3	10391.3	10437.5	10256.5	9926.7	9533.7	9146.0	8810.2	8554.1	8392.9	8333.8	8378.9	8525.8	8766.9	9086.5	9456.5	9830.0	10138.2	10296.2	10226.3	9892.9	9323.8	8595.8	7797.9	7001.1	6249.1
18	423.7	614.4	976.2	1754.6	2504.2	2705.7	2930.2	3180.7	3460.8	3774.5	4125.8	4518.5	4955.7	5438.3	5963.3	6520.8	7091.1	7641.5	8128.1	8503.1	8728.7	8792.6	8712.2	8527.9	8287.9	8036.8	7809.2	7629.4	7512.6	7466.9	7494.8	7593.6	7754.7	7962.5	8192.5	8409.7	8569.5	8623.6	8532.2	8278.2	7874.3	7358.0	6776.5	6173.0	5578.8
17	424.8	615.9	976.8	1740.9	2456.3	2644.8	2852.9	3082.5	3336.2	3616.1	3924.3	4262.3	4630.2	5026.1	5444.6	5875.7	6302.9	6703.7	7050.7	7317.2	7483.6	7544.0	7508.5	7399.8	7247.1	7079.4	6921.7	6793.2	6706.9	6670.5	6686.2	6751.5	6858.7	6994.2	7138.8	7267.2	7349.9	7357.9	7268.5	7071.5	6772.7	6391.4	5953.6	5485.9	5009.6
16	425.8	617.3	976.9	1725.5	2406.1	2581.8	2773.8	2983.5	3212.1	3460.9	3730.4	4020.4	4329.6	4654.8	4990.1	5326.5	5651.3	5948.8	6201.9	6394.9	6517.1	6566.1	6548.4	6478.3	6374.4	6256.4	6142.4	6047.1	5981.0	5950.7	5958.1	6001.2	6073.4	6164.0	6257.8	6336.8	6380.9	6371.1	6293.1	6140.0	5913.9	5624.8	5287.7	4919.0	4533.2
15	426.7	618.4	976.6	1708.9	2354.8	2518.1	2694.8	2885.6	3091.2	3311.7	3546.8	3795.5	4055.6	4323.4	4593.4	4858.0	5107.6	5331.4	5518.1	5658.3	5746.2	5781.1	5767.8	5716.0	5638.5	5549.4	5461.7	5387.1	5333.8	5307.4	5309.6	5338.6	5389.1	5452.6	5517.6	5570.4	5596.8	5583.8	5521.0	5403.4	5230.9	5008.9	4745.9	4452.3	4138.0
14	427.6	619.4	975.9	1691.6	2303.6	2455.0	2617.3	2790.7	2975.2	3170.4	3375.5	3588.9	3808.0	4029.2	4247.6	4457.0	4650.1	4819.3	4957.2	5058.0	5118.4	5138.8	5123.1	5078.5	5014.3	4940.9	4868.6	4806.2	4760.9	4736.9	4735.9	4756.5	4794.4	4842.6	4892.2	4932.6	4953.2	4944.2	4898.0	4809.9	4679.3	4508.5	4302.6	4068.3	3812.3
13	428.4	620.3	974.9	1673.9	2253.2	2393.5	2542.4	2699.9	2865.4	3038.4	3217.4	3400.7	3585.7	3768.9	3946.2	4112.4	4262.2	4389.9	4490.7	4560.9	4598.9	4605.5	4584.0	4540.3	4481.6	4416.1	4352.0	4296.6	4255.8	4233.3	4230.7	4246.7	4277.9	4318.4	4361.0	4397.3	4418.8	4417.7	4387.8	4325.1	4228.3	4098.3	3938.1	3751.9	3544.7
12	429.1	621.0	973.7	1656.1	2204.4	2334.4	2471.2	2614.2	2762.9	2916.3	3072.8	3230.6	3387.1	3539.2	3683.4	3815.5	3931.3	4026.8	4098.6	4144.5	4163.7	4157.5	4128.9	4082.6	4024.9	3962.4	3902.0	3850.1	3811.7	3790.2	3786.9	3800.9	3829.3	3867.0	3907.9	3944.9	3971.0	3979.5	3965.4	3924.9	3856.3	3759.8	3637.0	3490.9	3325.0
11	429.7	621.6	972.3	1638.6	2157.9	2278.6	2404.3	2534.4	2668.2	2804.5	2941.6	3077.8	3210.5	3337.1	3454.4	3559.1	3647.9	3717.9	3766.6	3792.7	3796.1	3778.2	3741.8	3691.3	3631.8	3569.3	3509.9	3459.2	3421.8	3400.9	3397.7	3411.5	3439.6	3477.7	3520.0	3560.6	3593.3	3612.2	3612.9	3591.8	3547.2	3478.8	3387.4	3275.0	3144.6
10	430.3	622.1	970.8	1621.7	2114.3	2226.4	2342.2	2460.9	2581.6	2703.1	2823.7	2941.5	3054.4	3159.9	3255.2	3337.7	3404.8	3454.1	3484.0	3493.8	3483.7	3455.3	3411.2	3355.4	3292.7	3228.5	3168.3	3117.4	3080.1	3059.6	3057.0	3071.7	3101.2	3141.4	3187.3	3233.1	3273.3	3302.7	3317.1	3313.3	3289.3	3244.6	3179.8	3096.2	2996.1
9	430.7	622.6	969.2	1605.7	2073.8	2178.3	2285.4	2394.1	2503.4	2612.1	2718.5	2820.9	2917.2	3005.2	3082.5	3146.9	3196.2	3228.7	3243.2	3239.3	3217.7	3179.8	3128.3	3066.9	3000.1	2933.0	2870.9	2818.9	2781.2	2760.8	2759.1	2775.5	2807.5	2851.2	2901.7	2953.7	3001.8	3041.4	3068.3	3079.7	3073.6	3049.2	3006.9	2947.7	2873.7
8	431.2	622.9	967.6	1590.8	2037.0	2134.8	2234.1	2334.1	2433.6	2531.3	2625.7	2715.1	2797.6	2871.1	2933.6	2983.1	3017.9	3036.5	3038.3	3022.9	2991.3	2944.9	2886.4	2819.4	2748.1	2677.5	2612.8	2559.1	2520.6	2500.3	2499.7	2518.2	2553.3	2601.2	2657.1	2715.6	2771.7	2820.8	2859.2	2883.9	2893.2	2886.2	2863.0	2824.6	2772.7
7	431.6	623.2	966.1	1577.1	2003.9	2095.9	2188.6	2281.0	2372.1	2460.6	2545.0	2623.5	2694.5	2756.0	2806.3	2843.6	2866.4	2873.7	2864.8	2839.8	2799.5	2745.6	2680.7	2608.2	2532.3	2457.9	2390.2	2334.3	2294.7	2274.5	2275.1	2296.0	2334.7	2387.2	2448.6	2513.7	2577.5	2635.5	2684.1	2720.5	2743.0	2750.8	2743.8	2722.8	2689.4
6	431.9	623.4	964.7	1565.0	1975.0	2061.9	2148.9	2235.0	2319.1	2399.8	2475.7	2545.3	2606.8	2658.5	2698.8	2726.2	2739.2	2737.2	2719.5	2686.4	2638.7	2578.3	2507.5	2429.7	2349.3	2271.0	2200.1	2141.9	2100.9	2080.7	2082.6	2106.1	2148.5	2205.8	2272.8	2344.2	2415.2	2481.2	2538.8	2585.3	2619.1	2639.2	2645.7	2639.2	2621.2
5	432.1	623.5	963.5	1554.4	1950.2	2033.0	2115.3	2196.1	2274.3	2348.7	2417.8	2480.0	2533.8	2577.6	2609.9	2629.2	2634.4	2624.7	2599.8	2560.0	2506.2	2440.0	2364.0	2281.6	2196.8	2114.7	2040.6	1979.9	1937.5	1917.1	1920.3	1946.4	1992.6	2054.5	2126.9	2204.3	2281.7	2354.8	2420.2	2475.2	2518.3	2548.6	2566.2	2571.6	2566.1
4	432.4	623.6	962.4	1545.6	1929.8	2009.2	2087.7	2164.3	2237.8	2307.1	2370.7	2427.2	2474.9	2512.5	2538.4	2551.4	2550.3	2534.6	2504.0	2458.8	2399.9	2328.9	2248.5	2161.9	2073.2	1987.6	1910.4	1847.3	1803.6	1783.0	1787.3	1815.9	1865.6	1931.9	2009.1	2091.8	2174.8	2253.9	2325.8	2387.8	2438.4	2477.0	2503.3	2518.1	2522.5
3	432.5	623.7	961.5	1538.7	1913.9	1990.6	2066.2	2139.5	2209.5	2275.0	2334.4	2386.5	2429.6	2462.5	2483.6	2491.7	2486.0	2465.7	2430.7	2381.3	2318.4	2243.7	2159.6	2069.5	1977.6	1888.9	1808.9	1743.7	1698.7	1678.0	1683.3	1714.1	1766.9	1836.9	1918.3	2005.3	2093.0	2177.0	2253.9	2321.3	2377.8	2422.6	2455.7	2477.6	2489.5
2	432.6	623.8	960.9	1533.7	1902.4	1977.3	2050.8	2121.8	2189.3	2252.0	2308.6	2357.6	2397.5	2427.0	2444.8	2449.6	2440.6	2417.1	2378.9	2326.5	2260.7	2183.3	2096.6	2003.9	1909.5	1818.3	1736.3	1669.3	1623.3	1602.3	1608.5	1641.0	1696.3	1769.2	1853.7	1944.1	2035.2	2122.7	2203.3	2274.7	2335.3	2384.6	2422.3	2449.3	2466.4
1	432.7	623.8

XY	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	40	50	60	70	80
50	1293.6	1203.7	1118.1	1037.0	960.7	889.6	824.1	764.5	711.4	665.5	627.2	597.1	575.4	562.0	556.5	558.0	565.3	577.4	592.8	610.4	629.3	648.6	667.6	685.9	703.0	718.5	732.3	744.1	753.6	760.9	765.7	767.9	767.7	765.0	759.9	752.6	743.2	732.0	719.2	705.0	621.9	456.7	338.0	260.2	208.3
49	1391.5	1292.2	1197.9	1108.8	1025.1	947.2	875.3	810.0	751.9	701.5	659.5	626.5	602.8	588.5	582.8	585.1	593.8	607.6	625.1	645.0	666.1	687.4	708.5	728.5	747.3	764.3	779.4	792.3	802.7	810.5	815.5	817.7	817.1	813.5	807.3	798.5	787.5	774.3	759.4	743.0	648.8	468.3	343.0	262.7	209.8
48	1504.1	1394.6	1290.9	1193.3	1101.9	1016.8	938.4	867.2	803.6	748.6	702.6	666.5	640.6	624.9	619.0	621.6	631.5	646.9	666.2	688.0	710.9	734.2	756.9	778.6	798.8	817.2	833.6	847.5	858.7	867.1	872.3	874.3	873.0	868.4	860.7	850.1	836.9	821.4	803.9	784.9	677.6	480.1	347.9	265.1	211.2
47	1633.7	1513.1	1399.5	1292.9	1193.3	1100.8	1015.6	938.3	869.3	809.3	759.2	719.8	691.4	674.1	667.4	670.1	680.6	697.1	717.9	741.1	765.6	790.3	814.3	837.3	858.8	878.4	895.8	910.8	922.8	931.7	937.1	938.7	936.6	930.6	921.1	908.2	892.3	873.8	853.2	831.0	708.3	492.0	352.7	267.4	212.5
46	1782.7	1650.2	1525.9	1409.8	1301.7	1201.5	1109.4	1025.8	951.2	886.3	832.0	788.9	757.8	738.5	730.6	732.9	743.6	760.8	782.3	806.5	831.9	857.3	882.2	905.9	928.3	948.8	967.3	983.3	996.3	1005.8	1011.3	1012.5	1009.3	1001.6	989.6	973.8	954.6	932.5	908.0	881.9	741.2	504.1	357.5	269.5	213.7
45	1953.6	1808.1	1672.5	1546.4	1429.3	1321.2	1222.0	1132.1	1051.9	982.0	923.4	876.6	842.4	820.9	811.5	812.9	823.2	840.3	862.0	886.3	911.7	937.1	962.0	985.8	1008.5	1029.8	1049.3	1066.5	1080.6	1090.9	1096.7	1097.5	1092.9	1082.9	1068.0	1048.4	1025.0	998.3	969.1	938.1	776.2	516.3	362.0	271.6	214.9
44	2148.8	1989.4	1841.6	1704.8	1578.4	1462.1	1355.7	1259.5	1173.6	1098.8	1035.8	985.4	948.1	924.1	912.8	912.8	922.2	938.7	959.7	983.1	1007.4	1031.6	1055.2	1078.2	1100.7	1122.4	1143.0	1161.7	1177.5	1189.2	1195.6	1195.8	1189.6	1176.8	1158.0	1133.6	1104.8	1072.3	1037.2	1000.4	813.4	528.4	366.4	273.6	216.1
43	2370.8	2196.1	2035.1	1887.0	1750.8	1626.1	1512.4	1409.8	1318.5	1238.9	1171.8	1117.8	1077.5	1050.9	1037.6	1036.1	1044.2	1059.2	1078.5	1099.8	1121.4	1142.6	1163.4	1184.1	1205.4	1227.3	1249.4	1270.6	1289.1	1303.1	1310.7	1310.7	1302.5	1286.1	1262.1	1231.5	1195.7	1155.9	1113.5	1069.5	852.8	540.5	370.5	275.4	217.1
42	2621.5	2430.1	2255.0	2094.7	1948.2	1814.8	1693.7	1584.9	1488.3	1404.4	1333.5	1276.4	1233.5	1204.8	1189.8	1186.8	1193.3	1206.4	1222.8	1240.1	1256.7	1272.3	1287.5	1303.9	1322.8	1344.7	1369.2	1394.5	1417.9	1436.0	1446.2	1446.4	1435.8	1414.4	1383.5	1344.7	1299.8	1250.6	1198.8	1145.9	894.5	552.4	374.4	277.0	218.1
41	2902.8	2693.1	2502.4	2329.1	2171.7	2029.2	1900.8	1786.0	1684.7	1596.9	1523.2	1463.9	1419.4	1389.7	1374.0	1370.2	1375.4	1386.0	1398.1	1408.9	1416.9	1422.6	1428.2	1436.8	1451.5	1473.6	1502.5	1535.3	1567.2	1592.9	1607.9	1609.0	1595.1	1567.0	1526.6	1476.4	1419.4	1358.0	1294.5	1230.6	938.3	564.1	378.0	278.5	219.0
40	3216.1	2986.0	2778.2	2590.7	2421.7	2269.8	2134.1	2013.8	1908.5	1818.2	1743.0	1683.3	1639.2	1610.6	1596.2	1593.5	1598.6	1606.8	1612.9	1613.3	1606.9	1595.7	1584.5	1579.9	1587.5	1610.5	1647.9	1694.4	1741.8	1781.0	1804.4	1807.5	1789.0	1750.9	1696.7	1630.9	1557.5	1480.2	1401.7	1324.1	984.0	575.4	381.3	279.9	219.8
39	3562.0	3309.1	3082.4	2879.3	2697.8	2536.3	2393.5	2268.4	2160.3	2069.1	1994.7	1937.4	1897.1	1873.4	1864.5	1867.0	1875.3	1882.2	1880.4	1864.7	1834.2	1793.9	1753.7	1726.0	1722.1	1747.9	1801.6	1873.7	1949.3	2012.3	2050.1	2056.1	2029.9	1976.0	1901.4	1813.2	1717.4	1619.1	1521.5	1427.0	1031.3	586.2	384.3	281.0	220.5
38	3940.9	3662.3	3414.1	3193.6	2998.6	2827.1	2677.5	2548.5	2439.4	2349.8	2279.6	2228.9	2197.8	2185.5	2189.6	2205.3	2224.1	2234.3	2223.7	2183.1	2112.0	2020.9	1929.4	1861.2	1837.8	1870.7	1956.4	2076.4	2203.1	2307.8	2369.0	2377.7	2336.7	2256.5	2150.2	2029.2	1902.6	1776.5	1654.8	1539.5	1079.9	596.3	386.9	282.0	221.1
37	4352.5	4044.1	3771.4	3531.4	3321.5	3139.4	2983.4	2851.8	2743.9	2659.1	2597.5	2559.5	2545.4	2554.8	2585.0	2629.3	2674.5	2700.8	2684.2	2606.5	2466.4	2285.1	2101.2	1960.3	1903.2	1952.4	2100.3	2310.5	2530.4	2707.5	2804.6	2810.8	2738.5	2611.8	2454.8	2285.7	2116.4	1953.9	1801.7	1661.4	1129.2	605.7	389.0	282.8	221.6
36	4795.8	4452.5	4151.2	3888.7	3662.2	3468.9	3306.7	3174.0	3069.8	2993.7	2946.4	2928.9	2942.8	2989.2	3066.4	3167.3	3272.8	3348.0	3343.1	3214.1	2954.7	2610.3	2258.2	1983.6	1865.5	1950.9	2220.7	2600.2	2990.9	3293.4	3439.9	3421.9	3279.8	3067.8	2828.6	2588.5	2360.9	2151.5	1961.8	1791.7	1178.4	614.2	390.7	283.3	222.1
35	5269.4	4884.1	4548.9	4260.3	4014.8	3809.3	3641.2	3508.8	3411.0	3348.0	3321.1	3333.4	3388.9	3492.6	3648.3	3853.6	4088.3	4295.9	4368.7	4184.2	3712.2	3065.8	2410.1	1889.5	1654.3	1820.4	2327.5	3018.6	3723.9	4247.6	4444.9	4329.2	4026.0	3654.8	3283.5	2941.1	2635.8	2367.5	2133.1	1928.4	1226.8	621.7	391.9	283.7	222.4
34	5770.8	5334.2	4958.3	4638.8	4371.4	4152.3	3978.4	3847.4	3758.7	3712.9	3713.0	3764.4	3876.0	4060.7	4335.5	4717.9	5211.6	5759.3	6143.6	5969.4	5077.1	3840.4	2664.6	1730.1	1264.3	1612.4	2539.3	3763.4	5073.6	6026.6	6200.5	5740.7	5060.6	4397.8	3822.8	3339.9	2936.3	2597.7	2311.8	2068.7	1273.4	627.9	392.6	283.9	222.7
33	6296.1	5796.0	5370.8	5014.8	4722.2	4487.9	4307.7	4179.2	4101.6	4076.6	4108.9	4207.4	4387.6	4674.6	5108.9	5754.9	6709.5	8071.4	9641.8	10007.8	7952.8	5346.5	3358.2	1969.3	1292.8	1842.1	3226.2	5261.1	7946.8	10068.5	9670.2	7974.6	6441.0	5289.1	4429.4	3770.7	3252.1	2834.6	2492.6	2208.6	1317.2	632.8	392.7	283.8	222.9
32	6838.8	6260.1	5775.6	5376.9	5055.3	4803.8	4616.9	4491.3	4426.4	4424.6	4492.5	4642.9	4898.4	5298.0	5911.8	6873.5	8465.5	11376.2	17382.0	24122.5	14734.4	8051.1	4874.3	3206.4	2598.9	3133.9	4782.0	7982.3	14731.6	24188.3	17333.6	11154.3	8049.6	6244.2	5055.5	4206.5	3567.1	3068.1	2668.9	2343.4	1357.1	636.3	392.3	283.5	222.9
31	7387.9	6712.8	6158.5	5710.9	5356.9	5086.5	4892.2	4769.7	4718.2	4740.8	4845.7	5048.8	5378.6	5884.8	6659.5	7887.2	9996.1	14261.1	26988.3	256178.0	23885.7	11159.6	6970.3	5122.5	4551.9	5093.0	6924.7	11117.0	23865.7	255909.0	26764.8	13888.3	9428.3	7096.6	5631.4	4613.7	3863.0	3287.2	2833.4	2468.4	1392.1	638.2	391.3	282.9	222.9
30	7925.1	7135.4	6501.9	6000.5	5611.9	5321.5	5119.5	5000.2	4962.3	5009.3	5150.8	5404.8	5802.4	6397.2	7283.4	8637.0	10816.5	14623.6	21647.8	28106.8	19934.3	12502.9	8788.7	7023.4	6489.7	7017.7	8775.1	12480.4	19894.5	27982.5	21366.9	14159.3	10131.9	7708.4	6102.6	4966.0	4124.9	3482.5	2979.9	2579.1	1421.2	638.4	389.7	282.2	222.8
29	8421.2	7503.1	6784.7	6227.9	5804.4	5494.4	5284.8	5168.7	5144.2	5215.3	5392.4	5694.9	6154.5	6822.2	7778.1	9144.7	11092.1	13762.1	16773.0	18040.0	15777.9	12363.0	9819.8	8394.5	7945.4	8404.0	9829.6	12360.9	15745.5	17929.1	16502.6	13263.7	10327.3	8102.7	6466.7	5255.8	4345.2	3647.8	3103.8	2672.2	1443.7	636.8	387.5	281.2	222.6
28	8834.5	7784.9	6984.1	6375.2	5919.6	5591.7	5375.6	5262.7	5251.2	5345.5	5557.3	5907.5	6428.8	7169.9	8197.1	9582.8	11351.6	13331.6	14927.5	15217.7	13919.0	11911.6	10163.5	9077.5	8725.7	9103.4	10203.3	11946.7	13922.4	15134.8	14665.6	12799.2	10506.0	8430.8	6768.4	5493.8	4524.3	3780.7	3202.2	2745.2	1458.9	633.3	384.6	280.0	222.3
27	9112.4	7947.6	7077.8	6426.4	5945.0	5602.9	5381.7	5272.1	5272.4	5388.4	5633.6	6031.8	6620.1	7453.3	8603.6	10139.8	12035.0	13945.4	15073.2	14757.2	13289.3	11515.4	10054.7	9155.5	8872.5	9205.2	10141.3	11615.5	13361.4	14720.0	14799.8	13329.9	11060.1	8853.1	7061.6	5695.4	4665.0	3880.5	3273.9	2796.8	1466.4	628.0	381.1	278.6	221.9
26	9202.0	7962.4	7049.1	6371.1	5873.2	5521.6	5296.8	5189.7	5199.6	5333.8	5608.9	6053.4	6713.4	7661.9	9011.9	10921.2	13504.9	16352.3	17685.2	16182.7	13500.7	11213.1	9665.1	8805.0	8556.2	8886.6	9815.9	11405.2	13672.6	16197.2	17330.0	15524.5	12299.8	9461.1	7368.2	5864.8	4767.6	3947.0	3318.4	2826.8	1466.3	620.8	377.0	276.9	221.5
25	9068.7	7814.3	6891.9	6207.1	5703.4	5347.1	5119.6	5012.9	5027.8	5174.1	5471.5	5954.1	6678.9	7744.7	9335.3	11818.9	15959.7	22739.0	27115.0	20658.7	14439.0	11005.6	9174.7	8277.9	8042.1	8391.1	9389.3	11290.3	14711.7	20687.3	26416.4	21379.5	14399.5	10185.7	7645.1	5985.7	4827.3	3979.0	3335.8	2835.4	1458.4	611.7	372.3	275.1	220.9
24	8714.3	7509.8	6614.2	5942.2	5442.7	5085.6	4854.6	4744.0	4757.1	4905.8	5213.0	5716.6	6481.5	7625.2	9386.3	12335.9	18238.9	35938.3	104945.0	28657.2	15497.5	10927.5	8854.5	7910.4	7672.8	8036.7	9094.2	11243.5	15787.1	28557.4	101389.0	33512.7	16391.7	10669.7	7786.6	6028.4	4836.7	3975.6	3326.8	2823.6	1443.1	600.7	366.9	273.0	220.3
23	8181.1	7077.8	6237.6	5594.2	5106.5	4750.0	4512.7	4392.0	4393.7	4532.3	4832.6	5333.9	6101.6	7251.5	9012.2	11903.8	17368.9	30392.7	48212.9	25888.0	15338.1	11003.2	8924.1	7947.9	7691.2	8056.1	9126.1	11254.9	15521.2	25644.3	46436.6	28411.5	15773.2	10505.0	7709.5	5975.8	4793.9	3938.1	3293.1	2792.9	1420.9	587.8	361.0	270.8	219.6
22	7536.8	6561.7	5794.0	5188.6	4716.2	4359.6	4111.2	3971.9	3950.9	4065.2	4340.8	4816.4	5551.5	6644.0	8263.5	10710.1	14450.5	19520.5	22348.3	18968.8	14355.8	11184.5	9284.4	8286.4	7996.5	8356.4	9413.8	11338.2	14443.7	18806.6	21737.2	18614.3	13529.5	9854.1	7456.5	5843.4	4706.0	3870.9	3237.6	2745.2	1392.3	573.2	354.5	268.4	218.9
21	6851.5	6008.6	5318.4	4754.3	4297.8	3938.3	3672.6	3505.5	3449.4	3524.8	3759.7	4191.4	4872.6	5881.5	7335.7	9386.7	12111.0	15083.1	16841.9	16135.8	13834.0	11431.7	9627.7	8564.0	8223.7	8592.3	9686.3	11514.4	13911.5	16149.9	16746.7	14903.7	11910.8	9197.4	7149.3	5666.9	4585.5	3779.1	3163.2	2682.6	1357.8	556.9	347.5	265.8	218.1
20	6181.2	5459.7	4843.8	4320.0	3878.1	3512.6	3223.7	3019.4	2915.9	2938.7	3120.0	3498.0	4120.0	5051.8	6389.5	8252.8	10706.8	13508.4	15726.3	16027.7	14254.3	11762.0	9701.5	8440.1	8014.1	8422.5	9688.5	11792.2	14373.2	16269.3	16087.0	13952.0	11193.1	8749.0	6865.1	5472.1	4441.7	3666.9	3072.3	2606.9	1318.3	539.1	340.0	263.1	217.3
19	5562.1	4945.4	4396.8	3910.8	3482.7	3109.8	2794.1	2545.2	2383.2	2340.6	2459.2	2782.1	3352.0	4225.9	5497.2	7318.7	9906.3	13434.8	17370.3	18903.9	16072.1	12156.5	9316.7	7696.3	7141.1	7613.6	9202.2	12105.9	16239.9	19460.8	18284.6	14520.2	11044.3	8454.7	6598.3	5259.7	4275.6	3535.5	2966.1	2519.2	1274.4	519.8	332.1	260.3	216.4
18	5013.1	4484.6	3996.1	3546.4	3133.3	2755.4	2414.5	2119.1	1891.0	1771.8	1821.8	2097.2	2632.5	3466.8	4688.4	6489.2	9285.7	14074.8	23104.1	30826.2	20198.3	12268.1	8297.6	6278.4	5567.3	6092.2	8022.8	12061.0	20377.9	32077.9	24919.1	15830.9	10976.3	8135.0	6291.7	5012.4	4082.8	3384.4	2845.5	2420.9	1226.9	499.1	323.7	257.4	215.5
17	4540.2	4086.4	3652.4	3239.2	2845.6	2470.4	2113.8	1780.9	1490.0	1289.2	1269.2	1515.1	2039.7	2844.5	3997.2	5687.1	8391.2	13603.5	29500.0	263493.0	22943.5	11092.2	6685.8	4441.5	3537.6	4097.0	6211.5	10686.8	23020.0	275851.0	32360.5	15750.6	10364.7	7602.3	5888.5	4713.8	3859.7	3214.0	2711.9	2313.3	1176.4	477.2	315.0	254.4	214.6
16	4141.7	3752.3	3369.4	2994.5	2627.6	2267.5	1913.4	1567.4	1242.3	983.4	909.1	1144.5	1664.2	2425.0	3466.4	4925.0	7113.3	10788.8	17641.2	23312.8	14916.8	8556.9	5076.3	2878.8	1669.6	2344.9	4482.3	8085.3	14876.8	24448.4	19505.5	12672.3	8985.9	6811.4	5380.0	4365.1	3609.3	3027.2	2567.9	2198.8	1123.9	454.3	306.1	251.4	213.6
15	3811.5	3479.0	3144.7	2811.0	2478.5	2147.4	1818.0	1493.8	1188.2	945.3	874.5	1087.0	1554.9	2227.0	3113.6	4278.2	5830.8	7875.9	10124.6	10928.8	9061.8	6384.3	4142.9	2421.4	1379.3	1951.5	3644.1	6020.0	9024.1	11446.3	11179.7	9236.8	7351.5	5901.7	4815.1	3987.3	3342.6	2830.6	2417.6	2080.0	1070.1	430.4	296.9	248.4	212.7
14	3541.0	3259.6	2972.2	2681.5	2389.6	2098.5	1811.6	1536.4	1291.2	1117.8	1088.9	1266.4	1645.8	2197.0	2910.0	3792.1	4841.7	5979.6	6917.5	7139.6	6410.4	5138.7	3833.9	2784.6	2260.0	2550.0	3537.9	4925.0	6404.8	7448.0	7563.7	6900.7	5958.3	5046.3	4261.6	3610.5	3074.5	2632.5	2265.9	1960.2	1015.8	405.7	287.6	245.3	211.8
13	3321.2	3086.0	2843.1	2595.7	2347.2	2101.6	1864.9	1647.5	1468.9	1361.2	1366.8	1517.8	1817.8	2252.0	2803.8	3454.3	4165.1	4847.3	5337.9	5447.7	5111.7	4469.0	3752.0	3171.9	2906.3	3063.5	3601.7	4360.7	5123.3	5640.0	5737.2	5441.5	4920.3	4332.2	3766.9	3259.9	2819.1	2440.9	2118.0	1842.6	961.7	380.3	278.2	242.3	210.8
12	3143.3	2949.7	2748.1	2542.4	2336.7	2136.3	1948.6	1784.6	1660.8	1599.6	1625.6	1756.1	1994.6	2331.9	2751.1	3227.1	3718.6	4160.1	4463.5	4549.2	4397.3	4071.8	3690.5	3379.4	3240.7	3325.8	3612.4	4012.5	4401.6	4653.2	4688.0	4507.0	4174.5	3768.9	3349.3	2949.8	2585.8	2262.1	1977.9	1730.2	908.6	354.4	268.8	239.3	209.9
11	2999.3	2842.7	2678.7	2511.3	2345.3	2186.2	2041.5	1921.3	1838.2	1807.4	1843.5	1956.2	2146.8	2408.1	2725.2	3074.8	3423.6	3727.6	3938.0	4017.6	3960.9	3802.2	3605.0	3440.3	3365.6	3407.4	3552.6	3752.4	3938.0	4042.6	4024.6	3880.0	3636.2	3333.2	3007.3	2684.3	2379.4	2100.0	1848.6	1625.1	857.2	328.1	259.5	236.5	209.1
10	2882.4	2758.4	2627.7	2494.5	2363.3	2239.8	2130.8	2044.6	1990.6	1979.2	2019.0	2115.5	2268.4	2471.4	2712.1	2971.7	3225.7	3445.2	3602.1	3677.5	3670.1	3599.5	3501.0	3414.2	3370.8	3385.3	3449.6	3536.6	3608.1	3628.0	3573.3	3439.8	3240.4	2996.6	2730.9	2461.4	2200.7	1956.2	1731.8	1528.8	808.1	301.6	250.5	233.8	208.2
9	2787.2	2691.4	2589.6	2485.8	2384.4	2290.6	2210.1	2149.7	2116.3	2116.9	2156.9	2239.0	2362.1	2520.8	2705.0	2900.7	3090.2	3254.6	3376.8	3446.3	3463.1	3438.1	3391.3	3344.5	3315.4	3311.7	3328.6	3350.8	3357.1	3327.4	3248.8	3118.4	2943.0	2735.1	2508.6	2276.5	2048.3	1830.9	1628.1	1442.1	761.8	274.9	241.8	231.2	207.5
8	2709.4	2637.5	2560.3	2481.4	2404.9	2335.1	2277.1	2236.1	2217.2	2225.2	2263.5	2333.2	2433.0	2558.1	2700.9	2850.8	2995.3	3121.9	3219.6	3282.0	3308.8	3306.2	3285.2	3257.9	3234.1	3217.8	3206.1	3190.3	3158.5	3099.5	3006.1	2876.8	2715.5	2530.2	2330.0	2124.2	1920.0	1723.3	1537.6	1365.3	718.8	248.2	233.5	228.8	206.7
7	2645.6	2593.9	2537.2	2479.0	2422.6	2372.2	2331.6	2305.1	2296.5	2309.0	2344.8	2404.2	2485.9	2585.8	2698.1	2814.9	2927.6	3027.2	3106.5	3161.1	3190.4	3197.5	3188.4	3169.7	3146.6	3121.1	3091.6	3053.0	2998.6	2922.2	2819.9	2691.3	2539.1	2368.8	2186.7	1999.6	1813.1	1632.1	1459.8	1298.4	679.5	221.8	225.7	226.6	206.1
6	2593.5	2558.4	2518.6	2477.1	2437.1	2401.8	2374.7	2359.0	2357.7	2372.9	2406.1	2457.3	2524.9	2606.0	2695.9	2788.8	2878.3	2958.2	3023.3	3070.3	3098.2	3108.3	3103.7	3087.8	3063.2	3031.0	2990.0	2937.4	2869.4	2782.6	2675.3	2547.5	2401.6	2241.6	2072.2	1898.5	1725.2	1556.0	1394.0	1241.3	644.4	195.7	218.7	224.6	205.5
5	2551.4	2529.8	2503.5	2475.4	2448.2	2424.7	2407.8	2400.2	2404.0	2420.9	2451.7	2496.3	2553.4	2620.5	2693.9	2769.4	2842.1	2907.4	2961.5	3001.5	3026.3	3036.2	3032.3	3016.3	2989.5	2952.2	2903.6	2842.2	2765.9	2673.0	2562.9	2436.1	2294.8	2142.0	1981.7	1817.8	1654.1	1493.8	1339.7	1193.6	613.8	170.5	212.4	222.9	205.0
4	2518.2	2507.1	2491.4	2473.6	2456.3	2441.8	2432.6	2430.8	2438.3	2456.1	2485.0	2524.6	2573.9	2630.6	2692.2	2755.1	2815.6	2870.2	2915.7	2949.8	2971.1	2979.2	2974.4	2957.1	2927.9	2886.8	2833.2	2766.2	2684.8	2588.3	2476.7	2351.0	2213.0	2065.5	1911.6	1754.7	1598.1	1444.4	1296.2	1155.1	588.2	146.5	207.1	221.5	204.6
3	2493.0	2489.8	2482.0	2472.0	2461.9	2454.0	2450.3	2452.7	2462.7	2481.1	2508.5	2544.5	2588.1	2637.6	2690.7	2744.7	2796.6	2843.4	2882.6	2912.0	2930.1	2936.1	2929.8	2911.0	2879.7	2835.8	2778.9	2708.4	2623.9	2525.2	2412.9	2288.1	2152.6	2008.7	1859.4	1707.5	1555.8	1406.9	1262.9	1125.5	567.8	124.7	202.8	220.4	204.3
2	2475.3	2477.6	2475.3	2470.6	2465.5	2462.0	2462.1	2467.3	2479.0	2497.8	2524.0	2557.5	2597.3	2642.0	2689.6	2737.7	2783.8	2825.4	2860.2	2886.1	2901.7	2906.0	2898.2	2878.1	2845.2	2799.4	2740.3	2667.7	2581.4	2481.6	2369.0	2244.9	2111.0	1969.6	1823.3	1674.6	1526.3	1380.5	1239.4	1104.5	553.0	106.3	199.7	219.5	204.0
1	2464.8	2470.3	2471.3	2469.7	2467.5	2466.6	2468.9	2475.7	2488.3	2507.2	2532.9	2564.9	2602.6	2644.5	2688.8	2733.6	2776.4	2815.0	2847.2	2871.0	2885.1	2888.1	2879.4	2858.4	2824.5	2777.6	2717.4	2643.5	2556.3	2455.9	2343.2	2219.5	2086.6	1946.7	1802.0	1655.3	1508.8	1364.9	1225.4	1091.9	544.0	93.6	197.7	219.0	203.9
0	2461.3	2467.9

表 6.1-44 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-80	-70	-60	-50	-45	-44	-43	-42	-41	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5
50	3.636	4.898	6.892	10.170	12.539	13.084	13.654	14.250	14.871	15.517	16.187	16.881	17.597	18.333	19.086	19.851	20.625	21.400	22.169	22.923	23.649	24.335	24.964	25.519	25.981	26.331	26.551	26.626	26.546	26.305	25.906	25.356	24.671	23.868	22.969	21.996	20.971	19.912	18.836	17.759	16.691	15.642	14.619	13.629	12.677
49	3.675	4.970	7.040	10.504	13.056	13.650	14.273	14.926	15.611	16.326	17.072	17.848	18.653	19.485	20.343	21.221	22.116	23.022	23.929	24.828	25.706	26.546	27.329	28.034	28.635	29.107	29.424	29.564	29.512	29.259	28.808	28.169	27.362	26.415	25.355	24.212	23.015	21.788	20.551	19.321	18.110	16.929	15.785	14.683	13.628
48	3.713	5.041	7.187	10.845	13.594	14.239	14.919	15.636	16.390	17.181	18.011	18.879	19.784	20.726	21.703	22.712	23.749	24.808	25.880	26.956	28.020	29.055	30.038	30.939	31.727	32.367	32.822	33.060	33.055	32.795	32.280	31.527	30.564	29.429	28.163	26.807	25.398	23.965	22.535	21.126	19.752	18.421	17.141	15.917	14.752
47	3.750	5.111	7.334	11.193	14.150	14.851	15.594	16.379	17.209	18.084	19.007	19.977	20.995	22.061	23.175	24.334	25.535	26.774	28.044	29.334	30.629	31.910	33.149	34.311	35.354	36.229	36.883	37.267	37.340	37.080	36.486	35.583	34.411	33.028	31.493	29.863	28.186	26.501	24.838	23.218	21.653	20.152	18.721	17.363	16.078
46	3.785	5.179	7.479	11.545	14.724	15.486	16.296	17.156	18.069	19.036	20.061	21.145	22.289	23.495	24.763	26.094	27.486	28.937	30.441	31.990	33.570	35.162	36.733	38.244	39.638	40.847	41.794	42.401	42.602	42.356	41.660	40.549	39.089	37.367	35.470	33.479	31.459	29.459	27.513	25.640	23.854	22.159	20.559	19.051	17.637
45	3.820	5.245	7.623	11.902	15.315	16.142	17.024	17.965	18.968	20.037	21.175	22.384	23.669	25.031	26.475	28.001	29.613	31.310	33.091	34.952	36.883	38.866	40.871	42.849	44.731	46.423	47.810	48.766	49.179	48.974	48.138	46.727	44.851	42.647	40.250	37.775	35.310	32.912	30.617	28.443	26.398	24.480	22.688	21.016	19.460
44	3.853	5.309	7.764	12.261	15.921	16.817	17.778	18.806	19.908	21.087	22.349	23.697	25.138	26.675	28.315	30.064	31.926	33.907	36.014	38.247	40.606	43.081	45.647	48.255	50.823	53.225	55.289	56.809	57.583	57.467	56.428	54.560	52.053	49.139	46.030	42.894	39.841	36.937	34.212	31.677	29.327	27.153	25.145	23.289	21.577
43	3.885	5.372	7.902	12.621	16.541	17.511	18.555	19.678	20.887	22.186	23.583	25.085	26.698	28.430	30.290	32.288	34.434	36.741	39.223	41.896	44.772	47.857	51.146	54.602	58.140	61.604	64.741	67.205	68.620	68.690	67.330	64.714	61.200	57.197	53.049	48.992	45.159	41.609	38.356	35.388	32.682	30.214	27.961	25.899	24.014
42	3.915	5.431	8.036	12.981	17.172	18.221	19.354	20.579	21.903	23.333	24.879	26.548	28.351	30.299	32.403	34.679	37.143	39.818	42.730	45.911	49.399	53.230	57.436	62.022	66.935	72.007	76.890	81.010	83.629	84.093	82.176	78.237	73.016	67.277	61.577	56.229	51.361	46.995	43.097	39.616	36.499	33.695	31.164	28.872	26.794
41	3.944	5.489	8.166	13.338	17.812	18.944	20.172	21.506	22.954	24.526	26.234	28.087	30.100	32.285	34.660	37.244	40.062	43.146	46.539	50.296	54.488	59.204	64.544	70.605	77.437	84.952	92.759	99.942	105.005	106.355	103.343	96.830	88.521	79.916	71.874	64.727	58.510	53.132	48.465	44.390	40.802	37.619	34.776	32.226	29.932
40	3.972	5.543	8.291	13.690	18.457	19.677	21.006	22.456	24.038	25.764	27.647	29.703	31.945	34.393	37.066	39.989	43.196	46.729	50.649	55.039	60.016	65.738	72.418	80.321	89.746	100.914	113.677	126.855	137.418	141.017	135.472	123.329	109.059	95.624	84.087	74.507	66.594	60.010	54.462	49.719	45.608	42.003	38.813	35.974	33.438
39	3.997	5.594	8.410	14.035	19.104	20.415	21.851	23.425	25.150	27.043	29.118	31.395	33.891	36.627	39.629	42.925	46.556	50.575	55.059	60.121	65.930	72.732	80.889	90.933	103.617	119.945	140.932	166.373	191.114	201.683	188.744	162.335	135.958	114.522	98.039	85.380	75.483	67.557	61.053	55.593	50.919	46.856	43.284	40.122	37.314
38	4.021	5.642	8.523	14.370	19.746	21.154	22.702	24.407	26.287	28.359	30.644	33.163	35.938	38.995	42.361	46.068	50.161	54.700	59.775	65.524	72.163	80.029	89.656	101.900	118.173	140.874	174.116	224.083	291.621	332.925	288.538	219.464	168.932	135.554	112.928	96.857	84.901	75.630	68.173	61.990	56.734	52.183	48.193	44.671	41.553
37	4.043	5.687	8.629	14.692	20.380	21.887	23.553	25.397	27.441	29.707	32.220	35.006	38.092	41.507	45.279	49.444	54.044	59.140	64.824	71.248	78.658	87.460	98.329	112.415	131.775	160.408	207.088	294.767	496.102	814.102	491.782	289.787	202.082	155.556	127.177	108.147	94.457	84.042	75.746	68.889	63.055	57.993	53.547	49.617	46.144
36	4.064	5.727	8.727	14.998	20.999	22.607	24.395	26.386	28.604	31.080	33.842	36.924	40.357	44.174	48.408	53.091	58.259	63.961	70.278	77.347	85.416	94.909	106.560	121.650	142.518	173.838	226.413	332.112	641.998	2732.140	637.605	327.734	222.198	169.868	138.869	118.393	103.763	92.638	83.731	76.302	69.914	64.315	59.359	54.960	51.069
35	4.082	5.764	8.816	15.284	21.595	23.307	25.220	27.363	29.766	32.466	35.501	38.910	42.735	47.014	51.782	57.068	62.892	69.280	76.272	83.963	92.549	102.409	114.224	129.177	149.345	178.558	224.425	303.040	441.105	562.831	438.890	300.141	221.453	175.749	146.835	127.072	112.617	101.385	92.181	84.316	77.396	71.214	65.665	60.704	56.305
34	4.098	5.797	8.897	15.548	22.160	23.976	26.016	28.316	30.913	33.852	37.182	40.955	45.225	50.040	55.441	61.451	68.071	75.279	83.046	91.372	100.346	110.229	121.552	135.236	152.763	176.410	209.388	254.579	306.441	333.271	305.432	253.012	207.668	174.793	151.421	134.307	121.154	110.469	101.315	93.146	85.681	78.814	72.534	66.864	61.828
33	4.112	5.826	8.967	15.786	22.684	24.603	26.770	29.228	32.025	35.217	38.866	43.043	47.818	53.262	59.429	66.341	73.973	82.236	90.982	100.047	109.337	118.926	129.154	140.666	154.388	171.397	192.453	216.620	238.550	247.833	238.141	215.957	191.739	170.818	154.106	140.827	129.896	120.373	111.596	103.204	95.092	87.333	80.077	73.468	67.602
32	4.124	5.851	9.028	15.994	23.159	25.175	27.466	30.082	33.081	36.534	40.522	45.140	50.490	56.675	63.781	71.850	80.834	90.555	100.676	110.758	120.393	129.404	137.969	146.601	155.979	166.677	178.747	191.102	201.018	204.894	200.949	191.025	178.765	166.915	156.571	147.693	139.711	131.939	123.842	115.206	106.172	97.113	88.459	80.546	73.571
31	4.134	5.871	9.077	16.169	23.573	25.680	28.087	30.854	34.051	37.767	42.107	47.199	53.190	60.241	68.505	78.084	88.947	100.815	113.065	124.761	134.935	143.042	149.231	154.216	158.871	163.841	169.268	174.622	178.747	180.357	178.882	174.920	169.788	164.669	160.123	156.039	151.791	146.504	139.433	130.372	119.808	108.670	97.890	88.108	79.635
30	4.142	5.886	9.115	16.308	23.916	26.102	28.614	31.519	34.903	38.872	43.562	49.145	55.830	63.869	73.542	85.097	98.627	113.826	129.656	144.236	155.416	162.014	164.537	164.598	163.844	163.347	163.516	164.225	165.029	165.449	165.284	164.751	164.349	164.555	165.536	166.930	167.703	166.215	160.800	150.854	137.463	122.739	108.584	96.086	85.604
29	4.148	5.897	9.142	16.409	24.177	26.428	29.028	32.052	35.599	39.798	44.816	50.877	58.272	67.386	78.703	92.779	110.100	130.642	152.977	173.334	186.563	190.060	185.998	178.617	171.093	164.928	160.528	157.772	156.364	156.035	156.680	158.412	161.515	166.321	172.999	181.211	189.526	194.785	192.663	180.787	161.606	140.263	120.623	104.216	91.139
28	4.151	5.903	9.157	16.469	24.347	26.646	29.311	32.426	36.103	40.489	45.786	52.271	60.329	70.511	83.597	100.682	123.164	152.314	187.368	221.142	239.121	234.282	216.230	196.475	180.006	167.707	159.125	153.597	150.577	149.719	150.905	154.256	160.127	169.096	181.887	199.043	219.803	239.262	245.760	229.242	196.459	162.094	133.590	111.853	95.680
27	4.152	5.905	9.160	16.487	24.419	26.745	29.448	32.619	36.380	40.893	46.388	53.190	61.775	72.863	87.585	107.774	136.473	178.542	239.490	311.772	344.394	308.930	256.808	216.389	188.706	170.171	157.955	150.278	146.096	144.860	146.396	150.873	158.844	171.376	190.304	218.569	259.957	313.714	351.375	320.256	248.354	187.556	145.837	117.754	98.439
26	4.151	5.901	9.150	16.462	24.388	26.718	29.429	32.615	36.404	40.968	46.552	53.513	62.389	74.028	89.850	112.391	146.633	203.557	310.620	526.009	646.447	433.978	300.425	232.284	193.786	170.341	155.622	146.592	141.713	140.244	141.955	147.059	156.292	171.198	194.845	233.644	302.393	437.448	653.372	534.059	317.603	210.289	153.687	120.124	98.541
25	4.148	5.894	9.129	16.393	24.253	26.561	29.248	32.406	36.162	40.689	46.235	53.161	62.019	73.692	89.687	112.799	148.857	212.335	351.804	893.483	2186.310	530.789	316.780	234.111	191.440	166.432	151.013	141.631	136.569	135.017	136.728	141.923	151.388	166.821	191.764	234.284	316.711	530.388	2185.480	894.827	353.769	215.031	152.410	117.351	95.404
24	4.142	5.881	9.096	16.283	24.015	26.278	28.908	31.994	35.656	40.060	45.437	52.127	60.640	71.781	86.893	108.381	140.959	195.016	296.498	500.126	612.085	409.126	281.960	217.034	180.279	157.829	143.679	134.954	130.199	128.709	130.263	135.044	143.720	157.701	179.808	215.951	279.793	404.899	604.446	493.335	292.653	193.097	140.506	109.267	89.147
23	4.135	5.864	9.052	16.131	23.679	25.875	28.419	31.392	34.905	39.106	44.200	50.479	58.369	68.516	81.925	100.227	126.114	163.855	218.148	281.703	308.503	274.222	225.805	188.442	162.781	145.482	133.965	126.629	122.546	121.230	122.513	126.516	133.676	144.863	161.602	186.356	222.298	268.644	300.757	273.436	211.066	158.330	122.056	97.557	80.653
22	4.125	5.843	8.997	15.942	23.255	25.363	27.795	30.623	33.942	37.877	42.600	48.343	55.430	64.317	75.648	90.311	109.415	133.884	162.796	189.724	202.358	195.371	177.534	158.734	143.085	131.233	122.759	117.116	113.881	112.795	113.757	116.816	122.177	130.202	141.363	155.992	173.366	189.427	194.707	181.142	154.297	126.109	102.631	84.632	71.168
21	4.113	5.817	8.931	15.717	22.752	24.758	27.058	29.715	32.807	36.436	40.736	45.878	52.087	59.653	68.928	80.298	94.045	109.982	126.730	141.067	148.898	148.486	141.998	133.058	124.259	116.804	111.059	107.037	104.647	103.800	104.444	106.579	110.240	115.462	122.169	129.941	137.556	142.507	141.427	132.503	117.669	100.961	85.434	72.332	61.788
20	4.099	5.787	8.854	15.460	22.183	24.075	26.230	28.700	31.547	34.850	38.706	43.236	48.583	54.908	62.377	71.103	81.042	91.799	102.403	111.284	116.812	118.270	116.294	112.307	107.669	103.291	99.657	96.975	95.313	94.676	95.047	96.394	98.663	101.737	105.359	109.014	111.793	112.407	109.591	102.907	93.220	82.190	71.336	61.563	53.220
19	4.083	5.753	8.769	15.175	21.561	23.332	25.335	27.610	30.206	33.180	36.602	40.547	45.101	50.343	56.328	63.050	70.372	77.950	85.180	91.261	95.451	97.403	97.324	95.816	93.579	91.191	89.043	87.364	86.268	85.799	85.956	86.697	87.934	89.510	91.163	92.480	92.891	91.747	88.543	83.191	76.142	68.189	60.136	52.565	45.800
18	4.065	5.715	8.674	14.866	20.900	22.547	24.395	26.476	28.824	31.482	34.494	37.907	41.765	46.098	50.908	56.144	61.668	67.226	72.450	76.906	80.220	82.204	82.927	82.663	81.776	80.614	79.449	78.468	77.781	77.437	77.440	77.749	78.277	78.878	79.342	79.379	78.648	76.819	73.678	69.232	63.739	57.622	51.334	45.247	39.609
17	4.045	5.673	8.571	14.538	20.212	21.735	23.431	25.323	27.436	29.798	32.438	35.380	38.644	42.233	46.127	50.265	54.533	58.753	62.699	66.122	68.815	70.671	71.707	72.056	71.911	71.477	70.933	70.414	70.005	69.750	69.651	69.673	69.742	69.744	69.523	68.890	67.642	65.606	62.688	58.918	54.451	49.534	44.434	39.394	34.593
16	4.023	5.628	8.461	14.193	19.508	20.911	22.460	24.173	26.067	28.160	30.467	33.001	35.767	38.755	41.937	45.258	48.628	51.928	55.011	57.728	59.959	61.635	62.757	63.389	63.637	63.622	63.455	63.227	63.000	62.806	62.644	62.488	62.280	61.936	61.347	60.392	58.950	56.928	54.286	51.052	47.327	43.260	39.020	34.766	30.626
15	4.000	5.580	8.345	13.837	18.798	20.086	21.497	23.043	24.736	26.587	28.604	30.789	33.141	35.645	38.272	40.976	43.690	46.331	48.804	51.014	52.887	54.376	55.476	56.219	56.661	56.873	56.924	56.873	56.761	56.608	56.414	56.157	55.796	55.269	54.505	53.426	51.960	50.056	47.697	44.908	41.757	38.338	34.762	31.136	27.553
14	3.975	5.528	8.222	13.472	18.091	19.270	20.552	21.945	23.457	25.094	26.858	28.748	30.757	32.870	35.060	37.292	39.515	41.671	43.694	45.525	47.112	48.425	49.456	50.217	50.741	51.067	51.237	51.288	51.246	51.122	50.916	50.610	50.176	49.570	48.746	47.654	46.252	44.510	42.425	40.017	37.332	34.434	31.398	28.301	25.212
13	3.948	5.474	8.094	13.102	17.393	18.470	19.634	20.888	22.238	23.686	25.232	26.872	28.597	30.393	32.238	34.103	35.950	37.737	39.420	40.957	42.314	43.467	44.408	45.142	45.684	46.058	46.287	46.393	46.391	46.289	46.085	45.764	45.308	44.686	43.869	42.825	41.529	39.967	38.138	36.060	33.766	31.303	28.724	26.085	23.443
12	3.920	5.417	7.962	12.731	16.710	17.693	18.748	19.878	21.084	22.367	23.725	25.153	26.643	28.181	29.748	31.323	32.877	34.378	35.796	37.101	38.268	39.279	40.127	40.811	41.338	41.721	41.973	42.105	42.128	42.043	41.848	41.535	41.087	40.487	39.714	38.750	37.579	36.195	34.602	32.813	30.855	28.763	26.576	24.340	22.101
11	3.890	5.358	7.827	12.359	16.046	16.943	17.899	18.916	19.995	21.134	22.331	23.580	24.873	26.199	27.542	28.885	30.205	31.481	32.688	33.806	34.815	35.703	36.460	37.086	37.582	37.953	38.207	38.349	38.385	38.315	38.136	37.841	37.421	36.862	36.153	35.282	34.241	33.028	31.648	30.114	28.447	26.673	24.827	22.944	21.066
10	3.859	5.296	7.688	11.991	15.403	16.221	17.088	18.006	18.972	19.986	21.044	22.141	23.269	24.420	25.579	26.733	27.866	28.960	29.997	30.961	31.839	32.619	33.293	33.859	34.316	34.666	34.911	35.054	35.097	35.040	34.879	34.610	34.227	33.720	33.083	32.309	31.394	30.340	29.151	27.841	26.426	24.929	23.377	21.802	20.240
9	3.827	5.232	7.547	11.627	14.783	15.530	16.317	17.145	18.013	18.917	19.856	20.823	21.813	22.817	23.825	24.825	25.804	26.749	27.647	28.485	29.251	29.938	30.537	31.046	31.463	31.786	32.017	32.157	32.204	32.158	32.018	31.778	31.436	30.985	30.421	29.742	28.946	28.036	27.018	25.903	24.707	23.448	22.150	20.841	19.550
8	3.793	5.167	7.405	11.269	14.188	14.870	15.586	16.334	17.114	17.924	18.759	19.616	20.488	21.369	22.250	23.122	23.975	24.798	25.580	26.312	26.985	27.590	28.124	28.580	28.958	29.254	29.469	29.602	29.652	29.618	29.498	29.288	28.987	28.592	28.100	27.510	26.823	26.042	25.175	24.231	23.224	22.170	21.089	20.006	18.946
7	3.759	5.100	7.261	10.919	13.619	14.242	14.893	15.571	16.274	17.000	17.746	18.508	19.280	20.057	20.832	21.597	22.345	23.065	23.751	24.394	24.986	25.523	25.998	26.407	26.748	27.019	27.218	27.344	27.396	27.372	27.271	27.092	26.831	26.489	26.063	25.555	24.967	24.302	23.567	22.771	21.926	21.047	20.151	19.258	18.393
6	3.723	5.032	7.117	10.577	13.075	13.645	14.238	14.853	15.488	16.141	16.810	17.489	18.176	18.865	19.550	20.225	20.883	21.518	22.123	22.690	23.215	23.691	24.115	24.482	24.791	25.038	25.221	25.341	25.394	25.380	25.298	25.147	24.925	24.631	24.267	23.834	23.333	22.769	22.149	21.481	20.775	20.044	19.304	18.572	17.867
5	3.687	4.963	6.973	10.244	12.556	13.078	13.620	14.178	14.753	15.343	15.943	16.552	17.165	17.778	18.387	18.986	19.569	20.131	20.666	21.169	21.635	22.060	22.439	22.770	23.049	23.275	23.445	23.558	23.613	23.608	23.544	23.418	23.231	22.983	22.674	22.306	21.883	21.408	20.887	20.329	19.741	19.136	18.527	17.928	17.356
4	3.649	4.893	6.829	9.920	12.062	12.541	13.035	13.544	14.066	14.599	15.141	15.688	16.237	16.786	17.329	17.862	18.381	18.881	19.357	19.805	20.221	20.602	20.942	21.240	21.494	21.700	21.858	21.965	22.022	22.026	21.977	21.875	21.720	21.512	21.253	20.944	20.588	20.190	19.755	19.290	18.803	18.304	17.804	17.315	16.851
3	3.611	4.822	6.686	9.606	11.592	12.032	12.484	12.949	13.424	13.907	14.396	14.890	15.384	15.876	16.362	16.839	17.303	17.750	18.176	18.577	18.950	19.291	19.598	19.868	20.099	20.289	20.436	20.538	20.596	20.608	20.574	20.493	20.367	20.195	19.979	19.721	19.424	19.093	18.731	18.345	17.943	17.533	17.123	16.726	16.351
2	3.573	4.751	6.544	9.303	11.145	11.549	11.964	12.389	12.822	13.261	13.705	14.151	14.597	15.041	15.478	15.907	16.323	16.724	17.106	17.467	17.802	18.110	18.388	18.633	18.844	19.019	19.156	19.255	19.314	19.333	19.312	19.250	19.149	19.008	18.830	18.617	18.371	18.097	17.798	17.479	17.149	16.812	16.478	16.156	15.853
1	3.533	4.679	6.403	9.010	10.720	11.092	11.474	11.863	12.258	12.658	13.062	13.467	13.871	14.271	14.666	15.053	15.428	15.789	16.134	16.459	16.762	17.041	17.293	17.517	17.710	17.872	18.001	18.096	18.157	18.182	18.172	18.127	18.048	17.935	17.790	17.615	17.413	17.187	16.941	16.680	16.409	16.135	15.863	15.602	15.359
0	3.493	4.607	6.264	8.727	10.316	10.659	11.010	11.367	11.729	12.095	12.463	12.832	13.198	13.562	13.920	14.269	14.609	14.935	15.247	15.542	15.817	16.070	16.300	16.505	16.683	16.834	16.955	17.047	17.108	17.139	17.139	17.109	17.049	16.960	16.844	16.702	16.538	16.353	16.152	15.939	15.718	15.494	15.274	15.064	14.868

XY	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	40	50	60	70	80
50	11.768	10.907	10.099	9.350	8.669	8.063	7.541	7.114	6.791	6.576	6.473	6.475	6.573	6.753	6.996	7.286	7.608	7.947	8.291	8.631	8.961	9.273	9.565	9.834	10.075	10.289	10.472	10.624	10.744	10.829	10.880	10.896	10.878	10.826	10.743	10.630	10.490	10.326	10.141	9.939	8.770	6.452	4.734	3.564	2.763
49	12.626	11.679	10.792	9.973	9.228	8.566	7.997	7.532	7.181	6.951	6.843	6.853	6.970	7.175	7.450	7.776	8.134	8.509	8.889	9.262	9.621	9.961	10.277	10.566	10.826	11.056	11.253	11.415	11.541	11.630	11.679	11.689	11.660	11.593	11.490	11.353	11.186	10.992	10.776	10.540	9.207	6.660	4.836	3.618	2.793
48	13.649	12.612	11.645	10.753	9.944	9.225	8.609	8.106	7.727	7.480	7.366	7.381	7.512	7.740	8.044	8.402	8.795	9.203	9.615	10.018	10.404	10.767	11.104	11.412	11.690	11.934	12.143	12.315	12.448	12.539	12.586	12.588	12.546	12.459	12.331	12.164	11.963	11.733	11.477	11.202	9.676	6.876	4.939	3.671	2.823
47	14.869	13.738	12.687	11.721	10.847	10.073	9.410	8.870	8.463	8.197	8.075	8.092	8.233	8.479	8.807	9.194	9.616	10.054	10.494	10.922	11.330	11.713	12.067	12.390	12.681	12.938	13.159	13.342	13.481	13.575	13.618	13.611	13.551	13.440	13.280	13.077	12.834	12.559	12.256	11.932	10.180	7.098	5.042	3.724	2.853
46	16.314	15.084	13.947	12.906	11.968	11.139	10.431	9.854	9.419	9.134	9.001	9.015	9.163	9.423	9.771	10.181	10.628	11.092	11.553	12.000	12.424	12.819	13.183	13.516	13.817	14.085	14.319	14.512	14.660	14.757	14.798	14.778	14.697	14.556	14.357	14.107	13.813	13.482	13.121	12.739	10.721	7.326	5.147	3.777	2.882
45	18.015	16.680	15.452	14.335	13.332	12.449	11.696	11.084	10.621	10.317	10.172	10.182	10.333	10.603	10.968	11.397	11.866	12.348	12.825	13.283	13.711	14.108	14.473	14.808	15.114	15.393	15.639	15.847	16.008	16.113	16.152	16.119	16.013	15.833	15.585	15.277	14.917	14.517	14.085	13.632	11.300	7.561	5.251	3.830	2.911
44	20.000	18.551	17.229	16.031	14.962	14.025	13.229	12.582	12.093	11.770	11.614	11.620	11.774	12.055	12.435	12.883	13.368	13.864	14.348	14.804	15.224	15.607	15.958	16.283	16.588	16.875	17.139	17.369	17.552	17.672	17.714	17.669	17.531	17.304	16.994	16.611	16.168	15.681	15.161	14.621	11.919	7.801	5.356	3.881	2.939
43	22.291	20.720	19.296	18.015	16.876	15.885	15.046	14.366	13.854	13.516	13.353	13.359	13.521	13.816	14.215	14.683	15.186	15.690	16.169	16.607	16.996	17.342	17.656	17.954	18.249	18.544	18.834	19.102	19.325	19.475	19.531	19.474	19.300	19.012	18.620	18.140	17.592	16.994	16.364	15.717	12.580	8.045	5.460	3.932	2.967
42	24.909	23.205	21.669	20.298	19.088	18.040	17.160	16.451	15.921	15.575	15.413	15.430	15.611	15.932	16.362	16.859	17.382	17.891	18.352	18.746	19.071	19.341	19.582	19.825	20.094	20.402	20.737	21.072	21.367	21.577	21.663	21.601	21.383	21.013	20.512	19.905	19.218	18.479	17.710	16.931	13.282	8.293	5.564	3.982	2.994
41	27.868	26.014	24.357	22.888	21.602	20.498	19.578	18.846	18.307	17.965	17.820	17.866	18.088	18.460	18.943	19.489	20.045	20.558	20.982	21.296	21.502	21.632	21.738	21.879	22.103	22.431	22.848	23.306	23.732	24.052	24.202	24.143	23.866	23.386	22.735	21.954	21.085	20.163	19.219	18.277	14.025	8.544	5.666	4.031	3.020
40	31.172	29.151	27.359	25.783	24.417	23.256	22.302	21.556	21.022	20.703	20.600	20.706	21.005	21.467	22.047	22.682	23.301	23.825	24.192	24.368	24.365	24.245	24.109	24.068	24.212	24.581	25.151	25.832	26.497	27.015	27.281	27.237	26.877	26.235	25.371	24.350	23.234	22.073	20.908	19.764	14.808	8.795	5.767	4.078	3.045
39	34.819	32.609	30.665	28.972	27.520	26.304	25.322	24.575	24.067	23.799	23.775	23.987	24.420	25.040	25.791	26.591	27.334	27.902	28.188	28.137	27.773	27.213	26.643	26.275	26.280	26.736	27.591	28.683	29.781	30.651	31.118	31.098	30.602	29.710	28.529	27.167	25.715	24.241	22.793	21.400	15.627	9.047	5.866	4.125	3.069
38	38.797	36.372	34.255	32.431	30.888	29.618	28.617	27.887	27.431	27.253	27.358	27.743	28.395	29.279	30.327	31.431	32.428	33.123	33.323	32.913	31.928	30.583	29.232	28.273	28.036	28.665	30.062	31.916	33.796	35.282	36.076	36.067	35.323	34.017	32.348	30.492	28.578	26.693	24.888	23.191	16.478	9.297	5.962	4.169	3.093
37	43.085	40.409	38.095	36.123	34.480	33.157	32.150	31.459	31.088	31.048	31.348	31.995	32.986	34.294	35.847	37.502	39.019	40.056	40.232	39.279	37.225	34.472	31.692	29.647	28.972	29.953	32.386	35.656	38.956	41.513	42.807	42.717	41.467	39.439	36.999	34.418	31.869	29.446	27.195	25.130	17.353	9.544	6.056	4.212	3.115
36	47.651	44.680	42.133	39.992	38.240	36.865	35.863	35.235	34.989	35.142	35.716	36.737	38.226	40.185	42.563	45.206	47.779	49.689	50.133	48.428	44.523	39.210	33.800	29.713	28.216	29.924	34.351	40.259	46.151	50.565	52.543	52.027	49.682	46.347	42.668	39.027	35.615	32.502	29.704	27.205	18.242	9.785	6.146	4.253	3.136
35	52.452	49.125	46.303	43.964	42.089	40.662	39.677	39.137	39.056	39.461	40.395	41.917	44.094	46.996	50.661	55.015	59.698	63.778	65.530	63.023	55.824	45.777	35.566	27.603	24.441	27.723	36.005	46.747	57.423	65.133	67.790	65.721	60.904	55.162	49.508	44.352	39.800	35.831	32.382	29.385	19.136	10.019	6.232	4.292	3.157
34	57.433	53.670	50.516	47.944	45.927	44.445	43.488	43.059	43.180	43.894	45.270	47.414	50.473	54.645	60.175	67.302	76.031	85.420	92.045	89.757	76.081	56.848	38.362	23.445	16.410	23.539	38.788	57.840	77.763	91.930	94.131	86.800	76.294	66.197	57.529	50.318	44.340	39.358	35.172	31.625	20.019	10.244	6.314	4.329	3.176
33	62.519	58.215	54.660	51.813	49.633	48.090	47.168	46.869	47.223	48.289	50.171	53.032	57.125	62.838	70.777	81.891	97.597	119.313	143.901	149.773	118.418	78.307	47.158	24.229	11.869	24.466	47.706	79.407	120.284	152.099	145.626	119.749	96.541	79.236	66.420	56.677	49.060	42.963	37.988	33.864	20.879	10.458	6.392	4.363	3.193
32	67.604	62.630	58.594	55.426	53.062	51.452	50.570	50.415	51.022	52.466	54.886	58.504	63.684	71.030	81.588	97.332	122.429	167.051	257.481	357.981	217.367	116.810	68.219	41.818	32.168	42.175	68.873	117.916	219.314	360.505	258.049	165.837	119.627	92.889	75.398	62.991	53.703	46.486	40.725	36.032	21.698	10.659	6.464	4.396	3.210
31	72.536	66.746	62.148	58.618	56.051	54.371	53.534	53.532	54.401	56.230	59.183	63.532	69.730	78.538	91.325	110.798	143.210	207.209	395.233	3757.230	348.554	160.834	98.363	70.428	61.948	70.788	98.947	161.560	349.396	3754.530	392.707	203.785	138.509	104.556	83.359	68.725	57.978	49.756	43.277	38.057	22.463	10.846	6.530	4.425	3.225
30	77.093	70.343	65.116	61.200	58.427	56.683	55.898	56.055	57.187	59.390	62.845	67.850	74.898	84.798	98.946	119.900	152.831	209.285	312.162	406.322	287.607	179.336	124.976	99.050	91.323	99.363	125.379	179.479	286.859	403.558	308.053	204.306	146.625	112.148	89.455	73.464	61.655	52.630	45.550	39.876	23.160	11.015	6.590	4.452	3.239
29	80.956	73.150	67.271	62.975	60.015	58.225	57.508	57.831	59.223	61.782	65.693	71.265	78.983	89.606	104.307	124.860	153.710	192.899	237.025	256.319	224.958	176.654	140.508	120.235	113.904	120.522	140.809	176.512	223.805	253.679	232.890	187.352	146.600	116.013	93.640	77.100	64.631	55.028	47.482	41.441	23.776	11.166	6.644	4.476	3.251
28	83.702	74.851	68.374	63.756	60.656	58.856	58.230	58.730	60.378	63.272	67.600	73.668	81.944	93.114	108.113	127.987	153.191	181.596	205.286	211.530	195.805	169.669	146.445	131.907	127.196	132.260	146.874	169.706	194.931	209.310	201.436	175.906	145.529	118.350	96.597	79.823	66.937	56.933	49.046	42.728	24.301	11.297	6.692	4.497	3.262
27	84.841	75.136	68.215	63.389	60.229	58.470	57.965	58.652	60.552	63.762	68.473	74.997	83.810	95.598	111.275	131.746	156.841	182.640	199.556	199.050	183.773	163.607	146.360	135.525	132.075	136.075	147.215	164.328	183.792	197.712	196.195	176.835	148.621	121.421	99.170	81.932	68.674	58.373	50.244	43.728	24.728	11.407	6.732	4.515	3.272
26	83.934	73.771	66.659	61.787	58.668	57.012	56.659	57.543	59.684	63.184	68.243	75.194	84.559	97.151	114.231	137.591	168.704	203.435	222.102	209.141	182.320	158.912	142.789	133.678	131.015	134.546	144.363	160.852	184.018	209.471	219.472	197.164	159.587	126.570	101.842	83.621	69.929	59.387	51.093	44.446	25.052	11.494	6.765	4.531	3.280
25	80.770	70.689	63.697	58.961	55.989	54.492	54.313	55.393	57.754	61.506	66.861	74.179	84.055	97.508	116.446	144.797	191.079	267.240	319.471	252.750	189.008	155.332	137.867	129.367	127.161	130.589	140.284	158.848	193.241	256.193	317.920	259.426	180.654	133.342	104.370	84.855	70.728	60.006	51.611	44.892	25.271	11.559	6.791	4.543	3.286
24	75.522	66.057	59.473	55.031	52.289	50.990	50.994	52.253	54.797	58.744	64.315	71.890	82.115	96.159	116.427	148.855	212.500	405.561	1176.400	334.830	197.155	153.100	134.251	125.872	123.847	127.301	137.219	157.799	203.723	342.881	1178.050	394.872	201.637	138.140	105.789	85.416	71.045	60.245	51.817	45.077	25.383	11.601	6.809	4.552	3.291
23	68.737	60.255	54.273	50.221	47.752	46.657	46.829	48.233	50.911	54.980	60.666	68.351	78.678	92.792	112.981	144.587	203.017	343.361	540.327	301.775	194.067	152.931	134.101	125.379	123.161	126.696	136.897	157.466	200.485	309.396	543.070	336.820	195.061	136.682	105.277	85.147	70.865	60.115	51.723	45.012	25.389	11.619	6.819	4.558	3.294
22	61.164	53.789	48.470	44.827	42.619	41.702	42.003	43.506	46.256	50.373	56.075	63.729	73.935	87.690	106.725	134.134	174.928	230.105	262.580	230.123	185.242	154.970	136.807	127.111	124.286	127.981	138.714	158.132	189.607	234.686	264.827	228.824	171.877	130.646	103.211	84.153	70.222	59.629	51.336	44.699	25.290	11.613	6.822	4.560	3.296
21	53.519	47.175	42.465	39.175	37.172	36.374	36.748	38.294	41.061	45.159	50.796	58.318	68.283	81.555	99.428	123.558	154.851	188.983	210.559	205.926	183.547	158.839	139.547	127.815	123.941	127.988	140.125	160.176	185.862	208.949	213.483	191.214	156.496	124.934	100.685	82.678	69.162	58.790	50.651	44.138	25.087	11.583	6.817	4.560	3.296
20	46.345	40.847	36.622	33.586	31.698	30.942	31.324	32.861	35.598	39.632	45.151	52.484	62.166	75.028	92.282	115.430	145.409	179.712	207.764	213.500	193.845	164.409	139.419	123.832	118.350	123.060	138.272	163.603	194.270	215.846	211.976	185.098	151.307	121.462	98.257	80.826	67.676	57.576	49.655	43.322	24.785	11.531	6.805	4.556	3.295
19	39.974	35.121	31.242	28.350	26.478	25.679	26.005	27.493	30.175	34.123	39.495	46.598	55.957	68.435	85.407	109.003	142.234	187.763	239.145	259.549	222.435	170.927	133.607	112.264	104.660	110.179	130.092	167.168	220.298	261.400	245.416	196.586	152.098	119.180	95.570	78.427	65.676	55.942	48.328	42.244	24.387	11.457	6.785	4.549	3.292
18	34.566	30.195	26.555	23.714	21.774	20.857	21.077	22.492	25.116	28.975	34.183	41.008	49.949	61.878	78.325	102.138	139.212	203.494	326.235	430.269	281.793	172.808	119.029	91.980	82.130	88.030	112.280	164.785	274.858	431.111	336.327	216.097	152.473	115.563	91.721	75.153	63.040	53.845	46.657	40.906	23.900	11.362	6.758	4.539	3.288
17	30.157	26.172	22.716	19.887	17.834	16.754	16.836	18.175	20.748	24.518	29.535	36.010	44.379	55.433	70.621	92.834	128.866	199.718	419.919	3682.590	318.555	154.879	95.298	65.715	53.575	59.144	84.891	142.553	305.159	3668.510	434.482	214.614	143.980	108.078	85.933	70.772	59.709	51.280	44.656	39.323	23.332	11.247	6.724	4.526	3.282
16	26.700	23.067	19.805	17.020	14.884	13.652	13.599	14.861	17.374	21.024	25.791	31.817	39.440	49.277	62.426	80.960	109.230	157.574	248.651	320.987	202.815	116.166	69.858	41.391	25.575	31.274	57.064	103.024	191.377	318.616	258.276	171.008	123.964	96.340	78.215	65.365	55.762	48.312	42.371	37.531	22.694	11.114	6.683	4.510	3.274
15	24.093	20.822	17.813	15.172	13.071	11.787	11.645	12.813	15.201	18.639	23.053	28.517	35.253	43.662	54.386	68.436	87.276	112.152	138.939	146.003	118.771	82.499	52.696	29.273	11.548	18.077	41.172	72.237	111.773	145.244	145.114	122.740	100.184	82.653	69.450	59.342	51.418	45.068	39.885	35.586	21.996	10.963	6.636	4.491	3.265
14	22.195	19.311	16.630	14.254	12.348	11.169	11.019	12.058	14.211	17.309	21.254	26.059	31.837	38.787	47.176	57.276	69.101	81.615	91.160	91.491	80.208	62.719	45.068	30.173	21.178	24.248	37.756	56.383	76.521	91.855	95.931	89.955	79.898	69.719	60.770	53.238	46.960	41.713	37.297	33.551	21.253	10.798	6.583	4.470	3.255
13	20.851	18.368	16.063	14.036	12.435	11.473	11.377	12.272	14.117	16.788	20.189	24.290	29.115	34.721	41.142	48.303	55.813	62.645	66.912	66.511	60.887	51.812	41.967	33.742	29.473	31.108	38.254	48.613	59.445	67.689	71.016	69.424	64.743	58.872	52.956	47.496	42.644	38.401	34.708	31.494	20.478	10.619	6.524	4.446	3.243
12	19.909	17.818	15.897	14.237	12.965	12.239	12.216	12.980	14.517	16.751	19.600	23.013	26.961	31.412	36.292	41.417	46.396	50.541	52.927	52.750	49.891	45.143	39.866	35.523	33.434	34.405	38.264	43.921	49.835	54.430	56.608	56.189	53.783	50.253	46.301	42.358	38.646	35.253	32.199	29.471	19.684	10.428	6.460	4.419	3.230
11	19.236	17.507	15.941	14.619	13.641	13.120	13.158	13.814	15.083	16.920	19.263	22.053	25.236	28.740	32.456	36.198	39.665	42.439	44.057	44.187	42.834	40.426	37.695	35.470	34.467	35.077	37.207	40.303	43.544	46.096	47.372	47.199	45.780	43.510	40.782	37.898	35.048	32.342	29.830	27.529	18.882	10.227	6.391	4.389	3.216
10	18.730	17.319	16.062	15.027	14.288	13.926	14.008	14.572	15.619	17.119	19.024	21.280	23.822	26.572	29.421	32.212	34.737	36.744	37.995	38.344	37.829	36.699	35.361	34.276	33.832	34.235	35.432	37.132	38.897	40.277	40.941	40.757	39.785	38.208	36.243	34.082	31.870	29.702	27.634	25.697	18.085	10.018	6.317	4.358	3.200
9	18.315	17.174	16.176	15.372	14.821	14.576	14.684	15.170	16.034	17.255	18.795	20.606	22.628	24.787	26.990	29.115	31.021	32.556	33.591	34.061	34.004	33.567	32.982	32.506	32.351	32.628	33.310	34.239	35.179	35.882	36.156	35.911	35.156	33.979	32.498	30.834	29.088	27.334	25.624	23.991	17.302	9.803	6.239	4.324	3.183
8	17.941	17.026	16.237	15.617	15.207	15.048	15.168	15.585	16.298	17.291	18.533	19.983	21.590	23.290	25.007	26.654	28.132	29.349	30.230	30.747	30.926	30.857	30.672	30.515	30.505	30.702	31.092	31.589	32.063	32.374	32.411	32.114	31.478	30.545	29.383	28.064	26.659	25.224	23.800	22.417	16.538	9.582	6.158	4.288	3.165
7	17.579	16.847	16.226	15.749	15.447	15.347	15.470	15.826	16.415	17.222	18.223	19.383	20.661	22.005	23.356	24.649	25.819	26.803	27.560	28.074	28.362	28.478	28.498	28.503	28.560	28.702	28.922	29.173	29.380	29.466	29.365	29.038	28.478	27.707	26.761	25.690	24.538	23.347	22.151	20.973	15.800	9.359	6.074	4.250	3.146
6	17.211	16.627	16.139	15.773	15.550	15.492	15.611	15.915	16.400	17.056	17.863	18.793	19.812	20.879	21.950	22.978	23.915	24.721	25.370	25.851	26.176	26.375	26.491	26.572	26.654	26.757	26.875	26.983	27.038	26.996	26.819	26.481	25.978	25.320	24.530	23.639	22.679	21.678	20.663	19.654	15.092	9.133	5.986	4.211	3.125
5	16.828	16.363	15.980	15.699	15.537	15.506	15.618	15.875	16.276	16.810	17.461	18.208	19.023	19.874	20.729	21.551	22.308	22.973	23.526	23.961	24.282	24.507	24.661	24.770	24.855	24.927	24.982	25.006	24.975	24.863	24.646	24.312	23.855	23.283	22.609	21.855	21.042	20.191	19.321	18.450	14.415	8.907	5.897	4.170	3.104
4	16.427	16.058	15.758	15.543	15.424	15.413	15.515	15.732	16.063	16.498	17.024	17.625	18.279	18.961	19.647	20.309	20.925	21.473	21.942	22.323	22.620	22.842	23.002	23.114	23.191	23.237	23.252	23.226	23.146	22.997	22.765	22.442	22.026	21.522	20.939	20.290	19.592	18.860	18.109	17.351	13.771	8.681	5.805	4.127	3.082
3	16.011	15.718	15.483	15.318	15.232	15.233	15.325	15.508	15.780	16.135	16.562	17.047	17.573	18.122	18.674	19.209	19.711	20.164	20.557	20.886	21.149	21.352	21.501	21.603	21.666	21.692	21.680	21.625	21.518	21.352	21.118	20.812	20.432	19.984	19.472	18.908	18.302	17.666	17.012	16.349	13.160	8.456	5.712	4.083	3.058
2	15.581	15.349	15.165	15.039	14.977	14.986	15.067	15.221	15.446	15.736	16.082	16.474	16.898	17.341	17.787	18.221	18.630	19.003	19.331	19.609	19.836	20.013	20.143	20.231	20.278	20.287	20.257	20.184	20.064	19.891	19.662	19.375	19.029	18.627	18.175	17.679	17.148	16.591	16.016	15.432	12.582	8.234	5.617	4.037	3.034
1	15.141	14.957	14.814	14.718	14.674	14.687	14.758	14.887	15.073	15.310	15.591	15.908	16.252	16.609	16.970	17.322	17.656	17.962	18.233	18.465	18.656	18.806	18.915	18.985	19.017	19.012	18.968	18.885	18.759	18.587	18.368	18.100	17.784	17.422	17.019	16.579	16.110	15.618	15.110	14.592	12.036	8.015	5.522	3.991	3.009
0	14.695	14.550	14.438	14.365	14.334	14.349	14.411	14.520	14.673	14.867	15.096	15.353	15.631	15.920	16.212	16.498	16.769	17.019	17.242	17.433	17.591	17.713	17.801	17.853	17.871	17.854	17.801	17.712	17.584	17.417	17.209	16.960	16.671	16.344	15.982	15.590	15.173	14.736	14.284	13.822	11.521	7.799	5.426	3.944	2.984

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

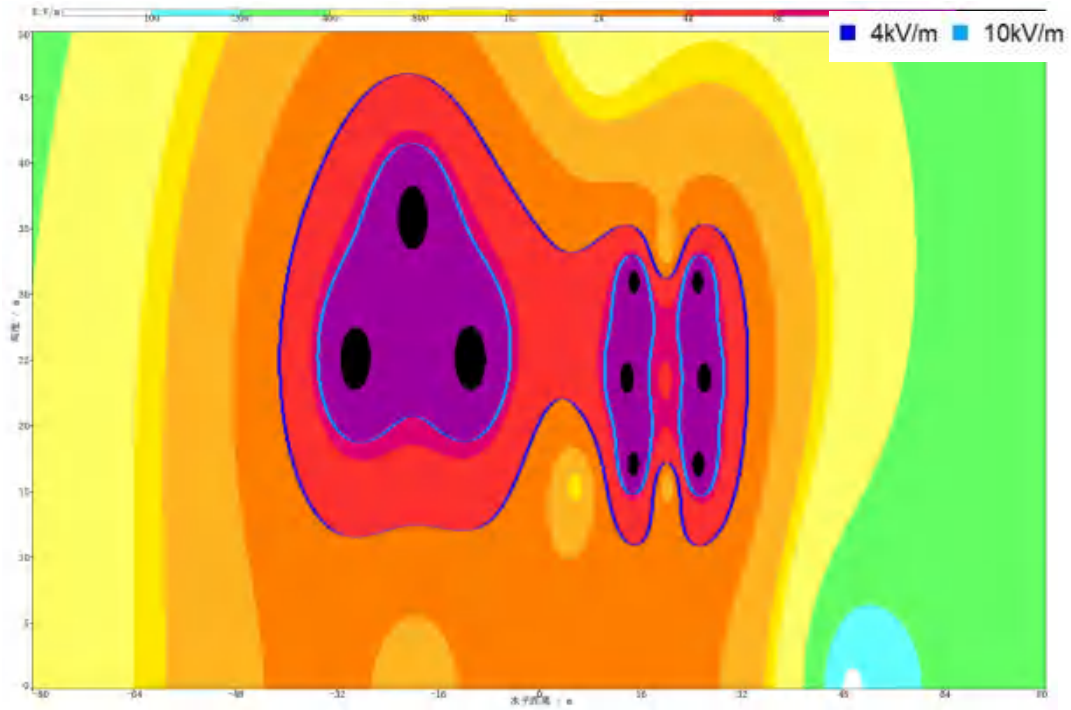


图 6.1-39 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段工频电场强度空间分布图

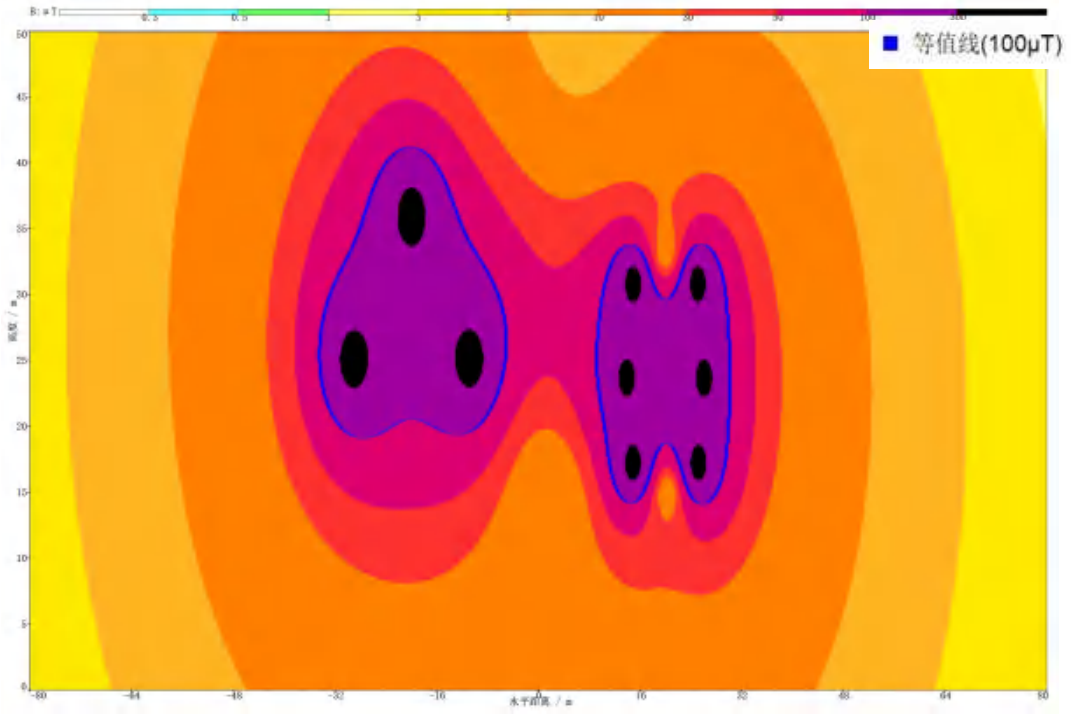


图 6.1-40 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-43~6.1-44 及图 6.1-39~6.1-40 可见，本项目 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度 25m，220kV 线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度 17m 时，

在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，500kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m（42m-29.3m=12.7m，向上取整 13m）以上的距离或 220kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（34m-26.1m=6.9m，向上取整 7m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，500kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 14m（25m-11m=14m）以上的距离、220kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 7m（17m-10m=7m）以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-43~6.1-44 及图 6.1-39~6.1-40 可见，本项目 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度 25m，220kV 线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，500kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 6m（35m-29.3m=5.7m，向上取整 6m）以上的距离或 220kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（31m-26.1m=4.9m，向上取整 5m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，500kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（25m-19m=6m）以上的距离、220kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（17m-14m=3m）以上的距离，或 500kV 最内侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 6m（-5m-（-10.7m）=5.7m，向上取整 6m）以上的距离或 220kV 最内侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（13.9m-9m=4.9m，向上取整 5m）以上的距离，工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度 25m，220kV 线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，500kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m 以上的距离或 220kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位

置时，500kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 14m 以上的距离、220kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 7m 以上的距离。

⑧220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段预测结果

220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段计算结果见表 6.1-45。

表 6.1-45 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	220kV 双回线路线高 30.5m、220kV 双回路挂单回线线高 29.7m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-65	59.5	2.862
-64	56.2	2.933
-63	53	3.006
-62.1（边导线外 40m）	50.8	3.063
-62	50.1	3.082
-61	47.9	3.160
-60	46.7	3.240
-59	47	3.323
-58	49.1	3.408
-57	53.2	3.495
-56	59.4	3.584
-55	67.5	3.676
-54	77.4	3.770
-53	88.9	3.867
-52	102	3.966
-51	116.5	4.067
-50	132.5	4.170
-49	149.9	4.275
-48	168.6	4.383
-47	188.8	4.492
-46	210.4	4.603
-45	233.4	4.715
-44	257.9	4.829
-43	283.7	4.944
-42	311	5.059
-41	339.6	5.175
-40	369.6	5.291
-39	400.9	5.407
-38	433.5	5.522
-37	467.1	5.636

下相导线对地高度	220kV 双回线路线高 30.5m、220kV 双回路挂单回线线高 29.7m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-36	501.8	5.748
-35	537.3	5.858
-34	573.6	5.965
-33	610.3	6.069
-32	647.5	6.169
-31	684.7	6.264
-30	721.7	6.353
-29	758.3	6.437
-28	794.3	6.514
-27	829.2	6.584
-26	862.9	6.646
-25	894.9	6.700
-24	925.1	6.745
-23	953.2	6.781
-22（边导线内）	978.9	6.808
-21（边导线内）	1002	6.824
-20（边导线内）	1022.3	6.830
-19（边导线内）	1039.6	6.826
-18（边导线内）	1053.8	6.812
-17（边导线内）	1064.8	6.787
-16（边导线内）	1072.7	6.752
-15（边导线内）	1077.3	6.707
-14（边导线内）	1078.8	6.652
-13（边导线内）	1077.2	6.587
-12（边导线内）	1072.7	6.513
-11（边导线内）	1065.5	6.430
-10（边导线内）	1055.8	6.339
-9	1043.8	6.241
-8	1029.9	6.137
-7	1014.3	6.026
-6	997.3	5.911
-5	979.4	5.792
-4	960.7	5.671
-3	941.7	5.548
-2	922.6	5.425
-1	903.7	5.304
0（并行线路中心）	885.4	5.185

下相导线对地高度	220kV 双回线路线高 30.5m、220kV 双回路挂单回线线高 29.7m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	867.9	5.069
2	851.3	4.960
3	835.9	4.856
4	821.7	4.761
5	808.9	4.674
6	797.5	4.598
7	787.5	4.532
8	778.9	4.478
9	771.5	4.435
10	765.2	4.405
11	759.9	4.385
12	755.4	4.377
13	751.3	4.380
14	747.6	4.391
15	743.8	4.410
16	739.8	4.436
17	735.2	4.468
18	729.8	4.502
19	723.4	4.539
20	715.7	4.576
21	706.5	4.612
22	695.7	4.646
23（边导线内）	683.3	4.676
24（边导线）	669.1	4.702
25	653.1	4.722
26	635.4	4.736
27	616	4.744
28	595.1	4.744
29	572.9	4.738
30	549.4	4.724
31	524.8	4.704
32	499.5	4.676
33	473.6	4.642
34	447.3	4.602
35	420.7	4.556
36	394.2	4.504
37	367.9	4.448

下相导线对地高度	220kV 双回线路线高 30.5m、220kV 双回路挂单回线线高 29.7m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
38	342	4.388
39	316.5	4.323
40	291.7	4.256
41	267.6	4.186
42	244.3	4.113
43	221.9	4.039
44	200.5	3.963
45	180.1	3.886
46	160.7	3.809
47	142.3	3.731
48	125	3.653
49	108.7	3.576
50	93.5	3.498
51	79.3	3.422
52	66.2	3.346
53	54.3	3.271
54	43.6	3.197
55	34.3	3.124
56	26.9	3.053
57	22.3	2.983
58	21.1	2.914
59	23.2	2.847
60	27.2	2.781
61	32	2.717
62	37	2.655
63	41.9	2.593
64（边导线外 40m）	46.6	2.534
65	51	2.476
最大值	**1078.8**	**6.830**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

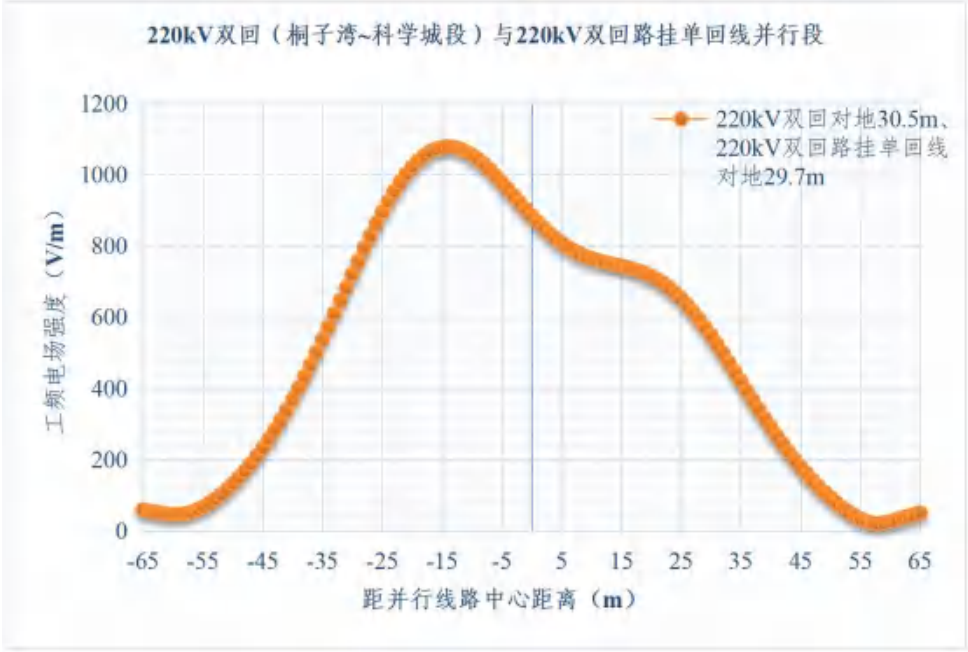


图 6.1-41　220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

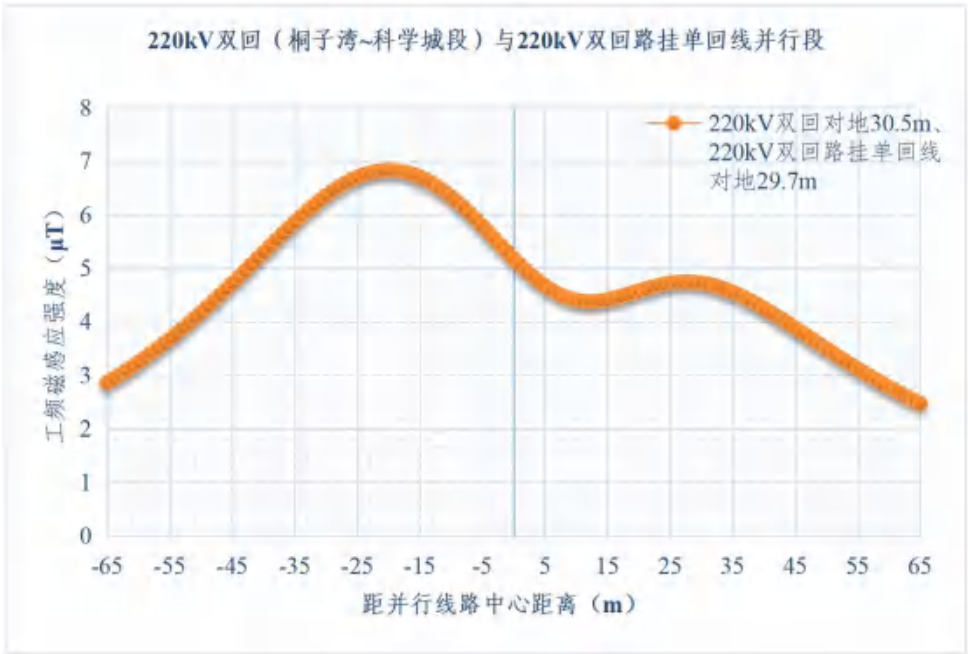


图6.1-42　220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段地面1.5m 处产生工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度30.5m，220kV 双回路挂单回线采用220-GB21S-JC4塔型，下相线导线最低对地高度29.7m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为1078.8V/m（边导线内），叠加附近现状背景监测值后（1078.8+0.402=1079.202）V/m；工频磁感应强度最大预测值为6.830μT（边导线内），叠

加附近现状背景监测值后（6.830+0.0147=6.8447）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度30.5m，220kV 双回路挂单回线采用220-GB21S-JC4塔型，下相线导线最低对地高度29.7m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-46~6.1-47、图6.1-43~6.1-44。

表 6.1-46 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-65	-60	-50	-40	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
50	236.3	285.8	455.0	836.5	1870.7	2048.8	2244.4	2455.5	2675.9	2893.2	3084.6	3215.9	3246.9	3149.2	2928.6	2632.2	2334.0	2111.8	2027.2	2101.7	2305.0	2571.5	2824.8	2996.4	3045.9	2973.1	2809.4	2594.7	2361.6	2130.9	1913.6	1714.3	1534.3	1373.0
49	236.7	286.9	460.5	862.5	2035.1	2253.6	2501.4	2780.1	3087.3	3411.9	3725.0	3969.3	4058.1	3910.4	3519.6	2979.3	2431.7	2017.6	1863.5	2023.9	2425.9	2939.2	3427.5	3757.9	3848.8	3715.8	3442.0	3111.6	2778.6	2468.6	2190.7	1945.9	1732.1	1545.7
48	236.9	287.7	465.5	887.5	2209.1	2474.7	2786.2	3152.4	3581.2	4074.0	4610.3	5112.0	5397.7	5223.6	4521.0	3524.3	2530.1	1748.9	1437.7	1788.1	2562.7	3515.5	4445.4	5069.5	5175.3	4845.3	4321.9	3778.7	3287.2	2864.5	2506.8	2205.4	1951.0	1735.6
47	236.8	288.2	469.8	911.2	2388.3	2706.4	3091.5	3563.9	4151.7	4891.6	5819.3	6910.7	7869.4	7879.2	6487.5	4558.3	2841.8	1479.8	782.9	1575.8	2923.1	4588.9	6431.2	7714.1	7621.7	6628.4	5532.1	4612.1	3885.0	3312.2	2855.9	2487.5	2186.6	1938.6
46	236.5	288.4	473.4	933.1	2567.2	2940.4	3404.1	3993.7	4766.4	5821.9	7344.5	9670.9	13075.2	14938.5	10929.6	6592.4	3842.2	2095.1	1367.9	2200.0	3949.1	6656.5	10890.8	14728.5	12776.8	9377.5	7074.1	5575.3	4542.8	3792.3	3224.6	2782.8	2431.9	2149.2
45	236.0	288.2	476.2	952.9	2739.1	3166.2	3706.9	4410.9	5363.9	6732.4	8895.1	12942.8	23614.5	59991.5	20514.2	9703.0	5715.4	3822.1	3229.7	3890.6	5807.7	9776.0	20488.2	59453.7	23248.6	12671.9	8670.0	6540.0	5199.4	4272.5	3594.0	3078.8	2677.6	2360.0
44	235.2	287.6	478.2	970.3	2897.9	3374.3	3983.6	4784.5	5877.2	7451.4	9926.3	14452.7	25294.9	47233.9	22995.2	12053.8	7797.9	5887.9	5328.3	5928.1	7859.2	12107.6	22985.9	46986.3	25055.9	14268.0	9776.7	7330.8	5783.7	4717.7	3943.5	3361.6	2913.6	2563.0
43	234.2	286.7	479.3	985.1	3038.5	3557.5	4223.7	5098.4	6277.4	7916.5	10278.7	13780.6	18561.8	21352.3	17472.2	12442.3	9266.2	7623.8	7123.8	7646.2	9301.5	12473.9	17475.1	21301.3	18477.3	13698.5	10213.4	7873.1	6258.2	5104.8	4257.1	3619.3	3130.4	2750.3
42	232.9	285.3	479.6	996.9	3158.0	3712.5	4425.1	5356.7	6591.3	8232.7	10368.0	12927.4	15313.5	16119.4	14583.0	12056.1	9954.3	8697.0	8290.9	8709.6	9974.9	12076.7	14594.5	16116.8	15302.7	12920.5	10375.1	8259.5	6641.1	5431.6	4527.0	3843.4	3320.2	2915.0
41	231.3	283.7	478.9	1005.6	3254.7	3838.8	4591.5	5576.5	6876.4	8571.4	10656.9	12851.6	14436.9	14626.9	13421.1	11644.8	10088.2	9104.2	8776.4	9111.9	10101.8	11661.6	13439.3	14648.0	14466.1	12895.2	10719.6	8655.8	6984.4	5709.9	4752.2	4029.2	3477.4	3051.8
40	229.5	281.6	477.3	1011.0	3328.2	3936.8	4726.4	5771.7	7178.3	9069.6	11483.0	14024.0	15518.4	15037.0	13262.7	11352.1	9880.6	8996.5	8706.3	9001.6	9890.5	11366.7	13284.2	15071.2	15573.4	14104.3	11588.3	9198.7	7331.4	5950.5	4932.9	4173.7	3598.4	3156.7
39	227.4	279.1	474.8	1013.0	3378.0	4005.8	4828.1	5938.4	7493.7	9762.2	13134.9	17571.4	20141.0	17681.0	13907.5	11176.5	9494.6	8590.4	8306.0	8593.7	9501.1	11187.3	13926.7	17720.3	20218.1	17686.0	13274.6	9923.5	7677.9	6148.0	5065.8	4274.4	3680.7	3227.4
38	225.1	276.3	471.3	1011.7	3403.6	4043.6	4889.1	6051.7	7746.9	10454.8	15455.4	26686.8	40217.0	24223.2	15097.3	11112.1	9140.4	8181.1	7890.6	8182.8	9143.6	11117.3	15108.5	24260.4	40346.7	26852.0	15621.4	10634.2	7947.0	6276.7	5142.4	4328.2	3722.8	3262.5
37	222.5	273.1	467.0	1007.1	3404.6	4048.2	4901.1	6081.2	7824.4	10692.2	16430.1	34219.8	141895.0	28767.4	15680.9	11163.2	9069.7	8075.4	7776.7	8076.3	9071.1	11164.9	15685.6	28795.0	142261.0	34410.3	16597.7	10871.4	8024.3	6306.3	5154.6	4333.0	3724.1	3261.9
36	219.7	269.5	461.7	999.1	3381.4	4019.4	4862.3	6018.5	7688.9	10284.3	14709.1	22488.4	28557.9	21587.6	14943.9	11315.4	9346.8	8344.9	8035.5	8346.3	9349.3	11318.8	14950.7	21609.8	28628.2	22604.6	14848.4	10445.1	7873.4	6229.0	5101.1	4289.1	3685.1	3225.9
35	216.6	265.6	455.6	988.1	3334.7	3959.2	4778.8	5885.2	7425.6	9622.2	12705.7	16365.7	18492.0	17131.6	14161.6	11546.2	9748.5	8727.8	8399.3	8730.7	9754.0	11554.0	14173.4	17153.9	18537.3	16441.9	12811.0	9753.5	7582.1	6067.7	4988.9	4199.1	3607.2	3155.6
34	213.3	261.3	448.6	974.1	3265.5	3870.3	4658.9	5710.6	7138.3	9077.2	11583.2	14315.5	16184.1	16047.3	14178.7	11858.6	9990.4	8859.0	8487.5	8864.2	9999.8	11870.6	14192.8	16066.0	16213.9	14363.8	11653.9	9171.1	7255.9	5852.7	4827.0	4066.4	3492.4	3052.8
33	209.7	256.7	440.9	957.5	3174.6	3753.8	4506.4	5506.1	6859.9	8708.8	11180.7	14190.4	16915.9	17517.1	15317.7	12244.1	9848.0	8452.7	8004.2	8461.7	9863.2	12260.9	15330.9	17524.1	16921.2	14203.4	11208.8	8755.8	6927.9	5596.4	4620.6	3894.0	3343.3	2919.7
32	205.9	251.7	432.4	938.3	3062.7	3609.6	4318.7	5261.8	6554.1	8386.5	11087.3	15194.5	20899.2	23623.7	18239.2	12516.3	9097.5	7343.8	6805.2	7359.7	9123.3	12541.8	18249.7	23601.3	20854.3	15152.6	11059.1	8375.8	6562.8	5291.1	4369.8	3684.3	3162.9	2759.9
31	201.9	246.4	423.3	916.9	2930.8	3438.0	4092.1	4960.6	6159.8	7912.9	10722.1	16036.4	29969.4	58007.4	22990.5	11905.0	7577.3	5578.9	4973.4	5607.2	7620.2	11944.6	22994.9	57842.4	29805.5	15915.5	10626.4	7837.8	6104.0	4923.8	4075.0	3441.5	2956.5	2578.4
30	197.7	240.8	413.5	893.7	2781.7	3241.8	3828.1	4597.0	5646.1	7164.7	9583.8	14149.2	26096.6	49727.6	19242.2	9536.1	5579.0	3568.6	2887.9	3616.2	5640.3	9584.1	19231.7	49459.3	25846.1	13961.6	9426.7	7028.8	5528.1	4495.6	3743.1	3173.6	2731.3	2381.7
29	193.3	235.0	403.2	868.8	2620.0	3027.7	3536.9	4187.5	5043.6	6214.3	7895.2	10407.7	13798.2	14987.4	10914.5	6727.4	3951.6	2093.4	1233.8	2160.3	4016.8	6765.1	10889.0	14855.5	13598.4	10202.8	7701.0	6032.6	4873.8	4029.2	3389.9	2892.2	2496.7	2177.9
28	188.7	228.9	392.4	842.7	2451.3	2804.9	3234.8	3763.9	4423.4	5251.6	6279.7	7456.8	8420.8	8336.2	6880.8	4933.9	3203.2	1870.5	1262.4	1917.9	3246.3	4947.5	6841.1	8226.8	8252.8	7258.8	6071.6	5042.4	4216.6	3560.9	3036.2	2611.2	2263.0	1975.1
27	184.0	222.5	381.2	815.7	2282.0	2583.6	2938.9	3357.9	3849.4	4413.6	5024.1	5588.5	5906.2	5729.9	5012.3	4004.0	3010.9	2256.5	1965.0	2273.6	3024.2	3993.0	4959.9	5626.4	5754.7	5401.7	4815.3	4192.0	3620.3	3124.0	2701.6	2343.6	2039.8	1781.2
26	179.0	216.0	369.6	788.1	2117.6	2372.2	2662.5	2990.6	3353.8	3739.4	4113.9	4412.4	4539.9	4412.5	4028.1	3488.3	2942.9	2535.8	2384.3	2536.6	2935.2	3459.3	3966.4	4311.2	4398.5	4236.3	3910.7	3515.8	3114.6	2738.7	2399.6	2099.1	1834.8	1602.7
25	174.0	209.2	357.8	760.2	1962.2	2176.2	2412.9	2670.4	2941.9	3213.1	3458.1	3637.9	3707.7	3636.6	3431.0	3142.0	2847.6	2628.2	2545.3	2620.7	2827.7	3102.3	3364.1	3537.2	3574.2	3472.1	3263.7	2994.3	2702.0	2411.7	2136.9	1883.5	1652.8	1444.1
24	168.8	202.2	345.7	732.3	1818.3	1998.5	2192.6	2397.1	2604.8	2803.8	2976.4	3100.3	3153.7	3124.8	3020.4	2868.9	2712.2	2594.0	2547.0	2582.4	2686.2	2824.1	2951.9	3028.6	3028.1	2945.2	2793.2	2594.5	2371.3	2140.9	1914.5	1698.6	1496.2	1308.1
23	163.5	195.1	333.5	704.7	1687.1	1839.9	2000.7	2166.0	2329.5	2482.4	2613.0	2708.5	2757.9	2756.8	2710.5	2635.2	2554.2	2491.1	2463.7	2477.8	2525.8	2589.0	2643.2	2665.6	2640.9	2564.8	2442.7	2286.1	2107.9	1919.6	1729.7	1543.8	1365.3	1195.5
22	158.0	187.8	321.2	677.5	1568.8	1699.4	1834.6	1970.9	2103.5	2226.0	2330.8	2410.4	2459.0	2474.9	2461.9	2429.3	2390.1	2357.5	2341.0	2343.8	2361.7	2384.4	2398.2	2390.3	2351.7	2279.2	2175.1	2045.5	1898.0	1740.2	1578.3	1416.8	1258.6	1105.5
21	152.5	180.4	308.8	651.0	1462.7	1575.7	1691.0	1805.8	1916.4	2018.1	2106.1	2175.7	2223.7	2249.3	2255.1	2246.4	2230.6	2215.0	2204.9	2202.0	2203.8	2204.6	2196.6	2172.6	2127.1	2058.0	1966.3	1855.5	1730.2	1595.4	1455.5	1314.2	1173.8	1036.3
20	146.9	172.9	296.5	625.4	1368.1	1466.9	1566.8	1665.4	1759.8	1846.8	1923.1	1985.6	2032.5	2063.2	2079.4	2084.1	2081.4	2075.5	2069.3	2063.6	2057.2	2046.6	2027.4	1995.5	1947.7	1882.5	1800.5	1703.8	1595.3	1478.6	1356.7	1232.5	1108.0	985.0
19	141.3	165.3	284.2	600.7	1283.8	1371.3	1459.1	1545.2	1627.5	1703.7	1771.3	1828.4	1873.6	1906.7	1928.3	1940.4	1945.1	1944.9	1941.2	1934.5	1924.1	1908.0	1883.7	1848.7	1801.2	1740.4	1666.7	1581.3	1486.5	1384.4	1277.6	1168.1	1058.0	948.5
18	135.6	157.6	272.0	577.1	1208.9	1287.2	1365.3	1441.8	1514.8	1582.7	1643.6	1696.2	1739.5	1773.1	1797.5	1813.5	1822.4	1825.5	1823.6	1816.9	1805.0	1786.8	1760.7	1725.5	1680.0	1623.9	1557.5	1481.7	1398.1	1308.4	1214.4	1118.0	1020.6	923.8
17	129.8	149.9	260.0	554.7	1142.2	1213.1	1283.5	1352.3	1418.0	1479.3	1534.9	1583.7	1625.0	1658.3	1683.7	1701.7	1712.9	1718.0	1717.5	1711.4	1699.4	1680.9	1655.0	1621.1	1578.5	1527.2	1467.4	1400.0	1326.0	1246.9	1164.1	1079.1	993.2	908.0
16	124.1	142.1	248.2	533.4	1082.9	1147.7	1211.9	1274.4	1334.3	1390.3	1441.6	1487.1	1526.3	1558.8	1584.4	1603.3	1615.8	1622.2	1622.8	1617.5	1606.2	1588.5	1563.9	1532.1	1492.9	1446.3	1392.5	1332.4	1266.9	1197.0	1123.9	1049.0	973.4	898.5
15	118.4	134.3	236.7	513.4	1030.2	1089.9	1149.0	1206.5	1261.6	1313.4	1361.0	1403.7	1440.9	1472.3	1497.6	1516.8	1530.0	1537.4	1538.9	1534.5	1524.3	1507.9	1485.2	1456.0	1420.2	1378.1	1329.9	1276.4	1218.2	1156.3	1091.8	1025.8	959.3	893.6
14	112.7	126.6	225.4	494.7	983.4	1038.9	1093.7	1147.0	1198.2	1246.4	1291.0	1331.2	1366.7	1396.9	1421.7	1440.9	1454.5	1462.4	1464.8	1461.5	1452.5	1437.7	1417.1	1390.6	1358.2	1320.3	1277.2	1229.5	1177.8	1123.0	1066.0	1007.8	949.3	891.6
13	107.0	118.8	214.5	477.2	941.7	993.8	1045.0	1095.0	1142.9	1188.1	1230.0	1268.2	1302.0	1331.1	1355.3	1374.3	1388.1	1396.6	1399.7	1397.4	1389.8	1376.7	1358.2	1334.3	1305.3	1271.3	1232.7	1190.2	1144.2	1095.6	1045.2	993.7	942.1	891.4
12	101.5	111.1	204.0	461.1	904.9	953.9	1002.3	1049.3	1094.5	1137.2	1176.9	1213.2	1245.6	1273.7	1297.3	1316.0	1329.9	1338.8	1342.6	1341.4	1335.0	1323.6	1307.2	1285.9	1259.9	1229.4	1195.0	1157.1	1116.2	1073.0	1028.2	982.6	937.1	892.3
11	96.0	103.5	193.9	446.2	872.2	918.8	964.7	1009.3	1052.2	1092.8	1130.7	1165.4	1196.5	1223.7	1246.6	1265.2	1279.1	1288.3	1292.8	1292.5	1287.4	1277.6	1263.1	1244.1	1220.9	1193.7	1163.0	1129.1	1092.6	1054.1	1014.3	973.9	933.4	893.8
10	90.8	96.0	184.3	432.6	843.5	888.0	931.8	974.4	1015.3	1054.2	1090.4	1123.8	1153.8	1180.2	1202.6	1220.9	1234.9	1244.4	1249.5	1250.1	1246.1	1237.8	1225.1	1208.3	1187.6	1163.3	1135.8	1105.4	1072.8	1038.4	1002.9	966.8	930.8	895.5
9	85.6	88.6	175.2	420.4	818.3	861.1	903.1	944.0	983.3	1020.6	1055.6	1087.8	1116.9	1142.5	1164.5	1182.5	1196.6	1206.4	1212.0	1213.4	1210.5	1203.5	1192.4	1177.6	1159.1	1137.3	1112.6	1085.4	1056.1	1025.3	993.4	961.0	928.8	897.2
8	80.8	81.4	166.8	409.4	796.5	837.7	878.3	917.7	955.7	991.8	1025.6	1056.8	1085.1	1110.1	1131.7	1149.6	1163.6	1173.7	1179.8	1181.8	1179.9	1174.1	1164.5	1151.4	1134.9	1115.3	1093.1	1068.6	1042.1	1014.3	985.5	956.3	927.2	898.7
7	76.2	74.5	159.0	399.8	777.6	817.7	857.0	895.3	932.1	967.1	1000.0	1030.4	1058.0	1082.5	1103.7	1121.5	1135.5	1145.9	1152.4	1155.1	1154.0	1149.2	1140.9	1129.2	1114.4	1096.8	1076.7	1054.4	1030.4	1005.1	979.0	952.5	926.0	900.1
6	72.0	67.9	152.0	391.4	761.7	800.7	839.0	876.3	912.2	946.4	978.4	1008.2	1035.2	1059.3	1080.2	1097.8	1112.0	1122.5	1129.3	1132.6	1132.2	1128.3	1121.1	1110.7	1097.4	1081.4	1063.0	1042.7	1020.7	997.6	973.6	949.3	925.0	901.2
5	68.2	61.8	145.9	384.3	748.4	786.6	824.2	860.6	895.8	929.2	960.7	989.8	1016.4	1040.2	1060.9	1078.4	1092.5	1103.2	1110.4	1114.1	1114.3	1111.2	1104.9	1095.5	1083.4	1068.8	1051.9	1033.1	1012.9	991.4	969.3	946.7	924.2	902.1
4	64.9	56.3	140.7	378.5	737.7	775.3	812.2	848.0	882.6	915.5	946.4	975.1	1001.4	1024.8	1045.4	1062.8	1077.0	1087.8	1095.2	1099.3	1100.0	1097.5	1092.0	1083.5	1072.3	1058.7	1043.0	1025.5	1006.6	986.6	965.8	944.7	923.6	902.8
3	62.2	51.6	136.6	374.0	729.5	766.6	803.0	838.4	872.5	904.9	935.5	963.9	989.9	1013.1	1033.5	1050.9	1065.1	1076.0	1083.7	1088.0	1089.1	1087.1	1082.1	1074.3	1063.8	1051.1	1036.3	1019.8	1001.8	982.9	963.2	943.1	923.1	903.3
2	60.3	48.0	133.6	370.8	723.7	760.5	796.5	831.6	865.3	897.5	927.8	956.0	981.7	1004.9	1025.2	1042.5	1056.7	1067.7	1075.5	1080.1	1081.4	1079.8	1075.1	1067.8	1057.9	1045.7	1031.5	1015.7	998.5	980.3	961.3	942.0	922.7	903.6
1	59.0	45.7	131.7	368.8	720.3	756.8	792.7	827.5	861.1	893.1	923.2	951.3	976.9	1000.0	1020.2	1037.5	1051.7	1062.8	1070.7	1075.3	1076.9	1075.4	1071.0	1063.9	1054.3	1042.5	1028.7	1013.3	996.5	978.7	960.2	941.4	922.5	903.8
0	58.6	44.9	131.1	368.2	719.1	755.6	791.4	826.2	859.7	891.6	921.7	949.7	975.3	998.3	1018.6	1035.9	1050.1	1061.2	1069.0	1073.8	1075.4	1073.9	1069.6	1062.7	1053.2	1041.5	1027.8	1012.5	995.9	978.2	959.9	941.2	922.4	903.9

XY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	40	50	60	65
50	1228.9	1100.7	986.9	886.4	798.6	723.4	661.6	614.5	584.3	573.4	583.8	616.7	671.8	748.3	845.0	960.7	1093.7	1241.6	1400.1	1562.3	1717.4	1852.3	1952.8	2008.6	2016.1	1979.7	1908.9	1815.1	1708.7	1597.7	1487.5	1381.4	719.6	399.1	253.4	210.4
49	1383.5	1242.4	1120.0	1014.5	924.7	850.1	790.9	748.0	722.8	717.1	732.7	770.9	832.5	918.0	1028.0	1162.8	1322.4	1505.8	1709.3	1924.3	2135.4	2320.1	2452.7	2513.4	2497.5	2416.1	2289.4	2138.3	1978.9	1821.7	1672.6	1534.4	751.2	406.1	255.0	211.1
48	1552.6	1397.2	1265.3	1154.2	1062.0	987.5	930.5	891.4	871.3	871.4	893.6	939.4	1010.8	1109.7	1238.5	1400.0	1597.1	1832.0	2103.9	2404.6	2712.8	2989.2	3181.5	3247.7	3180.9	3012.3	2787.1	2543.5	2305.1	2083.6	1883.3	1704.7	782.8	412.5	256.3	211.6
47	1732.9	1561.7	1419.5	1302.2	1207.0	1132.3	1077.2	1041.9	1026.9	1033.5	1063.6	1119.3	1203.6	1320.2	1473.7	1670.5	1918.4	2226.1	2601.4	3043.6	3529.6	3991.6	4312.1	4382.4	4195.7	3846.2	3441.4	3048.0	2693.6	2384.8	2119.0	1890.9	813.9	418.5	257.4	212.0
46	1919.3	1731.5	1578.3	1454.3	1355.9	1280.6	1227.3	1195.6	1185.9	1199.7	1238.8	1306.3	1406.2	1544.1	1727.8	1968.3	2280.8	2686.2	3211.6	3884.3	4707.6	5588.2	6238.1	6302.5	5787.9	5031.7	4293.5	3662.4	3144.4	2722.1	2376.1	2089.9	844.2	423.8	258.1	212.1
45	2105.8	1901.3	1736.9	1606.0	1504.1	1428.1	1376.4	1348.2	1344.1	1365.3	1414.3	1494.7	1611.9	1773.7	1991.3	2281.4	2669.3	3194.3	3918.7	4940.6	6393.4	8321.3	10077.2	10059.9	8429.6	6694.7	5357.5	4376.2	3645.1	3085.9	2647.4	2296.5	873.1	428.5	258.5	211.9
44	2285.5	2065.0	1889.8	1752.3	1647.0	1570.2	1519.9	1495.2	1496.5	1525.2	1584.3	1678.0	1813.1	1999.3	2251.6	2592.4	3058.0	3709.4	4656.4	6116.4	8566.6	13112.7	20494.9	19538.6	12759.5	8798.0	6554.2	5138.7	4166.6	3458.9	2922.4	2503.8	900.1	432.3	258.6	211.6
43	2451.9	2216.7	2031.7	1888.0	1779.5	1701.9	1653.0	1631.6	1638.1	1674.0	1742.7	1849.1	2001.1	2210.2	2494.1	2880.3	3413.7	4172.5	5304.8	7130.5	10495.3	18630.7	65443.2	45391.7	17430.7	10735.3	7660.0	5860.4	4668.5	3820.4	3189.1	2704.1	924.6	435.4	258.3	211.0
42	2598.6	2350.8	2157.3	2008.3	1897.0	1818.9	1771.2	1752.8	1764.0	1806.5	1883.8	2001.4	2167.9	2396.2	2705.4	3125.8	3706.0	4529.2	5748.4	7674.3	11030.1	17770.4	31237.8	29273.4	17485.2	11622.1	8443.2	6462.9	5117.3	4153.1	3436.8	2890.4	946.2	437.5	257.7	210.1
41	2720.8	2462.7	2262.3	2109.0	1995.5	1916.9	1870.4	1854.7	1869.9	1918.0	2002.5	2129.3	2307.2	2549.5	2876.0	3316.6	3918.2	4756.8	5958.6	7738.1	10436.1	14357.2	18412.3	18673.3	15248.2	11661.6	8928.6	6946.4	5507.4	4449.6	3659.2	3057.4	964.4	438.7	256.7	209.1
40	2814.5	2548.7	2343.0	2186.6	2071.5	1992.8	1947.4	1933.9	1952.4	2004.9	2095.0	2228.6	2414.5	2665.8	3001.4	3449.3	4051.3	4869.8	5997.3	7559.4	9674.8	12258.4	14579.7	15321.5	14071.6	11766.1	9389.8	7396.6	5862.0	4713.4	3853.6	3201.8	978.8	438.9	255.3	207.7
39	2877.4	2606.3	2397.2	2238.6	2122.6	2044.0	1999.6	1987.8	2009.0	2064.8	2158.9	2297.1	2487.9	2743.8	3082.4	3528.8	4118.9	4903.1	5950.3	7344.2	9152.3	11325.1	13501.5	14879.8	14592.7	12671.0	10158.8	7926.8	6212.9	4950.2	4018.9	3320.7	989.2	438.1	253.5	206.1
38	2908.2	2634.1	2423.2	2263.6	2147.3	2069.0	2025.4	2015.0	2038.0	2096.2	2192.9	2333.9	2527.4	2785.0	3123.1	3564.1	4139.3	4891.6	5879.8	7182.9	8903.4	11160.0	14007.3	16963.9	17925.3	15287.6	11541.9	8601.5	6566.1	5156.3	4151.0	3411.3	995.2	436.3	251.3	204.3
37	2906.4	2631.7	2420.4	2260.8	2144.8	2066.9	2024.1	2014.7	2039.0	2098.6	2196.9	2339.5	2534.1	2792.1	3128.6	3564.5	4128.5	4860.2	5817.1	7089.9	8842.9	11426.4	15679.0	23339.0	30426.2	21689.4	13594.5	9323.0	6871.2	5310.9	4241.5	3469.6	996.8	433.4	248.8	202.1
36	2872.4	2599.2	2389.1	2230.4	2115.0	2037.9	1995.7	1987.0	2012.0	2072.3	2171.4	2314.7	2509.8	2767.8	3103.4	3537.2	4097.1	4822.8	5773.7	7050.5	8855.3	11686.5	17114.2	33065.9	321848.0	31059.9	15112.2	9742.3	7029.0	5384.0	4280.3	3492.1	993.9	429.5	245.8	199.8
35	2807.3	2537.7	2330.0	2173.0	2058.8	1982.4	1940.7	1932.4	1957.7	2018.2	2117.4	2260.7	2455.9	2714.0	3050.1	3485.3	4048.9	4783.0	5750.2	7052.5	8878.6	11639.3	16391.2	26016.8	37581.1	24206.8	14262.6	9564.5	6974.9	5358.1	4262.2	3476.8	986.6	424.5	242.5	197.2
34	2712.6	2448.6	2244.7	2090.2	1977.5	1902.0	1860.6	1852.3	1877.4	1937.5	2036.3	2179.0	2373.7	2631.6	2968.7	3407.7	3980.8	4735.1	5739.8	7097.7	8960.0	11532.6	15000.4	18938.7	20480.4	17049.0	12399.9	8997.9	6752.8	5244.5	4190.2	3424.9	974.9	418.6	238.8	194.3
33	2590.7	2334.2	2135.4	1984.1	1873.2	1798.5	1757.3	1748.6	1773.0	1832.2	1929.8	2071.1	2264.3	2521.1	2858.2	3300.3	3884.0	4664.0	5723.1	7182.2	9193.0	11844.7	14838.4	17017.2	16842.6	14314.5	11105.7	8417.6	6458.2	5069.4	4072.6	3339.3	959.2	411.7	234.8	191.2
32	2445.0	2198.1	2005.4	1857.6	1748.7	1674.6	1633.2	1623.8	1647.0	1704.7	1800.4	1939.4	2129.7	2383.1	2717.1	3158.0	3746.4	4546.3	5661.4	7260.2	9594.4	12901.1	16742.4	18797.8	17182.4	13732.7	10460.8	7949.0	6141.1	4850.8	3916.0	3223.2	939.8	403.9	230.4	187.9
31	2280.3	2044.4	1858.6	1714.8	1607.6	1533.8	1491.8	1481.1	1502.7	1558.4	1651.5	1787.0	1972.7	2219.9	2546.0	2977.6	3557.3	4355.9	5497.2	7212.6	9965.4	14706.7	22572.5	27251.9	20599.5	14108.4	10073.4	7507.7	5789.3	4589.8	3723.5	3079.2	916.9	395.3	225.6	184.3
30	2102.6	1878.7	1700.1	1560.0	1454.2	1380.1	1336.8	1324.3	1343.8	1397.1	1487.2	1618.6	1798.1	2036.0	2348.5	2760.7	3313.5	4076.6	5177.6	6875.4	9786.1	15825.2	35167.4	85693.6	25276.5	13992.5	9443.5	6948.5	5366.7	4280.7	3496.7	2910.2	891.0	386.0	220.6	180.6
29	1918.6	1707.1	1535.6	1398.6	1293.2	1217.9	1172.5	1157.7	1174.8	1225.7	1312.9	1439.8	1612.0	1838.2	2132.1	2515.4	3023.2	3714.6	4696.5	6180.2	8647.1	13439.2	25208.2	37623.9	19908.7	11938.1	8279.4	6201.1	4860.1	3925.3	3240.5	2720.8	862.7	375.9	215.2	176.6
28	1735.6	1536.1	1370.9	1236.1	1130.0	1052.2	1003.5	985.6	1000.3	1049.3	1134.2	1257.2	1422.0	1635.3	1907.5	2255.5	2705.7	3301.1	4112.7	5263.0	6966.7	9545.3	12932.1	14466.0	12007.1	8973.8	6807.3	5334.9	4299.0	3540.1	2965.2	2518.1	832.3	365.2	209.5	172.4
27	1560.5	1372.1	1212.1	1078.2	969.9	887.9	834.5	812.6	825.0	873.1	957.2	1077.8	1236.3	1436.7	1686.3	1996.6	2385.5	2878.9	3514.5	4342.1	5411.7	6703.5	7925.2	8389.5	7756.9	6582.4	5431.3	4483.6	3737.2	3150.7	2685.0	2310.4	800.5	354.0	203.6	168.1
26	1399.1	1220.6	1064.9	930.7	818.4	730.0	669.8	642.7	653.2	702.4	788.4	908.9	1062.8	1251.5	1479.4	1753.5	2084.1	2484.6	2969.7	3550.8	4219.3	4912.5	5473.2	5688.2	5469.8	4950.9	4332.0	3739.5	3220.3	2781.1	2413.6	2106.3	767.6	342.3	197.5	163.6
25	1255.9	1086.5	934.4	799.1	681.3	584.2	514.1	479.8	489.0	542.5	634.2	757.5	908.7	1087.2	1295.2	1536.4	1816.1	2139.3	2509.0	2920.9	3355.2	3764.6	4072.2	4198.2	4111.8	3854.4	3504.4	3130.0	2771.6	2447.1	2161.2	1912.6	734.3	330.2	191.1	158.9
24	1134.1	973.4	825.1	688.8	565.2	457.2	372.7	327.1	336.5	399.9	502.1	630.6	780.1	949.2	1139.0	1351.3	1588.1	1850.2	2135.2	2435.1	2731.9	2995.7	3187.5	3272.4	3237.4	3097.9	2888.4	2645.0	2395.0	2155.2	1933.8	1733.9	700.9	317.9	184.5	154.1
23	1035.0	883.4	740.3	604.9	477.1	358.4	255.1	189.2	201.4	284.9	401.4	534.9	681.4	840.6	1013.0	1199.7	1400.8	1615.1	1838.8	2063.7	2276.7	2459.0	2589.9	2652.1	2639.3	2558.4	2426.1	2262.3	2084.4	1905.4	1733.2	1572.4	667.9	305.4	177.7	149.2
22	958.3	816.9	681.2	550.3	423.8	301.0	183.1	84.3	106.1	217.2	342.6	475.2	614.6	761.5	916.6	1080.0	1251.0	1427.7	1606.1	1779.5	1938.5	2071.5	2166.4	2214.2	2211.5	2161.8	2074.0	1959.6	1829.8	1694.0	1558.8	1428.7	635.6	292.7	170.8	144.2
21	902.3	772.5	646.8	525.0	406.9	293.1	186.3	105.5	122.6	217.1	330.4	451.2	577.8	709.6	846.7	988.5	1133.8	1280.3	1424.4	1560.9	1683.2	1783.8	1855.5	1893.1	1894.8	1862.5	1801.4	1718.5	1621.2	1516.1	1408.5	1302.2	604.2	280.0	163.8	139.0
20	864.4	747.0	633.4	524.2	420.3	324.6	244.2	196.6	205.7	266.6	354.8	456.3	565.6	680.3	799.1	920.7	1043.5	1165.1	1282.5	1391.5	1487.6	1565.5	1621.0	1650.8	1654.0	1631.6	1587.0	1524.7	1449.6	1366.4	1279.3	1191.5	574.1	267.2	156.6	133.8
19	841.0	736.5	636.0	540.8	452.8	376.0	316.9	285.8	291.5	332.3	398.2	479.6	570.6	667.7	768.7	871.7	974.8	1075.6	1171.5	1259.3	1335.6	1396.9	1440.3	1463.9	1466.9	1450.3	1416.1	1367.5	1307.8	1240.5	1168.7	1095.0	545.3	254.5	149.3	128.5
18	828.8	736.8	649.2	567.6	494.3	432.8	388.1	365.7	369.3	398.2	447.7	511.8	585.9	666.5	750.9	837.0	922.8	1006.0	1084.3	1155.3	1216.2	1264.7	1298.7	1316.9	1319.1	1305.7	1278.2	1238.8	1189.9	1134.1	1073.8	1011.1	518.1	241.9	141.9	123.2
17	824.5	744.2	668.4	598.9	537.9	488.1	453.0	435.6	437.6	458.7	496.2	546.5	606.0	671.9	741.5	812.7	883.4	951.7	1015.5	1072.7	1121.3	1159.6	1186.0	1199.7	1200.5	1188.8	1165.7	1132.6	1091.4	1044.1	992.4	938.1	492.4	229.5	134.5	117.8
16	825.5	755.6	690.3	631.1	580.0	539.0	510.4	496.0	496.7	512.2	540.7	580.1	627.6	680.8	737.5	795.7	853.6	909.2	960.8	1006.7	1045.2	1075.1	1095.3	1105.1	1104.4	1093.4	1073.0	1044.3	1008.7	967.6	922.5	874.8	468.3	217.3	127.0	112.5
15	829.7	769.0	712.6	662.0	618.8	584.4	560.4	547.9	547.4	558.5	580.2	610.8	648.4	691.0	736.7	783.9	830.6	875.5	916.9	953.3	983.6	1006.6	1021.5	1027.9	1025.5	1014.7	996.1	970.4	938.8	902.3	862.3	819.7	445.9	205.3	119.5	107.1
14	835.7	782.8	734.0	690.5	653.5	624.1	603.4	592.1	590.5	598.2	614.4	638.0	667.4	701.2	737.7	775.4	812.8	848.6	881.4	910.0	933.3	950.5	961.0	964.3	960.4	949.4	931.8	908.2	879.5	846.6	810.4	771.8	425.1	193.7	111.9	101.7
13	842.5	796.3	753.8	716.0	683.9	658.4	640.1	629.6	626.9	631.8	643.6	661.5	684.2	710.6	739.4	769.2	798.7	826.8	852.4	874.4	891.9	904.3	911.0	911.6	906.2	894.8	877.7	855.6	829.1	798.8	765.5	730.1	406.0	182.3	104.4	96.4
12	849.3	808.7	771.5	738.4	710.3	687.7	671.2	661.1	657.5	660.0	668.2	681.5	698.7	719.0	741.3	764.4	787.3	809.0	828.5	845.0	857.6	865.9	869.3	867.7	860.8	848.9	832.2	811.1	786.1	757.8	726.8	693.9	388.4	171.3	96.8	91.2
11	855.7	819.9	787.1	757.8	732.8	712.5	697.4	687.6	683.0	683.6	688.9	698.2	711.0	726.2	743.1	760.6	778.0	794.3	808.7	820.5	829.1	833.9	834.6	830.9	822.7	810.3	793.6	773.2	749.4	722.6	693.5	662.4	372.3	160.7	89.3	86.0
10	861.6	829.8	800.5	774.4	751.9	733.4	719.3	709.6	704.3	703.2	706.0	712.2	721.1	732.2	744.6	757.5	770.3	782.1	792.2	800.1	805.2	807.1	805.4	800.0	790.7	777.6	761.0	741.0	718.0	692.4	664.7	635.2	357.8	150.6	81.8	81.0
9	866.9	838.3	812.0	788.4	767.9	750.9	737.5	727.8	721.8	719.4	720.1	723.7	729.5	737.1	745.7	754.8	763.7	771.8	778.4	783.1	785.3	784.7	781.0	774.0	763.7	750.1	733.4	713.7	691.3	666.6	640.0	611.7	344.8	140.9	74.4	76.2
8	871.3	845.5	821.6	800.1	781.2	765.3	752.5	742.8	736.3	732.6	731.6	733.0	736.3	741.0	746.6	752.5	758.2	763.2	766.8	768.8	768.6	765.9	760.5	752.3	741.1	727.0	710.1	690.6	668.7	644.6	618.8	591.6	333.2	131.9	67.1	71.5
7	875.1	851.5	829.6	809.7	792.2	777.2	764.8	755.1	748.0	743.4	741.0	740.6	741.7	744.1	747.1	750.5	753.5	755.9	757.2	756.9	754.7	750.3	743.5	734.2	722.2	707.7	690.6	671.2	649.6	626.1	601.0	574.5	323.0	123.4	59.9	67.1
6	878.2	856.4	836.1	817.6	801.1	786.8	774.7	765.0	757.4	752.0	748.4	746.6	746.0	746.4	747.5	748.7	749.6	749.9	749.2	747.0	743.2	737.4	729.4	719.2	706.6	691.7	674.4	655.1	633.7	610.6	586.0	560.2	314.3	115.8	52.9	63.1
5	880.7	860.4	841.3	823.9	808.2	794.4	782.6	772.8	764.9	758.8	754.3	751.3	749.3	748.2	747.6	747.1	746.4	745.0	742.7	739.0	733.9	726.9	718.0	707.0	693.9	678.6	661.3	641.9	620.7	597.9	573.7	548.3	306.9	108.9	46.1	59.4
4	882.6	863.4	845.4	828.8	813.8	800.4	788.7	778.8	770.6	764.0	758.8	754.9	751.9	749.6	747.7	745.8	743.7	741.1	737.5	732.7	726.5	718.7	709.0	697.4	683.9	668.3	650.8	631.5	610.4	587.8	563.9	538.9	300.8	103.0	39.7	56.2
3	884.1	865.7	848.5	832.5	817.9	804.8	793.3	783.3	774.9	767.9	762.2	757.5	753.7	750.5	747.6	744.8	741.7	738.1	733.5	727.9	720.9	712.4	702.2	690.2	676.3	660.5	642.9	623.5	602.6	580.1	556.5	531.7	296.2	98.3	33.9	53.6
2	885.1	867.3	850.6	835.0	820.7	807.8	796.4	786.4	777.8	770.6	764.4	759.3	754.9	751.1	747.6	744.1	740.3	735.9	730.8	724.5	717.0	708.0	697.4	685.1	670.9	655.0	637.3	618.0	597.1	574.7	551.2	526.6	292.8	94.7	29.1	51.7
1	885.7	868.3	851.8	836.5	822.4	809.6	798.3	788.3	779.6	772.1	765.8	760.3	755.7	751.5	747.6	743.6	739.4	734.7	729.1	722.5	714.7	705.4	694.6	682.0	667.8	651.8	634.0	614.7	593.8	571.5	548.1	523.6	290.8	92.6	25.8	50.5
0	885.9	868.6	852.2	837.0	822.9	810.2	798.9	788.8	780.1	772.6	766.2	760.7	755.9	751.6	747.5	743.5	739.1	734.3	728.6	721.9	713.9	704.6	693.6	681.0	666.7	650.7	632.9	613.6	592.7	570.5	547.0	522.6	290.2	91.8	24.6	50.1

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-47 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-65	-60	-50	-40	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
50	4.110	4.979	7.803	13.824	29.386	32.025	34.918	38.037	41.297	44.513	47.353	49.312	49.794	48.380	45.157	40.834	36.506	33.310	32.118	33.229	36.221	40.164	43.939	46.518	47.284	46.226	43.805	40.615	37.143	33.700	30.447	27.453	24.737	22.287
49	4.147	5.035	7.947	14.307	31.934	35.162	38.817	42.924	47.453	52.243	56.874	60.499	61.831	59.670	53.921	45.995	38.025	32.084	29.928	32.264	38.125	45.698	52.970	57.929	59.322	57.366	53.299	48.383	43.420	38.793	34.636	30.961	27.733	24.903
48	4.182	5.087	8.084	14.778	34.616	38.526	43.104	48.479	54.774	62.019	69.919	77.328	81.553	78.966	68.551	53.825	39.274	28.099	23.838	28.800	40.025	54.114	68.006	77.394	79.040	74.158	66.378	58.300	50.992	44.700	39.366	34.853	31.024	27.758
47	4.214	5.136	8.212	15.230	37.364	42.025	47.652	54.546	63.127	73.946	87.546	103.584	117.675	117.700	96.950	68.280	42.864	22.982	13.459	24.664	44.506	69.360	96.985	116.328	115.115	100.408	84.154	70.529	59.771	51.293	44.526	39.041	34.536	30.793
46	4.243	5.180	8.330	15.658	40.086	45.521	52.250	60.787	71.976	87.286	109.443	143.412	193.203	220.152	160.661	96.474	55.549	28.977	17.369	31.056	57.787	98.345	161.511	218.977	190.508	140.366	106.426	84.398	69.250	58.242	49.898	43.375	38.160	33.923
45	4.269	5.220	8.438	16.056	42.679	48.852	56.625	66.709	80.347	99.964	131.080	189.585	344.369	871.871	297.033	139.561	81.019	52.701	43.742	54.150	83.111	141.801	299.019	870.852	341.730	187.113	128.791	97.867	78.453	65.032	55.181	47.660	41.758	37.040
44	4.292	5.255	8.535	16.418	45.049	51.869	60.523	71.833	87.215	109.384	144.367	208.706	363.553	676.987	328.862	171.750	110.308	82.480	74.357	83.411	111.872	173.658	330.904	677.914	362.530	207.415	143.113	108.263	86.279	71.119	60.061	51.689	45.181	40.029
43	4.312	5.285	8.619	16.738	47.121	54.467	63.791	75.915	92.146	114.648	147.149	195.638	262.352	301.583	247.188	176.374	131.436	108.078	101.022	108.678	132.498	177.705	248.530	302.477	262.565	195.498	146.937	114.511	92.172	76.162	64.306	55.291	48.295	42.780
42	4.329	5.311	8.689	17.010	48.856	56.606	66.411	79.037	95.553	117.319	145.575	179.664	212.011	223.790	204.016	170.286	141.820	124.652	119.151	125.059	142.559	171.234	205.021	224.689	212.725	180.257	146.166	118.011	96.425	80.152	67.820	58.357	50.995	45.197
41	4.342	5.331	8.746	17.232	50.238	58.297	68.466	81.486	98.306	119.850	146.084	173.787	194.520	198.596	185.237	163.967	144.684	132.268	128.158	132.575	145.253	164.725	186.101	199.503	195.453	174.779	147.196	121.143	99.838	83.309	70.627	60.842	53.215	47.211
40	4.351	5.346	8.788	17.398	51.270	59.566	70.049	83.532	101.135	124.157	152.946	183.112	201.621	198.083	179.831	159.376	143.148	133.188	129.941	133.450	143.641	160.047	180.622	198.960	202.603	184.260	154.326	125.818	103.117	85.873	72.786	62.737	54.920	48.774
39	4.358	5.355	8.815	17.507	51.955	60.427	71.190	85.224	104.167	130.865	169.627	220.231	250.038	223.976	184.341	156.425	139.415	130.251	127.418	130.497	139.880	157.054	185.061	224.737	250.889	221.317	171.056	132.687	106.406	87.897	74.320	64.042	56.091	49.857
38	4.360	5.360	8.827	17.556	52.291	60.870	71.834	86.342	106.650	137.943	194.642	322.584	478.068	295.112	195.548	154.924	135.777	126.662	123.986	126.906	136.235	155.530	196.186	295.645	478.561	323.419	195.971	139.786	108.997	89.188	75.186	64.745	56.721	50.446
37	4.359	5.358	8.824	17.546	52.272	60.872	71.896	86.563	107.345	140.321	205.180	408.522	1660.660	345.294	201.023	154.895	134.679	125.324	122.604	125.567	135.137	155.496	201.629	345.688	1660.660	409.153	206.426	142.145	109.713	89.457	75.316	64.834	56.802	50.535
36	4.355	5.351	8.805	17.475	51.894	60.423	71.340	85.774	105.820	135.855	185.897	273.576	342.215	264.493	193.337	156.335	136.789	126.905	123.917	127.148	137.248	156.951	194.004	265.087	342.765	274.408	187.210	137.680	108.152	88.608	74.685	64.300	56.334	50.121
35	4.347	5.339	8.771	17.345	51.155	59.525	70.206	84.175	102.972	128.918	164.434	206.110	230.816	217.352	186.485	159.123	140.036	129.038	125.533	129.284	140.504	159.767	187.241	218.166	231.709	207.202	165.846	130.715	105.185	86.829	73.327	63.146	55.314	49.206
34	4.335	5.322	8.723	17.158	50.055	58.186	68.547	82.021	99.851	123.505	153.571	186.248	209.338	209.677	189.588	163.257	141.435	128.009	123.629	128.273	141.937	163.952	190.427	210.619	210.374	187.417	154.940	125.137	101.802	84.339	71.277	61.372	53.745	47.799
33	4.320	5.299	8.660	16.917	48.593	56.396	66.355	79.345	96.648	119.977	150.999	188.969	224.129	233.303	206.841	168.463	138.149	120.411	114.762	120.729	138.739	169.264	207.787	234.312	225.128	189.970	152.081	121.226	98.139	81.143	68.514	58.970	51.633	45.916
32	4.302	5.271	8.583	16.626	46.772	54.139	63.560	75.938	92.740	116.452	151.464	205.153	280.666	317.793	247.354	171.949	126.940	103.949	96.984	104.379	127.711	172.959	248.507	318.865	281.375	205.643	151.947	117.059	93.556	77.029	64.980	55.939	49.003	43.595
31	4.281	5.238	8.493	16.290	44.612	51.417	60.102	71.542	87.263	110.238	147.233	217.823	404.546	782.223	311.359	162.799	105.229	78.974	71.198	79.608	106.291	164.100	312.823	783.496	404.237	217.320	146.806	109.980	87.230	71.780	60.653	52.322	45.915	40.896
30	4.256	5.200	8.391	15.913	42.161	48.282	56.021	66.110	79.841	99.742	131.602	192.174	351.773	667.825	258.558	128.904	76.572	50.576	42.169	51.538	77.945	130.314	259.657	667.014	349.839	190.498	130.164	98.540	78.890	65.430	55.638	48.228	42.468	37.911
29	4.228	5.158	8.278	15.502	39.498	44.852	51.491	59.932	71.011	86.167	107.985	140.701	184.813	199.382	144.570	88.957	52.397	28.318	17.827	29.670	53.839	90.070	144.876	198.250	182.627	138.341	105.749	84.130	69.199	58.365	50.190	43.839	38.802	34.749
28	4.197	5.112	8.154	15.062	36.725	41.284	46.785	53.520	61.878	72.345	85.297	100.015	111.696	109.483	89.507	63.450	40.370	22.265	13.599	23.353	41.396	64.009	89.242	108.153	109.486	97.384	82.571	69.683	59.354	51.174	44.647	39.376	35.073	31.531
27	4.164	5.061	8.022	14.599	33.945	37.742	42.178	47.370	53.413	60.290	67.631	74.214	77.443	74.211	64.070	50.344	36.913	26.581	22.557	27.010	37.313	50.336	63.378	72.696	75.191	71.466	64.632	57.209	50.352	44.393	39.327	35.046	31.430	28.372
26	4.128	5.007	7.881	14.120	31.249	34.362	37.877	41.805	46.099	50.579	54.805	57.942	58.801	56.378	50.734	43.222	35.760	30.201	28.145	30.261	35.688	42.779	49.725	54.705	56.494	55.133	51.657	47.234	42.663	38.350	34.454	31.009	27.993	25.367
25	4.089	4.950	7.734	13.631	28.702	31.233	33.994	36.952	40.013	42.988	45.544	47.202	47.422	45.864	42.665	38.509	34.402	31.377	30.230	31.242	34.039	37.776	41.437	44.070	45.068	44.359	42.319	39.488	36.331	33.158	30.142	27.361	24.843	22.585
24	4.048	4.889	7.580	13.137	26.346	28.395	30.565	32.806	35.024	37.069	38.723	39.722	39.820	38.905	37.103	34.793	32.518	30.831	30.143	30.589	31.981	33.879	35.733	37.030	37.436	36.869	35.469	33.492	31.197	28.790	26.411	24.141	22.021	20.069
23	4.005	4.825	7.421	12.643	24.196	25.858	27.574	29.293	30.939	32.405	33.553	34.242	34.357	33.870	32.874	31.589	30.311	29.341	28.894	29.038	29.674	30.568	31.420	31.951	31.967	31.402	30.308	28.807	27.045	25.153	23.230	21.345	19.539	17.835
22	3.961	4.759	7.259	12.153	22.252	23.608	24.977	26.318	27.572	28.666	29.517	30.046	30.201	29.980	29.448	28.735	28.006	27.425	27.107	27.088	27.314	27.658	27.956	28.050	27.828	27.243	26.311	25.094	23.675	22.133	20.540	18.945	17.387	15.886
21	3.914	4.690	7.094	11.670	20.505	21.619	22.724	23.788	24.769	25.616	26.279	26.715	26.898	26.835	26.568	26.176	25.750	25.383	25.137	25.031	25.035	25.079	25.071	24.922	24.565	23.970	23.140	22.107	20.918	19.625	18.274	16.903	15.541	14.207
20	3.865	4.620	6.927	11.199	18.939	19.861	20.764	21.623	22.407	23.084	23.620	23.992	24.187	24.212	24.096	23.882	23.627	23.379	23.174	23.023	22.908	22.791	22.618	22.340	21.916	21.327	20.572	19.669	18.646	17.536	16.369	15.174	13.972	12.779
19	3.816	4.547	6.759	10.740	17.535	18.306	19.052	19.756	20.396	20.948	21.393	21.716	21.910	21.981	21.947	21.833	21.672	21.492	21.313	21.141	20.965	20.764	20.508	20.167	19.718	19.148	18.457	17.655	16.758	15.789	14.768	13.716	12.648	11.577
18	3.764	4.474	6.590	10.297	16.277	16.926	17.550	18.134	18.664	19.123	19.499	19.780	19.965	20.056	20.064	20.005	19.897	19.757	19.595	19.416	19.212	18.972	18.679	18.314	17.865	17.324	16.691	15.972	15.177	14.322	13.421	12.488	11.536	10.574
17	3.712	4.399	6.422	9.869	15.146	15.697	16.223	16.715	17.159	17.546	17.865	18.112	18.282	18.378	18.406	18.376	18.298	18.182	18.034	17.855	17.642	17.389	17.085	16.720	16.286	15.780	15.200	14.553	13.844	13.085	12.285	11.455	10.605	9.741
16	3.659	4.323	6.256	9.458	14.127	14.599	15.047	15.464	15.840	16.169	16.443	16.658	16.812	16.905	16.941	16.926	16.865	16.764	16.626	16.453	16.242	15.990	15.690	15.338	14.928	14.459	13.930	13.347	12.713	12.036	11.324	10.585	9.826	9.054
15	3.605	4.247	6.090	9.065	13.208	13.614	13.998	14.354	14.676	14.958	15.194	15.382	15.518	15.605	15.642	15.633	15.582	15.491	15.363	15.198	14.995	14.752	14.466	14.133	13.751	13.320	12.840	12.314	11.747	11.143	10.509	9.850	9.174	8.486
14	3.550	4.170	5.927	8.689	12.375	12.727	13.059	13.366	13.643	13.885	14.090	14.253	14.374	14.451	14.486	14.480	14.434	14.351	14.232	14.077	13.886	13.656	13.387	13.078	12.726	12.332	11.897	11.424	10.916	10.377	9.813	9.227	8.626	8.015
13	3.495	4.092	5.766	8.330	11.620	11.926	12.214	12.480	12.720	12.930	13.107	13.249	13.355	13.423	13.454	13.448	13.407	13.331	13.220	13.076	12.897	12.683	12.434	12.149	11.827	11.469	11.077	10.652	10.198	9.717	9.215	8.696	8.163	7.622
12	3.440	4.015	5.608	7.989	10.932	11.200	11.451	11.683	11.892	12.074	12.229	12.352	12.445	12.504	12.531	12.525	12.486	12.416	12.313	12.180	12.015	11.818	11.589	11.328	11.035	10.712	10.359	9.978	9.572	9.145	8.699	8.238	7.767	7.290
11	3.384	3.938	5.454	7.664	10.304	10.540	10.760	10.963	11.145	11.305	11.440	11.548	11.628	11.680	11.702	11.695	11.659	11.594	11.500	11.377	11.225	11.045	10.836	10.599	10.334	10.043	9.726	9.385	9.023	8.643	8.248	7.841	7.425	7.006
10	3.328	3.862	5.302	7.355	9.730	9.938	10.132	10.310	10.470	10.610	10.728	10.823	10.893	10.938	10.956	10.949	10.915	10.855	10.769	10.656	10.518	10.354	10.164	9.949	9.711	9.449	9.165	8.861	8.539	8.201	7.851	7.492	7.126	6.758
9	3.272	3.785	5.155	7.062	9.203	9.388	9.559	9.717	9.858	9.981	10.085	10.168	10.229	10.268	10.283	10.275	10.244	10.188	10.110	10.007	9.881	9.733	9.561	9.368	9.153	8.918	8.665	8.394	8.108	7.809	7.499	7.182	6.860	6.537
8	3.216	3.710	5.011	6.784	8.719	8.883	9.036	9.175	9.300	9.409	9.501	9.574	9.627	9.661	9.674	9.666	9.636	9.586	9.514	9.421	9.308	9.173	9.019	8.845	8.653	8.443	8.216	7.975	7.721	7.456	7.183	6.904	6.621	6.338
7	3.161	3.635	4.871	6.520	8.273	8.420	8.556	8.680	8.791	8.888	8.969	9.033	9.080	9.110	9.121	9.113	9.086	9.040	8.975	8.891	8.788	8.668	8.529	8.373	8.201	8.013	7.812	7.598	7.372	7.138	6.897	6.651	6.402	6.154
6	3.105	3.561	4.734	6.269	7.862	7.993	8.115	8.226	8.325	8.411	8.483	8.540	8.582	8.608	8.617	8.610	8.585	8.544	8.485	8.409	8.317	8.209	8.085	7.945	7.791	7.624	7.445	7.255	7.055	6.848	6.635	6.419	6.200	5.983
5	3.050	3.488	4.602	6.032	7.482	7.600	7.709	7.809	7.897	7.974	8.038	8.090	8.127	8.150	8.158	8.151	8.129	8.091	8.039	7.971	7.888	7.791	7.680	7.556	7.419	7.270	7.111	6.942	6.765	6.582	6.394	6.203	6.012	5.821
4	2.996	3.416	4.474	5.806	7.129	7.236	7.334	7.424	7.503	7.573	7.630	7.676	7.710	7.730	7.738	7.731	7.711	7.678	7.631	7.570	7.496	7.409	7.310	7.199	7.078	6.945	6.804	6.654	6.498	6.336	6.171	6.002	5.834	5.666
3	2.942	3.345	4.349	5.592	6.802	6.898	6.988	7.068	7.140	7.203	7.255	7.296	7.327	7.345	7.352	7.346	7.329	7.299	7.257	7.203	7.137	7.060	6.971	6.873	6.764	6.647	6.522	6.389	6.251	6.108	5.961	5.813	5.665	5.518
2	2.888	3.275	4.229	5.389	6.498	6.585	6.666	6.740	6.805	6.861	6.909	6.946	6.974	6.991	6.997	6.993	6.977	6.951	6.913	6.865	6.807	6.738	6.660	6.572	6.476	6.371	6.260	6.143	6.021	5.894	5.765	5.634	5.503	5.374
1	2.835	3.206	4.112	5.196	6.214	6.294	6.368	6.435	6.494	6.545	6.588	6.623	6.648	6.664	6.670	6.666	6.653	6.630	6.597	6.554	6.502	6.441	6.372	6.294	6.208	6.116	6.017	5.914	5.805	5.694	5.579	5.464	5.349	5.234
0	2.783	3.139	3.999	5.013	5.950	6.023	6.090	6.151	6.205	6.252	6.292	6.323	6.347	6.361	6.368	6.365	6.354	6.333	6.304	6.267	6.221	6.167	6.105	6.036	5.960	5.878	5.791	5.699	5.603	5.504	5.403	5.301	5.199	5.099

XY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	40	50	60	65
50	20.084	18.105	16.327	14.730	13.301	12.033	10.928	9.996	9.262	8.764	8.544	8.647	9.097	9.899	11.040	12.494	14.230	16.206	18.358	20.588	22.752	24.670	26.149	27.045	27.301	26.966	26.163	25.039	23.730	22.342	20.949	10.871	6.353	4.145	3.452
49	22.418	20.234	18.314	16.627	15.152	13.877	12.799	11.927	11.278	10.881	10.771	10.982	11.544	12.475	13.785	15.475	17.541	19.962	22.685	25.594	28.482	31.049	32.947	33.906	33.851	32.918	31.372	29.485	27.470	25.466	23.553	11.384	6.500	4.199	3.488
48	24.959	22.553	20.481	18.699	17.178	15.897	14.849	14.037	13.475	13.185	13.197	13.545	14.263	15.386	16.948	18.986	21.537	24.624	28.234	32.259	36.416	40.181	42.859	43.878	43.137	41.035	38.170	35.045	31.973	29.109	26.510	11.901	6.643	4.252	3.522
47	27.657	25.015	22.784	20.905	19.335	18.049	17.032	16.282	15.810	15.634	15.783	16.295	17.213	18.591	20.496	23.009	26.232	30.281	35.254	41.145	47.647	53.858	58.214	59.260	56.889	52.351	47.073	41.939	37.315	33.283	29.808	12.418	6.780	4.301	3.554
46	30.439	27.556	25.165	23.187	21.570	20.278	19.293	18.607	18.228	18.174	18.475	19.174	20.330	22.020	24.348	27.460	31.556	36.915	43.892	52.851	63.838	75.607	84.310	85.203	78.381	68.360	58.602	50.285	43.476	37.933	33.391	12.926	6.911	4.347	3.584
45	33.219	30.102	27.554	25.482	23.819	22.524	21.570	20.949	20.665	20.738	21.200	22.105	23.524	25.563	28.373	32.174	37.301	44.277	53.931	67.571	86.980	112.741	136.156	135.769	113.849	90.657	72.874	59.892	50.259	42.908	37.148	13.418	7.033	4.389	3.611
44	35.900	32.568	29.877	27.717	26.014	24.717	23.796	23.239	23.051	23.250	23.877	24.991	26.681	29.081	32.386	36.898	43.095	51.790	64.447	83.970	116.752	177.612	276.325	262.738	171.526	118.527	88.700	70.003	57.228	47.953	40.924	13.885	7.146	4.427	3.636
43	38.387	34.869	32.053	29.819	28.082	26.787	25.899	25.405	25.308	25.630	26.414	27.728	29.677	32.415	36.177	41.327	48.459	58.608	73.742	98.124	143.052	251.787	878.444	606.626	232.622	143.533	102.919	79.331	63.792	52.760	44.540	14.320	7.248	4.462	3.657
42	40.595	36.927	34.010	31.717	29.955	28.666	27.811	27.376	27.363	27.796	28.722	30.215	32.389	35.413	39.542	45.173	52.942	63.938	80.165	105.704	150.081	239.054	416.234	387.518	230.868	153.722	112.323	86.755	69.464	57.077	47.845	14.714	7.338	4.492	3.676
41	42.453	38.673	35.683	33.346	31.570	30.290	29.467	29.085	29.147	29.676	30.722	32.361	34.713	37.950	42.329	48.240	56.284	67.427	83.275	106.533	141.467	191.713	242.657	243.811	198.306	151.973	117.227	92.250	74.152	60.802	50.750	15.059	7.416	4.517	3.692
40	43.910	40.056	37.017	34.655	32.873	31.606	30.814	30.478	30.601	31.208	32.348	34.098	36.575	39.947	44.458	50.462	58.475	69.260	83.916	103.885	130.395	161.977	189.220	196.259	179.258	150.344	121.228	96.948	78.180	63.991	53.229	15.349	7.479	4.538	3.705
39	44.932	41.036	37.973	35.601	33.823	32.572	31.807	31.509	31.681	32.347	33.554	35.378	37.932	41.373	45.922	51.888	59.695	69.916	83.293	100.640	122.433	147.645	171.769	185.887	180.976	157.947	128.538	102.358	82.010	66.757	55.286	15.577	7.529	4.553	3.715
38	45.498	41.591	38.524	36.158	34.392	33.159	32.418	32.150	32.357	33.062	34.312	36.179	38.769	42.230	46.761	52.629	60.184	69.880	82.286	98.093	118.119	143.308	174.137	205.748	215.426	185.303	142.914	109.403	85.816	69.106	56.897	15.739	7.563	4.564	3.722
37	45.599	41.707	38.658	36.309	34.562	33.349	32.629	32.383	32.612	33.339	34.610	36.493	39.092	42.543	47.033	52.800	60.156	69.496	81.348	96.500	116.444	144.737	190.784	275.238	354.981	256.284	165.209	117.112	89.102	70.840	57.977	15.831	7.581	4.570	3.725
36	45.233	41.383	38.370	36.052	34.330	33.139	32.436	32.203	32.443	33.176	34.448	36.327	38.912	42.339	46.787	52.488	59.743	68.943	80.632	95.704	116.058	146.879	205.782	383.946	3694.520	362.034	181.866	121.592	90.773	71.628	58.416	15.851	7.584	4.570	3.725
35	44.405	40.625	37.667	35.393	33.704	32.535	31.847	31.620	31.858	32.582	33.837	35.692	38.247	41.638	46.049	51.723	58.982	68.252	80.128	95.533	116.216	146.341	197.616	303.528	433.703	283.365	172.086	119.509	90.093	71.265	58.145	15.798	7.571	4.565	3.722
34	43.126	39.448	36.568	34.352	32.703	31.558	30.880	30.652	30.876	31.577	32.797	34.608	37.112	40.450	44.819	50.485	57.817	67.321	79.699	95.931	117.385	145.906	183.281	225.344	241.477	203.190	151.447	113.229	87.535	69.854	57.182	15.674	7.541	4.555	3.715
33	41.422	37.880	35.103	32.958	31.357	30.238	29.568	29.330	29.530	30.190	31.356	33.100	35.525	38.781	43.077	48.712	56.118	65.921	79.035	96.733	120.500	150.911	184.081	207.040	203.528	174.276	137.716	106.910	84.120	67.658	55.600	15.480	7.497	4.540	3.706
32	39.334	35.965	33.313	31.255	29.708	28.617	27.951	27.696	27.859	28.463	29.555	31.204	33.517	36.645	40.809	46.335	53.716	63.719	77.564	97.205	125.508	165.000	209.945	232.531	211.604	170.077	131.379	101.760	80.315	64.831	53.453	15.220	7.438	4.520	3.693
31	36.922	33.761	31.255	29.295	27.808	26.745	26.079	25.800	25.915	26.448	27.444	28.972	31.134	34.079	38.029	43.319	50.475	60.363	74.495	95.690	129.608	187.881	284.223	340.004	256.422	176.521	127.497	96.561	75.860	61.339	50.760	14.901	7.364	4.495	3.677
30	34.266	31.338	28.995	27.142	25.718	24.682	24.012	23.701	23.757	24.206	25.088	26.469	28.443	31.150	34.797	39.701	46.371	55.666	69.159	90.053	126.000	200.881	441.744	1070.220	315.601	175.668	119.815	89.443	70.268	57.094	47.538	14.527	7.277	4.465	3.658
29	31.459	28.780	26.607	24.866	23.505	22.493	21.813	21.463	21.452	21.805	22.560	23.776	25.535	27.960	31.229	35.617	41.557	49.776	61.585	79.586	109.730	168.651	314.057	467.378	247.750	149.516	104.796	79.592	63.410	52.143	43.866	14.108	7.178	4.431	3.636
28	28.600	26.172	24.169	22.535	21.234	20.241	19.547	19.152	19.069	19.320	19.940	20.981	22.512	24.632	27.484	31.280	36.346	43.197	52.697	66.337	86.739	117.863	158.995	177.808	148.153	111.588	85.609	68.053	55.749	46.743	39.906	13.650	7.067	4.393	3.611
27	25.783	23.594	21.752	20.220	18.972	17.992	17.278	16.833	16.673	16.819	17.306	18.174	19.480	21.299	23.735	26.934	31.110	36.573	43.772	53.311	65.809	81.083	95.729	101.585	94.498	80.952	67.636	56.681	48.058	41.275	35.872	13.163	6.947	4.351	3.584
26	23.087	21.116	19.422	17.980	16.777	15.804	15.063	14.565	14.325	14.370	14.729	15.437	16.538	18.082	20.138	22.795	26.175	30.431	35.742	42.250	49.886	57.965	64.698	67.598	65.560	60.026	53.269	46.738	40.984	36.089	31.969	12.655	6.818	4.305	3.554
25	20.575	18.796	17.231	15.868	14.700	13.726	12.954	12.398	12.080	12.027	12.270	12.839	13.764	15.078	16.816	19.023	21.754	25.065	28.995	33.508	38.401	43.166	46.945	48.810	48.348	45.951	42.451	38.599	34.849	31.411	28.347	12.134	6.681	4.256	3.522
24	18.287	16.673	15.220	13.923	12.783	11.802	10.994	10.377	9.979	9.833	9.974	10.429	11.218	12.353	13.846	15.705	17.944	20.564	23.542	26.797	30.145	33.267	35.730	37.124	37.255	36.237	34.404	32.130	29.710	27.330	25.090	11.609	6.538	4.203	3.487
23	16.245	14.772	13.415	12.176	11.057	10.066	9.216	8.534	8.055	7.821	7.874	8.243	8.937	9.950	11.267	12.875	14.756	16.888	19.226	21.688	24.136	26.372	28.161	29.296	29.670	29.313	28.371	27.034	25.480	23.847	22.225	11.086	6.390	4.148	3.451
22	14.456	13.104	11.833	10.646	9.546	8.542	7.651	6.900	6.334	6.011	5.988	6.299	6.943	7.887	9.093	10.527	12.155	13.946	15.850	17.800	19.696	21.412	22.813	23.781	24.253	24.232	23.784	23.012	22.021	20.906	19.741	10.570	6.239	4.090	3.413
21	12.914	11.670	10.478	9.341	8.263	7.252	6.321	5.500	4.839	4.418	4.325	4.610	5.249	6.175	7.320	8.635	10.083	11.629	13.230	14.833	16.369	17.754	18.906	19.753	20.255	20.408	20.243	19.816	19.194	18.438	17.603	10.068	6.085	4.031	3.373
20	11.607	10.461	9.345	8.263	7.216	6.208	5.250	4.364	3.601	3.061	2.893	3.188	3.875	4.823	5.937	7.166	8.476	9.835	11.212	12.566	13.849	15.005	15.980	16.731	17.230	17.470	17.469	17.257	16.875	16.368	15.773	9.583	5.929	3.969	3.332
19	10.513	9.461	8.424	7.404	6.401	5.418	4.457	3.531	2.674	1.989	1.723	2.080	2.863	3.847	4.933	6.081	7.268	8.473	9.671	10.833	11.925	12.909	13.750	14.418	14.895	15.175	15.266	15.187	14.965	14.629	14.208	9.117	5.773	3.906	3.289
18	9.610	8.649	7.693	6.746	5.805	4.873	3.948	3.034	2.149	1.360	0.983	1.434	2.288	3.259	4.282	5.333	6.398	7.461	8.505	9.509	10.447	11.293	12.024	12.618	13.063	13.354	13.496	13.499	13.382	13.165	12.868	8.673	5.617	3.841	3.245
17	8.872	8.001	7.131	6.264	5.402	4.546	3.699	2.867	2.072	1.389	1.083	1.445	2.177	3.032	3.936	4.864	5.799	6.727	7.632	8.498	9.305	10.036	10.672	11.199	11.607	11.893	12.058	12.111	12.062	11.927	11.719	8.252	5.462	3.776	3.200
16	8.273	7.490	6.707	5.928	5.156	4.395	3.654	2.947	2.311	1.827	1.646	1.868	2.390	3.068	3.820	4.608	5.409	6.205	6.983	7.726	8.420	9.050	9.602	10.067	10.436	10.707	10.880	10.960	10.955	10.875	10.731	7.854	5.310	3.709	3.154
15	7.790	7.091	6.395	5.704	5.026	4.366	3.739	3.163	2.676	2.339	2.223	2.367	2.733	3.247	3.848	4.498	5.168	5.842	6.502	7.135	7.728	8.269	8.748	9.155	9.484	9.734	9.904	9.998	10.020	9.977	9.879	7.479	5.159	3.643	3.108
14	7.398	6.780	6.166	5.561	4.974	4.412	3.889	3.427	3.054	2.809	2.728	2.828	3.090	3.478	3.950	4.475	5.027	5.589	6.144	6.679	7.183	7.646	8.057	8.411	8.703	8.929	9.090	9.187	9.225	9.207	9.141	7.128	5.012	3.576	3.061
13	7.077	6.534	5.997	5.472	4.968	4.493	4.061	3.689	3.398	3.212	3.151	3.221	3.414	3.708	4.078	4.498	4.948	5.412	5.874	6.323	6.749	7.141	7.494	7.799	8.055	8.256	8.405	8.500	8.545	8.543	8.499	6.799	4.867	3.509	3.014
12	6.811	6.335	5.868	5.415	4.985	4.585	4.227	3.925	3.693	3.547	3.497	3.546	3.690	3.915	4.204	4.539	4.903	5.283	5.665	6.040	6.397	6.728	7.028	7.290	7.511	7.689	7.823	7.912	7.959	7.967	7.938	6.491	4.727	3.442	2.966
11	6.586	6.171	5.766	5.376	5.008	4.671	4.373	4.125	3.936	3.817	3.774	3.808	3.916	4.089	4.314	4.581	4.874	5.184	5.498	5.808	6.106	6.385	6.638	6.861	7.051	7.206	7.324	7.406	7.452	7.464	7.445	6.203	4.590	3.375	2.918
10	6.390	6.029	5.678	5.343	5.029	4.744	4.494	4.287	4.130	4.031	3.992	4.014	4.094	4.227	4.404	4.615	4.851	5.101	5.359	5.614	5.862	6.094	6.307	6.496	6.658	6.791	6.894	6.966	7.009	7.023	7.010	5.935	4.457	3.309	2.871
9	6.216	5.902	5.598	5.309	5.041	4.798	4.587	4.412	4.280	4.195	4.158	4.171	4.230	4.332	4.470	4.637	4.825	5.028	5.238	5.447	5.651	5.844	6.022	6.181	6.318	6.431	6.519	6.582	6.620	6.634	6.624	5.684	4.329	3.243	2.823
8	6.058	5.784	5.521	5.272	5.041	4.833	4.653	4.504	4.391	4.316	4.281	4.286	4.329	4.406	4.513	4.645	4.795	4.958	5.128	5.299	5.467	5.626	5.773	5.905	6.020	6.115	6.190	6.244	6.276	6.288	6.281	5.450	4.205	3.179	2.775
7	5.910	5.671	5.443	5.227	5.028	4.850	4.695	4.567	4.468	4.402	4.368	4.366	4.395	4.453	4.536	4.639	4.758	4.889	5.025	5.164	5.301	5.431	5.553	5.662	5.757	5.836	5.899	5.943	5.970	5.980	5.973	5.231	4.085	3.115	2.728
6	5.769	5.561	5.362	5.175	5.003	4.848	4.714	4.603	4.516	4.456	4.423	4.416	4.435	4.477	4.540	4.620	4.714	4.817	4.927	5.039	5.150	5.256	5.355	5.444	5.522	5.587	5.638	5.675	5.696	5.703	5.695	5.027	3.969	3.052	2.681
5	5.634	5.452	5.279	5.116	4.966	4.831	4.714	4.616	4.540	4.485	4.452	4.441	4.451	4.481	4.528	4.589	4.662	4.744	4.831	4.920	5.009	5.095	5.175	5.248	5.311	5.363	5.404	5.433	5.449	5.453	5.444	4.835	3.857	2.990	2.635
4	5.502	5.343	5.192	5.049	4.918	4.800	4.697	4.611	4.542	4.491	4.459	4.445	4.449	4.468	4.502	4.548	4.605	4.668	4.736	4.807	4.878	4.946	5.010	5.068	5.118	5.160	5.192	5.214	5.225	5.225	5.215	4.656	3.750	2.929	2.589
3	5.374	5.234	5.101	4.976	4.861	4.757	4.666	4.589	4.527	4.480	4.448	4.432	4.430	4.441	4.465	4.499	4.541	4.589	4.642	4.698	4.753	4.807	4.857	4.902	4.942	4.974	4.998	5.014	5.020	5.018	5.007	4.489	3.646	2.869	2.543
2	5.247	5.124	5.007	4.897	4.796	4.704	4.623	4.554	4.497	4.453	4.422	4.404	4.398	4.403	4.418	4.441	4.472	4.509	4.549	4.591	4.634	4.675	4.714	4.749	4.779	4.803	4.820	4.830	4.833	4.827	4.815	4.331	3.547	2.810	2.498
1	5.122	5.014	4.911	4.814	4.724	4.642	4.570	4.508	4.456	4.414	4.384	4.364	4.355	4.354	4.362	4.378	4.400	4.426	4.455	4.487	4.519	4.550	4.579	4.605	4.627	4.644	4.655	4.660	4.659	4.652	4.637	4.183	3.451	2.753	2.454
0	5.000	4.904	4.813	4.727	4.647	4.574	4.509	4.452	4.404	4.365	4.336	4.315	4.303	4.298	4.301	4.310	4.324	4.342	4.362	4.385	4.408	4.431	4.452	4.470	4.485	4.496	4.502	4.503	4.499	4.489	4.473	4.044	3.359	2.697	2.410

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

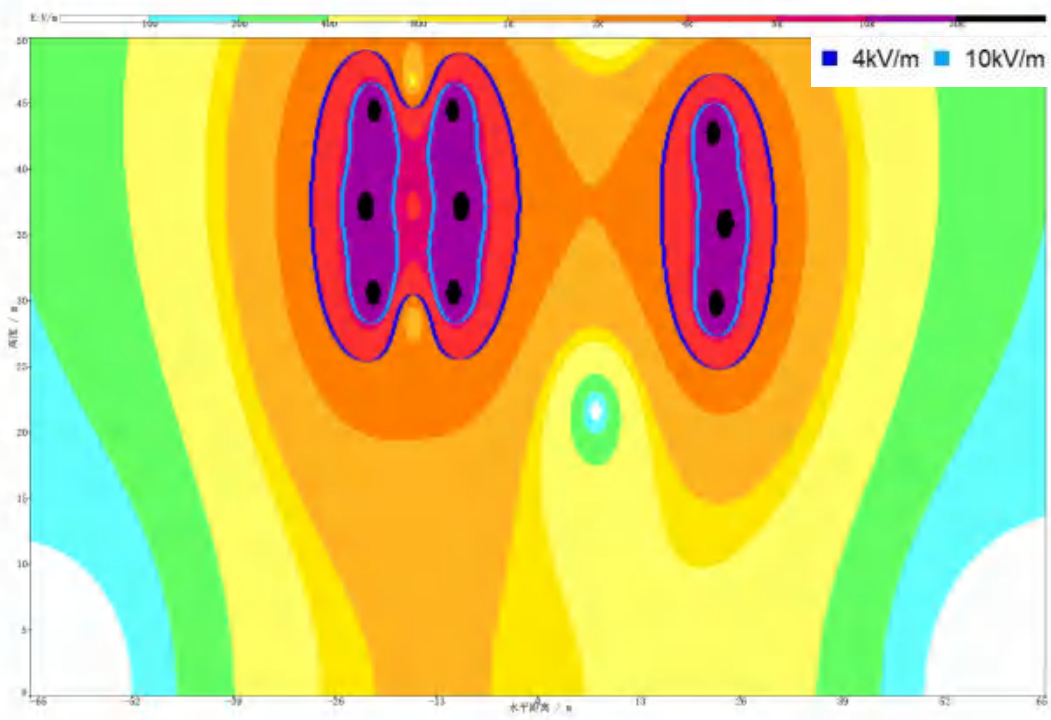


图 6.1-43 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段工频电场强度空间分布图

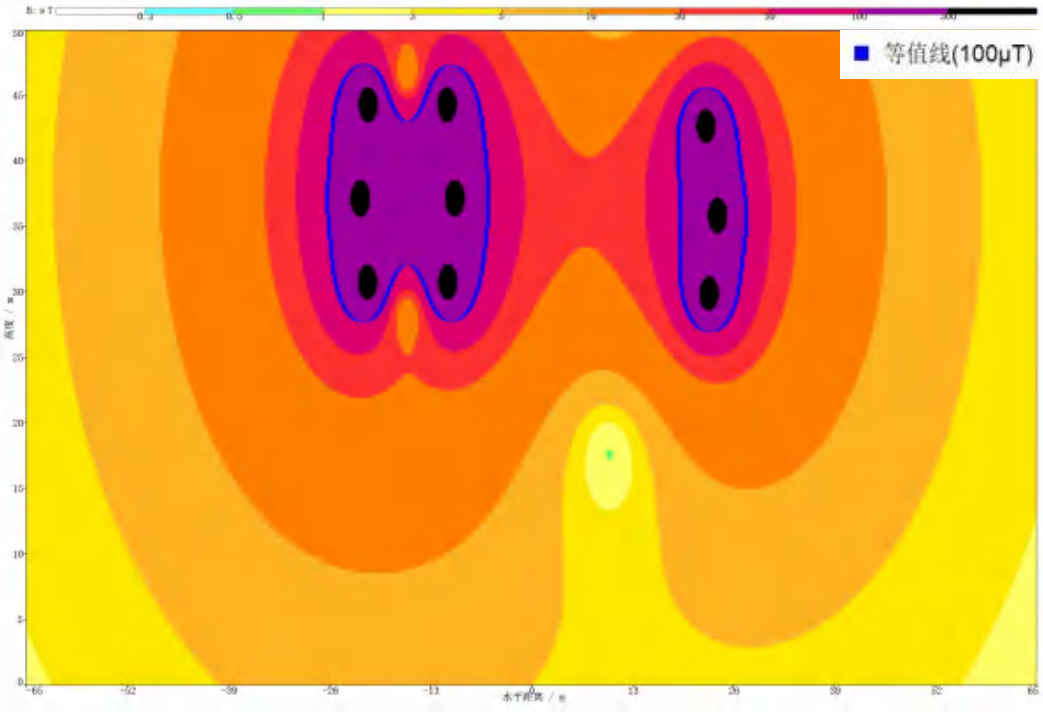


图 6.1-44 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-46~6.1-47 及图 6.1-43~6.1-44 可见，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 30.5m，220kV 双回路挂单回线采用 220-GB21S-JC4 塔型，下相线导线最低对地高度 29.7m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，

220kV 双回路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m（30m-22.1m=7.9m，向上取整 8m）以上的距离或 220kV 双回路挂单回线最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m（31m-24m=7.9m，向上取整 8m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV 双回路导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（30.5m-25m=5.5m，向上取整 6m）以上的距离、220kV 双回路挂单回线导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（29.7m-24m=5.7m，向上取整 6m）以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-46~6.1-47 及图 6.1-43~6.1-44 可见，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 30.5m，220kV 双回路挂单回线采用 220-GB21S-JC4 塔型，下相线导线最低对地高度 29.7m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 6m（27m-22.1m=5.1m，向上取整 6m）以上的距离或 220kV 双回路挂单回线最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（28m-24m=4m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV 双回路导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m（30.5m-27m=3.5m，向上取整 4m）以上的距离、220kV 双回路挂单回线导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m（29.7m-26m=3.7m，向上取整 4m）以上的距离，工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 30.5m，220kV 双回路挂单回线采用 220-GB21S-JC4 塔型，下相线导线最低对地高度 29.7m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑨220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段预测结果

220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段计算结果见表 6.1-48。

表 6.1-48 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	220kV 双回（桐子湾~科学城段）线高 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 20m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-75	123.6	3.096
-74	121	3.196
-73.1（边导线外 40m）	118.7	3.274
-73	117.8	3.301
-72	114.1	3.410
-71	109.7	3.524
-70	104.5	3.642
-69	98.6	3.766
-68	91.8	3.896
-67	84.1	4.031
-66	75.4	4.172
-65	65.8	4.320
-64	55.3	4.473
-63	44.4	4.634
-62	34.5	4.801
-61	29.2	4.976
-60	34.2	5.158
-59	48.7	5.347
-58	69.1	5.545
-57	93.5	5.750
-56	121.3	5.962
-55	152.5	6.183
-54	187.2	6.411
-53	225.3	6.647
-52	267.1	6.891
-51	312.8	7.141
-50	362.4	7.397
-49	416	7.660
-48	473.7	7.927
-47	535.5	8.198
-46	601.3	8.472

下相导线对地高度	220kV 双回（桐子湾~科学城段）线高 21.5m， 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 20m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-45	670.9	8.746
-44	744	9.020
-43	820.3	9.292
-42	899.1	9.559
-41	979.9	9.819
-40	1061.7	10.070
-39	1143.8	10.310
-38	1225	10.535
-37	1304.3	10.745
-36	1380.5	10.936
-35	1452.5	11.107
-34	1519	11.257
-33（边导线内）	1579.1	11.384
-32（边导线内）	1631.7	11.488
-31（边导线内）	1676.1	11.568
-30（边导线内）	1711.6	11.624
-29（边导线内）	1737.6	11.657
-28（边导线内）	1753.8	11.666
-27（边导线内）	1760	11.651
-26（边导线内）	1756.1	11.613
-25（边导线内）	1742.2	11.553
-24（边导线内）	1718.5	11.469
-23（边导线内）	1685.5	11.363
-22（边导线内）	1643.6	11.236
-21（边导线内）	1593.6	11.087
-20	1536.3	10.918
-19	1472.7	10.730
-18	1403.9	10.526
-17	1331.1	10.306
-16	1255.4	10.073
-15	1178.1	9.829
-14	1100.4	9.578
-13	1023.2	9.322
-12	947.7	9.062
-11	874.6	8.803
-10	804.7	8.546
-9	738.8	8.293

下相导线对地高度	220kV 双回（桐子湾~科学城段）线高 21.5m， 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 20m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-8	677.4	8.047
-7	621.1	7.810
-6	570.3	7.583
-5	525.5	7.367
-4	487.3	7.166
-3	456.1	6.979
-2	432.5	6.808
-1	417	6.654
0（并行线路中心）	409.9	6.520
1	411.3	6.404
2	421	6.310
3	438.7	6.237
4	463.6	6.186
5	495.1	6.159
6	532.6	6.154
7	575.2	6.173
8	622.2	6.214
9	672.8	6.278
10	726.4	6.363
11	781.8	6.468
12	838.3	6.591
13	894.7	6.729
14	949.9	6.880
15	1002.8	7.040
16	1052.2	7.206
17	1097.3	7.374
18	1137.2	7.539
19	1171.5	7.700
20（边导线内）	1199.8	7.850
21（边导线内）	1222.4	7.987
22（边导线内）	1239.6	8.108
23（边导线内）	1251.9	8.210
24（边导线内）	1260.1	8.290
25（边导线内）	1264.9	8.347
26（边导线内）	1266.7	8.380
27（边导线内）	1265.7	8.387
28（边导线内）	1261.8	8.367

下相导线对地高度	220kV 双回（桐子湾~科学城段）线高 21.5m， 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 20m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
29（边导线内）	1254.5	8.322
30（边导线内）	1243.1	8.251
31（边导线内）	1227	8.156
32（边导线内）	1205.4	8.037
33	1177.8	7.896
34	1144	7.737
35	1104.1	7.560
36	1058.4	7.369
37	1007.7	7.167
38	952.7	6.956
39	894.5	6.739
40	834.1	6.518
41	772.6	6.296
42	710.9	6.075
43	650	5.856
44	590.5	5.641
45	533.1	5.431
46	478.2	5.226
47	426.2	5.028
48	377.3	4.836
49	331.7	4.651
50	289.4	4.474
51	250.4	4.304
52	214.6	4.141
53	182	3.985
54	152.6	3.836
55	126.2	3.693
56	102.8	3.557
57	82.5	3.427
58	65.6	3.304
59	52.5	3.186
60	44.2	3.073
61	41.1	2.966
62	42.7	2.863
63	47.3	2.766
64	53.2	2.672
65	59.4	2.583

下相导线对地高度	220kV 双回（桐子湾~科学城段）线高 21.5m， 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 20m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
66	65.4	2.499
67	71.1	2.418
68	76.2	2.340
69	80.8	2.266
70	84.8	2.196
71	88.3	2.128
72	91.3	2.064
72.8（边导线外 40m）	93.3	2.017
73	93.9	2.002
74	96	1.943
75	97.8	1.886
最大值	**1760**	**11.666**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

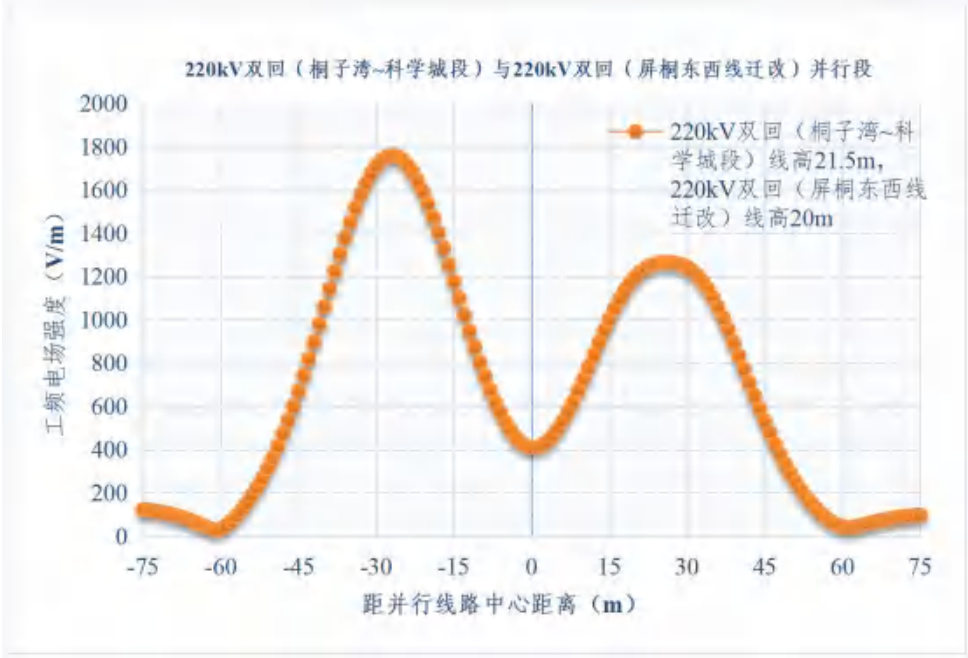


图 6.1-45　220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

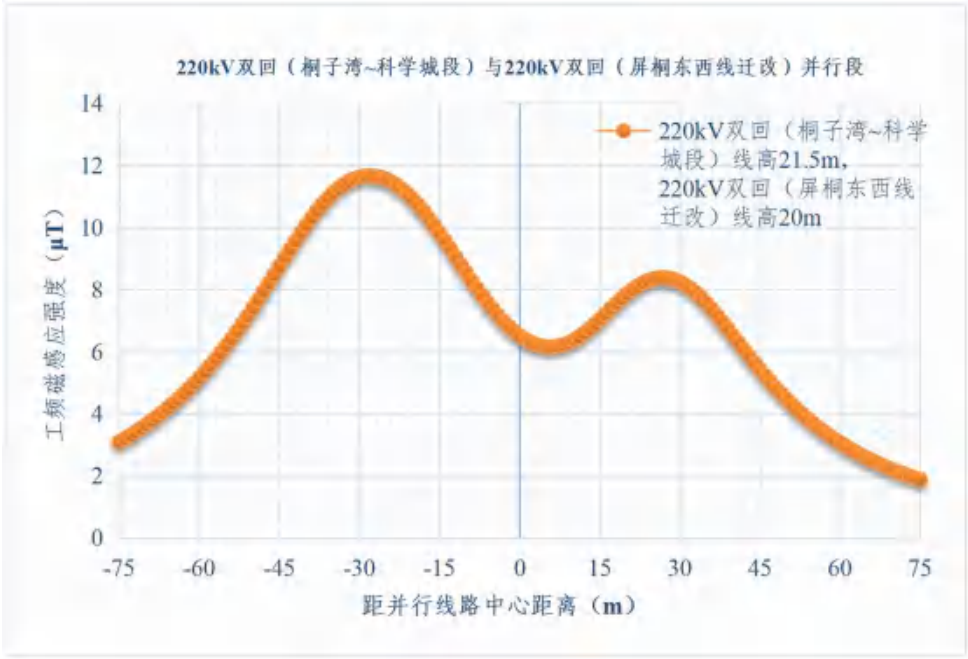


图6.1-46 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段地面1.5m 处产生工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为1760V/m（边导线内），叠加附近现状背景监测值后（1760+62.01=1822.01）V/m；工频磁感应强度最大预测值为11.666μT（边导线内），叠加附近现状背景监测值后（11.666+0.3033=11.9693）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-49~6.1-50、图6.1-47~6.1-48。

表 6.1-49 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-75	-70	-60	-50	-41	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-10
50	215.6	256.0	381.8	611.7	937.9	976.7	1014.3	1050.2	1083.6	1114.0	1140.9	1164.0	1183.5	1199.4	1212.1	1222.3	1230.5	1237.3	1242.8	1247.1	1250.1	1251.1	1249.5	1244.7	1236.2	1223.6	1206.7	1185.7	1161.0	1133.1	1102.8	1070.8	939.5
49	217.8	259.3	390.6	637.7	1004.7	1049.4	1092.8	1134.0	1172.2	1206.6	1236.4	1261.4	1281.5	1297.1	1309.0	1317.9	1325.1	1331.2	1336.8	1342.0	1346.3	1348.8	1348.7	1344.7	1336.0	1322.0	1302.5	1277.7	1248.1	1214.6	1178.2	1139.7	983.7
48	219.9	262.5	399.2	664.8	1079.3	1131.2	1181.8	1229.7	1273.9	1313.0	1346.2	1372.9	1393.1	1407.3	1416.9	1423.3	1428.2	1433.0	1438.6	1445.2	1451.9	1457.5	1460.1	1458.1	1450.0	1434.8	1412.3	1382.8	1347.2	1306.6	1262.4	1215.9	1030.1
47	221.8	265.6	407.8	692.9	1162.9	1223.8	1283.4	1339.9	1391.7	1436.9	1474.0	1502.2	1521.3	1532.4	1537.3	1538.7	1539.4	1541.7	1547.3	1556.2	1567.3	1578.2	1586.1	1588.1	1581.8	1565.8	1539.8	1504.4	1461.0	1411.2	1357.2	1300.6	1078.9
46	223.6	268.4	416.2	721.9	1256.9	1329.2	1400.3	1468.1	1530.0	1583.1	1625.2	1654.5	1670.8	1675.6	1672.0	1664.3	1657.3	1655.2	1660.6	1673.6	1692.3	1712.7	1729.9	1739.2	1736.8	1720.5	1690.2	1646.9	1593.0	1531.3	1464.5	1395.2	1129.8
45	225.3	271.0	424.3	751.6	1362.7	1449.6	1536.0	1618.9	1694.5	1758.7	1807.4	1837.6	1848.4	1841.9	1823.1	1799.4	1778.9	1768.9	1773.6	1793.8	1825.7	1862.6	1896.1	1918.2	1922.8	1906.9	1870.7	1816.4	1748.2	1670.2	1586.7	1501.1	1182.9
44	226.7	273.4	432.0	781.9	1482.1	1587.7	1694.4	1798.2	1893.6	1974.1	2032.7	2063.7	2065.0	2039.0	1993.9	1942.2	1898.0	1873.8	1877.6	1910.3	1965.4	2030.8	2092.2	2136.0	2152.4	2137.3	2092.0	2021.5	1932.6	1832.3	1726.4	1619.8	1238.0
43	228.0	275.6	439.4	812.5	1616.5	1746.5	1880.6	2013.9	2138.6	2244.5	2319.7	2353.1	2339.0	2280.3	2190.0	2089.5	2003.5	1954.5	1956.5	2011.3	2107.0	2222.1	2331.2	2411.1	2446.1	2431.1	2370.3	2274.0	2154.4	2022.5	1886.6	1752.8	1294.7
42	229.1	277.5	446.3	843.1	1767.2	1928.6	2099.9	2275.4	2445.0	2593.1	2698.8	2740.6	2703.9	2590.8	2423.0	2237.5	2077.8	1984.1	1983.0	2077.4	2245.1	2446.8	2637.7	2777.2	2839.7	2819.6	2729.5	2590.4	2423.7	2246.4	2070.0	1901.2	1352.5
41	230.0	279.1	452.6	873.3	1934.4	2136.0	2357.5	2594.0	2833.8	3054.7	3221.1	3289.1	3223.3	3020.4	2719.0	2385.6	2095.2	1920.1	1913.2	2080.5	2376.5	2729.5	3060.9	3298.6	3397.7	3355.9	3206.1	2992.4	2752.1	2509.5	2278.4	2065.2	1410.9
40	230.7	280.3	458.4	902.8	2116.9	2368.7	2656.6	2980.2	3330.5	3680.8	3974.4	4120.4	4027.8	3674.7	3140.1	2551.7	2031.8	1702.4	1684.0	1991.4	2515.5	3129.9	3706.2	4107.9	4245.1	4130.9	3854.0	3507.1	3150.8	2815.3	2512.2	2243.7	1469.3
39	231.1	281.3	463.4	931.0	2311.3	2623.4	2995.7	3439.2	3959.5	4541.4	5112.1	5489.8	5415.0	4790.2	3828.5	2814.6	1916.8	1283.0	1237.3	1831.9	2738.9	3789.8	4810.9	5506.9	5644.0	5304.1	4746.7	4160.7	3626.0	3162.5	2767.9	2433.5	1527.0
38	231.3	281.9	467.6	957.6	2511.5	2891.5	3364.3	3961.7	4726.7	5705.2	6888.9	7997.1	8192.2	6942.5	5079.9	3385.1	1999.2	901.7	795.5	1863.0	3266.7	5007.2	6952.9	8314.4	8210.0	7140.3	5957.5	4960.8	4168.9	3541.2	3037.9	2629.1	1583.3
37	231.3	282.1	471.0	982.0	2708.7	3159.5	3740.2	4512.3	5582.8	7150.6	9583.6	13225.8	15479.9	11670.4	7336.1	4564.8	2769.1	1651.3	1575.1	2628.6	4421.5	7229.2	11672.0	15690.7	13567.9	9931.8	7467.8	5859.0	4744.9	3930.0	3309.3	2822.7	1638.0
36	231.0	281.9	473.4	1003.8	2892.8	3409.9	4091.6	5027.7	6392.0	8577.8	12712.4	23684.5	61581.6	21602.4	10509.9	6367.3	4272.0	3253.8	3205.9	4153.3	6216.4	10368.1	21580.3	62345.9	24291.8	13186.3	8972.8	6719.4	5292.3	4298.9	3566.7	3006.2	1690.9
35	230.4	281.3	474.9	1022.5	3054.5	3626.7	4387.7	5441.3	6984.9	9453.1	14030.2	25091.9	47905.5	23798.1	12659.4	8205.5	6027.9	5050.0	5008.6	5911.8	8033.8	12467.6	23699.0	48394.5	25737.2	14587.8	9926.4	7373.0	5747.5	4620.3	3796.5	3172.6	1742.6
34	229.6	280.4	475.3	1037.7	3187.5	3799.8	4612.0	5723.1	7299.7	9630.5	13185.1	18198.3	21441.1	17867.1	12815.4	9454.2	7526.4	6623.3	6572.0	7374.7	9213.0	12524.8	17655.8	21559.9	18671.3	13775.4	10188.4	7766.8	6087.5	4882.5	3992.5	3318.8	1793.4
33	228.5	279.0	474.7	1049.2	3289.5	3927.8	4767.6	5894.6	7428.0	9501.8	12140.6	14845.5	16131.5	14916.4	12392.0	10082.7	8512.4	7711.1	7633.2	8277.1	9696.4	11908.3	14506.8	16071.5	15244.1	12806.3	10192.5	8014.6	6345.2	5095.1	4157.5	3445.4	1844.1
32	227.1	277.1	472.9	1056.7	3361.7	4015.7	4870.3	6002.9	7507.5	9453.0	11739.7	13833.3	14762.4	14005.0	12203.2	10351.5	8985.4	8242.1	8122.1	8616.3	9722.4	11367.4	13205.9	14444.7	14252.0	12636.1	10404.7	8292.1	6583.2	5280.4	4299.7	3556.0	1894.7
31	225.5	274.9	469.9	1060.1	3406.9	4070.2	4936.0	6085.3	7625.7	9664.0	12168.7	14595.7	15656.0	14610.5	12470.7	10463.7	9055.1	8288.9	8117.7	8513.6	9480.6	11014.5	12968.1	14761.3	15234.3	13716.9	11158.3	8739.5	6852.9	5457.5	4427.0	3654.1	1944.6
30	223.6	272.2	465.8	1059.3	3427.9	4096.1	4972.0	6151.0	7789.5	10145.2	13571.7	17928.3	20161.1	17301.8	13319.6	10534.6	8877.2	8030.1	7810.4	8157.9	9114.0	10832.2	13575.0	17321.2	19727.5	17148.6	12741.4	9400.0	7158.8	5628.1	4540.9	3740.3	1991.9
29	221.5	269.0	460.6	1054.3	3426.6	4095.2	4976.1	6180.5	7922.1	10674.7	15703.1	26886.4	40053.6	23800.8	14630.5	10641.5	8685.1	7753.7	7498.2	7826.7	8819.5	10810.4	14777.3	23777.0	39446.3	26079.1	15021.0	10097.3	7433.8	5770.4	4633.9	3811.3	2034.0
28	219.0	265.5	454.1	1045.3	3404.5	4067.6	4942.8	6146.1	7909.9	10789.5	16516.4	34213.1	140937.0	28361.4	15335.5	10831.8	8746.2	7764.2	7484.5	7808.4	8828.4	10938.1	15437.8	28372.2	139771.0	33589.6	16051.6	10392.2	7565.6	5850.9	4693.5	3860.4	2067.0
27	216.3	261.5	446.5	1032.2	3362.5	4014.1	4870.9	6039.2	7716.2	10306.1	14702.2	22405.4	28355.3	21355.8	14720.1	11092.3	9121.8	8122.0	7822.2	8150.1	9174.6	11162.8	14793.8	21396.0	28273.2	22203.0	14469.8	10076.7	7503.4	5850.3	4709.2	3880.3	2087.3
26	213.4	257.1	437.8	1015.4	3301.4	3936.2	4765.5	5879.4	7422.0	9611.6	12674.4	16298.8	18386.9	17003.8	14021.5	11394.2	9585.6	8559.4	8233.8	8577.2	9619.4	11439.7	14071.1	17042.0	18387.6	16247.0	12583.7	9503.2	7311.7	5777.5	4677.8	3865.8	2091.5
25	210.2	252.3	427.9	994.9	3221.9	3835.5	4632.9	5691.8	7123.7	9061.7	11560.6	14280.3	16133.9	15980.9	14092.9	11751.1	9862.6	8717.4	8342.7	8728.7	9883.8	11779.8	14125.9	16012.0	16153.4	14279.2	11538.5	9025.5	7082.2	5652.3	4600.6	3813.9	2077.3
24	206.8	247.1	417.1	971.3	3124.1	3712.3	4474.5	5484.0	6847.1	8704.3	11183.8	14199.5	16925.8	17513.6	15283.8	12172.6	9741.1	8319.5	7860.4	8326.9	9754.6	12191.0	15306.7	17539.9	16950.7	14217.5	11192.8	8706.2	6845.7	5483.4	4478.4	3723.4	2043.6
23	203.2	241.5	405.2	944.7	3008.1	3565.3	4286.2	5243.0	6551.4	8403.4	11129.8	15271.9	21017.7	23746.0	18293.1	12493.7	9011.4	7209.4	6648.1	7214.4	9020.2	12505.6	18309.9	23770.4	21044.4	15295.8	11150.3	8421.4	6568.9	5262.1	4309.2	3594.1	1991.0
22	199.4	235.6	392.4	915.5	2874.7	3394.0	4062.8	4949.6	6172.4	7957.5	10814.5	16212.3	30345.1	58754.0	23245.7	11972.2	7533.5	5449.0	4797.5	5452.7	7539.1	11978.6	23255.4	58783.4	30368.8	16232.1	10833.8	7977.5	6194.2	4974.3	4091.6	3428.1	1921.4
21	195.4	229.4	378.8	884.1	2726.1	3200.5	3804.8	4596.6	5676.2	7237.6	9722.4	14407.1	26653.3	50894.6	19701.6	9733.2	5628.6	3488.1	2715.9	3490.8	5631.3	9734.1	19699.3	50889.0	26655.9	14414.2	9732.9	7251.2	5693.3	4617.6	3830.2	3231.1	1837.7
20	191.2	222.8	364.3	851.0	2566.4	2990.7	3521.0	4198.8	5090.6	6310.5	8062.7	10684.8	14236.3	15536.6	11365.9	7036.3	4149.0	2195.7	1241.8	2197.2	4149.1	7033.4	11358.3	15524.9	14226.6	10680.2	8062.8	6314.8	5098.9	4211.3	3538.1	3012.6	1743.7
19	186.9	216.0	349.2	816.5	2401.2	2773.6	3227.2	3786.5	4484.8	5363.9	6459.3	7723.0	8782.6	8760.2	7296.4	5300.1	3524.7	2184.1	1588.7	2184.0	3523.2	5295.7	7288.2	8748.6	8770.2	7712.5	6451.8	5359.8	4484.2	3789.5	3234.0	2784.4	1643.6
18	182.5	208.9	333.3	781.2	2236.2	2558.7	2939.8	3390.9	3922.3	4536.0	5206.7	5840.1	6225.7	6098.1	5397.3	4381.8	3377.4	2622.0	2328.6	2621.3	3375.2	4377.2	5389.6	6087.4	6213.2	5827.4	5194.9	4526.0	3914.4	3385.4	2936.9	2558.4	1541.5
17	178.0	201.7	316.9	745.5	2076.9	2354.0	2671.7	3032.9	3435.9	3868.2	4296.1	4651.7	4833.1	4747.7	4387.4	3856.4	3312.4	2905.5	2753.2	2904.6	3310.1	3852.1	4380.6	4738.2	4821.4	4638.6	4282.5	3854.8	3423.0	3021.0	2660.9	2344.3	1440.9
16	173.5	194.3	300.0	709.7	1927.1	2165.0	2430.2	2721.1	3031.4	3346.6	3639.4	3868.2	3983.7	3949.9	3770.2	3496.2	3209.4	2993.9	2913.7	2993.0	3207.2	3492.4	3764.3	3941.6	3973.2	3855.8	3625.5	3331.7	3015.9	2705.1	2413.8	2148.3	1345.1
15	168.9	186.7	282.7	674.2	1789.2	1994.5	2217.7	2455.6	2701.0	2941.3	3157.5	3324.8	3418.5	3423.6	3345.2	3211.3	3065.8	2954.9	2913.3	2954.0	3063.9	3208.0	3340.2	3416.6	3409.5	3313.7	3144.5	2926.6	2684.6	2437.7	2198.2	1973.3	1256.1
14	164.3	179.1	265.0	639.5	1664.4	1843.1	2033.6	2232.1	2432.1	2624.1	2794.9	2930.0	3016.1	3046.6	3025.7	2969.4	2901.7	2848.1	2827.6	2847.3	2900.1	2966.7	3021.7	3041.0	3008.7	2920.6	2783.5	2610.6	2416.5	2214.2	2013.3	1820.2	1175.7
13	159.7	171.4	247.0	605.8	1552.8	1710.2	1875.3	2044.7	2212.8	2372.6	2515.2	2631.6	2714.3	2760.1	2771.8	2758.6	2734.0	2712.0	2703.2	2711.5	2732.9	2756.7	2768.9	2756.0	2708.7	2624.3	2506.0	2361.2	2199.1	2028.3	1856.2	1687.8	1104.5
12	155.2	163.7	228.7	573.3	1454.0	1594.4	1740.0	1887.6	2032.9	2170.5	2294.5	2398.9	2479.2	2533.4	2563.3	2574.1	2573.4	2568.9	2566.6	2568.7	2572.8	2573.1	2561.6	2530.8	2475.5	2393.9	2287.8	2161.9	2022.0	1874.1	1723.6	1574.7	1042.8
11	150.9	156.2	210.2	542.4	1367.1	1494.1	1624.5	1755.7	1884.3	2006.3	2117.2	2213.1	2290.9	2349.3	2389.0	2413.0	2425.5	2430.8	2432.2	2430.8	2425.5	2412.9	2388.6	2348.3	2289.3	2210.5	2113.4	2000.9	1877.0	1746.1	1612.2	1478.6	990.4
10	146.7	148.7	191.6	513.2	1291.3	1407.5	1526.1	1644.9	1761.0	1871.4	1972.8	2062.2	2137.4	2197.3	2242.0	2273.2	2292.9	2303.5	2307.0	2303.9	2293.5	2274.0	2242.9	2198.1	2137.9	2062.2	1972.0	1869.6	1757.8	1639.9	1518.9	1397.6	946.7
9	142.7	141.5	172.8	486.0	1225.5	1333.2	1442.6	1551.8	1658.4	1760.1	1854.1	1938.3	2010.9	2070.8	2117.8	2152.5	2176.0	2189.7	2194.3	2190.3	2177.3	2154.3	2120.0	2073.3	2013.6	1941.0	1856.6	1762.0	1659.6	1551.8	1441.1	1329.8	910.9
8	138.9	134.6	154.0	460.9	1168.8	1269.8	1371.9	1473.7	1573.0	1667.9	1756.2	1836.2	1906.2	1965.3	2013.0	2049.3	2074.8	2090.0	2095.3	2090.9	2076.7	2052.1	2016.5	1969.6	1911.1	1841.5	1761.9	1673.6	1578.6	1478.9	1376.5	1273.3	882.1
7	135.4	128.1	135.2	438.1	1120.6	1216.1	1312.6	1408.5	1502.1	1591.7	1675.6	1752.0	1819.7	1877.6	1925.1	1962.0	1988.3	2004.2	2009.9	2005.5	1990.8	1965.6	1929.9	1883.5	1826.6	1759.9	1684.3	1601.2	1512.1	1418.9	1323.2	1226.8	859.4
6	132.3	122.1	116.3	417.8	1080.0	1171.3	1263.3	1354.6	1443.8	1529.3	1609.5	1683.0	1748.6	1805.2	1852.2	1889.1	1915.7	1932.0	1937.9	1933.5	1918.7	1893.6	1858.2	1812.7	1757.5	1693.3	1621.1	1542.2	1458.0	1370.0	1279.8	1188.8	841.7
5	129.6	116.7	97.5	400.2	1046.5	1134.6	1223.1	1310.8	1396.5	1478.8	1556.1	1627.3	1691.1	1746.5	1792.8	1829.4	1856.0	1872.3	1878.4	1874.1	1859.5	1834.6	1799.8	1755.3	1701.7	1639.7	1570.4	1494.9	1414.6	1330.8	1245.0	1158.4	828.2
4	127.3	112.1	78.8	385.5	1019.8	1105.2	1191.1	1276.2	1359.2	1439.0	1514.1	1583.4	1645.7	1700.1	1745.7	1781.9	1808.3	1824.7	1830.8	1826.6	1812.2	1787.8	1753.6	1710.0	1657.8	1597.7	1530.6	1457.8	1380.6	1300.1	1217.7	1134.7	818.2
3	125.4	108.3	60.4	373.8	999.3	1082.9	1166.8	1249.9	1331.0	1408.9	1482.4	1550.2	1611.4	1664.9	1709.9	1745.8	1772.0	1788.3	1794.5	1790.4	1776.3	1752.2	1718.5	1675.8	1624.7	1566.0	1500.7	1430.0	1355.0	1277.0	1197.2	1116.9	811.1
2	124.1	105.5	42.6	365.4	984.9	1067.2	1149.7	1231.4	1311.2	1387.8	1460.2	1527.0	1587.4	1640.3	1684.8	1720.4	1746.5	1762.7	1768.9	1764.9	1751.0	1727.2	1694.0	1651.9	1601.6	1543.9	1479.9	1410.6	1337.2	1261.0	1183.0	1104.6	806.3
1	123.3	103.8	26.7	360.2	976.3	1057.9	1139.6	1220.5	1299.5	1375.4	1447.0	1513.3	1573.2	1625.7	1670.0	1705.4	1731.3	1747.5	1753.7	1749.8	1736.0	1712.4	1679.4	1637.7	1587.9	1530.9	1467.6	1399.1	1326.7	1251.5	1174.7	1097.4	803.6
0	123.0	103.2	18.5	358.5	973.4	1054.8	1136.2	1216.9	1295.6	1371.3	1442.7	1508.8	1568.5	1620.9	1665.0	1700.4	1726.3	1742.5	1748.7	1744.8	1731.0	1707.4	1674.6	1633.0	1583.4	1526.5	1463.5	1395.4	1323.3	1248.4	1171.9	1095.0	802.7

XY	0	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	50	60	70	75
50	748.6	851.1	915.7	937.3	958.0	977.5	995.4	1011.3	1025.0	1036.3	1045.1	1051.4	1055.2	1056.7	1056.0	1053.1	1048.1	1041.0	1031.7	1020.1	1006.2	989.7	970.9	949.6	926.1	900.5	873.2	844.5	814.6	784.1	497.0	310.9	207.2	174.0
49	764.0	888.7	966.3	992.2	1017.2	1040.7	1062.2	1081.2	1097.5	1110.8	1121.1	1128.4	1132.9	1134.8	1134.3	1131.6	1126.6	1119.5	1110.0	1097.9	1083.2	1065.6	1045.0	1021.6	995.4	966.7	936.0	903.5	869.7	835.2	516.3	317.4	209.5	175.4
48	777.7	928.5	1021.8	1053.0	1083.0	1111.3	1137.0	1159.7	1178.9	1194.4	1206.2	1214.4	1219.4	1221.5	1221.1	1218.4	1213.6	1206.6	1197.1	1184.9	1169.6	1150.9	1128.6	1102.8	1073.5	1041.2	1006.3	969.3	930.9	891.6	536.4	323.7	211.7	176.8
47	789.2	970.8	1082.8	1120.4	1156.7	1190.7	1221.6	1248.6	1271.1	1289.0	1302.1	1310.9	1315.9	1317.8	1317.1	1314.4	1309.8	1303.3	1294.4	1282.5	1267.1	1247.5	1223.5	1195.0	1162.1	1125.4	1085.5	1043.1	999.1	954.1	557.2	330.0	213.7	178.0
46	798.4	1015.9	1150.4	1195.9	1239.8	1281.0	1318.1	1350.3	1376.6	1396.8	1410.9	1419.6	1423.8	1424.6	1423.1	1420.1	1415.9	1410.5	1402.9	1392.3	1377.5	1357.7	1332.1	1300.6	1263.6	1221.6	1175.5	1126.5	1075.5	1023.6	578.6	336.1	215.6	179.1
45	804.9	1064.1	1225.8	1281.0	1334.5	1384.5	1429.5	1467.9	1498.7	1521.1	1535.4	1542.7	1544.4	1542.7	1539.3	1535.6	1532.2	1528.8	1524.1	1516.3	1503.6	1484.4	1457.6	1423.0	1380.8	1332.2	1278.4	1221.0	1161.5	1101.1	600.6	341.9	217.3	180.1
44	808.6	1115.7	1310.4	1377.7	1443.2	1504.7	1559.8	1606.1	1641.9	1666.2	1679.3	1682.9	1679.5	1672.5	1665.3	1660.1	1658.1	1658.4	1659.1	1657.0	1648.9	1632.1	1604.7	1566.4	1517.9	1460.8	1397.1	1329.0	1258.6	1187.7	623.0	347.5	218.8	181.0
43	809.4	1171.1	1405.7	1488.3	1569.4	1645.9	1714.2	1770.9	1813.0	1838.7	1848.2	1843.9	1830.6	1813.8	1799.3	1791.3	1791.4	1798.6	1809.2	1817.6	1818.4	1806.7	1779.9	1737.4	1680.5	1612.0	1535.1	1453.1	1368.9	1284.8	645.7	352.7	220.1	181.7
42	807.5	1230.6	1513.7	1615.8	1717.2	1813.8	1900.5	1971.7	2022.1	2048.4	2050.2	2031.5	1999.6	1964.8	1936.9	1923.4	1927.5	1947.0	1975.2	2002.7	2019.5	2017.9	1993.2	1945.2	1876.6	1792.1	1697.1	1596.5	1494.3	1393.6	668.5	357.6	221.2	182.2
41	803.3	1294.5	1636.2	1763.3	1891.8	2016.3	2129.2	2221.8	2284.8	2311.2	2299.2	2254.2	2189.1	2121.5	2069.2	2045.7	2056.6	2098.0	2157.9	2219.3	2264.8	2280.8	2260.3	2203.9	2117.4	2009.5	1889.0	1763.1	1637.3	1515.5	691.2	362.0	222.0	182.6
40	797.5	1362.9	1775.0	1934.2	2099.2	2263.0	2415.2	2541.8	2626.3	2654.1	2618.8	2527.9	2403.3	2276.5	2179.9	2137.9	2161.0	2241.8	2358.4	2480.2	2575.8	2621.5	2606.8	2535.1	2419.3	2275.4	2117.7	1956.9	1800.1	1651.4	713.6	365.9	222.6	182.8
39	791.3	1435.7	1931.4	2131.8	2345.9	2566.2	2779.2	2963.3	3089.0	3125.4	3053.7	2882.9	2652.0	2418.5	2241.0	2165.1	2210.1	2362.3	2580.8	2810.2	2993.6	3087.8	3076.8	2973.2	2805.7	2604.1	2391.3	2182.1	1984.4	1802.0	735.3	369.2	222.9	182.8
38	786.1	1512.6	2105.7	2358.0	2637.6	2939.2	3248.2	3534.3	3746.3	3816.9	3694.1	3383.8	2961.6	2535.6	2210.6	2071.3	2157.4	2439.9	2841.0	3263.3	3602.0	3772.3	3749.4	3573.0	3308.9	3012.4	2717.7	2441.6	2190.9	1966.7	756.0	371.9	223.0	182.7
37	783.7	1592.8	2296.2	2612.0	2977.2	3393.6	3853.6	4325.5	4729.1	4918.3	4738.7	4176.1	3403.4	2637.2	2045.6	1783.1	1950.7	2471.1	3192.2	3963.0	4587.8	4872.0	4773.4	4420.7	3969.9	3516.7	3101.6	2735.6	2417.9	2143.6	775.4	373.9	222.7	182.3
36	786.0	1675.2	2499.0	2889.1	3360.3	3931.1	4619.9	5426.5	6272.1	6864.6	6690.8	5608.4	4157.1	2825.2	1793.9	1281.6	1623.9	2548.0	3784.1	5199.2	6422.0	6862.6	6440.4	5639.2	4827.0	4123.8	3540.3	3059.3	2661.0	2328.8	793.0	375.2	222.2	181.8
35	794.5	1758.7	2707.3	3178.9	3771.4	4531.4	5533.1	6892.9	8739.9	10815.2	11189.6	8568.3	5582.9	3412.9	1914.5	1141.9	1673.4	3004.4	4924.8	7634.2	10587.3	11158.4	9297.7	7339.6	5877.8	4814.0	4017.1	3400.8	2911.9	2516.5	808.5	375.7	221.3	181.1
34	810.3	1841.5	2912.7	3466.4	4183.4	5142.8	6494.4	8568.5	12232.1	20043.1	27950.8	15038.5	7992.1	4744.8	3028.0	2356.7	2793.2	4222.2	6876.1	12290.0	24456.8	23524.8	13829.3	9375.7	7007.3	5525.7	4499.3	3741.7	3159.4	2699.5	821.5	375.4	220.1	180.1
33	833.3	1922.5	3106.5	3735.9	4565.2	5695.8	7325.0	9916.6	14909.2	29872.4	116555.0	21651.2	10529.2	6584.2	4792.5	4183.2	4560.3	5992.1	9086.4	16753.3	56930.3	42638.5	17403.1	10989.6	7973.3	6168.2	4946.9	4061.3	3391.3	2869.9	831.6	374.1	218.6	179.0
32	862.7	2000.0	3282.2	3976.3	4896.2	6146.0	7903.9	10513.7	14705.0	21557.7	25761.1	18077.9	11575.6	8202.0	6553.6	5993.2	6332.4	7653.8	10410.8	15772.6	24129.8	23741.6	16375.4	11531.7	8604.0	6681.2	5332.3	4344.0	3597.6	3020.7	838.6	372.0	216.8	177.6
31	896.2	2072.9	3436.9	4184.8	5177.6	6510.0	8302.9	10676.7	13622.4	16481.9	17188.6	14739.5	11533.9	9202.3	7882.5	7409.6	7697.3	8784.4	10816.5	13822.4	16750.1	17023.9	14531.8	11518.6	9003.9	7087.2	5655.7	4583.9	3771.8	3146.8	842.1	369.0	214.6	176.1
30	931.3	2139.5	3570.4	4365.4	5427.6	6852.6	8725.9	11014.0	13345.9	14890.8	14829.9	13295.1	11304.1	9669.5	8656.7	8278.2	8513.6	9372.4	10860.6	12815.0	14589.8	15126.0	13970.8	11776.3	9448.4	7471.3	5938.6	4783.1	3910.9	3244.4	842.1	365.0	212.2	174.4
29	964.9	2197.7	3682.2	4521.4	5663.3	7238.1	9382.8	12055.3	14566.8	15586.9	14719.8	12927.0	11137.6	9767.6	8924.1	8607.7	8808.8	9535.7	10799.1	12537.6	14437.5	15680.7	15173.4	12919.9	10204.9	7915.5	6199.3	4942.2	4012.1	3310.6	838.5	360.1	209.3	172.4
28	993.7	2244.5	3769.3	4648.4	5878.7	7672.6	10391.5	14447.8	18913.9	19493.6	16294.1	13151.2	10960.9	9554.0	8749.7	8455.3	8642.2	9333.7	10613.8	12654.0	15674.4	19201.5	19824.6	15787.5	11439.9	8424.7	6425.2	5052.7	4070.7	3343.0	831.2	354.3	206.2	170.3
27	1015.1	2276.3	3824.7	4731.6	6033.7	8043.5	11521.9	18717.6	35001.6	32681.3	19237.8	13421.2	10570.4	9003.8	8166.4	7865.1	8049.6	8758.5	10154.0	12696.0	17747.9	29468.7	38922.4	21568.5	12893.1	8846.3	6560.5	5095.9	4080.7	3339.8	820.4	347.6	202.8	168.0
26	1026.7	2289.1	3840.0	4752.8	6073.8	8149.2	11903.1	20864.5	67890.1	49562.5	20169.5	12988.2	9821.0	8123.1	7215.9	6883.7	7074.0	7828.0	9324.8	12111.4	18110.5	38551.9	109454.0	24844.2	13333.8	8905.3	6538.6	5055.8	4039.0	3301.3	806.2	340.1	199.1	165.5
25	1026.9	2279.4	3809.6	4703.6	5980.5	7920.0	11121.6	16873.5	25547.1	24835.8	16969.8	11891.3	8905.3	7079.8	6029.3	5623.7	5840.1	6704.5	8326.1	11029.6	15628.1	23253.2	26957.4	18699.1	12166.8	8528.4	6353.3	4935.7	3949.5	3230.5	789.0	331.7	195.1	162.9
24	1014.7	2245.0	3732.6	4590.4	5789.2	7519.9	10055.3	13535.6	16919.4	17378.7	14635.8	11188.1	8317.8	6236.3	4910.1	4359.1	4644.0	5744.4	7628.3	10334.6	13766.5	16952.8	17390.1	14389.8	10747.4	7977.8	6073.9	4759.0	3822.4	3132.8	769.0	322.5	190.8	160.1
23	990.0	2185.4	3611.8	4425.4	5546.5	7121.7	9319.9	12154.1	14985.0	16228.3	14775.9	11631.4	8463.6	6001.5	4356.7	3636.2	4013.0	5395.2	7633.1	10655.4	13969.1	16065.8	15477.2	12839.2	9879.0	7495.7	5773.6	4550.8	3668.0	3013.7	746.6	312.7	186.3	157.2
22	953.3	2102.1	3451.3	4215.9	5268.5	6756.4	8893.7	11923.3	15810.0	19030.4	18046.2	13576.2	9390.9	6483.4	4680.0	3924.3	4323.6	5814.5	8373.4	12187.7	16838.7	19208.1	16816.9	12805.4	9479.9	7112.3	5472.1	4321.5	3492.6	2877.5	722.2	302.2	181.5	154.1
21	905.6	1998.5	3255.0	3963.1	4942.1	6353.2	8499.8	12022.6	18455.7	29824.8	29055.2	17096.5	10644.3	7277.4	5474.3	4785.1	5148.9	6592.2	9394.3	14641.6	24951.6	32339.8	21154.5	13328.0	9172.9	6720.0	5142.9	4066.5	3297.2	2726.5	696.2	291.0	176.5	150.9
20	848.7	1879.4	3029.1	3668.9	4551.0	5830.8	7831.2	11373.8	19445.3	58940.1	58546.2	19088.2	11103.1	7737.6	6095.7	5503.3	5815.7	7103.8	9809.1	15733.8	36276.0	146471.0	24205.0	12873.4	8518.2	6193.8	4752.4	3778.7	3082.3	2562.9	669.0	279.4	171.4	147.7
19	784.7	1750.7	2783.3	3343.4	4102.1	5178.6	6806.6	9504.4	14560.3	23869.0	24041.3	14910.5	9978.8	7476.8	6203.0	5742.6	5986.5	6989.8	9043.6	13028.4	20948.5	26140.5	16795.6	10580.4	7372.9	5503.0	4296.4	3460.6	2851.5	2390.2	641.0	267.3	166.0	144.3
18	716.0	1618.4	2530.4	3005.5	3628.3	4470.1	5646.0	7325.3	9625.1	11918.4	12117.8	10143.6	8077.4	6645.5	5818.8	5507.1	5674.5	6339.9	7578.9	9470.3	11640.7	12268.9	10354.8	7914.0	6045.6	4736.1	3807.3	3127.3	2613.1	2213.3	612.5	254.8	160.6	140.9
17	645.0	1488.5	2283.6	2677.1	3170.9	3798.6	4597.5	5584.1	6672.0	7533.4	7704.1	7156.2	6340.8	5627.9	5160.7	4975.2	5077.4	5464.6	6114.5	6928.4	7610.0	7681.3	6981.3	5908.2	4869.0	4009.4	3331.4	2799.4	2377.6	2038.3	583.9	242.0	155.0	137.5
16	574.5	1365.8	2054.2	2375.5	2760.5	3220.1	3757.9	4352.8	4931.9	5358.3	5496.6	5338.4	5015.1	4681.6	4440.1	4340.3	4398.0	4604.9	4923.5	5268.8	5497.4	5456.6	5105.5	4553.5	3949.9	3388.3	2902.8	2494.9	2154.9	1870.8	555.5	228.8	149.4	134.0
15	507.3	1253.8	1848.9	2110.5	2410.2	2748.7	3118.5	3497.5	3842.3	4093.6	4204.2	4172.6	4047.6	3897.4	3779.8	3730.0	3761.4	3866.9	4017.9	4162.8	4233.6	4171.3	3960.4	3637.5	3262.6	2885.9	2536.0	2224.1	1951.5	1715.1	527.6	215.5	143.7	130.6
14	446.3	1154.7	1670.6	1884.8	2120.6	2374.7	2638.2	2894.6	3119.4	3285.4	3373.9	3386.0	3343.5	3279.4	3225.1	3202.1	3219.2	3271.6	3341.3	3399.1	3411.0	3350.3	3208.8	3000.5	2751.6	2488.8	2231.3	1990.3	1770.9	1573.9	500.5	202.0	137.9	127.1
13	394.4	1069.2	1519.2	1696.5	1885.1	2080.9	2276.2	2459.6	2617.4	2736.0	2807.5	2833.8	2826.2	2802.1	2779.0	2769.5	2779.1	2804.6	2835.3	2854.6	2844.4	2790.7	2688.6	2543.6	2368.1	2176.6	1981.7	1792.2	1613.5	1448.2	474.2	188.4	132.3	123.8
12	354.3	997.0	1392.4	1541.2	1695.2	1850.4	2000.7	2138.6	2256.0	2345.8	2404.6	2434.1	2441.1	2435.5	2427.5	2424.6	2430.1	2442.1	2454.1	2456.2	2438.1	2391.8	2313.9	2206.5	2076.0	1930.6	1778.3	1625.9	1478.0	1337.8	449.2	174.7	126.6	120.5
11	327.8	937.2	1287.2	1414.0	1542.4	1668.8	1788.7	1896.9	1988.5	2059.7	2108.9	2137.7	2150.5	2153.4	2152.6	2152.8	2156.0	2161.1	2163.8	2158.2	2138.0	2098.0	2035.8	1952.1	1850.4	1735.5	1612.8	1487.2	1362.6	1241.8	425.4	160.9	121.1	117.3
10	315.3	888.3	1200.5	1310.2	1419.3	1524.9	1623.6	1711.7	1786.1	1844.7	1886.7	1913.6	1928.3	1935.0	1937.6	1939.2	1941.0	1942.4	1940.5	1931.5	1911.2	1876.1	1824.5	1756.5	1673.9	1579.8	1477.9	1371.8	1264.7	1159.1	403.1	147.2	115.7	114.2
9	315.0	848.7	1129.2	1225.5	1320.0	1410.3	1493.7	1567.8	1630.3	1680.0	1716.7	1741.4	1756.5	1764.7	1768.9	1771.0	1772.0	1771.3	1767.0	1756.5	1736.9	1705.6	1661.3	1603.9	1534.3	1454.8	1367.7	1276.0	1182.1	1088.4	382.3	133.6	110.5	111.3
8	323.6	816.9	1070.8	1156.4	1239.7	1318.5	1390.9	1454.9	1508.9	1552.2	1584.9	1607.7	1622.5	1631.3	1636.0	1638.3	1638.7	1636.8	1631.3	1620.1	1601.3	1572.9	1533.7	1483.7	1423.3	1354.0	1277.8	1196.7	1112.9	1028.3	363.3	120.0	105.6	108.6
7	337.6	791.5	1023.2	1100.3	1174.9	1245.0	1309.2	1365.7	1413.6	1452.3	1481.9	1503.1	1517.4	1526.3	1531.3	1533.5	1533.5	1530.8	1524.5	1513.2	1495.1	1468.8	1433.4	1388.5	1334.7	1272.9	1204.5	1131.4	1055.2	977.7	346.1	106.7	101.0	106.1
6	354.0	771.4	984.6	1055.0	1122.8	1186.3	1244.3	1295.3	1338.7	1374.0	1401.2	1421.2	1435.0	1443.7	1448.8	1450.9	1450.6	1447.4	1440.7	1429.3	1411.8	1387.1	1354.3	1313.3	1264.2	1207.8	1145.3	1078.1	1007.8	935.7	330.8	93.5	96.9	103.9
5	370.4	755.6	953.8	1018.9	1081.4	1139.9	1193.2	1240.2	1280.2	1312.9	1338.5	1357.5	1370.8	1379.4	1384.4	1386.4	1385.8	1382.4	1375.4	1364.0	1347.0	1323.4	1292.6	1254.3	1208.6	1156.2	1098.0	1035.3	969.3	901.4	317.6	80.8	93.1	102.0
4	385.2	743.6	929.7	990.7	1049.2	1104.0	1153.8	1197.8	1235.4	1266.2	1290.5	1308.7	1321.6	1330.1	1335.0	1337.0	1336.2	1332.5	1325.4	1314.0	1297.4	1274.6	1245.2	1208.8	1165.6	1116.1	1061.1	1001.7	939.0	874.2	306.6	68.7	89.9	100.4
3	397.5	734.6	911.6	969.6	1025.2	1077.2	1124.5	1166.4	1202.2	1231.7	1255.1	1272.7	1285.4	1293.7	1298.6	1300.5	1299.6	1295.7	1288.5	1277.1	1260.8	1238.6	1210.2	1175.2	1133.7	1086.2	1033.5	976.4	916.0	853.6	297.9	57.5	87.4	99.1
2	406.7	728.5	899.0	954.9	1008.5	1058.6	1104.3	1144.7	1179.3	1208.0	1230.7	1248.0	1260.4	1268.7	1273.5	1275.3	1274.4	1270.4	1263.1	1251.8	1235.6	1213.9	1186.1	1152.0	1111.7	1065.5	1014.3	958.7	900.0	839.1	291.6	48.0	85.5	98.1
1	412.3	724.9	891.6	946.3	998.7	1047.7	1092.4	1132.0	1166.0	1194.1	1216.5	1233.6	1245.9	1254.1	1258.8	1260.6	1259.6	1255.6	1248.3	1237.0	1220.9	1199.4	1171.9	1138.4	1098.7	1053.4	1003.0	948.3	890.5	830.5	287.8	41.3	84.3	97.6
0	414.2	723.7	889.2	943.4	995.4	1044.1	1088.5	1127.8	1161.5	1189.5	1211.8	1228.8	1241.1	1249.3	1254.0	1255.8	1254.7	1250.8	1243.4	1232.1	1216.0	1194.6	1167.3	1133.9	1094.5	1049.4	999.2	944.9	887.4	827.7	286.5	38.8	83.9	97.4

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频电场强度超过 4kV/m 的部分。

表 6.1-50 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频磁感应强度空间分布（μT）

YX	-75	-70	-60	-50	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-10
50	3.380	4.046	6.043	9.495	14.641	15.148	15.626	16.064	16.456	16.796	17.081	17.310	17.487	17.620	17.715	17.781	17.825	17.852	17.861	17.848	17.808	17.731	17.609	17.434	17.201	16.909	16.560	16.159	15.713	15.233	12.626
49	3.433	4.123	6.218	9.945	15.772	16.359	16.911	17.415	17.861	18.239	18.545	18.780	18.951	19.067	19.142	19.191	19.225	19.250	19.268	19.272	19.252	19.192	19.079	18.899	18.646	18.317	17.915	17.446	16.923	16.356	13.314
48	3.485	4.199	6.395	10.417	17.044	17.732	18.377	18.962	19.472	19.894	20.220	20.451	20.599	20.679	20.715	20.729	20.743	20.766	20.801	20.838	20.857	20.835	20.747	20.574	20.304	19.933	19.466	18.914	18.292	17.620	14.052
47	3.536	4.273	6.572	10.910	18.482	19.297	20.062	20.752	21.343	21.815	22.157	22.369	22.467	22.478	22.440	22.392	22.369	22.390	22.456	22.551	22.643	22.692	22.659	22.511	22.229	21.810	21.261	20.602	19.855	19.048	14.844
46	3.586	4.347	6.750	11.423	20.117	21.096	22.018	22.847	23.545	24.081	24.433	24.599	24.602	24.488	24.319	24.161	24.073	24.089	24.210	24.410	24.632	24.810	24.877	24.782	24.498	24.019	23.364	22.563	21.653	20.673	15.695
45	3.634	4.419	6.927	11.954	21.984	23.178	24.312	25.333	26.182	26.803	27.158	27.238	27.074	26.741	26.342	25.992	25.791	25.798	26.018	26.400	26.851	27.253	27.498	27.502	27.225	26.667	25.864	24.868	23.738	22.530	16.605
44	3.681	4.488	7.103	12.501	24.122	25.606	27.034	28.331	29.403	30.155	30.511	30.443	29.994	29.282	28.485	27.799	27.400	27.392	27.785	28.489	29.336	30.127	30.675	30.846	30.583	29.906	28.882	27.606	26.172	24.661	17.578
43	3.726	4.556	7.276	13.061	26.576	28.450	30.296	32.004	33.429	34.404	34.779	34.478	33.551	32.191	30.702	29.429	28.681	28.648	29.347	30.616	32.155	33.612	34.667	35.102	34.847	33.962	32.590	30.897	29.033	27.113	18.613
42	3.769	4.621	7.445	13.629	29.386	31.792	34.239	36.581	38.595	39.989	40.461	39.817	38.099	35.628	32.935	30.628	29.259	29.183	30.431	32.698	35.445	38.047	39.942	40.771	40.458	39.176	37.220	34.885	32.402	29.929	19.706
41	3.810	4.684	7.610	14.199	32.579	35.705	39.022	42.361	45.401	47.639	48.456	47.363	44.339	39.953	35.165	31.032	28.539	28.381	30.629	34.674	39.534	44.114	47.399	48.758	48.159	46.063	43.085	39.739	36.363	33.141	20.853
40	3.849	4.743	7.769	14.765	36.155	40.234	44.795	49.706	54.583	58.611	60.501	58.973	53.754	46.016	37.610	30.277	25.681	25.359	29.497	36.696	45.225	53.267	58.888	60.814	59.231	55.383	50.566	45.622	40.968	36.756	22.045
39	3.886	4.798	7.920	15.321	40.059	45.348	51.622	58.956	67.126	75.087	80.230	78.867	69.672	55.773	41.289	28.665	19.995	19.287	27.206	39.727	54.435	68.803	78.632	80.614	75.906	68.160	60.027	52.616	46.198	40.729	23.271
38	3.919	4.850	8.063	15.859	44.159	50.880	59.342	70.154	83.968	100.652	116.159	118.490	100.179	73.296	49.018	29.361	14.260	12.656	27.025	46.694	71.249	98.763	118.090	116.774	101.869	85.394	71.552	60.585	51.906	44.945	24.516
37	3.950	4.898	8.196	16.370	48.243	56.484	67.401	82.516	104.667	139.099	190.659	222.036	166.843	104.663	65.006	39.255	23.003	21.648	36.720	62.185	101.871	164.591	221.488	191.959	141.086	106.725	84.400	69.004	57.769	49.208	25.766
36	3.978	4.941	8.317	16.846	52.043	61.673	74.835	93.986	124.703	183.007	338.326	874.871	305.839	148.441	89.650	59.744	44.990	44.129	57.597	86.776	145.125	302.322	874.241	341.461	186.239	127.668	96.547	76.943	63.328	53.277	27.006
35	4.003	4.980	8.427	17.280	55.314	65.979	80.642	102.044	136.267	199.937	354.473	673.073	333.536	177.318	114.877	84.220	70.325	69.656	82.357	112.094	173.903	330.108	673.643	358.863	204.443	140.341	105.501	83.438	68.152	56.937	28.223
34	4.025	5.014	8.524	17.664	57.908	69.161	84.386	105.815	137.373	185.511	253.523	297.188	247.561	178.100	131.944	105.408	92.939	92.274	103.470	128.906	174.406	244.515	297.429	257.567	191.011	142.760	110.454	88.119	72.045	60.073	29.403
33	4.043	5.042	8.606	17.993	59.812	71.281	86.413	106.690	133.798	168.059	203.084	219.665	203.705	170.675	140.390	119.728	109.216	108.385	117.238	136.347	165.664	199.485	219.035	207.170	174.945	141.050	113.000	91.441	75.131	62.708	30.536
32	4.058	5.066	8.673	18.260	61.113	72.605	87.463	106.722	131.071	159.196	184.720	196.215	187.517	166.124	143.845	127.267	118.306	117.155	123.722	137.783	158.037	179.818	193.454	189.586	169.064	141.590	115.601	94.308	77.737	64.956	31.605
31	4.070	5.084	8.725	18.462	61.931	73.405	88.153	107.255	131.709	160.964	188.899	201.341	190.324	167.108	145.158	129.664	121.314	119.756	124.683	135.926	153.056	174.118	192.784	196.658	178.496	148.685	120.223	97.497	80.164	66.931	32.590
30	4.078	5.096	8.760	18.595	62.353	73.832	88.709	108.555	136.012	174.882	223.781	248.868	217.562	174.947	145.945	128.995	120.496	118.548	122.501	132.642	150.436	178.918	218.880	245.220	216.005	165.979	127.602	101.185	82.478	68.660	33.461
29	4.082	5.103	8.779	18.658	62.411	73.889	88.956	109.812	141.541	198.384	325.562	476.321	289.442	188.572	147.250	127.878	118.924	116.655	120.105	130.022	149.949	191.257	291.123	473.731	319.629	192.312	135.793	104.612	84.421	70.042	34.182
28	4.083	5.104	8.780	18.650	62.101	73.499	88.548	109.676	142.914	207.943	411.476	1660.330	341.859	196.600	149.670	128.972	119.469	116.873	120.170	130.260	151.369	198.590	344.262	1663.390	409.011	204.774	139.525	106.380	85.547	70.897	34.710
27	4.080	5.099	8.765	18.571	61.407	72.608	87.317	107.596	137.783	187.877	275.410	343.002	263.495	190.998	153.023	132.844	122.651	119.633	123.075	133.628	154.074	192.277	265.045	344.357	275.377	186.754	136.128	105.779	85.574	71.073	35.003
26	4.074	5.089	8.733	18.423	60.319	71.225	85.405	104.368	130.396	165.866	207.287	231.390	216.997	185.149	156.962	137.292	125.968	122.371	126.247	137.798	157.610	185.864	217.730	231.988	207.462	165.530	129.701	103.518	84.567	70.512	35.026
25	4.064	5.073	8.685	18.209	58.830	69.375	83.018	100.973	124.670	154.648	187.053	209.659	209.347	188.574	161.660	139.413	125.729	121.255	125.962	139.820	162.135	188.999	209.643	209.800	187.029	154.464	124.375	100.649	82.746	69.219	34.756
24	4.050	5.052	8.621	17.931	56.918	67.032	80.162	97.565	120.921	151.851	189.559	224.257	232.840	205.855	167.116	136.556	118.656	112.938	118.930	137.024	167.634	206.237	232.936	224.091	189.285	151.585	120.719	97.458	80.178	67.194	34.185
23	4.033	5.025	8.542	17.595	54.560	64.114	76.612	93.502	117.243	152.192	205.668	280.721	317.150	246.298	170.770	125.676	102.599	95.587	102.999	126.360	171.550	246.902	317.196	280.247	205.107	151.747	116.973	93.417	76.713	64.402	33.325
22	4.013	4.993	8.448	17.206	51.754	60.556	72.102	87.907	110.928	147.913	218.411	404.843	781.352	310.451	161.981	104.394	78.064	70.238	78.683	105.420	163.190	311.625	781.565	403.864	217.535	147.257	110.513	87.732	72.156	60.830	32.201
21	3.989	4.956	8.341	16.771	48.550	56.393	66.580	80.397	100.365	132.274	192.893	352.610	668.638	258.640	128.843	76.446	50.372	41.902	51.313	77.821	130.336	260.035	668.915	351.485	191.853	131.454	99.795	80.081	66.513	56.563	30.855
20	3.962	4.914	8.221	16.296	45.063	51.798	60.333	71.502	86.745	108.652	141.484	185.758	200.408	145.452	89.747	53.254	29.495	19.447	30.776	54.737	91.103	146.378	200.437	184.976	140.501	107.764	86.054	71.042	60.115	51.820	29.338
19	3.932	4.868	8.091	15.789	41.449	47.041	53.867	62.319	72.886	85.952	100.809	112.657	110.598	90.727	64.802	42.033	24.734	17.152	25.767	43.194	65.760	91.244	110.502	112.027	99.933	85.066	72.123	61.742	53.504	46.902	27.708
18	3.899	4.818	7.950	15.258	37.871	42.392	47.675	53.815	60.800	68.265	74.995	78.396	75.349	65.400	51.902	38.808	28.966	25.278	29.488	39.487	52.446	65.617	75.148	77.822	74.199	67.409	60.004	53.153	47.188	42.104	26.018
17	3.864	4.763	7.800	14.710	34.460	38.057	42.074	46.467	51.057	55.410	58.694	59.723	57.489	52.049	44.768	37.573	32.291	30.411	32.529	37.898	45.002	52.055	57.203	59.167	57.952	54.588	50.252	45.750	41.492	37.640	24.319
16	3.826	4.705	7.643	14.152	31.305	34.146	37.191	40.349	43.433	46.114	47.914	48.296	46.917	43.911	39.960	36.064	33.235	32.234	33.328	36.177	39.991	43.775	46.569	47.744	47.207	45.324	42.632	39.599	36.539	33.625	22.654
15	3.786	4.644	7.480	13.591	28.445	30.692	33.017	35.330	37.480	39.254	40.388	40.636	39.886	38.258	36.129	34.033	32.512	31.965	32.526	34.022	36.036	38.031	39.495	40.084	39.706	38.491	36.690	34.563	32.317	30.092	21.055
14	3.743	4.579	7.311	13.032	25.888	27.677	29.477	31.214	32.781	34.043	34.857	35.111	34.774	33.936	32.813	31.696	30.879	30.573	30.848	31.613	32.645	33.653	34.357	34.562	34.196	33.304	32.005	30.443	28.747	27.020	19.543
13	3.698	4.512	7.139	12.480	23.619	25.058	26.476	27.817	29.007	29.964	30.610	30.893	30.809	30.421	29.856	29.275	28.839	28.663	28.783	29.151	29.645	30.106	30.378	30.349	29.968	29.248	28.248	27.049	25.730	24.362	18.132
12	3.652	4.443	6.964	11.940	21.612	22.784	23.921	24.983	25.921	26.684	27.228	27.529	27.591	27.458	27.202	26.915	26.688	26.582	26.618	26.768	26.967	27.126	27.157	26.994	26.605	25.991	25.182	24.226	23.171	22.065	16.829
11	3.604	4.371	6.786	11.415	19.837	20.803	21.732	22.592	23.353	23.983	24.455	24.759	24.901	24.907	24.821	24.696	24.582	24.515	24.505	24.538	24.576	24.570	24.470	24.238	23.853	23.314	22.637	21.851	20.986	20.075	15.633
10	3.554	4.298	6.608	10.907	18.266	19.071	19.841	20.552	21.183	21.715	22.131	22.426	22.605	22.684	22.690	22.652	22.601	22.555	22.521	22.490	22.442	22.350	22.184	21.922	21.551	21.072	20.493	19.831	19.107	18.344	14.543
9	3.503	4.223	6.430	10.418	16.870	17.549	18.195	18.792	19.325	19.781	20.149	20.428	20.619	20.733	20.785	20.794	20.776	20.741	20.695	20.632	20.541	20.406	20.211	19.943	19.594	19.165	18.662	18.095	17.480	16.832	13.552
8	3.451	4.147	6.253	9.948	15.625	16.204	16.753	17.260	17.715	18.110	18.437	18.694	18.883	19.010	19.084	19.116	19.115	19.087	19.036	18.958	18.848	18.695	18.492	18.231	17.907	17.523	17.082	16.591	16.062	15.505	12.653
7	3.398	4.070	6.077	9.500	14.512	15.009	15.479	15.915	16.307	16.651	16.941	17.175	17.355	17.483	17.565	17.606	17.614	17.590	17.538	17.455	17.338	17.182	16.983	16.736	16.439	16.095	15.705	15.277	14.817	14.334	11.839
6	3.344	3.993	5.903	9.072	13.512	13.942	14.349	14.725	15.066	15.367	15.624	15.835	16.001	16.124	16.206	16.251	16.262	16.241	16.190	16.107	15.991	15.840	15.650	15.421	15.151	14.842	14.498	14.121	13.718	13.296	11.102
5	3.290	3.915	5.732	8.665	12.611	12.986	13.339	13.667	13.965	14.229	14.456	14.646	14.797	14.911	14.989	15.033	15.045	15.026	14.977	14.898	14.787	14.644	14.468	14.258	14.013	13.737	13.430	13.098	12.744	12.372	10.435
4	3.235	3.837	5.563	8.278	11.797	12.124	12.433	12.720	12.981	13.214	13.416	13.585	13.722	13.826	13.898	13.940	13.951	13.934	13.887	13.813	13.709	13.577	13.414	13.223	13.003	12.755	12.482	12.188	11.874	11.547	9.830
3	3.180	3.759	5.398	7.912	11.057	11.345	11.617	11.869	12.099	12.304	12.483	12.635	12.757	12.852	12.917	12.955	12.966	12.949	12.907	12.837	12.742	12.620	12.472	12.299	12.100	11.879	11.636	11.374	11.096	10.806	9.280
2	3.124	3.681	5.237	7.564	10.384	10.639	10.878	11.101	11.304	11.486	11.645	11.780	11.890	11.974	12.034	12.068	12.077	12.062	12.023	11.959	11.872	11.761	11.626	11.470	11.291	11.093	10.876	10.643	10.396	10.138	8.779
1	3.069	3.604	5.080	7.235	9.770	9.996	10.208	10.405	10.585	10.747	10.888	11.008	11.106	11.182	11.235	11.266	11.274	11.260	11.224	11.166	11.087	10.986	10.865	10.724	10.564	10.386	10.192	9.985	9.765	9.535	8.323
0	3.013	3.527	4.926	6.924	9.208	9.409	9.598	9.773	9.933	10.077	10.203	10.310	10.397	10.465	10.513	10.540	10.548	10.535	10.502	10.449	10.377	10.286	10.177	10.050	9.906	9.747	9.574	9.389	9.193	8.988	7.904

YX	0	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	40	50	60	70	75
50	8.920	9.145	10.270	10.499	10.717	10.918	11.100	11.258	11.392	11.501	11.583	11.640	11.673	11.680	11.663	11.621	11.553	11.457	11.334	11.182	11.001	10.792	10.556	10.296	9.080	5.958	3.838	2.596	2.181
49	9.125	9.508	10.874	11.149	11.410	11.650	11.865	12.051	12.208	12.333	12.429	12.496	12.536	12.549	12.537	12.498	12.431	12.334	12.205	12.042	11.845	11.614	11.350	11.058	9.679	6.205	3.933	2.635	2.208
48	9.320	9.895	11.548	11.879	12.191	12.476	12.728	12.945	13.124	13.266	13.374	13.449	13.495	13.515	13.508	13.475	13.412	13.316	13.183	13.011	12.796	12.541	12.245	11.914	10.341	6.462	4.028	2.675	2.234
47	9.503	10.311	12.309	12.706	13.078	13.416	13.711	13.960	14.161	14.317	14.432	14.511	14.561	14.586	14.586	14.562	14.508	14.419	14.287	14.108	13.877	13.594	13.261	12.883	11.076	6.730	4.124	2.713	2.260
46	9.675	10.761	13.174	13.653	14.098	14.497	14.840	15.122	15.342	15.505	15.619	15.694	15.742	15.769	15.780	15.771	15.735	15.662	15.541	15.360	15.114	14.801	14.424	13.989	11.892	7.009	4.219	2.750	2.284
45	9.835	11.252	14.169	14.748	15.283	15.756	16.154	16.468	16.699	16.856	16.953	17.009	17.043	17.069	17.093	17.110	17.108	17.069	16.973	16.801	16.544	16.197	15.766	15.260	12.802	7.296	4.313	2.787	2.308
44	9.986	11.792	15.325	16.030	16.678	17.242	17.703	18.047	18.275	18.402	18.453	18.463	18.463	18.480	18.522	18.584	18.643	18.668	18.623	18.479	18.218	17.834	17.334	16.737	13.819	7.592	4.406	2.821	2.331
43	10.132	12.389	16.680	17.549	18.345	19.027	19.563	19.932	20.132	20.187	20.142	20.055	19.986	19.977	20.048	20.187	20.355	20.495	20.548	20.463	20.209	19.781	19.191	18.470	14.959	7.895	4.497	2.855	2.352
42	10.280	13.053	18.285	19.372	20.369	21.213	21.847	22.233	22.364	22.275	22.044	21.773	21.568	21.506	21.622	21.895	22.255	22.602	22.831	22.857	22.629	22.142	21.426	20.531	16.234	8.203	4.585	2.886	2.373
41	10.439	13.793	20.200	21.588	22.869	23.950	24.729	25.129	25.124	24.769	24.193	23.582	23.122	22.956	23.146	23.654	24.355	25.070	25.611	25.830	25.650	25.073	24.162	23.012	17.661	8.512	4.670	2.916	2.392
40	10.621	14.619	22.497	24.307	26.014	27.467	28.488	28.918	28.680	27.848	26.649	25.413	24.483	24.120	24.436	25.362	26.670	28.038	29.126	29.672	29.557	28.814	27.583	26.036	19.251	8.821	4.751	2.944	2.409
39	10.840	15.536	25.254	27.669	30.032	32.111	33.591	34.133	33.529	31.860	29.536	27.167	25.376	24.644	25.180	26.855	29.252	31.783	33.829	34.908	34.836	33.744	31.944	29.761	21.006	9.126	4.827	2.969	2.425
38	11.112	16.547	28.537	31.824	35.221	38.411	40.841	41.787	40.668	37.531	33.173	28.758	25.400	23.980	24.912	27.936	32.277	36.898	40.643	42.560	42.360	40.467	37.601	34.370	22.921	9.422	4.899	2.993	2.440
37	11.450	17.649	32.380	36.899	41.926	47.135	51.670	53.957	52.293	46.484	38.382	30.350	24.209	21.498	23.165	28.591	36.327	44.736	51.625	54.801	53.766	49.924	44.994	40.032	24.967	9.706	4.964	3.013	2.453
36	11.866	18.831	36.732	42.904	50.398	59.243	68.621	75.393	73.935	62.580	47.157	33.086	22.500	17.450	20.471	29.802	43.013	58.476	71.966	76.873	72.253	63.444	54.519	46.797	27.098	9.972	5.022	3.031	2.464
35	12.363	20.078	41.412	49.597	60.451	75.288	95.601	118.716	123.580	95.587	63.380	40.155	24.690	17.295	21.642	35.009	55.650	85.379	118.001	124.333	103.772	82.170	66.085	54.409	29.238	10.215	5.073	3.047	2.473
34	12.938	21.367	46.095	56.369	70.933	93.438	133.465	219.359	307.716	167.156	90.190	54.904	36.487	29.229	33.299	48.238	77.033	136.554	270.874	260.443	153.345	104.298	78.315	62.118	31.297	10.431	5.116	3.059	2.480
33	13.580	22.674	50.404	62.396	79.783	107.652	161.769	324.964	1275.370	239.086	117.723	74.740	55.194	48.373	52.131	67.416	101.040	184.970	626.119	468.330	191.354	121.226	88.406	68.849	33.176	10.614	5.150	3.069	2.486
32	14.268	23.970	54.077	67.128	85.577	113.194	158.026	232.212	279.282	197.912	128.216	91.894	74.025	67.809	71.281	85.402	115.109	173.028	263.174	258.127	178.035	125.765	94.384	73.872	34.789	10.762	5.176	3.075	2.489
31	14.976	25.225	57.098	70.694	89.017	113.455	144.234	174.940	183.944	159.664	126.623	102.214	88.223	83.111	86.068	97.530	118.963	150.485	180.703	182.530	155.539	123.661	97.348	77.383	36.070	10.869	5.192	3.078	2.491
30	15.673	26.404	59.661	73.770	92.228	114.833	138.278	154.748	155.918	142.158	123.004	106.743	96.437	92.511	94.895	103.672	118.739	138.123	155.029	159.012	146.259	123.693	100.173	80.249	36.975	10.934	5.199	3.079	2.491
29	16.327	27.468	61.974	77.064	97.345	122.501	146.472	157.323	151.158	136.048	120.109	107.373	99.276	96.170	98.126	105.191	117.241	133.321	150.179	160.283	153.971	131.706	105.443	83.277	37.478	10.955	5.196	3.076	2.488
28	16.906	28.365	64.033	80.721	105.553	142.330	183.116	189.517	162.469	135.911	117.239	104.908	97.626	94.882	96.577	102.885	114.354	132.243	158.425	188.898	192.930	154.845	114.516	86.495	37.566	10.931	5.184	3.070	2.484
27	17.382	29.040	65.484	83.770	114.802	178.895	325.798	305.157	185.861	136.230	112.483	99.321	92.088	89.372	90.874	96.896	108.667	130.022	173.214	276.784	360.652	202.568	124.726	88.529	37.244	10.864	5.162	3.061	2.478
26	17.731	29.435	65.815	84.397	117.272	195.751	615.998	449.972	190.385	130.194	104.585	90.838	83.294	80.350	81.675	87.578	99.395	121.580	170.886	347.255	972.415	225.022	125.345	87.189	36.543	10.755	5.131	3.049	2.470
25	17.937	29.498	64.826	82.004	109.560	158.419	232.079	225.357	159.609	118.872	95.420	80.998	72.508	68.976	70.223	76.478	88.589	109.060	144.675	205.854	235.908	166.944	112.784	82.418	35.526	10.607	5.092	3.034	2.460
24	17.990	29.199	62.810	78.101	99.816	128.950	156.954	161.019	139.404	112.172	89.301	72.608	61.984	57.324	58.765	66.447	80.545	101.285	127.618	151.885	154.444	129.745	99.916	76.921	34.270	10.423	5.043	3.016	2.448
23	17.888	28.528	60.156	74.173	93.315	117.693	142.174	153.710	142.527	116.327	89.342	68.372	54.670	48.536	50.502	60.624	78.600	103.638	130.934	147.410	141.227	118.331	93.080	72.686	32.838	10.207	4.987	2.995	2.434
22	17.638	27.505	56.964	70.345	89.438	116.600	152.004	182.298	174.473	133.951	95.578	68.959	52.602	45.499	48.059	60.394	82.938	117.273	159.144	179.768	157.167	120.600	90.727	69.594	31.268	9.963	4.924	2.972	2.419
21	17.252	26.172	53.070	65.821	85.315	117.709	177.835	285.525	278.572	165.069	103.828	71.794	54.463	47.495	50.364	63.537	89.724	139.112	236.376	306.201	200.895	127.558	88.946	66.333	29.570	9.697	4.854	2.947	2.402
20	16.746	24.593	48.345	59.820	77.972	110.619	186.108	558.938	552.821	179.856	104.319	72.257	56.357	50.401	53.213	65.509	91.379	147.852	343.240	1394.360	231.990	124.483	83.359	61.550	27.754	9.413	4.779	2.919	2.384
19	16.141	22.846	42.942	52.379	66.876	91.281	137.567	223.038	222.913	137.297	91.119	67.530	55.379	50.954	53.385	63.219	83.164	121.592	197.879	249.424	161.764	102.922	72.560	54.921	25.842	9.115	4.698	2.889	2.364
18	15.462	21.016	37.304	44.416	54.531	69.201	89.459	109.492	110.345	91.633	72.346	58.983	51.274	48.479	50.354	57.110	69.462	88.211	109.934	117.235	99.994	77.226	59.670	47.365	23.882	8.807	4.613	2.857	2.343
17	14.732	19.183	31.936	36.983	43.545	51.782	60.925	68.050	69.051	63.739	56.166	49.632	45.442	43.969	45.312	49.468	56.233	64.684	71.998	73.517	67.519	57.728	48.096	40.101	21.935	8.494	4.524	2.824	2.321
16	13.973	17.417	27.186	30.677	34.869	39.604	44.266	47.674	48.651	47.120	44.223	41.323	39.340	38.737	39.676	42.086	45.611	49.438	52.176	52.318	49.413	44.485	38.981	33.833	20.061	8.179	4.432	2.788	2.298
15	13.207	15.770	23.193	25.615	28.355	31.250	33.952	35.964	36.874	36.650	35.690	34.572	33.799	33.684	34.349	35.724	37.534	39.283	40.312	40.042	38.313	35.475	32.111	28.716	18.304	7.865	4.337	2.752	2.273
14	12.452	14.277	19.943	21.662	23.532	25.438	27.192	28.570	29.402	29.673	29.542	29.266	29.101	29.227	29.711	30.503	31.430	32.214	32.537	32.146	30.972	29.154	26.953	24.627	16.694	7.555	4.241	2.714	2.248
13	11.723	12.955	17.342	18.606	19.949	21.298	22.548	23.589	24.341	24.794	25.014	25.120	25.238	25.461	25.824	26.291	26.761	27.084	27.100	26.690	25.823	24.560	23.030	21.370	15.242	7.250	4.144	2.675	2.221
12	11.031	11.807	15.275	16.242	17.257	18.272	19.228	20.063	20.736	21.237	21.592	21.856	22.089	22.337	22.613	22.896	23.126	23.224	23.108	22.718	22.041	21.108	19.987	18.757	13.943	6.954	4.046	2.635	2.194
11	10.384	10.823	13.631	14.398	15.199	16.001	16.768	17.462	18.059	18.547	18.937	19.251	19.516	19.753	19.966	20.141	20.243	20.231	20.062	19.706	19.158	18.436	17.580	16.636	12.790	6.666	3.948	2.594	2.166
10	9.787	9.988	12.316	12.943	13.595	14.251	14.885	15.473	15.997	16.447	16.825	17.137	17.395	17.607	17.772	17.881	17.914	17.850	17.664	17.345	16.891	16.314	15.638	14.892	11.768	6.388	3.850	2.553	2.138
9	9.242	9.283	11.250	11.775	12.319	12.867	13.400	13.903	14.359	14.762	15.107	15.395	15.629	15.811	15.939	16.006	16.001	15.913	15.730	15.446	15.063	14.590	14.042	13.439	10.861	6.121	3.753	2.511	2.109
8	8.747	8.688	10.375	10.820	11.281	11.745	12.198	12.628	13.024	13.377	13.682	13.937	14.142	14.294	14.392	14.432	14.407	14.310	14.137	13.886	13.558	13.162	12.709	12.211	10.056	5.865	3.657	2.469	2.080
7	8.300	8.183	9.644	10.025	10.418	10.814	11.201	11.569	11.910	12.215	12.480	12.701	12.875	13.001	13.076	13.096	13.059	12.962	12.802	12.580	12.298	11.962	11.580	11.163	9.339	5.621	3.563	2.427	2.051
6	7.899	7.751	9.022	9.350	9.687	10.026	10.357	10.672	10.963	11.225	11.452	11.640	11.786	11.888	11.944	11.951	11.909	11.814	11.668	11.471	11.226	10.938	10.613	10.258	8.698	5.388	3.469	2.385	2.021
5	7.537	7.376	8.485	8.768	9.057	9.347	9.629	9.898	10.147	10.370	10.562	10.720	10.841	10.923	10.963	10.962	10.916	10.827	10.694	10.518	10.304	10.054	9.774	9.470	8.124	5.166	3.378	2.342	1.991
4	7.210	7.047	8.014	8.257	8.505	8.753	8.994	9.223	9.434	9.622	9.784	9.916	10.015	10.079	10.108	10.099	10.052	9.968	9.847	9.691	9.503	9.285	9.042	8.777	7.606	4.955	3.288	2.300	1.961
3	6.915	6.753	7.594	7.803	8.016	8.227	8.432	8.626	8.805	8.963	9.098	9.207	9.287	9.337	9.356	9.342	9.295	9.217	9.107	8.967	8.800	8.609	8.396	8.165	7.139	4.755	3.200	2.258	1.931
2	6.646	6.488	7.216	7.395	7.577	7.757	7.931	8.095	8.245	8.377	8.489	8.578	8.643	8.680	8.691	8.673	8.627	8.554	8.454	8.328	8.180	8.010	7.823	7.620	6.715	4.565	3.115	2.216	1.901
1	6.399	6.244	6.872	7.025	7.180	7.333	7.480	7.617	7.743	7.853	7.945	8.018	8.068	8.096	8.099	8.079	8.034	7.966	7.874	7.761	7.628	7.478	7.311	7.132	6.330	4.385	3.032	2.175	1.871
0	6.171	6.018	6.557	6.687	6.818	6.947	7.071	7.186	7.291	7.382	7.457	7.515	7.554	7.573	7.571	7.549	7.505	7.441	7.357	7.255	7.136	7.001	6.853	6.693	5.978	4.214	2.950	2.134	1.841

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

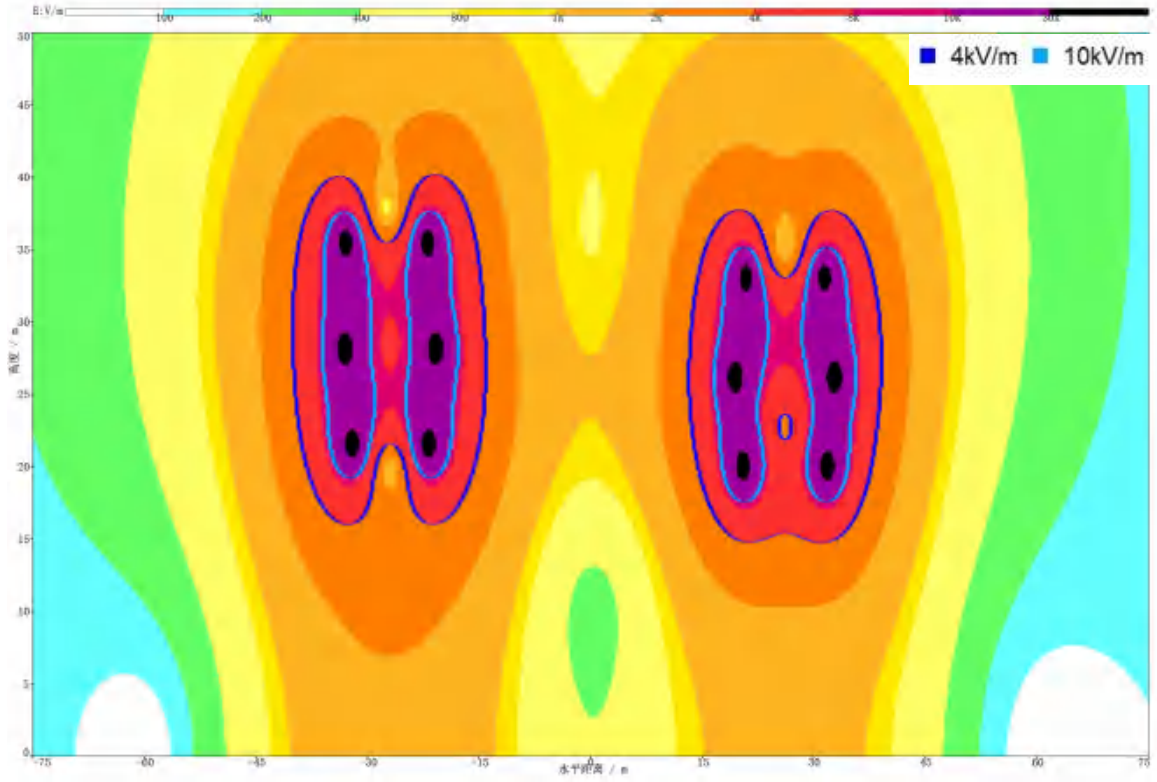


图 6.1-47 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场强度空间分布图

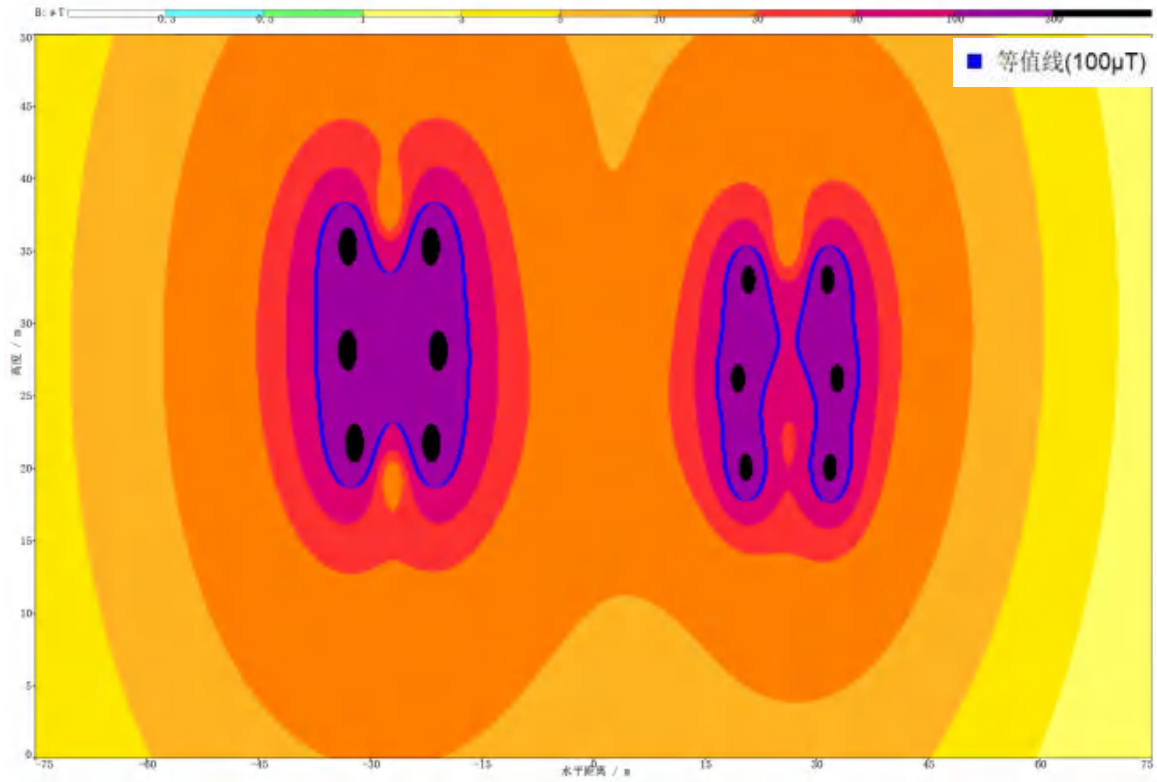


图 6.1-48 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-49~6.1-50 及图 6.1-47~6.1-48 可见，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与

220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（40m-33.1m=6.9m，向上取整 7m）以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m（40m-32.8m=7.2m，向上取整 8m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV 双回（桐子湾~科学城段）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（21.5m-16m=5.5m，向上取整 6m）以上的距离、20kV 双回（屏桐东西线迁改）线路导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m（20m-14m=6m）以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-49~6.1-50 及图 6.1-47~6.1-48 可见，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（38m-33.1m=4.9m，向上取整 5m）以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 4m（36m-32.8m=3.2m，向上取整 4m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV 双回（桐子湾~科学城段）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m（21.5m-18m=3.5m，向上取整 4m）以上的距离、20kV 双回（屏桐东西线迁改）线路导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（20m-17m=3m）以上的距离，工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路最外侧边导线与电磁环境敏

感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑩220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（桐子湾~科学城段）并行段预测结果

220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段计算结果见表 6.1-51。

表 6.1-51 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场、工频磁感应强度预测结果

下相导线对地高度	220kV/110kV 混压四回线高 22m， 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线高 21m	
距并行线路中心线距离（m）	距地面 1.5m 处	
	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
-70	84.9	3.711
-69	81.4	3.799
-68	77.5	3.890
-67	73.2	3.984
-66.45（边导线外 40m）	71.0	4.032
-66	68.6	4.081
-65	63.6	4.181
-64	58.2	4.283
-63	52.4	4.389
-62	46.2	4.498
-61	39.8	4.611
-60	33.3	4.727
-59	27.1	4.846
-58	22.5	4.969
-57	21.4	5.096
-56	25.4	5.226
-55	33.4	5.360
-54	44.1	5.498
-53	56.6	5.640
-52	70.7	5.786
-51	86.1	5.936
-50	103	6.089
-49	121.2	6.247
-48	140.8	6.408
-47	161.9	6.572
-46	184.6	6.740
-45	208.9	6.911
-44	234.8	7.084
-43	262.4	7.260
-42	291.8	7.437
-41	323	7.615

-40	355.9	7.793
-39	390.5	7.971
-38	426.8	8.146
-37	464.7	8.319
-36	504	8.487
-35	544.5	8.650
-34	585.9	8.805
-33	628	8.950
-32	670.5	9.086
-31	712.9	9.209
-30	754.7	9.318
-29	795.7	9.412
-28	835.3	9.490
-27	873.1	9.551
-26（边导线内）	908.7	9.595
-25（边导线内）	941.9	9.620
-24（边导线内）	972.4	9.628
-23（边导线内）	1000	9.618
-22（边导线内）	1024.5	9.591
-21（边导线内）	1046	9.548
-20（边导线内）	1064.5	9.489
-19（边导线内）	1080	9.414
-18（边导线内）	1092.7	9.325
-17（边导线内）	1102.8	9.221
-16（边导线内）	1110.4	9.104
-15（边导线内）	1115.8	8.973
-14（边导线内）	1119.3	8.831
-13（边导线内）	1121.3	8.677
-12（边导线内）	1122.3	8.514
-11（边导线内）	1122.7	8.343
-10	1123.1	8.167
-9	1124.2	7.990
-8	1126.5	7.815
-7	1130.7	7.647
-6	1137.6	7.490
-5	1147.6	7.349
-4	1161.3	7.230
-3	1179.1	7.136
-2	1201.3	7.072
-1	1228.1	7.041

0（并行线路中心）	1259.3	7.044
1	1294.8	7.083
2	1334.2	7.156
3	1377	7.261
4	1422.4	7.395
5	1469.6	7.553
6	1517.5	7.729
7	1565	7.920
8	1611.1	8.119
9	1654.5	8.321
10	1694.2	8.522
11（边导线内）	1729.1	8.718
12（边导线内）	1758.5	8.906
13（边导线内）	1781.5	9.083
14（边导线内）	1797.6	9.247
15（边导线内）	1806.3	9.398
16（边导线内）	1807.2	9.533
17（边导线内）	1800.2	9.653
18（边导线内）	1785.1	9.757
19（边导线内）	1761.8	9.843
20（边导线内）	1730.4	9.912
21（边导线内）	1690.9	9.962
22（边导线内）	1643.8	9.992
23（边导线内）	1589.2	10.001
24	1527.9	9.989
25	1460.5	9.955
26	1387.9	9.899
27	1311	9.821
28	1230.9	9.722
29	1148.7	9.603
30	1065.5	9.466
31	982.2	9.313
32	899.9	9.145
33	819.4	8.965
34	741.3	8.774
35	666.4	8.576
36	594.9	8.372
37	527.3	8.163
38	463.8	7.952
39	404.4	7.740

40	349.3	7.528
41	298.3	7.318
42	251.5	7.110
43	208.8	6.905
44	170	6.704
45	135.1	6.508
46	104.3	6.316
47	78	6.129
48	57.4	5.948
49	45.3	5.771
50	44.3	5.601
51	52	5.436
52	63.6	5.276
53	75.9	5.122
54	87.9	4.973
55	99	4.829
56	109.1	4.690
57	118.1	4.557
58	126.2	4.428
59	133.3	4.304
60	139.5	4.184
61	144.9	4.069
62	149.6	3.958
63	153.6	3.851
64	156.9	3.748
65	159.7	3.649
66	162	3.554
67	163.9	3.461
68	165.3	3.372
69	166.4	3.287
70	167.1	3.204
最大值	**1807.2**	**10.001**
标准限值（公众曝露控制限值）	**4000**	**100**
标准限值（架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所）	**10000**	

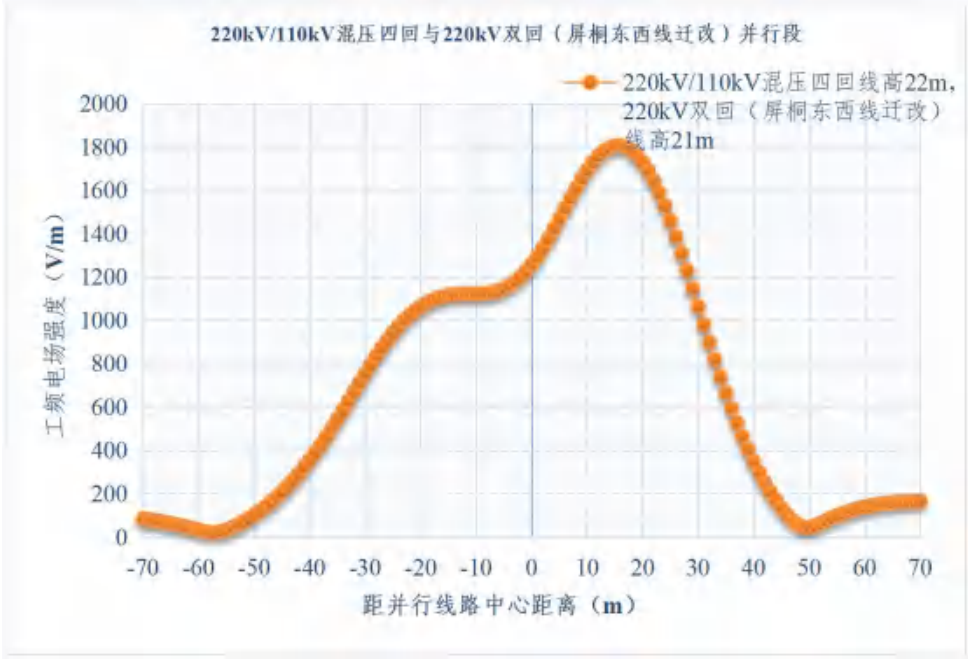


图 6.1-48　220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段地面 1.5m 处工频电场强度变化趋势

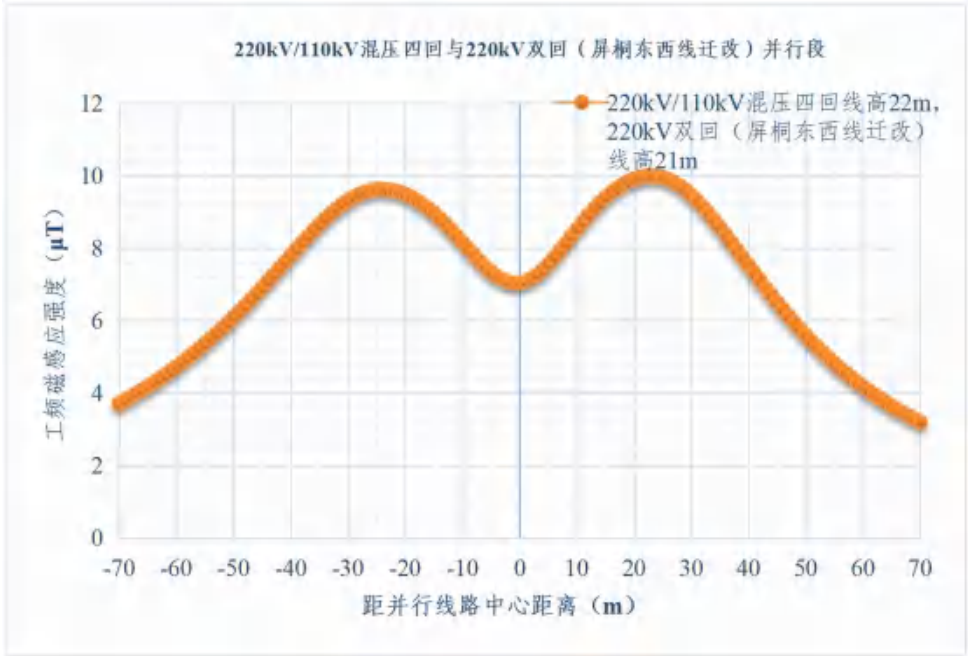


图6.1-49　220kV/110kV 混压四回与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段地面1.5m 处产生工频磁感应强度变化趋势

经预测，220kV/110kV 混压四回与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相线导线最低对地高度22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度21m 时，在距地面高1.5m 处的工频电场强度最大预测值为1807.2V/m（边导线内），叠加附近现状背景监测值后（1807.2+62.01=1869.21）V/m；工频磁感应强度最大预测值为10.001μT（边导

线内），叠加附近现状背景监测值后（10.001+0.3033=10.3043）μT，均能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

根据预测结果，220kV/110kV 混压四回与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相线导线最低对地高度22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度21m 时，工频电磁场空间分布见表6.1-52~6.1-53、图6.1-50~6.1-51。

表 6.1-52 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场强度空间分布 （V/m）

XY	-70	-50	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
65	239.1	488.1	977.7	1019.1	1059.5	1097.7	1132.7	1163.3	1188.5	1207.0	1218.4	1222.2	1219.0	1209.6	1195.9	1179.6	1163.1	1148.2	1136.4	1128.4	1123.9	1121.8	1120.6	1118.1	1112.2	1101.2	1083.9	1059.6	1028.4	991.0	948.4	902.0	853.1	802.9	752.8	703.7	656.6
64	240.7	499.4	1043.8	1092.5	1140.4	1186.2	1228.4	1265.4	1295.4	1317.0	1329.0	1330.8	1322.8	1306.5	1284.2	1259.0	1234.3	1213.2	1198.0	1189.7	1187.9	1191.1	1196.5	1200.8	1200.9	1194.0	1178.2	1152.7	1117.8	1074.4	1024.3	969.3	911.2	851.9	793.0	735.5	680.6
63	242.2	510.7	1116.9	1174.7	1232.2	1287.7	1339.5	1385.2	1422.3	1448.4	1461.4	1460.2	1445.2	1418.3	1382.9	1343.9	1306.6	1275.8	1255.5	1247.1	1250.4	1262.4	1278.9	1294.7	1304.7	1304.8	1292.1	1265.7	1226.1	1175.0	1115.0	1048.9	979.3	908.6	838.7	771.1	707.0
62	243.6	521.6	1197.6	1266.8	1336.5	1405.0	1469.7	1527.6	1575.1	1608.1	1623.3	1618.3	1593.1	1550.2	1494.7	1434.2	1377.0	1331.2	1302.8	1295.0	1306.7	1333.4	1368.2	1402.7	1429.0	1440.6	1433.5	1406.3	1360.3	1298.6	1225.2	1144.3	1059.7	974.6	891.3	811.4	736.4
61	244.8	532.2	1286.7	1369.9	1455.3	1540.9	1623.5	1699.1	1762.2	1806.7	1826.6	1817.5	1777.8	1710.8	1624.4	1530.0	1441.3	1371.3	1330.5	1323.8	1349.8	1400.9	1465.4	1530.2	1582.6	1612.6	1614.1	1585.7	1530.2	1453.0	1360.8	1260.0	1155.8	1052.3	952.3	857.6	769.5
60	245.9	542.4	1384.6	1485.1	1590.5	1698.8	1806.3	1907.7	1995.3	2059.6	2090.1	2077.7	2018.4	1915.5	1781.1	1633.3	1494.1	1384.8	1323.5	1319.2	1369.4	1460.7	1573.6	1686.9	1780.8	1839.4	1853.6	1822.0	1750.7	1649.8	1530.1	1401.5	1271.2	1144.2	1023.6	911.1	807.6
59	246.8	551.9	1491.2	1612.9	1743.8	1882.1	2024.3	2163.8	2290.6	2389.9	2443.5	2433.3	2348.6	2192.2	1983.0	1750.9	1530.2	1356.1	1259.9	1260.4	1352.3	1510.1	1700.8	1891.3	2050.9	2153.7	2184.8	2144.2	2044.5	1904.9	1743.9	1575.9	1410.5	1253.3	1107.2	973.4	852.0
58	247.5	560.8	1606.1	1753.5	1916.2	2093.8	2283.7	2479.8	2669.7	2832.3	2936.1	2944.7	2830.7	2594.2	2267.6	1902.5	1552.2	1269.2	1110.5	1120.3	1286.9	1554.3	1867.5	2179.6	2443.8	2615.3	2666.7	2600.7	2446.4	2240.9	2015.6	1791.0	1578.4	1382.7	1205.5	1046.4	904.4
57	248.1	568.9	1728.1	1905.7	2107.3	2335.1	2589.7	2868.3	3159.8	3437.8	3651.5	3725.4	3588.1	3227.2	2710.3	2137.7	1590.0	1128.9	846.9	877.7	1184.9	1624.7	2120.9	2622.3	3059.1	3342.6	3411.0	3276.3	3009.7	2687.5	2360.8	2055.0	1779.3	1535.2	1320.5	1132.1	966.8
56	248.5	576.1	1855.1	2067.2	2314.6	2604.2	2943.3	3338.1	3789.0	4276.9	4733.9	5007.1	4890.5	4314.6	3459.0	2560.7	1743.2	1040.4	521.2	603.9	1149.0	1811.3	2554.3	3352.0	4101.6	4594.3	4651.6	4323.5	3812.8	3279.4	2793.8	2373.6	2016.0	1712.4	1453.7	1232.1	1041.2
55	248.6	582.3	1984.0	2233.9	2533.2	2895.0	3337.8	3886.1	4571.8	5424.8	6422.6	7318.5	7444.0	6378.3	4781.9	3335.9	2191.9	1306.9	714.4	800.1	1429.2	2265.7	3306.7	4596.2	6030.4	7047.7	6949.2	6017.4	4951.9	4043.0	3319.5	2746.7	2287.8	1914.3	1605.9	1347.8	1129.2
54	248.6	587.3	2110.8	2400.5	2755.1	3195.9	3755.4	4485.6	5475.7	6887.0	9000.6	12007.1	13836.1	10822.9	7056.9	4604.9	3063.1	2080.9	1572.7	1616.1	2160.3	3094.2	4489.5	6637.8	9950.4	13172.9	11914.4	8758.4	6468.4	4960.8	3920.8	3163.8	2589.0	2138.3	1776.1	1479.3	1232.1
53	248.4	591.0	2231.1	2560.6	2970.8	3491.3	4168.8	5083.2	6387.6	8425.7	12158.5	21390.0	47195.3	20707.9	10190.9	6249.4	4268.5	3180.9	2682.4	2699.7	3205.5	4226.8	5997.1	9329.5	17449.1	43822.1	23831.6	12377.7	8134.9	5924.8	4549.4	3602.6	2908.9	2379.0	1962.0	1626.0	1350.1
52	248.0	593.5	2340.5	2707.8	3170.9	3765.9	4549.9	5618.2	7151.1	9548.0	13925.1	24719.9	55014.2	24404.7	12222.0	7716.8	5514.9	4354.6	3839.4	3840.5	4338.1	5416.7	7387.1	11217.8	20698.1	51568.5	27870.0	14376.3	9370.1	6760.6	5141.6	4035.4	3233.8	2629.1	2159.2	1785.4	1482.0
51	247.3	594.5	2435.1	2836.9	3348.0	4009.5	4883.1	6062.8	7700.2	10054.4	13568.0	18570.0	21886.9	17607.5	12027.2	8515.9	6488.1	5362.4	4854.3	4848.8	5332.4	6388.2	8251.1	11416.3	16524.4	21452.4	19094.4	13761.8	9907.2	7377.3	5658.2	4441.6	3551.0	2880.2	2362.4	1953.9	1625.5
50	246.5	594.0	2511.5	2943.8	3497.7	4218.9	5171.7	6442.5	8132.5	10316.1	12903.0	15276.3	15954.6	14090.4	11182.7	8727.1	7052.9	6049.3	5582.4	5579.9	6034.6	7004.0	8608.6	10964.8	13837.1	15889.7	15393.3	12925.0	10161.5	7859.6	6111.4	4815.4	3851.5	3124.1	2564.8	2126.5	1776.6
49	245.4	592.1	2567.3	3025.6	3617.6	4395.1	5430.6	6815.6	8630.7	10835.1	13046.2	14441.7	14273.2	12674.2	10540.7	8638.5	7248.8	6377.6	5965.7	5972.4	6396.3	7276.8	8677.8	10608.3	12805.5	14467.2	14579.3	13006.1	10644.0	8373.7	6543.5	5160.1	4128.4	3352.4	2759.1	2297.0	1930.7
48	244.2	588.7	2600.5	3079.8	3705.0	4537.2	5668.1	7228.1	9363.5	12067.7	14681.7	15717.1	14586.1	12385.5	10189.2	8428.7	7179.3	6399.3	6033.8	6051.8	6456.1	7286.4	8613.5	10501.4	12870.3	15154.9	16019.7	14525.1	11722.1	9049.2	6983.1	5473.5	4372.2	3555.4	2936.8	2458.6	2082.0
47	242.7	583.8	2609.5	3104.0	3755.6	4637.1	5868.9	7662.1	10388.1	14560.7	19633.7	20748.4	16820.8	12837.2	10048.6	8181.8	6959.3	6220.9	5882.8	5910.9	6310.8	7132.7	8489.6	10596.6	13806.8	18281.5	21578.0	18809.7	13683.0	9887.3	7400.9	5733.7	4568.0	3722.1	3089.3	2604.3	2224.9
46	241.0	577.4	2593.2	3095.9	3764.1	4679.6	5989.6	7992.4	11403.3	18369.3	36161.8	39721.0	21027.9	13570.4	10000.5	7960.5	6710.0	5973.9	5642.7	5678.6	6088.7	6930.2	8353.6	10736.7	15131.7	25076.9	46475.5	29710.9	16191.2	10614.6	7690.7	5900.2	4697.6	3841.9	3208.9	2727.6	2353.8
45	239.2	569.7	2550.9	3054.2	3726.5	4652.4	5984.8	8041.9	11629.7	19555.6	50622.4	60032.8	22417.4	13718.2	9935.7	7826.2	6534.3	5769.0	5424.0	5466.6	5903.2	6785.2	8259.0	10724.6	15417.3	27716.6	96682.1	35439.1	16756.5	10718.0	7730.6	5939.8	4749.5	3908.5	3290.5	2823.8	2464.2
44	237.1	560.7	2483.0	2979.2	3643.5	4555.7	5851.4	7782.3	10857.9	16106.0	24008.7	25428.9	18388.8	13080.5	9858.5	7802.3	6456.7	5630.4	5251.6	5301.2	5784.1	6733.1	8246.9	10573.6	14290.2	20394.6	26464.0	21722.1	14490.9	10120.7	7523.2	5859.9	4727.4	3922.3	3332.2	2889.8	2552.4
43	234.9	550.6	2390.1	2872.6	3519.3	4402.7	5633.8	7382.6	9876.8	13228.9	16631.8	17678.3	15625.8	12575.8	9890.6	7847.4	6399.5	5475.5	5043.6	5101.3	5652.0	6707.7	8312.9	10540.8	13387.5	16355.2	17694.7	15805.2	12362.2	9367.3	7210.5	5707.0	4648.4	3889.2	3335.0	2924.3	2616.1
42	232.5	539.5	2273.3	2736.2	3358.8	4208.1	5380.1	7003.6	9211.4	11985.9	14768.8	16234.6	15382.5	12891.4	10148.2	7885.0	6238.8	5173.8	4669.4	4736.1	5376.9	6592.4	8414.6	10857.0	13654.9	15840.0	16056.2	14144.2	11373.7	8853.5	6922.2	5525.6	4528.7	3815.1	3300.5	2926.6	2653.4
41	229.9	527.6	2133.7	2571.2	3164.2	3977.5	5104.8	6678.1	8870.0	11841.7	15466.2	18427.7	18006.1	14440.0	10669.9	7834.3	5881.7	4635.9	4038.5	4114.7	4867.1	6291.6	8484.4	11635.5	15614.9	18646.5	17956.0	14643.1	11245.0	8594.4	6678.9	5324.6	4371.5	3700.8	3228.3	2895.7	2662.9
40	227.1	515.0	1972.6	2378.7	2935.3	3707.1	4791.1	6342.0	8629.9	12190.3	18139.8	27085.1	27264.9	17665.5	11297.0	7618.0	5331.2	3893.0	3179.1	3265.8	4149.7	5791.7	8412.4	12747.7	20367.9	29432.3	24801.3	16505.4	11459.1	8395.4	6411.5	5077.0	4165.3	3540.9	3115.9	2830.4	2643.5
39	224.2	501.9	1791.9	2160.2	2672.3	3391.5	4415.0	5907.5	8197.3	12106.5	20551.4	55448.4	64777.1	20799.4	11428.9	7211.5	4744.3	3165.2	2320.5	2421.0	3440.5	5225.2	8076.8	13268.7	26573.4	130173.0	38048.3	17780.0	11276.5	7997.9	6024.3	4744.1	3892.8	3328.0	2960.3	2729.8	2595.4
38	221.1	488.5	1594.9	1919.4	2378.9	3033.1	3971.0	5340.0	7420.4	10854.1	17449.7	32025.2	33578.1	17826.6	10540.7	6735.2	4383.4	2825.2	1953.8	2059.2	3097.8	4840.9	7523.9	12080.0	21443.2	38541.7	27196.4	15514.9	10175.3	7259.5	5465.8	4303.5	3543.9	3058.0	2761.5	2595.7	2520.6
37	217.8	474.9	1386.3	1662.1	2063.5	2644.9	3482.3	4688.7	6442.1	9022.5	12721.1	16736.4	17088.0	15244.7	9286.6	6384.1	4358.6	2996.8	2279.3	2368.1	3241.0	4763.4	7015.1	10252.5	14516.2	17719.0	15968.8	11835.0	8536.2	6275.1	4764.5	3765.2	3123.9	2736.2	2525.2	2434.4	2425.0
36	214.4	461.4	1172.1	1396.4	1738.1	2247.3	2987.8	4042.2	5511.9	7481.1	9847.1	11909.3	12366.4	10855.0	8475.1	6236.4	4506.3	3338.8	2760.3	2836.9	3559.1	4866.4	6741.8	9085.6	11375.9	12443.2	11463.6	9245.1	7010.7	5252.7	4001.0	3166.8	2654.7	2379.1	2265.9	2257.9	2318.2
35	210.9	448.0	959.7	1131.6	1416.6	1862.8	2525.3	3469.8	4767.5	6461.7	8457.4	10302.3	11117.9	10293.9	8343.3	6268.5	4617.2	3518.5	2993.1	3069.0	3738.8	4973.8	6742.9	8837.7	10558.7	10913.4	9710.5	7761.1	5861.7	4346.1	3261.7	2560.8	2173.0	2015.8	2006.9	2084.2	2213.0
34	207.3	434.8	758.2	879.1	1114.8	1513.8	2125.2	3007.3	4233.5	5887.5	8026.7	10491.0	12279.9	11623.8	9027.8	6459.8	4596.8	3420.6	2872.4	2958.3	3669.4	5004.9	7031.2	9668.2	11884.1	11723.1	9534.0	7096.9	5110.9	3641.4	2628.9	2012.8	1730.4	1687.4	1778.8	1934.1	2122.7
33	203.5	422.1	581.0	654.3	853.3	1226.5	1814.0	2671.4	3887.8	5621.3	8206.6	12379.4	18192.3	17098.6	10787.1	6788.0	4481.1	3129.4	2501.4	2607.2	3427.9	4980.7	7592.8	12116.9	18181.3	16396.2	10682.7	7022.6	4731.6	3204.5	2194.3	1609.5	1397.3	1444.4	1612.9	1825.2	2057.1
32	199.7	409.7	449.5	484.6	664.4	1032.1	1615.1	2468.4	3695.8	5509.6	8482.0	14855.6	44324.7	36324.0	12826.0	7097.3	4424.6	2918.5	2200.1	2327.3	3261.5	4998.4	8126.8	15483.9	58926.9	29462.1	12228.0	7217.3	4660.0	3064.5	2030.6	1439.4	1245.5	1327.7	1528.1	1765.4	2018.7
31	195.7	397.8	394.1	414.5	589.2	955.7	1536.3	2388.9	3621.9	5441.1	8323.3	13682.7	24949.2	23013.7	12071.6	7131.6	4542.5	3029.9	2298.9	2427.7	3376.8	5115.0	8106.6	14078.3	26332.2	21407.4	11791.6	7296.1	4762.7	3147.9	2101.2	1497.3	1279.4	1335.1	1518.4	1748.4	2002.1
30	191.6	386.3	423.9	460.0	633.8	988.8	1557.7	2403.8	3636.6	5429.3	8024.7	11543.7	14762.9	14049.3	10256.3	6948.3	4726.1	3333.6	2662.9	2777.5	3651.4	5241.9	7719.5	11294.3	14742.1	14207.7	10607.0	7283.7	4918.2	3318.6	2276.3	1668.2	1416.5	1418.9	1557.3	1758.7	1997.1
29	187.5	375.2	506.0	569.9	748.2	1089.2	1640.3	2474.9	3714.6	5550.1	8208.3	11532.9	13722.1	12550.3	9526.6	6779.0	4816.4	3563.7	2969.1	3068.7	3847.8	5280.1	7446.4	10365.0	13188.4	13496.5	10733.6	7502.9	5093.8	3483.2	2453.3	1851.1	1574.3	1526.4	1614.6	1778.7	1993.4
28	183.3	364.4	604.1	695.0	882.6	1214.6	1747.6	2566.9	3820.6	5792.7	9083.2	14732.9	19633.4	14966.1	9815.6	6706.7	4798.4	3652.7	3129.3	3216.5	3909.9	5237.8	7397.0	10931.0	16575.6	19195.5	13030.8	8091.8	5281.5	3611.9	2596.3	2005.9	1713.1	1625.1	1668.2	1794.6	1982.4
27	179.0	353.9	699.2	812.6	1011.0	1338.4	1854.3	2651.8	3901.2	5977.7	9989.8	21544.5	104893.0	20379.3	10385.4	6698.7	4774.3	3705.1	3239.5	3317.1	3942.0	5202.3	7441.7	11941.9	26410.2	75602.1	16840.1	8643.2	5411.8	3701.6	2704.7	2125.5	1819.9	1699.6	1704.3	1796.4	1957.8
26	174.6	343.5	782.7	913.8	1121.6	1445.9	1944.6	2710.9	3913.8	5908.4	9596.1	17701.1	28730.3	17536.8	10174.6	6696.5	4820.5	3801.1	3370.5	3442.1	4024.9	5235.8	7417.9	11544.0	20522.0	27622.2	14916.0	8430.7	5396.6	3745.1	2777.7	2206.1	1887.5	1740.1	1713.0	1775.7	1913.3
25	170.2	333.3	850.6	994.6	1208.8	1528.8	2008.6	2735.2	3859.7	5654.7	8562.3	12759.9	15709.1	13617.0	9657.5	6682.6	4860.4	3854.0	3433.1	3503.1	4074.3	5269.0	7354.3	10646.1	14557.7	15424.0	11685.9	7780.2	5251.3	3725.7	2798.4	2234.6	1905.2	1736.6	1684.9	1724.4	1842.4
24	165.8	323.1	901.5	1053.3	1269.7	1582.0	2039.1	2719.6	3758.5	5386.5	7940.3	11526.1	14532.2	13512.8	9741.0	6619.6	4719.2	3688.6	3263.0	3335.1	3915.3	5142.2	7323.1	10747.8	14242.6	14096.4	10638.2	7287.7	5029.6	3620.0	2741.8	2193.8	1861.6	1680.2	1612.0	1635.4	1739.2
23	161.3	312.8	935.2	1090.0	1303.4	1602.8	2030.6	2656.6	3603.1	5101.1	7625.7	12242.8	19982.7	18401.1	10429.6	6311.7	4254.0	3202.7	2774.4	2851.1	3440.5	4700.9	7130.2	12056.7	20436.0	17966.9	10799.5	6878.4	4702.4	3403.6	2591.7	2074.4	1751.1	1566.8	1490.9	1505.6	1601.2
22	156.8	302.5	952.6	1105.7	1310.9	1591.0	1981.2	2538.9	3367.1	4673.6	6976.8	12177.7	39094.0	30588.3	9997.5	5444.4	3463.7	2451.8	2026.5	2112.0	2700.7	3904.2	6264.9	12200.6	56539.7	24960.3	10178.1	6139.9	4200.4	3069.8	2352.6	1882.9	1579.8	1401.3	1325.0	1337.7	1431.0
21	152.2	292.0	955.3	1102.7	1295.0	1550.0	1894.5	2370.5	3049.1	4064.4	5704.6	8663.0	13653.7	12432.0	7017.6	4138.8	2574.1	1648.3	1199.2	1307.0	1912.0	2963.8	4732.3	8063.8	13591.5	12030.1	7450.2	4962.0	3545.6	2652.2	2053.2	1642.1	1365.4	1197.0	1124.6	1140.5	1237.1
20	147.7	281.3	945.6	1084.2	1260.1	1486.3	1780.8	2169.4	2689.9	3397.3	4358.1	5562.7	6510.6	6052.3	4486.8	3009.1	1903.5	1088.8	568.6	722.9	1355.0	2215.7	3365.2	4841.3	6143.3	6079.2	4929.0	3763.0	2871.5	2218.3	1737.9	1384.8	1133.5	974.0	906.1	928.7	1033.7
19	143.1	270.5	926.2	1054.0	1211.8	1408.1	1653.3	1960.2	2342.3	2808.0	3339.6	3841.9	4081.8	3816.7	3126.3	2316.8	1580.0	974.5	588.9	697.4	1173.6	1795.6	2515.5	3250.6	3771.0	3812.3	3414.2	2847.2	2299.1	1831.3	1449.4	1145.0	912.8	756.7	690.0	721.4	839.7
18	138.6	259.5	899.7	1016.0	1155.6	1323.3	1524.3	1762.8	2039.2	2344.3	2647.5	2882.6	2952.5	2787.4	2416.8	1948.4	1486.8	1109.4	901.8	949.9	1220.1	1610.9	2046.2	2445.4	2702.3	2731.9	2543.2	2225.3	1868.4	1525.0	1217.0	951.1	732.3	573.6	503.5	544.8	679.1
17	134.1	248.4	868.7	973.6	1096.0	1238.5	1402.5	1587.8	1789.7	1995.7	2181.4	2308.4	2333.8	2233.4	2021.5	1747.1	1469.8	1246.8	1130.1	1152.1	1300.7	1529.2	1782.5	2003.3	2135.3	2141.7	2024.1	1817.7	1566.7	1305.1	1052.9	821.0	617.9	460.2	386.8	435.3	578.9
16	129.7	237.1	835.4	929.6	1036.8	1157.9	1292.5	1438.4	1589.7	1735.8	1859.9	1940.5	1957.1	1900.5	1779.5	1620.1	1457.2	1326.7	1258.4	1267.9	1349.4	1478.3	1620.6	1739.6	1803.0	1790.9	1702.5	1553.1	1365.5	1160.9	954.8	758.3	581.7	443.3	379.7	424.6	556.5
15	125.3	225.8	801.5	886.1	980.3	1084.0	1195.9	1313.2	1430.7	1540.4	1631.1	1690.7	1708.9	1682.1	1616.1	1525.8	1432.2	1356.5	1316.1	1319.4	1363.2	1433.6	1510.1	1570.1	1594.3	1570.7	1497.5	1382.2	1237.1	1075.7	910.1	750.7	609.2	503.1	458.3	493.7	599.6
14	121.0	214.4	768.2	844.6	927.9	1017.6	1112.3	1209.2	1304.0	1391.0	1463.0	1512.7	1534.8	1527.9	1495.9	1447.8	1396.1	1353.4	1329.9	1330.5	1353.2	1389.9	1428.1	1454.2	1456.4	1427.1	1364.7	1272.9	1159.1	1032.3	902.0	777.8	670.7	594.9	566.2	594.7	677.2
13	116.8	203.0	736.5	805.8	880.3	959.1	1040.7	1122.9	1202.4	1274.8	1335.7	1380.5	1406.4	1412.6	1401.9	1379.9	1353.8	1331.4	1318.7	1318.6	1329.7	1347.4	1364.0	1371.3	1361.9	1331.2	1277.9	1204.1	1114.7	1016.0	915.6	821.6	743.1	690.6	673.8	698.7	764.7
12	112.7	191.7	706.8	770.3	837.5	907.8	979.7	1051.3	1120.0	1182.9	1236.9	1279.1	1307.8	1322.7	1325.5	1319.7	1309.7	1300.2	1294.7	1294.9	1300.2	1307.5	1312.5	1309.9	1295.4	1266.1	1221.1	1161.9	1092.0	1016.1	940.0	870.3	814.2	778.9	770.9	794.2	849.0
11	108.8	180.5	679.5	738.2	799.7	863.3	927.7	991.5	1052.7	1109.2	1158.6	1199.2	1229.9	1250.4	1261.9	1266.4	1266.6	1265.5	1265.0	1266.4	1269.0	1271.3	1270.5	1263.5	1247.7	1221.3	1184.0	1137.1	1082.9	1025.2	968.5	917.9	878.7	856.3	855.0	877.6	924.8
10	105.1	169.6	654.7	709.5	766.4	824.8	883.6	941.7	997.4	1049.2	1095.5	1135.1	1167.0	1191.2	1208.2	1219.4	1226.4	1230.9	1234.2	1236.9	1239.0	1239.2	1236.1	1227.9	1212.9	1190.3	1160.1	1123.3	1081.9	1038.7	997.2	961.3	935.1	922.3	926.1	948.5	990.2
9	101.5	158.9	632.6	684.1	737.4	791.7	846.2	899.9	951.7	1000.1	1044.2	1082.9	1115.6	1142.1	1162.8	1178.4	1189.9	1198.3	1204.5	1208.8	1211.3	1211.3	1208.0	1200.2	1187.3	1168.8	1144.9	1116.6	1085.5	1053.8	1024.2	999.6	983.2	977.7	985.3	1007.7	1045.5
8	98.2	148.7	613.0	662.0	712.3	763.4	814.6	865.1	913.8	959.8	1002.2	1040.2	1073.3	1101.3	1124.4	1142.9	1157.5	1168.8	1177.3	1183.2	1186.7	1187.4	1184.9	1178.6	1168.2	1153.7	1135.4	1114.2	1091.3	1068.7	1048.4	1032.6	1023.6	1023.5	1034.2	1056.6	1091.4
7	95.2	139.0	596.0	642.8	690.8	739.5	788.1	836.1	882.5	926.6	967.7	1005.1	1038.4	1067.4	1092.1	1112.6	1129.4	1142.8	1153.2	1160.7	1165.4	1167.3	1166.1	1161.7	1154.0	1143.2	1129.6	1114.2	1098.0	1082.6	1069.4	1060.3	1057.0	1061.1	1074.0	1096.4	1128.9
6	92.5	130.0	581.4	626.6	672.8	719.5	766.1	812.1	856.8	899.5	939.6	976.5	1009.9	1039.5	1065.2	1087.2	1105.5	1120.5	1132.4	1141.3	1147.4	1150.6	1150.9	1148.5	1143.3	1135.7	1126.2	1115.6	1104.7	1094.8	1087.2	1083.2	1084.3	1091.5	1106.1	1128.5	1159.2
5	90.1	121.9	569.2	613.1	657.9	703.1	748.2	792.7	836.1	877.6	916.9	953.4

XY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	40	60	70
65	612.0	570.6	532.7	498.6	468.6	442.7	420.9	403.2	389.3	379.0	371.8	367.5	365.4	365.3	366.7	369.1	372.3	376.0	379.8	383.7	387.4	390.8	393.8	396.3	398.3	399.7	400.5	400.7	400.3	399.3	397.7	395.6	357.6	242.1	197.6
64	629.1	581.5	538.2	499.5	465.7	436.9	413.1	394.1	379.6	369.4	362.9	359.7	359.1	360.7	363.8	368.0	372.9	378.2	383.6	388.9	393.8	398.4	402.4	405.7	408.5	410.5	411.8	412.3	412.2	411.4	409.9	407.8	367.6	245.9	199.9
63	647.2	592.3	542.7	498.8	460.7	428.5	402.3	381.8	366.9	357.0	351.6	349.8	351.1	354.7	360.0	366.3	373.3	380.5	387.7	394.6	401.0	406.8	411.9	416.2	419.7	422.3	424.1	425.1	425.2	424.6	423.2	421.0	378.3	249.7	202.1
62	666.9	603.5	546.6	496.4	453.3	417.2	388.2	366.2	350.9	341.6	337.5	337.8	341.5	347.6	355.5	364.4	373.8	383.2	392.4	401.0	409.0	416.2	422.5	427.8	432.1	435.4	437.7	439.1	439.5	439.0	437.6	435.4	389.5	253.6	204.4
61	688.6	615.4	550.0	492.7	443.6	402.9	370.7	346.9	331.2	322.8	320.7	323.6	330.3	339.7	350.7	362.5	374.6	386.5	397.9	408.6	418.3	426.9	434.5	440.8	446.0	450.0	452.9	454.6	455.2	454.7	453.3	451.0	401.4	257.4	206.6
60	713.5	628.9	553.7	488.1	432.1	385.9	349.8	323.9	307.8	300.7	301.2	307.5	318.1	331.2	345.9	361.2	376.4	391.1	404.9	417.6	429.2	439.4	448.2	455.7	461.7	466.4	469.7	471.7	472.5	472.1	470.7	468.2	414.1	261.3	208.8
59	742.8	645.2	559.0	483.9	419.7	367.0	326.1	297.4	280.9	275.6	279.5	290.2	305.4	323.2	342.1	361.1	379.7	397.3	413.7	428.7	442.1	453.9	464.1	472.6	479.5	484.8	488.6	490.9	491.8	491.4	489.7	486.9	427.5	265.3	210.9
58	778.1	666.2	567.6	481.8	408.4	347.7	300.7	268.4	251.3	248.3	256.7	272.9	293.6	316.6	340.1	363.3	385.4	406.1	425.1	442.3	457.6	471.0	482.5	492.1	499.8	505.7	509.9	512.4	513.3	512.7	510.8	507.6	441.8	269.2	213.1
57	821.6	694.0	582.2	484.6	400.9	331.1	276.6	239.4	221.2	221.1	235.0	257.7	284.7	313.2	341.6	368.9	394.5	418.2	439.8	459.2	476.4	491.3	504.0	514.6	523.0	529.4	533.9	536.5	537.3	536.4	534.1	530.3	456.9	273.1	215.2
56	875.6	731.4	605.7	496.1	401.6	322.0	258.9	215.5	195.5	198.6	218.7	248.1	281.3	315.2	348.2	379.4	408.3	434.8	458.8	480.2	499.0	515.4	529.2	540.7	549.7	556.5	561.1	563.6	564.2	562.9	560.0	555.5	473.0	277.1	217.2
55	942.3	781.2	641.5	520.2	415.4	326.7	255.5	205.9	183.4	188.8	214.0	248.9	287.1	325.3	362.0	396.3	428.0	456.9	482.9	506.0	526.4	543.9	558.7	570.9	580.4	587.4	592.0	594.3	594.4	592.5	588.8	583.4	490.2	280.9	219.2
54	1023.5	845.5	692.5	560.5	447.1	351.3	274.6	221.0	196.3	201.6	228.0	265.0	305.5	346.0	384.9	421.4	455.0	485.6	513.2	537.7	559.2	577.7	593.3	606.0	615.8	622.8	627.2	629.0	628.4	625.7	620.9	614.3	508.4	284.8	221.2
53	1120.1	926.0	760.8	619.6	499.4	399.3	320.1	265.3	239.1	241.2	264.4	299.2	338.9	379.4	418.8	456.0	490.5	522.1	550.7	576.1	598.4	617.6	633.7	646.7	656.5	663.4	667.3	668.4	666.9	662.9	656.8	648.7	527.7	288.6	223.1
52	1231.9	1022.9	846.8	698.0	572.9	470.3	390.5	335.6	307.5	305.0	322.5	352.3	388.4	426.7	464.8	501.4	535.8	567.5	596.4	622.2	645.0	664.5	680.8	693.8	703.5	709.9	713.1	713.2	710.3	704.9	697.0	687.0	548.2	292.4	224.9
51	1357.1	1135.1	949.8	794.8	666.3	562.1	482.0	426.6	396.2	388.7	399.6	423.1	454.0	488.4	523.8	558.5	591.7	622.7	651.3	677.0	699.8	719.4	735.7	748.5	757.8	763.4	765.5	764.2	759.7	752.2	742.1	729.8	569.9	296.0	226.6
50	1493.1	1260.3	1067.8	908.4	777.3	672.2	591.6	535.1	501.7	489.2	493.6	510.5	535.4	564.8	596.3	628.1	659.1	688.6	716.2	741.4	763.9	783.3	799.4	811.9	820.4	825.1	825.7	822.5	815.8	805.8	792.9	777.6	592.9	299.6	228.3
49	1635.8	1395.5	1198.3	1036.1	903.8	798.2	717.1	659.2	622.8	605.3	603.6	613.9	632.4	656.2	682.8	710.7	738.6	765.9	792.0	816.3	838.3	857.5	873.3	885.3	893.0	896.3	895.0	889.5	879.8	866.6	850.2	831.2	617.1	303.1	229.8
48	1780.8	1537.0	1338.1	1175.6	1043.7	938.5	857.4	798.3	759.1	737.2	729.7	733.4	745.3	762.8	783.7	806.7	830.8	855.2	879.4	902.6	924.1	943.2	958.9	970.4	977.2	978.8	975.2	966.6	953.3	935.8	915.0	891.3	642.6	306.4	231.3
47	1923.4	1680.8	1484.1	1324.3	1195.0	1092.1	1012.1	952.7	911.4	885.7	872.8	870.1	874.9	885.3	899.5	916.6	935.8	956.7	978.7	1001.0	1022.5	1042.0	1058.0	1069.5	1075.4	1075.1	1068.5	1055.9	1037.8	1015.1	988.5	959.1	669.3	309.5	232.7
46	2058.7	1823.0	1633.1	1479.8	1356.4	1258.1	1181.5	1123.5	1081.5	1052.9	1035.1	1025.8	1022.8	1024.8	1030.7	1040.4	1053.6	1070.3	1090.1	1112.0	1134.5	1155.6	1173.2	1185.4	1190.7	1188.2	1177.9	1160.1	1135.8	1106.1	1072.2	1035.4	697.3	312.5	233.9
45	2182.7	1959.8	1782.1	1639.9	1526.5	1436.7	1366.5	1312.7	1272.1	1242.1	1220.0	1203.7	1191.6	1183.0	1178.1	1177.7	1183.0	1194.6	1212.5	1235.5	1261.1	1286.4	1307.8	1322.3	1327.6	1322.6	1307.3	1282.6	1250.0	1211.1	1167.8	1121.7	726.3	315.2	235.0
44	2291.6	2088.1	1928.4	1802.9	1704.6	1628.1	1569.0	1523.4	1487.8	1458.8	1433.3	1409.2	1385.4	1362.5	1342.2	1327.6	1321.7	1326.8	1343.6	1370.4	1403.4	1437.2	1466.4	1485.9	1492.4	1484.5	1462.5	1428.2	1384.2	1333.0	1277.3	1219.2	756.4	317.8	236.0
43	2382.7	2205.0	2069.6	1967.1	1890.3	1833.5	1791.9	1760.7	1735.3	1711.1	1684.0	1651.0	1611.5	1567.4	1523.8	1487.1	1464.4	1460.8	1478.2	1514.0	1561.8	1612.4	1656.4	1685.6	1695.0	1683.1	1651.4	1603.3	1543.1	1475.2	1403.0	1329.4	787.2	320.1	236.8
42	2453.5	2307.9	2203.5	2130.9	2083.1	2054.3	2039.0	2031.3	2024.8	2012.3	1987.1	1944.0	1882.0	1805.4	1724.0	1651.2	1601.3	1584.8	1606.0	1660.6	1736.9	1818.8	1889.8	1936.3	1950.9	1932.5	1885.3	1816.3	1732.8	1641.5	1547.3	1453.8	818.6	322.1	237.5
41	2502.2	2394.8	2328.0	2292.9	2283.0	2292.4	2315.3	2344.6	2370.9	2382.8	2367.5	2314.4	2219.7	2090.6	1945.8	1811.3	1714.7	1677.5	1708.5	1800.0	1930.0	2069.3	2188.3	2264.1	2285.6	2254.4	2180.9	2078.8	1960.7	1836.5	1712.9	1593.7	850.3	323.8	238.1
40	2527.6	2464.3	2441.6	2451.7	2489.2	2549.2	2626.3	2712.3	2794.8	2854.8	2868.1	2810.3	2668.5	2453.0	2198.5	1954.9	1774.7	1701.5	1754.2	1916.9	2146.7	2390.0	2593.4	2716.7	2743.5	2683.6	2562.1	2405.6	2235.3	2064.7	1901.6	1749.7	881.8	325.1	238.4
39	2529.7	2515.7	2542.9	2605.6	2700.4	2825.1	2976.5	3147.7	3324.1	3478.1	3563.9	3524.6	3318.9	2957.9	2510.5	2071.7	1736.8	1595.5	1694.7	1994.9	2407.7	2838.2	3190.5	3387.1	3403.9	3275.7	3062.2	2814.6	2565.0	2329.4	2114.4	1921.5	912.9	326.2	238.7
38	2510.4	2549.9	2631.6	2752.8	2914.1	3118.1	3367.1	3661.3	3991.5	4326.3	4590.0	4649.9	4372.3	3755.9	2962.6	2181.3	1557.4	1270.2	1476.9	2043.5	2778.8	3545.2	4169.4	4473.4	4417.0	4118.7	3724.0	3323.4	2955.6	2631.3	2350.1	2107.5	943.1	326.8	238.7
37	2473.9	2569.5	2708.0	2891.5	3126.0	3421.6	3791.7	4253.0	4821.0	5492.7	6188.5	6628.3	6337.1	5207.6	3757.8	2422.5	1319.0	651.3	1164.0	2191.8	3433.7	4815.4	6005.2	6451.3	6076.7	5339.2	4588.8	3940.5	3405.2	2966.2	2604.5	2303.8	971.7	327.1	238.6
36	2427.4	2578.8	2773.7	3019.8	3330.1	3724.4	4232.0	4898.4	5795.6	7035.3	8737.1	10636.3	10861.6	8221.9	5285.7	3151.8	1633.7	758.9	1425.0	2804.8	4697.6	7329.7	10182.5	10730.8	8937.4	7056.0	5658.2	4648.2	3897.8	3322.4	2869.2	2504.8	998.4	327.0	238.2
35	2379.5	2583.0	2830.7	3136.1	3519.6	4011.3	4658.3	5540.2	6807.5	8789.4	12345.8	20000.2	27683.5	14825.9	7855.1	4649.3	2953.6	2293.9	2741.1	4168.4	6796.7	12130.4	24067.2	23064.2	13509.8	9135.0	6820.9	5385.2	4400.6	3681.1	3133.1	2703.1	1022.6	326.4	237.7
34	2338.4	2586.7	2880.5	3238.6	3687.9	4267.4	5038.0	6103.2	7664.3	10191.1	15133.0	30091.2	116941.0	21682.6	10530.1	6568.1	4759.5	4139.8	4523.3	5974.8	9090.9	16764.8	56822.9	42372.4	17209.1	10821.0	7831.6	6058.5	4872.1	4021.3	3383.7	2891.0	1043.7	325.4	237.1
33	2309.2	2592.2	2923.4	3325.7	3830.8	4483.7	5351.9	6542.1	8237.7	10791.2	14945.2	21788.9	25958.2	18166.5	11580.1	8144.9	6449.9	5864.8	6209.1	7563.8	10373.5	15796.7	24192.2	23746.2	16308.1	11433.6	8505.9	6602.5	5282.8	4326.6	3611.1	3061.7	1061.2	323.9	236.2
32	2291.9	2598.3	2957.5	3395.2	3946.3	4659.9	5605.2	6878.7	8605.3	10912.9	13800.5	16607.0	17244.8	14704.3	11408.4	9001.6	7627.4	7126.7	7417.3	8538.2	10631.1	13716.3	16716.1	17011.7	14493.9	11453.9	8934.9	7034.8	5631.5	4591.4	3809.4	3210.5	1074.8	322.0	235.1
31	2281.8	2600.9	2979.3	3444.6	4034.3	4801.8	5821.4	7187.4	8985.8	11186.2	13423.0	14867.8	14699.3	13054.8	10967.4	9259.5	8198.5	7796.3	8032.5	8918.1	10462.8	12504.0	14381.0	14998.4	13880.9	11700.5	9389.7	7440.5	5941.4	4819.2	3976.6	3334.3	1084.1	319.5	233.9
30	2271.9	2594.6	2984.9	3471.0	4094.1	4914.8	6022.8	7543.7	9606.9	12161.5	14516.6	15364.8	14346.0	12436.9	10566.7	9146.3	8274.8	7944.9	8143.5	8881.4	10178.4	11984.6	13988.9	15356.0	14962.6	12796.3	10146.2	7908.9	6236.0	5014.2	4111.9	3431.4	1088.9	316.7	232.4
29	2255.6	2575.1	2970.8	3472.0	4123.4	4996.0	6208.1	7964.6	10610.5	14522.8	18728.2	19019.0	15664.5	12463.6	10256.3	8851.1	8054.0	7762.0	7941.3	8617.4	9883.3	11924.6	14976.8	18595.5	19417.1	15603.4	11396.7	8461.4	6511.4	5171.9	4212.5	3500.0	1088.9	313.3	230.8
28	2227.9	2539.4	2935.2	3445.2	4117.4	5032.6	6339.2	8344.1	11793.5	18885.6	34781.1	31984.8	18578.4	12837.8	10060.4	8559.4	7770.2	7489.7	7662.0	8326.6	9652.0	12104.7	17041.0	28586.3	38194.1	21404.6	12932.1	8965.7	6719.3	5276.3	4272.9	3538.1	1084.2	309.4	229.0
27	2185.0	2485.5	2876.9	3389.0	4071.0	5007.8	6359.3	8472.4	12273.2	21305.7	68616.9	49681.3	20168.8	13066.5	10019.9	8441.4	7625.0	7335.5	7509.9	8191.7	9572.3	12216.6	18062.8	38328.1	109244.0	25002.4	13555.6	9150.8	6791.9	5309.1	4288.2	3544.2	1074.7	305.1	227.1
26	2122.7	2410.8	2794.1	3301.5	3980.7	4912.7	6242.9	8255.7	11561.3	17476.0	26394.1	25747.1	17863.0	12914.2	10137.2	8531.3	7657.7	7339.3	7524.9	8250.9	9665.5	12137.8	16530.8	24034.2	27633.1	19207.8	12592.7	8913.0	6708.4	5265.7	4257.3	3518.4	1060.6	300.4	225.0
25	2036.1	2311.6	2684.0	3180.4	3845.3	4751.1	6017.2	7838.1	10491.3	14123.4	17696.0	18377.5	15914.8	12821.9	10351.3	8675.1	7699.2	7331.4	7537.0	8343.3	9837.2	12131.0	15165.3	18009.7	18198.6	15045.6	11311.7	8476.9	6519.5	5159.2	4184.2	3462.2	1042.1	295.2	222.7
24	1920.6	2184.4	2544.2	3024.5	3665.8	4532.6	5725.1	7389.2	9690.4	12637.0	15601.7	17056.7	15950.0	13255.0	10584.1	8643.3	7492.3	7052.8	7286.9	8224.0	9946.2	12470.5	15327.6	17061.7	16264.4	13533.4	10513.7	8070.0	6286.4	5006.5	4073.9	3377.6	1019.4	289.5	220.3
23	1774.4	2028.3	2374.5	2834.7	3445.4	4264.9	5385.5	6949.0	9158.2	12239.7	16157.3	19444.6	18658.6	14508.2	10706.9	8223.2	6830.8	6304.7	6570.2	7677.5	9815.4	13263.9	17643.3	19874.1	17466.6	13472.1	10135.2	7724.3	6025.1	4813.7	3929.2	3266.1	993.0	283.5	217.8
22	1600.4	1847.1	2179.6	2616.7	3190.4	3953.6	4993.9	6462.3	8640.8	12130.1	18384.1	29281.5	28197.6	16527.7	10374.8	7259.6	5649.6	5042.5	5331.3	6585.2	9156.6	14175.3	24345.2	32122.5	21517.7	13909.1	9807.7	7336.2	5710.0	4575.6	3750.1	3129.2	963.2	277.1	215.1
21	1407.5	1649.8	1969.4	2381.2	2912.4	3608.3	4546.2	5867.0	7863.4	11286.0	18889.4	55580.0	53176.3	16547.0	9056.7	5805.6	4111.6	3427.2	3733.6	5060.4	7719.0	13376.5	32786.7	139365.0	24082.0	13310.8	9095.0	6785.3	5310.7	4286.9	3537.8	2969.3	930.5	270.3	212.3
20	1209.8	1450.5	1758.1	2143.6	2628.3	3247.6	4060.3	5169.7	6776.6	9323.0	13889.9	21828.3	20711.4	11803.3	6969.4	4296.5	2641.6	1811.6	2176.9	3559.8	5873.2	9919.3	17789.9	24053.4	16441.5	10874.6	7872.6	6050.6	4829.0	3953.9	3298.3	2791.4	895.5	263.2	209.5
19	1025.2	1266.3	1562.2	1920.7	2357.2	2896.3	3575.1	4450.7	5609.3	7163.0	9122.3	10751.6	10163.8	7645.2	5175.6	3279.8	1830.0	866.2	1323.1	2648.6	4423.7	6791.6	9574.1	11119.6	10084.2	8137.9	6478.4	5234.7	4305.7	3596.7	3043.2	2602.4	858.6	255.8	206.6
18	874.1	1114.1	1396.6	1727.0	2115.8	2577.6	3131.3	3798.3	4594.2	5497.9	6369.2	6840.9	6493.9	5412.5	4091.8	2870.3	1878.9	1316.7	1565.4	2439.6	3625.8	4995.9	6292.2	7010.1	6853.7	6126.2	5259.8	4465.2	3794.3	3241.2	2786.4	2410.7	820.4	248.2	203.6
17	775.3	1007.2	1271.8	1572.3	1914.9	2306.6	2754.1	3258.9	3808.6	4358.0	4804.8	4990.7	4790.4	4237.1	3503.9	2773.9	2192.0	1905.3	2031.9	2525.3	3239.3	4029.2	4720.2	5115.3	5115.0	4796.9	4320.9	3812.0	3333.7	2908.8	2540.4	2224.1	781.3	240.4	200.6
16	737.6	950.6	1191.0	1459.4	1757.8	2088.3	2450.3	2837.0	3230.1	3591.5	3860.5	3965.6	3861.7	3566.8	3159.5	2742.2	2414.0	2260.9	2331.8	2609.1	3020.3	3469.6	3851.7	4072.2	4085.8	3915.7	3627.3	3286.7	2940.0	2612.2	2314.0	2048.5	742.0	232.4	197.6
15	753.0	938.7	1150.1	1384.8	1641.8	1919.6	2214.3	2516.7	2810.1	3067.9	3254.9	3336.8	3295.7	3143.8	2922.7	2691.1	2509.3	2426.4	2467.3	2623.0	2854.5	3105.0	3313.2	3428.4	3425.9	3312.1	3116.2	2873.3	2613.0	2355.2	2111.6	1887.7	702.9	224.3	194.6
14	802.1	958.6	1139.6	1341.2	1560.3	1793.4	2035.1	2276.6	2504.6	2701.2	2846.0	2921.3	2919.9	2850.2	2736.4	2612.5	2514.2	2469.8	2492.9	2578.8	2705.3	2839.4	2945.8	2995.7	2974.1	2882.4	2734.2	2548.8	2344.8	2136.7	1934.2	1743.2	664.3	216.1	191.7
13	866.1	996.2	1149.0	1320.1	1505.5	1700.9	1900.8	2097.3	2280.4	2438.1	2558.0	2630.6	2653.0	2630.9	2578.9	2517.0	2466.1	2442.8	2455.0	2499.8	2564.6	2630.1	2675.8	2684.9	2648.1	2565.1	2443.0	2292.6	2125.7	1952.4	1780.5	1615.3	626.8	207.9	188.8
12	932.7	1040.9	1169.3	1313.7	1470.2	1634.3	1800.7	1963.1	2113.9	2244.8	2348.0	2418.1	2453.7	2458.8	2442.0	2415.4	2391.3	2379.4	2384.4	2404.6	2432.6	2457.2	2466.3	2450.0	2402.6	2323.5	2216.4	2088.1	1946.2	1797.7	1648.5	1503.1	590.4	199.8	185.9
11	995.1	1086.0	1194.1	1316.1	1448.3	1586.5	1726.2	1862.2	1988.8	2100.0	2190.7	2257.4	2299.5	2319.4	2322.3	2315.5	2306.2	2300.2	2300.3	2305.4	2311.2	2311.1	2298.0	2266.0	2211.6	2134.5	2037.0	1923.3	1798.5	1667.8	1535.6	1405.5	555.7	191.9	183.2
10	1050.6	1127.8	1219.6	1323.1	1435.2	1552.3	1670.7	1785.9	1893.7	1989.6	2070.2	2132.9	2177.3	2204.6	2218.1	2222.0	2220.6	2217.3	2213.7	2209.3	2201.5	2186.3	2159.7	2118.1	2059.5	1983.9	1892.8	1789.2	1676.6	1558.9	1439.4	1321.1	522.8	184.1	180.6
9	1098.2	1164.8	1243.5	1332.0	1427.8	1527.9	1629.0	1727.8	1820.7	1904.5	1976.4	2034.8	2078.8	2109.3	2128.0	2137.3	2139.7	2137.3	2131.0	2120.4	2104.0	2079.6	2044.7	1997.3	1936.4	1862.1	1775.7	1679.3	1575.6	1467.5	1357.6	1248.5	491.9	176.6	178.2
8	1138.3	1196.5	1264.8	1341.3	1423.9	1510.2	1597.6	1683.1	1764.2	1838.1	1902.7	1956.5	1998.9	2030.0	2050.7	2062.4	2066.4	2063.9	2055.4	2040.7	2018.9	1988.7	1948.7	1897.9	1835.9	1762.8	1680.0	1589.0	1491.9	1391.0	1288.5	1186.4	463.4	169.5	176.0
7	1171.3	1223.0	1283.1	1350.0	1422.1	1497.5	1573.8	1648.8	1720.2	1786.0	1844.3	1893.9	1933.9	1964.3	1985.3	1997.5	2001.8	1998.7	1988.4	1970.9	1945.6	1911.8	1868.8	1816.0	1753.6	1681.8	1601.7	1514.8	1422.7	1327.3	1230.5	1133.8	437.3	162.9	173.9
6	1198.0	1244.7	1298.3	1357.7	1421.5	1488.1	1555.7	1622.3	1686.0	1745.2	1798.2	1843.8	1881.3	1910.3	1930.6	1942.6	1946.4	1942.5	1930.8	1911.3	1883.7	1847.6	1802.7	1749.0	1686.5	1615.8	1538.0	1454.2	1366.0	1274.8	1182.3	1089.9	414.0	156.8	172.1
5	1219.3	1262.0	1310.6	1364.1	1421.5	1481.3	1541.9	1601.9	1659.6	1713.4	1761.9	1804.2	1839.2	1866.5	1885.8	1897.1	1900.2	1895.4	1882.6	1861.6	1832.5	1795.0	1749.0	1694.7	1632.5	1562.9	1486.8	1405.5	1320.1	1232.1	1142.9	1053.8	393.6	151.5	170.5
4	1235.8	1275.5	1320.3	1369.3	1421.7	1476.3	1531.7	1586.6	1639.5	1689.0	1734.1	1773.4	1806.3	1832.1	1850.2	1860.6	1863.0	1857.4	1843.6	1821.7	1791.5	1753.0	1706.5	1652.0	1590.0	1521.3	1446.6	1367.1	1284.0	1198.4	1111.7	1025.0	376.5	146.9	169.2
3	1248.0	1285.5	1327.5	1373.3	1422.1	1472.8	1524.3	1575.3	1624.7	1671.1	1713.4	1750.5	1781.6	1806.0	1823.2	1832.7	1834.4	1828.1	1813.6	1791.0	1760.1	1721.1	1674.2	1619.7	1558.0	1489.9	1416.3	1338.2	1256.6	1172.8	1087.9	1003.1	362.8	143.2	168.2
2	1256.4	1292.4	1332.5	1376.1	1422.3	1470.4	1519.2	1567.7	1614.6	1658.7	1699.1	1734.6	1764.4	1787.8	1804.2	1813.1	1814.3	1807.4	1792.5	1769.3	1738.0	1698.7	1651.6	1597.1	1535.7	1468.1	1395.2	1318.0	1237.6	1154.9	1071.3	987.6	352.8	140.5	167.4
1	1261.3	1296.5	1335.5	1377.7	1422.5	1469.0	1516.3	1563.2	1608.6	1651.5	1690.7	1725.3	1754.3	1777.0	1792.9	1801.4	1802.2	1795.1	1779.8	1756.4	1724.9	1685.4	1638.2	1583.7	1522.4	1455.2	1382.7	1306.1	1226.3	1144.3	1061.4	978.4	346.8	138.8	166.9
0	1262.9	1297.8	1336.4	1378.2	1422.6	1468.6	1515.3	1561.7	1606.7	1649.1	1688.0	1722.2	1750.9	1773.5	1789.2	1797.6	1798.2	1791.0	1775.7	1752.2	1720.5	1681.0	1633.7

表 6.1-53 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频磁感应强度空间分布（μT）

XY	-70	-60	-50	-35	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
65	4.576	6.310	9.171	17.356	18.038	18.704	19.340	19.928	20.452	20.893	21.237	21.471	21.593	21.607	21.529	21.382	21.196	21.004	20.835	20.710	20.639	20.620	20.638	20.666	20.675	20.633	20.511	20.289	19.957	19.513	18.967	18.333	17.631	16.879	16.099	15.308	14.520	13.748
64	4.635	6.426	9.429	18.500	19.297	20.082	20.836	21.539	22.165	22.688	23.084	23.335	23.433	23.383	23.206	22.938	22.625	22.316	22.060	21.888	21.819	21.847	21.949	22.085	22.205	22.261	22.210	22.021	21.679	21.185	20.554	19.809	18.978	18.090	17.170	16.243	15.327	14.436
63	4.693	6.539	9.688	19.755	20.693	21.628	22.536	23.389	24.153	24.790	25.261	25.536	25.598	25.450	25.121	24.663	24.150	23.659	23.266	23.024	22.960	23.068	23.308	23.618	23.921	24.139	24.206	24.077	23.731	23.173	22.430	21.537	20.538	19.474	18.379	17.285	16.212	15.179
62	4.750	6.651	9.946	21.131	22.244	23.368	24.476	25.532	26.488	27.289	27.874	28.191	28.204	27.910	27.347	26.595	25.767	24.989	24.379	24.027	23.975	24.214	24.681	25.274	25.871	26.349	26.607	26.575	26.229	25.582	24.681	23.585	22.361	21.067	19.750	18.447	17.186	15.983
61	4.805	6.761	10.202	22.635	23.963	25.328	26.699	28.031	29.261	30.307	31.076	31.474	31.432	30.928	30.009	28.798	27.472	26.235	25.280	24.752	24.725	25.179	26.013	27.062	28.130	29.024	29.582	29.701	29.349	28.564	27.428	26.044	24.510	22.910	21.308	19.747	18.256	16.853
60	4.858	6.867	10.455	24.272	25.863	27.533	29.249	30.961	32.587	34.013	35.091	35.659	35.578	34.780	33.323	31.392	29.274	27.301	25.787	24.978	24.994	25.803	27.232	29.013	30.836	32.389	33.414	33.750	33.365	32.343	30.840	29.029	27.060	25.052	23.081	21.199	19.431	17.791
59	4.910	6.970	10.703	26.038	27.948	30.000	32.169	34.404	36.611	38.636	40.253	41.181	41.139	39.955	37.679	34.610	31.227	28.068	25.645	24.373	24.467	25.864	28.259	31.214	34.240	36.843	38.593	39.225	38.716	37.259	35.151	32.688	30.099	27.539	25.096	22.816	20.717	18.801
58	4.959	7.070	10.944	27.921	30.211	32.734	35.487	38.437	41.494	44.475	47.057	48.755	48.997	47.353	43.824	38.934	33.520	28.454	24.536	22.480	22.721	25.118	29.077	33.889	38.832	43.128	46.016	47.012	46.130	43.819	40.674	37.196	33.716	30.414	27.368	24.603	22.114	19.882
57	5.007	7.165	11.176	29.896	32.626	35.716	39.204	43.108	47.390	51.893	56.219	59.583	60.806	58.761	53.249	45.345	36.678	28.617	22.244	18.779	19.320	23.481	29.914	37.572	45.562	52.687	57.451	58.792	56.861	52.788	47.804	42.733	37.981	33.697	29.900	26.557	23.618	21.031
56	5.052	7.256	11.397	31.925	35.147	38.892	43.267	48.390	54.372	61.231	68.691	75.717	79.930	78.104	69.130	55.819	41.918	29.479	19.352	13.152	14.392	21.683	31.666	43.380	56.232	68.498	76.762	78.062	73.137	65.240	56.955	49.415	42.902	37.366	32.666	28.658	25.217	22.243
55	5.095	7.341	11.605	33.953	37.701	42.164	47.545	54.128	62.299	72.562	85.396	100.476	114.002	115.652	98.930	74.035	51.440	33.426	19.246	9.420	11.767	22.619	36.304	53.135	73.955	97.224	114.046	113.146	98.869	82.370	68.313	57.166	48.369	41.334	35.608	30.870	26.891	23.507
54	5.135	7.421	11.798	35.914	40.194	45.394	51.830	59.990	70.659	85.195	106.049	137.472	182.272	209.016	162.661	105.197	67.514	43.289	27.087	18.118	19.742	30.138	45.973	68.486	102.493	154.713	206.042	187.710	139.344	104.258	81.280	65.521	54.097	45.433	38.629	33.138	28.611	24.813
53	5.172	7.495	11.974	37.740	42.524	48.424	55.860	65.509	78.544	97.231	126.657	181.001	316.182	693.876	302.741	147.648	89.000	58.893	41.797	33.841	34.734	43.760	60.498	88.176	139.089	262.129	662.166	362.606	190.176	126.670	93.851	73.563	59.644	49.440	41.610	35.400	30.346	26.148
52	5.207	7.563	12.132	39.363	44.596	51.109	59.395	70.241	85.000	106.257	139.777	201.638	355.467	787.994	348.528	173.681	108.536	76.195	58.827	51.139	51.593	59.796	76.591	106.210	162.657	301.258	752.716	408.803	212.751	140.559	103.260	80.260	64.560	53.133	44.435	37.591	32.063	27.499
51	5.238	7.625	12.271	40.731	46.339	53.351	62.295	73.971	89.643	111.400	142.912	190.545	259.262	305.402	246.292	168.627	119.314	90.453	74.225	66.934	67.137	74.584	90.214	117.062	161.865	233.483	302.287	269.399	195.593	142.779	108.417	85.141	68.603	56.371	47.017	39.661	33.732	28.853
50	5.267	7.679	12.388	41.806	47.710	55.113	64.557	76.812	92.938	114.240	141.844	175.020	206.342	216.476	193.150	155.134	122.298	99.476	85.587	79.115	79.217	85.749	99.283	121.130	152.479	189.876	215.740	208.228	175.839	140.334	110.979	88.614	71.835	59.124	49.311	41.569	35.328	30.197
49	5.293	7.727	12.483	42.565	48.694	56.405	66.269	79.079	95.839	117.455	143.559	170.060	187.774	187.639	170.055	144.853	121.394	103.681	92.305	86.857	86.961	92.558	103.935	121.515	144.915	170.495	188.686	188.341	168.810	140.625	113.610	91.553	74.508	61.439	51.299	43.286	36.825	31.513
48	5.315	7.768	12.556	42.996	49.283	57.240	67.509	81.037	99.171	123.430	153.753	183.162	195.743	185.063	162.403	138.824	119.077	104.476	95.055	90.529	90.686	95.528	105.305	120.439	141.144	166.139	189.368	197.062	179.617	148.297	118.303	94.641	76.821	63.347	52.963	44.782	38.196	32.783
47	5.335	7.801	12.606	43.088	49.467	57.609	68.261	82.664	103.002	133.227	179.042	234.854	247.576	205.993	164.671	136.013	116.514	103.343	95.133	91.260	91.482	95.843	104.716	119.006	140.653	173.334	219.431	253.594	222.764	166.905	125.489	97.859	78.726	64.806	54.262	46.020	39.408	33.982
46	5.351	7.828	12.633	42.830	49.228	57.466	68.396	83.551	106.098	143.856	221.031	421.108	460.689	251.519	171.708	135.077	114.426	101.633	93.959	90.418	90.701	94.879	103.455	117.831	141.841	187.041	293.810	531.387	343.167	193.544	132.536	100.248	79.904	65.697	55.137	46.958	40.429	35.085
45	5.364	7.847	12.639	42.212	48.543	56.755	67.750	83.163	106.440	146.544	235.505	590.754	697.891	268.691	173.956	134.694	113.332	100.308	92.561	89.022	89.363	93.670	102.486	117.321	142.433	191.674	326.933	1113.080	411.685	200.976	133.870	100.492	80.005	65.909	55.535	47.561	41.229	36.066
44	5.374	7.859	12.623	41.229	47.396	55.444	66.254	81.326	103.448	138.348	197.845	288.027	304.657	225.986	168.432	134.525	113.251	99.470	91.080	87.224	87.622	92.366	101.945	117.539	141.899	181.587	248.541	316.034	260.552	177.797	128.097	98.369	78.983	65.421	55.439	47.807	41.786	36.905
43	5.380	7.864	12.588	39.877	45.778	53.525	63.953	78.349	98.671	127.556	166.372	206.056	219.226	197.451	164.475	135.472	113.544	98.237	88.670	84.233	84.679	90.112	100.988	118.095	142.342	173.586	206.062	219.752	196.422	155.655	120.434	95.011	77.120	64.301	54.854	47.684	42.082	37.582
42	5.384	7.862	12.534	38.164	43.689	51.002	60.908	74.580	93.604	119.648	152.674	186.352	205.207	197.089	169.414	138.461	113.139	95.195	84.000	78.800	79.264	85.534	98.210	118.213	145.899	177.955	202.507	203.361	179.080	145.128	114.641	91.431	74.659	62.594	53.779	47.181	42.102	38.080
41	5.384	7.854	12.464	36.107	41.137	47.866	57.101	70.026	88.338	114.280	150.071	194.586	232.182	229.202	187.556	143.232	110.554	88.964	75.955	69.950	70.372	77.433	92.134	116.490	153.146	200.415	236.082	226.031	184.434	142.611	110.476	87.567	71.522	60.238	52.174	46.273	41.831	38.385
40	5.381	7.839	12.379	33.741	38.145	44.115	52.457	64.409	81.945	108.483	150.727	222.649	332.557	337.325	222.171	146.326	103.767	78.749	64.283	57.595	57.885	65.445	81.706	110.421	160.757	251.676	360.357	302.918	202.197	141.651	105.487	82.521	67.351	57.081	49.976	44.937	41.258	38.490
39	5.375	7.818	12.283	31.132	34.781	39.796	46.954	57.482	73.430	98.769	143.244	241.138	649.724	762.198	247.285	138.753	91.280	65.128	50.058	42.865	42.917	50.602	67.290	97.429	155.667	308.602	1508.310	441.780	207.793	133.512	96.804	75.315	61.794	53.000	47.154	43.177	40.397	38.402
38	5.365	7.791	12.175	28.382	31.164	35.045	40.737	49.357	62.709	84.053	120.581	192.235	351.924	368.792	195.736	115.941	74.911	50.592	35.694	27.973	27.709	35.477	51.650	79.158	127.837	229.164	415.436	295.342	170.142	113.520	83.432	65.711	54.823	48.040	43.778	41.061	39.300	38.155
37	5.353	7.759	12.060	25.632	27.480	30.104	34.137	40.570	50.859	67.115	92.405	129.759	170.654	173.486	132.625	90.575	59.807	38.556	24.208	15.694	15.131	23.539	38.992	62.383	96.450	141.530	176.234	160.469	120.232	88.191	67.352	54.501	46.865	42.491	40.060	38.745	38.075	37.814
36	5.338	7.721	11.938	23.059	23.974	25.308	27.621	31.865	39.356	51.567	69.615	92.517	112.915	116.889	100.163	74.228	49.951	31.148	17.701	8.870	8.523	17.670	32.157	52.340	77.663	102.678	115.069	106.495	85.760	65.746	51.513	43.022	38.698	36.883	36.371	36.476	36.879	37.470
35	5.320	7.678	11.812	20.860	20.943	21.078	21.760	24.027	29.417	39.395	54.674	74.211	92.933	100.879	91.081	69.241	46.398	28.248	15.484	7.733	8.590	17.314	31.039	50.141	72.967	92.131	96.791	84.993	66.069	49.148	38.011	32.690	31.351	31.942	33.190	34.555	35.891	37.220
34	5.299	7.631	11.683	19.224	18.701	17.924	17.310	18.066	22.284	31.738	47.223	68.897	94.470	112.886	104.918	76.953	49.473	29.404	16.130	9.079	11.003	20.011	34.511	55.829	83.504	106.863	105.524	82.948	58.195	39.608	28.848	25.281	26.133	28.503	31.006	33.258	35.262	37.139
33	5.276	7.579	11.551	18.283	17.504	16.349	15.214	15.475	19.672	29.741	46.896	74.022	118.042	178.370	167.097	101.772	59.844	35.518	21.247	14.781	16.839	26.153	42.540	69.846	116.774	178.636	159.430	99.800	61.596	38.977	26.870	23.097	24.349	27.208	30.129	32.735	35.058	37.247
32	5.250	7.523	11.417	18.058	17.408	16.509	15.863	16.902	21.948	32.925	51.896	84.767	155.676	478.106	394.691	137.900	74.909	46.210	31.179	25.018	26.783	36.053	54.165	88.279	169.699	647.065	319.036	128.368	72.838	45.927	31.864	26.300	26.049	28.020	30.503	32.932	35.229	37.492
31	5.221	7.463	11.282	18.436	18.206	17.994	18.390	20.693	26.790	38.604	58.623	92.480	157.040	293.303	273.654	144.262	86.456	57.695	42.660	36.598	38.124	47.171	65.535	99.736	170.675	316.837	254.306	137.335	83.610	55.139	39.432	31.935	29.702	30.183	31.731	33.616	35.625	37.769
30	5.190	7.399	11.145	19.225	19.551	20.150	21.615	25.049	32.030	44.442	64.667	95.952	140.182	182.151	175.376	129.824	90.781	66.081	52.191	46.464	47.816	56.269	73.148	101.596	144.505	186.085	177.414	131.163	90.197	62.865	46.368	37.524	33.711	32.782	33.289	34.477	36.049	37.943
29	5.157	7.331	11.007	20.221	21.113	22.466	24.826	29.123	36.734	49.523	70.025	101.175	141.403	169.131	156.849	122.284	91.358	70.358	58.095	52.966	54.183	61.786	76.701	100.648	133.982	166.260	168.262	134.139	95.808	68.535	51.659	42.070	37.201	35.170	34.743	35.230	36.312	37.886
28	5.121	7.260	10.867	21.249	22.649	24.636	27.695	32.621	40.645	53.682	75.058	111.563	175.155	231.311	180.006	123.962	91.049	71.621	60.687	56.169	57.289	64.111	77.605	100.302	138.260	200.044	228.196	158.057	103.144	72.740	55.403	45.423	39.870	37.017	35.815	35.667	36.268	37.500
27	5.084	7.186	10.723	22.184	24.006	26.495	30.083	35.461	43.740	56.827	78.718	121.255	246.172	1170.190	233.932	128.023	90.607	71.559	61.325	57.171	58.241	64.618	77.423	100.234	146.631	302.392	848.503	196.543	109.119	75.538	57.960	47.745	41.688	38.194	36.356	35.656	35.815	36.712
26	5.044	7.109	10.577	22.940	25.088	27.952	31.924	37.622	46.039	58.913	79.783	117.798	201.925	318.144	200.112	125.099	90.261	71.297	60.965	56.766	57.839	64.267	77.150	99.628	141.267	233.542	308.256	174.281	107.679	76.723	59.556	49.155	42.660	38.637	36.278	35.115	34.889	35.477
25	5.002	7.028	10.426	23.462	25.837	28.953	33.175	39.069	47.543	60.120	79.455	109.805	152.843	183.076	162.163	121.715	90.325	70.378	59.119	54.505	55.639	62.588	76.441	99.485	134.110	173.770	181.937	143.524	103.359	76.795	60.175	49.583	42.718	38.282	35.521	33.992	33.447	33.766
24	4.959	6.945	10.270	23.720	26.223	29.468	33.798	39.744	48.168	60.521	79.257	107.974	147.942	181.749	170.432	126.975	90.091	67.044	54.333	49.179	50.422	58.121	73.695	100.355	140.831	180.926	178.734	139.546	101.808	76.045	59.518	48.808	41.744	37.066	34.048	32.265	31.479	31.574
23	4.914	6.859	10.110	23.704	26.239	29.488	33.767	39.571	47.724	59.687	78.278	109.502	167.310	265.834	243.855	140.018	86.509	59.564	45.689	40.166	41.568	49.884	66.958	99.073	163.570	273.608	242.163	150.087	100.651	73.451	57.092	46.623	39.667	34.981	31.875	29.957	29.011	28.931
22	4.867	6.771	9.943	23.426	25.901	29.033	33.097	38.526	46.044	56.982	74.112	104.531	174.572	544.666	420.628	137.265	75.051	47.946	34.046	28.384	30.042	38.686	55.605	88.183	169.996	786.601	351.724	147.728	93.230	67.514	52.592	43.026	36.570	32.124	29.096	27.155	26.122	25.912
21	4.818	6.680	9.772	22.911	25.249	28.160	31.864	36.696	43.204	52.340	65.949	88.068	128.428	196.504	175.547	98.006	57.379	35.369	22.333	16.255	18.451	27.476	42.478	67.392	114.502	193.994	174.581	111.363	77.370	58.302	46.372	38.346	32.718	28.708	25.884	24.003	22.936	22.631
20	4.768	6.588	9.595	22.201	24.344	26.959	30.203	34.300	39.580	46.542	55.921	68.599	84.310	95.770	87.074	63.525	42.068	26.262	14.747	7.828	10.854	19.938	32.084	48.340	69.512	88.942	89.663	74.900	59.594	47.926	39.420	33.165	28.503	25.020	22.461	20.682	19.612	19.232
19	4.717	6.493	9.412	21.342	23.257	25.538	28.283	31.613	35.680	40.638	46.561	53.149	59.002	60.863	55.596	44.738	32.729	22.157	13.793	9.020	10.951	17.497	26.094	36.191	46.773	54.776	56.448	52.078	45.246	38.523	32.775	28.086	24.327	21.353	19.059	17.384	16.315	15.868
18	4.665	6.396	9.226	20.386	22.061	24.004	26.265	28.892	31.918	35.320	38.939	42.321	44.542	44.323	40.870	34.800	27.717	21.069	15.892	13.278	14.119	17.824	23.154	29.187	34.917	38.959	40.127	38.440	34.999	30.969	27.049	23.531	20.498	17.951	15.879	14.285	13.201	12.683
17	4.611	6.298	9.035	19.378	20.820	22.447	24.276	26.311	28.526	30.837	33.055	34.837	35.681	35.068	32.776	29.123	24.849	20.783	17.664	16.114	16.452	18.451	21.516	24.974	28.120	30.244	30.853	29.926	27.872	25.227	22.418	19.699	17.201	14.981	13.074	11.525	10.401	9.799
16	4.556	6.198	8.840	18.358	19.584	20.932	22.398	23.964	25.583	27.165	28.559	29.545	29.860	29.286	27.770	25.504	22.885	20.392	18.476	17.484	17.560	18.593	20.263	22.153	23.820	24.868	25.047	24.325	22.873	20.952	18.807	16.620	14.504	12.529	10.747	9.216	8.029	7.326
15	4.501	6.097	8.643	17.355	18.391	19.502	20.674	21.880	23.075	24.181	25.093	25.676	25.794	25.354	24.357	22.928	21.295	19.738	18.523	17.842	17.772	18.249	19.091	20.045	20.845	21.260	21.144	20.467	19.304	17.786	16.056	14.232	12.401	10.625	8.951	7.440	6.191	5.379
14	4.445	5.996	8.444	16.389	17.262	18.177	19.116	20.054	20.950	21.747	22.372	22.746	22.799	22.491	21.838	20.924	19.885	18.886	18.082	17.584	17.431	17.587	17.941	18.345	18.637	18.677	18.376	17.709	16.707	15.440	13.990	12.436	10.838	9.245	7.699	6.251	4.993	4.114
13	4.388	5.893	8.245	15.473	16.209	16.965	17.724	18.462	19.148	19.739	20.191	20.453	20.491	20.288	19.862	19.269	18.592	17.929	17.372	16.984	16.787	16.757	16.830	16.914	16.910	16.735	16.330	15.675	14.784	13.696	12.458	11.122	9.733	8.329	6.948	5.637	4.482	3.659
12	4.330	5.790	8.045	14.613	15.236	15.864	16.483	17.073	17.609	18.064	18.405	18.605	18.645	18.518	18.241	17.850	17.396	16.940	16.534	16.217	16.000	15.867	15.780	15.682	15.514	15.221	14.768	14.139	13.341	12.394	11.331	10.185	8.991	7.784	6.599	5.486	4.528	3.872
11	4.272	5.687	7.845	13.813	14.343	14.868	15.378	15.857	16.286	16.646	16.916	17.078	17.123	17.050	16.870	16.607	16.294	15.967	15.658	15.389	15.166	14.981	14.807	14.612	14.356	14.009	13.545	12.955	12.241	11.417	10.505	9.529	8.519	7.504	6.522	5.623	4.879	4.398
10	4.213	5.583	7.647	13.071	13.524	13.968	14.393	14.788	15.138	15.431	15.651	15.789	15.840	15.802	15.686	15.505	15.282	15.038	14.793	14.560	14.342	14.133	13.918	13.676	13.382	13.018	12.568	12.025	11.391	10.677	9.898	9.074	8.230	7.393	6.599	5.891	5.329	4.981
9	4.154	5.480	7.451	12.385	12.775	13.153	13.512	13.842	14.134	14.377	14.562	14.683	14.736	14.722	14.647	14.521	14.357	14.169	13.969	13.764	13.556	13.342	13.113	12.854	12.552	12.194	11.772	11.281	10.723	10.107	9.446	8.755	8.057	7.376	6.741	6.190	5.766	5.514
8	4.095	5.377	7.257	11.752	12.089	12.414	12.720	13.000	13.247	13.453	13.612	13.720	13.774	13.776	13.728	13.638	13.514	13.365	13.197	13.016	12.823	12.615	12.387	12.130	11.837	11.499	11.112	10.674	10.187	9.659	9.101	8.526	7.952	7.400	6.896	6.468	6.146	5.961
7	4.036	5.274	7.067	11.167	11.462	11.743	12.007	12.247	12.459	12.636	12.775	12.872	12.926	12.937	12.908	12.843	12.746	12.625	12.483	12.323	12.146	11.950	11.733	11.490	11.215	10.904	10.556	10.169	9.748	9.297	8.828	8.350	7.881	7.435	7.035	6.701	6.455	6.317
6	3.977	5.173	6.880	10.627	10.886	11.131	11.361	11.570	11.753	11.908	12.031	12.119	12.172	12.189	12.172	12.124	12.048	11.948	11.826	11.685	11.525	11.345	11.145	10.920	10.668	10.388	10.078	9.740	9.378	8.995	8.602	8.206	7.822	7.463	7.144	6.882	6.693	6.589
5	3.917	5.072	6.696	10.128	10.356	10.572	10.774	10.957	11.118	11.255	11.364	11.445	11.495	11.516	11.508	11.473	11.412	11.329	11.224	11.100	10.958	10.795	10.613	10.409	10.183	9.934	9.662	9.369	9.058	8.734	8.405	8.078	7.764	7.473	7.219	7.012	6.865	6.787
4	3.858	4.972	6.517	9.665	9.868	10.060	10.238	10.400	10.543	10.665	10.763	10.837	10.886	10.909	10.907	10.881	10.832	10.763	10.674	10.565	10.439	10.294	10.131	9.950	9.749	9.530	9.293	9.040	8.775	8.502	8.227	7.956	7.699	7.464	7.259	7.096	6.980	6.921
3	3.799	4.873	6.343	9.237	9.418	9.589	9.748	9.892	10.020	10.129	10.218	10.287	10.333	10.357	10.360	10.342	10.303	10.245	10.169	10.075	9.964	9.837	9.693	9.533	9.356	9.165	8.960	8.743	8.518	8.288	8.058	7.835	7.624	7.433	7.268	7.138	7.047	7.001
2	3.740	4.775	6.173	8.838	9.001	9.155	9.297	9.427	9.542	9.641	9.722	9.785	9.830	9.855	9.861	9.849	9.818	9.770	9.706	9.625	9.529	9.418	9.292	9.152	8.999	8.833	8.657	8.471	8.281	8.087	7.896	7.711	7.537	7.382	7.249	7.144	7.072	7.037
1	3.682	4.679	6.007	8.467	8.615	8.754	8.882	8.999	9.103	9.193	9.268	9.327	9.370	9.395	9.405	9.397	9.373	9.334	9.280	9.211	9.128	9.032	8.923	8.802	8.670	8.527	8.376	8.219	8.057	7.895	7.735	7.582	7.440	7.313	7.205	7.121	7.064	7.036
0	3.624	4.584	5.846	8.122	8.256	8.382	8.499	8.605	8.700	8.782	8.852	8.907	8.948	8.974	8.985	8.982	8.964	8.933	8.887	8.829	8.759	8.676	8.583	8.479	8.365	8.243	8.115	7.981	7.845	7.709	7.576	7.449	7.332	7.228	7.140	7.072	7.027	7.005

XY	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	40	60	70
65	13.003	12.290	11.616	10.984	10.397	9.856	9.361	8.911	8.506	8.145	7.826	7.546	7.302	7.092	6.913	6.761	6.633	6.526	6.437	6.361	6.298	6.243	6.195	6.152	6.112	6.073	6.033	5.993	5.951	5.906	5.858	5.195	3.532	2.861
64	13.581	12.770	12.008	11.299	10.644	10.044	9.499	9.008	8.570	8.182	7.843	7.549	7.297	7.083	6.904	6.756	6.635	6.537	6.457	6.393	6.341	6.299	6.262	6.230	6.200	6.170	6.139	6.106	6.071	6.031	5.987	5.322	3.590	2.897
63	14.196	13.271	12.409	11.612	10.881	10.216	9.616	9.080	8.605	8.189	7.829	7.521	7.261	7.046	6.870	6.728	6.617	6.530	6.464	6.414	6.377	6.349	6.326	6.307	6.289	6.271	6.250	6.225	6.197	6.163	6.125	5.456	3.649	2.934
62	14.850	13.794	12.817	11.921	11.105	10.368	9.708	9.122	8.607	8.161	7.780	7.458	7.193	6.977	6.806	6.675	6.576	6.505	6.456	6.424	6.405	6.394	6.388	6.385	6.381	6.376	6.366	6.351	6.331	6.304	6.271	5.597	3.710	2.971
61	15.546	14.339	13.232	12.225	11.314	10.497	9.770	9.130	8.573	8.094	7.690	7.356	7.085	6.873	6.711	6.592	6.511	6.460	6.432	6.422	6.425	6.435	6.449	6.464	6.477	6.486	6.490	6.486	6.475	6.456	6.428	5.747	3.771	3.008
60	16.283	14.905	13.653	12.522	11.506	10.601	9.800	9.100	8.496	7.983	7.555	7.209	6.935	6.728	6.579	6.479	6.421	6.394	6.393	6.410	6.438	6.474	6.511	6.547	6.580	6.606	6.624	6.632	6.631	6.620	6.598	5.905	3.833	3.046
59	17.063	15.492	14.078	12.810	11.679	10.677	9.795	9.030	8.374	7.822	7.370	7.011	6.737	6.540	6.408	6.333	6.303	6.308	6.339	6.388	6.447	6.512	6.576	6.637	6.691	6.736	6.770	6.792	6.802	6.800	6.784	6.073	3.897	3.083
58	17.885	16.101	14.509	13.092	11.835	10.726	9.755	8.916	8.203	7.610	7.131	6.760	6.487	6.303	6.196	6.152	6.158	6.201	6.271	6.359	6.454	6.553	6.648	6.736	6.815	6.881	6.933	6.970	6.991	6.998	6.988	6.252	3.961	3.121
57	18.749	16.733	14.949	13.370	11.976	10.751	9.682	8.762	7.984	7.343	6.833	6.449	6.181	6.016	5.940	5.935	5.986	6.077	6.194	6.326	6.464	6.601	6.731	6.850	6.956	7.044	7.116	7.168	7.202	7.217	7.214	6.443	4.026	3.158
56	19.654	17.390	15.401	13.650	12.110	10.759	9.583	8.571	7.719	7.021	6.476	6.077	5.816	5.676	5.640	5.686	5.792	5.939	6.111	6.296	6.482	6.662	6.831	6.985	7.119	7.233	7.324	7.393	7.440	7.464	7.466	6.646	4.092	3.195
55	20.598	18.076	15.875	13.945	12.250	10.764	9.469	8.354	7.415	6.651	6.061	5.644	5.391	5.284	5.300	5.408	5.581	5.796	6.033	6.276	6.516	6.745	6.956	7.146	7.312	7.452	7.565	7.651	7.709	7.741	7.749	6.864	4.158	3.233
54	21.581	18.799	16.382	14.268	12.412	10.783	9.360	8.130	7.091	6.244	5.598	5.155	4.912	4.847	4.927	5.113	5.368	5.661	5.970	6.280	6.579	6.859	7.116	7.345	7.544	7.711	7.845	7.947	8.017	8.056	8.067	7.096	4.225	3.270
53	22.603	19.567	16.937	14.640	12.622	10.846	9.286	7.929	6.773	5.826	5.105	4.625	4.391	4.379	4.541	4.822	5.170	5.552	5.941	6.321	6.683	7.018	7.322	7.591	7.823	8.018	8.173	8.291	8.371	8.415	8.427	7.344	4.293	3.306
52	23.663	20.389	17.558	15.085	12.909	10.985	9.285	7.793	6.508	5.442	4.624	4.091	3.864	3.916	4.178	4.568	5.021	5.497	5.968	6.421	6.846	7.236	7.588	7.897	8.164	8.385	8.561	8.692	8.780	8.827	8.836	7.610	4.361	3.343
51	24.762	21.276	18.264	15.629	13.305	11.241	9.405	7.779	6.361	5.165	4.233	3.628	3.401	3.528	3.901	4.406	4.964	5.530	6.081	6.603	7.088	7.532	7.930	8.279	8.578	8.825	9.019	9.162	9.255	9.301	9.304	7.894	4.429	3.379
50	25.898	22.236	19.070	16.297	13.844	11.657	9.700	7.954	6.414	5.099	4.057	3.376	3.143	3.335	3.805	4.407	5.051	5.693	6.310	6.892	7.432	7.925	8.367	8.755	9.084	9.355	9.565	9.715	9.809	9.848	9.839	8.197	4.497	3.414
49	27.064	23.272	19.990	17.111	14.557	12.272	10.221	8.382	6.754	5.357	4.245	3.518	3.273	3.488	3.998	4.645	5.336	6.023	6.686	7.314	7.900	8.437	8.920	9.343	9.702	9.993	10.215	10.368	10.456	10.483	10.455	8.521	4.565	3.449
48	28.249	24.383	21.033	18.088	15.470	13.122	11.010	9.116	7.442	6.015	4.891	4.161	3.898	4.073	4.546	5.171	5.857	6.553	7.236	7.893	8.514	9.089	9.610	10.068	10.454	10.763	10.992	11.142	11.216	11.221	11.163	8.865	4.632	3.483
47	29.439	25.563	22.200	19.239	16.601	14.232	12.098	10.189	8.510	7.092	5.990	5.270	4.975	5.069	5.448	5.995	6.628	7.297	7.975	8.646	9.294	9.905	10.465	10.958	11.370	11.694	11.924	12.062	12.111	12.081	11.981	9.231	4.700	3.516
46	30.615	26.802	23.491	20.571	17.964	15.620	13.507	11.619	9.965	8.576	7.497	6.773	6.422	6.412	6.666	7.098	7.642	8.255	8.908	9.582	10.257	10.909	11.514	12.048	12.489	12.825	13.048	13.161	13.170	13.088	12.928	9.618	4.766	3.549
45	31.758	28.087	24.898	22.084	19.568	17.300	15.254	13.422	11.815	10.459	9.389	8.633	8.199	8.058	8.160	8.447	8.873	9.406	10.023	10.702	11.416	12.127	12.796	13.385	13.862	14.207	14.413	14.482	14.429	14.271	14.026	10.027	4.831	3.581
44	32.849	29.403	26.414	23.777	21.419	19.289	17.361	15.626	14.088	12.767	11.687	10.866	10.307	9.995	9.903	10.002	10.274	10.707	11.288	11.992	12.779	13.591	14.364	15.037	15.563	15.914	16.083	16.083	15.934	15.664	15.302	10.455	4.895	3.611
43	33.870	30.735	28.029	25.649	23.525	21.606	19.862	18.277	16.846	15.573	14.469	13.542	12.799	12.242	11.874	11.710	11.772	12.080	12.638	13.418	14.352	15.348	16.299	17.107	17.703	18.052	18.154	18.038	17.742	17.311	16.785	10.902	4.957	3.640
42	34.804	32.067	29.730	27.694	25.893	24.276	22.806	21.454	20.196	19.011	17.884	16.808	15.788	14.855	14.064	13.495	13.242	13.385	13.956	14.914	16.142	17.475	18.735	19.763	20.457	20.781	20.759	20.449	19.927	19.260	18.507	11.366	5.018	3.668
41	35.634	33.383	31.501	29.904	28.529	27.328	26.257	25.270	24.310	23.312	22.206	20.939	19.506	17.973	16.483	15.240	14.472	14.375	15.035	16.373	18.168	20.120	21.917	23.300	24.118	24.354	24.089	23.454	22.578	21.568	20.500	11.843	5.076	3.695
40	36.350	34.665	33.325	32.262	31.429	30.786	30.288	29.873	29.442	28.849	27.913	26.460	24.418	21.901	19.215	16.789	15.110	14.624	15.535	17.653	20.520	23.591	26.317	28.253	29.184	29.165	28.422	27.226	25.797	24.288	22.790	12.328	5.132	3.720
39	36.950	35.901	35.178	34.743	34.574	34.657	34.965	35.435	35.936	36.213	35.863	34.401	31.510	27.352	22.576	18.035	14.646	13.435	14.965	18.656	23.502	28.570	32.904	35.672	36.555	35.848	34.143	31.972	29.683	27.460	25.387	12.818	5.185	3.744
38	37.445	37.080	37.031	37.302	37.915	38.905	40.300	42.098	44.199	46.283	47.605	46.906	42.996	36.006	27.544	19.328	12.651	9.772	12.963	19.743	28.014	36.604	43.822	47.773	47.915	45.399	41.736	37.892	34.300	31.092	28.277	13.306	5.235	3.766
37	37.862	38.199	38.851	39.877	41.363	43.422	46.198	49.857	54.542	60.187	65.929	68.904	64.470	51.915	36.606	22.699	10.913	2.883	11.362	22.837	36.229	51.206	64.392	69.851	66.547	59.235	51.657	45.071	39.614	35.123	31.403	13.786	5.281	3.786
36	38.245	39.257	40.597	42.385	44.782	48.009	52.383	58.382	66.754	78.640	95.207	113.501	114.004	85.248	54.409	32.533	17.738	11.125	17.912	31.883	51.833	80.098	111.131	117.538	98.603	78.646	63.881	53.268	45.415	39.401	34.656	14.251	5.324	3.804
35	38.632	40.251	42.222	44.727	48.003	52.384	58.384	66.865	79.454	99.703	136.846	217.854	298.077	158.872	84.582	51.223	34.523	28.939	33.950	48.841	76.961	134.999	265.831	254.461	149.618	101.982	77.038	61.714	51.280	43.683	37.891	14.692	5.363	3.820
34	39.049	41.162	43.670	46.801	50.852	56.249	63.654	74.201	90.104	116.535	169.419	332.090	1281.280	237.665	116.541	74.279	55.633	49.738	54.201	69.895	103.785	188.050	630.599	468.115	190.352	120.479	88.180	69.246	56.677	47.690	40.944	15.103	5.398	3.835
33	39.482	41.956	44.882	48.514	53.189	59.380	67.802	79.609	96.819	123.354	167.491	241.441	286.770	201.643	130.083	93.164	75.281	69.368	73.317	88.027	118.445	177.219	267.814	260.900	179.015	126.248	95.048	75.012	61.208	51.207	43.683	15.475	5.428	3.847
32	39.880	42.575	45.792	49.795	54.935	61.695	70.772	83.160	100.202	123.405	153.112	182.786	190.241	163.921	129.218	103.825	89.391	84.219	87.383	99.236	121.174	153.141	183.335	184.412	156.628	124.538	98.536	79.137	64.827	54.152	46.034	15.803	5.454	3.857
31	40.157	42.946	46.339	50.597	56.070	63.247	72.811	85.644	102.596	123.549	145.375	160.397	160.220	145.146	124.871	107.832	97.087	92.961	95.284	104.061	119.128	138.439	155.125	158.856	146.168	124.175	101.548	82.542	67.796	56.575	47.980	16.080	5.475	3.865
30	40.217	42.999	46.473	50.892	56.611	64.145	74.249	87.979	106.458	129.347	150.882	159.816	152.608	137.002	120.777	107.860	99.630	96.357	98.023	104.606	115.955	131.153	147.158	156.988	151.611	131.255	106.942	86.248	70.437	58.563	49.532	16.301	5.490	3.871
29	39.974	42.675	46.157	50.667	56.576	64.454	75.245	90.607	113.436	147.149	183.894	187.569	160.638	135.221	117.568	105.920	98.982	96.216	97.466	102.839	112.820	128.646	152.413	181.290	187.154	153.568	116.725	90.661	72.837	60.135	50.690	16.461	5.501	3.874
28	39.361	41.931	45.368	49.916	55.963	64.146	75.632	92.895	122.227	183.088	322.977	298.458	183.209	136.907	115.392	103.631	97.143	94.574	95.610	100.490	110.337	128.801	167.846	265.859	350.944	203.071	129.395	94.810	74.671	61.197	51.424	16.558	5.506	3.875
27	38.332	40.743	44.093	48.629	54.748	63.121	75.011	93.215	125.538	203.232	624.382	453.699	195.509	137.971	114.524	102.289	95.639	92.984	93.979	98.922	109.138	129.085	175.723	350.595	987.609	234.405	134.683	96.433	75.392	61.605	51.691	16.590	5.506	3.874
26	36.858	39.092	42.322	46.792	52.896	61.291	73.140	90.730	119.124	169.729	246.778	241.600	175.999	136.731	115.078	102.195	94.780	91.741	92.845	98.374	109.337	128.524	163.394	225.820	256.807	183.802	126.707	94.621	74.803	61.301	51.470	16.555	5.501	3.870
25	34.921	36.969	40.045	44.387	50.378	58.630	70.129	86.462	109.888	141.604	172.953	180.270	161.490	137.014	116.727	102.284	93.398	89.664	90.977	97.601	110.120	129.127	153.795	176.497	176.926	149.204	116.497	91.236	73.277	60.356	50.767	16.456	5.490	3.864
24	32.523	34.376	37.263	41.409	47.181	55.149	66.191	81.578	102.760	129.889	157.731	173.010	165.592	142.788	118.840	100.730	89.531	84.803	86.350	94.545	110.127	132.968	158.257	172.570	163.940	138.458	110.697	88.062	71.230	58.853	49.593	16.294	5.474	3.856
23	29.695	31.349	34.011	37.891	43.329	50.867	61.361	76.152	97.231	127.029	165.882	200.349	195.768	156.809	119.977	95.492	81.398	75.520	77.186	87.096	107.321	140.640	183.059	203.965	179.533	140.449	108.272	85.101	68.661	56.774	47.935	16.072	5.453	3.846
22	26.511	27.963	30.371	33.919	38.911	45.845	55.559	69.539	90.643	125.117	188.344	301.438	295.246	178.032	116.045	84.719	68.318	61.442	62.904	73.809	98.236	147.879	250.368	329.326	222.146	145.937	105.375	81.142	65.208	54.019	45.776	15.795	5.427	3.833
21	23.085	24.337	26.476	29.648	34.103	40.260	48.855	61.270	80.449	114.041	190.205	563.317	548.536	175.870	100.574	68.380	51.666	44.103	44.922	55.443	79.893	135.176	329.565	1408.770	246.752	139.155	97.534	74.936	60.553	50.532	43.132	15.469	5.396	3.818
20	19.556	20.623	22.497	25.284	29.162	34.438	41.649	51.781	66.806	91.135	135.682	214.915	207.586	121.931	75.527	50.302	35.051	26.714	26.586	36.222	56.653	95.191	172.532	237.339	165.779	112.464	83.780	66.430	54.799	46.427	40.096	15.100	5.360	3.801
19	16.078	16.981	18.619	21.049	24.376	28.781	34.578	42.282	52.719	67.023	85.509	101.635	97.631	75.340	53.067	35.927	22.837	13.297	12.079	21.971	38.193	60.977	88.903	106.503	99.568	82.888	68.155	56.957	48.508	41.990	36.832	14.694	5.320	3.782
18	12.790	13.561	15.012	17.151	20.006	23.654	28.224	33.892	40.809	48.840	56.822	61.543	59.158	50.123	38.631	27.547	17.647	9.443	8.116	16.483	28.310	42.203	56.063	65.172	66.180	61.336	54.588	48.054	42.365	37.565	33.534	14.261	5.276	3.760
17	9.814	10.493	11.820	13.746	16.237	19.289	22.915	27.114	31.784	36.562	40.597	42.530	41.198	36.723	30.411	23.649	17.439	13.001	12.615	17.077	24.378	32.814	40.778	46.365	48.373	47.207	44.204	40.531	36.847	33.433	30.373	13.806	5.227	3.737
16	7.256	7.886	9.153	10.944	13.168	15.773	18.717	21.929	25.257	28.397	30.847	31.991	31.391	29.093	25.636	21.772	18.294	16.096	16.097	18.558	22.812	27.852	32.636	36.197	37.947	37.915	36.579	34.510	32.144	29.749	27.461	13.337	5.175	3.712
15	5.233	5.851	7.104	8.804	10.824	13.088	15.536	18.088	20.608	22.884	24.630	25.545	25.440	24.350	22.553	20.486	18.665	17.623	17.787	19.268	21.787	24.811	27.736	30.020	31.324	31.588	30.984	29.783	28.244	26.559	24.854	12.862	5.120	3.686
14	3.911	4.524	5.751	7.346	9.169	11.145	13.212	15.298	17.301	19.080	20.467	21.310	21.521	21.132	20.304	19.300	18.432	18.007	18.247	19.209	20.758	22.612	24.430	25.899	26.811	27.095	26.807	26.075	25.043	23.840	22.561	12.385	5.061	3.657
13	3.453	4.000	5.103	6.522	8.119	9.820	11.568	13.301	14.941	16.396	17.568	18.371	18.767	18.782	18.515	18.123	17.794	17.706	17.981	18.652	19.650	20.821	21.973	22.924	23.541	23.766	23.611	23.133	22.415	21.535	20.564	11.912	5.000	3.627
12	3.713	4.137	5.025	6.201	7.543	8.975	10.440	11.883	13.247	14.467	15.481	16.243	16.733	16.971	17.019	16.973	16.945	17.039	17.326	17.827	18.503	19.269	20.017	20.637	21.048	21.203	21.100	20.765	20.242	19.582	18.830	11.448	4.936	3.596
11	4.290	4.602	5.276	6.205	7.293	8.470	9.683	10.882	12.021	13.053	13.939	14.648	15.171	15.521	15.739	15.882	16.017	16.206	16.491	16.884	17.366	17.888	18.386	18.796	19.065	19.162	19.078	18.826	18.428	17.917	17.324	10.995	4.870	3.563
10	4.912	5.145	5.651	6.370	7.234	8.187	9.180	10.171	11.122	11.998	12.769	13.418	13.936	14.333	14.632	14.871	15.088	15.321	15.594	15.917	16.277	16.647	16.989	17.263	17.438	17.490	17.413	17.211	16.897	16.490	16.013	10.557	4.802	3.529
9	5.470	5.648	6.033	6.589	7.271	8.036	8.844	9.659	10.452	11.193	11.862	12.445	12.936	13.339	13.670	13.949	14.201	14.447	14.704	14.976	15.256	15.528	15.769	15.956	16.068	16.089	16.015	15.845	15.588	15.257	14.866	10.134	4.733	3.494
8	5.934	6.074	6.371	6.804	7.343	7.955	8.610	9.279	9.938	10.565	11.142	11.659	12.110	12.497	12.828	13.116	13.375	13.619	13.855	14.087	14.312	14.519	14.695	14.824	14.894	14.894	14.821	14.674	14.459	14.183	13.856	9.729	4.662	3.458
7	6.302	6.413	6.646	6.986	7.414	7.905	8.436	8.985	9.533	10.061	10.556	11.009	11.415	11.774	12.089	12.368	12.619	12.848	13.063	13.263	13.448	13.609	13.740	13.831	13.873	13.859	13.788	13.658	13.474	13.239	12.962	9.342	4.590	3.421
6	6.581	6.671	6.856	7.126	7.467	7.862	8.294	8.745	9.200	9.644	10.068	10.462	10.821	11.146	11.436	11.696	11.930	12.141	12.333	12.507	12.660	12.789	12.888	12.952	12.975	12.953	12.884	12.768	12.607	12.405	12.167	8.972	4.517	3.383
5	6.783	6.857	7.005	7.222	7.496	7.815	8.167	8.538	8.916	9.290	9.650	9.990	10.306	10.594	10.856	11.092	11.305	11.495	11.666	11.816	11.944	12.048	12.125	12.170	12.180	12.152	12.086	11.981	11.839	11.662	11.455	8.621	4.443	3.344
4	6.920	6.981	7.101	7.276	7.498	7.757	8.045	8.351	8.665	8.979	9.285	9.577	9.851	10.105	10.337	10.548	10.738	10.907	11.056	11.186	11.293	11.378	11.437	11.469	11.470	11.439	11.376	11.280	11.153	10.997	10.815	8.288	4.370	3.305
3	7.003	7.053	7.152	7.293	7.474	7.686	7.922	8.175	8.436	8.700	8.959	9.208	9.445	9.666	9.870	10.055	10.222	10.371	10.501	10.612	10.702	10.771	10.817	10.837	10.832	10.799	10.739	10.651	10.537	10.398	10.236	7.972	4.295	3.265
2	7.040	7.082	7.163	7.279	7.426	7.600	7.795	8.004	8.222	8.443	8.662	8.874	9.078	9.268	9.445	9.607	9.753	9.882	9.994	10.088	10.163	10.219	10.254	10.267	10.257	10.223	10.165	10.084	9.981	9.856	9.711	7.672	4.221	3.224
1	7.040	7.076	7.142	7.237	7.358	7.502	7.662	7.836	8.018	8.203	8.388	8.568	8.741	8.905	9.058	9.197	9.323	9.434	9.530	9.609	9.672	9.716	9.742	9.748	9.735	9.700	9.645	9.570	9.476	9.362	9.232	7.388	4.147	3.184
0	7.009	7.039	7.095	7.173	7.273	7.391	7.524	7.669	7.820	7.975	8.131	8.284	8.431	8.571	8.701	8.821	8.928	9.023	9.104	9.170	9.222	9.257	9.275	9.276	9.259	9.225	9.172	9.102	9.015	8.912	8.794	7.119	4.074	3.143

备注：X 为与并行线路中心的距离（m），Y 为距离地面的高度（m），红色内容为工频磁感应强度超过 100μT 的部分。

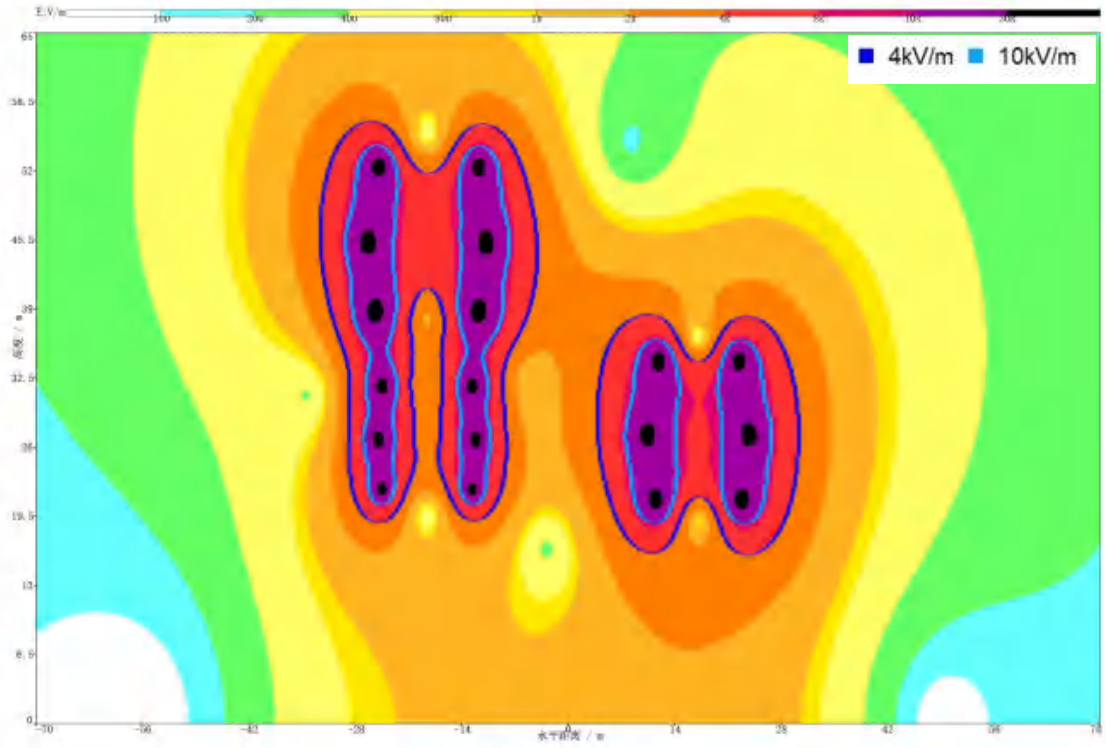


图 6.1-50 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频电场强度空间分布图

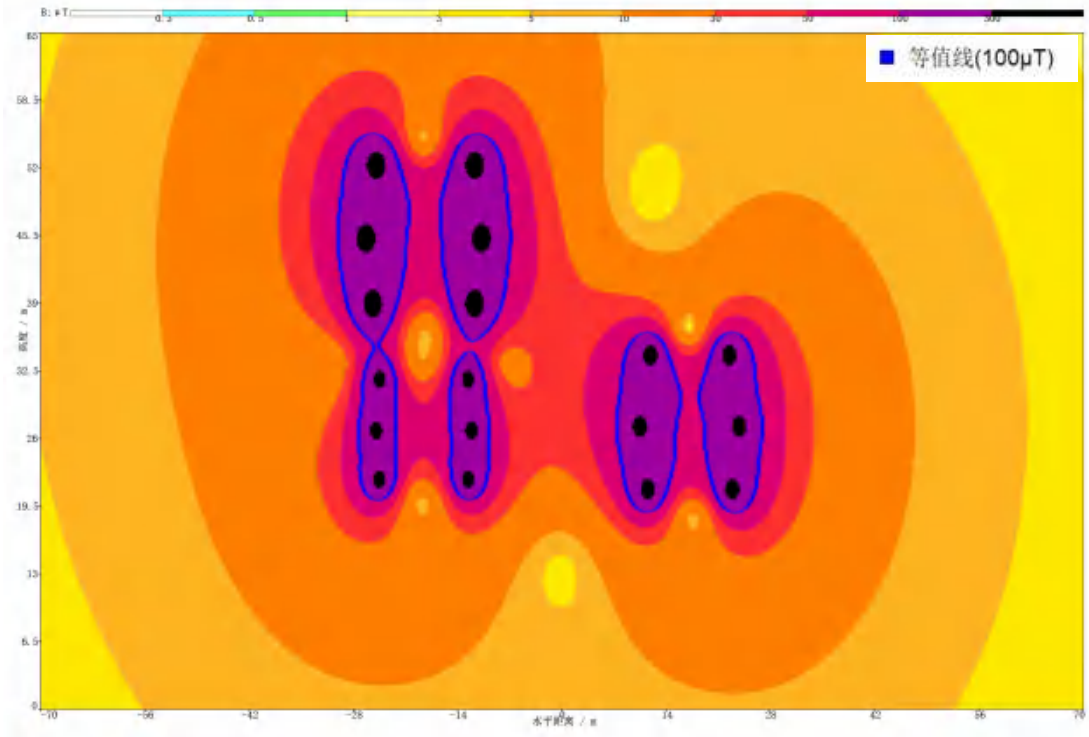


图 6.1-51　220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段工频磁感应强度空间分布图

A.工频电场空间分布分析

由表 6.1-52~6.1-53 及图 6.1-50~6.1-51 可见，本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度 22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV/110kV 混压四回最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m（33m-26.45m=6.55m，向上取整 7m）以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m（31m-23.8m=7.2m，向上取整 8m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV/110kV 混压四回导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m（22m-18m=4m）以上的距离、220kV 双回（屏桐东西线迁改）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 5m（21m-16m=5m）以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m 限值要求。

B、工频磁场空间分布分析

由表 6.1-52~6.1-53 及图 6.1-50~6.1-51 可见，本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度 22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，在不考虑风偏情况下，当电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV/110kV 混压四回最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 5m（31m-26.45m=4.55m，向上取整 5m）以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 4m（27m-23.8m=3.2m，向上取整 4m）以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV/110kV 混压四回导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 2m（22m-20m=2m）以上的距离、220kV 双回（屏桐东西线迁改）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 3m（21m-18m=3m）以上的距离，工频磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100μT 限值要求。

C、达标距离

结合以上预测结果，本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度 22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值

4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV/110kV 混压四回最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV/110kV 混压四回导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离、220kV 双回（屏桐东西线迁改）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 5m 以上的距离。

6.1.3 电磁环境敏感目标的电磁环境影响预测

（1）预测思路

①本项目新建线路沿线电磁环境敏感目标处预测值采用现状监测值与本项目输电线路理论计算贡献值叠加得出；

②本项目线路沿线电磁环境敏感目标处的预测高度保守选取平断面中该处敏感目标相邻两杆塔内线路最低对地高度（除部分敏感目标选择对应处导线最低高度）进行预测；

（2）预测结果

本项目新建线路沿线电磁环境敏感目标处的电磁环境影响预测结果见表 6.1-54。

表 6.1-54 本项目线路沿线电磁环境敏感目标处电磁环境影响预测结果一览表

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
1	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路、临时方案	沙坪坝区凤凰镇八字桥村	沙坪坝区渔乐养殖场	B1~B2	双设单挂	线路西南侧约 5m	26	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 4m~8m	1.5	633.0	4.430	0.224	0.0087	633.2	4.439	△10
											4.5	665.1	5.431	0.224	0.0087	665.3	5.440	△10
			沙坪坝区开心餐饮俱乐部			线路西南侧约 14m		/	/	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 4m~8m	1.5	373.5	3.653	0.224	0.0087	373.7	3.662	△10
											4.5	388.8	4.298	0.224	0.0087	389.0	4.307	△10
2	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路		何家坝组民房	B2~B4	四回路挂单回	线路西南侧约 20m	51.8	/	/	1F 坡/平顶+2F 平顶，高约 3m~6m	1.5	148.4	1.160	0.224	0.0087	148.6	1.169	△10
											4.5	150.2	1.276	0.224	0.0087	150.4	1.285	△10
											7.5	153.9	1.410	0.224	0.0087	154.1	1.419	△10
3		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组五社民房	B4~B5	四回路挂单回	线路西侧约 25m	51	/	/	1F 平顶+2F 平顶，高约 3m~6m	1.5	125.6	1.115	0.224	0.0087	125.8	1.124	△10
											4.5	127.1	1.220	0.224	0.0087	127.3	1.229	△10
											7.5	130.2	1.339	0.224	0.0087	130.4	1.348	△10
4				B5~B6	双设单挂	线路东北侧约 25m	26	/	/	1F 平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~9m	1.5	159.2	2.654	0.224	0.0087	159.4	2.663	△10
											4.5	167.2	2.976	0.224	0.0087	167.4	2.985	△10
											7.5	182.5	3.337	0.224	0.0087	182.7	3.346	△10
5			新桥组一社民房	B7~B8	双设单挂	线路西南侧约 21m	20	/	/	1F 坡顶，高约 4m	1.5	153.7	4.376	0.224	0.0087	153.9	4.385	△10
				B8~B9		线路东侧约 38m	35	500kV 屏思二线西侧最近约 47m	/	1F 坡/平顶，高约 3m~4m	1.5	34.5	1.358	1213	2.185	1247.5	3.543	△4
											4.5	39.0	1.465	1213	2.185	1252.0	3.650	
6			狮子沟组民房	B9~B11	双设单挂	线路两侧，最近为西侧约 26m	27	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~12m	1.5	107.2	2.426	0.224	0.0087	107.4	2.435	△10
											5.5	120.3	2.802	0.224	0.0087	120.5	2.811	
											9.5	145.3	3.233	0.224	0.0087	145.5	3.242	

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
7			花房子组民房等	B10~B11	双设单挂	线路西侧约 3m	27	/	/	1F 坡顶+2F 平顶，高约 3m~7m	1.5	633.2	4.249	0.224	0.0087	633.4	4.258	△10
											5	673.2	5.392	0.224	0.0087	673.4	5.401	
											8.5	749.1	6.788	0.224	0.0087	749.3	6.797	
8			机房院子组民房	B11~B12	双设单挂	线路两侧，最近为西北侧约 20m	50	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~11m	1.5	150.2	1.235	0.224	0.0087	150.4	1.244	△10
											5.5	153.3	1.408	0.224	0.0087	153.5	1.417	
											9.5	160.2	1.617	0.224	0.0087	160.4	1.626	
9			蔡家坪组、大土堡组民房	B12~B14	双设单挂	线路两侧，最近为北侧约 6m	21	500kV 屏思一线东侧最近约 11m	/	1F 坡/平顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	1.5	819.2	6.164	1105	0.4995	1924.2	6.664	△8
											5.5	909.1	8.512	1105	0.4995	2014.1	9.012	
10			陈家坨组民房	B14~B15	双设单挂	线路东北侧约 10m	27.3	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 4m~10m	1.5	467.8	3.746	0.402	0.0147	468.2	3.761	△9
											5.5	498.0	4.756	0.402	0.0147	498.4	4.771	
											8.5	546.3	5.785	0.402	0.0147	546.7	5.800	
											11.5	622.1	7.148	0.402	0.0147	622.5	7.163	
11			双堰塘组民房④	B17~B18	双设单挂	线路东北侧约 3m	29.7	/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 37m	1F 平顶+2F 坡顶，高约 4m~9m	1.5	616.0	4.744	0.402	0.0147	616.4	4.759	△9
											5.5	648.1	5.551	0.402	0.0147	648.5	5.566	
											9.5	726.8	6.768	0.402	0.0147	727.2	6.783	
			双堰塘组民房		双设单挂	线路东北侧约 13m		/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 47m	1F 坡顶+2F 平顶，高约 3m~9m	1.5	367.9	4.448	0.402	0.0147	368.3	4.463	△9
											6.0	394.0	5.310	0.402	0.0147	394.4	5.325	
											10.5	454.7	6.529	0.402	0.0147	455.1	6.544	
12			肖家湾组民房	B18~B19	双设单挂	线路东北侧约 6m	16.5	/	/	1F 平顶，高约 4m（顶部不可达）	1.5	1098.9	8.900	0.402	0.0147	1099.3	8.915	△9
13	新建桐	沙坪	肖家湾	N25~N	双设	线路两	22.5	/	/	1F 坡顶+2F	1.5	746.8	5.524	0.402	0.0147	747.2	5.539	△9

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
	子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	坝区凤凰镇胡南坝村	组民房	26	单挂	侧，最近为东北侧约 6m				坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	4.5	793.3	6.920	0.402	0.0147	793.7	6.935	
											7.5	895.4	8.900	0.402	0.0147	895.8	8.915	
14			双堰塘组民房④	N23~N24	同塔双回	线路东北侧约 37m	30.5	/	天马~科学城拟建线路东北侧约 3m	1F 平顶+2F 坡顶，高约 4m~9m	1.5	616.0	4.744	0.402	0.0147	616.4	4.759	△9
											5.5	648.1	5.551	0.402	0.0147	648.5	5.566	
											9.5	726.8	6.768	0.402	0.0147	727.2	6.783	
			黄家嘴组民房		同塔双回	线路西南侧约 5m		/	天马~科学城拟建线路东北侧最近约 51m	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~11m	1.5	825.8	6.578	0.402	0.0147	826.2	6.593	△9
											4.5	850.4	7.603	0.402	0.0147	850.8	7.618	
											7.5	902.2	8.910	0.402	0.0147	902.6	8.925	
15		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房	N21~N22	同塔双回	线路东侧约 6m	29	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 4m~8m	1.5	826.8	6.649	0.402	0.0147	827.2	6.664	△9
											4.5	853.8	7.800	0.402	0.0147	854.2	7.815	
											7.5	910.5	9.267	0.402	0.0147	910.9	9.282	
16			鼎锅寨组民房⑤	N19~N20	同塔双回	线路西南侧约 8m	23.5	500kV 屏思一线西侧最近约 28m（本次迁改）	本次迁改后 500kV 屏思一线西侧最近约 28m	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 3m~12m	1.5	923.7（桐子湾~科学城）	8.584（桐子湾~科学城）	0.402	0.0147	1692.2	12.716	△9
												768.1（屏思一线）	4.117（屏思一线）					
											5.5	986.9（桐子湾~科学城）	10.890（桐子湾~科学城）	0.402	0.0147	1766.2	15.504	
												778.9（屏思一线）	4.599（屏思一线）					

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
											9.5	1135.3（桐子湾~科学城）	14.204（桐子湾~科学城）	0.402	0.0147	1937.0	19.347	
												801.7（屏思一线）	5.143（屏思一线）					
17			鼎锅寨组民房	N18~N19	同塔双回	线路东侧约 14m	17	/	/	1F 坡顶＋2F 坡/平顶＋3F 坡顶，高约 4m~8m	1.5	523.1	10.036	0.402	0.0147	523.5	10.051	△9
											4.5	573.8	11.765	0.402	0.0147	574.2	11.780	
											7.5	668.4	13.816	0.402	0.0147	668.8	13.831	
18		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房④	N18~N19	同塔双回	线路西侧约 18m	17	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	本次迁改后 500kV 屏思一线东侧最近约 10m	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 5m~11m	1.5	2610.3	12.380	0.402	0.0147	2610.7	12.395	△9
											5.5	2789.6	15.564	0.402	0.0147	2790.0	15.579	
											9.5	3188.3	20.329	0.402	0.0147	3188.7	20.344	
19			民房	N17~N18	同塔双回	线路东侧约 8m	25.5	/	/	1F 平顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	1.5	855.8	7.688	0.402	0.0147	856.2	7.703	△9
											5.5	907.4	9.639	0.402	0.0147	907.8	9.654	
20			十一社民房	N16~N17	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 12m	24	/	/	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F 坡顶，高约 3m~10m	1.5	662.4	7.504	0.402	0.0147	662.8	7.519	△9
											4.5	689.4	8.765	0.402	0.0147	689.8	8.780	
											7.5	744.7	10.329	0.402	0.0147	745.1	10.344	
21		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	民房	N15~N16	同塔双回	线路西侧约 3m	34	/	/	1F 坡顶+2F 坡顶，高约 3m~9m	1.5	739.9	5.404	0.402	0.0147	740.3	5.419	△9
											5.5	770.9	6.594	0.402	0.0147	771.3	6.609	
22				N13~N14	同塔双回	线路西侧约 26m	27	/	/	1F 坡/平顶+2F 平顶，高约 3m~8m	1.5	147.0	4.339	0.402	0.0147	147.4	4.354	△9
											5.5	166.8	4.930	0.402	0.0147	167.2	4.945	
											9.5	203.7	5.593	0.402	0.0147	204.1	5.608	
23		沙坪	十二社	N11~N	同塔	线路两	28	500kV 屏思	/	1F 坡顶+2F	1.5	904.3	7.123	1213	2.185	2117.3	9.308	△4

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
		坝区凤凰镇和五福村	民房	13	双回	侧，最近为西侧约 5m		二线西北侧最近约 8m		坡/平顶＋3F 坡顶，高约 3m~9m	4.5	935.9	8.412	1213	2.185	2148.9	10.597	
											7.5	1002.8	10.075	1213	2.185	2215.8	12.260	
											9.5	1070.9	11.466	1213	2.185	2283.9	13.651	
24		沙坪坝区凤凰镇威灵寺村	塔坪坡组民房	N10~N11	同塔双回	线路两侧，最近为东北侧约 16m	19	500kV 屏思二线西北侧最近约 25m	/	1F 坡/平顶+2F 平顶＋3F 平顶，高约 3m~12m	1.5	410.9	8.363	1213	2.185	1623.9	10.548	△4
											5.5	466.5	10.120	1213	2.185	1679.5	12.305	
											9.5	574.1	12.246	1213	2.185	1787.1	14.431	
											13.5	716.1	14.645	1213	2.185	1929.1	16.830	
25		沙坪坝区凤凰镇五福村	十四组民房	N8~N9	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 7m	22.5	/	/	1F 平顶+2F 平顶+3F 坡顶，高约 4m~10m	1.5	1032.5	9.324	0.402	0.0147	1032.9	9.339	△9
											4.5	1081.4	11.225	0.402	0.0147	1081.8	11.240	
											7.5	1185.8	13.749	0.402	0.0147	1186.2	13.764	
26		沙坪坝区土主街道李家坝村	看护房	N3~N4	混压四回	线路北侧约 9m	25	220kV 屏桐东西线北侧最近约 9m	本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 70m	1F 坡顶，高约 3m	1.5	430.4	6.744	62.01	0.3033	492.4	7.047	△3
27		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	10 组看护房 1、2	N1~N2	同塔双回	线路南侧约 10m	21.5	桐子湾 220 变电站西北侧最近约 50m，220kV 屏桐东西线北侧约 4m	/	1F 坡顶，高约 3m	1.5	838.7	9.023	62.01	0.3033	900.7	9.326	△3

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路、220kV 屏桐东西线迁改		10 组看护房 3⑦	#PT32G~现状#33（220kV 屏桐东西线）、N1~N2（桐子湾~科学城）	同塔双回	桐子湾~科学城线路南侧约 40m、220kV 屏桐东西线北侧约 1m	20（220kV 屏桐东西线）、21.5（桐子湾~科学城）	220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	桐子湾~科学城线路南侧最近约 40m、本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	1F 坡顶，高约 3m	1.5	1155.1	7.620	62.01	0.3033	1217.1	7.923	△3
31	500kV 屏思一线迁改段	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组民房	Y33+1~Y34G	单回	线路两侧，最近为东南侧约 8m	27	500kV 屏思一线跨越	/	1F 平顶+2F 坡顶，高约 3m~11m	1.5	2068.3	11.495	0.402	0.0147	2068.7	11.510	△9
											4.5	2162.4	13.570	0.402	0.0147	2162.8	13.585	
											6.5	2280.1	15.257	0.402	0.0147	2280.5	15.272	
32			新桥组一社民房	Y33G~Y33+1	单回	线路东南侧约 22m	31	500kV 屏思一线东南侧最近约 22m	/	1F 坡顶+3F 坡顶，高约 3m~11m	1.5	1190.0	6.350	0.402	0.0147	1190.4	6.365	△9
											4.5	1205.1	7.027	0.402	0.0147	1205.5	7.042	
											7.5	1234.8	7.782	0.402	0.0147	1235.2	7.797	
33			狮子沟组看护房	现状#32~Y33G	单回	线路东侧约 6m	19	500kV 屏思一线东侧最近约 6m	/	1F 坡/平顶+2F 坡/平顶，高约 3m~8m	1.5	3760.9	38.075	0.402	0.0147	3761.3	38.090	△9
						线路两侧，最近为西侧约 15m					1.5	2461.9	13.257	0.402	0.0147	2462.3	13.272	
											5.5	2533.7	15.948	0.402	0.0147	2534.1	15.963	
											9.5	2665.7	19.025	0.402	0.0147	2666.1	19.040	
34		沙坪坝区	机房院子组民	现状#31~#3	单回	线路两侧，最近	28（敏感目标处最低）	500kV 屏思一线西侧最	/	1F 坡顶+2F 坡/平顶+3F	1.5	1958.6	11.767	0.402	0.0147	1959.0	11.782	△9
											4.5	2068.5	14.014.	0.402	0.0147	2068.9	14.029	

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
		凤凰镇胡南坝村	房	2		为西侧约 5m		近约 5m		坡顶，高约 3m~10m	7.5	2297.3	16.940	0.402	0.0147	2297.7	16.955	
35		沙坪坝区回龙坝镇下沙滩村	十八组民房	#Y28G~现状#29	单回	线路东南侧约 12m	40	500kV 屏思一线东南侧最近约 12m	/	1F 坡/平顶+2F 坡顶+3F 坡/平顶，高约 4m~10m	1.5	1013.4	5.830	0.402	0.0147	1013.8	5.845	△9
											4.5	1039.5	6.565	0.402	0.0147	1039.9	6.580	
											7.5	1092.3	7.436	0.402	0.0147	1092.7	7.451	
											11.5	1207.2	8.866	0.402	0.0147	1207.6	8.881	
36		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房⑤	#Y28G~现状#29	单回	线路西侧约 28m	40	500kV 屏思一线西侧最近约 28m	桐子湾~科学城线路西南侧最近约 8m	1F 平顶+2F 坡顶+3F 平顶，高约 4m~9m	1.5	768.1（屏思一线）	4.117（屏思一线）	0.402	0.0147	1692.2	12.716	△9
												923.7（桐子湾~科学城）	8.584（桐子湾~科学城）					
											5.5	778.9（屏思一线）	4.599（屏思一线）	0.402	0.0147	1766.2	15.504	
												986.9（桐子湾~科学城）	10.890（桐子湾~科学城）					
											7.5	788.9（屏思一线）	4.863（屏思一线）	0.402	0.0147	1838.3	17.267	

序号	线路名称	电磁环境敏感目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			导线对地最低高度(m)	与其他线路/变电站相对位置关系		建筑物楼层/高度	预测高度（m）	贡献值①		背景值（现状值）②		预测结果③		监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离		现状	拟建/拟迁改			工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	
												1049.0（桐子湾~科学城）	12.389（桐子湾~科学城）					
											10.5	809.2（屏思一线）	5.288（屏思一线）	0.402	0.0147	1998.6	20.560	
												1189.0（桐子湾~科学城）	15.257（桐子湾~科学城）					
37		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房⑥	Y27G~Y28G	单回	线路东侧最近约 10m	22（敏感目标处最低）	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	桐子湾~科学城线路西侧最近约 18m	1F 坡顶+2F 坡顶+3F 坡顶，高约 5m~11m	1.5	2610.3	12.380	0.402	0.0147	2610.7	12.395	△9
											5.5	2789.6	15.564	0.402	0.0147	2790.0	15.579	
											8.5	3188.3	20.329	0.402	0.0147	3188.7	20.344	
			看护房等			线路两侧，最近为西侧约 5m		500kV 屏思一线西侧最近约 5m	/	1F 坡/平顶+2F 坡顶，高约 3m~10m	1.5	2932.5	15.814	0.402	0.0147	2932.9	15.829	
											5.5	3197.1	20.556	0.402	0.0147	3197.5	20.571	
											9.5	3811.0	27.589	0.402	0.0147	3811.4	27.604	

备注：①敏感目标处贡献值按该处最近距离、最高楼层进行预测；并行线路共有/包夹敏感目标考虑了并行线路影响。

②背景值（现状值）采用该敏感目标处监测值或能代表其电磁环境质量的现状监测值；500kV 屏思一线迁改段敏感目标监测值均受现状 500kV 屏思一线路影响，故该段敏感目标处预测值仅考虑本工程建成后的线路贡献值和背景值（选取监测点位中较大的背景值）叠加影响，不再重复考虑已有 500kV 屏思一线贡献值；

③敏感目标处预测结果均为理论预测值叠加本评价监测值；工频电场强度预测结果按照“四舍五入”保留 1 位小数、工频磁感应强度预测结果保留 3 位小数；

④该处敏感目标为新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路和新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路共有敏感目标，贡献值考虑了两条线路叠加影响；

⑤该处敏感目标部分民房位于新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路和 500kV 屏思一线迁改段交叉跨越处，贡献值保守考虑两个子项线路对最近处敏感目标贡献值叠加。

⑥该处敏感目标为新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路和 500kV 屏思一线迁改段共有敏感目标，贡献值考虑了两条线路叠加影响；

⑦该处敏感目标为新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路和 220kV 屏桐东西线迁改段共有敏感目标，贡献值考虑了两条线路叠加影响。

由以上预测结果可知，在满足设计规范及本评价提出的导线对地高度要求的前提下，本项目建成投运后，线路沿线典型电磁环境敏感目标处工频电场强度预测值在（107.4~3811.4）V/m 之间、工频磁感应强度预测值在（1.124~38.090）μT 之间，均低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及 100μT 的公众曝露控制限值。根据工频电磁场的衰减规律，本工程实施后，评价范围内电磁环境敏感目标处的工频电场强度和工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的公众曝露控制限值要求。

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线弧垂调整段监测点位工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状变化不大，电磁环境与现状相比变化不大，因此，弧垂调整段电磁环境敏感目标处的工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

6.1.4 电缆输电线路电磁环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本项目电缆线路的电磁环境影响预测应采用类比监测的方式进行预测评价。

根据《浅述多回路不同电压电缆线路电磁环境影响评价方法》（何清怀，四川省首届环境影响评价学术研讨会论文集[C]，2009 年，[A]）研究结论：

①电缆线路产生的工频电场强度与电压等级、回路数无直接关系，原因是电缆线路的工频电场可以通过电缆外层的金属屏蔽层和铠装层进行有效屏蔽；

②电缆线路产生的工频磁感应强度较小，且随电缆通道中心线距离的增加总趋势减少，最大值基本位于电缆通道中心线上，但均低于标准限值；

③同电压不同回路共沟电缆线路产生的工频磁感应强度随回路数增加略有增大，但增加幅度不大。

（1）类比对象

天马~科学城牵引站 220kV 线路工程（电缆部分）为 220kV 单回电缆线路，本次评价选取了 220kV 秦胜 2M39 线/220kV 东秦 4531 线/220kV 秦梅 2582 线/220kV 秦梅 2581 线作为类比对象，类比对象与本项目新建 220kV 单回电缆线路的可比性分析详见表 6.1-40。

表 6.1-40 本项目新建 220kV 电缆线路与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 秦胜 2M39 线/220kV 东秦 4531 线/220kV 秦梅 2582 线 /220kV 秦梅 2581 线	新建 220kV 单回电缆线路	可比性分析
电压等级	220kV	220kV	一致
电缆回路数	四回	单回	本项目优
敷设方式	排管	排管、电缆沟	类似
电缆型号	JLW03-64/220kV-1×40-2500mm^2	ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500mm^2	类似
电缆埋深	≥1.5m	最浅埋深约 1.5m	一致
地理位置	江苏省南京市	重庆市北碚区	/
气候条件	亚热带季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

由上表可知，本项目输电线路与类比工程电压等级、埋深相同，敷设方式及电缆型号类似，本工程电缆回路数较类比线路少，因此，类比工程选择该线路是合理和可行的。

2）类比监测因子

工频电场、工频磁场。

3）类比监测方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》(HJ681-2013)

4）类比监测仪器

SEM-600 电磁辐射分析仪，监测期间在仪器检定有效期内。

5）类比监测条件及运行工况

类比线路监测时的环境条件见表6.1-41，运行工况见表6.1-42。

表 6.1-41 监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）
2023.9.18	多云	28~32	59~62

表 6.1-42 监测期间运行工况

名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 秦胜 2M39 线	2023.9.18	222.1~223.1	158.2~304.1
220kV 东秦 4531 线		223.4~225.2	157.2~311.2
220kV 秦梅 2582 线		221.3~223.5	157.1~302.3
220kV 秦梅 2581 线		221.8~223.6	157.2~303.1

6）类比监测布点

类比线路监测以南京全杉汽车工程塑料有限公司门口的电缆线路正上方，沿两侧方向，距电缆管廊中心线距离 0~7m 内每隔 1m 布设一个点，分别测量离地 1.5m 处的电场强度及磁感应强度。

7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.1-43。

表 6.1-43 220kV 秦胜 2M39 线/220kV 东秦 4531 线/220kV 秦梅 2582 线/220kV 秦梅 2581 线电缆工频电场、工频磁场监测结果

测点序号	工程名称	测点位置描述	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	南京全杉汽车工程塑料有限公司门口，电缆线路正上方，沿南侧方向，距电缆管廊中心线距离	0m	20.9	0.424
2		1m	17.2	0.325
3		2m	12.3	0.260
4		3m	11.9	0.213
5		4m	7.1	0.191
6		5m	6.6	0.177
7		6m	3.2	0.160
8		7m	2.2	0.143
9	南京全杉汽车工程塑料有限公司门口，电缆线路正上方，沿北侧	1m	20.1	0.431
10		2m	17.4	0.347

11	方向，距电缆管廊中心线距离	3m	13.5	0.291
12		4m	10.7	0.245
13		5m	8.4	0.188
14		6m	5.1	0.159
15		7m	3.5	0.145

注：以表 6.1-43 中“沿北侧方向”数据为负轴，“沿南侧方向”数据为正轴。

图 6.1-40 220kV 秦胜 2M39 线/220kV 东秦 4531 线/220kV 秦梅 2582 线/220kV 秦梅 2581 线工频电场强度随距离的变化趋势

注：以表 6.1-43 中“沿北侧方向”数据为负轴，“沿南侧方向”数据为正轴。

图 6.1-41 220kV 秦胜 2M39 线/220kV 东秦 4531 线/220kV 秦梅 2582 线/220kV 秦梅 2581 线工频磁感应强度随距离的变化趋势

由类比监测结果可以看出，类比线路监测点位距电缆管廊中心（0～7m）范围内工频电场强度在（2.2~20.9）V/m 之间，电缆线路对工频电场的贡献较小，且工频电场强度

随着距电缆管廊中心线距离的增加减小，最大值位于距电缆管廊中心线上，远低于4000V/m 的标准限值要求；类比线路监测点位距线路中心（0～7m）范围内工频磁感应强度在（0.143～0.431）μT 之间，电缆线路对工频磁场的贡献较小，且工频磁感应强度随距电缆管廊中心线距离的增加整体呈现减小趋势，最大值位于距电缆管廊中心线 1m 处，且远低于 100μT 的标准限值要求。

根据类比分析结果，本工程 220kV 单回电缆线路建成后，输电线路运行产生的工频电场和工频磁场贡献值较小，可以满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的限值要求，并呈现与电缆管廊中心线距离增加，工频电场强度、工频磁感应强度逐渐减小的衰减趋势。

6.1.5 电磁环境影响评价结论

6.1.5.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程电磁环境影响评价结论

根据类比监测结果，预计桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程建成投运后间隔扩建侧厂界的工频电场强度和工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及 100μT 的评价标准。

6.1.5.2 本项目架空输电线路电磁环境影响评价结论

（1）类比评价

根据类比评价结果，本项目架空输电线路建成运行后，线路沿线的工频电磁场可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

（2）模式预测

根据模式预测计算结果及其分布曲线：

①220kV 双回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 8.8m（非居民区）时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

②220kV 四回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 四回路挂单回线架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相导线对地最低高度 51.8m 时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

③220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 15.6m（非居民区）时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度17m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求。

④220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑤220kV/110kV 混压四回架空线路

经预测，220kV/110kV 混压四回架空线路在采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相导线对地高度22m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑥500kV 单回架空线路

经预测，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制

限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m的要求。

⑦500kV单回架空线路及220kV同塔双回架空线路并行段

经预测，500kV单回架空线路与220kV同塔双回架空线路并行段，500kV线路采用CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线最低对地高度25m，220kV线路采用220-HB21S-ZCK塔型，下相线导线最低对地高度17m时，距地面高1.5m处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m的要求。

（3）空间分布结论

①220kV双回路挂单回线架空线路

经预测，经预测，220kV双回路挂单回线路采用220-GB21S-JC4塔型、下相线导线对地高度15m时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m以上的距离（满足二者条件之一即可）。

②220kV四回路挂单回线架空线路

经预测，220kV四回路挂单回线路采用CQ-220-HA21TQ-DJXD塔型、下相线导线对地最低高度51.8m时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m以上的距离（满足二者条件之一即可）。

③220kV同塔双回（桐子湾~科学城段）架空线路

经预测，220kV同塔双回线路（桐子湾~科学城段）采用220-HB21S-ZCK塔型、下相线导线对地高度17m时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m以上的距离（满足二者条件之一即可）。

④220kV同塔双回（220kV屏桐东西线迁改段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑤220kV/110kV 混压四回架空线路

经预测，220kV/110kV 混压四回架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线对地高度 22m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑥500kV 单回架空线路

经预测，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持13m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持17m 以上的距离（满足二者条件之一即可）

⑦500kV 单回架空线路及 220kV 同塔双回架空线路并行段

经预测，500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度 25m，220kV 线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，500kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m 以上的距离或 220kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，500kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 14m 以上的距离、220kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 7m 以上的距离。

⑧220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段

经预测，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 30.5m，220kV 双回路挂单回线采用 220-GB21S-JC4 塔型，下相线导线最低对地高度 29.7m 时，在不考虑

风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑨220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段

经预测，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑩220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（桐子湾~科学城段）并行段

本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度 22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV/110kV 混压四回最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV/110kV 混压四回导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离、220kV 双回（屏桐东西线迁改）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 5m 以上的距离。

（3）弧垂调整段架空线路

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状基本一致，电磁环境与现状相比变化不

大，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

6.1.5.3 本项目电缆线路电磁环境影响评价结论

根据类比评价结果，本项目电缆输电线路建成运行后，线路沿线的工频电磁场可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

6.1.5.4 环境敏感目标的电磁环境影响预测结论

由理论预测结果可知，在满足设计规范及本评价提出的导线对地高度要求的前提下，本项目建成投运后，线路沿线典型电磁环境敏感目标处工频电场强度预测值在（107.4~3811.4）V/m 之间、工频磁感应强度预测值在（1.124~38.090）μT 之间，均分别低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及 100μT 的公众曝露控制限值。根据工频电磁场的衰减规律，本工程实施后，评价范围内电磁环境敏感目标处的工频电场强度和工频磁感应强度均小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的公众曝露控制限值。

6.2 声环境影响预测与评价

6.2.1 桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程声环境影响评价

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程无新增声源设备，对周围声环境影响很小。桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程建成投运后，间隔扩建侧厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求，周围的声环境保护目标处的环境噪声可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

6.2.2 架空输电线路声环境影响分析

6.2.2.1 500kV 单回架空线路

（1）类比对象

本次评价选择 500kV 西马线作为 500kV 单回架空线路类比监测对象，500kV 西马线与本项目新建 500kV 架空线路的可比性分析详见表 6.2-1。

表 6.2-1 本项目新建 500kV 线路与类比线路对比情况一览表

项目	500kV 西马线（类比）	本项目新建 500kV 单回架空线路	可比性分析
电压等级	500kV	500kV	一致
架设型式	单回	单回	一致
导线排列	三角排列	三角排列	一致
导线型号	4×JL/G1A-400/50	4×JL3/G1A-400/35	导线截面积类似
导线型式	4 分裂	4 分裂	一致
导线分裂间距	450mm	450mm	一致
导线对地最低	21m（类比监测处）	19m	类似

高度			
地理位置	云南省曲靖市	重庆市沙坪坝区	/
气候条件	亚热带高原季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 500kV 线路导线对地最低高度根据平断面图得出。

类比线路 500kV 西马线与本项目新建 500kV 单回输电线路在电压等级、架设型式、导线排列、分裂数及分裂间距等方面均一致，导线截面积及导线对地最低高度类似。因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目新建 500kV 单回输电线路运行期产生的声环境进行类比预测。

（2）类比监测因子

等效连续 A 声级。

（3）类比监测方法

《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

（4）类比监测仪器

B&K2250 多功能声级计，监测期间在仪器检定有效期内。

（5）类比监测条件及运行工况

表 6.2-2 类比监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）	风速（m/s）
2018.01.09	阴	1~3	50~61	1.0~1.1

表 6.2-3 类比监测期间运行工况

监测日期	运行工况	
	电压（kV）	电流（A）
2018.01.09	534.3~542.6	52.2~207.8

（6）类比监测布点

类比线路监测以弧垂最低位置处中相导线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向西北侧监测，边导线内测点间距 4m、边导线外测点间距 5m，测量距地面高 1.2m 处的连续等效 A 声级，测至边导线投影点外 50m 处为止。测点周围平坦开阔，周边无其它噪声源，符合监测技术条件要求。

（7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.2-4。

表 6.2-4 类比线路噪声类比监测结果

序号	监测位置		昼间监测值 dB(A)	夜间监测值 dB(A)
1	500kV 西马线 24#~25#档距间衰减断面（线高 21m）	0m（线路中心）	38.2	36.6
2		4m（边导线内）	38.3	36.6
3		8m（边导线地面投影处）	38.5	36.7
4		13（边导线外 5m）	38.7	37.0

5		18（边导线外 10m）	38.5	36.8
6		23（边导线外 15m）	38.4	36.8
7		28（边导线外 20m）	38.2	36.6
8		33（边导线外 25m）	37.9	36.5
9		38（边导线外 30m）	37.6	36.3
10		43（边导线外 35m）	37.5	36.0
11		48（边导线外 40m）	37.2	35.9
12		53（边导线外 45m）	37.1	35.9
13		58（边导线外 50m）	37.0	35.7

由类比监测数据可知，正常运行状态下500kV 西马线监测衰减断面上昼间噪声监测值在（37.0~38.7）dB(A)之间，夜间噪声监测值在（35.7~37.0）dB(A)之间。类比监测结果均满足1类标准（昼间55dB(A)、夜间45dB(A)）限值要求。

类比线路噪声监测衰减断面位于农村区域，根据类比监测结果，输电线路0~50m范围内的监测断面处昼、夜间噪声监测结果均满足1类标准限值要求，且变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。因此，本项目500kV单回输电线路建成投运后，产生的噪声对周围环境的影响也很小。

6.2.2.2 220kV 同塔双回架空线路

（1）类比对象

本次评价选择 220kV 大搬一、二线作为 220kV 双回架空线路类比监测对象，220kV 大搬一、二线与本项目新建 220kV 双回架空线路的可比性分析详见表 6.2-5。

表 6.2-5 本项目新建 220kV 线路与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 大搬一、二线（类比对象）	新建 220kV 双回架空线路		可比性分析
电压等级	220kV	220kV		一致
架设型式	双回	双回		一致
导线排列	垂直排列	垂直排列	垂直排列	一致
导线型号	JL3/G1A-400/35	2×JL3/G1A-400/35（220kV 屏桐东西线迁改）	2×JL3/G1A-630/45（桐子湾~科学城段）	类比线路为单导线，本工程导线为双分裂，导线分裂数更多，产生的可听噪声更小；桐子湾~科学城段导线截面积较类比线路更大，产生的可听噪声更小；220kV 屏桐东西线迁改段导线截面积与类比线路一致。
导线分裂数	单导线	双分裂	双分裂	
导线分裂间距	/	450mm	500mm	
导线对地最低高度	8.5m（监测断面处）	20m	15.6m	本项目优
地理位置	四川省南充市	重庆市沙坪坝区		/

项目	220kV 大搬一、二线（类比对象）	新建 220kV 双回架空线路	可比性分析
气候条件	中亚热带湿润季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 220kV 线路导线对地高度根据平断面图读取。

类比线路 220kV 大搬一、二线与本项目新建 220kV 双回输电线路在电压等级、架设型式、导线排列等方面均一致；类比线路为单导线，本项目导线为双分裂，导线分裂数更多，产生的可听噪声更小；本项目导线对地最低高度更高，因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目新建 220kV 双回输电线路运行期产生的声环境进行类比预测。

（2）类比监测因子

等效连续 A 声级。

（3）类比监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（4）类比监测仪器

AWA6228+声级计、AWA6021A 声校准器，监测期间在仪器检定有效期内。

（5）类比监测条件及运行工况

表 6.2-6 类比监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）	风速（m/s）
2022.3.1	晴	17.5~19.8	39.5~40.7	0.7~1.1

表 6.2-7 类比监测期间运行工况

线路名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 大搬一线	2022.3.1	207.6	93.41
220kV 大搬二线		204.9	94.00

（6）类比监测布点

类比线路监测以线路边导线投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，测至距线路边导线地面投影外 50m 处止。测点周围平坦开阔，周边无其它噪声源，符合监测技术条件要求。

（7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.2-8。

表 6.2-8 类比线路噪声类比监测结果

序号	监测位置		昼间监测值 dB(A)	夜间监测值 dB(A)
1	220kV 大搬一、二线边导线投影	0m	44	39
2		5m	43	38
3		10m	42	39

4		15m	43	37
5		20m	43	38
6		25m	43	38
7		30m	43	37
8		35m	42	37
9		40m	42	38
10		45m	43	39
11		50m	42	38

由类比监测数据可知，正常运行状态下220kV大搬一、二线监测衰减断面上昼间噪声监测值在（42~44）dB(A)之间，夜间噪声监测值在（37~39）dB(A)之间。类比监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准（昼间55dB(A)、夜间45dB(A)）限值要求。

类比线路噪声监测衰减断面位于农村区域，根据类比监测结果，输电线路0~50m范围内的监测断面处昼、夜间噪声监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准限值要求，且变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测断面处监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。因此，本项目220kV双回输电线路建成投运后，产生的噪声对周围环境的影响也很小。

6.2.2.3 220kV/110kV 混压四回架空线路

（1）类比对象

本次评价选择220kV滨季2K73/2K74线/110kV季鑫758/季台759线为220kV/110kV混压四回架空线路类比监测对象，220kV滨季2K73/2K74线/110kV季鑫758/季台759线与本项目新建220kV/110kV混压四回架空线路的可比性分析详见表6.2-9。

表6.2-9 本项目新建220kV/110kV混压四回架空线路与类比线路对比情况一览表

项目	220kV滨季2K73/2K74线/110kV季鑫758/季台759线（类比对象）	新建220kV/110kV混压四回架空线路	可比性分析
电压等级	220kV/110kV	220kV/110kV	一致
架设型式	混压四回	混压四回	一致
导线排列	垂直排列	垂直排列	一致
导线型号	220kV：2×JL/G1A-400/35 110kV：JL/G1A-300/25	220kV：2×JL3/G1A-630/45 110kV：2×JL3/G1A-300/40	类似。
导线分裂数	220kV：双分裂 110kV：单导线	220kV：双分裂 110kV：双分裂	
导线分裂间距	220kV：400mm 110kV：/	220kV：500mm 110kV：400mm	
导线对地最低高度	17m（类比监测处）	22m	本项目优
地理位置	江苏省无锡市	重庆市沙坪坝区	/

项目	220kV 滨季 2K73/2K74 线/110kV 季鑫 758/季台 759 线（类比对象）	新建 220kV/110kV 混压四回架空线路	可比性分析
气候条件	亚热带季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 220kV/110kV 混压四回线路导线对地高度根据平断面图读取。

类比线路 220kV 滨季 2K73/2K74 线/110kV 季鑫 758/季台 759 线与本项目新建 220kV/110kV 混压四回架空线路在电压等级、架设型式、导线排列等方面均一致，导线型号、分裂数及分裂间距类似，本项目导线最低对地高度更高，产生的可听噪声更小，因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目新建 220kV/110kV 混压四回架空线路运行期产生的声环境进行类比预测。

（2）类比监测因子

等效连续 A 声级。

（3）类比监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（4）类比监测仪器

AWA6228 声级计、AWA6221A 声校准器，监测期间在仪器检定有效期内。

（5）类比监测条件及运行工况

表 6.2-10 类比监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）	风速（m/s）
2020.9.18	阴	16~22	62~75	1.2~2.3

表 6.2-11 类比监测期间运行工况

线路名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 滨季 2K73 线	2020.9.18	221.1~221.6	102.5~105.7
220kV 滨季 2K74 线		224.4~225.1	94.2~95.3
110kV 季鑫 758 线		111.7~112.0	49.2~55.6
10kV 季台 759 线		113.5~113.7	81.1~83.2

（6）类比监测布点

类比线路监测以弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，测至距两杆塔中央连线对地投影外 50m 处止。测点周围平坦开阔，周边无其它噪声源，符合监测技术条件要求。

（7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.2-12。

表 6.2-12 类比线路噪声类比监测结果

序号	监测位置		昼间监测值 dB(A)	夜间监测值 dB(A)
1	220kV 滨季	0m	45.6	42.6

2	2K73/2K74 线#38 塔、110kV 季鑫 758/季台 759 线#3 塔~220kV 滨季 2K73/2K74 线#37 塔、110kV 季鑫 758/季台 759 线#4 塔间线路中央弧垂最低位置的横截面方向上，距弧垂最低位置处档距对应两杆塔中央连线对地投影点（线高 17m）	5m	45.8	42.4
3		10m	45.6	42.5
4		15m	45.5	42.2
5		20m	45.7	42.4
6		25m	45.7	42.1
7		30m	45.4	42.5
8		35m	45.6	42.3
9		40m	45.4	42.3
10		45m	45.5	42.0
11		50m	45.7	41.9

由类比监测数据可知，正常运行状态下220kV 滨季2K73/2K74线/110kV 季鑫758/季台759线监测衰减断面上昼间噪声监测值在（45.4~45.8）dB(A)之间，夜间噪声监测值在（41.9~42.6）dB(A)之间。类比监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准（昼间55dB(A)、夜间45dB(A)）限值要求。

类比线路噪声监测衰减断面位于农村区域，根据类比监测结果，输电线路0~50m 范围内的监测断面处昼、夜间噪声监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准限值要求，且变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测断面处监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。因此，本项目220kV/110kV 混压四回架空线路建成投运后，产生的噪声对周围环境的影响也很小。

6.2.2.4 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线架空线路

（1）类比对象

本次评价选择 220kV 茶梅 2912 线作为 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回架空线路类比监测对象，220kV 茶梅 2912 线与本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回架空线路的可比性分析详见表 6.2-13。

表 6.2-13 本项目 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线与类比线路对比情况一览表

项目	220kV 茶梅 2912 线（类比对象）	新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回架空线路	可比性分析
电压等级	220kV	220kV	一致
架设型式	双回路挂单回线	四回路挂单回线、双回路挂单回线	类似
导线排列	垂直排列	垂直排列	一致
导线型号	2×JL/G1A-400/35	2×JL3/G1A-630/45	本项目导线截面积更大，产生的可听噪声更小，本项目优
导线型式	双分裂	双分裂	一致
导线分裂间距	400mm	500mm	类似
导线对地最低高度	16m（类比监测处）	四回路挂单回段：51.8m 双回路挂单回段：除构架进线档外	类似

		外，其余段最低 15m	
地理位置	江苏省常州市	重庆市沙坪坝区	/
气候条件	亚热带季风气候	亚热带季风性湿润气候	/

备注：本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线导线对地高度根据平断面图读取。

类比线路 220kV 茶梅 2912 线与本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回输电线路在电压等级、导线排列等方面均一致；导线最低对地高度类似；本项目导线截面积更大，产生的可听噪声更小，分裂间距类似，因此，类比对象的选择合理，可以通过类比对象的监测结果对本项目新建 220kV 四回路挂单回线、双回路挂单回线运行期产生的声环境进行类比预测。

（2）类比监测因子

等效连续 A 声级。

（3）类比监测方法

《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（4）类比监测仪器

AWA6228+声级计、AWA6021A 声校准器，监测期间在仪器检定有效期内。

（5）类比监测条件及运行工况

表 6.2-14 类比监测环境条件

监测日期	天气	环境温度（℃）	相对湿度（%）	风速（m/s）
2020.12.5	多云	1~8	53~61	1.2~1.7

表 6.2-15 类比监测期间运行工况

线路名称	监测日期	运行工况	
		电压（kV）	电流（A）
220kV 茶梅 2912 线	2020.12.5	222.6~223.8	117.7~155.4

（6）类比监测布点

类比线路监测以线路弧垂最低位置处中相导线对地投影点为监测原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为 5m，测至距线路中相导线对地投影外 50m 处止。测点周围平坦开阔，周边无其它噪声源，符合监测技术条件要求。

（7）类比监测结果及分析

类比监测结果见表 6.2-16。

表 6.2-16 类比线路噪声类比监测结果

序号	监测位置		昼间监测值 dB(A)	夜间监测值 dB(A)
1	220kV 茶梅 2912 线 #10~#11 间线路中央弧垂最低位置的横截面方向上，距弧垂最低位置处中相导线对	0m	39.1	36.9
2		5m	39.2	37.4
3		10m	39.2	37.3
4		15m	39.7	37.0
5		20m	39.3	37.3

6	地投影点（线高 16m）	25m	39.4	37.2
7		30m	39.4	37.3
8		35m	39.2	36.9
9		40m	39.3	37.2
10		45m	39.4	37.4
11		50m	39.1	37.4

由类比监测数据可知，正常运行状态下220kV 茶梅2912线监测衰减断面上昼间噪声监测值在（39.1~39.7）dB(A)之间，夜间噪声监测值在（36.9~37.4）dB(A)之间。类比监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准（昼间55dB(A)、夜间45dB(A)）限值要求。

类比线路噪声监测衰减断面位于农村区域，根据类比监测结果，输电线路0~50m范围内的监测断面处昼、夜间噪声监测结果均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准限值要求，且变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测断面处监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。因此，本项目220kV四回路挂单回线、双回路挂单回线输电线路建成投运后，产生的噪声对周围环境的影响也很小。

6.2.2.5 弧垂调整段架空线路声环境影响分析

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位声环境现状监测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状变化不大，参考现状监测结果，可以预测其声环境质量亦能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.2.3 声环境保护目标预测分析

本项目线路沿线声环境保护目标处声环境影响评价从最不利角度采用现状监测值叠加线路噪声贡献值来进行达标分析（未布设监测点位的声环境保护目标，选取具有代表性的声环境保护目标处声环境质量监测值作为现状值进行达标分析），其中线路噪声贡献值从最不利角度利用类比线路在距声环境保护目标水平距离相同处的断面监测值，如声环境保护目标距线路水平距离位于类比线路两个相邻监测点位之间时，则线路噪声贡献值按最不利情况取两个相邻监测点位中的噪声监测最大值。预测结果详见下表6.2-17。

表 6.2-17 本项目线路沿线声环境保护目标处声环境影响预测结果一览表

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值）dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
1	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路、临时方案	沙坪坝区凤凰镇八字桥村	沙坪坝区开心餐饮俱乐部	B1~B2	双设单挂	线路西南侧约 14m	/	/	39.7	37.0	/	/	49	43	49.5	44.0	0.5	1.0	2 类	★5
2	新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路		何家坝组民房	B2~B4	四回路挂单回	线路西南侧约 20m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
3		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组五社民房	B4~B5	四回路挂单回	线路西侧约 25m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
4				B5~B6	双设单挂	线路东北侧约 25m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
5			新桥组一社民房	B7~B8	双设单挂	线路西南侧约 21m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
				B8~B9		线路东侧约 38m	500kV 屏思二线西侧最近约 47m	/	39.3	37.2	/	/	47	40	47.7	41.8	0.7	1.8	1 类	★4
6			狮子沟组民房	B9~B11	双设单挂	线路两侧，最近为西侧约 26m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
7			花房子组民房等	B10~B11	双设单挂	线路西侧约 3m	/	/	39.2	37.4	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
8			机房院子组民房	B11~B12	双设单挂	线路两侧，最近为西北侧约 20m	/	/	39.4	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值） dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
9	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	蔡家坪组民房、大土堡组民房	B12~B14	双设单挂	线路两侧，最近为北侧约 6m	500kV 屏思一线东侧最近约 11m	/	39.2	37.4	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
10			陈家坨组民房	B14~B15	双设单挂	线路东北侧约 10m	/	/	39.7	37.3	/	/	47	42	47.7	43.3	0.7	1.3	1 类	★8
11			双堰塘组民房	B17~B18	双设单挂	线路东北侧约 3m	/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 37m	39.2	37.4	42	38	50	46	50.9	47.1	0.9	1.1	3 类	★9
			双堰塘组民房		双设单挂	线路东北侧约 13m	/	桐子湾~科学城拟建线路东北侧最近约 47m	39.7	37.3	43	39	50	46	51.1	47.3	1.1	1.3	3 类	★9
12			肖家湾组民房	B18~B19	双设单挂	线路东北侧约 6m	/	/	39.2	37.4	/	/	50	46	50.3	46.6	0.3	0.6	3 类	★9
13			肖家湾组民房	N25~N26	双设单挂	线路两侧，最近为东北侧约 6m	/	/	39.2	37.4	/	/	50	46	50.3	46.6	0.3	0.6	3 类	★9
14			双堰塘组民房	N23~N24	同塔双回	线路东北侧约 37m（天马~科学城线路东北侧约 3m）	/	天马~科学城拟建线路东北侧约 3m	42	38	39.2	37.4	50	46	50.9	47.1	0.9	1.1	3 类	★9

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值） dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
			黄家嘴组民房		同塔双回	线路西南侧约 5m	/	天马~科学城拟建线路东北侧最近约 51m	43	38	39.1	37.4	50	46	51.1	47.1	1.1	1.1	3 类	★9
15		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房	N21~N22	同塔双回	线路东侧约 6m	/	/	43	39	/	/	47	42	48.5	43.8	1.5	1.8	1 类	★8
16			鼎锅寨组民房	N19~N20	同塔双回	线路西南侧约 8m	500kV 屏思一线西侧最近约 28m	本次迁改后 500kV 屏思一线西侧最近约 28m	43	39	37.9	36.5	47	42	48.8	44.5	1.8	2.5	1 类	★8
17			鼎锅寨组民房	N18~N19	同塔双回	线路东侧约 14m	/	/	43	39	/	/	47	42	48.5	43.8	1.5	1.8	1 类	★8
18		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房	N18~N19	同塔双回	线路西侧约 18m	500kV 屏思一线迁东侧约 16m	本次迁改后 500kV 屏思一线迁东侧约 16m	43	38	38.4	36.8	58	47	58.2	47.9	0.2	0.9	4a 类	★6
						线路西侧约 23m（500kV 屏思一线迁改段东侧约 10m）	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	本次迁改后 500kV 屏思一线东侧最近约 10m	43	38	38.5	36.8	52	43	52.7	44.9	0.7	1.9	2 类	★5
19			民房	N17~N18	同塔双回	线路东侧约 8m	/	/	43	39	/	/	47	42	48.5	43.8	1.5	1.8	1 类	★8
20			十一社民房	N16~N17	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 12m	/	/	43	39	/	/	47	42	48.5	43.8	1.5	1.8	1 类	★8

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值） dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
21		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	民房	N15~N16	同塔双回	线路西侧约 3m	/	/	44	39	/	/	47	42	48.8	43.8	1.8	1.8	1 类	★8
22				N13~N14	同塔双回	线路西侧约 26m	/	/	43	38	/	/	47	42	48.5	43.5	1.5	1.5	1 类	★8
23		沙坪坝区凤凰镇和五福村	十二社民房	N11~N13	同塔双回	线路两侧，最近为西侧约 5m	500kV 屏思二线西北侧最近约 8m	/	43	38	/	/	47	40	48.5	42.1	1.5	2.1	1 类	★4
24		沙坪坝区凤凰镇威灵寺村	塔坪坡组民房	N10~N11	同塔双回	线路两侧，最近为东北侧约 16m	500kV 屏思二线西北侧最近约 25m	/	43	38	/	/	47	40	48.5	42.1	1.5	2.1	1 类	★4
25		沙坪坝区凤凰镇五福村	十四组民房	N8~N9	同塔双回	线路两侧，最近为东侧约 7m	/	/	43	39	/	/	47	42	48.5	43.8	1.5	1.8	1 类	★8
26		沙坪坝区土主街道李家坝村	看护房	N3~N4	混压四回	线路北侧约 9m	220kV 屏桐东西线北侧最近约 9m	本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 70m	45.7	42.4	/	/	46	43	48.9	45.7	2.9	2.7	2 类	★3
27		沙坪坝区回龙坝镇真武山村	10 组看护房 1、2	N1~N2	同塔双回	线路两侧，最近为南侧约 10m	桐子湾 220 变电站西北侧最近约 50m，220kV 屏桐东西线北侧约 4m	/	42	39	/	/	48	43	49.0	44.5	1.0	1.5	2 类	★2

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值） dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
	新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路、220kV 屏桐东西线迁改		10 组看护房 3	#PT32G~现状#33（220kV 屏桐东西线）、N1~N2（桐子湾~科学城）	同塔双回	桐子湾~科学城线路南侧约 40m、220kV 屏桐东西线北侧约 1m	220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	桐子湾~科学城线路南侧最近约 40m、本次迁改后 220kV 屏桐东西线北侧最近约 1m	44	39	/	/	46	43	48.1	44.5	2.1	1.5	2 类	★3
31	500kV 屏思一线迁改段	沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	王家湾组民房	Y33+1~Y34G	单回	线路两侧，最近为东南侧约 8m	500kV 屏思一线跨越	/	38.7	37.0	/	/	47	42	47.6	43.2	0.6	1.2	1 类	★8
32			新桥组一社民房	Y33G~Y33+1	单回	线路东南侧约 22m	500kV 屏思一线东南侧最近约 22m	/	38.2	36.6	/	/	47	42	47.5	43.1	0.5	1.1	1 类	★8
33			狮子沟组看护房	现状#32~Y33G	单回	线路两侧，最近为东侧约 6m	500kV 屏思一线东侧最近约 6m	/	38.7	37.0	/	/	47	42	47.6	43.2	0.6	1.2	1 类	★8
34		沙坪坝区凤凰镇胡南坝村	机房院子组民房	现状#31~#32	单回	线路两侧，最近为西侧约 5m	500kV 屏思一线西侧最近约 5m	/	38.7	37.0	/	/	47	42	47.6	43.2	0.6	1.2	1 类	★8
35		沙坪坝区回龙坝镇下沙滩村	十八组民房	#Y28G~现状#29	单回	线路东南侧约 12m	500kV 屏思一线东南侧最近约 12m	/	38.5	36.8	/	/	47	42	47.6	43.1	0.6	1.1	1 类	★8

序号	线路名称	声环境保护目标名称		与线路边导线地面投影相对位置关系			与其他线路/变电站相对位置关系		贡献类比值 dB(A)		交叉、并行线路贡献类比值		背景值（现状值） dB(A)		预测结果 dB(A)		预测结果较现状增量 dB(A)		执行标准	监测点位选择
				设计阶段杆塔编号	架设方式	方位及最近距离	现状	拟建/拟迁改	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
36		沙坪坝区凤凰镇杨家庙村	鼎锅寨组民房	#Y28G~现状#29	单回	线路西侧约 28m	500kV 屏思一线西侧最近约 28m	桐子湾~科学城线路西南侧最近约 8m	37.9	36.5	43	39	47	42	48.8	44.5	1.8	2.5	1 类	★8
37		沙坪坝区回龙坝镇梁滩桥村	二十社民房	Y27G~Y28G	单回	线路东侧约 16m	500kV 屏思一线东侧最近约 16m	桐子湾~科学城线路西侧最近约 18m	38.4	36.8	43	38	58	47	58.2	47.9	0.2	0.9	4a 类	★6
						线路东侧约 10m	500kV 屏思一线东侧最近约 10m	桐子湾~科学城线路西侧最近约 23m	38.5	36.8	43	38	52	43	52.7	44.9	0.7	1.9	2 类	★5
			看护房等			线路两侧，最近为西侧约 5m	500kV 屏思一线西侧最近约 5m	/	38.7	37.0	/	/	47	42	47.6	43.2	0.6	1.2	1 类	★8

根据预测结果，本项目输电线路建成后对声环境保护目标的噪声影响均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应的标准要求，项目建设前后保护目标的噪声级增加量为 0.2dB（A）~2.9dB（A）。

6.2.4 声环境影响评价结论

（1）桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程无新增声源设备，对周围声环境影响很小。桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程建成投运后，间隔扩建侧厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求，周围的声环境保护目标处的环境噪声可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）架空输电线路

根据类比监测结果，输电线路昼、夜间噪声监测断面监测数据变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测断面处监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。

由预测结果可知，本项目新建输电线路运行后，所经区域噪声仍能维持原有水平，线路沿线及评价范围内声环境保护目标仍能满足相应标准要求。

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位声环境现状监测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状基本一致，参考现状监测结果，可以预测其声环境质量亦能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

6.3 地表水环境影响分析

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员、不新增生活污水排放量及排放口、不改变站内原有的污水处理方式，可依托变电站内已有生化池处理运行期生活污水，间隔扩建不会对地表水环境产生新的影响。

输电线路运行期间无废水产生。

6.4 固体废物环境影响分析

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员、不新增生活垃圾、废铅酸蓄电池产生量、不新增含油设备，不改变原有的固体废物处理方式，间隔扩建不新增环境影响。

输电线路运行期间无固废产生。

6.5 生态影响分析

6.5.1 土地利用影响分析

项目建成后临时占地均恢复为原土地利用功能，仅塔基占用的土地将转变为建设用地，根据统计，评价区耕地、林地、草地以及其他土地等面积都有不同程度地减少，变化很小，本工程建设对评价区的土地利用类型变化影响很小。

6.5.2 陆生植物影响分析

变电站扩建间隔及电缆输电线路运行期，对周围植物基本无影响。架空输电线路运行期对植物的影响主要如下：

（1）对植被及植物资源的影响分析

输电工程在运行期内，对灌丛、灌草丛植被及植物资源没有影响。输电线路运行期间，根据相关规定，需对导线下方与树木垂直距离小于《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》要求的距离的树木树冠进行定期修剪，以保证输电线路导线与林区树木之间一定的垂直距离，满足输电线路正常运行的需要。本项目线路在前期设计中已考虑了沿线主要乔木的自然生长高度，并对经过的林区采取高跨方式通过，同时由于本项目线路大部分位于丘陵及山地区域，铁塔塔位一般选择在山腰、山脊或山顶，因地形的自然高差，线路导线最大弧垂对主要乔木自然生长高度的垂直距离一般可超过安全要求，运行期不需要大量砍伐线路走廊下方的乔木，仅需对少数特别高大的乔木的树冠顶端进行修剪，且定期修剪乔木的量很少。因此可以预测，项目运行期需砍伐树木的量很少，主要为定期的少量修剪，项目运行期对森林植物群落组成和结构影响微弱，不会促使植物群落的演替发生改变。

（2）对植物群落演替的影响分析

线路穿越密集林地，杆塔建成后塔基占地内的林地植被将完全被破坏，取而代之的是硬化基脚，形成建筑用地类型，将原来整片的林地空置出点状空地，使群落产生林窗效应，光辐射、温度、湿度、风等因素都会发生改变，而这种小气候的变化会导致杆塔附近的植物、动物和微生物等沿杆塔向林区的梯度发生不同程度的变化。根据林窗的相关研究，林窗使林下植物种类和数量发生变化，影响耐阴植物和非耐阴植物的比例，使林窗区域植被物种多样性明显高于林下，在林窗发育早期，草本和灌木较繁茂，而在发育期，中小乔木树种繁茂，林窗发育晚期，大乔木繁茂。因需保证线路运行安全，在线路运行期，基本需保持林窗发育的水平，使得塔基区域形成阳性树种与阴性树种共存。

5.1.3 陆生动物影响分析

（1）对兽类、爬行类、两栖类、鱼类动物的影响分析

输电线路为杆塔点状间隔式分布的高空架线工程，运营期对兽类、爬行类、鱼类和两栖类的迁徙不构成阻隔作用，不产生大气污染物，产生的电晕噪声很小，对环境噪声的影响很小，不对区域地面活动型动物种群数量和分布产生影响。

（2）对鸟类的影响

①本项目对鸟类迁徙的影响

根据重庆市林业局划定的首批9条候鸟迁徙通道，包括大巴山脉五里坡上神门湾段、大巴山脉雪宝山一字梁段、缙云山脉段、明月山脉段4条猛禽、鸣禽、攀禽、陆禽迁徙通道，以及长江綦江河支流江津段、长江澎溪河支流汉丰湖段、长江龙溪河支流长寿湖段、长江大宁河支流大昌湖段、双桂湖段5条游禽、涉禽迁徙通道。本项目拟建输电线路位于缙云山脉段迁徙通道东部，不在主要的候鸟迁徙通道上，因此项目对重庆市候鸟迁徙通道的鸟类迁徙影响较小。

图 6.4-1 本项目与重庆市鸟类迁徙路线相对位置关系示意图

②本项目对生态影响评价区范围内鸟类的影响分析

1）对生态影响评价区范围内迁徙鸟类的影响

通过鸟类学家们的研究发现，大多数迁徙鸟类的飞行高度一般在 600m 左右，小型迁徙鸟类的飞行高度一般在 300m 左右。根据本项目设计资料，本项目拟建输电线路的架线高度低于鸟类迁徙飞行高度。因此，本工程输电线路建设不会对生态影响评价区范围内鸟类迁徙产生影响。

2）对生态影响评价区范围内鸟类误撞、触电的影响

鸟类一般具有很好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约 100~200m 的距离下避开。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小。但是，在鸟类迁徙遇到逆风条件下，飞得较低，撞在障碍物上的几率会增加。另外，在夜间或在有雾、烟、密云和蒙蒙雨、透视度很低的白天，发生误撞而死亡的几率也会提高。目前关于输电工程线路建设导致鸟类死亡的报告也偶见报道，甚至有鸟类在高压线上触电死亡的说法。根据《输电线路鸟害研究及驱鸟装置的研制》（范作杰，2006），输电线路上活动的鸟类常见的有鹳形目、隼形目、鹤形目、鸻形目、鸽形目、雨燕目及雀形目的鸟类。其中容易引起输电线路事故的为鹳形目鹭科、鹳科，隼形目鹰科、隼科，鹤形目鹤科，鸽形目鸠鸽科及雀形目鸦科鸟类。本项目输电线路对鸟类活动的影响主要表现为鸟类在飞行中撞到输电线路和杆塔受伤以及触电事故。但分析发现，这些调查和报道多限于 35kV 及以下电压等级的线路，对 110kV 及以上电压等级线路的报道则鲜有耳闻，可能与 35kV 及以下电压等级线路导线细、线间距小导致不容易被观察到等因素有关。

本工程输电线路导线外径较粗，远超出了喜欢站立在输电线及杆塔上休憩的〔树〕麻雀、丝光椋鸟、喜鹊等鸟类的抓握能力（《江西省电网输电线路的鸟类多样性研究》（张宇等，2011））。因此，本工程对鸟类误撞、触电的影响很小。

③栖息地减少的影响

输电线路塔基工程占地占用一定面积的植被，从而会使鸟类丧失小面积的栖息地和觅食场所，被占用或是丧失的栖息地周边仍有广泛适宜的生境和栖息地，因此，鸟类生境和栖息地面积不会因项目建设而造成明显不利影响。

6.6 环境风险分析

6.6.1 桐子湾 220kV 变电站间隔扩建工程

本期扩建220kV 出线间隔1个，不新增含油设备，不增加废矿物油产生量，不新增环境风险因素。

6.6.2 输电线路工程

输电线路运行期不存在环境风险。

7 环境保护设施、措施分析与论证

7.1 环境保护设施、措施分析与论证

本项目拟采取的环保措施和环保设施是根据项目特点、设计规范、环境保护要求拟定的，大部分是在已投产的输电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合本项目自身的特点确定的。通过类比同类工程竣工环保验收情况，这些环境保护设施、措施均具备了可行性、有效性和可靠性。现阶段，本项目所有拟采取的环境保护措施投资都已纳入工程投资预算。

因此，本项目所采取的环保措施和环保设施技术可行，经济合理，可使工程产生的环境影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

7.2 环境保护设施、措施及投资估算

7.2.1 环境保护设施、措施

本次评价根据现场踏勘情况以及对项目施工期、运行期的环境影响预测结果的分析，针对本项目变电站扩建工程和输电线路工程可能存在的环保问题，提出了相应的环境保护措施。

本项目需采取的环境保护措施见表 7.2-1。项目环保措施和环保设施应与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和管理。

表 7.2-1 本项目拟采取的环境保护措施一览表

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位
设计阶段	生态影响	（1）本工程线路路径避开了生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，无法避让的林区，尽量采用线距较小的塔型穿越，在通过集中林区时，采用高跨设计。 （2）合理优化线路路径，除 500kV 屏思一线迁改段采用单回架设，其余采用双回塔挂单回线、四回塔挂单回线、同塔双回以及混压四回的架设，减少铁塔数量和占地面积；线路采用全方位高低腿铁塔与不等高基础，从设计源头减少占地面积。 （3）结合线路沿线实际情况，因地制宜设置生态植被护坡。 （4）设计时，塔位基面应向下坡方向倾斜，利于基面散水外流，保证塔基排水畅通。	设计单位

	污染影响	（1）线路路径选择时尽量避让居民区、城镇规划区。 （2）架空线路导线对地距离需满足现有设计高度，并严格按照《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）和设计高度进行施工。	设计单位
施工期	生态影响	（1）生态系统、陆生植被、植物多样性保护措施 1）避让措施 ①在线路后续设计过程中尽量优化路径，减少路径长度，尽量避让地方公益林等林分较好的区域；选择山顶或山脊立塔，尽量减少林区内立塔数量，减少土地和植被占用，从源头控制对植被的破坏。 ②在塔基定位时，根据周边地形、地势等条件，尽量避开植被密集区；线路经过林区采取高塔架设方式，控制导线与树木的垂直距离，减少砍伐线路廊道。 ③合理规划施工便道、牵引场地、材料堆放处等临时场地，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏。 ④架空线路跨越永久基本农田，不在永久基本农田内立塔；对跨越耕地的线路路段进行塔基定位时，应因地制宜优化塔基定位，尽量使塔位不落入耕地，或减少落入耕地中心的塔位，尽量使塔位落于农田的边角之上，以减少对耕地的耕作影响；结束后，除基脚外塔基区域恢复耕作。 2）减缓措施 ①控制塔基开挖作业面，采用全方位长短腿与不等高基础设计，以减少土石方开挖和植被破坏面积；塔位有坡度时应修筑护坡、排水沟，施工场地应及时恢复原有土地功能，减少水土流失。 ②设置最小施工控制带，对施工场地四周进行临时拦挡围护，严禁越界施工。 ③对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用于本项目生态恢复。基础开挖临时堆土应集中堆放，并采用临时拦挡、苫盖措施，及时回填，余方平整于塔基占地区域，采取措施进行防护，降低水土流失。 ④采用有利于生态环境保护的施工工艺。基坑开挖尽量采取人工方式，架线过程中尽量采用无人机展放线，严禁爆破施工。 ⑤施工牵张场等应优先利用线路沿线现有硬化道路、空地、荒地，施工道路应充分利用线路周边已有道路，对于没有已建道路直达的施工区域，需开辟机械施工便道的，控制便道开辟长度和宽度，从而减少施工临时占地对植被的破坏。 ⑥跨越施工场选择尽量避让植被密集区，优化跨越处的施工工艺，减少占地面积；缩短跨越施工时间，减少对跨越处植被的干扰。 ⑦施工现场使用带油料的机械器具时，应下铺彩条布等不透水、防污染材料，防止油料跑、冒、滴、漏，防止散落的固体废物和机械油污对土壤和水体造成污染。 ⑧在易发生水土流失区域，针对施工可能产生的水土流失，宜优化施工时段，避开降雨集中时段进行土石方开挖活动，并尽可能缩短工期，减少扰动时间。 3）恢复与补偿措施 ①充分收集和利用表层熟土 对于占用林地、草地、耕地部分的表层熟土在施工时应进行剥离、收集并集中保存。施工结束后把原有表土回填到开挖区表层，以利于植被恢复。 ②及时进行植被恢复 工程施工完成后，应充分考虑自然生态条件，因地制宜，及时对项目建设影响区域选用当地原生植被类型进行恢复，跟踪养护效果，确保成活率。根据不同恢复区的特点及植物现状，实行不同的恢复方案，如林地区选择“乔、灌、草”组合恢复，禁止采用外来物种进行植被恢复，防止外来入侵种的扩散；对于耕地可根据时令选择当地常见农作物复耕，尽量与周围植被保持协调。	施工单位

施工结束后临时占地应及时进行清理、松土、覆盖表层土，应按照原有土地利用类型进行生态恢复；除复耕外，对于立地条件较好的临时占地区域植被恢复尽可能利用植被自然更新，对确需进行人工种植进行植被恢复的区域，选择当地的乡土植物，严禁引入外来物种、入侵物种。

③拆除的塔基处及时进行土地平整，迹地恢复。

4）管理措施

①积极进行环保宣传，严格管理监督：施工前应印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育。

②施工期严守施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督，禁止破坏划定范围外植被的情况发生，在施工过程中，如发现受保护的野生动植物，要及时报告当地林业部门。

③在施工设计文件中应说明施工期需注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复等情况均应按设计和环评文件执行；严格要求施工单位按环保设计要求施工。

④积极采取有效措施预防火灾：加强防护林地分布较为集中的区段，在施工区及周围山上竖立防火警示牌，划出可生火范围、巡回检查、搞好消防队伍及设施的建设等，以预防和杜绝火灾发生。

⑤防治外来入侵物种的入侵、扩散：加强检验检疫工作，防止施工过程中因车辆和人员活动产生入侵物种的扩散和新的外来物种的侵入；施工过程中对遇到的外来入侵物种应予以铲除，应在植株种子未成熟前进行，若植株种子已成熟，在铲除时先用尼龙网袋套住种子部位后进行清除，同时对种子部位进行烧毁处理，防止种子扩散，造成入侵物种的进一步扩散。

（2）陆生野生动物多样性保护措施

1）避让措施

①做好施工沿线水体保护

由于水域及附近两栖爬行类动物、涉禽和游禽活动较频繁，项目施工期要做好施工废水的处理工作，禁止将施工废水直接排入水体。

②合理安排，科学组织施工

野生鸟类和兽类大多是晨、昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间；为了减少项目施工噪声对野生动物的惊扰，应优选低噪声施工设备、做好施工方式和时间的计划，并尽量避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2）减缓措施

①施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。

②标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等，降低对野生动物的影响。

③合理规划施工工期，减少工程施工期对鸟类栖息地的扰动和破坏，降低施工噪声对鸟类的惊扰和驱赶，避免捕鸟、掏蛋等对鸟类直接伤害的行为。

3）恢复与补偿措施

对塔基临时施工区以及牵张场、施工临时道路、跨域施工区等应及时做好植被恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

4）管理措施

提高施工人员的野生动物和生态环境的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物，尤其是陆禽、蛙类、蛇类等易被当作捕捉目标的经济动物。

（3）重要物种（植物）保护措施

本次通过收集主管部门已有统计数据及现场调查，在评价范围内未发现有古树名木。施工期应对征地范围内的古树名木进行进一步全面排查，避免因工程施工建设造成区域古树的损失；施工前应对施工人员进行宣传教育，避免施工活动对古树造成不利影响。

本次现场调查期间未发现重点保护野生植物。考虑到环评阶段的局限性，施工前应对施工人员进行保护植物相关知识的培训，提高施工人员对其的保护意识及鉴别能力，一旦施工中发现保护植物，应立即上报，并优先考虑予以避让，对确实不能避让的，需请专业技术人员对其进行移植，并保证其成活率。

		（4）重要物种（动物）保护措施 根据相关资料记录、调查结果以及现场访问可知，评价范围内有重庆市重点保护野生动物3种，施工期在施工区域设置保护动物标识标牌并对施工人员进行宣传，施工期如发现保护野生动物应采取妥善措施进行保护，不得捕捉和损伤保护动物；对受伤的保护动物应及时联系野生动物保护部门，及时救治。	
	施工噪声	①要求施工单位文明施工，加强施工期的环境管理和环境监控工作，并接受环境保护部门的监督管理； ②施工机械设备噪声水平应满足国家相关标准，优先采用低噪声施工设备，或采用带隔声、消声设计的设备，控制噪声源强；鼓励优先采用《低噪声施工设备指导名录（2024年版）》（工业和信息化部 生态环境部 住房和城乡建设部 市场监管总局，公告2024年40号）中的施工设备； ③施工期应加强设备的运行管理，使其保持良好的运行状态，从源头上控制施工噪声对周边环境的影响；临近居民区施工时建议使用移动式隔声屏障或硬质围挡等噪声防治措施； ④制定施工计划，合理安排施工时间，优选低噪声施工作业方式，减少机械尤其是高噪声机械设备的使用，避免高噪声设备同时施工； ⑤优化施工布局，桐子湾变电站220kV间隔扩建工程施工活动安排在围墙内进行，尽量采用人工开挖基础；施工机械设备尽量远离居民区，必须在居民区附近施工时，施工前应提前公告附近居民，优化施工时间，高噪声设备施工时间集中在昼间，尽量避免在夜间及午休期间施工； ⑥运输车辆经过项目附近居民区时，应采取限速、禁止鸣笛等措施，在靠近施工点时，尽量采取人力运输施工材料； ⑦建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任；在项目开工前，施工单位应当制定噪声污染防治实施方案；建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。	施工单位
	施工扬尘	①易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整、破拆等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施；进出场地的车辆限制车速；遇干燥天气时对场地定期洒水降尘； ②对在施工工地内堆放的土方等易产生扬尘污染的物料，以及堆存的建筑垃圾、土石方应当采取遮盖、密闭或者其他抑尘措施； ③暂未开工的建设用地，对裸露地面进行覆盖；超过三个月未开工的，应当采取绿化、铺装或者遮盖等防尘措施； ④施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧； ⑤车辆运输散体材料（如水泥、砂石料、施工余料等）时，必须密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒； ⑥建设单位应在施工合同中确定扬尘污染防治目标及施工单位扬尘污染防治责任，施工作业人员上岗前，施工单位应组织以国家法律法规、技术规范、管理制度和操作规程为主要内容的扬尘防治入场教育培训和考核等。	
	固体废物	①桐子湾变电站220kV间隔扩建工程施工人员生活垃圾利用站内现有生活垃圾箱收集后定期送入环卫系统处理；输电线路施工人员租住当地民房，产生的生活垃圾纳入当地生活垃圾收集处理系统，施工现场生活垃圾定点收集，由施工人员袋装带出施工场地，放置于附近村镇垃圾回收点处理； ②桐子湾变电站220kV间隔扩建工程开挖余方及时运至指定消纳场；塔基基础开挖需剥离表土并按规范要求集中堆放，施工完毕后用于复垦或植被恢复，开挖产生的土石方部分回填至施工区域，拟产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填。 ③本工程拆除原有线路塔基基础产生的建筑垃圾运送至建筑垃圾消纳场处理，拆除后覆土恢复生态。 ④拆除的杆塔和导地线等材料交由电力公司物资回收部门进行统一调配，不随意丢弃； ⑤在林地、灌丛、草地和农田施工时，应对施工临时占地采取隔离保护措施，并做到“工完、料尽、场地清”。	
	施工	（1）废污水防治措施	

	废水	①桐子湾变电站220kV间隔扩建工程施工期间，施工人员产生的生活污水利用变电站内已建生化池处理，施工人员另外租赁变电站周边民房作为施工营地，产生的生活污水纳入租住民房的当地污水处理系统处理；输电线路沿线均分布有民房，施工人员根据施工作业地点租赁周边民房作为施工营地，产生的生活污水纳入租住民房的当地污水处理系统； ②本工程全线采用商品混凝土，混凝土养护中采取薄膜包裹、覆盖以及喷涂养护液等技术手段，杜绝无措施浇水养护； ③施工现场如使用柴油发电机等带油料的机械器具，应在含油设备下铺设隔离垫板，并采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，油料使用专用容器放置现场并做好警示标识，多余的油料在施工完成后运出现场妥善处置； ④施工场地内外应预建截洪沟、排洪系统，并在出口设置临时沉沙池和拦砂网，将含泥沙的雨水经沉沙池沉淀后优先回用于施工现场洒水抑尘。 （2）跨越水体防治措施 ①塔基定位时根据周边地形和地质条件，将塔基设置在河道范围以外，尽量远离水体和汇水区域。 ②在河流两侧施工时，应在塔基施工场地内设置沉砂池，泥浆经沉砂池沉淀后优先考虑回用于施工现场洒水降尘，避免泥浆进入河道； ③禁止将施工临时堆场、牵张场、施工临时便道等临时占地设置在水体附近； ④严禁漏油施工车辆和机械设备进入水体附近，严禁在水体附近清洗施工车辆和机械设备；杜绝往水体内或河滩附近倾倒固废、排放废污水等行为。	
运行期	生态影响	（1）植被、植物多样性保护措施 ①加强对变电站间隔扩建、线路塔基处、临时占地区域植被的抚育和管护。 ②在线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，避免砍伐树木。进行维护检修工作时，避免带入外来物种，优先使用无人机等方式，减少对生态环境的扰动，避免砍伐林木、攀折植物枝条。 ③加强用火管理，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。 （2）动物多样性保护措施 ①在线路巡视时应留意电晕发生相对频繁的输电线路段，及时联系工程建设方进行线路维护，保证在此附近活动的动物安全。 ②进行维护检修工作时，避免高声喧哗，以免影响动物正常的生长和活动。 ③加强管理，禁止巡检人员巡线过程中随意捕杀野生动物。 （3）重要物种保护措施 ①加强对巡线人员的环保培训，特别是沿线常见保护野生动植物的识别、保护培训，严格遵守《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国野生植物保护条例》等法律法规的规定要求。 ②加强重点保护野生动物的监测，如发现受伤重要动物，及时报告当地林业和草原部门，实施救护。	运行单位
	污染影响	（1）本项目桐子湾变电站220kV间隔扩建工程投运后不增加劳动定员、不新增生活污水产生量，可依托变电站站内已有生化池处理。 （2）本项目桐子湾变电站220kV间隔扩建工程投运后不增加劳动定员、不新增生活垃圾、废铅酸蓄电池产生量、不新增含油设备，不改变原有的固体废物处理方式。 （3）架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所工频电场强度控制限值为10000V/m，应给出警示和防护指示标志。 （4）加强对变电站周边及线路走廊附近居民有关高压输电线路和环保知识的宣传、解释工作，依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。 （5）项目建成投运后，应及时进行竣工环境保护验收，确保电磁、噪声等符合国家标准要求。	运行单位
	环境风险	本项目桐子湾变电站220kV间隔扩建工程不新增含油设备，不新增环境风险设施，不改变原有的环境风险处理方式。	运行单位

7.2.2 环境保护措施责任主体及实施方案

环保措施责任主体为建设单位，建设单位应当将环境保护设施、措施纳入施工合同，保证环境保护设施建设进度和资金，并在项目建设过程中同时组织实施环评文件及审批部门审批决定中提出的环境保护对策措施。

建设单位应根据环境保护要求，分别针对设计单位、监理单位和施工单位提出相应的验收标准及细则，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，保证环保设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

项目竣工后，建设单位应组织自主验收，对项目环境保护措施及设施的落实情况进行竣工环保验收调查，验收合格后方可投入运行。运行期环境保护工作由国网重庆市电力公司市区供电分公司统一管理，将定期对环保设施进行检查、维护，确保环保设施正常工作，做好应急准备和应急演练。

7.2.3 环境保护投资估算

项目环保措施、设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。前述措施是根据本项目特点、项目设计技术规范、环境保护要求拟定的，并从项目选址选线、设计、施工、运行各阶段针对各种环境影响因子，提出了相应的环境保护措施，符合环境保护的基本原则，即“避让、减缓、恢复”的原则。体现了“预防为主、环境友好”的设计理念。

本项目总投资为***万元，其中环保投资为***万元，占工程总投资的***。本项目环保措施投资估算见表7.2-2。

表7.2-2 项目环保投资估算表

污染物	环保措施内容	环保投资估算（万元）
水污染	①生活污水利用桐子湾220kV变电站站内已有生化池处理以及项目周边民房的污水处理系统处理； ②施工现场铺设防油隔离垫板、防渗彩条布等； ③施工场地设置临时沉淀池，钻浆废水、含泥浆雨水等沉淀后回用于现场洒水降尘。	***
大气污染物	①易产生扬尘的钻孔、铣刨、切割、开挖、平整、破拆等施工作业时采取喷淋、喷雾等湿法降尘措施； ②对裸露地面铺设防尘网进行覆盖； ③车辆运输散体材料时，必须密闭、包扎、覆盖，避免沿途漏撒。	***
施工固废	①施工现场生活垃圾定点收集，袋装带出施工场地，放置于附近村镇垃圾回收点处理； ②施工时剥离的表土全部用于回覆，塔基开挖产生的土石方部分回填至施工区域，间隔扩建和塔基开挖拟产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填； ③本项目拆除原有线路塔基基础产生的建筑垃圾运送至建筑垃圾消纳场处理，拆除后覆土并生态恢复。	***
噪声	①优先采用低噪声施工设备，或采用带隔声、消声设计的设备，控	***

污染物	环保措施内容	环保投资估算（万元）
	制噪声源强； ②加强设备的维护和运行管理，使其保持良好的运行状态，从源头上控制施工噪声对周边环境的影响； ③临近居民区施工时建议使用移动式隔声屏障或硬质围挡等噪声防治措施。	
生态	①施工区域表土剥离、存放与回覆； ②施工临时道路、牵张场等施工场地铺设钢板；土地整治、挖方回填； ③结合当地植被类型，选择乡土植物复绿或当地常见农作物复耕；生态补偿费等费用。	***
电磁环境	设置警示标识。	***
环境管理	环境影响评价、竣工环保验收、监测等。	***
其他（宣传培训费等）		***

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理机构

国网重庆市电力公司市区供电分公司实行输变电项目全过程环保归口管理模式，国网重庆市电力公司市区供电分公司有专职人员负责环保管理工作。

8.1.2 施工期环境管理

鉴于施工期环境管理工作的重要性，同时根据国家的有关要求，本项目的施工将采取招投标制。施工招标中应对投标单位提出施工期间的环保要求。在施工设计文件中详细说明建设期应注意的环保问题，严格要求施工单位按设计文件施工，特别是按环保设计要求施工。施工环境监理人员对施工中的每一道工序都应严格检查是否满足环保要求，并不定期地对施工点进行抽查监督检查。施工期环境保护监理及环境管理的职责和具体要求如下：

（1）贯彻执行国家的各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。

（2）制定本项目施工中的环境保护计划，负责项目施工过程中各项环境保护措施实施的监督和日常管理。

（3）收集、整理、推广和实施项目建设中各项环境保护的先进工作经验和技术。

（4）组织和开展对施工人员进行施工活动中应遵循的环保法规、知识的培训，提高全体员工文明施工的认识。

（5）监理单位负责日常施工活动中的环境监理工作，做好项目用地区域的环境特征调查，并掌握环境敏感目标的相关情况。

（6）在施工计划中应合理规划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态和避免水土流失，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

（7）建设单位应做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

（8）建设单位及监理单位应监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿，环保设施、水保设施等各项保护工程同时完成。

（9）项目竣工后，施工单位及监理单位应将各项环保措施落实完成情况上报建设单位、当地生态环境主管部门备案。

8.1.3 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。本项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目环境保护管理条例》的相关规定及时进行竣工环境保护自主验收，“建设项目竣工环境保护验收调查报告”主要内容应包括：

（1）项目设计及环境影响评价文件中提出的造成环境影响的主要建设内容

（2）核查实际建设内容、方案设计变更情况和造成的环境影响变化情况

（3）环境敏感目标基本情况及变动情况

（4）环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况

（5）环境保护设计文件、环境影响评价文件及其批复文件中提出的环境保护设施和环境保护措施落实情况及其效果、环境风险防范与应急措施落实情况

（6）环境质量和环境监测因子达标情况

（7）建设项目环境保护投资落实情况

本项目竣工环境保护验收内容见表8.1-1。

表8.1-1 项目竣工环境保护验收内容一览表

序号	验收对象	验收内容
1	相关资料、手续	1、项目环境影响评价文件及其审批文件（审批时间、审批文号）。 2、初步设计、施工图设计和竣工设计等文件。 3、建设过程中的重大变动及相应手续履行情况。 4、是否投入试运行，是否具备验收条件。 5、委托验收调查单位、时间等。
2	实际项目建设内容及方案设计情况	1、项目基本情况：包括项目性质、地理位置、项目内容、项目规模、占地规模、总平面布置、线路路径等。 2、项目建设过程中如发生变更，应说明具体变更原因、变更内容及其他有关情况，包括发生变更的工程名称、地理位置、工程内容、规模、线路路径、环保设施和措施等。调查变更手续是否齐全。
3	环境敏感目标基本情况及变更情况	1、环境敏感目标调查：环境影响评价文件中确定的环境敏感目标，环境影响评价审批文件中要求的环境敏感目标，因项目建设发生变更而新增加的环境敏感目标，环境影响评价文件未能全面反映出其实际影响的环境敏感目标。 2、对比验收调查阶段和环境影响评价阶段的环境敏感目标变化情况，并说明环境敏感目标变化原因。
4	环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况	1、核查环境影响评价文件及其审批文件。 2、环境保护管理机构、人员配置、监测计划及其有关环境保护规章制度和档案建立情况。
5	环境保护措施落实情况	1、调查项目各阶段所采取的减轻生态环境影响、污染影响的环境保护措施。

		2、生态环境影响的环境保护措施：植被的保护与恢复措施、野生动物保护措施、水环境保护措施、临时占地等迹地恢复措施。 3、针对电磁、声、水、大气、固体废物等采取的保护措施。 4、分析项目建设过程中环境保护“三同时”制度落实情况。
6	环境风险防范与应急措施落实情况	分析项目风险防范措施与应急预案的有效性，针对存在的问题提出整改、补救措施与建议。
7	环境质量和环境监测因子达标情况	1、调查项目所在区域环境质量状况。 2、统计监测结果，分析电磁环境、声环境达标情况。（工频电磁场是否满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中限值要求，环境噪声是否满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准限值要求，桐子湾变电站间隔扩建侧厂界环境噪声是否满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中3类标准） 3、对可能存在的电磁环境、声环境超标情况进行分析，并提出整改、补救措施与建议。
8	环境管理与监测计划落实情况	1、建设单位、施工单位及运行单位环境保护管理机构及规章制度制定、执行情况，环境保护人员专（兼）职设置情况。 2、项目施工期环境监理计划（如有）落实与实施情况。 3、环境监测计划落实情况。包括施工期、运行期环境监测计划落实情况。 4、建设单位环境保护相关档案资料的齐备情况。
9	项目环境保护投资落实情况	包括项目概算总投资和环境保护投资，实际总投资和环境保护投资。

8.1.4 运行期环境管理

环境保护管理人员应在各自的岗位责任制明确所负的环保责任。环境保护管理人员应监督国家法规、条例的贯彻执行情况，制定和贯彻环保管理制度，监控本项目主要污染源，并对各部门、操作岗位进行环境保护监督和考核。环境管理人员的职能为：

（1）制定和实施各项环境管理计划。

（2）组织和落实项目运行期的环境监测、监督案工作，委托有资质的单位承担本项目的环境监测工作。

（3）掌握项目所在地周围的环境特征和重点环境敏感目标情况。建立环境管理和环境监测技术文件，做好记录、建档工作。技术文件包括：监测记录技术文件；环境保护设施的设计和运行管理文件；导致严重环境影响事件的分析报告和监测数据资料等。

（4）定期巡查各项污染治理设施的运行情况，及时处理出现的问题，保证污染治理设施的正常运行。

（5）参照《企业事业单位环境信息公开办法》、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》等要求，及时公开环境信息。

（6）协调配合生态环境主管部门的环境调查，生态调查等活动。

8.1.5 环境保护培训

在项目开工前，建设单位应组织项目有关的主要单位和人员，包括设计、监理、施工、运行单位等，进行环境保护技术和政策方面的培训与宣传，从而进一步增强施工、运行单位的环保管理的能力，减少施工和运行产生的不利环境影响，同时建设单位也能够更好地参与和监督本项目的环保管理，提高项目涉及人员的环保意识，加强项目涉及人员的环境保护和自我保护意识。

8.1.6 环境信息公开

本工程应执行《企业事业单位环境信息公开办法》（部令第31号）、《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》（环发〔2015〕163号）、《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162号）等法规，应当建立健全本单位环境信息公开制度，设立部门负责本单位环境信息公开日常工作，将本单位环境信息进行全面的公开，包括：

（1）公开环境影响评价相关信息

建设单位应当在确定环境影响报告书编制单位后7个工作日内，通过其网站、建设项目所在地公共媒体网站或者建设项目所在地相关政府网站，公开下列信息：①建设项目名称、选址选线、建设内容等基本情况，改建、扩建、迁建项目应当说明现有工程及其环境保护情况；②建设单位名称和联系方式；③环境影响报告书编制单位的名称；④公众意见表的网络链接；⑤提交公众意见表的方式和途径。

建设项目环境影响报告书征求意见稿形成后，建设单位应当公开下列信息，征求与该建设项目环境影响有关的意见：①环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径；②征求意见的公众范围；③公众意见表的网络链接；④公众提出意见的方式和途径；⑤公众提出意见的起止时间。

（2）公开环境影响报告书全本

建设单位向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，应当通过网络平台，公开拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明。报批过程中，如对环境影响报告书进一步修改，应及时公开最后版本。

（3）公开建设项目开工前的信息

建设项目开工建设前，建设单位应当向社会公开建设项目开工日期、设计单位、施工单位和监理单位、工程基本情况、实际选址选线、拟采取的环境保护措施清单和实施计划、由地方政府或相关部门负责配套的环境保护措施清单和实施计划等，并确保上述信息在整个施工期内处于公开状态。

（4）公开建设项目施工过程中的信息

项目建设过程中，建设单位应当在施工中期向社会公开建设项目环境保护措施进展情况、施工期的环境保护措施落实情况、施工期环境监理情况、施工期环境监测结果等。

（5）公开建设项目建成后的信息等

建设项目建成后，除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告、验收意见及结果。

8.2 环境监测

8.2.1 环境监测任务

根据项目特点，本项目环境监测对象主要包括桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界、输电线路沿线、声环境保护目标及电磁环境敏感目标。项目具体监测计划见表 8.2-1。

表 8.2-1 本项目环境监测计划一览表

监测内容	监测布点	监测频率
噪声	桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界、周边典型声环境保护目标、线路沿线典型声环境保护目标以及存在噪声投诉的声环境保护目标	竣工验收监测昼间、夜间各 1 次（正常运行工况下）；后期根据需要进行监测
工频电场、工频磁场	桐子湾220kV变电站间隔扩建侧厂界、线路沿线、典型电磁环境敏感目标以及存在电磁环境投诉的电磁环境敏感目标；线路沿线布设监测断面（有条件时）	竣工验收监测 1 次（正常运行工况下）；后期根据需要进行监测

8.2.2 监测技术要求

（1）工频电场、工频磁场、噪声监测工作委托相关资质单位完成，监测单位应对监测成果的有效性负责。

（2）监测范围应与项目影响区域相适应。

（3）监测位置与频率应根据监测数据的代表性、环境质量的特征、变化和环境影响评价、项目竣工环境保护验收的要求确定。还应满足生态环境主管部门对于建设项目竣工环保验收监测的相关规定。

（4）监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法。

（5）对监测结果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印，并提交环境保护主管部门。

9 环境影响评价结论

9.1 建设项目概况

成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程建设内容主要包括：

（1）桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程

本工程拟在桐子湾220kV 变电站站内扩建220kV GIS 架空出线间隔1个，本期工程在变电站围墙内预留位置扩建，无新征用地。变电站位于沙坪坝区回龙坝镇真武山村鼎新大道与科学大道交叉口西北侧。

（2）天马~科学城牵引站220kV 线路工程（架空部分）

①新建天马~科学城牵引站 220kV 架空线路

本工程起自天马 220kV 变电站外电缆终端塔，止于科学城 220kV 牵引站。

新建线路路径长度约 5.343km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 4.305km（#B1~#B2、#B5~科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回挂单回 220kV 线路路径长度约 1.038km（#B2~#B5）。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔共计 20 基。线路途经北碚区、沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原 500kV 屏思一线#31 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#38 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 1.982km（原#31~#Y34G），调整弧垂段线路路径长度约 1.650km（#Y34G~原#38），均为单回路。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建单回耐张铁塔 3 基，拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.981km（原#31~#Y34G），拆除铁塔 2 基（原#33、原#34）。线路位于沙坪坝区。

③220kV 临时方案

由于天马站投运时间较晚，在过渡期间，需将天马～科学城线路与天马～玉皇观线路在天马站外临时搭接（无新建铁塔），形成科学城牵引站~玉皇观的单回线路。待天马

站投运后，再将该线路改接入天马站。导线搭接 0.1km。导线采用 2×JL3/G1A-630/45 型钢芯高导电率铝绞线。线路位于北碚区。

④新建天马~科学城牵引站220kV 电缆线路工程

本工程起自天马 220kV 变电站，止于天马 220kV 变电站外终端塔。

新建段平面路径长度约 0.097km，单回敷设，本工程仅包含电气部分，土建部分内容由天马输变电工程建设。电缆采用排管+电缆沟方式敷设。电缆采用 ZB-YJLW03-Z-127/220-1×2500 型电力电缆。线路位于北碚区。

（3）桐子湾~科学城牵引站220kV 线路工程

①新建桐子湾~科学城牵引站 220kV 架空线路

本工程起自桐子湾 220kV 变电站，止于科学城 220kV 牵引站。

新建线路路径长度约 8.545km，其中 220kV 双回路挂单回线路径长度约 0.475km（#N24-科学城牵引站构架），220kV/110kV 混压四回线路路径长度约 1.060km（#N2-#N5），220kV 同塔双回线路路径长度约 7.010km（桐子湾变构架-#N2、#N5-#N24）。220kV 导线采用 2×JL3/G1A-630/45 钢芯高导电率铝绞线，110kV 导线采用 2×JL3/G1A-300/40 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 26 基。线路位于沙坪坝区。

②500kV 屏思一线迁改

本工程起自原 500kV 屏思一线#23 塔（利旧），止于原 500kV 屏思一线#29 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），调整弧垂段线路路径长度约 2.021km（原#23-#Y27G）。迁改 500kV 段采用 4×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 2 基；拆除原 500kV 屏思一线导线路径长度约 1.135km（#Y27G~原#29），拆除铁塔 2 基（原 27#、原 28#）。线路位于沙坪坝区。

③220kV 屏桐东西线迁改

本工程起自原 220kV 屏桐东西线#27 塔（利旧），止于原屏桐东西线#33 塔（利旧）。

新建线路路径长度约 0.944km（#PT29G~原#33），调整弧垂段线路路径长度约 0.410km（原#27~#PT29G），同塔双回架设。迁改 220kV 段采用 2×JL3/G1A-400/35 钢芯高导电率铝绞线。新建铁塔 3 基。拆除 220kV 屏桐东西线导线路径长度约 0.9km，拆除铁塔 4 基（原#29、#30、#31、#32）。线路位于沙坪坝区。

项目动态总投资10267万元，环保投资约150万元，占工程总投资的1.46%。

9.2 环境现状与主要环境问题

9.2.1 生态环境现状

（1）陆生植被及植物

根据现场调查，评价区内自然植被主要为樟树、桉树、慈竹、复羽叶栾树、构树等，区域内乔木林地面积较大，农业较发达，农耕面积很大，灌丛和草丛多为分散小片分布，主要分布在道路两侧、乔木林边缘以及农田附近。人工种植农作物多以玉米、水稻、红薯等为主。

根据现场调查，评价区域自然植被划分为3个植被型组，6个植被型，7个植被亚型，26个群系。

根据相关资料记录和现场调查，评价范围内未发现重点保护野生植物和古树植物。

评价范围内外来入侵物种主要有白花鬼针草、喜旱莲子草、小蓬草、加拿大一枝黄花、苏门白酒草及银合欢等。

（2）陆生动物

项目所在区域动物地理区划属于东洋界中印亚界—华中区—西部山地高原亚区—季风区南—亚热带森林-林灌动物群。

经实地调查、访问并结合相关资料记录，评价范围分布重庆市级重点保护野生动物3种（黄鼬、王锦蛇和乌梢蛇）。

（3）生态系统

项目评价范围内生态系统类型可划分为7个种类，分别为：城镇生态系统、灌丛生态系统、草丛生态系统、农田生态系统、森林生态系统、湿地生态系统及其他生态系统。其中，森林生态系统和农田生态系统面积较大，分别占评价区总面积的43.45%和22.27%。

9.2.2 电磁环境现状

（1）变电站

经监测，桐子湾变电站220kV间隔扩建侧工频电场强度为746.1V/m，工频磁感应强度为0.2604μT，分别满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m及100μT的公众曝露控制限值要求。

（2）输电线路

经监测，本项目输电线路沿线典型背景监测点的工频电场强度在（0.224～0.402）V/m之间、工频磁感应强度在（0.0087~0.0147）μT之间，附近已有电磁污染源的监测点的工频电场强度在（62.01～1213）V/m之间、工频磁感应强度在（0.2604~2.185）μT之间。所有测点测值均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度4000V/m、

工频磁感应强度100μT 的标准限值要求。现状500kV 屏思一线与拟建线路交叉处正下方监测点的工频电场强度为846.8V/m、工频磁感应强度为0.9802μT，满足架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所频率50Hz 的电场强度控制限值10kV/m 的标准限值要求。

9.2.3 声环境现状

（1）变电站

经监测，桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界昼间噪声监测结果为 51dB(A)，夜间噪声监测结果为 48dB(A)，厂界环境噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）“3 类”排放限值要求。

经监测，桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧典型声环境保护目标处昼间噪声监测结果为 46dB(A)~48dB(A)，夜间噪声监测结果为 43dB(A)，声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

（2）输电线路

经监测，本项目输电线路沿线监测点位处的昼间噪声监测结果在 43dB(A)~58dB(A)，夜间噪声监测结果在 39dB(A)~47dB(A)，声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准限值要求。

9.2.4 项目区域主要环境问题

根据本次评价电磁环境现状的监测结果，项目所在区域电磁环境现状监测值均低于相应国家标准限值。区域内声环境现状源主要为线路经过的交通干道等产生的交通噪声，根据本次评价噪声现状监测结果，桐子湾 220kV 变电站间隔扩建侧厂界环境噪声及声环境评价范围内声环境保护目标处的噪声现状监测值均低于相应标准限值。

项目区域存在的主要生态问题为：城镇无序扩张，城镇环境污染严重，环保设施严重滞后，城镇生态功能低下，人居环境恶化；项目区域内分布有外来入侵植物，包括白花鬼针草、喜旱莲子草、小蓬草、加拿大一枝黄花、苏门白酒草及银合欢等分布广泛。

9.3 环境影响预测与评价结论

9.3.1 电磁环境影响评价结论

9.3.1.1桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程

根据类比监测结果，预计桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程建成投运后间隔扩建侧厂界的工频电场强度和工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及 100μT 的评价标准。

9.3.1.2本项目架空输电线路

（1）类比评价

根据类比评价结果，本项目架空输电线路建成运行后，线路沿线的工频电磁场可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求，亦能满足架空输电线路线下耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m 限值的要求。

（2）模式预测

根据模式预测计算结果及其分布曲线：

①220kV 双回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 8.8m（非居民区）时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 双回路挂单回线架空线路采用 220-GB21S-JC4 塔型、下相线导线对地高度 15m 时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

②220kV 四回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 四回路挂单回线架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相导线对地最低高度 51.8m 时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

③220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度 15.6m（非居民区）时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

220kV 同塔双回架空线路（桐子湾~科学城段）采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度17m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求。

④220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑤220kV/110kV 混压四回架空线路

经预测，220kV/110kV 混压四回架空线路在采用 CQ-220-HA21TQ-JC4塔型、下相导线对地高度22m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑥500kV 单回架空线路

经预测，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑦500kV 单回架空线路及220kV 同塔双回架空线路并行段

经预测，500kV 单回架空线路与220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度25m，220kV 线路采用220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度17m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑧220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段

经预测，220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度30.5m，220kV 双回路挂单回线采用220-GB21S-JC4塔型，下相线导线最低对地高度29.7m 时，距地面高1.5m 处的

工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑨220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段

经预测，本项目220kV 双回（桐子湾~科学城段）与220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，距地面高1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度4000V/m、工频磁感应强度100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值10kV/m 的要求。

⑩220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（桐子湾~科学城段）并行段

经预测，本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，距地面高 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中架空线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所的工频电场强度限值 10kV/m 的要求。

（3）空间分布结论

①220kV 双回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 双回路挂单回线路采用220-GB21S-JC4塔型、下相线导线对地高度15m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

②220kV 四回路挂单回线架空线路

经预测，220kV 四回路挂单回线路采用 CQ-220-HA21TQ-DJXD 塔型、下相线导线对地最低高度 51.8m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标

的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

③220kV 同塔双回（桐子湾~科学城段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回线路（桐子湾~科学城段）采用220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线对地高度17m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

④220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路

经预测，220kV 同塔双回（220kV 屏桐东西线迁改段）架空线路采用CQ-220-GB21S-JC3塔型、下相线导线对地高度20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持6m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑤220kV/110kV 混压四回架空线路

经预测，220kV/110kV 混压四回架空线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线对地高度 22m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离（满足二者条件之一即可）。

⑥500kV 单回架空线路

经预测，500kV 单回架空线路在采用 CQ-500-KC21D-ZMC3塔型、下相线导线对地高度19m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值4000V/m，磁感应强度限值100μT），导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持13m 以上的距离，或者导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持17m 以上的距离（满足二者条件之一即可）

⑦500kV 单回架空线路及 220kV 同塔双回架空线路并行段

经预测，500kV 单回架空线路与 220kV 同塔双回架空线路并行段，500kV 线路采用 CQ-500-KC21D-ZMC3 塔型、下相线导线最低对地高度 25m，220kV 线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型，下相线导线最低对地高度 17m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值

100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，500kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 13m 以上的距离或 220kV 最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，500kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 14m 以上的距离、220kV 导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 7m 以上的距离。

⑧220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段

经预测，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回路挂单回线并行段，220kV 双回线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 30.5m，220kV 双回路挂单回线采用 220-GB21S-JC4 塔型，下相线导线最低对地高度 29.7m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑨220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段

经预测，本项目 220kV 双回（桐子湾~科学城段）与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路采用 220-HB21S-ZCK 塔型、下相线导线最低对地高度 21.5m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 20m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线外，220kV 双回（桐子湾~科学城段）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 6m 以上的距离。

⑩220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（桐子湾~科学城段）并行段

本项目 220kV/110kV 混压四回与 220kV 双回（屏桐东西线迁改）并行段，220kV/110kV 混压四回线路采用 CQ-220-HA21TQ-JC4 塔型、下相线导线最低对地高度 22m，220kV 双回（屏桐东西线迁改）线路采用 CQ-220-GB21S-JC3 塔型、下相线导线对地高度 21m 时，在不考虑风偏情况下，为确保沿线电磁环境敏感目标电磁环境达标（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100μT），电磁环境敏感目标位于两条输电线路最外侧边导线

外，220kV/110kV 混压四回最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 7m 以上的距离或 220kV 双回（屏桐东西线迁改）最外侧边导线与电磁环境敏感目标的水平距离应保持 8m 以上的距离；当电磁环境敏感目标位于两条输电线路包夹位置时，220kV/110kV 混压四回导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 4m 以上的距离、220kV 双回（屏桐东西线迁改）导线与电磁环境敏感目标的垂直净空高度应保持 5m 以上的距离。

（3）弧垂调整段架空线路

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位工频电场强度、工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状基本一致，电磁环境与现状相比变化不大，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的限值要求。

9.3.1.4本项目电缆输电线路

根据类比评价结果，本项目电缆输电线路建成运行后，线路沿线的工频电磁场可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的标准要求。

9.3.1.5 环境敏感目标的预测评价结论

由理论预测结果可知，在满足设计规范及本评价提出的导线对地高度要求的前提下，本项目建成投运后，线路沿线典型电磁环境敏感目标处工频电场强度预测值在（107.4~3811.4）V/m 之间、工频磁感应强度预测值在（1.124~38.090）μT 之间，均分别低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）4000V/m 及 100μT 的公众曝露控制限值。根据工频电磁场的衰减规律，本工程实施后，评价范围内电磁环境敏感目标处的工频电场强度和工频磁感应强度均小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的公众曝露控制限值。

9.3.2 声环境影响评价结论

（1）施工期声环境影响

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程施工均位于变电站站内，施工量较小，间隔扩建工程施工时间短，不涉及大型施工机械，产生的施工噪声较小，经围墙阻隔后对周围声环境的影响很小。

线路施工具有分散点状施工的特点，施工期较短，施工噪声排放为间断排放，施工期通过合理布置施工场地，使其远离居民区；优选低噪声施工机械，加强施工机械管理，减少施工机械噪声等措施，可避免施工作业对沿线居民日常生活产生较大影响。随着项目施工结束，项目线路施工产生的噪声影响也将消失。

（2）运行期声环境影响

①桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程无新增声源设备，对周围声环境影响很小。桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程建成投运后，间隔扩建侧厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准限值要求，周围的声环境保护目标处的环境噪声可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

②架空输电线路

根据类比监测结果，输电线路昼、夜间噪声监测断面监测数据变化幅度很小，噪声测值随距离的增加而减小的趋势不明显，说明监测断面处监测值主要受背景噪声影响，输电线路的运行噪声对周围环境噪声的贡献很小，不会使当地环境噪声发生明显的改变。

由预测结果可知，本项目新建输电线路运行后，所经区域噪声仍能维持原有水平，线路沿线及评价范围内声环境保护目标仍能满足相应标准要求。

根据现状监测结果，现状 500kV 屏思一线和 220kV 屏桐东西线沿线监测点位声环境现状监测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求，本次迁改工程投运后，弧垂调整段线路高度与现状基本一致，参考现状监测结果，可以预测其声环境质量亦能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准要求。

9.3.3 施工扬尘影响评价结论

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工在站区内前期预留场地内进行，土方开挖量较小，且施工均位于变电站围墙内，施工扬尘影响范围有限；线路施工扬尘范围主要在塔基施工区。由于各分散施工点的施工量小，使得施工扬尘呈现时间短、扬尘量及扬尘范围小的特点，只要在施工过程中贯彻文明施工的原则，在采取及时洒水降尘等措施后，施工扬尘对周围环境影响较小且很快能恢复。

9.3.4 水环境影响评价结论

（1）施工期水环境影响

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工期间施工人员可租赁变电站周边民房作为施工营地，产生的生活污水可纳入租住民房的当地污水处理系统进行处理，在变电站内施工期间，产生的生活污水可利用站内已建生化池处理，对周围水环境影响较小。

输电线路塔基施工在施工场地适当位置设置简易沉淀池对施工废水进行澄清处理、回用；施工人员可租赁沿线民房，产生的生活污水纳入租住民房的当地污水处理系统进行处理，且废污水随着施工的结束而结束，对周边水体影响较小且较为短暂。

输电线路跨越河流时将采取一档跨越，不在水中立塔，在采取措施后不会对线路沿

线河流水质产生影响。

（2）运行期水环境影响

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员、不新增生活污水排放量及排放口、不改变站内原有的污水处理方式，可依托变电站内已有生化池处理运行期生活污水，间隔扩建不会对地表水环境产生新的影响。

输电线路运行期间无废水产生。

9.3.5 固体废物影响评价结论

（1）施工期固体废物环境影响

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程施工期施工人员可租赁变电站周边民房作为施工营地，输电线路施工人员租住当地民房，产生的生活垃圾纳入当地生活垃圾收集处理系统，施工现场生活垃圾定点收集，由施工人员袋装带出施工场地，放置于附近村镇垃圾回收点处理。

桐子湾变电站220kV 间隔扩建工程开挖土方尽量回填，拟产生基槽余方共约20m^3，及时运至指定消纳场；塔基施工时剥离的表土全部用于回覆，塔基开挖产生的土石方部分回填至施工区域，拟产生余方及时运至指定消纳场；临时施工道路开挖土方全部回填。

本工程拟拆除的原有线路塔基基础拆除产生的建筑垃圾运送至建筑垃圾消纳场处理，拆除后覆土恢复生态。

拆除的杆塔和导地线等材料交由电力公司物资回收部门进行统一调配，不随意丢弃。

施工期固废对周边的环境影响较小。

（2）运行期固体废物环境影响

桐子湾变电站 220kV 间隔扩建工程不新增劳动定员、不新增生活垃圾、废铅酸蓄电池产生量、不新增含油设备，不改变原有的固体废物处理方式，间隔扩建不新增环境影响。

输电线路运行期间无固废产生。

9.3.6 生态影响评价结论

（1）施工期生态影响

桐子湾变电站 220kV 扩建工程在现有变电站围墙内施工，对周围生态影响较小。

本工程对各生态系统的影响主要体现在线路工程临时占地、永久占地、施工活动及工程运行带来的影响。但由于本工程永久占地面积较小，且输电线路占地主要呈点式分布，对各生态系统的影响有限。施工结束后，对临时占地进行植被恢复，基本能够恢复其原有生态功能，施工活动采取有效防治措施后可将环境影响控制在较小的范围内，且

随着施工活动的结束影响随之消失。

（2）运行期生态影响

输变电工程在运行期内，对灌丛、草地植被及植物资源没有影响，但需对导线下方与树木垂直距离小于《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》要求的距离的树木树冠进行定期修剪，保证输电导线与林区树木之间的垂直距离足够大，以满足输电线路正常运行的需要。项目输电线路在运行期砍伐树木的量很少且为局部砍伐，对森林植物群落组成和结构影响微弱，对植物生态系统环境影响程度较小。

项目输电线路由于其塔基为点状分布，杆塔之间的区域为架空线路，基本不会对动物活动或迁徙构成阻碍，在天气晴好的情况下，鸟类误撞输电线路的几率很小，对于评价区域内野生动物群落结构的影响很小。

9.4 污染物排放情况

输变电项目主要污染因子为工频电场、工频磁场和噪声。根据预测，在采取有效的预防和减缓措施后，本项目各项污染物的排放均低于相关标准。

9.5 公众参与

在项目编制过程中，严格按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，于2025年8月19日在国网重庆市电力公司官方网络平台进行了第一次信息公示。2025年9月，环评单位完成了本项目环境影响报告书征求意见稿的编制，于2025年10月9日至2025年10月21日在网络平台进行了征求意见稿全文公示，并在本项目周围张贴了公告公示，另在“重庆晚报”刊登环评公示信息2次。在第一次公示期间，建设单位及环评单位均未收到公众意见。征求意见稿公示期间，有居民提出关于项目建设对周边居民有不利影响等问题，建设单位及环评单位对持有问题的公众进行了积极答复，并组织召开了公众座谈会，对周边群众科普输变电项目环境知识，消除群众恐惧心理。

9.6 环境保护设施、措施

本项目环境保护设施、措施汇总情况见表7.2-1。

本报告中提出的各项污染防治措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的设计规程规范提出、设计，同时结合已建成的同等级的输变电工程设计、实际运行经验确定的，因此在技术上合理、可操作性强。同时，这些污染防治措施在项目设计、设备选型和施工阶段均已充分考虑，避免了先污染后治理的被动局面，减少了财物浪费，既保护了环境，又节约了经费。因此，本项目提出的各项环保措施是技术上可行、经济上合理的。

9.7 环境管理与监测计划

建设单位制定了环境管理制度，规定了环境保护工作的主要工作内容、负责机构与职责等，确保了项目环境保护管理工作正常进行。

项目的电磁环境与声环境监测工作应委托具有相应资质的单位完成，可在项目建成投产后结合竣工环境保护验收监测一并进行。

9.8 结论

综上所述，成渝中线高铁重庆科学城牵220千伏外部供电工程的建设符合电网规划、符合“十四五”生态环境保护规划要求，符合重庆市、北碚区及沙坪坝区“三线一单”生态环境分区管控要求。项目在设计、施工和运行期严格落实各项环境保护设施、措施后，项目建设对周围环境的影响能够满足国家相关标准要求，项目建设带来的生态环境影响可接受。因此，从环境保护的角度分析，本建设项目的环境影响是可行的。

10 附表

表 1 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级□	二级☑	三级□			
	评价范围	200m☑（变电站） 大于 200m□ 小于 200m☑（架空线路）					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准□	国外标准□			
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类☑	2 类区☑	3 类区☑	4a 类区☑	4b 类区□
	评价年度	初期☑	近期□	中期□	远期□		
	现状调查方法	现场实测法☑	现场实测加模型计算法□	收集资料□			
	现状评价	达标百分比	100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测☑	已有资料☑	研究成果□			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑	其他□				
	预测范围	200m☑	大于 200m□	小于 200m☑			
	预测因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
	厂界噪声贡献值	达标☑	不达标□				
	声环境保护目标处噪声值	达标☑	不达标□				
环境监测计划	排放监测	厂界监测☑	固定位置监测□	自动监测□	手动监测☑	无监测□	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（等效连续 A 声级）		监测点位数（）		无监测□	
评价结论	环境影响	可行☑	不可行□				
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。							

表 2 生态影响评价自查表

工作内容	自查项目	
生态影响识别	生态保护目标	重要物种☑；国家公园□；自然保护区□；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线□；重要生境□；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域□；其他□
	影响方式	工程占用☑；施工活动干扰☑；改变环境条件□；其他☑
	评价因子	物种☑（分布范围、种群数量、种群结构、行为等） 生境☑（生境面积、质量、连通性等） 生物群落☑（物种组成、群落结构等） 生态系统☑（植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等） 生物多样性□（物种丰富度、均匀度、优势度等） 生态敏感区□（主要保护对象、生态功能等） 自然景观□（） 自然遗迹□（） 其他□（）
评价等级	一级□ 二级☐ 三级☑ 生态影响简单分析□	
评价范围	陆域面积：（10.981）km^2；水域面积：（0.652）km^2	
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集☑；遥感调查☑；调查样方、样线□；调查点位、断面□；专家和公众咨询法□；其他□
	调查时间	春季□；夏季□；秋季☑；冬季□ 丰水期□；枯水期□；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失□；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵☑；污染危害□；其他☑
	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区□；其他□
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量☑
	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区□；生物入侵风险☑；其他□
生态保护对策措施	对策措施	避让☑；减缓☑；生态修复☑；生态补偿☑；科研□；其他☑
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪□；常规□；无☑
	环境管理	环境监理□；环境影响后评价□；其他☑
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项。		