

建设项目环境影响报告表

项目名称：重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）
220 千伏外部供电工程

建设单位：国网重庆市电力公司万州供电分公司



编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制日期：二〇二六年六月



打印编号：1779957935000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	6cq4uz		
建设项目名称	重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程		
建设项目类别	55—161输变电工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	国网重庆市电力公司万州供电分公司		
统一社会信用代码	915001016912391915		
法定代表人（签章）	蔡伟 		
主要负责人（签字）	薛召坤 		
直接负责的主管人员（签字）	李昌 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
任洪文	2016035550350000003511550220	BH001038	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
任洪文	建设项目基本情况、建设内容、生态环境现状、保护目标及评价标准、生态环境影响分析、主要生态环境保护措施、生态环境保护措施监督检查清单、结论、电磁专题	BH001038	

**关于同意对《重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程环境影响报告表（公示版）》
进行公示的说明**

重庆市生态环境局：

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，我公司委托重庆宏伟环保工程有限公司编制的《重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程环境影响报告表（公示版）》内容及附图附件等资料均真实有效，我公司作为环境保护主体责任，愿意承担相应的责任。报告表（公示版）已删除了涉及个人隐私的内容（删除内容主要包括：个人联系方式）。我司同意对报告表（公示版）进行公示。

国网重庆市电力公司万州供电公司



目录

一、建设项目基本情况	1
二、建设内容	7
三、生态环境现状、保护目标及评价标准	27
四、生态环境影响分析	48
五、主要生态环境保护措施	66
六、生态环境保护措施监督检查清单	78
七、结论	84

一、建设项目基本情况

建设项目名称	重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程		
项目代码	2509-500000-04-01-853695		
建设单位联系人	李昌	联系方式	18*****97
建设地点	重庆市忠县白公街道		
地理坐标	<p>110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程： 起点（<u>107 度 59 分 19.025 秒</u>，<u>30 度 18 分 52.123 秒</u>） 止点（<u>107 度 58 分 44.949 秒</u>，<u>30 度 18 分 49.352 秒</u>）</p> <p>220kV 马宾东西线改接工程： 起点（<u>107 度 59 分 14.352 秒</u>，<u>30 度 18 分 54.113 秒</u>） 止点（<u>107 度 58 分 56.947 秒</u>，<u>30 度 18 分 41.681 秒</u>）</p> <p>220kV 安马南北线改接工程： 起点（<u>107 度 59 分 13.840 秒</u>，<u>30 度 18 分 54.837 秒</u>） 止点（<u>107 度 58 分 56.923 秒</u>，<u>30 度 18 分 46.219 秒</u>）</p> <p>220kV 马名 II 线改接工程： 起点（<u>107 度 59 分 13.357 秒</u>，<u>30 度 18 分 55.522 秒</u>） 止点（<u>107 度 59 分 3.238 秒</u>，<u>30 度 18 分 53.079 秒</u>）</p> <p>220kV 柱马北线改接工程： 起点（<u>107 度 59 分 10.851 秒</u>，<u>30 度 18 分 59.129 秒</u>） 止点（<u>107 度 59 分 8.384 秒</u>，<u>30 度 18 分 57.627 秒</u>）</p> <p>220kV 马宾东线临时线路： 起点（<u>107 度 59 分 14.463 秒</u>，<u>30 度 18 分 53.915 秒</u>） 止点（<u>107 度 58 分 56.947 秒</u>，<u>30 度 18 分 41.681 秒</u>）</p> <p>220kV 安马北线临时线路： 起点（<u>107 度 59 分 10.378 秒</u>，<u>30 度 18 分 55.658 秒</u>） 止点（<u>107 度 58 分 52.785 秒</u>，<u>30 度 18 分 43.375 秒</u>）</p> <p>220kV 石马变电站间隔扩建工程： （<u>107 度 59 分 15.742 秒</u>，<u>30 度 18 分 54.595 秒</u>）</p>		

建设项目行业类别	五十五、核与辐射 161 输变电工程	用地面积 (m ²) /长度 (km)	总用地面积约 2.7716hm ² ，其中，变电站间隔扩建永久占地约 0.7016hm ² ，线路塔基占地约 0.25hm ² ，线路临时占地约 1.82hm ² /新建线路总长度约 4.32km。
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批(核准/备案)部门(选填)	重庆市发展和改革委员会	项目审批(核准/备案)文号(选填)	渝发改能源〔2025〕1488号
总投资(万元)	7416	环保投资(万元)	106
环保投资占比(%)	1.43	施工工期	8个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：_____		
专项评价设置情况	根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)要求，设置电磁环境影响评价专题。		
规划情况	规划名称：《重庆市“十四五”电力发展规划(2021—2025年)》； 审批机关：重庆市发展和改革委员会、重庆市能源局； 审批文件名称及文号：《重庆市发展和改革委员会、重庆市能源局关于印发重庆市“十四五”电力发展规划(2021—2025年)的通知》(渝发改能源〔2022〕674号)，《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)		

<p>规划环境影响评价情况</p>	<p>规划环评名称：《重庆市“十四五”电力发展规划（2021—2025年）环境影响报告书》；</p> <p>审批机关：重庆市生态环境局；</p> <p>审查文件名称及文号：《重庆市生态环境局关于重庆市“十四五”电力发展规划（2021—2025年）环境影响报告书审查意见的函》（渝环函〔2023〕365号）</p>										
<p>规划及规划环境影响评价符合性分析</p>	<p>1.1 规划符合性分析</p> <p>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）可知，本工程已纳入重庆市“十四五”电力发展规划，属于规划增补项目清单中第35号项目，符合规划要求。</p> <p>1.2 规划环境影响评价符合性分析</p> <p>《重庆市“十四五”电力发展规划（2021—2025年）环境影响报告书》对输变电项目提出了环境管控清单，其符合性见表1-1。根据分析可知，本工程符合《重庆市“十四五”电力发展规划（2021—2025年）环境影响报告书》的生态环境管控要求。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 与规划环评生态环境管控要求符合性分析</p> <table border="1" data-bbox="467 1294 1351 1762"> <thead> <tr> <th data-bbox="467 1294 528 1406">类别</th> <th data-bbox="528 1294 938 1406">生态环境管控要求</th> <th data-bbox="938 1294 1286 1406">本工程情况</th> <th data-bbox="1286 1294 1351 1406">符合性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="467 1406 528 1762">空间布局约束</td> <td data-bbox="528 1406 938 1762"> （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。 （3）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。 </td> <td data-bbox="938 1406 1286 1762"> （1）根据国土空间“三区三线”划定成果，本工程不涉及生态环境敏感区。 （2）本工程不涉及新建升压站和变电站选址。 （3）本工程输电线路已避免穿越集镇、大型村屯等居民房屋密集分布区域。 </td> <td data-bbox="1286 1406 1351 1762" style="text-align: center;">符合</td> </tr> </tbody> </table>			类别	生态环境管控要求	本工程情况	符合性	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。 （3）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，本工程不涉及生态环境敏感区。 （2）本工程不涉及新建升压站和变电站选址。 （3）本工程输电线路已避免穿越集镇、大型村屯等居民房屋密集分布区域。	符合
类别	生态环境管控要求	本工程情况	符合性								
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。 （3）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，本工程不涉及生态环境敏感区。 （2）本工程不涉及新建升压站和变电站选址。 （3）本工程输电线路已避免穿越集镇、大型村屯等居民房屋密集分布区域。	符合								

污染物排放管控	<p>(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。</p> <p>(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 10kV/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 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。</p>	<p>(1) 本工程涉及间隔扩建的变电站扩建间隔侧站界电磁环境满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 相关规定。</p> <p>(2) 根据设计及预测分析,本工程输电线路下方距地 1.5m 处电场强度、磁感应强度满足不大于 4kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求,同时也满足,距地 1.5m 处电场强度、磁感应强度满足不大于 10kV/m、100μT 的公众曝露控制限值要求。</p>	符合
环境风险管控	<p>升压站和变电站主变下方设置集油坑,配套建设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</p>	<p>本工程不新建升压站和变电站,涉及间隔扩建的变电站已配套建设有满足要求的事事故油池。</p>	符合
<p>1.3 规划环境影响评价审查意见符合性分析</p>			
<p>根据《重庆市“十四五”电力发展规划(2021-2025 年)环境影响报告书审查意见》渝环函〔2023〕365 号,本工程与重庆市“十四五”电力发展规划(2021-2025 年)环境影响报告书审查意见符合性分析见表 1-2</p>			
<p style="text-align: center;">表1-2 规划环境影响报告书审查意见符合性分析</p>			
分类	主要意见	本工程情况	符合性
严格保护生态空间,优化规划空间布局	<p>将生态保护红线、自然保护区等生态环境敏感区作为保障和维护区域生态安全的底线,按照生态优先的原则,依法实施保护。涉及一般生态空间的项目应严格控制占地范围,采取相应的环境保护和生态修复措施,保证生态系统结构功能不受破坏。</p>	<p>本工程不涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜、森林公园等生态环境敏感区。工程建设中将严格控制占地范围,采取相应的环境保护和生态修复措施,保证生态系统结构功能不受破坏。</p>	符合

严守环境质量底线, 加强污染防治	合理确定升压站选址、输变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; 升压站危险废物分类收集后交由有相应危险废物处理资质的单位处置。	本工程为输变电工程, 不涉及新选站址, 根据预测分析, 本工程变电站间隔扩建侧站界及线路下方电场强度和磁感应强度能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 相关规定。	符合
完善生态影响减缓措施, 落实生态补偿机制	优化取、弃土场设置, 弃土及时清运严禁边坡倾倒, 弃土、弃渣应运至指定地点集中堆放。风电、光伏、输变电项目严格控制占地面积和施工范围, 合理规划临时施工设施布置, 减少生态环境破坏和扰动范围。	本工程不单独设置取、弃土场, 变电站间隔扩建工程弃土拟运至合法渣土场处置, 塔基开挖的土石方在塔基施工结束后就地或就近于低洼处回填。工程施工活动范围将严格控制在变电站用地、塔基占地、施工临时用地等范围内。	符合
强化环境风险防控	配套送出输变电项目的升压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, 池底池壁采取防腐防渗处理。	本工程不新建升压站和变电站, 涉及间隔扩建的变电站已配套建设有满足要求的事故油池。	符合
规范环境管理	规划中所含建设项目开展环境影响评价时, 应进一步与自然保护地、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。	本工程与自然保护地、国土空间“三区三线”划定成果相符, 符合国土空间用途管制要求。	符合
<p>本工程不涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态环境敏感区, 本工程施工期将严格控制施工作业带范围, 采取环境友好型工艺, 严格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, 采取报告中各项环境保护措施后, 能够确保污染物达标排放, 符合相关要求。</p> <p>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》及其审查意见要求。</p>			

其他符合性分析	<p>1.4生态环境分区管控符合性分析</p> <p>根据《生态环境分区管控检测分析报告》可知，本工程位于忠县一般管控单元—长江苏家忠县段（ZH50023330005），不涉及优先保护单元。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。</p> <p>1.5产业政策符合性分析</p> <p>根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本工程为220kV输变电项目，属于鼓励类“四、电力”中“2、电力基础设施建设：电网改造与建设，增量配电网建设”，故项目的建设符合国家的产业政策。</p>
---------	---

二、建设内容

地理位置	<p>2.1 地理位置</p> <p>本工程位于重庆市忠县白公街道。</p>
项目组成及规模	<p>2.2 项目由来</p> <p>新建重庆至万州高速铁路（下称新渝万高铁）位于重庆市境内，自重庆枢纽重庆东站引出，途经重庆市南岸区、巴南区、涪陵区、丰都县、忠县至万州区接入万州北站。220kV汝溪河牵引站为新渝万高铁拟建的6座220kV牵引变电所之一，站址位于重庆市忠县，计划2026年8月进行牵引供电调试。为不影响220kV汝溪河牵引站供电调试进度和保障新渝万高铁顺利投运，重庆至万州高速铁路汝溪河牵220千伏外部供电工程拟分两期实施，其中，重庆至万州高速铁路重庆汝溪河牵（一期）220kV外部供电工程已取得《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》渝（辐）环准〔2025〕59号，目前正在建设中，本工程为重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程。</p> <p>2.3 项目概况</p> <p>本工程拟在石马220kV变电站扩建5个220kV间隔，并对站外220kV马宾东西线、220kV安马南北线、220kV柱马北线、220kV马名II线共6回线路进行调整间隔改接及110kV石拔北线3#~6#段迁改。</p> <p>重庆市发展和改革委员会核发的“渝发改能源〔2025〕1488号”文件核准内容主要包括间隔扩建工程和220kV架空线路工程，未体现110kV石拔北线3#~6#段迁改工程和220kV安马北线临时线路。根据重庆电力设计院有限责任公司的项目申请报告、忠县规划和自然资源局核发的“用字第市政500233202500021号”建设项目用地预审与选址意见书和建设单位确认可知，本工程建设内容包括110kV石拔北线3#~6#段迁改工程和220kV安马北线临时线路，故本次评价将该部分线路纳入评价。</p> <p>根据重庆市发展和改革委员会“渝发改能源〔2025〕1488号”文件可知，本工程主要建设内容及规模中线路长度为新建线路（新架设导线段）长度，因部分线路新建杆塔与利旧杆塔搭接段的导线和铁塔均利旧，且路</p>

<p>径不变，故核准内容中线路长度未包含该部分。因该部分线路新建杆塔与利旧杆塔搭接段涉及弧垂调整，故本评价将该部分线路纳入一并评价。故本次评价新建线路路径总长度约 4.32km(新建 3.65km、调整弧垂 0.67km)。</p> <p>(1) 间隔扩建工程</p> <p>本工程拟在石马 220kV 变电站扩建 5 个 220kV 间隔，其中，站内扩建 2 个为 HGIS 分段兼母线 PT 间隔，站外征地扩建 2 个 AIS 出线间隔、1 个 AIS 母联间隔、预留 1 个 AIS 出线间隔，同时涉及间隔调整并完善相应一、二次、土建及通信工程。</p> <p>(2) 线路工程</p> <p>1) 110kV 石拔北线 3#~6# 塔段迁改工程：新建单回线路路径长度约 1.08km (新建 0.85km、调整弧垂 0.23km)，单回单分裂架设，新建单回耐张角钢塔 4 基；拆除原 110kV 石拔北线 3#~6# 段架空线路，长度为 0.65km，拆除铁塔 2 基。</p> <p>2) 220kV 马宾东西线改接工程：新建双回线路路径长度 0.67km (新建 0.4km、调整弧垂 0.27km)，同塔双回双分裂架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 马宾东西线 1#~2# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。</p> <p>3) 220kV 安马南北线改接工程：新建双回线路路径长度 0.57km (新建 0.4km、调整弧垂 0.17km)，同塔双回双分裂架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 安马南北线 164#~165# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。</p> <p>4) 220kV 马名 II 线改接工程：新建单回线路路径长度 0.3km，双回单边挂线双分裂架设，新建双回终端角钢塔 1 基。</p> <p>5) 220kV 柱马北线改接工程：新建单回线路路径长度 0.1km，与 220kV 柱马南线同塔双回双分裂架设，另拆除 220kV 柱马北线 77#~ 构架段线路，长度 0.08km。</p> <p>6) 220kV 马宾东线临时线路：新建单回临时线路路径长度约 0.85km，单回双分裂架设，新建单回耐张角钢塔 4 基，双回耐张角钢塔 1 基 (单边挂线)，临时线路过渡完成后保留，仅拆除搭接引流线。</p>

7) 220kV安马北线临时线路: 新建单回临时线路路径长度约 0.75km, 双回单边挂线双分裂架设, 新建双回耐张角钢塔 4 基 (单边挂线), 临时线路过渡完成后全部拆除。

表 2-1 工程组成一览表

工程名称		工程规模
主体工程	线路工程	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程 新建单回线路路径长度约 1.08km, 起于 110kV 石拔北线原 3#塔, 止于 110kV 石拔北线原 6#塔, 新建单回耐张塔 4 基, 导线采用 JL3/G1A-300/25 型钢芯高导电率铝绞线。
		220kV 马宾东西线改接工程 新建双回线路路径长度 0.67km, 起于石马站 220kV 出线构架, 止于 220kV 马宾东西线原 3#塔, 新建双回耐张塔 2 基, 导线采用 2×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线。
		220kV 安马南北线改接工程 新建双回线路路径长度 0.57km, 起于石马站 220kV 出线构架, 止于 220kV 安马南北线原 163#塔, 新建双回耐张塔 2 基, 导线采用 2×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线。
		220kV 马名 II 线改接工程 新建单回线路路径长度 0.3km, 起于石马站 220kV 出线构架, 止于 220kV 马名 II 线在建 2#塔, 新建双回耐张塔 1 基 (单边挂线), 导线采用 2×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线。
		220kV 柱马北线改接工程 新建单回线路路径长度 0.1km, 起于石马站 220kV 出线间隔, 止于 220kV 柱马北线原 77#塔, 导线采用 2×JL3/G1A-500/45 型钢芯高导电率铝绞线, 不新建杆塔。
间隔扩建工程	石马 220kV 变电站扩建 5 个 220kV 间隔, 其中, 站内扩建 2 个为 HGIS 分段兼母线 PT 间隔, 站外征地扩建 2 个 AIS 出线间隔、1 个 AIS 母联间隔、预留 1 个 AIS 出线间隔, 同时涉及间隔调整并完善相应一、二次、土建及通信工程。	
辅助工程	光缆通信工程 110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程地线采用 1 根 OPGW-90 光缆和 1 根 JLB20A-90 铝包钢绞线。220kV 马宾东西线改接工程两根地线均利旧原 24 芯 OPGW-120 光缆。220kV 安马南北线改接工程地线采用 1 根 LBGJ-120-20AC 铝包钢绞线和利旧原地线 1 根 24 芯 OPGW-120 光缆。220kV 马名 II 线改接工程地线利用原马名 II 线 1 根 72 芯 OPGW 光缆。220kV 柱马北线改接工程地线利旧原有线路光缆。	
临时工程	220kV 马宾东线临时线路 新建单回临时线路路径长度约 0.85km, 起于石马站 220kV 出线构架, 止于 220kV 马宾东西线原 3#塔, 新建单回路耐张钢管杆 1 基、单回路耐张角钢塔 3 基、双回耐张角钢塔 1 基 (单边挂线), 导线采用 2×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线, 两根地线采用 LBGJ-120-20AC 铝包钢绞线。临时线路过渡完成后保留, 仅拆除搭接引流线。	
	220kV 安马北线临时线路 新建单回临时线路路径长度约 0.75km, 起于 220kV 安马南北线原 165#塔, 止于 220kV 安马南北线原 162#塔, 双回单边挂线架设, 新建双回耐张角钢塔 4 基 (单边挂线), 导线采用 2×JL3/G1A-400/35 型钢芯高导电率铝绞线, 两根地线采用 LBGJ-120-20AC 铝包钢绞线。临时线路过渡完成后全部拆除。	

续表 2-1 工程组成一览表

工程名称		工程规模
临时工程	施工营地	本工程施工人员日常工作生活拟租用白公街道石马村现有房屋作为项目部，不单独设置施工营地。
	材料站	利用石马 220kV 变电站内现有空地和站外征地范围堆放材料，不新增临时占地。
	牵张场	本工程预计设置牵张场 12 处，每处牵张场占地面积约 400 m ² ，共计约 4800 m ² 。
	跨越施工场地	本工程线路跨越 110kV 以上电力线路处采取封网方式，不设置跨越施工场地。
	塔基施工区临时占地	本工程新建 110kV 杆塔 4 基，新建 220kV 杆塔 14 基，拆除 110kV 杆塔 2 基，拆除 220kV 杆塔 4 基，施工过程中塔基区临时占地约 13400 m ² 。
	施工便道	本工程拟设置人抬施工便道总长度约 600m，施工便道宽度平均约 1.5m。
拆除工程	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	拆除原 110kV 石拔北线 3#~6#段架空线路，长度为 0.65km，拆除铁塔 2 基（4#和 5#）。
	220kV 马宾东西线改接工程	拆除原 220kV 马宾东西线 1#~2#段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基（1#和 2#）。
	220kV 安马南北线改接工程	拆除原 220kV 安马南北线 164#~165#段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基（164#和 165#）。
	220kV 柱马北线改接工程	拆除 220kV 柱马北线石马站侧进线档导线，长度 0.08km。
环保工程	施工期废水	施工人员生活污水依托周边农户的生活污水系统处置。施工废水经简易沉砂池澄清处理后回用于施工喷洒。
	施工期废气	采取洒水抑尘、覆盖防尘等措施。
	施工期噪声	采取加强施工噪声的管理、合理安排施工时间、文明施工、采用低噪声设备等措施。
	固废	施工人员生活垃圾经收集后利用附近已有公共环卫设施处理；间隔扩建工程的弃方外运至合法渣土场处置，线路工程塔基开挖的土石方在塔基施工结束后就地找平，无弃土产生；拆除的废导线、金具、钢材等交公司物资部门处理；产生的建筑垃圾运至合法的消纳场处理。
	生态环境	严格控制用地范围，减少林木砍伐量，施工结束后进行植被恢复或原用地功能恢复。
	电磁环境	控制线路与环境保护目标的距离，加强管理。

2.4 间隔扩建工程概况

本工程在石马 220kV 变电站扩建 5 个 220kV 间隔，其中，站内扩建 2 个为 HGIS 分段兼母线 PT 间隔，站外征地扩建 2 个 AIS 出线间隔、1 个 AIS 母联间隔、预留 1 个 AIS 出线间隔，同时涉及间隔调整并完善相应一、二次、土建及通信工程。变电站间隔扩建工程主要技术经济指标见表 2-2。本工程改造前后石马 220kV 变电站 220kV 出线间隔使用情况见图 2-1。

表 2-2 变电站间隔扩建部分主要技术经济指标

序号	名 称		单 位	数 量	备 注
1	新增总征地面积		hm ²	0.7016	合 10.52 亩
1-1	围墙内用地面积		hm ²	0.5500	合 8.25 亩
1-2	其他占地面积		hm ²	0.1516	合 2.28 亩
2	土石方量	挖方	m ³	41235.17	弃方运距约 18 km
		填方	m ³	0	
		弃方	m ³	41235.17	
3	围墙长度		m	228	砖砌围墙，H=2.5m 拆除原围墙 82m
4	站内道路		m ²	847.55	郊区型道路
5	截（排）水沟		m	420.16	
6	民房拆迁		m ²	1437	共 10 户，其中征地红线内 8 户，征地红线外 2 户（预留 110kV 出线侧走廊）
7	挡土墙		m ³	794.8	拆除原挡土墙 1161.12m ³

项目组成及规模	间隔示意		现有站址红线													扩建征地红线				
	扩建前		I、II母设	柱马南	1号变	柱马北	预留1	预留2	2号变	I、II母联	安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东	道路				
	汝溪河(一期)	核准	I、II母设	柱马南	1号变	柱马北	汝溪河东	汝溪河西	2号变	I、II母联	安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东	名山2				
	杨家坝牵	核准	I、II母设	柱马南	1号变	柱马北	汝溪河东	安马北	2号变	安马南	名山1	名山2	3号变	马宾西	马宾东	I、II母联(HGS)				
	设备构架关系		现有站址红线													扩建征地红线				
	扩建前	设备	I、II母设	柱马南	1号变	柱马北	预留1	预留2	2号变	I、II母联	安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东	道路				
	扩建前	构架		柱马南	1号变	柱马北	预留1	预留2	2号变		安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东					
	汝溪河(一期)和杨家坝牵	设备	I、II母设	柱马南	1号变	柱马北	汝溪河东	名山1	2号变	I、II母联	安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东	汝溪河西HGS				
		构架		柱马南	1号变	柱马北	汝溪河东	名山1	汝溪河西		安马北	安马南	3号变	马宾西	马宾东					
	汝溪河(二期)	设备	I、II母设	柱马南	1号变	安马北	汝溪河东	名山1	2号变	I、II母联	马宾东线	HGS III、IV分段母设	3号变	柱马北	名山2	汝溪河西HGS	安马南	马宾西	III、IV母联	
		构架		柱马南	柱马北		汝溪河东	名山1	汝溪河西						名山2	安马北	安马南	马宾西	马宾东线	

图 2-1 石马变电站 220kV 出线间隔使用情况 (调整后)

2.5 线路工程概况

2.5.1 经济技术指标

本工程线路部分涉及 220kV 马宾东西线、220kV 安马南北线、220kV 柱马北线、220kV 马名II线共 6 回调整间隔改接及 110kV 石拔北线 3#~6#段迁改。线路工程主要技术经济指标见表 2-3。

表 2-3 线路工程主要经济技术特征

技术名称	110kV 石拔北 线 3#~6#塔段 迁改工程	220kV 马宾东 西线改接工程	220kV 安马南 北线改接工程	220kV 马名 II 线改接工程	220kV 柱马北 线改接工程	220kV 马宾东 线临时线路	220kV 安马北 线临时线路
电压等级	110kV	220kV					
线路起止点	起于 110kV 石拔北线原 3#塔, 止于 110kV 石拔北线原 6#塔	起于石马 220kV 变电站, 止于 220kV 马宾东西线原 3#塔	起于石马 220kV 变电站, 止于 220kV 安马南北线原 163#塔	起于石马 220kV 变电站, 止于 220kV 马名 II 线在建 2#塔	起于石马 220kV 变电站, 止于 220kV 柱马北线原 77#塔	起于石马 220kV 变电站, 止于 220kV 马宾东西线原 3#塔	起于 220kV 安马南北线原 165#塔, 止于 220kV 安马南北线原 162#塔
线路长度	约 1.08km	约 0.67km	约 0.57km	约 0.3km	约 0.1km	约 0.85km	约 0.75km
涉及街道、乡镇	重庆市忠县白公街道						
线路架设方式	单回架空架设	同塔双回	同塔双回	双回塔 单边挂线	与柱马南同塔 双回单边挂线	单回+双回塔单 边挂线	双回塔 单边挂线
导线分裂数	单分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂	双分裂
导线排列方式	三角排列	鼓形排列 (逆相序)	鼓形排列 (逆相序)	垂直排列	垂直排列	三角排列+垂直 排列	垂直排列
导线对地 最低高度	约 13 米	约 16 米	约 20 米	约 14 米	约 14 米	约 20 米	约 21 米
导线型号	JL3/G1A-300/2 5	2×JL3/G1A-400/35			2×JL3/G1A-500 /45	2×JL3/G1A-400/35	
地线型号	OPGW-90 JLB20A-90	OPGW-120	LBGJ-120-20A C、OPGW-120	OPGW	利旧	LBGJ-120-20AC	
杆塔使用	新建 4 基、利旧 2 基	新建 2 基、利旧 1 基	新建 2 基、利旧 1 基	新建 1 基、利旧 1 基	利旧 1 基	新建 5 基、利旧 1 基	新建 4 基、利旧 2 基
主要交叉跨越	跨房屋 1 次、钻 越 220kV 线路 2 次、跨 S302 省 道 2 次	跨越 110kV 线 路 2 次、跨 S302 省道 2 次	跨越 110kV 线 路 1 次、跨 S302 省道 2 次	跨 S302 省道 1 次	跨 S302 省道 1 次	跨越 110kV 线 路 2 次、跨 S302 省道 2 次	跨越 110kV 线 路 2 次、跨 S302 省道 1 次
基础形式	挖孔桩基础	挖孔桩基础	挖孔桩基础	挖孔桩基础	/	挖孔桩基础	挖孔桩基础

预计运输距离	人力抬运：260m，汽车运距：15km
主要气象条件	设计基本风速 25m/s（离地高度 10m）、最高气温 40°C、最低气温-5°C、10mm 覆冰
沿线地形地貌	丘陵地形
沿线海拔	580m~610m
林木砍伐	松树 195 棵、普通杂树 580 棵、经济林木（李子树）65 棵、竹林 23 笼

2.5.2 主要交叉跨越及并行情况

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。线路对地及交叉跨越物的最小距离要求见表 2-4。

表 2-4 线路部分重要交叉跨（穿）越要求一览表

序号	被交叉跨越物名称	最小垂直距离（m）	
		220kV	110kV
1	非居民区	6.5	6.0
2	居民区	7.5	7.0
3	交通困难地区	5.5	5.0
4	建筑物	6.0	5.0
5	公路	8.0	7.0
6	电力线	4.0	3.0
7	弱电线路	4.0	3.0
8	树木（考虑自然生长高度）	4.5	4.0
9	对果树、经济作物、城市灌木及街道行道树	3.5	3.0
10	步行可以到达的山坡	5.5	5.0
11	特殊管道	5.0	4.0

根据设计资料及现场调查，本工程线路主要交叉、跨越情况见下表。

表 2-5 本工程主要交叉、跨（穿）越情况

线路名称	项目	本工程跨越/钻情况（次）	备注	
110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	220kV 电力线	2	220kV 马宾东西线（改接前后） 220kV 安马南北线（改接前后）	无包夹敏感目标
	等级公路	2	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标
	建筑物	1	梅坝村，2 栋民房	/
220kV 马宾东西线 改接工程	110kV 电力线	2	110kV 石拔南线 110kV 石拔北线（迁改前后）	无包夹敏感目标
	等级公路	2	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标
220kV 安马南北线 改接工程	110kV 电力线	2	110kV 石拔南线 110kV 石拔北线（迁改前后）	无包夹敏感目标
	等级公路	2	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标
220kV 马名 II 线改 接工程	等级公路	1	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内无声环境敏感目标
220kV 柱马北线改 接工程	等级公路	1	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标
220kV 马宾东线临 时线路	110kV 电力线	2	110kV 石拔南线 110kV 石拔北线（迁改前后）	无包夹敏感目标
	等级公路	2	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标
220kV 安马北线临 时线路	110kV 电力线	2	110kV 石拔南线 110kV 石拔北线（迁改前后）	无包夹敏感目标
	等级公路	1	S302 省道	S302 省道 4a 类标准范围内有声环境敏感目标

根据设计资料及现场调查，本工程线路主要并行情况见下表。

表 2-6 本工程线路主要并行情况

线路名称	并行线路	并行情况	备注
110kV 石拔北线 3#-6#塔段迁改工程	110kV 石拔南线（现状）	并行长度约 200m，最近处为同塔双回架设	1 处共同敏感目标
	220kV 马宾东西线（本工程拟建）	并行长度约 200m，中心线相距最近约 43m	无共同敏感目标
220kV 马宾东西线 改接工程	110kV 石拔北线（本工程拟建）	并行长度约 200m，中心线相距最近约 43m	无共同敏感目标
	220kV 安马南北线（本工程拟建）	并行长度约 570m，中心线相距最近约 26m	1 处包夹敏感目标
	220kV 马名 II 线（本工程拟建）	并行长度约 100m，中心线相距最近约 50m	无共同敏感目标
220kV 安马南北线 改接工程	220kV 马宾东西线（本工程拟建）	并行长度约 570m，中心线相距最近约 26m	1 处包夹敏感目标
	220kV 马名 II 线（本工程拟建）	并行长度约 300m，中心线相距最近约 24m	无共同敏感目标
220kV 马名 II 线改 接工程	220kV 马宾东西线（本工程拟建）	并行长度约 100m，中心线相距最近约 50m	无共同敏感目标
	220kV 安马南北线（本工程拟建）	并行长度约 300m，中心线相距最近约 24m	无共同敏感目标
	220kV 马汝牵西线（在建）	并行长度约 300m，最近处为同塔双回架设	无共同敏感目标
220kV 柱马北线改 接工程	220kV 马汝牵西线（在建）	并行长度约 100m，中心线相距最近约 39m	无共同敏感目标
	220kV 马汝牵西、马名 I 同塔双回线路（在建）	并行长度约 100m，中心线相距最近约 28m	1 处共同敏感目标
	220kV 柱马南线（现状）	并行长度约 100m，最近处为同塔双回架设	1 处共同敏感目标
220kV 马宾东线临 时线路	因该临时线路过渡完成后即拆除搭接引流线，不再通电，故不再考虑临时线路并行影响情况		
220kV 安马北线临 时线路	因该临时线路过渡完成后即拆除，故不再考虑临时线路并行影响情况		

2.5.3 杆塔选型

本工程利旧杆塔 6 基，新建杆塔 18 基，新建杆塔情况详见下表。

表 2-7 新建杆塔一览表

序号	塔型	杆塔类型	呼高(m)	数量(基)	杆塔编号
110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程					
1	110-DC21D-JC1	单回耐张塔	24	2	A1、A4
2	110-DC21D-DJ	单回耐张塔	18	2	A2、A3
220kV 马宾东西线改接工程					
1	220-GB21S-DJC1	双回耐张塔	39	1	NA1
2	220-GB21S-JC1	双回耐张塔	48	1	NA2
220kV 安马南北线改接工程					
1	220-GB21S-JC1	双回耐张塔	45	1	NB1
2	220-GB21S-DJC1	双回耐张塔	36	1	NB2
220kV 马名 II 线改接工程					
1	220-GB21S-DJC1	双回耐张塔	33	1	NC1
220kV 马宾东线临时线路					
1	220-GB21GD-DJC1	单回耐张杆	36	1	ND1
2	220-GB21D-JC2	单回耐张塔	43	1	ND2
3	220-GB21D-DJC1	单回耐张塔	44	1	ND3
4	220-GB21D-JC1	单回耐张塔	30	1	ND4
5	220-GB21S-DJC1	双回耐张塔	24	1	ND5
220kV 安马北线临时线路					
1	220-GB21S-DJC1	双回耐张塔	27/42	2	LS1/LS4
2	220-GB21S-JC1	双回耐张塔	42	1	LS2
3	220-GB21S-JC2	双回耐张塔	36	1	LS3
合计				18	

2.5.4 杆塔基础选型

本工程基础型式的选择已充分考虑了尽量减少对农田、耕地的占用，以节约土地资源。基础选型优先选用对自然环境影响小的原状土基础，以减少基坑开挖对边坡地质条件和力学边界条件的破坏。结合本工程特点，本工程基础型式采用人工挖孔基础。

2.5.5 导线选择

根据设计资料，本工程110kV石拔北线3#~6#塔段迁改工程拟使用JL3/G1A-300/25型导线，220kV柱马北线改接工程拟使用2×JL3/G1A-500/45型导线，其余线路拟使用2×JL3/G1A-400/35型导线。各种类型的导线参数详见下表。

表 2-8 导线参数表

导线型号		JL3/G1A-500/45	JL3/G1A-400/35	JL3/G1A-300/25
构 造 根数/直径	钢芯	7/2.80	7/2.50	7/2.22
	铝股	48/3.60	48/3.22	48/2.85
直径 (mm)		30.0	26.82	23.8
单位重量 (kg/km)		1687.0	1348.7	1057.0
计算拉断力 (N)		127300	103670	83760
安全系数		2.5	2.5	2.5
电流 (最大, mA)		855A(80°C)	808A(80°C)	761A(80°C)

2.5.6 林木砍伐

根据设计资料，对于输电线路沿线廊道内树木，线路跨树高度按树木自然生长高度确定，仅在线路维护和检修过程中对不满足运行安全要求的林木进行削枝处理，不砍伐树木。工程林木砍伐主要出现在输电线路塔基基础施工、施工临时占地处。经收资调查及现场踏勘，本工程位于重庆市忠县白公街道，为忠县城郊，新建架空线路沿线周边多为耕地和成片林区，还存在成片的松树林。根据设计资料，本工程林木砍伐分别为松树 195 棵、普通杂树 580 棵、经济林木（李子树）65 棵、竹林 23 笼。本工程砍伐林木前需办理林地相关手续。

2.6 拆迁情况

根据建设单位资料，本工程仅间隔扩建工程站外征地涉及工程拆迁民房 10 户，不涉及环保拆迁。

2.7 工程占地及土石方情况

(1) 占地情况

根据设计资料，本工程新增总占地面积约2.7716hm²，其中变电站间隔扩建永久占地面积约0.7016hm²，塔基占地约0.25hm²，临时占地约1.82hm²。根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），本工程主要占用耕地、林

地、住宅用地和交通运输用地，工程占地情况见表2-9。

表 2-9 工程占地情况表 单位：m²

用地项目	用地类型							合计	
	耕地		林地			住宅用地	交通运输用地		
	旱地	水田	乔木林地	灌木林地	竹林地	农村宅基地	农村道路		
间隔扩建工程	4880	0	0	0	200	1686	250	7016	
塔基占地	950	600	700	250	0	0	0	2500	
临时用地	塔基施工	4700	2800	3400	1300	0	0	0	12200
	杆塔拆除	400	0	0	800	0	0	0	1200
	牵张场	4400	0	0	400	0	0	0	4800
	小计	9500	2800	3400	2500	0	0	0	18200
合计	15330	3400	4100	2750	200	1686	250	27716	

(2) 土石方情况

根据设计资料，本工程间隔扩建总挖方约41235.17m³，全部外运至合法渣土场处置，弃方量约41235.17m³。本工程线路工程总挖方量约1560m³，塔基开挖土石方在塔基施工结束后回填在塔基周围或就近于低洼处夯实，总填方量约1560m³。

2.8 停电方案

根据设计资料，220kV马宾东西线、220kV安马南北线、220kV柱马北线、220kV马名II线、220kV马汝牵西线停电改接期间相互之间存在一定影响，同时220kV马宾东西线、220kV安马南北线停电改接期间，需要110kV石拔南北线多次轮流停电配合施工。各回路线路停电时长需与站内设备改造停电时长配合。综上，本工程停电时长共计约62天。

2.9 线路路径

本工程所涉及的线路均位于忠县白公街道石马 220kV变电站周边，各条线路的路径如下：

(1) 110kV石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

新建线路自 110kV石拔南北线 3#向西南走线，跨越S302 省道后继续向西南走线，在 110kV石拔北线新建A2#转向西北走线，依次穿越 220kV马宾东西线、220kV安马南北线，于原 5#大号侧约 200m处转向西，然后再次跨

总平面及现场布置

越S302 省道后于 110kV石拔北线原 6#杆塔处接入原线。

(2) 220kV马宾东西线改接工程

新建线路自石马站 220kV出线侧构架向西南出线，跨越S302 省道后，继续向西南走线，再次跨越S302 省道后于 220kV马宾东西线原 3#杆塔处接入原线。

(3) 220kV 安马南北线改接工程

新建线路自石马站 220kV出线侧构架向西南出线，跨越S302 省道后，继续向西南走线，再次跨越S302 省道后于 220kV安马南北线原 163#杆塔处接入原线。

(4) 220kV 马名 II 线改接工程

新建线路自石马站 220kV 出线侧间隔向西南架空出线，跨越 S302 省道后，继续向西南走线，接入在建 220kV 马名II线 2#杆塔。

(5) 220kV 柱马北线改接工程

新建线路自石马站 220kV出线侧间隔向西南方向架空出线，跨越S302 省道后，于 220kV柱马北线原 77#杆塔处接入原线。

(6) 220kV马宾东线临时线路

临时线路自石马站 220kV出线侧间隔向西南方向架空出线，跨越S302 省道后，继续向西南方向走线，再次跨越S302 省道后于 220kV马宾东西线原 3#杆塔处接入原线。

(7) 220kV安马北线临时线路

临时线路自 220kV安马南北线 165#塔向北搭接至新建LS1#，随后转向西南方向走线，跨越S302 省道后在新建LS4#处转向东南，于 220kV安马南北线原 162#接入原线。

2.10 变电站总平面布置

石马 220kV变电站呈三列式布置，西南至东北依次为 220kV户外AIS、主变压器、110kV户外GIS，220kV向西南方出线，110kV向东北方出线。

本工程拟在站外东南侧征地扩建 2 个AIS出线间隔、1 个AIS母联间隔、预留 1 个AIS出线间隔，站内扩建 2 个为HGIS分段兼母线PT间隔，扩建完成后与现有平面布局保持一致。

2.11 施工布置

(1) 施工营地布置

本工程位于石马 220kV 变电站周围,施工人员日常工作生活拟租用白公街道石马村现有房屋作为项目部,不单独设置施工营地。

(2) 材料站设置

工程所用砂、石料均可在当地购买,利用石马 220kV 变电站内现有空地和站外征地范围堆放材料,不新增临时占地。

(3) 牵张场

本工程预计设置牵张场 12 处,每处牵张场占地面积约 400 m²,共计约 4800 m²。牵张场一般选址在空坝、道路附近、空旷荒草地,拟设置在平坦或坡度较缓地带,能满足布置牵张设备、布置导线及施工操作要求,牵张场选址给出原则,后期施工进场前由施工单位在满足施工条件及选址原则的情况下确定位置,牵张场布置形式见下图。

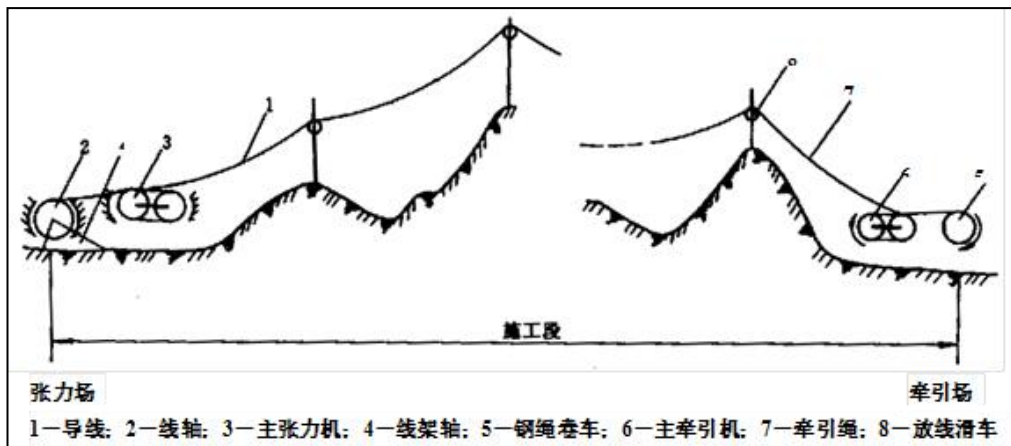


图 2-2 牵张场布置形式图

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、压接区、工具集放区、工棚布置区、休息区和标志牌布置区。各区域四周采用硬围栏封闭,区域之间用红白三角旗隔开。

(4) 跨越施工场地

本工程线路跨越 110kV 以上电力线路处及 S302 省道处均采取封网方式,不设置跨越施工场地。

(5) 塔基施工区

塔基施工区以单个塔基为单位分散布置,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，用来临时堆置土石、材料和工具等。塔基施工区以单个塔基为单位零星布置，施工结束后与塔基占地区域一并进行植被恢复。根据设计，本工程新建110kV杆塔4基，新建220kV杆塔14基，拆除110kV杆塔2基，拆除220kV杆塔4基，施工过程中塔基区临时占地约13400 m²。

(6) 施工便道（人背马驮道路）

根据设计资料，因本工程所在区域地下燃气管线密集，故本工程杆塔均采用非机械化施工，为满足运输施工器材、组装材料等，需临时开辟人背马驮道路，以满足材料挑抬和畜力运输要求。人背马驮道路一般以路径最短、林木砍伐最少为原则，主要利用已有道路和塔基之间的乔木、灌木空隙行走，仅踩压、扰动部分草地，不砍伐灌木和乔木，不会对生态产生明显的破坏。根据设计资料，本工程拟设置人背马驮道路总长度约600m，宽度平均约1.5m，不计列临时占地。

(7) 取弃土场及弃土处理方式

本工程变电站间隔扩建主要为挖方，填方很少，直接利用挖方，无需另外取土，本工程弃方拟运至合法的渣土场处置。线路工程弃土较分散，每基铁塔均有多余土石方及表土产生，多余土石方和表土临时堆存在铁塔的施工场地内，开挖土石方在杆塔施工结束后尽量用于回填及就地夯实，表土用于铁塔施工场地复绿或复耕。本工程的建筑垃圾拟运至合法的消纳场处置。

(8) 临时占地选址的环保要求

拟建项目尚在初步设计阶段，临时施工场地仅给出数量及选址原则，临时占地的定位在下一个阶段由施工单位与设计单位根据现场条件选取。本环评对施工期内临时施工占地提出如下环保要求：

①临时占地尽量设置在平坦或坡度较缓地带，以满足布置设备、布置导线及施工操作要求，减少沿线生态环境的影响，应尽量选择线路沿线交通较为便利的现有空地，尽量避开茂密林地、耕地、经济林地，应合理规划进出场施工通道，减少对植被的踩踏，设置施工简易围栏限制施工范围。

②优化牵张场的设置：牵张场的设置尽量避开树林茂密处，减少树木的清理；项目牵张场等临时占地尽量远离水体。根据地形条件，必要情况下在

牵张场四周或适当位置设置临时排水沟，并在排水沟出口处设置沉沙池，流水经沉沙池沉淀后排出；牵张场使用完毕后，进行土地整治，恢复原有土地类型。

③尽量利用原有道路：材料的运输要充分利用现有道路，尽量减少对植被的破坏，优选塔基附近的空地、裸地临时堆放材料，避免多次搬运踩踏植被，临时材料堆放需做好地面铺垫及防雨工作。

④牵张场施工结束后根据占地类型进行撒播草籽绿化，草种选用常见易存活恢复物种。同时加强抚育管理，提高植被的成活率，防治水土流失，改善周边环境。占用林区，砍伐树木后，需认真分析工程区的地形、地貌、土壤和气候等立地类型，按照“适地适树”和“乔、灌、草”相结合的原则，在能满足线路安全运行的前提条件下主要选择能适应当地立地条件的乡土树种和草种。植物措施结合工程建设开挖形成的情况和植物生长生境特点因地制宜进行布置。

⑤总体要求是尽量保持与区域原植被形态和自然景观相协调一致，提高植被覆盖度、减少水土流失量，改善并维护区域生态环境的良性循环发展。

2.12 输电线路

输电线架空部分施工流程及主要产污节点图见下图。

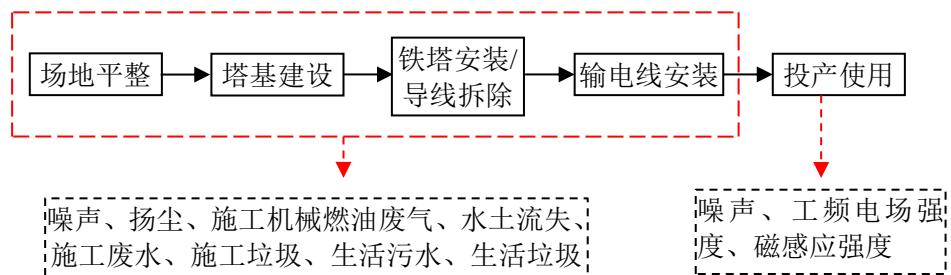


图 2-3 架空输电线路施工流程及产污节点示意图

线路施工分三个阶段：一是施工准备；二是铁塔基础施工；三是杆塔组立及架线搭接。

(1) 施工准备

对局部塔基位置、施工场地、牵张场等区域的现有植被进行铲除，平整场地，准备施工所需机械器材、工程建材等。

(2) 铁塔基础施工

在确保塔基基础安全和质量的前提下，基坑开挖采用人工、小型机械的掏挖开槽，避免过多地破坏原状土壤、植被环境。岩石和地质比较稳定的塔位，在设计允许的前提下，基础底板尽量采用以土代模的施工方法，减少土石方的开挖量。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好土石方的堆放，避免坍塌流失影响周围环境和破坏植被，基坑开挖好后尽快浇筑混凝土。根据塔基周围施工条件，有条件的情况下采用商品混凝土，现场混凝土泵车不能到达的塔基采用小型拌合机制备后浇筑。基础拆模后，经监理验收合格再进行回填，塔基处按需修筑挡墙和排水沟。做好塔基排水，在塔基周围修建临时排水沟、护坡，减轻水土流失。

(3) 杆塔组立及架线搭接

①杆塔组立：本工程部分距离 S302 省道较近的杆塔组立采用吊车施工，其余杆塔组立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。



图 2-4 线路工程铁塔分解组塔现场影像示例

②架线搭接：本工程全线导地线架设采用张力放线施工，使用无人机等飞行器展放初级引导绳，再采用牵引机、张力机等施工机械展放导线，使导线在展放过程中离开地面和障碍物而呈架空状态，再用与张力放线相配合的工艺方法进行紧线、挂线及附件安装。



图 2-5 无人机放线施工示例

导线宜采用一牵二的架线方式，在牵引场布置一台大牵引机，在张力场布置一台张力机，一次牵引二根导线。地线采用一牵一方式进行张力架线。光缆采用一牵一专用牵张设备进行张力架线。由于光缆受盘长的限制，很难与导线同场展放，根据现场实际情况尽可能地选择同场展放，无条件时与导线分开展放。线路工程牵张场布置及张力放线影像示例见下图。

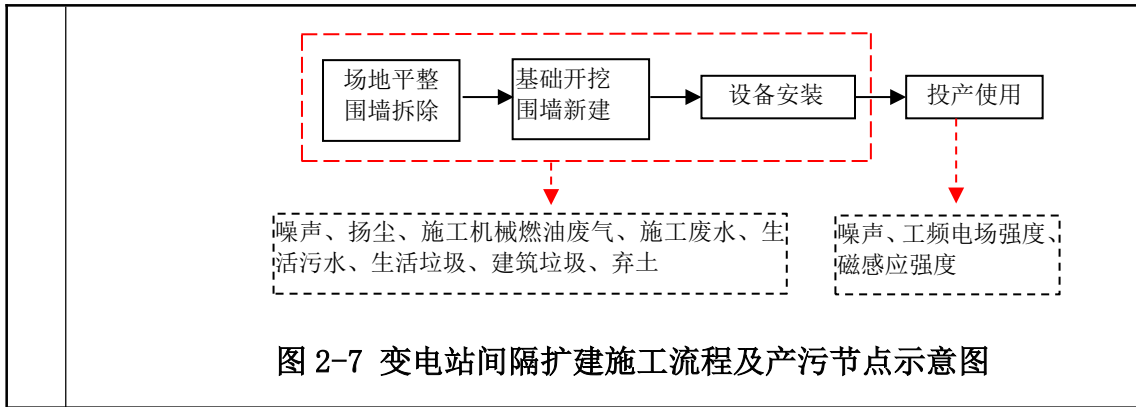


图 2-6 线路工程牵张场布置及张力放线影像示例

线路架设完成后，对塔基开挖基面进行回填，回填土按要求分层夯实，开挖出的土石方全部回填于塔基及周边低洼处，并进行绿化覆盖。

2.13 变电站间隔扩建工程

变电站间隔扩建施工期主要为扩建间隔侧新增用地场地平整、围墙拆除及新建、相关设备安装等一系列施工活动，主要产污环节图见下图。



其它

无

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

3.1 生态环境现状

3.1.1 主体功能区划

本工程位于重庆市忠县，为《重庆市国土空间总体规划(2021—2035年)》中的农产品主产区，重点保障粮食安全，提高重要农产品就近保障供给能力，控制开发强度，优先保障农产品生产和农村生活空间。

3.1.2 生态功能区划

(1) 全国生态功能区划

本工程位于重庆市忠县，在《全国生态功能区划（修编版）》中，所在行政区定位为三峡库区土壤保持重要区。该区包括三峡库区的大部分，包含1个功能区：I-03-07 三峡库区土壤保持功能区（图4.1-1）。行政区主要涉及湖北省宜昌、恩施土家族苗族自治州，以及重庆市的巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、丰都、涪陵、武隆、南川、长寿、渝北、巴南等，面积为48.555平方公里。该区地处中亚热带季风湿润气候区，山高坡陡、降雨强度大，是三峡水库水环境保护的重要区域。

生态环境现状

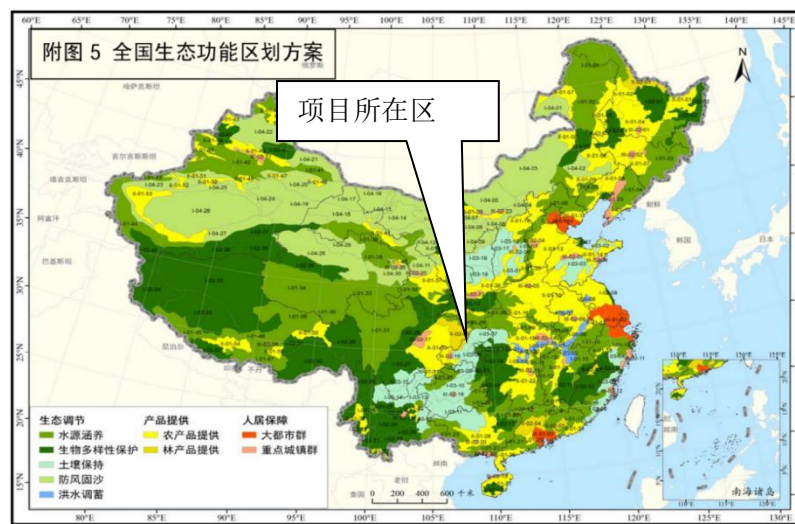


图3-1 在全国生态功能区划（修编）中的位置

主要生态问题：受长期过度垦殖和近年来三峡工程建设与生态移民的影响，森林植被破坏较严重，水源涵养能力较低，库区周边点源和面源污染严重；同时，水土流失量和入库泥沙量大，地质灾害频发，给库区人民生命财产安全造成威胁。

生态保护主要措施：加大退耕还林和天然林保护力度；优化乔灌草植被结构和库岸防护林带建设，增强土壤保持与水源涵养功能；加快城镇化进程和生态搬迁的环境管理与生态建设；加大地质灾害防治力度；开展生态旅游；在三峡水电收益中确定一定比例用于促进城镇化和生态保护。

(2) 重庆市生态功能区划

根据《重庆市生态功能区划（修编）》，本工程所在行政区忠县属于 III1-2 三峡库区（腹地）水体保护—水土保持生态功能区。

该区主要生态问题为水土流失、石漠化、地质灾害和干旱洪涝灾害均严重，次级河溪污染和富营养化较突出，三峡水库消落区可能导致较严重生态环境问题。主导生态功能为三峡水库水体保护库，辅助功能为水土保持。生态功能保护与建设应加强水污染防治和农村面源污染防治，大力进行生态屏障建设，消落区生态环境综合整治，地质灾害和干旱洪涝灾害防治。发展生态经济，建设好“万州—开县—云阳”综合产业发展区和“丰都—忠县”特色产业发展轴。按资源环境承载能力，向我市“一小时经济圈”实行人口梯度转移。三峡水库 145~175m 库岸线至视线所及第一层山脊范围，应划为重点保护区，限制开发；区内自然保护区、森林公园、地质公园和风景名胜区核心区应划为禁止开发区，依法强制保护。

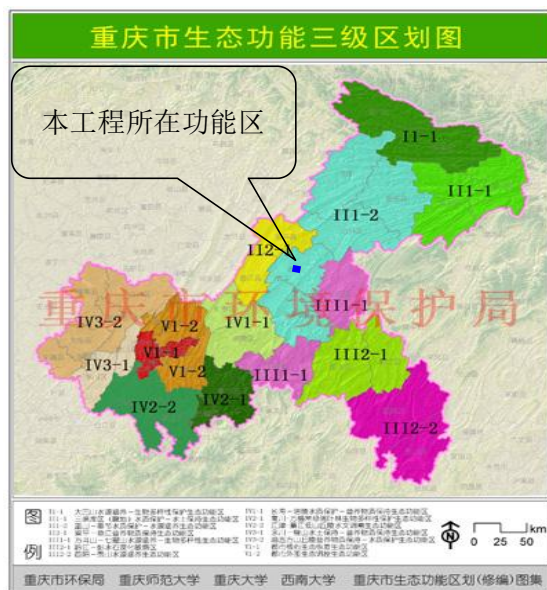


图 3-2 在重庆市生态功能区划中的位置

(3) 区域生态环境概况

根据现场调查，本工程所在区域土地利用类型主要有耕地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等，其中以耕地、林地为主。

根据现场调查，本工程所在区域自然植被主要为马尾松、柏木、杉木等乔木林，灌丛和竹林分布也较多，呈小片分散，主要分布于道路两侧、民房周围。本工程所在区域分布有大面积的水田、旱地、公路、农村道路和房屋，人类活动区域较广，人为干扰较大。人工种植农作物多以水稻、玉米等为主，经济林主要为李子、桃、梨等果林。在调查期间未发现重点保护野生植物分布。

根据现场调查、资料收集可知，本工程所在区域人类活动极其频繁，区域内野生陆生动物以较适应人类活动的鸟类为主，兽类、爬行类、两栖类种类极少。本工程不涉及重庆市候鸟迁徙通道范围，鸟类主要有家麻雀、山麻雀、山斑鸠等。本工程所在区域人为活动显著，缺乏适宜大型野生动物栖息的环境，无野生动物重要生境分布，调查期间未发现重点保护野生动物。根据现场调查情况，本工程所在区域农田动物群落占了绝大部分，动物种类多为农田动物群落中的常见类，兽类有褐家鼠、小家鼠、普通田鼠等，爬行类有翠青蛇等，两栖类主要有蟾蜍、青蛙等。

本工程所在区域农田生态系统占比最大，生态系统完整性总体较好，但区内生态系统由于受人类活动的长期影响，在依赖于自然生态条件的基础上，具有较强的社会性，目前区内各生态系统基本稳定，其植被覆盖度、生物量及生态系统的生物生产力均处于较高水平，生态系统环境质量整体尚好。

3.2 电磁环境现状

根据电磁环境监测结果可知，石马 220kV 变电站东南侧和西南侧厂界监测点工频电场强度为 29.06~96.48V/m，磁感应强度为 0.0562~1.135 μ T；本工程站外征地扩建部分东南侧和西南侧新厂界监测点工频电场强度为 25.06~34.60V/m，磁感应强度为 0.0703~0.1854 μ T；本工程拟建线路沿线和变电站间隔扩建侧环境保护目标处各监测点工频电场强度

为 1.473~774.0V/m，磁感应强度为 0.0248~1.209 μ T。各监测点的监测结果均小于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）要求（公众曝露限值：工频电场强度标准限值 4000V/m、磁感应强度标准限值 100 μ T）。

3.3 声环境现状

3.3.1 声环境功能区划

根据《忠县人民政府办公室关于印发忠县声环境功能区划分调整方案的通知》（忠府办发〔2023〕51 号）并结合《重庆忠县石马 220 千伏变电站 1 号主变扩建工程环境影响报告表》，本工程间隔扩建工程所在的石马 220kV 变电站 200m 噪声评价范围内，S302 省道（石垫路、二级公路）两侧 30m 范围内执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，其余区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。本工程线路沿线涉及 1 类、2 类和 4a 类声功能区，声环境质量现状执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类、2 类和 4a 类标准。

3.3.2 监测布点

为了解项目所在地声环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司于 2025 年 12 月 18 日—19 日、2026 年 3 月 3 日、2026 年 5 月 6 日进行了监测，监测结果见渝泓环（监）[2025]1549 号、渝泓环（监）[2026]143 号和渝泓环（监）[2026]268 号监测报告，监测点位选取原则参照 HJ 2.4-2021 及 HJ 24-2020 进行。另外本次评价拟引用渝泓环（监）[2025]937 号监测报告中的部分监测点位进行评价，渝泓环（监）[2025]937 号为重庆至万州高速铁路汝溪河牵（一期）220 千伏外部供电工程环评阶段的监测报告，监测时间为 2025 年 7 月 4 日、2025 年 9 月 9 日—9 月 11 日。监测至今，项目所在区域声环境无明显变化，监测结果仍能反映项目所在区域的声环境质量现状。

（1）变电站间隔扩建工程监测布点代表性分析

本工程变电站间隔扩建监测布点代表性分析见下表（表中▲为厂界噪声监测点位，△为环境噪声监测点位）。

表 3-1 间隔扩建工程声环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	代表性	声功能区	监测报告
1	▲1	位于忠县石马 220kV 变电站东南侧厂界外，距变电站围墙 1.0m，高于围墙 0.5m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建东南侧现有厂界噪声现状。	2 类	渝泓环 (监) [2025] 1549 号
2	△4-1 △4-2	△4-1 位于忠县白公街道石马村民房旁，距民房外墙 1.0m。△4-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建南侧声环境保护目标声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类 分层 监测	
3	△5	位于忠县白公街道石马村民房旁，距民房外墙 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建南侧声环境保护目标处的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类	
4	△6	位于忠县白公街道石马村民房旁，距民房外墙 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建东侧声环境保护目标处的声环境质量现状。	2 类	
5	△7	位于忠县白公街道石马村 220kV 石马变电站东南侧民房旁，距 110kV 石拔南线边导线水平约 23.0m，与近地导线的高差约 16.8m，距民房外墙 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建东南侧声环境保护目标处的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、110kV 石拔南北线共同影响）。	2 类	
6	△8	位于忠县白公街道石马村 220kV 石马变电站东南侧拟扩建新厂界旁。	代表石马 220kV 变电站间隔征地扩建东南侧新厂界现状。	2 类	
7	△9	位于忠县白公街道石马村 220kV 石马变电站西南侧拟扩建新厂界旁。	代表石马 220kV 变电站间隔征地扩建西南侧新厂界现状（受石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类	
8	▲1	位于忠县石马 220kV 变电站西南侧厂界外，距 220kV 柱马北线边导线水平约 28.5m，与近地导线的高差约 14.3m；距 220kV 安马北线边导线水平约 31.7m，与近地导线的高差约 14.9m，距变电站围墙 1.0m，高于围墙 0.5m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建西南出线侧厂界噪声现状（受石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线、220kV 安马南北线、S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环 (监) [2025] 937 号

续表 3-1 间隔扩建工程声环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	代表性	声功能区	监测报告
9	△1	位于忠县石马 220kV 变电站西侧民房旁，距 220kV 柱马南线边导线水平约 25.8m，与近地导线的高差约 20.1m，距民房外墙 1.0m，距变电站约 35.8m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建西南出线侧声环境保护目标处的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线、S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2025]937 号
10	△2-1 △2-2	△2-1 位于忠县石马 220kV 变电站西侧民房旁，距 220kV 柱马南线边导线水平约 21.6m，与近地导线的高差约 19.9m，距民房外墙 1.0m。距变电站约 42.9m；△2-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建西南出线侧声环境保护目标处的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线、S302 省道共同影响）。	4a 类 分层 监测	
11	△3	位于忠县石马 220kV 变电站西侧民房旁，距民房外墙 1.0m。距变电站约 72.2m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建西南出线侧声环境保护目标处的声环境质量现状。	2 类	
12	△4-1 △4-2	△4-1 位于忠县白公街道石马村重庆白公养老服务有限公司（民房）旁，220kV 柱马南北线线下，与近地导线的高差约 43.7m，距民房外墙 1.0m；△4-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表石马 220kV 变电站间隔扩建西南出线侧声环境保护目标处的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线共同影响）。	2 类 分层 监测	

(2) 拟建线路监测布点代表性分析

本工程拟建线路监测布点代表性分析见下表（表中△为环境噪声监测点位）。

表 3-2 拟建线路声环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	代表性	声功能区	监测报告
110kV 石拔北线 3#-6#塔段迁改工程					
1	△5	位于忠县白公街道石马村民房旁，距民房外墙 1.0m。	代表 110kV 石拔北线迁改后线路沿线声环境保护目标的声环境质量现状（受石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2025]1549 号

续表 3-2 拟建线路声环境监测点位布置及代表情况一览表					
序号	监测点位	监测点位描述	代表性	声功能区	监测报告
2	△7	位于忠县白公街道石马村 220kV 石马变电站东南侧民房旁，距 110kV 石拔南线边导线水平约 23.0m，与近地导线的高差约 16.8m，距民房外墙 1.0m。	代表 110kV 石拔北线迁改前后线路沿线声环境保护目标的声环境质量现状。	2 类	渝泓环（监）[2025]1549 号
3	△1-1 △1-2	△1-1 位于忠县白公街道梅坝村 7 组黄居伟家民房 1 楼墙外 1.0m，距 110kV 石拔北线边导线水平约 9.7m，与近地导线高差约 32.2m；△1-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表 110kV 石拔北线迁改前后线路跨越处沿线声环境保护目标的声环境质量现状。（面向 S302 省道一侧执行 4a 类，不具备监测条件）	1 类 分层 监测	渝泓环（监）[2026]143 号
220kV 马宾东西线改接工程（1 类、2 类区无声环境保护目标）					
4	△2	位于重庆市忠县白公街道石马村 2 组 82 号民房旁，距 220kV 马宾西线边导线水平约 26.0m，与近地导线高差约 15.8m，距民房外墙 1.0m。	代表 220kV 马宾东西线改接工程沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受现状 220kV 马宾东西线和 S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2026]268 号
220kV 安马南北线改接工程（1 类、2 类区无声环境保护目标）					
5	△1	位于重庆市忠县白公街道石马村 2 组民房旁，距 220kV 安马南线边导线水平约 6.1m，与近地导线高差约 24.5m，距民房外墙 1.0m。	代表 220kV 安马南北线改接工程沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受现状 220kV 安马南北线和 S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2026]268 号
220kV 柱马北线改接工程（仅涉及 4a 类声环境功能区）					
6	△1	位于忠县石马 220kV 变电站西侧民房旁，距 220kV 柱马南线边导线水平约 25.8m，与近地导线的高差约 20.1m，距民房外墙 1.0m，距变电站约 35.8m。	代表 220kV 柱马北线改接工程沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受 220kV 柱马南北线、石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2025]937 号
7	△2-1 △2-2	△2-1 位于忠县石马 220kV 变电站西侧民房旁，距 220kV 柱马南线边导线水平约 21.6m，与近地导线的高差约 19.9m，距民房外墙 1.0m。距变电站约 42.9m；△2-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表 220kV 柱马北线改接工程沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受 220kV 柱马南北线、石马 220kV 变电站、S302 省道共同影响）。	4a 类 分层 监测	

续表 3-2 拟建线路声环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	代表性	声功能区	监测报告
220kV 马宾东线临时线路（1类、2类区无声环境保护目标）					
8	△3-1 △3-2	△3-1 位于忠县白公街道石马村 2 组民房旁，距民房外墙 1.0m。△3-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表 220kV 马宾东线临时线路沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受 S302 省道共同影响）。	4a 类	渝泓环（监）[2025] 1549 号
220kV 安马北线临时线路（2类区无声环境保护目标）					
9	△1-1 △1-2	△1-1 位于忠县白公街道梅坝村 7 组民房旁，距民房外墙 1.0m。△1-2 位于该民房 3 楼窗外 1.0m。	代表 220kV 安马北线临时线路沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受 S302 省道共同影响）。	4a 类 分层 监测	渝泓环（监）[2025] 1549 号
10	△2-1 △2-2	△2-1 位于忠县白公街道梅坝村民房旁，距 220kV 安马北线边导线水平约 10.8m，与近地导线的高差约 25.9m，距民房外墙 1.0m。△2-2 位于该民房 3 楼阳台外 1.0m。	代表 220kV 安马北线临时线路沿线声环境保护目标处的声环境质量现状（受 220kV 安马南北线共同影响）。	1 类 分层 监测	

220kV 马名 II 线改接工程线路沿线无声环境保护目标。

(3) 本工程声环境质量现状评价监测布点合理性分析

本工程声环境质量现状评价监测布点合理性分析见下表。

表 3-3 布点合理性分析

工程	基本情况		合理性分析
	项目情况	监测情况	
间隔扩建工程	厂界	渝泓环（监）[2025] 1549 号	▲1（2类） △8（2类） △9（4a类）
		渝泓环（监）[2025] 937 号	▲1（4a类）
	环境保护目标	渝泓环（监）[2025] 1549 号	△4-1（4a类） △4-2（4a类） △5（4a类） △6（2类） △7（2类）
		渝泓环（监）[2025] 937 号	△1（4a类） △2-1（4a类） △2-2（4a类） △3（2类） △4-1（2类） △4-2（2类）

备注：本工程间隔扩进出线侧为西南侧，结合本次东南侧征地扩建情况，西南出线侧和东南征地站外扩建侧均设置了监测点位。

续表 3-3 布点合理性分析

工程	基本情况			合理性分析
	项目情况	监测情况		
110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	环境保护目标	渝泓环（监） [2025]1549 号	△5（4a 类）	涉及 1 类、2 类和 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测，高于（含）三层建筑的代表性楼层也设置了监测点位，布点合理。
			△7（2 类）	
渝泓环（监） [2026]143 号	△1-1（1 类）			
	△1-2（1 类）			
220kV 马宾东西线改接工程	环境保护目标	渝泓环（监） [2026]268 号	△2（4a 类）	涉及 1 类（无声环境保护目标）、2 类（无声环境保护目标）和 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测。
220kV 安马南北线改接工程	环境保护目标	渝泓环（监） [2026]268 号	△1（4a 类）	涉及 1 类（无声环境保护目标）、2 类（无声环境保护目标）和 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测。
220kV 柱马北线改接工程	环境保护目标	渝泓环（监） [2025]937 号	△1（4a 类） △2-1（4a 类） △2-2（4a 类）	涉及 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测，高于（含）三层建筑的代表性楼层也设置了监测点位，布点合理。
220kV 马宾东线临时线路	环境保护目标	渝泓环（监） [2025]1549 号	△3-1（4a 类） △3-2（4a 类）	涉及 1 类（无声环境保护目标）、2 类（无声环境保护目标）和 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测，高于（含）三层建筑的代表性楼层也设置了监测点位，布点合理。
220kV 安马北线临时线路	环境保护目标	渝泓环（监） [2025]1549 号	△1-1（4a 类） △1-2（4a 类） △2-1（1 类） △2-2（1 类）	涉及 1 类、2 类（无声环境保护目标）和 4a 类声环境功能区，所有声环境保护目标均进行了监测，高于（含）三层建筑的代表性楼层也设置了监测点位，布点合理。

220kV 马名 II 线改接工程线路沿线无声环境保护目标。

从上表分析可知：

① 间隔扩建工程：石马 220kV 变电站间隔扩建出线侧厂界、征地扩建侧厂界均按规范设置厂界噪声监测点位，站外征地扩建部分西南侧、东南侧新厂界同步设置环境噪声监测点位。该变电站间隔扩建侧厂界外声环境保护目标涉及 2 类、4a 类声环境功能区，各声环境功能区均布设具有代表性的监测点位，且对各声环境功能区内高于（含）三层建筑的代表性楼层均按要求增设监测点位，监测布点符合相关规范，布点合理。

② 线路工程：

A. 本工程拟建线路均位于忠县白公街道石马 220kV 变电站 220kV

出线侧周边区域，所有声环境保护目标均按要求布设监测点位，重点覆盖包夹敏感点、跨越敏感点及距离线路较近且民房分布相对集中的区域；同时，在原线路声环境保护目标处同步布设监测点位，监测布点符合相关规范，布点合理。

B. 本工程拟建线路沿线涉及 1 类、2 类、4a 类声环境功能区，所有声环境功能区内均布设具有代表性的监测点位，且对区域内高于（含）三层建筑的代表性楼层均按要求增设监测点位，监测布点符合相关规范，布点合理。

综上所述，本工程声环境质量现状监测布点严格按照相关技术规范，点位布设全面、具有代表性，能够全面反映工程区域声环境质量现状，布点合理。

3.3.3 监测因子、监测频次、监测仪器

监测因子为等效连续 A 声级，每个监测点昼、夜各监测一次，监测仪器见下表。

表 3-4 监测仪器一览表

仪器名称及型号	仪器编号	资产编号	计量检定/校准证书编号	有效期至
2025 年 7 月 4 日、2025 年 12 月 18 日—19 日				
声级计 AWA5688	00309416	HT20170703	2024122407013	2025.12.24
声校准器 AWA6221B	2008840	HT20170706	2024122303937	2025.12.26
2025 年 9 月 9 日— 9 月 11 日				
声级计 AWA5688	00309390	HT20170701	2025072902371	2026.7.29
声校准器 AWA6221B	2008791	HT20170704	2025072102468	2026.7.22
2026 年 3 月 3 日				
声级计 AWA5688	00309416	HT20170703	2025122303713	2026.12.25
声校准器 AWA6221B	2008840	HT20170706	2025122303714	2026.12.25
2026 年 5 月 6 日				
声级计 AWA6228+	00316367	HT20181115	2025112701225	2026.11.26
声校准器 AWA6021A	1009650	HT20181116	2025112701224	2026.11.26

备注：AWA5688 声级计测量范围：A 声级 (30dB(A)~130dB(A))，AWA6228+ 声级计测量范围：A 声级(25dB(A)~140dB(A))。

3.3.4监测时运行工况

本工程监测时相关变电站和线路运行负荷见下表。

表 3-5 监测期间运行负荷

线路/主变名称		运行负荷							
		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)
2025年7月4日15时00分~2025年7月5日01时00分									
石马 220kV 变电站	1#主变	22.46	48.46	0.84	5.61	233.91	234.89	59.87	126.45
	2#主变	22.74	49.18	0.58	5.64	233.94	234.64	61.75	127.56
	3#主变	22.91	48.34	2.46	8.47	232.16	234.78	61.58	127.89
220kV柱马南线		10.49	45.53	0.56	9.47	232.78	236.64	76.65	146.68
220kV柱马北线		10.86	44.61	0.63	7.18	232.15	238.79	42.84	163.71
220kV安马南线		0.68	65.79	0.49	54.49	232.38	234.66	7.49	132.15
220kV安马北线		0.45	56.17	0.76	58.15	232.89	237.28	8.64	127.16
2025年9月9日13时00分~2025年9月10日02时30分									
石马 220kV 变电站	1#主变	25.41	51.65	1.12	6.48	233.15	234.15	60.89	127.61
	2#主变	25.16	50.74	1.25	6.54	233.74	234.87	61.65	128.59
	3#主变	24.78	51.38	2.46	8.47	232.27	234.26	61.48	128.45
220kV柱马南线		11.64	46.83	0.45	10.84	233.47	235.24	80.46	148.85
220kV柱马北线		11.78	47.12	0.91	9.49	233.19	236.16	48.73	165.59
2025年12月18日12时30分~2025年12月20日01时00分									
石马 220kV 变电站	1#主变	24.59	73.68	0	7.99	231.69	235.96	60.15	180.82
	2#主变	24.11	72.34	3.35	5.02	231.69	235.96	58.59	178.71
	3#主变	24.91	73.37	2.46	8.47	232.16	234.78	61.58	178.89
220kV安马南线		35.72	130.05	15	15	231.69	235.96	86.43	316.41
220kV安马北线		52.47	146.8	0	24	231.69	235.96	92.28	335.45
220kV马宾东线		0	123.91	0	24.78	231.69	235.96	0	304.69
220kV马宾西线		0	122.57	0	28.801	231.69	235.96	0	328.124
110kV石拔北线		0	11.172	0	1.206	113.502	115.96	0	56.953
110kV石拔南线		0	11.172	0	1.447	113.502	115.96	0	55.898
2026年3月3日17时40分~2026年3月3日22时30分									
110kV石拔北线		0	12.376	0	1.303	113.625	115.97	0	57.866

续表 3-5 监测期间运行负荷

线路/主变名称	运行负荷							
	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)
2026年5月6日17时10分~2026年5月6日22时50分								
220kV安马北线	36.68	132.35	14	14	231.59	235.86	87.04	318.22
220kV安马南线	52.59	148.8	0	22	231.59	235.86	93.25	336.58
220kV马宾东线	0	121.82	0	24.62	231.59	235.86	0	302.57
220kV马宾西线	0	121.66	0	27.78	231.59	235.86	0	326.19
220kV柱马北线	9.78	47.53	0.52	9.44	231.59	235.86	73.98	146.23
220kV柱马南线	9.86	49.61	0.60	7.26	231.59	235.86	74.02	164.66

3.3.5 监测结果及评价分析

本工程声环境质量现状监测结果见下表。

表 3-6 声环境现状监测结果

监测报告	监测点位编号	监测结果 dB (A)		标准值 dB (A)		是否达标	备注
		昼间	夜间	昼间	夜间		
渝泓环 (监) [2025] 937号	▲1	56	45	70	55	是	间隔扩建
	△1	55	45	70	55	是	间隔扩建 线路
	△2-1	52	42	70	55	是	
	△2-2	53	44	70	55	是	
	△3	50	43	60	50	是	间隔扩建
	△4-1	51	44	60	50	是	
	△4-2	52	45	60	50	是	
渝泓环 (监) [2025] 1549号	▲1	45	42	60	50	是	间隔扩建
	△1-1	51	44	70	55	是	线路
	△1-2	53	45	70	55	是	
	△2-1	44	39	55	45	是	
	△2-2	45	40	55	45	是	
	△3-1	48	43	70	55	是	
	△3-2	52	44	70	55	是	

续表 3-6 声环境质量现状监测结果

监测报告	监测点位编号	监测结果 dB (A)		标准值 dB (A)		是否达标	备注
		昼间	夜间	昼间	夜间		
渝泓环 (监) [2025] 1549 号	△4-1	57	46	70	55	是	间隔扩建
	△4-2	59	49	70	55	是	
	△5	56	45	70	55	是	间隔扩建 线路
	△6	41	38	60	50	是	间隔扩建
	△7	50	42	60	50	是	间隔扩建 线路
	△8	51	43	60	50	是	间隔扩建
	△9	61	45	70	55	是	
渝泓环 (监) [2026] 143 号	△1-1	51	43	55	45	是	线路
	△1-2	52	44	55	45	是	
渝泓环 (监) [2026] 268 号	△1	52	44	70	55	是	线路
	△2	52	45	70	55	是	

由上表可知，本工程石马 220kV 变电站间隔扩建东南侧和西南侧厂界噪声分别满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类和 4 类标准要求，间隔扩建侧声环境保护目标处环境噪声监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类、4a 类标准要求。拟建线路沿线声环境保护目标处环境噪声监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、4a 类标准要求。

(1) 石马 220kV 变电站

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题

本工程涉及扩建间隔的石马 220kV 变电站为已建变电站，属于石柱电厂 220kV 送出（忠县石马输变电）输变电工程的工程内容。石柱电厂 220kV 送出（忠县石马输变电）输变电工程已于 2009 年取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2009〕4 号），并在 2010 年取得了《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2010〕48 号）；重庆忠县石马 220 千伏变电站 1 号主变扩建工程于 2020 年取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2020〕031 号），并于 2022 年 11 月完成了竣工环境保护自主验收。另外，石马 220kV

变电站在重庆至万州高速铁路汝溪河牵（一期）220千伏外部供电工程中拟扩建1个间隔，在重庆至万州高速铁路重庆杨家坝牵220千伏外部供电工程中拟扩建2个间隔，以上两项工程均于2025年取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2025〕59号和渝（辐）环准〔2025〕75号），目前正在建设中。

（2）220kV 柱马北线、220kV 安马南北线、110kV 石拔北线

220kV 柱马北线起于石柱西沱电厂、止于忠县石马220kV变电站；220kV 安马南北线起于龙安220kV变电站、止于忠县石马220kV变电站；110kV 石拔北线起于忠县石马220kV变电站，止于拔山110kV变电站，由原拔山至龙蛇背的110kV线路改接进忠县石马220kV变电站而形成。220kV 柱马北线、220kV 安马南北线、110kV 石拔北线均属于“石柱电厂220kV送出（忠县石马输变电）输变电工程”中的工程内容，220kV 西忠线调度命名220kV 柱马北线，220kV 忠垫线Ⅱ接入龙安220kV变电站后调度命名为220kV 安马南北线，改建110kV 忠拔一回调度命名为110kV 石拔北线。

石柱电厂220kV送出（忠县石马输变电）输变电工程已于2009年取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2009〕4号）。220kV 安马南北线、110kV 石拔北线于2010年取得了《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2010〕48号）；220kV 柱马北线已于2020年9月完成了竣工环境保护自主验收。

（3）220kV 马宾东西线

220kV 马宾东西线起于忠县石马220kV变电站，止于石柱南宾220kV变电站，属于“220kV 石柱输变电工程”的工程内容（220kV 石忠线调度命名为220kV 马宾东西线）。220kV 石柱输变电工程于2009年取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2009〕32号），并于2012年取得了《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（辐）环验〔2012〕103号）。

（4）220kV 马名Ⅱ线

220kV 马名Ⅱ线属于重庆至万州高速铁路重庆杨家坝牵220千伏外

	<p>部供电工程的建设内容，于 2025 年 12 月 25 日取得了《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（辐）环准〔2025〕75 号），目前正在建设中。</p> <p>根据建设单位介绍及咨询环保主管部门，以上变电站和输电线路迁改段近 3 年无环保相关问题投诉。</p>												
生态环境 保护 目标	<p>3.4 环境保护目标</p> <p>(1) 生态环境保护目标</p> <p>根据忠县规划和自然资源局、忠县生态环境局、忠县林业局提供的生态敏感区矢量成果比对，本工程不涉及自然保护区。本次通过收集林业主管部门已有统计数据及现场踏勘，在评价范围内未发现古树名木。</p> <p>根据忠县规划和自然资源局提供的生态保护红线矢量成果比对，本工程间隔扩建工程和线路工程均不占用生态保护红线。间隔扩建工程边界距离忠县生态保护红线最近约 285m，线路工程距离忠县生态保护红线最近约 360m。</p> <p>根据忠县林业局提供的生态敏感区矢量成果比对，本工程间隔扩建工程和线路工程均不占用重庆忠县谿井沟市级风景名胜区、重庆忠县巴营市级森林公园。间隔扩建工程边界距离重庆忠县谿井沟市级风景名胜区最近约 250m，线路工程距离重庆忠县谿井沟市级风景名胜区最近约 80m。间隔扩建工程边界距离重庆忠县巴营市级森林公园最近约 485m，线路工程距离重庆忠县巴营市级森林公园最近约 325m。</p> <p>本项目生态环境保护目标具体情况见下表。</p> <p style="text-align: center;">表 3-7 本项目生态环境保护目标情况一览表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">生态保护目标</th> <th style="width: 5%;">级别</th> <th style="width: 15%;">审批情况</th> <th style="width: 25%;">保护对象</th> <th style="width: 25%;">相对位置关系</th> <th style="width: 20%;">涉及类型/功能区</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生态保护红线</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td>生态保护红线类型为水土保持，主要植被类型为马尾松等。</td> <td>间隔扩建工程边界距离忠县生态保护红线最近约285m。</td> <td>本工程不占用、不跨越生态保护红线，评价范围涉及水土保持型生态保护红线。</td> </tr> </tbody> </table>	生态保护目标	级别	审批情况	保护对象	相对位置关系	涉及类型/功能区	生态保护红线	/	/	生态保护红线类型为水土保持，主要植被类型为马尾松等。	间隔扩建工程边界距离忠县生态保护红线最近约285m。	本工程不占用、不跨越生态保护红线，评价范围涉及水土保持型生态保护红线。
生态保护目标	级别	审批情况	保护对象	相对位置关系	涉及类型/功能区								
生态保护红线	/	/	生态保护红线类型为水土保持，主要植被类型为马尾松等。	间隔扩建工程边界距离忠县生态保护红线最近约285m。	本工程不占用、不跨越生态保护红线，评价范围涉及水土保持型生态保护红线。								

重庆忠县 谡井沟市级 风景区	市级	渝府 (2025) 5号	融山川、泉瀑、森林、田园等自然景观与历史遗迹、盐文化等人文景观特色，集文化体验、山水揽胜、休闲健身、养生度假、科学研究等功能为一体的山岳型市级风景区。	间隔扩建工程边界距离重庆忠县谡井沟市级风景区最近约250m，线路工程(220kV马宾东线临时线路)距离重庆忠县谡井沟市级风景区最近约80m。最近塔基(ND5)距离重庆忠县谡井沟市级风景区最近约80m。	本工程不占用、不跨越风景区，评价范围涉及风景区二级保护区。
重庆忠县 巴营市级 森林公园	市级	/	森林公园	间隔扩建工程边界距离重庆忠县巴营市级森林公园最近约485m。	本工程不占用、不跨越森林公园，评价范围涉及森林公园刘家沟景区。

(2) 水环境保护目标

根据忠县生态环境局比对结果，本工程不涉及饮用水源保护区。

(3) 电磁环境及声环境敏感目标

根据《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），评价范围内明确属于工程拆迁的建筑物不列为环境保护目标，不进行环境影响评价，因此本工程间隔扩建工程征地范围内外共计10户拟拆除的房屋不纳入环境保护目标。

本工程输电线路的电磁环境及声环境敏感目标主要为110kV线路边导线地面投影外两侧各30m内、220kV线路边导线地面投影外两侧各40m内的带状区域内的建筑物，间隔扩建工程的电磁环境敏感目标主要为石马220kV变电站间隔扩建侧40m内的建筑，间隔扩建工程的声环境敏感目标主要为石马220kV变电站间隔扩建侧200m内的建筑。根据调查，本工程间隔扩建工程周围电磁环境及声环境保护目标见表3-8，线路沿线电磁环境及声环境保护目标见3-9。

表 3-8 间隔扩建工程主要电磁、声环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	环境特征	功能	与变电站位置关系		影响因素	监测点	监测报告
				间隔扩建前	间隔扩建后			
J1	石马村民房 1	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 37m, 民房地面与变电站地面基本齐高		E/B/N _{4a}	☆1、△1	渝泓环(监)[2025]937号
J2	石马村民房 2	民房 1 栋, 3F 坡顶, 高约 9m	居住	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 43m, 民房地面与变电站地面基本齐高		N _{4a}	△2-1 △2-2	
J3	石马村民房 3	民房 4 栋, 2F 坡顶、平顶、平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 48m, 民房地面与变电站地面基本齐高		N _{4a}	/	
	石马村民房 4	民房 2 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 69m, 民房地面与变电站地面基本齐高		N ₂	△3	
J4	重庆跃富集成房屋有限公司(原为重庆白公养老服务有限公司)	宿舍 1 栋, 1F/2F/3F 坡顶, 高约 3/6/9m	住宿	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 113m, 民房地面与变电站地面基本齐高		N ₂	△4-1 △4-2	
J5	石马村民房 5	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 88m, 民房地面高于变电站地面约 10m	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 25m, 民房地面高于变电站地面约 10m	E/B/N ₂	△7、☆9	渝泓环(监)[2025]1549号
J6	石马村民房 6	民房 9 栋, 1F 坡顶、2F 坡顶/平顶/平顶+彩钢棚、3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 146m, 民房地面高于变电站地面约 10m	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 95m, 民房地面高于变电站地面约 10m	N _{4a}	△4-1 △4-2 △5	
J7	石马村民房 7	民房 2 栋, 1F 平顶/2F 坡顶、3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 192m, 民房地面与变电站地面基本齐高	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 172m, 民房地面与变电站地面基本齐高	N ₂	△6	

备注: E—工频电场强度、B—磁感应强度、N—环境噪声, N₂—2 类声环境功能区, N_{4a}—4a 类声环境功能区。

表 3-9 拟建线路工程电磁环境及声环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	保护目标特征	功能	涉及本工程线路名称	与线路边导线位置关系及最近水平距离	导线对地最低高度 (m)	包夹情况	影响因素	监测点位	监测报告
X1	石马村民房 6	民房 1 栋, 1F 坡顶/2F 平顶/3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	3#~A1#段南侧约 15m	18	石马 220kV 变电站共同影响	E/B/N _{4a}	△5☆4	渝泓环(监)[2025]1549 号
X2	石马村民房 5	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住		3#~A1#段南侧约 27m	18	石马 220kV 变电站和 110kV 石拔南线共同影响	E/B/N ₂	△7☆9	渝泓环(监)[2025]1549 号
X3	梅坝村民房 1	民房 1 栋, 4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚, 高约 12/9m	居住		A4#~6#段跨越	23	无	E/B/N _{1/4a}	△1-1 △1-2 ☆1	渝泓环(监)[2026]143 号
	梅坝村民房 2	民房 1 栋, 3F 平顶+彩钢棚, 高约 9m	居住		A4#~6#段南侧约 1m	23	无	E/B/N ₁	/	/
X4	石马村民房 8	民房 2 栋, 1F/2F 坡顶, 高约 3/6m	居住	220kV 马宾东西线改接工程	NA2~3#段西北侧约 15m	17	无	E/B/N _{4a}	△2 ☆2	渝泓环(监)[2026]268 号
X5	石马村民房 9	民房 1 栋, 2F 坡顶, 高约 6m	居住	220kV 马宾东西线改接工程	NA2~3#段西北侧约 38m	17	220kV 马宾东西线和 220kV 安马南北线包夹		巡测后小于渝泓环(监)[2026]268 号中的△1☆1 和△2☆2	
				220kV 安马南北线改接工程	NB2~163#段东南侧约 27m	26				
X6	石马村民房 10	民房 3 栋, 2F 坡顶, 高约 6m	居住	220kV 安马南北线改接工程	NB2~163#段东南侧约 7m	26	无	△1 ☆1		渝泓环(监)[2026]268 号
X7	石马村民房 11	民房 2 栋, 3F 坡顶/2F 平顶+彩钢棚, 高约 9/6m	居住	220kV 马宾东线临时线路	ND3~ND4 段东南侧约 10m	30	无	E/B/N _{4a}	△3-1 △3-2 ☆3	渝泓环(监)[2025]1549 号

续表 3-9 拟建线路工程电磁环境及声环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	保护目标特征	功能	涉及本工程线路名称	与线路边导线位置关系及最近水平距离	导线对地最低高度 (m)	包夹情况	影响因素	监测点位	监测报告
X8	梅坝村民房 3	民房 2 栋, 4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚、1F 平顶+彩钢棚, 高约 12/9/3m	居住	220kV 安马北 线临时线路	LS3~LS4 段两侧, 最近约 1m	22	现状 220kV 安马南北线包夹 1 户	E/B/N _{4a}	△1-1 △1-2 ☆1	渝泓环 (监)[2025] 1549 号
	梅坝村民房 4	民房 4 栋, 1F 平顶/平顶+彩钢棚、2F 平顶/平顶+彩钢棚、3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住		LS3~LS4 段东侧约 15m	22	现状 220kV 安马南北线包夹	E/B/N ₁	△2-1 △2-2 ☆2	
X9	石马村民房 1	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	220kV 柱马北 线改接工程	变电站~77#段北侧约 35m	14	220kV 柱马南线和石马 220kV 变电站共同影响	E/B/N _{4a}	△1☆1	渝泓环 (监)[2025] 937 号
	石马村民房 2	民房 1 栋, 3F 坡顶, 高约 9m	居住		变电站~77#段北侧约 9m	14	220kV 柱马南线和石马 220kV 变电站共同影响	E/B/N _{4a}	△2-1 △2-2	

备注：影响因素包括 E—工频电场强度、B—磁感应强度、N—环境噪声，N₁—1 类声环境功能区，N₂—2 类声环境功能区，N_{4a}—4a 类声环境功能区，N_{1/4a}—临街建筑面向交通干线一侧至交通干线边界线的区域为 4a 类声环境功能区，其余侧为 1 类声环境功能区。

3.5 环境质量标准

本工程位于重庆市忠县白公街道，间隔扩建工程所在的忠县石马220kV变电站位于石马村，线路工程沿线经过石马村、梅坝村。本工程所在的石马村、梅坝村有交通干线（S302）经过，根据《忠县人民政府办公室关于印发忠县声环境功能区划分调整方案的通知》（忠府办发〔2023〕51号）并结合《重庆忠县石马220千伏变电站1号主变扩建工程环境影响报告表》，本工程所在区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类和2类标准，交通干线（S302）两侧临1类区45m内、临2类区30m内范围区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中4a类标准，当临街建筑高于三层楼房以上（含三层）时，将临街建筑面向交通干线一侧至交通干线边界线的区域定为4a类声环境功能区。各声环境功能区具体标准值见下表。

表 3-10 声环境质量标准（GB3096-2008） 单位：dB（A）

类别	昼间	夜间	备注
4a类	70	55	交通干线（S302）两侧临1类区45m内、临2类区30m内
2类	60	50	石马220kV变电站周围200米范围
1类	55	45	其余农村区域

3.6 污染物排放标准

（1）施工期噪声执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025），即昼间70dB（A），夜间55dB（A）。

（2）间隔扩建工程所在变电站厂界临交通干线（S302）侧执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中4类标准，其余侧执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。具体标准值见下表。

表 3-11 运行期厂界噪声执行标准值 单位：dB（A）

执行类别	标准值		区域
	昼间	夜间	
2类	60	50	变电站东南侧厂界
4类	70	55	变电站西南侧厂界

评价
标准

3.7 电磁环境限值标准

《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 中给出了不同频率下电场、磁场所致公众曝露控制限值，本工程频率为 50Hz，电磁环境控制限值具体见下表。

表 3-12 公众曝露控制限值

项目	频率范围	电场强度 E (V/m)	磁感应强度 B (μT)
标准	0.025kHz~1.2kHz	200/f	5/f
本工程核算值	0.05kHz	4000	100

注 1：频率 f 的单位为所在行中第一栏的单位。

注 3:100kHz 以下，需同时限制电场强度和磁感应强度。

注 4：架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

其他

无

四、生态环境影响分析

4.1 废气

变电站间隔扩建施工期，大气污染源主要为施工扬尘。扬尘主要来自土建工程施工和车辆运输等，如遇干旱无雨季节扬尘则更为严重。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织排放。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。施工场地出入口设置洗车池及车辆冲洗装置，运输车辆出场前彻底清洗，防止带泥上路。施工现场实施洒水抑尘，同时施工期间车辆行驶的路面实施洒水抑尘，其抑尘效果是显而易见的。

输电线路的施工对环境空气质量的影响主要为扬尘污染和施工机械尾气污染。铁塔基础开挖、车辆运输等产生的扬尘在短期内将使局部区域空气中的 TSP 增加；施工机械（如载重汽车等）产生的尾气主要污染物为 CO、NO_x 等，施工扬尘影响主要是在线路施工区塔基附近，对周围环境影响较小。线路施工为点状工程，环境空气污染源主要有各类燃油动力机械在进行施工活动时排放的 CO 和 NO_x 废气，但由于施工场地较为分散，且施工时间较短，使用数量不多，产生的污染物较少。

施工期对大气环境的影响是暂时的，只要施工期保持对干燥作业面进行洒水处理后，施工期对环境影响较小，工程施工结束后其大气环境影响可得以恢复。

4.2 废水

变电站间隔扩建使用商品混凝土，其施工过程中产生的废水主要为施工车辆清洗废水以及施工人员产生的生活废水。线路施工期污水主要来自施工人员的生活污水、小型机械拌合混凝土产生的施工废水。

本工程不设置施工营地，施工工人利用周边已有餐馆等公共设施解决，施工人员主要租赁附近民房，产生的生活污水排入居民厕所处理。变电站间隔扩建施工车辆清洗废水经收集、沉淀处理后回用，不外排；本工程铁塔基础不使用灌注桩基础，不产生钻浆废水。铁塔基础的浇筑工程量较少，产生的施工废水量较小，施工生产废水主要为小型机械拌合混凝土产生的施工废水，在临近塔基施工处设置简易沉砂池对生产废水进行澄清处理，处理后回

施
工
期
生
态
环
境
影
响
分
析

用于施工喷洒。基本不会对区域地表水环境造成影响。

4.3 噪声

4.3.1 间隔扩建工程

变电站间隔扩建工程主要涉及原有围墙拆除、间隔扩建部分土建施工及设备安装，施工期主要噪声源有挖掘机、商砼搅拌车、混凝土振捣器、重型运输车等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013），变电站扩建间隔施工主要施工设备噪声源声压级见下表。

表 4-1 间隔扩建主要施工设备噪声源强 单位：dB(A)

序号	噪声源	声源类型	型号	空间相对位置 (m)			声源源强	声源控制措施	运行时段
				X	Y	Z	声压级/ (dB		
							(A) /5m)		
1	液压挖掘机	固定	未定	/	/	/	82~90	优选低噪声机械设备，加强施工机械的保养，设置硬质围挡 加强运输车辆保养，合理规划运输车辆行驶路线	6:00~22:00 夜间不施工
2	混凝土振捣器	固定	未定	/	/	/	80~88		
3	商砼搅拌车	移动	未定	/	/	/	85~90		
4	重型运输车	移动	未定	/	/	/	82~90		

备注：①声源源强数据参考《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）；②施工期机械设备可能出现在施工现场任意位置，空间相对位置不确定；③施工设备型号需施工时由施工单位确定。

鉴于施工场地的开放性质及施工机械自身特点，不易进行噪声防治，主要从声源上控制和靠距离衰减，尽量降低对环境的影响。忽略地面障碍物衰减，按如下模式计算出主要施工机械噪声，声级随距离衰减情况见表 4-2。

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg \frac{r}{r_0}$$

式中： $L_A(r)$ ——受声点 r 的声级 dB (A)；

$L_A(r_0)$ ——受声点 r_0 的测试声级 dB (A)；

r_0 、r——距声源 r_0 、r 受声点的距离 (m)。

根据预测结果可知，保守考虑施工设备放置于场地边界处，昼间施工噪声在距离噪声源约 50m 处可达《建筑施工噪声排放标准》昼间 ≤ 70 dB(A) 的要求，若施工设备位于场界边界则场界噪声不满足要求。因此，本工程应合理布局噪声源位置，当噪声设备位于场界边界时设置隔声量不小于 20dB (A) 的硬质围挡，确保施工场界噪声满足《建筑施工噪声排放标准》（GB

12523-2025) 要求。

表 4-2 间隔扩建施工场界外施工噪声影响计算值 单位: dB (A)

距离 (m) \ 施工设备	5	10	20	40	50	100	150	200
液压挖掘机	90	84	78	72	70	64	60	58
混凝土振捣器	88	82	76	70	68	62	58	56
商砼搅拌车	90	84	78	72	70	64	60	58
重型运输车	90	84	78	72	70	64	60	58

备注: 本工程施工场地小, 不同施工阶段同时使用的主要施工设备不同, 本次单台噪声设备最大源强数据进行理论计算。

保守考虑间隔扩建工程施工噪声设备位于场界边界处, 并按单台噪声设备最大源强数据进行理论计算, 叠加声环境保护目标处的背景值后, 各声环境保护目标的噪声影响结果见下表。

表 4-3 施工噪声对环境敏感目标影响预测结果 单位: dB (A)

序号	保护目标	与施工场界距离 (m)	贡献值	背景值	预测值	昼间标准值
J5	石马村民房 5	25	56	50	57	60
J6	石马村民房 6	95	44	59	59	70
J7	石马村民房 7	172	39	41	43	60

备注: ①重点考虑征地扩建侧的声环境保护目标; ②考虑硬质围挡的隔声量 20dB(A)。

根据上表可知, 保守考虑间隔扩建工程施工噪声设备位于场界边界处, 并按单台噪声设备最大源强数据进行理论计算, 考虑硬质围挡隔声量为 20dB (A) 后, 各声环境保护目标的预测值满足相应声环境功能区划标准要求。

4.3.2 输电线路工程

线路施工中主要噪声源为运输车辆及基础、架线施工中各种机械设备的噪声。根据初设资料, 本工程在靠近现有公路的施工场地采用商品混凝土, 在无现有公路且不方便运输的施工场地设置小型拌和机, 其声级一般小于 75dB(A), 施工量小且用时短, 且无公路的地方一般人员不可到达, 环境敏感目标较少。在架线施工过程中, 牵张场内的牵张机、绞磨机、小型钻机等设备产生的机械噪声声级值一般为 70~78dB (A), 且项目施工量较小, 施工时间较短, 因此本工程施工期的建设对周围环境敏感目标声环境影响较小。

工程建设中施工单位应严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025），加强施工噪声设备的管理，做到预防为主，合理安排施工时间，合理布置施工设备，文明施工，减少噪声污染。

4.4 固体废弃物

变电站间隔扩建施工期有弃方产生，围墙拆除会产生混凝土块等建筑垃圾，弃方拟运至合法渣土场处置，建筑垃圾拟运至合法的消纳场处置。工程房屋拆迁工作均由当地政府部门组织实施。

项目架空线路开挖土石方在塔基施工结束后一般回填或就近于低洼处夯实，拆除产生的导线、金具及绝缘子等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；施工人员生活垃圾利用附近已有公共环卫设施收集，由当地环卫部门定期进行转移处理；项目产生的固体废物对周边环境影响较小。

4.5 施工期生态环境影响分析

（1）对土地利用类型的影响

根据设计资料，本工程总占地面积约 2.7716hm²，其中变电站间隔扩建永久占地面积约 0.7016hm²，塔基占地约 0.25hm²，临时占地约 1.82hm²。临时占地施工结束后能恢复原有用地类型，变电站间隔扩建和塔基永久占地部分会导致项目所在地的耕地、林地、住宅用地类型减少，建设用地面积增加。本工程永久占地面积较小，占项目所在区域的比例很小，对整个区域土地利用功能影响不大。

（2）对植被资源的影响

间隔扩建部分施工期新增用地涉及植被的砍伐，新增占地面积较小，相对整个评价区域而言，砍伐植被数量占比很小；本工程线路在工程上采取了加高塔身等措施，尽量减少对树木的砍伐。塔位施工过程中将砍伐塔位区域周围部分植物以便于物料堆放和施工，但影响仅限于施工期的短期小面积破坏，在施工后将进行植被恢复，一段时间后将恢复原貌或与原貌接近的状况，因此，采取有效植被恢复措施能够使工程对植被的影响减小到最低，对该区域影响较小。在临时占地区域，主体工程完成后将进行植被恢复，在一定程度上会减轻线路建设对植被资源的影响。因而该项目在施工期不会对区

域植被覆盖率、物种的多样性以及群落组成和演替产生较大影响，也不会对当地的植被资源造成较大破坏。

(3) 对动物资源的影响分析

① 工程建设对哺乳动物的影响

工程施工对兽类的干扰和破坏，主要发生在变电站间隔扩建、塔基、布线和其他施工区域；施工机械噪声对兽类的驱赶。这些影响将使部分兽类迁移他处，远离施工区范围。结果是项目区兽类的数量可能减少。由于兽类对生活环境具有一定的自我调节能力，它会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对兽类总的直接影响很小。

② 工程建设对鸟类动物的影响

施工活动将会对鸟类栖息地生境造成干扰。施工砍伐树木、施工机械噪声等等，均可能会干扰灌丛栖息鸟类的小生境。施工人员生活活动可能对鸟类也会造成干扰。这些影响，其结果将使部分鸟类迁移他处，远离施工区范围；一部分鸟类的种群数量由于巢穴被破坏而减少，特别是当施工期正在鸟类的繁殖季节中时（夏季）。总的结果是项目区范围内鸟类的数量可能减少。

③ 工程建设对两栖和爬行动物的影响

工程施工对两栖和爬行动物的影响主要包括对其栖息地生境的干扰，特别是对两栖动物的交配活动，产卵和卵的孵化以及蝌蚪的生长等影响；施工机械噪声对两栖和爬行类的驱赶。这些影响将使部分爬行动物迁移他处，远离施工区范围；一部分两栖和爬行类由于巢穴的破坏而减少。总的结果是它们在项目区范围内的数量将减少。当然，由于大多数爬行动物会通过迁移来避免项目施工对其造成伤害，所以项目施工对爬行动物的影响不大。

由于本工程施场地分散，而且每个施场地很小，同时区域附近分布有公路、已有变电站等，评价范围内存在的野生动物多为已适应人类活动的常见小型动物，工程施工无论是对哺乳动物、鸟类还是两栖和爬行动物的影响都很小。

(4) 景观生态完整性分析

林地是本区景观的基质，是区域生态环境质量的控制性组分，具有较高的生产力和较高的受干扰后恢复能力。此外，拟建工程塔基占地分散，对评

价区的自然景观破坏程度较小。因此，工程对评价区内的自然景观生态影响较小。

(5) 生态保护目标影响分析

本工程不涉及自然保护区，评价范围内未发现古树名木。本工程不占用、不跨越生态保护红线、重庆忠县谡井沟市级风景名胜区和重庆忠县巴营市级森林公园，仅评价范围涉及生态保护红线、重庆忠县谡井沟市级风景名胜区、重庆忠县巴营市级森林公园。

①生态保护红线

本工程不占用、不跨越生态保护红线，间隔扩建工程边界距离生态保护红线最近约285m，评价范围内生态保护红线类型为水土保持型。本工程与生态保护红线之间相隔有多处耕地、林地及农村道路等，施工活动影响范围不会扩大到生态保护红线内，项目建设基本不会对生态保护红线造成不利影响，不会影响生态保护红线的生态功能，不会对生态保护红线完整性产生影响。

②重庆忠县谡井沟市级风景名胜区

本工程不占用、不跨越重庆忠县谡井沟市级风景名胜区，间隔扩建工程边界距离重庆忠县谡井沟市级风景名胜区最近约250m，最近线路工程（220kV马宾东线临时线路）距离重庆忠县谡井沟市级风景名胜区最近约80m。最近塔基（ND5）距离重庆忠县谡井沟市级风景名胜区最近约80m。评价范围仅涉及风景名胜区二级保护区。

本工程与风景名胜区之间相隔有多处耕地、林地及农村道路等，施工活动影响范围不会扩大到风景名胜区内，项目建设基本不会对风景名胜区内动植物造成不利影响。本工程不占用、不跨越景区范围，与风景名胜区之间有高大茂密的树林阻挡，基本不会造成视觉干扰，因此项目建设基本不会对风景名胜区景观产生影响。

③重庆忠县巴营市级森林公园

本工程不占用、不跨越重庆忠县巴营市级森林公园，间隔扩建工程边界距离重庆忠县巴营市级森林公园最近约485m，评价范围涉及森林公园刘家沟景区。本工程与森林公园之间相隔有多处耕地、林地及农村道路等，施工活

运营期生态环境影响分析	<p>动影响范围不会扩大到森林公园内，项目建设基本不会对森林公园内动植物造成不利影响。本工程不占用、不跨越森林公园范围，与森林公园之间有高大茂密的树林阻挡，基本不会造成视觉干扰，因此项目建设基本不会对森林公园刘家沟景区景观产生影响。</p>
	<p>送电线路是从发电厂或供电中心向消费电能地区输送大量电能的主要渠道或不同电力网之间互送大量电力的联网渠道，是电力系统组成网络的必要部分。架空线路一般由塔基、杆塔、架空线以及金具等组成。三相交流电是由三个频率相同、电势振幅相等、具有一定相位差的交流电路组成的电力系统。</p> <p>本工程采用频率为50Hz，相电压为110kV和220kV，相位差为120°的三相交流架空输电方式。其运营期产生的污染物主要为工频电磁场、可听噪声，不新增产生废水、废气。</p> <p>4.6 声环境影响分析</p> <p>4.6.1 间隔扩建工程</p> <p>本工程拟在石马220kV变电站扩建5个220kV间隔，主要向东南方向征地扩建。扩建间隔在运行期间基本无噪声产生，本工程建成后不改变石马220kV变电站现有主要声源布置，间隔扩建工程完工后变电站东南侧征地扩建部分围墙与站内主变压器等主要声源距离增加，西南侧围墙与站内主变压器等主要声源距离不变。因此，本工程间隔扩建后，变电站西南侧厂界噪声基本维持现状，变电站东南侧因围墙外移厂界噪声将小于现厂界噪声。</p> <p>根据现状监测结果可知，石马220kV变电站间隔扩建东南侧和西南侧厂界噪声分别满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类和4类标准要求。因此，可预测本间隔扩建工程建成后，石马220kV变电站间隔扩建东南侧和西南侧厂界噪声也能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类和4类标准要求。</p> <p>4.6.2 线路工程</p> <p>架空输电线路下的可听噪声主要是由导线表面在空气中的局部放电（电晕）产生的。一般来说，在干燥天气条件下，导线通常运行在电晕起始电压水平以下，线路上只有很少的电晕源，因而也就不可能造成很大的可听噪声。</p>

但在潮湿和下雨天气条件下，因为水滴在导线表面或附近的存在，使局部的电场强度增加，从而产生电晕放电，电晕放电的效应之一则产生了线路的可听噪声。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本评价输电线路声环境影响评价采用类比方法进行。本工程涉及110kV单回架设、220kV单回架空架设（包括双回塔单边挂线）和220kV同塔双回架设的线路架设方式，本评价分别选择相似的类比对象进行类比分析。

（1）类比对象

本评价选择110kV成青线作为110kV单回架设线路的类比对象，选择220kV遂盟一线作为220kV单回架空架设线路的类比对象，选择220kV盟惠一、二回线作为220kV双回架空架设线路的类比对象，具体类比条件见下表。

表 4-4 110kV 单回架设线路类比条件一览表

序号	项目名称	110kV 石拔北线 3#~6# 塔段迁改工程	类比对象 110kV 成青线	相似性
1	电压等级	110kV	110kV	相同
2	回路数	单回	单回	相同
3	架设方式	架空	架空	相同
4	导线分裂数	单分裂	单分裂	相同
5	导线型号	JL3/G1A-300/25	LGJ-185/25	相似
6	近地导线对地距离	13m	14m（类比监测处）	相似
7	地理位置	重庆市	四川省	/
8	气候环境	亚热带季风气候，年平均气温为 17.7℃，年平均相对湿度为 79.9%	亚热带季风气候，年平均气温 16.2℃，年平均相对湿度为 79%~84%	相似

表 4-5 220kV 单回架设线路类比条件一览表

序号	项目名称	220kV 马名 II 线改接工程 220kV 马宾东线临时线路 220kV 安马北线临时线路 220kV 柱马北线改接工程	类比对象 220kV 遂盟一线	相似性
1	电压等级	220kV	220kV	相同
2	回路数	单回	单回	相同
3	架设方式	架空	架空	相同
4	导线分裂数	双分裂	双分裂	相同
5	导线型号	2×JL3/G1A-400/35 2×JL3/G1A-500/45	2×JL3/G1A-630/45	相似
6	近地导线对地距离	14m	12m（类比监测处）	相似
7	地理位置	重庆市	四川省	/
8	气候环境	亚热带季风气候，年平均气温为 17.7℃，年平均相对湿度为 79.9%	亚热带季风气候，年平均气温 16.2℃，年平均相对湿度为 79%~84%	相似

表 4-6 220kV 双回架设线路类比条件一览表

序号	项目名称	本工程 220kV 马宾东西线改接工程 220kV 安马南北线改接工程	类比对象 220kV 盟惠一、二回线	相似性
1	电压等级	220kV	220kV	相同
2	回路数	双回	双回	相同
3	架设方式	架空	架空	相同
4	导线分裂数	双分裂	双分裂	相同
5	导线型号	2×JL3/G1A-400/35	2×JL3/G1A-400/35	相同
6	近地导线对地距离	16m	14m（类比监测处）	相似
7	地理位置	重庆市	四川省	/
8	气候环境	亚热带季风气候，年平均气温为 17.7℃，年平均相对湿度为 79.9%	亚热带季风气候，年平均气温 16.2℃，年平均相对湿度为 79%~84%	相似

根据对比分析可知，拟建架空输电线路与类比对象的电压等级、回路数、架设方式、导线分裂数均相同，导线型号、近地导线对地距离、气候环境等均相似。因此，从类比条件角度来看，本评价选择110kV成青线、220kV遂盟一线和220kV盟惠一、二回线作为类比对象进行类比分析可行。

(2) 类比监测运行工况

根据类比监测报告可知，本评价选择110kV成青线、220kV遂盟一线和220kV盟惠一、二回线的类比监测期间的运行工况见下表。

表 4-7 类比线路监测期间运行工况

线路名称	监测时间	运行工况			
		电压(kV)	电流(A)	有功功率(MW)	无功功率(MW)
110kV 成青线	2008.10.10	110	6.4~7.6	0	-1.6~-1.3
220kV 遂盟一线	2024.7.19	228.9~232.8	21.8~49.7	-48.1~-36.4	-3.4-2.1
220kV 盟惠一线	2024.7.17	230.48~234.74	17.4~50.2	-60.44~-13.02	9.9~39.5
220kV 盟惠二线	2024.7.18	230.79~234.81	25.1~62.8	-62.56~-14.34	10.2~30.1

(3) 监测仪器

根据类比监测报告可知，本评价选择110kV成青线、220kV遂盟一线和220kV盟惠一、二回线的类比监测仪器见下表。

表 4-8 监测仪器一览表

线路名称	名称	型号/规格	编号	有效期至	检定/校准证书编号	测量范围
110kV 成青线	噪声分析仪	HS6280D	970513	2009.1.16	200801002910	35~130 dB(A)
	噪声分析仪	HS5670B	02006073	2009.1.20	200801003582	25~135 dB(A)
	声级校准器	HS6020	02007405	2009.1.15	200801002840	/
220kV 遂盟一线	多功能声级计	AWA6228+	SV/YQ-39	2025.5.10	检定字第 202405001277 号	20~142 dB(A)
220kV 盟惠一线 220kV 盟惠二线	声校准器	AWA6221A	SV/YQ40	2025.6.18	检定字第 202406003431 号	/

(4) 监测结果

根据类比监测报告，本评价类比对象的噪声监测结果见下表和下图。

表 4-9 类比线路噪声监测结果 单位：dB(A)

类比线路		距线路中心对地投影点水平距离 (m)											
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
110kV 成青线	昼间	39.6	39.7	39.8	40.6	39.5	39.4	40.2	/				
	夜间	37.8	37.4	37.2	37.5	36.8	37.2	36.6					
220kV 遂盟一线	昼间	47	46	46	47	46	47	45	46	47	46	46	
	夜间	38	39	40	40	39	39	38	40	39	39	38	
220kV 盟惠一、二线	昼间	47	47	46	47	47	48	47	46	47	46	46	
	夜间	40	39	40	39	39	38	38	39	38	38	39	

噪声断面类比监测结果

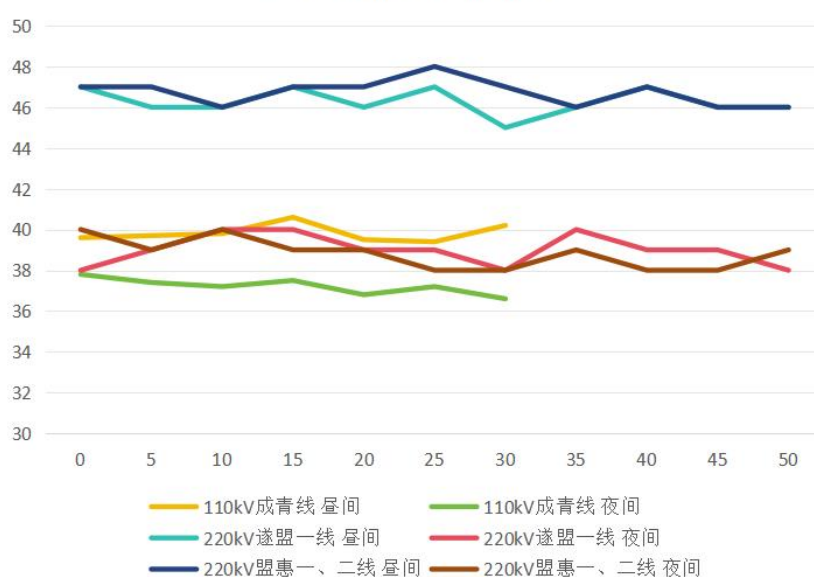


图 4-1 噪声类比监测断面衰减断面图

由上表和上图可见，类比线路监测点噪声监测值可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类声功能区环境噪声标准（昼间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 45\text{dB}(\text{A})$ ）的要求。

根据类比监测结果，输电线路昼、夜噪声变化幅度不大，噪声水平随距离的增加而减小的趋势不明显，说明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，基本不构成增量贡献，对当地环境噪声水平不会有明显的改变。因此，可以预测本项目输电线路投运后产生的噪声对周围环境的影响程度也很小，能够满足评价标准《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类、2类和4a类标准要求。

（5）环境保护目标声环境影响分析

根据类比，本项目环境保护目标噪声预测结果详见表4-10所示。

表 4-10 线路噪声对周围各环境保护目标的预测结果 单位: dB(A)

序号	涉及线路名称	环境保护目标名称	与项目边导线最近水平距离 m	与中心线最近水平距离 m	贡献值		现状/背景监测值				预测值		标准值		备注
					昼间	夜间	监测点		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
X1	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	石马村民房 6	15	18	40.6	37.5	渝泓环(监)[2025] 1549号△5		56	45	56.1	45.7	70	55	
X2		石马村民房 5	27	30	40.2	36.6	渝泓环(监)[2025] 1549号△7		50	42	50.4	43.1	60	50	
X3		梅坝村民房 1	0	0	39.6	37.8	渝泓环(监)[2026] 143号△1-1△1-2		52	44	52.2	44.9	55	45	
		梅坝村民房 2	1	4	39.7	37.8	渝泓环(监)[2026] 143号△1-1△1-2 代表		52	44	52.2	44.9	55	45	
X4	220kV 马宾东西线改接工程	石马村民房 8	15	22	48	39	渝泓环(监)[2026] 268号△2		52	45	53.5	46.0	70	55	
X5	220kV 马宾东西线改接工程	石马村民房 9	38	45	46	38	渝泓环(监)[2026] 268号△2 代表	52	45	53.9	46.6	70	55	包夹	
	220kV 安马南北线改接工程		27	34	47	39									
X6	220kV 安马南北线改接工程	石马村民房 10	7	14	47	40	渝泓环(监)[2026] 268号△1		52	44	53.2	45.5	70	55	
X7	220kV 马宾东线临时线路	石马村民房 11	10	17	47	40	渝泓环(监)[2025] 1549号△3-1△3-2		52	44	53.2	45.5	70	55	
X8	220kV 安马北线临时线路	梅坝村民房 3	1	/	47	39	渝泓环(监)[2025] 1549号△1-1△1-2		53	45	54.0	46.0	70	55	
		梅坝村民房 4	15	/	47	40	渝泓环(监)[2025] 1549号△2-1△2-2		45	40	49.1	43.0	55	45	
X9	220kV 柱马北线改接工程	石马村民房 1	35	/	46	40	渝泓环(监)[2025] 937号△1		55	45	55.5	46.2	70	55	
		石马村民房 2	9	/	46	40	渝泓环(监)[2025] 937号△2-1△2-2		53	44	53.8	45.5	70	55	

备注: 本次噪声预测按照最不利原则进行, 贡献值采用相应水平距离类比线路下噪声值, 两个距离之间采用较大值, 现状/背景分层监测结果取大值。

四、生态环境影响分析

4.7 电磁环境影响分析

本工程电磁环境影响评价具体内容见电磁专题，专题评价结论如下：

4.7.1 架空线路电磁环境影响分析

(1) 地面 1.5m 处电磁环境影响预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回段线路导线最低对地高度 13m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 0.58kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 7.12 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.52kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 8m 和正半轴 7m、边导线投影位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 13.98 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.93kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）

运营期生态环境影响分析

4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 12.34 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.96kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 10m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 19.54 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

（2）达标距离预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 3m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 3m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线

临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 7m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

（3）并行线路影响

根据预测结果结合本工程架空输电线路并行情况，即使考虑 2 条 220kV 同塔双回线路+1 条 220kV 单回线路并行，不考虑场强矢量叠加，按最不利情形直接数量相加，并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 3.52（1.56+1.96=3.52）kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；并行段地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 31.35（11.81+19.54=31.35） μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

4.7.2 变电站间隔扩建工程电磁环境影响分析

本工程间隔扩建工程不改变变电站总平面布置方式、主变容量和电压等级。根据现状监测可知，石马 220kV 变电站扩建间隔涉及的东南侧、西南侧厂界工频电场强度监测值为 29.06～96.48V/m，磁感应强度监测值为 0.0562~1.135 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）限值要求。本工程间隔扩建完工后，变电站西南侧围墙位置不变，东南侧围墙距离主变的距离增加。根据变电站电磁环境影响特点，间隔扩建工程对变电站电磁环境影响的贡献值很小。因此，本工程建成后变电站东南侧、西南侧围墙外的工频电场、工频磁场将基本保持在现状水平，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）要求。

(3) 环境保护目标处电磁环境预测结果

根据理论预测结果可知，拟建架空线路导线离地高度按照设计高度进行控制，沿线电磁环境保护目标处的电场强度和磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

本工程变电站扩建间隔后其环境保护目标与变电站内的主变压器等的距离一致，环境保护目标的电磁环境基本能维持现状，因此电磁环境敏感目标处的电场强度、磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

4.8 生态环境影响分析

(1) 土地利用影响

本工程建成后临时占地均恢复为原土地利用功能，仅站外征地间隔扩建部分和塔基占用的土地将转变为建设用地，但变化很小，且塔基位置分散，因此本工程建设对评价区的土地利用类型变化影响很小。

(2) 对植物影响

工程运行期基本不会影响线下植被生长，若后期植被高度与线路安全距离不满足要求，也仅会对树梢进行修剪，不会进行整株砍伐，运行期对评价区内植物群落产生的影响小。

(3) 对动物的影响

本工程线路为架空线路，不会对迁移动物的生境和活动产生真正的阻隔。输电线路运行期间人为活动很少，仅为线路安全运行考虑配置有巡线工人，且巡线工人数量少，其巡线活动有一定的时间间隔，不会因为人类活动频繁而影响陆生动物的栖息和繁衍。

工程运行期噪声对鸟类的栖息影响较小。本工程占地面积较小，造成植被的损失有限，对植被及以此为生境的昆虫影响较小，工程基本不会造成鸟类觅食范围和食物来源的减少，本工程对鸟类觅食的影响有限；本工程输电线路的电压等级为 220kV 和 110kV，输电线路导线外径约 23.8~30mm，远超出了喜欢站立在输电线及杆塔上休憩的（树）麻雀、喜鹊等鸟类的抓握能力，因此本工程对鸟类误撞、触电的影响很小。

(4) 对生态系统的影响

工程实施后，临时用地恢复，站外征地间隔扩建部分和塔基用地相对评价区面积很小，占用物种主要是区域常见种，不涉及重点保护野生植物，项目建设不会导致生态系统内的物种消失，物种组成不会发生缺失，故项目建设前后生态系统组成成分仍具有完整性。

综上所述，本工程占地面积较小，对评价区的土地利用类型变化影响很小。本工程架空输电线路对评价区植被、动植物资源影响小，工程的实施不会导致生态系统内的物种消失，物种组成不会发生缺失。故本工程运行期对生态环境影响较小。

《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）从选址方面提出了相关要求，本工程与其符合性分析见下表。

表 4-11 本工程与 HJ1113-2020 符合性分析

类型	要求	本工程情况	符合性
选址	工程选址选线应符合规划环境影响评价文件的要求。	本工程选线符合规划环评的要求	符合
	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。	本工程不涉及自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，不占用生态保护红线、重庆忠县谡井沟市级风景名胜区、重庆忠县巴营市级森林公园，已取得忠县规划和自然资源局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》；项目施工时严格控制占地范围，完工后立即进行植被恢复等，保证生态系统结构功能不受破坏。	符合
	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。	本工程为变电站间隔扩建及输电线路建设，不涉及变电工程选址。	符合
	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。	本项目线路主要位于农村地区，尽量避开以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域，本项目在设计中采取加高铁塔等措施，可有效减少对线路周边的环境影响。	符合
	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。	本工程线路多采用同塔双回架设，多条线路并行架设	符合
	原则上避免在 0 类声环境功能区建设变电工程。	本工程涉及 1 类、2 类、4a 类声环境功能区，不涉及 0 类声环境功能区。	符合
	输电线路宜避让集中林区，以减少林木砍伐，保护生态环境。	本工程线路走廊尽量避开集中林区，以减少林木砍伐	符合
	进入自然保护区的输电线路，应按照 HJ 19 的要求开展生态现状调查，避让保护对象的集中分布区。	本工程不涉及自然保护区	符合

根据上表可知，拟建工程选线符合《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）要求，本工程选址选线合理。

选址选线环境合理性分析

五、主要生态环境保护措施

5.1 施工期废气、废水、噪声、固废污染防治措施

本工程施工期废气、废水、噪声、固废污染防治措施见表 5-1。

表5-1 施工期废气、废水、噪声、固废污染防治措施

类型	措施
大气环境保护措施	<p>①间隔扩建工程施工场地设置连续密闭硬质围挡，土方作业区域持续洒水抑尘，保持作业面湿润，场内散料、渣土规范堆放，常态化洒水降尘，大风干燥天气加密洒水频次。②间隔扩建工程施工场地出入口设置洗车池、冲洗及沉淀设施，出场车辆彻底冲洗干净，严禁带泥上路。③线路工程杆塔基础采用人工挖孔桩施工，局部小范围开挖，减少地表扰动与扬尘源头。④渣土、物料运输车辆全程密闭篷布遮盖，杜绝敞篷运输、物料遗撒，有效防治运输扬尘污染。⑤施工裸土全面覆盖防尘网，暂时不能开工的建设用地超过三个月应及时绿化、铺装或遮盖。⑥施工现场严禁就地焚烧包装物、可燃垃圾等各类废弃物，杜绝焚烧废气污染；定期维保施工机械设备，保证燃油充分燃烧，减少尾气排放。⑦施工单位文明施工，加强施工期的环境管理工作，优化施工组织、合理调配机械，缩短施工工期。</p>
水环境保护措施	<p>①施工人员产生的生活污水，统一依托周边现有污水收集设施集中收纳、规范处置，施工现场不随意排放生活污水。②工程施工优先采用商品混凝土，减少现场拌合废水产生；对不具备商品混凝土使用条件的区域，设置简易沉砂池，施工拌合废水经沉淀澄清处理后回用于场地洒水抑尘，实现废水循环利用。③间隔扩建工程施工场地出入口配套建设洗车沉淀池，施工车辆冲洗废水统一收集、沉淀处理后全部回用于场地降尘、养护等施工用途，施工废水全部回用，不外排。④定期对燃油、带油施工机械开展检修维护，做好设备防渗防漏措施，有效防止油料跑、冒、滴、漏污染水土环境；严禁向周边水体倾倒弃土、废渣、生活垃圾及各类施工废弃物。⑤合理安排施工工期，土建施工尽量避开雨季，减少雨水冲刷扰动及重复开挖作业；对场内临时堆土设置围挡防护，施工区域布设临时排水沟及沉砂池，施工废水统一收集沉淀处理后回用。⑥严格落实文明施工管理要求，规范场内施工排水，有序疏导施工废水及地表径流，杜绝施工废水漫流、乱排现象，有效控制施工期水环境污染。</p>
声环境保护措施	<p>①合理规划施工现场布局，集中布置高噪声施工设备，优先选用符合国家噪声标准、自带隔声、消声装置的低噪声施工机械，从源头降低设备噪声源强。施工场区设置连续硬质围挡，结合低噪先进施工工艺，有效阻隔、衰减施工噪声外传，减小对周边区域的噪声影响。②科学统筹施工时序，严格规范施工时间，原则上夜间不开展施工作业。若因施工工艺、连续作业等特殊情况确需夜间施工的，严格按照《重庆市噪声污染防治办法》相关规定，依法办理夜间施工审批手续，取得相关主管部门施工证明，并提前1日在施工现场显著位置公示，主动告知周边居民，最大限度降低夜间施工扰民影响。③强化施工运输车辆交通管控，规范车辆场内及周边通行秩序。车辆途经居民区等敏感区域时严格限速行驶，禁止高音鸣笛、急加速等行为，有效降低交通噪声对周边环境的影响。</p>
固体废物处置	<p>①施工现场生活垃圾实行分类、集中收集管理，设置专用收集容器，定期交由环卫部门统一清运至指定地点规范处置，不随意丢弃、堆放。②工程施工土石方及建筑垃圾分类处置，间隔扩建产生的弃方全部外运至合法渣土场处置；线路塔基开挖土石方施工结束后就近回填、平整夯实；围墙、基础拆除等建筑垃圾统一收集，清运至合法消纳场妥善处置。③严格控制施工扰动范围，严禁施工范围外随意碾压植被、乱堆乱弃。在农田及经济</p>

施工期生态环境保护措施

作物区域施工时，对临时占地采取隔离防护措施，施工结束后及时清理混凝土余料、施工残渣，保障土地原有使用功能正常恢复。④施工完成后对施工场地进行全面清理，彻底清除残留钢筋、混凝土残渣、临时堆土、生活垃圾等废弃物，全面完成建筑垃圾清运、场地平整及迹地恢复工作。⑤工程拆除产生的铁塔、导线、金具、绝缘子等电力废旧物资，统一分类收集、妥善保管，交由国网重庆市电力公司物资回收部门回收综合利用。

以上施工期污染防治措施的实施单位是施工单位，以上措施已广泛应用于输变电工程建设，措施经济技术可行，且满足《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中对大气环境的保护要求。

5.2 生态保护措施

5.2.1 设计阶段生态保护措施

1) 在输电线路路径选择、设计时充分听取政府、生态环境、规划、城建、林业等相关部门意见，尽量优化设计，尽量减少项目的环境影响。

2) 输电线路路径尽量选择在人口较为稀少的地区，或远离居民区、环境敏感目标及各类保护目标，避让各类生态敏感区。选线和定位时，尽量避开陡坡和易发生塌方、滑坡、冲沟或其他地质灾害的不良地质段，尽量落在植被稀疏并便于施工区域；林区采用高跨方案（抬高架线高度、避让等措施），以减少林木砍伐；优先采用原状土基础，如掏挖式基础。

3) 尽量少占土地，本工程塔型的规划尽量设计成全方位高低腿塔型，即四条塔腿均可根据实际地形进行调节组合，以适应塔位处的地形条件，避免大规模开挖。高低腿配合高低基础调节基础露头，作为塔腿长度的调节补充，一般塔位均能做到“零基面”，对特别陡的塔位也能通过接腿加长或设计塔脚架、增加立柱露头等形式基本做到不降基面，使输电线路对环境的不利影响降至最低程度。

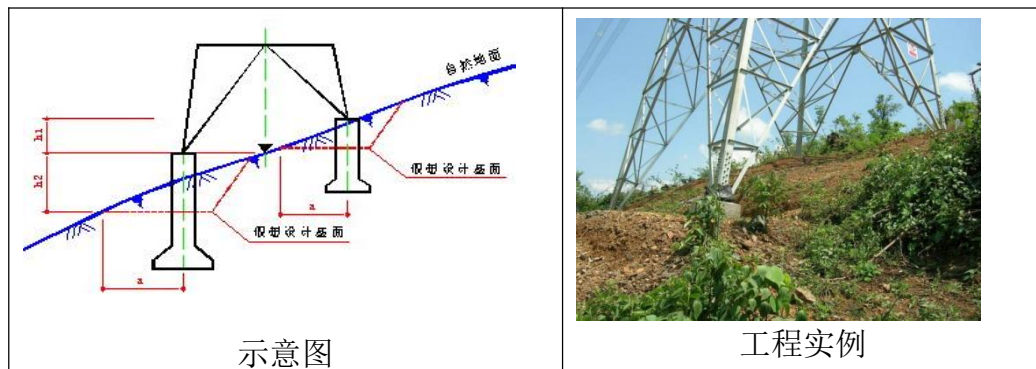


图5-1 铁塔全方位长短腿与不等高基础示意图及工程实例

4) 结合线路沿线实际情况，因地制宜设置生态植被护坡。

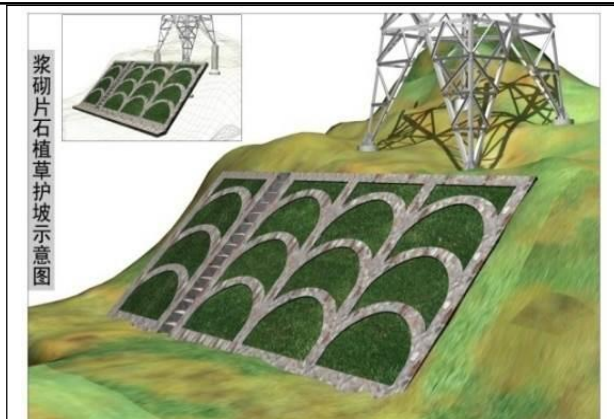


图5-2 生态护坡应用效果示意图

5) 对施工过程中占用的农田在施工结束时予以复耕；施工期间需要修建道路，原则上利用现有道路或在原有路基上拓宽。

6) 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。对汇水面较大的塔位，应在塔位上方修建永久性排水沟，将上方汇水引向塔位较远的下边坡。若塔位上方为水田，应将其改为旱地，以减少灌溉水的渗流影响。

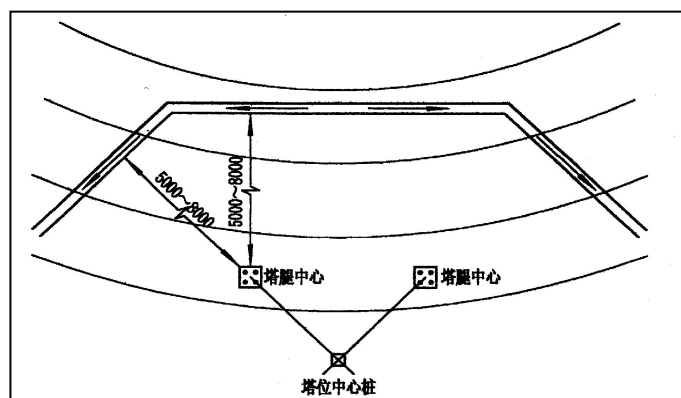


图5-3 塔位排水沟示意图

7) 工程建（构）筑物拆除完成后，及时开展场地清理与土地平整工作，全面实施迹地生态恢复；铁塔塔基拆除至地面以下 50cm，同步做好场地平整及迹地恢复。

5.2.2 施工阶段生态保护措施

施工期间施工单位应落实设计文件、环评文件及审批决定提出的各项环保要求；在项目施工合同中明确各项环保要求；各项措施和设施施工安装质量符合有关文件要求；做好施工规划，控制施工范围，优化施工季节和施工方式，开展环保培训特别是生态环境保护培训，进行文明施工。

(1) 一般保护措施

①严格控制施工范围，间隔扩建、塔基建设预先划定施工范围，禁止在划定的施工范围外开展施工活动，减少对树木的砍伐和植物的踩踏。鉴于本项目施工占地的不确定性，施工过程中若在占地范围内发展了珍稀保护树种、古树名木等，应进行保护性移栽，保证成活。

②临时占地尽量设置在平坦或坡度较缓地带，以满足布置设备、导线及施工操作要求，减少沿线生态环境的影响，尽量选择线路沿线交通较为便利的现有空地，尽量避开茂密林地、旱地、经济林地，合理规划进出场施工通道，减少对植被的踩踏，设置施工简易围栏限制施工范围。临时占地区域涉及在耕作区时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）土分开堆放，回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。

③优化牵张场设置，本工程预计设置 12 处牵张场。根据架线施工工艺要求，牵张场选择在地势平缓，交通条件良好的地点，尽可能采取铺设铁皮等方式，减少对地表的扰动。根据现场需要，在牵张场四周或适当位置设置截排水沟，减少水土流失，牵张场使用完毕后，及时进行土地整治，修复原有土地类型。

④尽量利用原有道路：材料的运输要充分利用现有道路，尽量减少对植被的破坏，将材料运输到施工现场时，考虑对植被以及生态系统完整性的保护，优选塔基附近的空地、裸地堆放材料，避免多次搬运踩踏植被，临时材料堆放需做好地面铺垫工作，减少砂石、水泥洒落，采取遮盖及防雨工作。

本工程拟设置总长度约 600m 人抬施工便道，人抬道路充分利用原有的林间小道和机耕道，部分不能到达塔基区路段才新开辟临时的人抬道路。选择人抬道路路线以“方便搬运、线路最短、无需建设、破坏最小”为原则。人抬道路修筑主要是清除阻碍通行的植被，土石方挖填活动很小，不需采取防护性工程措施，对施工过程中因通行扰动地表引发的水土流失，采取加强施工管理加以防范。施工通行严格控制在人抬道路的占地范围内，禁止随意穿行和破坏占地范围之外的地表植被，减少施工通行和材料搬运对道路周边环境的影响。

2) 合理安排施工工序：尽量避开在暴雨时段开挖土方，对于塔基开挖临时堆土和开挖裸露面，采用防雨薄膜或彩条布进行覆盖，防止或减少雨水冲刷；回填方及时夯实，完工后及时清理施工现场并恢复植被。工程施工过程中尽量保护生态的原貌，减少对生态的扰动与破坏。

3) 采用先进的组塔方式和架线工艺：对林区特别是生态敏感区内采用张力架线，使用无人机进行初级牵引绳展放。

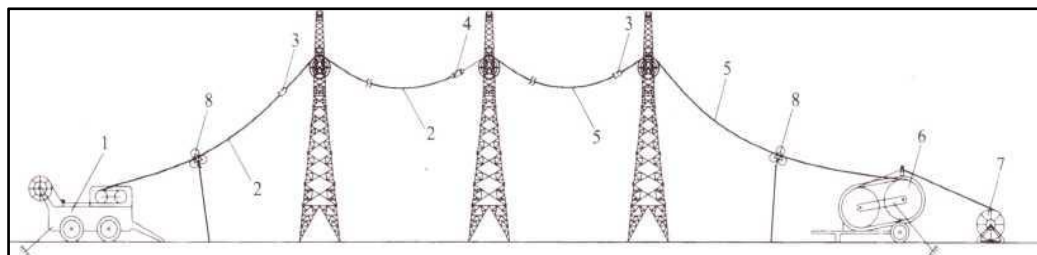


图 5-4 张力放线系统布置示意图



图 5-5 无人展放初级牵引绳示例

4) 施工过程中，尤其是林地和耕地区域，将开挖的表层土与下层土分开，表层土集中暂存于塔基施工区域用于表层回填，采用编织袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或苫盖纤维布等临时防护措施，施工结束后及时清理、松土、覆盖表层土，尽量还原土壤结构，有利于植被的恢复和农田复耕。

5) 做好施工污水的回收处理工作，严禁将施工废水随意排放。施工材料规范堆放在临时占地范围内，尤其是粉状材料与有害材料，运输时加以覆盖避免随风吹雨淋进入水体对动物的生境造成污染。

6) 合理安排施工方式和时间, 夜间是两爬和兽类部分物种主要活动觅食的时间, 本项目夜间不施工, 避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动, 不采用大爆破的方法; 采用低噪声设备, 加强日常维修保养, 使施工机械保持良好状态, 避免超过正常噪声运转; 对高噪声设备, 可在其附近加设可移动的简单围挡降低噪声, 减少施工噪声对野生动物的惊扰。

7) 施工前在乔木林、灌草丛或可能存在野生动物的区域, 采用喇叭、木棍轻敲等方式人工驱赶区域内可能存在的野生动物, 注意识别、避让动物营巢; 施工过程中, 遇到的幼兽、幼鸟、卵等未发育、未成熟个体, 应在林业局或其他保护部门的专业人员指导下妥善安置。

8) 及时清理施工现场, 进行土地复耕、植被恢复。对于施工区域及周边存在的建筑垃圾, 以及施工人员产生的生活垃圾应及时清理, 同时由于施工人员、施工车辆及施工材料压占临时占地而改变其土壤紧实度, 会影响植被的自然生长, 工程施工结束后及时进行翻耕和植被恢复。

施工完成后, 对塔基占地区周边、临时占地区及其附近植被及时进行恢复, 降低对动物造成的不利影响, 有利于动物适应新的生境; 植被恢复采用当地的土著种, 尽量与周围植被及植物种类保持协调, 对栽种的树木和植被要进行人工深度养护, 确保树木、植被的成活率。根据区域实际情况, 植被恢复以乔灌草相结合的方式, 植物种类选择华山松、芒等, 并对外来入侵物种及时清除。

9) 加强管护, 控制水土流失

①认真进行塔基断面的复测, 发现与施工图纸不符及时报告设计及监理单位, 以便校核塔基断面的正确性, 确保施工能尽量保持自然坡度, 减少施工开方引起的水土流失。

②加强施工管理, 防止乱挖乱弃, 严禁将开挖土方顺坡倾倒。

③避开在暴雨时段开挖土方, 塔基基面避免大开挖, 尽可能保持自然地形、地貌。严格按设计做好塔基施工区的排水系统, 塔基和塔腿做成龟背形或斜面, 形成自然排水, 对可能出现的汇水面, 开挖排水沟。

④施工前, 塔基、牵张场等占地范围进行表土剥离, 集中堆放于塔基施工区和各临时施工场地内空地区域, 四周采用填土编织袋拦挡。施工过

程中，在有汇水的塔基上边坡修建排水沟，接入周边自然沟道；场内道路及机械基础区域铺设钢板，临时堆土采用彩条布覆盖。施工后期，进行施工场地回填表土和土地整治，塔基占地范围全部撒播种草，临时占地范围内占用耕地的进行复耕、占用林草地的恢复植被。

10) 加强施工管理

①积极进行环保宣传，严格管理监督

(一)项目施工前应组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，在施工期间严格施工红线范围，严格遵守行为规范，进行必要的管理监督；禁止随意破坏植被的情况发生。

(二)增强施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物，严禁破坏野生动物栖息地。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，禁止猎杀野生动物，尤其是陆禽、蛙类、蛇类等易被当成捕捉目标的经济动物。

(三)在项目区内设置告示牌和警告牌，提醒大家保护野生动物及其栖息地环境。制定宣传牌，详细说明识别特点，并对国家的相关处罚规定进行说明。

②积极采取有效措施预防火灾

在林地分布较为集中的区段，施工期更应加强防护，如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。

③预防外来物种的入侵和扩散

施工前应熟悉了解外来入侵的扩散和传播机制，通过切断其传播途径和控制传播源头来预防外来入侵物种的扩散。

(一)使用当地车辆进行施工作业，同时加强检验检疫工作，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。

(二)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。

④预防病虫害的暴发

(一)本项目施工前期做好宣传教育工作，强调松材线虫病的危害，施工时采用的木材尽量在本地区进行购买，在施工过程中可能会使用到的机器或仪器的底座和包装箱要避免使用松材，如果不可避免要使用溴甲烷熏蒸或磷化铝进行严格处理，同时在施工区域加挂天牛诱捕器使用天牛引诱剂诱捕松墨天牛切断传播途径。

(二)使用当地车辆进行施工作业，加强检验检疫，防止携带传染源的车辆、人员和施工工具及材料进入评价区，造成病虫害暴发或扩散。

(三)加强检验和检疫，防止产生新的疫病区域和现有疫病区域松材线虫病暴发。若有松材线虫病的传播和暴发，应及时上报地方林业部门。

(2) 生态敏感区的保护措施

①严格划定施工范围，采用彩旗绳限界，铁塔施工作业严格控制在施工范围内，严禁进入生态保护红线、重庆忠县谿井沟市级风景名胜区、重庆忠县巴营市级森林公园等生态敏感区施工作业。尽可能缩短生态敏感区附近工程的施工时间，不在生态敏感区内设置牵张场、施工便道等临时施工场地；本工程全部塔基基础采用人工开挖，不爆破施工，选用无人机放牵引绳，牵张机架线，减少植被砍伐，施工结束后，对塔基施工区域及塔基施工场地进行植被恢复。

②合理安排施工时间。生态保护红线、重庆忠县谿井沟市级风景名胜区、重庆忠县巴营市级森林公园等生态敏感区近邻塔基的施工时间要尽可能避开鸟类主要繁殖季节；夜间不施工，对必须进行连续高噪声施工作业的应在事前向有关方面申报，经同意后方可施工。

③做好施工废水的处理工作，严禁将未经处理的施工废水排放到生态敏感区内。

④施工期加强对施工人员保护生物群落的法治教育宣传，禁止砍伐森林、破坏植被等对生物群落产生不利影响的活动；严禁随意破坏动物巢穴、捕杀野生动物，野生动物误入施工区域时，应采取喂食诱导等措施将其引出施工区；并加强与管理部门的合作，救助施工期间遇到的受伤的野生动物。

5.3 运营期生态环境保护措施

5.3.1 生态保护与恢复措施

(1) 土地资源保护，加强输变电工程维护人员管理，划定维护人员行走路线，规范维护人员行为，尽量减少输变电工程维护工作对土地资源的占用，优先使用无人机进行巡线。

(2) 野生动物保护，加强野生动物保护管理，禁止输电线路维护人员捕捞、捕猎工程附近区域的野生动物，巡检时间尽可能避开晨曦和傍晚。

(3) 野生植物保护，强化野生植物和野生动物栖息地保护管理，严禁输电线路维护人员在生态敏感区内实施伐树、砍柴等活动；加强对线路运行通道的管理，保护通道内的植被。线路运行通道内，当乔木高度达到最小安全距离后，首先考虑升高杆塔高度，其次对乔木进行修剪、剪枝，尽量避免毁坏运行通道内的植物，若为保护植物或古树名木，不能擅自对其进行修剪、砍伐，应及时上报林业主管部门，根据主管部门要求进行保护，若需移栽，应协助主管部门由专业技术人员对其进行移植，保证其成活率。

5.3.2 电磁和噪声污染防治措施

本项目运营期的主要影响为电磁、噪声环境影响，根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）采取的措施主要有：

(1) 输电线路设计应因地制宜选择线路型式、架设高度、杆塔塔型、导线参数、相序布置等，减少电磁环境影响：本项目采用的线路型式为架空线路，架设高度、塔型、导线型号等均根据线路路径地形、载荷等进行了最优化考虑。

(2) 架空输电线路经过环境保护目标时，应采取避让或增加导线对地高度等措施，减少电磁和声环境影响：本线路设计沿线尽可能地避让环境保护目标，满足环保要求。

本项目除了在设计上采取了相应的措施外，在运行期，建设单位还应加强环境管理，定期进行环境监测工作，加强巡线、控制线路与环境保护目标的距离，保证工频电场强度、磁感应强度、噪声均小于评价标准限值。同时在线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所给出警示和防护指示标志。

5.4 环境保护管理

(1) 管理机构

本工程的管理机构是国网重庆市电力公司万州供电分公司。

(2) 施工期环境管理

本工程的施工将采取招投标制，施工招标中应对投标单位提出建设期间的环保要求，并应对监理单位提出环境保护人员资质要求。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。

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。建设期环境保护监理及环境管理的职责和任务如下：

①贯彻执行国家各项环境保护方针、政策、法规和各项规章制度。

②制定本工程施工中的环境保护计划，负责工程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、推广和实施工程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负责日常施工活动中的环境监理工作，做好工程用地区域的环境特征调查，对于环境敏感目标要做到心中有数。

⑥施工计划中应适当计划设备运输道路，以避免影响当地居民生活，施工中应考虑保护生态环境，合理组织施工以减少占用临时施工用地。

⑦做好施工中各种环境问题的收集、记录、建档和处理工作。

⑧监督施工单位，使施工工作完成后的耕地恢复和补偿，环保设施等各项保护工程同时完成。

⑨工程竣工后，将各项环保措施落实完成情况上报当地生态环境主管部门。

(3) 环境管理计划

环境管理计划内容包括表5-2所列内容。

表 5-2 拟建项目环境管理计划

阶段	影响因素	减缓措施	实施机构
施工期	①废水	施工废水收集并做简单沉淀处理后回用于洒水；施工人员产生的生活污水纳入当地生活污水处理系统处理	工程施工单位 工程设计单位 工程监理单位
	②废气	施工场地洒水抑尘或防尘网苫盖	
	③噪声	合理安排施工时间，合理布局高噪声设备，加强运输车辆管理，加强施工设备维护	
	④固体废物	弃土、建筑垃圾等固体废物清运至指定弃土场或渣场处置；拆除导线、金具等回收利用；生活垃圾交环卫部门处置	
	⑤生态影响	控制施工活动范围，开挖土石方及时回填、压实或清运，进行植被恢复	
运营期	①噪声	加强巡线，设备维护	国网重庆市电力公司万州供电公司
	②电场强度		
	③磁感应强度		

(4) 环境管理中的注意事项

①设计阶段：设计单位应将环境影响报告中提出的环保措施落实到设计中，建设单位应对环保工程设计方案进行审查。

②招标阶段：建设单位在投标中应有环境保护的内容，中标后的合同中应有实施环保措施的条款。

③建设单位在施工开始后应配1~2名专业人员负责施工期间的环境监理与监督，关注施工废渣排放、粉尘污染和噪声扰民等。

5.5 环境监测计划

制订环境监测计划是为了监督各项环保措施的落实，为环境保护措施的实施时间方案提供依据。制订的原则是根据预测各个时期的主要环境影响及可能超标的指标而定，重点是各环境敏感目标。

本次环境监测计划为运营期，运营期由国网重庆市电力公司万州供电公司委托有相关资质的监测单位进行监测。噪声监测方案按照《声环境质量标准》（GB3096-2008），电磁环境监测方法按《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）中的方法进行。

项目运营期监测计划见表 5-3。

表5-3 运营期环境监测计划

监测类别	监测点位	监测项目	监测频次	监测方法
噪声	①石马变电站间隔扩建工程涉及的东南侧、西南侧厂界、具有代表性的环境保护目标。 ②线路跨越、包夹及不同声功能区等有代表性的声环境敏感目标。 ③验收调查范围内存在环保投诉问题的声环境敏感目标。	昼、夜等效连续 A 声级	验收监测一次，有需要时进行监测	按照相关监测技术规范进行
电磁环境	①石马变电站间隔扩建工程涉及的东南侧、西南侧厂界、具有代表性的环境保护目标。 ②架空线路现状监测点、有代表性的敏感目标及特殊需要的敏感目标。 ③断面监测：在项目建设完成后在条件允许情况下进行断面监测。当监测点位覆盖全部电磁环境敏感目标时，可不进行断面监测。	工频电场强度、磁感应强度		
其他	无			
环保投资	项目环保投资约 106 万元，详细投资见表 5-4。			
	表 5-4 环保投资一览表			
	内容 类型	环保措施内容	治理投资 (万元)	
	大气污染物	线路工程杆塔基础采用人工挖孔桩施工，间隔扩建施工场地设置硬质围挡，设置防尘网遮盖，洒水抑尘，密闭运输，出入口设置洗车池等。	5	
	水污染物	施工期生活污水依托现有周边现有设施处理、设置洗车沉淀池、沉砂池等	2	
	固体废物	施工期生活垃圾清理后转移至工程附近的生活垃圾收集点，弃土和建筑垃圾外运至合法渣土场和消纳场	60	
	噪声	施工期尽量选用低噪声机械设备或人工开挖，根据周边环境情况合理布置，间隔扩建施工场地设置硬质围挡	3	
	生态环境	护坡、植被恢复等	6	
	环境管理	环评、验收监测、验收调查等	30	
合计			106	

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	<p>合理规划施工场地，限制施工范围；合理安排施工工序；采用先进的组塔方式和架线工艺；表层土集中暂存于塔基施工区域用于表层回填。做好施工污水的回收处理工作，严禁将施工废水随意排放。施工材料规范堆放在临时占地范围内。合理安排施工方式和时间，夜间不施工，减少施工区的灯照时间等；采用低噪声设备。施工前在乔木林、灌草丛或可能存在野生动物的区域，采用喇叭、木棍轻敲等方式人工驱赶区域内可能存在的野生动物，注意识别、避让动物营巢；施工过程中，遇到的幼兽、幼鸟、卵等未发育、未成熟个体，应在林业局或其他保护部门的专业人员指导下妥善安置。及时清理施工现场，建设完成后临时占地根据原有占地类型进行植被恢复或者复垦。加强管护，控制水土流失。跨越林区时采用高跨方案，塔基因地制宜采取全方位长短腿配高低基础，避免塔基大开挖。禁止进入生态敏感区施工作业，避免破坏生态敏感区的自然景观和人文景观等。生态敏感区内不设置牵张场、施工便道等临时工程。施工前对施工人员进行保护动植物相关知识的培训，增强施工人员对其的保护意识及鉴别能力，施工期避开鸟类繁殖期。</p>	<p>施工期临时用地土地功能得到恢复、植被修复，施工期对陆生生态未产生明显影响</p>	/	/

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
水生生态	/	/	/	/
地表水环境	<p>①施工人员产生的生活污水，统一依托周边现有污水收集设施集中收纳、规范处置，施工现场不随意排放生活污水。②工程施工优先采用商品混凝土，减少现场拌合废水产生；对不具备商品混凝土使用条件的区域，设置简易沉砂池，施工拌合废水经沉淀澄清处理后回用于场地洒水抑尘，实现废水循环利用。③间隔扩建工程施工场地出入口配套建设洗车沉淀池，施工车辆冲洗废水统一收集、沉淀处理后全部回用于场地降尘、养护等施工用途，施工废水全部回用，不外排。④定期对燃油、带油施工机械开展检修维护，做好设备防渗防漏措施，有效防止油料跑、冒、滴、漏污染水土环境；严禁向周边水体倾倒弃土、废渣、生活垃圾及各类施工废弃物。⑤合理安排施工工期，土建施工尽量避开雨季，减少雨水冲刷扰动及重复开挖作业；对场内临时堆土设置围挡防护，施工区域布设临时排水沟及沉砂池，施工废水统一收集沉淀处理后回用。⑥严格落实文明施工管理要求，规范场内施工排水，有序疏导施工废水及地表径流，杜绝施工废水漫流、乱排现象，有效控制施工期水环境污染。</p>	施工时无污染发生，确保符合环境要求	/	/
地下水及土壤环境	/	/	/	/

要素	内容	施工期		运营期	
		环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
声环境	<p>①合理规划施工现场布局，集中布置高噪声施工设备，优先选用符合国家噪声标准、自带隔声、消声装置的低噪声施工机械，从源头降低设备噪声源强。施工场区设置连续硬质围挡，结合低噪先进施工工艺，有效阻隔、衰减施工噪声外传，减小对周边区域的噪声影响。②科学统筹施工时序，严格规范施工时间，原则上夜间不开展施工作业。若因施工工艺、连续作业等特殊情况确需夜间施工的，严格按照《重庆市噪声污染防治办法》相关规定，依法办理夜间施工审批手续，取得相关主管部门施工证明，并提前1日在施工现场显著位置公示，主动告知周边居民，最大限度降低夜间施工扰民影响。③强化施工运输车辆交通管控，规范车辆场内及周边通行秩序。车辆途经居民区等敏感区域时严格限速行驶，禁止高音鸣笛、急加速等行为，有效降低交通噪声对周边环境的影响。</p>	施工时未发生噪声污染事故，措施符合环境要求	/	/	
振动	/	/	/	/	

要素 \ 内容	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
大气环境	<p>①间隔扩建工程施工场地设置连续密闭硬质围挡，土方作业区域持续洒水抑尘，保持作业面湿润，场内散料、渣土规范堆放，常态化洒水降尘，大风干燥天气加密洒水频次。②间隔扩建工程施工场地出入口设置洗车池、冲洗及沉淀设施，出场车辆彻底冲洗干净，严禁带泥上路。③线路工程杆塔基础采用人工挖孔桩施工，局部小范围开挖，减少地表扰动与扬尘源头。④渣土、物料运输车辆全程密闭篷布遮盖，杜绝敞篷运输、物料遗撒，有效防治运输扬尘污染。⑤施工裸土全面覆盖防尘网，暂时不能开工的建设用地超过三个月应及时绿化、铺装或遮盖。⑥施工现场严禁就地焚烧包装物、可燃垃圾等各类废弃物，杜绝焚烧废气污染；定期维保施工机械设备，保证燃油充分燃烧，减少尾气排放。⑦施工单位文明施工，加强施工期的环境管理工作，优化施工组织、合理调配机械，缩短施工工期。</p>	<p>施工时无污染发生，确保符合环境要求</p>	/	/

要素 \ 内容	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
固体废物	<p>①施工现场生活垃圾实行分类、集中收集管理，设置专用收集容器，定期交由环卫部门统一清运至指定地点规范处置，不随意丢弃、堆放。②工程施工土石方及建筑垃圾分类处置，间隔扩建产生的弃方全部外运至合法渣土场处置；线路塔基开挖土石方施工结束后就近回填、平整夯实；围墙、基础拆除等建筑垃圾统一收集，清运至合法消纳场妥善处置。③严格控制施工扰动范围，严禁施工范围外随意碾压植被、乱堆乱弃。在农田及经济作物区域施工时，对临时占地采取隔离防护措施，施工结束后及时清理混凝土余料、施工残渣，保障土地原有使用功能正常恢复。④施工完成后对施工场地进行全面清理，彻底清除残留钢筋、混凝土残渣、临时堆土、生活垃圾等废弃物，全面完成建筑垃圾清运、场地平整及迹地恢复工作。⑤工程拆除产生的铁塔、导线、金具、绝缘子等电力废旧物资，统一分类收集、妥善保管，交由国网重庆市电力公司物资回收部门回收综合利用。</p>	<p>施工期间无随意倾倒生活垃圾、固体废物的现象，确保符合环境要求</p>	/	/

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
电磁环境	/	/	应加强环境管理，定期进行环境监测工作，保证电场强度、磁感应强度均小于评价标准限值	满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）：变电站扩建间隔侧厂界、变电站扩建间隔侧和线路沿线各保护目标处工频电场强度 $\leq 4000\text{V/m}$ ；磁感应强度 $\leq 100\mu\text{T}$ 。架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，电场强度 $\leq 10\text{kV/m}$ ，且给出警示和防护指示标志。
环境风险	/	/	/	/
环境监测	/	/	变电站扩建间隔侧厂界、变电站扩建间隔侧和线路沿线各保护目标	电磁验收监测点位按照 HJ705-2020 的要求布设，验收监测限值执行《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中相应标准要求；厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类和 4 类标准；环境保护目标处声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应类别（1 类、2 类、4a 类）标准要求
其他	/	/	/	/

七、结论

(1) 公众沟通

本次公众沟通采取了现场张贴公告、网络公示等方式进行，征求并了解工程周边公众对工程建设的态度及环境保护方面的意见和建议。在公示期间，建设单位未收到公众反馈意见。

(2) 综合结论

重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程符合国家产业政策。项目按照国家相关规定建设，在采取相应的环保措施后，加强环境管理，能使本工程的污染物达标排放，对环境及环境敏感目标的影响满足国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。因此，从环境保护的角度，本工程的建设是可行的。

重庆至万州高速铁路汝溪河牵
(二期) 220 千伏外部供电工程

电磁环境影响评价专题

重庆宏伟环保工程有限公司

二〇二六年六月



目 录

1 总论	1
1.1 专题由来	1
1.2 评价目的	2
1.3 评价依据	2
1.4 评价时段	2
1.5 评价因子	2
1.6 评价等级	2
1.7 评价范围	3
1.8 评价内容	3
1.9 评价标准	3
1.10 电磁环境保护目标	3
2 电磁环境质量现状	6
2.1 现状监测	6
2.2 监测因子、工况	11
2.3 现状监测结果评价	12
3 电磁环境影响分析	14
3.1 预测模型	14
3.2 预测原则和参数选取	16
3.3 预测结果及分析	26
3.4 变电站间隔扩建工程电磁环境影响分析	57
3.5 电磁环境影响评价结论	57
4 电磁环境保护措施	61
5 结论及建议	62
5.1 结论	62
5.2 建议	66

1 总论

1.1 专题由来

国网重庆市电力公司万州供电分公司拟在重庆市忠县白公街道建设“重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程”，主要工程内容如下：

（1）间隔扩建工程

拟在石马 220kV 变电站扩建 5 个 220kV 间隔，其中，站内扩建 2 个为 HGIS 分段兼母线 PT 间隔，站外征地扩建 2 个 AIS 出线间隔、1 个 AIS 母联间隔、预留 1 个 AIS 出线间隔，同时涉及间隔调整并完善相应一、二次、土建及通信工程。

（2）线路工程

1) 110kV 石拔北线 3#~6# 塔段迁改工程：新建单回线路路径长度约 1.08km，单回路架设，新建单回耐张角钢塔 4 基；拆除原 110kV 石拔北线 3#~6# 段架空线路，长度为 0.65km，拆除铁塔 2 基。

2) 220kV 马宾东西线改接工程：新建双回线路路径长度 0.67km，同塔双回架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 马宾东西线 1#~2# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。

3) 220kV 安马南北线改接工程：新建双回线路路径长度 0.57km，同塔双回架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 安马南北线 164#~165# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。

4) 220kV 马名 II 线改接工程：新建单回线路路径长度 0.3km，双回单边挂线架设，新建双回终端角钢塔 1 基。

5) 220kV 柱马北线改接工程：新建单回线路路径长度 0.1km，与 220kV 柱马南线同塔双回架设，另拆除 220kV 柱马北线 77#~ 构架段线路，长度 0.08km。

6) 220kV 马宾东线临时线路：新建单回临时线路路径长度约 0.85km，单回路架设，新建单回耐张角钢塔 4 基，双回耐张角钢塔 1 基（单边挂线），临时线路过渡完成后保留，仅拆除搭接引流线；

7) 220kV 安马北线临时线路：新建单回临时线路路径长度约 0.75km，双回单边挂线架设，新建双回耐张角钢塔 4 基（单边挂线），临时线路过渡完成后全部拆除。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求，“重庆至万州

高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程”需编制电磁环境影响专题。受建设单位的委托，重庆宏伟环保工程有限公司编写了“重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程电磁环境影响评价专题”。本专题主要关注本工程运行时对周围环境的电磁环境影响。

1.2 评价目的

- （1）通过现状监测，掌握本项目所在区域的电磁环境质量现状。
- （2）分析项目对周围的电磁环境影响。
- （3）为本工程的环境保护管理提供科学依据。

1.3 评价依据

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（修订）（2015 年 1 月 1 日起实施）；
- （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（修订）（2018 年 12 月 29 日施行）；
- （3）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号），2017 年 10 月 1 日起施行；
- （4）《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），2021 年 1 月 1 日起施行；
- （5）《重庆市环境保护条例》（2025 年 7 月 31 日修正）；
- （6）《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- （7）《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；
- （8）《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- （9）《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；
- （10）《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- （11）《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》（HJ705-2020）。

1.4 评价时段

运行期。

1.5 评价因子

工频电场、工频磁场。

1.6 评价等级

本工程变电站间隔扩建工程仅涉及石马 220kV 变电站间隔扩建，不涉及主变、

变电站的新建等建设内容；本工程拟建 110kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 10m 范围内、220kV 架空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，根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）确定本项目电磁环境评价等级为二级。

1.7 评价范围

本工程输电线路电压等级包括 110kV 和 220kV，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的要求，确定 110kV 架空输电线路评价范围为架空线路边导线地面投影外各 30m 内的带状区域，220kV 架空输电线路评价范围为架空线路边导线地面投影外各 40m 内的带状区域，石马 220kV 变电站评价范围为扩建间隔侧厂界外 40m 内的区域。

1.8 评价内容

本专题属于《重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程环境影响报告表》中的内容，因此，本专题仅对项目产生的电磁环境影响进行分析、评价。

1.9 评价标准

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 中给出了不同频率下电场、磁场所致公众曝露控制限值，本项目为 50Hz 交流电，具体标准限值见表 1-1。

表 1-1 公众曝露控制限值

项目	频率范围	电场强度 E (V/m)	磁感应强度 B (μ T)
标准	0.025kHz~1.2kHz	200/f	5/f
核算值	0.05kHz	4000	100

注 1：频率 f 的单位为所在行中第一栏的单位。
注 2：100kHz 以下，需同时限制电场强度和磁感应强度。
注 3：架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

1.10 电磁环境保护目标

(1) 变电站间隔扩建侧

石马 220kV 变电站间隔扩建侧 40m 评价范围内涉及的电磁保护目标主要为民房，具体见下表。

表 1-2 石马 220kV 变电站间隔扩建侧主要电磁环境保护目标

序号	保护目标名称	环境特征	功能	与变电站位置关系		影响因素	监测点	监测报告
				间隔扩建前	间隔扩建后			
J1	石马村民房 1	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站西南侧, 距西南侧围墙水平最近约 37m, 民房地面与变电站地面基本齐高		E/B	☆1	渝泓环(监)[2025]937 号
J5	石马村民房 5	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 88m, 民房地面高于变电站地面约 10m	位于变电站东南侧, 距东南侧围墙水平最近约 25m, 民房地面高于变电站地面约 10m	E/B	☆9	渝泓环(监)[2025]1549 号

(2) 架空线路

根据调查, 本项目拟建 110kV 架空线路边导线地面投影外各 30m、220kV 架空线路边导线地面投影外各 40m 评价范围内涉及的电磁环境保护目标主要为民房, 具体见下表。

表 1-3 拟建线路工程电磁环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	保护目标特征	功能	涉及本工程线路名称	与线路边导线位置关系及最近水平距离	导线对地最低高度 (m)	包夹情况	影响因素	监测点位	监测报告
X1	石马村民房 6	民房 1 栋, 1F 坡顶/2F 平顶/3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程	3#~A1#段南侧约 15m	18	无	E/B	☆4	渝泓环(监)[2025]1549 号
X2	石马村民房 5	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住		3#~A1#段南侧约 27m	18	石马 220kV 变电站和 110kV 石拔南线包夹	E/B	☆9	渝泓环(监)[2025]1549 号
X3	梅坝村民房 1	民房 1 栋, 4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚, 高约 12/9m	居住		A4#~6#段跨越	23	无	E/B	☆1	渝泓环(监)[2026]143 号
	梅坝村民房 2	民房 1 栋, 3F 平顶+彩钢棚, 高约 9m	居住		A4#~6#段南侧约 1m	23	无	E/B	/	/

续表 1-3 拟建线路工程电磁环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	保护目标特征	功能	涉及本工程线路名称	与线路边导线位置关系及最近水平距离	导线对地最低高度 (m)	包夹情况	影响因素	监测点位	监测报告
X4	石马村民房 8	民房 2 栋, 1F/2F 坡顶, 高约 3/6m	居住	220kV 马宾东西线改接工程	NA2~3#段西北侧约 15m	17	无	E/B	☆2	渝泓环(监)[2026]268号
X5	石马村民房 9	民房 1 栋, 2F 坡顶, 高约 6m	居住	220kV 马宾东西线改接工程	NA2~3#段西北侧约 38m	17	220kV 马宾东西线和 220kV 安马南北线包夹		巡测后小于渝泓环(监)[2026]268号中的☆1和☆2	
				220kV 安马南北线改接工程	NB2~163#段东南侧约 27m	26				
X6	石马村民房 10	民房 3 栋, 2F 坡顶, 高约 6m	居住	220kV 安马南北线改接工程	NB2~163#段东南侧约 7m	26	无	☆1	渝泓环(监)[2026]268号	
X7	石马村民房 11	民房 2 栋, 3F 坡顶/2F 平顶+彩钢棚, 高约 9/6m	居住	220kV 马宾东线临时线路	ND3~ND4 段东南侧约 10m	30	无	E/B	☆3	渝泓环(监)[2025]1549号
X8	梅坝村民房 3	民房 2 栋, 4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚、1F 平顶+彩钢棚, 高约 12/9/3m	居住	220kV 安马北线临时线路	LS3~LS4 段两侧, 最近约 1m	22	现状 220kV 安马南北线包夹 1 栋	E/B	☆1	渝泓环(监)[2025]1549号
	梅坝村民房 4	民房 4 栋, 1F 平顶/平顶+彩钢棚、2F 平顶/平顶+彩钢棚、3F 坡顶, 高约 3/6/9m	居住		LS3~LS4 段东侧约 15m	22	现状 220kV 安马南北线包夹	E/B	☆2	
X9	石马村民房 1	民房 1 栋, 2F 平顶+彩钢棚, 高约 6m	居住	220kV 柱马北线改接工程	变电站~77#段北侧约 35m	14	220kV 柱马南线和石马 220kV 变电站共同影响	E/B	☆1	渝泓环(监)[2025]937号
	石马村民房 2	民房 1 栋, 3F 坡顶, 高约 9m	居住		变电站~77#段北侧约 9m	14	220kV 柱马南线共同影响	E/B	/	/

备注: ①E—工频电场强度、B—磁感应强度、☆—电磁环境监测点位。②敏感目标的导线对地高度根据线路断面图取值, 其取值按照敏感目标所在路段最低对地高度。

2 电磁环境质量现状

2.1 现状监测

为了解项目所在地电磁环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司于 2025 年 12 月 18 日—19 日、2026 年 3 月 3 日、2026 年 5 月 6 日进行了监测，监测结果见渝泓环(监)[2025]1549 号、渝泓环(监)[2026]143 号和渝泓环(监)[2026]268 号监测报告。另外本次评价拟引用渝泓环(监)[2025]937 号监测报告中的部分监测点位进行评价，渝泓环(监)[2025]937 号为重庆至万州高速铁路汝溪河牵（一期）220 千伏外部供电工程环评阶段的监测报告，监测时间为 2025 年 7 月 4 日、2025 年 9 月 9 日—9 月 11 日。监测至今，项目所在区域电磁环境无明显变化，监测结果能反映项目所在区域的电磁环境质量现状。

2.1.1 监测布点代表性分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），本评价结合工程建设内容及沿线环境特征及 HJ24-2020 第 4.10、6.3.2 的要求，现场实测 16 个电磁环境监测点位，引用 2 个电磁环境监测点位。

（1）变电站间隔扩建工程监测布点代表性分析

本工程变电站间隔扩建工程电磁环境监测布点代表性分析见下表。

表 2-1 间隔扩建工程电磁环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	现状电磁污染源	代表性	监测报告
1	☆2	位于忠县石马 220kV 变电站西南侧，距 220kV 柱马北线边导线水平约 28.5m，与近地导线的高差约 14.3m；距 220kV 安马北线边导线水平约 31.7m，与近地导线的高差约 14.9m，距变电站外墙 5.0m。	石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线、220kV 安马北线共同影响	代表石马 220kV 变电站扩建间隔西南侧厂界现状值	渝泓环(监)[2025]937 号
2	☆12	位于石马 220kV 变电站东南侧厂界外，距变电站围墙 5.0m。	石马 220kV 变电站	代表石马 220kV 变电站扩建间隔东南侧厂界现状值	渝泓环(监)[2025]1549 号
3	☆10	位于石马 220kV 变电站东南侧拟扩建新厂界旁，距 110kV 石拔南线边导线水平约 26.6m，与近地导线的高差约 18.6m。	110kV 石拔南北线	代表石马 220kV 变电站征地扩建东南侧新厂界现状值。	
4	☆11	位于石马 220kV 变电站拟扩建新厂界旁，距 220kV 马宾东线边导线水平约 44.3m，与近地导线的高差约 12.2m。	石马 220kV 变电站	代表石马 220kV 变电站征地扩建西南侧新厂界现状值。	

序号	监测点位	监测点位描述	现状电磁污染源	代表性	监测报告
5	☆1	位于石马 220kV 变电站西侧民房旁，距 220kV 柱马南线边导线水平约 25.8m，与近地导线的高差约 19.6m，距民房外墙约 1.9m，距变电站约 34.9m。	石马 220kV 变电站、220kV 柱马南北线共同影响	代表石马 220kV 变电站扩建间隔西南侧电磁环境保护目标处现状值	渝泓环（监）[2025]937 号
6	☆9	位于石马 220kV 变电站东南侧民房旁，距 110kV 石拔南线边导线水平约 23.7m，与近地导线的高差约 16.8m，距民房外墙约 2.4m。	110kV 石拔南北线	代表石马 220kV 变电站扩建间隔东南侧电磁环境保护目标处现状值	渝泓环（监）[2025]1549 号

(2) 拟建线路工程监测布点代表性分析

本工程拟建线路工程电磁环境监测布点代表性分析见下表。

表 2-2 拟建线路工程电磁环境监测点位布置及代表情况一览表

序号	监测点位	监测点位描述	现状电磁污染源	代表性	监测报告
110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程					
1	☆1	位于忠县白公街道梅坝村 7 组黄居伟家旁，位于 110kV 石拔北线线下，与近地导线高差约 33.8m，距民房外墙约 11.3m	110kV 石拔北线	代表 110kV 石拔北线迁改段线路跨越电磁环境保护目标现状值	渝泓环（监）[2026]143 号
2	☆4	点位于忠县白公街道石马村民房旁，距 110kV 石拔北线边导线水平约 49.9m，与近地导线的高差约 10.7m，距民房外墙约 2.0m。	无	代表 110kV 石拔北线迁改后线路沿线电磁环境保护目标背景值	渝泓环（监）[2025]1549 号
3	☆9	位于石马 220kV 变电站东南侧民房旁，距 110kV 石拔南线边导线水平约 23.7m，与近地导线的高差约 16.8m，距民房外墙约 2.4m。	110kV 石拔南北线	代表 110kV 石拔北线迁改后线路沿线电磁环境保护目标现状值	
220kV 马宾东西线改接工程					
4	☆7	位于石马 220kV 变电站西侧田内地内，距 220kV 马宾西线边导线水平约 29.2m，与近地导线的高差约 28.7m。距 110kV 石拔南线边导线水平约 12.4m，与近地导线的高差约 20.2m。	220kV 马宾东西线、110kV 石拔南线共同影响	代表 220kV 马宾东西线改接后线路沿线电磁环境现状值	渝泓环（监）[2025]1549 号
5	☆2	位于重庆市忠县白公街道石马村 2 组 82 号民房顶。距 220kV 马宾西线边导线水平约 24.3m，与近地导线高差约 10.2m。	220kV 马宾东西线	代表 220kV 马宾东西线改接后线路沿线电磁环境保护目标现状值	渝泓环（监）[2026]268 号
220kV 安马南北线改接工程					
6	☆7	位于石马 220kV 变电站西侧田内地内，距 220kV 马宾西线边导线水平约 29.2m，与近地导线的高差约 28.7m。距 110kV 石拔南线边导线水平约 12.4m，与近地导线的高差约 20.2m。	220kV 马宾西线、110kV 石拔南线共同影响	代表 220kV 安马南北线改接后线路沿线电磁环境现状值	渝泓环（监）[2025]1549 号

序号	监测点位	监测点位描述	现状电磁污染源	代表性	监测报告
7	☆1	位于重庆市忠县白公街道石马村2组民房旁。距220kV安马南线边导线水平约4.9m，与近地导线高差约24.0m，距民房外墙约2.8m。	220kV安马南北线	代表220kV安马南北线改接后线路沿线电磁环境保护目标现状值	渝泓环(监)[2026]268号
220kV 马名 II 线改接工程					
8	☆6	位于石马220kV变电站西侧田地内，距220kV安马北线边导线水平约4.6m，与近地导线的高差约31.4m。	220kV安马南北线	代表220kV马名II线改接后线路沿线电磁环境现状值	渝泓环(监)[2025]1549号
9	☆8	位于石马220kV变电站西侧公路上，距220kV马宾西线边导线水平约10.8m，与近地导线的高差约12.9m。距220kV安马南线边导线水平约10.3m，与近地导线的高差约12.2m。	石马220kV变电站、220kV马宾东西线、220kV安马南北线共同影响	代表220kV马名II线改接后线路沿线电磁环境现状值	
220kV 柱马北线改接工程					
10	☆2	位于忠县石马220kV变电站西南侧，距220kV柱马北线边导线水平约28.5m，与近地导线的高差约14.3m；距220kV安马北线边导线水平约31.7m，与近地导线的高差约14.9m，距变电站外墙5.0m	石马220kV变电站、220kV柱马南北线、220kV安马北线共同影响	代表220kV柱马北线改接后线路沿线电磁环境现状值	渝泓环(监)[2025]937号
11	☆1	位于石马220kV变电站西侧民房旁，距220kV柱马南线边导线水平约25.8m，与近地导线的高差约19.6m，距民房外墙约1.9m，距变电站约34.9m。	石马220kV变电站、220kV柱马南北线共同影响	代表220kV柱马北线改接后线路沿线电磁环境保护目标现状值	
12	☆3	位于重庆市忠县国网石马220kV变电站西侧民房旁。220kV柱马南线线下，与近地导线高差约19.3m，距变电站围墙约43.4m，距民房外墙约1.5m。	220kV柱马南北线	代表220kV柱马北线改接后线路沿线电磁环境保护目标现状值	渝泓环(监)[2026]268号
220kV 马宾东线临时线路					
13	☆3	位于忠县白公街道石马村2组民房旁，距民房外墙1.0m。	无	代表220kV马宾东线临时线路沿线电磁环境保护目标背景值	渝泓环(监)[2025]1549号
14	☆11	位于石马220kV变电站拟扩建新厂界旁，距220kV马宾东线边导线水平约44.3m，与近地导线的高差约12.2m。	石马220kV变电站	代表220kV安马南北线改接后线路沿线电磁环境现状值	

序号	监测点位	监测点位描述	现状电磁污染源	代表性	监测报告
220kV 安马北线临时线路					
15	☆1	位于忠县白公街道梅坝村 7 组民房旁，距 220kV 安马北线边导线水平约 53.2m，与近地导线的高差约 29.8m，距民房外墙约 4.5m。	无	代表 220kV 安马北线临时线路沿线电磁环境保护目标背景值	渝泓环（监）[2025]1549 号
16	☆2	位于忠县白公街道梅坝村民房旁，距 220kV 安马北线边导线水平约 12.3m，与近地导线的高差约 25.9m，距民房外墙约 2.5m。	220kV 安马南北线	代表 220kV 安马北线临时线路沿线电磁环境保护目标现状值	
17	☆6	位于石马 220kV 变电站西侧田地内，距 220kV 安马北线边导线水平约 4.6m，与近地导线的高差约 31.4m。	220kV 安马南北线	代表 220kV 安马北线临时线路沿线电磁环境现状值	

2.1.2 监测布点合理性分析

本工程电磁环境质量现状评价监测布点合理性分析见下表。

表 2-3 工程电磁环境监测布点合理性分析表

工程内容	基本情况			合理性分析
	项目情况	监测情况		
间隔扩建工程	厂界	渝泓环（监）[2025]937 号	☆2	石马 220kV 变电站东南站外征地扩建间隔侧和西南扩建间隔出线侧现状厂界均设置了厂界电磁环境现状监测点位，也在站外征地扩建部分东南和西南侧新厂界设置了电磁环境现状监测点位，布点合理。
		渝泓环（监）[2025]1549 号	☆10 ☆11 ☆12	
	环境保护目标	渝泓环（监）[2025]937 号	☆1	
渝泓环（监）[2025]1549 号		☆9		
110kV 石拔北线 3#~6#塔段 迁改工程	环境保护目标	渝泓环（监）[2025]1549 号	☆1 ☆9	共 3 处电磁环境保护目标，均设置了监测点位，满足 HJ24-2020 中最少 2 个监测点位要求，布点合理。
		渝泓环（监）[2026]143 号	☆4	
		220kV 马宾东西线 改接工程	沿线	
环境保护目标	渝泓环（监）[2026]268 号		☆2	
220kV 安马南北线 改接工程	沿线	渝泓环（监）[2025]1549 号	☆7	共 1 处电磁环境保护目标，设置了监测点位，也满足 HJ24-2020 中最少 2 个监测点位要求，布点合理。
	环境保护目标	渝泓环（监）[2026]268 号	☆1	
220kV 马名 II 线 改接工程	沿线	渝泓环（监）[2025]1549 号	☆6 ☆8	无电磁环境保护目标，沿线均匀布点，满足 HJ24-2020 中最少 2 个监测点位要求，布点合理。

工程内容	基本情况			合理性分析
	项目情况	监测情况		
220kV 柱马北线改接工程	环境保护目标	渝泓环（监）[2025]937号	☆1	共1处电磁环境保护目标，设置了监测点位，也满足HJ24-2020中最少2个监测点位要求，布点合理。
		渝泓环（监）[2026]268号	☆3	
220kV 马宾东线临时线路	环境保护目标	渝泓环（监）[2025]1549号	☆11	共1处电磁环境保护目标，设置了监测点位，也满足HJ24-2020中最少2个监测点位要求，布点合理。
	沿线		☆3	
220kV 安马北线临时线路	环境保护目标	渝泓环（监）[2025]1549号	☆1☆2	共1处电磁环境保护目标，设置了监测点位，也满足HJ24-2020中最少2个监测点位要求，布点合理。
	沿线		☆6	

备注：本工程间隔扩建出线侧为西南侧，结合本次东南侧征地扩建情况，西南出线侧和东南征地站外扩建侧均设置了监测点位。

根据上表分析可知，本次监测布点兼顾了间隔扩建工程、每条新建输电线路，同时也考虑了代表性环境保护目标电磁环境现状和背景值，满足HJ24-2020中第6.3.2对监测点位及布点方法的要求。

(1) 本工程位于忠县白公街道，仅涉及石马村和梅坝村，所有监测点位均位于忠县白公街道内，石马村和梅坝村也均设置有监测点位，满足HJ24-2020中第6.3.2监测点位兼顾行政区划要求。

(2) 根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）“6.3.2：有竣工环境保护验收资料的变电站、换流站、开关站、串补站进行改扩建，可在扩建端补充测点”。根据调查，石马220kV变电站已竣工验收投入运行多年。因此，本评价在变电站间隔扩建工程涉及的东南侧和西南侧现状厂界、征地扩建部分东南和西南侧新厂界各设置1个监测点，同时也对仅有的2处电磁保护目标设置了监测点位，因此变电站间隔扩建工程布点合理。

(3) 本工程共涉及7条输电线路，每条线路长度和线路总长度均不超过100km，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求，长度小于100km的线路最少测点数量为2个。本工程每条线路的监测点位不少于2个，均能满足《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）布点数量要求。

(4) 根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求，本次评价架空段线路电磁监测点位均选择在民房处监测，本工程输电线路沿线共有6处电磁环境保护目标，每处电磁环境保护目标均布设了监测点位，覆盖全面。

综上所述，本工程电磁环境监测布点符合《环境影响评价技术导则输变电》

(HJ24-2020) 相关要求, 且具有代表性。

2.2 监测因子、工况

监测因子: 工频电场强度、磁感应强度

监测频次: 各监测点位监测一次

监测方法: 按照《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ681-2013)规定, 监测仪器的探头架设在地面上方 1.5m 高处。

监测仪器见表 2-2, 监测工况见表 2-3。

表 2-2 监测仪器一览表

仪器名称及型号	仪器编号	资产编号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
2025 年 7 月 4 日					
场强仪 NBM-550/EHP50F	G-0598/000 WX51121	HT20161001	1GA241022141681-0001	2025.10.23	电场强度: 1.03 磁感应强度: 1.01
2025 年 12 月 18 日—19 日、2026 年 3 月 3 日、2026 年 5 月 6 日					
场强仪 NBM-550/EHP50F	H-0183/100 WY70250	HT20170601	1GA25082526796-0001	2026.8.26	电场强度: 1.03 磁感应强度: 1.01
备注: 场强仪监测频段范围为 12Hz~1kHz。场强仪测量范围: 电场强度(低场强范围: 5mV/m~1kV/m、高场强范围: 500mV/m~100kV/m), 磁感应强度(低场强范围: 0.3nT~100μT、高场强范围: 30nT~10mT)。					

表 2-3 监测期间线路运行负荷

线路/主变名称		运行负荷							
		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)
2025 年 7 月 4 日 15 时 00 分~2025 年 7 月 5 日 01 时 00 分									
石马 220kV 变电站	1#主变	22.46	48.46	0.84	5.61	233.91	234.89	59.87	126.45
	2#主变	22.74	49.18	0.58	5.64	233.94	234.64	61.75	127.56
	3#主变	22.91	48.34	2.46	8.47	232.16	234.78	61.58	127.89
220kV 柱马南线		10.49	45.53	0.56	9.47	232.78	236.64	76.65	146.68
220kV 柱马北线		10.86	44.61	0.63	7.18	232.15	238.79	42.84	163.71
220kV 安马南线		0.68	65.79	0.49	54.49	232.38	234.66	7.49	132.15
220kV 安马北线		0.45	56.17	0.76	58.15	232.89	237.28	8.64	127.16
2025 年 12 月 18 日 12 时 30 分~2025 年 12 月 20 日 01 时 00 分									
石马 220kV 变电站	1#主变	24.59	73.68	0	7.99	231.69	235.96	60.15	180.82
	2#主变	24.11	72.34	3.35	5.02	231.69	235.96	58.59	178.71
	3#主变	24.91	73.37	2.46	8.47	232.16	234.78	61.58	178.89
220kV 安马南线		35.72	130.05	15	15	231.69	235.96	86.43	316.41
220kV 安马北线		52.47	146.8	0	24	231.69	235.96	92.28	335.45

线路/主变名称	运行负荷							
	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 马宾东线	0	123.91	0	24.78	231.69	235.96	0	304.69
220kV 马宾西线	0	122.57	0	28.801	231.69	235.96	0	328.124
110kV 石拔北线	0	11.172	0	1.206	113.502	115.96	0	56.953
110kV 石拔南线	0	11.172	0	1.447	113.502	115.96	0	55.898
2026年3月3日17时40分~2026年3月3日22时30分								
110kV 石拔北线	0	12.376	0	1.303	113.625	115.97	0	57.866
2026年5月6日17时10分~2026年5月6日22时50分								
220kV 安马北线	36.68	132.35	14	14	231.59	235.86	87.04	318.22
220kV 安马南线	52.59	148.8	0	22	231.59	235.86	93.25	336.58
220kV 马宾东线	0	121.82	0	24.62	231.59	235.86	0	302.57
220kV 马宾西线	0	121.66	0	27.78	231.59	235.86	0	326.19
220kV 柱马北线	9.78	47.53	0.52	9.44	231.59	235.86	73.98	146.23
220kV 柱马南线	9.86	49.61	0.60	7.26	231.59	235.86	74.02	164.66

2.3 现状监测结果评价

石马 220kV 变电站周围及拟建线路沿线工频电磁场现状监测结果见下表。

表 2-4 电磁环境监测结果表

监测点位编号	监测高度 (m)	工频电场 (V/m)	磁感应强度 (μT)
渝泓环 (监) [2025]937 号			
☆1	1.5	6.256	0.6778
☆2	1.5	96.48	1.135
渝泓环 (监) [2025]1549 号			
☆1	1.5	11.78	0.1834
☆2	1.5	79.58	0.4816
☆3	1.5	2.100	0.0834
☆4	1.5	9.728	0.0248
☆5	1.5	774.0	0.0539
☆6	1.5	734.7	0.3507
☆7	1.5	225.1	0.2007
☆8	1.5	1.473	0.7028
☆9	1.5	9.524	0.0421
☆10	1.5	34.60	0.0703
☆11	1.5	25.06	0.1854
☆12	1.5	29.06	0.0562

监测点位编号	监测高度 (m)	工频电场 (V/m)	磁感应强度 (μT)
渝泓环(监)[2026]143号			
☆1	1.5	9.133	0.0780
渝泓环(监)[2026]268号			
☆1	1.5	341.5	1.027
☆2	1.5	43.63	0.6038
☆3	1.5	107.9	1.209

根据电磁环境监测结果可知,石马 220kV 变电站东南侧和西南侧厂界监测点工频电场强度为 29.06~96.48V/m,磁感应强度为 0.0562~1.135 μT ;本工程站外征地扩建部分东南侧和西南侧新厂界监测点工频电场强度为 25.06~34.60V/m,磁感应强度为 0.0703~0.1854 μT ;本工程拟建线路沿线和变电站间隔扩建侧环境保护目标处各监测点工频电场强度为 1.473~774.0V/m,磁感应强度为 0.0248~1.209 μT 。各监测点的监测结果均小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求(公众曝露限值:工频电场强度标准限值 4000V/m、磁感应强度标准限值 100 μT)。部分现状监测点位电磁环境监测结果明显高于项目所在区域背景值的原因是受到现状电磁污染源(石马 220kV 变电站、220kV 马宾东西线、220kV 安马南北线、220kV 柱马南北线、110kV 石拔南北线等)的影响。

3 电磁环境影响分析

3.1 预测模型

预测模式采用《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中附录 C、D 推荐的模式。

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 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：

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

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。

[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, \dots 表示相互平行的实际导线，用 i', j', \dots 表示它们的镜像，电位系数可写为：

$$\lambda_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2h_i}{R_i} \quad (2)$$

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{L'_{ij}}{L_{ij}} \quad (3)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{ji} \quad (4)$$

式中： ϵ_0 ——真空介电常数； $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$ ；

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：

$$R_i = R^n \sqrt{\frac{nr}{R}} \quad (5)$$

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，利用式（1）即可解出[Q]矩阵。

对于三相交流线路，由于电压为时间向量，计算各相导线的电压时要用复数表示：

$$\overline{U}_i = U_{iR} + jU_{iI} \quad (6)$$

相应地电荷也是复数：

$$\overline{Q}_i = Q_{iR} + jQ_{iI} \quad (7)$$

式（1）矩阵关系即分别表示了复数量的实部和虚部两部分：

$$[U_R] = [\lambda][Q_R] \quad (8)$$

$$[U_I] = [\lambda][Q_I] \quad (9)$$

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：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (10)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right) \quad (11)$$

式中：xi, yi ——导线 i 的坐标 (i=1, 2.....m)；

m——导线数量；

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，可根据式 8、式 9 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：

$$\overline{E}_x = \sum_{i=1}^m E_{ixR} + j \sum_{i=1}^m E_{ixI} = E_{xR} + jE_{xI} \quad (12)$$

$$\overline{E}_y = \sum_{i=1}^m E_{iyR} + j \sum_{i=1}^m E_{iyI} = E_{yR} + jE_{yI} \quad (13)$$

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：

$$\begin{aligned}\bar{E} &= (E_{xR} + jE_{xI})\bar{x} + (E_{yR} + jE_{yI})\bar{y} \\ &= \bar{E}_x + \bar{E}_y\end{aligned}\quad (14)$$

式中：
$$E_x = \sqrt{E_{xR}^2 + E_{xI}^2} \quad (15)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yR}^2 + E_{yI}^2} \quad (16)$$

在地面处 ($y=0$) 电场强度的水平分量，即 $E_x=0$ 。

由于工频电磁场具有准静态特性，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。

在一般情况下，可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。

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}} \text{ A/m} \quad (17)$$

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。

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。

3.2 预测原则和参数选取

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。根据《输变电设施的电磁场及其环境影响》（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杆；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正相序排列方式中，相间距离越小，工频电场强度越大；④逆相序排列方式中，相

间距越大，工频电场强度越大；⑤单回线路导线布置上看，水平排列比三角排列的电磁环境影响更大；⑥无论是双回正相序、逆相序或单回线路，其导线分裂数越多、导线分裂间距越大，工频电场强度越大；⑦在其他条件相同的情况下，工频电场强度和磁感应强度均随线路对地高度增加而减小。

(1) 预测情形

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程新建 110kV 线路为单回架空线路，故按照单回线路预测。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 线路均为同塔双回架空线路，故均按照同塔双回线路预测。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路均为单回架空线路且均为双回塔单边挂线垂直排列，故按照双回塔单边挂线单回线路预测。

④220kV 马宾东线临时线路为单回架空线路，包括单回架设和双回塔单边挂线两种架设方式，双回塔单边挂线同情形③，故对单回架设三角排列情形进行单独预测。

⑤因本工程石马 220kV 变电站外存在多回线路并行走线情况，本工程典型并行情况包括 2 条同塔双回的 220kV 架空线路并行、1 条单回 220kV 架空线路与另外 1 条单回 220kV 架空线路并行、1 条单回 110kV 架空线路与另外 1 条单回 110kV 架空线路并行。其中，本工程拟建单回线路与另外 1 条单回线路并行最近距离为同塔双回情形，本次预测按同塔双回架设线路预测；本工程拟建 2 条同塔双回的 220kV 架空线路并行线路中心最近距离为 26m，本次预测按照四回线路预测。

(2) 预测塔型选择

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程单回线路均为三角排列，根据初步预测结果，相间距最大塔型预测出的电磁环境影响最大，故预测塔型选择 110-DC21D-DJ。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 线路均为同塔双回鼓形逆相序排列，根据初步预测结果，相间距最大塔型预测出的电磁环境影响最大，故预测塔型选择 220-GB21S-DJC1。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路和 220kV 马宾东线临时线路的双回塔单边挂线均为垂直排列，根据初步预

测结果，横担最宽塔型预测出的电磁环境影响最大，故预测塔型选择 220-GB21S-DJC1。

④220kV 马宾东线临时线路单回架空线路为三角排列，根据初步预测结果，相间距最大塔型预测出的电磁环境影响最大，故预测塔型选择 220-GB21D-DJC1。

⑤2 条同塔双回 220kV 架空线路并行预测均选择 220-GB21S-DJC1 进行预测，双回线路间中心距离按最小 26m 计；2 条 220kV 单回架空线路并行直接按照 1 条同塔双回架空线路考虑即选择 220-GB21S-DJC1，110kV 并行线路直接按照同塔双回预测，塔形选择利旧 3#杆塔即 110-DB21S-DJC。

(3) 预测高度选择

110kV 线路预测高度选择导线离地最低高度 13m，220kV 线路预测高度选择导线离地最低高度 14m。

(4) 预测导线型号选择

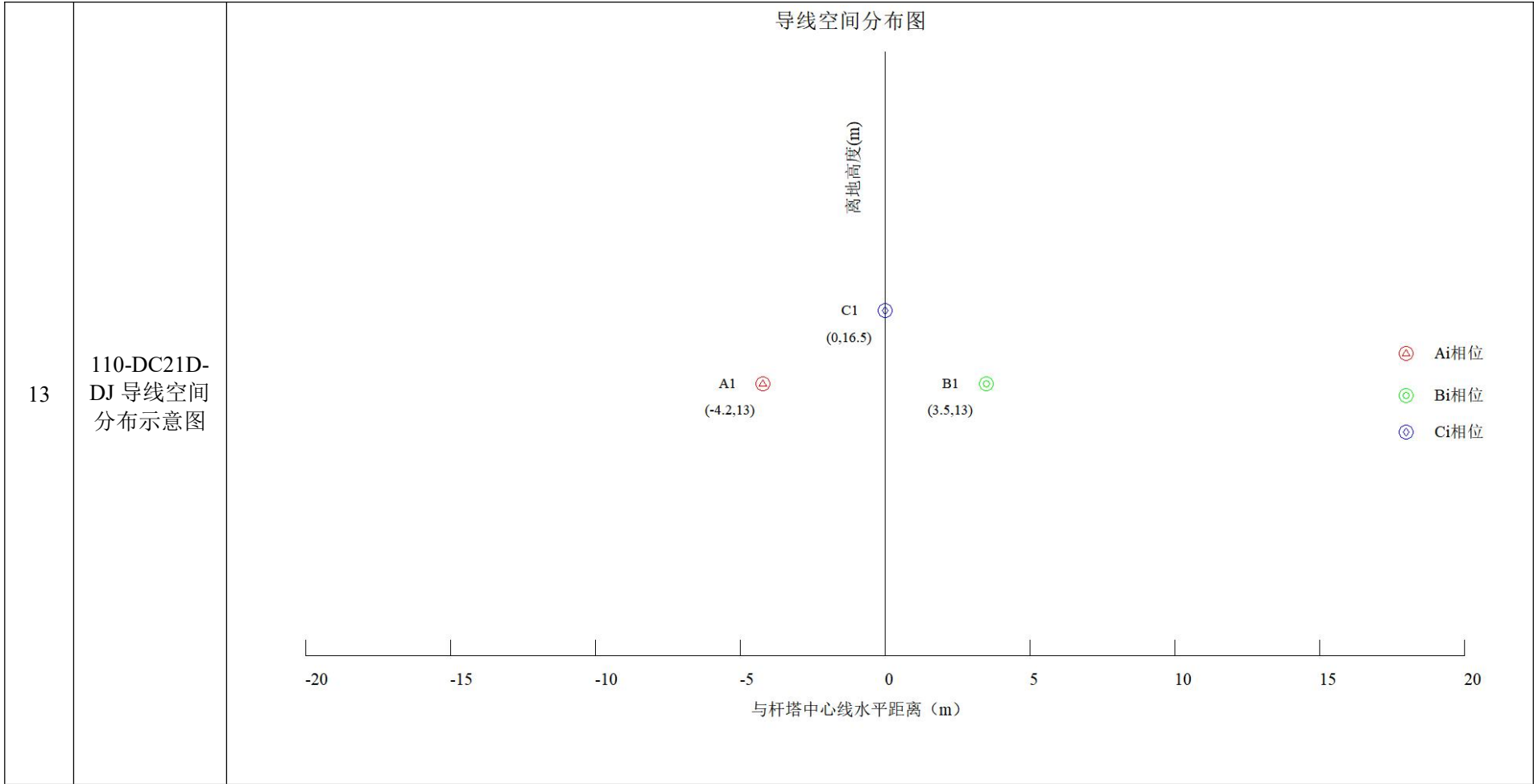
110kV 线路预测导线型号选择 JL3/G1A-300/25；220kV 线路预测导线型号选择载流量最大的 2×JL3/G1A-500/45。

(5) 预测参数表

根据本工程设计资料，综上参数选择原则，本评价主要预测参数见表 3-1。

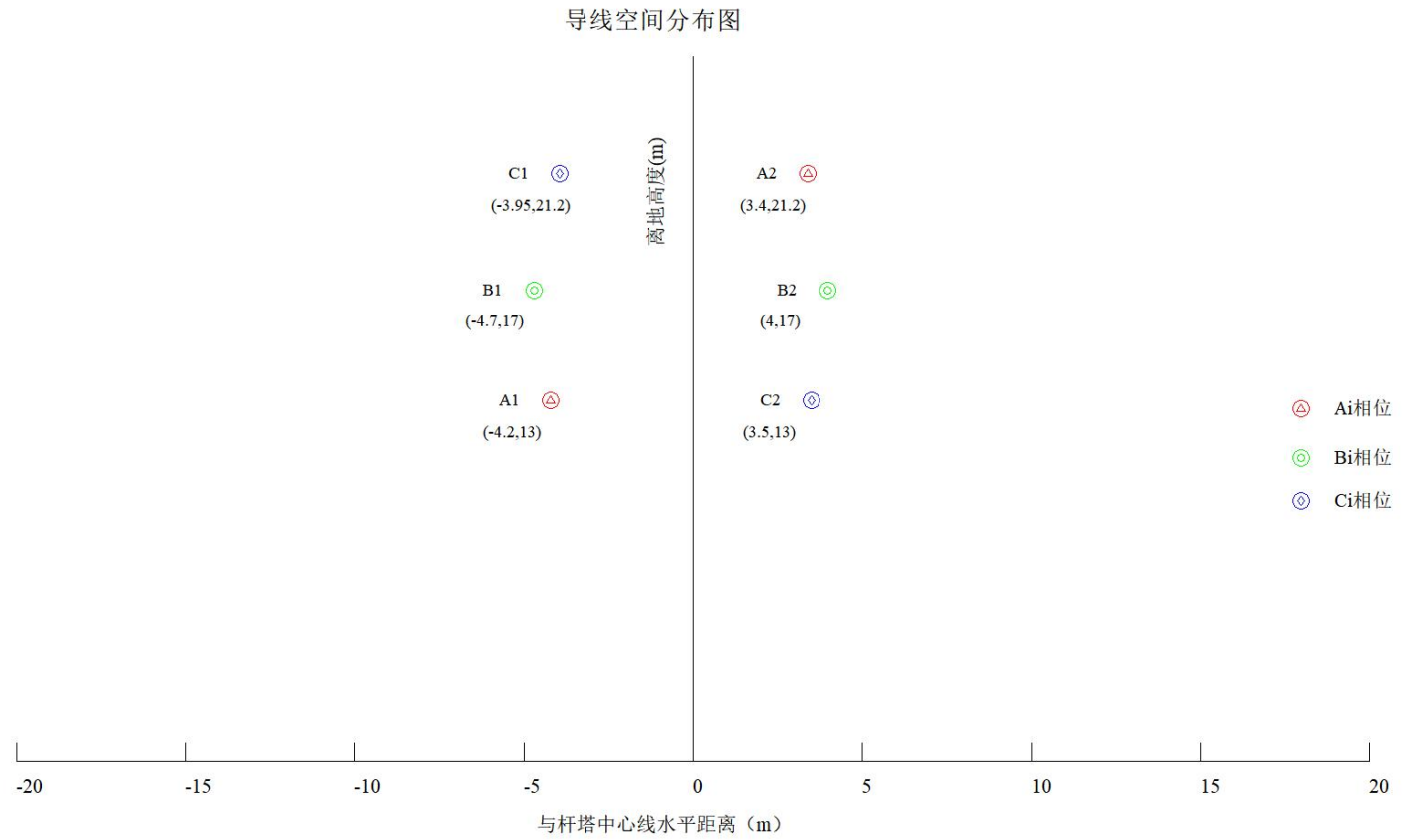
表 3-1 拟建架空线路主要预测参数表

序号	项目	预测工程及参数					
1	线路名称	110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程		220kV 马宾东西线改接工程	220kV 马名 II 线改接工程	220kV 马宾东线临时线路	2 条同塔双回 220kV 架空线路并行
		单回	并行同塔双回	220kV 安马南北线改接工程	220kV 柱马北线改接工程 220kV 安马北线临时线路 220kV 马宾东线临时线路		
2	预测情况	单回塔	双回塔	同塔双回	双回塔单边挂线	单回塔	同塔双回并行
3	导线型号	JL3/G1A-300/25		2×JL3/G1A-500/45			
4	预测塔型	110-DC21D-DJ	110-DB21S-DJ C	220-GB21S-DJC1		220-GB21D-DJC1	220-GB21S-DJC1
5	相序	/	逆相序	逆相序	/	/	双回逆相序
6	导线排列方式	三角排列	鼓形排列	鼓形排列	垂直排列	三角排列	鼓形排列
7	导线外径	23.8mm		30.0mm			
8	分裂数	单分裂		双分裂（间距 0.4m）			
9	电压等级	110kV		220kV			
10	导线设计最大载流量	761A(80°C)		855A(80°C)			
11	预测高度	13m		14m			
12	预测坐标	(-4.2,13) (0,16.5) (3.5,13)	A1:(-4.2,13) B1:(-4.7,17) C1:(-3.95,21.2) C2:(3.5,13) B2:(4.0,17) A2:(3.4,21.2)	A1:(-6.8,14) B1:(-8,20.2) C1:(-6.4,27) C2:(5.2,14) B2:(6.4,20.2) A2:(4.8,27)	(-6.8,14) (-8,20.2) (-6.4,27)	(-7.5,14) (0,19) (5.5,14)	A1:(-19.8,14)C2:(-7.8,14) B1:(-21,20.2)B2:(-6.6,20.2) C1:(-19.4,27)A2:(-8.2,27) A3:(6.2,14)C4:(18.2,14) B3:(5,20.2)B4:(19.4,20.2) C3:(6.6,27)A4:(17.8,27)



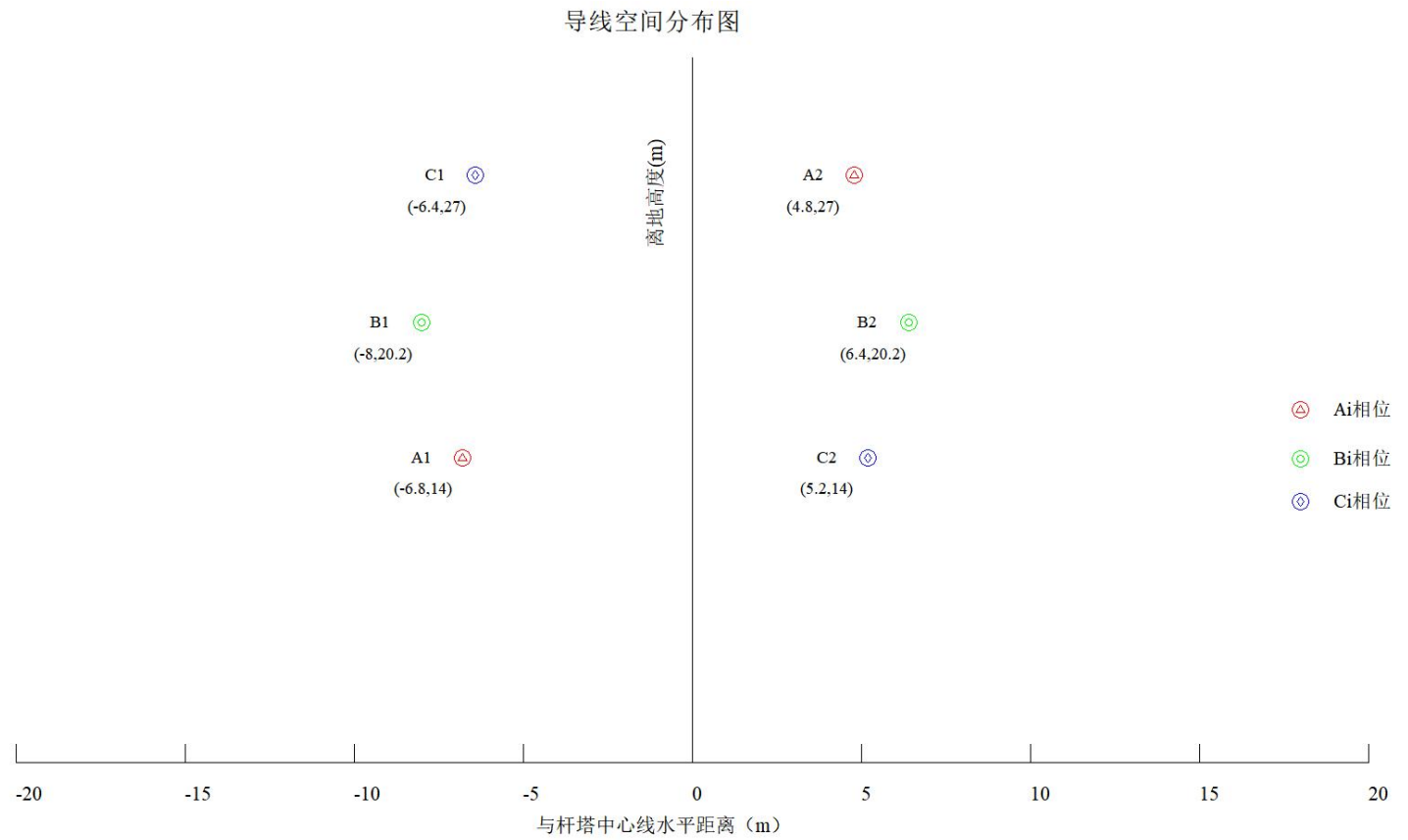
14

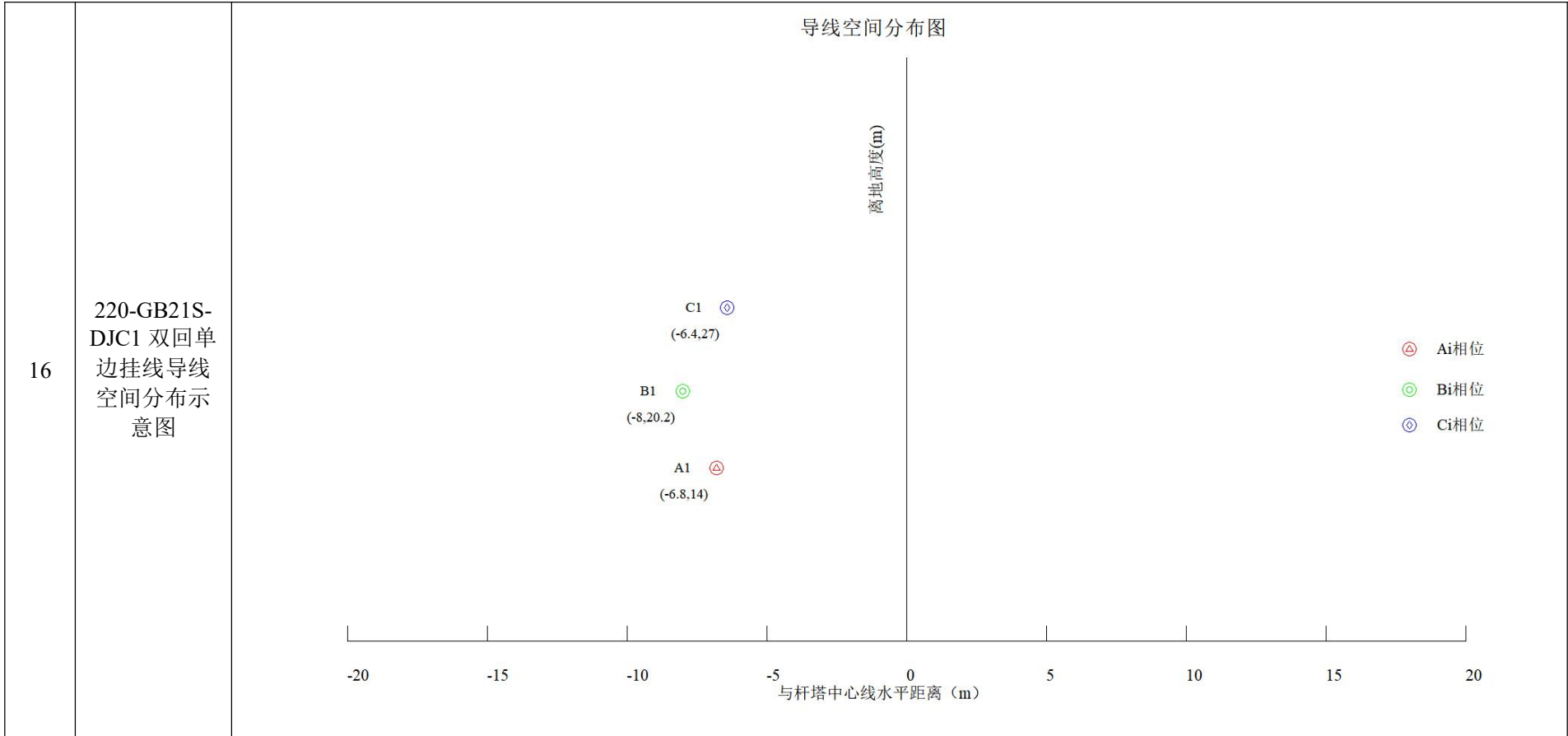
110-DB21S-DJC 导线空间分布示意图

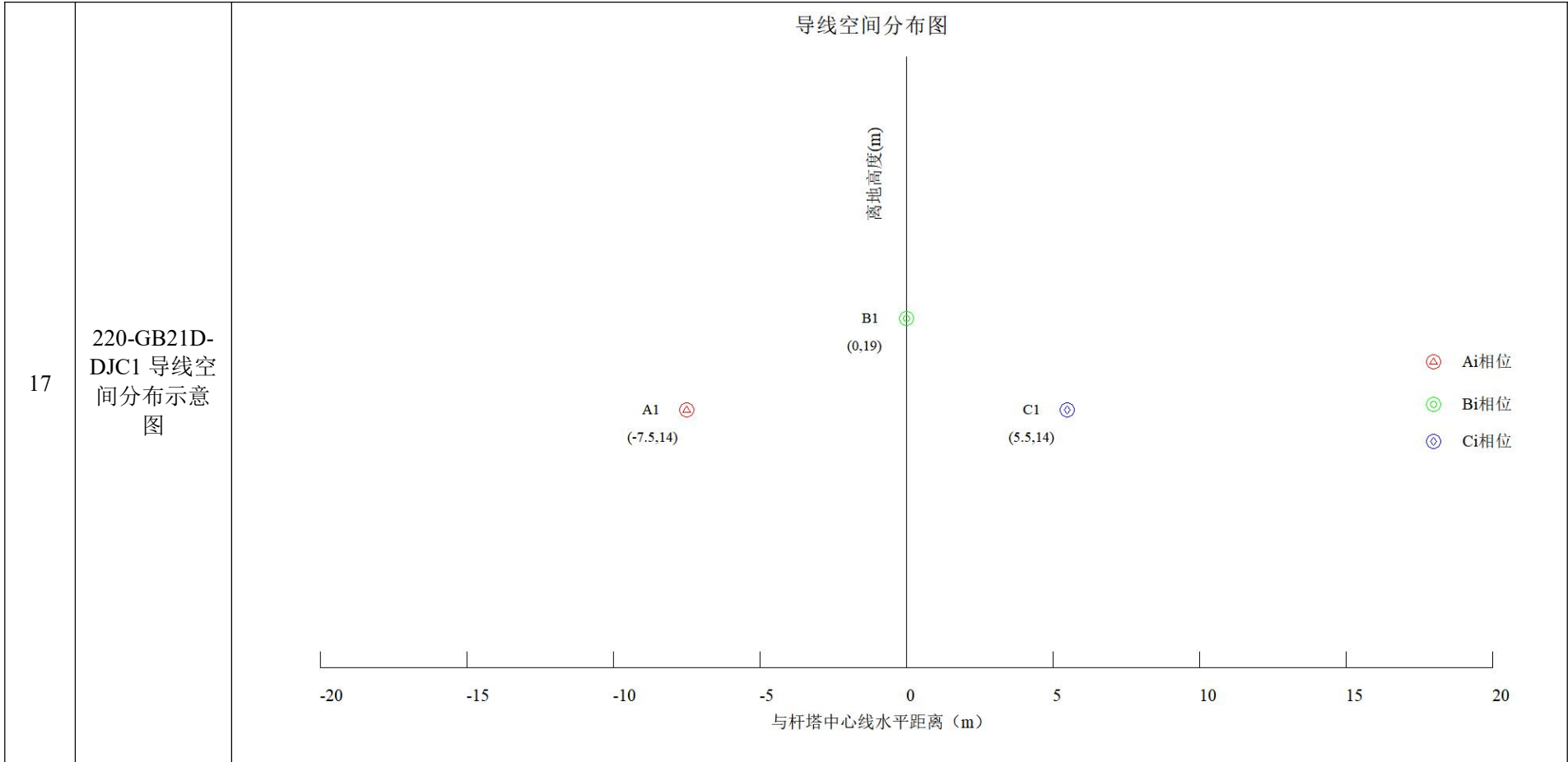


15

220-GB21S-DJC1 同塔双回导线空间分布示意图

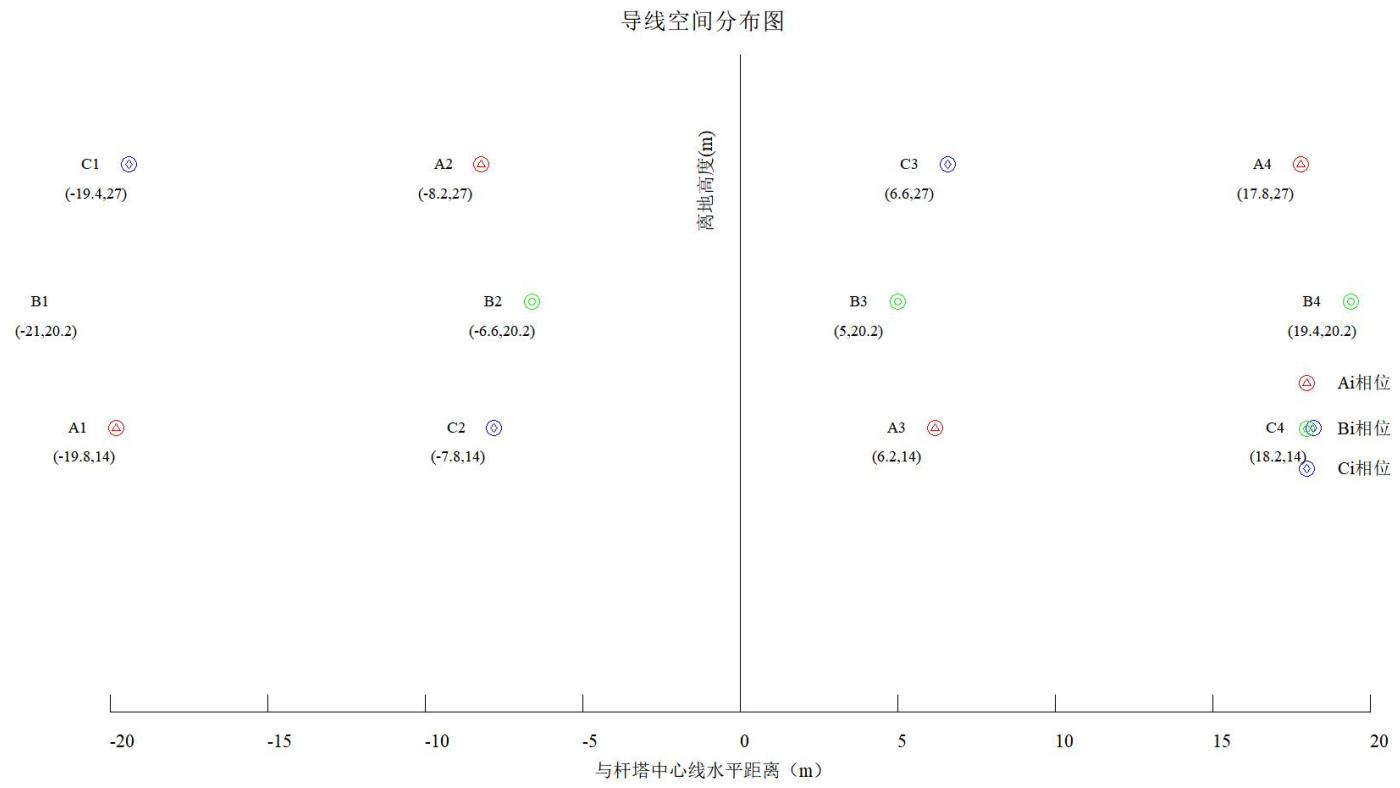






18

并行线路导线空间分布示意图



3.3 预测结果及分析

3.3.1 110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程单回架设段线路预测结果

(1) 1.5m 处工频电磁场强度预测结果

线路取下相导线（近地导线）离地 13m 时，计算线路下方距地面 1.5m 高处的工频电场及磁感应强度值，预测结果见表 3-2，其分布曲线见图 3-1、图 3-2。

表 3-2 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果		
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)	
-35	0.07	0.86	1	0.39	7.06	
-34	0.08	0.90	2	0.43	6.93	
-33	0.08	0.95	边导线 位置	3	0.47	6.73
-32	0.09	1.01		4	0.51	6.49
-31	0.09	1.07	5	0.54	6.19	
-30	0.10	1.13	6	0.56	5.87	
-29	0.11	1.20	7	0.56	5.52	
-28	0.12	1.27	8	0.55	5.17	
-27	0.13	1.35	9	0.53	4.82	
-26	0.14	1.44	10	0.51	4.47	
-25	0.15	1.54	11	0.47	4.14	
-24	0.17	1.64	12	0.44	3.83	
-23	0.18	1.76	13	0.41	3.54	
-22	0.20	1.88	14	0.38	3.27	
-21	0.22	2.02	15	0.34	3.02	
-20	0.24	2.18	16	0.31	2.79	
-19	0.26	2.35	17	0.29	2.58	
-18	0.29	2.53	18	0.26	2.39	
-17	0.32	2.73	19	0.24	2.22	
-16	0.35	2.96	20	0.22	2.06	
-15	0.38	3.20	21	0.20	1.92	
-14	0.42	3.46	22	0.18	1.79	
-13	0.45	3.75	23	0.17	1.67	
-12	0.48	4.06	24	0.15	1.56	
-11	0.52	4.39	25	0.14	1.47	
-10	0.55	4.73	26	0.13	1.38	
-9	0.57	5.08	27	0.12	1.29	
-8	0.58	5.44	28	0.11	1.22	
-7	0.58	5.79	29	0.10	1.15	
-6	0.57	6.12	30	0.09	1.08	
边导线 位置	-5	0.54	6.42	31	0.09	1.02
	-4	0.50	6.68	32	0.08	0.97
-3	0.46	6.89	33	0.08	0.92	
-2	0.41	7.03	34	0.07	0.87	
-1	0.38	7.11	35	0.07	0.83	
0	0.37	7.12				

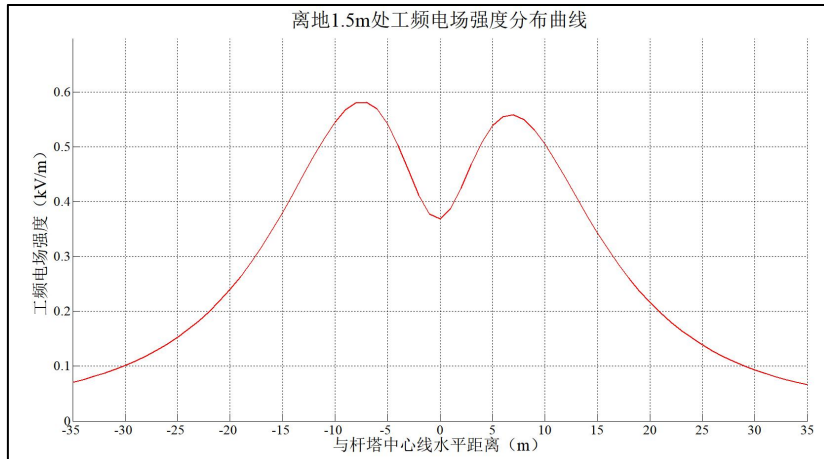


图 3-1 110kV 石拔北线单回架空线路

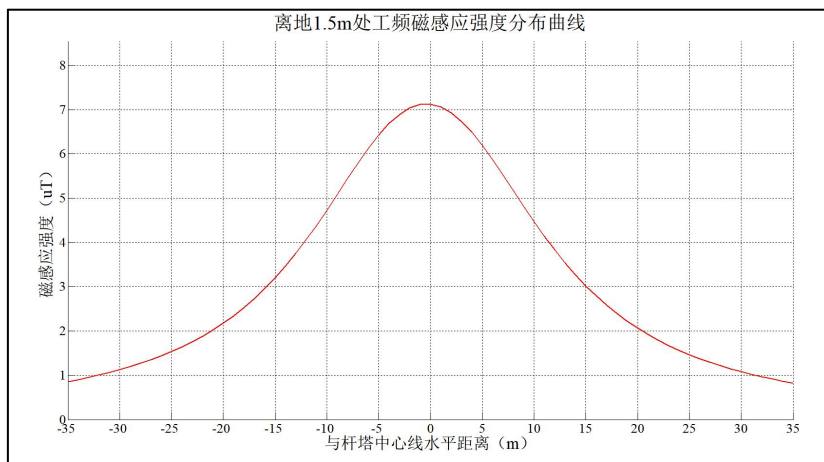


图 3-2 110kV 石拔北线单回架空线路

根据模式预测得出工频电场及磁感应强度的预测结果和分布曲线，可得出如下结论：

A、电场强度：拟建 110kV 石拔北线单回架空线路，导线最低对地高度 13m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 0.58kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 7m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。

B、磁感应强度：拟建 110kV 石拔北线单回架空线路，导线最低对地高度 13m 时，地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 7.12μT，该最大值出现在线路中心投影位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 100μT 控制限值。

C、拟建 110kV 石拔北线单回架空线路在导线最低高度为 13m 的条件下，

线路中心地面投影两侧 0~7m 范围内，地面 1.5m 处的电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐增加趋势，上述范围外电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势；地面 1.5m 处的磁感应强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势。

(2) 达标距离预测结果

拟建架空线路近地导线离地 13m 时，工频电场强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-3 及表 3-3，磁感应强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-4 及表 3-4。

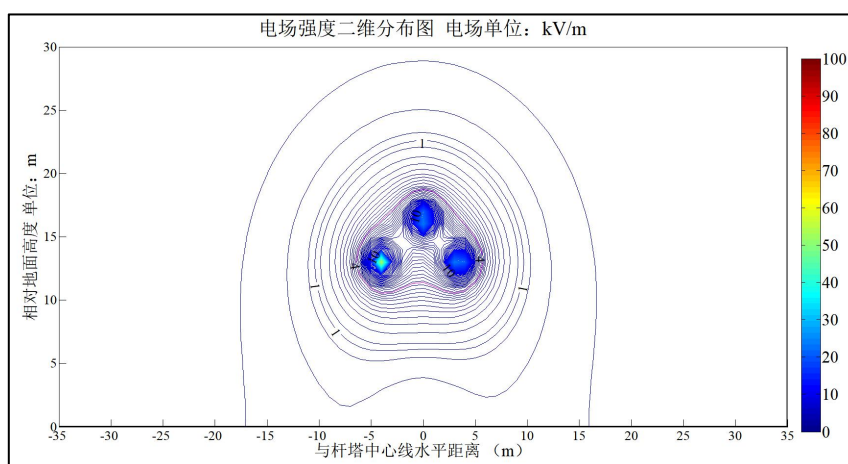


图 3-3 110kV 石拔北线单回架空线路

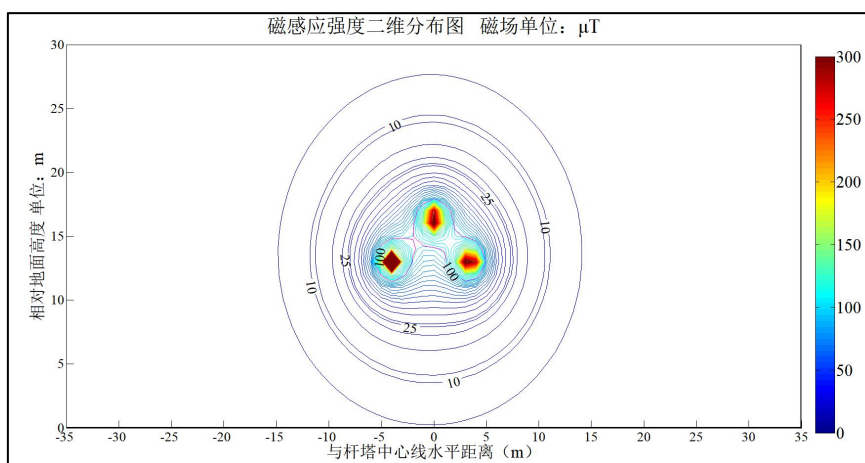


图 3-4 110kV 石拔北线单回架空线路

表 3-3 110kV 石拔北线单回架空线路工频电场强度预测结果一览表 单位: kV/m

X \ Y	-35	-30	-20	-10	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	10	20	30	35
30	0.04	0.06	0.11	0.20	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.19	0.10	0.06	0.04
20	0.06	0.08	0.18	0.61	0.96	1.11	1.29	1.49	1.70	1.92	2.09	2.16	2.07	1.88	1.64	1.42	1.21	1.04	0.56	0.17	0.08	0.05
19	0.06	0.08	0.19	0.69	1.14	1.36	1.61	1.91	2.27	2.69	3.12	3.32	3.09	2.64	2.19	1.81	1.50	1.25	0.62	0.18	0.08	0.06
18	0.06	0.08	0.20	0.77	1.37	1.67	2.04	2.48	3.05	3.90	5.19	6.14	5.17	3.84	2.95	2.33	1.87	1.51	0.69	0.18	0.08	0.06
17	0.06	0.09	0.21	0.86	1.65	2.08	2.61	3.23	4.05	5.51	9.47	20.63	9.49	5.48	3.93	3.02	2.35	1.83	0.75	0.19	0.08	0.06
16	0.06	0.09	0.21	0.94	1.98	2.63	3.44	4.30	5.19	6.66	10.95	23.60	11.17	6.81	5.13	3.98	2.99	2.22	0.81	0.19	0.08	0.06
15	0.06	0.09	0.22	1.01	2.37	3.40	4.86	6.17	6.62	6.98	8.10	9.27	8.52	7.57	6.92	5.60	3.92	2.68	0.86	0.20	0.08	0.06
14	0.06	0.09	0.23	1.07	2.72	4.36	7.90	11.44	8.87	7.08	6.56	6.68	7.20	8.59	11.40	9.69	5.25	3.13	0.90	0.20	0.09	0.06
13	0.07	0.09	0.23	1.09	2.85	4.86	12.14	54.67	10.45	6.71	5.64	5.55	6.31	8.88	23.05	20.30	6.05	3.28	0.91	0.21	0.09	0.06
12	0.07	0.09	0.23	1.08	2.63	4.13	7.26	10.08	7.38	5.47	4.69	4.59	5.13	6.63	9.49	8.55	4.83	2.96	0.91	0.21	0.09	0.06
11	0.07	0.10	0.24	1.03	2.23	3.06	4.13	4.82	4.57	4.03	3.69	3.63	3.88	4.37	4.79	4.38	3.34	2.42	0.88	0.21	0.09	0.06
10	0.07	0.10	0.24	0.97	1.83	2.28	2.74	3.03	3.06	2.93	2.81	2.78	2.87	3.00	3.03	2.81	2.39	1.92	0.83	0.22	0.09	0.06
9	0.07	0.10	0.24	0.90	1.50	1.75	1.98	2.14	2.19	2.16	2.12	2.11	2.13	2.16	2.13	2.01	1.79	1.54	0.78	0.22	0.09	0.06
8	0.07	0.10	0.24	0.82	1.24	1.39	1.52	1.60	1.63	1.63	1.61	1.61	1.61	1.61	1.59	1.52	1.41	1.26	0.73	0.22	0.09	0.06
7	0.07	0.10	0.24	0.76	1.05	1.14	1.21	1.25	1.26	1.25	1.24	1.24	1.24	1.24	1.23	1.20	1.14	1.05	0.68	0.22	0.09	0.06
6	0.07	0.10	0.24	0.70	0.90	0.95	0.99	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96	0.97	0.98	0.98	0.97	0.94	0.89	0.63	0.22	0.09	0.06
5	0.07	0.10	0.24	0.65	0.79	0.81	0.83	0.82	0.80	0.78	0.76	0.76	0.77	0.78	0.80	0.80	0.80	0.77	0.59	0.22	0.09	0.07
4	0.07	0.10	0.24	0.61	0.70	0.71	0.71	0.69	0.66	0.63	0.61	0.60	0.61	0.64	0.66	0.68	0.69	0.68	0.56	0.22	0.09	0.07
3	0.07	0.10	0.24	0.58	0.64	0.64	0.62	0.59	0.56	0.52	0.49	0.48	0.50	0.53	0.56	0.59	0.61	0.62	0.53	0.22	0.09	0.07
1.5	0.07	0.10	0.24	0.55	0.58	0.57	0.54	0.50	0.46	0.41	0.38	0.37	0.39	0.43	0.47	0.51	0.54	0.56	0.51	0.22	0.09	0.07

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值。

表 3-4 110kV 石拔北线单回架空线路磁感应强度预测结果一览表 单位: μT

X Y	-35	-30	-20	-10	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	35
30	0.79	1.02	1.79	3.23	3.88	4.02	4.13	4.22	4.29	4.33	4.34	4.31	4.26	4.17	4.06	3.93	3.12	1.72	0.98	0.77
20	0.94	1.27	2.79	9.18	16.55	19.08	21.87	24.87	27.87	30.29	31.15	29.91	27.16	23.90	20.72	17.85	8.37	2.61	1.21	0.90
19	0.95	1.29	2.87	10.21	20.02	23.65	27.87	32.84	38.71	44.64	47.32	44.06	37.67	31.42	26.19	21.86	9.21	2.69	1.23	0.91
18	0.95	1.30	2.95	11.30	24.41	29.63	35.87	43.88	55.63	73.37	86.18	72.55	54.19	41.87	33.41	26.98	10.06	2.75	1.24	0.92
17	0.96	1.31	3.01	12.39	30.10	37.67	46.50	57.87	77.88	132.44	286.47	131.74	76.46	55.34	42.87	33.55	10.89	2.80	1.25	0.92
16	0.97	1.32	3.06	13.42	37.74	49.37	61.55	73.94	94.08	152.89	326.51	154.34	94.55	71.78	56.05	42.39	11.63	2.84	1.26	0.93
15	0.97	1.33	3.09	14.24	48.32	69.39	88.17	94.51	99.30	114.32	129.71	118.78	105.63	96.85	78.70	55.22	12.19	2.87	1.27	0.93
14	0.97	1.33	3.10	14.72	61.49	112.23	163.46	127.44	102.14	94.69	95.81	102.37	121.38	160.35	135.95	73.42	12.50	2.88	1.27	0.93
13	0.97	1.33	3.10	14.75	68.03	171.69	782.15	151.38	98.33	83.19	81.68	91.96	127.50	326.68	284.98	84.27	12.48	2.88	1.27	0.93
12	0.97	1.33	3.08	14.29	57.29	102.31	144.41	107.62	81.13	70.38	68.96	76.16	96.54	135.58	120.22	66.98	12.13	2.86	1.26	0.93
11	0.96	1.32	3.04	13.43	42.11	57.96	69.11	67.14	60.44	56.05	55.31	58.32	64.44	68.94	61.78	46.17	11.50	2.82	1.26	0.92
10	0.96	1.31	2.98	12.32	31.04	38.25	43.55	45.15	44.29	43.13	42.86	43.61	44.61	43.93	39.73	32.89	10.68	2.78	1.25	0.92
9	0.95	1.29	2.92	11.12	23.66	27.63	30.75	32.48	33.02	33.00	32.93	32.87	32.48	31.13	28.41	24.65	9.77	2.72	1.23	0.91
8	0.94	1.28	2.84	9.94	18.63	21.08	23.10	24.48	25.22	25.50	25.50	25.24	24.60	23.40	21.56	19.22	8.86	2.65	1.22	0.90
7	0.93	1.26	2.75	8.84	15.04	16.67	18.05	19.08	19.73	20.03	20.05	19.79	19.22	18.28	16.99	15.43	7.98	2.57	1.20	0.90
6	0.92	1.24	2.65	7.85	12.40	13.53	14.50	15.26	15.77	16.02	16.04	15.83	15.37	14.68	13.75	12.66	7.17	2.48	1.19	0.89
5	0.91	1.22	2.55	6.98	10.38	11.19	11.90	12.46	12.84	13.04	13.06	12.89	12.55	12.03	11.36	10.57	6.44	2.39	1.16	0.87
4	0.90	1.19	2.44	6.22	8.81	9.41	9.93	10.34	10.63	10.78	10.80	10.67	10.41	10.03	9.53	8.95	5.79	2.30	1.14	0.86
3	0.88	1.17	2.34	5.56	7.56	8.01	8.40	8.71	8.93	9.05	9.06	8.96	8.77	8.48	8.10	7.67	5.21	2.21	1.12	0.85
1.5	0.86	1.13	2.18	4.73	6.12	6.42	6.68	6.89	7.03	7.11	7.12	7.06	6.93	6.73	6.49	6.19	4.47	2.06	1.08	0.83

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

①工频电场强度

根据预测结果可知，110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 3m（ $7\text{m}-4.2\text{m}=2.8\text{m}$ ， $6\text{m}-3.5\text{m}=2.5\text{m}$ 取大取整）及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 3m（ $13\text{m}-10\text{m}=3\text{m}$ ）及以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的限值要求。

②磁感应强度

根据预测结果可知，110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 2m（ $6\text{m}-4.2\text{m}=1.8\text{m}$ ， $5\text{m}-3.5\text{m}=1.5\text{m}$ 取大取整）及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 2m（ $13\text{m}-11\text{m}=2\text{m}$ ）及以上的距离，磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μT 的限值要求。

③达标距离

结合以上预测结果，110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 3m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 3m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μT ）。

3.3.2 220kV 同塔双回架空线路预测结果

（1）1.5m 处工频电磁场强度预测结果

线路取下相导线（近地导线）离地 14m 时，计算线路下方距地面 1.5m 高处的工频电场及磁感应强度值，预测结果见表 3-8，其分布曲线见图 3-9、图 3-10。

表 3-5 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果		
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)	
-50	0.03	0.70	1	1.07	13.85	
-45	0.03	0.92	2	1.17	13.67	
-40	0.02	1.23	3	1.29	13.40	
-35	0.04	1.70	4	1.39	13.06	
-30	0.11	2.41	5	1.46	12.64	
-29	0.14	2.59	边导线 位置	6	1.51	12.15
-28	0.16	2.79		7	1.52	11.61
-27	0.19	3.01	8	1.50	11.02	
-26	0.23	3.24	9	1.45	10.41	
-25	0.27	3.50	10	1.38	9.78	
-24	0.31	3.79	11	1.28	9.15	
-23	0.36	4.10	12	1.18	8.53	
-22	0.42	4.43	13	1.08	7.92	
-21	0.49	4.80	14	0.97	7.35	
-20	0.56	5.20	15	0.87	6.80	
-19	0.64	5.63	16	0.77	6.29	
-18	0.73	6.09	17	0.68	5.81	
-17	0.83	6.59	18	0.59	5.36	
-16	0.93	7.13	19	0.52	4.95	
-15	1.03	7.69	20	0.45	4.57	
-14	1.14	8.28	21	0.39	4.23	
-13	1.25	8.90	22	0.33	3.91	
-12	1.34	9.53	23	0.28	3.61	
-11	1.42	10.16	24	0.24	3.35	
-10	1.48	10.78	25	0.21	3.10	
-9	1.52	11.38	26	0.17	2.88	
边导线位置-8	1.52	11.94	27	0.15	2.67	
-7	1.49	12.45	28	0.12	2.48	
-6	1.42	12.90	29	0.10	2.31	
-5	1.33	13.27	30	0.08	2.15	
-4	1.22	13.57	35	0.03	1.53	
-3	1.11	13.79	40	0.02	1.12	
-2	1.02	13.93	45	0.03	0.84	
-1	0.98	13.98	50	0.03	0.64	
0	1.00	13.96				

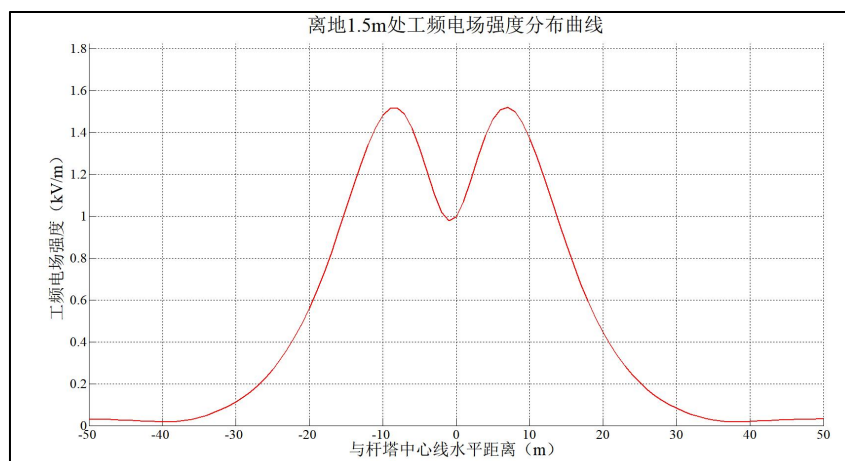


图 3-5 220kV 同塔双回架空线路

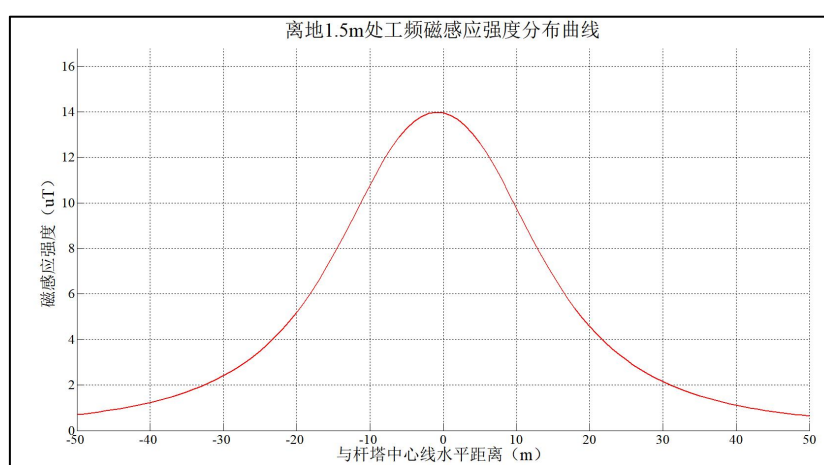


图 3-6 220kV 同塔双回架空线路

根据模式预测得出工频电场及磁感应强度的预测结果和分布曲线，可得出如下结论：

A、电场强度：220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.52kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 8m 和正半轴 7m、边导线投影位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。

B、磁感应强度：220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 13.98 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T

控制限值。

C、220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路在导线最低高度为 14m 的条件下，线路中心地面投影负半轴 0~8m、正半轴 0~7m 范围内，地面 1.5m 处的电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐增加趋势，上述范围外电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势；地面 1.5m 处的磁感应强度随着距线路中心负半轴 1m 处水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势。

(2) 达标距离预测结果

拟建架空线路近地导线离地 14m 时，工频电场强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-11 及表 3-9，磁感应强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-12 及表 3-10。

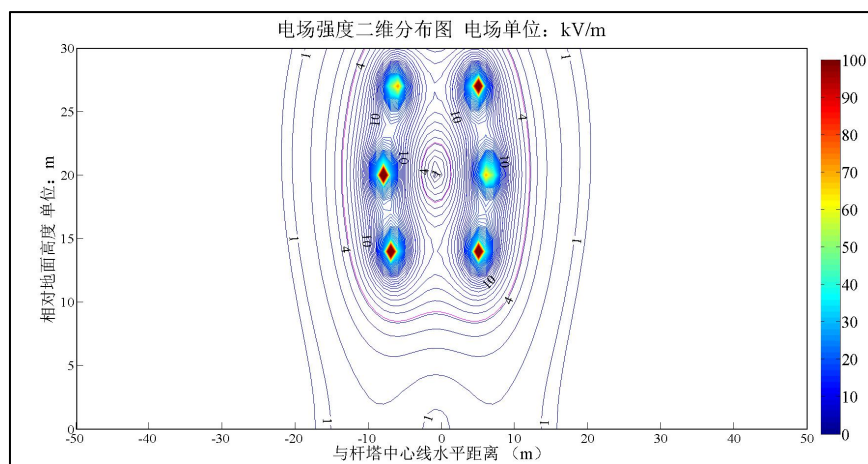


图 3-7 220kV 同塔双回架空线路

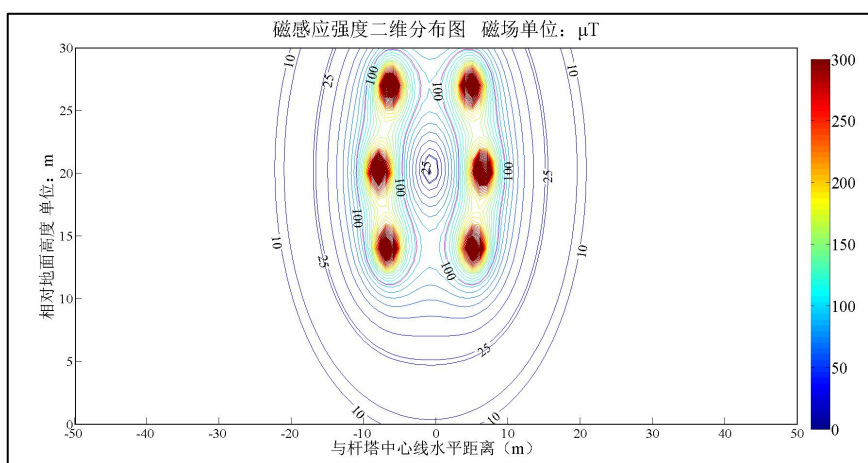


图 3-8 220kV 同塔双回架空线路

表 3-6 220kV 同塔双回架空线路工频电场强度预测结果一览表 单位: kV/m

X/Y	-50	-30	-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	15	30	50
30	0.06	0.26	1.75	2.07	2.46	2.96	3.59	4.39	5.40	6.55	7.57	7.99	7.68	7.05	6.45	6.06	5.90	5.97	6.27	6.79	7.44	7.94	7.83	7.00	5.85	4.77	3.88	3.19	2.65	2.21	1.36	0.23	0.06
29	0.06	0.27	1.92	2.29	2.77	3.39	4.23	5.38	7.03	9.32	11.84	12.58	11.00	9.12	7.81	7.06	6.78	6.90	7.45	8.52	10.20	12.12	12.47	10.38	7.86	5.97	4.64	3.70	3.00	2.47	1.47	0.23	0.06
28	0.06	0.27	2.09	2.52	3.09	3.84	4.90	6.45	8.99	13.69	22.78	25.38	16.48	11.48	9.06	7.89	7.47	7.65	8.48	10.30	14.02	21.63	26.34	16.73	10.50	7.31	5.44	4.22	3.36	2.73	1.57	0.23	0.06
27	0.06	0.27	2.25	2.74	3.39	4.27	5.51	7.39	10.63	17.73	48.18	73.47	21.46	13.00	9.76	8.31	7.80	8.01	9.03	11.38	16.91	37.02	145.48	23.84	12.71	8.45	6.16	4.71	3.71	2.98	1.67	0.23	0.06
26	0.06	0.27	2.40	2.95	3.67	4.65	6.02	8.02	11.20	16.91	27.56	29.80	18.67	12.54	9.58	8.15	7.63	7.85	8.88	11.10	15.66	25.05	31.51	20.52	13.05	9.10	6.72	5.14	4.02	3.21	1.77	0.23	0.06
25	0.06	0.28	2.53	3.13	3.92	4.99	6.44	8.42	11.11	14.53	17.69	17.64	14.28	10.94	8.72	7.48	7.00	7.20	8.12	9.92	12.83	16.49	18.21	15.96	12.41	9.41	7.16	5.52	4.31	3.42	1.85	0.23	0.06
24	0.06	0.27	2.65	3.29	4.15	5.31	6.87	8.90	11.30	13.53	14.63	13.84	11.68	9.36	7.56	6.44	5.98	6.17	7.03	8.56	10.72	13.07	14.55	14.17	12.26	9.83	7.63	5.88	4.58	3.61	1.92	0.23	0.06
23	0.06	0.27	2.74	3.43	4.36	5.65	7.42	9.79	12.50	14.50	14.53	12.79	10.40	8.15	6.37	5.18	4.66	4.89	5.82	7.37	9.46	11.86	13.99	14.77	13.47	10.87	8.30	6.29	4.83	3.77	1.97	0.23	0.05
22	0.06	0.27	2.81	3.54	4.54	5.98	8.11	11.34	15.83	19.12	17.33	13.35	9.93	7.29	5.27	3.82	3.12	3.43	4.62	6.42	8.79	11.88	15.76	18.99	17.58	13.02	9.24	6.73	5.05	3.90	2.00	0.23	0.05
21	0.06	0.27	2.84	3.60	4.66	6.23	8.76	13.38	23.62	39.26	25.09	14.89	9.89	6.77	4.46	2.62	1.43	2.02	3.67	5.78	8.50	12.53	19.99	35.52	30.75	16.45	10.24	7.09	5.21	3.98	2.02	0.22	0.05
20	0.06	0.26	2.85	3.61	4.69	6.31	8.98	14.22	29.36	154.97	30.98	15.61	9.94	6.64	4.24	2.25	0.60	1.53	3.41	5.61	8.46	12.86	22.37	70.00	48.07	18.08	10.61	7.21	5.26	4.00	2.02	0.22	0.05
19	0.05	0.26	2.82	3.57	4.63	6.18	8.63	12.81	20.31	27.69	21.81	14.51	9.96	6.94	4.73	3.10	2.23	2.63	4.01	5.98	8.62	12.43	18.51	26.61	24.14	15.33	10.02	7.02	5.17	3.95	2.00	0.21	0.05
18	0.05	0.25	2.75	3.48	4.49	5.92	8.02	11.06	14.91	17.66	16.77	13.55	10.26	7.61	5.66	4.37	3.80	4.05	5.07	6.75	9.11	12.18	15.60	17.76	16.33	12.55	9.11	6.66	5.00	3.84	1.96	0.21	0.05
17	0.05	0.24	2.67	3.36	4.30	5.62	7.47	9.99	13.02	15.57	16.06	14.13	11.19	8.59	6.72	5.59	5.13	5.32	6.19	7.75	10.07	12.98	15.53	16.08	14.18	11.17	8.40	6.29	4.78	3.70	1.90	0.20	0.05
16	0.05	0.23	2.56	3.21	4.10	5.32	7.05	9.50	12.85	16.82	19.25	17.19	13.05	9.77	7.71	6.56	6.12	6.31	7.16	8.82	11.58	15.54	18.96	18.20	14.43	10.73	7.93	5.94	4.54	3.53	1.84	0.19	0.05
15	0.05	0.22	2.44	3.04	3.86	5.00	6.65	9.17	13.36	21.21	32.56	25.61	15.69	10.83	8.39	7.17	6.72	6.91	7.79	9.66	13.32	20.86	32.44	25.96	15.89	10.57	7.52	5.59	4.27	3.34	1.76	0.18	0.05
14	0.05	0.21	2.30	2.85	3.60	4.63	6.14	8.54	12.97	24.46	148.88	37.47	16.80	11.04	8.52	7.32	6.89	7.07	7.92	9.80	13.83	25.05	149.35	36.95	16.07	9.95	6.96	5.16	3.97	3.12	1.67	0.18	0.04
13	0.04	0.20	2.16	2.65	3.31	4.20	5.48	7.44	10.76	17.16	26.89	21.82	13.89	9.96	7.99	7.00	6.64	6.79	7.50	9.01	11.98	18.04	27.10	21.14	12.80	8.54	6.16	4.66	3.63	2.89	1.58	0.17	0.04
12	0.04	0.19	2.00	2.44	3.00	3.74	4.74	6.14	8.12	10.70	12.77	12.23	10.09	8.23	7.01	6.33	6.06	6.17	6.68	7.67	9.27	11.42	12.90	11.72	9.10	6.85	5.25	4.10	3.27	2.64	1.49	0.16	0.04
11	0.04	0.18	1.85	2.23	2.69	3.29	4.03	4.98	6.11	7.28	8.06	8.04	7.37	6.56	5.90	5.49	5.32	5.39	5.71	6.27	7.04	7.82	8.15	7.67	6.59	5.41	4.39	3.56	2.91	2.40	1.40	0.15	0.04
10	0.04	0.17	1.71	2.03	2.41	2.87	3.42	4.06	4.73	5.35	5.75	5.81	5.58	5.22	4.87	4.64	4.53	4.58	4.76	5.07	5.44	5.74	5.81	5.54	4.99	4.32	3.67	3.08	2.59	2.17	1.31	0.14	0.04
9	0.04	0.16	1.57	1.84	2.16	2.52	2.92	3.36	3.78	4.15	4.38	4.44	4.36	4.18	4.00	3.86	3.80	3.82	3.93	4.11	4.29	4.42	4.43	4.26	3.94	3.53	3.09	2.67	2.30	1.96	1.22	0.13	0.04
8	0.04	0.16	1.45	1.68	1.94	2.22	2.52	2.83	3.11	3.34	3.49	3.53	3.49	3.39	3.28	3.19	3.15	3.16	3.24	3.34	3.45	3.52	3.52	3.41	3.22	2.95	2.65	2.34	2.05	1.78	1.15	0.12	0.04
7	0.04	0.15	1.35	1.54	1.75	1.98	2.21	2.43	2.63	2.78	2.87	2.89	2.85	2.78	2.69	2.63	2.60	2.61	2.66	2.74	2.83	2.88	2.88	2.82	2.69	2.51	2.30	2.07	1.84	1.63	1.08	0.11	0.04
6	0.03	0.14	1.26	1.43	1.60	1.78	1.96	2.13	2.27	2.37	2.42	2.41	2.37	2.30	2.23	2.17	2.14	2.15	2.20	2.27	2.35	2.40	2.42	2.39	2.31	2.19	2.03	1.86	1.68	1.50	1.02	0.11	0.03
5	0.03	0.13	1.18	1.33	1.48	1.63	1.77	1.90	2.00	2.06	2.08	2.06	2.01	1.93	1.85	1.79	1.76	1.78	1.83	1.90	1.98	2.04	2.08	2.07	2.03	1.94	1.83	1.69	1.54	1.39	0.97	0.10	0.03
4	0.03	0.12	1.12	1.25	1.38	1.51	1.63	1.73	1.80	1.83	1.83	1.80	1.73	1.64	1.56	1.49	1.46	1.47	1.53	1.61	1.70	1.77	1.82	1.84	1.81	1.76	1.67	1.56	1.44	1.31	0.93	0.09	0.03
3	0.03	0.12	1.08	1.20	1.31	1.42	1.52	1.60	1.65	1.67	1.65	1.60	1.52	1.43	1.33	1.26	1.22	1.24	1.30	1.39	1.48	1.57	1.64	1.67	1.66	1.62	1.55	1.46	1.36	1.24	0.90	0.09	0.03
1.5	0.03	0.11	1.03	1.14	1.25	1.34	1.42	1.48	1.52	1.52	1.49	1.42	1.33	1.22	1.11	1.02	0.98	1.00	1.07	1.17	1.29	1.39	1.46	1.51	1.52	1.50	1.45	1.38	1.28	1.18	0.87	0.08	0.03

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

表 3-7 220kV 同塔双回架空线路磁感应强度预测结果一览表 单位: μT

X \ Y	-50	-30	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	30	50
30	0.79	3.41	34.62	41.93	51.29	63.07	76.66	88.80	93.96	90.61	83.32	76.51	71.97	70.08	70.89	74.38	80.39	87.86	93.46	91.96	81.99	68.39	55.71	45.40	37.33	2.95	0.72
29	0.80	3.51	39.85	49.51	62.95	82.18	109.18	138.93	148.09	129.87	107.95	92.66	83.98	80.64	82.06	88.47	100.96	120.55	142.79	146.58	121.65	92.02	69.81	54.34	43.36	3.03	0.72
28	0.80	3.61	45.17	57.36	75.48	105.09	160.24	267.11	298.58	194.46	135.81	107.46	93.75	88.81	90.88	100.68	122.04	165.67	254.79	309.20	195.89	122.77	85.45	63.69	49.53	3.10	0.73
27	0.81	3.70	50.21	64.53	86.34	123.98	207.01	563.56	861.89	252.58	153.32	115.35	98.27	92.27	94.78	106.82	134.35	199.16	434.83	1703.48	278.46	148.27	98.67	72.07	55.30	3.17	0.74
26	0.82	3.78	54.69	70.37	93.42	130.17	196.54	320.82	347.95	218.66	147.16	112.59	95.79	89.71	92.26	104.29	130.38	183.53	292.83	367.25	238.57	151.68	105.90	78.47	60.31	3.23	0.74
25	0.82	3.85	58.65	75.16	97.76	128.49	167.86	204.62	204.54	166.13	127.46	101.61	87.04	81.43	83.81	94.58	115.58	149.33	191.45	210.86	184.39	143.36	108.97	83.36	64.65	3.29	0.75
24	0.83	3.90	62.42	80.00	102.82	129.73	155.02	167.75	159.24	134.86	108.25	87.38	74.17	68.73	71.06	81.16	99.03	123.85	150.62	166.97	162.31	140.56	113.28	88.50	68.86	3.33	0.75
23	0.83	3.95	66.27	86.10	112.37	142.38	164.49	164.97	145.86	119.16	93.62	73.07	59.04	52.86	55.55	66.61	84.69	108.51	135.47	159.03	167.60	153.12	124.34	95.84	73.47	3.37	0.76
22	0.84	3.98	70.09	93.77	129.47	178.78	214.76	194.76	150.92	113.02	83.43	60.27	43.19	34.70	38.51	52.65	73.46	100.31	134.66	177.41	213.18	198.04	147.97	106.33	78.43	3.39	0.76
21	0.84	4.00	73.04	101.03	151.99	264.88	437.05	279.46	167.02	112.11	77.42	51.18	29.70	15.33	22.54	42.08	66.22	96.75	141.18	223.12	395.05	343.54	185.77	117.42	82.56	3.41	0.76
20	0.84	4.00	73.98	103.51	161.11	327.72	1715.20	343.02	174.42	112.45	76.16	49.27	26.79	9.20	18.75	39.88	64.67	96.21	144.34	248.34	773.96	534.27	203.55	121.40	83.91	3.41	0.76
19	0.84	3.99	72.52	99.45	145.13	226.64	306.22	241.33	162.12	113.01	80.05	55.65	37.53	28.03	32.37	47.64	69.48	98.47	139.72	205.41	294.03	268.11	172.46	114.67	81.78	3.40	0.76
18	0.84	3.97	69.48	92.48	125.46	166.87	196.12	186.48	152.32	117.15	88.55	67.19	52.93	46.62	49.37	60.62	79.16	104.82	137.67	174.06	197.10	182.03	141.56	104.35	77.67	3.39	0.76
17	0.84	3.93	65.94	86.25	113.65	146.35	174.06	180.12	160.22	129.04	100.90	80.46	67.86	62.70	64.91	74.51	91.75	116.98	148.07	174.72	179.84	158.97	126.42	96.34	73.28	3.36	0.76
16	0.83	3.88	62.31	81.37	108.24	145.15	189.45	217.72	196.83	151.99	115.97	93.04	80.20	75.24	77.34	86.85	105.38	135.91	179.10	215.35	205.08	162.59	121.74	91.03	69.16	3.32	0.76
15	0.83	3.82	58.35	76.59	104.49	151.30	240.00	370.94	295.53	184.27	129.66	102.14	88.33	83.25	85.39	95.36	116.44	157.66	242.32	371.19	294.27	179.74	120.10	86.25	64.81	3.27	0.75
14	0.82	3.75	53.69	70.40	97.07	146.89	277.45	1702.94	434.85	198.56	132.99	104.41	90.84	85.96	88.01	97.69	118.98	164.80	292.71	1717.07	420.22	181.89	112.85	79.44	59.56	3.22	0.75
13	0.82	3.67	48.26	62.34	84.07	121.40	194.53	307.90	253.89	164.74	120.66	98.49	87.43	83.38	85.08	93.05	110.00	143.26	211.45	312.06	240.43	144.56	96.39	69.82	53.24	3.15	0.74
12	0.81	3.58	42.41	53.35	68.82	91.08	120.81	145.92	142.25	119.91	99.96	86.86	79.48	76.65	77.85	83.30	93.93	111.14	133.96	148.40	132.90	102.27	76.77	58.88	46.36	3.08	0.74
11	0.80	3.48	36.68	44.75	55.10	67.87	81.60	91.72	93.30	87.62	79.89	73.44	69.31	67.62	68.34	71.50	77.06	84.52	91.61	93.48	86.43	73.43	59.95	48.59	39.66	3.01	0.73
10	0.79	3.38	31.45	37.29	44.20	51.88	59.36	64.93	67.14	66.20	63.61	60.88	58.89	58.02	58.39	59.96	62.47	65.27	67.08	66.25	61.92	54.98	47.21	39.93	33.66	2.93	0.73
9	0.79	3.27	26.91	31.14	35.86	40.80	45.43	49.03	51.08	51.59	51.06	50.15	49.36	48.99	49.15	49.80	50.71	51.47	51.45	50.05	47.03	42.73	37.84	32.98	28.54	2.84	0.72
8	0.78	3.16	23.07	26.18	29.51	32.88	36.00	38.54	40.28	41.19	41.45	41.36	41.17	41.06	41.11	41.28	41.44	41.35	40.73	39.34	37.10	34.18	30.87	27.50	24.28	2.75	0.71
7	0.76	3.04	19.85	22.18	24.61	27.02	29.25	31.13	32.56	33.50	34.03	34.27	34.35	34.37	34.36	34.32	34.15	33.76	32.99	31.76	30.05	27.94	25.59	23.15	20.77	2.66	0.70
6	0.75	2.93	17.17	18.95	20.77	22.55	24.21	25.65	26.81	27.66	28.23	28.58	28.77	28.83	28.80	28.67	28.40	27.92	27.18	26.15	24.82	23.24	21.49	19.68	17.87	2.57	0.69
5	0.74	2.81	14.93	16.31	17.71	19.06	20.33	21.45	22.38	23.12	23.65	24.01	24.22	24.30	24.26	24.11	23.81	23.35	22.70	21.85	20.80	19.58	18.26	16.87	15.48	2.47	0.68
4	0.73	2.69	13.05	14.14	15.23	16.28	17.27	18.15	18.91	19.52	19.99	20.31	20.51	20.59	20.56	20.41	20.13	19.72	19.17	18.47	17.64	16.69	15.66	14.58	13.49	2.38	0.67
3	0.72	2.58	11.47	12.33	13.20	14.03	14.81	15.52	16.13	16.63	17.03	17.31	17.48	17.56	17.52	17.39	17.15	16.80	16.34	15.77	15.10	14.35	13.53	12.68	11.81	2.29	0.66
1.5	0.70	2.41	9.53	10.16	10.78	11.38	11.94	12.45	12.90	13.27	13.57	13.79	13.93	13.98	13.96	13.85	13.67	13.40	13.06	12.64	12.15	11.61	11.02	10.41	9.78	2.15	0.64

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

①工频电场强度

根据预测结果可知, 220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时, 在不考虑风偏的条件下, 线路边导线两侧各保持约 6m ($14\text{m}-8\text{m}=6\text{m}$, $12\text{m}-6.4\text{m}=5.6\text{m}$ 取大取整) 及以上的水平距离, 或者在垂直方向上净空高度保持 6m ($14\text{m}-8\text{m}=6\text{m}$) 及以上的距离, 工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 4000V/m 的限值要求。

②磁感应强度

根据预测结果可知, 220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时, 在不考虑风偏的条件下, 线路边导线两侧各保持约 4m ($12\text{m}-8\text{m}=4\text{m}$, $10\text{m}-6.4\text{m}=3.6\text{m}$ 取大取整) 及以上的水平距离, 或者在垂直方向上净空高度保持 3m ($14\text{m}-11\text{m}=3\text{m}$) 及以上的距离, 磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 100 μT 的限值要求。

③达标距离

结合以上预测结果, 220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时, 在不考虑风偏的情况下, 线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离, 或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离, 电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中标准限值要求(工频电场强度限值 4000V/m, 磁感应强度限值 100 μT)。

3.3.3 220kV 双回塔单边挂线架空线路预测结果

(1) 1.5m 处工频电磁场强度预测结果

线路取下相导线(近地导线)离地 14m 时, 计算线路下方距地面 1.5m 高处的工频电场及磁感应强度值, 预测结果见表 3-11, 其分布曲线见图 3-13、图 3-14。

表 3-8 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果	
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)
-50	0.12	1.73	1	1.20	9.95
-45	0.13	2.12	2	1.06	9.47
-40	0.12	2.63	3	0.93	9.00
-35	0.10	3.34	4	0.81	8.53
-30	0.08	4.32	5	0.70	8.07
-29	0.09	4.56	边导线 位置	6	7.64
-28	0.10	4.81		7	7.22
-27	0.13	5.09	8	0.42	6.82
-26	0.16	5.38	9	0.35	6.44
-25	0.20	5.69	10	0.29	6.09
-24	0.25	6.02	11	0.24	5.75
-23	0.31	6.37	12	0.19	5.44
-22	0.37	6.74	13	0.16	5.14
-21	0.45	7.14	14	0.14	4.87
-20	0.53	7.55	15	0.12	4.61
-19	0.63	7.99	16	0.12	4.37
-18	0.74	8.44	17	0.12	4.15
-17	0.85	8.91	18	0.12	3.93
-16	0.98	9.38	19	0.13	3.74
-15	1.11	9.86	20	0.13	3.55
-14	1.25	10.33	21	0.14	3.38
-13	1.39	10.78	22	0.14	3.22
-12	1.52	11.20	23	0.14	3.07
-11	1.65	11.57	24	0.15	2.92
-10	1.76	11.89	25	0.15	2.79
-9	1.85	12.13	26	0.15	2.66
边导线位置-8	1.91	12.28	27	0.15	2.55
-7	1.93	12.34	28	0.15	2.43
-6	1.93	12.30	29	0.15	2.33
-5	1.89	12.17	30	0.15	2.23
-4	1.82	11.94	35	0.15	1.82
-3	1.72	11.64	40	0.13	1.50
-2	1.61	11.28	45	0.12	1.26
-1	1.48	10.86	50	0.11	1.07
0	1.34	10.42			

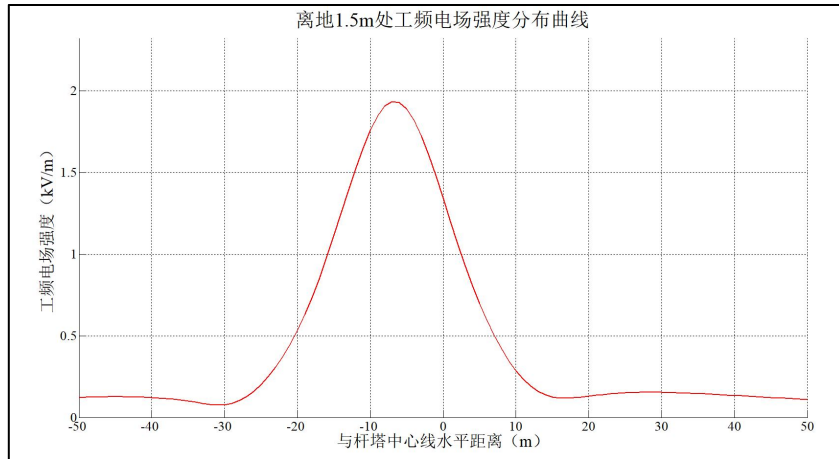


图 3-9 220kV 双回塔单边挂线架空线路

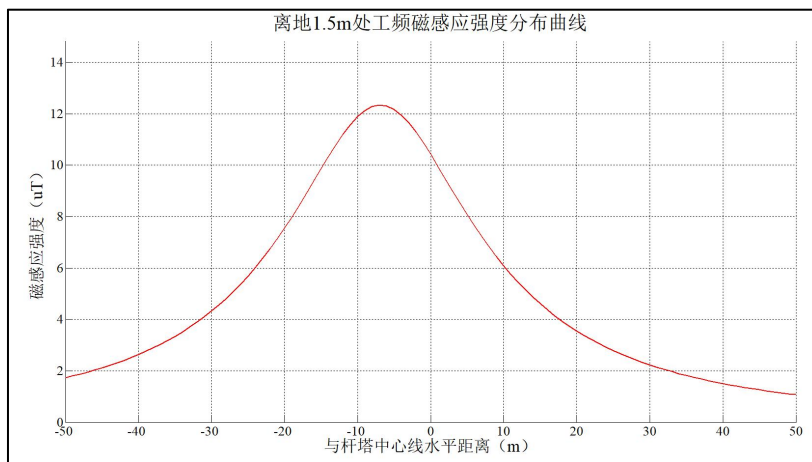


图 3-10 220kV 双回塔单边挂线架空线路

根据模式预测得出工频电场及磁感应强度的预测结果和分布曲线，可得出如下结论：

A、电场强度：220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.93kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。

B、磁感应强度：220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 12.34 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面

1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 $100\mu\text{T}$ 控制限值。

C、220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路，在导线最低高度为 14m 的条件下，地面 1.5m 处的电场强度和磁感应强度随着距线路中心负半轴 7m、边导线内侧 1m 处水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势。

（2）达标距离预测结果

拟建架空线路近地导线离地 14m 时，工频电场强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-15 及表 3-12，磁感应强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-16 及表 3-13。

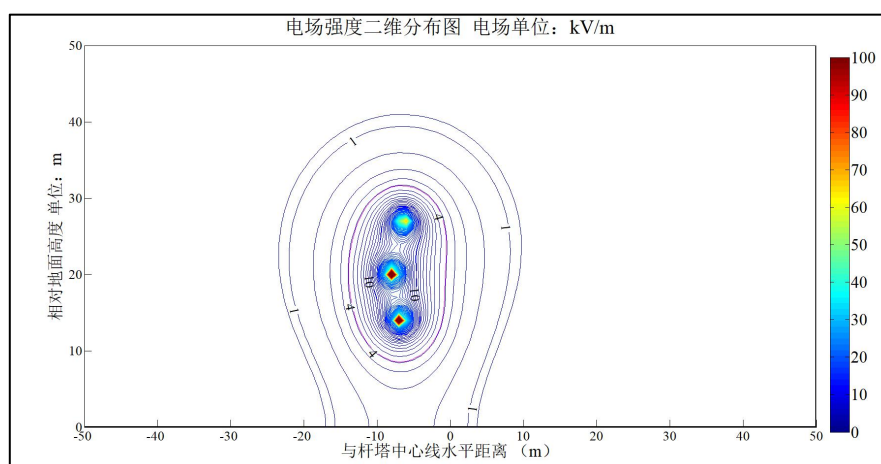


图 3-11 220kV 双回塔单边挂线架空线路

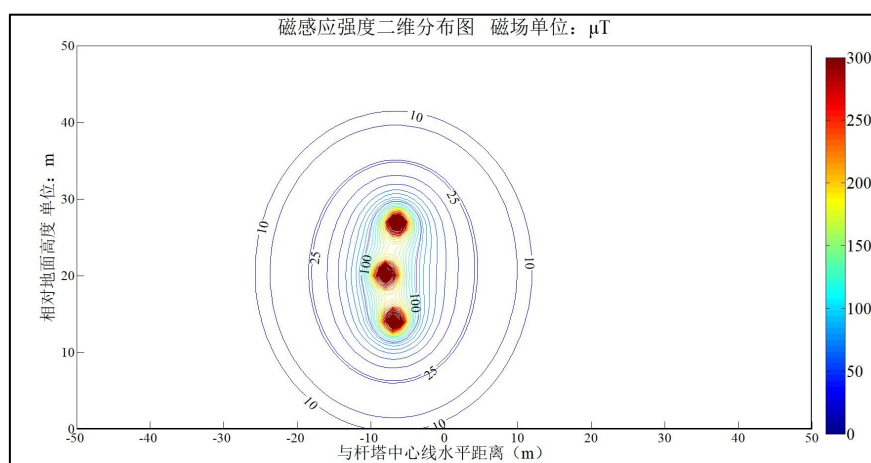


图 3-12 220kV 双回塔单边挂线架空线路

表 3-9 220kV 双回塔单边挂线架空线路工频电场强度预测结果一览表 单位: kV/m

X Y	-50	-40	-30	-20	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	10	20	30	40	50
50	0.12	0.16	0.23	0.31	0.36	0.36	0.37	0.38	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.29	0.21	0.15	0.12	0.09
40	0.14	0.20	0.32	0.56	0.74	0.77	0.81	0.84	0.87	0.89	0.91	0.93	0.93	0.93	0.92	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80	0.48	0.28	0.19	0.13	0.10
35	0.15	0.22	0.38	0.78	1.18	1.28	1.39	1.49	1.60	1.70	1.78	1.85	1.88	1.87	1.84	1.77	1.68	1.58	1.47	1.36	0.61	0.32	0.20	0.14	0.10
34	0.15	0.22	0.39	0.83	1.31	1.43	1.57	1.71	1.86	2.00	2.12	2.21	2.26	2.26	2.20	2.10	1.97	1.83	1.68	1.53	0.63	0.33	0.20	0.14	0.10
33	0.15	0.22	0.40	0.88	1.45	1.60	1.78	1.97	2.17	2.37	2.56	2.71	2.79	2.78	2.69	2.54	2.34	2.13	1.92	1.73	0.66	0.33	0.20	0.14	0.11
32	0.15	0.22	0.40	0.94	1.60	1.80	2.03	2.28	2.57	2.87	3.16	3.41	3.55	3.54	3.39	3.13	2.82	2.51	2.22	1.96	0.69	0.34	0.20	0.14	0.11
31	0.15	0.23	0.41	0.99	1.77	2.01	2.30	2.65	3.05	3.51	4.00	4.44	4.73	4.72	4.43	3.95	3.44	2.97	2.56	2.21	0.71	0.34	0.21	0.14	0.11
30	0.15	0.23	0.42	1.04	1.95	2.25	2.62	3.07	3.64	4.34	5.18	6.08	6.74	6.75	6.08	5.13	4.24	3.51	2.94	2.48	0.74	0.34	0.21	0.14	0.11
29	0.15	0.23	0.43	1.10	2.13	2.49	2.95	3.53	4.31	5.36	6.82	8.78	10.73	10.86	8.90	6.79	5.22	4.12	3.34	2.76	0.76	0.35	0.21	0.14	0.11
28	0.15	0.23	0.43	1.15	2.31	2.74	3.28	4.01	5.02	6.49	8.85	13.14	21.14	22.54	13.77	8.84	6.25	4.72	3.72	3.02	0.77	0.35	0.21	0.14	0.11
27	0.15	0.23	0.43	1.19	2.49	2.97	3.61	4.47	5.68	7.50	10.60	17.35	45.91	67.42	18.66	10.46	7.06	5.20	4.04	3.24	0.79	0.35	0.21	0.14	0.11
26	0.15	0.23	0.44	1.23	2.65	3.19	3.91	4.87	6.22	8.20	11.32	16.86	26.96	28.32	16.97	10.66	7.40	5.48	4.25	3.40	0.80	0.35	0.21	0.14	0.11
25	0.15	0.23	0.44	1.26	2.79	3.39	4.17	5.23	6.68	8.65	11.33	14.71	17.71	17.33	13.61	9.92	7.31	5.56	4.36	3.50	0.81	0.35	0.21	0.14	0.11
24	0.15	0.23	0.44	1.29	2.91	3.56	4.41	5.57	7.12	9.15	11.56	13.81	14.88	13.99	11.67	9.13	7.06	5.51	4.38	3.55	0.81	0.35	0.21	0.15	0.11
23	0.15	0.22	0.43	1.31	3.01	3.70	4.63	5.90	7.66	10.03	12.75	14.79	14.88	13.20	10.85	8.63	6.82	5.42	4.36	3.56	0.81	0.34	0.21	0.15	0.11
22	0.15	0.22	0.43	1.32	3.08	3.81	4.81	6.23	8.33	11.54	16.02	19.37	17.72	13.93	10.75	8.39	6.64	5.32	4.32	3.54	0.81	0.34	0.20	0.14	0.11
21	0.15	0.22	0.42	1.32	3.12	3.88	4.93	6.48	8.97	13.53	23.71	39.42	25.50	15.60	10.98	8.33	6.55	5.25	4.27	3.51	0.80	0.33	0.20	0.14	0.11
20	0.15	0.21	0.41	1.31	3.13	3.89	4.97	6.56	9.19	14.35	29.35	154.86	31.36	16.35	11.10	8.31	6.51	5.21	4.24	3.49	0.78	0.33	0.20	0.14	0.11
19	0.14	0.21	0.40	1.29	3.10	3.86	4.91	6.44	8.85	12.97	20.38	27.75	22.10	15.13	10.96	8.33	6.52	5.21	4.22	3.46	0.77	0.32	0.20	0.14	0.11
18	0.14	0.21	0.39	1.26	3.04	3.77	4.77	6.20	8.27	11.27	15.08	17.84	17.06	14.03	10.93	8.45	6.60	5.23	4.20	3.43	0.74	0.31	0.20	0.14	0.11
17	0.14	0.20	0.38	1.23	2.95	3.65	4.59	5.91	7.75	10.25	13.26	15.82	16.34	14.43	11.46	8.77	6.73	5.26	4.18	3.38	0.72	0.30	0.19	0.14	0.11
16	0.14	0.20	0.36	1.19	2.83	3.49	4.38	5.61	7.35	9.79	13.15	17.11	19.46	17.22	12.83	9.28	6.88	5.26	4.13	3.32	0.69	0.29	0.19	0.14	0.11
15	0.14	0.19	0.35	1.14	2.69	3.31	4.14	5.29	6.95	9.47	13.66	21.46	32.53	25.07	14.85	9.70	6.89	5.17	4.03	3.22	0.67	0.28	0.19	0.14	0.11
14	0.14	0.18	0.33	1.09	2.54	3.10	3.86	4.90	6.42	8.82	13.22	24.58	146.74	35.90	15.40	9.47	6.62	4.95	3.86	3.09	0.63	0.27	0.18	0.14	0.11
13	0.14	0.18	0.31	1.03	2.37	2.88	3.54	4.45	5.73	7.67	10.92	17.12	26.20	20.55	12.45	8.31	6.01	4.58	3.61	2.91	0.60	0.26	0.18	0.14	0.11
12	0.13	0.17	0.29	0.97	2.20	2.64	3.21	3.96	4.95	6.33	8.23	10.64	12.36	11.41	8.94	6.78	5.22	4.12	3.31	2.71	0.57	0.25	0.18	0.14	0.11
11	0.13	0.17	0.27	0.91	2.02	2.41	2.89	3.48	4.22	5.14	6.21	7.24	7.81	7.50	6.54	5.43	4.44	3.64	3.00	2.49	0.53	0.23	0.17	0.14	0.11
10	0.13	0.16	0.25	0.86	1.86	2.19	2.58	3.05	3.60	4.21	4.84	5.36	5.62	5.48	5.02	4.40	3.77	3.19	2.70	2.28	0.50	0.22	0.17	0.14	0.11
9	0.13	0.15	0.23	0.80	1.71	1.99	2.32	2.68	3.09	3.51	3.91	4.22	4.36	4.29	4.03	3.65	3.23	2.81	2.43	2.09	0.47	0.21	0.17	0.14	0.11
8	0.13	0.15	0.21	0.75	1.57	1.82	2.09	2.38	2.69	3.00	3.27	3.47	3.56	3.52	3.36	3.11	2.81	2.50	2.20	1.91	0.43	0.19	0.17	0.14	0.11
7	0.13	0.14	0.19	0.70	1.46	1.67	1.90	2.14	2.39	2.62	2.82	2.96	3.03	3.00	2.89	2.71	2.49	2.25	2.00	1.76	0.40	0.18	0.16	0.14	0.11
6	0.13	0.14	0.16	0.66	1.36	1.54	1.74	1.95	2.15	2.34	2.49	2.60	2.65	2.63	2.55	2.42	2.24	2.05	1.84	1.64	0.37	0.17	0.16	0.14	0.11
5	0.12	0.13	0.14	0.62	1.27	1.44	1.62	1.80	1.97	2.13	2.25	2.34	2.38	2.37	2.31	2.20	2.06	1.89	1.72	1.54	0.35	0.16	0.16	0.14	0.11
4	0.12	0.13	0.12	0.59	1.21	1.36	1.53	1.68	1.84	1.97	2.08	2.15	2.19	2.18	2.13	2.04	1.92	1.77	1.62	1.46	0.33	0.15	0.16	0.14	0.11
3	0.12	0.12	0.10	0.56	1.16	1.31	1.45	1.60	1.74	1.86	1.96	2.02	2.05	2.05	2.00	1.92	1.81	1.69	1.54	1.40	0.31	0.14	0.15	0.13	0.11
1.5	0.12	0.12	0.08	0.53	1.11	1.25	1.39	1.52	1.65	1.76	1.85	1.91	1.93	1.93	1.89	1.82	1.72	1.61	1.48	1.34	0.29	0.13	0.15	0.13	0.11

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

表 3-10 220kV 双回塔单边挂线架空线路路磁感应强度预测结果一览表 单位: μT

X \ Y	-50	-40	-30	-20	-15	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	0	10	20	30	40	50
50	1.42	1.97	2.79	3.85	4.35	4.57	4.63	4.68	4.71	4.73	4.74	4.74	4.73	4.70	4.66	4.47	3.47	2.47	1.75	1.27	0.94
40	1.72	2.60	4.23	7.28	9.41	10.64	10.99	11.29	11.52	11.68	11.75	11.74	11.64	11.45	11.20	10.11	6.01	3.52	2.22	1.50	1.07
35	1.85	2.92	5.12	10.32	15.34	19.24	20.56	21.78	22.82	23.57	23.96	23.92	23.46	22.63	21.52	17.50	7.92	4.12	2.45	1.60	1.12
34	1.87	2.98	5.30	11.06	17.03	22.06	23.87	25.60	27.12	28.27	28.87	28.82	28.13	26.89	25.28	19.79	8.35	4.23	2.49	1.62	1.13
33	1.90	3.03	5.48	11.82	18.91	25.45	27.96	30.48	32.80	34.62	35.62	35.57	34.46	32.52	30.08	22.44	8.78	4.35	2.53	1.63	1.14
32	1.92	3.09	5.65	12.61	20.99	29.48	33.02	36.79	40.48	43.57	45.36	45.31	43.40	40.15	36.29	25.48	9.21	4.46	2.57	1.65	1.14
31	1.94	3.14	5.82	13.42	23.23	34.22	39.24	44.98	51.11	56.77	60.36	60.37	56.68	50.79	44.37	28.88	9.63	4.56	2.60	1.66	1.15
30	1.96	3.19	5.98	14.23	25.61	39.63	46.70	55.49	66.07	77.39	85.81	86.10	77.76	65.92	54.75	32.56	10.04	4.66	2.63	1.68	1.16
29	1.98	3.23	6.13	15.02	28.05	45.53	55.17	68.32	86.67	111.40	136.23	138.17	113.71	87.12	67.39	36.34	10.44	4.75	2.66	1.69	1.16
28	1.99	3.28	6.27	15.79	30.47	51.52	63.95	82.24	111.73	165.67	266.89	285.48	175.35	113.24	80.74	39.94	10.81	4.83	2.69	1.70	1.17
27	2.00	3.31	6.40	16.51	32.79	57.12	71.92	94.34	132.81	216.98	575.04	848.40	236.45	133.73	91.15	43.04	11.14	4.91	2.72	1.71	1.17
26	2.02	3.34	6.52	17.17	34.92	61.96	78.23	102.12	140.12	208.36	333.99	353.21	213.73	135.84	95.38	45.40	11.44	4.97	2.74	1.72	1.18
25	2.03	3.37	6.62	17.75	36.80	66.04	83.07	106.42	138.24	178.96	216.28	213.61	169.97	125.78	94.18	46.96	11.69	5.03	2.75	1.73	1.18
24	2.04	3.39	6.70	18.24	38.41	69.68	87.58	110.82	138.41	164.70	178.39	169.95	144.28	115.23	90.78	47.81	11.89	5.08	2.77	1.73	1.19
23	2.04	3.41	6.76	18.62	39.71	73.26	93.08	119.27	149.40	172.30	174.50	157.57	132.74	108.26	87.51	48.14	12.05	5.11	2.78	1.74	1.19
22	2.05	3.42	6.80	18.88	40.67	76.76	100.05	135.03	183.60	220.10	203.03	163.50	130.15	104.82	85.25	48.15	12.14	5.13	2.79	1.74	1.19
21	2.05	3.43	6.82	19.03	41.24	79.50	106.80	156.39	267.22	439.29	287.07	180.68	131.98	103.64	83.98	47.98	12.18	5.14	2.79	1.74	1.19
20	2.05	3.43	6.82	19.05	41.39	80.46	109.26	165.34	329.35	1716.46	351.25	188.73	133.11	103.38	83.47	47.70	12.17	5.14	2.79	1.74	1.19
19	2.05	3.42	6.80	18.94	41.10	79.24	105.70	150.43	230.75	310.89	249.97	175.82	131.78	103.62	83.57	47.32	12.10	5.12	2.78	1.74	1.19
18	2.04	3.41	6.76	18.71	40.37	76.58	99.53	132.30	173.61	203.66	196.18	164.80	132.07	105.15	84.33	46.77	11.97	5.10	2.78	1.74	1.19
17	2.04	3.39	6.70	18.36	39.23	73.37	94.02	121.81	155.13	183.77	190.75	170.99	138.87	108.91	85.63	45.96	11.80	5.06	2.77	1.73	1.18
16	2.03	3.37	6.62	17.89	37.73	69.87	89.53	117.21	155.28	200.83	228.93	204.73	155.16	114.53	86.71	44.72	11.57	5.01	2.75	1.73	1.18
15	2.02	3.34	6.53	17.32	35.87	65.75	84.64	113.48	161.72	252.45	382.85	297.15	178.30	118.51	85.87	42.94	11.30	4.95	2.73	1.72	1.18
14	2.00	3.31	6.41	16.67	33.71	60.60	77.80	105.10	155.75	287.42	1714.38	421.48	182.72	113.95	81.17	40.55	10.99	4.88	2.71	1.71	1.17
13	1.99	3.28	6.29	15.95	31.32	54.43	68.68	90.40	127.20	197.83	301.93	237.65	145.14	98.20	72.33	37.60	10.65	4.81	2.68	1.70	1.17
12	1.98	3.24	6.14	15.18	28.78	47.75	58.51	73.40	94.21	120.64	139.68	129.24	102.03	78.33	61.40	34.29	10.27	4.72	2.66	1.69	1.16
11	1.96	3.19	5.99	14.37	26.21	41.19	48.83	58.30	69.39	80.22	86.09	82.83	72.71	61.06	50.82	30.85	9.88	4.63	2.62	1.68	1.16
10	1.94	3.14	5.83	13.54	23.70	35.26	40.53	46.46	52.56	57.66	60.08	58.69	54.10	47.99	41.82	27.50	9.47	4.53	2.59	1.66	1.15
9	1.92	3.09	5.66	12.72	21.34	30.14	33.77	37.55	41.09	43.80	44.99	44.28	41.88	38.43	34.60	24.38	9.05	4.42	2.56	1.65	1.14
8	1.90	3.04	5.49	11.91	19.17	25.86	28.38	30.86	33.04	34.61	35.27	34.87	33.48	31.39	28.92	21.58	8.63	4.31	2.52	1.63	1.14
7	1.87	2.98	5.31	11.13	17.22	22.31	24.09	25.77	27.18	28.16	28.56	28.31	27.45	26.11	24.46	19.12	8.21	4.20	2.48	1.61	1.13
6	1.85	2.92	5.13	10.39	15.47	19.38	20.67	21.84	22.79	23.44	23.70	23.53	22.97	22.06	20.92	16.97	7.79	4.08	2.44	1.59	1.12
5	1.82	2.86	4.94	9.68	13.93	16.96	17.90	18.74	19.42	19.86	20.04	19.92	19.53	18.90	18.09	15.12	7.39	3.97	2.39	1.58	1.11
4	1.80	2.79	4.76	9.02	12.57	14.94	15.65	16.27	16.76	17.07	17.20	17.12	16.84	16.38	15.79	13.52	7.00	3.85	2.35	1.56	1.10
3	1.77	2.73	4.58	8.40	11.38	13.25	13.80	14.26	14.62	14.86	14.95	14.89	14.68	14.34	13.90	12.14	6.62	3.73	2.30	1.54	1.09
1.5	1.73	2.63	4.32	7.55	9.86	11.20	11.57	11.89	12.13	12.28	12.34	12.30	12.17	11.94	11.64	10.42	6.09	3.55	2.23	1.50	1.07

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

①工频电场强度

根据预测结果可知，220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 7m ($14\text{m}-8\text{m}=6\text{m}$, $0-(-6.4)\text{m}=6.4\text{m}$ 取大取整) 及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m ($14\text{m}-8\text{m}=6\text{m}$) 及以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 4000V/m 的限值要求。

②磁感应强度

根据预测结果可知，220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 4m ($12\text{m}-8\text{m}=4\text{m}$, $-3\text{m}-(-6.4\text{m})=3.4\text{m}$ 取大取整) 及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 3m ($14\text{m}-11\text{m}=3\text{m}$) 及以上的距离，磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 100 μT 的限值要求。

③达标距离

结合以上预测结果，220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 7m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中标准限值要求(工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μT)。

3.3.4 220kV 单回架空线路预测结果

(1) 1.5m 处工频电磁场强度预测结果

线路取下相导线(近地导线)离地 14m 时，计算线路下方距地面 1.5m 高处的工频电场及磁感应强度值，预测结果见表 3-14，其分布曲线见图 3-13、图 3-14。

表 3-11 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果		
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)	
-50	0.13	1.67	1	0.99	19.30	
-45	0.18	2.04	2	1.16	19.02	
-40	0.24	2.55	3	1.34	18.65	
-35	0.34	3.26	4	1.51	18.18	
-30	0.49	4.29	边导线 位置	5	1.65	17.62
-29	0.53	4.54		6	1.76	16.97
-28	0.58	4.83	7	1.82	16.25	
-27	0.63	5.13	8	1.85	15.47	
-26	0.68	5.46	9	1.84	14.66	
-25	0.74	5.82	10	1.80	13.84	
-24	0.81	6.21	11	1.74	13.01	
-23	0.88	6.64	12	1.66	12.19	
-22	0.96	7.10	13	1.56	11.40	
-21	1.05	7.60	14	1.46	10.65	
-20	1.14	8.15	15	1.36	9.93	
-19	1.24	8.74	16	1.26	9.26	
-18	1.34	9.37	17	1.16	8.64	
-17	1.44	10.05	18	1.07	8.06	
-16	1.55	10.78	19	0.98	7.52	
-15	1.66	11.55	20	0.90	7.03	
-14	1.75	12.35	21	0.83	6.57	
-13	1.84	13.17	22	0.76	6.15	
-12	1.91	14.01	23	0.69	5.77	
-11	1.95	14.85	24	0.64	5.41	
-10	1.96	15.67	25	0.59	5.09	
-9	1.93	16.44	26	0.54	4.79	
边导线 位置	-8	1.87	17.16	27	0.50	4.51
	-7	1.76	17.79	28	0.46	4.25
-6	1.62	18.34	29	0.42	4.02	
-5	1.45	18.79	30	0.39	3.80	
-4	1.25	19.13	35	0.27	2.92	
-3	1.07	19.37	40	0.20	2.31	
-2	0.91	19.51	45	0.15	1.87	
-1	0.84	19.54	50	0.12	1.54	
0	0.87	19.47				

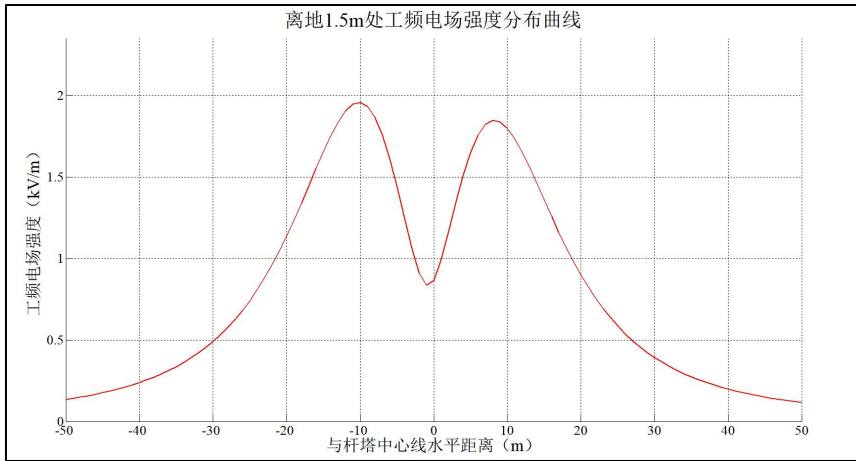


图 3-13 220kV 单回架空线路

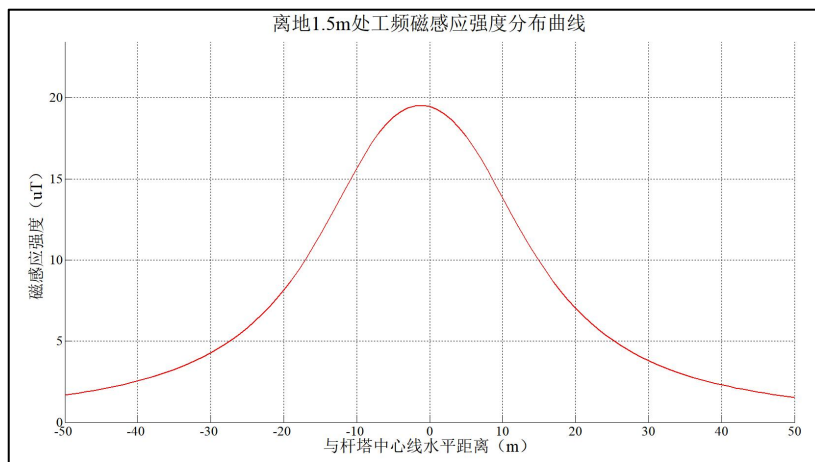


图 3-14 220kV 单回架空线路

根据模式预测得出工频电场及磁感应强度的预测结果和分布曲线,可得出如下结论:

A、电场强度: 220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路, 导线最低对地高度 14m 时, 地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.96kV/m, 该最大值出现线路中心投影负半轴 10m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 4kV/m 控制限值, 同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。

B、磁感应强度: 220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路, 导线最低对地高度 14m 时, 地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 19.54μT, 该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中 100μT 控制限值。

C、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路, 在导线最低高度为

14m 的条件下,线路中心地面投影负半轴 0~10m、边导线外侧约 3m,正半轴 0~8m、边导线外侧约 3m 范围内,地面 1.5m 处的电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐增加趋势,上述范围外电场强度随着距线路中心水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势;地面 1.5m 处的磁感应强度随着距线路中心负半轴 1m 处水平距离的增加总体呈逐渐衰减趋势。

(2) 达标距离预测结果

拟建架空线路近地导线离地 14m 时,工频电场强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-19 及表 3-15,磁感应强度空间分布预测结果及分布情况见图 3-20 及表 3-16。

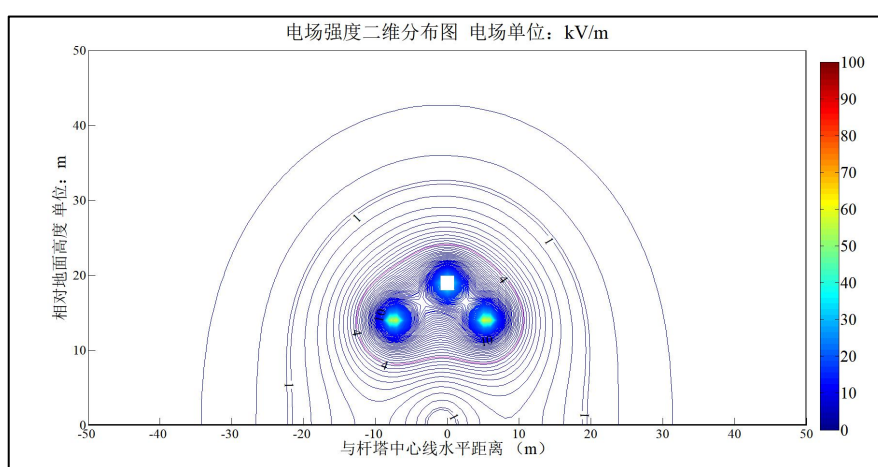


图 3-15 220kV 单回架空线路

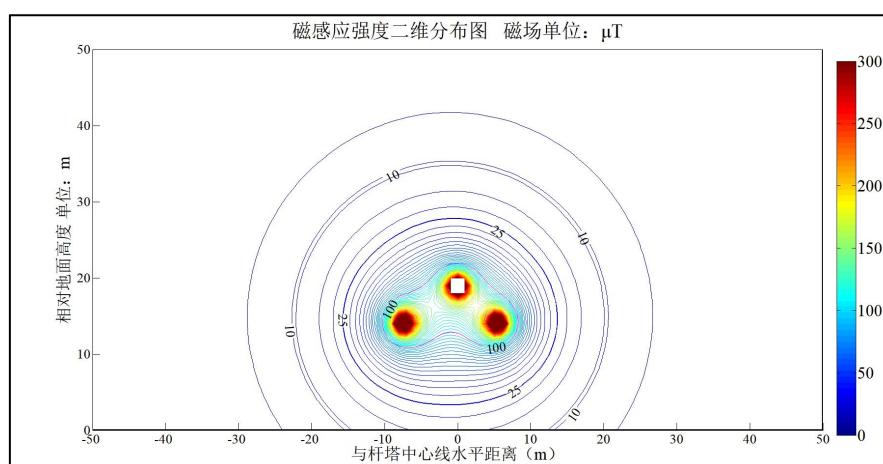


图 3-16 220kV 单回架空线路

表 3-12 220kV 单回架空线路工频电场强度预测结果一览表 单位: kV/m

X Y	-50	-40	-30	-20	-15	-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	15	20	30	40	50
50	0.07	0.09	0.12	0.16	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.17	0.15	0.11	0.08	0.06
40	0.08	0.12	0.18	0.28	0.33	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.31	0.26	0.17	0.11	0.08
30	0.10	0.16	0.27	0.51	0.72	0.81	0.87	0.92	0.97	1.03	1.08	1.14	1.18	1.23	1.27	1.30	1.32	1.33	1.33	1.32	1.30	1.27	1.22	1.18	1.12	1.07	1.01	0.95	0.89	0.84	0.64	0.45	0.24	0.14	0.09
25	0.11	0.18	0.33	0.71	1.11	1.33	1.46	1.60	1.75	1.91	2.07	2.25	2.43	2.61	2.80	2.97	3.11	3.20	3.23	3.17	3.05	2.87	2.67	2.46	2.25	2.05	1.86	1.69	1.53	1.38	0.93	0.59	0.28	0.16	0.10
24	0.11	0.18	0.34	0.75	1.21	1.48	1.64	1.81	1.99	2.19	2.40	2.62	2.86	3.12	3.38	3.65	3.89	4.06	4.11	4.02	3.82	3.54	3.23	2.93	2.64	2.38	2.13	1.91	1.72	1.54	1.01	0.62	0.29	0.16	0.10
23	0.11	0.19	0.35	0.80	1.33	1.65	1.84	2.05	2.28	2.53	2.79	3.08	3.40	3.75	4.14	4.57	5.00	5.34	5.47	5.30	4.92	4.44	3.96	3.52	3.12	2.77	2.46	2.18	1.93	1.71	1.08	0.66	0.30	0.16	0.10
22	0.11	0.19	0.36	0.85	1.45	1.84	2.07	2.33	2.62	2.93	3.27	3.64	4.05	4.52	5.09	5.81	6.64	7.43	7.77	7.40	6.57	5.68	4.90	4.25	3.71	3.24	2.83	2.48	2.17	1.90	1.16	0.69	0.31	0.17	0.10
21	0.12	0.19	0.37	0.90	1.59	2.05	2.34	2.67	3.03	3.43	3.86	4.32	4.83	5.45	6.26	7.41	9.09	11.22	12.45	11.24	9.08	7.33	6.08	5.16	4.42	3.81	3.29	2.84	2.45	2.12	1.25	0.72	0.31	0.17	0.10
20	0.12	0.20	0.39	0.94	1.73	2.29	2.65	3.07	3.54	4.06	4.60	5.17	5.78	6.51	7.55	9.24	12.41	19.02	26.71	19.21	12.59	9.32	7.47	6.24	5.30	4.51	3.83	3.25	2.76	2.36	1.33	0.75	0.32	0.17	0.10
19	0.12	0.20	0.40	0.99	1.88	2.55	3.00	3.54	4.18	4.87	5.59	6.27	6.93	7.68	8.78	10.75	15.07	28.97	NAN	29.63	15.66	11.20	8.98	7.54	6.39	5.38	4.49	3.74	3.12	2.61	1.42	0.78	0.33	0.17	0.10
18	0.12	0.21	0.41	1.04	2.02	2.83	3.40	4.12	4.99	5.99	6.98	7.79	8.39	8.95	9.78	11.38	14.75	22.20	31.31	23.12	15.87	12.45	10.58	9.19	7.87	6.54	5.32	4.30	3.50	2.88	1.50	0.81	0.34	0.18	0.11
17	0.12	0.21	0.42	1.08	2.16	3.11	3.82	4.78	6.06	7.63	9.19	10.19	10.42	10.35	10.51	11.23	12.84	15.32	17.15	16.33	14.49	13.23	12.49	11.63	10.14	8.19	6.37	4.95	3.91	3.15	1.57	0.84	0.34	0.18	0.11
16	0.12	0.21	0.43	1.12	2.28	3.36	4.23	5.49	7.39	10.18	13.39	14.69	13.47	11.93	11.00	10.75	11.11	11.87	12.59	12.96	13.26	13.98	15.28	16.17	14.39	10.73	7.67	5.63	4.29	3.38	1.63	0.86	0.35	0.18	0.11
15	0.12	0.22	0.43	1.15	2.38	3.55	4.54	6.09	8.76	13.99	24.27	26.33	17.91	13.33	11.14	10.13	9.80	9.92	10.35	11.07	12.29	14.61	19.36	28.02	25.45	14.48	8.97	6.18	4.57	3.54	1.68	0.88	0.35	0.18	0.11
14	0.13	0.22	0.44	1.17	2.43	3.64	4.68	6.34	9.39	16.61	53.19	57.12	20.61	13.51	10.67	9.32	8.72	8.60	8.91	9.68	11.17	14.14	21.47	59.11	54.60	16.92	9.48	6.36	4.66	3.60	1.71	0.90	0.36	0.19	0.11
13	0.13	0.22	0.45	1.19	2.44	3.61	4.58	6.09	8.66	13.64	23.28	24.76	16.42	11.85	9.54	8.31	7.69	7.52	7.74	8.40	9.68	12.05	16.68	25.09	23.50	13.70	8.65	6.05	4.53	3.55	1.72	0.91	0.37	0.19	0.11
12	0.13	0.22	0.46	1.20	2.41	3.47	4.30	5.49	7.23	9.70	12.35	13.01	11.35	9.44	8.05	7.17	6.68	6.52	6.67	7.15	8.04	9.43	11.34	12.99	12.30	9.63	7.15	5.41	4.22	3.39	1.71	0.92	0.37	0.19	0.11
11	0.13	0.23	0.46	1.21	2.34	3.26	3.93	4.79	5.88	7.12	8.18	8.54	8.11	7.34	6.60	6.04	5.70	5.58	5.67	5.98	6.52	7.25	8.02	8.44	8.07	7.01	5.77	4.69	3.83	3.17	1.69	0.92	0.37	0.19	0.11
10	0.13	0.23	0.47	1.21	2.26	3.03	3.54	4.15	4.83	5.51	6.04	6.24	6.11	5.76	5.36	5.02	4.79	4.70	4.76	4.96	5.27	5.65	5.99	6.12	5.91	5.39	4.71	4.04	3.44	2.93	1.66	0.93	0.38	0.19	0.11
9	0.13	0.23	0.47	1.21	2.16	2.80	3.18	3.61	4.05	4.45	4.74	4.85	4.79	4.60	4.37	4.15	3.99	3.93	3.96	4.08	4.28	4.50	4.67	4.73	4.61	4.32	3.93	3.50	3.08	2.70	1.62	0.93	0.38	0.19	0.11
8	0.13	0.23	0.48	1.20	2.06	2.58	2.88	3.18	3.47	3.71	3.87	3.92	3.87	3.74	3.58	3.42	3.30	3.25	3.27	3.36	3.49	3.64	3.76	3.80	3.75	3.59	3.35	3.06	2.77	2.48	1.57	0.92	0.38	0.19	0.11
7	0.13	0.23	0.48	1.19	1.97	2.39	2.62	2.83	3.02	3.17	3.26	3.27	3.21	3.09	2.95	2.82	2.72	2.68	2.69	2.76	2.87	2.99	3.10	3.15	3.14	3.05	2.91	2.72	2.51	2.29	1.53	0.92	0.39	0.20	0.11
6	0.13	0.24	0.48	1.18	1.89	2.23	2.40	2.56	2.69	2.77	2.81	2.78	2.71	2.59	2.46	2.33	2.23	2.19	2.20	2.27	2.38	2.49	2.60	2.67	2.69	2.66	2.57	2.45	2.30	2.13	1.48	0.92	0.39	0.20	0.11
5	0.13	0.24	0.49	1.17	1.81	2.10	2.23	2.35	2.43	2.47	2.47	2.42	2.33	2.20	2.06	1.93	1.83	1.78	1.79	1.87	1.98	2.10	2.22	2.31	2.36	2.36	2.32	2.24	2.13	2.00	1.45	0.91	0.39	0.20	0.12
4	0.13	0.24	0.49	1.16	1.75	1.99	2.10	2.18	2.23	2.25	2.22	2.15	2.04	1.90	1.74	1.60	1.49	1.43	1.45	1.53	1.66	1.80	1.93	2.04	2.11	2.14	2.12	2.07	1.99	1.89	1.41	0.91	0.39	0.20	0.12
3	0.13	0.24	0.49	1.15	1.70	1.91	2.00	2.06	2.09	2.08	2.04	1.95	1.82	1.67	1.50	1.33	1.21	1.15	1.17	1.27	1.41	1.57	1.71	1.84	1.93	1.97	1.98	1.95	1.89	1.81	1.39	0.90	0.39	0.20	0.12
1.5	0.13	0.24	0.49	1.14	1.66	1.84	1.91	1.95	1.96	1.93	1.87	1.76	1.62	1.45	1.25	1.07	0.91	0.84	0.87	0.99	1.16	1.34	1.51	1.65	1.76	1.82	1.85	1.84	1.80	1.74	1.36	0.90	0.39	0.20	0.12

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

表 3-13 220kV 单回架空线路磁感应强度预测结果一览表 单位: μT

X Y	-50	-40	-30	-20	-15	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50
50	1.18	1.55	2.06	2.67	2.97	3.17	3.22	3.26	3.30	3.33	3.36	3.38	3.40	3.41	3.42	3.42	3.42	3.41	3.40	3.38	3.36	3.33	3.30	3.26	3.22	3.18	3.13	2.54	1.95	1.47	1.11
40	1.42	2.00	2.93	4.32	5.15	5.79	5.93	6.07	6.20	6.31	6.41	6.50	6.56	6.61	6.64	6.66	6.65	6.62	6.57	6.51	6.43	6.33	6.22	6.09	5.95	5.81	5.65	4.01	2.70	1.86	1.32
30	1.64	2.48	4.09	7.44	10.23	12.97	13.69	14.40	15.10	15.77	16.39	16.95	17.43	17.81	18.06	18.18	18.16	17.99	17.68	17.25	16.71	16.09	15.41	14.68	13.94	13.19	12.44	6.58	3.67	2.26	1.52
25	1.72	2.68	4.69	9.75	15.12	21.64	23.57	25.59	27.70	29.87	32.08	34.31	36.48	38.49	40.12	41.14	41.31	40.56	38.98	36.83	34.37	31.81	29.27	26.82	24.50	22.34	20.34	8.30	4.13	2.43	1.59
24	1.74	2.72	4.80	10.26	16.37	24.21	26.59	29.12	31.79	34.58	37.50	40.55	43.70	46.81	49.56	51.45	51.91	50.71	48.13	44.74	41.06	37.42	33.97	30.75	27.78	25.07	22.60	8.65	4.22	2.46	1.60
23	1.75	2.75	4.90	10.76	17.72	27.18	30.15	33.32	36.70	40.27	44.11	48.30	52.92	57.94	62.93	66.79	68.02	65.86	61.15	55.38	49.66	44.40	39.67	35.44	31.63	28.21	25.16	8.99	4.29	2.48	1.61
22	1.76	2.78	4.99	11.25	19.16	30.64	34.36	38.36	42.63	47.19	52.15	57.81	64.58	72.88	82.57	91.59	95.25	90.46	80.43	69.84	60.66	53.03	46.59	41.03	36.14	31.83	28.04	9.32	4.36	2.50	1.62
21	1.77	2.80	5.08	11.73	20.67	34.69	39.41	44.51	49.92	55.63	61.87	69.20	78.73	92.22	111.88	136.69	150.55	135.45	109.63	88.98	74.34	63.55	54.97	47.74	41.47	36.01	31.29	9.63	4.42	2.52	1.63
20	1.78	2.82	5.15	12.18	22.23	39.47	45.56	52.19	59.11	66.15	73.57	82.31	94.45	114.26	151.55	229.40	319.21	228.67	150.14	111.79	90.37	76.14	65.17	55.90	47.83	40.86	34.92	9.92	4.48	2.54	1.64
19	1.79	2.84	5.22	12.58	23.78	45.13	53.24	62.16	71.22	79.77	87.87	96.83	109.67	132.68	183.42	347.69	NAN	350.02	185.19	133.16	107.73	91.25	77.98	66.13	55.57	46.48	38.95	10.16	4.52	2.56	1.64
18	1.79	2.86	5.27	12.92	25.25	51.81	63.03	75.78	88.42	98.76	106.20	112.77	122.38	140.92	180.14	267.27	372.27	273.09	187.38	147.66	126.31	110.63	95.34	79.72	65.21	53.01	43.30	10.37	4.56	2.57	1.65
17	1.80	2.87	5.30	13.19	26.53	59.45	75.64	95.65	115.71	128.56	131.72	130.82	132.27	140.41	158.69	186.86	206.51	194.80	172.27	157.47	149.21	139.65	122.23	99.17	77.44	60.34	47.74	10.52	4.59	2.57	1.65
16	1.80	2.87	5.33	13.37	27.50	67.39	91.23	126.47	167.45	184.76	170.38	151.35	139.72	136.33	139.95	147.92	155.03	157.80	160.08	168.12	183.52	194.28	173.05	129.14	92.37	67.84	51.74	10.62	4.60	2.58	1.65
15	1.80	2.87	5.34	13.46	28.04	73.71	106.85	172.12	301.47	330.27	226.73	170.14	143.14	130.61	126.29	127.05	131.05	138.24	151.56	178.30	234.53	337.74	305.54	173.31	107.09	73.64	54.39	10.66	4.61	2.58	1.65
14	1.80	2.87	5.33	13.44	28.05	75.51	113.01	202.39	656.26	714.24	261.22	173.59	138.83	122.36	114.92	113.15	116.02	124.18	140.89	175.55	262.90	715.62	655.15	201.50	112.31	74.94	54.72	10.64	4.60	2.58	1.65
13	1.80	2.87	5.31	13.31	27.52	71.34	102.80	164.39	285.20	308.62	208.48	153.21	125.51	110.90	103.62	101.35	103.45	110.51	124.79	152.01	206.46	305.21	281.80	162.35	101.51	70.45	52.40	10.55	4.59	2.57	1.65
12	1.79	2.86	5.28	13.09	26.50	63.17	84.54	115.52	150.11	161.64	144.32	122.83	107.14	97.23	91.76	89.85	91.24	96.21	105.62	120.80	141.76	158.70	147.41	113.50	83.12	62.16	48.07	10.40	4.56	2.56	1.65
11	1.79	2.84	5.23	12.78	25.12	54.08	67.67	83.79	98.65	105.76	103.31	96.13	88.82	83.24	79.80	78.48	79.27	82.21	87.33	94.25	101.15	103.51	96.58	82.10	66.37	53.09	42.86	10.20	4.52	2.55	1.64
10	1.78	2.82	5.17	12.39	23.51	45.85	54.62	63.95	72.09	76.97	77.88	75.99	73.08	70.38	68.50	67.71	68.06	69.52	71.86	74.50	76.21	75.28	70.51	62.59	53.51	44.96	37.68	9.95	4.48	2.54	1.63
9	1.77	2.80	5.09	11.95	21.81	38.97	44.87	50.80	55.96	59.52	61.15	61.20	60.36	59.28	58.40	57.97	58.06	58.62	59.44	60.08	59.91	58.25	54.76	49.73	43.96	38.21	32.99	9.66	4.42	2.52	1.63
8	1.76	2.78	5.01	11.46	20.10	33.39	37.53	41.58	45.14	47.83	49.49	50.21	50.28	50.03	49.71	49.50	49.46	49.54	49.59	49.37	48.56	46.88	44.22	40.74	36.79	32.75	28.92	9.35	4.36	2.50	1.62
7	1.75	2.75	4.91	10.95	18.47	28.86	31.89	34.80	37.40	39.49	40.96	41.86	42.29	42.42	42.40	42.31	42.21	42.06	41.78	41.24	40.27	38.77	36.69	34.14	31.28	28.33	25.45	9.01	4.28	2.48	1.61
6	1.74	2.72	4.81	10.43	16.94	25.17	27.45	29.63	31.60	33.24	34.50	35.38	35.92	36.21	36.32	36.30	36.18	35.94	35.54	34.91	33.98	32.69	31.05	29.11	26.96	24.73	22.52	8.65	4.21	2.45	1.60
5	1.72	2.68	4.70	9.90	15.53	22.13	23.89	25.57	27.10	28.41	29.46	30.25	30.79	31.12	31.28	31.30	31.18	30.92	30.51	29.90	29.07	27.99	26.67	25.15	23.49	21.76	20.03	8.29	4.12	2.42	1.59
4	1.71	2.65	4.59	9.38	14.25	19.59	20.98	22.30	23.51	24.57	25.45	26.13	26.63	26.95	27.12	27.14	27.04	26.80	26.41	25.86	25.14	24.25	23.18	21.97	20.66	19.30	17.92	7.92	4.03	2.39	1.57
3	1.69	2.61	4.47	8.87	13.08	17.46	18.57	19.63	20.60	21.46	22.19	22.77	23.20	23.50	23.66	23.69	23.60	23.38	23.04	22.57	21.95	21.21	20.34	19.37	18.32	17.22	16.10	7.56	3.94	2.36	1.56
1.5	1.67	2.55	4.29	8.15	11.55	14.85	15.67	16.44	17.16	17.79	18.34	18.79	19.13	19.37	19.51	19.54	19.47	19.30	19.02	18.65	18.18	17.62	16.97	16.25	15.47	14.66	13.84	7.03	3.80	2.31	1.54

注: X 代表距离中心线投影的水平距离 (m), Y 代表导线在空中离地的垂直高度 (m), 阴影部分为超标值

①工频电场强度

根据预测结果可知，220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 6m（ $13\text{m}-7.5\text{m}=5.5\text{m}$ ， $11\text{m}-5.5\text{m}=5.5\text{m}$ 取大取整）及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m（ $14\text{m}-8\text{m}=6\text{m}$ ）及以上的距离，工频电场强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 的限值要求。

②磁感应强度

根据预测结果可知，220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的条件下，线路边导线两侧各保持约 4m（ $11\text{m}-7.5\text{m}=3.5\text{m}$ ， $9\text{m}-5.5\text{m}=3.5\text{m}$ 取大取整）及以上的水平距离，或者在垂直方向上净空高度保持 4m（ $14\text{m}-10\text{m}=4\text{m}$ ）及以上的距离，磁感应强度即可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μT 的限值要求。

③达标距离

结合以上预测结果，220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μT ）。

3.3.5 110kV 并行架空线路预测结果

根据设计资料，本工程拟迁改的 110kV 石拔北线与现有 110kV 石拔南线存在并行走线情况，并行最近距离即为同塔双回架设，因此，本评价考虑预测该并行段地面 1.5m 处的电磁场达标情况。

根据模式预测结果可知：110kV 石拔北线与现有 110kV 石拔南线并行段，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 0.42kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 4.63 μT ，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μT 控制限值。

表 3-14 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果	
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)
-35	0.01	0.33	1	0.34	4.59
-34	0.01	0.36	2	0.36	4.50
-33	0.01	0.39	3	0.39	4.37
-32	0.01	0.42	边导线位置 4	0.41	4.19
-31	0.01	0.45	5	0.42	3.99
-30	0.01	0.48	6	0.42	3.76
-29	0.01	0.52	7	0.41	3.51
-28	0.01	0.57	8	0.39	3.26
-27	0.02	0.62	9	0.36	3.01
-26	0.02	0.67	10	0.33	2.76
-25	0.03	0.73	11	0.30	2.52
-24	0.04	0.80	12	0.26	2.30
-23	0.04	0.87	13	0.23	2.09
-22	0.06	0.96	14	0.20	1.90
-21	0.07	1.05	15	0.17	1.73
-20	0.08	1.15	16	0.14	1.57
-19	0.10	1.26	17	0.12	1.43
-18	0.12	1.39	18	0.10	1.30
-17	0.14	1.53	19	0.08	1.18
-16	0.16	1.68	20	0.07	1.07
-15	0.19	1.85	21	0.06	0.98
-14	0.22	2.04	22	0.05	0.89
-13	0.25	2.24	23	0.04	0.82
-12	0.29	2.46	24	0.03	0.75
-11	0.32	2.69	25	0.02	0.68
-10	0.35	2.93	26	0.02	0.63
-9	0.38	3.18	27	0.02	0.58
-8	0.40	3.43	28	0.01	0.53
-7	0.42	3.68	29	0.01	0.49
-6	0.42	3.92	30	0.01	0.45
边导线 位置	-5	0.41	31	0.01	0.42
	-4	0.39	32	0.01	0.39
-3	0.37	4.46	33	0.01	0.36
-2	0.34	4.57	34	0.01	0.34
-1	0.32	4.63	35	0.01	0.31
0	0.32	4.63			

3.3.6 220kV 并行架空线路预测结果

根据设计资料，本工程拟建的 220kV 马名 II 线改接工程和 220kV 柱马北线改接工程中的单回 220kV 架空线路与其他单回 220kV 架空线路存在并行走线情况，并行最近距离即为同塔双回架设，故此种并行线路预测结果同前文 220kV 同塔双回架空线路预测结果，并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.52kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 13.98 μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

根据设计资料，本工程石马 220kV 变电站外存在多回线路并行走线情况，对于 2 条同塔双回的 220kV 架空线路并行预测按照四回线路预测该并行段地面 1.5m 处的电磁场达标情况。

根据模式预测结果可知：2 条 220kV 同塔双回并行架空线路并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.56kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；并行段地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 11.81 μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

根据以上预测结果结合本工程架空输电线路并行情况，即使考虑 2 条 220kV 同塔双回线路+1 条 220kV 单回线路并行，不考虑场强矢量叠加，按最不利情形直接数量相加，并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 3.52（1.56+1.96=3.52）kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；并行段地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 31.35（11.81+19.54=31.35） μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

表 3-15 地面 1.5m 处电磁环境预测结果

与中心线距离 m	预测结果		与中心线距离 m	预测结果		
	工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)		工频电场 (kV/m)	磁感应强度 (μ T)	
-130	0.02	0.10	1	0.83	3.82	
-90	0.04	0.31	2	0.92	4.45	
-60	0.05	1.05	3	1.01	5.21	
-50	0.02	1.82	4	1.09	6.02	
-40	0.17	3.45	5	1.15	6.85	
-35	0.41	4.88	6	1.17	7.65	
-30	0.83	6.93	7	1.16	8.41	
-29	0.93	7.42	8	1.12	9.12	
-28	1.04	7.92	9	1.07	9.75	
-27	1.15	8.43	10	1.01	10.31	
-26	1.26	8.95	11	0.98	10.78	
-25	1.36	9.46	12	0.99	11.17	
-24	1.44	9.96	13	1.04	11.47	
-23	1.51	10.42	14	1.13	11.68	
-22	1.55	10.84	15	1.24	11.79	
边导线-21	1.56	11.20	16	1.35	11.81	
-20	1.53	11.48	17	1.44	11.74	
-19	1.47	11.68	18	1.51	11.57	
-18	1.39	11.79	边导线	19	1.55	11.32
-17	1.28	11.81		20	1.56	10.99
-16	1.17	11.73	21	1.53	10.59	
-15	1.07	11.56	22	1.47	10.15	
-14	1.00	11.30	23	1.39	9.66	
-13	0.98	10.95	24	1.30	9.16	
-12	1.00	10.51	25	1.19	8.64	
-11	1.05	9.98	26	1.08	8.12	
-10	1.10	9.38	27	0.97	7.61	
-9	1.15	8.70	28	0.87	7.12	
-8	1.17	7.96	29	0.77	6.65	
-7	1.16	7.17	30	0.67	6.21	
-6	1.12	6.35	35	0.32	4.36	
-5	1.05	5.53	40	0.13	3.09	
-4	0.96	4.75	50	0.02	1.66	
-3	0.86	4.05	60	0.05	0.97	
-2	0.79	3.53	90	0.04	0.29	
-1	0.75	3.29	130	0.02	0.10	
并行线路中心0	0.77	3.40				

3.3.7 架空线路对环境保护目标影响分析

根据理论预测结果可知,拟建架空线路导线离地高度按照设计高度进行控制,沿线电磁环境保护目标处的电场强度和磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的要求(工频电场强度限值 4000V/m,磁感应强度限值 100 μ T)。

本次评价按照最不利原则进行预测,即选择敏感点的最高层、最近处及最低点进行预测,若有其他线路包夹影响,则统一叠加现状监测值,最终预测结果偏保守。拟建线路电磁环境保护目标电磁环境影响预测结果见表 3-16。

表 3-16 拟建架空线路对沿线环境保护目标的电磁影响一览表

序号	保护目标	预测楼层	与边导线最近水平距离 m	包夹情况	监测点位	预测高度 m	预测点高度 m	工频电场强度			磁感应强度 (μT)		
								贡献值 (kV/m)	现状/背景值 (V/m)	预测值 (kV/m)	贡献值	现状/背景值	预测值
110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程 (单回)													
X1	石马村民房 6	1F 坡顶/2F 平顶/3F 坡顶	15	无	渝泓环 (监) [2025] 1549 号☆4	18	1.5	0.22	9.728	0.23	1.77	0.0248	1.79
							4.5	0.22	9.728	0.23	2.08	0.0248	2.11
							7.5	0.23	9.728	0.24	2.43	0.0248	2.46
X2	石马村民房 5	2F 平顶+彩钢棚	27	110kV 石拔南线共同影响	渝泓环 (监) [2025] 1549 号☆9	18	1.5	0.10	9.524	0.11	0.93	0.0421	0.97
							4.5	0.10	9.524	0.11	1.00	0.0421	1.05
							7.5	0.10	9.524	0.11	1.08	0.0421	1.12
X3	梅坝村民房 1	4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚	跨越	无	渝泓环 (监) [2026] 143 号☆1	23	1.5	0.15	9.133	0.16	2.26	0.0780	2.34
							4.5	0.19	9.133	0.20	3.00	0.0780	3.00
							7.5	0.26	9.133	0.27	4.17	0.0780	4.17
							10.5	0.40	9.133	0.40	6.15	0.0780	6.15
	梅坝村民房 2	3F 平顶+彩钢棚	1	无		23	1.5	0.18	9.133	0.18	2.17	0.0780	2.17
							4.5	0.21	9.133	0.21	2.84	0.0780	2.84
							7.5	0.27	9.133	0.28	3.88	0.0780	3.88
							10.5	0.39	9.133	0.39	5.56	0.0780	5.56

备注：X3 预测值叠加时保守叠加 110kV 石拔北线现状值。

续表 3-16 拟建架空线路对沿线环境保护目标的电磁影响一览表

序号	保护目标	预测楼层	与边导线最近水平距离 m	包夹情况	监测点位	预测高度 m	预测点高度 m	工频电场强度			磁感应强度 (μT)		
								贡献值 (kV/m)	现状/背景值 (V/m)	预测值 (kV/m)	贡献值	现状/背景值	预测值
220kV 马宾东西线改接工程 (同塔双回鼓形逆相序)													
X4	石马村民房 8	1F/2F 坡顶	15	无	渝泓环 (监) [2026]268 号☆2	17	1.5	0.36	43.63	0.41	3.35	0.6038	3.95
							4.5	0.38	43.63	0.42	4.10	0.6038	4.70
X5	石马村民房 9	2F 坡顶	38	220kV 安马南北线包夹	渝泓环 (监) [2026]268 号☆1 代表	17	1.5	0.12(0.01)	341.5	0.46	1.86(0.81)	1.027	2.89
							4.5	0.13(0.02)	341.5	0.47	2.06(0.87)	1.027	3.09
220kV 安马南北线改接工程 (同塔双回鼓形逆相序)													
X5	石马村民房 9	2F 坡顶	27	220kV 马宾东西线包夹	渝泓环 (监) [2026]268 号☆1 代表	26	1.5	0.12(0.11)	341.5	0.46	1.86(1.05)	1.027	2.89
							4.5	0.13(0.11)	341.5	0.47	2.06(1.19)	1.027	3.09
X6	石马村民房 10	2F 坡顶	7	无	渝泓环 (监) [2026]268 号☆1	26	1.5	0.39	341.5	0.73	2.59	1.027	3.62
							4.5	0.42	341.5	0.76	3.31	1.027	4.34
220kV 马宾东线临时线路 (单回三角排列)													
X7	石马村民房 11	3F 坡顶/2F 平顶+彩钢棚	10	无	渝泓环 (监) [2025] 1549 号☆3	30	1.5	0.49	2.100	0.49	3.66	0.0834	3.75
							4.5	0.51	2.100	0.51	4.30	0.0834	4.39
							7.5	0.55	2.100	0.56	5.11	0.0834	5.19

备注：①X5 为 220kV 安马南北线和 220kV 马宾东西线包夹保护目标，预测贡献值为两条线路共同影响值，括号内的数据为每条线路对应的贡献值。

②X5 预测值叠加时保守叠加现状值。

续表 3-16 拟建架空线路对沿线环境保护目标的电磁影响一览表

序号	保护目标	预测楼层	与边导线最近水平距离 m	包夹情况	监测点位	预测高度 m	预测点高度 m	工频电场强度			磁感应强度 (μT)		
								贡献值 (kV/m)	现状/背景值 (V/m)	预测值 (kV/m)	贡献值	现状/背景值	预测值
220kV 安马北线临时线路 (单回垂直排列)													
X8	梅坝村民房 3	4F 坡顶/3F 平顶+彩钢棚	1	现状 220kV 安马南北线包夹	渝泓环 (监) [2025] 1549 号☆1	22	1.5	0.89	11.78	0.90	5.64	0.1834	5.83
							4.5	0.96	11.78	0.97	7.26	0.1834	7.44
							7.5	1.11	11.78	1.12	9.71	0.1834	9.89
							10.5	1.40	11.78	1.41	13.71	0.1834	13.89
	梅坝村民房 4	3F 坡顶	15	现状 220kV 安马南北线包夹	渝泓环 (监) [2025] 1549 号☆2	22	1.5	0.35	79.58	0.43	4.02	0.4816	4.50
							4.5	0.37	79.58	0.45	4.76	0.4816	5.24
7.5							0.41	79.58	0.49	5.66	0.4816	6.14	
220kV 柱马北线改接工程 (单回垂直排列)													
X9	石马村民房 1	2F 平顶+彩钢棚	35	220kV 柱马南线和石马 220kV 变电站共同影响	渝泓环 (监) [2025]937 号 ☆1	14	1.5	0.15	6.256	0.16	2.33	0.6778	3.01
							4.5	0.16	6.256	0.16	2.48	0.6778	3.16
							7.5	0.17	6.256	0.17	2.62	0.6778	3.30
	石马村民房 2	3F 坡顶	9	220kV 柱马南线共同影响	渝泓环 (监) [2026]268 号 ☆3	14	1.5	0.93	107.9	1.04	9.00	1.209	10.21
							4.5	1.02	107.9	1.13	11.68	1.209	12.89
							7.5	1.20	107.9	1.31	15.30	1.209	16.51

3.4 变电站间隔扩建工程电磁环境影响分析

本工程间隔扩建工程不改变变电站总平面布置方式、主变容量和电压等级。根据现状监测可知，石马 220kV 变电站扩建间隔涉及的东南侧、西南侧厂界工频电场强度监测值为 29.06~96.48V/m，磁感应强度监测值为 0.0562~1.135 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）限值要求。本工程间隔扩建完工后，变电站西南侧围墙位置不变，东南侧围墙距离主变的距离增加。根据变电站电磁环境影响特点，间隔扩建工程对变电站电磁环境影响的贡献值很小。因此，本工程建成后变电站东南侧、西南侧围墙外的工频电场、工频磁场将基本保持在现状水平，亦能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）要求。

3.5 电磁环境影响评价结论

3.5.1 架空线路电磁环境影响分析

（1）地面 1.5m 处电磁环境影响预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回段线路导线最低对地高度 13m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 0.58kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 7.12 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.52kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 8m 和正半轴 7m、边导线投影位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 13.98 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路,导线最低对地高度 14m 时,地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.93kV/m,该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)4kV/m 控制限值,同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 12.34 μ T,该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 100 μ T 控制限值。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路,导线最低对地高度 14m 时,地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.96kV/m,该最大值出现线路中心投影负半轴 10m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)4kV/m 控制限值,同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 19.54 μ T,该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 100 μ T 控制限值。

(2) 达标距离预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时,在不考虑风偏的情况下,线路边导线两侧水平方向各保持 3m 及以上的距离,或者在垂直方向上净空高度保持 3m 及以上的距离,电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中标准限值要求(工频电场强度限值 4000V/m,磁感应强度限值 100 μ T)。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时,在不考虑风偏的情况下,线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离,或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离,电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中标准限值要求(工频电场强度限值 4000V/m,磁感应强度限值 100 μ T)。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 7m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

（3）并行线路影响

根据以上预测结果结合本工程架空输电线路并行情况，即使考虑 2 条 220kV 同塔双回线路+1 条 220kV 单回线路并行，不考虑场强矢量叠加，按最不利情形直接数量相加，并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 3.52（1.56+1.96=3.52）kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；并行段地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 31.35（11.81+19.54=31.35） μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

3.5.2 变电站间隔扩建工程电磁环境影响分析

本工程扩建间隔后不改变变电站总平面布置方式、主变容量和电压等级。根据现状监测，石马 220kV 变电站东南侧和西南侧厂界监测点工频电场强度为 29.06~96.48V/m，磁感应强度为 0.0562~1.135 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）限值要求。

根据变电站电磁环境影响特点，间隔扩建工程对变电站电磁环境影响的贡献值很小，因此，间隔扩建工程完工后，石马 220kV 变电站厂界及电磁环境保护目标处的工频电场、磁感应强度将基本保持在现状水平，亦可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）标准限值要求。

3.5.3 环境保护目标处电磁环境预测结果

根据理论预测结果可知，拟建架空线路导线离地高度按照设计高度进行控制，沿线电磁环境保护目标处的电场强度和磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

本工程变电站扩建间隔后其环境保护目标与变电站内的主变压器等的距离一致，环

境保护目标的电磁环境基本能维持现状，因此电磁环境敏感目标处的电场强度、磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

4 电磁环境保护措施

为尽可能减小本工程输电线路对周边电磁环境的影响，根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020），设计阶段已采取了相应措施：

（1）本项目采用的线路型式为架空线路，架设高度、塔型、导线型号等均根据线路路径地形、载荷等进行了最优化考虑。

（2）本项目线路沿农村地区走线，线路设计沿线尽可能地避让环境保护目标，确实无法避让的采取了高跨措施，满足环保要求。

本项目除在设计上采取了上述措施外，本环评提出以下措施要求：

（1）在现有设计高度前提下，为确保沿线电磁环境达标，在不考虑风偏的情况下，110kV石拔北线单回架空线路边导线两侧水平方向各保持3m及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持3m及以上的距离；220kV马宾东西线改接工程、220kV安马南北线改接工程新建220kV同塔双回架空线路边导线两侧水平方向各保持6m及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持6m及以上的距离；220kV马名II线改接工程、220kV柱马北线改接工程、220kV安马北线临时线路、220kV马宾东线临时线路新建220kV双回塔单边挂线架空线路边导线两侧水平方向各保持7m及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持6m及以上的距离；220kV马宾东线临时线路新建220kV单回架空线路边导线两侧水平方向各保持6m及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持6m及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值4kV/m，磁感应强度限值100 μT）。

（2）在运行期，应加强环境管理和环境监测工作，确保沿线电磁环境保护目标处的电场强度、磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

（3）线路建成后，应在线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所给出警示和防护指示标志。

5 结论及建议

5.1 结论

5.1.1 项目概况

国网重庆市电力公司万州供电分公司拟在重庆市忠县白公街道建设“重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220千伏外部供电工程”。主要工程内容如下：

（1）间隔扩建工程

拟在石马 220kV 变电站扩建 5 个 220kV 间隔，其中，站内扩建 2 个为 HGIS 分段兼母线 PT 间隔，站外征地扩建 2 个 AIS 出线间隔、1 个 AIS 母联间隔、预留 1 个 AIS 出线间隔，同时涉及间隔调整并完善相应一、二次、土建及通信工程。

（2）线路工程

1) 110kV 石拔北线 3#~6# 塔段迁改工程：新建单回线路路径长度约 1.08km，单回路架设，新建单回耐张角钢塔 4 基；拆除原 110kV 石拔北线 3#~6# 段架空线路，长度为 0.65km，拆除铁塔 2 基。

2) 220kV 马宾东西线改接工程：新建双回线路路径长度 0.67km，同塔双回架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 马宾东西线 1#~2# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。

3) 220kV 安马南北线改接工程：新建双回线路路径长度 0.57km，同塔双回架设，新建双回耐张角钢塔 2 基；拆除原 220kV 安马南北线 164#~165# 段线路，长度约为 0.35km，拆除角钢塔 2 基。

4) 220kV 马名 II 线改接工程：新建单回线路路径长度 0.3km，双回单边挂线架设，新建双回终端角钢塔 1 基。

5) 220kV 柱马北线改接工程：新建单回线路路径长度 0.1km，与 220kV 柱马南线同塔双回架设，另拆除 220kV 柱马北线 77#~ 构架段线路，长度 0.08km。

6) 220kV 马宾东线临时线路：新建单回临时线路路径长度约 0.85km，单回路架设，新建单回耐张角钢塔 4 基，双回耐张角钢塔 1 基（单边挂线），临时线路过渡完成后保留，仅拆除搭接引流线；

7) 220kV 安马北线临时线路：新建单回临时线路路径长度约 0.75km，双回单边挂线架设，新建双回耐张角钢塔 4 基（单边挂线），临时线路过渡完成后全部拆除。

5.1.2 电磁环境现状

根据电磁环境监测结果可知，石马 220kV 变电站东南侧和西南侧厂界监测点工频电场强度为 29.06~96.48V/m，磁感应强度为 0.0562~1.135 μ T；本工程站外征地扩建部分东南侧和西南侧新厂界监测点工频电场强度为 25.06~34.60V/m，磁感应强度为 0.0703~0.1854 μ T；本工程拟建线路沿线和变电站间隔扩建侧环境保护目标处各监测点工频电场强度为 1.473~774.0V/m，磁感应强度为 0.0248~1.209 μ T。各监测点的监测结果均小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）要求（公众曝露限值：工频电场强度标准限值 4000V/m、磁感应强度标准限值 100 μ T）。

5.1.3 电磁环境影响分析

5.1.3.1 架空线路电磁环境影响分析

（1）地面 1.5m 处电磁环境影响预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回段线路导线最低对地高度 13m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 0.58kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 7.12 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.52kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 8m 和正半轴 7m、边导线投影位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 13.98 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临

时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.93kV/m，该最大值出现在线路中心投影负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 12.34 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 7m、边导线投影内侧 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路，导线最低对地高度 14m 时，地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 1.96kV/m，该最大值出现线路中心投影负半轴 10m、边导线投影外侧约 3m 位置。地面 1.5m 处工频电场强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求。地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 19.54 μ T，该最大值出现在线路中心投影位置负半轴 1m 位置。地面 1.5m 处磁感应强度均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

（2）达标距离预测结果

①110kV 石拔北线 3#~6#塔段迁改工程

110kV 石拔北线单回架空线路近地导线离地高度 13m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 3m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 3m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

②220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程

220kV 马宾东西线改接工程、220kV 安马南北线改接工程新建 220kV 同塔双回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准

限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

③220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路

220kV 马名 II 线改接工程、220kV 柱马北线改接工程、220kV 安马北线临时线路、220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 双回塔单边挂线架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 7m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

④220kV 马宾东线临时线路

220kV 马宾东线临时线路新建 220kV 单回架空线路近地导线离地高度 14m 时，在不考虑风偏的情况下，线路边导线两侧水平方向各保持 6m 及以上的距离，或者在垂直方向上净空高度保持 6m 及以上的距离，电磁环境即可满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中标准限值要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

（3）并行线路影响

根据以上预测结果结合本工程架空输电线路并行情况，即使考虑 2 条 220kV 同塔双回线路+1 条 220kV 单回线路并行，不考虑场强矢量叠加，按最不利情形直接数量相加，并行段地面 1.5m 高度处工频电场强度最大值为 3.52（1.56+1.96=3.52）kV/m，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）4kV/m 控制限值，同时满足输电线路下方耕地、道路等场所 10kV/m 的限值要求；并行段地面 1.5m 高度处磁感应强度最大值为 31.35（11.81+19.54=31.35） μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 100 μ T 控制限值。

5.1.3.2 变电站电磁环境影响分析

本工程扩建间隔后不改变变电站总平面布置方式、主变容量和电压等级。根据现状监测，石马 220kV 变电站东南侧和西南侧厂界监测点工频电场强度为 29.06~96.48V/m，磁感应强度为 0.0562~1.135 μ T，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）限值要求。

根据变电站电磁环境影响特点，间隔扩建工程对变电站电磁环境影响的贡献值很小，因此，间隔扩建工程完工后，石马 220kV 变电站厂界及电磁环境保护

目标处的工频电场、磁感应强度将基本保持在现状水平，亦可满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）标准限值要求。

5.1.3.3 环境保护目标处电磁环境预测结果

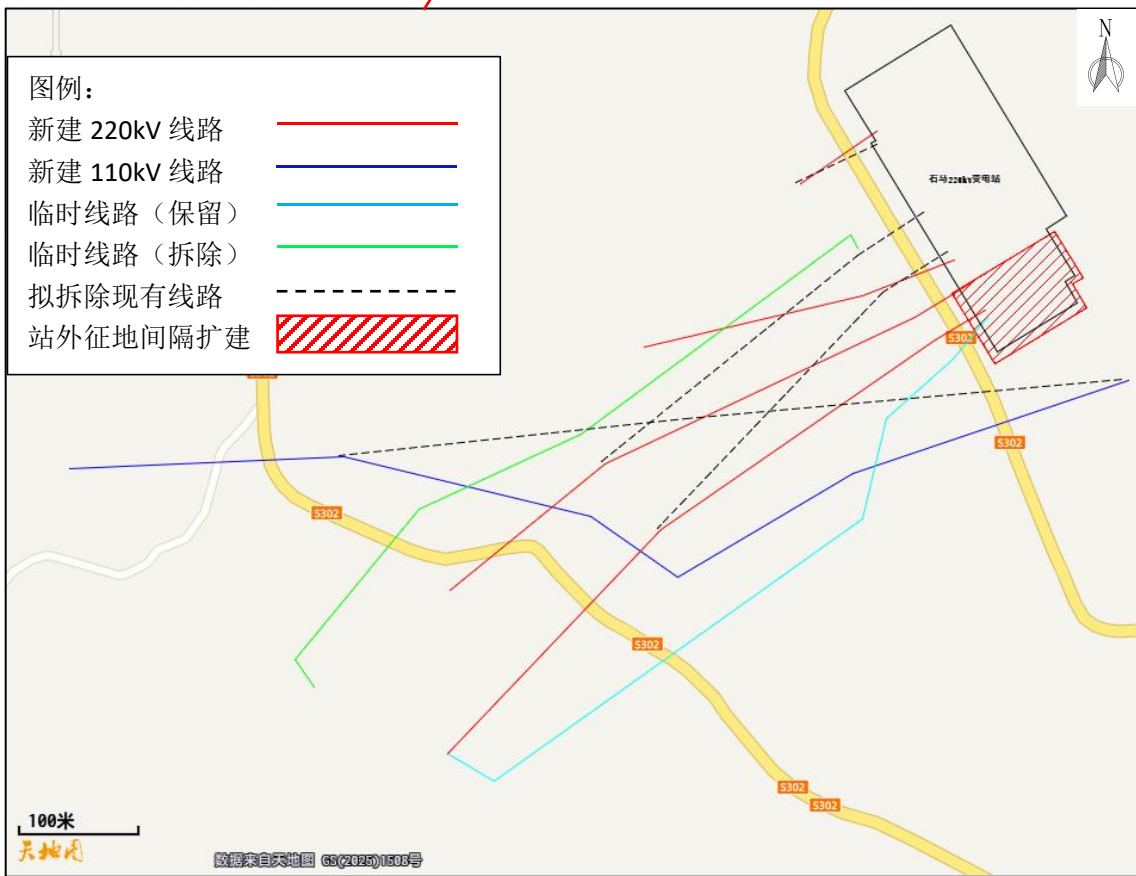
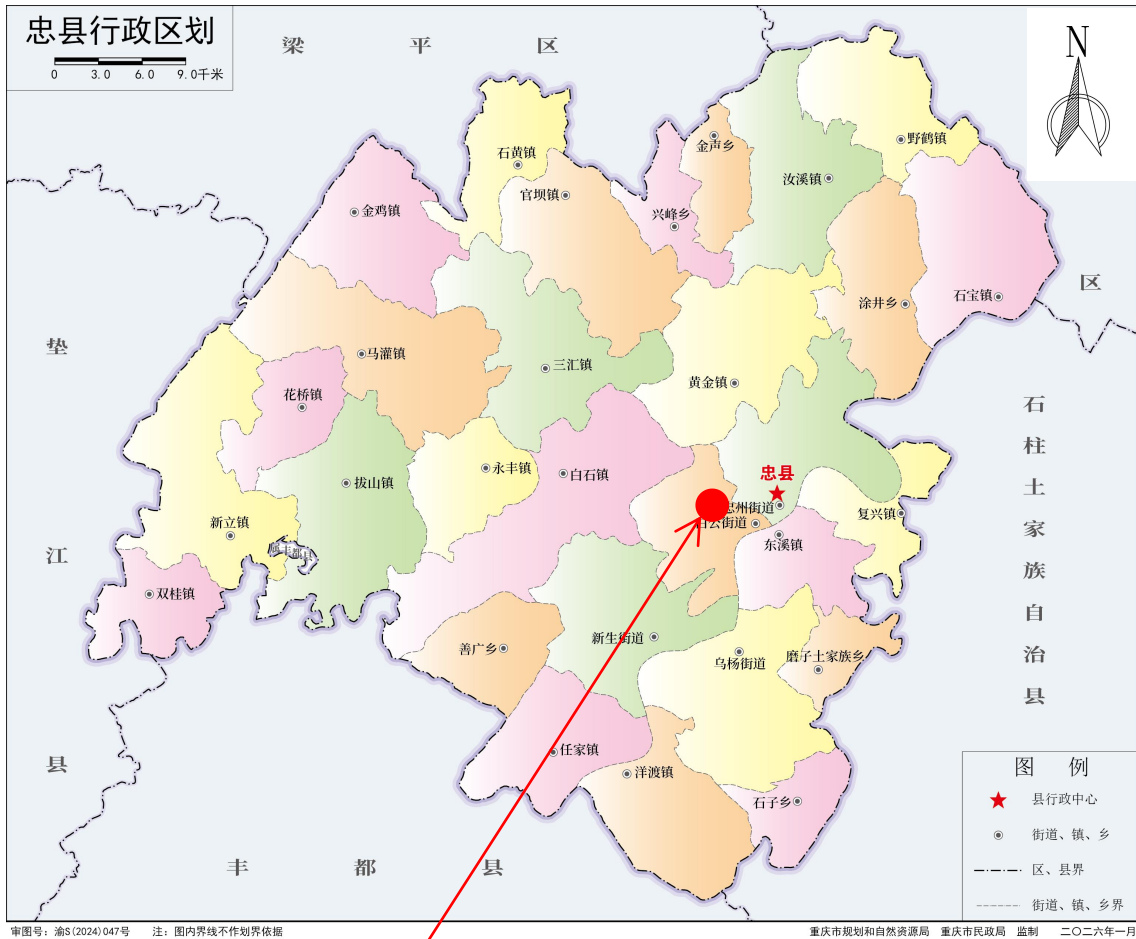
根据理论预测结果可知，拟建架空线路导线离地高度按照设计高度进行控制，沿线电磁环境保护目标处的电场强度和磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求（工频电场强度限值 4000V/m，磁感应强度限值 100 μ T）。

本工程变电站扩建间隔后其环境保护目标与变电站内的主变压器等的距离一致，环境保护目标的电磁环境基本能维持现状，因此电磁环境敏感目标处的电场强度、磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

综上所述，重庆至万州高速铁路汝溪河牵（二期）220 千伏外部供电工程产生的工频电场强度、磁感应强度等对环境及环境敏感目标的影响满足国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求，敏感点可以接受。因此，本环评认为，从电磁环境保护的角度，本项目的建设是可行的。

5.2 建议

在运行期间，应加强环境管理和环境监测工作。



附图 1 地理位置图