

丰都县飞龙水库工程 环境影响报告书

(公示版)

建设单位：

编制单位：



丰都县水利工程服务中心

重庆市水利电力建筑勘测设计研究院有限公司

二〇二五年七月

打印编号: 1741242599000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	8298vw		
建设项目名称	丰都县飞龙水库工程		
建设项目类别	51--124水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	丰都县水利工程服务中心		
统一社会信用代码	12500230MB1N42908G		
法定代表人 (签章)	王龙变		
主要负责人 (签字)	邱帅青		
直接负责的主管人员 (签字)	曾海林		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	重庆市水利电力建筑勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	91500105450386174L		
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
吴维婧	201805035550000014	BH000934	吴维婧
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
杨金龙	环境现状调查与评价、生态环境影响预测与评价、环境保护措施及可行性论证、环境管理与环境监测	BH043099	杨金龙
吴维婧	总则、建设项目工程分析、施工期环境影响预测与评价、营运期环境影响预测与评价、环境影响经济损益分析、结论	BH000934	吴维婧

丰都县水利工程服务中心关于同意《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》全本对外公开的说明

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆市水利电力建筑勘测设计研究院有限公司编制了《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（公示版），同意《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（公示版）进行全文公示。

我单位承诺，本次提交的《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（公示版）内容客观、真实，未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由丰都县水利工程服务中心承担全部责任。

特此说明！



关于同意送审丰都县水利工程服务中心《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》的确认函

重庆市生态环境局：

我单位委托重庆市水利电力建筑勘测设计研究院有限公司编制的《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（送审版），我单位已组织相关部门对环评报告进行了全面、认真的审核。经审核后，我单位认为，环评报告严格按照我单位提供的相关基础资料及沟通信息进行编制，我单位同意环评报告主要内容及结论，现予以确认。

在项目的建设和管理中我单位将严格落实环评报告提出的污染防治措施及环境风险防范措施、环境管理、环境监测计划等要求。



目 录

1 总则.....	- 1 -
1.1 评价目的.....	- 1 -
1.2 评价构思.....	- 1 -
1.3 编制依据.....	- 2 -
1.4 环境影响因素识别与评价因子筛选.....	- 7 -
1.5 环境功能区划与评价标准.....	- 13 -
1.6 评价工作等级和评价范围.....	- 18 -
1.7 评价重点及评价时段.....	- 25 -
1.8 环境保护目标.....	- 25 -
1.9 与法律法规的符合性分析.....	- 43 -
1.10 相关政策及规划符合性分析.....	- 47 -
1.11 “三线一单”符合性分析.....	- 63 -
1.12 建设方案的环境比选.....	- 75 -
2 建设项目概况和工程分析.....	- 92 -
2.1 流域概况.....	- 92 -
2.2 建设项目概况.....	- 103 -
2.3 工程分析.....	- 178 -
3 环境现状调查与评价.....	- 190 -
3.1 自然环境.....	- 190 -
3.2 生态环境现状调查与评价.....	- 198 -
3.3 景观与文物.....	- 265 -
3.4 环境质量现状调查与评价.....	- 266 -
3.5 区域水资源状况.....	- 286 -
3.6 河道开发治理现状.....	- 289 -
3.7 区域污染源调查.....	- 289 -

4 生态环境影响预测与评价	295 -
4.1 局地气候影响分析	295 -
4.2 水生生态影响评价	295 -
4.3 陆生动物影响分析	304 -
4.4 陆生植物、植被影响分析	309 -
4.5 区域生态完整性的影响评价	312 -
5 施工期环境影响预测与评价	315 -
5.1 地表水环境影响分析	315 -
5.2 环境空气影响分析	317 -
5.3 声环境影响分析	319 -
5.4 地下水环境影响分析	326 -
5.5 土壤环境影响分析	326 -
5.6 固体废物影响分析	327 -
5.7 专项设施复建的环境影响分析	327 -
5.8 风险影响分析	328 -
6 运行期环境影响预测与评价	329 -
6.1 地表水环境影响分析	329 -
6.2 地下水环境影响分析	367 -
6.3 土壤环境影响分析	368 -
6.4 环境空气影响分析	369 -
6.5 噪声影响分析	369 -
6.6 固体废物影响分析	372 -
6.7 环境风险分析	372 -
7 环境保护措施及可行性论证	379 -
7.1 施工期污染防治措施	379 -
7.2 运行期污染防治措施	389 -
7.3 水生生态保护措施	396 -

7.4 陆生生态保护措施	401 -
7.5 水源地水质保护措施	404 -
7.6 退水区污染防治措施	417 -
7.7 环保措施汇总及环保投资估算	417 -
8 环境影响经济损益分析	420 -
8.1 环保投资概算	420 -
8.2 环境效益	420 -
8.3 环境损益分析	422 -
9 环境管理与环境监测	423 -
9.1 环境管理	423 -
9.2 环境监测	424 -
9.3 竣工环境保护验收	429 -
10 评价结论	432 -
10.1 工程概况	432 -
10.2 项目与产业政策、规划的符合性	432 -
10.3 环境质量现状及环境保护目标	433 -
10.4 环境保护措施及环境影响	434 -
10.5 环境监测与管理	440 -
10.6 公众参与	441 -
10.7 环境影响经济损益分析	441 -
10.8 综合结论	441 -
10.9 建议	441 -
11 附图附件	442 -
11.1 附图	442 -
11.2 附件	443 -

概述

一、项目由来

根据《中型水库建设工作方案》（办规计〔2023〕31号）、《重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（渝府发〔2021〕6号）、《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021-2025年）》《重庆市水网建设规划》《丰都县长江北岸片区水资源配置规划报告》《重庆市渠溪河流域综合规划报告》，为构建起丰都北岸片区的水网体系，改善渠溪河流域农业发展的基础设施条件，保障粮食安全，解决名山组团及灌区人饮用水需求，提高了区域内的供水能力，保证生活和生产的供水安全，为渠溪河流域内的董家镇、三元镇等乡镇经济和社会可持续发展提供保障，规划建设飞龙水库。

根据已批复的《重庆市渠溪河流域综合规划报告》（丰都府〔2023〕137号），报告中指出：根据渠溪河流域社会经济发展的迫切需要，规划中型水库3座，分别为忠县永丰水库、忠县乐善桥水库、丰都县飞龙水库，飞龙水库位于渠溪河右岸一级支流飞龙河上，是一座以城乡供水、农业灌溉等综合利用的中型骨干水利工程，主要解决丰都县名山组团、董家集镇及灌区农村人饮用水需求。水库正常蓄水位 378.00m，死水位 355.00m，总库容 1334 万 m^3 ，多年平均供水量 2209 万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水 1387 万 m^3 ，董家集镇供水 31 万 m^3 ，灌区农村人饮供水 113 万 m^3 ，灌溉供水 678 万 m^3 。本次设计中，飞龙水库的功能、任务和选址选线均与《重庆市渠溪河流域综合规划报告》相一致。

通过飞龙水库的建设，构建起丰都北岸片区的水网体系，能够充分改善渠溪河流域农业发展的基础设施条件，保障粮食安全，同时飞龙水库能显著改善丰都县名山组团、董家集镇及灌区人饮用水条件，助力推动乡村振兴的发展，是解决渠溪河流域缺水问题的最佳选择。

二、主要前期手续

（1）2023年11月23日，丰都县人民政府、涪陵区人民政府、忠县人民政府出具了《丰都县人民政府、涪陵区人民政府、忠县人民政府关于同意渠溪河流域综合规划的

批复》（丰都府〔2023〕137号）；

（2）2023年12月21日，建设单位取得了丰都县飞龙水库工程用地预审与选址意见书（用字第市政500230202300008号）；

（3）2024年1月9日，重庆市文物局出具了《重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复》（渝文物〔2024〕11号）；

（4）2024年2月6日建设单位取得了《重庆市水利局关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告审查意见的函》（渝水函〔2024〕49号）；

（5）2024年3月1日，重庆市水利局以渝水许可〔2024〕14号文批复了《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第二篇 水资源论证》；

（6）2024年3月5日，丰都县水利局以丰都水利许可〔2024〕19号文批复了《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第一篇 洪水影响评价》；

（7）2024年9月30日取得了《重庆市发展和改革委员会关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告的批复》（渝发改农经〔2024〕1096号）；

（8）2025年1月13日取得了《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（丰环函〔2025〕2号）。

三、建设项目概况

飞龙水库位于丰都县董家镇境内（关圣场村7社、9社，三仙湖村1社、2社、4社、5社、6社和中和场村1社、4社、14社、15社、17社、18社），所在河流属于渠溪河右岸支流飞龙河，正常蓄水位378.00m，相应库容1209万 m^3 ，校核洪水位379.84m，总库容1334万 m^3 ，死水位355.00m，相应死库容165万 m^3 。

飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。坝址多年平均来水量为4139万 m^3 ，扣掉水量损失、生态流量及弃水后水库多年平均可供水量为2209万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水1387万 m^3 ，董家集镇供水31万 m^3 ，灌区农村人饮供水113万 m^3 ，灌溉供水678万 m^3 。

城市供水范围为名山组团，集镇供水范围为董家镇，灌区农村人畜供水范围涉及董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡4个乡镇。灌区范围涉及董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇等4个乡镇所属23个村（居委）的全部或部分耕地。

飞龙水库工程主要由枢纽工程和输水工程两部分组成。

枢纽工程包括挡水建筑物、泄水建筑物、取放水建筑和附属设施。挡水建筑物主坝采用堆石混凝土重力坝，最大坝高 46.0m，坝顶宽 8.0m，坝顶全长 340.0m；泄水建筑物为溢流坝段表孔泄洪，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段（5#坝段），总长 34.0m；取（放）水建筑物采用坝式取水型式，由取水塔、取水压力管道组成；附属设施包括枢纽生活营区和交通工程。

输水工程包括董家镇泵站、干管、左支管、右支管和附属设施。董家镇泵站由泵房、提水管道组成，其中：泵房与阀室联合布置于坝后消力池左岸，尺寸为 20.25m×10.9m（长×宽），配电房布置于泵房后，尺寸为 27.45m×6.7m（长×宽）；提水管长度 1.195km，管径 250mm，提水流量 0.05m³/s；输水管线总长 21.508km，干管长度 17.498km，左支管长度 1.2km，右支管长度 2.81km；管道的附属设施主要包括控制阀井、检修阀井、排气阀井、排水阀井、分水阀井、镇（支）墩、排架。

飞龙水库正常蓄水位水库面积 0.65km²，库区飞龙河干流段回水约 3.6km、回水支流段约 1.323km。工程总占地约 112.90hm²（1693.42 亩），其中永久占地 80.72hm²（1210.79 亩）、临时占地 32.18hm²（482.63 亩）；至规划水平年人员征地安置对象共计 506 人，建设征地范围内共需拆除农村住宅 11661.39m²。建筑工程总投资 102023.17 万元，施工总工期 38 个月。

四、环境影响评价的工作过程

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》《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）的有关规定，本项目必须进行环境影响评价。按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应属于“五十一、水利”中“库容 1000 万立方米及以上”，因此本项目需编制环境影响报告书。

受建设单位的委托，我公司承担了本项目的环境影响评价工作，接受委托后，我公司立即派技术人员深入实地踏勘、资料收集、了解区域现状，在充分的环境现状调查和工程分析的基础上，编制完成了《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》。

（一）准备阶段

我公司在接受委托后，根据建设单位提供的资料，确立了如下环评工作思路：

(1) 编制环境影响评价工作方案；

(2) 根据项目生产情况，针对水库及配套输水管线工程的特点，对施工期、运行期的环境影响进行识别；

(3) 在识别环境影响的基础上，评价主要分析施工期对生态环境的影响和施工粉尘、噪声、废水等各环境要素的影响，以及运行期对生态环境和水环境的影响，简要分析运行期大气、声环境等影响评价内容；

(4) 对项目可能带来的环境影响，本评价将在生态环境现状调查和项目工程分析的基础上，论证工程建设的环境可行性，提出防治和减缓不利环境影响的措施，使工程建设符合国家和重庆市环境保护政策和要求；

(5) 根据《环境影响评价公众参与暂行办法》的规定，开展多种形式的公众参与工作。

(二) 环境影响评价工作阶段

(1) 评价等级判定

根据各要素环境影响评价技术导则的具体要求，结合本项目工程分析成果判定本项目大气环境评价等级为三级；地表水评价等级为水文要素型一级、水污染影响型三级B；声环境评价等级为二级；生态环境根据陆生生态、水生生态分别判定评价等级，项目水库成库后库区水域河段及上游500m，共5.423km（包括飞龙河干流段约3.6km、回水支流段约1.323km和库区上游500m）、坝后约4.4km减水河段以及飞龙河汇入渠溪河口下游约100m水生生态评价工作等级为一级，渠溪河飞龙河汇入口下游100m处至三元镇段，共18.9km渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口共2.0km赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共15km（含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段）、输水工程受水区龙兴坝水库水生生态工作等级为三级；陆生生态评价工作等级为二级；地下水环境评价等级为三级，土壤环境评价等级为三级。

(2) 环境现状调查

本评价于2024年11月完成了对项目所在地地表水、地下水、土壤、声环境的现状监测工作。

（3）环境保护目标筛查

本评价对项目所在区域进行了详查，查明项目所在地附近各类环境保护目标的分布情况及与本项目的地理位置关系。

（4）环境影响评价工作

根据调查、收集到的有关文件、资料，在进行充分的环境现状调查、监测的基础上开展环境质量现状评价，并进行进一步的工程分析，预测、评估工程建设对生态环境、环境质量的影响，分析论证项目建设的环境可行性，提出切实可行的生态保护及污染防治对策，维持工程影响区的环境功能，减小工程带来的不利环境影响。

（三）编制环境影响报告书

接受委托后，我公司组织技术人员进行现场踏勘，开展环境状况调查并收集相关资料，根据项目特征，特别关注坝区及周边敏感点、库区范围内的污染源调查、集雨范围内的污染源普查；同时委托第三方有资质的公司进行现状监测。

在收集资料后，按照相关法律法规和环境影响评价技术导则等技术规范要求，对该项目可能产生的环境影响进行系统的识别、预测和评价，编制完成了《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（送审版），2025年3月28日，重庆市生态环境局组织召开了《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》技术评审会，根据参会单位和专家意见，我单位对原报告书进行了修改和补充，形成了《丰都县飞龙水库工程环境影响报告书》（报批版）。

（四）公众参与工作

在确定委托我单位进行该项目环境影响评价工作后7个工作日内，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，2024年9月2日在重庆市丰都县水利局网站上进行了本项目公众参与第一次公示，公示网址为：http://www.cqfd.gov.cn/bm/slj/zwgk_36090/fdzdgknr_36093/gggs/202409/t20240902_13585811.html，并给出了公众意见表的链接，公示期间无公众反馈意见。

按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第4号）的要求，于2025年2月12日至2月25日（共计10个工作日）在重庆市丰都县水利局官网上进行了本项目征求意见稿的全文公示，公示网址为：http://www.cqfd.gov.cn/bm/slj/zwgk_36090/fdzdgk

nr_36093/gggs/202502/t20250212_14298470.html，并给出了公众意见表的链接，公示期间无公众反馈意见。同时在项目所在地董家镇进行现场张贴公示，并在征求意见稿公示期间在“重庆法治报”共计 2 天刊登了环评公示信息。公示期间无公众反馈意见。

建设单位于 2025 年 3 月 10 日在丰都县水利局官方网站上对建设项目环境影响评价信息进行了报批前公示，公示网址：https://www.cqfd.gov.cn/bm/slj/zwgk_36090/fdzdgknr_36093/gggs/202503/t20250310_14386784.html。公示期间无公众反馈意见。

五、政策、规划符合性结论

丰都县飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程，包括枢纽工程和输水工程两部分，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》本项目属于鼓励类中水利工程的二、水利 1.水资源利用和优化配置：综合利用水利枢纽工程，2.节水供水工程：灌区及配套设施建设。

2024 年 9 月建设单位取得了《重庆市发展和改革委员会关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告的批复》（渝发改农经〔2024〕1096 号），因此，项目的建设符合国家、重庆市产业政策要求；符合《中华人民共和国水法》《长江经济带生态环境保护规划》《关于加强水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1 号）、《重庆市水中长期供求规划（2016-2030）》（渝水〔2017〕126 号）、《重庆市饮用水源污染防治办法》《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》（渝府办发〔2021〕105 号）、《重庆市丰都县水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》《重庆市渠溪河流域综合规划报告》及其规划环评等文件中的相关要求。

根据核实，拟建项目枢纽工程和输水工程均不涉及自然保护区、风景名胜区、湿地公园、生态保护红线、饮用水水源保护区等敏感区域；评价范围内以农业生态环境和城镇生态环境为主，项目占地范围内未压覆已探明的矿产资源（见附件 10）。

六、关注的主要环境问题及环境影响

（1）本项目位于丰都县董家镇渠溪河右岸支流飞龙河，坝址、库区和输水工程范围不涉及鱼类保护区、风景名胜区、自然保护区、森林公园、地质公园、世界遗产地、历史文化保护地、生态保护红线等。

(2) 项目建设中产生的施工噪声、扬尘等，会对水库周边及输水管线沿线的居民点和生态环境保护产生一定影响，通过合理施工组织、加强施工管理、采取防尘减噪等措施，减缓不利影响；工程建成后，坝址下游将形成 4.4km 减水河段，采取措施保证下泄生态流量来减缓其不利影响。

(3) 根据《重庆市丰都县飞龙水库工程建设征地移民安置规划报告》，本项目规划搬迁安置基本养老保险安置和住房货币安置相结合的方式。完全淹没 3 个分别为永峰塑料加工厂、木洞一级电站、木洞二级电站，采取资产评估核算后一次性补偿后拆除；蓄水影响 2 个分别为水库下游的飞龙三级电站和雪神滩电站，采取剩余寿命周期内损失电量的费用一次性补偿；建设征地范围内的交通设施采取一次性补偿方式处理；淹没的输变电设施、通信及广电设施、供水管道、天然气管道设施采取复建方式。

(4) 根据《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》调查，工程征地范围内共发现文物点 5 处。文物遗迹的发掘、保护由建设方按照《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》提出主要的保护措施实施。

七、环境影响评价的主要结论

重庆市丰都县飞龙水库工程建设符合国家相关法律法规、产业政策及规划要求，符合《重庆市渠溪河流域综合规划报告》、规划环评及规划环评审查意见相关要求。工程建设对环境的不利影响主要体现在运行期因水库调节水文情势的改变，工程占地、水库淹没对植被的影响，坝下河段水生生态影响等方面。在落实报告书中所提各项保护措施后，可减轻工程建设对环境的不利影响。通过环境评价，工程建设不存在环境限制性因素，因此，从环境保护角度，丰都县飞龙水库工程建设可行。

本环评报告在编制和修改过程中得到了重庆市生态环境局、重庆市生态环境工程评估中心、丰都县生态环境局、丰都县水利局、丰都县水利工程服务中心等单位的大力支持和帮助，在此一并表示感谢！

1 总则

1.1 评价目的

通过对丰都县飞龙水库工程评价范围内的环境现状调查，分析区域环境的现状特征、主要生态敏感区和环境保护目标。根据现行有关法律法规及标准要求，预测与评价工程建设对库区、施工区、坝址下游的自然环境可能产生的各种影响，提出切实可行的环保措施和对策，最大限度地控制和减少工程建设造成的环境负面影响。从环境保护的角度对工程建设的可行性和项目选址的合理性进行分析论证，为主管部门决策提供依据。

1.2 评价构思

1.2.1 评价原则

（1）依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

（2）科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

（3）突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

1.2.2 评价构思

（1）本次评价将根据国家及地方现行的法律法规、相关政策，结合国家和地方相关发展规划，通过资料收集和现场踏勘、环境监测，了解工程所在区域的环境现状，紧紧抓住水利工程以生态影响为主的环境影响特征，按照新建工程环评报告的技术编制要求，认真分析拟建工程建设和运行可能对当地环境质量、生态环境的影响程度和范围，拦河筑坝造成的阻隔效应对水生生物的影响，本评价将重点分析拦河蓄水对下游水文情势、水生生态的影响，以及水库工程可能存在的富营养化、低温水等影响。

(2) 成库后将划定饮用水水源保护区，本评价将重点分析饮用水水源保护区内污染源的控制措施。

(3) 本项目施工期大量施工设备、运输车辆运行，本评价将着重分析施工噪声对枢纽工程和输水工程周边居民的影响程度和范围，以及对区域野生动植物的影响。

(4) 紧紧抓住生态类建设项目的特点，结合其他相似工程采取的合理、有效的环保措施，按照“预防为主、防治结合、综合利用”的环境保护和管理原则，并结合我国当前技术经济条件，提出技术可行、经济有效地避免或减轻环境污染和防止生态破坏的对策措施与建议，从污染治理下手，最大程度减小水利开发建设对周边环境带来的不利影响，减缓对敏感区域的影响，并依据评价结论，对主体工程设计提出反馈意见。

(5) 从加强集雨范围管理和维护调度方面，着力减缓成库后的富营养化和低温水等影响，最终从环境保护角度明确项目建设的环境可行性，进而维护项目所在地生态环境良性循环，保护水库水源地水质，为工程环境保护设计和环境管理提供依据。

1.3 编制依据

1.3.1 国家相关法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第二次修正）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日第二次修正）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日施行）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日实施）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日施行）；
- (9) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023 年 5 月 1 日施行）；
- (10) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；
- (11) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- (12) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- (13) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年修订）（2021 年 9 月 1 日实施）；

- (14) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日施行）；
- (15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日施行）；
- (16) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016 年 2 月 6 日施行）；
- (17) 《中华人民共和国长江保护法》（2021 年 3 月 1 日施行）；
- (18) 《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年 4 月 23 日施行）；
- (19) 《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日施行）；
- (20) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年修正）。

1.3.2 部门规章、法规及规范性文件

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 7 月 16 日修订）；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，2021 年 1 月 1 日起施行）；
- (3) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；
- (4) 《国务院关于印发〈水污染防治行动计划〉的通知》（国发〔2015〕17 号）；
- (5) 《国务院关于印发〈土壤污染防治行动计划〉的通知》（国发〔2016〕31 号）；
- (6) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办〔2014〕30 号）；
- (7) 《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》（环办〔2009〕30 号）；
- (8) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（环境保护令第 16 号，2010 年修正）；
- (9) 《集中式地表饮用水水源地环境应急管理工作指南（试行）》（环办〔2011〕93 号）；
- (10) 《环境影响评价公众参与办法》（部令第 4 号）（2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (11) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（环办〔2013〕103 号）；
- (12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》（环发〔2015〕162 号）；
- (13) 《长江经济带生态环境保护规划》（环规财〔2017〕88 号）；
- (14) 《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022 年版）》；
- (15) 《基本农田保护条例》（2011 年修订）；
- (16) 《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》（环发〔2014〕43 号）；

- (17) 《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）；
- (18) 《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 15 号）；
- (19) 《国家重点保护野生动物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 3 号）；
- (20) 《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）；
- (21) 《中共中央办公厅国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》（2024.03.06）；
- (22) 《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86 号）；
- (23) 水利部 国家发展改革委 自然资源部 生态环境部 国务院国资委 国家能源局关于印发《河湖生态流量管理办法（试行）》的通知（水资管〔2025〕151 号）；
- (24) 《水利部关于做好河湖生态流量确定和保障工作的指导意见》（水资管〔2020〕67 号）。

1.3.3 地方性法规及规范性文件

- (1) 《重庆市环境保护条例》（重庆市第五届人民代表大会常务委员会第三十七次会议，2022 年 9 月 28 日修正）；
- (2) 《重庆市水污染防治条例》（2020 年 10 月 1 日起施行）；
- (3) 《重庆市噪声污染防治办法》（重庆市人民政府令第 363 号，2023 年 12 月 5 日）；
- (4) 《重庆市大气污染防治条例》（2021 年 5 月 27 日第二次修正）；
- (5) 《重庆市人民政府关于印发重庆市环境空气质量功能区划分规定的通知》（渝府发〔2016〕19 号）；
- (6) 《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4 号）；
- (7) 《重庆市人民政府关于批转重庆市地表水环境功能类别局部调整方案的通知》（渝府〔2016〕43 号）；
- (8) 《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县（自治县）集中式饮用

水源保护区的通知》（渝府办〔2013〕40号）；

（9）《关于调整万州区等36个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办〔2016〕19号）；

（10）《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等18个区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝府办〔2017〕21号）；

（11）《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝府办〔2018〕7号）；

（12）《重庆市生态环境局关于公布实施万州区等区县（自治县）集中式饮用水水源地保护区的函》（渝环函〔2021〕394号）；

（13）重庆市林业局、重庆市农业农村委员会关于印发《重庆市重点保护野生动物名录》和《重庆市重点保护野生植物名录》的通知（渝林规范〔2023〕2号）；

（14）重庆市水利局关于印发《重庆市“十四五”农村供水保障规划（2021—2025年）》的通知；

（15）《重庆市生态功能区划（修编）》（渝府〔2008〕133号）；

（16）《重庆市水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025年）》（渝环函〔2022〕347号）；

（17）《重庆市人民政府办公厅关于公布水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（渝府办发〔2015〕197号）；

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

（19）《重庆市发展和改革委员会关于印发重庆市产业投资准入工作手册的通知》（渝发改投资〔2022〕1436号）；

（20）《重庆市人民政府关于加强集中式饮用水源保护工作的通知》（渝府发〔2012〕79号）；

（21）《重庆市生态环境局关于加强集中式饮用水水源环境保护的函》（渝环函〔2024〕282号）；

（22）《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022年版）》；

（23）《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2016〕114号）；

- (24) 《丰都县生态环境保护“十四五”规划和二〇三五年远景目标》（丰都府办〔2021〕61号）；
- (25) 《丰都县水生态环境保护“十四五”规划》（丰都府办发〔2022〕22号）；
- (26) 丰都县人民政府办公室关于印发《丰都县“三线一单”生态环境分区管控调整方案（2023年）》的通知（丰都府办〔2024〕77号）；
- (27) 《丰都县“十四五”水安全保障规划》（丰都府发〔2022〕2号）；
- (28) 《丰都县声环境功能区划分调整方案》（丰都府办发〔2023〕23号）；
- (29) 《丰都县国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- (30) 《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021-2025年）》；
- (31) 《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案》；
- (32) 《丰都县飞龙河“一河一策”方案》。

1.3.4 相关技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (7) 《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）
- (8) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ1 69-2018）；
- (10) 《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433-2008)；
- (11) 《水利水电建设项目水资源论证导则》（SL 525-2011）；
- (12) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水利水电》（HJ 464—2009）；
- (13) 《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函〔2006〕4号）；
- (14) 《水生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）》(HJ 1295-2023)；
- (15) 《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》(HJ 1296-2023)。

1.3.5 工程相关资料

- (1) 《重庆市发展和改革委员会关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告的批复》（渝发改农经〔2024〕1096号）；
- (2) 丰都县飞龙水库工程用地预审与选址意见书（用字第市政 500230202300008号）；
- (3) 《重庆市丰都县飞龙水库工程可行性研究报告》；
- (4) 《重庆市渠溪河流域综合规划报告》；
- (5) 《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》；
- (6) 《重庆市水利局关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告审查意见的函》（渝水函〔2024〕49号）；
- (7) 《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第一篇 洪水影响评价》；
- (8) 《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第二篇 水资源论证》；
- (9) 《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》（重庆重大建设工程质量检测有限公司，2025年1月）；
- (10) 《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（丰环函〔2025〕2号）；
- (11) 业主提供的有关本项目的其他相关资料。

1.4 环境影响因素识别与评价因子筛选

1.4.1 外环境对项目建设的制约

本项目属于新建工程，枢纽工程和输水工程等建设区地质条件好，征地范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、生态保护红线、永久基本农田等生态敏感区，但涉及公益林，均为地方公益林；临时占地涉及永久基本农田、地方公益林；永久占地和临时占地周边的环境保护目标主要为居民点，临时占地对生态环境的影响以及废气、噪声对居民点的影响对本项目建设有制约因素。

根据环境现状监测结果，区域环境空气质量属于达标区；各地下水监测点监测水质因子均能够满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）地下水质量分类指标Ⅲ类指标；各噪声监测点的昼、夜间噪声值均满足《声环境质量标准》中的1类标准；项目范围内土壤监测点G1各监测因子浓度均可满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标

准（试行）》（GB36600-2018）表 1 建设用地土壤污染风险筛选值；土壤监测点 S1、G2 均可满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中农用地土壤污染风险筛选值；各地表水监测断面的各监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。

本项目外环境对工程建设的制约因素分析结果详见表 1.4-1 所示。

表 1.4-1 外环境对工程的制约因素识别表

序号	外环境因素	制约程度	序号	外环境因素	制约程度
1	气候资源	轻度	12	地表水质量	中度
2	地形地貌	轻度	13	声环境质量	轻度
3	工程地质	轻度	14	地下水环境质量	轻度
4	地表水文	轻度	15	土壤环境质量	轻度
5	土地资源	中度	16	环境空气质量	轻度
6	陆生动植物资源	轻度	17	交通运输	轻度
7	水生动植物资源	轻度	18	电力供给	轻度
8	自然资源	轻度	19	生产生活用水	轻度
9	水土流失	中度	20	经济水平	轻度
10	公益林	重度	21	人力资源	轻度

由表 1.4-1 可知，本项目所处区域环境质量现状对工程的制约较小，主要制约因素体现为公益林。

1.4.2 项目建设对环境的影响因素识别

飞龙水库作为区域重要水利设施，主要工程任务为城乡供水和农业灌溉。工程施工内容包括场地开挖、坝体砌筑、弃渣堆放、管线铺设等。通过工程分析及环境概况，工程对环境的影响因素及程度详见表 1.4-2 所示。

表 1.4-2 环境要素识别表

时段	工程环节	可能产生的环境影响	影响要素
施工期	土石方工程（包括土石方开挖、岩石爆破、洞挖）	植被破坏	生态环境、景观
		水土流失	
		陆生动物栖息环境变化	
		山体结构破坏	环境地质
		噪声	声环境
		扬尘	大气环境
		工程占地	生态环境
		河流水质 SS 浓度升高，石油类污染，水生生物环境变化	水环境和生态环境

	砌筑工程（包括坝体及其他构筑物浇筑，坝体土石填筑）	弃渣	环境景观和生态环境
		扬尘	大气环境
		噪声	声环境
		施工废水	水环境
		植被破坏	生态环境
	材料运输、堆放	扬尘	大气环境
		噪声	声环境
		植被破坏	景观及生态环境
		水土流失	地质及生态环境
	钢筋、木材加工	噪声	声环境
	施工场地和施工便道	植被破坏、地表土壤结构	地质及生态环境
		水土流失	
		植被带状或斑状裸露	景观及生态环境
		生活污水、生活垃圾	水环境、固体废物
运行期	农业供水、居民供水	改善农业耕作条件	社会经济环境
		改善居民	
	工程管理	生活污水、生活垃圾	水环境、固体废物
	拦河蓄水	河流流速、流量及水资源分布变化，形成减水段以及低温水下泄，影响农业生产和水生生物	水文 水生生态 农业生态
		减水河段内水量减少，对现状取水工程的影响	坝后水文、水质
		水体富营养化、低温水下泄等	水环境 坝后水生生态
		泥沙淤积	水文

由表 1.4-2 识别结果可知，本项目施工期对外环境的影响主要体现在工程占地、各类构筑物施工对生态环境的破坏，对各环境因素的污染；运行期主要是对水生生态环境和水环境的影响。

1.4.3 环境因子识别

根据本项目施工及运行情况，结合工程地区环境功能和各类环境因子的重要性以及可能受影响程度，在环境影响因素分析的基础上，采用矩阵法，从环境要素和影响区域两方面进行环境因子的识别和筛选。

表 1.4-3 工程环境要素影响识别矩阵表

环境要素 环节		水文情势			地表水		地下水		生态环境				声环境	大气环境	固体废物	人群健康	土壤		移民
		流量	泥沙	水位	水温	水质	水质	水位	生态完整性	陆生植物	陆生动物	水生生物					土壤环境	土地资源	
施工期	枢纽工程					◎			△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	输水工程					△			△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	施工人员活动					△				△	△	△	△		△	△			
	施工交通									△	△		△	△					
	施工机械					△							△	△					
淹没与占地	水库淹没			◎		△			◎	◎	◎	◎						◎	◎
	工程占地								△	◎	◎							◎	△
运行期	水库蓄水	▲	△	◎	◎	◎			◎	△	△	◎							
	水文情势变化	△	△	△	◎	◎		△				◎							
	大坝阻隔		◎									▲							
移民安置										△	△				△	△	△	△	△
影响范围	库区淹没	◎	◎	◎	△	◎			△	△	△	◎			△		△	△	
	坝下影响区	△	△	△	△	◎			△	△	△	△							
	输水工程	△				△	△	△	△	△	△								
	移民安置					△													
	施工区					△				△	△		△	△	△	△			

注：△表示影响较小，◎表示影响中等，▲表示影响大。

从表 1.4-3 可知，本项目在施工期间主要不利影响表现在对环境空气、声环境、地表水环境、陆生生态的影响；运行期间主要不利影响表现在对水文情势和水生生物影响。

1.4.4 环境影响要素及影响因子筛选

根据当地环境特征及前文识别结果，确定本项目环境评价因子如下：

（1）环境质量现状评价因子

地表水：pH、水温、BOD₅、COD、DO、高锰酸盐指数、总氮、氨氮、总磷、粪大肠菌群、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、石油类、硫化物、叶绿素 a、透明度、阴离子表面活性剂；

地下水：地下水水位、浑浊度、pH、石油类、总硬度（以 CaCO₃ 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚（以苯酚计）、阴离子表面活性剂、耗氧量（COD_{Mn} 法，以 O₂ 计）、氨氮（以 N 计）、硫化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、砷、汞、铬（六价）、铅、氟化物、镉、总大肠菌群、菌落总数、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻；

环境空气：SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃；

声环境：等效连续 A 声级；

土壤：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1，1-二氯乙烷、1，2-二氯乙烷、1，1-二氯乙烯、顺-1，2-二氯乙烯、反-1，2-二氯乙烯、二氯甲烷、1，2-二氯丙烷、1，1，1，2-四氯乙烷、1，1，2，2-四氯乙烷、四氯乙烯、1，1，1-三氯乙烷、1，1，2-三氯乙烷、三氯乙烯、1，2，3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1，2-二氯苯、1，4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a，h]蒽、茚并[1，2，3-cd]芘、萘、石油烃（C₁₀₋₄₀）、含盐量、pH、土壤理化性质；

底泥：砷、镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌、含盐量、pH；

生态：本项目生态评价因子见表 1.4-4。

（2）环境影响评价因子

①环境空气

施工期：TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、NO_x、SO₂、CO。

②声环境：

施工期：连续等效 A 声级。

运行期：连续等效 A 声级。

③地表水环境

施工期：pH、COD、BOD₅、SS、NH₃-N、石油类、TP。

运行期：pH、水温、BOD₅、COD、DO、高锰酸盐指数、总氮、氨氮、总磷、粪大肠菌群、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、石油类、硫化物、叶绿素 a、透明度。

④地下水环境：

施工期：COD、BOD₅、SS、石油类、氨氮。

运行期：COD、BOD₅、SS、石油类、氨氮、水位。

⑤固体废物

施工期：弃土弃渣、建筑垃圾、库区清理垃圾、沉淀池污泥、生活垃圾、机械修配废油和含油棉纱手套；

运行期：生活垃圾、库区漂浮物、设备维护产生的废油桶和含油棉纱手套；

⑥生态：施工期和运行期生态评价因子见表 1.4-4。

表 1.4-4 生态影响评价因子筛选

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式		影响性质	影响程度
		工程内容	影响方式		
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	枢纽工程、输水工程施工	(陆生) 直接影响 (水生) 直接影响	短期、可逆	陆生：弱 水生：弱
生境	生境面积、质量、连通性等		(陆生) 直接影响 (水生) 直接影响	不可逆	陆生：弱 水生：弱
生物群落	物种组成、群落结构等		(陆生) 直接影响 (水生) 直接影响	短期、可逆	陆生：弱 水生：弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等		(陆生) 直接影响 (水生) 直接影响	短期、可逆	陆生：弱 水生：弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等		(陆生) 直接影响 (水生) 直接影响	短期、可逆	陆生：弱 水生：弱
自然景观	景观多样性、完整性等		(陆生) 直接影响 (水生) 间接影响	短期、可逆	陆生：弱 水生：无

1.5 环境功能区划与评价标准

1.5.1 环境功能区划

（1）生态功能区划

根据《全国生态功能区划（2015 修编版）》，丰都县属于三峡库区土壤保持功能区。

根据《重庆市生态功能区划（修编）》（渝府〔2008〕133 号），丰都县属于“II 三峡库区（腹地）平行岭谷低山-丘陵生态区”中“II1 三峡水库水质保护生态亚区”中的“II1-2 三峡库区（腹地）水体保护—水土保持生态功能区”。

（2）地表水环境功能区划

根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4 号），飞龙河为III类水域，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域水质标准。

（3）环境空气功能区划

根据《重庆市关于印发重庆市环境空气质量功能区划分规定的通知》，渝府发〔2016〕19 号文件规定，本项目评价范围内无风景名胜区、自然保护区，属环境空气质量二类区。

（4）声环境功能区划

本项目位于丰都县董家镇境内，属于农村区域，根据《丰都县声环境功能区划分调整方案》（丰都府办发〔2023〕23 号）的相关规定，本项目所在区域未划定声环境功能区，项目位于乡村区域，周边工业活动较少且无交通干线经过，本项目参照类似项目区域按 1 类区评价。

1.5.2 环境质量标准

1.5.2.1 环境空气质量标准

本项目位于丰都县董家镇境内。根据《重庆市关于印发重庆市环境空气质量功能区划分规定的通知》，渝府发〔2016〕19 号文件规定，本项目评价范围内无风景名胜区、自然保护区，属二类区域，环境空气质量执行（GB3095-2012）《环境空气质量标准》中二级标准；与工程相关环境空气质量标准限值详见表 1.5-1。

表 1.5-1 大气环境执行标准

单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

取值时间 污染物	二级标准		
	年平均	日平均	小时平均
SO ₂	60	150	500
NO ₂	40	80	200
PM ₁₀	70	150	/
PM _{2.5}	35	75	/
CO	/	4	10
O ₃	/	160	200
TSP	200	300	/

1.5.2.2 地表水环境质量标准

飞龙水库所在河流为渠溪河的一级支流飞龙河，项目退水区涉及渠溪河、赖家河、双龙河和高洞桥河，根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4号），飞龙河和渠溪河为Ⅲ类水域，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准，根据《丰都县人民政府关于丰都县地表水域适用功能划分规定调整的通知》（丰都府发〔2006〕74号），双龙河为Ⅲ类水域，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准；赖家河和高洞桥河未划定水域功能，濑溪河为飞龙河支流，高洞桥河为双龙河支流，参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准。标准限值见表 1.5-2。

表 1.5-2 地表水环境质量标准限值 单位: mg/L (pH 无量纲)

序号	污染物名称	Ⅲ类标准值	序号	污染物名称	Ⅲ类标准值
1	水温	人为造成的环境水温变化应限制在: 周平均最大温升 $\leq 1^\circ\text{C}$ 周平均最大温降 $\leq 2^\circ\text{C}$	16	高锰酸盐指数	≤ 6
2	pH	6~9	17	砷	≤ 0.05
3	溶解氧	≥ 5	18	铅	≤ 0.05
4	化学需氧量	≤ 20	19	镉	≤ 0.005
5	五日生化需氧量	≤ 4	20	铜	≤ 1.0
6	氨氮	≤ 1.0	21	锌	≤ 1.0
7	挥发酚	≤ 0.005	22	粪大肠菌群 (个/L)	≤ 10000
8	硫化物	≤ 0.2	23	总氮	≤ 1.0
9	总磷	≤ 0.2	24	硒	≤ 0.01
10	铬 (六价)	≤ 0.05	25	硫酸盐	≤ 250
11	石油类	≤ 0.05	26	氯化物	≤ 250
12	氟化物	≤ 1.0	27	硝酸盐 (以 N)	≤ 10

				计)	
13	氰化物	≤0.2	28	铁	≤0.3
14	汞	≤0.0001	29	锰	≤0.1
15	阴离子表面活性剂	≤0.2	/	/	/

注：硫酸盐、氯化物、硝酸盐（以 N 计）、铁、锰属于集中式生活饮用水地表水源地标准限值。

飞龙水库具有农灌功能，库区水质还应满足《农田灌溉水质标准》(GB 5084-2021)，具体见下表。

表 1.5-3 《农田灌溉水质标准》(GB5084-2021) 单位: mg/L

序 号	项目类别	作物种类		
		水田作物	旱地作物	蔬菜
1	COD≤	150	200	100 ^a , 60 ^b
2	BOD ₅ ≤	60	100	40 ^a , 15 ^b
3	悬浮物≤	80	100	60 ^a , 15 ^b
4	阴离子表面活性剂≤	5	8	5
5	pH (无量纲)	5.5~8.5		
6	水温 (°C) ≤	35		
7	硫化物≤	1		
8	氯化物≤	350		
9	全盐量≤	1000 (非盐碱土地区), 2000 (盐碱土地 区)		
10	总铅≤	0.2		
11	总汞≤	0.001		
12	总镉≤	0.01		
13	铬 (六价) ≤	0.1		
14	总砷≤	0.05	0.1	0.05
15	粪大肠菌群数 (MPN/L) ≤	40000	40000	20000 ^a , 10000 ^b
16	蛔虫卵数 (个/10L)	20	20	20 ^a , 10 ^b
备注: a 加工、烹调及去皮蔬菜。b 生食类蔬菜、瓜类和草本水果。				

1.5.2.3 地下水质量标准

根据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)，本项目地下水执行地下水质量分类指标Ⅲ类指标。标准限值见表 1.5-4。

表 1.5-4 地下水质量标准限值

单位: mg/L

序号	污染物	III类指标
1	pH	6.5~8.5
2	硝酸盐	≤20
3	硫酸盐	≤250
4	氨氮	≤0.5
5	总大肠菌群	≤3.0 (MPN/100mL)
6	耗氧量	≤3.0
7	总硬度	≤450
8	亚硝酸盐	≤1.00
9	铁	≤0.3
10	锰	≤0.10
11	溶解性总固体	≤1000

1.5.2.4 声环境质量标准

本项目位于丰都县董家镇境内,属于农村区域,根据《丰都县声环境功能区划分调整方案》(丰都府办发〔2023〕23号)的相关规定,本项目所在区域未划定声环境功能区,项目位于乡村区域,周边工业活动较少且无交通干线经过,本项目参照类似项目区域执行1类区标准,详见表1.5-5。

表 1.5-5 声环境质量标准

单位: dB(A)

声环境功能区	时段	
	昼间	夜间
1类	55	45

1.5.2.5 土壤环境质量标准

拟建工程所在地主要分布为林地、农耕地,建设用地范围内土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)表1建设用地土壤污染风险筛选值和管制值(基本项目),其他土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表1农用地土壤污染风险筛选值(基本项目),标准限值详见表1.5-6、1.5-7所示。

表 1.5-6 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行) 单位: mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0

		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
注：①重金属和类金属砷均按元素总量计；②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。						

表 1.5-7 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》 单位：mg/kg

序号	项目	第二类用地筛选值	序号	项目	第二类用地筛选值
1	砷	60	24	1, 2, 3-三氯丙烷	0.5
2	镉	65	25	氯乙烯	0.43
3	铬（六价）	5.7	26	苯	4
4	铜	18000	27	氯苯	270
5	铅	800	28	1, 2-二氯苯	560
6	汞	38	29	1, 4-二氯苯	20
7	镍	900	30	乙苯	28
8	四氯化碳	2.8	31	苯乙烯	1290
9	氯仿	0.9	32	甲苯	1200
10	氯甲烷	37	33	间二甲苯+对二甲苯	570
11	1, 1-二氯甲烷	9	34	邻二甲苯	640
12	1, 2-二氯甲烷	5	35	硝基苯	76
13	1, 1-二氯乙烯	66	36	苯胺	260
14	顺-1, 2-二氯乙烯	596	37	2-氯酚	2256
15	反-1, 2-二氯乙烯	54	38	苯并[a]蒽	15
16	二氯甲烷	616	39	苯并[a]芘	1.5
17	1, 2-二氯丙烷	5	40	苯并[a]荧蒽	15
18	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	10	41	苯并[k]荧蒽	151
19	1, 1, 2, 2-四氯乙烷	6.8	42	蒽	1293
20	四氯乙烯	53	43	二苯并[a, h]蒽	1.5
21	1, 1, 1-三氯乙烷	840	44	茚并[1, 2, 3-cd]芘	15

22	1, 1, 2-三氯乙烷	2.8	45	萘	70
23	三氯乙烯	2.8	/	/	/

1.5.3 污染物排放标准

1.5.3.1 废水

项目施工期机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水、基坑抽排水以及隧洞抽排废水经处理后全部综合利用，不外排；试压废水可直接用于浇灌周边林草地，不外排；施工区生活污水经生化池处理后用于农田或林地施肥，不外排。

运行期水库管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后引至饮用水源保护区外农田灌溉，不外排。

1.5.3.2 废气

施工期产生的颗粒物属于无组织排放，执行重庆市地方标准《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）表 1 中的其他区域无组织排放监控点浓度限值，颗粒物浓度 $\leq 1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

拟建项目属于水源工程，运营期自身无废气产生。管理用房员工食堂烹饪外排油烟执行《重庆市餐饮业大气污染物排放标准》（DB50/859-2018）中小型餐饮单位标准限值，油烟 $\leq 1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，非甲烷总烃 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，臭气浓度不得超过 80（无量纲），单个基准灶头的基准风量以 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 计。

1.5.3.3 噪声

施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ 。

运行期枢纽工程厂房场界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类标准，即昼间 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ 、夜间 $\leq 45\text{dB}(\text{A})$ 。

1.6 评价工作等级和评价范围

1.6.1 评价工作等级

1.6.1.1 生态环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，评价等级划分为一级、二级和三级，生态影响评价等级判定

详见下表：

表 1.6-1 建设项目生态评价工作等级划分原则

序号	生态影响评价等级判定依据	拟建项目情况
1	a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时, 评价等级为一级	飞龙河汇入渠溪河口处有 1 处双叉子产卵场, 为鲤、鲫鱼产卵场, 属于重要生境, 水生生态评价等级为一级
2	b) 涉及自然公园时, 评价等级为二级	拟建项目不涉及自然公园
3	c) 涉及生态保护红线时, 评价等级不低于二级	拟建项目不涉及生态保护红线
4	d) 根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目, 生态影响评价等级不低于二级	项目属于水文要素影响型项目, 地表水评价等级为一级, 则项目生态影响评价等级不低于二级
5	e) 根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目, 生态影响评价等级不低于二级	拟建项目地下水水位或土壤影响范围涉及公益林和天然林
6	f) 当工程占地规模大于 20km ² 时 (包括永久和临时占用陆域和水域), 评价等级不低于二级; 改扩建项目的占地范围以新增占地 (包括陆域和水域) 确定	拟建项目占地规模为工程总占地面积 1.129km ² (永久、临时占地), 小于 20km ² 。
7	除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况, 评价等级为三级	拟建项目属于 d)、e) 的情况
8	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时, 可适当上调评价等级	拟建项目不涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域
9	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时, 可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级	拟建项目同时涉及陆生、水生生态影响, 分别判断评价等级
10	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变, 或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下, 评价等级应上调一级	拟建项目属于拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况, 水生生态评价等级应上调一级
11	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区, 在生态敏感区范围内无永久、临时占地时, 评价等级可下调一级	拟建项目输水工程均不涉及生态敏感区
12	涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485	拟建项目不属于涉海工程
13	符合生态环境分区管控要求且位于原厂界 (或永久用地) 范围内的污染影响类改扩建项目, 位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目, 可不确定评价等级, 直接进行生态影响简单分析	拟建项目不属于污染影响类建设项目

综上所述,根据上述判定原则分析,故本项目水生生态分段进行评价,水库成库后库区水域河段及上游 500m,共 5.423km(包括飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km 和库区上游 500m)、坝后约 4.4km 减水河段以及飞龙河汇入渠溪河口下游约 100m 评价等级定为一,渠溪河飞龙河汇入口下游 100m 处至三元镇段,共 18.9km 渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口共 2.0km 赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共 15km(含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段)、输水工程受水区龙兴坝水库评价等级定为三级;陆生生态评价等级定为二级。

1.6.1.2 地表水评价等级

本项目因拦河取水,因此属于水文要素型影响建设项目;本项目投入运行后,产生的少量生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉,不外排,考虑到运行期的退水影响,项目同时属于水污染影响型,故本项目为复合影响型建设项目,根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018),污染影响型和人文要素影响型分别判定评价等级。

(1) 水文要素影响型

水文要素型建设项目评价等级判定如下:

表 1.6-2 水文要素型建设项目评价工作等级划分依据

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ; 工程扰动水底面积 A_2/km^2 ; 过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ; 工程扰动水底面积 A_2/km^2
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$; 或稳定分层	$\beta \geq 20$; 或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$; 或 $A_2 \geq 1.5$; 或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$; 或 $A_2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$; 或不稳定分层	$20 > \beta > 2$; 或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $10 > R > 5$	$0.3 > A_1 > 0.05$; 或 $1.5 > A_2 > 0.2$; 或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.15$; 或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$; 或混	$\beta \leq 2$; 或无调	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$; 或	$A_1 \leq 0.05$; 或	$A_1 \leq 0.15$; 或

	合型	节		$A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_2 \leq 0.2$; 或 $R \leq 5$	$A_2 \leq 0.5$
注 1: 影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标, 评价等级应不低于二级。 注 2: 跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响, 评价等级不低于二级。 注 3: 造成入海河口(湾口)宽度束窄(束窄尺度达到原宽度的 5%以上), 评价等级应不低于二级。 注 4: 对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等), 其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于 2 km 时, 评价等级应不低于二级。 注 5: 允许在一类海域建设的项目, 评价等级为一级。 注 6: 同时存在多个水文要素影响的建设项目, 分别判定各水文要素影响评价等级, 并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。						

表 1.6-3 本项目地表水评价级别判定表

序号	判定内容	本工程参数	判定级别
1	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	年径流量: 4139 万 m^3/a 总库容: 1334 万 m^3 百分比: 310.27%	一级
2	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	兴利库容: 1044 万 m^3/a 年径流量: 4139 万 m^3/a 百分比: 25.22	一级
3	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	取水量: 2209 万 m^3/a 年径流量: 4139 万 m^3 百分比: 53.4	一级
4	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$	工程总占地 0.807 km^2	一级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》，本项目地表水水文要素影响评价工作等级定为一級。

(2) 污染影响型

本项目投入运行后, 产生的少量生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉, 不外排; 运行期退水为间接排放, 根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018) 中表 1 水污染影响型建设项目评价等级判定, 本项目地表水污染影响评价等级为三级 B。

1.6.1.3 地下水评价等级

本项目由枢纽工程和输水工程两部分组成, 根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016) 中附录 A, 本项目枢纽工程地下水环境影响评价项目类别为Ⅲ类, 输水工程地下水环境影响评价项目类别为Ⅳ类, 输水工程可不开展地下水环境影响评价

价。

《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）中表 1 地下水环境敏感程度分级表见下表 1.6-4。

表 1.6-4 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区。
不敏感	上述地区之外的其他地区。

项目评价区内没有具有饮用水开发利用价值的含水层，也没有涉及地下水的环境敏感区；工程建设范围内有没有集中式饮用水源、分散式饮用水水源地。因此地下水环境敏感程度为不敏感。

地下水环境影响评价工作等级划分见表 1.6-5。

表 1.6-5 评价工作等级分级表

建设项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

因此，拟建项目地下水环境影响评价等级为三级。

1.6.1.4 大气环境评价等级

拟建项目属于水源工程，运营期自身无废气产生，主要废气为管理用房内职工食堂烹饪外排油烟，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中估算模式计算，结合本项目实际情况， $P_{\max} < 1\%$ ，本项目环境空气评价等级定为三级。

1.6.1.5 声环境评价等级

根据《丰都县声环境功能区划分调整方案》（丰都府办发〔2023〕23 号），本项目所在区域未划定声环境功能区，项目位于乡村区域，周边工业活动较少且无交通干线经过，适用于《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 1 类声环境功能区标准。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），本项目所在区域为 1 类声环境功能区，

主要声源供水泵房、柴油发电机房周边 200m 范围无环境保护目标，项目建设前后环境保护目标噪声级增量小于 3dB，因此，拟建项目声环境评价工作等级定为二级。

1.6.1.6 土壤环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），涉及两个或两个以上场地或地区的建设项目应分别开展评价工作。本项目由枢纽工程和输水工程两部分组成。土壤环境影响类型均为生态影响型。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 A 土壤环境影响评价项目类别，枢纽工程属于水利行业的“1000 万 m^2 至 1 亿 m^2 的水库”，属于 II 类项目，输水工程属于水利行业的“其他”，属于 III 类项目。根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》中土壤环境质量监测中 G1 和 G2 点位监测结果，pH 在 7.47-7.52 左右，属于不敏感（ $5.5 < pH < 8.5$ ），土壤含盐量为 0.7g/kg~0.8g/kg，未出现酸碱化，盐化属于其他，拟建项目所在地土壤环境不敏感，因此，根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），项目枢纽工程土壤环境评价等级定为三级，输水工程不开展土壤环境影响评价工作。

1.6.2 评价范围

各环境要素对应评价范围见表 1.6-6。

表 1.6-6 工程评价范围一览表

序号	环境要素		评价等级		评价范围
1	生态环境	陆生生态	二级		水库库区、枢纽工程、输水工程、施工区、弃渣场、施工场地及主要施工道路四周外延 300m 范围，共 1984.02hm ²
		水生生态	一级		水库成库后库区水域河段及上游 500m，共 5.423km（包括飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km 和库区上游 500m）、坝后约 4.4km 减水河段以及飞龙河汇入渠溪河口下游约 100m
			三级		渠溪河飞龙河汇入口下游 100m 处至三元镇段，共 18.9km 渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口共 2.0km 赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共 15km（含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段）、输水工程受水区龙兴坝水库
2	水环境	地表水	水文要素型	一级	水库成库后库区水域河段及上游 500m，共 5.423km（包括飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km 和库区上游 500m）、坝后约 4.4km 减水河段
			污染影响型	三级 B	包括水库成库后库区水域河段及上游 500m，共 5.423km（包括飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km 和库区上游 500m）以及坝后约 4.4km 减水河段、渠溪河双岔河村段（飞龙河汇入口）至三元镇段，共 19km 渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口

				共 2.0km 赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共 15km（含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段）、输水工程受水区龙兴坝水库
		地下水	三级	水库淹没区和大坝两侧山脊线以内区域以及灌区回归退水汇入河段区域
3	大气环境	三级		本项目环境空气评价等级为三级，不需要设置影响评价范围，但考虑到工程施工期较长，施工区周边有环境保护目标，为合理布置环境保护措施，减轻施工影响，将枢纽工程、输水工程、施工区、弃渣场、施工场地及主要施工道路四周外延 200m 范围区域作为施工期环境空气评价范围。
4	声环境	二级		施工区四周 200m 及主要施工道路两侧 200m 范围，运营期董家镇泵站和管理用房外 200m 范围
5	土壤环境	三级		水库库区、枢纽工程占地范围内的全部区域和占地范围外的 1km 范围

注：*本项目减水河段长度为 4.4km，数据来源于《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告第二篇水资源论证》。

1.7 评价重点及评价时段

1.7.1 评价重点

本评价以工程分析、地表水环境影响评价、生态环境影响评价、生态保护及环境保护措施等为重点。

1.7.2 评价时段

环境影响评价时段包括施工期和运行期。

1.8 环境保护目标

按照《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003），环境保护目标应包括环境保护目标和保护区域应达到的环境质量标准或功能要求。飞龙水库为典型的生态型建设项目，运行期工作人员生活污水、生活垃圾对周围环境有一定影响；工程在施工过程中，将带来水土流失、生态破坏等环境问题。根据工程施工期、运行期特点以及工程区环境状况，确定本工程环境保护目标如下：

1.8.1 生态保护目标

根据现行法定环境敏感区范围调查核实，本项目工程占地（含水库淹没）、减水河段内无国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域，无重要物种的天然集中分布区、栖息地，不涉及《全国自然保护地整合优化调整清单》(公示版)中相关区域；无重要水生生物的索饵场、越冬场和洄游通道，无迁徙

鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。本项目陆生生态评价范围内未发现国家级与重庆市级保护植物，未发现珍稀保护野生植物，无国家一级、二级重点保护野生动物，有重庆市重点保护野生动物 5 种，其中两栖类 2 种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类 3 种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇；根据《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》，采用 eDNA 技术对鱼类多样性进行分析发现，飞龙河鱼类 30 以虾虎鱼类、鲮鲃类、鲮等小型鱼类和鲤、鲫等耐受性鱼类为主，渠溪河鱼类中鲤、鲫、鲢、中华倒刺鲃、大鳍鲃等经济鱼类占比较大，其中渠溪河发现有国家二级保护鱼类岩原鲤，重庆市重点保护鱼类方氏鲃。

根据资料收集和现场调查，评价范围内有 2 棵三级古树黄葛树，经现场核实，2 棵黄葛树均位于项目永久占地和临时占地外；评价范围内涉及公益林面积约 487.12hm²（其中包括天然林 484.12hm²），均为地方公益林，类型均为水土保持林；项目永久占地不涉及永久基本农田，临时占地涉及永久基本农田 63.07 亩。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》和《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》并结合区域调查，水生生态一级评价范围内飞龙河木洞二级电站库区水体较深处有鱼类小型越冬生境分布，木洞二级电站坝下至飞龙洞瀑布、雪神滩电站至渠溪河为鱼类洄游生境，飞龙河汇入渠溪河口处有 1 处双叉子产卵场分布，双叉子产卵场为鲤、鲫等产粘草基质卵鱼类，属于重要生境；水生生态三级评价范围内无其他重要水生生物产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道分布。

1.8.2 地表水环境保护目标

飞龙水库所在河流为渠溪河的一级支流飞龙河，项目退水区涉及渠溪河、赖家河、双龙河和高洞桥河，根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4 号），飞龙河和渠溪河为Ⅲ类水域，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准，根据《丰都县人民政府关于丰都县地表水域适用功能划分规定调整的通知》（丰都府发〔2006〕74 号），双龙河为Ⅲ类水域，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准；赖家河和高洞桥河未划定水域功能，濑溪河为飞龙河支流，高洞桥河为双龙河支流，参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域水质标准。输水工程受水区龙兴坝水库为在建水

库，未划定水域功能。

根据丰都县生态环境局发布的《丰都县集中式饮用水水源保护区》（2023 年 6 月 19 日）、《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办〔2013〕40 号）、《关于调整万州区等 36 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办〔2016〕19 号）、《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等 18 个区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝府办〔2017〕21 号）、《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝府办〔2018〕7 号），拟建项目枢纽工程、输水工程均不涉及饮用水水源地保护区。

1.8.3 地下水环境保护目标

根据资料收集和现场勘查，本项目地下水评价范围内无溶洞，无以地下水为水源的集中饮用水工程，无温泉旅游等地下水环境保护目标。隧洞顶部的居民点不涉及饮用水源及井泉分布，评价范围内居民饮用水采取市政供水，评价范围内无地下水利用开发，不涉及集中式饮用水源和分散式地下水饮用水水源地。

1.8.4 声环境、大气环境保护目标

结合工程布置和环境保护目标分布，本工程大气、声环境保护目标主要为坝址和库区、提水管道、干管、右支管、左支管和施工临时工程等周边的居民点。

1.8.5 文物保护单位

根据《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》和《重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复》（渝文物〔2024〕11 号）（附件 13），通过对丰都县飞龙水库工程文物调查勘探项目红线范围进行文物调查勘探。充分掌握了区域内文物点构成、分布及保存状况，共发现并确认文物点 5 处，均为地下文物，皆为新发现不可移动文物。时代包括明、清两个时段。明代生基塘墓地；清代刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地。对明代生基塘墓地实施考古发掘，发掘面积 100m²；对清代刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地采取留取资料和构件收集的方式保护，均在项目施工前完成。

环境保护目标具体情况详见表 1.8-1 和 1.8-2 所示。

表 1.8-1 本项目环境保护目标（地表水、生态）分布情况一览表

类别	名称	与本项目相互关系	环境特征	影响时段	影响因素
地表水环境	飞龙河	坝址上游 4.923km 回水河段（飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km）	飞龙河为Ⅲ类水域；不涉及饮用水源保护区、取水口	施工期、运行期	坝体砌筑、清库、初期蓄水、成库后运行调节的影响
		坝后 4.4km 减水河段		施工期	施工废水、水土流失造成河段泥沙淤积，施工期管线跨河施工
				运行期	减水及灌区回水影响，水资源配置影响
	渠溪河、赖家河、双龙河、高洞桥河	渠溪河双岔河村段（飞龙河汇入口）至三元镇段，共 19km 渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口共 2.0km 赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共 15km（含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段）	渠溪河和双龙河为Ⅲ类水域，赖家河和高洞桥河未划定水域功能；不涉及饮用水源保护区、取水口	施工期	施工废水、水土流失造成河段泥沙淤积，施工期管线跨河施工
				运行期	工程退水影响
龙兴坝水库	输水工程受水区	龙兴坝水库为在建水库，未划定水域功能；未划定饮用水源保护区、取水口	运行期	工程受水区影响	
生态环境	陆生动物	水库淹没区及施工影响区	无国家重点保护野生动物，涉及重庆市重点保护野生动物 5 种，其中两栖类 2 种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类 3 种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇，但不涉及重要物种的重要生境	施工期、运行期	惊扰、破坏部分栖息环境，施工阻隔，减水影响

	陆生植物		施工影响区、水库淹没区、减水段、回水段	占地及影响范围内涉及公益林、天然林，在枢纽工程上坝道路西南侧 18m 和输水管道左支管尾端右侧 25m 各有 1 株黄葛树，均为三级古树；未发现野生珍稀保护野生植物	施工期、运行期	淹没、剥离破坏，减水影响
	水生生态	鱼类资源	水库库区、减水河段	无鱼类索饵场，越冬场和洄游通道，下游减水河段约 4.4km 飞龙河汇入渠溪河汇口处有 1 处产卵场，为双叉子产卵场，属于产粘草基质卵鱼类产卵场产卵鱼类多为鲤、鲫，属于重要生境；渠溪河双叉子产卵场下游检测到有国家二级保护鱼类岩原鲤，重庆市重点保护鱼类方氏鲮。	施工期、运行期	闸坝阻隔、工程河段水文情势改变、对水生生物多样性影响
		重要物种	评价范围内涉及的河段	长江上游特有鱼类 10 种（裸腹片唇鲃、宽口光唇鱼、方氏鲮、岩原鲤、双斑副沙鲈、窑滩间吸鲈、四川华吸鲈、西昌华吸鲈、短体副鲈、四川吻虾虎鱼）；易危鱼类（方氏鲮、岩原鲤、窑滩间吸鲈、四川吻虾虎鱼）；近危鱼类（长身鲈）	施工期、运行期	惊扰、破坏部分栖息环境，施工阻隔，减水影响
	一般生态空间		干管隧洞和埋管穿越 1403m，左支管埋管穿越 831m，共穿越 2234m	丰都县一般生态空间-水土保持，属于优先保护单元	施工期	管道开挖、扰动、弃渣等导致水土流失，影响生态环境
	生态系统		工程区、库区、减水段	农田、森林、灌丛、草地、湿地和城镇生态系统等	施工期、运行期	河道形态是变化改变河道两侧的生态系统
	水土流失		开挖工作面、弃土场等	耕地、人工植被、经济林地	施工期、运行期	开挖、扰动、弃渣等导致新增水土流失
	耕地及移民安置		工程占地范围内、库区	水库淹没面积	运行期	淹没

表 1.8-2 本项目环境保护目标（环境空气、声环境）分布情况一览表

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
1	坝址和库区	水地沟村居民点 1#	107.672203	30.218772	居民	约 2 户 6 人	西	127	施工期	噪声, 废气	声环境 1 类, 大气环境二类	/
2		水地沟村居民点 2#	107.671591	30.217814	居民	约 2 户 5 人	西	190	施工期	噪声, 废气		/
3		水地沟村居民点 3#	107.672858	30.217189	居民	约 6 户 18 人	西	68	施工期	噪声, 废气		/
4		水地沟村居民点 4#	107.673512	30.218809	居民	约 3 户 10 人	西	26	施工期	噪声, 废气		/
5		赵家河居民点 1#	107.675088	30.221230	居民	约 1 户 3 人	北	166	施工期	噪声, 废气		/
6		赵家河居民点 2#	107.676512	30.221129	居民	约 10 户 35 人	北	131	施工期	噪声, 废气		/
7		赵家河居民点 3#	107.676841	30.220295	居民	约 1 户 2 人	北	74	施工期	噪声, 废气		/
8		赵家河居民点 4#	107.676494	30.219568	居民	约 3 户 9 人	北	14	施工期	噪声, 废气		/
9		敞垭口村居民点	107.686687	30.216492	居民	约 9 户 30	北	103	施工期	噪声, 废气		/
10		熊家岩居民点 3#	107.693240	30.211770	居民	约 30 户 100 人	东北	60	施工期	噪声, 废气		/
11		熊家岩居民点 10#	107.699682	30.205339	居民	约 10 户 37 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
12		半山居民点 1#	107.675495	30.213191	居民	约 11 户 40 人	西南	70	施工期	噪声, 废气		/
13		半山居民点 2#	107.677232	30.210756	居民	约 2 户 5 人	西南	131	施工期	噪声, 废气		/
14		半山居民点 3#	107.679008	30.211571	居民	约 12 户 40 人	西南	110	施工期	噪声, 废气		/
15		半山居民点 4#	107.680901	30.209948	居民	约 13 户 50 人	西南	99	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
16		李家湾居民点 1#	107.680118	30.205487	居民	约 2 户 6 人	西南	130	施工期	噪声, 废气		/
17		李家湾居民点 2#	107.684496	30.204313	居民	约 16 户 50 人	东南	89	施工期	噪声, 废气		/
18		飞龙洞村居民点 3#	107.693316	30.205840	居民	约 21 户 93 人	征地红线内	征地红线内	施工期	噪声, 废气		施工前搬迁
19		飞龙洞村居民点 4#	107.690280	30.204896	居民	约 1 户 3 人	征地红线内	征地红线内	施工期	噪声, 废气		施工前搬迁
20		飞龙洞村居民点 5#	107.690301	30.204022	居民	约 13 户 45 人	西	4	施工期	噪声, 废气		/
21		飞龙洞村居民点 6#	107.692095	30.203704	居民	约 6 户 20 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
22		飞龙洞村居民点 7#	107.694253	30.201486	居民	约 1 户 4 人	西	6	施工期	噪声, 废气		/
23		飞龙洞村居民点 8#	107.695205	30.201894	居民	约 6 户 19 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
24		飞龙洞村居民点 9#	107.695467	30.202577	居民	约 1 户 3 人	北	5	施工期	噪声, 废气		/
25		飞龙洞村居民点 10#	107.695698	30.202193	居民	约 4 户 13 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
26		飞龙洞村居民点 11#	107.695202	30.200712	居民	约 9 户 30 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
27		飞龙洞村居民点 12#	107.697184	30.202322	居民	约 5 户 18 人	紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
28		飞龙洞村居民点 13#	107.699078	30.202046	居民	约 15 户 48 人	东南	50	施工期	噪声, 废气		/
29		飞龙洞村居民点 14#	107.691420	30.202348	居民	约 3 户 10 人	南	3	施工期	噪声, 废气		/
30		河片墓地	107.692812	30.205017	文物保护单位		紧邻	紧邻	施工期	废气	大气环境二类	施工前采取保护措施
31		刘元坝墓地	107.695431	30.203513	文物保护单位		东	6	施工期	废气		施工前采取保护措施

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
32		生基塘墓地	107.690876	30.210287	文物保护单位		淹没区内	淹没区内	施工期	废气		施工前采取保护措施
33		高湾墓地	107.690263	30.207336	文物保护单位		淹没区内	淹没区内	施工期	废气		施工前采取保护措施
34		马鞍丘墓地	107.692988	30.207421	文物保护单位		淹没区内	淹没区内	施工期	废气		施工前采取保护措施
35		熊家岩居民点 1#	107.690558	30.211197	居民	约 1 户 2 人	淹没区内	淹没区内	施工期	噪声, 废气	声环境 1 类, 大气环境二类	施工前搬迁
36		熊家岩居民点 2#	107.691832	30.208869	居民	约 3 户 8 人	淹没区内	淹没区内	施工期	噪声, 废气		施工前搬迁
37		飞龙洞村居民点 1#	107.688397	30.210424	居民	约 10 户 35 人	淹没区内	淹没区内	施工期	噪声, 废气		施工前搬迁
38		飞龙洞村居民点 2#	107.691197	30.207114	居民	约 18 户 60 人	淹没区内	淹没区内	施工期	噪声, 废气		施工前搬迁
39	提水管道	熊家岩居民点 4#	107.694860	30.211808	居民	约 9 户 36 人	G0+890.38~G+174.89/左	82	施工期	噪声, 废气		/
40		熊家岩居民点 5#	107.695439	30.214675	居民	约 17 户 60 人	G+174.89~G+195.20/右	95	施工期	噪声, 废气		/
41		熊家岩居民点 6#	107.698177	30.211127	居民	约 6 户 20 人	G0+551.38~G0+920.45/右	50	施工期	噪声, 废气		/
42		熊家岩居民点 7#	107.696251	30.209590	居民	约 12 户 40 人	G0+551.38~G0+920.45/左	21	施工期	噪声, 废气		/
43		熊家岩居民点 8#	107.699851	30.208596	居民	约 20 户 75 人	G0+551.38~G0+650.22/右	48	施工期	噪声, 废气		/
44		熊家岩居民点 9#	107.698730	30.207013	居民	约 6 户 20 人	G0+341.33~G0+551.38/右	43	施工期	噪声, 废气		/
45	干管	飞龙洞村居民点 15#	107.701564	30.201227	居民	约 15 户 50 人	干 0+706.92~干 1+199.25/右	125	施工期	噪声, 废气		/
46		陆家林村居民点 1#	107.701620	30.204986	居民	约 3 户 11 人	干 0+706.92~干 1+199.25/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		观音岩隧洞顶部
47		陆家林村居民点 2#	107.702247	30.204122	居民	约 6 户 20 人	干 0+706.92~干 1+199.25/右	19	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
48		陆家林村居民点 3#	107.704207	30.204246	居民	约 45 户 160 人	干 1+159.15~干 1+219.35/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		观音岩隧洞顶部
49		陆家林村居民点 4#	107.706162	30.203041	居民	约 4 户 13 人	干 1+219.35~干 1+249.55/左	16	施工期	噪声, 废气		/
50		雪神滩居民点 1#	107.712119	30.198816	居民	约 9 户 25 人	干 1+770.15~干 1+991.09/左	57	施工期	噪声, 废气		/
51		雪神滩居民点 2#	107.710199	30.197408	居民	约 7 户 25 人	干 1+770.15~干 1+991.09/右	31	施工期	噪声, 废气		/
52		雪神滩居民点 3#	107.712176	30.195882	居民	约 3 户 11 人	干 1+991.09~干 2+212.69/左	39	施工期	噪声, 废气		/
53		雪神滩居民点 4#	107.708067	30.195973	居民	约 15 户 50 人	干 2+212.69~干 2+309.22/右	190	施工期	噪声, 废气		/
54		雪神滩居民点 5#	107.708937	30.193408	居民	约 1 户 3 人	干 2+309.22~干 2+581.76/左	3	施工期	噪声, 废气		/
55		雪神滩居民点 6#	107.709638	30.192982	居民	约 6 户 20 人	干 2+309.22~干 2+581.76/左	38	施工期	噪声, 废气		/
56		雪神滩居民点 7#	107.711277	30.192956	居民	约 1 户 2 人	干 2+309.22~干 2+581.76/左	168	施工期	噪声, 废气		
57		雪神滩居民点 8#	107.703912	30.198405	居民	约 5 户 18 人	干 1+199.25~干 1+991.09/右	140	施工期	噪声, 废气		灌区 1#渣场旁
58		雪神滩居民点 9#	107.703190	30.200859	居民	约 1 户 2 人	干 1+199.25~干 1+991.09/右	183	施工期	噪声, 废气		灌区 1#渣场旁
59		石井山居民点 1#	107.703290	30.189741	居民	约 3 户 10 人	干 2+909.65~干 3+387.49/左	16	施工期	噪声, 废气		/
60		石井山居民点 2#	107.703089	30.188156	居民	约 4 户 15 人	干 3+387.49~干 3+899.91/左	103	施工期	噪声, 废气		/
61		石井山居民点 3#	107.703433	30.186641	居民	约 7 户 26 人	干 3+387.49~干 3+899.91/左	18	施工期	噪声, 废气		灌区 2#渣场旁
62		石井山居民点 4#	107.701039	30.184564	居民	约 2 户 7 人	干 3+899.91~干 4+265.16/左	4	施工期	噪声, 废气		/
63		石井山居民点 5#	107.699725	30.184649	居民	约 4 户 15 人	干 3+899.91~干 4+265.16/右	19	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
64		白鹤洞村居民点 1#	107.698923	30.182723	居民	约 3 户 10 人	干 4+050.72~干 4+265.16/左	19	施工期	噪声, 废气		/
65		白鹤洞村居民点 2#	107.695704	30.182328	居民	约 6 户 20 人	干 4+265.16~干 4+576.21/右	22	施工期	噪声, 废气		/
66		白鹤洞村居民点 3#	107.699043	30.180981	居民	约 3 户 11 人	干 4+265.16~干 4+576.21/左	117	施工期	噪声, 废气		/
67		白鹤洞村居民点 4#	107.697012	30.178661	居民	约 8 户 25 人	干 4+576.21~干 5+031.44/左	33	施工期	噪声, 废气		/
68		白鹤洞村居民点 5#	107.695835	30.178340	居民	约 2 户 6 人	干 4+576.21~干 5+031.44/左	6	施工期	噪声, 废气		/
69		白鹤洞村居民点 6#	107.695378	30.179055	居民	约 2 户 8 人	干 4+576.21~干 5+031.44/右	13	施工期	噪声, 废气		/
70		白鹤洞村居民点 7#	107.694478	30.176314	居民	约 3 户 10 人	干 5+031.44~干 5+091.51/左	9	施工期	噪声, 废气		/
71		白鹤洞村居民点 8#	107.694274	30.177133	居民	约 1 户 2 人	干 5+031.44~干 5+091.51/右	25	施工期	噪声, 废气		/
72		白鹤洞村居民点 9#	107.692797	30.173647	居民	约 2 户 6 人	干 5+512.37~干 5+716.89/左	16	施工期	噪声, 废气		/
73		白鹤洞村居民点 10#	107.691916	30.172986	居民	约 1 户 2 人	干 5+512.37~干 5+716.89/左	3	施工期	噪声, 废气		/
74		白鹤洞村居民点 11#	107.690955	30.173518	居民	约 4 户 15 人	干 5+512.37~干 5+716.89/右	31	施工期	噪声, 废气		/
75		白鹤洞村居民点 12#	107.691782	30.172551	居民	约 1 户 3 人	干 5+512.37~干 5+716.89/左	15	施工期	噪声, 废气		/
76		白鹤洞村居民点 13#	107.689785	30.172201	居民	约 6 户 19 人	干 5+716.89~干 6+100.00/右	68	施工期	噪声, 废气		/
77		白鹤洞村居民点 14#	107.690128	30.171128	居民	约 2 户 7 人	干 5+716.89~干 6+100.00/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
78		白鹤洞村居民点 15#	107.690002	30.170374	居民	约 8 户 25 人	干 5+716.89~干 6+100.00/左	10	施工期	噪声, 废气		/
79		白鹤洞村居民点 16#	107.688512	30.168388	居民	约 1 户 4 人	干 6+100.00~干 6+498.05/右	107	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
80		白鹤洞村居民点 17#	107.689954	30.167532	居民	约 3 户 12 人	干 6+100.00~干 6+498.05/右	9	施工期	噪声, 废气		/
81		白鹤洞村居民点 18#	107.691383	30.168830	居民	约 5 户 17 人	干 6+100.00~干 6+498.05/左	31	施工期	噪声, 废气		/
82		白鹤洞村居民点 19#	107.690540	30.166861	居民	约 3 户 10 人	干 6+100.00~干 6+498.05/右	12	施工期	噪声, 废气		/
83		白鹤洞村居民点 20#	107.689221	30.166057	居民	约 1 户 3 人	干 6+100.00~干 6+498.05/右	5	施工期	噪声, 废气		
84		白鹤洞村居民点 21#	107.694018	30.162316	居民	约 1 户 4 人	干 6+090.00~干 7+042.49/右	162	施工期	噪声, 废气		
85		尖山子居民点 1#	107.700578	30.160021	居民	约 2 户 6 人	干 7+592.89~干 7+830.07/右	45	施工期	噪声, 废气		/
86		尖山子居民点 2#	107.702016	30.160177	居民	约 6 户 20 人	干 7+592.89~干 7+830.07/左	10	施工期	噪声, 废气		/
87		尖山子居民点 3#	107.703668	30.159235	居民	约 1 户 3 人	干 7+830.07~干 7+972.50/左	46	施工期	噪声, 废气		/
88		尖山子居民点 4#	107.703494	30.157246	居民	约 3 户 10 人	干 7+830.07~干 7+972.50/右	18	施工期	噪声, 废气		/
89		尖山子居民点 5#	107.707527	30.156338	居民	约 5 户 15 人	干 8+404.37~干 8+474.98/右	20	施工期	噪声, 废气		/
90		尖山子居民点 6#	107.709962	30.157336	居民	约 5 户 18 人	干 8+474.98~干 8+580.14/左	48	施工期	噪声, 废气		/
91		铜马溪居民点 1#	107.715925	30.150196	居民	约 4 户 14 人	干 9+575.02~干 9+680.15/右	10	施工期	噪声, 废气		/
92		铜马溪居民点 2#	107.718165	30.150675	居民	约 14 户 40 人	干 9+575.02~干 9+680.15/左	24	施工期	噪声, 废气		/
93		石垭口居民点 1#	107.721061	30.144340	居民	约 8 户 26 人	干 10+344.69~干 10+580.16/右	7	施工期	噪声, 废气		灌区 3#渣场旁
94		石垭口居民点 2#	107.720832	30.142335	居民	约 1 户 2 人	干 10+619.20~干 10+740.52/右	18	施工期	噪声, 废气		灌区 3#渣场旁
95		石垭口居民点 3#	107.719026	30.138925	居民	约 1 户 3 人	干 11+035.77~干 11+115.40/左	31	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
96		石垭口居民点 4#	107.718537	30.138589	居民	约 1 户 2 人	干 11+035.77~干 11+115.40/左	6	施工期	噪声, 废气		/
97		石垭口居民点 5#	107.717163	30.138278	居民	约 4 户 15 人	干 11+115.40~干 11+245.63/右	45	施工期	噪声, 废气		/
98		石垭口居民点 6#	107.716301	30.138102	居民	约 11 户 40 人	干 11+115.40~干 11+245.63/右	86	施工期	噪声, 废气		/
99		石垭口居民点 7#	107.715643	30.135561	居民	约 3 户 11 人	干 11+395.83~干 11+525.76/右	46	施工期	噪声, 废气		/
100		石垭口居民点 8#	107.728262	30.142644	居民	约 4 户 15 人	干 10+619.20~干 10+740.52/左	63	施工期	噪声, 废气		
101		石垭口居民点 9#	107.724571	30.138427	居民	约 30 户 100 人	干 10+619.20~干 11+245.63/左	47	施工期	噪声, 废气		
102		双龙镇居民点	107.722490	30.133116	居民	约 10 户 40 人	干 11+395.83~干 11+525.76/左	160	施工期	噪声, 废气		
103		瓦屋咀居民点 1#	107.716797	30.132451	居民	约 3 户 12 人	干 11+912.45~干 12+147.18/左	65	施工期	噪声, 废气		/
104		瓦屋咀居民点 2#	107.714906	30.132909	居民	约 2 户 7 人	干 11+912.45~干 12+147.18/右	35	施工期	噪声, 废气		/
105		瓦屋咀居民点 3#	107.714765	30.130479	居民	约 9 户 30 人	干 12+080..85~干 12+385.58 左	50	施工期	噪声, 废气		/
106		瓦屋咀居民点 4#	107.712378	30.130844	居民	约 5 户 16 人	干 12+080..85~干 12+385.58/右	70	施工期	噪声, 废气		/
107		瓦屋咀居民点 5#	107.711856	30.129128	居民	约 6 户 20 人	干 12+385.58~干 12+525.01/右	23	施工期	噪声, 废气		/
108		瓦屋咀居民点 6#	107.712811	30.127415	居民	约 4 户 13 人	干 12+525.01~干 12+675.50/左	57	施工期	噪声, 废气		/
109		瓦屋咀居民点 7#	107.714063	30.126524	居民	约 6 户 22 人	干 12+525.01~干 12+690.10/左	186	施工期	噪声, 废气		/
110		楼子冲居民点 1#	107.712251	30.124137	居民	约 4 户 15 人	干 12+898.10~干 13+034.35/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
111		楼子冲居民点 2#	107.711073	30.122024	居民	约 4 户 14 人	干 13+234.30~干 13+661.77/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
112		楼子冲居民点 3#	107.710493	30.120455	居民	约 2 户 5 人	干 13+234.30~干 13+661.77/右	76	施工期	噪声, 废气		/
113		楼子冲居民点 4#	107.713860	30.120054	居民	约 1 户 3 人	干 13+234.30~干 13+661.77/左	135	施工期	噪声, 废气		/
114		楼子冲居民点 5#	107.710935	30.118299	居民	约 8 户 25 人	干 13+234.30~干 13+661.77/右	3	施工期	噪声, 废气		/
115		楼子冲居民点 6#	107.713074	30.117334	居民	约 15 户 55 人	干 13+721.36~干 14+552.43/左	83	施工期	噪声, 废气		/
116		楼子冲居民点 7#	107.710140	30.115693	居民	约 2 户 6 人	干 13+721.36~干 14+552.43/右	24	施工期	噪声, 废气		/
117		楼子冲居民点 8#	107.711509	30.114378	居民	约 7 户 18 人	干 13+721.36~干 14+552.43/左	8	施工期	噪声, 废气		/
118		楼子冲居民点 9#	107.708366	30.113057	居民	约 3 户 12 人	干 13+721.36~干 14+552.43/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
119		楼子冲居民点 10#	107.707430	30.110197	居民	约 4 户 13 人	干 14+552.43~干 14+760.99/右	3	施工期	噪声, 废气		/
120		楼子冲居民点 11#	107.709335	30.122836	居民	约 6 户 20 人	干 13+234.30~干 13+661.77/右	102	施工期	噪声, 废气		
121		楼子冲居民点 12#	107.709035	30.120819	居民	约 15 户 50 人	干 13+234.30~干 13+661.77/右	10	施工期	噪声, 废气		
122		楼子冲居民点 13#	107.708241	30.118920	居民	约 2 户 8 人	干 13+234.30~干 13+661.77/右	80	施工期	噪声, 废气		
123		南桥村居民点 1#	107.705345	30.108597	居民	约 7 户 25 人	干 14+760.99~干 15+273.39/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		灌区 4#渣场旁
124		南桥村居民点 2#	107.703530	30.108841	居民	约 16 户 40 人	干 14+760.99~干 15+273.39/右	18	施工期	噪声, 废气		灌区 4#渣场旁
125		南桥村居民点 3#	107.702831	30.106952	居民	约 3 户 10 人	干 14+760.99~干 15+273.39/右	144	施工期	噪声, 废气		灌区 4#渣场旁
126		南桥村居民点 4#	107.704953	30.110828	居民	约 10 户 35 人	干 14+760.99~干 15+273.39/右	107	施工期	噪声, 废气		
127		老君山居民点 1#	107.706107	30.099861	居民	约 1 户 3 人	干 15+823.51 干 16+201.04/右	110	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
128		老君山居民点 2#	107.707823	30.099362	居民	约 4 户 11 人	干 15+823.51 干 16+201.04 紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		老君山隧洞顶部
129		老君山居民点 3#	107.707711	30.098554	居民	约 1 户 2 人	干 15+823.51 干 16+201.04/右	4	施工期	噪声, 废气		/
130		老君山居民点 4#	107.709881	30.098536	居民	约 4 户 14 人	干 15+823.51 干 16+201.04/左	53	施工期	噪声, 废气		/
131		老君山居民点 5#	107.709018	30.097580	居民	约 5 户 18 人	干 15+823.51 干 16+201.04/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		老君山隧洞顶部
132		老君山居民点 6#	107.710726	30.093939	居民	约 1 户 3 人	干 16+525.23~干 17+498.10/左	16	施工期	噪声, 废气		/
133		老君山居民点 7#	107.713256	30.091558	居民	约 1 户 3 人	干 16+525.23~干 16+599.30/左	153	施工期	噪声, 废气		/
134		老君山居民点 8#	107.710028	30.089128	居民	约 3 户 11 人	干 16+525.23~干 17+498.10/右	143	施工期	噪声, 废气		/
135		老君山居民点 9#	107.711671	30.089288	居民	约 1 户 3 人	干 16+525.23~干 17+498.10 右	10	施工期	噪声, 废气		/
136		老君山居民点 10#	107.712529	30.088926	居民	约 3 户 10 人	干 16+525.23~干 17+498.10/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		老君山隧洞顶部
137		老君山居民点 11#	107.718075	30.090593	居民	约 4 户 15 人	干 16+525.23~干 17+498.10/左	122	施工期	噪声, 废气		灌区 5#渣场旁
138		老君山居民点 12#	107.718269	30.089331	居民	约 6 户 20 人	干 16+525.23~干 17+498.10/左	20	施工期	噪声, 废气		灌区 5#渣场旁
139		老君山居民点 13#	107.717175	30.087206	居民	约 5 户 18 人	干 16+525.23~干 17+498.10/左	124	施工期	噪声, 废气		灌区 5#渣场旁
140	右支管	蹇家沟居民点 1#	107.686231	30.169565	居民	约 7 户 20 人	右支 0+000.00~右支 315.13/右	48	施工期	噪声, 废气		/
141		蹇家沟居民点 2#	107.683861	30.164352	居民	约 6 户 18 人	右支 0+605.29~右支 1+019.39/左	18	施工期	噪声, 废气		/
142		蹇家沟居民点 3#	107.683187	30.162450	居民	约 2 户 5 人	右支 0+605.29~右支 1+019.39/左	159	施工期	噪声, 废气		/
143		蹇家沟居民点 4#	107.681295	30.162277	居民	约 2 户 6 人	右支 0+605.29~右支 1+019.39/左	53	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
144		蹇家沟居民点 5#	107.679694	30.161167	居民	约 3 户 10 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	10	施工期	噪声, 废气		/
145		蹇家沟居民点 6#	107.681179	30.160648	居民	约 8 户 25 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	148	施工期	噪声, 废气		/
146		蹇家沟居民点 7#	107.678607	30.158941	居民	约 6 户 15 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	7	施工期	噪声, 废气		/
147		蹇家沟居民点 8#	107.679590	30.158893	居民	约 3 户 12 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	147	施工期	噪声, 废气		/
148		蹇家沟居民点 9#	107.678563	30.157299	居民	约 2 户 6 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	152	施工期	噪声, 废气		/
149		蹇家沟居民点 10#	107.676256	30.156391	居民	约 1 户 2 人	右支 1+019.39~右支 1+905.36/左	62	施工期	噪声, 废气		/
150		罗家场村居民点 1#	107.671459	30.152841	居民	约 2 户 5 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/右	32	施工期	噪声, 废气		/
151		罗家场村居民点 2#	107.672256	30.150589	居民	约 2 户 5 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/左	138	施工期	噪声, 废气		/
152		罗家场村居民点 3#	107.670398	30.149909	居民	约 8 户 27 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/左	12	施工期	噪声, 废气		/
153		罗家场村居民点 4#	107.673285	30.149312	居民	约 100 户 400 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/左	18	施工期	噪声, 废气		
154		罗家场村居民点 5#	107.674744	30.150503	居民	约 3 户 10 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/左	24	施工期	噪声, 废气		
155		罗家场村居民点 6#	107.676353	30.151619	居民	约 2 户 7 人	右支 2+432.06~右支 2+810.00/左	60	施工期	噪声, 废气		
156	左支管	双岔河村居民点 1#	107.719847	30.190842	居民	约 9 户 30 人	左支 936.64~左支 1200.00/左	20	施工期	噪声, 废气		/
157		双岔河村居民点 2#	107.718960	30.190007	居民	约 2 户 6 人	左支 936.64~左支 1200.00/紧邻	紧邻	施工期	噪声, 废气		/
158		双岔河村居民点 3#	107.718703	30.189406	居民	约 4 户 15 人	左支 936.64~左支 1200.00/右	6	施工期	噪声, 废气		/
159		双岔河村居民点 4#	107.719878	30.189143	居民	约 3 户 10 人	左支 936.64~左支 1200.00/左	66	施工期	噪声, 废气		/

序号	项目	环境保护目标	经度	纬度	保护对象	保护内容	相对施工场界方位	相对施工厂界最近距离(m)	影响时段	影响因素	环境功能区	备注
160		双岔河村居民点 5#	107.718644	30.188092	居民	约 9 户 32 人	左支 936.64~左支 1200.00/右	62	施工期	噪声, 废气		/
161		双岔河村居民点 6#	107.717549	30.188618	居民	约 4 户 15 人	左支 936.64~左支 1200.00/右	124	施工期	噪声, 废气		/

1.8.6 环境保护目标

根据环境影响特征以及环境敏感程度，确定项目环境保护总体目标为：

（1）地表水环境

施工期施工污废水和生活污水收集后全部回收利用，不外排地表水体；运行期管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。不改变飞龙河评价段水域功能，维持《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中相应的水质标准。

（2）地下水环境

做好施工期、运行期各类污废水的收集处理工作，降低下渗风险。确保项目所在地的地下水环境满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准。不因工程的建设而降低地下水环境质量，或使当地水资源利用情况发生改变。

（3）大气环境

施工期落实各项抑尘措施，区域环境空气质量不因本项目的建设而降低，满足二类功能区相应标准的限值要求。

（4）声环境

做好施工噪声的防治工作，尽量不扰民，区域声环境功能不因本项目建设而发生改变。

（5）土壤环境

做好危废贮存点、污废水处置设施等区域的防渗工作，降低下渗风险。确保项目所在地的土壤环境满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表1建设用地土壤污染风险筛选值要求和《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表1农用地土壤污染风险筛选值要求。

（6）生态环境

加强项目水土保持设计，做好项目影响区内的施工迹地植被恢复工作，使项目扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、植被恢复率、林草覆盖率等指标满足要求，尽最大努力保护当地的生态环境。

1.8.7 库周外环境

(1) 集雨范围主要情况

拟建飞龙水库位于丰都县渠溪河右岸一级支流飞龙河，根据现状调查，拟建工程集雨范围内无现状水库工程，无饮用水水源取水口，相关的水利设施有 4 处，飞龙一级电站（双河口水库）、东足电站、木洞一级电站、木洞二级电站；与拟建工程相互关系见表 1.8-3。

表 1.8-3 飞龙水库集雨范围有关水利设施

序号	水利设施名称	现状	处理方式	相互位置	主要特征
1	飞龙一级电站（双河口水库）	运行中	/	本项目库区上游集雨范围，坝址上游约 3.2km 处	设计水头 29m，引用流量 1.9m ³ /s，装机 400kW，年利用小时 4145h，设计年发电量 165.8 万 kW·h，正常尾水位 379.20m。
2	东足电站	运行中	/	本项目库区上游集雨范围，坝址上游约 3.2km 处，飞龙一级电站下游 10m 处	设计水头 28m，引用流量 1.9m ³ /s，装机 400kW。
3	木洞一级电站	运行中	一次性货币补偿后拆除	飞龙水库淹没区范围内	设计水头 10.5m，设计流量 0.9m ³ /s，装机容量 350kW，年利用小时 5000h，设计年发电量 175 万 kW·h，正常尾水位 367.80m。
4	木洞二级电站	运行中	一次性货币补偿后拆除	飞龙水库淹没区范围内	设计水头 14.85m，设计流量 0.95m ³ /s，装机容量 500kW，年利用小时 5000h，设计年发电量 250 万 kW·h，正常尾水位 352.0m。

本项目库区淹没范围的木洞一级电站和木洞二级电站采取资产评估核算后一次性补偿后拆除处理。

(2) 减水河段主要情况调查

本项目建成后坝后将形成减水河段约 4.4km。坝下减水河段沿河两岸目前为农村，无大型工矿企业，坝址下游约 0.6km 处有飞龙三级电站和 3.4km 处有雪神滩电站。坝下减水河段分布场镇主要为董家镇，减水河段影响范围内的主要用水户涉及董家镇的部分农业用水，不涉及生活取水。

飞龙三级电站和雪神滩电站现状均为正常运行中，鉴于飞龙水库建成蓄水后下游水量会减少，但对飞龙三级电站和雪神滩电站影响有限，现有发电站机组仍能正常发电，

对飞龙三级电站和雪神滩电站采取剩余寿命周期内损失电量的费用一次性补偿，均已签订补偿协议，见附件 20 和 21。董家镇水厂位于丰都县董家镇，水厂设计规模为 0.3 万 m³/d，水厂高程 500m，主要为董家场镇 0.33 万人的生活、生产用水提供保障。水厂水源为隆家沟水库。隆家沟水库位于渠溪河右岸陈家沟，不在减水河段内，减水河段场镇不从飞龙河取水。

1.9 与法律法规的符合性分析

1.9.1 与《中华人民共和国水法》符合性分析

本项目与《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）中相关内容符合性分析见表 1.9-1。

表 1.9-1 与《中华人民共和国水法》符合性分析一览表

序号	《中华人民共和国水法》相关内容	本项目情况	符合性分析
1	第十四条 国家制定全国水资源战略规划。开发、利用、节约、保护水资源和防治水害，应当按照流域、区域统一制定规划。	本项目飞龙水库属于《渠溪河流域重庆市渠溪河流域综合规划报告》中的中型水库。	符合
2	第二十七条 国家鼓励开发、利用水运资源。在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼、过船、过木设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施，并妥善安排施工和蓄水期间的水生生物保护、航运和竹木流放，所需费用由建设单位承担。	本项目不涉及在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，施工、初期蓄水和运行期本项目采取了水生生物保护措施，下泄生态基流等。	符合
3	第二十八条 任何单位和个人引水、截（蓄）水、排水，不得损害公共利益和他人的合法权益。	本项目建设未损害公共利益和他人的合法权益。	符合
4	第二十九条 国家对水工程建设移民实行开发性移民的方针，按照前期补偿、补助与后期扶持相结合的原则，妥善安排移民的生产和生活，保护移民的合法权益。移民安置应当与工程建设同步进行。建设单位应当根据安置地区的环境容量和可持续发展的原则，因地制宜，编制移民安置规划，经依法批准后，由有关地方人民政府组织实施。所需移民经费列入工程建设投资计划。	飞龙水库工程建设征地范围内人员安置对象 480 人，均采用养老保险安置；共需搬迁 54 户 201 人，全部采取住房货币补偿安置，所需移民经费列入工程建设投资计划。	符合
5	第三十四条 禁止在饮用水水源保护区内设置排污口。在江河、湖泊新建、改建或者扩大排污口，应当经过有管辖权的水行政主管部门或者流域管理机构同意，由环境保护行政主管部门负责对该建设项目的环境影响报告书进行审批。	本项目未在饮用水水源保护区内设置排污口。	符合

由上表可知，本项目建设符合《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）中相关内容。

1.9.2 与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析

本项目与《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日施行）符合性分析见表 1.9-2。

表 1.9-2 与《中华人民共和国水污染防治法》相关规定符合性分析

序号	相关要求	本项目情况	符合性
1	第三条 水污染防治应当坚持预防为主、防治结合、综合治理的原则，优先保护饮用水水源，严格控制工业污染、城镇生活污染，防治农业面源污染，积极推进生态治理工程建设，预防、控制和减少水环境污染和生态破坏。 第五十七条 在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。 第五十八条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设	本项目不涉及饮用水水源保护区，项目建成后具有饮用水供水功能，因此库区及集雨范围内的污染防治是工程运行期间的重要工作，工程建设单位将按照相关规范，配合相关部门对库区水污染进行清理，确保水质不受影响。	符合

序号	相关要求	本项目情况	符合性
	项目：已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。 第五十九条 禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。 第六十条 禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。 第六十一条 县级以上地方人民政府应当根据保护饮用水水源的实际需要，在准保护区内采取工程措施或者建造湿地、水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体，确保饮用水安全。 第六十二条 饮用水水源受到污染可能威胁供水安全的，环境保护主管部门应当责令有关企业事业单位采取停止或者减少排放水污染物等措施。 第六十三条 国务院和省、自治区、直辖市人民政府根据水环境保护的需要，可以规定在饮用水水源保护区内，采取禁止或者限制使用含磷洗涤剂、化肥、农药以及限制种植养殖等措施。		

由上表分析可知，本项目符合《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）中的相关要求。

1.9.3 与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析

本项目与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析见表 1.9-3。

表 1.9-3 与《中华人民共和国长江保护法》相关规定符合性分析

序号	相关要求	本项目情况	符合性
1	第二十九条 规定长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要。 第三十五条规划长江流域县级以上地方人民政府及其有关部门应当合理布局饮用水水源取水口，制定饮用水安全突发事件应急预案，加强饮用水备用应急水源建设，对饮用水水源的水环境质量进行实时监测。	本项目根据渠溪河流域综合规划的要求进行设计，优先保证城乡居民生活用水，项目设置下泄生态流量措施；本项目建成后为饮用水水源，按要求划定饮用水水源保护区。	符合

由上表分析可知，本项目符合《中华人民共和国长江保护法》中的相关要求。

1.9.4 与《长江水生生物保护管理规定》符合性分析

本项目与《长江水生生物保护管理规定》符合性分析见表 1.9-4。

表 1.9-4 与《长江水生生物保护管理规定》相关规定符合性分析

序号	相关要求	本项目情况	符合性
1	第十六条 在长江流域水生生物重要栖息地应当实施生态环境修复和其他保护措施。 对鱼类等水生生物洄游或种质交流产生阻隔的涉水工程,建设或运行单位应当结合实际采取建设过鱼设施、河湖连通、生态调度、灌江纳苗、基因保存、增殖放流、人工繁育等多种措施,充分满足水生生物洄游、繁殖、种质交流等生态需求。	水库坝址下游减水河段,飞龙河汇入渠溪河汇口处有 1 产卵场,为双叉子产卵场,属于鲤、鲫等产粘草基质卵鱼类产卵场,属于重要水生生物小型产卵场,为重要生境,评价范围内无其他重要水生生物规模化产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道分布。结合《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》相关要求,本工程不考虑设置过鱼设施,工程建成运行造成部分鱼类资源量减少,通过采取增殖放流可以有效减缓鱼类资源影响和生态补偿措施。	符合
2	第十八条 长江流域涉水开发规划或建设项目应当充分考虑水生生物及其栖息地的保护需求,涉及或可能对其造成影响的,建设单位在编制环境影响评价文件和开展公众参与调查时,应当书面征求农业农村主管部门的意见,并按有关要求专题论证。 涉及珍贵、濒危水生野生动植物及其重要栖息地、水产种质资源保护区的,由长江流域省级人民政府农业农村主管部门组织专题论证;涉及国家一级重点保护水生野生动植物及其重要栖息地或国家级水产种质资源保护区的,由农业农村部组织专题论证。	建设单位已编制《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》了并取得了“丰都县农业农村委员会关于原则上同意《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》的批复”。	符合
3	第十九条 建设项目对水生生物及其栖息地造成不利影响的,建设单位应当编制专题报告,根据批准的环境影响评价文件及批复要求,落实避让、减缓、补偿、重建等措施,与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用,并在稳定运行一定时期后对其有效性进行周期性监测和回顾性评价,提出补救方案或者改进措施。 建设项目所在地县级以上地方人民政府农业农村主管部门应当对生态补偿措施的实施进展和落实效果进行跟踪监督。	建设单位已编制《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》了并取得了“丰都县农业农村委员会关于原则上同意《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》的批复”。 建设单位应根据本报告及批复要求落实避让、减缓、补偿、重建等措施,与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用,并在稳定运行一定时期后对其有效性进行周期性监测和回顾性评价,提出补救方案或者改进措施。	符合

由上表分析可知，本项目符合《长江水生生物保护管理规定》中的相关要求。

1.10 相关政策及规划符合性分析

1.10.1 与国家产业政策符合性分析

丰都县飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型水利工程，包括枢纽工程和输水工程两部分，本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中二、水利 1.水资源利用和优化配置：综合利用水利枢纽工程，2.节水供水工程：灌区及配套设施建设。

因此本项目符合国家产业政策要求。

1.10.2 与《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》符合性分析

根据《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1 号），突出加强农田水利等薄弱环节建设，加快推进西南等工程性缺水地区重点水源工程建设，坚持蓄引提与合理开采地下水相结合，以县域为单元，尽快建设一批中小型水库、引提水和连通工程，支持农民兴建小微型水利设施，显著提高雨洪资源利用和供水保障能力，基本解决缺水城镇、人口较集中乡村的供水问题。

本项目位于重庆市丰都县，属于西南工程性缺水地区，为中型水库，项目建成后，总可供水量 2433 万 m³，其中丰都名山组团城市供水 1487 万 m³，董家集镇供水 32 万 m³，灌区农村人饮供水 115 万 m³，灌溉供水 799 万 m³。

1.10.3 与《长江经济带生态环境保护规划》（环规财〔2017〕88 号）的符合性分析

本评价根据《长江经济带生态环境保护规划》（环规财〔2017〕88 号），结合飞龙水库工程相关内容，分析与“保护规划”的协调性和符合性，具体见表 1.10-1。

表 1.10-1 与“保护规划”协调、符合性分析一览表

序号	“保护规划”主要内容	本项目相应内容	符合性分析
1	分区保护重点：上游区包括重庆、四川、贵州、云南等省市，区域水土流失、荒漠化严重，矿产资源开发等带来的环境污染和生态破坏问题突出，大城市及周边污染形势严峻。应重点加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开发，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、金沙江中下游、嘉陵江流	项目为水利项目，均对规划区水域水质保护有直接或间接作用，有利于水环境改善；同时根据规划水资源利用项目的要求，对坝址上游及减水河段的污染物减排、截留、处理均提出反馈建议和要求，明	符合

序号	“保护规划”主要内容	本项目相应内容	符合性分析
	域、沱江流域、乌江中上游、三峡库区等区域水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善。	确具体事宜和时间要求，对于水质改善也有积极的推动作用	
2	推进重点领域节水。大力推进农业、工业、城镇节水，建设节水型社会。强化农业节水，优化农业种植结构，加快实施大中型灌区节水改造和南方节水减排区域规模化高效节水灌溉行动。推广和普及田间节水技术，开辟抗旱水源，科学调度抗旱用水。到 2020 年，农田灌溉水有效利用系数达到 0.529 以上。强化工业节水，以南京、武汉、长沙、重庆、成都等城市为重点，实施高耗水行业生产工艺节水改造，降低单位产品用水量。	项目为水利项目，保证灌溉区域用水可用，提高用水效率；同时提出反馈建议，包括农业灌溉采用滴灌、喷灌等方式，以提高水资源利用效率。	符合
3	统筹流域水资源开发利用。重庆、贵州、云南等省市水利基础设施建设要与生态环境保护相协调，落实生态环境保护措施，加快水资源配置工程建设，解决部分地区工程型缺水问题，提升城乡供水保障。努力恢复长江下游地区百湖千田万沟塘的容水纳水能力，加强污水深度处理，加大再生水开发利用力度，促进解决长江口、平原河网等局部地区缺水问题。	项目属于水利项目，提出了相应的生态环境保护措施，解决了局部地区缺水问题	符合
4	开展水土流失综合治理。建设沿江、沿河、环湖水资源保护带和生态隔离带，增强水源涵养和水土保持能力。加强云南、贵州、四川、重庆、湖北等省市中上游地区的坡耕地水土流失治理。以金沙江中下游、嘉陵江上游、乌江流域、三峡库区、丹江口库区、洞庭湖、鄱阳湖等区域为重点，实施小流域综合治理和崩岗治理，加快推进丹江口、三峡库区等重要水源保护区生态清洁小流域建设。	项目对实施中的水土保持等方面提出反馈建议。	符合

由上表可知，本项目符合《长江经济带生态环境保护规划》总体指导思想和分项要求。

1.10.4 与《重庆市产业投资准入工作手册》（渝发改投资〔2022〕1436 号）的符合性

根据《重庆市产业投资准入工作手册》（渝发改投资〔2022〕1436 号）及其附件《重庆市产业投资准入政策汇总表》，本项目位于渝东北三峡库区城镇群，不属于其中划定的不予准入和限制准入类别项目。

2024 年 9 月建设单位取得了《重庆市发展和改革委员会关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告的批复》（渝发改农经〔2024〕1096 号）（见附件 2），因此，项目

的建设符合《重庆市发展和改革委员会关于印发重庆市产业投资准入工作手册的通知》（渝发改投资〔2022〕1436号）的相关产业要求。

1.10.5 与《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022年版）》的符合性分析

根据《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则》的通知（川长江办〔2022〕17号），本项目与负面清单符合性见下表 1.10-2。

表 1.10-2 与《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》符合性分析一览表

序号	相关要求	项目情况	符合性
1	第五条：禁止新建、改建和扩建不符合全国港口布局规划，以及《四川省内河水运发展规划》《泸州—宜宾—乐山港口群布局规划》《重庆港总体规划（2035年）》等省级港口布局规划及市级港口总体规划的码头项目。	本项目不属于港口或码头项目。	符合
2	第六条：禁止新建、改建和扩建不符合《长江干线过江通道布局规划（2020—2035年）》的过长江通道项目（含桥梁、隧道），国家发展改革委同意过长江通道线位调整的除外。	本项目不属于过长江通道项目（含桥梁、隧道）。	符合
3	第七条：禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。自然保护区的内部未分区的，依照核心区和缓冲区的规定管控。	本项目不涉及自然保护区，不属于旅游或者生产经营项目。	符合
4	第八条：禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜区资源保护无关的项目。	本项目不涉及风景名胜区。	符合
5	第九条：禁止在饮用水水源准保护区的岸线和河段范围内新建、扩建对水体污染严重的建设项目，禁止改建增加排污量的建设项目。	本项目不涉及饮用水水源准保护区。	符合
6	第十条：饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内，除遵守准保护区规定外，禁止新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目；禁止从事对水体有污染的水产养殖等活动。	本项目不涉及饮用水水源二级保护区。	符合
7	第十一条：饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内，除遵守二级保护区规定外，禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。	本项目不涉及饮用水水源一级保护区。	符合
8	第十二条：禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围湖造地或挖沙采石等投资建设项目。	本项目不涉及水产种质资源保护区。	符合
9	第十三条：禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内开（围）垦、填埋或者排干湿地，截断湿地水源，挖沙、采矿，倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾，从事房地产、度假村、高尔夫球场、风力发电、光伏发电等任何不符合主体功	本项目不涉及国家湿地公园。	符合

序号	相关要求	项目情况	符合性
	能定位的建设项目和开发活动，破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道。		
10	第十四条：禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和岸线保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。	本项目不在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和岸线保留区内。	符合
11	第十五条：禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	本项目不涉及《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区。	符合
12	第十六条：禁止在长江流域江河、湖泊新设、改设或者扩大排污口，经有管辖权的生态环境主管部门或者长江流域生态环境监督管理机构同意的除外。	本项目不涉及新设、改设或者扩大排污口。	符合
13	第十七条：禁止在长江干流、大渡河、岷江、赤水河、沱江、嘉陵江、乌江、汉江和 51 个（四川省 45 个、重庆市 6 个）水生生物保护区开展生产性捕捞。	本项目不涉及生产性捕捞。	符合
14	第十八条：禁止在长江干支流、重要湖泊岸线 1 公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。	本项目不属于化工项目。	符合
15	第十九条：禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本项目不属于新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库。	符合
16	第二十条：禁止在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建设尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库。	本项目不属于尾矿库、冶炼渣库、磷石膏库。	符合
17	第二十一条：禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	本项目不属于新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	符合
18	第二十二条：禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。	本项目不属于国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。	符合
19	第二十三条：禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。对《产业结构调整指导目录》中淘汰类项目，禁止投资；限制类的新建项目，禁止投资，对属于限制类的现有生产能力，允许企业在一定期限内采取措施改造升级。	本项目不属于落后产能项目。	符合
20	第二十四条：禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。对于不符合国家产能置换要求的严	本项目不属于严重过剩产能行业的项目。	符合

序号	相关要求	项目情况	符合性
	重过剩产能行业，不得以其他任何名义、任何方式备案新增产能项目。		
21	第二十五条：禁止建设以下燃油汽车投资项目（不在中国境内销售产品的投资项目除外）： （一）新建独立燃油汽车企业； （二）现有汽车企业跨乘用车、商用车类别建设燃油汽车生产能力； （三）外省现有燃油汽车企业整体搬迁至本省（列入国家级区域发展规划或不改变企业股权结构的项目除外）； （四）对行业管理部门特别公示的燃油汽车企业进行投资（企业原有股东投资或将该企业转为非独立法人的投资项目除外）。	本项目不属于燃油汽车投资项目。	符合
22	第二十六条：禁止新建、扩建不符合要求的高耗能、高排放、低水平项目。	本项目不属于高耗能、高排放、低水平项目。	符合

由上表可知，本项目符合《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则（试行，2022年版）》（川长江办〔2022〕17号）中相关要求。

1.10.6 与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2016〕114号）符合性分析

本项目与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2016〕114号）符合性分析见下表 1.10-3。

表 1.10-3 项目与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》符合性分析

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
1	项目符合资源与环境保护相关法律法规和政策，与主体功能区规划、生态功能区划等相协调，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足流域综合规划、水资源综合规划、水资源开发利用（含供水）规划、工程规划、流域水污染防治规划、流域生态保护规划等相关规划、规划环评及审查意见要求。 项目符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水（环境）功能区限制纳污控制等相协调。充分考虑调出区经济社会发展和生态环境用水需求，调	本项目符合重庆市、丰都县相关法律法规和政策，与主体功能区规划、生态功能区划等相协调。 本项目属于渠溪河流域，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足《重庆市渠溪河流域综合规划报告》《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》及其审查意见的要求。本项目符合《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025年）》《重庆市	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	水量不得超出调出区水资源利用上限，受水区水资源配置与区域水资源水环境承载能力相适应。	丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》和《丰都县飞龙河“一河一策”方案》等水污染防治相关规划要求。根据《重庆市人民政府办公厅关于调整各区县 2030 年用水总量控制目标的通知》（渝府办发〔2021〕147 号），2030 年丰都县用水总量为 20079 万 m ³ 。2030 年渠溪河流域用水总量目标 4344 万 m ³ ，其中丰都县渠溪河流域境内用水总量目标为 3810 万 m ³ ，未超出 2030 年丰都县用水总量红线。项目与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水（环境）功能区限制纳污控制等相协调。	
2	工程选址选线、施工布置和水库淹没原则上不得占用自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区内法律法规禁止占用的区域和已明确作为栖息地保护区域，并与饮用水水源保护区的有关保护要求相协调。	本项目不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区域，且与饮用水水源保护区的有关保护要求相协调。	符合
3	项目调水和水库调蓄造成调出区取水枢纽下游水量减少和水文情势改变且带来不利影响的，在统筹考虑满足下游河道水生生态、水环境、景观、湿地等生态环境用水及生产、生活用水需求的基础上，提出了调水总量和过程控制、输水线路或末端调蓄能力保障、生态流量泄放、生态（联合）调度等措施，明确了生态流量泄放和在线监测设施以及管理措施等内容。针对水库下泄或调出低温水、泄洪造成的气体过饱和等导致的不利生态环境影响，提出了分层取水、优化泄洪形式或调度方式、管理等措施。根据水质管理目标要求，提出了水源区污染源治理、库底环境清理、污水处理等水质保障措施；兼顾城乡生活供水任务的，还提出了划定饮用水水源保护区、设置隔离防护带等措施。	本项目汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量，鱼类繁殖期 3-4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量，设置了生态流量下泄措施，并要求安装生态流量监控设施，可满足坝后减水河段水生生态、水环境等生态环境用水及生产、生活用水需求。项目低温水影响较小，采取了分层取水措施；根据水质管理目标要求，提出了水源区污染源治理、库底环境清理、污水处理等水质保障措施。	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
4	根据输水线路水环境保护需求，提出了划定饮用水水源保护区、源头治理、截污导流、河道清淤或建设隔离带等措施，保障输水水质达标。输水河湖具有航运、旅游等其他功能且可能对水质安全带来不利影响的，提出了不得影响输水水质的港口码头选址建设要求、制定限制或禁止运输的货物种类目录、船舶污染防治和水污染防治措施。	本项目为中型水库，不具有航运、旅游等其他功能；本项目具有城乡供水功能，因此本项目提出了运行期水库的隔离设施和截污导流措施要求，保障输水水质达标。	符合
5	受水区水污染治理以改善水环境质量为目标，遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，并有经相关地方人民政府认可的水污染防治相关规划作为支撑。	本项目为水库工程项目，建成后有利于流域水资源合理配置，有利于流域水环境改善。	符合
6	项目建设可能造成水库和输水沿线周边地下水位变化，引起土壤潜育化、沼泽化、盐碱化、沙化或植被退化演替等次生生态影响的，提出了封堵、导排、防护等针对性措施。	本项目建设不会造成水库和输水管道沿线周边地下水位变化，不会造成土壤潜育化、沼泽化、盐碱化、沙化或植被退化演替等。	符合
7	项目对鱼类等水生生物的生境、物种多样性及资源量等造成不利影响的，提出了优化工程设计及调度、栖息地保护、水生生物通道恢复、增殖放流、拦鱼等措施。栖息地保护措施包括干（支）流生境保留、生境修复（或重建）等，采用生境保留的应明确河段范围及保护措施。水生生物通道恢复措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，在必要的水工模型试验基础上，明确了过鱼对象、主要参数、运行要求等，且满足可研阶段设计深度要求。鱼类增殖放流措施应明确增殖站地点、增殖放流对象、放流规模、放流地点等。	拟建项目地表水评价范围内鱼类、水生植物资源较少，无珍稀鱼类“三场”。在木洞二级电站库区有小型越冬生境；评价范围内木洞二级电站坝下至飞龙洞瀑布、雪神滩电站至渠溪河为鱼类洄游生境；下游减水河段约4.4km 飞龙河汇入渠溪河汇口处有1处产卵场，为双叉子产卵场，属于鲤、鲫等产粘草基质卵鱼类产卵场，属重要生境，通过采取下泄生态流量和施工期避开鱼类越冬时期施工的措施，影响较小。	符合
8	项目对珍稀濒危和重点保护野生动、植物及其生境造成影响的，提出了优化工程布置和调度运行方案、合理安排工期、应急救护、建设或保留动物通道、移栽，就地保护或再造类似生境等避让、减缓和补偿措施。项目涉及风景名胜区等环境敏感区并对景观产生	本项目陆生生态评价范围内未发现国家级与重庆市级保护植物，未发现珍稀保护野生植物，无国家一级、二级重点保护野生动物，有重庆市重点保护野生动物5种，	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	影响的，提出了工程方案优化、景观塑造等措施。	其中两栖类 2 种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类 3 种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇；水生生态评价范围内，渠溪河发现有国家二级保护鱼类 1 种，为岩原鲤，重庆市重点保护鱼类 1 种，为方氏鲃，飞龙河汇入渠溪河口处有 1 处双叉子产卵场分布，为鲤、鲫等产粘草基质卵鱼类产卵场，属于重要生境。本次评价提出了优化工程布置和调度运行方案、合理安排工期、再造类似生境等避让、减缓和补偿措施；项目不涉及风景名胜區等环境敏感区。	
9	项目施工组织方案具有环境合理性，对料场、弃土（渣）场等施工场地提出了水土流失防治和施工迹地生态恢复等措施。根据环境保护相关标准和要求，对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出防治或处置措施。	本项目对弃渣场等提出了水土流失防治和施工迹地生态恢复等措施。根据环境保护相关标准和要求，对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出了防治或处置措施。	符合
10	项目移民安置涉及的农业土地开垦、移民安置区建设、企业迁建、专业项目改扩建工程等，其建设方式和选址具有环境合理性，对环境造成不利影响的，提出了生态保护、污水处理与垃圾处置等措施。针对城（集）镇迁建及配套的重大环保基础设施建设、重要交通和水利工程改扩建、污染型企业迁建等重大移民安置专项工程，依法提出了单独开展环境影响评价要求。	本项目移民安置采取货币补偿，不涉及新建、改扩建等专项工程。	符合
11	项目存在水污染、富营养化或外来物种入侵等环境风险的，提出了针对性风险防范措施和环境应急预案编制、与地方人民政府及其相关部门和受影响单位建立应急联动机制的要求。	本评价针对成库后的水污染、富营养化提出了防治措施，要求管理单位编制环境应急预案，定期演练，建立与地方人民政府的联动响应机制。	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
12	按相关导则及规定要求，制定了水环境、生态、土壤、大气、噪声等环境监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果开展环境影响后评价或优化环境保护措施的要求。根据需和相关规定，提出了环境保护设计、环境监理、开展科学研究等环境管理要求和相关保障措施。	本评价按相关导则要求制定了环境监测计划，明确了监测点位、因子、频次等，提出了环境管理要求。	符合
13	对环境保护措施进行了深入论证，具有明确的责任主体、投资、时间节点和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	本项目正在开展环评，对环境保护措施进行了深入论证。	符合

由上表可知，本项目符合《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评〔2016〕114号）中相关要求。

1.10.7 与《重庆市规划和自然资源局关于进一步加强占用永久基本农田管理的通知》（渝规资规范〔2020〕9号）符合性分析*

本项目与《重庆市规划和自然资源局关于进一步加强占用永久基本农田管理的通知》（渝规资规范〔2020〕9号）的符合性分析见表 1.10-4。

表 1.10-4 项目与《重庆市规划和自然资源局关于进一步加强占用永久基本农田管理的通知》符合性分析

序号	相关要求	本项目情况	符合性分析
1	一、严格建设占用补划永久基本农田（一）符合建设占用项目类型。一般建设项目不得占用永久基本农田。符合《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号）规定的重大建设项目，深度贫困地区、集中连片特困地区、国家扶贫开发工作重点县市级以下基础设施、易地扶贫搬迁、民生发展等建设项目，自然资源部同意按重大建设项目办理的紧急用地项目建设可占用永久基本农田。	本项目枢纽工程和输水工程永久占地不涉及占用永久基本农田。	符合
2	二、严格临时占用永久基本农田 （一）临时用地申请范围。临时用地一般不得占用永久基本农田，建设项目施工和地质勘查用地确实无法避让永久基本农田的，在不修建永久建（构）筑物、经复垦能恢复原种植条件的前提下，土地使用者按法定程序申请临时用地并编制土地复垦方案。	本项目施工临时用地占用基本农田确实无法避让，建设单位应按法定程序申请临时用地并编制土地复垦方案。	符合

因此，项目建设符合《重庆市规划和自然资源局关于进一步加强占用永久基本农田

管理的通知》（渝规资规范〔2020〕9号）相关要求。

1.10.8 与饮用水水源保护区相关要求及符合性分析

（1）饮用水水源保护区划分规定

根据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018），湖泊、水库型饮用水水源保护区划分见表 1.10-5。

表 1.10-5 饮用水水源保护区划分要求（中型水库）

保护区	水域范围	陆域范围
一级保护区	取水口半径不小于 300m 范围内的区域	采取地形边界法、缓冲区法或类比经验法确定。 小型和单一供水功能的湖泊、水库以及中小型水库为一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，或一定高程线以下的陆域，但不超过流域分水岭范围。
二级保护区	小型湖泊、中小型水库一级保护区边界外的水域面积设定为二级保护区	结合流域内主要环境问题采取不同的方法。包括环境问题分析方法、地形边界法和类比经验法。对于有防洪堤坝的，可以防洪堤坝为边界；环境问题分析方法适用于当面污染源为主要污染源时，二级保护区陆域沿岸纵深范围，主要依据自然地理、环境特征和环境管理的需要。

（2）饮用水水源保护区保护规定

本项目建成后，将划定水源保护区，届时将对于周边的项目具有较大制约性，本评价将相关要求列出，便于水库外项目选址和建设的参考。具体见下表 1.10-6。

表 1.10-6 饮用水水源保护区保护规定

法律、法规或相关文件	相关要求
《中华人民共和国水污染防治法》	第六十三条 国家建立饮用水水源保护区制度。饮用水水源保护区分为一级保护区和二级保护区；必要时，可以在饮用水水源保护区外围划定一定的区域作为准保护区。
	第六十四条 在饮用水水生态环境准入清单源保护区内，禁止设置排污口
	第六十五条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。 禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。
	第六十六条 禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。
《重庆市饮用水水源污染	第七条在地表水饮用水源准保护区内禁止下列行为：① 新设置排污口；②使用剧毒农药；③使用有毒物捕杀水生生物；④清洗船舶、车辆和装贮有毒有害物品的

法律、法规 或相关文件	相关要求
防治办法》	容器；⑤违反法律、法规规定的其他行为。
	第八条 在地表水饮用水源二级保护区内禁止下列行为： （一）本办法第七条（一）至（五）项所列行为； （二）新建、扩建污染饮用水源的建设项目以及改建增加排污量的建设项目； （三）超过国家或者本市规定的污染物排放标准排放污染物； （四）设立装卸垃圾、油类及其他有毒有害物品的码头； （五）设置水上经营性餐饮、娱乐设施和存放有毒有害物品的仓库、货栈。
	第九条 在地表水饮用水源一级保护区内禁止下列行为： （一）本办法第八条（一）至（五）项所列行为； （二）排放工业污水和生活污水； （三）堆存工业废渣、城镇垃圾及其他有害物品； （四）新设油库以及与供水无关的码头、趸船和锚地； （五）放养畜禽或从事水产养殖； （六）机动船舶在湖库保护区内行驶、作业； （七）旅游、游泳和从事其他可能污染饮用水源水体的活动。
“关于答复 全国集中式 饮用水水源 地环境保护 专项行动有 关问题的 函”（环办 环监函 （2018） 767 号）	关于饮用水水源保护区内的排污口——饮用水水源保护区内的排污口应拆除或关闭。
	关于饮用水水源保护区内的工业企业——饮用水水源保护区内排放污染物的工业企业应拆除或关闭。
	关于饮用水水源保护区内的旅游餐饮项目 ——饮用水水源保护区内农家乐、宾馆酒店、餐饮娱乐等项目应拆除或关闭。
	关于交通穿越活动 ——“饮用水水源二级保护区内乡级及以下道路和景观步行道应做好与饮用水水体的隔离防护，避免人类活动对水质的影响；县级及以上公路、道路、铁路、桥梁等应严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输，开展视频监控，跨越或与水体并行的路桥两侧建设防撞栏、桥面径流收集系统等应急防护工程设施。”
	关于农业面源污染 ——饮用水水源一级保护区内农业种植应严格控制农药、化肥等非点源污染，并逐步退出；饮用水水源二级保护区内农业种植和经济林应实行科学种植和非点源污染防治。 饮用水水源一级保护区内所有经营性的畜禽养殖活动应取缔，养殖设施应拆除。二级保护区内排放污染物的规模化畜禽养殖场应拆除或关闭；分散式畜禽养殖圈舍应做到养殖废物全部资源化利用，且尽量远离取水口，不得向水体直接倾倒畜禽粪便和排放养殖污水。 饮用水水源二级保护区内网箱养殖、坑塘养殖、水面围网养殖等活动，未采取有效措施防止污染水体的应取缔。

法律、法规 或相关文件	相关要求
	关于生活面源污染 ——原住居民住宅允许在饮用水水源保护区内保留，其产生的生活污水和垃圾必须收集处理；仅针对原住居民的非经营性新农村建设、安居工程建设项目，可以在饮用水水源二级保护区内保留，但产生的生活污水和垃圾必须进行收集处理。 为上述情形配套建设的污染治理设施可以在饮用水水源保护区内保留，但处理后的污水原则上引到保护区外排放，不具备外引条件的，可通过农田灌溉、植树、造林等方式回用，或排入湿地进行二次处理。

(3) 符合性分析

飞龙水库工程具有饮用水供水功能，因此库区及集雨范围内的污染防治是工程运行期间的重要工作，工程建设单位将按照相关规范，配合相关部门对库区水污染进行清理。饮用水源保护区内可能污染饮用水水体设施或建设项目禁止后，汇入库区的污染物大大减少，可以有效保护飞龙水库水源保护区的水质。

因此，工程建设与饮用水水源保护区相关规定是相符合的。

1.10.9 与《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》（渝府办发〔2021〕105 号）符合性分析

本项目与《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》（渝府办发〔2021〕105 号）相关内容的符合性分析见下表 1.10-7。

表 1.10-7 项目与重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）符合性分析

序号	相关内容	本项目情况	符合性
1	第四章 第二节 全面推进重庆水网建设，统筹配置生活、生产、生态用水，充分挖掘现有工程供水潜力，适度超前、提速规划建设一批强基础、增功能、利长远的水资源配置及骨干水库工程，加快已成、在建工程配套设施建设，构建以大中型为主、大中小微并举的水利工程配置网络体系，基本形成多源互补、区域互通、互为备用、集约高效、防洪保安、山清水绿、智慧智能的水资源安全保障格局。	本项目飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型水利工程，主要解决名山组团、董家集镇及灌区农村人饮用水需求，可向渠溪河流域内的董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇等 4 个乡镇所属 23 个村（居委）2.65 万亩农田提供灌溉水源。	符合

由上表可得，本项目建设符合《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》（渝府办发〔2021〕105 号）。

1.10.10 与《丰都县“十四五”水安全保障规划》（丰都府发〔2022〕2号）符合性分析

根据《丰都县“十四五”水安全保障规划》：4.2.1 全面构建丰都县骨干水网 按照“确有需要、生态安全、可以持续”的原则，适度超前、提速规划建设一批强基础、增功能、利长远的水资源配置及骨干水源工程，加快已成、在建工程配套设施建设，构建以中型水库为主、小型水库及引提水工程为辅的水源工程配置网络体系。以长江干流为界，长江以北区域衔接川渝东北一体化水资源配置网络，构建以**飞龙水库**、万寿水库两座中型水库为主的骨干水网，长江以南区域衔接渝南水资源配置网络，构建以枫香峡中型水库为主的骨干水网。

因此本项目建设符合《丰都县“十四五”水安全保障规划》（丰都府发〔2022〕2号）。

1.10.11 与《丰都县长江北岸片区水资源配置规划报告》的符合性分析

根据《丰都县长江北岸片区水资源配置规划报告》：丰都县长江北岸片区以**飞龙水库**为骨干水源，打通南北通道，构建丰都县长江北岸片区的水网配置格局。飞龙水库位于渠溪河支流飞龙河上，位于董家镇境内，水库总库容 1334 万 m^3 ，主要解决渠溪河流域右岸董家镇场镇生活用水，渠溪河流域两岸董家镇及周边三元、双龙、青龙共 4 个镇 355m 高程以下 2.65 万亩耕地的灌溉用水，以及灌区的农村人饮用水需求，余水调往名山组团用于生产生活用水。

因此本项目建设符合《丰都县长江北岸片区水资源配置规划报告》。

1.10.12 与《重庆市渠溪河流域综合规划报告》的符合性分析

根据《重庆市渠溪河流域综合规划报告》：至规划年 2035 年，渠溪河流域新增 3 座中型水库，2 座小（1）型水库，8 座小（2）型水库，新建提水工程及微小型水利工程，流域多年平均供水能力增加 5864 万 m^3 ，其中**飞龙水库**向流域外丰都城区名山组团多年平均外调水量 1384 万 m^3 。流域内水资源开发利用率由现状 6.68%提高到 17.78%。报告中指出：规划建设飞龙水库，飞龙水库位于渠溪河右岸一级支流飞龙河上，是一座以城乡供水、农业灌溉等综合利用的中型骨干水利工程，主要解决丰都县名山组团、董家集镇及灌区农村人饮用水需求。水库正常蓄水位 378.00m，死水位 355.00m，总库容 1334 万 m^3 ，多年平均供水量 2209 万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水 1387 万 m^3 ，董家集镇供水 31 万 m^3 ，灌区农村人饮供水 113 万 m^3 ，灌溉供水 678 万 m^3 。

本次设计中，飞龙水库的功能、任务、调水规模和选址选线均与《重庆市渠溪河流域综合规划报告》相一致。因此本项目建设符合《重庆市渠溪河流域综合规划报告》。

1.10.13 与《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》符合性及其审查意见符合性分析

受重庆市忠县水利局、丰都县水利局、涪陵区水利局委托，丰都县水利工程服务中心组织并委托重庆重大建设工程质量检测有限公司“重庆市渠溪河流域综合规划”的环境影响评价工作，编制完成了《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，并于 2025 年 1 月取得《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》(丰环函(2025) 2 号)。

(1) 与规划环评符合性分析

本项目与规划环评中生态环境管控要求符合性分析见表 1.10-8。

表 1.10-8 本项目与规划环评生态环境管控要求符合性分析表

类型	生态环境管控要求	本项目情况	符合性
生态保护红线	涉及生态保护红线内的规划项目应严格遵守相关法律法规的规定，与生态保护红线规定有冲突的项目，应优化平面布局方案，进行充分科学的论证，优先采取避让措施。必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动，依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复，应依法依规向有关行政主管部门履行生态保护红线的行政许可手续，强化减缓和补偿措施。	本项目不涉及生态保护红线。	符合
饮用水水源保护区	规划项目实施中应进一步核实项目与饮用水水源保护区的位置关系，按照相关法律法规的要求避让水源地一级保护区，禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。	本项目不涉及饮用水水源保护区。	符合
一般生态空间	一般生态空间严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。规划项目实施中应进一步核实项目与一般生态空间的位置关系，严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	本项目涉及丰都县一般生态空间-水土保持，复核相关管控要求，对生态系统结构稳定和生态功能影响较小。	符合
生态流量分析	为减小规划飞龙水库对下游飞龙河渠溪河汇入口产卵场的影响，本次评价建议规划飞龙水库在鱼类繁殖期 3-6 月，按照多年平均流量比例 20%下泄生态流量，可满足飞龙水库坝下河段基本生态功能繁殖期不低于“良好”状态的要求。	本项目汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量，鱼类繁殖	符合

类型	生态环境管控要求	本项目情况	符合性
		期 3-4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量。	

由上表分析可知，丰都县飞龙水库工程满足规划环评的要求。

(2) 与规划环评审查意见符合性分析

本项目与《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》（丰环函〔2025〕2 号）的符合性分析见表 1.10-9。

表 1.10-9 本项目与规划环评审查意见符合性分析

序号	规划优化调整建议及实施的主要意见	本项目	符合性分析
1	（一）坚持生态优先，绿色发展的理念。 规划应充分与忠县、丰都县、涪陵区生态环境分区管控成果相衔接，严禁不符合管控要求的各类开发建设活动。根据流域功能定位和环境目标，将流域生态保护和环境治理作为规划优先任务。规划具体建设工程实施涉及生态保护红线，在确定规划工程空间布局时，应重点关注规划工程与所涉生态环境敏感区、生态保护红线的位置关系，其开发建设活动应符合相应管理要求。流域范围内水库应按规定实施生态流量管控，并落实生态基流泄放和监控设施。加强规划工程建设期和运营期环境管理，严格生态环境保护和修复措施，改善流域生态环境质量，切实维护流域生物多样性、水源水质保护、水土保持等功能，确保实现生态优先、绿色发展。	本项目符合规划环评中提出的生态环境管控要求，符合丰都县“三线一单”管控要求；本项目设置了生态流量下泄措施，并要求安装生态流量监控设施，可满足坝后减水河段水生生态、水环境等生态环境用水及生产、生活用水需求；本项目建设期和运营期环境管理，严格落实生态环境保护和修复措施，改善流域生态环境质量，切实维护流域生物多样性、水源水质保护、水土保持等功能，确保实现生态优先、绿色发展。	符合
2	（二）严格控制流域开发强度，加强流域水环境质量保护。结合规划所在区域实际需求，优先满足流域生态环境用水，避免对流域生态环境产生不良影响。严格控制流域污染物排放量，强化规划工程施工期间及运行期间水环境污染防治措施。规划飞龙水库、永丰水库、青天水库、海螺沟水库等水源工程建成后应加强库区水质管理，防范库区出现富营养化情况。深化周边农村生活污水管控，促使流域内水环境呈良性发展。强化水环境风险防范，提高水环境突发事件应急处置能力，健全水环境风险管控机制，确保流域水环境质量达标和水环境安全。	本项目设置了生态流量下泄措施，并要求安装生态流量监控设施，可满足坝后减水河段水生生态、水环境等生态环境用水及生产、生活用水需求；本评价针对施工期间及运行期间可能产生的水环境污染提出防治措施；本评价针对成库后的水污染、富营养化提出了防治措施，要求管理单位编制环境应急	符合

	在规划实施过程中若木瓜洞断面、渠溪河水华监测断面水质出现异常，应暂缓实施规划的水源工程、提水工程或进行流域跟踪评价后方可继续实施。	预案，定期演练，建立与地方人民政府的联动响应机制。 本工程坝址距离下游木瓜洞断面约 58km，距渠溪河水华监测断面约 66km，工程施工不会对其有直接的影响，但工程施工期若木瓜洞断面、渠溪河水华监测断面水质出现异常，应暂缓施工或进行流域跟踪评价后方可继续实施。	
3	（三）严格落实生态环境保护措施。 强化生态环境保护，减缓对野生动物、自然植被和景观的影响。规划实施过程中应注重对地表植被的保护，施工结束后对施工现场进行清理恢复，尽可能恢复到原有景观面貌，对造成的生态损失进行修复或补偿。严格按照《外来入侵物种管理办法》《重点管理外来入侵物种名录》等文件相关要求，防范外来物种入侵，植被恢复应优先推荐当地的物种。	本评价提出了施工期和运行期的生态保护措施，减轻对野生动物、自然植被和景观的影响；施工结束后对施工现场进行清理恢复，尽可能恢复到原有景观面貌，对造成的生态损失进行修复或补偿。严格按照《外来入侵物种管理办法》《重点管理外来入侵物种名录》等文件相关要求，防范外来物种入侵，植被恢复应优先推荐当地的物种。	符合
4	（四）规范环境管理，积极推进环境影响跟踪监测。加强日常环境监管，执行建设项目环境影响评价和固定污染源排污许可制度。适时开展地表水、生态环境跟踪监测，落实环境影响跟踪监测计划。规划的实施范围、适用期限、规模、结构和布局等方面发生重大调整或修订的，应重新或者补充进行环境影响评价。	本次评价为建设项目环境影响评价，运行期提出了水质监测计划和污染源管控要求。	符合
5	（五）推进规划环评与建设项目环评的联动。 规划所包含的建设项目，应结合规划环评提出的指导意见做好环境影响评价工作，加强与规划环评的联动。项目环评在落实规划优化调整建议的基础上，应深入论证项目建设可能产生的水环境、水生生态及陆生生态的影响，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态修复或补偿方案，预防或者减轻项目实施可能产生的不良环境影响。政策规划符合性	本项目结合规划环评要求，重点分析论证项目建设可能产生的水环境、水生生态、陆生生态及对环境的影响；符合环境准入要求；制定了切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，减缓项目实施可能产生的不良	符合

	分析、选址的环境合理性和行性论证等内容可简化。	环境影响。	
6	规划实施的主要制约因素。渠溪河流域内已建水利水电工程对河流纵向连通性造成了一定的不利影响,为维护生态安全,规划实施过程中应将飞龙河河流纵向连通性指标作为重点考虑因素。	本项目修建后,将拆除现有的木洞一级电站、木洞二级电站,将提高飞龙河流域的纵向连通性指数,因此本项目的实施不会使飞龙河河流纵向连通恶化。	符合

由上表分析可知,丰都县飞龙水库工程满足《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》(丰环函〔2025〕2号)的要求。

1.10.14 与《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划(2021—2025年)》的符合性分析

本项目与《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划(2021—2025年)》符合性分析见下表 1.10-10。

表 1.10-10 项目与《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划(2021—2025年)》符合性分析

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
第十六节 推进农业农村污染防治			
1	加强农业种植面源污染防治。强化柑橘、榨菜、水稻等规模种植户技术指导,因地制宜推广配方施肥、有机无机配施、水肥一体化等化肥减量重点技术和抗病品种、绿色防控、专业化统防统治等农药减量重点技术,从源头控制农业种植污染。大力发展绿色农业,积极推广生态循环农业、有机农业、生态养殖。大力实施农业面源污染治理绿色防控工程,新建生态拦截构、生物拦截带、新建生态缓冲带等。在渠溪河丰都段建设坡耕地农田径流拦截与再利用工程,共新建蓄水池 7500m ³ ,共新建灌溉管网 38km。在渠溪河忠县段实施深入实施化肥农药减量工程,开展化肥农药减量培训、建立配方肥专销点、设立农药包装废弃物回收点等,积极推广有机肥替代化肥、测土配方施肥、统防统治、绿色防控等各项措施。	本项目采取严格控制集雨范围内的耕作面积,加强宣传教育,引导库岸居民合理科学施用化肥、农药,控制农业面源污染。	符合
2	深入开展养殖污染防治。优化调整畜禽养殖布局,促进养殖规模与资源环境相匹配,严	本项目根据《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》(丰环发	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	格执行禁养区、限养区、适养区“三区”管理规定。针对散户圈养家禽现状，划定圈养范围。加快推进畜禽粪污综合利用和无害化处理设施建设，推进畜禽养殖场雨污分流、干湿分离改造，加强养殖场污染治理设施运行和粪污还田利用全过程监管。以生产农家肥或商品有机肥、沼液还田、肥水利用等综合利用方式为重点，鼓励和引导第三方企业将畜禽养殖场（户）粪污进行专业集中处理。实施畜禽粪污综合利用和无害化处理工程，在拔山镇等 5 个乡镇新建畜禽粪污无害化处理设备设施，包括畜禽粪污收纳、处理、还田等储存空间、还田管网、雨污分流管网、设备设施等。加强忠县新立镇官坪村牛蛙养殖场等养殖基地环境监管。	（2020）5 号），确定将饮用水水源保护区饮用水水源地一级、二级保护区划入禁养区，执行 III 类水域功能的河流，包括飞龙河，河流水面及其 200 米陆域范围划入限养区。因地制宜采取各种措施，开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，大力推进养殖业和种植业紧密结合的都市农业生态工程建设，积极引导相关产业的发展，避免畜禽粪污直接或间接排入饮用水水源地。	
第十九节 有效保障河湖生态水量			
3	强化流域生态流量监管。继续保持对渠溪河内存在的 19 座水电站核定的生态基流进行管控，加强生态流量设施维护，加强生态流量泄放监管，完善水电站生态流量监管平台建设。加快建设生态流量控制断面的监测设施，提高重要水文断面生态流量在线监测设施覆盖率。依托现有水文站网和流域、区域水资源信息报送机制，逐步扩大河湖断面水资源监测信息接入范围。到 2025 年，保证流域河道生态基流不小于河段多年平均流量的 10%。	本项目生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。	符合
4	健全流域生态流量保障机制。制定并落实流域生态流量保障方案，明确流域生态流量目标、责任主体和主要任务、保障措施。结合流域生态流量常态化监测和管控，进一步健全监管与预警机制，及时发布预警信息，按照预案落实动态管理。建立流域生态流量保障管理机制，落实地方政府主体责任。	工程运行期间，水库管理单位应采取措施保证下放生态流量，将生态水量纳入年度水量调度计划，根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）、《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SL/T 820-2023）和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》等相关要求，本次汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30% 下泄生态流量，非汛期 10~2 月	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
		按不低于多年平均径流的 15% 下泄生态流量，鱼类繁殖期 3-4 月按不低于多年平均径流的 20% 下泄生态流量。	

由上表可得，本项目建设符合《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》。

1.10.15 与《丰都县水生态环境保护“十四五”规划》（丰都府办发〔2022〕22 号）的符合性分析

本项目与《丰都县水生态环境保护“十四五”规划》（丰都府办发〔2022〕22 号）符合性分析见下表 1.10-11。

表 1.10-11 项目与《丰都县水生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
第十三节 推进农业农村污染防治			
1	强化畜禽养殖污染防治。严格执行畜禽禁养区、限养区、适养区“三区”管理规定。限制部分养殖密集程度高的区域养殖发展；适养区按照“以地定畜、种养结合”的要求，依托种植业布局合理规划新增养殖场。推进畜禽养殖粪污资源化利用，以畜禽粪肥还田、制取沼气、制造有机肥等综合利用方式为重点，因地制宜推广粪污资源化利用。到 2025 年，畜禽粪污综合利用率达到 80%以上。	本项目根据《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》（丰环发〔2020〕5 号），确定将饮用水水源保护区饮用水水源地一级、二级保护区划入禁养区，执行 III 类水域功能的河流，包括飞龙河，河流水面及其 200 米陆域范围划入限养区。因地制宜采取各种措施，开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，大力推进养殖业和种植业紧密结合的都市农业生态工程建设，积极引导相关产业的发展，避免畜禽粪污直接或间接排入饮用水水源地。	符合
2	推进农业种植业污染防治。采取“精、调、改、替”技术路径，推广测土配方施肥技术，推进化肥减量增效技术模式，开展耕地土壤改良、地力培肥试点和化肥减量试验示范建设。围绕粮、油、果、茶、菜等农作物，推进种养结合，开展有机肥替代化肥试点。采用“控、替、精、统”技术路径，大力推进统防统治和绿色防控，构	本项目采取严格控制集雨范围内的耕作面积，加强宣传教育，引导库岸居民合理科学施用化肥、农药，控制农业面源污染。	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	建资源节约型、环境友好型病虫害可持续治理技术体系，实现农药减量控害，保障农业生产安全、农产品质量和生态环境安全。大力推进农作物秸秆肥料化、饲料化、能源化、原料化、基料化综合利用，建立废弃农膜和农业投入品包装废弃物回收利用制度，加快废弃农膜回收利用网络建设，形成乡镇（村）回收转运、区县集中分拣贮运、区域加工利用的回收利用体系。到 2025 年，主要农作物化肥利用率稳定在 40%以上，化肥、农药使用总量较 2020 年保持零增长或负增长。		
第十七节 有效保障河湖生态水量			
3	推进生态流量管理全覆盖。分期分批确定渠溪河、碧溪河、龙河、赤溪河等河流的生态流量、预警水位、早警水量（水位），作为流域水量调度的重要参考。加强江河湖库水量调度管理，完善水量调度方案，协调好生活、生产经营和生态环境用水。严格控制境内河流小水电开发，巩固全县小水电清理整顿成果，落实小水电下泄流量保障措施，强化小水电项目监管，确保下泄流量视频监控设施正常运行，确定水电站较多的龙河流域和渠溪河流域的生态流量实施方案。配合上级部门加强长江流域水量统一调度，切实保障长江干流、主要支流基本生态用水需求；深化水系连通运行管理，做好水库调度，增加枯水期下泄流量，确保生态用水比例只增不减。到 2025 年，生态流量管理措施全面落实，龙河、赤溪河等流域面积大于 100 平方公里的河流生态流量得到保障，不出现因水电站不泄放流量导致的断流。	本项目生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。	符合
4	健全河湖生态流量保障机制。落实河湖生态流量保障实施方案，将生态水量纳入日常运行调度规程、年度水量调度计划，建立常规生态调度机制，保证河湖生态流量。加强河湖生态流量监管，综合考虑水库和水电站调蓄能力、泄水建筑物等级、	工程运行期间，水库管理单位应采取措施保证下放生态流量，将生态水量纳入年度水量调度计划，根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）、《水利水电工程生态流量计算与泄放设	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	水库运行调度方式和下游河道用水需求，完善下泄流量保障措施，加强最小下泄流量监控。建立科学合理的闸坝联合调度体系，出台加强闸坝调度和流量调控办法，制定并实施水量调度管理方案，维持江河基本生态用水需求。加大水利工程建设力度，发挥好控制性水利工程在改善水质中的作用，重点保障河流枯水期生态基流。	计规范》（SL/T 820-2023）和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》等相关要求，本次汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量，鱼类繁殖期 3-4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量。	

由上表可得，本项目建设符合《丰都县水生态环境保护“十四五”规划》（丰都府办发〔2022〕22 号）。

1.10.16 与《丰都县飞龙河“一河一策”方案》（2019 年 3 月）的符合性分析

本项目与《丰都县飞龙河“一河一策”方案》（2019 年 3 月）符合性分析见下表 1.10-12。

表 1.10-12 项目与《丰都县飞龙河“一河一策”方案》符合性分析

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
4.1 水资源保护措施			
1	严格用水总量控制管理。飞龙河应严格落实水资源开发利用红线，严格按照飞龙河用水总量控制体系的相关指标进行用水总量控制，核查飞龙河干流用水对象的取水许可手续和实际取水量。了解重要用水对象，核实相关的取水许可手续，涉及非法取水的，原则上应予以取缔。对于年代久远的民生工程，应补充落实相关手续或说明。在此基础上，核查各取用水工程的实际取用水量是否在核准范围内，保证实际用水量与区域的用水总量控制红线即区域的上限用水总量指标相协调。对流域内的地下水开采情况进行了解，对于无取水许可证的取水井应予以关停和封堵。	根据《重庆市人民政府办公厅关于调整各区县 2030 年用水总量控制目标的通知》（渝府办发〔2021〕147 号），2030 年丰都县用水总量为 20079 万 m ³ 。2030 年渠溪河流域用水总量目标 4344 万 m ³ ，其中丰都县渠溪河流域境内用水总量目标为 3810 万 m ³ ，未超出 2030 年丰都县用水总量红线。本项目已取得了《重庆市水利局关于重庆市丰都县飞龙水库工程取水准予行政许可的决定》（渝水许可〔2024〕14 号）。	符合
2	严格取水许可管理严格执行取水许可制度。建立新增取水许可控制指标体系，建立健全各级取水许可登记库，严格新增取水审批。对用水总量接近或已经达到、超	本项目已取得了《重庆市水利局关于重庆市丰都县飞龙水库工程取水准予行政许可的决定》（渝水许可〔2024〕14 号）。	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	过控制指标的乡镇，暂停或限批新扩建取水项目；对用水效率指标达不到国家或重庆市规定标准的，不得批准取水取水。定期开展 水资源管理专项检查，依法查处非法取水户。对已办理取水许可的用水户，按实际用水情况和用水控制要求，重新核定取水许可。		
3	严格水资源论证管理严格落实水资源论证制度，强制淘汰离耗水的落后工艺、技术和设备，严格节水工艺、技术、用水水平、排污等方面的论证，明确取用水准入标准，促进产业结构调整。对未依法完成水资源论证工作的建设项目，审批机关不予批准。积极开展重大产业布局和乡镇总体规划等规划的水资源论证试点工作。	重庆市水利局已以渝水许可（2024）14 号文批复了《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第二篇 水资源论证》。	符合
4.3 水污染防治措施			
4	农业面污染治理措施。通过实施农业生产标准化工程，氮磷拦截工程等措施，减少农药、化肥使用量和流失量。推广农业标准化生产技术，对农业生产全过程制定标准化操作规程，推广精确定量栽培技术，定时、定量、精准使用农药、化肥等，减少化肥与农药施用量；根据作物营养需求特性，使用配方肥料，发挥配方肥在化肥减量、农田减污方面的作用。加大生物有机肥和低毒低残留农药的推广与普及，增强有毒有害物质超标的肥料以及高毒、高残留农药的禁止与限制，实施肥药双控全面加大农业投入品监控力度。综合运用植保、土肥及种子栽培技术控制农药、化肥使用量。推广病虫草害生物防治和物理防治，控制农药年度需求量。禁止使用重金属等有毒有害物质超标的肥料，以及高毒、高残留农药。禁止利用污水灌溉生产蔬菜和瓜果的农田，严禁利用含重金属、难降解有机物等有毒有害物质的污水灌溉农田。推进化肥减量提效和农药减量控害，确保农药和化肥零增长。推广高效低毒低残留农药和生物农药，严格禁止使用	本项目采取严格控制集雨范围内的耕作面积，加强宣传教育，引导库岸居民合理科学施用化肥、农药，控制农业面源污染。	符合

序号	文件相关内容	本项目情况	符合性
	高毒高残留农药；加强病虫害预报，减少用药频次；积极推广杀虫灯、防虫网等物理防虫设备，生物防治技术，减少农药使用量。本次方案对农业面污染采取逐步治理措施，确保实施周期内农药和化肥零增长。		
5	规模化畜禽养殖污染防治措施。 严格执行《重庆市人民政府关于印发重庆市畜禽养殖区域划分管规定和重庆市畜禽养殖区域划分及养殖污染控制实施方案的通知》（渝府发〔2007〕103号）和《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》（2017年）的有关规定。禁养区内禁止新建、扩建、改建畜禽养殖场。限养区实行畜禽养殖存栏总量控制，畜禽养殖存栏总量超过畜禽养殖存栏控制总量的，不得新建、扩建畜禽养殖场，有关养殖经营活动必须遵守国家有关畜禽养殖场环境管理规定和畜禽废渣综合利用规定。适养区养殖场建设应当符合畜禽养殖规划。规模化畜禽养殖场加强污染综合治理，确保达标排放或综合利用，小型养殖户因地制宜采取各种措施，开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，大力推进养殖业和种植业紧密结合的都市农业生态工程建设，积极引导相关产业的发展，避免畜禽粪污直接或间接进入饮用水水源地。	本项目根据《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》（丰环发〔2020〕5号），确定将饮用水水源保护区饮用水水源地一级、二级保护区划入禁养区，执行Ⅲ类水域功能的河流，包括飞龙河，河流水面及其200米陆域范围划入限养区。因地制宜采取各种措施，开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，大力推进养殖业和种植业紧密结合的都市农业生态工程建设，积极引导相关产业的发展，避免畜禽粪污直接或间接排入饮用水水源地。	符合

由上表可得，本项目建设符合《丰都县飞龙河“一河一策”方案》相关要求。

1.11“三线一单”符合性分析

本项目根据《建设项目环评“三线一单”符合性分析技术要点（试行）》渝环函〔2022〕397号文件相关要求进行“三线一单”符合性分析。

（1）本项目与环境管控单元位置关系

根据重庆市生态环境局“三线一单”智检系统查询结果，本项目位于丰都县一般生态空间-水土保持（环境管控单元编码 ZH50023010011，优先保护单元）和丰都县一般管控单元-渠溪河木瓜洞（环境管控单元编码 ZH50023030003，一般管控单元）。

本项目“三线一单”检测分析报告详见附件 4，本项目与环境管控单元位置关系见附图 11。

(2) 本项目与“三线一单”符合性分析

本项目符合重庆市和丰都县“三线一单”相关管控要求，符合性分析详见下表 1.11-1。

表 1.11-1 项目与“三线一单”的符合性分析

环境管控单元编码		环境管控单元名称	环境管控单元类型	
ZH50023010011		丰都县一般生态空间-水土保持	优先保护单元 11	
ZH50023030003		丰都县一般管控单元-渠溪河木瓜洞	一般管控单元 3	
管控要求层级	管控类型	管控要求	建设项目相关情况	符合性分析结论
全市总体管控要求（优先保护单元）	空间布局约束	严格控制开发建设活动范围和强度，落实生态修复相关要求，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	本项目施工期和运行期均采取生态保护措施，确保生态系统结构稳定和生态功能不退化。	符合
全市总体管控要求（一般管控单元）	空间布局约束	第一条 深入实施农村“厕所革命”，推进农村生活垃圾治理和农村生活污水治理，基本消除较大面积农村黑臭水体，整治提升农村人居环境。	本项目不涉及。	符合
	污染物排放管控	第二条 加强畜禽粪污资源化利用，加快推动长江沿线畜禽规模化养殖场粪污处理配套设施装备提档升级，推进畜禽养殖户粪污处理设施装备配套，推行畜禽粪肥低成本、机械化，就地就近还田，推进水产养殖尾水治理，强化水产养殖投入品使用管理。	本项目不涉及。	符合
丰都县总体管控要求	空间布局约束	第一条 执行重点管控单元市级总体要求第一条、第二条、第三条、第五条和第七条。	本项目符合相关要求。	符合
		第二条 严把项目准入关口，对不符合要求的高耗能、高排放、低水平项目坚决不予准入。除在安全或者产业布局等方面有特殊要求的项目外，新建有污染物排放的工业项目应当进入工业集聚区，不得在工业园区（工业集聚区）以外区域实施单纯增加产能的技改（扩建）工业项目；新建化工项目应当进入全市统一布局的化工产业集聚区；鼓励现有工业项目、化工项目分别搬入工业集聚区、化工产业集聚区。	本项目属于水库项目，不属于工业项目。	符合
		第三条 与敏感用地（居住、教育、医疗）相邻的工业地块严格控制排放《有毒有害大气污染物名录》所列大气环境污染物以及《危险化学品目录》所列剧毒物质的项目建设，建设涉及恶臭异味物质等易扰民污染物排放的项目应进行严格论证。涉及环境防护距离的工业企业或项目应通过选址或调整布局原则上将环境防护距离控制在园区边界或用	本项目不涉及。	符合

		地红线内，提前合理规划项目地块布置、预防环境风险。		
		第四条 禁止在长江岸线一公里范围内布局新建重化工、纸浆制造、印染等存在环境风险的项目。	本项目不涉及。	符合
		第五条 推进三峡库区消落带湿地保护与恢复，按照保留保护区、生态修复区和工程治理区，对三峡库区消落区实行分区保护和多级治理。	本项目不涉及。	符合
		第六条 长江防洪标准水位或者防洪护岸工程划定的河道管理范围外侧，城镇规划建设用地内尚未建设的区域应当控制不少于五十米的绿化缓冲带，非城镇建设用地区域应当控制不少于一百米的绿化缓冲带。长江一级支流河道管理范围外侧，城镇规划建设用地内尚未建设的区域应当控制不少于三十米的绿化缓冲带，非城镇建设用地区域应当控制不少于一百米的绿化缓冲带。长江的二级、三级支流河道管理范围外侧，城镇规划建设用地内尚未建设的区域应当控制不少于十米的绿化缓冲带。绿化缓冲带内应当保持原有的状况和自然形态，原则上应当为绿地，除护岸工程、市政设施等必要的建设外，禁止修建任何建筑物和构筑物。禁止破坏生态环境的行为，对已有人为破坏的应当进行生态修复。	本项目不涉及。	符合
		（16）第七条 旅游开发建设规模和旅游活动规模不得超过旅游区的生态环境承载力，旅游区内人工景点与服务设施的性质、布局、规模、体量、高度、造型、用材、质感及色彩等应与自然景观和当地的历史文化相协调，不得建设降低景观相容性或破坏景观的项目。	本项目不涉及。	符合
	污染物排放管控	（17）第八条 执行重点管控单元市级总体要求第八条、第九条、第十条、第十一条、第十三条、第十四条和第十五条。	本项目符合相关要求。	符合
		（18）第九条 推进城镇生活污水处理设施升级改造。到 2025 年，全县城市污水处理厂出水水质均不低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）一级 A 标排放标准，乡镇生活污水处理设施及日处理规模 100 吨以上的农村集中式生活污水处理站出水水质不得低于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）一级 B 标排放标准。加快实施雨污分流改造及城镇污水管网建设，完善城镇污水收集体系，提高污水收集率。对现有截留制排水管网实施雨污分流改造，针对无法彻底雨污分流的老城区，尊重现实合理保留截留制区域，提高截留倍数；对新建的排水管网，全部按照雨污分流模式实施建设。	本项目不涉及。	符合

		(19) 第十条 以碧溪河流域（丰都段）城镇生活源、榨菜废水、养殖污染防治为重点，全面推进碧溪河流域达标整治。加快沿线场镇、撤并场镇农村生活污水管网建设，推进乡镇污水处理厂升级改造确保达标排放，加强污水治理设施运营维护；加强榨菜初加工废水“水随菜走”规范处置监管，推进榨菜废水配套处理设施技术改造或建设；推广畜禽养殖清洁生产工艺，加强水产养殖尾水治理；实施碧溪河流域水环境生态修复工程。	本项目不涉及。	符合
		(20) 第十一条 强化以南天湖度假区为主的旅游水污染防治，结合开发时序推进与规划城市及康养避暑服务人口规模相匹配的污水收集、处理系统建设，积极推广中水回用。	本项目不涉及。	符合
	环境风险防控	(21) 第十二条 执行重点管控单元市级总体要求第十六条、第十七条。	本项目符合相关要求。	符合
		(22) 第十三条 丰都工业园区各组团加快设置危险化学品运输路线并严格执行，加快玉溪组团、镇江组团集中应急事故池、临江拦截设施建设，进一步优化完善风险防范措施和应急预案体系，及时更新、修订园区环境风险评估、应急预案报告并完成备案；工业组团内的项目对水环境存在安全隐患的，应当建立车间、工厂和集聚区三级环境风险防范体系；严控环境风险事故发生，严防事故废水进入长江。	本项目不涉及。	符合
	资源利用效率	(23) 第十四条 执行重点管控单元市级总体要求第十八条、第十九条、第二十条、第二十一条、第二十二条。	本项目符合相关要求。	符合
		(24) 第十五条 规范岸线利用，加强岸线生态保护修复。禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目；按照《重庆港总体规划修编》，对现有散小码头进行整合提升，强化布局要求，落实污染防治措施；推进长江滨江地带岸线综合治理、生态缓冲带建设，恢复岸线生态服务功能。	本项目不涉及。	符合
		(25) 第十六条 强化农业节水增效。推进高标准农田建设，提档升级农田水利设施，完善农田灌排工程体系，大中型灌区续建配套与节水改造推广渠道防渗、管道输水、喷灌、微灌等节水灌溉技术，发展区域规模化高效节水灌溉。	本项目具有农业灌溉的功能，有利于完善农田灌排工程体系，发展区域规模化高效节水灌溉。	符合
	单元管控要求 （丰都县一般	空间布局约束	1.执行优先保护单元市级总体管控要求。	1.本项目满足优先保护单元市级管控要求。

生态空间-水土保持)		2.加强水土流失及石漠化治理，持续推进生态清洁小流域水土流失综合治理，加强岩溶地区林草植被的保护与恢复；持续推进历史遗留和关闭矿山生态治理修复。 3.合理开发旅游、能源、交通、基础设施，减少挤占生态空间。建设风力发电、光伏发电等建设项目，要符合相关规划，进行充分论证，回避生物多样性保护区、鸟类迁徙路线等，并严格控制道路宽度、尽量利用现有道路作为进场道路减少生态破坏；风电场建设应当严格执行《林草局关于规范风电场项目建设使用林地的通知》（林资发〔2019〕17号）。旅游交通基础设施应合理布设项目线路，强化生态环境影响减缓及修复措施。	2.本项目不涉及。 3.本项目属于水库工程，不属于风力发电、光伏发电和旅游交通及设施，本项目施工期和运行期采取相关保护措施减少生态破坏，减缓生态环境影响。	
	污染物排放管控	/	/	/
	环境风险防控	/	/	/
	资源开发效率要求	/	/	/
单元管控要求 (丰都县一般 管控单元-渠溪 河木瓜洞)	空间布局约束	1.强化畜禽和水产养殖产业布局，按照“以地定畜、种养结合”的要求，依托种植业布局合理规划新增养殖场。	本项目不涉及。	符合
	污染物排放管控	1.加快推进农村生活污水管网建设，提高污水收集率；推进农村污水处理站升级改造。持续推动化肥农药减量、畜禽养殖粪污处理、水产养殖污染防治。 2.强化沟耳山水库、沈家沟水库等饮用水源保护地规范化建设及周边农业污染面源防治，逐步改善饮用水源水质。	1.本项目属于水库工程，不涉及农村污水管网建设和污水处理站升级改造。 2.本项目不涉及沟耳山水库和沈家沟水库。	符合
	环境风险防控	/	/	/
	资源开发效率要求	1.新建水利水电工程需保障河湖生态基流。 2.因地制宜发展节水灌溉工程，推广田间节水灌溉技术，提高田间用水效率。	1.本项目施工期、蓄水期和水库运行期均采取了相关措施，保障下泄生态流量。 2.本项目在灌区大力推广管灌、喷滴灌等节灌技术，有利于提高田间用水效率。	符合

1.12 建设方案的环境比选

1.12.1 与生态保护红线的关系

根据工程资料与丰都县生态保护红线叠图对比，本工程坝址、库区、输水工程等范围均不涉及生态保护红线。

1.12.2 规划水源地选址环境合理性分析

项目建成后，坝前库区为规划饮用水水源地。规划水源地位于渠溪河右岸支流飞龙河，多年平均来水量为 4139 万 m^3 ，水源相对充足。根据地表水补充现状监测显示，各监测因子均可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域水质标准。因此水源地选址合理。

1.12.3 坝址选址环境合理性分析

根据已批复的《重庆市丰都县飞龙水库工程可行性研究报告》（2024 年 8 月），本项目在可研阶段选定熊家岩至观音岩河段适宜作为建坝河段，经初步筛选，拟定熊家岩坝址（上坝址）和观音岩坝址（下坝址）进行综合分析比选。

上坝址正常蓄水位 396.00m，设计洪水位 396.00m，校核洪水位 397.98m，水库总库容 1303 万 m^3 ，坝顶标高 398.40m，最大坝高 61.4m，坝顶长度 283.0m。

下坝址正常蓄水位 378.00m，设计洪水位 378.23m，校核洪水位 379.84m，水库总库容 1334 万 m^3 ，坝顶标高 388.50m，最大坝高 46.0m，坝顶长度 340.0m。

拟定坝址位置示意图见下图 1.12-1。

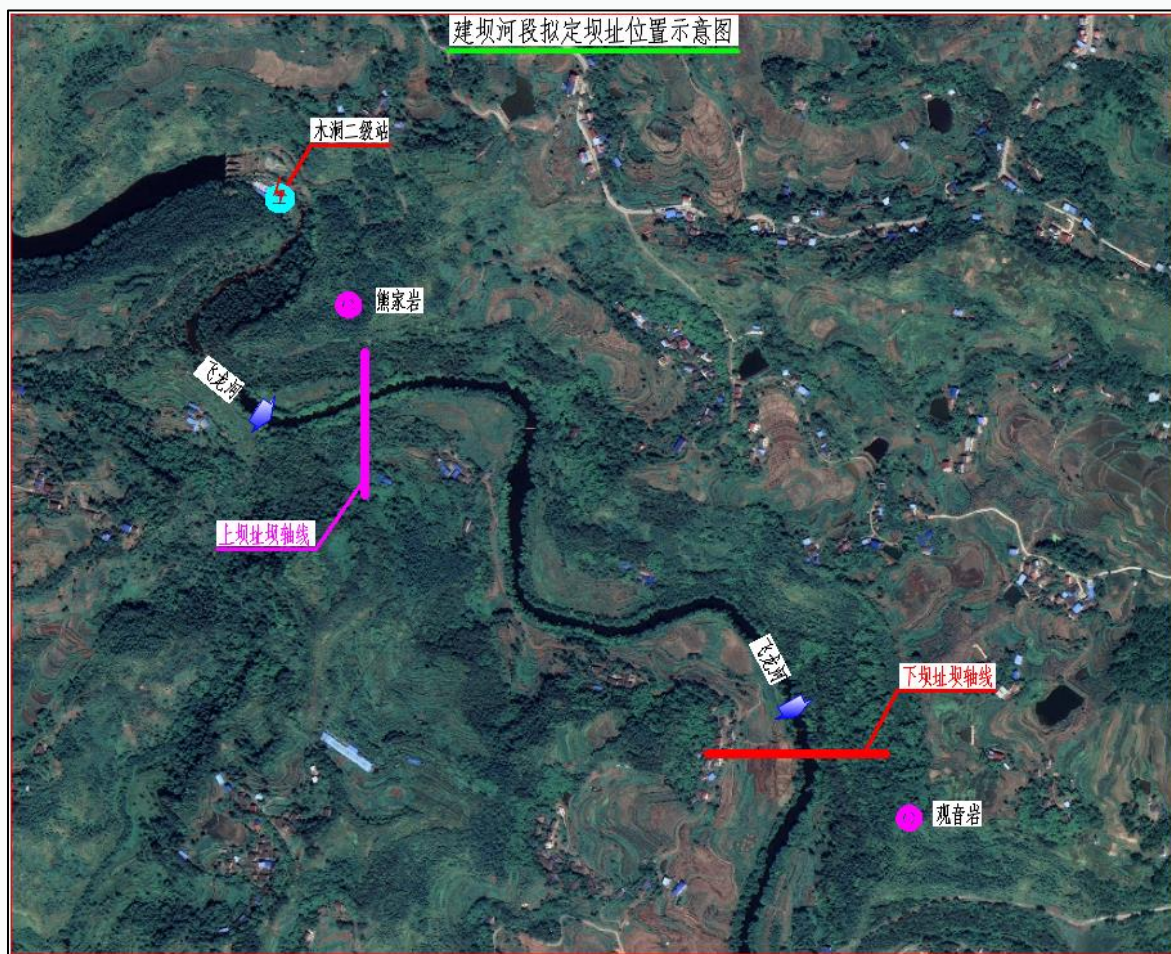


图 1.12-1 拟定坝址位置示意图

从地形地质条件、施工条件、淹没影响及征占地、环境敏感性、水土保持、工程投资等方面进行坝址选址比选，详见下表 1.12-1。

表 1.12-1 坝址方案环境要素比较分析一览表

序号	项目	上坝址	下坝址	比较结论
1	地形地质条件	上坝址属侵蚀、剥蚀地貌，丘陵地形。坝区河段弯曲，两岸阶地不发育；河谷剖面形态呈左陡右缓的“U”型，河谷较狭窄，为纵向谷。坝轴线所在剖面宽高比为5.1：1。河床覆盖层厚度0~2m，较多基岩出露，两岸坡覆盖层厚3~9.5m。坝基岩体主要为泥岩、砂岩互层。泥岩主要属软岩，砂岩为较软岩~中硬岩。	下坝址为侵蚀、剥蚀地貌，丘陵地形。坝区河段基本顺直，右岸阶地发育；河谷剖面形态呈左陡右缓的“U”型，河谷较狭窄，为斜向谷。坝轴线所在剖面宽高比为6.9：1。河床覆盖层厚度2m~3m，两岸坡覆盖层厚1~4m。坝基岩体主要为泥岩、砂岩互层。泥岩属软岩，砂岩为较软岩~中硬岩。	基本相当
2	施工条件	两岸地形坡度陡于下坝址，坝下200m左右有一台地可布置临时设施，但台地面积较小，施工临时设	两岸地形较缓，下游分布多块台地，可布置临时设施，场地相对宽阔；弃渣堆放于大坝下游右岸	下坝址优

		施主要还是布置在下坝址相对宽阔地带，弃渣主要堆于大坝下游台地，部分堆放于下坝址大坝下游右岸凹地处。	凹地（枢纽工程渣场）和施工场平使用。	
3	淹没影响及征占地	淹没及枢纽总征收土地面积1230.86亩，其中涉及基本农田23.45亩。	淹没及枢纽总征收土地面积1191.42亩，不涉及基本农田。	下坝址优
4	环境敏感性	上坝址枢纽布置和库区淹没除涉及永久基本农田23.45亩，不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区域。	下坝址不涉及永久基本农田，不涉及自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区域。	下坝址优
5	水土保持	上坝址枢纽开挖总弃渣量66.51万m ³ ，木洞库岸整治弃渣约12万m ³ ，弃渣主要堆于大坝下游台地，部分堆放于下坝址大坝下游右岸凹地处，渣场征占地及水土保持措施费用较高	下坝址枢纽开挖总弃渣量12.73万m ³ ，木洞库岸整治弃渣约9.57万m ³ ，弃渣堆放于大坝下游右岸凹地（枢纽工程渣场）和施工场平使用，渣场征占地及水土保持措施费用相对较低	下坝址优
6	工程投资	96978.63万元	80681.80万元	下坝址优

由上表 1.12-1 比选可知，上、下坝址的地形和地质条件基本相当，下坝址的环境敏感性和水土保持方面更优，且下坝址的施工条件更优，同时征收面积更小，工程投资更低，因此将下坝址作为推荐坝址（推荐坝址选址与《重庆市渠溪河流域综合规划报告》的选址有微调）。

1.12.4 输水管线方案合理性分析

（1）干管（泵房至雪神滩段）线路选择

①整体线路分析

飞龙水库大坝下游 500m 处为飞龙瀑布，河床陡降约 100m，河道弯曲，河谷狭窄，左岸为凸岸，右岸为凹岸，整体呈“V”型。

大坝下游右岸为凹岸，整体地形宽缓，地面高程逐渐上升，均高于飞龙水库死水位 355.00m，起点成洞条件差，洞线较长，且偏离渠溪河左岸灌区，因此，右岸受地形条件和飞龙瀑布现状开发情况等限制，基本不具备布置干管输水线路的条件。

大坝下游左岸有一条交通道路（董家镇至飞龙三级电站厂区），道路两侧民房较为密集；加之飞龙三级电站位于左岸，电站取水口位于飞龙瀑布处，通过隧洞、渠道、前池（溢流通道）、压力管道引至发电厂房，其建筑物外侧所在高程、位置基本将飞龙水库工程干管线路布置相交叉和施工干扰，为避让民房和飞龙三级电站相关建筑物，可选

线路方案可选 2 个。

方案一(回填管+长洞方案):库水经取水塔(正常蓄水位 378.00m,死水位 355.00m)、坝体埋管、泵房(阀室)后进入干管。干管长度 17.498km,起点设计流量为 1.87m³/s,经观音岩隧洞(长洞)后于雪神滩处分支为左支管,后经飞龙河管桥、王家湾隧洞,在关圣场村白鹤洞河蒋家湾处分支为右支管。泵房至雪神滩处段长度 1.991km。

方案二(回填管+短洞方案):库水经取水塔(正常蓄水位 378.00m,死水位 355.00m)、坝体埋管、泵房后进入干管。干管长度 17.547km,起点设计流量为 1.87m³/s,经观音岩隧洞(短洞)后,沿飞龙三级站引水渠内侧敷设,于雪神滩处分支为左支管,后经飞龙河管桥、王家湾隧洞,在关圣场村白鹤洞河蒋家湾处分支为右支管。泵房至雪神滩处段长度 2.04km。两方案线路布置示意图见下图 1.12-2。

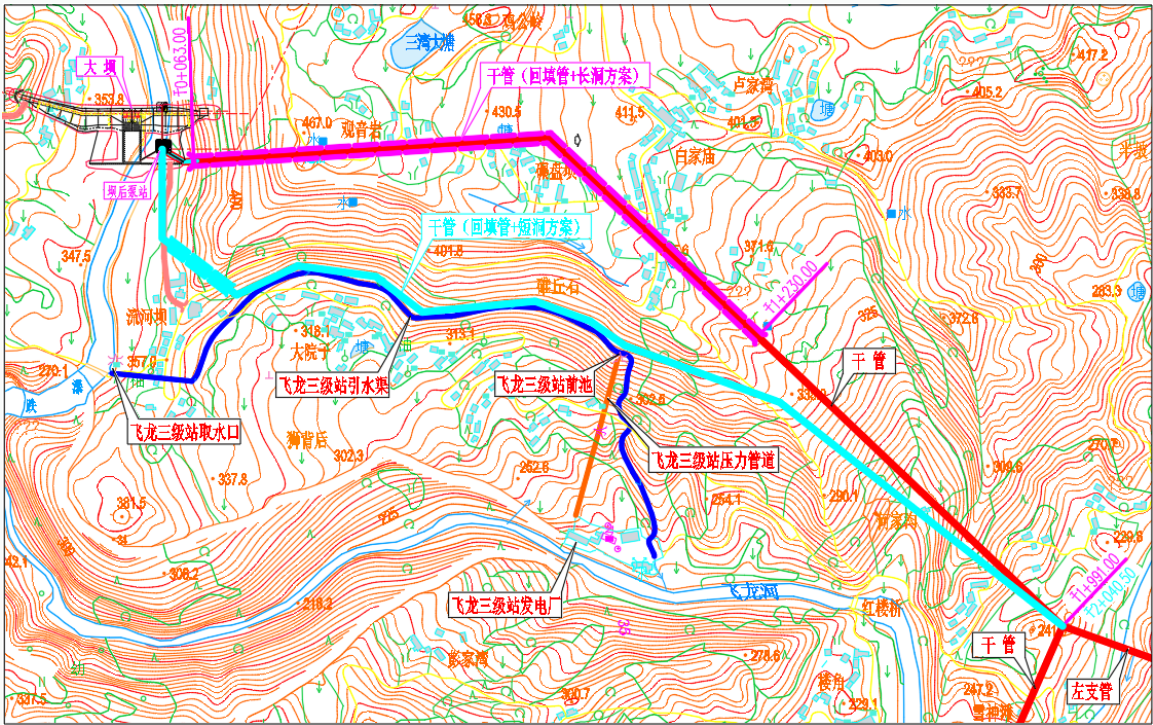


图 1.12-2 干管（坝后泵站至雪神滩段）线路布置对比示意图

本次评价对两条管道线路方案进行比较，详见下表 1.12-2。

表 1.12-2 输水管线干管走向环境要素比较分析表

序号	项目	方案一（回填管+长洞方案）	方案二（回填管+短洞方案）	比较结果
1	规模	设计流量 1.87m ³ /s，总长度 1991m	设计流量 1.87m ³ /s，总长度 2040.5m	方案一优
2	方案布置	回填管 891m，隧洞 1100m。	回填管 1890.5m，隧洞 150m。	方案一优
3	施工条件	长隧洞避开了方案二的复杂	该段地形较陡，管槽开挖、管道	方案一优

		外界影响因素，相对施工难度较小，施工安全可控，工作协调难度小，且管材用量较少，临时道路短。避免对地面建筑物的影响，隧洞采用机械开挖。	安装、临时道路等施工难度较大；由于外侧坡脚建筑物较多，开挖滚石难以控制，故相对施工安全性较低，施工安全措施费较高；施工期对飞龙三级电站影响较大（不能发电），工作协调难度大。	
4	征占地	回填管短，隧洞长，征占地相对略少	回填管长，隧洞短，征占地相对较多	方案一优
5	环境敏感性	该方案线路不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区，但施工涉及临时占用永久基本农田和公益林	该方案线路不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区，但涉及临时占用永久基本农田和公益林	相当
6	水土保持	该方案隧道较长，弃渣量相对略小，渣场占地及水保措施费用略高。	该方案隧洞较短，弃渣量相对略少，渣场占地及水保措施费用略低。	方案二优
7	工程投资	2622.32 万元	2095.92 万元	方案一优

通过表 1.12-2 比选可知，方案一和方案二均会涉及临时占用永久基本农田和公益林，环境敏感性相当，方案二虽然隧洞更短，弃渣量更少且工程投资较低，但其回填管道较长，占地面积扰动较大，并且边坡支护工程量大，施工条件较差，方案一的线路更短，且隧洞长，征占地相对略少，临时占地扰动较小，因此选方案一作为推荐方案。

②隧洞工程分析

根据方案一和方案二的两条管道线路方案对观音岩隧洞选址进行比较详见下表 1.12-3。

表 1.12-3 输水管线干管观音岩隧洞环境要素比较分析表

序号	项目	方案一（长洞方案）	方案二（短洞方案）	比较结果
1	规模	设计流量 1.87m ³ /s，长 1100m	设计流量 1.87m ³ /s，长 150m	方案二优
2	方案布置	有压隧洞	有压隧洞	相当
3	施工条件	采用机械开挖，长隧道主要在隧洞内进行施工，其余管段施工对地面建筑物的影响较小，相对施工难度较小，施工临时占地较少	采用机械开挖，隧道段较短，其余管段施工对地面建筑物的影响较大，且该段地形较陡，管槽开挖、管道安装、临时道路等施工难度较大，施工临时占地较多；施工期对飞龙三级电站影响较大（不能发电），工作协调难度大。	方案一优
4	征占地	隧洞进出口永久占地相当，其余管道临时占地相对略少	隧洞进出口永久占地相当，其余管道临时占地相对较多	方案一优

5	环境敏感性	不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区；隧洞段较长，其他管段施工涉及临时占用永久基本农田和公益林较少	不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区；隧洞段较长，其他管段施工涉及临时占用永久基本农田和公益林较多	方案一优
6	水土保持	隧道较长，弃渣量相对略多，渣场占地及水保措施费用略高。	隧洞较短，弃渣量相对略少，渣场占地及水保措施费用略低。	方案二优
7	工程投资	隧洞较长，投资较大	隧洞较短，投资较小	方案二优

通过表 1.12-3 比选可知，虽然方案二短洞方案弃渣量较少，水土保持方面影响更小且投资更少，但长洞方案施工难度较小，对地面建筑物的影响较小，其余管道的征占地相对较少，涉及的永久基本农田和公益林较少，因此对生态环境的影响相对较小，故综合考虑选取方案一长洞方案作为观音岩隧洞的推荐方案。

(2) 左、右支管方案选择

①整体线路分析

飞龙水库正常蓄水位 378.00m，死水位 355.00m；左干管末端龙兴坝水库正常蓄水位 368.00m，死水位 345.00m；右支管末端止于罗家场村。根据飞龙水库与龙兴坝水库的高程关系，干管水位差较小（死水位工况仅有 10m），右支管水位差较大。本次拟定两个线路方案：

方案一：蒋家湾分水方案

库水经取水塔、取水隧洞、泵房后进入输水干管。干管长度 17.498km，起点设计流量为 $1.87\text{m}^3/\text{s}$ ，经观音岩隧洞后于雪神滩处分左支管，后经飞龙河管桥、王家湾隧洞，在关圣场村白鹤洞河蒋家湾处分右支管，经渠溪河管桥、石垭口隧洞、老君山隧洞后进入已建成龙兴坝水库调蓄。左支管长度 1.2km，起点设计流量为 $0.48\text{m}^3/\text{s}$ ，止于渠溪河右岸双岔河。右支管长度 2.81km，起点设计流量为 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，经白鹤洞河、陈家沟后，止于罗家场村。该方案输水线路总长度 21.508km，见下图 1.12-3。

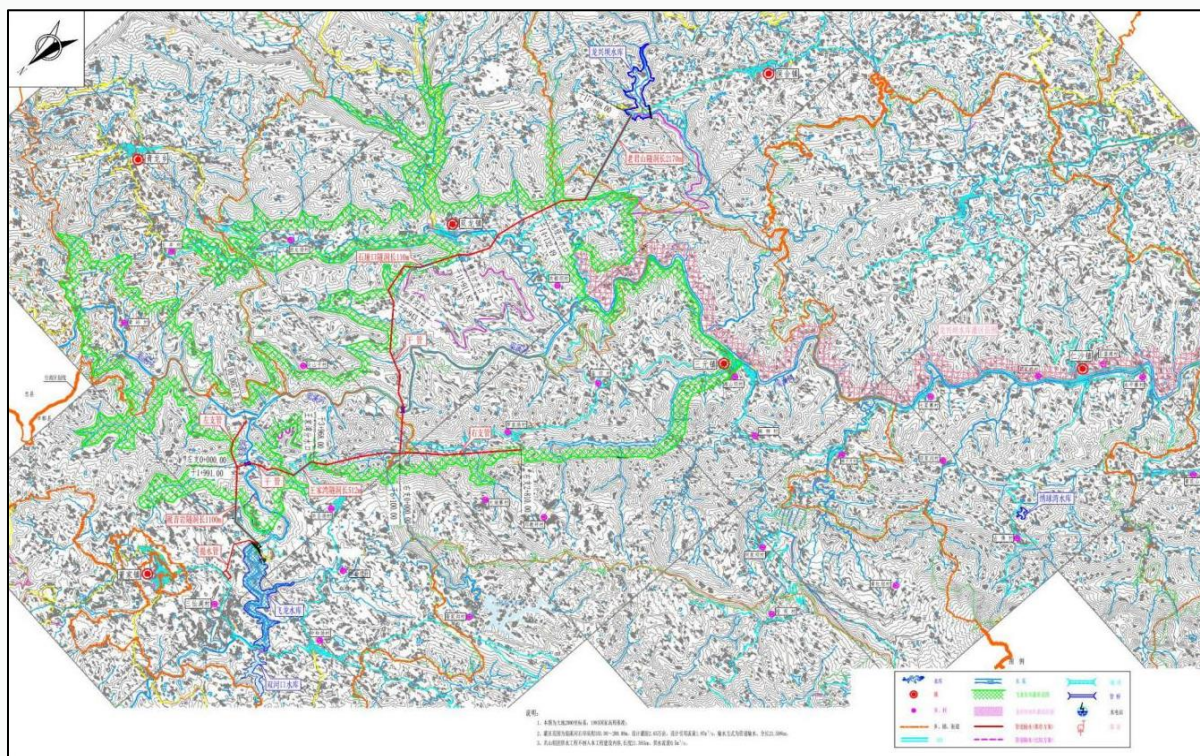


图 1.12-3 方案一（蒋家湾分水方案）布置示意图

方案二：雪神滩分水方案

库水经取水塔、取水隧洞、泵房后进入输水干管。干管长度 15.886km，起点设计流量为 $1.87\text{m}^3/\text{s}$ ，经观音岩隧洞后于雪神滩处分支为右支管，经渠溪河管桥、尖山子隧洞、石垭口隧洞、老君山隧洞后进入已建成龙兴坝水库。右支管长度 6.818km，起点设计流量为 $0.39\text{m}^3/\text{s}$ ，经飞龙河管桥、王家湾隧洞、白鹤洞河、陈家沟后，止于罗家场村。该方案输水线路总长度 22.704km 见下图 1.12-4。

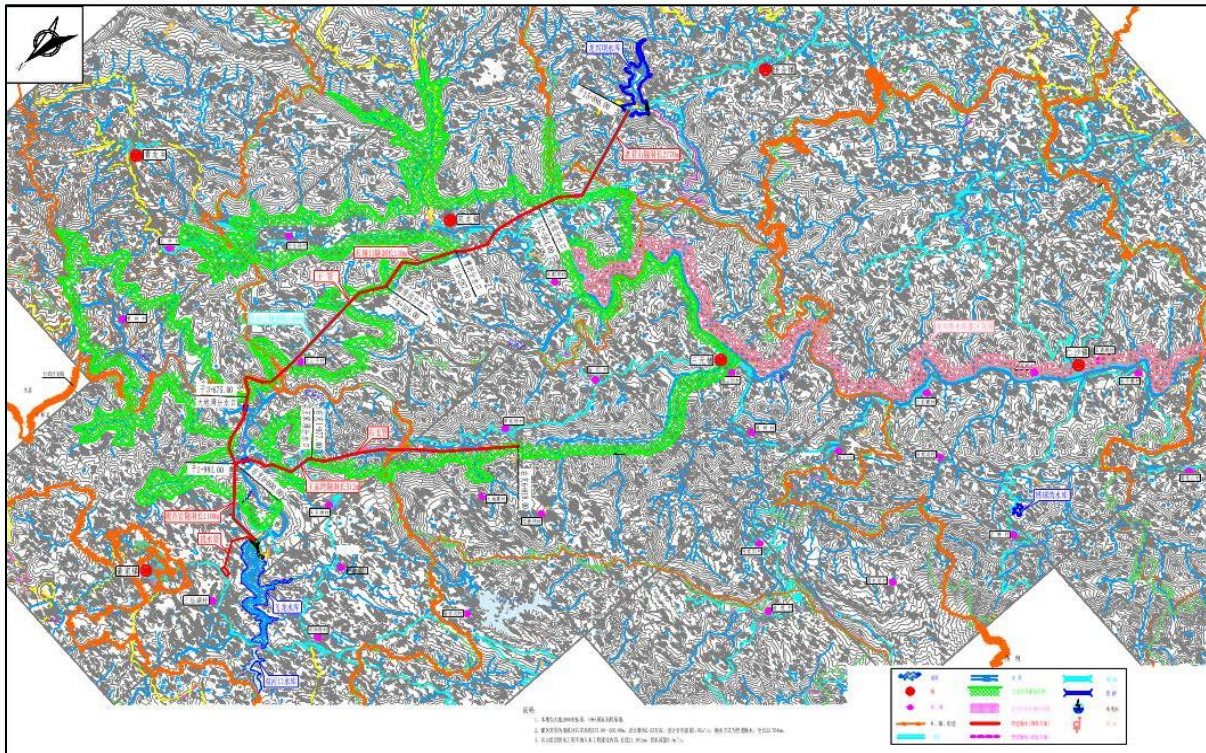


图 1.12-4 方案二（雪神滩分水方案）布置示意图

本次评价对两条管道线路方案进行比较，详见下表。

表 1.12-4 输水管线左、右支管走向环境要素比较分析表

序号	项目	方案一（蒋家湾分水方案）	方案二（雪神滩分水方案）	比较结果
1	规模	灌面 2.65 万亩，设计流量 1.87m ³ /s，总长度 21.508km	灌面 2.65 万亩，设计流量 1.87m ³ /s，总长度 22.704km	方案一优
2	方案布置	该方案线路略短，建筑物涉及有压隧洞 4 座、管桥 2 座，其余为回填管。避开尖山子隧洞，工程量相对较小，故工程投资相对较小。	该方案线路略长，建筑物有压隧洞 5 座、管桥 2 座、其余为回填管。多一个尖山子隧洞，工程量相对较大，故工程投资相对较大。	方案一优
3	施工条件	管线基本沿已成道路附近布置，交通运输相对方便	管线基本沿已成道路附近布置，交通运输相对方便	相当
4	征占地	该方案线路略短，征占地相对略少	该方案线路略长，征占地相对略大	方案一优
5	环境敏感性	该方案线路不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区，但施工临时占地涉及临时占用永久基本农田和公益林	该方案线路不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区，但涉及临时占用永久基本农田和公益林	相当
6	水土保持	该方案少 1 座尖山子隧洞，弃渣量相对略小，渣场占地及水保措施费用略低。	该方案多 1 座尖山子隧洞，弃渣量相对略大，渣场占地及水保措施费用略高。	方案一优
7	运行管理	该方案线路略短，运行管理范围略小。	该方案线路略长，运行管理范围略广。	方案一优

通过表 1.12-4 比选可知，方案一和方案二均会涉及永久基本农田和公益林，环境敏感性和施工条件相当，方案一的线路更短，且少 1 座尖山子隧洞，工程量和弃渣相对较少，且运行管理范围相当于较小，工程投资更低，因此选方案一作为推荐方案。

②隧洞工程分析

根据方案一和方案二的两条管道线路方案对王家湾隧洞、石垭口隧洞和老君山隧洞选址进行比较详见下表 1.12-5。

表 1.12-5 输水管线王家湾隧洞、石垭口隧洞和老君山隧洞环境要素比较分析表

序号	项目	方案一（蒋家湾分水方案）	方案二（雪神滩分水方案）	比较结果
1	规模	灌面 2.65 万亩，设计流量 1.87m ³ /s，4 座隧洞	灌面 2.65 万亩，设计流量 1.87m ³ /s，5 座隧洞，多一座尖山子隧洞	方案一优
2	方案布置	有压隧洞	有压隧洞	相当
3	施工条件	管线基本沿已成道路附近布置，交通运输相对方便	管线基本沿已成道路附近布置，交通运输相对方便	相当
4	征占地	本方案少一座隧洞，征占地较少	本方案多一座隧洞，征占地较多	方案一优
5	环境敏感性	不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区；管线施工涉及临时占用永久基本农田和公益林	不涉及生态保护红线、风景名胜区和自然保护区等敏感区；管线施工涉及临时占用永久基本农田和公益林	相当
6	水土保持	少 1 座尖山子隧洞，弃渣量相对略小，渣场占地及水保措施费用略低。	多 1 座尖山子隧洞，弃渣量相对略大，渣场占地及水保措施费用略高。	方案一优
7	工程投资	少一座隧洞，投资较小	多一座隧洞，投资较大	方案一优

通过表 1.12-5 比选可知，方案一和方案二得施工条件和环境敏感性相当，主要是方案二多一座尖山子隧洞，征占地较多，弃渣量相对较大，水土保持方面的影响较大，工程投资也相对更大，故综合考虑选取方案一（蒋家湾分水方案）作为王家湾隧洞、石垭口隧洞和老君山隧洞的推荐方案。

1.12.5 董家镇泵站选址合理性分析

根据供区规划及飞龙水库枢纽布置，董家镇泵站拟定选址方案为：坝后泵站方案和库内新建泵站方案。

方案一：坝后泵站方案

泵站与取（放）水闸室联合建设，布置于大坝下游消力池左侧。灌溉、供水、水库放空、生态放水等共用同一取水塔，采用坝式取水，布置于大坝 5#非溢流坝段。经泵站

加压后进入拦高埝处规划董家镇水厂处理前池，提水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，提水管长约 1.195km ，管径 0.25m 。

方案二：库内新建泵站方案

泵站布置于库内左岸，距大坝左坝肩 450.0m ，采用竖井式圆筒泵站。筒高 33.3m ，圆筒内径 9.0m ，壁厚 $1.0\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。进站道路（左坝肩至泵站）长 450.0m ，路面净宽 4.5m ，道路末端设置回车场和配电房，回车场与泵站设置交通桥。库水通过泵站加压后进入拦高埝处规划董家镇水厂处理前池，提水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，提水管长约 567m ，管径 0.25m 。

董家镇泵站选址示意图见下图 1.12-5。

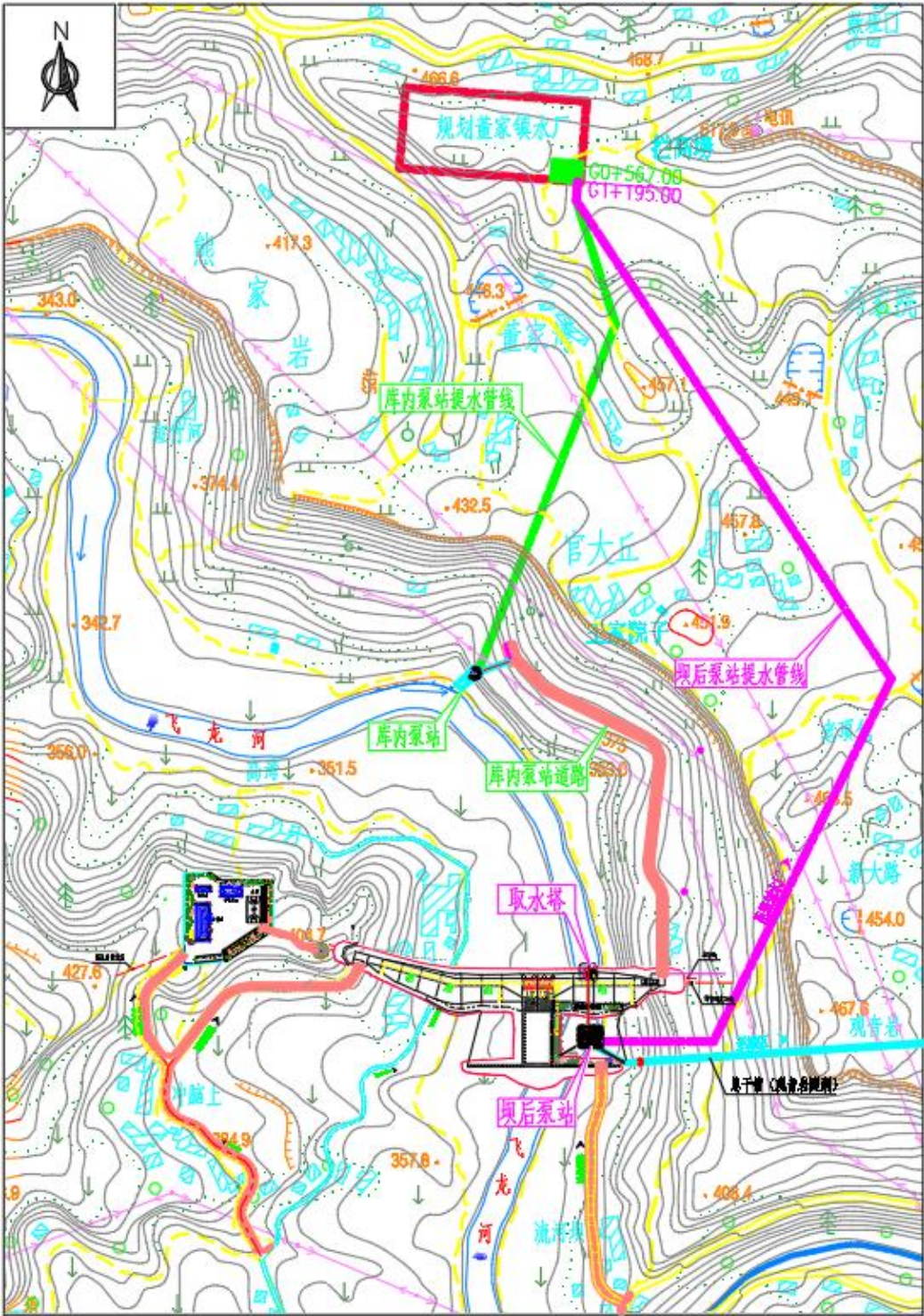


图 1.12-5 董家镇泵站选址示意图

本次评价对两个选址方案进行比较，详见下表 1.12-6。

表 1.12-6 董家镇泵站选址环境要素比较分析表

序号	项目	方案一（坝后泵站方案）	方案二（库内新建泵站方案）	比较结果
1	地形条件	右岸岸坡有宽缓平台，以上为斜坡、陡坡地形。	左岸岸坡为斜坡、陡坡地形。	方案一优
2	方案布置	取水塔与灌区共用，泵房（含配电房）、启闭设备与闸室共用；进站道路 270m；提水管道 1195m。	新增井式圆筒泵站、交通桥 1 座、配电房 120m ² ，进站道路 450m；提水管道 567m，启闭设备 1 项。	方案一优
3	施工条件	不存在高边坡问题；施工场地宽敞，施工难度相对较小，安全性较高；工期相对较短。	由于地形条件，各部位施工易出现高边坡问题；施工场地狭窄，施工难度较大；工期相对较长。	方案一优
4	交通条件	需新建进泵站道路 270m。	需新建进泵站道路 450m，交通桥 1 座。	方案一优
5	征占地	与枢纽工程内闸室合建，不新增占地	需新增占地，且进泵站道路和交通桥征占地面积更多	方案一优
6	环境敏感性	该选址不占用永久基本农田和公益林，且位于枢纽工程内，距离周边居民点较远，施工期和运行期对生态环境和周边居民点的影响较小。	该选址不占用永久基本农田和公益林，但位于库区内，需新增占地且距离周边居民点较近，施工期和运行期对生态环境的周边居民点的影响较大。	方案一优
7	水土保持	与枢纽工程内闸室合建，影响较小	征占地面积较大，影响较大	方案一优
8	运行管理	坝后泵站与闸室合建，且与生活营区距离近，联合管理，管理运行方便。	距生活营区、厂区较远，需单独运行管理。	方案二优
9	工程投资	2095.92 万元	2622.32 万元	方案一优

通过表 1.12-6 比选可知，方案一的地形条件和施工条件更好，且征占地较少，对环境保护和水土保持的影响较小，同时运行管理更方便，工程投资更低，因此选方案一作为推荐方案。

1.12.6 施工工区合理性分析

根据本工程施工战线长、施工工点多的特点，结合地形条件，施工布置采用分散与集中布置相结合的形式。

（1）枢纽工程

枢纽工程共分两个工区，分别是枢纽工区和木洞库岸治理工区。

枢纽工区临时设施分 3 处进行布设，钢筋加工厂、木材加工厂、机械修配厂、混凝土拌和站及临时堆料场布置在大坝下游右岸阶地平台处；办公生活福利设施布置在管理房开挖平台上；物资仓库及金结拼装场布置于坝后下游 250m 处凹槽。

木洞库岸治理工区：该工区主要布置有供风站、供电站及供水站、另在下游库内布置块石料堆码场及冲洗场。

（2）输水工程

输水工程根据建筑物布置特点、交通及输电线路等现状设置若干个施工点，分区分片布置，共规划 8 个工区。每个工区按管道、小型建筑物等分成若干工段，并布置有为这些工区建筑物施工服务的交通工程、施工辅助企业、生产生活福利设施等，主要施工临时设施布置在 10 年一遇洪水位以上。

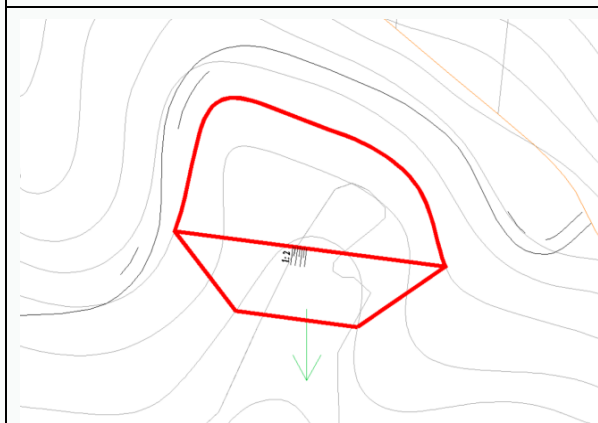
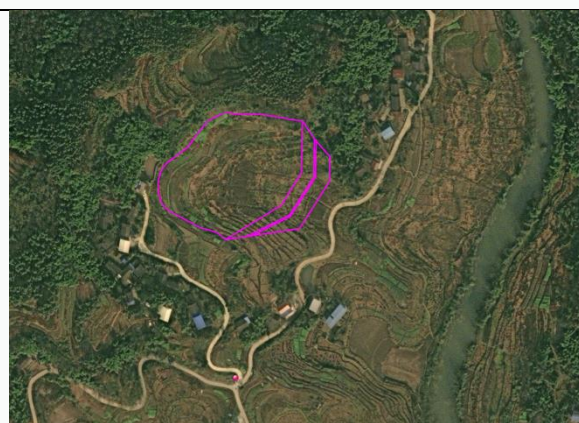
各种施工设施的布置结合施工交通规划，力求各类材料物资运输流程合理尽量避免反向运输和二次倒运，减少干扰，方便施工。因此总体上枢纽工程和输水工程施工布置合理。施工区有可能产生高噪声的作业区域，评价要求这些区域设置临时设备间、通过墙体隔声，以减缓噪声影响。库区外施工道路路段采取措施，避免施工扰民。经采取预防和治理措施后，工程施工布置合理。

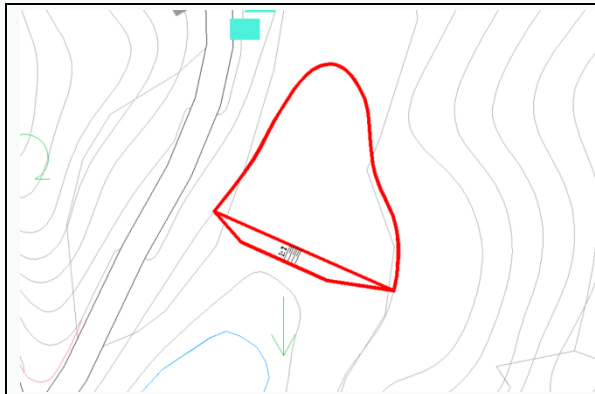
1.12.7 弃渣场选址合理性分析

本工程共设渣场 6 座，其中枢纽工程设渣场 1 座，灌区及供水工程设渣场 5 座，具体情况详见表 1.12-7。

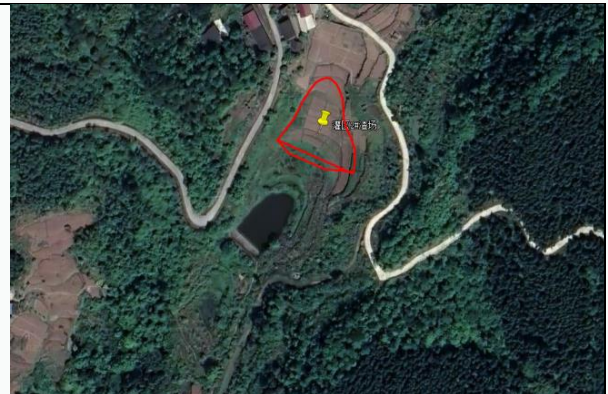
表 1.12-7 弃渣场情况一览表

名称		渣场容量 (万m³)	堆渣量(万m³)		占地面积 (hm²)	汇水面积 (hm²)	最大堆 渣高度 (m)	布置位置	类型	渣场 等级
			自然方	松方						
枢纽 工程	枢纽渣场	16.05	12.73	16.00	2.13	6.81	18	大坝下游右侧	坡地形	5
输水 工程	灌区1#渣场	1.38	0.87	1.24	0.55	25.64	12	输水工程弃渣	坡地形	5
	灌区2#渣场	1.08	0.73	1.04	0.47	3.99	5	输水工程弃渣	坡地形	5
	灌区3#渣场	0.38	0.22	0.31	0.22	4.17	7	输水工程弃渣	坡地形	5
	灌区4#渣场	1.59	1.06	1.52	0.52	5.86	13	输水工程弃渣	坡地形	5
	灌区5#渣场	1.58	1.06	1.52	0.49	15.72	12	输水工程弃渣	坡地形	5
	小计	6.01	3.94	5.63	2.25	/	/	/	/	/
合计		22.06	12.87	18.79	4.38	/	/	/	/	/

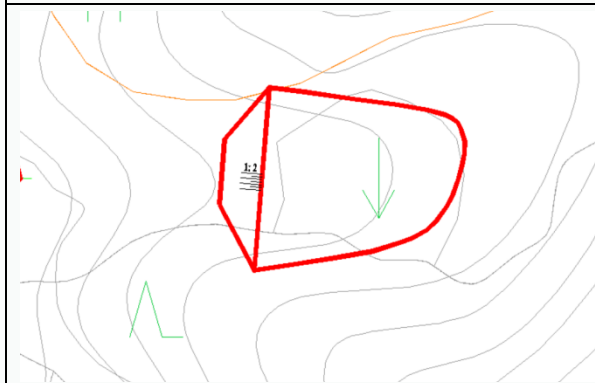




灌区2#渣场平面布置图



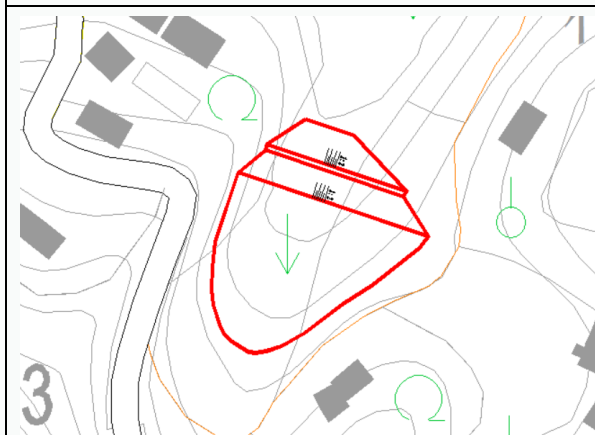
灌区2#渣场影像图片



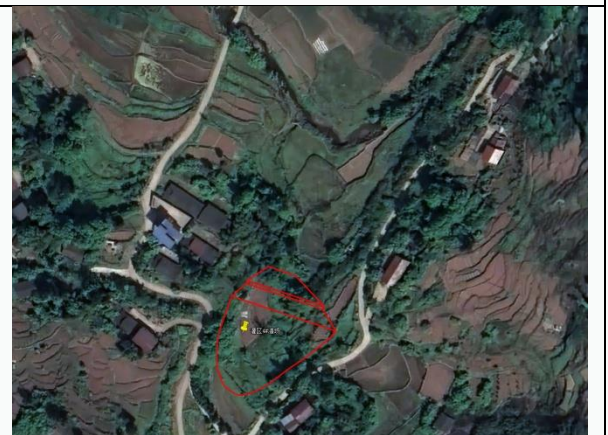
灌区3#渣场平面布置图



灌区3#渣场影像图片



灌区4#渣场平面布置图



灌区4#渣场影像图片

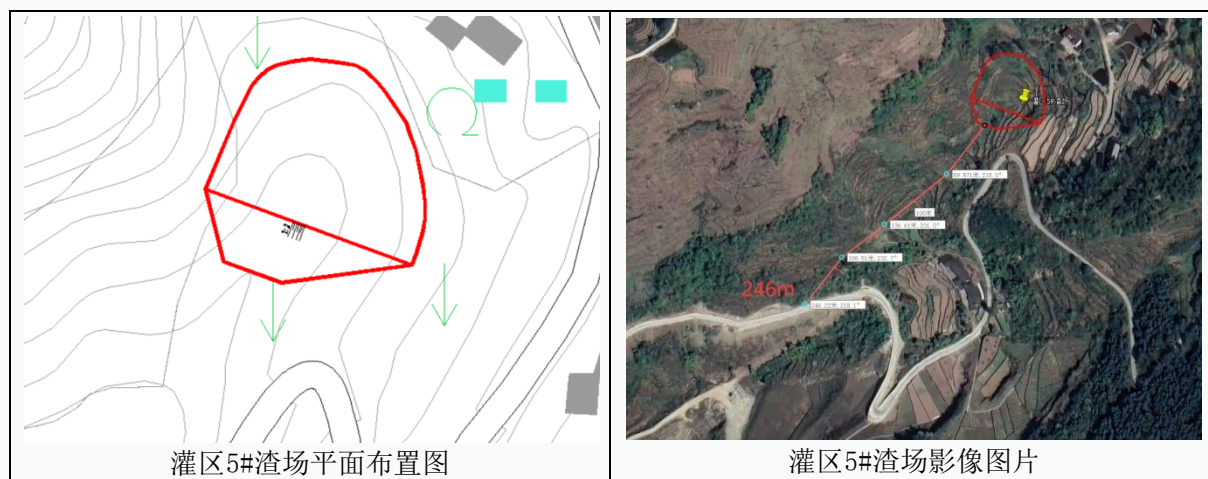


图 1.12-6 弃渣场平面布置和影像图片

枢纽渣场位于大坝下游右岸，堆渣高程 363.0m~381.0m，堆渣容量 16.05 万 m^3 。渣场属坡地型。根据地质调查，渣场现状地表主要为耕地，地形坡度 5~15°，地表无基岩出露，覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土为主，厚度一般 2~4m，下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩，无不良地质现象，工程地质条件简单。建议渣场前缘设置拦渣墙，拦渣墙基础置于弱风化基岩上，弃渣分级放坡堆放，应注意堆渣边坡的稳定性，并做好排水措施。

灌区 1#渣场位于观音岩隧洞出口附近，属坡地型。根据地质调查，渣场现状主要为耕地，沟底地形坡度 5~25°，地表无基岩出露，覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土夹少量碎石，厚度一般 1~4m，下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩。建议渣场前缘设置拦渣墙，拦渣墙基础置于弱风化基岩上，弃渣分级放坡堆放，并做好排水措施。

灌区 2#渣场位于王家湾隧洞出口附近，属坡地型。根据地质调查，渣场现状主要为耕地，沟底地形坡度 5~15°，覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土夹少量碎石，厚度一般 1~4m，下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩，无不良地质现象，工程地质条件简单。建议渣场前缘设置拦渣墙，拦渣墙基础置于弱风化基岩上，弃渣分级放坡堆放，并做好排水措施。

灌区 3#渣场位于石垭口隧洞进口附近，属坡地型。根据地质调查，渣场主要为林地，沟底地形坡度 10~25°，覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土夹少量碎石，厚度一般 2~4m，下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩，无不良地质现象，工程地质条件简单。建议渣场前缘设置拦渣墙，拦渣墙基础置于弱风化基岩上，弃渣分级放坡堆放，并做好排

水措施。

灌区 4#渣场位于老君山隧洞进口附近,属坡地型。根据地质调查,渣场主要为耕地,沟底地形坡度 $5\sim 25^\circ$,覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土夹少量碎石,厚度一般 $1\sim 4\text{m}$,下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩,无不良地质现象,工程地质条件简单。建议渣场前缘设置拦渣墙,拦渣墙基础置于弱风化基岩上,弃渣分级放坡堆放,并做好排水措施。

灌区 5#渣场位于老君山隧洞出口附近,属坡地型。根据地质调查,渣场主要为耕地,沟底地形坡度 $5\sim 20^\circ$,覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土夹少量碎石,厚度一般 $1\sim 4\text{m}$,下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩,无不良地质现象,工程地质条件简单。建议渣场前缘设置拦渣墙,拦渣墙基础置于弱风化基岩上,弃渣分级放坡堆放,并做好排水措施。

本工程共设 6 个弃渣场,其中枢纽工程 1 个,输水工程 5 个,堆渣总容量为 22.06万 m^3 ,可以满足项目弃渣要求。6 个弃渣场均为坡地型,弃渣场下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩,无不良地质现象,工程地质条件简单,无危害弃渣场安全的泥石流、崩塌、滑坡地质条件,可以满足弃渣场选址稳定性要求。弃渣场选址不涉及生态红线、自然保护区、饮用水源保护区、风景名胜区、永久基本农田等敏感区域,不在河道、湖泊和水库管理范围内。弃渣场占地范围内土地利用现状主要是林地和耕地,占地范围内无古树名木、国家和重庆市重点保护野生植物和珍稀濒危植物等。

综上所述,从环境的角度出发,本工程的弃渣场选址是合理的,弃渣场施工前应在底部布置排水盲管,排水盲管沿渣场现状地面铺设,管道尾端接挡渣墙;沿渣场最终堆渣高程外边界布设排水沟,排水沟出口设沉沙池,同时弃渣时分层碾压堆放,弃渣结束后弃渣场及时进行生态恢复。采取以上措施后,本工程弃渣场对外环境的影响较小。

2 建设项目概况和工程分析

2.1 流域概况

2.1.1 流域基本情况

渠溪河为长江左岸的一级支流，古称渠溪、马溪河。渠溪河在重庆市丰都县双岔河以上分为东、西两源，以东源为干流。干流发源于忠县马灌镇，由东南经永丰镇后折向西南，过两河水文站，入丰都县境。过鱼剑滩，至双岔河，右纳渠溪河西源飞龙河。两源汇合后，过三元镇，进入涪陵区境，于涪陵市珍溪镇渠溪口汇入长江。流域面积 913km²，河道全长 109km，天然落差 387m，平均比降为 1.8%。其中忠县境内流域面积 302km²，河道长 33.1km；丰都境内流域面积 540km²，河道长 55.1km；涪陵境内流域面积 71km²，河道长 20.8km。渠溪河流域内流域面积 50km²以上主要支流包括：飞龙河、岔河（飞龙河一级支流）、双龙河、大林沟等 4 条。流域地处川东平行岭谷区，以深丘地貌为主，地势东北高、西南低，河道蜿蜒。沿途除鱼剑滩至双岔河河谷较狭窄外，其余河段河谷较为开阔，地势平坦，水流较缓，两岸多为良田沃土。流域内林木稀疏，植被较差。

飞龙河系渠溪河右岸支流，长江二级支流。发源于重庆市忠县拔山镇西山丘。南流经茶亭、官坪入丰都县境，转东南过飞龙乡北，于双岔河汇入渠溪河。河长 26km，流域面积 142km²，总落差 296m，主河道比降 14.8‰。岔河为飞龙河右岸一级支流，发源于忠县新立镇杨家山，由北向南经青龙桥、三洞观，于水口寺进入丰都县，过鱼见滩于双河口注入飞龙河。岔河河长 18.0km，流域面积 56.5km²，总落差 100m，主河道比降 7.54‰。

飞龙水库坝址位于飞龙河下游，下坝址距离飞龙河与渠溪河汇合口 4.40km，控制流域面积 113km²，主河长 21.5km，河道比降 8.06‰；上坝址位于汇合口上游约 5.65km，距下坝址约 1.25km，控制流域面积 112km²，主河长 20.3km，河道比降 8.66‰。

2.1.2 流域规划及规划环评开展情况

拟建项目属于渠溪河流域，渠溪河已编制完成了《重庆市渠溪河流域综合规划报告》和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》并取得了《丰都县人民政府、涪陵区人民政府、忠县人民政府关于同意重庆市渠溪河流域综合规划的批复》（丰都府〔2023〕

137 号)和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书审查意见的函》(丰环函〔2025〕2 号)。

丰都县飞龙水库工程属于《重庆市渠溪河流域综合规划报告》和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》中的新建水利工程。

2.1.3 现有水利设施情况简介

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，目前渠溪河流域内有流域内现状已建范家沟水库等 2 座小（1）型水库，倒灌水库、东风水库、桂花水库等 27 座小（2）型水库，总库容合计 1603 万 m^3 ；除此外，区域内山坪塘、蓄水池等小型蓄水工程 4789 处，蓄水工程多年平均供水量 2627 万 m^3 。现有引水工程 29 处，提水工程 20 处，多年平均供水量 136 万 m^3 。已建和在建防洪护岸工程总长 24.105km。

目前渠溪河流域已开发建设工程主要为水库、水电、防洪护岸工程、拦河闸坝工程、城乡集镇饮水安全工程和灌溉工程等多个工程，具体如下：

（1）水库

根据忠县、丰都县、涪陵区等 3 个区县水利普查资料及近年来水利工程建设情况统计，渠溪河流域内现有水库 29 座，其中双河口水库（飞龙水库一级电站）为单一发电水库。29 座水库中，含小（1）型水库 3 座、小（2）型水库 26 座。已建水库工程统计见表 2.1-1。

表 2.1-1 渠溪河流域内已建水库工程统计表

河流	所在支流		序号	水库名称	区县	镇街	水库规模	总库容 (万 m^3)	备注
渠溪河干流	干流	干流	1	倒灌水库	忠县	马灌镇	小（2）型	18	/
			2	石桥水库（马灌）	忠县	马灌镇	小（2）型	97.2	/
渠溪河支流	飞龙河	宋家河	3	联合水库（拔山）	忠县	拔山镇	小（2）型	70.5	/
		岔河	4	双河口水库（飞龙水库一级电站）	丰都县	董家镇	小（1）型	643.6	单一发电水库
		平桥河	5	锁口丘水库	丰都县	许明寺镇	小（2）型	12.4	/
		上咀河	6	石大丘水库	丰都县	董家镇	小（2）型	15.9	/

河流	所在支流		序号	水库名称	区县	镇街	水库规模	总库容 （万 m³）	备注
		平桥河	7	金山寺水库	丰都县	许明寺镇	小（2）型	25.1	/
		油大冲沟	8	沟耳山水库	丰都县	董家镇	小（2）型	26.6	饮用水源
	双龙河	张二溪河	9	乌烟冲水库	丰都县	青龙乡	小（2）型	22.39	饮用水源
		王母林沟河	10	梅子溪水库	丰都县	青龙乡	小（2）型	31.02	/
	大林沟	干流	12	胜利水库	忠县	拔山镇	小（2）型	22.6	/
		干流	13	石门水库	忠县	拔山镇	小（2）型	10.3	/
		杨家沟河	11	东风水库	忠县	拔山镇	小（2）型	42.6	/
		岔河	14	红光水库（忠县）	忠县	永丰镇	小（2）型	55.3	饮用水源
	深基沟	深基沟支流	15	瓦冲子水库	丰都县	青龙乡	小（2）型	43.25	饮用水源
	隆家沟	隆家沟	16	隆家沟水库	丰都县	许明寺镇	小（1）型	370	饮用水源
	杜家河	杨家沟	17	李子丘水库	丰都县	兴龙镇	小（2）型	10.4	/
	斑竹河	斑竹河	18	范家沟水库	丰都县	保合镇	小（1）型	198.8	饮用水源
		麻子河沟	19	麻子河沟水库	丰都县	保合镇	小（2）型	22.9	/
	其他支流	其他支流	20	石联水库	忠县	拔山镇	小（2）型	29.1	/
			21	红光水库	丰都县	三元镇	小（2）型	11.74	/
			22	绣球湾水库	丰都县	仁沙镇	小（2）型	25	/
			23	八一水库	涪陵区	珍溪镇	小（2）型	43.7	饮用水源
			24	红旗水库（白石）	忠县	白石镇	小（2）型	28.03	饮用水源
			25	桂花水库	忠县	善广乡	小（2）型	20.36	/
			26	联合水库（永丰）	忠县	永丰镇	小（2）型	25.3	/
			27	深湾水库	涪陵区	珍溪镇	小（2）型	30	/

河流	所在支流		序号	水库名称	区县	镇街	水库规模	总库容 (万 m ³)	备注
			28	黑岩头水库	丰都县	兴龙镇	小(2)型	19.3	/
			29	盖板沟水库	丰都县	保合镇	小(2)型	16.61	/
合计					/	/	/	1988	/

(2) 水电工程

流域内现有电站 12 座，已成电站总装机 8.975MW，对照《重庆市长江干流（江津—涪陵）流域水能资源开发规划（修编）》可知，现状电站均属于整改类，不涉及退出类。各电站建设情况详见表 2.1-2。

表 2.1-2 流域内已建水电工程统计表

所在河流	序号	电站名称	装机容量 (MW)	年发电量 (万 kW·h)	开发方式	备注
渠溪河干流	1	社兴	1.2	600	引水式	/
	2	黑洞河	0.16	50	引水式	/
	3	万板	0.82	400	引水式	/
	4	两河	0.4	170	引水式	/
渠溪河其他支流	5	木龙	0.375	50	引水式	/
	6	中乐	0.115	13	引水式	/
飞龙河	7	飞龙一级	0.4	50	坝后式	/
	8	东足	0.4	55	坝后式	/
	9	木洞一级	0.4	100	坝后式	电站来水为飞龙一级与东足电站发电尾水
	10	木洞二级	0.65	150	引水式	主要利用木洞拦河坝蓄水建厂发电
	11	飞龙三级	3.75	1600	引水式	/
	12	雪神滩	0.125	10	坝后式	/
合计			8.975	/	/	/

(3) 防洪护岸工程

渠溪河流域各临河场镇已在建防洪护岸综合治理工程长度为 24.105km，按干支流划分，各临河场镇现状及规划区干流河段河道全长 11.024km，支流河段河道全长 13.081km。

经统计，渠溪河干流（丰都段）已实施的主要防洪与岸线资源保护工程有 2 处，即三元镇段防洪护岸工程、仁沙镇段防洪护岸工程；渠溪河干流（忠县段）岸线利用率为 0.35%，自然岸线保证率 99.60%，均满足规定要求 80.0%以上；渠溪河干流（涪陵段）

沿线河道受水文及资源限制，除沿河建筑物外，渠溪河流域内无开发情况，两岸均为自然岸坡或耕地。

(4) 拦河闸坝工程

渠溪河流域已建拦河闸坝等跨河设施见下表 2.1-3。

表 2.1-3 渠溪河流域已建跨河设施统计表

序号	所在河流		跨河设施		
			桥梁	拦河坝	跳墩
1	渠溪河干流	其中忠县段	32	8	1
		其中丰都县段	18	1	3
		其中涪陵区段	6	/	/
		合计	56	9	4
2	飞龙河干流	其中忠县段	20	4	/
		其中丰都县段	7	4	/
		合计	27	8	/
3	双龙河干流		6	2	/
4	深基沟干流		10	1	/
5	大林沟干流		10	2	/
6	梯子河干流		12	/	/
7	冯家沟干流		11	/	/
8	合计		132	22	4

(5) 城乡集镇饮水安全工程

流域内各乡镇供水现状情况统计见表 2.1-4

表 2.1-4 渠溪河流域境内各乡镇集中供水现状统计表

序号	区县	镇、乡	水厂	水源	设计供水规模 (t/d)
1	忠县段	拔山镇	忠县拔山水厂	黄钦水库、东风水库	4000
2		永丰镇	忠县永丰水厂	黄钦水库	1000
3			忠县永丰凌云水厂	红光水库	1000
4		白石镇	万板场蓄水池	母猪荡溪水	500
5			忠县白石华山水厂	红旗水库	1000
6		善广乡	忠县善广乡水厂	马口大丘地表水	200
7		新立镇	忠县新立水厂	龙滩河地表水	5000
8	丰都段	社坛镇	高灌水厂	高灌水库	2000
9		兴龙镇	兴龙镇水厂	竹田湾山坪塘取水，李子邱水库备用	1000
10		仁沙镇	仁沙镇水厂	老龙洞	800
11		保合镇	保合镇水厂	范家沟水库	2000
12		三元镇	庙坝水厂	隆家沟水库	2000
13		双龙镇	/	灯塔地下水	200
14		许明寺镇	老鹰洞水厂	老鹰洞水库，金山寺水库，隆家沟水库为备用水源	2000

序号	区县	镇、乡	水厂	水源	设计供水规模 (t/d)
15		董家镇	董家镇水厂	隆家沟水库、沟耳山水库	3000
16		青龙乡	青龙乡水厂	瓦冲子水库	500
17	涪陵段	珍溪镇	旺水垭水厂	八一水库	3000

(6) 灌溉工程

渠溪河流域内耕地以坡地为主，保水能力较差。耕地较为分散，灌溉难度较大，渠溪河流域内现状总耕地面积 51.12 万亩。现状渠道因设计标准低、施工质量差、渠道防渗率和输水能力很低，部分渠道无法运行，可供水量较少。现有水利设施有效灌溉面积 6.87 万亩，仅占总耕地面积的 13.44%，渠溪河流域内耕地灌溉率较低。流域内灌溉现状情况见下表 2.1-5。

表 2.1-5 渠溪河流域农业及灌溉现状表

序号	区县	街道、镇、乡	耕地面积 (万亩)			有效灌溉面积 (万亩)		
			小计	水田	旱地	小计	水田	旱地
1	忠县段	马灌镇	0.77	0.24	0.53	0.49	0.07	0.42
2		拔山镇	6.49	3.60	2.89	0.65	0.17	0.48
3		永丰镇	1.84	0.97	0.87	0.45	0.05	0.4
4		白石镇	2.98	1.81	1.17	0.24	0.07	0.17
5		善广乡	2.38	1.43	0.95	0.28	0.03	0.25
6		新立镇	1.37	0.75	0.62	0.39	0.05	0.34
7		双桂镇	0.36	0.15	0.21	0.10	0.02	0.08
8		小计	16.19	8.95	7.25	2.60	0.46	2.14
9	丰都段	社坛镇	3.43	1.47	1.96	0.13	0.05	0.08
10		兴龙镇	3.20	1.38	1.82	0.14	0.06	0.08
11		仁沙镇	3.96	1.7	2.26	0.87	0.34	0.53
12		保合镇	2.18	0.94	1.24	0.42	0.17	0.25
13		三元镇	3.56	1.53	2.03	0.19	0.08	0.11
14		双龙镇	3.96	1.7	2.26	0.35	0.14	0.21
15		许明寺镇	3.21	1.38	1.83	0.94	0.37	0.57
16		董家镇	3.87	1.66	2.21	0.46	0.18	0.28
17		青龙乡	2.53	1.09	1.44	0.47	0.19	0.28
18		小计	29.90	12.86	17.04	3.97	1.57	2.4
19	涪陵段	珍溪镇	5.03	3.23	1.80	0.3	0.11	0.19
20	总计		51.17	25.08	26.09	6.87	2.14	4.73

2.1.4 规划水利设施情况

本次渠溪河流域综合规划包含了 13 项水源工程、2 项提水工程、3 项防洪护岸工程、1 项病险水库整治、5 项山洪沟治理工程、6 项灌区工程、1 项高标准农田规划和 10 项供水工程。详见下表 2.1-6。

表 2.1-6 规划水利设施一览表

序号	专业规划	工程名称	规划项目名称	建设基本情况及规模	建设性质	实施进度	备注
1	水资源评价与配置规划	水源工程	永丰水库	工程任务为有农业灌溉和场镇、农村供水等综合利用功能，总库容为 1105 万 m ³ ，设计总供水量 865 万 m ³ 。	新建	未实施	重大水利工程
			乐善桥水库	工程任务为有农业灌溉和场镇、农村供水等综合利用功能，总库容为 1405 万 m ³ ，设计总供水量 1050 万 m ³ 。	新建	未实施	重大水利工程
			飞龙水库	工程任务为以城市供水为主，兼有农业灌溉和农村供水等综合利用功能，总库容为 1334 万 m ³ ，设计总供水量 2224 万 m ³ 。	新建	未实施	重大水利工程
			杨眉水库	以人饮、灌溉为主的综合利用功能水库总库容为 121.3 万 m ³ ，设计总供水量 146.6 万 m ³ 。	新建	未实施	重大水利工程
			狮子岩水库	以人饮、灌溉为主的综合利用功能水库总库容为 60.3 万 m ³ ，设计总供水量 64.1 万 m ³ 。	新建	未实施	/
			双星水库	以人饮、灌溉为主的综合利用功能水库，总库容为 87.7 万 m ³ ，设计总供水量 92.3 万 m ³ 。	扩建	未实施	/
			海螺沟水库	农村人畜饮水、农业灌溉等综合利用，总库容为 80.51 万 m ³ ，设计总供水量 67.84 万 m ³ 。	新建	未实施	/
			双河口水库	场镇供水、农村人畜饮水和农业灌溉等综合利用功能，总库容为 160 万 m ³ ，设计总供水量 192 万 m ³ 。	新建	未实施	重大水利工程
			青天水库	以农村人饮为主，兼顾农业灌溉，总库容为 83.9 万 m ³ ，设计总供水量 160.5 万 m ³ 。	新建	未实施	/
			灯塔水库	以农村人饮为主，兼顾农田灌溉，总库容为 68.40 万 m ³ 。	新建	未实施	/
			龙井水库	农村人畜饮水、农业灌溉等综合利用，总库容为 40 万 m ³ ，设计总供水量 35 万 m ³ 。	新建	未实施	/
			张家坝水库	农村人畜饮水、农业灌溉等综合利用，总库容为 27 万 m ³ ，设计总供水量 26 万 m ³ 。	新建	未实施	/

序号	专业规划	工程名称	规划项目名称	建设基本情况及规模	建设性质	实施进度	备注
			沟耳山水库（扩建）	以农村人畜饮水为主，总库容为 56 万 m³，设计总供水量 40 万 m³。	扩建	未实施	/
		提水工程	兴龙镇提水工程	建设提水泵站 6 座	新建	未实施	/
			庙坝红心柚灌溉提水工程	修建提灌站 1 处	新建	未实施	/
2	防洪规划	防洪护岸工程	忠县渠溪河中小河流治理工程	以防洪为主，兼岸坡治理、水土保持、美化环境等综合利用	新建	未实施	/
			丰都县渠溪河中小河流治理工程	新建堤防、疏浚清淤、岸坡护砌、生态修复等工程措施	新建	未实施	/
			涪陵区渠溪河中小河流治理工程	新建堤防、疏浚清淤、岸坡护砌、生态修复等工程措施	新建	未实施	/
		病险水库整治	4 座病险水库	考虑病险水库属于动态监管，本规划根据水库运行情况动态调整病险水库整治。	现有项目整治	未实施	未图示项目位置
		山洪沟治理工程	忠县善广乡王家河山洪沟治理项目	以防洪为主，兼岸坡治理、水土保持为任务	新建	未实施	/
			忠县善广乡渠溪河红岩沟山洪沟治理项目	以防洪为主，兼岸坡治理、水土保持为任务	新建	未实施	/
			董家镇宋家河山洪灾害项目	治理河堤 2.5km。	新建	未实施	/
			董家镇谭家沟山洪灾害项目	治理河堤 3km。	新建	未实施	/
			兴农镇防洪项目	护岸治理，河道清淤疏浚。	新建	未实施	/
		3	灌溉规划	灌区工程	龙兴坝水库中型灌区项目	新建渠道 190km	新建
永丰水库中型灌区项目	新建渠道 310km				新建		
乐善桥水库中型灌区项目	新建渠道 230km				新建		
飞龙水库中型灌区项目	新建渠道 210km				新建		
渠溪河忠县小型农田水利工程项目	新建渠道 56km				新建		
渠溪河粮田灌溉渠堰项目	新建渠道 15km				新建		

序号	专业规划	工程名称	规划项目名称	建设基本情况及规模	建设性质	实施进度	备注
		高标准农田规划	高标准农田建设	共 28 项，主要建设内容为田块整治工程，道路整治，修建截水沟等，新建面积 26085 亩、改造提升面积 71524 亩、可补充耕地面积 5330 亩	新建/改建	未实施	未图示项目位置
4	供水规划	供水工程	善广乡上坪水厂	新建集中供水水厂	新建	未实施	未图示水厂位置
			善广乡金钟水厂	新建集中供水水厂	新建		
			忠县新立水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施	改建	未实施	改建现有水厂及配套设施
			忠县永丰水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			忠县永丰凌云水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			忠县白石两河水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			忠县马灌水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			忠县拔山水厂	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			万板场蓄水池	改建集中供水水厂，改造净水及配套设施			
			丰都县农村饮水安全“一改三提”工程	新建或改造集中供水水厂、改造净水及配套设施、农村分散地区新建蓄水池	新建/改造	未实施	未图示项目位置

2.1.5 流域主要问题

(1) 水资源年内分配极不均匀，水资源调蓄能力差，工程性缺水突出。

渠溪河流域水资源分布较分散，流域面积大于 50km²的支流仅四条，大部分水资源量集中在干流上，分布高程相对较低，同时由于干流河道比降平缓，且沿河分布有大量的居民房屋和耕地，水资源开发利用成本较高，开发利用率较低。流域现状已建小（1）型水库 2 座，小（2）型水库 27 座，无骨干水源工程，水资源调蓄能力差，农田有效灌溉率仅 13.44%，灌溉、生态用水被城镇生活、生产用水挤占，灌溉保证程度低，人均保灌面积低。

(2) 防洪减灾体系仍存在薄弱环节

根据《重庆市渠溪河中小河流治理方案》（2023 年），渠溪河有防洪任务河段总长 80.214km，其中：丰都县段长 52.824km（其中已整治段总长 6.954km，占比 13.1%），忠县段长 27.39km（其中已整治段总长 2.18km，占比 8.0%）。由此可见，渠溪河流域现状防洪薄弱区域、薄弱环节仍然存在，现状防洪体系与经济社会发展不匹配、部分已成涉河建（构）筑物存在阻水，影响防洪安全。

(3) 水土流失严重，水土保持工作有待加强

渠溪河流域水土保持存在以下主要问题：一是坡耕地面积分布广，人地矛盾较为突出，坡耕地水土流失较为严重；二是地方财力有限，水土流失治理资金不足，治理标准较低，虽然部分区县开展了国家水土保持重点工程建设，但国家补助标准偏低，与实际治理费用相差较大，治理效果受到影响；三是水土保持专业技术人员较为缺乏，受人员编制影响，水土保持监督管理能力较为薄弱，需进一步加强；四是生产建设活动造成人为水土流失的形势依然严峻。

(4) 水利水电开发与水生态环境保护有待进一步改善

流域内已建水库工程 29 座，蓄水工程及引水电站的阻隔效应，改变了物种的生存条件，生物多样性受到一定影响。由于大部分蓄水工程未设置生态放水设施和考虑泄放生态流量，同时现状饮用水水源地或灌溉水源地调节能力小甚至无调节性能，遇枯期或干旱年生产、生活用水挤占河道生态用水，造成下游河段减水、脱水明显，甚至出现断流，严重削弱了河道的自净能力与纳污能力，影响了污染物迁移，对水生态环境有一定影响。

(5) 流域综合管理体系不完善

目前,渠溪河流域管理与区域管理相结合的管理体制及运行机制还不完善,虽然三个区已制定最严格水资源管理制度、水量分配方案以及考核办法等,但渠溪河流域联合治污机制尚不完善、监管体制不健全;流域管理的执法能力、监督监测能力还有待进一步加强;流域管理的经费投入不足,人才队伍建设有待加强,大数据、信息化等现代管理手段建设滞后,流域综合管理体系有待完善。

(6) 飞龙河现状问题

飞龙河流域受已建水库的影响,流域内水资源量较天然情况下减少 152 万 m^3/a , 占天然情况下流域水资源量的 2.34%; 本工程实施后, 将导致流域内水资源量进一步减少, 飞龙水库实施后水资源开发利用率提高至 34.82%; 飞龙河干流受已建水利水电工程、拦河坝影响, 河流纵向连通指数为 3.3 和 7.5, 低于渠溪河干流的 12.11, 河道连续性相对较差。

2.1.6 本项目与流域规划的关系

飞龙水库工程位于丰都县董家镇境内, 水库总库容 1334 万 m^3 , 属于《重庆市渠溪河流域综合规划报告》《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》中的规划新建的水利工程, 项目建设地点、建设内容、建设规模均和规划、规划环评中一致。

2.1.7 项目环评联动管理清单

根据《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发〔2015〕178 号), 结合现行重庆市建设项目环境影响评价管理要求, 规划环评里对水库、防洪护岸等项目提出不同类的项目规划环评与项目环评联动管理清单, 本环评仅摘录水库类的管理清单, 具体见下表 2.1-7。

表 2.1-7 水库类项目环评联动管理清单

序号	项目环评评价内容	可简化	需重点论证
1	项目概况、工程分析	/	√
2	区域环境概况及环境现状	自然环境概况	需分析引用数据的有效性
3	产业政策、选址及规划符合性分析	/	需重点论证与规划、生态保护红线的符合性
4	环境影响预测与评价	营运期地下水、大气影响、声环境预测评价	地表水、生态影响

5	环境风险评价	/	环境风险防范措施和应急预案
6	环境保护措施及其经济、技术论证	施工期环境保护措施	地表水、生态保护措施
7	环境影响经济损益分析	/	/
8	环境管理与环境监测	/	环境管理机构设置、营运期监测计划、环保验收内容

2.2 建设项目概况

2.2.1 工程地理位置

拟建的飞龙水库位于丰都县董家镇境内（关圣场村 7 社、9 社，三仙湖村 1 社、2 社、4 社、5 社、6 社和中和场村 1 社、4 社、14 社、15 社、17 社、18 社），所在河流属于渠溪河流域右岸一级支流飞龙河，飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。坝址距董家镇约 1.8km，距丰都县城区约 35km，有公路相通，交通条件好，输水工程分布于丰都县董家镇、青龙乡、双龙镇、三元镇。

工程地理位置图见附图 1。

2.2.2 工程基本情况

- （1）项目名称：丰都县飞龙水库工程
- （2）建设性质：新建
- （3）建设单位：丰都县水利工程服务中心；
- （4）开发河流：飞龙河，为渠溪河右岸支流，长江二级支流。
- （5）建设地点：枢纽工程位于丰都县董家镇境内，输水工程分布于丰都县董家镇、青龙乡、双龙镇、三元镇。
- （6）总库容：1334 万 m^3 ，III 等中型水库。
- （7）工程任务：是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。
- （8）工程投资：总投资 102023.17 万元

2.2.3 工程任务、规模与服务范围

2.2.3.1 工程任务

丰都县飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。

2.2.3.2 工程规模

(1) 水库规模

飞龙水库坝址以上集雨面积为 113.0km^2 ，正常蓄水位 378.00m ，相应库容 1209万 m^3 ，校核洪水位 379.84m ，总库容 1334万 m^3 ，死水位 355.00m ，相应死库容 165万 m^3 。

挡水建筑物采用堆石混凝土重力坝，坝顶高程 381.50m ，最大坝高 46.0m 。坝顶宽 8.0m ，坝顶全长 340.0m 。

泄水建筑物为溢流坝段表孔泄洪，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段（5#坝段），总长 34.0m 。堰型采用 WES 实用堰，堰顶高程 372.00m ，3 孔 $8.0\text{m}\times 6.0\text{m}$ （宽 $\times$ 高），闸墩宽 2.5m 。

(2) 供水规模

多年平均供水量 2209万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水 1387万 m^3 ，董家集镇供水 31万 m^3 ，灌区农村人饮供水 113万 m^3 ，灌溉供水 678万 m^3 。设计保证率下总可供水量 2433万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水 1487万 m^3 ，董家集镇供水 32万 m^3 ，灌区农村人饮供水 115万 m^3 ，灌溉供水 799万 m^3 。本工程人饮供水设计保证率为 $P=95\%$ ，灌溉设计保证率为 75% 。

(3) 输水工程规模

输水工程包括董家镇泵站、干管、左支管、右支管和附属设施。董家镇泵站由泵房、提水管道组成，其中：泵房与阀室联合布置于坝后消力池左岸，尺寸为 $20.25\text{m}\times 10.9\text{m}$ （长 $\times$ 宽），配电房布置于泵房后，尺寸为 $27.45\text{m}\times 6.7\text{m}$ （长 $\times$ 宽）；提水管长度 1.195km ，/管径 250mm ，提水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ；输水管线总长 21.508km ，干管长度 17.498km ，左支管长度 1.2km ，右支管长度 2.81km 。

2.2.3.3 服务范围

(1) 供水范围

城市供水范围为名山组团，集镇供水范围为董家镇，灌区农村人畜供水涉及董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇。

(2) 灌区范围

飞龙水库灌区控灌高程为 355.0m ，灌区主要分布在渠溪河两岸，渠溪河左岸起于

丰都忠县交界处止于龙兴坝水库灌区，右岸起于丰都忠县交界处止于三元镇湖幽沟。飞龙水库灌区涉及董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇等 4 个乡镇所属 23 个村（居委）的全部或部分耕地。规划灌区全部采用管道自流灌溉，其中涉及董家镇 0.47 万亩耕地，青龙乡 0.38 万亩耕地，三元镇 0.40 万亩耕地、双龙镇 1.40 万亩耕地，合计 2.65 万亩灌溉面积。

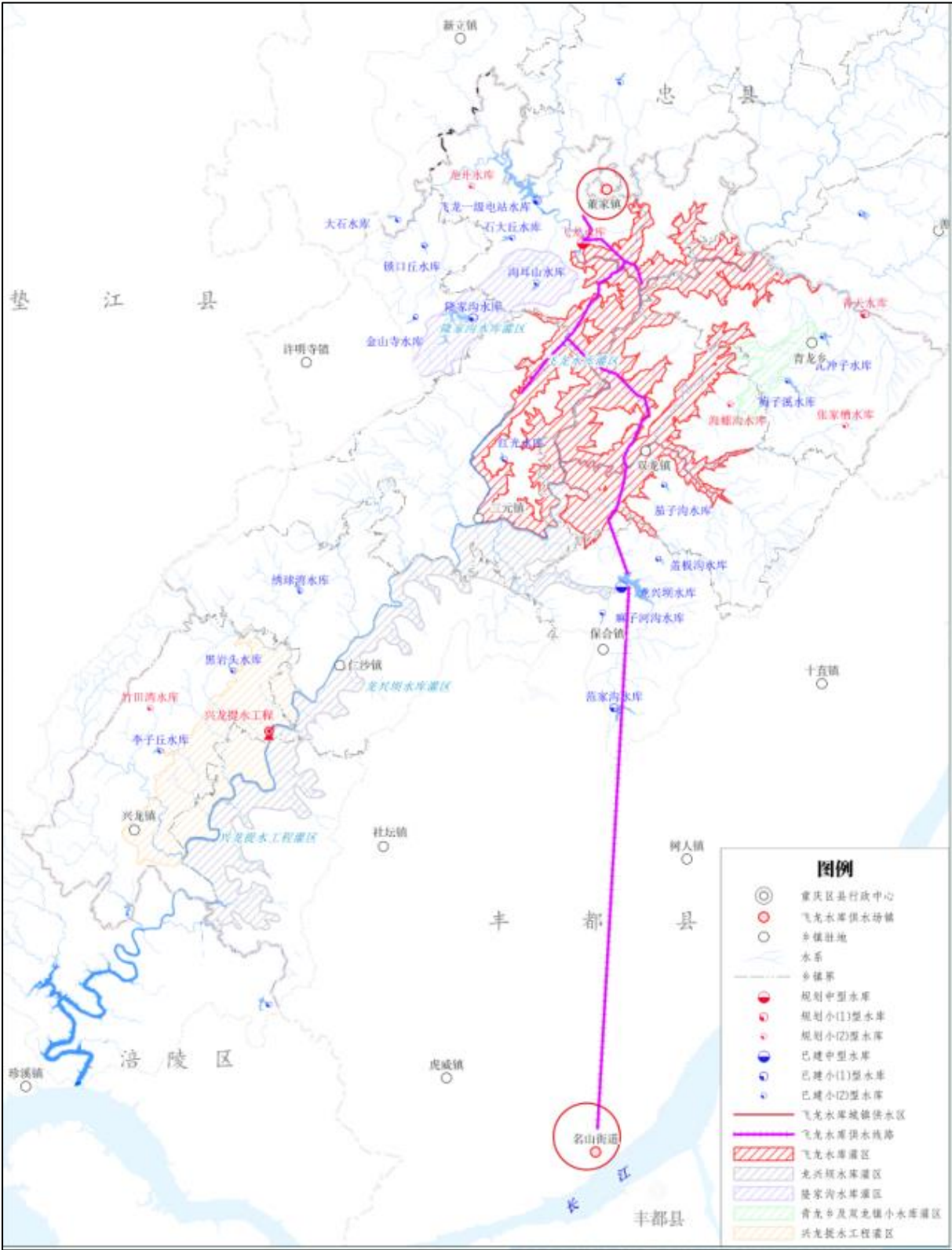


图 2.2-1 飞龙水库供水范围和灌区范围示意图

2.2.3.4 水资源分析

多年平均情况下，供区多年平均毛需水 2500 万 m^3 ，其中城区毛需水量 1596 万 m^3 ，灌溉毛需水 757 万 m^3 ，场镇及农村毛需水量 147 万 m^3 。扣除已有工程可供水量 133 万 m^3 后，供区多年平均毛缺水量为 2367 万 m^3 ，其中城区毛缺水 1487 万 m^3 ，灌溉毛缺水 733 万 m^3 ，场镇及农村毛缺水 147 万 m^3 。

设计保证率情况下，供区总毛需水 2563 万 m^3 ，其中城区毛需水量 1596 万 m^3 ，灌溉毛需水 820 万 m^3 ，场镇及农村毛需水量 147 万 m^3 。扣除已有工程可供水量 130 万 m^3 后，供区毛缺水量为 2433 万 m^3 ，其中城区毛缺水 1487 万 m^3 ，灌溉毛缺水 799 万 m^3 ，场镇及农村毛缺水 147 万 m^3 。

表 2.2-1 飞龙水库供区 2035 年总供需平衡表

区域		多年平均	设计保证率	备注
城区供水	净需水量	1548	1548	保证率 95%
	毛需水量	1596	1596	
	已有工程供水量（含规划年中水）		109	
	毛缺水	合计	1487	
		生活	1230	
		工业	257	
灌溉	净需水量	519	562	保证率 75%
	毛需水量	757	820	
	已有工程供水量	24	21	
	毛缺水	733	799	
场镇及农村供水	净需水量	143	143	保证率 95%
	毛需水量	147	147	
	已有工程供水量	0	0	
	毛缺水	147	147	
合计	净需水量	2210	2253	
	毛需水量	2500	2563	
	已有工程供水量	133	130	
	毛缺水	2367	2433	

经调节计算，飞龙水库坝址多年平均来水量为 4139 万 m^3 ，扣掉水量损失、生态流量及弃水后水库多年平均可供水量为 2209 万 m^3 ，其中向龙兴坝水库补水量（即飞龙水库向

城市供水量)为 1387 万 m^3 , 场镇及农村供水量为 144 万 m^3 (董家集镇 31 万 m^3 , 农村 113 万 m^3), 灌溉供水 678 万 m^3 。设计保证率下总可供水量 2433 万 m^3 , 其中丰都名山组团城市供水 1487 万 m^3 , 董家集镇供水 32 万 m^3 , 灌区农村人饮供水 115 万 m^3 , 灌溉供水 799 万 m^3 , 可满足设计保证率下城镇用水和灌溉用水需求。

2.2.3.5 工程等级及防洪标准

飞龙水库工程为Ⅲ等中型工程。堆石混凝土重力坝方案主要建筑物大坝、取(放)水建筑物为 3 级, 设计洪水标准 50 年一遇, 校核洪水标准为 500 年一遇, 次要建筑物为 4 级, 临时建筑为 5 级。消能防冲设计洪水标准采用 30 年一遇设计。

2.2.4 运行调度方式

飞龙水库的运行方式根据水库调节库容和水文特性制定。水库具有多年调节性能, 径流量一般能满足灌溉用水需求。水库按供水过程供水, 当来水大于供水, 水库蓄水, 库水位上升; 当来水小于供水, 则动用水库库容供水, 库水位下降。飞龙水库为年调节水库, 汛期 5 月~9 月水库蓄水, 直至正常蓄水位, 供水期水库水位消落, 枯水年水库水位可消落至死水位。

2.2.4.1 水库兴利调度

飞龙水库的建设任务为城乡供水和农业灌溉, 水库兴利调度时, 优先满足城乡供水, 再根据来水和水库调蓄能力满足农业灌溉用水。水库设计供水保证率为 95%, 灌溉保证率为 75%。调度原则如下:

- (1) 蓄水期在满足用水的前提下, 水库尽早蓄水, 直到正常蓄水位。当库水位处于加大和保证供水区时, 各部门按所需水量供水;
- (2) 当库水位在防破坏线和限制供水线之间时, 人饮正常供水, 灌溉正常供水;
- (3) 当水位降至限制供水线以下时, 人饮正常供水, 灌溉用水量根据来水按照 $P=75\%$ 频率灌溉用水量相应折减灌溉;
- (4) 当水库水位消落到死水位时, 水库停止供水, 不轻易动用死库容, 防止下一年供水遭破坏;
- (5) 当发生突发事件, 可考虑动用死库容, 同时需研究灌溉需水的解决方案。

2.2.4.2 防洪调度

泄水建筑物为坝体表孔溢流，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段（5#坝段），总长 34.0m。堰型采用 WES 实用堰，堰顶高程 372.00m，闸门孔口尺寸为 3 孔 $\times 8.0\text{m} \times 6.0\text{m}$ （b $\times$ h），每孔各设一扇弧形闸门，3 孔共用一扇检修平板钢闸门。

本工程无防洪任务，因此水库不再单独设置防洪库容，汛期限制水位等于正常蓄水位，水库调洪计算起调水位为正常蓄水位。

当入库洪峰流量小于水库正常蓄水位相应泄流能力时，控制下泄流量，使水库水位保持正常蓄水位；当入库洪峰流量大于正常蓄水位相应泄流能力时，按最大泄流能力下泄。洪峰过后，适时控制下泄流量，使水库水位维持正常蓄水位。

具体调度方案如下：

（1）当遇到洪峰流量小于等于 $238\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水时，优先开启 2#孔闸门，以保持正常蓄水位 378.00m 不变为控制条件，闸门逐渐开启，使下泄流量等于入库洪水流量，直到洪峰过闸后逐渐关闭 2#闸门。

（2）当遇到洪峰流量大于 $238\text{m}^3/\text{s}$ ，小于等于 $715.8\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水时，先开启 2#闸门，然后同时均衡开启 1#、3#孔闸门，使下泄流量等于入库洪水流量，直至 1#、2#、3#孔闸门全开；洪峰过后按照打开的倒顺序关闭，同步逐渐关闭 1#、3#闸门，最后逐渐关闭 2#闸门，全部过程中使水库水位始终保持 378.00m 正常蓄水位。

（3）当遇到洪峰流量大于 $716\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水时，打开顺序与Ⅱ号步骤相同，水库按最大泄流能力下泄，洪峰通过前水库水位逐渐上升至最高点，等洪峰过后待水库水位下降至 378.00m 正常蓄水位后，按Ⅱ号步骤逐渐关闭 1#、2#、3#闸门，关闭过程中使水库水位始终保持 378.00m 正常蓄水位。

2.2.4.3 初期蓄水

（1）水资源量分析

根据《重庆市渠溪河流域综合规划》，飞龙河上游忠县境内规划有中型水库 1 座，丰都县境内坝址上游已建青龙桥水库和双河口水库 2 座水库。

飞龙河上游忠县境内规划有中型水库 1 座——乐善桥水库，乐善桥水库是一座以供水、灌溉为主，兼有改善生态环境等综合利用的中型骨干水利工程，坝址以上集雨面积

33.9km²，多年平均天然流量 0.55m³/s，多年平均天然来水量 1742 万 m³。考虑汛期 5～9 月按多年平均径流的 30% (0.165m³/s)，非汛期 10～4 月按多年平均径流的 10% (0.055m³/s) 下泄生态流量，多年平均下放生态水量 320 万 m³。

飞龙河上游丰都境内坝址上游已建青龙桥和双河口 2 座水库，青龙桥水库为一座小 (2) 型水库，集雨面积 4.6km²，功能任务为灌溉。双河口水库为一座小 (1) 型水库，功能任务为发电。双河口水库坝址多年平均天然来水量 2497 万 m³，多年平均入库径流量 2261 万 m³，扣除蒸发渗漏损失 4 万 m³，其余水量以发电水量 (包含生态下放水量)、弃水量的形式下放，则双河口水库多年平均下放水量 2257 万 m³。

青龙桥水库位于双河口水库上游，青龙桥水库功能为灌溉供水，由于青龙桥水库建设年代较久远，不能确保其有生态流量泄放设施，因此双河口水库来水计算考虑直接全部扣除青龙桥水库集雨面积。双河口水库和乐善桥水库下泄流量与区间天然流量相加，即为飞龙水库的入库径流。由水文章节可知，区间多年平均天然径流量为 1562 万 m³，则飞龙水库坝址多年平均入库径流量为 4139 万 m³扣掉水量损失、生态流量及弃水后水库多年平均可供水量为 2209 万 m³。

(2) 初期蓄水调度

根据施工进度安排，枢纽工程拟在第三年 11 月初即可进行下闸蓄水。

在初期蓄水时，一般需要经过 3 次蓄水，其中：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，在保证生态放流措施时时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。

2.2.4.4 生态用水

水库非汛期根据兴利要求调度，在最枯流量时首先满足下游生态用水，其次满足城乡供水，最后满足农业灌溉用水。

根据飞龙水库坝址天然径流计算成果，飞龙水库坝址区域多年平均流量为 1.84m³/s，汛期 5～9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量 0.552m³/s，非汛期 10～2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量 0.276m³/s，鱼类繁殖期 3～4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量 0.368m³/s。

取水管最大取水流量为 2.288m³/s (灌溉取水流量 1.37m³/s，名山组团供水流量

0.5m³/s，董家镇供水流量 0.05m³/s，生态放流 0.276~0.368m³/s），放空管首部分管径 0.3m，生态流量 0.276~0.368m³/s。本项目在生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。

2.2.4.5 联合调度

根据水库来水和蓄水状况，在优先下泄河道内生态用水的条件下，按照来水情况，供水优先顺序进行供水。

①双河口水库功能任务以发电为主，主要以保证下游生态下放和发电水量利用最大化为原则进行调度，水库发电水量（包含生态下泄水量）以及弃水量均下放至飞龙水库库区。

②飞龙水库为年调节水库，当水库水位高于 378m 时，尽可能将余水输送至龙兴坝水库围蓄，优先保证本流域的城乡供水，在有余水情况下向龙兴坝水库补水。当水位低于 363m 时，优先保证城乡供水，限制灌溉供水量。

③飞龙水库向龙兴坝水库补水后，以不增加龙兴坝水库弃水为原则，当龙兴坝水库水位低于 366.9m 时，飞龙水库向龙兴坝水库补水，当龙兴坝水库水位高于 366.9m 时，飞龙水库停止向龙兴坝水库补水。

④飞龙水库向龙兴坝水库补水时，考虑飞龙至龙兴坝的输水水头损失，根据水位差与输水流量的关系曲线，由水位差内插得到各月考虑水头损失后实际可达到的输水流量，当该输水流量大于设计补水流量 0.5m³/s 时，按设计补水流量进行补水；当该输水流量小于设计补水流量时，按实际过流能力输水流量向龙兴坝补水。

2.2.5 项目组成

飞龙水库由主体工程（枢纽工程和输水工程）、辅助工程、公用工程、临时工程、水库淹没及移民安置和环保工程等组成，具体项目建设内容及组成见表 2.2-1。

表 2.2-1 项目组成一览表

工程分类	项目名称		主要建设内容及功能
主体工程	枢纽工程	挡水建筑物	大坝采用堆石混凝土重力坝，坝顶高程 381.50m，最大坝高 46.0m。坝顶宽 8.0m，坝顶全长 340.0m，坝顶临空侧均设防护栏杆，高 1.2m。
		泄水建筑物	采用溢流坝段表孔泄洪，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段（5#坝段），总长 34.0m。堰型采用 WES 实用堰，堰顶高程 372.00m，3 孔 8.0m×6.0m（宽×高），闸墩宽 2.5m。消能方式采用“坝面台阶消能+跌坎底流消能”，消力池长 58.0m，宽 29.0m，消力池后接块石海漫。
		取放水建筑物	取（放）水建筑物采用坝式取水型式，由取水塔、取水压力管道组成。取 0+000.00~取 0+011.20 为取水塔，塔身为矩形，紧贴大坝上游侧布置，顶部高程 381.70m，进口底板高程 350.60m，筒体高 44.0m。取水塔分 3 层取水，管径 1.2m，最大取水流量为 2.288m ³ /s。 取 0+011.20~取 0+039.84m 为坝内埋管段，管径 1.3m，设计引用流量 1.87m ³ /s。其中：桩号 0+057.80m 处分岔放空管，管径 1.0m，放空管前端设管径 0.3m 生态放水管，生态流量 0.276~0.368m ³ /s，经控制阀后接入放空管流入溢洪道消力池；桩号取 0+060.30 处分岔董家镇泵站（与阀室联合布置）进水管，管径 0.3m，提水流量 0.05m ³ /s。
	输水工程	董家镇泵站	由泵房、提水管道组成，其中：泵房与阀室联合布置于坝后消力池左岸，尺寸为 20.25m×10.9m（长×宽），配电房布置于泵房后，尺寸为 27.45m×6.7m（长×宽）；提水管长度 1.195km，管径 0.25m，提水流量 0.05m ³ /s，敷设方式采用回填管，末端接入左岸拦高塘处规划水厂处理前池。
		输水管线	输水管线总长 21.508km，干管长度 17.498km，起点设计流量为 1.87m ³ /s，经观音岩隧洞后于雪神滩处分左支管（雪神滩至双岔河），后经飞龙河管桥、王家湾隧洞，在关圣场村白鹤洞河蒋家湾处分右支管，经渠溪河管桥、石垭口隧洞、老君山隧洞后进入已建成龙兴坝水库调蓄；左支管长度 1.20km，起点设计流量为 0.49m ³ /s，止于渠溪河右岸双岔河；右支管长度 2.81km，起点设计流量为 0.2m ³ /s，经白鹤洞河、陈家沟后，止于罗家场村。 输水工程涉及观音岩隧洞长度 1100m，王家湾隧洞长度 512.42m，石垭口隧洞长 110m，老君山隧洞长 2170m，均采用有压隧洞，根据围岩地质情况，开挖断面采用马蹄形断面，衬砌后为圆形断面，断面直径为 2.0m。
管道附属设施	阀门井		管道的附属设施主要包括控制阀井、检修阀井、排气阀井、排水阀井、分水阀井、镇（支）墩、排架。输水工程干管设置阀门井 69 个（闸阀井 8 个、检修阀井 12 个、排气、排水阀井 43 个、分水阀井 6 个）；左支管设置阀门井 2 个（分水阀井 1 个、排气、排水阀井 1 个）；右支管设置阀门井 16 个（检修阀井 4 个、排气、排水阀井 12 个）；阀井均为矩形，采用钢筋混凝土现浇。
辅助工程	枢纽生活营区		布置于枢纽右岸凸出山坡上，地坪高程 400.00m，距大坝右坝肩 120.0m，总用地面积约 7375m ² ，主要布置有管理房、信息中心、配电房、门卫房、体育区、停车区等，其中：管理房建筑面积 1000m ² ，信息中心建筑面积 260.0m ² ，配电房建筑面积 120.0m ² 。
	交通工程		包括上坝道路、进站道路、生活营区道路组成，道路总长 975.77m，其中上坝道路长 528.77m，生活营区道路长 157.0m，进站道路长 290.0m。道路净宽 4.5m，均采用沥青混凝土路面结构。灌区工程永久交通道路主要

			利用已成乡村道路。
	木洞岸坡变形体治理		木洞二级电站厂房处右岸坡顶为砂岩陡坎，因卸荷裂隙发育，岸坡存在松动危岩体，存在顺层基岩滑坡的可能。该变形体位于水库库区右岸，距离水库坝址直线距离约 1.5km，体积较大，约 60 万 m ³ ，如果发生滑动涌入库内，不但堵塞行洪通道，而且会引起较大规模的涌浪，危及大坝及下游安全。本次设计对该变形体进行开挖处理。
	供水		施工期：施工用水取用附近河流或者溪沟水，生活用水依托区域现有供水设施。 运行期：管理人员的饮用水采用桶装矿泉水，其他生活用水、消防用水采用水库水，从水库取水设施取水。
公用工程	供电		施工期：枢纽工程施工用电在坝区“T”接，分别在大坝工区设置 1 台 800KVA 变压器；在库内砂石加工系统处、木洞库岸整治区各配置 400KVA 变压器 1 台，通过低压配电线路送至各工点。另在枢纽工区设置 1 台 110KW 柴油发电机作为备用电源。 输水工程管线考虑柴油发电机解决供电，隧洞考虑进、出口施工用电就近“T”接并配置变压器。 运行期：飞龙水库管理区位于大坝右侧，结合工程实际情况，此部分用电初步拟定从附近的 10kV 董增线 19 号杆“T”接，采用 10kV 降压供电，架空线路导线型号选用 JL/G1A-50，距“T”接点线路长度约 0.5km。 董家镇供水泵站建在坝后，泵站总装机容量 3×90kW(二用一备)。
	排水		施工期：施工废水经沉淀处理后综合利用，不外排；施工人员生活污水依托现有设施处理。 运行期：管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。
临时工程	施工交通	场内	枢纽工程施工临时道路等级均为场内三级，共新建临时道路长度 4.73km，路面结构为泥结碎石路面。坝址区范围内的原道路采取扩建，扩建临时道路长度 0.35km，路面宽度为 6.0m，路基宽度 7.0m。 输水工程新建施工临时道路 12.9km，路面宽度 3.5m，路面结构为泥结碎石路面，道路等级为等外级。
		场外	场外交通依托现有的国道、省道和乡村公路，交通便利。
	料场		本工程块石料可优先利用木洞岸坡变形体治理开挖砂岩料，熊家岩料场作为备选料源。混凝土骨料优先选择购买灰岩骨料，利用木洞岸坡变形体治理开挖砂岩料石轧制人工骨料作为备选方案。 枢纽工程所需回填料利用开挖土石料，间接利用运距 0.4km，直接利用运距 0.2km；混凝土强度 C20 及以下混凝土粗、细骨料及块石料利用木洞岸坡变形体治理开挖料，至坝址运距 4.0km，熊家岩料场作为备选料源，运距约 3.0km；混凝土强度 C25 及以上混凝土粗、细骨料在垫江县三溪镇箐口场购买成品料，经公路运输至枢纽工区运距 45.0km。 输水工程所需土石回填料利用开挖料，运距 0.50km~1.0km；混凝土强度 C25 及以上混凝土粗、细骨料在垫江县三溪镇箐口场购买，综合运距 40.0km；混凝土强度 C20 及以下混凝土粗、细骨料、块石料利用木洞岸坡变形体治理开挖料，综合运距 20.0km，熊家岩料场作为备选料源，运距约 3.0km。
	施工工区		枢纽工程设 2 个工区，占地面积约 56973m ² ，输水工程设 8 个工区，占地面积约 9473m ² 。各施工工区内布置混凝土拌和系统，综合加工厂和物资仓库等。

	混凝土搅拌系统	枢纽工程混凝土拌和系统：布置于右岸坝肩旁宽阔平台处，混凝土拌和站至砂石加工系统运距 2.20km。配置 HZS150 拌和站 1 台，理论生产能力 150m ³ /h。 输水工程混凝土拌和系统：在各个隧洞工程进、出口工程处布置固定式混凝土拌和站，其余建筑物均采用移动式拌和站，共 15 台。
	砂石料加工系统	砂石料加工系统布置于库区右岸中缓坡地之上，距木洞岸坡变形体整治区 1.8km，距混凝土拌和站至砂石加工系统运距 2.20km。
	综合加工厂	枢纽工程钢筋和木材加工厂、机械修配厂布设在管理房平台，汽车小修保养合并在机械修配厂内进行，大保养在董家镇或丰都县城进行； 输水工程钢筋和木材加工厂布设在施工工区内，不布设机械修配厂。
	临时堆料场	布置在大坝下游右岸阶地平台处，占地面积约 3000m ² 。
	表土堆场	项目不单独设置专门的表土堆场，利用施工作业带，将表土就近集中堆放，并采取洒水、防水布覆盖等水土保持措施，后期用于施工损坏土地的复垦和植被恢复。
	综合仓库	布置于枢纽工程施工工区内，占地面积约 2400m ² 。
	油库	本项目邻近董家镇，周边有加油站，通过油罐车为工程派送油料，不单独设置油库。
	办公及生活福利设施	枢纽工程的办公及生活福利设施为新建，布置于右岸凸出山坡上，占地约 5000m ² ；输水工程办公及生活福利设施租用周边居民住房。
	弃渣场	共设 6 座渣场用于堆存本工程弃渣，枢纽工程设 1 座渣场，布置于大坝下游右岸，占地面积约 21300m ² ，堆渣容量 16.05 万 m ³ ；输水工程设 5 座渣场，布置于隧洞进出口，占地面积 22500m ² ，堆渣容量 5.29 万 m ³ 。
	施工作业带	输水工程管道敷设在施工作业带宽度为 10m，左支管、右支管埋管施工作业带宽度为 8.0m，董家镇提水管道施工作业带为 7.0m。
	施工导流	枢纽工程：采用围堰分期围护河床导流方式。即一期施工右岸台地坝段，原河床泄流，二期施工河床及左岸坝段，上下游围堰挡水，一期右岸已成坝体预留导流底孔+明渠泄流；汛期度汛利用坝体挡水，导流底孔和坝体溢流坝段预留缺口联合泄流的导流方式。 输水工程：白鹤洞沟跨河回填管段处河床宽约 28m，宋家沟跨河回填管段处河床宽约 27m，双龙河跨河回填管段处河床宽约 26m 外，对于较宽的河段可采用左右两岸分期施工，推荐采用分期导流方式。其余河道宽度在 5.0~15.0m 之间，布置纵向围堰相对困难，考虑其跨河工程量小，施工工期短，流量小，采用围堰一次拦断河床，导流涵管泄流的方式。
工程建设征地与移民安置	工程征地	飞龙水库工程永久征收使用土地共计 1210.79 亩，其中水库淹没区永久征收使用土地共计 1003.23 亩，水库枢纽工程区永久征收使用土地共计 188.18 亩，输水工程区永久征收使用土地共计 19.37 亩。 施工临时总占地 607.33 亩，施工新增临时占地 482.63 亩（枢纽工程新增 87.64 亩，输水工程新增 394.99 亩），另在永久征地范围内占地 124.70 亩。
	移民安置	征地安置对象共计 506 人（规划水平年），全部采取基本养老保险安置方式；搬迁安置 54 户 204 人（规划水平年），全部采取住房货币安置。
	工业企业处理	飞龙水库工程建设征地涉及企业 5 个，其中完全淹没 3 个分别为永峰塑料加工厂、木洞一级电站、木洞二级电站，采取资产评估核算后一次性补偿后拆除；蓄水影响 2 个分别为水库下游的飞龙三级电站和雪神滩电站，采取剩余寿命周期内损失电量的费用一次性补偿。
	专业项目处理	建设征地范围内的交通设施采取一次性补偿方式处理； 输变电设施、通信及广电设施、供水管道、天然气管道均采取复建方式； 建设征地范围内涉及 5 处不可移动文物，对明代生基塘墓地实施考古发

		掘，发掘面积 100m ² ；对清代刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地采取留取资料和构件收集的方式保护。
	库底清理	建筑物与构筑物的拆除与清理；正常蓄水位以下林木砍伐与迹地清理；易漂浮物清理；卫生防疫清理；固体废物清理等。
环保工程	废水	施工期：机械修配含油废水经隔油沉淀处理后用于施工场地洒水降尘，不外排； 混凝土拌和系统废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排； 砂石料冲洗废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排； 基坑废水经静置、沉淀后，上层清液回用于洒水降尘，不外排； 隧洞抽排废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排； 试压废水相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地。 枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。 运行期：管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。
	废气	施工期：采用湿式作业、洒水降尘、加强施工机械和运输车辆的维修保养、设置围挡等。 运行期：管理人员油烟废气设置油烟净化器处理后经楼顶排放。
	噪声	施工期：选择低噪声设备、合理布置施工机械和施工强度、物料运输应尽量安排在昼间进行，运输过程经过居民住宅和学校时采取缓速、禁鸣等措施、合理安排施工时间、严格控制炸药用量，尽量减少爆破次数。 运行期：枢纽工程选用低噪声的设备，将设备置于室内，且基础设橡胶减振垫减振处理，加强各产噪设备的管理维护，及时排除设备故障；灌溉全部采用重力流，无泵房等噪声源污染。
	固体废物	施工期：施工弃渣分别运至指定弃渣场堆放处置，严防运渣车辆冒装撒漏，运输弃土的车辆应按照规定的时间、区域和路线行驶；生活垃圾定点收集，定期交当地环卫部门统一集中清运卫生填埋处置。枢纽工程机械修配厂内设置危废贮存点，分类收集机械修配过程中产生的废油、含油棉纱手套等危险废物暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理；库区清理垃圾按要求进行分类收集处置，建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾交当地环卫部门统一处置；永峰塑料加工厂拆除过程产生的一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理；沉淀池污泥定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋。 运行期：管理人员生活垃圾分类收集，定期外运交由当地环卫部门处置；打捞的漂浮物收集后交由当地环卫部门外运处置。枢纽工程管理房内设置危废贮存点，分类收集设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理。
	生态流量	汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄 0.552m ³ /s，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄 0.276m ³ /s，鱼类繁殖期 3~4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄 0.368m ³ /s，当月入库径流量扣除蒸发渗漏损失量后小于该月需下放的下泄流量，则按入库径流量减蒸发渗漏损失量进行下放，合计多年平均下放的下泄流量为 1057 万 m ³ ，下泄流量保证率不低于 98.1%。本项目生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。
	环境风险防范措施	危废贮存点施工期布置于枢纽工程机械修配厂内，运行期布置于枢纽工

	程管理房内，应作防渗处理，防渗性能不应低于 6.0m 厚，渗透系数为 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求；周边设有围堰或其它截流设施（如收油沟及集油池），防止废油渗漏或外泄，施工区域禁止贮存油罐。

2.2.6 总平面布置

飞龙水库工程由枢纽工程和输水工程两部分组成。枢纽工程包括挡水建筑物、泄水建筑物、取放水建筑和附属设施。输水工程包括董家镇泵站、干管、左支管、右支管和附属设施。

2.2.6.1 枢纽工程

（1）挡水建筑物

大坝采用堆石混凝土重力坝，坝顶高程 381.50m，最大坝高 46.0m。坝顶宽 8.0m，坝顶全长 340.0m，坝体由左至右全坝分为 11 个坝段，依次为左岸非溢流坝段（1#~4#坝段，总长 121.0m）、溢流坝段（5#坝段，总长 34.0m）、右岸非溢流坝段（6#~11#坝段，总长 185.0m），坝顶临空侧均设防护栏杆，高 1.2m。

（2）泄水建筑物

泄水建筑物为溢流坝段表孔泄洪，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段（5#坝段），总长 34.0m。堰型采用 WES 实用堰，堰顶高程 372.00m，3 孔 8.0m×6.0m（宽×高），闸墩宽 2.5m。消能方式采用“坝面台阶+跌坎底流消能”，消力池底高程 340.80m，尾坎顶高程 344.00m，消力池后接块石海漫。

（3）取（放）水建筑物

取（放）水建筑物采用坝式取水型式，由取水塔、取水压力管道组成。取 0+000.00~取 0+011.20 为取水塔，塔身为矩形，紧贴大坝上游侧布置，顶部高程 381.70m，进口底板高程 350.60m，筒体高 44.0m。取水塔分 3 层取水，管径 1.2m，最大取水流量为 2.288m³/s。

取 0+011.20~取 0+039.84m 为坝内埋管段，管径 1.3m，设计引用流量 1.87m³/s。其中：桩号 0+057.80m 处分岔放空管，管径 1.0m，放空管前端设管径 0.3m 生态放水管，生态流量 0.276~0.368m³/s，经控制阀后接入放空管流入溢洪道消力池；桩号取 0+060.30 处分岔董家镇泵站（与阀室联合布置）进水管，管径 0.3m，提水流量 0.05m³/s。

（4）附属设施

本工程附属设施包括枢纽生活营区和交通工程。

①枢纽生活营区

飞龙水库生活营区布置于右岸凸出山坡上，地坪高程 400.00m，距大坝右坝肩 120.0m，总用地面积约 7375m²，主要布置有管理房、信息中心、配电房、门卫房、体育区、停车区等，其中：管理房建筑面积 1000m²，信息中心建筑面积 260.0m²，配电房建筑面积 120.0m²。



图 2.2-2 枢纽生活区平面布置图

②交通工程

本工程枢纽区永久交通道路包括上坝道路、进站道路、生活营区道路组成，道路总长 975.77m，其中上坝道路长 528.77m，生活营区道路长 157.0m，进站道路长 290.0m。道路净宽 4.5m，均采用沥青混凝土路面结构。输水工程永久交通道路主要利用已成乡村道路。

2.2.6.2 输水工程

(1) 董家镇泵站

董家镇泵站由泵房、提水管道组成，其中：泵房与阀室联合布置于坝后消力池左岸，尺寸为 20.25m×10.9m（长×宽），配电房布置于泵房后，尺寸为 27.45m×6.7m（长×宽）；提水管长度 1.195km，管径 250mm，提水流量 0.05m³/s，敷设方式采用回填管，末端接入左岸拦高塘处规划水厂处理前池。

(2) 输水管线

输水管线总长 21.508km，设计灌溉面积 2.65 万亩。库水经取水塔、坝体埋管、泵房后进入输水干管。干管长度 17.498km，起点设计流量为 1.87m³/s，经观音岩隧洞后于雪神滩处分左支管（雪神滩至双岔河），后经飞龙河管桥、王家湾隧洞，在关圣场村白鹤洞河蒋家湾处分右支管，经渠溪河管桥、石垭口隧洞、老君山隧洞后进入已建成龙兴坝水库调蓄；左支管长度 1.2km，起点设计流量为 0.49m³/s，止于渠溪河右岸双岔河；右支管长度 2.81km，起点设计流量为 0.2m³/s，经白鹤洞河、陈家沟后，止于罗家场村。灌区建筑物由输水管道、有压隧洞（隧洞衬砌直接承压）、管桥等组成，主要特征指标表见下表 2.2-2，隧洞工程的纵剖面图见下图 2.2-3~图 2.2-6。

表 2.2-2 输水工程主要特征指标表

管道名称	建筑物型式	起桩号(m)	止桩号(m)	长度(m)	管(洞)径(mm)	设计流量(m³/s)	备注
干管	砼包管	干 0+000.00	干 0+073.63	73.63	1300	1.87	泵房后
	观音岩隧洞	干 0+073.63	干 1+173.63	1100.0	2000	1.87	有压隧洞
	回填管	干 1+173.63	干 1+991.06	817.43	1300	1.87	雪神滩分左支管
	回填管	干 1+991.06	干 2+213.74	222.68	1200	1.38	
	管桥	干 2+213.74	干 2+273.74	60.00	1200	1.38	飞龙河
	回填管	干 2+273.74	干 3+387.46	1113.72	1200	1.38	
	王家湾隧洞	干 3+387.46	干 3+899.88	512.42	2000	1.38	有压隧洞
	回填管	干 3+899.88	干 3+968.01	68.13	1200	1.38	王家湾分水口
	回填管	干 3+968.01	干 6+100.00	2131.99	1200	1.19	蒋家湾分右支管
	回填管	干 6+100.00	干 6+951.71	851.71	1100	0.99	蒋家湾
	管桥	干 6+951.71	干 7+077.66	125.95	1100	0.99	渠溪河

管道名称	建筑物型式	起桩号(m)	止桩号(m)	长度(m)	管(洞)径(mm)	设计流量(m ³ /s)	备注
	回填管	干 7+077.66	干 9+943.72	2866.06	1100	0.99	脚房沟分水口
	回填管	干 9+943.72	干 11+025.77	1082.05	1100	0.84	
	石堰口隧洞	干 11+025.77	干 11+135.77	110	2000	0.84	有压隧洞
	回填管	干 11+135.77	干 11+911.82	776.05	1100	0.84	槽坊分水口
	回填管	干 11+911.82	干 12+897.47	985.65	1000	0.67	
	砼包管	干 12+897.47	干 12+923.95	26.48	1000	0.67	双龙河
	回填管	干 12+923.95	干 14+132.49	1208.54	1000	0.67	大地堰口分水口
	回填管	干 14+132.49	干 14+530.14	397.65	1000	0.5	
	砼包管	干 14+530.14	干 14+555.77	25.63	1000	0.5	钟家沟
	回填管	干 14+555.77	干 15+315.77	760	1000	0.5	
	老君山隧洞	干 15+315.77	干 17+485.77	2170	2000	0.5	有压隧洞
	明渠	干 17+485.77	干 17+498.00	12.23	2000	0.5	接龙兴坝水库出口高程347.00m
左支管	回填管	左支 0+000.00	左支 0+095.12	95.12	600	0.48	雪神滩
	砼包管	左支 0+095.12	左支 0+152.27	57.15	600	0.48	宋家沟
	回填管	左支 0+152.27	左支 1+200.00	1047.73	600	0.48	止于双岔河
右支管	回填管	右支 0+000.00	右支 0+089.16	89.16	500	0.2	蒋家湾
	砼包管	右支 0+089.16	右支 0+142.73	53.57	500	0.2	白鹤洞河
	回填管	右支 0+142.73	右支 1+734.72	1592	500	0.2	
	砼包管	右支 1+734.72	右支 1+765.61	30.89	500	0.2	陈家沟
	回填管	右支 1+765.61	右支 2+810.00	1044.39	500	0.2	罗家场

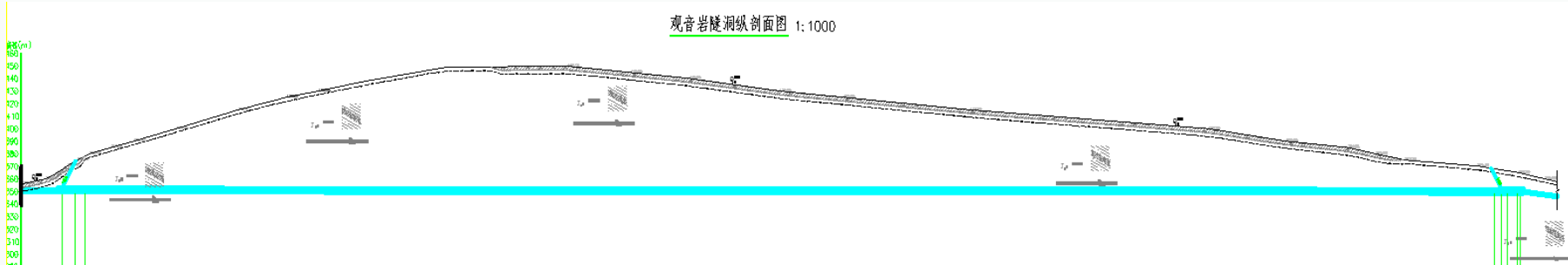


图 2.2-3 观音岩隧洞纵剖面图

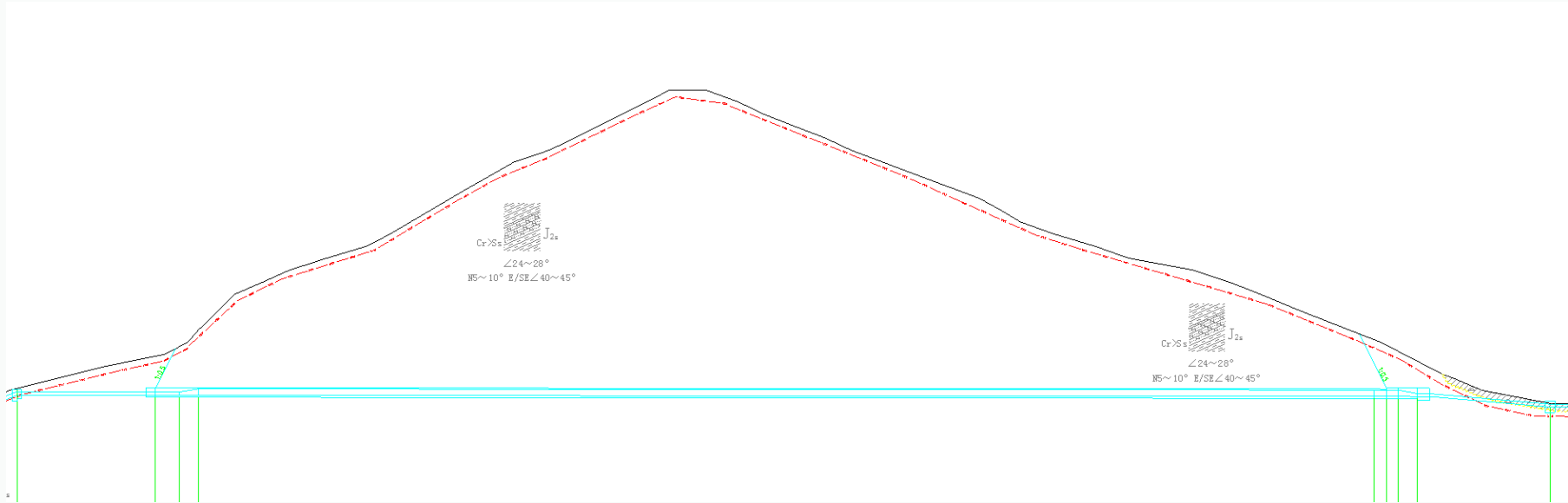


图 2.2-4 王家湾隧洞纵剖面图

- 121

(3) 管道附属设施

管道的附属设施主要包括控制阀井、检修阀井、排气阀井、排水阀井、分水阀井、镇（支）墩、排架。输水工程干管设置阀门井 69 个（控制阀井 8 个、检修阀井 12 个、排气、排水阀井 43 个、分水阀井 6 个）；左支管设置阀门井 2 个（分水阀井 1 个、排气、排水阀井 1 个）；右支管设置阀门井 16 个（检修阀井 4 个、排气、排水阀井 12 个）；阀井均为矩形，采用钢筋混凝土现浇。

2.2.7 建筑物设计

2.2.7.1 工程等级和洪水标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）及《防洪标准》（GB50201—2014）的规定，飞龙水库工程为Ⅲ等中型工程。堆石混凝土重力坝方案主要建筑物大坝、取（放）水建筑物为 3 级，设计洪水标准 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇，次要建筑物为 4 级，临时建筑为 5 级。消能防冲采用 30 年一遇设计。本工程等级和标准，见表 2.2-3。

表 2.2-3 工程等级和洪水标准表

工程 等级	建筑物名称		建筑物 级别	设计洪水			校核洪水		
				P（年）		Q (m ³ /s)	P（年）		Q (m ³ /s)
				规范	取值		规范	取值	
Ⅲ等 中型	推荐 方案	堆石混凝土重力坝	3	100~50	50	790	1000~500	500	1110
		取（放）水建筑物	3	100~50	50	790	1000~500	500	1110
		消能防冲物	4	30	30	709	—	—	—
	输水 工程	干管、隧洞	4	20~10	10	—	50~30	30	—
		管桥	4	20~10	20	652	50~30	50	817
						1220			1570
		左、右支管	5	10	10	—	30~20	20	—
		董家镇泵站	4	20	20	633	50	50	790

2.2.7.2 挡（泄）水建筑物

大坝采用堆石混凝土重力坝，坝顶高程 381.50m，河床最低建基面高程为 335.50m，最大坝高 46.0m。坝顶宽 8.0m，坝顶全长 340.0m，坝体由左至右全坝分为 11 个坝段，依次为左岸非溢流坝段（1#~4#坝段，总长 121.0m）、溢流坝段（5#坝段，总长 34.0m）、右岸非溢流坝段（6#~11#坝段，总长 185.0m）。非溢流坝段总长 306m，大坝基础置于

弱风化基岩上，上游折坡点 365.50m 高程以上铅直，以下坡比 1: 0.25，下游坝坡在折坡点 376.50m 高程以上铅直，以下坡比 1: 0.8。坝顶临空侧均设防护栏杆，高 1.2m。非溢流坝段典型剖面图如图 2.2-7。

本工程校核最大洪峰流量为 1110m³/s，最大下泄流量为 1050 m³/s，泄水建筑物为溢流坝段表孔泄洪，采用有闸控制，布置于混凝土重力坝溢流坝段，总长 34.0m。为满足坝顶交通需求，溢流坝段前后设 25m 的渐变坝段，由 8m 渐变为 20.5m，闸墩下游设总宽 7.5m 的交通桥，共三跨，单跨 9m。堰型采用 WES 实用堰，堰顶高程 372.00m，3 孔 8.0m×6.0m（宽×高），边墩和中墩宽均为 2.5m。溢流坝段典型剖面图如图 2.2-8。

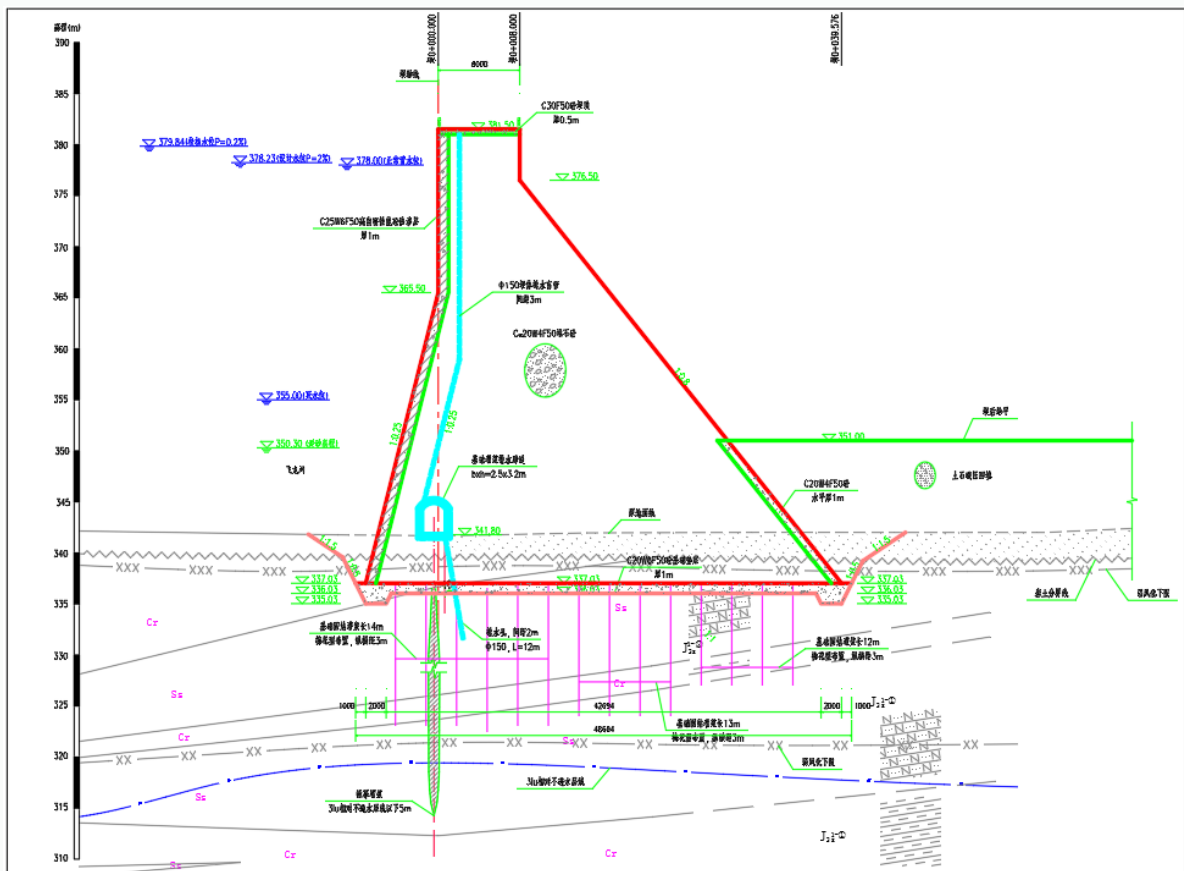


图 2.2-7 非溢流坝段典型剖面图

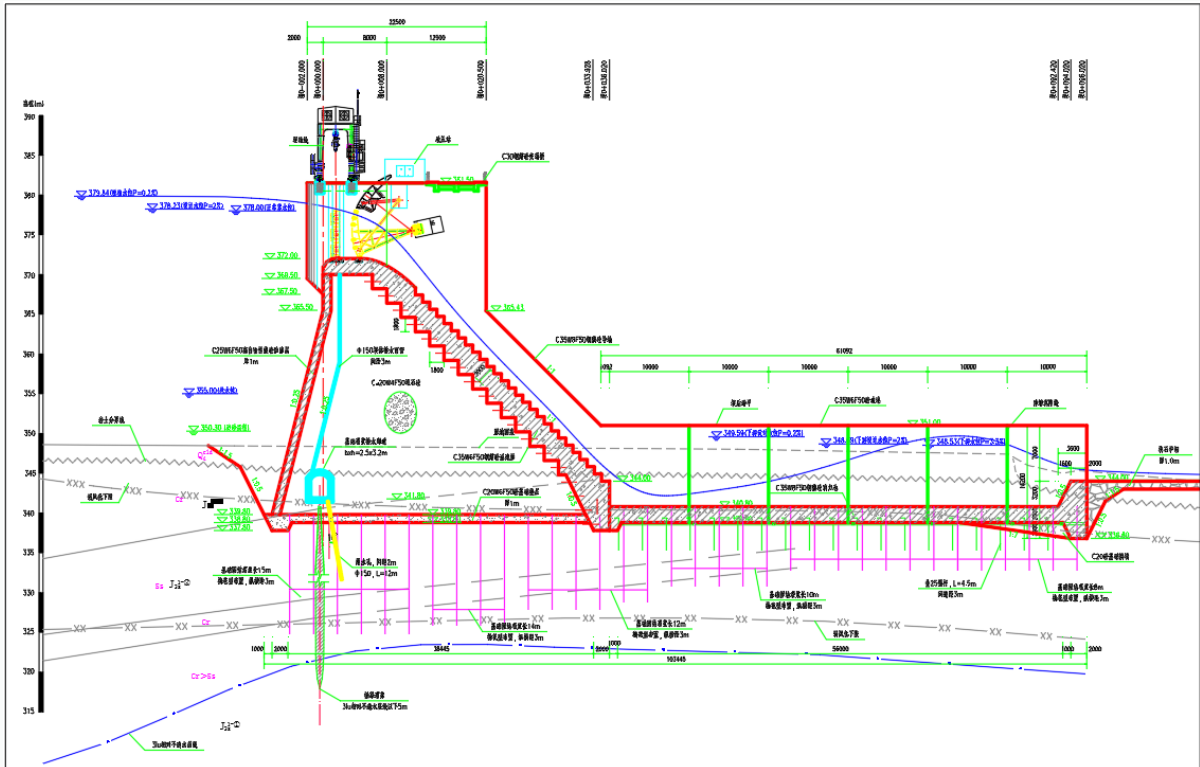


图 2.2-8 溢流坝段典型剖面图

2.2.7.3 取（放）水建筑物

本工程大坝为堆石混凝土重力坝，取（放）建筑物采用坝式取（放）水型式，取（放）水设施结合重力坝设计布置在 3#坝段。取（放）水建筑物由取水塔、取水压力管道组成。取 0+000.60~取 0+011.20 为取水塔段，取 0+011.20~取 0+039.84m 为坝内埋管段，取 0+039.84~取 0+063.80m 段为回填管段，在桩号取 0+072.40m 处进入坝后阀室（与董家镇泵房联合布置）。

（1）取水塔

取水塔布置于堆石混凝土重力坝左岸非溢流坝段（3#坝段）坝前。取水塔塔身为矩形，平面尺寸为 11.2×10.0m（长×宽），塔体紧贴大坝上游侧布置，顶部高程 381.70m，进口底板高程 350.60m，上部筒体高 31.1m。取水塔兼有灌溉、供水、生态、放空功用，最大取水流量 2.288m³/s。塔体底板及塔身采用 C30W6F50 钢筋砼浇筑。底板厚 2.0m，平面尺寸 11.8×10.0m（长×宽）。上部塔身高 31.1m，塔体轮廓尺寸 11.2×10.0m（长×宽），两侧侧墙厚 1.2m，垂直水流方向的背侧侧墙利用坝体防渗面层，厚 1.0m。

水库正常蓄水位为 378.00m，限制灌溉最低水位 363.00m，故灌溉为表层取水，满足用水需求，首层取水管中心高程为 370.00m；满足水库放空需求，在死水位以下淤沙

高程以上设置底层取水，底层取水管中心高程为 352.00m；水库建成后将向名山组团供水，考虑取水水质，在底层取水管与首层取水管之间，设中间层取水管，管中心高程为 361.00m。综上，取水塔分 3 层取水，孔口中心垂直间距 9.0m，取水管中心线高程分别为 352.00m、361.00m、370.00m，管径 1.2m，最大取水流量为 $2.288\text{m}^3/\text{s}$ （灌溉取水流量 $1.37\text{m}^3/\text{s}$ ，名山组团供水流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ，董家镇供水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，生态放流 $0.276\sim 0.368\text{m}^3/\text{s}$ ）。

（2）取水压力管道

取水塔后为坝内埋管段（取 0+011.20～取 0+039.84m），轴线长 28.64m，压力钢管穿过取水塔进入堆石砼重力坝坝体，管径 1.3m，管周采用 C25 砼外包，厚 0.6m。

压力钢管穿出坝体后，进入坝后开挖弃渣回填区，取 0+039.84～取 0+055.30m 段为回填管段，管周为开挖回填料。取 0+055.30～062.70m 段为厂前段。

桩号取 0+057.80m 处分岔放空及生态放水管，管径 1.0m；放空及生态放水管前端设生态放水管，管径 0.3m，生态放流流量 $0.276\sim 0.368\text{m}^3/\text{s}$ ，经控制阀后再在放空阀后接入放空及生态放水管排入消力池。桩号取 0+060.30 处分岔董家镇供水泵站进水管，管径 0.3m，提水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ；主管在桩号取 0+062.70m 处进入坝后阀室，内设控制阀，后接灌区工程干管，管径 1.3m，设计引用流量 $1.87\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.2.7.4 输水工程建筑物

输水工程建筑物包括泵站建筑物、灌区输水建筑物和管道附属设施，其中：泵站建筑物由泵房、提水管道组成；灌区输水建筑物由管道、隧洞、管桥组成。

（1）泵站建筑物

①泵房

本工程董家镇泵房与控制阀室联合布置于坝后回填区（消力池左侧），室外地坪高程 352.00m。建筑物包括泵房（阀室）、配电房。根据坝后消力池处水位流量关系曲线，设计 20 年一遇洪水流量 $633\text{m}^3/\text{s}$ ，相应水位 348.26m，校核 50 年一遇洪水流量 $790\text{m}^3/\text{s}$ ，相应水位 348.81m。坝后阀室及泵房总长 20.25m，宽 10.9m，地面以上高度 12.01m，泵房内左侧布置董家提水泵站，泵站底板高程 351.10m，设三台卧式单级单吸离心泵，两用一备，电机型号 Y-280M-2，单机功率 90kw。配电房位于泵房上游侧，与泵房共用一排排架柱，配电房长 27.45m，宽 6.7m，高 5.25m，单层布置，内设值班室、中控室、泵站配电室、柴油发电机房等。

②提水管道

水泵出水管穿过泵房后接提水管道,管材采用钢管,敷设型式为回填管,管径 0.25m,管道总长 1.195km,提水管末端接入左岸拦高塘处规划水厂处理前池。

(2) 灌区输水建筑物

①管道设计

A. 管材:本工程输水管道材料采用 Q235B 钢管,购买成品,连接方式采用焊接。

B. 管道敷设:本工程管道敷设方式为暗敷型式,在满足管内水压不小于 2m 水头的前提下,尽可能沿地表布置,对无交通要求的区域,管顶埋深按不小于 1m 控制,在有交通要求的区域,管顶埋深按不小于 1.2m 左右控制。

管道敷设在一般地基时,需敷设 30cm 厚粗砂垫层,管道两侧每 0.2m 分层回填夯实,压实系数为 95%,管顶 0.3m 以内压实系数不小于 90%。

管道在跨越飞龙河和渠溪河采用过桥明管,管桥段垂直于河道中心布置,管道底部高于 10 年一遇设计洪水以上 1m,两端设 C20 砼镇墩。管道在跨一般河沟河时采取沟槽开挖方式通过,采用 C25 砼包管,厚度 0.5m,设计埋深不小于 1.5m,为防止水流淘刷,对管道管槽处顺河流水流方向上、下各 10m 铺设 M7.5 浆砌块石防护。本工程出穿(跨)越河流情况详见下表 2.2-4。

表 2.2-4 本工程穿(跨)越河流情况表

序号	名称	桩号	穿越方式	备注
1	飞龙河	干 2+212.69~干 2+274.24	管桥	干管
2	渠溪河	干 7+002.49~干 7+042.49	管桥	
3	白鹤洞河	干 7+002.49~干 7+032.49	沟槽开挖	
4	陡滩河	干 9+225.29~干 9+232.29	沟槽开挖	
5	双龙河	干 12+890.86~干 12+924.57	沟槽开挖	
6	大石沟	干 13+661.27~干 13+721.36	沟槽开挖	
7	钟家沟	干 14+552.43~干 14+572.43	沟槽开挖	
8	陈家沟	右支 1+734.72~右支 1+762.72	沟槽开挖	右支管
9	白鹤洞河	右支 0+103.73~右支 0+128.73	沟槽开挖	
10	宋家沟	左支 0+095.12~左支 0+152.27	沟槽开挖	左支管

管道穿越一般公路均采用沟槽开挖方式通过,管道外包 0.5m 厚 C20 砼,回填管施工完成后,按同等级公路标准恢复。本工程输水管道穿越庙飞路、梯青路等乡村道路及其他低等级公路 40 次,沿线穿越公路具体情况详见表 2.2-5。

表2.2-5 本工程穿越公路情况表

序号	公路名称	穿越位置	穿越长度 (m/处)	穿越方式	备注
1	庙飞路	干 4+810.16~干 4+816.58 干 6+177.62~干 6+184.10	12.9/2	沟槽开挖	干管
2	梯青路	干 12+884.06~干管 12+890.86	6.8/1	沟槽开挖	干管
3	其他乡村道路 及低等级公路	/	195/37	沟槽开挖	干管、左支 管、右支管

②隧洞设计

输水工程涉及观音岩隧洞、王家湾隧洞、石垭口隧洞、老君山隧洞，均采用有压隧洞，根据围岩地质情况，开挖断面采用马蹄形断面，衬砌后为圆形断面，断面直径为 2.0m。

根据围岩地质情况，对Ⅲ类围岩，边墙和拱顶均为 40cm 厚 C25W8F50 钢筋砼，底板为 40cm 厚的 C25 钢筋砼；对Ⅳ类围岩，隧洞开挖后需及时支护，采用喷锚挂网作为一次支护，锚杆梅花型布置，纵向间距为 2.0m，锚杆采用 $\Phi 22$ 长度 2.0m，钢筋网 $\Phi 8@200 \times 200$ ，喷射 C20 混凝土厚度 100mm，二次支护：40cm 厚 C25W8F50 钢筋砼；对Ⅴ类围岩，开挖需支护紧跟或超前支护，采用钢拱架喷砼作为一次支护，钢架采用 14 工字钢，间距 600mm~1000mm，沿隧洞纵向在钢架内、外缘交错布置 $\Phi 20$ 钢筋连接，钢拱架和钢筋间采用焊接，钢拱架与钢板之间亦采用焊接连接，连接钢板间采用 M20 螺栓连接，喷射 C20 混凝土厚度 200mm；二次支护：40cm 厚 C25W8F50 钢筋砼。隧洞进出口设置长 10.0m 堵头，进出水管道置于堵头中，并设置 2 道截水环构造。

③管桥设计

管道沿线低山地区低山丘陵地貌，共涉及 2 条较大河流，采用管桥型式。本工程灌区共涉及飞龙河管桥、渠溪河管桥。

管桥采用桩排架支撑结构，单跨跨度 20.0m，桩径 1.0m，机械成孔，桩底嵌入弱风化岩石深度不小于 1/3 桩长；管桥桥面采用板梁结构，梁高 1.2m，板厚 0.3m，桥面宽 3.6m，中部安装输水管道，两侧设置防护栏杆，栏杆高 1.2m。桩、板和梁均采用 C35F50 钢筋混凝土。管桥具体布置详见表 2.2-6。

表 2.2-6 管桥布置情况表

序号	管桥名称	长度 (m)	管径 (m)	支承结构型式		槽身段组合形式		备注
				最大高度 (m)	桩径 (m)	槽身跨数	单跨长度	
1	飞龙河管桥	60	1.2	20	1.5	3	20	干管

2	渠溪河管桥	100	1.1	21	1.5	5	20	干管

(3) 管道附属设施

①控制阀及检修阀门

为了便于检修,沿管道纵向宜间隔 3km~5km 左右设置检修阀,另外在管道分水点、供水点均设有控制阀,阀门采用与管段压力等级相同的电动闸阀(配手动阀门盘),阀井结构采用定型设计,输水干管共设置控制阀 8 个,检修阀 12 个,右支管检修阀 4 个。

②复合式排气阀及阀井

复合式排气阀门:在管道的局部最高点设置排气阀,管线竖向布置平缓时,间隔 1.0km 左右宜设一通气设施,宜排出管道内集气,同时在管道内水流速度突变时向管内补气,避免管道内局部出现真空,影响管道安全。排气阀设置在阀门井内,便于维护和检修。干管共设置 43 个排气阀,左支管共设置 1 个排气阀,右支管共设置 12 个排气阀,并设置排气阀井,阀井结构采用定型设计。

③排水阀及阀井

在管线低凹处调协排水阀,以便排出管内沉积物或检修时放空管道。由于排水阀均设管道沿线地势低洼处,且输水管道位于地面以下,当管道排水阀开启后,一般都不能自流排净管内积水,需在排水阀井旁另设湿井,排水时利用潜水泵将水抽出。排水装置由排水三通、排水管、阀井和湿井组成,阀井和湿井结构均采用定型设计。干管共设置 43 个排水阀,左支管共设置 1 个排水阀,右支管共设置 12 个排水阀,并设置排水阀干井及根据需要设置排水湿井。

④分水阀

输水干管沿线设左支管、右支管 2 个支管分水口以及干管沿线设王家湾、脚房沟、槽坊和大地垭 4 个预留分水口。

⑤压力表

由于本工程输水干管沿线压力变化较大,本次设计在输水管各检修阀后设置压力表,共计 10 套。

⑥流量计

在各输水管首部控制阀后,均设置插入电磁流量计,同时还在各分水阀后也设置电

磁流量计，做管路流量在线监测用。共计 4 套。

⑦镇、支墩

根据管线沿途地质地形条件，本工程在管线转弯布设镇墩，同时管道直线段镇墩间距不大于 150m。另外，坡降大于 1:2 段每隔 10m 设置支墩一处。镇支墩基础均应置于老土或者基岩上，基础承载力不小于 200kPa。

⑧管道防腐

A.压力管道明管段及回填管外壁外露部分等表面防腐处理方法：金属表面采用预处理清洁度达到 Sa2.5 级后，涂一层干膜厚度 60 μ m 的环氧（水性无机）富锌底漆封闭保护；再涂一层干膜厚度 100 μ m 厚的环氧云铁漆作中间层；用 100 μ m 厚的氯化橡胶面漆。

B.混凝土包管段外表面刷一层不含苛性钠的水泥浆，涂层厚度 300~500 μ m。

C.钢管内壁防腐采用底层超厚浆型环氧沥青防锈底漆 250 μ m，面层超厚浆型环氧沥青防锈底漆 250 μ m。

⑨管道接口

管道连接采用焊接接口。钢管部分采用先在槽边进行组焊，将三节管组装焊接后再进行下管组装的方法。本工程钢管安装采用现场手工电弧焊接，双面焊形式，坡口形式为“V”型坡口，管节焊接前先修口，端面的坡口角度、钝边、间隙等要满足规范要求，不得在对口间隙夹焊帮条或用加热法缩小间隙施焊。

2.2.7.5 边坡工程

本工程自然边坡主要为库岸边坡。人工边坡包括临时开挖边坡和永久开挖边坡。临时开挖边坡包括坝基、灌区管道开挖边坡；永久边坡包括大坝、上坝公路、隧洞进出口、木洞库岸治理等开挖边坡等。

（1）自然边坡

水库为河道型水库，干流回水长度约 3.6km。据本阶段地质测绘，在正常蓄水位线以上，水库库岸主要为上沙溪庙组砂岩、泥岩构成的岩质岸坡，及残坡积+崩积层构成的土质岸坡。

（2）临时开挖边坡

①坝基开挖边坡

坝基上下游临时开挖边坡：基岩开挖 1: 0.5，覆盖层开挖 1: 1.5，最大高度小于 20.0m。由于大坝施工期较长，坝基上游边坡高度大于 5.0m 按永久边坡支护，采用挂网喷锚支护，锚杆 $\Phi 25$ ， $L=3.0\text{m}$ ，间排距 2.5m，梅花型布置，挂网钢筋 $\Phi 6.5$ ，间距 20cm，单层双向布置，喷 C20 混凝土厚 10cm。

②灌区管道开挖边坡

灌区管槽开挖边坡：基岩开挖 1: 0.5，覆盖层开挖 1: 1。灌区管道临时开挖边坡仅在短时间或施工期处于临空状态，待管道埋设后边坡不再处于临空状态，施工期加强边坡临时保护措施及边坡观测，确保施工安全，故该边坡稳定性较好，存在边坡安全风险较小。

（3）永久开挖边坡

①坝顶左、右岸开挖边坡

坝顶左、右岸开挖边坡：基岩开挖 1: 1.0，覆盖层开挖 1: 2.0，左右岸边坡高度小于 25.0m。坡面采用挂网锚喷支护，支护方式为：锚杆直径 $\Phi 25$ ， $L=3.0\sim 4.5\text{m}$ ，间距 2.5m，梅花型布置；网筋 $\Phi 6.5$ ，间距 20cm，单层双向布置，坡面喷 C20 混凝土，厚度 10cm；坡面设置钻孔排水，孔径 $\Phi 100\text{mm}$ ，总深度 4.0m，间排距 2.5m，梅花型布置；锚杆与排水孔错开布置。

②道路开挖边坡

道路开挖边坡：泥岩开挖 1: 0.75，砂岩开挖 1: 0.5，覆盖层开挖 1: 1~1: 1.5，边坡高度小于 15.0m。坡面采用挂网锚喷支护，支护方式为：锚杆直径 $\Phi 25$ ， $L=4.5\text{m}$ ，间距 2.5m，梅花型布置；网筋 $\Phi 8$ ，间距 20cm，单层双向布置；坡面喷 C20 混凝土，厚度 10cm；坡面设置钻孔排水，孔径 $\Phi 100\text{mm}$ ，总深度 4.0m，间距 3.0m，梅花型布置；锚杆与排水孔错开布置。

③隧洞开挖边坡

灌区隧洞进出口开挖边坡，弱风化泥岩开挖 1: 0.75，强风化泥岩 1: 1.0；弱风化砂岩开挖 1: 0.5，强风化泥岩 1: 0.75；覆盖层开挖 1: 1.5。坡面采用挂网锚喷支护，支护方式为：锚杆直径 $\Phi 22$ ， $L=4.5\text{m}$ ，间距 2.5m，梅花型布置；网筋 $\Phi 6.5$ ，间距 20cm，单层双向布置，坡面喷 C25 混凝土，厚度 10cm；坡面设置钻孔排水，孔径 $\Phi 100\text{mm}$ ，总深度 3.0m，间排距 2.5m，梅花型布置；锚杆与排水孔错开布置。

④木洞库岸治理开挖边坡

木洞库岸治理位于库区内木洞二级电站右岸，距离坝址区约 1.5Km。结合本工程建筑材料需求，治理措施采用清除该部分变形体，总开挖量 59.53 万 m³，开挖形成的边坡采取永久边坡支护处理，本工程所需的建筑材料优先使用木洞库岸治理开挖的砂岩料。

2.2.8 公用工程

(1) 供水

施工期：施工用水取用附近河流或者溪沟水，生活用水依托区域现有供水设施。

运行期：管理人员的饮用水采用桶装矿泉水，其他生活用水、消防用水采用水库水，从水库取水设施取水。

(2) 供电

施工期：本工程施工用电采取永临结合的方式，由丰都县当地电网设置架空专线至坝区，再搭接至各个施工区，后期用于枢纽工程永久供电线路。

枢纽工程施工用电在坝区“T”接，分别在大坝工区设置 1 台 800KVA 变压器；在库内砂石加工系统处、木洞库岸整治区各配置 400KVA 变压器 1 台，通过低压配电线路送至各工点。另在枢纽工区设置 1 台 110KW 柴油发电机作为备用电源。

输水工程管线考虑柴油发电机解决供电，隧洞考虑进、出口施工用电就近“T”接并配置变压器。

运行期：飞龙水库管理区位于大坝右侧，结合工程实际情况，此部分用电初步拟定从附近的 10kV 董增线 19 号杆“T”接，采用 10kV 降压供电，架空线路导线型号选用 JL/G1A-50，距“T”接点线路长度约 0.5km。

董家镇供水泵站建在坝后，泵站总装机容量 3×90kW(二用一备)。根据现场实际情况，泵站的供电电源拟从 10kV 附近的 10kV 董增线 19 号杆“T”接，采用 10kV 降压供电，架空线路导线型号选用 JL/G1A-50，距“T”接点线路长度约 1km。

本工程输水管线上每处阀门的用电负荷均较小（每处负荷均不超过 10kW），根据灌区工程周围供电网络情况，本次设计考虑灌区工程电动控制阀门由附近的 0.4kV 电网提供电源。

(3) 排水

施工期：机械修配含油废水经隔油沉淀处理后用于施工场地洒水降尘，不外排；混

凝土拌和系统废水经“pH调节+间歇自然沉淀法”处理后上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排；砂石料冲洗废水经“pH调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排；基坑废水经静置、沉淀后，上层清液回用于洒水降尘，不外排；隧洞抽排废水经“pH调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排；试压废水相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地。枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。

运行期，水库管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。

2.2.9 施工组织及布置

2.2.9.1 料场

(1) 料源需求总量

根据项目可行性研究报告，飞龙水库工程需回填料总量约 28.75 万 m^3 （土石回填料、土方回填料、围堰填筑料），块石料总量约 18.45 万 m^3 ，砂料总量约 14.72 万 m^3 ，碎石料总量约 19.67 万 m^3 （均为自然方）。

(2) 料场选择

① 土石回填料

根据地质评价，枢纽工程开挖土石方储量及质量均满足主体工程土石回填要求，故枢纽工程土石回填料 4.64 万 m^3 ，围堰填筑料 2.15 万 m^3 ，临时道路回填料 7.34 万 m^3 均考虑利用开挖土石料，直接利用运距 0.50km，间接利用运距 0.90km。

输水工程开挖土石方储量及质量满足工程回填料要求，土石回填料 11.52 万 m^3 ，土方回填料 2.51 万 m^3 ，围堰填筑料 0.58 万 m^3 均利用开挖土石料，运距 0.50km~1.00km。

(2) 粗、细骨料及垫层料

枢纽工程和输水工程粗、细骨料及垫层料选择在垫江区三溪镇箐口购买灰岩成品骨料，该料场至坝址区运距 45.0km，输水工程综合运距 40.0km。

(3) 块石料

本阶段结合木洞岸坡变形体治理，枢纽工程和输水工程所需块石料 18.55 万 m^3 均利用该变形体的开挖石料，木洞变形体整治区至坝址运距 4.00km，输水工程综合运距

20.0km。

2.2.9.2 建筑材料

本工程主要外购材料有钢筋、钢材、水泥、木材、炸药、雷管、油料等。炸药、雷管等可在丰都县公安局申请，由丰都县公安局指定民爆公司负责供应；油料主要是汽油、柴油等，所需油料可就近择优采购；工程所需钢筋、钢材可在丰都县钢材市场择优采购；水泥可在丰都县境内水泥市场择优采购；木材需要量不大，可由丰都县林业部门或者木材市场择优采购。

2.2.9.3 施工导流

(1) 枢纽工程施工导流

①导流标准

本工程采用土石类围堰，选定重现期 5 年一遇洪水作为导流标准。

坝体拦洪度汛洪水标准选择全年 20 年一遇，相应设计洪水流量为 $633\text{m}^3/\text{s}$ 。

挡水标准采用 10 年一遇洪水，设计导流流量为 $37.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

第三年 11 月初导流底孔下闸封堵，第三年 11 月底永久泄洪建筑物具备设计泄流能力，水库按设计洪水标准运行，即 50 年一遇洪水设计、500 年一遇洪水校核。

②导流方式

采用围堰分期围护河床导流方式。即一期施工右岸台地坝段，原河床泄流，二期施工河床及左岸坝段，上下游围堰挡水，一期右岸已成坝体预留导流底孔+明渠泄流；汛期度汛利用坝体挡水，导流底孔和坝体溢流坝段预留缺口联合泄流的导流方式。

③导流时段及流量

一期导流时段选择第一年 4 月至第一年 10 月，设计导流流量为 $419\text{m}^3/\text{s}$ ；二期导流时段选择第一年和第二年 11 月~次年 3 月，第三年 11 月初即可进行导流底孔封堵，大坝开始蓄水。

④导流程序

第 1 阶段：截流前的第一年 4 月~第一年 10 月，进行两岸岸坡 348.00m 以上的开挖及右岸桩号 B0+138.00m~B0+340.00m 坝段坝基开挖及桩号(B0+155.00~B0+340.00)坝段坝体混凝土浇筑施工，并在该期间完成右岸导流底孔及前后明渠的施工，该时段原河床泄流。

截流：第一年 10 月下旬进行截流，河道来水由导流底孔下泄，并于 10 月底完成围堰填筑施工。

第 2 阶段：截流后的第一年 11 月～第二年 3 月在围堰的保护下进行桩号 B0+039.00m～B0+138.00m 坝段坝基的开挖及坝体混凝土的浇筑施工，第二年 3 月底非溢流坝段浇筑至高程 357.00m，溢流坝段浇筑至 352.00m，并预留度汛缺口，缺口宽 34.0m，高 5.0m，该时段由上下游围堰挡水，导流底孔泄流。

第 3 阶段：第二年 4 月～第二年 10 月继续坝体浇筑施工，该时段洪水由导流底孔和坝体预留缺口联合下泄，度汛标准为全年 20 年一遇重现期，设计洪水流量为 633m³/s。

第 4 阶段：第二年 11 月～第三年 3 月主要进行坝体缺口浇筑，第三年 3 月底坝体全断面浇筑至 380.00m，该时段由坝体挡水，挡水标准为 10 年一遇重现期，挡水流量为 37.2 m³/s，导流底孔泄流。

第 5 阶段：第三年 4 月～第三年 10 月继续坝体浇筑施工，帷幕灌浆及大坝闸门等金属结构安装施工，该时段洪水由导流底孔和坝体溢流堰下泄，度汛洪水标准为全年 20 年一遇重现期，设计洪水流量为 633m³/s。

下闸蓄水：第三年 11 月初导流底孔下闸，水库开始蓄水。

第 6 阶段：第三年 11 月，完成导流底孔封堵施工，封堵期间由水库永久泄水建筑物进行泄流，封堵导流标准选用全年 20 年一遇洪水标准，设计洪峰流量 49.9m³/s。施工导流程序详见表 2.2-7。

表 2.2-7 各时段导流程序

导流时段		设计标准 P=%	洪峰流量 (m ³ /s)	水位 (m)	挡水建筑物	泄水建筑物
第 1 阶段	第一年 4 月～ 第一年 10 月	20	419	347.45	预留土坎	原河道
截流	第一年 10 月	20	2.65	345.17	戗堤	导流底孔，截流标准
第 2 阶段	第一年 11 月～ 第二年 3 月	20	25.1	347.56	围堰	导流底孔
第 3 阶段	第二年 4 月～ 第二年 10 月	5	633	356.70	拦河坝	导流底孔+坝体缺口
第 4 阶段	第二年 11 月～ 第三年 3 月	10	37.2	348.56	拦河坝	导流底孔
第 5 阶段	第三年 4 月～ 第三年 11 月	5	633	373.54	拦河坝	导流底孔
下闸	第三年 11 月	20	1.69	345.06	拦河坝	导流底孔下闸标准

第 6 阶段 (封堵期)	第三年 11 月	5	49.9	373.20	拦河坝	封堵导流底孔、 溢流堰过流

④导流建筑物

导流建筑物由一期围堰（预留挡水土坎）、二期上、下游围堰、右岸导流底孔及明渠、度汛缺口四部分组成。

A. 一期围堰（预留挡水土坎）

一期围堰采用预留挡水土（岩）坎，根据坝址处水位流量关系曲线，查得坝址处全年 5 年一遇洪水水位 347.45m，考虑安全加高 0.50m，波浪爬高及风壅高度 0.468m 后，计算堰顶高程为 348.418m，设计堰顶高程为 348.50m。

B. 二期上、下游围堰

上游围堰顶宽 8.0m，最大堰高 7.10m，围堰轴线长 74.63m。围堰迎水面坡度为 1:2.5，背水面坡度 1:2，迎水面采用编织袋装土护坡。围堰基础覆盖层厚约 2.0m，覆盖层为黄褐色粉土夹砂土、少量碎石。

下游围堰采用土石围堰，最大堰高 3.90m，围堰轴线长 37.43m，考虑施工交通要求设计堰顶宽度为 8.0m。围堰迎水面坡度为 1:2.5，背水面坡度为 1:2，迎水面采用编织袋装土进行护坡。围堰基础覆盖层厚约 2.0m，采用长臂反铲挖掘机挖除后回填粘土。

C. 右岸导流底孔

坝址处左岸岸坡地形较陡，右岸相对平缓，分布多级台地。结合水工建筑物布置，左岸不具备布置导流底孔条件。右岸大部分台地高程位于全年 5 年一遇洪水以上，可在汛期预留岩坎挡水，无需新建挡水围堰下完成右岸坝体及底孔的施工，因此推荐导流底孔布置在右岸。导流底孔布置于右岸 10#非溢流坝段，主要分为坝前明渠段、坝身底孔段及坝后明渠段三部分。

坝前明渠桩号为 D0+000.00~D0+108.43，长 108.43m，设计底坡 2‰。结合坝体廊道，坝前明渠段进口底板高程 344.74m，末端底板高程 344.54m。

坝身底孔段长 56.00m，垂直坝轴线布置，轴线位于坝体桩号 B0+188.00m，进、出口底板高程分别为 344.54m、344.42m，纵坡 2‰。导流底孔采用矩形断面，净空尺寸为 3.0m×3.0m（宽×高），采用 60cm 厚 C25W6F50 钢筋混凝土现浇。为便于后期导流底孔封堵，在导流底孔进口设置闸门控制段，顺水流向长 8.00m，闸墩高 6.70m，边墩厚

1.50m，底板厚 1.20m，闸室段设置封堵闸门门槽，封堵闸门采用钢闸门。

坝后明渠段桩号为 D0+164.43~D0+339.70，出口明渠段长 175.27m，设计底坡 2‰。明渠平面上呈直线布置。坝后明渠起点接导流底孔出口，起点底板高程 344.42m，末端底板高程 340.07m，设计断面为梯形，底宽 4.0m，岩石边坡开挖坡比为 1:0.5，覆盖层开挖坡比为 1:1.50。

D. 度汛缺口

度汛缺口布置于溢流坝段，缺口桩号 B0+121.00~B0+155.00，缺口宽 34.0m，沿水流方向长 25.74m，缺口底板高程 352.00m，缺口高 6.00。

⑤截流

根据飞龙河的水文特性及总进度安排，大坝为控制坝枢工程的关键项目，及早截流有利于围堰按期完工和大坝的顺利施工，据导流底孔施工进度安排及水文特性，综合考虑围堰施工条件和截流难度，截流时间选择在第一年 10 月下旬。

由于本工程河床较窄，截流流量较小，戗堤填筑料就地取材，填筑量较少，主要利用边坡开挖石渣料和大块石料，且导流底孔分流条件较好，因此截流难度不大。根据施工总进度安排，截流时间为 10 月下旬，截流流量为 10 月份 5 年一遇月平均流量 $2.65\text{m}^3/\text{s}$ ，截流水位为 345.17m。截流采用由左至右单向单戗立堵截流方式，截流戗堤与上游围堰相结合。戗堤顶部高程 347.00m，顶宽 12.0m，上游边坡为 1:2.5，下游及堤端推进边坡为 1:1.5。截流最终总落差为 3.10m，龙口抛投块石最大粒径为 0.70m。

⑥基坑排水

A. 截流后的初期排水

截流后，由于原河床坡降较缓，下游有原飞龙三级电站拦河堰影响，基坑初期排水以抽排为主。初期排水时段为上、下游土石围堰闭气后的 1d 内。初期排水强度=基坑积水（包括上游围堰与下游围堰之间的积水及覆盖层含水）+降雨+围堰渗水+其它途径来水。第一阶段初期排水按 3d 排干基坑，河道基坑面积 8400m^2 ，按平均深度 2.0m 计算，初期排水总量约 1.68万 m^3 ，相应强度为 $233\text{m}^3/\text{h}$ ，考虑围堰渗水，排水设备容量按 $300\text{m}^3/\text{h}$ 配置，抽水时基坑水面下降速度控制在 1.0m/d 以内。

为便于排干基坑，在基坑上、下游分配设置排水泵，上游拟设置 3 台（2 用 1 备）潜水排污泵，下游拟配置 2 台（1 用 1 备）潜水排污泵，水泵型号为 100WQ100-25-11，额定扬程 25m，额定流量 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，配套电机功率 11kW。

B.经常性排水

经常性排水为基坑施工时段的排水，主要有堰体渗水、岸坡渗水、大气降水及施工养护用水等。经计算，大坝基坑经常性排水平均日排水强度为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。

为保证大坝基础处理及坝体混凝土浇筑正常施工，在坝基前沿设排水沟，以拦截堰身及堰基渗水，并将渗水汇集于泵站集水井，再用水泵抽出基坑外。为了防止降雨时地面径流进入基坑，增加排水量，在基坑外缘挖排水沟或截水沟，以拦截地面水，排水沟沟宽与沟深不小于 0.50m ，底坡不小于 2‰ 。同时，基坑外地面排水系统和道路排水系统相结合，以便自流排水，以降低排水费用。分别在基坑上、下游分配设排水泵站，布置 3 台 100WQ100-25-11 型水泵，额定扬程 25m ，额定流量 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，配套电机功率 11kW ，其中 2 台进行经常性排水，另 1 台备用。

⑦导流底孔下闸和封堵

根据施工总进度安排，导流底孔计划于第三年 11 月初下闸蓄水，第三年 11 月为其封堵时段。下闸标准选用 5 年一遇 11 月月平均流量 $1.69\text{m}^3/\text{s}$ ，下闸时上游水位 345.06m 。堵头在 11 月施工期间的导流设计洪水标准选为该时段 20 年一遇洪水，设计流量为 $49.9\text{m}^3/\text{s}$ （无 11 月分期，采用 11 月～次年 3 月 20 年一遇洪水流量），考虑到大部分工程因为建设征地、移民等多方面原因，实际蓄水时间与设计差异，导流底孔闸门下闸后，洪水只能通过溢洪道和取水管下泄，取水管管径较小，本阶段从安全出发，上游水位按溢流坝堰顶高程 372.00m ，封堵闸门挡水水头 27.46m 。

导流底孔封堵采用进口钢闸门挡水，闸门孔口尺寸 $3.00\times 3.00\text{m}$ ，选用启闭机进行起吊，启闭机平台高程 350.00m ，排架顶高程 356.00m 。底孔内修建永久堵头，设计标准采用与大坝相同的结构设计标准。

⑧水库下游生态供水

结合本工程河道水文情况，蓄水期间须满足向下游供水不小于河道多年平均流量的 10%，全年多年平均流量为 $1.04\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期 4～10 月多年平均流量为 $1.54\text{m}^3/\text{s}$ ，11～次年 3 月多年平均流量为 $0.352\text{m}^3/\text{s}$ ，本工程为 11 月封堵，下泄生态流量按 $0.0352\text{m}^3/\text{s}$ 。为此，在水库蓄水期间，水位低于取水管道高程时，考虑利用柴油水泵向下游抽水，以满足生态保护的要求。

（2）输水工程跨河建筑物施工导流

①导流标准

输水工程采用有压管道+有压隧洞的输水方式，输水工程共有 10 处穿过河道或小冲沟，跨河或跨冲沟采用管桥和回填管的形式，其中 2 处采用管桥，其余 8 处采用回填管。回填管埋至河床以下 1.50m，需进行导流才能保证干地施工。管桥布置在全年 50 年一遇洪水水位以上，管桥跨河处采用桩基+排架架设跨河。管桥跨飞龙河和渠溪河，河道宽度约 40m，河道受管桥下游电站及拦河堰涌水影响，枯水期水深约 3m~4m，部分桩基位于河床中，河道集雨面积较大，枯水期流量较大，采用筑岛填筑难以压实，桩基、上部排架及梁施工采用沿管桥架设钢便桥，管桥施工不进行导流设计。

输水工程建筑物工程级别为 4 级，根据《水利水电工程施工导流设计规范(SL623-2013)》的有关规定，导流建筑物级别为 5 级建筑物。输水工程跨河建筑物所跨河床宽度在 5~40.0m，跨河处管道短，工程量小，施工工期较短，2 个月就能施工完成，故本阶段选用枯期 5 年一遇洪水标准作为导流设计标准。

②导流方式

白鹤洞沟跨河回填管段处河床宽约 28m，宋家沟跨河回填管段处河床宽约 27m，双龙河跨河回填管段处河床宽约 26m 外，对于较宽的河段可采用左右两岸分期施工，推荐采用分期导流方式。其余河道宽度在 5.0~15m 之间，布置纵向围堰相对困难，考虑其跨河工程量小，施工工期短，流量小，采用围堰一次拦断河床，导流涵管泄流的方式。

③导流时段及流量

本工程跨越河道或冲沟的管道较短，2 个月即可完成施工。结合施工进度计划安排，导流时段选择枯水期 12 月~次年 1 月，各跨河建筑物导流流量见表 2.2-8。

2.2-8 输水工程跨河建筑物导流流量

建筑物所跨河道 (集雨面积 km ²)	建筑物所在位置桩号	跨河型式	导流时段	导流流量 (m ³ /s)
陈家沟 (3.85km ²)	右支 1+734.72~右支 1+765.61	回填管	12 月~次年 1 月	0.39
白鹤洞沟 (15.7km ²)	右支 0+089.16~右支 0+142.73	回填管		1.00
宋家沟 (19.2km ²)	右支 0+095.12~右支 0+152.27	回填管		1.14
白鹤洞沟 (20.1km ²)	干 6+395.00~干 6+420.00	回填管		1.17
陡滩河 (2.47km ²)	干 9+312.09~干 9+335.00	回填管		0.29
双龙河 (65.8km ²)	干 9+897.47~干 9+923.95	回填管		2.59
大石沟 (1.97km ²)	干 10+697.00~干 10+721.00	回填管		0.25
钟家沟 (9.10km ²)	干 14+530.14~干 14+555.77	回填管		0.69

④导流建筑物

为减少占用河道宽度，白鹤洞沟、宋家沟及双龙河跨河建筑物围堰采用编织袋装土进行填筑，围堰堰顶宽 1.50m，迎水面边坡 1:1，背水面边坡 1:0.5，迎水面采用土石编织袋压土工膜进行防渗，围堰最大高度 2.20m。

其余河道回填管施工围堰均采用土石围堰，围堰堰顶宽 3.00m，迎、背水面边坡均为 1:1.5；迎水面采用土石编织袋土工膜防渗，上下游围堰坡脚距开挖边线距离不得小于 5.0m，围堰最大高度 2.0m。

导流涵管按无压管道设计，采用 HDPE 波纹管，根据流量选用不同直径的波纹管，导流涵管管径为 DN400~DN800。陡滩河、大石沟导流涵管管径为 DN400，陈家沟导流涵管管径为 DN500，钟家沟导流涵管管径为 DN700。导流涵管均沿河道岸坡边铺设，涵管坡降为 1%。

(3) 输水工程老君山隧洞出口施工导流

①导流标准

干管末端输水隧洞（老君山隧洞）出口接入龙兴坝水库库内，龙兴坝水库死水位 345.00m，对应的库容为 205.6 万 m³，正常蓄水位 368.00m，对应的库容为 970 万 m³，校核洪水位 369.49m，总库容为 1037 万 m³，为Ⅲ等中型水库工程，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物为 4 级。干管输水隧洞（老君山隧洞）出口高程 346.00m，略高于龙兴坝库内死水位 345.00m，龙兴坝水库已于 2021 年正式蓄水。

老君山隧洞施工时，考虑在龙兴坝水库预留岩塞进行挡水，岩塞为一种特殊的挡水围堰，预留岩塞建筑物级别为 5 级。预留岩塞为土石类结构，土石结构类导流建筑物设计洪水重现期为 10~5 年一遇。因龙兴坝水库已下闸蓄水，本次设计预留岩塞按龙兴坝水库最高运行水位进行设计，即采用 500 年一遇洪水标准设计。

②导流建筑物设计

闸室竖井距老君山隧洞出口（龙兴坝水库库内）有约长 51m 平洞，老君山隧洞施工时，该段平洞暂不施工，利用该段岩体进行挡水，从进口和竖井两个作业面进行施工。待老君山隧洞至竖井开挖贯通，经衬砌后再对该段平洞开挖，该段平洞开挖时在龙兴坝水库侧预留岩塞挡水，最后进行岩塞的爆破。

2.2.9.4 工程施工

(1) 枢纽工程施工

①重力坝施工

A.土石方开挖

工程截流之前完成常水位以上的两岸岸坡开挖，截流之后进行河床坝基开挖。严禁在设计建基面、设计边坡附近采用硇室爆破法和药壶爆破法施工。土石方开挖采用自上而下分梯段开挖，严禁采用自下而上的开挖方式。

岸坡覆盖层开挖采用 1.6m^3 反铲挖掘机辅以人工开挖，溜渣至河床，河床覆盖层由 88kW 推土机集渣， 1.6m^3 反铲挖掘机装 15t 自卸汽车运至渣场，综合运距 0.50km。

B.边坡支护施工

a.边坡喷锚支护工程在边坡分层开挖过程中逐层组织施工，上层的支护应保证下层的开挖施工安全，一般滞后一个开挖梯段，最多滞后两个台阶。

b.每层开挖面支护先进行锚杆施工，然后进行挂钢丝网及喷射混凝土施工，如开挖面岩面易风化时，根据实际情况可先行喷射混凝土保护；如遇破碎带及不稳定岩体，及时采用系统锚杆进行支护。

c.按清理→锚杆凿孔→锚杆砂浆注入→锚杆安装、紧固→喷射混凝土的顺序进行边坡支护施工。

d.喷射混凝土支护按喷射第一层混凝土（厚 5cm）→挂钢筋网→喷射第二层混凝土（达设计厚度）的施工程序进行施工，喷混采用 TK-961 型湿喷机进行喷射混凝土，喷射路线应自下而上，呈“S”形运动。

e.6m 以下锚杆孔采用 YT-28 型手风钻钻孔，6m 以上锚杆采用 KQJ90 风动钻钻孔。锚杆即将安装前，用硬管插入孔底，采用高压风冲洗干净孔内的石粉和石渣，然后，慢慢撤出硬管。对于破碎或其它不良地质带，采用高压风清孔，禁止用水冲洗。

f.采取先注浆后安装锚杆的方案施工，注浆锚杆施工采用先注浆，后安装的施工程序。选用 MZ-1 型锚杆注浆机注浆，待孔内注满砂浆后，立即人工插入锚杆。在锚杆砂浆达到设计强度后即人工锚固。

C.大坝基础处理施工

坝体基础处理包括固结灌浆、帷幕灌浆、排水孔。

同一坝段基岩灌浆按照先固结灌浆后帷幕灌浆的施工顺序进行，固结灌浆宜在有混凝土盖重的情况下随坝体升高陆续进行，坝体混凝土浇筑时在坝内预埋灌浆管，待混凝土浇筑到一定厚度后再灌浆，各灌浆区的帷幕灌浆待该区域的固结灌浆完成后在灌浆廊道和岸坡上进行。

a.固结灌浆施工

大坝基础固结灌浆以坝段为灌浆单元，按分序加密的原则进行，分二序施工。采用 XY-2PC 地质钻机钻孔，L200 灰浆搅拌机制浆，BW-200 灌浆泵灌浆，采用“孔口卡塞、自上而下、浆液孔内循环”施工工艺。

b.帷幕灌浆施工

大坝基础帷幕灌浆采用自上而下分段灌注，并按分序加密的原则进行，分三序施工。岸坡采用人工搭设满堂脚手架平台，钻孔及灌浆在平台上进行。采用 XY-2PC 地质钻机钻孔，采用 BW-200 灌浆泵分段灌浆。坝体混凝土和基岩接触部位的灌浆段应先行单独灌注并待凝。接触段在岩石中的长度不得大于 2m，以下灌浆长度可采用 5~6m，特殊情况下可适当缩短或加长，但不宜大于 10m。坝体在蓄水前应完成蓄水初期最低库水位以下各灌区的灌浆施工。

D.大坝混凝土浇筑

坝体混凝土浇筑需控制浇筑层的最大高度，约束区、老混凝土区的浇筑层厚应控制在 1.50m 以内，堆石混凝土层厚控制在 1.50m，混凝土浇筑间歇时间，层间间歇时间不少于 5~7d。浇筑坯层厚度应控制在 50cm，上下两层混凝土的浇筑时间间隔应控制混凝土初凝时间内。混凝土运输总要求是：应使混凝土在运输过程中不致发生分离、漏浆、严重泌水或过多降低塌落度等，尽量减少转运次数和缩短运输时间，斜溜槽输送时，应防止溜槽脱节而漏浆，尽量避免混凝土堵塞溢出，为防止石子在陡坡溜槽中飞出，应在溜槽上适当分段设置防护措施。

大坝垫层混凝土采用分缝分块浇筑，混凝土由大坝下游混凝土拌和站拌制，采用

6m³ 混凝土搅拌运输车运至作业面，溜槽入仓，人工平仓，2.2kw 插入式振捣器振捣密实，混凝土水平运输综合运距 0.40km。

坝体堆石混凝土浇筑采用分缝分块浇筑，堆石混凝土施工工艺流程为：

仓（层）面处理→模板支立（堆石选择并入仓）→堆石入仓完成→高自密实性能混凝土浇筑→一层堆石混凝土浇筑完成→堆石混凝土养护。

反复重复上述步骤直至堆石混凝土浇筑至设计高程。

仓面处理：清除松动块石，杂物、泥土等，冲洗干净且无积水，进行层面凿毛处理。本次设计仓面凿毛采用高压水枪冲毛，在浇筑完成待混凝土终凝后进行，缝面开始冲毛处理之前混凝土抗压强度不得低于 2.5MPa，采用 25MPa~50MPa 的高压水冲毛机进行冲毛处理，冲毛枪宜距混凝土面 10cm~15cm，冲毛枪与混凝土面宜呈 70°~75° 度角。拟采用 QD3-1 型冲毛机，以电机为动力，驱动高压水泵，水流通过高压水管经高压水枪，喷射出高压水射流，最大压力为 50MPa，用以冲毛各种混凝土表面。

模板支立：堆石混凝土施工采用悬臂大模板，采用 SCM-C7050(20t)塔吊吊运，人工预埋螺栓。该模板密封性好，利用预埋螺栓固定内侧不需要拉筋固定，堆石方便，外观质量好，模板支立速度快。

堆石选择及入仓：堆石混凝土所需的堆石料利用木洞库岸治理砂岩料，堆石料应是新鲜、完整、质地坚硬、不得有剥落层和裂纹，饱和抗压强度不得小于 30MPa。堆石料粒径不宜小于 300mm，堆石料最大粒径不应超过结构断面最小边长的 1/4、厚度的 1/2。堆石料在木洞岸坡变形体治理料分拣，采用 15t 自卸汽车运至施工现场筛洗场，利用钢轨筛进行筛选，采用 2m³ 装载机装运至钢轨筛，卸料。筛选后的块石进行冲泥处理，处理完成后块石料堆放于临时堆场，1.6m³ 挖掘机装简易自制料斗，15t 自卸汽车运至塔机附近，SCM-C7050(20t)塔式起重机吊运入仓。基础仓混凝土强度达到 2.5MPa 以上方可进行堆石入仓。靠近模板侧的堆石采用人工堆放，上游侧防渗面板必须预留足够的宽度，以保证防渗面板厚度。堆石完成后应做好防雨（水）措施，在浇筑自密实混凝土前必须防止雨（水）冲刷堆石导致泥浆在接触面上堆积。

混凝土入仓及养护：本工程混凝土拌和系统距坝约 0.40km，由 6m³ 混凝土搅拌运输

车运至作业面，自密实混凝土施工拟采用泵送混凝土，设 TBL-60 型地泵一台，额定生产效率 $60\text{m}^3/\text{h}$ 。浇筑遵循单向逐点浇筑的原则，宜从上游面开始，沿短边浇筑，两个浇筑点距离不超过 3m。浇筑完成的堆石混凝土，在养护前宜避免太阳曝晒，在浇筑完毕 6h~18h 内开始洒水养护，应连续养护，养护期内始终使混凝土表面保持湿润，养护时间不宜少于 28d。收仓面可采用人工洒水养护、机械洒水、花管不间断流水养护。垂直面或斜面可挂设花管进行流水养护。

大坝闸墩、溢流面混凝土采用 6m^3 混凝土搅拌运输车水平运输，利用布置在左、右挡水坝段的 SCM-C7050(20t)塔式起重机吊 $1.6\text{m}^3\sim 3.0\text{m}^3$ 混凝土卧灌入仓，混凝土水平运输平均运距 0.40km，采用高频振捣器和软轴振捣器振捣混凝土。振捣器插入平面布点和振捣时间要达到规范的要求，确保振捣充分。大体积混凝土使用高频振捣器振实，墙体、堰面或钢筋密集的其他小浇筑部位用 $\phi 50$ 软轴振捣器振实。为提高溢流坝过水表面混凝土材料抗空蚀和耐磨强度，施工中严格控制施工表面不平整度，模板滑动后混凝土表面要抹平和反复抹光 6~7 次。

浇筑完成的普通混凝土，在养护前宜避免太阳曝晒，在浇筑完毕 6~18h 内开始洒水养护，应连续养护，养护期内始终使混凝土表面保持湿润，养护时间不宜少于 28d。收仓面可采用人工洒水养护、机械洒水、花管不间断流水养护。垂直面或斜面可挂设花管进行流水养护。

E.木洞库岸治理工程治理施工方法

库岸治理区结合用料需要，按照料场开采方式进行开挖。首先用手风钻配合 YQ-100 型潜孔钻钻孔爆破，揭除无用层，形成开挖及爆破工作平台。无用料用 132kW 推土机集渣， 1.6m^3 正铲挖掘机装 15t 自卸汽车运至块石料堆码场场坪。石方开挖从上至下采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，分层单侧推进的开挖方式，采取宽孔距小抵抗线的布孔工艺，孔外微差起爆网路，以降低最大单响药量，减小爆破震动对库区岸坡的危害。根据边坡情况，考虑施工安全，部分库岸危险区域将实行单孔单响，以最大限度地降低爆破震动对库岸稳定的影响。爆破后的毛石料直接采用 1.6m^3 挖掘机装 15T 自卸汽车运至块石堆码场卸料，至堆码场运距 1.80km。毛石料改小加工成块石料后用 15T 自卸汽车运输至坝址施工区，运距 2.20km。

②取（放）水建筑物施工

取水建筑物布置在重力坝左岸，为坝式取水口，取水口开挖及混凝土浇筑与坝同步进行，其开挖方法跟大坝开挖相同。取水建筑混凝土采用 6m³ 混凝土搅拌运输车运输混凝土，转 SCM-C7050(20t)塔式起重机吊 1.6m³~3.0m³ 混凝土卧罐入仓，混凝土水平运输平均运距 0.50km。

③坝后泵房施工

泵房覆盖层开挖采用 74kw 推土机集渣，1.0m³ 反铲挖掘机装 10t 自卸汽车运输至渣场，弃渣综合运距 1.0km。石方开挖采用机械开挖，砂岩部分拟采用 1.6m³反铲挖掘机改装的液压破碎锤破碎，泥岩部分采用反铲配置单钩松土器。每次用单钩松土器将泥岩表层钩松厚 30cm~50cm，另配置一台 1.6m³ 液压反铲装车后，边钩边装，装完后继续下层钩松，至设计开挖边线为止。破碎锤破碎的石渣采用 1.6m³挖掘机装 15t 自卸汽车运输至渣场，弃渣综合运距 1.0km。

泵房混凝土由大坝混凝土拌和系统拌和，6m³ 混凝土搅拌运输车运至作业面，综合运距 0.80km，下部混凝土浇筑采用溜筒入仓，上部混凝土采用 SCM-C7050(20t)塔式起重机吊 1.6m³~3.0m³ 混凝土卧罐入仓，人工平仓，2.2kw 插入式振动器振捣密实。模板、支撑及钢筋等采用 10t 载重汽车运至工作面，用 SCM-C7050(20t)塔式起重机吊运至安装作业面，人工进行安装、绑扎。

④永久上坝道路施工

土石方开挖：上坝道路覆盖层开挖采用 1.6m³ 反铲挖掘机开挖，装 15t 自卸汽车运输至渣场，弃渣综合运距 0.50km。石方开挖采用机械开挖，采用 1.6m³反铲挖掘机改装的液压破碎锤破碎，破碎锤破碎的石渣采用 1.6m³挖掘机装 15t 自卸汽车运输至渣场，弃渣综合运距 0.50km。

锚喷支护施工：开挖面支护先进行锚杆施工，然后进行挂钢丝网及喷射混凝土施工，如开挖面岩面易风化时，根据实际情况可先行喷射混凝土保护。注浆锚杆施工采用先注浆，后安装的施工程序。锚杆即将安装前，采用高压风清孔。锚杆施工采用 H420 型锚杆机钻孔，选用 MZ-1 型锚杆注浆机注浆，待孔内注满砂浆后，立即人工插入锚杆。在锚杆砂浆达到设计强度后即人工锚固。喷射混凝土由现场临时搅拌机进行拌和，2t 机动翻斗车运输至工作面附近，综合运距 0.80km。喷射混凝土支护按喷射第一层混凝土（厚

5cm)→挂钢筋网→喷射第二层混凝土(达设计厚度)的施工程序进行施工,喷射混凝土采用 TK-961 型湿喷机进行喷射混凝土,喷射路线应自下而上,呈“S”形运动。

土石碾压回填:回填料直接利用开挖料,15t 自卸汽车运至回填区,综合运距 0.30km,采用 12t 压路机进行碾压,至少碾压 3~4 遍。路基两侧压路机压不到地方,采用立式打夯机分层夯实,每层厚度 150mm。

混凝土挡墙:挡墙所需混凝土采用现场自拌,设置一台小型混凝土拌和系统,经拌和后由 6.0m³ 混凝土搅拌车运输至浇筑工作面,综合运距 0.80km,溜槽入仓,人工平仓,2.2kw 插入式振动器振捣密实。

手摆片石:片石进场后,根据石料形状大小,1.0m³ 反铲挖掘机辅以人工进行摆放,大面朝下,尖面向上,石与石之间竖向紧密靠拢。遇有过大石料用挖掘机配破碎锤改制成 20~25cm,才能使用;铺砌中,片石与片石之间产生的空洞,缝隙用小片石填塞,并用石工锤敲击密实。片石摆插结束后,经验收合格再撒布 2~4cm 碎石嵌缝找平,用 12t 振动压路机碾压密实。

水泥稳定级配碎石:水泥稳定级配碎石在现场进行拌制,在现场设搅拌站,机械搅拌。先检查水泥、碎石、石屑、水是否符合规范规定。配合比严格控制,确保拌和料达到最佳含水量。按设计厚度放出横断面标高,分层摊铺,摊铺用装载机进行,机械无法到达的部位,用工摊铺,蛙式打夯机夯实。摊铺整平后,立即碾压。应先轻后重,先边后中,先慢后快的原则,并在水泥终凝前完成。即先用 8t 压路机碾压 2 遍,再用 12t 压路机碾压 6~8 遍。先慢后快,头两遍碾压速度为 1.5~1.7km/小时,后 6~8 遍为 2~2.5km/小时。轮迹每次重叠的宽度为 1/2 后轮宽。

沥青路面混凝土:混凝土拌和采用 LQC2000 自控间歇式沥青混凝土拌和机拌制,拌和好后采用 10t 自卸汽车运输至施工作业面,利用 LT70 摊铺机进行摊铺作业。摊铺好就进行碾压作业,压实按初压、复压、终压(包括成型)三个阶段进行。初压采用 10~12t 双钢轮压路机静压,碾压两遍,碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机,从外侧向中心碾压,超高处由低向高处碾压,轮迹始终保持与路基轴线平行,相邻碾压带重叠约 30cm,逐步向路拱碾压,压路机速度以 1.5~2.0km/h 速度进行行驶。复压紧接在初压后进行,采用 YL16 轮胎式压路机来回交叉碾压,压实遍数经试验段确定,压路机的速度 3~5km/h 速度行驶,以达到规范要求的密实度为止。终压时采用 10~12t 双筒光轮压路机静压以消除轮迹,碾压 3~4 遍压实长度,压路机以 4~6km/h 的速度行驶。

路缘石施工：施工人员按每 10 米段拉线，保证路缘石边线顺直、圆滑。路沿石采用木模，所用模板表面光洁整齐，外形几何尺寸规格。混凝土由现场的混凝土拌和系统拌制，采用 5t 自卸汽车运输至浇筑作业面，综合运距 0.80km，采用人工入仓，2.2kw 插入式振捣棒振捣，以混凝土表面出现乳状水泥浆及无气泡冒出控制振捣时间，做到既不漏振，也不过振，振捣过程中随时添加混凝土使模内常满。振捣结束后，人工用刮刀将顶面刮平，待混凝土路缘石收浆后，再将试件仔细抹平。

（2）输水工程施工

①管道工程明挖段施工

输水工程明挖段管道最大管道内径为 1300mm，最小管径 500mm。管道大部分沿现有道路布置，运输相对方便，管槽开挖采用后退法施工，开挖前沿管线进行平整作为混凝土及管道运输的施工便道。

管道采取分段施工，其施工程序为：

测量放线→沟槽开挖→管道镇墩及支墩混凝土施工→基础粗砂垫层→管道运输、安装→水压试验→沟槽土方回填→验收。

测量放线：施工单位进场后根据测量基准点进行测量、放线，划出管道的开挖中心线，根据中心线定出开挖边线。

沟槽开挖：开槽必须依据已放好的开挖边线进行，开挖前应查明地形管网情况。根据地形、施工条件，采用机械开挖为主，人工开挖为辅。机械开挖采用 1.0m³ 反铲挖掘机自上而下分层进行，首先将地表杂土取掉，然后开挖至高于设计开挖标高 30cm 位置，以防机械超挖，采用人工修边修底至设计位置。人工利用铁锹、风镐等开挖，开挖土料沿管道外侧堆放，堆放高度小于 1.0m，且距开挖边线不得小于 1.0m。管槽石方开挖采用机械开挖，利用 1.0m³反铲挖掘机配破碎锤破碎，开挖渣料临时堆放在管线旁。在管道铺设完成后，对称回填夯实，多余的土石方弃渣运至附近渣场。如遇土质松软地段或在建（构）筑物附近挖槽时，沟槽应采用板柱支撑或其它方法加固，雨季施工应随时开槽随下管随还土，不宜长时间晾槽，以防泡槽。

管道镇墩及支墩混凝土施工：混凝土由移动式搅拌机现场拌制，由人工胶轮车运至工作面，综合运距 200m，采用人工平仓、2.2kw 插入式振捣器振捣密实。

基础粗砂垫层：基础砂垫层由料场购买，10t 自卸汽车运输至临时堆料场，采用人工装胶轮车运输至铺筑工作面，综合运距 200m，人工摊铺，人工夯实，压实度必须满足

设计要求。

管道运输、安装：钢管分节制造的成品，堆放于仓库。各分段沟槽验收完毕后，即可进行管道安装施工，采用 10t 载重汽车运输至安装现场附近，公路段采用 20t 汽车吊直接吊至安装作业面，非公路段采用反铲挖掘机辅以人工转运，综合转运距离 200m，管道比降大于 40%且无道路从该处经过的管线采用铺设卷扬机道，利用卷扬机牵引至安装工作面，平均牵引距离 50m。管道吊装应采取防止管道下滑措施，钢管采用千斤顶就位，安装时不得损坏防腐层。钢管焊接采用手工电弧电焊，采用单面焊双面成型，焊接必须满足现行相应规范规程要求。

水压试验：在回填管沟前，分段进行试压。回填管沟和完成管段各项工作后，进行最后试压。水压试验的管段长度一般不超过 1000m，并应在管件支墩达到强度后方可进行，否则应作临时支撑。凡在使用中易于检查的地下管道允许进行一次性试压。铺设后必须立即回填的局部地下管道，可不作预先试压，焊接接口的地下钢管的各管段，允许在沟边作预先试压。

沟槽土方回填：管道安装完毕后进行水压试验满足设计要求并经隐蔽工程验收后，即可进行回填。管道两侧土应对称回填，以防管中心线偏移，回填土时要求分层夯实，每层 200~250mm，管道两侧和管顶以上 50cm 范围内填土，应采用轻夯压实，回填土压实度应满足设计要求。回填时槽底至管顶以上 50cm 范围内，不得含有机物及大于 50mm 的砖、石等硬块。

验收：管道回填完成后进行最后水压试验，水压试验合格后即进行竣工验收。

②隧洞施工

隧洞开挖：输水工程石垭口和王家湾隧洞采用单面掘进，观音岩和老君洞隧洞施工均采用双面进行掘进。本工程观音岩隧洞采用悬臂式掘进开挖，其余隧洞推荐采用钻爆法开挖。

锚喷支护：用先注浆后锚杆，锚杆安装前用高压风吹除孔内岩屑，然后采用 MZ-1 注浆机将配制合格的砂浆注入孔内，再用人工利用作业平台将加工好的杆体插入锚孔，锚杆必须平直，锚杆中心线与锚孔轴线重合。锚杆安装后，孔口加石楔固定封严。锚杆到龄期后按规范抽样进行拉拔试验。喷射混凝土采用湿喷法施工，喷层厚度 100mm，喷射混凝土强度均为 C20，挂网为 $\Phi 8$ 钢筋网。混凝土在混凝土拌和系统制备，出料后机动翻斗车运输至工作面，喷混采用 TK-961 型湿喷机进行喷射混凝土，速凝剂在混凝土

进喷射机后投放，喷射路线应自下而上，呈“S”形运动。

混凝土浇筑：本工程隧洞开挖后采用全断面衬砌，边墙、顶拱及底板均采用混凝土衬砌，洞身混凝土浇筑分段原则按每 12m 一段。混凝土浇筑时必须先铺一层 2~3cm 的同标号水泥砂浆或不小于 10cm 厚的同标号一级配混凝土，浇筑速度控制在 1m/h 以下，两边墙混凝土上升应均衡，浇筑高差小于 80cm。采用 2.2kW 插入式振捣器捣密实。

回填灌浆：隧洞回填灌浆安排在混凝土浇筑后进行，采用预埋灌浆管。灌浆孔孔径 48mm，深入岩石 10cm，采用 0.35m³ 灰浆搅拌机拌制，BW100 型灌浆泵灌浆。

③管桥施工

土石方明挖：土方开挖采用 1.0m³ 反铲挖掘机开挖，回填利用料堆存于两侧，多余弃渣料采用 1.0m³ 挖掘机装 5t 自卸汽车运出渣，弃渣平均运距 0.50km。石方开挖采用机械辅以人工开挖，由 1.0m³ 反铲挖掘机配液压破碎锤破碎，1.0m³ 反铲挖掘机装 5t 自卸汽车运出渣，弃渣平均运距 0.50km~1.0km。

桩基施工：本阶段设计采用机械成孔，拟利用 GQ-20 工程钻机（正反循环钻机）进行钻孔，钻机外形尺寸 3620m×1880m×2704mm（长×宽×高），钻孔采用泥浆护壁，水下混凝土灌注施工

土石方回填：利用开挖弃渣料作回填料，基础采用对称回填，人工夯实回填，填料采用 1.0m³ 挖掘机挖两侧弃渣回填，人工夯实。

混凝土施工：混凝土工程包括 C30 钢筋混凝土排架、C30 混凝土桥面及 C25 混凝土支墩等。本工程拟采用现浇混凝土桥面，采用托架作为模板支架基础。混凝土由 JZC350 混凝土拌和机统一拌制。混凝土浇完初凝后，应立即用草袋覆盖，根据气温情况进行养护，拆模根据气温情况，混凝土浇筑完成后，5~7 天后开始拆模，确保混凝土面光滑，不出现缺角掉角情况。

2.2.9.5 施工交通

（1）对外交通

坝址所在河段不通航，场外交通主要以公路运输为主。飞龙水库坝址位于丰都县董家镇境内，坝址距关圣场村 4.0km，距董家镇 6.0km，距丰都县城 75km。

工程主要建材在丰都县城购买，施工进场由丰都县进入，主要运输路线：坝址~关圣场村（距离 4.0km，水泥道路）~丰都县（距离 71.0km，省道 203），总距离 75km。本工程对外交通运输主要为公路运输，对外交通较为方便。

(2) 场内交通

① 枢纽工程场内交通

本工程场内交通运输主要包括土石方的开挖出渣、混凝土骨料和混凝土的运输以及各施工工厂及生活区人员、物质运输。场内交通线路布置以上坝公路和原有水泥道路连接各施工点。

本阶段建筑材料由许董路（县道 131）转入董家场村后经乡道通往推荐坝址，该乡道路路面宽度 3.5m~4.5m，为单向双车道，且该道路局部转弯半径较小（小于 10m），该乡道总长 3.50km。考虑到本工程高峰期施工强度大，本阶段对该段乡道进行改扩建。该道路设计按四级公路执行，设计速度 20km/h，设计最大超高值按 4%控制；平曲线一般转弯半径按 20m 取值，极限转弯半径不小于 15m 进行设计；原则上改建后道路路基宽度 7.0m（0.5m 路肩+6.0m 路面+0.5m 路肩）。”改建后路面结构与原道路一致，为水泥混凝土路面。

本阶段枢纽工程施工临时道路等级均为场内三级，共新建临时道路长度 4.73km，路面结构为泥结碎石路面。坝址区范围内的原道路采取扩建，扩建临时道路长度 0.35km，路面宽度为 6.0m，路基宽度 7.0m。施工临时道路特性见下表 2.2-9。

表 2.2-9 枢纽工程施工临时道路特性表

序号	工程项目	长度 (m)	道路宽度		起止点			
			路宽 (m)	路基宽 (m)	起点	高程 (m)	终点	高程 (m)
1	1#施工临时道路	300	6.0	7.0	接泵房道路	360.00	左岸坝顶	378.00
2	2#施工临时道路	450	6.0	7.0	原水泥道路	350.00	坝址基坑	341.00
3	3#施工临时道路	160	6.0	7.0	原水泥道路	361.00	上游围堰	358.60
4	4#施工临时道路	340	6.0	7.0	上坝道路	358.20	上游围堰	348.60
5	5#施工临时道路	100	6.0	7.0	原水泥道路	361.00	综合仓库	353.00
6	6#施工临时道路	2850	6.0	7.0	右岸坝顶	378.00	库岸整治区	362.00
7	7#施工临时道路	250	6.0	7.0	6#道路	367.00	成品料场	357.00
8	8#施工临时道路	280	6.0	7.0	原乡道	416.50	料场开采坡顶	410.00
9	原乡道改扩建	3500	6.0	7.0				
10	新建道路小计	4730						
11	扩建道路小计	3500						

②输水工程场内交通

输水线路基本沿道路进行布置，部分输水管线暂无施工道路，需要新建施工道路与已有道路进行连接。

本次设计拟定修建路面宽度为 3.5m 的泥结石施工便道至各工区，共计新建施工临时便道 12.9km，路面宽度 3.5m，路面结构为泥结石路面，道路等级为等外级，输水工程施工临时道路特性见下表 2.2-10。

表 2.2-10 输水工程施工临时道路特性表

序号	工程项目	单位	长度 (m)	备注
一	干管			
1	9#施工临时道路	m	800	泥结碎石路面
2	10#施工临时道路	m	1100	泥结碎石路面
3	11#施工临时道路	m	1500	泥结碎石路面
4	12#施工临时道路	m	2100	泥结碎石路面
5	13#施工临时道路	m	900	泥结碎石路面
6	14#施工临时道路	m	1000	泥结碎石路面
7	15#施工临时道路	m	1500	泥结碎石路面
8	16#施工临时道路	m	900	泥结碎石路面
9	17#施工临时道路	m	300	泥结碎石路面
10	小计		10100	
二	左支管			
1	18#施工临时道路	m	1200	泥结碎石路面
三	右支管			
1	19#施工临时道路	m	700	泥结碎石路面
2	20#施工临时道路	m	900	泥结碎石路面
3	小计		1600	
四	合计		12900	

2.2.9.6 施工工厂设施

(1) 砂石料加工系统

本工程强度 C25 及以上结构性混凝土采取购买灰岩粗、细骨料，强度 C20 及以下混凝土粗、细骨料利用木洞岸坡整治开挖石料进行砂石加工。其中：木洞岸坡变形体整治区距砂石料加工系统 1.8km，距离枢纽工区混凝土拌和系统 4.0km。

砂石料加工系统布置于库区右岸中缓坡地之上，距木洞岸坡变形体整治区 1.8km，

距混凝土拌和站至砂石加工系统运距 2.20km。

(2) 混凝土拌和系统

① 枢纽工程混凝土拌和系统

枢纽工程堆石及钢筋混凝土的总量约 31.26 万 m^3 。根据施工总布置、水工建筑物布置情况及施工场地情况，混凝土拌和站采取集中布置的方式，布置于右岸坝肩旁宽阔平台处，混凝土拌和站至砂石加工系统运距 2.20km。

② 输水工程混凝土拌和系统

输水工程根据建筑物特点，拟在各个隧洞工程进、出口工程处布置固定式混凝土拌和站，其余建筑物均采用移动式拌和站

(3) 其他施工工厂

① 枢纽工程

枢纽工程钢筋和木材加工厂、机械修配厂布设在管理房平台，汽车小修保养合并并在机修厂内进行，大保养在董家镇或丰都县城进行。

② 输水工程

钢筋和木材加工厂布设在施工工区内，输水工程使用的机械化程度低，且数量不多，管线周边的场镇均具有一定的汽修、机修能力，而且到各输水管线的运距近，因此输水工程不布置机械修配厂。

(4) 风、水、电及施工通讯

① 施工供风

A. 枢纽工程

枢纽工程主要供风部位两岸边坡开挖及木洞库岸整治区。枢纽工程各供风站设置见表 2.2-11。

表 2.2-11 枢纽供风站技术指标表

序号	供风站名称	供风容量 (m^3/min)	空压机型号	台数(台)	功率(kw)
1	左坝肩供风站	10	3L-10/8	1	75
2	右坝肩供风站	10	3L-10/8	1	75
3	木洞库岸整治区	20	4L-20/8	1	150
合计		40	/	3	300

B. 输水工程

输水工程供风部位主要为隧洞工程，本阶段拟在隧洞进、出口各设置 1 台空压站，供风站规划见 2.2-12。

表 2.2-12 输水工程施工供风规划表

序号	位置	设备型号	数量（台）	单台供风 (m ³ /min)	功率（KW）	备注
1	观音岩隧洞	3L-10/8	2	10	150	
2	王家湾隧洞	3L-10/8	2	10	150	
3	石垭口隧洞	3L-10/8	1	10	75	
4	老君山隧洞	3L-10/8	2	10	150	
5	小计		7		525	

②施工供水

枢纽工程用水主要取用河水，经净化处理后输送至各工区供水池，主要在枢纽工区坝肩、混凝土拌和系统内设置供水站。

输水工程根据各工程点的水源条件，因地制宜的进行施工供水规划，采用建抽水站，挖蓄水池等工程措施解决生产生活用水。

③施工供电

本工程施工用电采取永临结合的方式，由丰都县当地电网设置架空专线至坝区，再搭接至各个施工区，后期用于枢纽工程永久供电线路。根据施工进度安排，考虑各工区的施工时段，分析计算本工程高峰负荷约为 1517KW。

枢纽工程施工用电在坝区“T”接，分别在大坝工区设置 1 台 800KVA 变压器；在库内砂石加工系统处、木洞库岸整治区各配置 400KVA 变压器 1 台，通过低压配电线路送至各工点。另在枢纽工区设置 1 台 110KW 柴油发电机作为备用电源。

输水工程管线考虑柴油发电机解决供电，隧洞考虑进、出口施工用电就近“T”接并配置变压器。

④施工通讯

枢纽工区对外通讯可就近从关圣场村接入，输水工程附近的乡镇已架设通讯线路，对工期较短的工程可利用已建通讯设施，对工期较长的工程可配备移动手机解决工区与指挥部之间的联系。

2.2.9.7 施工总布置

(1) 施工工区布置

① 枢纽工程

枢纽工程共分 2 个工区，分别是大坝工区和木洞库岸治理工区。

大坝工区：临时设施分 3 处进行布设，钢筋加工厂、木材加工厂、机械修配厂、混凝土拌和站及临时堆料场布置在大坝下游右岸阶地平台处；办公生活福利设施布置在管理房开挖平台上；物资仓库及金结拼装场布置于坝后下游 250m 处凹槽，因该地面高程 349.00m~353.50m，局部不满足 20 年一遇水位高程要求。施工前需将该处平整至 353.50m 高程。

木洞库岸治理工区：该工区主要布置有供风站、供电站及供水站、另在下游库内布置块石料堆码场及冲洗场，因该平台位于库内，原始地形低于坝区 20 年一遇的度汛水位 356.71m，对该区域回填至 357.00m 高程。

② 输水工程

输水工程根据建筑物布置特点、交通及输电线路等现状规划 8 个工区。每个工区按管道、隧洞建筑物等分成若干工段，为工区建筑物施工服务，主要施工临时设施布置在 10 年一遇洪水位以上。输水工程施工工区布置见表 2.2-13。

表 2.2-13 输水工程施工工区布置表

序号	工程项目		起点桩号	止点桩号	长度 (m)
1	干管	干一工区	干 0+000.00	干 2+677.86	2677.86
2		干二工区	干 2+677.86	干 6+100.00	3312.14
3		干三工区	干 6+100.00	干 9+570.00	3470.00
4		干四工区	干 9+570.00	干 13+102.80	3532.80
5		干五工区	干 13+102.80	干 17+501.80	4399.00
6	右支管	右支一工区	右支 0+000.00	右支 2+810.00	2810.00
7	董家镇供水	供水一工区	董 0+000.00	董 1+180.00	1180.00
8	左支管	支管一工区	支 0+000.00	支 1+200.00	1200.00

(2) 土石方平衡

丰都县飞龙水库工程土石方开挖总量 54.98 万 m³（自然方），回填总量约 37.26 万 m³（自然方），弃渣总量约 17.76 万 m³（自然方）。

① 枢纽工程土石平衡规划

枢纽工程主体开挖料 26.86 万 m^3 （自然方），主体工程回填量约 14.13 万 m^3 （自然方），枢纽工程弃渣量约 12.73 万 m^3 （自然方）。另库岸变形体治理开挖无用层料 7.90 万 m^3 （自然方），块石利用后多余开挖石料约 0.46 万 m^3 （自然方），库岸变形体治理共计弃渣 8.36 万 m^3 （自然方）。枢纽与库岸变形体治理工程共计弃渣 21.09 万 m^3 （自然方）。

枢纽工程渣场容量约 16.05 万 m^3 （松方，换算成自然方约 10.80 万 m^3 ），本阶段枢纽工程弃渣量约 10.80 万 m^3 （自然方）运至枢纽工程渣场堆放，综合运距约 0.50km，另剩余弃渣 1.93 万 m^3 （自然方）用于坝后综合仓库场地平整回填。库岸变形体治理弃渣料主要用于施工临时设施场地平整，其中用于库内块石料堆码场地平整量约 6.63 万 m^3 （自然方），用于坝后综合仓库场地平整量约 1.73 万 m^3 （自然方）。

枢纽工程土石方平衡规划表见表 2.2-14。

②输水工程土石平衡规划

输水工程主体开挖量约 28.12 万 m^3 （自然方），主体工程回填量约 23.13 万 m^3 （自然方），弃渣量约 5.03 万 m^3 （自然方）。

输水工程剩余开挖料总量约 5.03 万 m^3 （自然方），其中 2.58 万 m^3 主要为隧洞洞挖石料，该部分洞挖料运至各隧洞进、出口弃渣场，洞外平均运距约 1.0km；剩余开挖料 2.45 万 m^3 ，主要用于管道工程低洼地带进行加高回填。

输水工程土石平衡规划见表 2.2-15。

表 2.2-14 枢纽工程土石方平衡规划表

单位: 万 m³

部位及项目		挖方			填方		利用料						借方	弃渣		备注	
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土石回填	土方回填	土石分类	直接利用	间接利用	调入		调出		自然方	松方		
										数量	来源	数量					去向
飞龙水库枢纽工程	挡水建筑物	4.08	12.03		4.34		土		1.3			1.06	围堰	0	10.62	2.29	开挖的 32%石方及 25%土方间接用于坝体回填，至堆料场运距 0.5km，回填运距 0.4km；26%土方及 1%石方开挖料直接用于围堰填筑，运距 0.5km；42%土方及 74%石方开挖料运至枢纽工程弃渣场，运距 0.5km；
							石		3.04			0.09				13.61	
	交通工程	1.18	1.16		0.3		土	0.09				0.33	临时道路	0	1.5	1.02	8%土方、18%石方明挖料用于自身回填，运距 0.5km；92%土方、82%石方开挖料运至枢纽工程弃渣场，运距 0.50km.
							石	0.21				0.22				1.13	
	小计		18.46			4.64		4.64			0		1.7		0	12.12	18.04
临时工程	临时道路工程	4.34	2.45		7.34		土	4.34		0.33				0	0	0	100%土方及 100%石方直接用于道路及场地回填，运距 0.50km。不足部分回填料利用永久道路开挖土石料，运距 0.50km。
							石	2.45		0.22						0	
	导流明渠	1.09	0.45		1		土		0.56				0	0.53	0.71	51%土方及 100%石方间接用于自身回填，至堆料场运距 0.5km，回填运距 0.5km。49%土方运至枢纽工程弃渣场，运距 0.50km；	
	及底孔						石		0.45								0
	导流围堰	0.08			0.13	1.02	土			1.06	大坝			0	0.08	0.11	土石围堰填筑料利用大坝开挖料，运距 0.5km。开挖料运至枢纽工程弃渣场，运距 0.5km。
石									0.09				0				
小计		8.4			9.49		7.79			1.7		0		0	0.61	0.81	
合计	主体开挖																
	主体回填																
	弃渣															18.86	

表 2.2-15 输水工程土石方平衡规划表

单位: 万 m³

部位及项目			挖方			填方		利用料						借方	弃渣		备注	
			土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土石回填	土方回填	土石分类	直接利用	间接利用	调入		调出		自然方	松方		
											数量	来源	数量					去向
飞龙水库输水工程	干管	埋管	12.98	5.56		10.34	9.46	土	1.3	11.16	0.24	隧洞洞挖	0.53	围堰	0	0	0	22%土方及 15%石方明挖料直接用于管道回填，运距 0.50km；22%土方开挖料、84%石方明挖料间接用于管道回填，临时堆放于管道两侧运距 0.5km，回填运距 0.5km；4%土方、1%石方明挖料用于围堰填筑，运距 0.50km；51%土方在管道上方进行加高回填，运距 1.00km；
								石	0.83	4.67	1.59		0.05			0	0	
		观音岩隧洞	0.11	0.27	0.95			土					0.05	干管	0	0.05	0.07	50%土方及石方明挖料、50%洞挖料间接用于干管回填，至堆料场运距 0.5km，回填运距 0.5km；其余开挖料运至弃渣场，洞内运距 0.3km，洞外运距 1km；
								石					0.61			0.61	0.93	
		王家湾隧洞	0.14	0.17	0.41			土					0.14	干管	0	0	0	100%土方及石方明挖料、100%洞挖料间接用于管道回填，至堆料场运距 0.50km，回填运距 0.50km。
								石					0.59			0	0	
		石垭口隧洞	0.05	0.09	0.09			土					0.05	干管	0	0	0	100%土方及石方明挖料、100%洞挖料间接用于管道回填，至堆料场运距 0.50km，回填运距 0.5km。
								石					0.18			0	0	
		老君山隧洞	0.11	0.28	1.75			土						干管	0	0.11	0.15	78%石方明挖料直接用于管道回填，运距 0.50km；100%土方及 22%石方明挖料、100%洞挖料运至弃渣场，洞内运距 0.55km，洞外运距 1.00km；
								石					0.22			1.81	2.77	
		飞龙河管桥	0.04	0.02				土						0		0.04	0.06	100%土方及石方明挖料用于管道工程加高回填，运距 0.50km；
								石								0.02	0.03	

		渠溪河管桥	0.01	0.06				土						0	0.01	0.01	100%土方及石方明挖料用于管道工程加高回填，运距 0.50km；	
							石							0	0.06	0.1		
	左支管	埋管	0.53	0.23		0.32	0.38	土	0.1	0.38					0	0.05	0.07	19%土方及 12%石方明挖直接用于管道回填，运距 0.50km；71%土方、88%石方明挖间接用于管道回填，临时堆放于管道两侧运距 0.5km，回填运距 0.5km；10%土方在管道上方进行加高回填，运距 0.50km。
								石	0.03	0.2						0	0	
	右支管		1.76	1.76		0.76	1.04	土	0.26	0.93					0	0.57	0.76	15%土方及 18%石方明挖料用于管道回填，运距 0.50km；53%土方、28%石方明挖料间接用于管道回填，临时堆放于管道两侧运距 0.5km，回填运距 0.5km；33%土方、66%石方用于管道上方加高回填，运距 0.50km；
								石	0.12	0.49						1.15	1.76	
	董家镇供水泵站		0.23	0.03		0.11	0.16	土	0.04	0.16					0.04	0.03	0.04	19%土方开挖料直接用于管道回填，运距 0.50km；69%土方、100%石方开挖料间接用于管道回填，临时堆放于管道两侧运距 0.5km，回填运距 0.5km；13%土方考虑用于管道上方平整回填，运距 0.50km。
								石		0.03								
	小计		27.61			22.55		20.68			1.83		2.41		0.04	4.52	6.74	/
	导流工程	围堰填筑					0.58		土石			0.58	管道			0	0	围堰填筑料利用管道开挖料，平均运距 0.50km；
围堰拆除		0.51					土石							0.51	0.73	围堰拆除料用于管道工程加高回填，运距 0.50km.		
小计		0.51			0.58		0			0.58		0			0.51	0.73		
合计	主体开挖	28.12																
	主体回填	23.13																
	弃渣	5.03														7.47		

(3) 表土剥覆平衡

本项目占地范围内土壤类型以水稻土和紫色土为主，占地范围内耕地表土厚度约 0.3m-0.4m，林地表土厚度约 0.2m-0.3m。本工程可剥离表土的范围主要分布在大坝扰动范围、施工道路、施工生产生活区、渣场以及输水管道开挖范围内的耕地和林地上，可剥离表土面积为 29.91hm²，可剥离表土量为 8.77 万 m³，本工程剥离表土拟用于景观绿化、覆土还耕、植树种草、撒播种草防护利用。本工程景观绿化覆土厚度按 0.5m 设计，覆土还耕覆土厚度按 0.4m 设计，植树种草覆土厚度按 0.3m 设计，撒播种草覆土厚度按 0.15m 设计。经计算，本工程需表土量为 7.57 万 m³，表土需求量小于表土剥离量 8.77 万 m³，多余的表土考虑通过增加覆土厚度全部利用。本工程表土剥覆平衡详见下表 2.2-16。

表 2.2-16 本项目表土剥覆平衡表

单位：万 m³

项目		表土剥离	表土回覆	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
枢纽工程	大坝	1.94	1.36			0.58	施工道路、施工生产生活区、渣场
	施工道路	0.76	0.98	0.22	大坝		
	施工生产生活区	0.36	0.40	0.04	大坝		
	渣场	0.75	1.07	0.32			
	小计	3.81	3.81	0.58		0.58	
输水工程	输水建筑物	1.85	1.39			0.46	施工道路、施工生产生活区
	渣场	0.78	0.78				
	施工道路	2.04	2.45	0.41	输水建筑物		
	施工生产生活区	0.29	0.34	0.05	输水建筑物		
	小计	4.96	4.96	0.46		0.46	
合计		8.77	8.77	1.04		1.04	

(4) 弃渣场规划

① 枢纽工程弃渣场规划

枢纽渣场位于大坝下游右岸, 根据地质调查, 渣场现状地表主要为耕地, 地形坡度 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 地表无基岩出露, 覆盖层主要为第四系残坡积层粉质粘土为主, 厚度一般 $2\text{m} \sim 4\text{m}$, 下伏基岩为上沙溪庙组泥岩、砂岩, 无不良地质现象, 工程地质条件简单。枢纽弃渣场堆渣高程 $363.0\text{m} \sim 381.0\text{m}$, 堆渣容量 16.05万 m^3 。本阶段设计堆渣量 10.80万 m^3 (自然方, 计松方 16.00万 m^3)。枢纽工程弃渣场特性见表 2.2-17。

表 2.2-17 枢纽工程弃渣场特性表

序号	项目名称	占地面积 (m^2)	弃渣容量 (万 m^3)		设计容量 (万 m^3) (自然方)	堆高高程范围 (m)	
			自然方	松方		低	高
1	枢纽工程弃渣场	21300	16.00	10.8	16.05	363.0	381.0

② 输水工程弃渣场规划

输水工程弃渣场主要位于各隧洞进、出口, 用于堆放隧洞洞挖石渣料。各渣场特性见表 2.2-18。

表 2.2-18 输水工程弃渣场特性表

序号	项目		弃渣场序号	占地面积 (hm^2)	堆渣量 (万 m^3)		渣场容量 (万 m^3)	堆渣高程范围 (m)	
					自然方	松方		低	高
1	干管	观音岩隧洞出口	1#渣场	0.55	0.63	0.90	1.38	210.0	218.0
2		王家湾隧洞出口	2#渣场	0.47	0.73	1.04	1.08	365.0	370.0
3		石垭口隧洞进口	3#渣场	0.22	0.22	0.31	0.38	345.0	349.0
4		老君山隧洞进口	4#渣场	0.52	1.06	1.52	1.59	265.0	274.0
5		老君山隧洞出口	5#渣场	0.49	1.06	1.52	1.58	445.0	447.0
6	合计			2.25	3.70	5.29	6.01		

(5) 表土堆场

项目不单独设置专门的表土堆场, 利用施工作业带, 将表土就近集中堆放, 并采取洒水、防水布覆盖等水土保持措施, 后期用于施工损坏土地的复垦和植被恢复。

(6) 临时堆料场

本项目共设置 1 处临时堆料场，大坝下游右岸阶地平台处，占地面积合计 3000m²。

(7) 施工占地

本工程施工临时占地面积 607.33 亩。施工临时工程在永久占地范围内面积为 124.70 亩，新增临时占地面积 482.63 亩，详见表 2.2-19。

表 2.2-19 施工临时占地面积汇总表

序号	工程项目		单位	总占地	在永久范围内占地	新增占地
一	临时占地					
1	枢纽工程	施工临时设施	亩	85.46	70.16	15.29
2		施工临时道路	亩	92.98	52.54	40.44
3		弃渣场	亩	33.90	2.00	31.90
4	小计			212.34	124.70	87.64
9	输水工程	施工临时设施	亩	14.21	0.00	14.21
10		施工临时道路	亩	107.94	0.00	107.94
11		弃渣场	亩	33.75	0.00	33.75
12		管道临时占地	亩	239.09	0.00	239.09
13	小计			394.99	0.00	394.99
二	工程合计			607.33	124.70	482.63

2.2.9.8 施工进度

本工程施工总工期为 38 个月，其中枢纽工程施工工期为 38 个月，输水工程工期 35 个月。本工程总工期主要受枢纽工程施工工期控制。

枢纽工程工期 38 个月，其中工程施工准备期 6 个月(占直线工期 2 个月)，从主体工程开工至下闸蓄水、水库供水历时 33 个月，工程完建期 3 个月。枢纽工程工期主要受枢纽堆石混凝土重力坝施工控制，其关键线路为：左右两岸坝肩开挖→右岸坝基及导流明渠开挖→右岸坝体混凝土浇筑→导流底孔浇筑→截流→围堰填筑→河床坝基开挖→垫层浇筑→坝体堆石混凝土浇筑→金属结构安装→水库下闸、蓄水→供水→工程完工。

输水工程工期 35 个月，其中准备工期 6 个月(占直线工期 2 个月)，主体工程工期 31 个月，完建期 2 个月，输水工程控制性工期为干管老君山隧洞，由于该隧洞工程出口位于龙兴坝水库库内，隧洞长 2.17km，拟安排在枢纽开工后即进行施工，其他干管及支管工程随着老君山隧洞开工建设后逐步开始。

2.2.9.9 主要材料用量

本工程主要材料用量见下表 2.2-20。

表 2.2-20 本工程主要原辅材料用量统计表

项目	单位	第一年	第二年	第三年	第四年	合计
水泥	t	20492	45621	13602	0	79715
钢筋、钢材	t	1367	3050	905	0	5321
木材	t	149	303	113	0	564
炸药	t	96	195	72	0	363
油料	t	1262	952	656	0	2871

2.2.9.10 施工设备

本工程主要施工设备类型及数量统计见下表 2.2-21。

表 2.2-21 施工设备类型及数量

序号	机械名称	型号规格	单位	数量	备注
一	土石方机械				
1	挖掘机	1.0m ³	台	2	
2	挖掘机	1.6m ³	台	4	
3	推土机	88kW	台	1	
4	推土机	132kW	台	1	
5	轴流式通风机	37×2kW	台	8	
二	混凝土浇筑设备				
1	混凝土搅拌站	HZS150	台	1	
2	移动式混凝土搅拌机	JZC350 型	台	7	
3	砂浆搅拌机	0.2m ³	台	2	
4	混凝土泵	30 m ³ /h	台	5	
5	喷混凝土机	3~6 m ³ /h	台	6	
6	插入式振捣器	2.2KW	台	16	
7	平板式振捣器		台	5	
8	混凝土卧罐	1.6m ³	台	4	
9	塔机	SCM-C7030(16t)	台	3	
10	履带吊	10t	台	2	
11	履带吊	20t	台	2	
12	电动葫芦	20t	台	1	
三	钻灌设备				
1	地质钻机	XY-2PC	台	4	

序号	机械名称	型号规格	单位	数量	备注
2	潜孔钻	YQ-100	台	2	
3	手风钻	YT-28	台	4	
4	锚杆钻机		台	4	
5	灌浆泵	BW-200	台	4	
6	砂浆泵	100/15A	台	4	
7	灰浆搅拌机	L200	台	4	
四	运输机械				
1	机动翻斗车		辆		
2	自卸汽车	5t	辆	5	
3	自卸汽车	10t	辆	15	
4	自卸汽车	15t	辆	20	
5	载重汽车	10t	辆	6	
6	手推胶轮车		辆	12	
五	辅助加工设备				
1	木材加工设备		台套	2	
2	机修、汽配机械		台套	2	
3	金结加工设备		台套	2	
4	修钎设备		台套	10	
5	卷扬机	5t	台		
6	空压机	3L-20/8	台	2	
7	空压机	3L-10/8	台	6	
8	空压机	HG550M-13	台	5	
9	水泵	WQ45-22-7.5	台	3	
10	水泵	ISW40-250	台	2	
11	变压器	SCB-800/10/0.4	台	1	
12	变压器	S11-400/10/0.4	台	2	
13	变压器	S11-315/10/0.4	台	6	
14	柴油发电机	50KW	台	10	
六	砂石加工系统设备				
1	颚式破碎机	PEF600×900	台	1	
2	电磁除铁器	RCDB-10	台	1	
3	强力反击式破碎机	PF-0807	台	1	
4	电磁振动给料机	ZSW600×130	台	1	
5	立轴式冲击破碎机	PL-700	台	1	
6	圆振动筛	YKR1845	台	1	
7	圆振动筛	YKR2060	台	1	

序号	机械名称	型号规格	单位	数量	备注
8	圆振动筛	2YKR2060	台	1	
9	胶带输送机	B=1000mm	延米/台	230/6	

2.2.10 工程占地

飞龙水库建设占地 1693.42 亩，工程永久征收使用土地共计 1210.79 亩，其中水库淹没区永久征收使用土地共计 1003.23 亩，水库枢纽工程区永久征收使用土地共计 188.18 亩，输水工程区永久征收使用土地共计 19.37 亩。根据永久征地范围图和施工场地布置，经初步分析计算，施工临时总占地 607.33 亩，施工新增临时占地 482.63 亩（枢纽工程新增 87.64 亩，输水工程新增 394.99 亩），另在永久征地范围内占地 124.70 亩，详见下表 2.2-22。

表 2.2-22 工程占地统计表

序号	项目	单位	合计	枢纽工程区	淹没区	输水工程区
一	永久占地	亩	1210.79	188.18	1003.24	19.37
(一)	国有土地	亩	225.86	18.28	206.41	1.17
1	水域及水利设施用地	亩	223.21	18.28	203.76	1.17
	河流水面	亩	218.89	18.28	200.61	
	水工建筑用地	亩	4.32		3.15	1.17
2	其他土地	亩	2.65		2.65	
	裸岩石砾地	亩	2.65		2.65	
(二)	集体土地	亩	984.93	169.9	796.83	18.2
1	耕地	亩	306.14	69.5	235.07	1.57
1.1	水田	亩	188.72	50.68	137.53	0.51
1.2	旱地	亩	117.42	18.82	97.54	1.06
2	林地	亩	570.29	78.57	475.09	16.63
2.1	按林地地类划分	亩	570.29	78.57	475.09	16.63
	乔木林地	亩	491.07	66.34	409.61	15.12
	竹林地	亩	55.33	12.23	43.1	
	灌木林地	亩	23.89		22.38	1.51
2.2	按林地发挥主导功能划分	亩	570.29	78.57	475.09	16.63
	地方公益林	亩	253.28	54.99	198.29	
	商品林	亩	317.01	23.58	276.8	16.63
3	住宅用地	亩	24.63	5.28	19.35	
	农村宅基地	亩	24.63	5.28	19.35	
4	交通运输用地	亩	12.38	1.84	10.54	
	农村道路	亩	12.38	1.84	10.54	
5	水域及水利设施用地	亩	8.68	1.77	6.91	
5.1	水工建筑用地	亩	1.23		1.23	

5.2	坑塘水面	亩	1.77	1.77		
5.3	河流水面	亩	5.68		5.68	
6	工矿仓储用地	亩	4.51		4.51	
	工业用地	亩	4.51		4.51	
7	其他土地	亩	58.3	12.94	45.36	
7.1	田坎	亩	56.13	12.94	43.19	
7.2	设施农用地	亩	2.17		2.17	
二	临时占地	亩	482.63	87.64		394.99
1	耕地	亩	146.35	60.61		85.74
1.1	非永久基本农田	亩	83.28	60.61		22.67
	水田	亩	56.1	50.55		5.55
	旱地	亩	27.18	10.06		17.12
1.2	永久基本农田	亩	63.07			63.07
	水田	亩	27.56			27.56
	旱地	亩	35.51			35.51
2	林地	亩	325.1	26.53		298.57
2.1	乔木林地	亩	204.45	14.25		190.2
2.2	竹林地	亩	3.02			3.02
2.3	灌木林地	亩	117.63	12.28		105.35
3	其他土地		11.18	0.5		10.68

2.2.11 移民安置及安置规划

2.2.11.1 移民安置规划

飞龙水库工程至规划水平年人员征地安置对象共计 506 人，其中：淹没影响区 393 人，枢纽工程区 93 人，输水工程区 20 人，全部采取基本养老保险安置方式；至规划水平年需搬迁安置 54 户 204 人，其中：淹没影响区需搬迁 32 户 107 人、枢纽工程区需搬迁 22 户 97 人，全部采取住房货币安置。建设征地范围内共需拆除农村住宅 11661.39m²，枢纽工程区需拆除农村住宅 5134.50m²，淹没影响区需拆除农村住宅 6526.89m²，采取养老保险安置和住房货币安置相结合的方式，不进行集中安置。

2.2.11.2 工业企业处理

飞龙水库工程建设征地涉及企业 5 个，按照国家统计局关于印发《统计上大中小微型企业划分办法（2017）》的通知（国统字〔2017〕213 号）的划分标准，均为微型企业。按企业性质和生产类别划分，其中包括 4 座小型水电站，为木洞一级电站、木洞二级电站、飞龙三级电站和雪神滩电站；有塑料生产加工处理企业 1 家，为永峰塑料加工厂。

永峰塑料加工厂位于董家镇中和场村十八组境内，木洞二级电站下游 80m 处，属个人独资企业，成立于 2015 年 1 月 15 日，经营范围为废旧塑料加工、销售（取得相关行政许可后，在许可范围内从事经营），厂房为钢结构和砖混结构，建筑面积约为 492.58 m²，厂房所在高程为 353.30m，附属建筑物有清洗池、水池、管道、备用水池和滤水料场等，结构主要为砖、混凝土，生产加工设备主要为塑料加工设备，如振动筛、鼓风机、滚刀式切料机(带变频器)、造粒主机、喂料机、上料机等，总占地面积约 891.15 m²，现有职工 6 人，主要工艺为将收集的塑料袋等废旧塑料经过清洗后通过造粒机进行造粒，然后通过切料机，振动筛等得到塑料颗粒，年平均产量约 200t。

涉及的 5 个企业其中完全淹没 3 个分别为永峰塑料加工厂、木洞一级电站、木洞二级电站，采取资产评估核算后一次性补偿后拆除；蓄水影响 2 个分别为水库下游的飞龙三级电站和雪神滩电站，采取剩余寿命周期内损失电量的费用一次性补偿。

2.2.11.3 专业项目处理

（1）库周交通设施

飞龙水库工程建设征地范围内涉及三段乡村道路，淹没影响长度合计 1.76km，农村机耕道 0.35km，跨河人行便桥 3 座，小型公路桥 2 座，均隶属于董家镇人民政府。飞龙水库建成蓄水后将被完全淹没。飞龙水库淹没后，库区农村居民全部搬迁。库区居民搬迁后，库周不涉及其他居民点，库周两岸淹没线上几乎全为林地亦不涉及耕作问题，根据《丰都县董家镇人民政府关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及交通设施调查成果及处理方式确认的说明》（附件 11），确认对建设征地范围内的交通设施采取一次性补偿方式处理，不进行复建。

（2）输变电设施

飞龙水库枢纽建设区征地范围内涉及国网重庆市电力公司丰都供电分公司 10KV 线路 3 条，高湾公变台区 0.4kv 架空线路 0.44 公里、0.22KV 架空线路 1.22 公里、0.22KV 下户线 750 米(单线)，低压线路线径为 35mm²~120mm²、长度为 1.66 公里。低压下户线线径为 16mm²~25mm²、长度为 0.77 公里。

根据国网重庆市电力公司丰都供电分公司于 2023 年 12 月 8 日向飞龙水库工程项目业主出具《国网重庆市电力公司丰都供电分公司关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及配电设施调查成果及处理方式确认的说明》：本阶段同意对飞龙水库工程建成蓄

水后淹没影响我公司配电线路采取复建方式处理。

根据国网重庆市电力公司丰都供电分公司提供的《飞龙水库项目沿线电力设施迁建工程设计简要说明》：对 3 回 10KV 输电线路进行迁建，已确定拆迁用户不集中安置，台区及低压不考虑复建。

本次设计方案采用同塔双回的形式架设 10KV 董场线和 10KV 董增线，以减少线路通道宽度。10KV 董增线、10KV 董场线和 10KV 董青线拟迁建段大体平行走线，本次迁建从 10KV 董增线 17#杆、10KV 董场线 14#杆和 10KV 董青线 14#杆起，沿 10KV 董青线右侧重新选择两条线路通道，其中一条采用同塔双回方式架设 10KV 董增线和 10KV 董场线（在 J3 塔处再分开），另一回单独架设 10KV 董青线，分别至 10KV 董增线 20#杆、10KV 董场线 19#杆和 10KV 董青线 17#杆处连通原线路。

（3）通信及广电设施

中国电信：飞龙水库工程建设征地范围内涉及中国电信股份有限公司丰都分公司通信光缆线路 0.65 杆/km(其中:飞龙水库枢纽建设区范围内涉及 0.42 杆/km，飞龙水库淹没区范围内涉及 0.23 杆/km)，涉及线路起讫点为董家～飞龙洞村，线材线径:电杆 7～8m，光缆 6～36 芯。

中国移动：飞龙水库工程建设征地范围内涉及中国联合网络通信有限公司丰都县分公司通信光缆线路 0.6 杆/km，均位于水库淹没区，涉及线路起讫点为：丰都飞龙-董家架空杆路(166 号杆～158 号杆)，线材线径:此段经过的联通光缆线路 48 芯 1 条，24 芯 1 条。

中国联通：飞龙水库工程建设征地范围内涉及中国移动通信集团重庆有限公司丰都分公司通信光缆线路 1.74 杆/km(其中：飞龙水库枢纽建设区范围内涉及 0.44 杆/km，飞龙水库淹没区范围内涉及 1.30km)，涉及线路起讫点为:丰都董家-青龙架空杆路(166 号杆-158 号杆段)，线材线径:此段经过的移动光缆线路 48 芯 3 条，24 芯 4 条，12 芯 2 条，6 芯 1 条。

广电网络：飞龙水库工程建设征地范围内涉及重庆广播电视信息网络有限公司丰都分公司光缆线路 1.38 杆/km(其中：飞龙水库枢纽建设区范围内涉及 0.98 杆/km，飞龙水库淹没区范围内涉及 0.4 杆/km)，涉及线路许明～董家，光缆芯数：36 芯、24 芯。涉及

线路下村线，光缆芯数：24、12 芯、8 芯。

受影响的通信线路均位于正常蓄水位 378.00m 以下，飞龙水库建成蓄水后将被完全淹没。受建设征地影响的通信及广电网络设施权属单位分别向飞龙水库工程项目业主出具了《关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及通信设施调查成果及处理方式确认的说明》，一致同意对飞龙水库工程建成蓄水后淹没影响我公司光缆线路采取复建方式处理。

（4）供水管道

飞龙水库工程建设征地范围内涉及彭家坝水厂 DN200 输水干管 0.35km，均位于水库淹没区。

根据重庆丰都水务集团有限公司于 2023 年 12 月 7 日向飞龙水库工程项目业主出具《重庆丰都水务集团有限公司关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及输水管道设施调查成果及处理方式确认的说明》（附件 12），本阶段同意对飞龙水库工程建成蓄水后淹没输水管道采取复建方式处理。

（5）天然气管道

飞龙水库工程建设征地范围内涉及重庆民利燃气有限公司天然气管线 2.5km（水库淹没区）。

根据重庆民利燃气有限公司于 2023 年 12 月 8 日向飞龙水库工程项目业主出具《重庆民利燃气有限公司关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及天然气管线设施调查成果及处理方式确认的说明》，本阶段同意对飞龙水库工程建成蓄水后淹没影响我公司燃气管线采取复建方式处理。

（6）文物古迹

根据《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》，飞龙水库建设征地范围内涉及 5 处不可移动文物，从已暴露的墓葬情况来看，生基塘墓地保存一般，墓室填土以及前部盖板受自然等因素影响，导致部分被破坏；刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地保存较好，墓葬及墓坊结构较完整。

2024 年 1 月 9 日，重庆市文物局出具《重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复》（渝文物〔2024〕11 号）（附件 13），原则同意《丰都县飞

龙水库工程文物调查勘探工作报告》。对明代生基塘墓地实施考古发掘,发掘面积 100m²;对刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地采取留取资料和构件收集的方式保护。

2.2.11.4 库底清理

飞龙水库预计于第三年 11 月初进行下闸蓄水,在水库下闸蓄水前,为保证水库水质和水库运行安全,必须对淹没范围内涉及的房屋及附属建筑物、地面附着物(林木)、坟墓、各类垃圾采取拆除、砍伐、清理等处理措施,即进行水库库底清理。

(1) 建筑物拆除

库区清理范围内的建筑物,可拆除利用的物资应全部迁往移出;剩余建筑物应进行拆除并推到摊平,不能利用又易于漂浮的旧料应运至移民迁移线以上。建筑物拆除方法:

①木结构、土木、砖木、附属房屋及三层以下的砖混结构的房屋采用人工或机械方式拆除;

②四层以上砖混结构的房屋采用机械或爆破方式拆除。

③建筑物密集区采用爆破方式拆除应考虑对移民迁移线以上房屋及设施的影响,必要时采用定向爆破方式拆除。

本工程不采用爆破方式拆除,主要采用机械拆除方式。

(2) 构筑物拆除

清理范围内的各种构筑物,凡妨碍水库运行和开发利用的必须拆除,设备和旧料应运出库外,残留的较大障碍物要炸除,其残留高度一般不得超过地面 0.5m,对确难清楚的较大障碍物,应设置蓄水后可见的明显标志,并在水库管理图上注明其位置与标高。

对于水库消落区的水井、水坑、地窖等地下建(构)筑物,根据地质情况,采取封堵、填塞、覆盖等清理措施。

工程施工时在库区修建的临时建筑物,在水库蓄水前,由施工单位负责拆除清理。库区文物古迹经挖掘迁移后,原址的残料及废弃物,由文物主管部门按库底清理的要求进行清理。

对大体积构筑物清理,应进行必要的论证后确定清理措施。对拆除量大或技术复杂的构筑物,单独编制清理方案,经相关部门批准后实施。

不同构筑物的拆除方法：

- ①围墙，分砖墙和土墙两类，采用人工或机械方式推到。
- ②烧砖（瓦、石灰）的独窑采取人工、机械或爆破方式破除坍塌。
- ③高出地面的水池可采用人工或机械方式推到。
- ④杆塔包括铁塔、水泥杆、木杆等，各类线杆采取人工方式拆除，拆除的线材、铁制品、木杆等应回收至库外。
- ⑤低于 5 m 的烟囱及水塔可采用人工或机械方式拆除，5 m 以上的烟囱和水塔采用爆破方式拆除。
- ⑥地面的储油罐、油槽拆除后运至库外，不需拆除的地下储油罐、油槽经卫生处理后封堵。
- ⑦混凝土桥等采取爆破方式拆除，吊桥、索桥等两端固定设施采取爆破或人工、机械结合方式拆除。

（2）林木清理

- ①林木经清理后，残留树桩高度不超过地面 0.3m。
- ②砍伐林木须符合国家、重庆市、丰都县有关伐木规定。

本工程涉及松材线虫病疫木，根据国家林业和草原局关于印发重新修订的《松材线虫病疫区和疫木管理办法》林生规〔2023〕7 号第十五条：“采伐的疫木必须在山场就地粉碎（削片）或烧毁。疫木粉碎物的最大粒径不超过 1cm，削片厚度不超过米。采取烧毁方式处置疫木的，必须全过程摄像并存档。严禁采取套袋熏蒸措施处理疫木。”

疫木除治集中于每年 11 月至次年 3 月底完成；疫木除治须聘请专业队伍实施；除治现场无 1cm 以上枝干和木屑；所有疫木疫枝在非集中根治期报批后采用粉碎或削片的方式进行无害化处置，集中除治期可通过焚烧、粉碎或削片的方式处置；伐桩高度不得超过 0.3 m，全部环桩剥皮处理；通过除治后的现场需当地林业主管部门监管并验收，出具验收报告。

（3）易漂浮物清理

构筑物清理后的易漂浮物材料，不应堆放在居民迁移线以下。易漂浮物清理设计方

案应结合库区地形、地质、交通条件，根据国家及地方相关规定，制定简便、易于操作的清理措施。易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗撒。

（4）卫生清理

①卫生防疫清理应在地方卫生防疫部门指导下进行

②对库区内的各种污染源应进行卫生清理和消毒。

③对埋葬 15 年内的坟墓，必须迁出库外或就地处理，墓穴进行消毒处理。对埋葬 15 年以上的坟墓，是否迁移，视当地习俗处理。

④埋葬传染病死亡者的坟墓，应按卫生部门有关规定进行专门清理。

⑤对有供水任务的水库，应根据其供水要求、污染源的分布、数量、种类、污染程度、水库功能以及清理范围内的环境医学状况，在当地卫生和生态环境部门的指导下进行专门防污染处理。

⑥灭鼠后需通过《动物鼠疫监测标准》（GB16882-1997）检查，灭鼠后的鼠密度不得超过 1%。

（5）固体废物清理

生活垃圾堆放场应根据垃圾堆龄、组成及体积进行无害化处理、资源化处理和就地处理处置。无害化处理一般可采取堆肥法、焚烧法和卫生填埋法等方法。经无害化处理的废物应化学性质稳定、病原体被杀灭，达到国家有关固体废物无害化处理卫生评价标准要求。资源化处理可采取化害为利、变废为宝、回收再生资源等多途径综合利用措施。

生活垃圾的处理处置必须满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB 16889）、《生活垃圾焚烧污染控制标准》。如果满足或经过处理后满足《城镇垃圾农用控制标准》（GB 8172），可以用作农用肥料或土壤改良剂施用于水库居民迁移线以上的农田、林地、绿化用地等土地。以施用于农田为目的的垃圾处理可以在原堆放场地进行，施用于农田之外的垃圾剩余部分应与生活垃圾一起进行处理处置。

清理现场表面应用农田土或建筑渣土填平压实。需要清理的固体废物均应在符合国家标准的处理处置场（厂）中进行处置，所有固体废物的暂存地应在水库居民迁移线以上。

综上，飞龙水库建设征地实物明细表见下表 2.2-23。

表 2.2-23 飞龙水库建设征地实物明细表

序号	项目	单位	合计	枢纽工程区	淹没影响区
一	房屋及房屋附属				
1	拆除农村住宅	m ²	11661.39	5134.5	6526.89
1.1	砖混结构	m ²	3526.39	1901.23	1625.16
	砖墙（条石） 预制盖		3526.39	1901.23	1625.16
1.2	砖木结构	m ²	4667.68	2279.24	2388.44
	砖墙（木板） 穿逗瓦盖		3359.09	1617.43	1741.66
	砖墙（片石） 瓦盖	m ²	1209.69	641.56	568.13
	砖墙石棉瓦盖 （含油毡、玻 纤瓦、彩钢 盖）	m ²	98.9	20.25	78.65
1.3	土墙结构	m ²	939.5	289.24	650.26
	土墙瓦盖	m ²	939.5	289.24	650.26
1.4	简易结构	m ²	2527.82	664.79	1863.03
	砖柱（石柱、木 柱）石棉瓦盖 （油毡、玻纤 瓦）	m ²	246.34	128.54	117.8
	简易棚房	m ²	2281.48	536.25	1745.23
2	地坝		3398.69	1610.4	1788.29
2.1	石板、水泥	m ²	3009.96	1408.67	1601.29
2.2	土	m ²	388.73	201.73	187
3	搬迁人口				
3.1	户数	户	54	22	32
	0 人	户	5	1	4
	1~3 人	户	19	6	13
	4 人以上	户	30	15	15
3.2	人数	人	201	96	105
	1~3 人	人	45	14	31
	4 人以上	人	156	82	74
4	搬迁坟墓		205	25	180
4.1	土坟	穴	62	8	54
4.2	乱石坟	穴	77	11	66
4.3	条石坟	穴	66	6	60
二	企业				
1	丰都县永峰塑 料加工厂				
1.1	用地面积	亩	1.34		1.34

序号	项目	单位	合计	枢纽工程区	淹没影响区
1.2	房屋面积		492.58		492.58
	砖混	m ²	89.38		89.38
	简易结构	m ²	403.2		403.2
2	木洞一级电站				
2.1	电站厂区				
	用地面积	亩	1.56		1.56
	装机容量	kw	400		400
2.2	房屋				
	砖混	m ²	428.54		428.54
3	木洞二级电站				
3.1	电站厂区				
	用地面积	亩	4.35		4.35
	装机容量	kw	650		650
3.2	房屋面积				
	砖混	m ²	424.43		424.43
三	专业项目				
1	库周交通设施				
1.1	乡村公路				
	水泥路（路宽约 4m）	km	1.15	0.18	0.97
	泥结石路（宽约 3.5m）	km	0.33		0.33
	泥结石路（宽约 2.8m）	km	0.28		0.28
1.2	机耕道（宽 1m）	km	0.35		0.35
1.3	桥梁、涵洞				
	公路桥/涵	座	2		2
	人行便桥	座	3		3
2	电力设施				
	10kv 输电线路	km	2.26	0.81	1.45
	0.4kv 及以下 低压架空线路	km	1.66	0.49	1.17
	低压入户线路	km	0.75	0.22	0.53
	100KVA 变压器	台	1		1
3	通信设施与广 播电视设施				
	电信设施	杆/km	0.65	0.42	0.23
	移动设施	杆/km	1.74	0.44	1.3
	联通设施	杆/km	0.6		0.6

序号	项目	单位	合计	枢纽工程区	淹没影响区
	广播电视设施	杆/km	1.38	0.98	0.4
4	管道设施	km			
4.1	供水管网				
	DN200 干管	km	0.35		0.35
	PE50 配水主管	km	1.8	0.2	1.6
	PE32 入户管	km	0.5	0.15	0.35
4.2	天然气管网				
	PE63	km	1.3		1.3
	PE90	km	1.2		1.2
四	文物古迹				
1	地下文物				
	古墓葬	处	5	2	3

2.2.12 工程劳动定员及管理

本工程劳动定员 20 人，工程管理的主要任务是工程维护管理、水库运用调度管理和经营管理。

2.2.13 工程投资

本工程静态总投资 102023.17 万元，其中环境保护投资 995.95 万元，约占总投资的 0.98%。

2.2.14 工程技术经济指标

拟建飞龙水库工程特性表详见下表 2.2-24。

表 2.2-24 飞龙水库工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
全流域（飞龙河）	km ²	142	
坝址以上流域	km ²	113	
2.利用的水文系列年限	年	63	
3.多年平均年入库径流量	万 m ³	4139	
4.代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	1.84	
设计洪水标准及流量	P（%）	2	
	Q（m ³ /s）	790	
校核洪水标准及流量	P（%）	0.2	
	Q（m ³ /s）	1110	

序号及名称	单位	数量	备注
消能防冲标准及流量	P (%)	3.33	
	Q (m³/s)	709	
施工导流标准及流量	P (%)	20 (一、二期) /20 (度汛)	
	Q (m³/s)	419/25.1 (一期/二期) /633 (度汛)	
5.洪量			
设计洪水洪量(d)	万 m³	1942	
校核洪水洪量(d)	万 m³	2883.2	
6.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	2.02	
多年平均推移质年输沙量	万 t	0.05	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位	m	379.84	
设计洪水位	m	378.23	
正常蓄水位	m	378.00	
死水位	m	355.00	
总库容	万 m³	1334	
调节库容	万 m³	1044	
死库容	万 m³	165	
正常蓄水位时水库面积	km²	0.65	
回水长度	km	3.47	
库容系数	%	24.7	
水量利用系数	%	52.5	
调节特性		年调节	
校核洪水位时最大泄量 相应下游水位	m³/s	1050	
	m	349.59	
设计洪水位时最大泄量 相应下游水位	m³/s	755	
	m	348.69	
下游生态用水流量	m³/s	0.552/0.276/0.368	汛期/非汛期/鱼类繁殖期
2.灌溉工程			
设计灌溉面积	万亩	2.65	
灌溉保证率	P (%)	75	
年引水总量	万 m³	799	

序号及名称	单位	数量	备注
设计引用流量	m ³ /s	1.87	
3.供水工程			
年引水量	万 m ³	1634	
供水保证率	%	95	
名山组团供水流量	m ³ /s	0.5	至龙兴坝水库
设计提水流量	m ³ /s	0.05	至董家镇水厂
泵站总装机容量	kW	90×3	2 用 1 备
总扬程	m	143-136-113	
三、建设正地与移民安置			
1.永久征（占）地面积	亩	1210.79	
其中：耕地	亩	306.14	
2.临时用地面积	亩	482.63	
其中：耕地	亩	146.35	
3.搬迁安置人口	人	201	54 户
4.拆迁房屋面积	m ²	11661.39	
5.工业企业影响		库区淹没永峰塑料加工厂、木洞一级电站、木洞二级电站，下游影响飞龙三级电站和雪神滩电站。	
6.征地影响重要专项设施	项	4（交通、电力、通讯、管道）	
四、主要建筑物及设备			
1.挡（泄）水建筑物			
型式		堆石混凝土重力坝	
地基特性		砂、泥岩为层	
地震基本烈度		VI	
地震动峰值加速度	g	0.05	
坝顶高程	m	381.50	
最大坝高	m	46.0	
顶部长度	m	340.0	
泄流型式		有闸控制溢流坝表孔泄洪	WES 实用堰
地基特性		砂、泥岩为层	
堰顶高程	m	372.00	
溢流净宽	m	24.0	3 孔
闸门型式		露顶弧形钢闸门/平板钢闸门	工作/检修
闸孔尺寸	m	8.0×6.0	3 孔
设计泄洪流量	m ³ /s	750	

序号及名称	单位	数量	备注
校核泄洪流量	m ³ /s	1050	
消能方式		坝面台阶+跌坎底流消能	组合消能
2.取（放）水建筑物			
取水型式		坝式取水塔	分层取水，兼放空、生态
地基特性		泥岩为主	
设计引用流量	m ³ /s	2.288（灌溉、供水、生态）	
最大引用流量	m ³ /s	3.66	
取水管层数		3	
取水管中心线高程	m	352.00、361.00、370.00	层差 9m
取水管管径	m	1.2/1.3	塔内/干管
3.灌溉建筑物			
管首设计流量	m ³ /s	1.87（含名山组团供水 0.5）	
输水型式		管道+有压隧洞输水	
长度	km	21.508	
管径/洞径	m	1.3、1.2、1.1、1.0、0.6、0.5/2.0	
交叉建筑物型式		回填管、隧洞、管桥	
4.泵站			泵房与阀室合建
型式		坝后式	
设计提水流量	m ³ /s	0.05	
泵房尺寸	m×m	20.25×10.9（长×宽）	含阀室
进水管中心高程	m	351.55	
提水管长度/管径	m	1195/0.25	接入规划水厂
5.主要机电设备			
干式变压器（枢纽）		SCB14-250/10 10±2×2.5%/0.4kV D, yn11	1 台
干式变压器（泵站）		SCB14-400/10 10±2×2.5%/0.4kV D, yn11	1 台
潜水排污泵（大坝）		50WQ22-16-2.2, H=16m/Q=22m ³ /h/2.2kw/380v	
供水水泵		卧式单级单吸离心泵 H=143-136-113m Q=71-106-147m ³ /h	3 台
异步电动机		Y-315L1-4, 1480r/min, 0.4KV, 160kw	3 台
6.输电线路			
电压	kv	10	
输电距离	km	0.5	
五、施工			

序号及名称	单位	数量		备注
1.主体工程数量				
土方明挖	万 m ³	21.213		
石方明挖	万 m ³	21.657		
石方洞挖	万 m ³	3.198		
土石方回填	万 m ³	14.225		
堆石、埋石混凝土	万 m ³	23.393		
混凝土和钢筋混凝土	万 m ³	12.108		
锚杆	根	13136		
钢筋、钢材	t	4108		
帷幕灌浆	m	8240		
回填灌浆	m ²	22745		
固结灌浆	m	30648		
2.主要建筑材料数量				
木材	m ³	563		
水泥	t	79716		
钢材	t	5322		
3.所需劳动力				
总工日	万工日	74.35		
高峰工人数	人	978		
4.施工动力及来源				
供电	kW	1517		高峰负荷
5.对外交通				
距离	km	75/180		丰都/重庆
6.施工导流				
方式		分期导流，一期原河床泄流，二期导流底孔泄流。		
规模		一期采用全年 5 年一遇标准，设计导流流量为 419m ³ /s；二期采用枯期 11 月～次年 3 月 5 年一遇，设计导流流量为 25.1m ³ /s。汛期度汛采用全年 20 年一遇重现期，设计度汛流量为 633m ³ /s。		
7.施工期限		枢纽工程	输水工程	
筹建期		5	5	
准备工期	月	6(占直线工期 2 个月)	6(占直线工期 2 个月)	
主体工期	月	33	31	
完建期	月	3	2	

序号及名称	单位	数量		备注
总工期	月	38	35	
六、经济指标				
静态总投资	万元	102023.17		
综合利用经济指标		38499		
水库单位库容投资	元/m ³	41.93		
灌区单位灌溉面积投资	元/亩	1.43		
单位供水量投资	元/m ³	6.96		
单位供水成本	元/m ³	-		
经济内部收益率	%	0.3		
财务内部收益率	%	1.5		公益性项目
灌溉水价	元/m ³	1.0		
场镇供水水价	元/m ³	20		
农村人蓄饮供水水价	元/m ³	41083		
贷款偿还年限	年	3343		

2.3 工程分析

2.3.1 施工期环境影响因素分析

2.3.1.1 生态影响因素

施工期对生态环境的可能影响因素表现为：

- (1) 工程占地造成区域土地利用格局变化；
- (2) 工程占用林地，影响森林资源及陆生动植物分布；
- (3) 施工扰动地表，导致原地貌破坏并造成水土流失；
- (4) 施工开挖产生弃渣，若处置不当将产生水土流失；
- (5) 涉水施工对水生生态环境产生不利影响。

2.3.1.2 污染影响因素

- (1) 废水

①机械修配含油废水

枢纽工程施工工区设 1 处机械修配厂，进行施工机械、车辆停放和维护以及简单修理。在机械、车辆的冲洗、保养、修理过程中会产生含油废水，类比同类型工程，废水中主要污染物为 SS 和石油类，浓度分别约为 1000mg/L 和 100mg/L，经隔油沉淀处理后

回用于洒水降尘，不外排。

工程施工高峰期需冲洗停放的施工机械和车辆约 85 台，按每台机械高压水枪冲洗水量 0.12m^3 、每天有 60% 的施工机械需要冲洗，产污系数按 0.9 计，工程机械修配合油废水产生量约为 $5.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

②混凝土拌和系统废水

工程混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗以及混凝土养护废水。

本工程枢纽工程施工区需设置 1 套混凝土拌和系统，输水工程施工区需设置 15 套混凝土拌和系统，混凝土加工系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水，为碱性废水，每套混凝土拌和系统冲洗废水每日产生量约为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，预计每日产生量约 $8\text{m}^3/\text{d}$ ；根据类似工程混凝土拌和系统废水 SS 监测结果，SS 浓度高达 2000mg/L ，pH 值为 12 左右。

混凝土拌和、混凝土浇筑养护产生的碱性废水具有悬浮物浓度较高、间歇集中排放的特点。本工程混凝土浇筑总量约 31.26万 m^3 。据有关资料，养护 1m^3 混凝土产生约 0.35m^3 碱性废水，其 pH 值可达 11~12，悬浮物浓度约 2000mg/L 。据此估算，项目养护废水 10.941万 m^3 。

混凝土拌和系统废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排。

③砂石料冲洗废水

本工程枢纽工程施工区设置 1 套砂石料加工系统，在砂石料的破碎、筛分和分级等加工环节中，设备（如破碎机、筛分机）和物料需要用水冲洗，以减少粉尘和保持设备正常运行。这些冲洗水会携带大量固体颗粒和污染物，主要污染物 SS 浓度约为 3000mg/L ，pH 值为 11~12 左右。类比同类型项目，砂石料冲洗废水产生量约 $50\text{m}^3/\text{d}$ 。

砂石料冲洗废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排。

④基坑废水

基坑废水分初期排水和经常性排水。经常性排水由围堰渗水、降雨及施工弃水构成。枢纽工程初期基坑排水强度约为 $233\text{m}^3/\text{h}$ 、经常性基坑最大排水量约为 $80\text{m}^3/\text{h}$ ；输水工程初期排水强度约为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 、经常性排水强度约为 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ 。基坑废水的主要污染物为

SS，其浓度受降水、地下岩隙渗水和施工废水（主要是混凝土养护水和冲洗水）等因素的影响，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，悬浮物浓度为1000mg/L。基坑废水经静置、沉淀后，上层清液回用于洒水降尘，不外排。

⑤隧洞抽排废水

输水工程石垭口和王家湾隧洞采用单面掘进，观音岩和老君洞隧洞施工均采用双面进行掘进。本工程观音岩隧洞采用悬臂式掘进开挖，其余隧洞推荐采用钻爆法开挖。本工程隧洞抽排废水一般包括开挖和钻孔产生的泥浆水，隧洞爆破后用于降尘的水，喷锚、支护材料注浆药液，机械设备运转的冷却用水和清洗用水。隧洞顺坡开挖时，在内侧设排水沟，自流排水至洞外；反坡开挖单侧设排水沟，并布置若干集水坑，用低扬程水泵通过抽水管路接力排至洞外。类比同类型项目，隧洞抽排废水的产生量约为 $37.5\text{m}^3/\text{h}$ ，类比其他类似工程隧洞抽排废水水质监测成果，隧洞抽排废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大，隧洞抽排废水污染因子及其含量主要为SS、石油类、氨氮、COD及少量爆破残留物，经“pH调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排。

⑥试压废水

试压废水来源于回填管沟前输水管道水压试压产生的废水，试压废水总计约 1000m^3 ，含有少量SS，浓度大约为100mg/L，试压相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地，不外排。

⑦生活污水

本工程施工期高峰期施工人数978人，平均施工人数845人。

施工期生活用水按 $100\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ 计，施工人员最大用水量约为 $97.8\text{m}^3/\text{d}$ ，排污系数取0.9，则本项目施工区最大生活污水产生总量 $88.02\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水中主要污染物为COD、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS，枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。

（2）废气

本工程施工期环境空气污染物主要是土石方开挖、运输等施工过程中产生的扬尘、混凝土拌和系统粉尘、施工机械和运输车辆废气。

①施工扬尘

施工扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放，其产生量受风向、风速和空气湿度等气象条件的影响，主要来源于：施工过程中堆料、卸料产生的粉尘，场地平整、土石方清挖过程的地面扬尘以及岩石爆破产生的扬尘。项目开挖作业面扬尘参照《逸散性工业粉尘控制技术》（中国环境科学出版社），开挖作业逸散尘排放系数 0.0365kg/t （按最不利的剥离覆盖层考虑），本工程土石方开挖量合计 54.98万 m^3 ，容重取 1.8t/m^3 ，则开挖作业粉尘产生量约为 36.12t 。施工开挖过程中采取洒水抑尘+炮雾机降尘措施，可以有效抑制粉尘的产生，除尘效率达到 90% 以上，则开挖粉尘排放量约为 3.612t 。

②运输扬尘

自卸式载重汽车运输各类过程中将产生一定的扬尘。运输道路上所产生的扬尘采用经验公式，即：

$$Q_i = 0.0079 \cdot V \cdot W^{0.85} \cdot P^{0.72}$$

$$Q = \sum Q_i$$

式中：

Q_i ——每辆汽车行驶扬尘量， $\text{kg/km} \cdot \text{辆}$ ；

Q ——汽车运输总扬尘量；

V ——汽车行驶速度， 20km/h ；

W ——汽车重量，项目载重汽车主要为 $5\text{t} \sim 15\text{t}$ ，按最大 15t 计算；

P ——道路表面粉尘量， $0.05\text{kg/m}^2 \sim 0.1\text{kg/m}^2$ ，取 0.1kg/m^2 。

经计算，每辆汽车每公里扬尘量 Q_i 为 0.3kg/km 辆。

项目土石方、砂石等材料的平均运距 0.5km ，主体施工时间为 38 个月，施工期间运输次数约 42576 次，则运输过程粉尘产生量为 6.386t ；通过及时清理路面、洒水等措施后，除尘效率按 70% 计，道路运输扬尘量为 1.916t 。

③混凝土拌和系统粉尘

拌和站粉尘主要来自砂石、水泥原料堆放、拌和装料过程，根据《逸散性工业粉尘控制技术》和相关类比调查，混凝土拌和装料过程中颗粒物排放量在无控制情况产率为

0.02kg/t，项目混凝土浇筑总量约 31.26 万 m^3 ，混凝土容重为 2350~2400kg/ m^3 ，按 2400kg/ m^3 进行计算，在没有采取措施的情况粉尘产生量为 15.01t。粉状料采用密闭式筒仓存放，每个筒仓顶部配置仓顶布袋除尘器；对搅拌机、料斗、输送皮带及转载点设施等产尘点进行喷淋降尘，原料堆放场地设置围挡和顶棚，降尘效率可达到 98%以上，粉尘无组织量为 0.30t。

④施工机械、运输车辆废气

在施工过程中使用的施工机械，主要有挖掘机、推土机以及运输车辆等。该类机械以柴油为燃料，在使用过程中产生一定的废气。排放的尾气主要污染物有 NO_x 、CO 等，其排放量较小，且为不连续排放，对环境的影响较小。但施工单位必须使用污染物排放符合国家标准的运输车辆和施工设备，加强设备、车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态严禁用报废和淘汰设备车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态，严禁使用报废车辆和淘汰设备，以减少施工机械废气和汽车尾气对周围环境的影响。

（3）噪声

施工期噪声源有固定声源和流动声源。固定声源主要指施工机具、砂石场加工机械和岩石爆破产生的噪声，其中岩石爆破产生的是瞬时造成；在固定声源中，噪声较大的有破碎机 80dB(A)~110dB(A)、振动筛 105dB(A)~115dB(A)、起重机 85dB(A)~100dB(A)、炸药爆破噪声强度可达 130dB(A)~140dB(A)。流动噪声源主要是运输用载重汽车，该类车最大噪声强度为 88dB(A)~93dB(A)，其源强与施工区内运输车辆行车速度、车流量密切相关。工程施工噪声污染情况具体见下表 2.3-1。

表 2.3-1 施工期主要声源及源强

声源类型	设备名称	施工机械单机噪声级 (dB (A))
固定声源	破碎机	80-110
	风钻	120
	挖掘机	112
	棒磨机	115
	粗碎机	95-100
	振动筛	105-115
	振捣器	87
	空压机	82-97
	鼓风机	85-90
	搅拌机	75-88
	综合加工噪声	105
移动声源	施工爆破	130-140
	载重汽车	88-93
	推土机	78-96

(4) 固体废物

本项目施工期固体废物主要为施工弃渣、施工人员生活垃圾、机械修配废油和含油棉纱手套、库区清理垃圾和沉淀池污泥等。

①施工弃渣

土石方开挖总量 54.98 万 m^3 (自然方)，回填总量约 37.26 万 m^3 (自然方)，弃渣总量约 17.76 万 m^3 (自然方)。其中枢纽工程弃渣 12.73 万 m^3 (自然方)，其中 10.80 万 m^3 (自然方) 运至枢纽工程渣场堆放，综合运距约 0.50km，另剩余弃渣 1.93 万 m^3 (自然方) 用于坝后综合仓库场地平整回填；输水工程弃渣 5.03 万 m^3 (自然方)，其中 2.58 万 m^3 主要为隧洞洞挖石料，该部分洞挖料运至各隧洞进、出口弃渣场，洞外平均运距约 1.0km；剩余开挖料 2.45 万 m^3 ，主要用于管道工程低洼地带进行加高回填。

②生活垃圾

本工程高峰期施工人数为 978 人，平均施工人数 845 人，工程施工期间施工人员生活将会产生一定的生活垃圾。生活垃圾产生量以 0.5kg/(人·d) 计，本项目主体工程施工期为 38 个月，产生的垃圾达 557.46t。生活垃圾袋装分类收集后，由当地环卫部门统一处理。

③机械修配废油和含油棉纱手套

枢纽工程施工区设置机械修配厂，进行汽车的小修保养，过程中产生废油和含油棉纱手套等危险废物，按 0.5t/a 计，分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置。

④库区清理垃圾

在水库下闸蓄水前，为保证水库水质和水库运行安全，必须对淹没范围内涉及的房屋及附属建筑物、地面附着物（林木）、坟墓、各类垃圾采取拆除、砍伐、清理等处理措施，即进行水库库底清理。库区需清理面积约 1003.24 亩，预计清理垃圾约 150t。清理出来的废物按要求进行分类收集处置。建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾交当地环卫部门统一处置。其中永峰塑料加工厂拆除过程预计产生一般工业固体废物 3t，危险废物 1t，一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理。

⑤沉淀池污泥

项目施工期机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水、基坑废水和隧洞抽排废水经沉淀池处理过程中会产生沉淀池污泥，按 50t/a 计，沉淀池污泥定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋。

2.3.1.3 移民安置及复建工程

本工程移民搬迁安置采取养老保险安置和住房货币安置相结合的方式，不进行集中安置。建设征地范围内的交通设施采取一次性补偿方式处理，不进行复建。复建工程主要是水库淹没影响现有的输变电、通讯、广播电视等设施。

库区淹没区内永峰塑料加工厂在拆除前应对厂区内污染源进行全面调查，主要污染物为拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水，厂区内的废塑料，废包装材料等一般工业固体废物和废润滑油、废油桶等危险废物。

拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水可能含有残留的塑料助剂、润滑油等，若未经处理直接排放，可能污染地表水体或渗入库底土壤，拆除前应进行预处理，处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准排入库区附近污水管网或运至污水处理厂处理；厂区内的废塑料，废包装材料等一般工业固体废物统一交由资源回收单位回收利用，废润滑油、废油桶等危险废物交有资质单位处置。采取以上措施后永峰塑料加工厂拆除过程对环境的影响较小。

其他移民安置和专项设施复建施工期污染物主要为施工作业区内施工噪声、施工废水及建筑弃渣。生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排，生活垃圾分类袋装后委托当地环卫清运处理。施工废水主要为施工机械和车辆冲洗废水，经沉淀池处理后回用于洒水降尘，不外排。施工废水若收集、处理不善，会对下游河段水质造成污染。复建工程会产生建筑垃圾，统一纳入清库垃圾运至城市垃圾填埋场处置，不进入水库工程的渣场内，也会产生噪声和施工粉尘。

专项设施复建工程规模相对不大，且为在原设施附近抬升复建，对生态环境影响较小。

2.3.2 运行期环境影响因素分析

2.3.2.1 生态影响因素

运行期大坝的阻隔、水库的蓄水和消落，以及坝后减水，都将对生态环境造成一定的影响，具体因素包括：

(1) 工程的修建，将造成河流生境破碎化，同时坝址阻隔长距离洄游性鱼类的洄游通道，压缩鱼类活动空间；

(2) 飞龙水库库区面积约 1003.24 亩，这些占地内的植被因水库蓄水淹没而受到破坏，造成生物量损失；

(3) 水库成库后，正常蓄水位 378.00m、校核洪水位 379.84m、死水位 355.00m，水位随着季节的不同而变动，使库岸形成一定的消落带，最大消落带高度 24.84m，此范围的植被受到破坏。河道内漂浮物、岸坡冲积物易在消落带上沉积，这些垃圾、杂草不仅造成景观破坏，而且在高温下极有可能产生异臭，滋生病菌、蚊虫，导致流行病发生；消落带的局部低洼地方因排水不净，还可能形成零星小面积死水塘，污染环境。

(4) 水库截流蓄水后，将改变库区河段的水文情势，水面增大、水深加深、流速减缓，将使河道内喜流水活动的鱼类向上游迁移，而库区内喜静流活动和深水型鱼类增多；坝址附近河段的水文泥沙情势将发生改变，必然对河道的演变产生影响，在建坝初期，坝址上游由于水体流速变缓将发生河道泥沙淤积，抬高河床。

(5) 水库截流蓄水后，一般通过放流管下泄生态流量，仅汛期有较多的余水溢流。飞龙水库属于多年调节水库，水位高差达 24.84m，库区水温分层明显，如不采取分层取

水措施，底部取水放流将会形成明显的低温水，对下游一定范围内的水生生态环境造成影响。

(6) 工程运行后，坝下河流水量减少明显，水库坝下将形成约 4.4km 的减水河段，对下游河道的水文情势（水量、水温、泥沙等）和生境条件（岸坡植被等）造成改变。

2.3.2.2 污染影响因素

(1) 废水

工程运行期污废水主要来自员工生活污水。水库劳动定员 20 名，产生的污水主要为管理人员的生活污水，生活用水标准按 150L/人·d 计算，用水量为 3m³/d，生活污水排放系数按 0.9 计，则生活污水产生量为 2.7m³/d；管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。水库集雨范围内的垃圾、固废等将受径流冲刷进入库区，对水质有一定影响。

(2) 退水

水库运行过程中的退水可能对地表水质造成影响，本工程退水主要包括管理人员生活用水退水和灌溉回归水。

管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。

灌溉回归水主要来源于管道输水损失、田间渗漏以及作物成熟期的落干排水。根据相关资料，灌溉回归水按灌溉水量的 25% 计。本工程灌区多年评价灌溉供水量 799 万 m³，则多年平均回归水量为 169.5 万 m³。灌区退水进入渠溪河流域。由于田间施肥及使用农药，使灌溉水中含总氮、总磷等化肥成分及其他农药成分，从而随回归水带入河道，直接排入河道可能对下游河段水质产生不利影响。

(3) 废气

工程运行期自身不产生废气，生活燃料拟采用电能，无燃料废气，烹饪过程中仅产生少量的油烟废气，经油烟净化装置处理后经楼顶排放。

(4) 噪声

工程运行期噪声设备主要为供水泵站（共 3 台水泵，2 用 1 备）和备用柴油发电机，单台水泵噪声值约为 75dB（A），柴油发电机噪声值约为 90dB（A）。供水泵站和柴油

发电机房均布置在坝后消力池左岸，均设置在室内，优先选择低噪设备、通过合理布局，采取隔声、减噪、消音等降噪措施，运行期设备噪声影响有限。对外交通与对内交通的车流量非常少，同时与周边住户距离较远，运行期车辆噪声对敏感点影响轻微。溢洪道泄流时声音较大，但仅在洪水季出现，影响持续时间不长，且居民点距离较远，影响不大。

（5）固体废物

工程运行期固体废物包括生活垃圾和设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物。生活垃圾按每人产生量 0.5kg/d 计算，垃圾产生量约 10kg/d，定期外运交由当地环卫部门处置，对周边环境的影响轻微。根据类比分析，设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物约 0.5t/a，分类收集后暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理。根据类比分析，运行期漂浮清捞垃圾约 4t/a，交当地环卫部门处置，不得随意堆放在库区周边，甚至库岸内。

2.3.3 污染物产排情况汇总

本工程施工期、运行期污染物产排情况汇总见下表 2.3-2。

表 2.3-2 飞龙水库主要污染物产生及排放情况一览表

内容 类型			产生量	污染物	处理前		拟采取治理措施	处理后	
					浓度	产生量		浓度	排放量
施工期	施工废水	机械修配合油废水	5.5m³/d	SS	1000mg/L	5.5kg/d	隔油沉淀处理后回用于洒水降尘，不外排。	/	/
				石油类	100mg/L	0.55kg/d		/	/
		混凝土拌和系统废水	307.75m³/d	pH	11-12	/	pH 调节+沉淀处理后回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排。	6-9	/
				SS	2000mg/L	0.616kg/d		/	/
		砂石料冲洗废水	50m³/d	pH	11-12		“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排	6-9	
				SS	2000mg/L	0.1kg/d			
		基坑废水	初期 243m³/h, 经常性 82.5m³/h	SS	1000mg/L	初期 243m³/h, 经常性 82.5m³/h	沉淀处理后回用于施工场地洒水降尘，不外排。	/	/
		隧洞抽排废水	37.5m³/h	SS、石油类、氨氮、COD 及少量爆破残留物	/	37.5m³/h	pH 调节+沉淀处理后回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排。	/	/
	施工	试压废水	1000m³	SS	100mg/L	1000m³	直接用于浇灌周边林草地。	100mg/L	1000m³
		生活污水	88.02m³/d	COD BOD ₅ SS NH ₃ -N	350mg/L 250mg/L 250mg/L 35mg/L	0.031t/d 0.022t/d 0.023t/d 0.003t/d	枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。	/	/
	施工	施工扬尘	36.12t	TSP	/	36.12t	施工场地洒水降尘、炮雾机降尘。	/	3.612t
		运输扬尘	6.386t	TSP	/	6.386t	及时清理运输道路、洒水降尘。	/	1.916t

	废气	混凝土拌和系统粉尘	15.01t	TSP	/	15.01t	筒仓配置仓顶布袋除尘器，湿式作业，喷淋降尘。	/	0.3t
		施工机械、运输车辆废气	/	烟尘、NO _x CO	/	少量	加强设备、车辆的维护保养。	/	少量
	施工固废	施工弃渣	17.76 万 m ³				运至弃渣场堆放或场地回填。		
		生活垃圾	557.46t				定点收集，交当地环卫部门。		
		机械修配废油和含油棉纱手套	0.5t/a				分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置		
		库区清理垃圾	150t				分类收集处置，建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾交当地环卫部门统一处置，其中永峰塑料加工厂拆除过程产生的一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理。		
		沉淀池污泥	50t/a				定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋		
	施工噪声		噪声源强 75dB（A）~140dB（A）				文明施工，施工场界噪声达标，降低对农户影响。		
	运行期	生活污水	985.5m ³ /t	COD BOD ₅ SS NH ₃ -N	350mg/L 250mg/L 250mg/L 35mg/L	0.345t/a 0.246t/a 0.246t/a 0.034t/a	经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。		
		油烟废气	/				油烟净化器处理后楼顶排放。		
		噪声	水泵噪声源强 75dB（A）、柴油发电机噪声源强 90dB（A）				选择低噪设备、合理布局，采取隔声、减噪、消音等降噪措施		
		生活垃圾	10kg/d				集中收集后，交当地环卫部门统一清运处置。		
		设备维护危险废物	0.5t/a				暂存于危废暂存点，定期交有资质的单位处理		
		漂浮清捞垃圾	4t/a				集中收集后，交当地环卫部门统一清运处置。		

3 环境现状调查与评价

3.1 自然环境

3.1.1 地形地貌

丰都县属渝东陷褶束，为古生代相对隆起、中生代拗陷、新生代喜马拉雅山运动第一幕生成的北东向构造带。背斜呈细长平行伸展，东南翼陡，西北翼缓，呈不对称的梳状褶皱，轴部纵向压性断裂较发育。丰都县地貌由一系列平行褶皱山系构成。丰都县地形以山地为主，丘陵次之，仅在河谷、山谷间有狭小的平坝。山脉和丘陵、山间平坝（槽谷）相间分布，形成南高北低、“四山夹三槽”的地形。海拔最高 2000 米，最低 175 米。

工程区位于四川沉降褶带东缘与川鄂湘黔隆褶带过渡之垫江凹陷及川湘凹陷带。区内山脉走向与构造线一致，呈北北东、北东及南北向。北部碎屑岩地区为一系列条形山岭与红层丘陵相间，组成平行岭谷地形，东西部及南部地区碳酸岩地层组成侵蚀、溶蚀褶皱山地及溶蚀槽谷。

3.1.2 地质

3.1.2.1 地质构造

工程区位于长寿——遵义基底断裂北西侧，并紧临断裂，其大地构造部位属扬子准地台（I₁）重庆台拗（II₁）重庆褶皱束（III₁）万州凹褶束（IV₁），构造形迹多定型于燕山运动末期的北东——南西向褶皱，断裂构造仅发育于背斜核部，但规模较小。区内本区规模较大的褶皱主要为拔山寺向斜、箐口背斜、珍溪场向斜、忠县背斜（见构造纲要图），工程区位于箐口背斜核部附近。

拔山寺向斜：属万县向斜南段，长达 250km。向斜轴线呈 N45~70°E 延伸，轴部平缓开阔，地层为侏罗系上统蓬莱镇组及侏罗系中统沙溪庙组，两翼基本对称，岩层倾角 2~45°。

箐口背斜：北东端倾伏于丰都县董家场，全长 55km，轴向北 35°东，南段背斜隆起较高，轴部出露了飞仙关组，向北东逐渐倾伏，陆续由嘉陵江组、雷口坡组、须家河组、一直到下沙溪庙组组成轴部。两翼地层为嘉陵江组至上沙溪庙组，近于对称，岩层倾角

3.1.2.2 地层岩性

区域内分布三叠系～侏罗系沉积岩地层。其中三叠系中、下统主要以碳酸盐岩为主，夹少量碎屑岩；三叠系上统及侏罗系以碎屑岩为主，局部夹薄层碳酸盐岩，沉积总厚达4500m～5500m。

表 3.1-1 区域地层简表

界	系	统	组	地层代号	地层厚度 (m)	岩性简述
新生界	第四系			Q	0~12	冲积（粉质粘土、砂土、卵砾石），洪积、崩积（粉质粘土夹漂石），残坡积（块石、粉质粘土夹碎块石）
中生界	侏罗系	上统	蓬莱镇组	J _{3P}	471~516	灰白、灰黄色长石砂岩、紫红色泥岩
			遂宁组	J _{3s} ²	232~430	灰绿、灰紫、紫红色厚层~块状砂岩与紫红、棕红色泥岩
				J _{3s} ¹	100~250	紫红、鲜红色钙质、砂质泥岩为主，夹多层紫灰、灰绿色粉砂岩、砂岩
		中统	上沙溪庙组	J _{2s}	1482~1719	砖红、紫红、紫灰色泥岩、砂岩、粉砂岩互层
			下沙溪庙组	J _{2XS}	240~296	黄绿、紫红色泥岩夹砂岩、粉砂岩
			新田沟组	J _{2x}	49~75	灰绿、灰黑、紫红色砂岩、泥页岩
		中下统	自流井组	J _{1-2Z} ³	43~57	灰、紫灰色灰岩、生物灰岩夹灰绿、紫红、灰黑色泥页岩
				J _{1-2Z} ²	101~175	紫红色泥岩夹中厚层状岩屑石英砂岩
				J _{1-2Z} ¹	14~26	黄绿、灰黑色泥页岩夹泥岩、粉砂岩、介壳灰岩
		下统	珍珠冲组	J _{1z}	90~142	紫红色泥岩为主夹黄绿色泥页岩、灰色石英砂岩
	三叠系	上统	须家河组	T _{3xj} ²	375~522	灰白~灰色厚层~块状砂岩和灰、灰黑色泥页岩夹砂岩及煤层
				T _{3xj} ¹	94~361	灰、灰黑色泥页岩及砂岩、煤层夹灰白~灰色砂岩
		中统	雷口坡组	T _{2l}	0~31	浅灰、深灰色泥质白云岩、白云岩、灰岩、泥岩
		下统	嘉陵江组	T _{1j} ⁴	62~94	灰色中薄层状白云岩、灰岩夹盐溶角砾岩
				T _{1j} ³	100~136	浅灰色薄~厚层状灰岩、生物灰岩、白云质灰岩
				T _{1j} ²	72~112	浅灰、灰色薄~厚层状白云岩、泥质白云岩夹多层盐溶角砾岩和少量鲕状灰岩、砂岩、页岩
				T _{1j} ¹	158	灰色薄层状泥质灰岩、灰岩夹少许含白云质灰岩、生物碎屑灰岩
			飞仙关组	T _{1f}	>400	暗红色钙质泥岩夹灰紫、紫灰色中、薄层状泥灰岩

3.1.2.3 地震及区域构造稳定性

本区新构造运动表现为大面积间歇性强烈隆升，差异活动弱，至第四纪全新世以来，抬升幅度趋缓，无区域性新断裂产生。工程区附近历史上无强震发生，强震区距离均在150km以外，对工程区影响小，其影响地震烈度不超过VI度。本区属弱震地质环境，地震活动水平较低；据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），50年超越概率10%的地震动峰值加速度值为0.05g，相应地震基本烈度为VI度。

本区区域构造稳定性好，坝址场地地基抗震稳定性好，适宜兴建水利工程。

3.1.2.4 不良地质

库区无滑坡等严重不良地质现象，主要不良地质现象为木洞岸坡危岩变形体。物理地质作用主要表现为岩石风化和岸坡岩体卸荷，强风化带厚度3m~5m，水平强卸荷带厚度5m~12m。

3.1.3 水文地质

区域水文地质条件较简单，主要为红层地区泥岩、砂岩。工程区内地下水划分为三类，即碳酸盐岩岩溶水、碎屑岩裂隙水、松散层孔隙水。

（1）碳酸盐岩岩溶水

岩溶水为区内富水性最好的一类地下水。分布于忠县背斜轴部地段，地下水赋存于三叠系碳酸盐岩地层中。岩溶发育，地下水径流模数 $1\text{L/s}\cdot\text{km}^2\sim 3\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，往往有大泉出露，多为下降泉。

区内岩溶水主要接受大气降水补给，储存于溶洞、暗河管道溶隙中，地下水一般顺构造线方向作纵向径流，主要在河流两岸及不同岩类接触带附近高程较低处以暗河、岩溶大泉的形式排泄，其循环强度自补给区向深切河谷急剧增大，排泄条件良好。

（2）碎屑岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于砂、泥岩节理与裂隙中，主要含水岩组为三叠系须家河组与侏罗系红层地层，受地表水及大气降水补给，多沿含水体层间运移，常以泉的形式溢出沟谷或低洼处，迳流模数大于 $0.1\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，单井涌水量 $5\sim 300\text{m}^3/\text{d}$ 。

（3）松散层孔隙水

零星分布于河床及两岸残坡积、崩坡积覆盖层中，主要为冲积砂卵石、粘土夹块石，

主要接受大气降水、河水补给，分布分散，工程意义不大。

3.1.4 气候、气象

飞龙河流域处于亚热带湿润季风气候区，受东南和西南季风的交替影响，具有四季分明、雨量较丰、冬暖春早、夏热多雨、伏旱频繁、秋季多绵雨的气候特征。冬季流域受偏北气流控制，气温低，雨量偏少。入春以后，降水天气系统逐渐加强，太平洋副高北跃西伸，副高西部的西南气流，导致孟加拉湾、南海的水汽不断输入本区，当与高空低槽和地面冷锋相配合，或受副高与西藏高压之间的低压系统控制并持续时，低压系统中的上升运动结合局地对流运动的发展，在本地区形成暴雨或特大暴雨。每年 7 月下旬~8 月下旬，由于太平洋副高控制本区，此时会出现持续高温，形成盛夏伏旱天气。9 月以后，太平洋副高南撤，流域内降雨又显著增加，但一般雨强较弱，形成绵绵细雨。

流域内降雨年内分配不均，据流域邻近丰都气象站 1969 年~2022 年 54 年实测资料统计：多年平均降水量 1053.4mm，雨季从 4 月延续至 10 月，降水量约占全年降水量的 85.0%，12 月至次年 2 月是流域少雨季节，其降水量约占年降水量的 5.39%。降水量年际变化较大，最大年降水量 1408.8mm（2015 年），最小年降水量 667mm（2022 年），极值比为 2.11 倍。多年平均气温 18.3℃，极端最高气温 43.9℃，极端最低气温-0.5℃，多年平均蒸发量为 1028.2mm；多年平均风速 1.35m/s，多年平均最大风速 11.9m/s；多年平均日照时数 1057.2h；多年平均相对湿度 77.8%；多年平均霜日数 30d；多年平均雾日数 2.5d，雷暴日数 51d。

3.1.5 水文情势

3.1.5.1 河流水系

渠溪河为长江左岸的一级支流，古称渠溪、马溪河。渠溪河在重庆市丰都县双岔河以上分为东、西两源，以东源为干流。干流发源于忠县马灌镇，由东南经永丰镇后折向西南，过两河水文站，入丰都县境。过鱼剑滩，至双岔河，右纳渠溪河西源飞龙河。两源汇合后，过三元镇，继入涪陵区境，于涪陵市珍溪镇渠溪口汇入长江。流域面积 913km²，河道全长 109km，天然落差 387m，平均比降为 1.8%。

飞龙河系渠溪河右岸支流，长江二级支流。发源于重庆市忠县拔山镇西山丘。南流经茶亭、官坪入丰都县境，转东南过飞龙乡北，于双岔河汇入渠溪河。河长 26km，流域

面积 142km²，总落差 296m，主河道比降 14.8‰。岔河为飞龙河右岸一级支流，发源于忠县新立镇杨家山，由北向南经青龙桥、三洞观，于水口寺进入丰都县，过鱼见滩于双河口注入飞龙河。岔河河长 18.0km，流域面积 56.5km²，总落差 100m，主河道比降 7.54‰。

飞龙水库坝址位于飞龙河下游，下坝址距离飞龙河与渠溪河汇合口 4.40km，控制流域面积 113km²，主河长 21.5km，河道比降 8.06‰；上坝址位于汇合口上游约 5.65km，距下坝址约 1.25km，控制流域面积 112km²，主河长 20.3km，河道比降 8.66‰。

3.1.5.2 径流

飞龙水库径流计算考虑双河口水库和乐善桥水库调蓄作用。双河口水库为单一发电任务的水库，无灌溉供水任务，发电后仍进入飞龙水库库区，乐善桥水库是一座以供水、灌溉为主，兼有改善生态环境等综合利用的中型骨干水利工程。拟建飞龙水库入库径流由双河口水库、乐善桥水库至飞龙水库区间天然来水、双河口水库下泄流量和乐善桥水库下泄流量三部分组成。以两河站（1959～2021 年）径流系列为依据，采用雨量及面积综合修正，推算区间天然来水、双河口水库坝址来水以及乐善桥水库坝址来水，通过双河口水库径流调节计算得到电站下泄过程，乐善桥水库径流调节计算得到乐善桥水库下泄过程，电站下泄流量、乐善桥水库下泄流量与区间流量相加后得到飞龙水库的入库径流。据此推算得飞龙水库上坝址天然来水多年平均流量 1.82m³/s，年径流深 513.8mm；下坝址天然来水多年平均流量 1.84m³/s，年径流深 513.8mm。

表3.1-2 飞龙水库坝址天然径流计算成果表

地址	时段	多年平均流量 (m ³ /s)	C _v	C _s /C _v	设计径流 (m ³ /s)		
					p=10%	p=50%	p=90%
飞龙水库 上坝址	水文年	1.82	0.36	2.50	2.70	1.72	1.06
	4~10月	2.68	0.41	2.00	4.16	2.53	1.39
	11~次年3月	0.613	0.56	2.00	1.07	0.551	0.237
飞龙水库 下坝址	水文年	1.84	0.36	2.50	2.73	1.74	1.08
	4~10月	2.70	0.41	2.00	4.19	2.55	1.40
	11~次年3月	0.619	0.56	2.00	1.08	0.557	0.239

3.1.5.3 洪水

飞龙河流域无实测洪水资料，邻近渠溪河干流上有两河（二）水文站，飞龙水库坝址分别采用暴雨资料和流量资料推求设计洪水。

根据丰都气象站 1967 年～2021 年共 55 年最大 1h、6h 实测暴雨资料和 1959 年～2021 年共 63 年最大 24h 实测暴雨资料，用 P-III 型曲线适线推求暴雨参数，同时采用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》、《中国暴雨统计参数图集》等值线插值，分别采用《手册》中的推理公式和瞬时单位线法推求枢纽坝址设计洪水。

根据插补得到两河（二）站 1961～2021 年实测洪水系列，加入 1870 年洪水作特大洪水值处理（ $N=152$ 年、 $Q=1020\text{m}^3/\text{s}$ ），共同组成一个不连续洪水系列，采用水文比拟法按面积比的 0.67 次方移用到飞龙水库坝址处。

经综合比选后，从工程偏于安全角度考虑，推荐采用综合瞬时单位线法计算的成果，作为飞龙水库坝址设计洪水成果。

表3.1-3 飞龙水库坝址设计洪峰流量成果表

断面位置	各频率洪峰流量设计值 $Q_p(\text{m}^3/\text{s})$							
	P=0.1%	P=0.2%	P=1.0%	P=2.0%	P=3.3%	P=5.0%	P=10%	P=20%
飞龙水库坝址	1200	1110	885	790	707	633	519	419

3.1.5.4 泥沙

飞龙水库下坝址以上流域岩性以砂、泥岩为主。流域植被条件较好，泥沙来源主要为岩石风化和地表侵蚀。飞龙河流域无泥沙测验资料，根据《四川省水文手册》绘制的多年平均悬移质输沙模数等值线图查得本流域重心处多年平均悬移质输沙模数为 $300\text{t}/\text{km}^2$ 。

结合工程区现有水利工程情况，飞龙水库上游支流已建有飞龙一级电站（双河口水库）、飞龙二级电站，干流上游为殷家滩拦河堰，堰高约 27.0m 。由于飞龙二级电站坝址位于本次拟建飞龙水库库区内，本工程建设后飞龙二级电站拦河坝将被淹没，考虑到殷家滩拦河堰对推移质有拦截作用，因此本次拟建飞龙水库坝址悬移质来沙量主要由殷家滩拦河堰～双河口水库～飞龙水库坝址区间来沙量、双河口水库出库沙量、殷家滩拦河堰以上悬移质三部分组成。

殷家滩拦河堰～双河口水库～飞龙水库坝址区间汇水面积为 11.62km^2 。按多年平均悬移质输沙模数 $300\text{t}/\text{km}^2$ 计算，则水库坝址区间多年平均悬沙量为 0.35 万 t 。根据设计流域的地质、地貌、地形条件及人类活动影响，推移质输沙量本流域汇水区内悬移质来沙量的 15% 计算，则飞龙水库坝址多年平均推移质输沙量为 0.27 万 t 。

殷家滩拦河堰以上流域面积为 52.7km^2 ，堰上输沙仅有悬移质下泄，悬移质输沙量为 1.58 万 t 。

经计算双河口水库拦沙率为 94.1% ，出库沙量为 0.09 万 t 。根据推移质不出库的原则，双河口水库仅有悬移质下泄。

据此计算得飞龙水库坝址多年平均输沙量成果，见表 3.1-4。

表3.1-4 飞龙水库坝址多年平均输沙量成果

项目	集雨面积 (km^2)	悬移质输沙量 (万 t)	推移质输沙量 (万 t)	输沙总量 (万 t)
区间来沙	11.62	0.35	0.05	0.40
殷家滩拦河堰	52.7	1.58	0	1.58
双河口水库下泄沙量	48.6	0.09	0	0.09
飞龙水库坝址入库沙量	112.92	2.02	0.05	2.07

3.1.6 土壤

工程区域内侏罗系砂泥岩区土层以壤土、砂壤土为主，主要由粘土矿物组成，土壤

类型为紫色土与水稻土，土层厚度一般为 0~3m，毛细水上升的极限高度约 1.5m，毛细水饱和带埋深在 1.0~1.5m。

紫色土，由侏罗系紫色沙泥岩及三叠系紫色泥岩母质发育而成，主要分布于槽谷槽坝地带；石灰岩土，由三叠系由灰岩和奥陶系中的灰岩母质发育而成，分布于中低山灰岩出露地段以及槽谷槽坝地带；水稻土，是人类长期种植水稻，耕作熟化的产物，分布于沟谷及缓坡地带；黄棕壤，母质为志留系和二叠系灰岩、泥页岩，分布于中山地区；潮土，由第四系近代河流冲积发育而成，分布于河溪沿岸新冲积阶地上。土壤养分低，耐寒性差，旱地、坡耕地比例大。

3.1.7 水土流失

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），本项目建设区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀形态以面蚀为主，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。根据《重庆市水土保持公报（2023 年）》，丰都县现有水土流失面积为 1131.52km^2 ，占幅员面积的 39.03%，水土流失以轻度为主，轻度占水土流失面积的 87.57%。

本工程坝址位于丰都县董家镇，灌区涉及董家镇、青龙乡、仁沙镇、三元镇、双龙镇、兴龙镇，丰都县在重庆市水土保持分区中属于渝中平行岭谷保土人居环境维护区。根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点防治区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188 号），丰都县属于三峡库区国家级水土流失重点治理区；根据《重庆市人民政府办公厅关于公布水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（渝府办发〔2015〕197 号），丰都县董家镇、青龙乡、仁沙镇、三元镇、双龙镇属于重庆市水土流失重点治理区。

3.2 生态环境现状调查与评价

3.2.1 主体功能区划和生态功能区划

3.2.1.1 主体功能区划

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015 年），项目所在区域属于全国重要生态功能区-三峡库区土壤保持重要区，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。

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；加强地质灾害防治力度；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。

3.2.1.2 生态功能区划

飞龙水库位于丰都县董家镇，根据《重庆市生态功能区划（修编）》（2008 年），飞龙水库工程项目评价区属于属于“II 三峡库区（腹地）平行岭谷低山-丘陵生态区”中“II₁ 三峡水库水质保护生态亚区”中的“II₁₋₂ 三峡库区（腹地）水质保护—水土保持生态功能区”。面积 16150km²，占生态亚区面积 69.6%、生态区面积 60.7%。

主要生态环境问题为水土流失、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和影响危害。

生态服务功能具体定位为库区水土保持——三峡水库水质保护。

生态功能保护与建设的方向 and 任务为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“万开云”综合产业发展区和“丰忠”特色产业发展轴。

3.2.2 水生生态现状

3.2.2.1 调查时间、范围及内容

本次评价委托四川智慧云图环境科技有限公司于 2024 年 9 月（丰水期）进行了水生生态调查，其中水库枢纽工程一级评价河段——飞龙河河段枯水期水生生态调查引用《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》中 2024 年 3 月（枯水期）飞龙河段上点位 9（飞龙河双河口上游段）、点位 10（飞龙河飞龙瀑布上游段）、点位 12（飞龙河下游近汇口段）水生生态调查数据。

（1）调查时间

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）“7.3.5 水生生态一级评价应至少开展丰水期、枯水期（河流、湖库）两期调查”要求，结合飞龙河流域水文情势季节特征，调查人员于 2024 年 9 月 27-28 日（丰水期）对工程影响河段开展水生生物调

查，其中水库枢纽工程一级评价河段——飞龙河河段，引用渠溪河流域规划环评生态调查报告中枯水期（2024 年 3 月）飞龙河段上点位 9（飞龙河双河口上游段）、点位 10（飞龙河飞龙瀑布上游段）、点位 12（飞龙河下游近汇口段）调查数据，以满足生态导则一级评价两期调查要求。

（2）调查范围与调查内容

本次调查范围与评价范围一致，涵盖了区域自然系统生态完整性维护和敏感生态目标保护所需要的区域，以及可能受到工程实施间接影响的有水生动物生境，调查范围和调查内容详见下表 3.2-1。

表 3.2-1 调查范围和调查内容统计表

序号	调查河段	评价等级	时期	调查内容	评价作用
1	水库成库后库区水域河段及上游 500m，共 5.423km（包括飞龙河干流段约 3.6km、回水支流段约 1.323km 和库区上游 500m）、坝后约 4.4km 减水河段以及飞龙河汇入渠溪河口下游约 100m	一级	丰水期、枯水期	水生生境、浮游动植物、底栖动物、水生维管植物、鱼类组成及分布特征	分析水生生境、浮游动植物、底栖动物、水生维管植物、鱼类组成及分布特征
2	渠溪河飞龙河汇入口下游 100m 处至三元镇段，共 18.9km 渠溪河河段退水影响区域、董家镇污水处理厂排污口断面下游至飞龙河汇入口共 2.0km 赖家河河段、高洞桥河青龙乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段共 15km（含双龙场乡污水处理厂排污口下游至双龙河汇入渠溪河入口段）、输水工程受水区龙兴坝水库	三级	丰水期		

3.2.2.2 调查及评价方法

（1）基础资料收集

本次水生生态调查与评价收集的相关基础资料主要包括《淡水微型生物图谱》《中国淡水桡足类志》《中国淡水枝角类志》《中国淡水藻类——系统、分类及生态》（胡鸿钧等，2006）《中国淡水鱼类的分布区划》《中国水生植物》等。

（2）水生生态调查方法

水生生物调查方法主要依据《水生态监测技术要求 淡水浮游动物》（试行）、《水生态监测技术要求 淡水浮游植物》（试行）《水生态监测技术要求 淡水大型底栖无脊

椎动物》（试行）及《内陆水域渔业自然资源调查手册》《水生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）》《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》，同时参照 SL219-98《水环境监测规范》进行调查。

①浮游植物

采样方法：

定量样品在定性采样之前用采水器采集，每个采样点取水样 1L，贫营养型水体应酌情增加采水量。泥沙多时需先在容器内沉淀后再取样。分层采样时，取各层水样等量混匀后取水样 1L。浮游植物定性样品用 25 号浮游生物网（孔径 0.64μm）在表层缓慢拖曳采集，网口与水面垂直，网口上端不露出水面。

样品固定与鉴定：

浮游植物样品立即用鲁哥氏液固定，用量为水样体积的 1%~1.5%。如样品需较长时间保存，则需加入 37%~40%甲醛溶液，用量为水样体积的 4%。固定后的浮游植物水样摇匀倒入固定在架子上的 1L 沉淀器中，2h 后将沉淀器轻轻旋转，使沉淀器壁上尽量少附着浮游植物，再静置 24h。充分沉淀后，用虹吸管慢慢吸去上清液，至留下含沉淀物的水样 20 mL~25 mL，放入 30 mL 的定量样品瓶中。用吸出的少量上清液冲洗沉淀器 2 次~3 次，一并放入样品瓶中，定容到 30（或 50）mL。如样品的水量超过 30（或 50）mL，可静置 24 h 后，或到计数前再吸去超过定容刻度的余水量，浓缩标准以每个视野里有十几个藻类为宜。分类鉴定主要参考《中国淡水藻类：系统、分类及生态》、《中国淡水藻志》各分卷等分类书。

浮游植物计数方法：

计数框行格法：计数前需先核准浓缩沉淀后定量瓶中水样的实际体积，可加纯水使其成 30 mL、50 mL、100 mL 等整量。然后将定量样品充分摇匀，迅速吸出 0.1 mL 置于 0.1 mL 计数框内（面积 20mm×20mm）。盖上盖玻片后，在高倍镜下选择 3 行~5 行逐行计数，数量少时可全片计数。

1L 水样中的浮游植物个数（密度）可用下列公式计算：

$$N = \frac{N_0}{N_1} * \frac{V_1}{V_0} * P_n$$

式中：N——1 L 水样中浮游生物的数量，ind./L；

N₀——计数框总格数；

N_l ——计数过的方格数；

V_l ——1 L 水样经浓缩后的体积，mL；

V_0 ——计数框容积，mL；

P_n ——计数的浮游植物个数。

②浮游动物

采样方法：

原生动物、轮虫和无节幼体定量可用浮游植物定量样品，如单独采集取水样量以 1 L 为宜；定性样品采集方法同浮游植物。枝角类和桡足类定量样品应在定性采样之前用采水器采集，每个采样点采水样 10L~50L，再用 25 号浮游生物网过滤浓缩，过滤物放入标本瓶中，并用滤出水洗过滤网 3 次，所得过滤物也放入上述瓶中；定性样品用 13 号浮游生物网在水体表层至 0.5 m 水深处以 20cm/s~30cm/s 的速度做“∞”形往复、缓慢拖动采集。

样品固定与鉴定：

原生动物和轮虫定性样品，除留一瓶供活体观察不固定外，固定方法同浮游植物。枝角类和桡足类定量、定性样品应立即用 37%~40% 甲醛溶液固定，用量为水样体积的 5%。原生动物和轮虫的计数可与浮游植物计数合用一个样品；枝角类和桡足类通常用过滤法浓缩水样。分类鉴定主要参考《淡水浮游生物研究方法》《淡水微型生物图谱》《中国动物志》各分卷以及《中国淡水桡足类志》等分类书。

浮游动物计数：

原生动物：吸出 0.1 mL 样品，置于 0.1 mL 计数框内，盖上盖玻片，在 10×20 倍显微镜下全片计数。每瓶样品计数两片，取其平均值。轮虫：吸出 1 mL 样品，置于 1 mL 计数框内，在 10×10 倍显微镜下全片计数。每瓶样品计数两片，取其平均值。枝角类、桡足类：用 5mL 计数框将样品分若干次全部计数。如样品中个体数量太多，可将样品稀释 50 mL 或 100 mL，每瓶样品计数两片，取其平均值。无节幼体：如样品中个体数量不多，则和枝角类、桡足类一样全部计数；如数量很多，可把过滤样品稀释，充分摇匀后取其中部分计数，计数 3 片~5 片取其平均值。也可在轮虫样品中同轮虫一起计数。计数前，充分摇匀样品，吸出迅速、准确。盖上盖玻片后，计数框内无气泡，无水样溢

出。

单位体积浮游动物的数量按下式计算：

$$N = \frac{V_s * n}{V * V_a}$$

式中：N——1 L 水样中浮游动物的数量，ind./L；

V——采样的体积，L；

V_s ——样品浓缩后的体积，mL；

V_a ——计数样品体积，mL；

n——计数所获得的个体数，ind.。

原生动物、轮虫可用体积法求得生物体积，比重取 1，再根据体积换算为重量和生物量。甲壳动物可用体长-体重回归方程，由体长求得体重（湿重）。无节幼体可按 0.003 mg 湿重/个计算。轮虫、枝角类、桡足类及其幼体可用电子天平直接称重。即先将样本分门别类，选择 30~50 个样本，用滤纸将其表面水分吸干至没有水痕，置天平上称其湿重。个体较小的增加称重个数。

③底栖生物

采样方法：

定性样品采集使用 D 型手抄网、手动采集等方法在岸边及浅水区采集样品，采用抄网采样时，应尽可能在各种生境采样。定量样品采集时，底栖动物流水使用索伯网，静水使用 D 形网，每个点采样面积为 3m²，采用网宽为 0.3 m 的索伯网和 D 形网，采样长度为 10m。标本经大致洗刷后装入 500mL 塑料标本瓶中，用 8%福尔马林溶液固定，带回实验室挑选生物标本并进行鉴定，标本鉴定至属或种，少数为目或科，并记录各个分类单元个体数。

密度及生物量计算：

底栖动物的内业分析直接在双筒解剖镜下进行种类的鉴定。底栖动物的定量分析按各个采样点采集的样品，在解剖镜下分出大类，统计数量(ind./m²)。再用吸水纸吸干水分，逐一在 0.001 g 的电子天平上进行称重，求出每个采样点 1 m² 的重量，通过各点重量求其每个样点的平均生物量(湿重：g/m²)。

④水生维管束植物

在评价水域沿岸周边实地调查拍照，根据《中国水生高等植物图说》和《中国水生

维管植物图谱》等资料进行鉴定，记录水生维管束植物的种类、分布、优势种。

⑤鱼类

鱼类调查主要包括鱼类的种类组成、地理分布、产卵场、索饵场和越冬场等“三场”以及当地的鱼类资源现状等，并重点评估工程的实施对河流鱼类的影响。评价组根据历史资料，采用实地走访和资料调查相结合的方法，了解工程影响河段附近鱼类种类。以《三峡库区重要支流鱼类多样性初探》和《三峡库区丰都江段鱼类早期资源现状研究》等文献资料为参考基础，以及结合鱼类生物学特性和水文学特征，分析出鱼类“三场”分布情况。

本次鱼类调查还辅以 eDNA 技术对飞龙河流域、渠溪河流域鱼类组成多样性进行探究。环境 DNA (environmental DNA, eDNA) 指的是生物体通过皮肤脱落、残体、体液、配子、粪便、分泌物等方式向环境中释放的游离的 DNA，而承载这些 eDNA 的样本可以是水体、土壤、沉积物、粪便、空气等。eDNA 反映了在一定的时间和空间内环境中生物体存在的迹象，eDNA 的分子鉴定依托高通量测序技术，通过适当的扩增引物将目标区域进行测序，并与已知的物种参考目标序列比对，从而确定环境中的物种组成，eDNA 技术调查时受环境和气候的影响较小，且对环境的破坏较小，无需采用捕获或观测来确定物种的存在，eDNA 技术在物种鉴定上灵敏度较高，尤其是在种水平的鉴定。该技术摆脱了传统物种鉴定中经验积累的限制，人为误差较小，更容易实现物种鉴定的标准化。因此，eDNA 广泛应用于环境生态和物种多样性的研究中。

⑥河流生境

河道生境调查主要沿河道进行实地勘察，通过对河床、河岸以及河岸坡顶外侧 50 m 范围内的河流生境进行调查。通过参照河道生境调查表记录河道特性、河岸特征和水体特性等，包括河床底质、水色、水面漂浮物和气味等。通过走访调查河道周边居民点、农牧业情况，评估对河流生态的干扰强度。



水生采样



水质检测



现场调查



走访调查



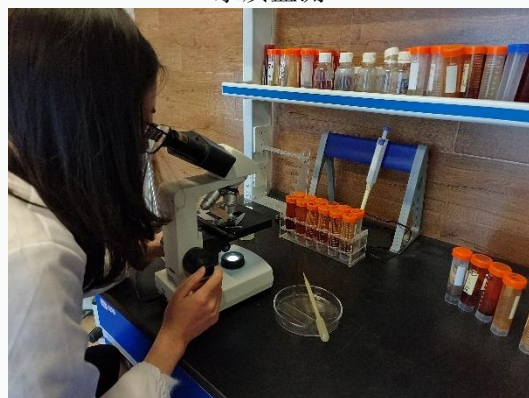
eDNA 采样



水质监测



样品浓缩



室内镜检

图 3.2-1 调查工作照

3.2.2.3 调查断面设置

(1) 调查断面设置情况

本项目水生影响涉及飞龙河、赖家河、双龙河、渠溪河及龙兴坝水库库区，为调查本项目工程施工对飞龙河、赖家河、双龙河、渠溪河以及龙兴坝水库水生生态的影响，以及为工程环境保护竣工验收提供可靠资料，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）“7.3.5 水生生态一级、二级评价的调查点位、断面等应涵盖评价范围内的干流、支流、河口、湖库等不同水域类型。”，调查人员在工程所在相应河段的上下游总共设置了8个采样点开展水生生态调查工作，满足支流、河口、干流等不同水域类型的调查要求，具体位置见下表。

表 3.2-2 水生生物调查采样点位置信息表

序号	河流名称	断面名称	调查时期	采样点坐标		海拔
				经度	纬度	
1	飞龙河*	淹没区跌坎上游	丰水期	107.6814 E	30.2210 N	408 m
2		木洞二级电站坝下	丰水期	107.6850 E	30.2150 N	358 m
3		拟建坝址下游	丰水期	107.6940 E	30.2014 N	349 m
4		双岔河村段	丰水期	107.7179 E	30.1873 N	223 m
5	渠溪河	白鹤洞河汇入段	丰水期	107.6971 E	30.1632 N	216 m
6	渠溪河	三元镇段	丰水期	107.6478 E	30.1024 N	207 m
7	龙兴坝水库	库区坝前	丰水期	107.7106 E	30.0840 N	324 m
引用点位						
1	飞龙河*	淹没区跌坎上游	枯水期	107.6814 E	30.2210 N	408 m
2		拟建坝址下游	枯水期	107.6940 E	30.2014 N	349 m
3		双岔河村段	枯水期	107.7179 E	30.1873 N	223 m
4	赖家河	董家镇段	枯水期	107.7199 E	30.2125N	321 m

注：“*”表示一级评价河段点位。

(2) 调查断面设置合理性分析

本次丰水期调查共设置7个采样点位，枯水期引用4个采样点位，主要考虑飞龙河水库工程河段和退水河段以及引水工程、灌区退水影响区域。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）“7.3.5 水生生态一级、二级评价的调查点位、断面等应涵盖评价范围内的干流、支流、河口、湖库等不同水域类型。”，本次调查点位包含了飞龙河干流、支流、渠溪河干流、支流，河流交汇口以及水库等不同水域类型，满足导则要求。

点位设置涵盖了上游 500m 处河段作为背景点；工程直接影响区即木洞二级电站河段、拟建坝址河段；考虑工程施工时所产生的悬浮物、库区蓄水等对下游的影响，在项目下游飞龙河汇入渠溪河且为小型鱼类产卵生境处，即双岔河村段处设置点位；考虑引水工程受水区龙兴坝水库，及渠溪河退水影响段。调查点位涵盖了项目背景断面、工程直接干扰区域、下游减水影响区域，点位设置基本合理、科学。

3.2.2.4 评价范围内水生生境

(1) 评价范围河流概况

①飞龙河

飞龙河为渠溪河右岸一级支流，是流域面积最大，河流最长，已建电站最多的一级支流，发源于重庆市忠县拔山镇西山丘。南流经茶亭、官坪入丰都县境，转东南过飞龙乡北，于双岔河汇入渠溪河。河长 26km，流域面积 142km²，总落差 296 m，总落差 296m，主河道比降 14.8‰。其支流有岔河、赖家河飞龙水库主体工程位于飞龙河双河口至观音岩河段，河段弯曲，中有飞龙一级电站、木洞一级电站和木洞二级电站。

	
熊家岩河段	观音岩河段
	
木洞二级电站下游河段	飞龙瀑布跌坎段
图 3.2-2 飞龙河生境照	

②渠溪河

渠溪河为长江左岸一级支流，古称渠溪、马溪河。发源于重庆市忠县马灌镇尖山，自东向西经丰都县后于大胜乡境观音庙注入长江。渠溪河全流域面积 913 km²，河道全长 109 km，平均比降为 1.49‰，河口多年平均流量 14.78m³/s。渠溪河现状建有社兴电站、木龙电站、中乐、黑洞河电站、万板电站、两河电站，均为引水式开发。渠溪河干流河段河道水量丰富，河道平缓，可航行和养鱼。两岸居民房屋和耕地较多，两岸有众多短小的支沟溪。



③双龙河

双龙河为渠溪河左岸一级支流，流域面积 73.2km²，河道主长 14.5km，为渠溪河流域仅次于飞龙河的第二大一级支流。调查河段上下游河道底质皆为砾石底质，河道中浅水处有丝状藻类分布，河道周边住户分布密度较低，受人为干扰程度较低，整体水体较为清澈。



图 3.2-4 双龙河生境照

(2) 采样断面水生生境

飞龙河双河口上游所在河道轻微曲折，水体流速较缓，水量适中，河道发育一般；河道以泥沙、砾石为底质，无沉水植被分布，沿岸两侧为自然土坡护岸，有灌丛林地分布，稳定性较好；周边有分散住户居住，沿岸分布有耕地及林地；人为干扰程度较低。

双河口跌坎下河段至木洞二级电站河段呈一定弧度，由于电站大坝阻隔，此段水量充沛，两侧均为自然土坡护岸，植被茂盛，稳定性适中。木洞二级电站至下游跌坎河段河道弯曲，水量和水体流速适中，河道发育良好；河道为砂砾和砾石底质，无沉水植物分布。

飞龙河拟建坝址下游跌坎至双岔河村河段所在河道较为蜿蜒，水体流速适中，河道发育良好，河道以砂砾、泥沙为底质，水生植被较少，河道一侧有人工种植沿岸林，另一侧为自然土坡护岸，稳定性适中；河岸周边有分散住户居住，人为干扰程度适中。

飞龙河支流赖家河调查河道轻微弯曲，河道较窄，水体流速较慢，水量适中，河道发育一般；河道两岸均为土坡护岸，有湿生植物分布，稳定性适中；河两岸周边有耕地及居民住户分布，人为干扰程度适中。

渠溪河白鹤洞河段断面所在河道较为顺直，水体流速适中，河道发育良好；河道以泥沙、砾石为底质，无沉水植被分布，沿岸两侧为自然土坡护岸，有灌丛林地分布，稳定性较好；周边有分散住户居住，沿岸分布有耕地及林地；人为干扰程度较低。渠溪河三元镇河段断面河道较为顺直，河面较宽，水体流速适中；沿岸两侧为人工修筑堤岸，稳定性良好；此处流经城镇，河岸两侧住房、道路设施较多，受人为干扰程度适中。

龙兴坝水库库区断面水域面积宽阔，水深较深，库区沿岸植被较为稀疏，无沉水植

物及漂浮植物生长，库岸稳定性良好，周边有耕地及零星住户分布，库区人为干扰程度较低。

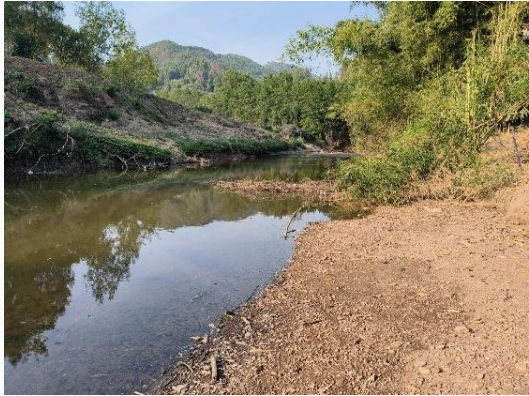
	
跌坎上游河段	木洞二级电站坝下
	
坝址下游河段	双岔河村河段
	
支流-赖家河河段	渠溪河（白鹤洞河段）



图 3.2-5 采样断面生境照

(3) 采样断面水体理化性质

采样断面水体理化性质、底质信息见下表。

表 3.2-3 水生生物调查采样点水体理化性质、底质信息表

序号	河流名称	采样断面	底质	水温 (°C)	pH	溶解氧 (mg/L)	电导率 (us/cm)
1	飞龙河	淹没区跌坎上游	砾石、砂石	24.0	7.7	8.4	482
2		木洞二级电站坝下	砾石、泥沙	24.3	7.7	8.6	484
3		拟建坝址下游	砾石、泥沙	24.2	7.9	9.0	503
4		双岔河村段	砾石、泥沙	25.0	7.8	6.5	516
5	渠溪河	白鹤洞河段	砾石、泥沙	24.8	8.1	8.5	545
6		三元镇段	砾石、砂石	24.8	7.9	7.7	523
7	龙兴坝水库	库区	砂石、泥沙	23.4	8.3	8.6	590
8	赖家河*	董家镇段	砾石、泥沙	16.3	8.5	6.5	448

注：“*”表示引用点位

3.2.2.5 水生生物现状及多样性评价

(1) 浮游植物现状

① 种类组成及分布特点

对项目工程涉及水域的浮游植物进行现场调查采样，经过技术人员鉴定和统计后发现，本次调查中各采样点共镜检到蓝藻门、硅藻门、绿藻门、裸藻门、隐藻门和甲藻门共计 6 门 38 种（含种、变种、变型及部分未定种的属），其中以适应流水环境的硅藻门浮游植物种类数最多，共 21 种，占比为 55.26%；依次是绿藻门共检出 11 种，占比 28.95%；蓝藻门 3 种，占比 7.89%；裸藻门、隐藻门和甲藻门各 1 种，分别占比 2.63%。

浮游植物种类主要以流水环境常见的硅藻门种类常为主，例如脆杆藻、针杆藻、舟形藻、异极藻及桥弯藻等。

表 3.2-4 评价区浮游植物种(属)数及所占比例

种类	蓝藻门	硅藻门	绿藻门	裸藻门	隐藻门	甲藻门	合计
种（属）数	3	21	11	1	1	1	38
比例（%）	7.89	55.26	28.95	2.63	2.63	2.63	100.00

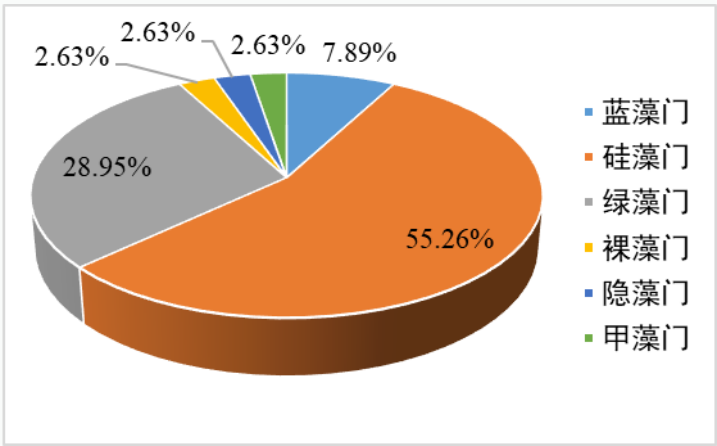
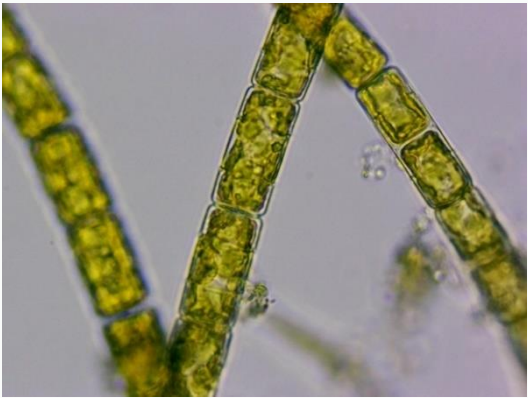


图 3.2-6 评价区浮游植物种(属)数及占比

	
名称：脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.	名称：颗粒直链藻 <i>Melosira granolata</i>
样品编号：1#	样品编号：6#

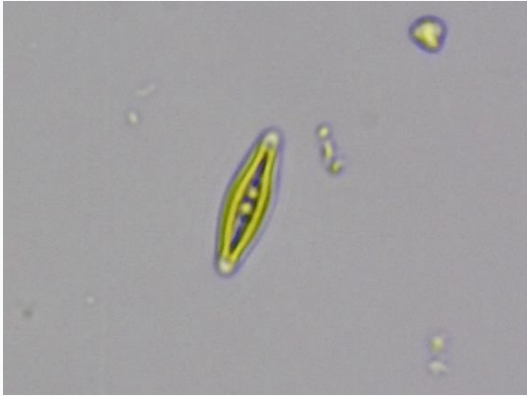
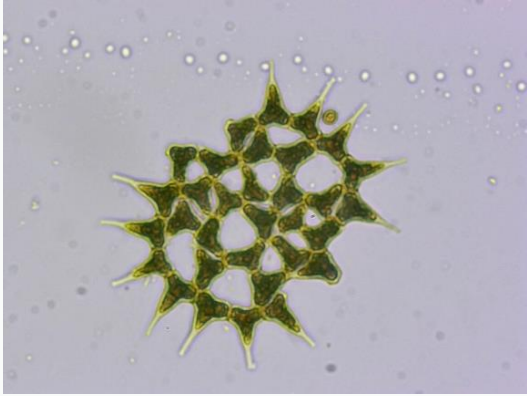
	
名称：桥弯藻 <i>Cymbella</i> sp.	名称：舟形藻 <i>Navicula</i> sp.
样品编号：3#	样品编号：2#
	
名称：颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp.	名称：单角盘星藻具孔变种 <i>Pediatrum simplex</i> var. <i>duodenarium</i>
样品编号：5#	样品编号：7#

图 3.2-7 实验室内使用 16×（10）40 倍显微镜观测到的部分藻类样品

②浮游植物丰度及生物量

根据镜检的浮游植物种类、数量和测量的大小，计算出各调查点位不同浮游植物的密度和生物量，结果见下表 3.2-5。本次调查水域内各个采样点丰水期的浮游植物丰度分布在 $4.39 \sim 23.47 \times 10^4$ ind./L 范围内，各采样点平均丰度为 9.00×10^4 ind./L，生物量在 $46.9 \sim 210.75 \times 10^{-3}$ mg/L 范围内，平均生物量为 85.94×10^{-3} mg/L。枯水期的采样点浮游植物丰度分布在 $7.10 \sim 9.44 \times 10^4$ ind./L 范围内，各采样点平均丰度为 8.19×10^4 ind./L，生物量在 $64.49 \sim 81.56 \times 10^{-3}$ mg/L 范围内，平均生物量为 73.69×10^{-3} mg/L。

此次调查中浮游植物最高丰度及生物量均在龙兴坝水库库区检出；最低丰度和最低生物量在飞龙河木洞二级电站坝下河段检出，此处水流较为湍急，不利于浮游植物生长。

表 3.2-5 各采样点浮游植物丰度($\times 10^4$ ind./L)和生物量(湿重)($\times 10^{-3}$ mg/L)

断面名称	丰度		生物量		平均	
	丰水期	枯水期*	丰水期	枯水期*	丰度	生物量
淹没区跌坎上游	5.56	8.03	54.56	71.77	6.80	63.17
木洞二级电站坝下	4.39	/	46.90	/	/	/
拟建坝址下游	7.54	8.18	67.49	76.95	7.86	72.22
双岔河村段	5.82	9.44	60.02	81.56	7.63	70.79
渠溪河白鹤洞河段	9.50	/	89.77	/	/	/
渠溪河三元镇段	6.70	/	72.10	/	/	/
龙兴坝水库	23.47	/	210.75	/	/	/
赖家河	/	7.10	/	64.49	/	/
平均	9.00	8.19	85.94	73.69	/	/

注：“*”表示引用数据

(2) 浮游动物

① 种类组成

对项目工程评价范围河段的浮游动物进行现场调查采样,经过技术人员鉴定和统计后发现,各采样点共检出浮游动物 4 类 13 种(属),分别为原生动物 3 种,占总种类数的 25.00%,轮虫类 4 种占比 33.33%,桡足类 3 种占比 25.00%和枝角类 2 种占比 16.67%。检出的所有浮游动物种类主要为轮虫类和原生动物居多,以砂壳虫和龟甲轮虫最为常见,桡足类中以桡足幼体较为常见;枝角类中以象鼻溞较为常见。

表 3.2-6 评价区各类浮游动物种(属)数及所占比例

种类	原生动物	轮虫	桡足类	枝角类	合计
种(属)数	3	4	3	2	12
比例(%)	25.00	33.33	25.00	16.67	100.00

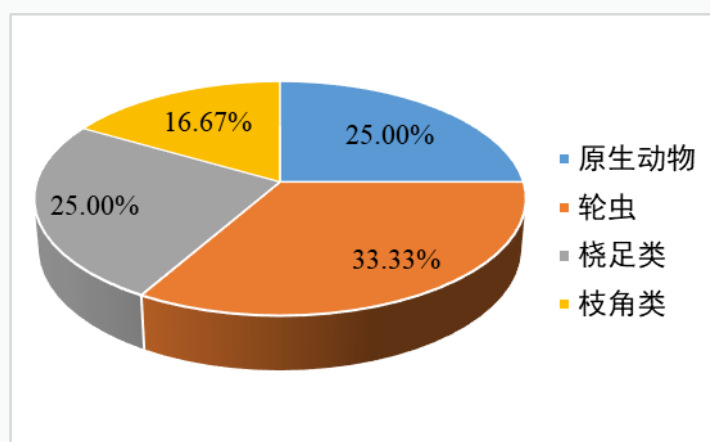


图 3.2-8 评价区浮游动物种(属)数及占比

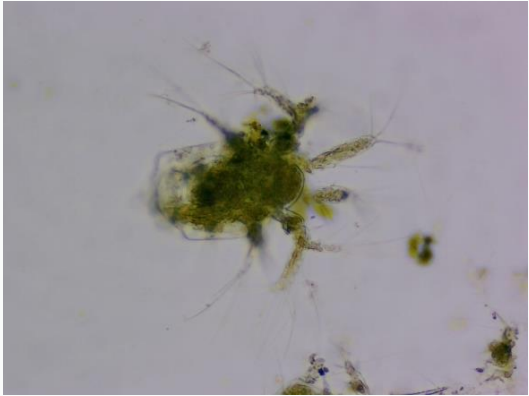
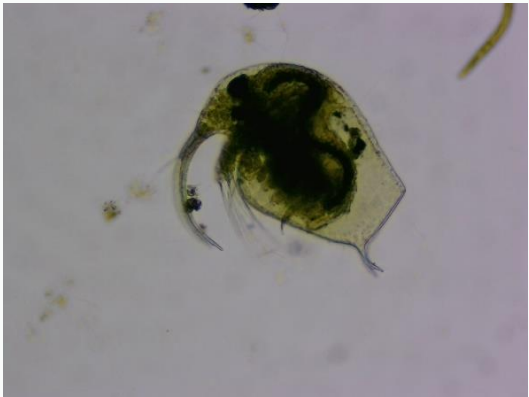
	
名称：无节幼体 <i>Nauplius</i>	名称：桡足幼体 <i>Copepodid</i>
样品编号：2#	样品编号：6#
	
名称：象鼻溠 <i>Bosmina</i> sp.	名称：曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella valga</i>
样品编号：7#	样品编号：4#

图 3.2-9 调查水域部分浮游动物照片

②浮游动物密度及生物量

根据镜检的浮游动物种类、数量和测量的大小，计算出各调查点位不同浮游动物的密度和生物量，结果见下表 3.2-7。调查水域内各个采样点丰水期浮游动物的种群密度度范围为 24.32~126.5ind./L，平均丰度为 49.64ind./L，生物量范围为 11.76~69.5 mg/L，平均生物量为 24.74 mg/L。枯水期各样点浮游动物的种群密度度范围为 43.72~73.2ind./L，平均丰度为 52.58ind./L，生物量范围为 23.75~59.07mg/L，平均生物量为 38.01 mg/L。

此次调查中浮游动物最高密度和最高生物量均在龙兴坝水库库区检出，由于库区为静水水体更适宜浮游动物大量生长；浮游动物最低丰度和最低生物量均在木洞二级电站坝下河段检出，此处水量较小且水体流速较快，不适宜浮游动物生长。

表 3.2-7 评价区各调查点位浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

断面名称	密度		生物量		平均	
	丰水期	枯水期*	丰水期	枯水期*	密度	生物量
淹没区跌坎上游	35.70	47.34	16.52	34.83	41.52	25.68
木洞二级电站坝下	24.32	/	11.76	/	/	/
拟建坝址下游	37.25	46.04	15.40	34.39	41.65	24.90
双岔河村段	42.60	73.20	23.06	59.07	57.90	41.07
渠溪河白鹤洞河段	47.43	/	21.68	/	/	/
渠溪河三元镇段	33.65	/	15.27	/	/	/
龙兴坝水库	126.50	/	69.50	/	/	/
赖家河	/	43.72	/	23.75	/	/
平均	49.64	52.58	24.74	38.01	/	/

注：“*”表示引用数据

(3) 底栖动物

① 种类组成及分布特点

对项目工程影响范围水域的底栖动物进行现场调查采样。经技术人员鉴定和统计，各采样点共检出底栖动物 10 科 13 种（属），分别为软体动物 4 科 6 种，占比 46.15%；环节动物 1 科 2 种（属），占比 15.38%；节肢动物 5 科 5 种（属），占比 38.46%。此次调查中除龙兴坝水库样点外皆为流水河段，底栖动物以环棱螺、萝卜螺等软体动物为主，其次则以蜉蝣目、毛翅目等节肢动物较为常见。

表 3.2-8 评价区各类底栖动物种(属)数及所占比例

种类	软体动物	环节动物	节肢动物	合计
种（属）数	6	2	5	13
比例（%）	46.15	15.38	38.46	100.00

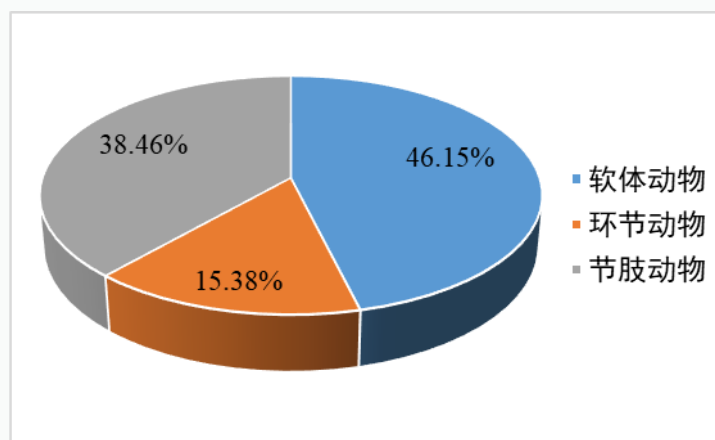


图 3.2-10 评价区底栖动物种(属)数及占比

	
名称：环棱螺 <i>Bellamya</i> sp.	名称：中华齿米虾 <i>Caridina denticulate sinensis</i>
样品编号：4#	样品编号：5#
	
名称：扁蜉 <i>Ecdyru</i> sp.	名称：拟细裳蜉 <i>Paraleptophlebia</i> sp.
样品编号：2#	样品编号：6#

图 3.2-11 调查水域部分底栖动物照片

②底栖动物密度和生物量

对评价区内各采样断面采集到的底栖动物样品进行分析。调查结果表明，调查区域内各个采样点断面丰水期底栖动物的种群密度分布在 $10.0\sim25.0\text{ind./m}^2$ ，平均丰度为 17.71ind./m^2 ，生物量分布在 $6.4\sim18.2\text{g/m}^2$ ，平均生物量为 11.12g/m^2 ；枯水期各样点底栖动物的种群密度分布在 $25.0\sim37.4\text{ind./m}^2$ ，平均丰度为 32.15ind./m^2 ，生物量分布在 $4.4\sim16.42\text{g/m}^2$ ，平均生物量为 8.71g/m^2 。此次调查中底栖动物最低密度在丰水期龙兴坝库区沿岸检出，此处为库区边缘，泥沙底质，底栖生物较少；底栖动物最高密度在双岔河村段检出，此处飞龙河下游，沿岸浅滩水生植被较为丰富，水生昆虫及虾、螺类较多，砾石缝中常见水生昆虫类。

表 3.2-9 调查断面底栖动物种群密度 (ind./m²) 及生物量 (g/m²)

断面名称	密度		生物量		平均	
	丰水期	枯水期*	丰水期	枯水期*	密度	生物量
淹没区跌坎上游	13.0	32.77	11.56	16.42	22.89	13.99
木洞二级电站坝下	22.0	/	18.20	/	/	/
拟建坝址下游	10.0	25.00	6.40	5.80	17.50	6.10
双岔河村段	25.0	37.40	13.75	8.20	31.20	10.98
渠溪河白鹤洞河段	23.0	/	10.50	/	/	/
渠溪河三元镇段	19.0	/	7.88	/	/	/
龙兴坝水库	12.0	/	9.55	/	/	/
赖家河	/	33.44	/	4.40	/	/
平均	17.71	32.15	11.12	8.71	/	/

注：“*”表示引用数据

(4) 水生维管植物

水生维管束植物是生活在水中的维管束植物的总称,包括水生蕨类植物和水生被子植物,是淡水生态系统中主要的初级生产者,同时也是水生动物生长繁殖的物质基础,在水生生态系统中具有重要作用。

根据本次现场调查情况,结合《中国水生高等植物图说》和《中国水生维管植物图谱》等资料进行鉴定,本项目水生评价范围内共调查到水生植物 8 科 13 属 14 种,其中湿生植物 12 种,占总数的 85.71%,主要种类有芦苇、芒、菹草及喜旱莲子草等;漂浮植物和沉水植物各 1 种,占总数的 7.14%。评价范围的水生植物多分布于河道沿岸,河道中沉水植物少见。

表 3.2-10 评价范围水生植物种(属)数及所占比例

种类	湿生植物	漂浮植物	沉水植物	合计
种(属)数	12	1	1	14
比例(%)	85.71	7.14	7.14	100.00

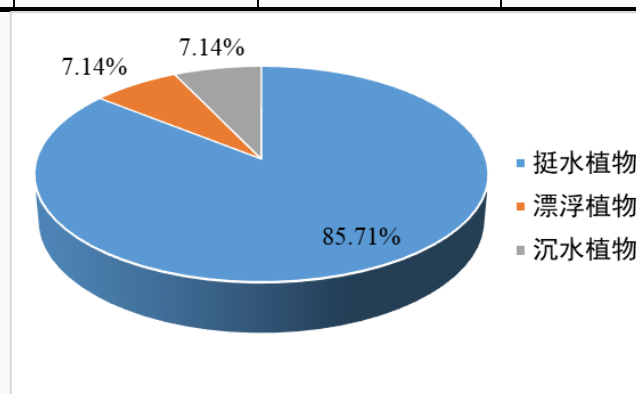


图 3.2-12 评价区底栖动物种(属)数及占比

			
名称：狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>		名称：葎草 <i>Humulus scandens</i>	
拍摄地：飞龙河沿岸	拍摄者：曾昱文	拍摄地：飞龙河沿岸	拍摄者：曾昱文
			
名称：芒 <i>Miscanthus sinensis</i>		名称：喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	
拍摄地：渠溪河沿岸	拍摄者：曾昱文	拍摄地：飞龙河沿岸	拍摄者：曾昱文

图 3.2-13 调查所见部分水生维管束植物

3.2.2.6 鱼类资源状况

（1）2015-2016 年调查结果

2015 年和 2016 年，解崇友等对三峡库区 36 条重要支流鱼类资源进行调查，在渠溪河设置了 6 个调查断面。共调查到鱼类 33 种，全部为土著鱼类，包括长江上游特有鱼类 4 种（双斑副沙鳅、窑滩间吸鳅、四川华吸鳅、裸腹片唇鲃）。调查结果显示，鱼类多样性指数为 1.647，丰富度指数为 2.088，均匀性指数为 0.742，总体上渠溪河鱼类种类简单，而分类关系复杂。渠溪河鱼类完整性指数（F-IBI）为 40.5，鱼类完整性处于“一般”状态；评价渠溪河保护价值，鱼类保护价值指数为 3.99，具有一定保护价值。

（2）环境 DNA 鱼类调查成果

1) 2024 年 3 月 eDNA 调查

①调查点位

本次调查以飞龙河及渠溪河为目标水域，共设置了 2 个监测点采集水样，采用 eDNA 技术对目标水域的鱼类多样性进行分析。监测点设置如下表。

表 3.2-11 渠溪河流域鱼类环境 DNA 监测点位

No.	位置	类型	样品名称	来源	采集时间
1	飞龙河	支流	Q1	水样	2024.3.20
2	渠溪河中游-三元镇	干流	Q2	水样	2024.3.19

②物种分析结果

为了得到每个 OTU/ASV 对应的物种分类信息，采用 blastn 比对方法（默认 evalue 值为 1e-10）对 ASV 代表序列进行分类学分析，并分别在各个分类水平：domain（域），kingdom（界），phylum（门），class（纲），order（目），family（科），genus（属），species（种）统计各样本的群落组成。再根据本次资料及实地调查鱼类名录进行对比，各监测点检出种类数如下表。

表 0-2 各点位鱼类 eDNA 检出种类

样品	门	纲	目	科	属	种
Q1	1	1	1	5	12	13
Q2	1	1	1	4	11	12

表 30-3 基于 eDNA 技术鱼类检出名录

目	科	种	拉丁名
鲤形目	鳅科	双斑副沙鳅	<i>Parabotia bimaculata</i>
鲤形目	鳅科	花斑副沙鳅	<i>Parabotia fasciata</i>
鲤形目	鲤科	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>
鲤形目	鲤科	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>
鲤形目	鲤科	鲫	<i>Carassius auratus</i>
鲤形目	鲤科	鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i>
鲤形目	鲤科	贝氏鲮	<i>Hemiculter bleekeri</i>
鲤形目	鲤科	宽鳍鱮	<i>Zacco platypus</i>
鲤形目	鲤科	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
鲤形目	鲤科	似鳊	<i>Pseudobrama simoni</i>
鲤形目	鲤科	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>
鲤形目	鲤科	翘嘴鲌	<i>Culter alburnus</i>
鲤形目	鲤科	短鳍近红鲌	<i>Ancherythroculter wangi</i>
鲤形目	鲤科	中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>

统计各物种在各样本中的检出情况，计算各物种在分析样本中的检出比例，使用 R 语言的“ggplot2”包绘制条形图对结果进行展示，从而分析在研究区域中主要的鱼类物

种。

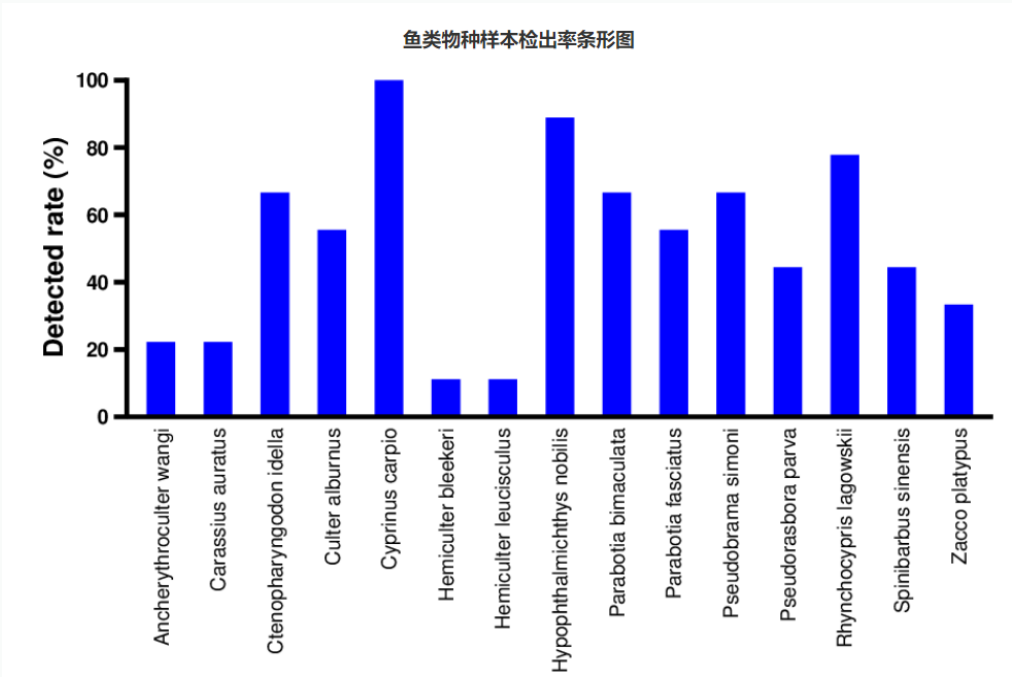


图 3.2-14 环境 DNA 检出鱼类物种样本检出率

根据各鱼类物种在各样本中的丰度情况，计算每个检出鱼类物种在所有样本中或各组样本中测序得到的 reads 总数目，结果使用 R 语言的“ggplot2”包绘制条形图进行展示，从而比较不同鱼类在研究样本中的丰度差异，识别优势鱼类物种，结果如下图所示。

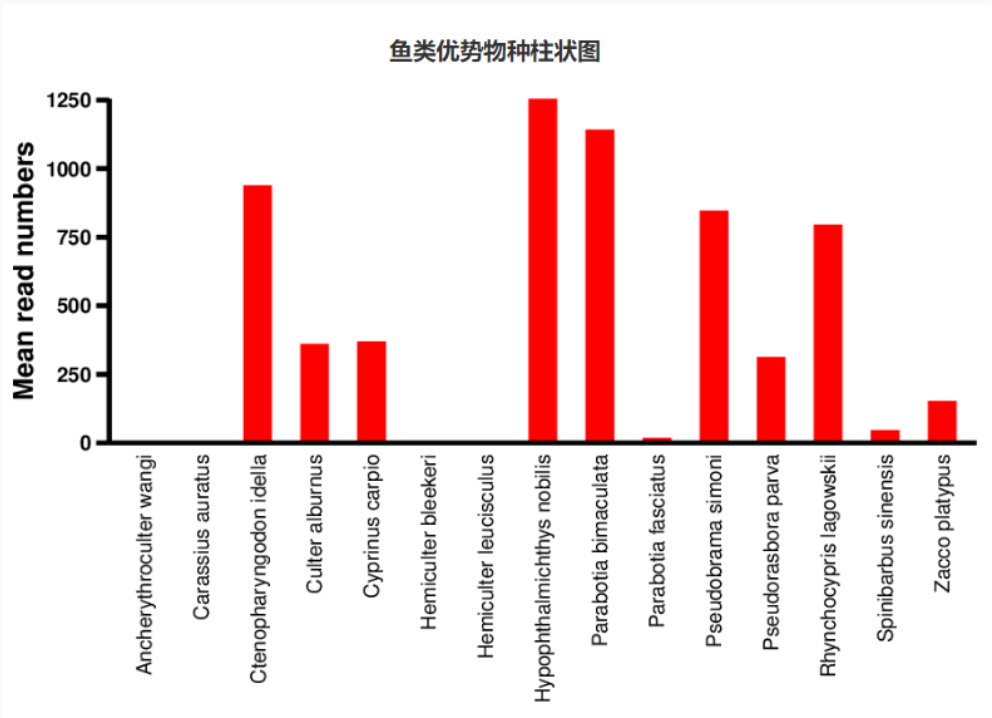


图 3.2-15 环境 DNA 鱼类优势物种柱状图

2) 2025 年 4 月 eDNA 调查

引用重庆市水产科学研究所 2025 年 6 月编制的《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》中 2025 年 4 月对飞龙水库所在流域的鱼类 eDNA 调查结果。

①调查点位

2025 年 4 月调查以飞龙河及渠溪河为目标水域，共设置了 4 个监测点采集水样，采用 eDNA 技术对目标水域的鱼类多样性进行分析。监测点设置如下表。

表 3.2-14 渠溪河流域鱼类环境 DNA 监测点位

No.	位置	类型	样品名称	来源	采集时间
1	木洞二级电站坝下	飞龙河	S1	水样	2025.4
2	拟建坝址下游（飞龙洞瀑布）	飞龙河	S2	水样	2025.4
3	双岔河村段（双叉子产卵场）	渠溪河	S3	水样	2025.4
4	白鹤洞河汇入段	渠溪河	S4	水样	2025.4

②物种分析结果

将聚类所得到的 OTU 与数据库进行对比注释，去除比对到非鱼类（如细菌、鸟类、两栖类和哺乳类等）的数据信息后，筛选出比对至鱼类且 identity 值 $\geq 97\%$ ，E-value $\leq 10^{-5}$ 的 OTU。在本次调查中 eDNA-12S rRNA 通过分类学注释到鱼类 38 种，其中土著鱼类 36 种，外来鱼类 2 种（银鲫和尼罗罗非鱼），国家二级保护鱼类 1 种（岩原鲤），重庆市市级保护鱼类 1 种（方氏鲮），长江上游特有鱼类 6 种（岩原鲤、方氏鲮、宽口光唇鱼、短体副鲃、四川吻虾虎鱼、西昌华吸鳅）。从科水平分析，鲤科鱼类最多，25 种，其次为鲢科和虾虎鱼科，各 4 种。

表 0-4 各点位鱼类 eDNA 检出种类

样品	门	纲	目	科	属	种
S1	1	1	4	6	22	27
S2	1	1	4	6	21	24
S3	1	1	4	4	23	27
S4	1	1	4	4	22	28

4 个调查点位中，木洞二级电站坝下调查到鱼类 27 种，从鱼类序列丰度分析，主要优势种为鲤、鲢、虾虎鱼类、鲴鱼类、鳊、鲫；拟建坝址下游（飞龙洞瀑布）调查到鱼类 24 种，从鱼类序列丰度分析，主要优势种为鲤、红鳍原鲃、虾虎鱼类、鲴鱼类、鳊；双岔河村段（双叉子产卵场）调查到鱼类 27 种，从鱼类序列丰度分析，主要优势种为鲤、鲢、鲫、虾虎鱼类、鳊、中华倒刺鲃、蒙古鲃、大鳍鲃；白鹤洞河汇入段调查到鱼类 28 种，从主要鱼类序列丰度分析，主要优势种为鲤、虾虎鱼类、鳊、中华倒刺鲃、宽

口光唇鱼。对比分析，飞龙河共调查到鱼类 30 种，为主以虾虎鱼类、鲢鳙类、鲮等小型鱼类和鲤、鲫等耐受性鱼类。

渠溪河共调查到鱼类 30 种，虾虎鱼类、鲢鳙类、鲮等小型鱼类占比明显小于飞龙河，鲤、鲫、鲢、中华倒刺鲃、大鳍鲃等经济鱼类占比较大。说明飞龙河与渠溪河鱼类种类上存在差异，渠溪河鱼类资源更丰富。4 个调查点位中，以双叉子产卵场检测到的鱼类序列数最多，其次是白鹤洞河汇入段，拟建坝址下游（飞龙洞瀑布）最小，鱼类序列条数占比见图 4.4-1。说明双叉子产卵场分布的鱼类较多。

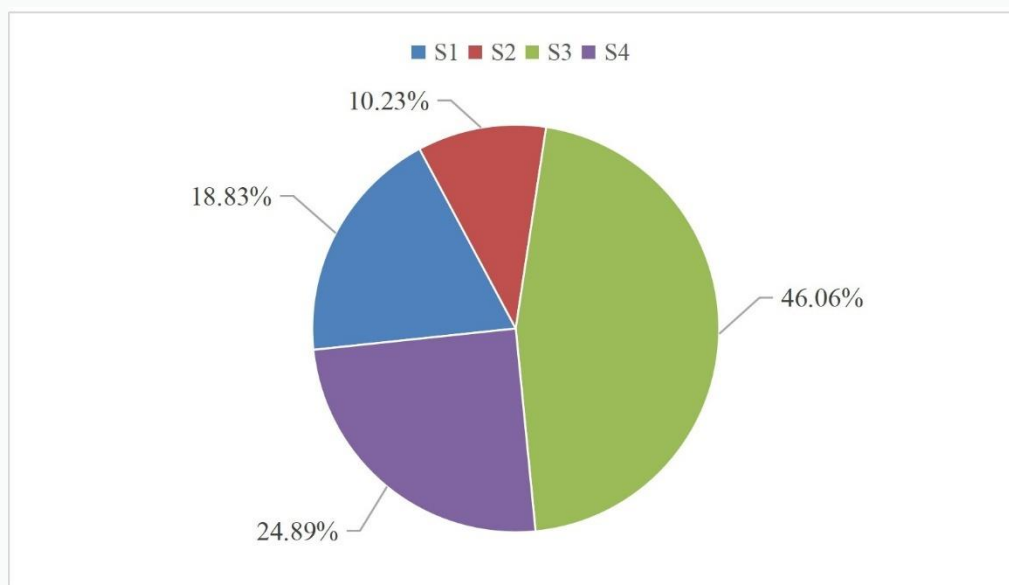


图 3.2-16 2025 年 4 月各点位鱼类序列数占比

(3) 鱼类组成

根据《中国鱼类系统检索表》（丁瑞华 1994）《中国动物志硬骨鱼纲 鲤形目》《重庆市渠溪河综合流域规划》《三峡库区重要支流鱼类多样性初探》和《重庆市长江干流（江津-涪陵）流域水能资源开发规划环境影响报告书》《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》等鱼类资源资料，再结合基于 eDNA 技术的鱼类组成分析和现场实地调查和沿途访问周围钓鱼爱好者所获信息，在工程影响评价水域范围内共分布有鱼类 58 种，捕捞调查到 33 种，eDNA 检出 44 种。其中包括国家二级保护鱼类岩原鲤，重庆市市级保护鱼类方氏鲃，长江上游特有鱼类 10 种，外来物种 2 种，详见鱼类名录。隶属于 4 目 9 科，其中，以鲤形目种类最多，有 4 科 42 种，占鱼类总种数的 72.41%；其次是鲇形目，有 2 科 10 种，占鱼类总种数的 17.24%；鲈形目有 2 科 5 种，占鱼类总种数的 8.62%；慈鲷目有 1 科 1 种，占鱼类总种数 1.72%。

本次调查重点为一级评价区域飞龙河河段，飞龙河河段存在较多的天然和人为的阻隔，包括天然跌水，以及人工修筑的水坝，这些自然和人工构筑物的存在一定程度阻隔了鱼类的上溯洄游，鱼类种类较少，主要以鲫、鲮、马口鱼和麦穗鱼等小型鱼类为主。木洞二级电站坝前深水区有少量中体型鱼类，如草鱼，主要类群以鲫、鲮等常见小型种类为主。

评价范围内渠溪河双岔河村段至三元镇河段，河流弯曲较多，部分河段河流较窄，大部分河段水流平缓，适合缓流、敞水性鱼类生活。其中分布在该河段的草鱼、鲢、鳙等产漂流性卵的鱼类为人工养殖种类，没有长距离洄游性鱼类分布在该河段。在该河段的常见鱼类除鲤、鲫、黄颡鱼、草鱼外，以马口鱼、大鳍鱮、虾虎鱼等小型鱼类为主。

表 3.2-16 评价水域范围鱼类种(属)数及所占比例

种类	鲤形目	鲇形目	鲈形目	慈鲷目	合计
种(属)数	42	10	5	1	58
比例(%)	72.41	17.24	8.62	1.72	100.00

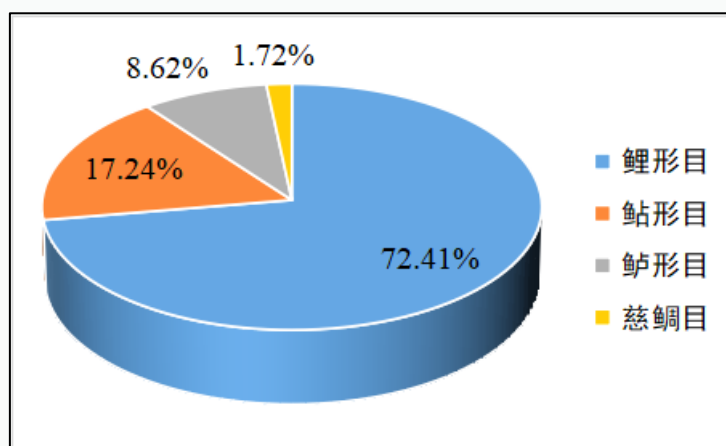


图 3.2-17 评价区鱼类种(属)数及占比

(4) 鱼类区系

根据鱼类起源、地理分布和生物特征，评价河段的鱼类可以划分为以下区系类型。

①中国平原区系复合体

这个区系的鱼类很大部分产漂流性鱼卵，一部分鱼虽产粘性卵但粘性不大，卵产出后附着于物体上不久即脱离，并顺水漂流发育。该复合体的鱼类都对水位变动敏感，许多种类当水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产过卵的亲鱼于秋天入湖泊肥育。在北方，秋末水位下降时，鱼类又回到江河中越冬。许多种类食性单纯，并能适应较高的温度。调查范围内该区系的鱼类主要包括：马口鱼、宽鳍鱮、花鲢、唇鲮等种类。

②晚第三纪早期区系复合体

该区系鱼类是更新世以前北半球亚热带动物的残余，由于气候变冷，该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这些鱼类被视为残遗种类。它们的共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，多以底栖生物为食者，适应性强，分布广泛，适应于浑浊的水中生活，适应静水或缓流水环境，产粘性卵于水草或石砾上，部分种类产卵于软体动物外套膜中。在调查河段主要包括鲤、鲫、中华鲮、鲇、泥鳅等。

③南方平原区系复合体

该区系鱼类体型较小，游泳能力较弱，体表多花纹。在长期的生活过程中，由于适应周期性的局部缺氧的环境条件，致使某些种类产生特殊的适应性特征，常具拟草色，有些种类具棘和吸取游离氧的辅助呼吸器官。这类鱼喜暖水，在较高水温的夏季繁殖，多有护卵、护幼习性。在东亚愈往低纬度地带种类愈多。分布至东南亚，少数种类至印度。此类鱼适合在炎热气候、多水草易缺氧的浅水湖泊、池沼中生活。该复合体的鱼类起源较早，在我国中新统地层即有化石发现。其分布北以黑龙江为界，西不过约 1000 m 的高原，东可达朝鲜、日本。在调查河段主要包括瓦氏黄颡鱼、黄颡鱼、子陵吻虾虎鱼等。

④北方平原区系复合体

代表种类有麦穗鱼等，本区系的鱼类在保护区内较罕见。它们的特点是耐寒，较耐盐碱，产卵季节较早，在地层中出现得比中国平原复合体靠下，在高纬度分布较广，随着纬度的降低，这一复合体种的数目和种群数量逐渐减少。

（5）鱼类生态类型

按鱼类的生活习性及其主要生活环境，可以将调查范围内分布的鱼类分为下列生态类群。

①流水洞缝隙生态类群

该类群的鱼类主要或完全生活在流水水体底层的各种岩洞缝隙中，主要以发达的口须觅食底栖穴动物，主要包括泥鳅等。

②水体中上层生活的类群

它们身体侧扁而薄或较薄，长形或高，腹棱发达或较发达，或体呈长圆筒形、头尖长、尾柄长，尾为深叉形，都具典型的河道型体色，腹部和体侧下半部银白色，背部和体侧上半部青灰色，体侧两色逐渐过渡，使敌害从各个方向都不易发现，具有良好的保护色。大部分种类在静水、微流水或洪水中产漂浮性卵、或漂流性或粘性卵，或在静水中产浮性卵，在流水中则产沉粘性卵。此类群鱼类有鲮类、鲢、麦穗鱼、马口鱼等。

③流水中、下层生态类群

此类群中下层水环境多样，鱼类食性和觅食方式各异，鱼体的体形、体色也各不相同。鲤和鲫为中下层杂食性鱼类，性情温和，主要吃虫，淡水壳菜及各种植物种子和果实，都在浅水水草区产粘性卵，身体纺锤形，鳍发达，体色变化较大，鲤比鲫多两对颌须，能感知水底泥中的低等动物，所以它们更喜欢捕食水底泥土中的低等动物。该类群有鲫、鲤、鳊、花鲢等。

④水体底层生活的类群

此类群主要生活在江河、湖泊、水库、坑塘的中下层，多在沿岸地带活动，白天多隐于草丛、石块下或深水底，一般夜晚觅食活动频繁。秋后居于深水污泥中越冬，摄食程度亦减弱。鲶鱼为底层凶猛性鱼类。怕光，喜欢生活在江河近岸的石隙、深坑、树根底部的土洞或石洞里，以及流速缓慢的水域。在水库、池塘、湖泊、水堰的静水中。春天开始活动、觅食。入冬后不食，潜伏在深水区或洞穴里过冬，如果无扰动因素，一般不游动。此类群有鲇、黄颡鱼和切尾拟鲿。

（6）鱼类繁殖类型

根据鱼类的产卵场环境条件、产卵习性及卵粒特点，可以将工程影响水域鱼类的繁殖习性分成以下主要类型。

①产漂流性卵

此繁殖类群对环境要求较高，必须满足一定的水温、水位、流速、流态、流程等水文条件才能完成繁殖和孵化。产漂流性卵鱼类需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。这类鱼包括鲢、草鱼、银鲴、蛇鲴、

中华倒刺鲃等。

②产粘沉性卵

调查水域绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群。本类群鱼类多在春夏间季节产卵，也有部分种类晚至秋季，且对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。这一类群包括鲤科的宽鳍鱲、马口鱼、鲤、鲫、麦穗鱼等；鳅科的泥鳅；以及鲇科的鲇、南方鲇和鲢科的瓦氏黄颡鱼、黄颡鱼也属于本类群。

③产卵于软体动物体内

主要为鲢鳊亚科的种类，通常产卵于蚌、蚬、淡水壳菜等软体动物壳内。

（7）鱼类食性类型

摄食是鱼类的重要的生命活动之一，鱼类的摄食器官和体型等形态结构与所摄取的食物类型是紧密相关。水域环境条件的改变将引起鱼类饵料生物种类的改变和丰度的波动，进而影响着鱼类的生长发育和繁殖等生命过程。评价河段流域的鱼类以食性可划分为以下几个类群。

①肉食性鱼类

以动物为主要食物的鱼类。其中包括凶猛肉食性鱼类，即通常以较大的活脊椎动物为食，其中主要是鱼，甚至包括本种鱼种类；温和性肉食类鱼类，主要以虾，水生昆虫及其他无脊椎动物为食，有的也兼食着生藻类的种类；以浮游动物为食的种类 3 类。评价河段范围内以此类群种类较多，例如有鲤形目的泥鳅、宽鳍鱲、马口鱼等，鲇形目的黄颡鱼、鲇、南方鲇等。

②植食性鱼类

这类鱼类栖息于平原地区的江河湖泊，一般喜居于水的中下层和近岸多水草区域。性活泼，游泳迅速，常成群觅食，为典型的草食性鱼类，如草鱼；以及以着生藻类为主要食物的鱼类，亦食高等植物的碎片，偶尔吃一些浮游生物，如、鲢鳊属等。

③杂食性鱼类

杂食性鱼类既以水生昆虫等动物性饵料为食，也食藻类、植物碎屑等。在评价河段此食性鱼类很常见，主要包括鲤、鲫、宽鳍鱲、马口鱼、泥鳅、麦穗鱼和鲮等鱼类。

3.2.2.7 鱼类重要生境现状

(1) 评价区鱼类“三场一通道”调查

鱼类“三场一通道”指鱼类产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，根据其分布特征，鱼类的产卵场主要是在水体宽阔、较深、水流缓慢的地方或者水流湍急且河道狭窄的地段；鱼类越冬场则主要在枯水季节水体较深流速较慢的地方；洄游通道则是鱼类洄游到上游产卵或捕食的河段。鱼类的活动随外界条件的变化而改变。在一个生命周期内，它们的活动也随着环境条件的变化和本身生理上的要求而有规律地发生变化。查明治理河段影响区域主要经济鱼类活动规律，调查鱼类的产卵场、索饵场和越冬场是了解鱼类生活史对策和更好地保护鱼类生存繁衍的基础。本报告主要根据实地踏勘相应河段的水文、水势和河道特点，考虑鱼类栖息需求，对河道物理形态结构、底质、流速等生境特征的现场踏勘成果并结合相关资料进行分析。

根据相关资料及现场调查，在渠溪河、双龙河及赖家河评价范围内均未调查到鱼类规模化产卵场、索饵场及越冬场适宜生境，以下“三场”分析主要以一级评价河段飞龙河为主。

① 索饵场

索饵场的环境基本特征是静水或微流水，水体较浅，其间有砾石、卵石或沙质分布，主要分布在河流深潭与浅滩交汇段，这些河段滩石块上着生藻类、底栖动物非常丰富，缓流水洼处浮游动物、浮游植物也较丰富，适合不同食性鱼类的索饵。根据相关资料并结合本次实地调查发现，分布在调查水域的鱼类主要以着生藻类、底栖动物、有机碎屑、小杂鱼类等饵料生物为食物。评价河段飞龙河、渠溪河和赖家河河道水生植物均较少，主要分布在沿岸，且飞龙河生境多呈片段化，鱼类索饵生境较为分散，未发现鱼类规模化的索饵生境分布。

② 产卵场

评价河段的鱼类主要以产粘性卵的定居性中、小型鱼类为主，鱼类产卵场分布在乱石、卵石滩河段。本次综合考虑鱼类栖息需求结合实地调查，对河道物理形态结构、底质、流速等生境特征的现场踏勘成果等进行分析，调查水域内飞龙河河段由于有多处人工修建的拦水堰坝及天然跌水，大多存在生境片段化现象，未发现产粘砾石卵鱼类规模

化的产卵场分布，在下游减水河段约 4.4km 飞龙河汇入渠溪河汇口处有 1 处产卵场，为双叉子产卵场，属于产粘草基质卵鱼类产卵场，可为产粘性卵鱼类提供产卵基质，属于重要生境。渠溪河及赖家河其他评价河段亦无鱼类规模化产卵生境分布。



图 3.2-18 飞龙河下游（小型产卵生境）

③ 越冬场

冬季时期，河道水量减少，水位降低，鱼类活动能力随气温、水温的下降而减弱，部分鱼类常由支流及浅水区进入深潭等深水区越冬。鱼类越冬场大多位于河床深处，多为河沱、河槽、湾沱、回水、微流水、流水，底质多为乱石或礁石，凹凸不平。根据专题报告并结合本次实地调查发现，由于飞龙河河段上分布多处电站拦水坝及天然跌坎，河流水体都相对较浅，适合鱼类越冬的场所不多。在水库枢纽工程调查河段木洞二级电站库区位置，水体宽而深，适合作为鱼类越冬生境。在输水工程受水区龙兴坝水库，此处水域宽阔，水体较深，可作为鱼类良好的越冬生境。



图 3.2-19 越冬生境和越冬场

④洄游通道

目前飞龙水库坝址上已建立了飞龙一级电站、东足电站、木洞一级电站、木洞二级电站；坝址下已建立飞龙三级电站、雪神滩电站，还有一些天然跌水，人工修筑的水坝，这些构筑物的存在使河道片段化，一定程度阻隔了鱼类的洄游。经调查，飞龙河主要洄游水域为木洞二级电站至飞龙洞瀑布段。雪神滩电站以下河段与渠溪河相通，可实现与渠溪河之间的洄游。

飞龙水库成库后，将淹没木洞一级电站、木洞二级电站，提高了从木洞一级电站至坝址处河道连通性，鱼类可在飞龙一级电站至坝址之简进行洄游，但坝址下游至飞龙洞瀑布之间的 450m 河段，鱼类洄游将受大坝阻隔。减水河段受飞龙洞瀑布的影响，飞龙水库建设与否，鱼类均不能洄游至飞龙洞瀑布以上的水域，但成库后流量变小，对减水河段鱼类洄游行为有一定影响。总体上，飞龙水库工程对鱼类洄游影响较小。



图 3.2-20 飞龙河流域洄游通道

综上所述，飞龙河段无国家和重庆市级重点保护鱼类及“三场”、洄游通道分布；渠溪河口处有 1 处产卵场(双叉子产卵场)，为产粘草基质卵鱼类产卵场(鲤、鲫鱼)，下游河段无鱼类“三场”及洄游通道分布。

3.2.3 陆生生态现状

3.2.3.1 调查及评价方法

(1) 调查方法

根据评价的要求和评价范围的情况，评价区域生态现状调查采用基础资料收集、遥感解译和野外实地调查三种方式。

①基础资料收集

主要收集丰都县地方志、国土三调数据和森林资源专项调查矢量数据，以及参考《中国兽类物种和亚种分类名录与分布大全》《重庆市两栖动物物种多样性研究及保护》《重庆市两栖动物资源及现状》《重庆市爬行动物物种多样性研究及保护》《重庆市兽类资源及其区系分析》《重庆鸟类名录（5.0 版）》《重庆库区陆生脊椎动物多样性》《中国两栖动物检索及图解》《四川爬行类原色图鉴》《四川鸟类原色图鉴》《中国鸟类分类与分布名录》《中国鸟类图鉴》《中国鸟类特有种》《四川兽类原色图鉴》《重庆市陆生野生动物调查资料》等相关资料。上述资料囊括了评价区及周边区域的野生动植物资源及分布情况，资料详实，能够较好地反映评价区的生态现状，对本项目评价区的生态环境状况有很好的指导作用。

②遥感解译

在收集和分析前人工作的基础上，以遥感（RS）和地理信息系统（GIS）等高新技术结合的方法进行评价区生态环境信息的获取和分析。评价采取遥感影像解译、地理信息系统分析制图与统计以及生态分析等方法对评价区植被类型、植被覆盖度、土地利用状况、生态系统类型等专题进行解译，为环境影响评价提供科学依据。

③野外实地调查

在遥感解译的基础上，项目组于 2024 年 11 月 21 日~2024 年 11 月 22 日对项目坝址、库区所在区域，输水管道沿线等进行了现场调查，调查区域主要包括项目永久占地和临时占地现状及周边陆生生态现状，并在调查过程中，对当地居民进行了走访，初步掌握了本项目陆生生态评价范围内生态环境现状。

A 植被及植物资源调查

植被及植物资源进行野外实地调查采取样方调查的方法，进一步确定评价范围内的

植物种类及资源状况。在项目工程附近植被状况相对良好的区域实行样方重点调查。

样方布点原则：尽量在人为干扰较少的地方设置样方，针对不同植被类型和地形地貌条件，选取有代表性、典型性的样方进行调查。根据对调查区域的前期考察，考虑区域内的可达性，样方设置根据植被类型在本区域所在比例、重要性等进行设点，选取样方点位的植被及群系应为评价范围内分布较普遍、较典型的类别，以期全面、客观反映该区域的植被类型、组成、结构等现状。为消除主观因素，避免取样误差，应两人以上进行观察记录。本次在评价范围内沿库区和输水线路周边选择多条有代表性的线路进行调查，记载植物种类、采集标本、观察生境等。典型分布的植物群落进行样方调查，重点在坝址和淹没区旁附近设置样方，并考虑全评价区布点的均匀性、不同环境下均有布点的全面性；样方的设置应避免在同一植被及群系进行重复设点，对特别重要的植被及群系内物种变化较大的情况下，可增加设点；对不同的主要植被类型，设置有代表性的样地进行样方调查。

乔木植被样方面积大小设置为 $20\text{m} \times 20\text{m}$ ，灌木样方面积为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ ，草本样方面积设置为 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 。

乔木层的调查：对样方中胸径大于 5cm 的所有乔木植株进行每木调查，记录其种名、胸径、高、冠幅、物候、生活力等因子。

灌木层的调查：记录样方内胸径小于 5cm 、未记录在乔木层内的所有木本植物，包括乔木的幼树和真正的灌木，记录因子包括种名、株(丛)数、盖度、高、生活力、物候等。

草本层的调查：记录样方内所有的草本植物，记录因子与灌木层一致。

层间植物调查：对样方中藤本和附生维管植物的种类、数量及附生高也做详细记录，记录其种类、生活型、盖度、高度等信息。

本项目陆生生态评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 3 个。按照上述样方调查方法，考虑调查样方的典型性等，本次共设置了 48 个样方，作为项目评价区植被类型划分和描述的依据。其中草本 5 个群系 15 个样方（狗尾草 3 个、白茅 3 个、喜旱莲子草 3 个、狗牙根 3 个、芦竹 3 个），灌木 3 个群系 10 个样方（构树 3 个、宜昌悬钩子 4 个、桑

树 3 个），乔木 6 个群系 23 个样方（枫杨 3 个、长枝竹 3 个、桉树 4 个、栎树 3 个、樟树 3 个、柏木 7 个），具体样方设置情况详见下表 3.2-15 和附图 13。

表 3.2-15 陆生生态调查样方设置情况表

样方编号	类型	群系	经度 (N)	纬度 (E)	海拔 (m)	工程点位	样地面积 (m×m)	备注
S1	草本层	狗尾草	107.677184	30.219804	407	淹没区旁	1×1	/
S2		狗尾草	107.677179	30.219679	407	淹没区旁	1×1	/
S3		狗尾草	107.688683	30.168664	219	输水工程右支管旁	1×1	/
S4		白茅	107.694727	30.206325	349	枢纽工程旁	1×1	/
S5		白茅	107.694643	30.206330	347	枢纽工程旁	1×1	/
S6		白茅	107.711640	30.196008	226	输水工程干管旁	1×1	/
S7		喜旱莲子草	107.694621	30.206221	348	枢纽工程旁	1×1	/
S8		喜旱莲子草	107.694614	30.206220	348	枢纽工程旁	1×1	/
S9		喜旱莲子草	107.688600	30.169335	212	输水工程右支管旁	1×1	/
S10		狗牙根	107.704146	30.156121	239	输水工程干管旁	1×1	/
S11		狗牙根	107.710988	30.098704	522	输水工程干管旁	1×1	/
S12		狗牙根	107.704133	30.156094	239	输水工程干管旁	1×1	/
S13		芦竹	107.685365	30.215553	385	淹没区旁	10×10	公益林内
S14		芦竹	107.707794	30.198275	244	灌区 1#渣场旁	10×10	公益林内
S15		芦竹	107.709535	30.098318	499	输水工程干管旁	10×10	/
S16	灌木层	构树	107.693219	30.210625	440	淹没区旁	10×10	/
S17		构树	107.708867	30.198031	217	输水工程干管旁	10×10	/
S18		构树	107.695080	30.180970	324	输水工程干管旁	10×10	公益林内
S19		宜昌悬钩子	107.695729	30.209698	438	董家镇泵站提水管道旁	10×10	/
S20		宜昌悬钩子	107.694724	30.206534	348	枢纽工程旁	10×10	/
S21		宜昌悬钩子	107.711326	30.195740	226	输水工程干管旁	10×10	公益林内
S22		宜昌悬钩子	107.681471	30.161232	218	输水工程右支管旁	10×10	/
S23		桑树	107.713394	30.194770	237	输水工程左支管旁	10×10	一般生态空间内
S24		桑树	107.712992	30.194555	216	输水工程左支管旁	10×10	一般生态空间内

样方编号	类型	群系	经度 (N)	纬度 (E)	海拔 (m)	工程点位	样地面积 (m×m)	备注
S25	乔木层	桑树	107.723393	30.146241	329	输水工程干管旁	10×10	/
S26		枫杨	107.677504	30.219051	410	淹没区旁	20×20	公益林内
S27		枫杨	107.693331	30.212049	441	淹没区旁	20×20	/
S28		枫杨	107.683429	30.202809	459	淹没区旁	20×20	公益林内
S29		长枝竹	107.686948	30.216717	434	淹没区旁	20×20	/
S30		长枝竹	107.693020	30.211261	437	淹没区旁	20×20	/
S31		长枝竹	107.681347	30.209976	460	淹没区旁	20×20	公益林内
S32		桉树	107.686167	30.215189	391	淹没区旁	20×20	/
S33		桉树	107.704318	30.200667	299	灌区 1#渣场旁	20×20	/
S34		桉树	107.704639	30.200612	303	灌区 1#渣场旁	20×20	/
S35		桉树	107.714124	30.091468	523	灌区 5#渣场旁	20×20	/
S36		栎树	107.687237	30.217129	432	淹没区旁	20×20	/
S37		栎树	107.710240	30.121280	239	输水工程干管旁	20×20	公益林内
S38		栎树	107.709103	30.116134	272	输水工程干管旁	20×20	/
S39		樟树	107.682399	30.209893	456	淹没区旁	20×20	公益林内
S40		樟树	107.683434	30.205978	418	淹没区旁	20×20	公益林内
S41		樟树	107.673830	30.217248	411	淹没区旁	20×20	/
S42		柏木	107.677356	30.213388	399	淹没区旁	20×20	/
S43		柏木	107.696148	30.202125	350	枢纽工程旁	20×20	/
S44		柏木	107.704645	30.200352	290	灌区 1#渣场旁	20×20	/
S45		柏木	107.715030	30.155114	353	输水工程干管旁	20×20	公益林内
S46		柏木	107.704695	30.184651	384	灌区 2#渣场旁	20×20	公益林内、一般生态空间内
S47		柏木	107.718042	30.087751	463	灌区 5#渣场旁	20×20	公益林内
S48		柏木	107.711624	30.085657	406	输水工程干管旁	20×20	公益林内、一般生态空间内

B 陆生脊椎动物调查

调查方式以文献资料收集分析为主，野外调查为辅。野外调查工作重点为项目评价范围内的区域。

在文献资料的收集分析中，主要收集查阅了《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（2012 年）、《中国鸟类野外手册》（2002 年）、《中国兽类名录》（2021 版）、《重庆鸟类名录（5.0 版）（2020）》等相关文献资料，以及参考《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》《重庆市长江干流（江津—涪陵）流域水能资源开发规划（修编）环境影响报告书》《重庆市长江干流（丰都—万州）流域水能资源开发规划（修编）环境影响报告书》等。

陆生脊椎动物多样性的调查以样线法为主，样线设置涵盖不同海拔的典型生境（森林、灌丛、草地、湿地、农田等），确保不同生态系统、植被类型、地形地貌均有样线覆盖，避免遗漏关键生境。调查中记录物种名、数量、海拔，以及地理位置、经纬度、调查时间和调查人员等。两栖类和爬行类野外主要采用样线法调查，参照观察到的或捕获的实体、蝌蚪、幼体等标本确定属种。

鸟类以野外样线调查为主获得鸟类的种类，在项目所在区域附近以及典型生物群落均设置样线，样线设置以重点调查区域为主，同时考虑一般调查区域。进行鸟类样线调查时，同时进行兽类样线调查和小型兽类样方调查。野外调查中直接根据观察到的兽类实体、毛发、粪便、脚印和其他痕迹识别大中型兽类物种；同时访问当地居民，了解评价区域兽类物种组成和相对数量。

由于南方山地的地形比较复杂，只能在评价范围可到达的地区设计样线，本次于 2024 年 11 月开展了实地调查。根据评价范围的自然地形特点和野生动物的生境特点设计了 15 条样线，样线总长为 25.5km。详见下表 3.2-16 和附图 13。

表 3.2-16 陆生动物调查样线设置情况表

样线 编号	起点			终点			长度 (m)	与工程位置关系	涉及生境
	经度	纬度	海拔	经度	纬度	海拔			
Y1	107.670807	30.217580	406	107.679840	30.220605	411	1287	库尾淹没区旁	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y2	107.691615	30.214715	463	107.699436	30.205542	453	1828	淹没区和提水管道旁	森林、灌丛、草地、农田
Y3	107.704109	30.202549	394	107.688134	30.210863	369	2793	枢纽工程和淹没区旁	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y4	107.676820	30.209592	461	107.681927	30.209640	465	550	淹没区旁	灌丛、草地、农田
Y5	107.703465	30.200644	277	107.711340	30.196084	232	970	输水工程干管沿线和灌 区 1#渣场旁	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y6	107.714854	30.192217	216	107.720529	30.194062	265	1210	输水工程左支管沿线	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y7	107.707183	30.185549	369	107.689201	30.169627	229	3561	输水工程干管沿线和灌 区 2#渣场旁	森林、灌丛、草地、农田
Y8	107.688611	30.168426	216	107.680457	30.158061	230	1720	输水工程右支管沿线	森林、灌丛、草地、农田
Y9	107.702312	30.156162	226	107.702204	30.163308	234	1581	输水工程干管沿线	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y10	107.718534	30.151935	271	107.715176	30.147665	311	2332	输水工程干管沿线和灌 区 3#渣场旁	森林、灌丛、草地、农田
Y11	107.715794	30.128481	279	107.719635	30.134511	347	1210	输水工程干管沿线	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y12	107.715306	30.125740	227	107.712098	30.109668	347	301	输水工程干管沿线	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y13	107.713417	30.113170	378	107.701315	30.097892	389	3010	输水工程干管沿线和灌 区 4#渣场旁	森林、灌丛、草地、农田
Y14	107.705285	30.097888	432	107.712516	30.096112	515	1189	输水工程干管沿线	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
Y15	107.716486	30.091821	523	107.710735	30.084954	385	1963	输水工程干管沿线和灌 区 5#渣场旁	森林、灌丛、草地、湿地、 农田
合计							25505	/	/

(2) 评价方法

① 基于空间信息技术的生态制图

利用评价区域 2023 年 8 月的卫星影像图片，根据野外植被调查、植物资源调查和动物资源调查的资料，对卫星影像图片进行植被解译。采用 GIS 方法，求算评价区和直接影响区内的各种植被类型的面积。根据现场调查的数据、收集到的土地利用资料，最终完成评价区的植被图、土地利用现状图、保护动植物物种分布图等图件。

基础数据主要来自丰都县第三次全国国土调查主要数据和森林资源二类调查数据，并在 1:10000 地形图上勾绘评价区的植物群落类型。结合影像判读和实际调查记录的 GPS 数据，解译评价区的植被类型，制作评价区土地利用现状图、植被现状图及其他图件。

② 生态系统评价

以遥感解译的植被图为基础，在 ArcGIS 支持下进行生态系统特征分析。参考植被、土地利用现状分类系统进行生态系统分类，以各生态系统面积、比例说明生态系统的组成特征；以群落生产力和水土保持能力说明生态系统的功能特征；以生物量说明生态系统的质量特征。

陆地植物的生产力和生物量的测定方法有多种，本次主要参考方精云等，我国森林植被的生物量和净生产量（生态学报，1996 年 5 期）朴世龙等，1982~1999 年我国植被净第一性生产力及其时空变化（北京大学学报，自然科学版，2001 年 4 期），郭兆迪等，1977~2008 年中国森林生物量碳汇的时空变化（中国科学，生命科学，2013 年 5 期）的相关研究结果，并根据当地的实际情况进行适当调整，以植被图为基础，估算出评价区的植被类型生物生产力和生物量。

3.2.3.2 土地利用现状

根据现场调查以及遥感卫星影像数据作为信息源，经过融合处理后的图像地表信息丰富，有利于生态环境因子遥感解译标志的建立，并结合评价范围内的 1:10000 地形图及相关资料，进行遥感解译，得到项目周边区域植被资源现状，保证了各生态环境要素解译成果的准确性。

经解析，项目陆生评价范围 1984.02hm²，其中面积最大的为林地（1019.07hm²），

所占比例为 51.36%；其次为耕地（741.55hm²），所占比例为 37.38%。相对而言，园地、草地、商服用地及其他用地等类型土地面积较小。项目评价范围内土地利用现状图见附图 14，土地利用类型统计见下表 3.2-17。

表 3.2-17 评价范围土地利用现状统计表

序号	类别	面积（hm ² ）	比例
1	林地	1019.07	51.36%
2	耕地	741.55	37.38%
3	园地	40.79	2.06%
4	草地	2.34	0.12%
5	交通运输用地	36.26	1.83%
6	商服用地	0.21	0.01%
7	工矿仓储用地	0.43	0.02%
8	公共管理和公共服务用地	1.64	0.08%
9	水域及水利设施用地	68.64	3.46%
10	住宅用地	63.77	3.21%
11	其他用地	9.32	0.47%
12	总计	1984.02	100.00%

3.2.3.3 植被与植物资源

（1）植被组成

按照《四川植被》的分区，项目其所在地在植被分区上属于川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带（植被地带）；川东盆地偏湿性常绿落叶林亚带（植被亚带）；盆边东南部中山植被地区（植被地区）；七曜山北部植被小区（植被小区）。植被分区构成如下：

I 川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带

IA 川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带

IA1 盆边东南部中山植被地区

IA1(1) 七曜山北部植被小区

七曜山北部植被小区位于四川盆地东南部边缘山地的北边，以七曜山分水岭一线与本植被地区的南部小区分界。包括武隆县的全部及奉节、云阳、万州区、石柱、丰都、南川等县的部分地方。为丘陵低山地地形。由于接近盆地底部，面临长江河谷，又受黔北高原下沉气流引起的增温作用，从水热状况来看，气温较南部小区高，但降水较南部小区偏少，并常有伏旱出现。土壤有紫色土、黄壤、山地黄壤等。

森林植被多分布在海拔 1200 米以下的地方，以马尾松林为主，多为天然下种的纯林，密度大，但由于砍伐严重，多为幼龄或中龄林。局部阴湿沟谷中还有小片残存的甜槠栲林、宜昌楠林。杉木林较少，仅见于中山阴坡与沟谷缓坡，有时与马尾松林镶嵌分布。另外，在水热条件较好的地方，还有较大面积的慈竹林、白夹竹林。我国特有的孑遗植物水杉、银杉以自然分布来看，在四川也仅产于本小区。海拔 1200 米以上多为马桑灌丛及白茅草丛。

栽培植被中经济林木在本小区农副业生产中占据重要的地位。作物以水稻、玉米为主，其次有红苕、小麦、豆类等，并有小面积的经济作物，如烟、麻。作物一般为一年二熟，水稻除乌江河谷外，主要分布于平坝及浅丘水源较好的地方。在山区向阳的沟谷，也有大片的水田，其海拔可达 1400 米左右。玉米主要分布于乌江河谷及丘陵、低中山坡地上。

根据《四川植被》分类体系，将评价区的植被类型划分为森林、灌丛、草本、农业 4 大类，12 个植被型、37 个群系，详见下表 3.2-18。

表 3.2-18 植被类型一览表

植被	植被型	植被亚型	群系	分布区域
I 森林	一、常绿针叶林	(一) 暖性常绿针叶林	1 柏木群系	在评价区域山坡中上部广泛分布
			2 马尾松群系	
	二、落叶阔叶林	(二) 暖性落叶阔叶林	3 麻栎群系	在山坡呈斑块状分布
			4 枫杨群系	在路旁、河边分布
			5 化香群系	在山坡呈斑块状分布
	三、常绿阔叶林	(三) 山地常绿阔叶林	6 桉树群系	在山坡中上部开阔平缓地带斑块状分布
	四、竹林	(四) 暖性竹林	7 慈竹群系	在居民区附近斑块状分布
			8 黄竹群系	
II 灌丛	五、落叶阔叶灌丛	(五) 暖性落叶阔叶灌丛	9 黄荆群系	分布于路旁、荒坡、林缘
			10 构群系	
			11 马桑群系	
			12 锈毛莓群系	
			13 小果蔷薇群系	
			14 川莓群系	
			15 水麻群系	
			16 荚蒾群系	
	六、常绿阔叶	(六) 暖性常绿阔	17 火棘群系	

	灌丛地	叶灌丛		
	七、竹丛	(七) 暖性竹丛	18 斑竹群系 19 水竹群系	在居民区附近斑块状分布
III草本 植被	八、丛生草类 草地	(八) 丛生草类典 型草丛	20 芒草群系	分布于路旁、荒坡、林缘
			21 白茅群系	
			22 芦竹群系	分布于路旁、河流旁
	九、根茎草类 草地	(九) 根茎类典型 草丛	23 苜蓿群系	分布于路旁、荒坡、林缘、 林下
			24 狗尾草群系	
	十、杂类草草 地	(十) 杂草草类典 型草丛	25 车轴草群系	
			26 假臭草群系	
			27 艾群系	
			28 菵草群系	
			29 鸢尾群系	
			30 婆婆纳群系	
			31 里白群系	
			32 拉拉藤群系	
	33 千里光群系			
34 接骨草群系				
IV农业 植被	十一、果园		35 柑橘、柚 子、板栗等	分布于城镇、村寨附近平 缓、开阔处
	十二、粮食作物		36 水稻及其他	
			37 红薯、大豆 及其他	

(2) 评价区主要植被群落特征

评价区的自然植被主要群系如下：

① 森林植被

A. 柏木林群系

柏木是评价区内最为常见的针叶树种之一，分布较广，在评价区域内广泛分布。柏木喜温暖湿润的气候条件，对土壤适应性广，喜生于温暖湿润的各种土壤地带，耐干旱瘠薄，也稍耐水湿。评价区内柏木林多为人工林，所形成的群落外貌深绿色，林冠整齐，群落高度 8m—9m，林内郁闭度为 0.73~0.80，林下灌草层植物丰富度一般。乔木层以柏木为绝对优势种，林中混生有少量麻栎和桉树，以柏木为建群种的密林或疏林都是较为稳定的类型。灌木层优势种有盐肤木、荚蒾、柃木等，其次还有金佛山荚蒾、杂竹、插田蕨、木幼童、山茶等。草本层植物种类较简单，主要为龙芽草、野青茅、贯众、野菊、野茼蒿、鸢尾、土牛膝等。

B.马尾松群系

马尾松林是四川东部地区针叶林的代表树种，在评价区域内广泛分布，马尾松易生于干旱、瘠薄的红壤、石砾土及沙质土，或生于岩石缝中，为荒山恢复森林的先锋树种。喜光、深根性树种，不耐庇荫，喜温暖湿润气候，在肥润、深厚的砂质壤土上生长迅速，在钙质土上生长不良或不能生长，不耐盐碱。群落外貌翠绿色，林冠整齐。出于强烈的人为影响，马尾松在四川多为次生林或人工林。群落高度 9m~12m，林内郁闭度为 0.66~0.76，部分区域林下灌草层植物种类较丰富。乔木层以马尾松为绝对优势种，伴生有杉木、柳杉等。灌木层分布有盐肤木、木油桐、桉木、山茶、莢蒾、胡颓子等。草本层植物种类较简单，主要为野茼蒿、野青茅、贯众、芒萁、白茅等。

C.枫杨群系

枫杨林是喜湿的落叶林类，乔木层中除了枫杨外，还有柏木、化香等，由于其主要分布于低山河流两岸处，受人为干扰较大，林下灌木、草本层盖度较大。灌木层主要由莢蒾、铁仔、马桑等组成，草本层中主要由狗脊、金星蕨、凤尾蕨、风毛菊、三脉紫菀等物种组成。此外，层间植物较为发达，主要由食用葛藤、崖爬藤、猕猴桃等组成。

D.桉树群系

桉树具有适应性广、抗性强、耐干旱瘠薄、容易种植、萌芽力强等特点，它的生长环境很广，从热带到温带，从滨海到内地，从平原到高山。对土壤要求不严，但土层要深厚、疏松、肥沃。乔木层以桉树为绝对优势种，灌木层较少，灌木层主要有构树、八角枫、女贞等，草本层盖度较大，主要有苜蓿、龙牙草、芒、艾草、荩草、狗尾草、龙葵等。

E.慈竹群系

慈竹为主要分布于房前屋后，慈竹适生于气候湿润、温暖，生长季节长，平均气温一般在 16℃ 以上，年降水量 1000mm，相对湿度在 80% 以上的地区。慈竹适生于湿润肥沃，排水良好的中性和微酸性土壤，以山边崖脚、沟谷、宅旁疏松肥土生长最好，评价区内慈竹林多为早期人工栽种的经济林。在粗放经营的情况下，慈竹林分布较为分散且林内间距较大，群落高度 7.5m~8.5m，林内郁闭度为 0.75~0.85。林下占优势的灌木包括菝葜、锈毛莓、山矾、插田蔗等；林下草本层主要为山麦冬、龙芽草、蛇葡萄、龙葵、贯众、鸢尾、野菊、蕨类等。

②灌丛植被

A.黄荆群系

黄荆主要分布于山坡路旁或灌木丛中，耐干旱瘠薄土壤，萌芽能力强，适应性强，多用于荒山绿化。灌丛群落丛状，参差不齐，群落高度 1.8m~2.7m，盖度 70%~80%，灌木层伴生种有盐肤木、火棘、金佛山荚蒾、构等，草本层伴生植物有白茅、狗尾草、艾、鸢尾、龙牙草、野青茅、毛蕨、野菊等。

B.构树群系

构树产于中国南北各地，构喜光，适应性强，耐干旱瘠薄，也能生长于水边，多生长于石灰岩山地，也能在酸性土及中性土壤中生长。根系具备生长快、萌芽快等特性，构树能同时适应中国北方寒燥和南方暖潮的气候，适应性强，病虫害少。构树在评价区内的林间、山地、田边、屋旁均有分布，多见幼苗、幼树，平均高度 2~3m。构树群系丛状，参差不齐，与其伴生灌木有杂竹、锈毛莓、火棘、插田蕨、荚蒾、盐肤木等。草本层植物常见的有假臭草、野菊、白茅、艾、龙芽草、葛等。

C.锈毛莓群系

该灌丛分布于河谷、路旁、荒坡，群落外貌绿色，多刺，成团块状，一般盖度 80%左右，高 1m~2m，丛内多藤本植物。除锈毛莓构成群落优势层面以外，在部分地段与荚蒾、构、黄荆、蔷薇属等能分别形成群落的稳定次优势种。草本层植物总盖度 20%~30%。主要有鸡屎藤、芒、蒲儿根、甘菊、早熟禾车前草等种类。

D.宜昌悬钩子群系

宜昌悬钩子是蔷薇科悬钩子属的落叶或半常绿攀援灌木。幼枝具腺毛，渐脱落，疏生短小微弯皮刺；单叶近革质，卵状披针形，基部深心形；顶生圆锥花序窄，腋生花序有时似总状，萼片卵形，花瓣直立，白色椭圆形；果近球形，成熟时红色，核有细皱纹；花期 7-8 月，果期 10 月。多生长于海拔 800-2500 米的山坡、山谷林内或灌丛中。悬钩子属的植物较喜光而又有一定的耐阴性，对土壤适应性广，在紫色土和山地黄壤、黄棕壤上生长较多，但在疏松，有腐殖质层的土壤中生长更好。

③草本植被

A.白茅群系

白茅喜光，稍耐阴，喜肥又极耐瘠，喜疏松湿润土壤，相当耐水淹，也耐干旱，适应各种土壤，粘土、沙土、壤土均可生长。生于低山带平原河岸草地、农田、路旁、荒坡草地、林边等，竞争扩展能力极强。草地群落结构较简单，属于丛生禾本类植物，主

要伴生种有白莲蒿、酢浆草、胡枝子、地衣、地果、蛇莓等植物。

B. 芦竹群系

芦竹，是禾本科芦竹属的多年草本植物。评价区域内主要生长于河岸道旁、沙质壤土上。芦竹喜光照充足、耐半阴；喜温暖、水湿，较耐寒，对土壤适应性强，可在微酸或微碱性土中生长。其他常见种主要有地果、艾、鬼针草、芒萁、斑茅、蜈蚣草等

C. 狗尾草群系

狗尾草为生于海拔 4000 米以下的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草。现广泛分布于世界温带，暖温带和热带地区，因喜长于温暖湿润气候区，故以疏松肥沃、富含腐殖质的砂质壤土及粘壤土为宜。主要分布在评价区域荒坡、路旁，常与其他杂草共生，高度约 0.3m。其他常见种有小蓬草、艾、蛇莓、野青茅、酢浆草、马唐、刺儿菜等。

D. 艾群系

艾，是菊科蒿属多年生草本或略成半灌木状植物。其大多生于低海拔至中海拔地区的荒地、路旁河边及山坡等地。草本层盖度约 70%~80%，高度约 0.3m。其他常见种有夏枯草、马唐、野青茅、小蓬草等。

E. 葎草群系

葎草是大麻科葎草属多年生攀援草本植物，茎、枝、叶柄均具倒钩刺，主要生长于沟边、荒地、废墟、林缘边。草本层盖度约 80%~90%，高度约 0.3m。其他常见种有艾、野薄荷、夏枯草、早熟禾、鹅参等。

④ 农业植被

评价区内农业植被分布广泛，主要分布在评价区的房前屋后、区内平缓地段。受水源和地势限制其主要耕作方式为一年两熟，主要种植的农作物为水稻、红薯、玉米、油菜等。评价区内的旱地产量低，经济效益差，某些耕地由于人口流失、干旱、野猪等野生动物侵扰等原因甚至撂荒。此外在村舍及洼地、房前屋后散生分布有柑橘、柚子等其他果树。

(3) 评价区植被演替规律

评价区多为低山，海拔较低，相对高差不大。评价区内分布的马尾松林、柏木林、桉树、枫杨+麻栎的混交林等，大多为人为砍伐、烧垦、放牧等反复干扰破坏，呈现破坏—恢复—再破坏—再恢复的次生演替循环过程。评价区中低海拔的大多数次生植被只要

不再受到人为因素的干扰，都具有最终向常绿阔叶林和常绿针叶林演替发展的潜在变化趋势。各种原生植被和次生植被是处于各自演替系列中的不同阶段，原生植被与各种次生植被可根据演替关系串联起来表示它们之间的动态关系。不同水平地带和垂直地带植被发展从裸地—草地—灌丛—森林的演替趋势是相同的，但各演替阶段群落的种类组成和群落特征会有所不同，形成不同的演替系列模式。

评价区村寨、耕地、公路较多，受农业生产等人为活动的长期影响，原生自然植被大量消失或改变，次生植被及人工植被显著增加。从评价区所处的地理区域、海拔范围及气候条件看，评价区的原生植被包括低中山上部的落叶阔叶林，暖温性针叶林则覆盖所有海拔区间；栎类灌丛属当地早期炼山或者作为薪炭林樵砍后形成的萌生灌丛；其他植被类型，以及山地灌、草丛是在上述原生植被遭到不断干扰利用后形成的次生或者人工植被类型。其演变关系大致如下：

原生亚热带常绿针叶林→次生亚热带常绿针叶林→落叶阔叶林/山地灌丛。

（4）评价区植被覆盖度现状

①植被覆盖度估算方法

采样植被指数法估算评价区植被覆盖度，图示植被覆盖度空间分布特点，植被指数法主要是通过对遥感解译数据各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中：FVC 为所计算像元的植被覆盖度；

NDVI 为所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_s 为纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_v 为完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

②植被覆盖度估算结果

本次评价基于遥感估算植被覆盖度，方法采用植被指数法。结合亚热带植被的生态特征，参考邻近地域植被覆盖变化研究中对分级阈值的设定，将评价区的植被覆盖度划分为 5 个等级，即低植被覆盖度、较低植被覆盖度、中度植被覆盖度、较高植被覆盖度、高度植被覆盖度。从植被覆盖度（FVC）的估算结果可以看出，评价范围内各个区间段

的植被覆盖度不均匀，比值最大的为高植被覆盖度（43.60%）；最小的为较低低植被覆盖度，为 3.80%。评价范围基本属于中高植被覆盖等级。植被覆盖度（FVC）的估算结果符合该地区的生态环境特征。详见表 3.2-19。

表 3.2-19 评价范围植被覆盖度情况表

序号	植被覆盖度（FVC）	植被覆盖度等级	面积（hm ² ）	面积比例（%）
1	FVC≤0.1	低覆盖度	104.91	5.29
2	0.1<FVC≤0.3	较低覆盖度	75.37	3.80
3	0.3<FVC≤0.5	中覆盖度	782.33	39.43
4	0.5<FVC≤0.7	较高覆盖度	156.47	7.89
5	FVC>0.7	高覆盖度	864.94	43.60
6	合计		1984.02	100.00

（5）植被多样性和区系

①植物多样性

根据现场调查，本工程评价范围内共有维管植物741种，隶属于133科437属；其中蕨类植物18科29属47种，占总科数的13.53%，占总属数的6.64%，占总种数的6.34%；种子植物115科408属694种，种子植物中，裸子植物有4科7属7种，占总科数的3.01%，占总属数的1.6%，占总种数的0.94%；被子植物物种数最多，有111科401属687种，占总科数的83.46%，占总属数的91.76%，占总种数的92.71%。具体见下表3.2-20。

表3.2-20 评价区维管植物科属种统计表

门类		科数	所占比例/%	属数	所占比例/%	种数	所占比例/%
蕨类植物		18	13.53	29	6.64	47	6.34
种子植物	裸子植物	4	3.01	7	1.60	7	0.94
	被子植物	111	83.46	401	91.76	687	92.71
合计		133	100.00	437	100.00	741	100.00

②植物区系

植物区系是在长期的地质历史过程中形成的，是植物群体及其周围的自然地理环境，特别是在自然历史条件的综合作用下长期演化的结果。通过植物区系成分的统计分析，可掌握该区域植物区系的组成和占优势科、属植物的组成，并通过与全世界、全国及周边区域植物区系成分的比较，明确该区域植物区系在全国植物区系中的特定地位。在植物分类学上，属的形态特征相对稳定，并占有比较稳定的分布区；在演化过程中，随环境条件的变化而产生分化，表现出明显的地区性差异。同时，每一个属所包含的种常具有同一起源和相似的进化趋势。所以属比科更能反映植物系统发育过程中的进化与分化情况和地区特征。因此，属往往在植物区系研究中作为划分植物区系地理的标志或依据。

统计分析评价范围野生维管束植物属的地理成分具有重要意义。

评价范围野生维管束植物437属，其中蕨类植物属参照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004年），种子植物属参照吴征镒关于中国种子植物属的分布区类型系统（1991年、1993年），将评价范围野生维管束植物512属进行归类统计，在共15个分布区类型和31个变型（后已划至34个变型）中，划分为14个分布区类型。其成分所占比例见下表3.2-21。

表3.2-21 种子植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价范围内属数	占评价范围非世界分布属数百分比%
1.世界分布	55	/
2.泛热带分布	63	16.49
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	17	4.45
4.旧世界热带分布	20	5.24
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	12	3.14
6.热带亚洲至热带非洲分布	10	2.62
7.热带亚洲分布	35	9.16
第2-7项热带分布	157	41.10
8.北温带分布	101	26.44
9.东亚和北美洲间断分布	30	7.85
10.旧世界温带分布	41	10.73
11.温带亚洲分布	6	1.57
12.地中海、西亚至中亚分布	5	1.31
13.中亚分布	/	/
14.东亚分布	33	8.64
第8-14项温带分布	216	56.54
15.中国特有分布	9	2.36
合计	437	/

将评价范围437属野生维管束植物的分布区类型归并为世界分布、热带分布（第2～7类）、温带分布（第8～14类）和中国特有分布4个大类。从上表统计结果可知：热带分布属、温带分布属分别有157属、216属，分别占评价范围野生维管束植物非世界分布总属数的41.1%、56.54%。在热带分布型中，以泛热带分布属最多，其次是热带亚洲分布属，其他的热带属所占比例相对较少；在温带分布型中，北温带分布属居首位，其次是旧世界温带分布、东亚分布、东亚和北美洲间断分布，其他属相对较少。

工程评价范围内植物种类较为丰富，区系起源古老，分布区类型多样。古植物学的资料显示，区域内的种子植物起源古老，本区保存许多第三纪以上的植物，裸子植物如杉木属、柏木属、松属等，被子植物如胡桃属、桤木属等。现代植物区系研究也表明，

区域内含有许多古老和原始的科属，如木兰科、樟科等。此外，还有许多白垩纪或第三纪以前分化建立起来的科，如壳斗科、冬青科、卫矛科等。从种子植物分布区类型分析，属级水平上有 14 个分布区类型，说明该区系分布类型多样，区系地理成分比较复杂，同全国及世界其他植物区系有着广泛的联系。

（7）重点保护植物、珍稀濒危植物与名木古树

①重点保护植物

根据《国家重点保护野生植物名录》《重庆市重点保护野生植物名录》（渝林规范〔2023〕2 号），根据现场调查在评价区内无国家及重庆市重点保护野生植物。

②珍稀濒危、特有物种植物

根据野外调查结果和历史文献资料查证，对比《中国生物多样性红色名录-高等植物卷（2020）》，评价区内无野生极危、濒危和易危植物，无特有物种植物。

③名木古树

根据国家林业局发布的《古树名木鉴定规范》（LY/T2737-2016）、《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016）、丰都县林业局提供的古树名木资源普查结果等资料，结合评价区现场调查与访问结果，评价区共有古树 2 株，均为三级黄葛树，位于枢纽工程上坝道路西南侧 18m 和输水管道左支管尾端右侧 25m，位于项目永久占地和临时占地外，详见下表 3.2-22。

表 3.2-22 评价范围内古树名木概况

序号	类型	中文名	乡（镇）	村（社区）组	经度	纬度	特点	树龄	古树等级	海拔	与本项目相对位置
1	古树	黄葛树	董家镇	关圣场村	107.69092	30.20335	散生	110	三级	383	枢纽工程上坝道路西南侧 18m
2	古树	黄葛树	董家镇	关圣场村	107.71832	30.19048	散生	200	三级	319	输水管道左支管尾端右侧 25m

（8）外来入侵植物

根据《中国外来入侵物种名单》（第一批，2003 年）、《中国外来入侵物种名单》（第二批，2010 年）、《中国外来入侵物种名单》（第三批，2014 年）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》（第四批，2016 年）以及《重庆市外来入侵植物名录》，参考本项目所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，通过现场实地调查，评价范围内

发现有外来入侵物种 4 种，分别为鬼针草、小蓬草、香附子、喀西茄等外来入侵植物，其多分布于评价范围农田、村落周边，具体见下表 3.2-23。

表 3.2-23 评价区入侵植物统计

编号	种名	分布	多度	危害程度
1	鬼针草	农田、村边、路旁及荒地	常见	是常见的旱田、桑园、茶园和果园的杂草，影响作物产量
2	小蓬草	农田、村边、路旁及荒地	常见	蔓延极快，对秋收作物、果园和茶园危害严重，为一种常见杂草
3	香附子	农田、村边、路旁及荒地	少见	多片状分布，危害程度一般
4	喀西茄	农田、村边、路旁及荒地	常见	耐干旱、贫瘠和污染环境，适应能力和入侵潜力极强



鬼针草



小蓬草



香附子



喀西茄

(9) 自然植被生物量现状

本次野外调查对工程评价区内植物生物量进行一定的估算和测量：根据评价区内植被现状调查和相关文献，在计算各类项目占不同植被类型的面积基础上，乘以各种植被类型单位面积生物量数据，从而估算评价区生物量。

根据调查和卫片解译，结合生态评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况，可将评价区植被类型划分为 4 个主要类型。评价区内各类植被的面积、平均生物量和总生物量见下表 3.2-24。

表 3.2-24 评价区自然体系生物量现状

植被类型	面积 (hm ²)	比例 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量 (t)	比例 (%)
针叶林	569.12	31.55%	97.23	55335.54	44.95%
阔叶林	301.81	16.73%	147.05	44381.16	36.05%
灌木及草丛	150.48	8.34%	6.24	939.00	0.76%
栽培植被	782.33	43.37%	28.7	22452.87	18.24%
合计	1803.74	100%	/	123108.56	100%

注：各植被类型平均净生物量数据来源于：①方精云，刘国华，徐蒿龄，我国森林植被的生物量和净生产量[J]，生态学报，1996，16（5）：497~508。②中国陆地植被净初级生产力遥感估算 朱文泉，潘耀忠，张锦水

由上表 3.2-24 可知，评价区总生物量约 123108.56t。评价区土地类型针叶林为主，占评价区总生物量的 44.95%；其次是阔叶林，占评价区总生物量的 36.05%，其次是栽培植被，占评价区总生物量的 18.24%；其次是灌木及草丛，占评价区总生物量的 0.76%。乔木林为评价区的主要自然植被类型，对生态系统的稳定 and 变化起到较重要的作用。

部分生态调查照片见下图：

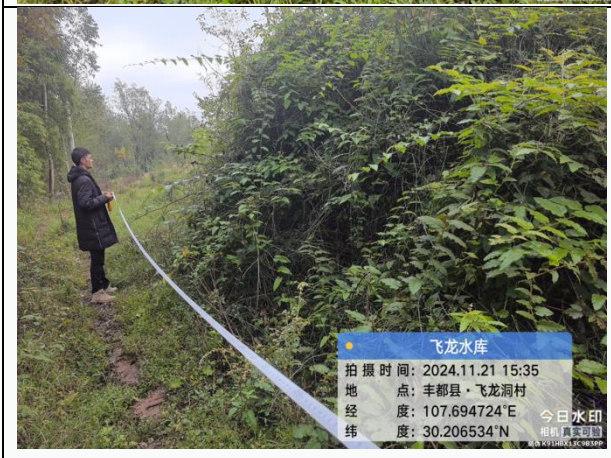






图 3.2-19 生态调查照片

3.2.3.4 陆生脊椎动物

(1) 陆生脊椎动物地理区划

根据《中国动物地理》（张荣祖，2011 年）及《中国陆生野生动物生态地理区划研究》（何杰坤等，2018 年），调查区动物区划属于东洋界——华中区——西部山地高原亚区——四川盆地省，主要分布有农田-亚热带林灌动物群。调查区陆生动物区系特征为东洋种占优势。

II 东洋界

II6 华中区

II6N 西部山地高原亚区

II6Nb 四川盆地省

四川盆地省的范围包括四川省中东部，以侵蚀性红层丘陵地貌为主，海拔主要为 200~800m，主要分布有农田-亚热带林灌动物群。四川盆地省属于中亚热带季风气候，年均气温 10~19℃，夏季（7~9 月）平均气温 19~28℃，冬季（12~2 月）平均气温 1~9℃；年均降水量 920~1710mm。四川盆地省主要的土壤类型有紫色土，还零星分布有黄壤和水稻土。紫色土分布于四川盆地省的大部分区域，是发育于亚热带地区石灰性紫色砂页岩母质的土壤。紫色土是在频繁的风化作用和侵蚀作用下形成的，其物理风化强烈、化学风化微弱、石灰开始淋溶。土壤剖面呈均一的紫色或紫红色，层次不明显。黄壤主要分布于四川盆地省东部的华蓥山、铜锣山和明月山一带，水稻土则分布于岷江和嘉陵江的两岸的冲积平原地区。四川盆地省以人工植被为主要植被类型，约占 74%；其次为亚热带针叶林，约占 11%；还分布有亚热带、热带草丛和亚热带、热带常绿阔叶、落叶阔叶灌丛等。

(2) 陆生动物多样性现状

通过野外调查并整理相关文献资料得知，在评价区内分布有脊椎动物 19 目 61 科 155 种，其中两栖类动物为 1 目 5 科 14 种，爬行类动物共 1 目 9 科 22 种，鸟类 11 目 36 科 98 种，哺乳动物有 6 目 11 科 21 种。根据调查，评价区分布有重庆市重点保护野生动物 5 种（隆肛蛙、棘腹蛙、黑眉锦蛇、乌梢蛇、王锦蛇）；根据《中国生物多样性红色名录》，棘腹蛙、黑眉锦蛇、乌梢蛇、王锦蛇被评为易危（VU）等级。

表 3.2-25 评价区陆生脊椎动物组成及区系现状

纲	目	科	种	东洋界	古北界	广布种
两栖纲	1	5	14	11	3	0
爬行纲	1	9	22	16	6	0
鸟纲	11	36	98	64	27	7
哺乳纲	6	11	21	14	5	2
合计	19	61	155	105	41	9

(3) 野生动物种类组成

①两栖类

A.物种组成

根据查阅《重庆市两栖动物资源及现状》《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》《重庆市两栖动物物种多样性研究及保护》等资料结合现场调查、走访整理出评价区两栖动物名录，评价区内有野生两栖动物 1 目 5 科 14 种，具体两栖类名录见表 3.2-26。

表 3.2-26 评价区两栖类一览表

目	科	种	占总种数的比例%
无尾目 Anura	蟾蜍科 Bufonidae	1	7.14
	叉舌蛙科 Dicroglossidae	3	21.43
	姬蛙科 Microhylidae	3	21.43
	蛙科 Ranidae	6	42.86
	树蛙科 Rhacophoridae	1	7.14
合计	5	14	100.00

根据《中国生物多样性红色名录》，评价区内隆肛蛙被评为近危（NT）等级，棘腹蛙被评为易危（VU）等级，其余均为无危（LC）。根据《重庆市重点保护野生动物名录》，评价区内隆肛蛙、棘腹蛙为重庆市重点保护野生动物。评价区内有中国特有两栖类 1 种，为隆肛蛙。

B.区系组成及物种分布型

从区系组成看有 2 种，其中东洋种 11 种，古北种 3 种。从分布型来看有 45 种，其中季风型 2 种，东洋型 4 种，喜马拉雅-横断山区型 1 种，东北-华北型 1 种，南中国型 6 种。

C.生态类型

以生态类型来看，评价区内两栖动物可分为陆栖-静水型、静水型、流水型和林栖型

5 种。评价区域内部分两栖动物见于多种生境，表现出较强的适应性，本环评以成体最常见的栖息环境进行划分。评价区域内两栖动物的生态类型以陆栖-静水型为主，流水型、静水型次之，树栖型最少。

静水型主要为沼蛙，它们常见于稻田、沟渠或路边、山间洼地等暂时性小水塘和临时水坑及其附近；流水型主要包括棘腹蛙、华南湍蛙，它们多在夜晚活动，常贴附于溪流中水面上的岩石或周围的石壁上，这类流水环境周围大多阴暗潮湿、草木茂盛。

陆栖-静水型主要有中华蟾蜍、隆肛蛙、泽陆蛙、四川狭口蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙、中国林蛙、峨眉林蛙，它们主要生活于水塘、水坑周围的草丛、土堆或者泥窝中。

树栖型主要为斑腿泛树蛙，在非繁殖季节，多攀附在草茎、灌丛或低矮的枝叶上，在繁殖季时，这些蛙类也会聚集在溪流、水塘边的灌丛、低矮的树枝叶上。

②爬行类

A.物种组成

根据查阅资料和现场走访，评价区内爬行类共有1目9科22种，均为长江上游丘陵地区常见种，见表3.2-27。

表3.2-27 评价区内爬行类一览表

目	科	种	占总种数的比例%
有鳞目 Squamata	游蛇科 Colubridae	6	27.27
	壁虎科 Gekkonidae	2	9.09
	蜥蜴科 Anguidae	2	9.09
	水游蛇科 Natricidae	4	18.18
	石龙子科 Scincidae	3	13.64
	盲蛇科 Typhlopidae	1	4.55
	蝰科 Viperidae	2	9.09
	蜥蜴科 Lacertidae	1	4.55
	鬣蜥科 Agamidae	1	4.55
合计	9	22	100

根据《中国生物多样性红色名录》，黑眉锦蛇、乌梢蛇、王锦蛇被评为易危（VU）等级，乌华游蛇被评为近危（NT）等级，其余均为无危（LC）。根据《重庆市重点保护野生动物名录》，评价区内黑眉锦蛇、乌梢蛇、王锦蛇为重庆市重点保护野生动物。

B.区系组成及物种分布型

从区系组成看，评价区内爬行类东洋界16种，古北界6种。从分布型来看有3种，其中东洋型4种、南中国型11种、季风型6种、喜马拉雅-横断山区型1种。

C.生态类型

评价区内的爬行动物的生态型均为陆栖型，多栖息在山地森林灌草丛，荒坡灌草丛或田野、村舍、竹林及水域附近。

③鸟类

在野外参照《生物多样性观测技术导则鸟类》（HJ710.4-2014）的要求用样线法和样点法相结合的方式统计调查，同时结合《四川鸟类志》等文献资料和中国观鸟记录中心、重庆观鸟会的观测成果确定其种类组成及其种群数量。此外对珍稀鸟类或大型鸟类加强访问调查，并参考《中国鸟类野外手册》进行确认，同时结合文献资料进行整理和分析。

A.物种组成

评价区内鸟类有 11 目 36 科 98 种。其中，以雀形目鸟类最多，共 75 种，占评价区鸟类总数的 76.53%；非雀形目 23 种，占评价区鸟类总数的 23.47%。评价区域最常见的是黄臀鹌、白头鹌、家燕、麻雀、白鹭等，这些种类可视为评价区鸟类群落的优势种。农田、村落类型以及灌丛类型鸟类为常见、优势种类。

表 3.2-28 评价区鸟类名录

目	科	种	占总种数的比例%
夜鹰目 Caprimulgiformes	1	2	2.06
鸻形目 Charadriiformes	1	2	2.06
鸽形目 Columbiformes	1	2	2.06
佛法僧目 Coraciiformes	1	1	1.03
鹈形目 Cuculiformes	1	1	1.03
鸡形目 Galliformes	1	2	2.06
鹤形目 Gruiformes	1	2	2.06
鹈形目 Pelecaniformes	1	5	5.15
啄木鸟目 Piciformes	1	4	4.12
鸊鷉目 Podicipediformes	1	1	1.03
雀形目 Passeriformes	26	75	77.32
合计	36	98	100.00

B.区系组成及物种分布型

按照区系类型分，可将评价区内的鸟类分为 3 种区系类型：东洋种有 64 种，占评价区鸟类总数的 65.31%；古北种有 27 种，占评价区鸟类总数的 27.55%；广布种有 7 种，

占评价区鸟类总数的 7.14%。评价区地处东洋界，东洋界种优势度较为明显，同时由于鸟类的迁移能力很强，且有季节性迁徙的习性，因此鸟类中广布种和古北种也占有一定比例。

按照分布型来分，可将评价区内的鸟类分为 10 种分布型：其中东洋型鸟类有 35 种，占评价区鸟类总数的 35.71%；南中国型鸟类有 18 种，占评价区鸟类总数的 18.37%；古北型鸟类有 14 种，占评价区鸟类总数的 14.29%；喜马拉雅-横断山区型鸟类有 10 种，占评价区鸟类总数的 10.2%；其余各分布型鸟类不足 5 种。

C.生态类型

根据生活习性的不同，可将评价区内分布的 98 种鸟类，分为 4 种生态类型：

涉禽（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：评价区共 10 种，包括鹬形目 5 种，分别为苍鹭、夜鹭、池鹭、牛背鹭和白鹭；鹤形目 2 种，为林鹳和白腰草鹳；鸮形目 2 种，为白胸苦恶鸟和普通秧鸡。它们在调查区主要栖息于河岸、水田和池塘附近。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：评价区共 2 种，为鸽形目，分别为山斑鸠、珠颈斑鸠它们主要分布于调查区林缘地带、农田区域以及城镇村落。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：共 10 种，包括鸢形目 1 种，为大杜鹃；佛法僧目 1 种，即普通翠鸟；啄木鸟目 4 种，为星头啄木鸟、赤胸啄木鸟、大斑啄木鸟和灰头绿啄木鸟；夜鹰目 2 种，为短嘴金丝燕和白腰雨燕。它们主要分布于开阔地带或林地中，也有部分也在林缘或村庄周围活动。

鸣禽（一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，鸣管和鸣肌特别发达，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：包括雀形目的所有种类，共 75 种，如白头鹎、白颊噪鹛、麻雀、白鹡鸰、领雀嘴鹛等。其生活习性多种多样，广泛分布于调查区各类生境中，如树林、灌丛、农田及水域附近等，其中分布于树林和灌丛生境的种类较多。

D.鸟类迁徙通道

2024 年 1 月，重庆市林业局发布《重庆市候鸟迁徙通道范围（第一批）》确定首批 9 条候鸟迁徙通道，包括大巴山脉五里坡上神门湾段、大巴山脉雪宝山一字梁段、缙云

等文献资料、实地调查和访问，评价区内兽类共有6目11科21种。具体兽类名录见表3.2-29。

表3.2-29 评价区内兽类一览表

目	科	种	占总种数的比例%
食肉目 <i>carnivora</i>	犬科 <i>Canidae</i>	1	4.76
	鼬科 <i>Mustelidae</i>	3	14.29
	灵猫科 <i>Viverridae</i>	3	14.29
偶蹄目 <i>Artiodactyla</i>	鹿科 <i>Cervidae</i>	2	9.52
	猪科 <i>Suidae</i>	1	4.76
翼手目 <i>Chiroptera</i>	菊头蝠科 <i>Rhinolophidae</i>	2	9.52
	蝙蝠科 <i>Vespertilionidae</i>	1	4.76
食虫目 <i>Insectivora</i>	鼯鼠科 <i>Soricidae</i>	1	4.76
兔形目 <i>Lagomorpha</i>	兔科 <i>Leporidae</i>	1	4.76
	鼠兔科 <i>Ochotonidae</i>	1	4.76
啮齿目 <i>Rodentia</i>	鼠科 <i>Muridae</i>	5	23.81
合计	11	21	100.00

B.区系组成及物种分布型

按区系类型划分，可将评价区内的兽类分为以下3类：东洋种14种，广布种2种，古北种5种。可见评价区内兽类以东洋界为主，该区域兽类区系构成中，东洋种占比66.7%，这与评价区域地处东洋界相符。从分布型来看有7种，其中东洋型8种，古北型4种，南中国型3种，广泛分布型、喜马拉雅-横断山区各2种，全北型、云贵高原型各1种。

C.生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下5种生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：有蒙古兔、藏鼠兔、巢鼠、北社鼠、针毛鼠、小家鼠和黄胸鼠，共6种。主要分布在评价区林地、灌丛、农田及村落附近。

地面生活型（在地面上觅食、栖息的动物，部分物种偶尔上树）猪獾、川鼯、野猪共3种。主要分布在调查区林地、灌草地等人为活动较少区域。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有皮氏菊头蝠、贵州菊头蝠和西南鼠耳蝠3种。在评价区内主要分布于树洞、屋顶、墙缝、岩洞中。

（4）野生动物重要物种

①重点保护动物

根据查阅资料和实地调查走访结果，结合《国家重点保护野生动物名录》《重庆市重点保护野生动物名录》，评价区域内分布有无国家一级、二级重点保护野生动物，有

重庆市重点保护野生动物5种，其中两栖类2种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类3种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇。

A.两栖类动物

隆肛蛙，重庆市级重点保护野生动物，其生活环境较广泛，一般栖息在海拔335-1830米的大、小溪流或浸水沼泽地中的水荡内或其附近。

棘腹蛙，重庆市级重点保护野生动物，生活在海拔400-1900米森林茂密的山溪瀑布下或山溪水塘边的石上。所在环境溪内大小石块甚多，溪边乔木或灌木丛生。

B.爬行类动物

黑眉锦蛇，重庆市级重点保护野生动物，常在村舍房屋附近活动，善攀爬，有时在屋檐及屋顶出现；也活动在草地、农田等。黑眉锦蛇善攀爬，行动敏捷。

乌梢蛇，重庆市级重点保护野生动物，常在农田或沿着水田内侧的田埂、菜地、河沟附近爬行，有时也在山道边上的草丛、村舍房屋边的竹林晒太阳。白昼活动，行动敏捷。

王锦蛇，重庆市级重点保护野生动物，栖息于山区、丘陵、平原地带，常于山地灌丛、田野沟边、山溪旁、草丛中活动。昼夜均活动，但以夜间最活跃，行动迅速，虽然无毒，但性凶猛。

②中国生物多样性红色名录物种

根据查阅资料和实地调查走访结果，结合《中国生物多样性红色名录》，评价区记录有4种易危动物，包括棘腹蛙、乌梢蛇、黑眉锦蛇、王锦蛇。

③中国特有种

评价区内有中国特有两栖动物2种，包括隆肛蛙、峨眉林蛙；特有爬行类3种，包括双斑锦蛇、蹼趾壁虎和北草蜥；特有鸟类1种，黄腹山雀；特有兽类2种，分别为贵州菊头蝠、川鼯。

峨眉林蛙生活在海拔250-2100米丘陵、山地的草丛、灌木和森林地带，中国特有种，评价区域内林缘的农田偶见。

蹼趾壁虎常栖息于房屋的墙壁缝隙处，亦可于山野草堆及石缝等处找到，评价区域内于房屋、路旁等区域较常见。

北草蜥，常栖居于山区和丘陵的荒地、农田、茶园、路边、乱石堆、灌丛及草丛中，在评价区域内偶见。

黄腹山雀，雀形目山雀科小型鸟类，留鸟，中国特有种。常成10~30只的群体在高大的阔叶树或针叶树上，有时也与大山雀等其他鸟类混群。评价区域内偶见。

贵州菊头蝠，主要分布于评价区域内喀斯特地貌发育良好的溶洞内，常夜间活动，较少见。

川鼯，主要分布于评价区域内林地、灌丛下，常夜间活动，较少见。

表3.2-30 评价区重要野生动物调查结果统计表

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源
1	隆肛蛙 <i>Feirana quadranus</i>	市级	NT	√	分布于评价区域内水田、溪流岸边、林缘灌草丛下。	资料
2	棘腹蛙 <i>Quasipaa boulengeri</i>	市级	VU	/		资料
3	峨眉林蛙 <i>Rana omeimontis</i>	/	LC	√		资料
4	双斑锦蛇 <i>Elaphe bimaculata</i>	/	NT	√	主要分布于评价区域内草地、灌丛、林下、农田及民宅附近。	资料
5	王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	市级	VU	/		资料
6	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>	市级	VU	/		资料
7	乌梢蛇 <i>Ptyas dhumnades</i>	市级	VU	/		资料
8	蹼趾壁虎 <i>Gekko subpalmatus</i>	/	LC	√		资料
9	北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	/	LC	√		资料
10	黄腹山雀 <i>Pardaliparus venustulus</i>	/	/	√	分布于评价区域内针叶林、针阔混交林或阔叶林间	资料
11	贵州菊头蝠 <i>Rhinolophus rex</i>	/	/	√	主要分布于评价区域内喀斯特地貌发育良好的溶洞内	资料
12	川鼯 <i>Blarinella quadraticauda</i>	/	/	√	主要分布于评价区域内林地、灌丛下	资料

注：重要物种资料来源于《重庆市两栖动物资源及现状》《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》《重庆市两栖动物物种多样性研究及保护》《重庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》《重庆市兽类资源及其区系分析》等地方调查文献。

3.2.4 生态系统现状

3.2.4.1 生态系统类型

根据评价范围的调查资料，评价区总面积为 1984.02hm²，由森林生态系统、灌丛生态系统、草丛生态系统、农田生态系统、城镇生态系统、湿地生态系统等组成。

表 3.2-31 评价范围生态系统类型一览表

序号	生态系统分类	面积（hm ² ）	比例（%）
1	森林生态系统	870.93	43.90
2	灌丛生态系统	148.14	7.47
3	草丛生态系统	2.34	0.12
4	农田生态系统	782.33	39.43

5	城镇生态系统	13.16	0.66
6	湿地生态类系	68.64	3.46
7	其他	98.47	4.96
总计		1984.02	100

3.2.4.2 典型生态系统简介

(1) 森林生态系统

森林生态系统是以乔木为主体的生物群落（包括植物、动物和微生物）及其非生物环境（光、热、水、气、土壤等）综合组成的生态系统。森林生态系统服务功能主要包括森林在固氮释氧、涵养水源、保育土壤、积累营养物质、净化空气、水土保持、生物多样性保护及森林游憩等方面提供的生态服务功能。

乔木层主要以柏木为主，在评价区内呈大片条状、斑块状分布，多为短轮伐期工业原料用材林和水土保持林，在评价区域内分布广泛，且多以纯林形式出现，以幼中龄为主，乔木层林间密度大，林下灌木层较稀疏，以草本层为主。灌丛层主要为一些林间空地分布为主，灌木层主要有铁仔、黄荆、构树、莢蒾等。草本层常见种主要有马唐、狗尾草、蕨类等。评价区内有分布的绝大多数陆生脊椎动物在该区域内几乎均有分布，主要以鸟类和小型兽类为主。

(2) 灌丛生态系统

灌丛生态系统是以构树、黄荆、马桑为优势种的灌木主体的组成部分，少量零星分布在林间地带，群落高度小于 5 米，灌木组成种类丰富，其他灌木还包括火棘、盐肤木、莢蒾等，灌木林下草本丰富，常见有芒萁、毛蕨、野青茅、艾、白茅、野菊等。灌丛是一些小型动物的栖息场所，常见的包括小型雀类、老鼠等。

(3) 草丛生态系统

草丛生态系统在评价区林间地带少量分布。草地群落结构较简单，主要由白茅、狗尾草、芒草、假臭草组成，主要伴生种有车前草、龙葵、马唐、狗牙根、地果、艾等，某些地段还有少量野芹、地衣、酢浆草等植物。

(4) 农田生态系统

农田生态系统为人工景观生态系统，其主要特点是人在生态系统中的作用非常关键。农田中的动植物种类较少，群落的结构单一，农业生态系统是受人工控制的生态系统，

人的管理作用消失，农业生态系统就会很快退化，原来占优势地位的农作物就会被杂草和一些较小灌木所取代。

评价区域内农田生态系统组成主要为耕地，主要集中在人类聚居地附近，该系统的主要作用是为当地居民提供食物，并为当地居民提高经济收入。农田生态系统的主要植物以人工种植的水稻、玉米、青菜以及其他应节性的蔬菜等作物为主，部分农田边上栽种了枇杷、柑桔、梨树等果树，其间生活的野生动物主要以啮齿类、鸟类和小型兽类为主。

（5）湿地生态系统

湿地生态系统由评价区内的河流、农田间分布的坑塘组成。评价区湿地生态系统是区内小型兽类饮水的地方，经常活动于河流生态系统中的动物主要是一些伴水生的鸟类和少数两栖类，对评价区生境稳定性的维持有重要作用。

（6）城镇生态系统

城镇生态系统主要为分散的农村居民点，在项目周边零星斑块状分布。城镇/村落是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇生态系统内的植被多为农业植被，种类组成较为简单，零星分布果树和花卉植物。由于城镇/村落生态系统受人类干扰因素大，故动物种类较少主要分布有喜与人类伴居的鸟类如麻雀、家燕、老鼠等。

3.2.5 评价区公益林和天然林分布情况

根据从丰都县林业局收集到的 2024 年公益林和天然林现状数据与项目评价范围叠图，评价范围内涉及公益林面积约 487.12hm²（其中包括天然林 484.12hm²），均为地方公益林，类型均为水土保持林。

3.3 景观与文物

3.3.1 文物现状

本项目评价范围内无自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园以及湿地公园。

根据《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》，飞龙水库建设征地范围内涉及 5 处不可移动文物，从已暴露的墓葬情况来看，生基塘墓地保存一般，墓室填土以及前部盖板受自然等因素影响，导致部分被破坏；刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地保存较好，墓葬及墓坊结构较完整。

2024 年 1 月 9 日，重庆市文物局出具《重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复》（渝文物〔2024〕11 号）（附件 13），原则同意《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》。对明代生基塘墓地实施考古发掘，发掘面积 100m²；对刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地采取留取资料和构件收集的方式保护。

3.3.2 景观生态现状

用景观生态学的原理和方法来评价范围域生态体系的组成、特征及稳定性，是评价生态环境质量的一种技术方法。景观生态体系的组成即生态系统或土地利用类型组成，可以用该评价范围域的主要土地利用类型来进行景观分析。结合遥感影像和景观生态类型分类原则，将评价范围内景观类型分为：森林景观、灌丛景观、农田景观、草丛景观、城镇景观、湿地景观和其他土地景观，详细统计见下表 3.3-1。

表 3.3-1 评价范围景观类型一览表

序号	景观类型	面积（hm ² ）	比例（%）
1	森林景观	870.93	43.90
2	灌丛景观	148.14	7.47
3	草丛景观	2.34	0.12
4	农田景观	782.33	39.43
5	城镇景观	13.16	0.66
6	水域景观	68.64	3.46
7	其他土地景观	98.47	4.96
总计		1984.02	100

评价范围内主要是以森林景观为控制类型，其次为农田景观，从整个区域的连通性讲，生态系统层次结构基本保持完整。

3.4 环境质量现状调查与评价

3.4.1 地表水环境质量现状

本项目涉及的主要河流为渠溪河、飞龙河以及支流河沟。坝址所在的飞龙河为长江左岸二级支流，发源于忠县拔山寺，在丰都县董家镇红岩村注入长江一级支流渠溪河。根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕44号），渠溪河丰都段、飞龙河全河段属于Ⅲ类饮用水源功能水域，地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水域标准。

本次评价针对飞龙水库的实际情况，在现状调查和例行监测资料的基础上，进行补充监测，以此完善地表水质量现状调查和分析。

（1）流域地表水环境质量现状

本次评价收集了 2023 年渠溪河东风大桥断面、黄岭桥断面以及飞龙河飞龙电站断面的例行监测数据，水质情况见表 3.4-1。

由监测数据可知，渠溪河东风大桥断面、黄岭桥断面以及飞龙河飞龙电站断面各项监测因子丰、平、枯三季浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水域标准，区域水环境质量良好，能反映项目所在流域的地表水水质情况。

表 3.4-1 渠溪河环境质量现状监测结果统计表

序号	河流名称	断面	断面属性	水质目标	水质类别	采样时间	评价结果	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	铜	锌	氟化物	硒	砷	汞	镉	六价铬	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物
								无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/)
1	渠溪河	东风大桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年1月	均值	8	9.1	4.2	15.0	1.8	0.88	0.110	0.003	0.05L	0.199	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.005L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
2	渠溪河	东风大桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年4月	均值	8	9.2	4.3	11.0	1.9	0.37	0.050	0.002	0.05L	0.182	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
3	渠溪河	东风大桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年7月	均值	8	7.1	5.4	15.0	3.0	0.44	0.180	0.002	0.05L	0.205	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
4	渠溪河	东风大桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年10月	均值	8	6.3	4.4	10.0	2.3	0.27	0.090	0.002	0.05L	0.175	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
5	渠溪河	黄岭桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅱ类	2023年1月	均值	7	10.7	3.1	8.0	1.3	0.24	0.037	0.001	0.05L	0.151	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
6	渠溪河	黄岭桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅱ类	2023年4月	均值	8	8.0	3.3	10.0	2.2	0.08	0.047	0.001	0.015	0.195	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
7	渠溪河	黄岭桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年7月	均值	7	6.9	5.3	14.0	2.2	0.46	0.084	0.002	0.041	0.130	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
8	渠溪河	黄岭桥	市控评价	Ⅲ类	Ⅱ类	2023年10月	均值	7	8.8	3.6	10.0	1.7	0.14	0.045	0.001	0.037	0.158	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
9	飞龙河	飞龙电站	区县控	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年1月	均值	8	8.0	5.0	19.0	2.1	0.66	0.040	0.001L	0.05L	0.182	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0005	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
10	飞龙河	飞龙电站	区县控	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年4月	均值	7	5.3	5.1	17.0	3.6	0.96	0.200	0.002	0.05L	0.166	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0005	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

序号	河流名称	断面	断面属性	水质目标	水质类别	采样时间	评价结果	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	铜	锌	氟化物	硒	砷	汞	镉	六价铬	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物
								无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
11	飞龙河	飞龙电站	区县控	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年7月	均值	8	7.3	5.2	18.0	2.7	0.38	0.200	0.008	0.004L	0.238	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0009L	0.004L	0.009L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
12	飞龙河	飞龙电站	区县控	Ⅲ类	Ⅲ类	2023年10月	均值	8	5.5	5.7	19.0	1.6	0.38	0.160	0.006L	0.004L	0.244	0.0004L	0.0003L	0.00004L	0.0001L	0.004L	0.002L	0.004L	0.0003L	0.01L	0.05L	0.01L
							达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

(2) 地表水补充监测情况

①监测断面及监测因子

为进一步了解项目所在飞龙河地表水环境质量现状，本次评价委托监测单位于 2024 年 9 月 18 日~9 月 20 日和 2024 年 11 月 3 日~11 月 5 日进行了两次（丰水期、枯水期）3 个断面的补充监测，并引用《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》现状监测报告（惠源（检）字【2024】第 HP01 号）F1 和 F4 断面枯水期（2024 年 1 月 24 日~1 月 26 日）的监测数据进行评价。监测断面布设及监测因子见下表 3.4-2 和附图 7。

表 3.4-2 监测断面布置情况一览表

序号	编号	监测断面	监测因子	监测时间段		监测频率	数据来源
				丰水期	枯水期		
1	W1	飞龙水库飞龙河入库断面处	水温、pH 值、透明度、氨氮、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、总氮、粪大肠菌群、六价铬、汞、镉、砷、铅、硒、石油类、溶解氧、高锰酸盐指数、总氮、铜、锌、氟化物、氰化物、挥发酚、硫化物、阴离子表面活性剂、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、叶绿素 a	2024 年 9 月 18 日~9 月 20 日	2024 年 11 月 3 日~11 月 5 日	连续监测 3 天，每天采样一次	本次补充监测
2	W2	飞龙水库坝址处			/		
3	W3	飞龙河入渠溪河上游 500m 处			/		
4	F1	飞龙水库坝址处	水温、pH、电导率、水位、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a、透明度、硫酸盐、氯化物、铁、锰、硝酸盐	/	2024 年 1 月 24 日~1 月 26 日		引用
5	F4	飞龙河入渠溪河上游 500m 处		/			

②评价方法

采用水质指数法进行现状评价，评价公式如下：

一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）：

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{s,i}$$

式中： $S_{i,j}$ —评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ —评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} —评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

pH 评价模式为：

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值的上限值。

DO 标准指数：

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad (DO_j \geq DO_s)$$

$$S_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad (DO_j < DO_s)$$

式中： $S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；

T ——水温，℃。

③监测结果及分析

地表水监测统计结果见下表 3.4-3~3.4-5。

表 3.4-3 地表水环境质量现状补充监测数据统计结果表（W1~W3 断面）（丰水期）

监测断面	指标	单位	III类标准限值	监测时间			最大 S _{ij}	达标情况
				2024.09.18	2024.09.19	2024.09.20		
W1	pH	无量纲	6~9	7.6	7.8	7.8	0.40	达标
	水温	℃	/	28.9	28.5	29.1	/	/
	溶解氧	mg/L	≥5	7.42	7.29	7.35	0.65	达标
	透明度	cm	/	65	53	55	/	
	氨氮	mg/L	≤1.0	0.301	0.286	0.309	0.31	达标
	化学需氧量	mg/L	≤20	18	18	19	0.95	达标
	五日生化需氧量	mg/L	≤4.0	3.5	3.1	3.1	0.88	达标
	总氮	mg/L	≤1.0	0.94	0.92	0.98	0.98	达标
	总磷	mg/L	≤0.2	0.16	0.15	0.17	0.85	达标
	粪大肠菌群	MPN/L	≤10000	3.6×10 ³	4.1×10 ³	3.9×10 ³	0.41	达标
	铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	达标
	硒	mg/L	≤0.01	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	/	达标
	砷	mg/L	≤0.05	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	/	达标
	汞	mg/L	≤0.0001	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	/	达标
	铅	mg/L	≤0.05	9×10 ⁻⁵ L	9×10 ⁻⁵ L	9×10 ⁻⁵ L	/	达标
	镉	mg/L	≤0.005	5×10 ⁻⁵ L	6×10 ⁻⁵	5×10 ⁻⁵ L	/	达标
	石油类	mg/L	≤0.05	0.02	0.02	0.03	0.60	达标
	高锰酸盐指数	mg/L	≤6	4.8	4.6	4.8	0.80	达标
	铁	mg/L	≤0.3	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	锰	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	铜	mg/L	≤1.0	0.04L	0.04L	0.04L	/	达标
	锌	mg/L	≤1.0	0.009L	0.009L	0.009L	/	达标
	氟化物	mg/L	≤1.0	0.157	0.162	0.165	0.17	达标
	硫酸盐	mg/L	≤250	20.1	20.3	20.4	0.08	达标
	氯化物	mg/L	≤250	17.2	17.4	17.5	0.07	达标
	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤10	0.679	0.69	0.696	0.07	达标
	氰化物	mg/L	≤0.2	0.001L	0.001L	0.001L	/	达标
	挥发酚	mg/L	≤0.005	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	达标
	阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.08	0.07	0.09	0.45	达标
	硫化物	mg/L	≤0.2	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标

	叶绿素 a	µg/L	/	2L	2	2L	/	/
W2	pH	无量纲	6~9	7.9	7.6	7.7	0.45	达标
	水温	℃	/	28.7	28.7	29.3	/	/
	溶解氧	mg/L	≥5	6.59	6.83	6.69	0.75	达标
	透明度	cm	/	78	82	84	/	
	氨氮	mg/L	≤1.0	0.158	0.131	0.172	0.17	达标
	化学需氧量	mg/L	≤20	18	16	16	0.90	达标
	五日生化需氧量	mg/L	≤4.0	3.4	3.3	3	0.85	达标
	总氮	mg/L	≤1.0	0.67	0.75	0.63	0.75	达标
	总磷	mg/L	≤0.2	0.17	0.16	0.17	0.85	达标
	粪大肠菌群	MPN/L	≤10000	1.7×10 ³	1.9×10 ³	1.7×10 ³	0.19	达标
	铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	达标
	硒	mg/L	≤0.01	4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	/	达标
	砷	mg/L	≤0.05	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	/	达标
	汞	mg/L	≤0.0001	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	/	达标
	铅	mg/L	≤0.05	9×10 ⁻⁵ L	9×10 ⁻⁵ L	9×10 ⁻⁵ L	/	达标
	镉	mg/L	≤0.005	5×10 ⁻⁵ L	5×10 ⁻⁵ L	5×10 ⁻⁵ L	/	达标
	石油类	mg/L	≤0.05	0.02	0.01	0.03	0.60	达标
	高锰酸盐指数	mg/L	≤6	4.4	4.2	4.1	0.73	达标
	铁	mg/L	≤0.3	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	锰	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	铜	mg/L	≤1.0	0.04L	0.04L	0.04L	/	达标
	锌	mg/L	≤1.0	0.009L	0.009L	0.009L	/	达标
	氟化物	mg/L	≤1.0	0.155	0.162	0.169	0.17	达标
	硫酸盐	mg/L	≤250	15.2	15.5	15.8	0.06	达标
	氯化物	mg/L	≤250	12	12.2	12.4	0.05	达标
	硝酸盐（以N计）	mg/L	≤10	0.372	0.378	0.388	0.04	达标
	氰化物	mg/L	≤0.2	0.001L	0.001L	0.001L	/	达标
	挥发酚	mg/L	≤0.005	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	达标
	阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.09	0.1	0.11	0.55	达标
	硫化物	mg/L	≤0.2	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	叶绿素 a	µg/L	/	2	3	2	/	/
W3	pH	无量纲	6~9	7.7	7.7	7.5	0.35	达标

	水温	℃	/	28.5	29	29	/	/
	溶解氧	mg/L	≥5	6.96	7.13	6.87	0.70	达标
	透明度	cm	/	/	/	/	/	
	氨氮	mg/L	≤1.0	0.204	0.184	0.224	0.22	达标
	化学需氧量	mg/L	≤20	12	12	13	0.65	达标
	五日生化需氧量	mg/L	≤4.0	2.8	3.3	3	0.83	达标
	总氮	mg/L	≤1.0	0.80	0.76	0.88	0.88	达标
	总磷	mg/L	≤0.2	0.16	0.15	0.16	0.80	达标
	粪大肠菌群	MPN/L	≤10000	2.2×10 ³	2.4×10 ³	2.0×10 ³	0.24	达标
	铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	达标
	硒	mg/L	≤0.01	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴ L	/	达标
	砷	mg/L	≤0.05	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	/	达标
	汞	mg/L	≤0.0001	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵ L	/	达标
	铅	mg/L	≤0.05	3.7×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	0.01	达标
	镉	mg/L	≤0.005	5×10 ⁻⁵ L	5×10 ⁻⁵ L	5×10 ⁻⁵ L	/	达标
	石油类	mg/L	≤0.05	0.03	0.03	0.02	0.60	达标
	高锰酸盐指数	mg/L	≤6	3.4	3.3	3.5	0.58	达标
	铁	mg/L	≤0.3	/	/	/	/	达标
	锰	mg/L	≤0.1	/	/	/	/	达标
	铜	mg/L	≤1.0	0.04L	0.04L	0.04L	/	达标
	锌	mg/L	≤1.0	0.009L	0.009L	0.009L	/	达标
	氟化物	mg/L	≤1.0	0.2	0.23	0.22	0.23	达标
	硫酸盐	mg/L	≤250	/	/	/	/	达标
	氯化物	mg/L	≤250	/	/	/	/	达标
	硝酸盐（以N计）	mg/L	≤10	/	/	/	/	达标
	氰化物	mg/L	≤0.2	0.001L	0.001L	0.001L	/	达标
	挥发酚	mg/L	≤0.005	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	达标
	阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.12	0.13	0.12	0.65	达标
	硫化物	mg/L	≤0.2	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	叶绿素a	μg/L	/	/	/	/	/	/
备注	结果低于检出限，检测结果以检出限加“L”标识。							

表 3.4-4 地表水环境质量现状补充监测数据统计结果表（W1 断面）（枯水期）

监测断面	指标	单位	III类标准限值	监测时间			最大 S _{ij}	达标情况
				2024.11.03	2024.11.04	2024.11.05		
W1	pH	无量纲	6~9	7.1	7.2	7.1	0.10	达标
	水温	℃	/	21.7	22.1	21.5	/	/
	溶解氧	mg/L	≥5	5.71	5.68	5.69	0.88	达标
	透明度	cm	/	16	16	15	/	
	氨氮	mg/L	≤1.0	0.222	0.202	0.252	0.25	达标
	化学需氧量	mg/L	≤20	18	18	15	0.90	达标
	五日生化需氧量	mg/L	≤4.0	2.7	2.7	2.8	0.70	达标
	总氮	mg/L	≤1.0	1.82	1.84	1.80	1.84	超标
	总磷	mg/L	≤0.2	0.12	0.17	0.14	0.85	达标
	粪大肠菌群	MPN/L	≤10000	2.2×10 ³	1.9×10 ³	1.7×10 ³	0.22	达标
	铬（六价）	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	/	达标
	硒	mg/L	≤0.01	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	/	达标
	砷	mg/L	≤0.05	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	/	达标
	汞	mg/L	≤0.0001	4×10 ⁻⁵	4×10 ⁻⁵ L	4×10 ⁻⁵	/	达标
	铅	mg/L	≤0.05	3.0×10 ⁻⁴	3.1×10 ⁻⁴	3.2×10 ⁻⁴	/	达标
	镉	mg/L	≤0.005	5×10 ⁻⁵ L	5×10 ⁻⁵ L	6×10 ⁻⁵	/	达标
	石油类	mg/L	≤0.05	0.03	0.03	0.03	0.60	达标
	高锰酸盐指数	mg/L	≤6	5.27	5.06	4.62	0.88	达标
	铁	mg/L	≤0.3	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	锰	mg/L	≤0.1	0.01L	0.01L	0.01L	/	达标
	铜	mg/L	≤1.0	0.04L	0.04L	0.04L	/	达标
	锌	mg/L	≤1.0	0.009L	0.009L	0.009L	/	达标
	氟化物	mg/L	≤1.0	0.389	0.497	0.539	0.54	达标
	硫酸盐	mg/L	≤250	66.0	67.0	66.9	0.27	达标
	氯化物	mg/L	≤250	20.7	21.7	21.8	0.09	达标
	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤10	1.05	1.06	1.08	0.11	达标
	氰化物	mg/L	≤0.2	0.001L	0.001L	0.001L	/	达标
	挥发酚	mg/L	≤0.005	0.0003L	0.0003L	0.0003L	/	达标
	阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.07	0.06	0.08	0.40	达标
	硫化物	mg/L	≤0.2	0.01	0.01	0.01	/	达标
	叶绿素 a	μg/L	/	9	10	10	/	/
备注	结果低于检出限，检测结果以检出限加“L”标识。							

表 3.4-5 地表水环境质量现状引用监测数据统计结果表 (F1、F4 断面) (枯水期)

监测断面	检测项目	点位 单位	标准限值	最大值	最小值	最大 Si 值	达标情况
F1	电导率	$\mu\text{s}/\text{cm}$	/	468	453	/	/
	水位	m	/	354	354	/	/
	水温	$^{\circ}\text{C}$	/	9.7	8.9	/	/
	pH 值	无量纲	6~9	7.1	7	0.05	达标
	透明度	cm	/	1226	1220	/	/
	氨氮	mg/L	1	0.379	0.367	0.38	达标
	化学需氧量	mg/L	20	18	14	0.90	达标
	五日生化需氧量	mg/L	4	3.3	3	0.83	达标
	总氮	mg/L	1	2.53	3.37	3.37	超标
	总磷	mg/L	0.2	0.17	0.16	0.85	达标
	粪大肠菌群	MPN/L	10000	1800	580	0.18	达标
	六价铬	mg/L	0.05	0.004L	0.004L	/	达标
	汞	mg/L	0.0001	0.00008	0.00006	0.80	达标
	镉	mg/L	0.005	$1 \times 10^{-4}\text{L}$	$1 \times 10^{-4}\text{L}$	/	达标
	砷	mg/L	0.05	0.0012	0.001	0.02	达标
	铅	mg/L	0.05	$1 \times 10^{-3}\text{L}$	$1 \times 10^{-3}\text{L}$	/	达标
	硒	mg/L	0.01	$4 \times 10^{-4}\text{L}$	$4 \times 10^{-4}\text{L}$	/	达标
	石油类	mg/L	0.05	0.02	0.02	0.40	达标
	溶解氧	mg/L	5	9.61	9.53	0.44	达标
	高锰酸盐指数	mg/L	6	5.3	4.9	0.88	达标
	铜	mg/L	1	$1 \times 10^{-3}\text{L}$	$1 \times 10^{-3}\text{L}$	/	达标
	锌	mg/L	1	0.01L	0.01L	/	达标
	氟化物	mg/L	1	0.174	0.164	0.17	达标
	氰化物	mg/L	0.2	0.001L	0.001L	/	达标
	挥发酚	mg/L	0.005	0.0003L	0.0003L	/	达标
	硫化物	mg/L	0.2	0.01L	0.01L	/	达标
	阴离子表面活性剂	mg/L	0.2	0.05L	0.05L	/	达标
	叶绿素 a	mg/L	/	$2 \times 10^{-3}\text{L}$	$2 \times 10^{-3}\text{L}$	/	/
	硫酸盐	mg/L	250	40	33.6	0.16	达标
	氯化物	mg/L	250	24	19.6	0.10	达标
	硝酸盐氮	mg/L	10	1.38	1.3	0.14	达标
	铁	mg/L	0.3	0.03L	0.03L	/	达标
	锰	mg/L	0.1	0.01L	0.01L	/	达标
F4	电导率	$\mu\text{s}/\text{cm}$	/	462	457	/	/
	水位	m	/	205.7	205.7	/	/

水温	°C	/	9.6	9.1	/	/
pH 值	无量纲	6~9	7.1	7	0.05	达标
透明度	cm	/	398	391	/	/
氨氮	mg/L	1	0.414	0.408	0.41	达标
化学需氧量	mg/L	20	8	7	0.40	达标
五日生化需氧量	mg/L	4	1.4	1.3	0.35	达标
总氮	mg/L	1	2.14	1.88	2.14	超标
总磷	mg/L	0.2	0.15	0.14	0.75	达标
粪大肠菌群	MPN/L	10000	950	390	0.10	达标
六价铬	mg/L	0.05	0.004L	0.004L	/	达标
汞	mg/L	0.0001	0.00008	0.00006	0.80	达标
镉	mg/L	0.005	1×10 ⁻⁴ L	1×10 ⁻⁴ L	/	达标
砷	mg/L	0.05	0.0013	0.0009	0.03	达标
铅	mg/L	0.05	1×10 ⁻³ L	1×10 ⁻³ L	/	达标
硒	mg/L	0.01	4×10 ⁻⁴ L	4×10 ⁻⁴ L	/	达标
石油类	mg/L	0.05	0.02	0.02	0.40	达标
溶解氧	mg/L	5	11.19	9.94	0.44	达标
高锰酸盐指数	mg/L	6	2.2	2	0.37	达标
铜	mg/L	1	1×10 ⁻³ L	1×10 ⁻³ L	/	达标
锌	mg/L	1	0.01L	0.01L	/	达标
氟化物	mg/L	1	0.186	0.176	0.19	达标
氰化物	mg/L	0.2	0.001L	0.001L	/	达标
挥发酚	mg/L	0.005	0.0003L	0.0003L	/	达标
硫化物	mg/L	0.2	0.01L	0.01L	/	达标
阴离子表面活性剂	mg/L	0.2	0.05L	0.05L	/	达标
叶绿素 a	mg/L	/	2×10 ⁻³ L	2×10 ⁻³ L	/	/
硫酸盐	mg/L	250	28.9	25.8	0.12	达标
氯化物	mg/L	250	25.8	20.4	0.10	达标
硝酸盐氮	mg/L	10	1.52	1.31	0.15	达标
铁	mg/L	0.3	0.03L	0.03L	/	达标
锰	mg/L	0.1	0.01L	0.01L	/	达标

由上表 3.4-3~3.4-5 可得,各监测断面的常规监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水域标准;枯水期各监测断面总氮超标倍数为 0.8~2.37 倍,不满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水域标准。其中常规监测因子中 COD 的占标率较高为 0.4~0.95,根据调查总氮和 COD 浓度较高的主要原因可能是上游畜禽养殖业和农业面源的污染引起。畜禽养殖场的粪便、冲洗废水未经有效处理,通过地表漫流或渗滤进入水体以及农业耕种过程中使用的农药在雨季地表径流携带残留在土

壤中的有机物、氮磷养分进入水体均可能导致水体总氮和 COD 升高。项目建成后，通过采取开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，严格控制集雨范围内的耕作面积，加强宣传教育，引导库岸居民合理科学施用化肥、农药，控制农业面源污染等措施后，预计水体中总氮和 COD 含量较高的现象将得到有效缓解。

3.4.2 地下水环境质量现状

为了解工程所在区地下水环境质量现状，评价委托监测单位于 2024 年 9 月 18 日~9 月 20 日对飞龙水库工程区进行了现状监测。

(1) 监测点位

拟建工程地下水环境影响评价等级为三级，本次调查共设 3 个水质监测点，6 个水位监测点，地下水监测布点及合理性分析见表 3.4-6。

表 3.4-6 地下水监测布点情况表

监测点位		坐标		统计项目		导则要求	项目布点情况
		经度	纬度				
DX1	飞龙水库北侧上游监测点	107.676729	30.221052	水质	水位	三级评价项目含水层水质监测点应不少于 3 个。原则上建设项目场地上游及下游影响区的地下水水质监测点各不得少于 1 个；地下水水位监测点数以不小于相应评价级别地下水水质监测点数的 2 倍。	在飞龙水库上游（DX1）、库区（DX2）、下游（DX3）各布置了 1 个水质监测点，共 3 个；共设置了 6 个水位监测点，不小于地下水水质监测点数的 2 倍。
DX2	飞龙水库库区内监测点	107.691840	30.207054	水质	水位		
DX3	飞龙水库东南侧下游监测点	107.698884	30.202192	水质	水位		
DX4	飞龙水库东北侧监测点	107.699678	30.211858	/	水位		
DX5	飞龙水库西侧监测点	107.670389	30.205721	/	水位		
DX6	飞龙水库西南侧监测点	107.682158	30.193405	/	水位		

(2) 监测项目

水位、浑浊度、pH、石油类、总硬度（以 CaCO_3 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚（以苯酚计）、阴离子表面活性剂、耗氧量（ COD_{Mn} 法，以 O_2 计）、氨氮（以 N 计）、硫化物、钠、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、砷、汞、铬（六价）、铅、氟化物、镉、总大肠菌群、菌落总数、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 。

(3) 监测时段与频率

监测时段：2024 年 9 月 18 日~9 月 20 日，；

监测频率：监测 1 天，采样一次。

监测方法：水质采样按《地下水环境监测技术规范》的有关要求确定。

(4) 评价方法

采用标准指数法对地表水质进行现状评价，计算公式如下：

一般因子： $S_{ij}=C_{ij}/C_{s,i}$

式中： S_{ij} ——标准指数；

C_{ij} ——评价因子 i 在 j 点的实测浓度值（mg/L）；

$C_{s,i}$ ——评价因子 i 的评价标准限值（mg/L）。

特殊水质因子：

pH 标准指数

$pH_j \leq 7.0$ 时， $S_{pH_j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd})$

$pH_j > 7.0$ 时， $S_{pH_j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0)$

式中： S_{pH_j} ——pH 值的标准指数；

pH_j ——pH 实测值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 的上限值。

(5) 监测结果

区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准，八大离子监测统计见表 3.4-7，地下水监测点水位见表 3.4-8，地下水环境质量监测结果统计见表 3.4-9。

表 3.4-7 地下水八大离子现状监测结果一览表 单位：mg/L

项目 采样点	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
DX1	22.1	137	17.1	5L	464	43.4	16	22.1
DX2	34.5	67.5	13.8	5L	351	5.55	18.4	34.5
DX3	13.2	52.8	7.26	5L	231	15.6	19	13.2

表 3.4-8 地下水水位监测结果

序号	监测时间	监测点位	水位（m）
1	2024.09.18	DX1	416.76
2	2024.09.19	DX2	371.12
3	2024.09.20	DX3	320.5
4	2024.09.20	DX4	444.72
5	2024.09.20	DX5	503.4
6	2024.09.20	DX6	499.1

表 3.4-9 地下水环境质量现状监测结果一览表

检测项目	单位	采样时间、样品编号及结果						III类指标
		2024.09.18		2024.09.19		2024.09.20		
		DX1		DX2		DX3		
		监测值	Sij	监测值	Sij	监测值	Sij	
pH	无量纲	8	0.67	7.8	0.53	8.1	0.73	6.5~8.5
浑浊度	NTU	2.3	0.77	2.2	0.73	1.8	0.60	3
石油类	mg/L	0.02	0.40	0.02	0.40	0.02	0.40	0.05
总硬度 （以CaCO ₃ 计）	mg/L	403	0.90	212	0.47	156	0.35	450
溶解性总固体	mg/L	489	0.49	322	0.32	226	0.23	1000
硝酸盐 （以 N 计）	mg/L	8.37	0.42	0.555	0.03	0.433	0.02	20
氟化物	mg/L	0.096	0.10	0.144	0.14	0.202	0.20	1
铁	mg/L	0.01L	/	0.01L	/	0.01L	/	0.3
锰	mg/L	0.01L	/	0.01L	/	0.01L	/	0.1
铜	mg/L	0.04L	/	0.04L	/	0.04L	/	1
锌	mg/L	0.009L	/	0.009L	/	0.009L	/	1
铝	mg/L	0.124	0.62	0.082	0.41	0.075	0.38	0.2
挥发性酚类（以苯酚计）	mg/L	0.0003L	/	0.0003L	/	0.0003L	/	0.002
阴离子表面活性剂	mg/L	0.050L	/	0.050L	/	0.050L	/	0.3
耗氧量 （COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）	mg/L	1.42	0.47	1.75	0.58	1.2	0.40	3
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.19	0.38	0.152	0.30	0.36	0.72	0.5
硫化物	mg/L	0.003L	/	0.003L	/	0.003L	/	0.02
亚硝酸盐 （以 N 计）	mg/L	0.003L	/	0.003L	/	0.003L	/	1

氰化物	mg/L	0.002L	/	0.002L	/	0.002L	/	0.05
汞	mg/L	4×10 ⁻⁵ L	/	4×10 ⁻⁵ L	/	4×10 ⁻⁵ L	/	0.001
砷	mg/L	3×10 ⁻⁴ L	/	3×10 ⁻⁴ L	/	3×10 ⁻⁴ L	/	0.01
铬（六价）	mg/L	0.004L	/	0.004L	/	0.004L	/	0.05
铅	mg/L	9×10 ⁻⁵ L	/	9×10 ⁻⁵ L	/	1.8×10 ⁻⁴	/	0.01
镉	mg/L	5×10 ⁻⁵ L	/	5×10 ⁻⁵ L	/	5×10 ⁻⁵ L	/	0.005
总大肠菌群	MPN/100mL	<2	0.67	<2	0.67	<2	0.67	3
菌落总数	CFU/mL	62	0.62	67	0.67	75	0.75	100
备注	结果低于检出限，检测结果以检出限加“L”标识。							

由表 3.4-8 和 3.4-9 可知，各监测点地下水监测水质因子均能够满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）地下水质量分类指标Ⅲ类指标，区域地下水环境质量现状良好。

3.4.3 环境空气质量现状

拟建工程大气环境影响评价等级为三级，仅需调查项目所在区域环境质量达标状况。根据《重庆市人民政府关于印发重庆市环境空气质量功能区划分规定的通知》（渝府发〔2016〕19 号），本项目涉及的区域为二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准。本评价引用重庆市生态环境局公布的《2024 重庆市生态环境状况公报》中丰都县环境空气质量现状数据，具有代表性和时效性。

区域空气质量现状评价见表 3.4-10。

表 3.4-10 2023 年丰都县空气环境质量现状

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	年平均标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	达标情况
PM ₁₀	年平均质量浓度	41	70	58.6	达标
PM _{2.5}		24.7	35	70.6	达标
SO ₂		12	60	20.0	达标
NO ₂		28	40	70.0	达标
CO (mg/m^3)	第 95 百分位数日均浓度	0.9	4	22.5	达标
O ₃	第 90 百分位数日最大 8h 平均浓度	124	160	77.5	达标

由上表可得，项目所在丰都县属于环境空气质量达标区。

3.4.4 声环境质量现状

为了解项目所在地声环境质量现状，本次评价委托监测单位对项目声环境质量现状进行监测，监测时间为 2024 年 9 月 18 日~19 日。

(1) 监测布点

声环境现状质量监测共设置 9 个监测点位，覆盖了评价范围，具有一定代表性。

表 3.4-11 飞龙水库声环境质量监测点位

监测编号	点位	执行标准
N1	飞龙水库最近居民点	《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1 类区
N2	飞龙水库管理用房处	
N3	飞龙水库淹没区东侧居民点	
N4	飞龙水库淹没区西侧居民点	
N5	干管施工区南侧双岔河村 1#居民点	
N6	左支管施工区北侧双岔河村 2#居民点	
N7	干管施工区东侧白鹤洞村居民点	
N8	右支管施工区东侧简家大湾居民点	
N9	干管施工区东侧石堰口居民点	

- (2) 监测因子：等效连续 A 声级；
- (3) 监测时间及频率
- 2024 年 9 月 18 日~9 月 19 日，连续监测 2 天，昼夜间各监测 1 次；
- (4) 评价方法：噪声现状评价采用与标准值比较评述法。
- (5) 监测结果
- 各监测点噪声监测结果见表 3.4-12。

表 3.4-12 各监测点声环境质量监测结果 单位：Leq (dB(A))

监测点位	标准值 dB(A)		监测结果 dB(A)		达标情况
			9 月 18 日	9 月 19 日	
N1	昼间	55	52	50	达标
	夜间	45	43	41	达标
N2	昼间	55	52	50	达标
	夜间	45	42	43	达标
N3	昼间	55	52	49	达标
	夜间	45	42	42	达标
N4	昼间	55	52	50	达标
	夜间	45	42	40	达标
N5	昼间	55	52	49	达标
	夜间	45	42	42	达标
N6	昼间	55	53	50	达标
	夜间	45	44	42	达标
N7	昼间	55	52	49	达标
	夜间	45	43	43	达标
N8	昼间	55	48	49	达标
	夜间	45	43	43	达标
N9	昼间	55	48	48	达标
	夜间	45	43	43	达标

由上表可知，各监测点的昼、夜间噪声值均满足《声环境质量标准》中的 1 类标准，

项目所在区域声环境质量现状良好。

3.4.5 土壤环境质量现状

(1) 监测布点及监测因子

为了解项目区域土壤环境质量现状本底值情况,本次通过委托监测单位补充监测 S1 和引用《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》现状监测报告(惠源(检)字【2024】第 HP01 号)中 G1、G2 监测数据进行评价,土壤环境监测点位布设情况及监测因子见表 3.4-13。

表 3.4-13 土壤环境布点情况表

监测点位		监测项目	采样方法和监测频率	监测时间	数据来源
S1	飞龙水库东侧旱地处	pH、含盐量、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、阳离子交换量、氧化还原电位、容重、饱和导水率、孔隙度	监测1次，表层样，采样深度0m~0.2m	2024年9月20日	本次现状监测
G1	飞龙水库闸坝位置	pH、含盐量、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍；四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯；硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,b]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	监测1次，表层样，采样深度0m~0.2m	2024年1月24日	引用
G2	飞龙水库闸坝位置库周附近农田	pH、含盐量、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	监测1次，表层样，采样深度0m~0.2m		

(2) 监测结果及现状评价

表 3.4-14 土壤环境现状监测及评价结果（G1 飞龙水库闸坝位置）

监测点位	监测项目	单位	监测结果	标准限值	S _{ij} 值
G1	pH 值	无量纲	7.52	/	/
	含盐量	g/kg	0.8	/	/
	砷	mg/kg	2.85	60	0.048
	镉	mg/kg	0.04	65	0.001
	六价铬	mg/kg	0.5L	5.7	/
	铜	mg/kg	25	18000	0.001
	镍	mg/kg	26	900	0.029
	铅	mg/kg	9.9	800	0.012
	汞	mg/kg	0.192	38	0.005
	氯甲烷	mg/kg	1.0×10 ⁻³ L	37	/
	氯乙烯	mg/kg	1.0×10 ⁻³ L	0.43	/
	1, 1-二氯乙烯	mg/kg	1.0×10 ⁻³ L	66	/
	二氯甲烷	mg/kg	1.5×10 ⁻³ L	616	/
	反-1, 2-二氯乙烯	mg/kg	1.4×10 ⁻³ L	54	/
	1, 1-二氯乙烷	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	9	/
	顺-1, 2-二氯乙烯	mg/kg	1.3×10 ⁻³ L	596	/
	氯仿	mg/kg	1.1×10 ⁻³ L	0.9	/
	1, 1, 1-三氯乙烷	mg/kg	1.3×10 ⁻³ L	840	/
	四氯化碳	mg/kg	1.3×10 ⁻³ L	2.8	/

监测点位	监测项目	单位	监测结果	标准限值	S _{ij} 值
	苯	mg/kg	1.9×10 ⁻³ L	4	/
	1, 2-二氯乙烷	mg/kg	1.3×10 ⁻³ L	5	/
	三氯乙烯	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	2.8	/
	1, 2-二氯丙烷	mg/kg	1.1×10 ⁻³ L	5	/
	甲苯	mg/kg	1.3×10 ⁻³ L	1200	/
	1, 1, 2-三氯乙烷	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	2.8	/
	四氯乙烯	mg/kg	1.4×10 ⁻³ L	53	/
	氯苯	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	270	/
	乙苯	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	28	/
	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	10	/
	间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	570	/
	邻二甲苯	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	640	/
	苯乙烯	mg/kg	1.1×10 ⁻³ L	1290	/
	1, 1, 2, 2-四氯乙烷	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	6.8	/
	1, 2, 3-三氯丙烷	mg/kg	1.2×10 ⁻³ L	0.5	/
	1, 4-二氯苯	mg/kg	1.5×10 ⁻³ L	20	/
	1, 2-二氯苯	mg/kg	1.5×10 ⁻³ L	560	/
	苯胺	mg/kg	0.04L	260	/
	2-氯苯酚	mg/kg	0.06L	2256	/
	硝基苯	mg/kg	0.09L	76	/
	萘	mg/kg	0.09L	70	/
	苯并[a]蒽	mg/kg	0.1L	1.5	/
	蒽	mg/kg	0.1L	1293	/
	苯并[b]荧蒽	mg/kg	0.2L	15	/
	苯并[k]荧蒽	mg/kg	0.1L	151	/
	苯并[a]芘	mg/kg	0.1L	15	/
	茚并[1, 2, 3-cd]芘	mg/kg	0.1L	15	/
	二苯并[a, h]蒽	mg/kg	0.1L	1.5	/

表 3.4-15 土壤理化性质一览表

监测项目	单位	监测结果
		S1
pH	无量纲	8.11
含盐量	g/kg	0.705
氧化还原电位	mv	437
饱和导水率	mm/min	1.10
孔隙度	%	32.4
容重	g/cm ³	1.43
阳离子交换量	cmol ⁺ /kg	13.6

表 3.4-16 土壤环境现状监测及评价结果

序号	检测	单位	监测结果		标准值		占标率		达标情况
			S1	G2	S1	G2	S1	G2	

	项目								
1	pH	无量纲	8.11	7.47	pH>7.5	6.5<pH≤7.5	无酸化或碱化	无酸化或碱化	/
2	砷	mg/kg	2.87	2.51	25	30	0.11	0.08	达标
3	锌	mg/kg	60	88	300	250	0.20	0.35	达标
4	镉	mg/kg	0.1	0.08	0.8	0.3	0.13	0.27	达标
5	铜	mg/kg	16	17	100	100	0.16	0.17	达标
6	铅	mg/kg	23	12	170	120	0.14	0.10	达标
7	汞	mg/kg	0.064	0.159	3.4	2.4	0.02	0.07	达标
8	镍	mg/kg	16	26	190	100	0.08	0.26	达标
9	铬	mg/kg	46	32	250	200	0.18	0.16	达标

由监测结果可知，项目范围内 G1 监测点各监测因子浓度均可满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)表 1 建设用地土壤污染风险筛选值；S1、G2 监测点均可满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中农用地土壤污染风险筛选值。

3.4.6 底泥环境质量现状

本次评价底泥环境质量现状引用《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》现状监测报告（惠源（检）字【2024】第 HP01 号）（见附件 6-1）中 S1 点的监测数据，监测点位位于飞龙水库闸坝位置，监测时间在有效期范围内，引用数据合理可行，具有一定的代表性。监测情况如下：

- （1）监测点位：1 个，飞龙水库闸坝位置
- （2）监测项目：pH、含盐量、砷、镉、铬、汞、铅、铜、镍、锌
- （3）监测时间：2024 年 1 月 24 日

底泥监测结果见下表 3.4-17。

表 3.4-17 底泥现状监测及评价结果

检测点位	pH值	含盐量	砷	镉	铬	铜	铅	汞	镍	锌
单位	无量纲	g/kg	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g	mg/k g
风险筛选 值	6.5<pH≤7.5		30	0.3	200	100	120	2.4	100	250
	pH>7.5		25	0.6	170	100	170	3.4	190	300

S1（飞龙水库闸坝）	7.35	0.7	2.14	0.04	14	11	6.6	0.18 2	11	40
S _{ij}	无酸化或碱化	未盐化	0.07	0.13	0.07	0.11	0.06	0.08	0.11	0.16
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

由上表可知，本项目底泥监测因子符合《土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表1中其他农用地土壤污染风险筛选值。

3.5 区域水资源状况

3.5.1 水资源量

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，区域水资源情况如下：

（1）地表水资源量

渠溪河流域集雨面积913km²，多年平均径流深为456.7mm，地表水资源总量为4.17亿 m³。

（2）地下水资源量

据渠溪河岩性及水文地质条件，地下水主要为碎屑岩孔隙、裂隙水及基岩裂隙水，地下水主要分布于北岸红层区条状低山丘陵碎屑岩层，长江北岸丘陵低山区（Ⅱ区）。这些地下水，基本为降水及地表径流补给，已计入地表水资源量范围，因此，在水资源总量上不再计入，但可通过引水工程利用。

（3）水资源总量

渠溪河系典型的山丘区，河床切割较深，河川基流量近似等于地下水资源量，又是地表和地下水资源量的重复量，因此，渠溪河水资源总量近似等于地表水资源量，即4.17亿 m³。

（4）水资源可利用量

渠溪河流域水资源可利用量为多年平均水资源总量减去多年平均河道内最小生态环境需水量和汛期难以控制利用的洪水量，由于渠溪河流域洪峰流量较大，因此经计算，流域水资源可利用量为1.8亿 m³，水资源可利用率约为40%。

3.5.2 水功能区划

根据《忠县水功能区划》（2015 年版）、《重庆市丰都县水功能区划报告》《重庆市涪陵区水功能区划修编报告》（2015 年版）等，渠溪河干流共划分 6 个一级功能区和 1 个二级水功能区。一级水功能区包括：1 个保护区、1 个开发利用区、2 个保留区和 2 个缓冲区。二级水功能区为渠溪河保合乡饮用水源区。

渠溪河主要支流飞龙河、双龙河等共划分 3 个一级功能区和 1 个二级水功能区。一级水功能区包括：1 个开发利用区、1 个保护区、1 个保留区。二级水功能区为饮用水源区。飞龙水库所在一级水功能区为飞龙河下游开发利用区，二级水功能区为飞龙河下游工业用水区。详见下表 3.5-1 和表 3.5-2。

表3.5-1 渠溪河干支流一级水功能区划统计表

序号	一级水功能区名称	河流	区县	范围		长度 (km)	水质目标	区划依据
				起点	止点			
1	渠溪河两河源头保护区	渠溪河	忠县	源头	两河场	23.2	III	两河水文站
2	渠溪河关金保留区	渠溪河	忠县	两河场	大河坝	12.6	III	开发利用程度不高
3	渠溪河忠县丰都缓冲区	渠溪河	丰都县	大河坝	三虎滩	3	III	忠县与丰都县的交界河段
4	渠溪河保合乡开发利用区	渠溪河	丰都县	三虎滩	曾家河口	42.6	按二级区划执行	开发利用程度较高
5	渠溪河丰都涪陵缓冲区	渠溪河	丰都县	曾家河口	麻柳嘴人渡	4	III	涪陵与丰都县的交界河段
6	渠溪河涪陵保留区	渠溪河	涪陵区	中丰场	观音庙	20	III	开发利用程度不高
7	飞龙河下游开发利用区	飞龙河	丰都县	丁山水库坝址	河口	14.8	按二级区划执行	开发利用程度较高
8	双龙河源头饮用水源保护区	双龙河	丰都县	青天寨	田家河	6	II	开发利用程度低
9	双龙河下游保留区	双龙河	丰都县	田家河	河口	4.5	III	开发利用程度不高

表3.5-2 渠溪河干流二级水功能区划统计表

序号	二级水功能区名称	河流	河段	范围		长度 (km)	水质目标	区划依据
				起点	止点			
1	渠溪河保合乡饮用水源区	渠溪河	丰都县	三虎滩	曾家河口	42.6	III	有保合镇、三元镇场镇及周边村社生活水源取水口

2	飞龙河下游工业用水区	飞龙河	丰都县	丁山水库坝址	河口	14.8	III	工业用水、电站用水，水资源开发利用程度较高

3.5.3 水资源开发利用现状

渠溪河流域内有流域内现状已建范家沟水库等 3 座小（1）型水库，倒灌水库、东风水库、桂花水库等 26 座小（2）型水库，总库容合计 1988 万 m^3 ；除此外，区域内山坪塘、蓄水池等小型蓄水工程 4789 处，蓄水工程多年平均供水量 2627 万 m^3 。

现有引水工程 29 处，提水工程 20 处，多年平均供水量 136 万 m^3 。已建和在建防洪护岸工程总长 24.105km。在建有中型水库龙兴坝水库（中型水库）、陈家沟水库（小（2）型水库）、竹田湾水库（小（2）型水库），其中龙兴坝水库为流域骨干水源工程，工程是以农业灌溉为主，兼有场镇、农村人畜饮水等综合利用的水利工程。

3.5.4 水资源利用结构

基准年渠溪河流域总耗水量 2776 万 m^3 ，总供水量 2776 万 m^3 ，总耗水量 2776 万 m^3 ，其中忠县段耗水量为 1010 万 m^3 ，丰都段耗水量为 1629 万 m^3 ，涪陵段耗水量为 137 万 m^3 。

3.5.5 水资源利用效率分析

（1）用水水平及效率

渠溪河流域忠县境内、丰都县境内、涪陵区境内现状万元 GDP 用水量 16.7 m^3 /万元、35.6 m^3 /万元、20.2 m^3 /万元。

流域现状忠县、丰都县、涪陵区城镇居民人均生活用水量 121.6L/人·d、162.8L/人·d、159.9L/人·d；流域现状忠县、丰都县、涪陵区农村居民生活用水定额 96.2L/人·d、92.6L/人·d、93.8L/人·d。

基准年忠县、丰都县、涪陵区农业综合灌溉用水定额分别为 270.7 m^3 /亩、367.2 m^3 /亩、289.9 m^3 /亩，丰都段低于农业综合灌溉用水定额 316.4 m^3 /亩，重庆市平均流域现状灌溉水有效利用系数忠县为 0.5130，丰都县为 0.4735，涪陵区为 0.4991，丰都县与涪陵区均低于重庆市平均水平 0.5070；流域内现状供水管网漏损率约 15%~20%，节水潜力较大。

（2）水资源开发利用率

渠溪河流域多年平均地表水资源量为 4.17 亿 m^3 。流域内现状用水量 0.28 亿 m^3 ，现状水资源开发利用率为 6.1%。

3.6 河道开发治理现状

经调查本项目所在飞龙河目前无已建、在建的防洪护岸、河道治理工程。

3.7 区域污染源调查

本次评价污染源调查范围主要包括淹没区、集雨范围和坝下河段，并对退水区涉及的河段的主要污染源现状进行简要介绍，为退水区环境影响分析提供依据。

3.7.1 工业污染源调查

3.7.1.1 淹没区内生产企业

飞龙水库建成后将淹没影响工业企业共计 5 个（1 个加工厂和 4 座小型水电站），其中完全淹没 3 个，分别为：木洞一级电站、木洞二级电站、永峰塑料加工厂；影响 2 个分别为飞龙水库下游的飞龙三级电站和雪神滩电站。

2023 年 7 月~2024 年 1 月，飞龙水库工程项目业主丰都县水利工程服务中心（甲方）分别与 5 家企业法人（乙方）签订“处理方式意向协议书”，甲乙双方就丰都县飞龙水库工程建设有关事宜进行了协商，达成初步意向。

其中永峰塑料加工厂、木洞一级电站、木洞二级电站，采取资产评估核算后一次性补偿后拆除。飞龙三级电站和雪神滩电站，采取剩余寿命周期内损失电量的费用一次性补偿。

3.7.1.2 集雨范围内生产企业

根据现场调查飞龙水库集雨范围内仅有一家工业企业为永峰塑料加工厂，位于飞龙水库淹没区内，采取资产评估核算后一次性补偿后拆除。

同时根据《丰都县飞龙河“一河一策”方案》，飞龙水库集雨范围内无水产养殖，共有流域范围内 7 家养殖场，共养殖牛 137 头，鸡 1000 只。参考《关于减免家禽业排污费等有关问题的通知》（环发〔2004〕43 号）中，给出的禽粪便排泄系数表和禽畜粪便中的污染物平均含量，得到 COD 排放量共计 35.13t/a， $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量共计 3.57t/a。养殖场的粪便、尿液和冲洗废水如果未经处理直接排放，可能对库区的水质造成影响。

根据《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》（丰环发〔2020〕5 号），确定将饮

用水水源保护区饮用水水源地一级、二级保护区划入禁养区，执行 III 类水域功能的河流，包括飞龙河，河流水面及其 200 米陆域范围划入限养区。畜禽养殖禁养区内禁止新建、改建、扩建畜禽养殖场（小区）和养殖专业户。限养区实行畜禽养殖存栏总量控制，畜禽养殖存栏总量超过畜禽养殖存栏控制总量的，不得新建、扩建畜禽养殖场，有关养殖经营活动必须遵守国家有关畜禽养殖场环境管理规定和畜禽废渣综合利用规定。因地制宜采取各种措施，开发畜禽养殖污水处理和畜禽粪便资源化技术，大力推进养殖业和种植业紧密结合的都市农业生态工程建设，积极引导相关产业的发展，避免畜禽粪污直接或间接排入饮用水水源地。

根据《丰都县飞龙河“一河一策”方案》，对现有尚未实施治理的畜禽养殖场按年度计划实施污染治理设施建设工程。

（1）种养结合•工业化治污模式”。对肉牛养殖场实施粪污治理。选择“肉牛粪便的罐式发酵技术”方案（即“雨污分流+粪污罐式发酵+有机肥生产”），对肉牛养殖场粪污进行治理生产有机肥，基本达到养殖废水零排放。

（2）“种养结合•耕地充足标准模式”。对环境容量充裕、养殖场周边土地充足的传统养殖模式实施污染综合整治。包括实施 6 个工程子项，即：“雨污分流+固液分离+有机肥生产+废水沼气化处理+沼气利用+沼液（或粪污）贮存及管网化生态还田”。工程重点是完善雨污分流、沼液贮存及管网化生态还田措施。治理后的养殖废水达到“耕地充足标准”（即 COD 出水浓度 800-2000mg/L）作液体肥料生态还田利用。

（3）“种养结合•养殖排放标准模式”。对环境容量超过环境承载力和已接近临界值、养殖场周边无消纳土地的传统养殖模式实施污染综合整治。包括实施 8 个工程子项，即：“雨污分流+固液分离+有机肥生产+废水沼气化处理+废水深度处理+生物氧化塘+沼气利用+沼液（或粪污）贮存及管网化生态还田”。治理后的养殖废水达到“养殖排放标准”（即 COD 出水浓度 $\leq 400\text{mg/L}$ ）生态还田利用。

（4）采用“共建、共享、共管”的模式，建设污染防治设施，或者依托现有规模化养殖场治污设施，实现养殖废弃物的统一收集、集中处理。

通过采取以上措施后，可有效降低集雨范围内养殖场对库区水质的影响。

3.7.1.3 坝下减水河段生产企业

经调查，坝下减水河段沿线为农村，目前未发现工矿企业分布。

水影响区域

城市供水范围为名山组团，集镇供水范围为董家镇，灌区农村人畜供水范围涉及董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇。灌区范围涉及董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇等 4 个乡镇所属 23 个村（居委）的全部或部分耕地。

灌溉用水通过各级渠道进入灌区，通过植物吸收、蒸发，最终回归天然河道渠溪河。

董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇用水户废污水排入市政污水管网系统后，分别进入董家镇污水处理厂、三元镇污水处理厂、双龙场乡污水处理厂和青龙乡污水处理厂，处理达标后分别排入渠溪河及其支流。详见下表 3.7-2。

表 3.7-2 退水区主要污水排放口统计表

序号	名称	位置	纳污水体	设计处理量 (m ³ /d)	实际处理量 (m ³ /d)	废水执行标准
1	三元镇污水处理厂	丰都县三元镇	渠溪河	1000	400	(GB18918-2002) 一级 B 标准
2	董家镇污水处理厂	丰都县三元镇	飞龙河 (渠溪河支流)	1000	300	(GB18918-2002) 一级 B 标准
3	双龙场乡污水处理厂	丰都县双龙镇	双龙河 (渠溪河支流)	600	150	(GB18918-2002) 一级 B 标准
4	青龙乡污水处理厂	丰都县青龙乡	双龙河 (渠溪河支流)	500	100	(GB18918-2002) 一级 B 标准
小计				3100	950	/



图 3.7-2 退水区主要污水排放口

3.7.2 农业、农村面源污染调查

农村生活污染源、农田污染源和畜禽养殖现状污染源调查取值依据如下：

农村生活污染源：根据《重庆市丰都县飞龙水库可行性研究报告》，飞龙水库农村供水范围董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇，有农村人口 1.26 万人，农村人均生活用水净定额为 60L/（人·天），污水中 COD、氨氮、总氮、总磷分别按 300mg/L、30mg/L、50mg/L、5mg/L 计，入河系数取 0.1，全部排入渠溪河流域。

畜禽养殖污染源：根据《重庆市丰都县飞龙水库可行性研究报告》，飞龙水库农村供水范围共有大牲畜 1.43 万头，小牲畜 4.29 万头，大牲畜用水定额为 30L/（头·天），小牲畜用水定额为 5L/（头·天），污水中 COD、氨氮分别按 600mg/L、60mg/L 计，入河系数取 0.1，全部排入渠溪河流域。

农田污染源：根据《重庆市丰都县飞龙水库可行性研究报告》，飞龙水库的涉及灌溉面积为 2.65 万亩，灌溉供水量为 678 万 m³。根据《农业污染源产排污系数手册》，重庆市农作播种过程排放（流失）系数，氨氮、总氮和总磷的排污系数分别为 0.453kg/公顷·a、3.599kg/公顷·a 和 0.398kg/公顷·a，农田退水系数取 0.25，全部排入渠溪河流域。

根据调查，飞龙水库建设前现状农业、农村面源污染情况见下表 3.7-3。

表 3.7-3 飞龙水库建设前现状农业、农村面源污染情况统计表

序号	污染源名称	计算基数	污水量 (t/a)	COD (t/a)	NH ₃ -N (t/a)	TN (t/a)	TP (t/a)
1	农村生活污染源	1.26 万人	275940	8.28	0.83	1.38	0.14
2	畜禽养殖污染源	大牲畜 1.43 万头，小牲畜 4.29 万头	234877.5	14.09	1.41	/	/
3	农田污染源	2.65 万亩 (1766.67 公顷)	169.5	/	0.80	6.36	0.70
4	合计		510987	22.37	3.04	7.74	0.84

4 生态环境影响预测与评价

4.1 局地气候影响分析

一般来说，水利工程对局地气候的影响主要取决于拦水坝水库面积的改变、地形地貌和所属气候区等。由于下垫面的变化及水体的蓄积，飞龙水库工程将可能导致对库周温度、降水、湿度和风等气候因子的影响。

大坝建成蓄水运行后，使淹没区原起伏不平的山谷变为平滑的水面，对库区及灌面的局部气候有一定的影响，但影响范围和程度都不大。

水库库区形成许多库湾，将生长多种水生植物和动物，成为人工湿地，可改善当地的环境气候条件。水库水体的影响，可使周围陆地性气候得以改善：无霜期延长、温差缩小、降低最高气温、增加湿度。库区局部气候的变化，有利于粮食作物、喜温经济作物及森林植被的生长和安全越冬，也给库区居民提供冬暖夏凉的生活环境。

4.2 水生生态影响评价

4.2.1 对水生植物的影响预测分析

施工期间，水库坝址、库岸边坡开挖等工程作业会翻动河床底质，会破坏沉水植物原来的生长基质，使施工水域水质变差，透明度下降，对水生维管束植物特别是沉水植物具有破坏作用。但施工区域河段的河漫滩上，水生维管束植物特别沉水植物在河段季节性变动大，而挺水植物并不能全年生长，这类植物的生长与分布早已受到限制。因此，工程建设对水生植物影响有限。且这些水生植物种类为评价区域广泛分布种类，工程施工不会导致这些物种的消亡。施工结束后，工程以外区域，只要条件合适，水生植物能迅速在这些区域重新分布。

运行期间，水库建成后，工程所在河段将由静水与流水的生境变成库区生境，库区水面变宽，流速变缓，水深增加，河流的水动力学形态总体上将发生较大变化。虽然水库的蓄水将短时间内淹没正常蓄水位以下的水生植被，但是随着一段时期后新的生态平衡的重新建立，水域面积的扩大，将增加水生植物的生境面积，水体透明度的提升，将改善生境的质量，对水生植物也有正面影响。坝下河段水位下降，下游河段水生植物生

物量相应减少，在下游河段水位稳定后，在新的浅水河滩会形成新的水生植物群落。

4.2.2 对浮游生物的影响预测分析

施工期间，水库的建设坝址段河流水文将会发生一定的变化，但持续时间较短，影响范围河段较小，因此不会对流域内的浮游植物形成威胁。而且，随着施工期涉水作业工程的结束，相应的水文情势趋于稳定或恢复，其对下游水体浮游植物的不利影响将会随着施工完成逐渐得到消除。

运行期间，库区水面面积增加，水深加深，流速减缓，流速减缓表现为从库尾断面至飞龙水库坝址河段逐渐减小，库中和坝前流速明显减缓，泥沙沉积，水体含沙量减少，透明度增大，将有利于浮游生物的生长和繁殖。一些喜流水性的种类将会减少，静水性种类将会增加，特别是蓝藻门和绿藻门种类及生物量可能会有所增加，库区浮游动物种类、生物量会有明显增加。库边土地及植物被淹没后，植物腐败、氧化分解所释放的营养物质及降水对地表的冲刷所携带的有机物进入库中。再加上大坝的拦蓄作用，使外源性营养汇集于库内，在一定年限内，堰坝库区处水体的营养物质将会有所增加。目前飞龙河流域水质较好，成库后飞龙水库发生富营养化的可能性较低。受工程运行影响，坝下水量减少，水域面积相应减少，将造成坝下河段浮游生物总体现存量减少，浮游植物、浮游动物的种类、密度和生物量有所下降，但减少程度有限。总体而言，飞龙水库蓄水后，坝上河段浮游生物密度和生物量上升，坝下河段浮游生物密度和生物量下降。

4.2.3 对底栖动物的影响预测分析

施工期间，由于施工开挖、导流等作用，施工区、导流出口区的底栖动物受到一定影响，整体来说施工区河段的底栖动物种类数、平均密度和平均生物量都减少。因沿线水生底栖动物在附近其它地区相似的环境中亦有分布，并非是本地区的特有种，从物种保护的角度看，工程的建设不会导致这些物种的消亡。施工期影响是局部的、暂时的，工程施工结束后，施工区域水体的底质物理条件逐步恢复，故从长期来看，本项目施工不会对该水域的底栖生物造成较大影响。

运行期间，水库建成蓄水后，库区河段水位抬升，流速变缓，泥沙沉积加剧，坝前和库中区域表现为湖泊特征。在坝前和库中水域，原有的喜流水性水生昆虫种类如蜉蝣目将消失，适应深水的寡毛类将成为优势种群。库支流河口等较浅的地方，底栖生物量

会比较丰富，同时，坝前和库中适应于缓流水和静水的软体动物、水蚯蚓和摇蚊幼虫的种类和生物量将增加。水库运行造成坝下河段减水，对底栖动物将造成一定影响。水库运行后，尽管坝下河段流量下降幅度较大，但下泄生态流量及沿程支流的汇入将使河道水体保持一定流速，预计坝下河段底栖动物种类结构较运行前不会发生明显改变。

4.2.4 对鱼类的影响预测分析

4.2.4.1 施工期对鱼类的影响

项目对鱼类的影响主要体现在阻隔连通性、影响“三场”等。

(1) 河流连通性的影响

① 上行阻隔

评价区分布的部分鱼类需要在流水环境中产卵，大多数鱼类没有长距离洄游习性，这些鱼类的性成熟个体部分可能需要上溯到坝上江段产卵。在本次调查中发现，评价河段下游较上游鱼类的种类和数量更多，上游主要为小型鱼类，经济价值不大，且调查在拟建坝址上游未发现鱼类产卵场。

根据现场调查，飞龙河河段存在较多的天然和人为的阻隔，包括天然跌水，以及人工修筑的水坝，这些自然和人工构筑物的存在一定程度阻隔了鱼类的上溯洄游。

因此，本工程对河道内鱼类的上行阻隔效应是可以接受的。

② 下行阻隔

下行阻隔对象有两种，第一，部分完成繁殖的亲鱼需要返回下游水域中生长、栖息；第二，中华倒刺鲃、鲢等种类需要激流浅滩产黏性卵并孵化，其幼鱼需下移索饵和生长。拟建项目实施后，这些卵苗的下行通道将被阻隔。一些卵、苗随水流通过水轮机或泄洪道时可能遭受机械损伤而造成损失。但评价河段内鱼类大多产沉粘性卵，没有长距离洄游习性，这些种类经过长期自然选择，已经适应该地区独特流水环境。这些种类通常在急流的砾石底浅滩上产沉粘性卵。仔鱼孵出后则在产卵场附近进行索饵，受水流影响向下漂流，漂流的距离不长，由于不同种类的繁殖对环境条件要求不同，它们的产卵场比较分散，只要还存在其繁殖、索饵的生态环境条件，就能维持一定的种群。对于其他在流水或静水中产粘、沉性卵的大部分鱼类，大坝的阻隔作用主要表现在生境的片段化，如果栖息地保护及其他措施补救得力，鱼类种群数量够大，阻隔的影响可能并不显著。

（2）成库影响

飞龙水库库区形成后，水体的水文条件发生较大的变化，改变鱼类的栖息环境。不同的鱼类栖息环境不同，因此，大坝建成蓄水后，库区的鱼类组成会发生明显的变化。由于流速减缓，泥沙沉积，饵料增多，喜缓流水或静水生活的鱼类会增多，而喜急流水生活的鱼类会减少。此外，由于库水较深，水库中喜表层或中层生活的鱼类会增多，而底层鱼类会相对减少。

（3）减水河段的影响

飞龙水库建成后，水库坝下将形成约 4.4km 长的减水河段，水流量的降低会导致该河段生境发生较大变化，原先的河岸逐渐陆生化，从而导致鱼类食物资源的短缺，较大型鱼类也会相应发生转移，从而影响到鱼类的生存与生产力。因此要在施工期和运行期保证适当的下泄生态流量，降低减水段对该区域的鱼类的影响。

飞龙水库下游减水河段约 4.4km 飞龙河汇入渠溪河汇口处有 1 处产卵场，为双叉子产卵场，属于产粘草基质卵鱼类产卵场，因此需特别重视下泄生态流量的放流，满足水生生态环境和水质的保护需要。

（4）鱼类区系组成的变化

飞龙水库实施后，将产生一段较长的减水河段，通过对影响水域鱼类生态习性的分析，有一部分鱼类适宜流速大于 0.2m/s~3m/s 的湍急流水。从形态学角度分析，这些鱼类多具有适应当地急流型水生生境的形态构造特点，多数鱼类体呈纺锤形，善于游泳或有吸盘吸附器官，适应底栖或中下层流水生活。水库建成后，库区生态环境发生明显变化，这些长期栖息于流水环境的鱼类将失去栖息的生态环境，而被迫迁移到具有流水环境的河段。而适宜静水生活和适应性强的鱼类将在库区得以保留，库区的鱼类区系组成将更趋简单。

（5）鱼类种群变化

水库建成后，河段的水体流态、流速、深度、面积、水的理化特性、河床底质等均将发生不同程度的变化。在库区范围内生活的流水性鱼类将失去赖以生存的河道环境，而在库尾或以上河段寻找适宜的生存空间。尽管这些鱼类还有一定的种群，但由于生境的变化和生存空间的压缩，其种群和数量都将比水库修建前大为减少。而一些适应静水

和缓流水生活的鱼类种群将在库区增多，种群将得到不同程度的发展，在库区形成优势种群。

一些小型鱼类会因其它一些鱼类生存空间的减少而占据这些生存环境，加之它们的适应能力强，因而种群也会扩大。

（6）鱼类资源变化

水库形成后，喜急流险滩生活鱼类和产漂流性卵的鱼类在渔获物中将大为减少甚至消失，或仅存于库尾的环境中。而一些适应于静水、微流水环境生活的鱼类在渔获物中的比重将增大。

综合以上分析，飞龙水库建设后，河流流水生境、水文情势将发生一定程度的改变，从而对鱼类群落结构产生影响：喜流水型的鱼类、流水中产卵的鱼类、产漂流性卵的鱼类，由于流水生境改变，栖息、产卵、孵化生境将受到限制；由于水文情势改变，洪水过程对鱼类产卵刺激作用减弱，其种群及资源量将减少。因此，受规划对水文情势的影响，鱼类资源组成将发生变化，喜激流、产漂流性卵的种类减少，而喜静水、产粘性卵的定居型鱼类种群将逐渐增多。

（7）对鱼类重要生境的影响

鱼类重要生境包括产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的形成是鱼类对自然环境长期适应而形成的完成其生活史的特定的生活区域，其对鱼类的繁衍具有极为重要的作用。飞龙水库的建设在改变河道形态和水体流态等的同时也给鱼类的重要生境带来了一定的影响。

据调查，飞龙河施工河段无规模化鱼类产卵场、索饵场及越冬场分布，在木洞二级电站库区有小型越冬生境，此处库区沿岸有坡岸变形体治理，由于评价河段中成鱼活动能力较强，且施工期避开鱼类越冬时期施工，飞龙水库建成后水面扩大，水深增加，越冬生境扩大，因此对鱼类越冬活动影响较小。评价范围内木洞二级电站坝下至飞龙洞瀑布、雪神滩电站至渠溪河为鱼类洄游生境，施工期避开洄游时期施工，大坝的施工可能会导致坝址下游至飞龙洞瀑布之间的 450m 河段的鱼类洄游受到影响，但飞龙水库成库后，将淹没木洞一级电站、木洞二级电站，提高了从木洞一级电站至坝址处河道连通性，鱼类可在飞龙一级电站至坝址之间进行洄游。因存在天然落差，飞龙水库建设与否，鱼

类均不能洄游至飞龙洞瀑布以上的水域，雪神滩电站以下河段与渠溪河相通，可实现与渠溪河之间的洄游。此外，飞龙河下游近渠溪河汇口处有双叉子产卵场，为小规模产粘性卵鱼类产卵场，由于该流域鱼类以常见种类为主，具有广适性、繁殖能力较强等特点，项目施工期产生的悬浮物，由于坝址下游有 600m 处有飞龙三级站，下游 3.4km 有雪神滩电站，两个电站的阻隔作用，使悬浮物沉淀，大大减缓了下行速度，预计悬浮物向下扩散的最大距离至雪神滩电站，即下游 3.4km 处，对双叉子产卵场产生直接影响较小。输水工程施工期对龙兴坝水库库区鱼类越冬场无直接影响。

4.2.4.2 运行期对鱼类的影响

飞龙水库建成蓄水后，将阻隔库区与坝下至飞龙三级电站河段鱼类等水生生物交流，库区河段将形成缓流或静水生境，库区坝前及库中水位抬高，水深增加，水面增大，水流变缓，水文情势变化幅度较大。适应库区大水面的浮游植物和浮游动物作为鱼类饵料得以迅速发展，适应缓流水生境的底栖动物等种群数量将会明显增加，因此，适静水或缓流性鱼类会增多。据调查，评价河段无长距离洄游性鱼类，以产粘沉性卵的小型鱼类为主，完成整个生活史不需要很长的河流区间，因此，大坝阻隔影响不会影响原分布于该区域的鱼类完成生活史。

飞龙水库建成后，坝下减水河段水量减少，流速减缓，水位降低，河道变窄，鱼类有效栖息空间减少，对鱼类资源将带来不利影响。根据环评预测结果，飞龙水库建设后库区水温自上而下降低，11 月至次年 2 月基本不分层，3 月~10 月有明显分层，工程生态流量下泄水采取放空构筑物预埋钢管放水，下泄水温明显低于天然河道水温。低温水下泄可能对下游鱼类繁殖造成不利影响，鱼类产卵时期一般为 3-6 月份，一般当水库下泄低温水到下游时，将影响鱼类产卵时间及其后续生命过程。水库的建设运行导致的坝下水量减少和水文情势对坝下鱼类有一定的影响，但仍可维持少量规模鱼类生存。

飞龙水库工程建成蓄水后，河道水流态将发生变化，堰坝处拦水形成库区，水位将提高，水体面积也相应扩大。坝下河段受泄水的影响，其种类组成不会受太大影响。双叉子产卵场受飞龙河和渠溪河来水影响，从现场河口地势位置上看，渠溪河河道更宽，来水量更大。飞龙水库坝址河道天然情况下多年平均流量为 $1.840\text{m}^3/\text{s}$ ，而渠溪河在丰都入境口多年平均流量 $3.02\text{m}^3/\text{s}$ ，流量明显大于飞龙河。只要控制好下方生态流量，双叉

子产卵场基本不会受飞龙水库下泄生态流量的影响而出现产卵场功能衰退。木洞二级电站库区处鱼类越冬适宜生境位于飞龙水库淹没区，彼时飞龙水库库区水域面积更广，水体更深，将会形成更为良好的鱼类越冬环境，适宜缓流水及库区环境的鱼类数量会增多。评价范围内木洞二级电站坝下至飞龙洞瀑布、雪神滩电站至渠溪河为鱼类洄游生境，飞龙水库成库后，将淹没木洞一级电站、木洞二级电站，提高了从木洞一级电站至坝址处河道连通性，鱼类可在飞龙一级电站至坝址之间进行洄游，但坝址下游至飞龙洞瀑布之间的 450m 河段，鱼类洄游将受大坝阻隔。减水河段受飞龙洞瀑布的影响，飞龙水库建设与否，鱼类均不能洄游至飞龙洞瀑布以上的水域，但成库后流量变小，对减水河段鱼类洄游行为有一定影响。总体上，飞龙水库工程对鱼类洄游影响较小。

对龙兴坝水库的影响主要为输水后库区水量有所增加，水生生物生存及活动生境扩大，鱼类活动范围将扩大，因此本工程对其越冬活动几乎无不利影响。

因此工程运行期对鱼类资源和鱼类重要生境影响较小。

4.2.4.3 对保护鱼类的影响

根据《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价》（重庆市水产科学研究所，2025 年 6 月），采用 eDNA 技术，在飞龙河未调查到重点保护鱼类，在渠溪河调查到国家二级保护鱼类岩原鲤，市级保护鱼类方氏鲮，但未调查到岩原鲤、方氏鲮产卵生境。近年在长江干流增殖放流的岩原鲤数量较多，而方氏鲮主要分布在长江、嘉陵江及其支流。渠溪河下游与长江相通，调查区域内的岩原鲤和方氏鲮很可能是涨水期间从长江洄游至渠溪河支流。工程位于飞龙河汇入渠溪河的入口上游约 4.4km，施工所产生的噪声、悬浮物对其影响较小，因此基本不会对分布于渠溪河的岩原鲤、方氏鲮产生影响。

4.2.5 对生物多样性的影响分析

飞龙水库的开发将局部改变原有的土地格局，工程区内一般会出现原有的陆生生态系统面积减少、水域生态系统面积增加的现象，但这种土地格局的变化是局部的，面积较小。区域整体的生态系统类型、结构、特征等均未发生变化，局部的生产力减少不会影响自然体系恢复稳定性，评价区域内自然体系可以承受，因此对生态系统的影响很小。

评价范围内分布的动植物以当地常见物种为主，工程建设会对影响区内的野生动植

物产生短暂性的影响，待工程完工后通过对临时占地实施生态恢复等措施，开发建设中的影响也会逐渐消失；水库的形成对原有的自然水系造成了一定改变，导致局部河段出现库区、减水河段，通过下泄足够的生态流量，其对生态环境的影响可控制在最小，造成的植被损失量有限，不会造成野生动物种群、数量明显减少。故项目的实施对陆生动物的多样性影响较小。本项目征用地范围内以河岸湿地植物为主，林地主要是柏木、枫杨等常见的乡土树种，而且工程完工后，其周边还将栽植美化环境的绿化树种，使在工程中被破坏的植被得以恢复，因此，项目的实施对陆生植物的多样性造成影响较小。

对陆生动物的不利影响主要有：觅食地的转移；部分栖息地的丧失；活动范围受到一定限制。这种间接影响对陆生动物的影响是潜在和长期的。项目建设的施工活动会造成陆生动物自然避让迁徙，另寻栖息地带。

水库实施后，由于水文情势的改变，适应水库区域缓流或静水环境生活的鱼类资源量将会出现并大幅增加。同时，水库形成的静水环境会导致浮游植物中的蓝藻和绿藻种类和数量会有一定程度的增加，昆虫的数量将会大大降低，而轮虫、桡足类、枝角类以及适应于静水和缺氧的双翅目昆虫数量有所增加。因此，项目的实施对水生生物的多样性造成影响在可接受范围。

综上所述，本项目的实施不会对项目所在区域的生物多样性造成显著影响。

4.2.6 对生态系统的完整性、稳定性影响分析

评价范围生态系统属于自然景观生态系统，主要由森林生态系统、农业生态系统、河流生态系统相间组成，经过长时间的演变、进化，各生态之间互相联系，已形成一个完整的、稳定的流域生态系统。对区域自然体系生态完整性的影响主要是由水库淹没和工程占地引起，其次人类开发利用水资源也会对飞龙河下游潜水出入带的植被带来影响。

飞龙水库的实施，大坝和管理用房等永久工程、临时工程施工占地、淹没占地及临时占地都将会使这些地段上的植被及组成植被的植物全部消失，从而改变区域生态环境。

工程建设区占用的土地一般是价值较低的坡地。评价区内现有植被的生态效应较差，生态脆弱性一般。工程影响到的植被在该地区分布较广、面积较大，施工占地不会造成某种植被类型的消失，也不会使这些植被类型的空间分布格局发生大的改变。工程建设运行虽然会使区域涉及的植物的个体数量有轻微变化，但种群的年龄结构、空间分布格

局、种群更新等不会发生根本性变化，现有植物群落的物种组成及其比例也不会发生改变，生态系统的功能和其中的生态关系基本保持不变。

水库对河流生态系统的影响主要为阻隔影响。工程拦水坝的建设会形成阻隔，影响到河流上下游的连通性，导致洄游性鱼类的洄游受明显影响；大坝阻隔带来的水、陆交替变化也会改变河流的水生生态结构，库区内水生生物会增加，而减水河段水生生物会减少；同时大坝阻隔带来的水文情势变化，使部分河段水流减缓，部分喜急流的水生生物会减少，而喜静水的水生生物会增加。取水塔的建设，会进一步降低河流上下游的连通性，局部河段（尤其是减水段）洄游性鱼类会减少，但这些短距离洄游性鱼类会在库区内寻找到新的生存环境，同时河流内的浮游生物及其他水生生物也会在库区内繁衍壮大。综合考虑到评价范围内以当地常见物种为主，工程对河流生态系统会产生一定不利影响，但基本不会造成生物多样性不会明显减少，是在可接受范围内。

综上所述，项目施工及水库蓄水运行对本区域生态完整性造成的影响很小，将对评价区自然体系产生的影响，通过工程涉及区自然生态系统的自我调节，在工程运行一段时间后，工程影响区自然体系的性质和功能将得到恢复。

4.2.7 灌区退水对水生生态的影响

灌溉水通过渠道直接进入农田灌溉系统，消耗后产生的退水将携带一定量的污染物，主要为农田回归水中可能有农药、化肥中污染物质将对退水水域（渠溪河、双龙河、赖家河）水质产生一定影响，退水中含有的氮磷负荷将增加，进而灌区工程农田退水将使周边的河道浮游生物的组成会发生变化，蓝绿藻的比例会提高，而硅藻类的比例会降低。高浓度的营养负荷可能会引发水体蓝绿藻水华，水华爆发则会导致鱼虾死亡危及水生生物。项目灌区灌溉退水后，使得河流水量会较天然状况下有所增加，水生生物生境扩大，会对相应区域水生生物产生影响。

根据农田退水对水质影响范围分析结果可知，影响的范围主要是农田退水直接受纳的河道，在灌区化肥施用量不增加的情况下，对整个评价区域河段水生生物的整体种类、结构组成造成影响小，基本不会对间接受纳河道的水生生物产生影响，且整个灌溉区较分散、退水不集中、水量也有限，对退水区涉及河流水生生物种类组成影响较小。

4.3 陆生动物影响分析

本项目靠近丰都县董家镇，施工影响区域山体陡峭，坡度较大，人类干扰强度大，不是大型野生动物主要活动范围。

4.3.1 施工期对陆生动物的影响

本项目施工区对陆生动物的影响主要集中在以下方面：工程施工、土石方开挖及弃渣堆放等活动造成对陆生动物生境的占用和破坏；施工人员及施工机械设备噪声、震动等对动物的惊吓、驱赶、摄食及休息等日常活动造成影响；施工期该区域的陆生脊椎动物的种类和数量将出现暂时的波动。

（1）枢纽工程区

工程占地将导致动物生境丧失，缩小野生动物的栖息空间，限制部分陆生动物的活动区域、觅食范围等，从而对陆生动物的生存产生一定的影响。由于两栖类和爬行类迁徙能力较弱，对水源依赖性较强，工程占地对其的不利影响较鸟类和兽类明显。

①对两栖类的影响

本项目施工期，会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。施工期产生的施工废水和生活污水等若事故排放至河流中，对所在区域的两栖类栖息活动生境造成污染。

工程影响区内的陆栖型两栖动物主要为蛙科类，它们主要是在评价范围内离水源不远的农田及附近的坡草丛、树林中活动。

工程对其影响除了占用其部分生境外，还有施工活动等噪音会驱赶这些两栖类暂时离开栖息地。这种影响是短期和有限的，工程影响区内及其附近还存在大片相似生境。施工活动结束后，两栖类的生存环境将会逐步得到恢复。

②对爬行类的影响

工程区的爬行类为陆栖型以游蛇科种类最多，它们在河流及周边的林地中栖息活动，在修筑大坝、管理房期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，因此施工期间，它们将远离工程影响区，寻找适宜生境，由于枢纽工程区周围相似生境较多，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

本工程除了对爬行类生境有占用性的影响外，还对其生活环境造成改变。蛇类等爬

行动物主要栖息山林、阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鸟、鼠为食。一方面，施工所产生的废弃物对其生活环境造成一定的影响；另一方面，施工废水和生活污水事故排放对陆地和水体造成污染，也会破坏爬行类局部的生存环境，导致动物的暂时迁离。

爬行类中也有一些种类经济价值较高的动物，可能遭到施工人员的捕杀，这种影响可通过宣传教育等方式加以避免。

③对鸟类的影响

本项目施工期对鸟类的主要影响因素是：机械开挖、施工机械和交通工具等产生的噪声，施工产生的粉尘，施工人员的干扰，工程建设施工原材料、土石方、施工临时占地等占用部分鸟类栖息地。由于多数鸟类具有趋光性，在鸟类迁徙季节，如果夜间施工，将对鸟类迁徙产生不利影响。另外，施工机械噪声会使部分鸟类受到惊吓，导致其远离施工区，对其产生一定的不利影响。

枢纽工程评价区的鸟类包括游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀禽及鸣禽，以鸣禽最多，工程区的陆禽和猛禽较少，工程施工对其影响主要是噪声驱赶和水质变化对生境的影响。工程区的陆禽和攀禽主要在山林地和林缘村庄等处生活。施工期占地将缩减这些鸟类的生境与活动范围，施工噪声及废气的污染对其有驱赶作用。由于工程区附近植被类型一致，鸟类善飞翔，使得这些鸟类在施工期容易找到替代生境，工程对其直接影响不大。鸣禽多为森林活动的鸟类，行动能力较强，在工程区分布广泛，施工永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响，但由于枢纽工程占地面积相对于工程总占地面积较小，且周围相似生境较多，随着施工结束，临时占地区域进行植被恢复等措施的落实，占地及噪声对攀禽和鸣禽的影响也较小。

④对哺乳类的影响

施工期对兽类的影响主要体现在对动物栖息觅食地的破坏，包括对库区淹没和施工临时占地区森林植被的破坏和林木的砍伐，坝址、施工临时道路和管沟的开挖、弃渣场建设、各种施工人员以及施工机械的干扰等，使评价区及其周边环境发生改变，库区的淹没和占地造成栖息地面积减少，其个体数量可能会有一定程度地减少，一些动物会迁徙至附近干扰小的区域。

枢纽工程区的哺乳类以半地下生活型和地面生活型为主，地面生活型哺乳类种类最

常见为野猪，另外还有以鼠类为主的小型动物，它们主要分布在远离人类干扰，远离工程影响区的海拔相对较高的区域，枢纽工程区施工期间对它们的影响主要来自施工和机械噪声对它们的驱赶作用，一般动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些哺乳类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

（2）输水工程区

输水工程施工期对陆生动物的影响主要表现：土石方活动造成对野生脊椎动物生境的占用和破坏；施工人员及施工机械设备的噪声对动物取食、繁衍等造成影响；施工产生的废水、废气和固体废物等也将影响动物的生存，可能会使其在施工期迁移至环境适宜的生境；人为干扰的驱赶、非法捕猎将会导致该区域的动物的种类和数量短期内将出现减少的趋势。

①对两栖类的影响

在输水工程区内分布的两栖类主要为静水型和陆栖型，多分布于管线两侧农田、水域及周边陆域。

管线工程施工会占用部分两栖动物的生境，但由于管线工程属于临时占地，施工结束后立即对临时占地进行生态恢复，且管线两侧有较多的适宜生境，因此，占地对两栖类影响较小。

施工期间的机械噪声、人为活动噪声等都会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地，但由于附近可以找到相似生境，而且噪声在施工结束后就停止，影响不大。此外，需加强对施工人员的管理，避免对两栖类的直接伤害。

②对爬行类的影响

工程对爬行动物的影响主要是占地及开挖直接占用、破坏其生境，施工噪声驱赶以及施工过程中废气、废水、固体废物对其生境的破坏等；对林栖傍水型蛇类的影响主要是工程永久、临时占地占用部分生境以及施工废水对活动环境的污染等。

③对鸟类的影响

由于输水工程区的农田分布较多，人为干扰明显，区域内分布的鸟类多为喜与人类伴居的物种。游禽和涉禽多分布在河流附近，施工对其影响主要是废水及噪声的影响，

尤其是临近水域施工时，施工废水若不经处理直接进入水体可能会对游禽和涉禽的栖息活动环境造成一定的污染。此外，临近水域施工的噪声等也会对其进行驱赶，迫使其迁移至远离工程影响区。

攀禽及鸣禽多在工程区的灌丛、林缘及园地中活动，工程施工对其影响主要是占用部分生境及噪声驱赶的影响。但由于管线占地面积较小，噪声在施工结束后即停止，而且鸟类都有一定的适应性，周围相似的生境丰富，因此，占地和噪声对攀禽和鸣禽的影响较小。

④对哺乳类的影响

输水工程区内分布的哺乳类动物主要为岩洞栖息型和半地下生活型种类，如小家鼠、中华竹鼠等，尤其是分布数量较多的啮齿目鼠类。

中华竹鼠、小家鼠等常见物种与人类关系密切，喜欢在人类活动范围如村落、耕地活动，工程施工对兽类的影响主要是生境占用、噪声驱赶等。由于工程占地面积较小，周边适宜生境较多，噪声影响在施工结束后即停止，因此，占地和噪声驱赶对其影响较小。

总体上，输水工程主要为耕地等人为干扰较大区域。管道施工活动对动物的影响较大，但分布在管线两侧的陆生动物均为区域常见种类，基本能在管线区范围及附近区域寻觅到相似的替代生境；施工结束后，它们仍可以回到原来的领域。因此施工期对陆生动物的影响只是暂时的，施工结束影响即逐渐消失。

施工区未发现野生动物特有的繁殖地、越冬地、觅食地或栖息地，受施工扰动影响，陆生动物暂时向施工区外围区域寻觅新的替代生境，而在施工期结束后，随着各种恢复和保护措施的落实，临时征地范围的植被得到恢复，野生动物的隐蔽、觅食、繁殖等活动范围可得到一定的改善，施工结束后仍可回到原来的区域。因此施工期对鸟类、爬行类的影响相对较小，对陆生脊椎动物的影响只是暂时的，施工结束后将逐渐消失。

4.3.2 运行期对陆生动物的影响

水库蓄水将淹没原库区内部分生境，涉及生境类型多样，原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响，多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响，因此，一般不会危

及野生动物的生存。由于相似的生境在评价区内较多，它们会向周围相似生境顺利转移，因此水库蓄水淹没对陆生野生动物栖息和觅食影响较小。

水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为静水型两栖动物提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物的栖息和觅食有利。此外对游禽、涉禽等类型的鸟类，有一定的招引作用。爬行类和小型哺乳动物，受水库淹没影响，在蓄水初期他们会向其他合适的生境中迁移，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

水库大坝蓄水形成一定面积的水域，成为人工湿地，为湿地动物如水鸟等提供了生存条件，在库区和库周会增加多种适合湿地环境的动物物种，提高局部区域的生物多样性价值，增加了水域的综合功能。

工程建成投入运行后，坝后水量的减少将影响河道生产力，对湿地动物尤其是水鸟将造成不利的间接影响。同时，若不能保证下游河道必要的水量，减水河段两栖类动物的种类及种群数量将发生不可逆的严重影响。主体设计通过设置生态放水管，在保证下泄适量的生态流量后，项目建设对减水段两栖类的影响可得到一定程度的减缓。

4.3.3 对重点保护动物的影响

根据查阅资料和实地调查走访结果，结合《国家重点保护野生动物名录》《重庆市重点保护野生动物名录》，评价区域内分布有无国家一级、二级重点保护野生动物，有重庆市重点保护野生动物5种，其中两栖类2种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类3种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇。

（1）对两栖类的影响

隆肛蛙常栖息在流溪内或流溪岸边，棘腹蛙常栖息在稻田、池塘、水坑、沼泽、湖边浅水处或岸边陆地上。工程开工建设后，在永久与临时占地区域棘腹蛙等两栖动物有可能被压死，活动区域缩减，质量下降，它们的种群个体数量可能会减少。在加强宣传野生动物保护的情况下，影响会有所减缓。项目永久占地上的生境不可恢复，各类临时占地上尽快采取恰当措施恢复植被，一段时间后两栖动物种群可能恢复。项目实施后水库涨落带不适于所有两栖类动物生存，水库蓄水对于库周分布的两栖类动物均存在一定的影响。由于水库将淹没部分灌丛、草丛等两栖动物的生境，将使一些栖息在这些生境中的两栖类动物被迫放弃淹没区内原适宜生境，向水库正常蓄水位线以上区域迁移寻找

新的适宜生境；其种群分布将会在一段时间内有较大波动。

根据两栖类的生物地理学和行为学分析表明，水库淹没区以下区域和水库淹没区以上区域的动物区系，生境十分相似，因此，被影响到的两栖爬行类仅丧失部分栖息场所，它们可以向水库淹没区以上区域迁移，重新寻找适宜的生存环境，不会造成这类物种种类和数量的明显减少。另一方面，两栖类动物可利用的水域面积增加，适宜生境面积扩大，可能将促进其数量的发展，并有可能进一步促进以蛙类为食物的蛇类和猛禽类的发展；随着植物隔离带的增加，将提高库周植物多样性，为两栖爬行类提供更多样的生境。

（2）对爬行类的影响

工程实施爬行动物所受影响表现在各类占地使活动面积减少，将增加其种间和种内竞争。乌梢蛇等爬行类蛇被捕杀的风险可能增大。项目实施占用部分耕地，爬行动物的活动场地受到威胁，它们在永久和临时占地区域内的活动范围全部消失。

工程所在区域涉及3种重庆市重点保护爬行动物：黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇，它们主要栖息在草地、灌丛、林下、农田及民宅附近。由于施工建设、施工人员的进入，会惊扰占地及施工范围内的爬行动物，由于原分布区被破坏会导致这些动物迁徙到工程影响区外的相似生境内。根据现场调查，项目周边生境相似，爬行动物能够比较容易找到新的栖息场所，爬行动物具有较强的运动迁徙能力，对外界环境的适应能力较强，工程建设可能会占用一部分爬行动物迁徙栖息地，但对种群数量影响较小。当工程进入运行期后，随着施工扰动区植草绿化、水土保持等措施的实施，为保护动物提供新的栖息地。水库建成蓄水后，淹没区水域面积增大，水库下游的农田灌溉条件将改善，人类影响减少，也能增加上述保护动物的适宜生境。

4.4 陆生植物、植被影响分析

4.4.1 施工期对植物资源的影响

施工期间，工程地面开挖及坝前水库蓄水淹没等会造成局部地表植被被破坏，对陆生植物产生不利影响。项目占地和水库淹没破坏林草地造成林草覆盖率下降，属于不可逆不利环境影响。对于项目占用的林业用地，项目业主将按规定交纳植被恢复费，从而完善林业征占地手续，用以实施异地造林恢复森林植被。随着施工活动的结束，施工场地平整、回填，水土保持措施得到实施后，项目区内将恢复，植被覆盖率有所回升。

工程建设占地 1693.42 亩，其中永久征地 1210.79 亩，施工临时占地 482.63 亩。

永久占地和临时占地类型及面积统计情况见表 2.2-22。占地范围内植被类型、面积、生物量情况及比例情况见表 4.4-1。

表 4.4-1 本项目占用植被类型、面积、生物量及比例统计表

植被类型	面积 (hm ²)	比例 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量 (t)	比例 (%)
针叶林	46.37	51.60%	97.23	4508.36	75.08%
阔叶林	3.89	4.33%	147.05	572.02	9.53%
灌木及草丛	9.43	10.50%	6.24	58.87	0.98%
农作物	30.17	33.57%	28.7	865.76	14.42%
合计	89.86	100%	/	6005.02	100%

注：各植被类型平均净生物量数据来源于：①方精云，刘国华，徐蒿龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16（5）：497~508。②中国陆地植被净初级生产力遥感估算 朱文泉，潘耀忠，张锦水

由表 4.4-1 可知，本项目评价范围内植被类型其中占地面积最大的为针叶林，其次为农作物。

（1）永久占地的影响

永久占地主要为枢纽区、库区淹没区和输水工程的隧洞进出口，永久占地范围内植被主要为乔木林。工程施工建设对区域内的植物产生直接的破坏，导致植物个体数量减少。水库淹没区与水库工程枢纽区永久占地主要是枢纽工程的建设将直接对植物群落和植被所在区域内的破坏，其破坏是长期的、不可恢复的。永久占地区域对植物物种的影响主要是区域内的植物种群和个体数量减少。但工程建设区在项目评价区内受影响比例较小，且受影响的植物及植被为评价区域内的常见种，因此，枢纽区永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小。

隧洞进出口永久占地会使现有植被受到占压、破坏，隧道施工过程中对地下水进行疏导，会使沿线一定面积地下水的水位下降，水资源量减少，将使地表植被生境遭到破坏，影响地表植物生长发育，造成地表植被生物量减少。根据调查，隧洞顶部植物均为区域常见植物种类，其生长范围广，适应性强，工程建设对区域植物物种多样性影响不大。

（2）临时占地影响

临时占地包括枢纽工程施工区、输水工程施工区和渣场等，临时占地植被以林地、耕地、草地为主，林地主要为柏木群系，耕地主要为水田，草地主要为白茅草丛等。

受临时施工占地的影响将对区域内分布的植被产生直接破坏，但该区域对植被的破

坏是短期的、可恢复的。受影响的植物及植被在评价区均具有广泛分布，不存在因局部植物物种损失而导致工程区内植物物种多样性减少或种群消失或灭绝。此外，工程结束后，临时占地区会进行植被恢复，可以有效地弥补临时占地对评价区植物的影响。

4.4.2 运行期对植物资源的影响

水库大坝蓄水形成一定面积的水域，成为人工湿地，为湿地植物提供了生存条件，在库区和库周会增加多种适合湿地环境的植物物种，改善上游水生生态环境和区域小气候。

① 水库淹没区

飞龙水库蓄水后，水库淹没区面积 1003.24 亩，其中林地为主 475.09 亩，其次耕地 235.07 亩。水库运行期间，水库淹没自然消落区湿地，并导致自然消落区植物资源的消亡。同时水坝建设截断了飞龙河上下游之间物质能量和信息的交流，破坏了消落区功能的完整性，另一方面产生新的退化的生态系统——水库消落区，水库消落区往往存在植被破坏严重、生物多样性下降、小气候恶化、河床及河岸遭受侵蚀等生态环境问题。水库消落区植被由于受到周期性反季节高强度水淹影响，植物多样性下降明显，从群落结构及稳定性上来看，水库消落区植物群落结构稳定性中部<上部<下部，上部消落区水淹胁迫较小，植物物种多为竞争种，竞争力较强的杂草偏向形成优势群落；下部消落区水淹胁迫最强，植物物种多为耐胁迫种，能忍受高强度水淹环境的物种形成了植物群落；中部消落区处于物种定居和水淹胁迫的双重压力下，竞争种和耐胁迫种间竞争明显，更偏向于形成共优群落，其群落稳定性较差，消落区下部的植物群落组成比较单一。

水库蓄水后，丰水期库区河段水位上升，枯水期水位下降。库区高低水位之间的涨落带对库周植物将产生周期性干扰，两个水位之间大多数植物生长困难，只有少数生命周期很短的草本植物能够生存，故也无植物群落存在。同时由于库区的形成，区域内河流的自然流态和气温发生改变，可能对两岸的植物种群结构产生一定影响，但这一影响过程长期且轻微，不会造成评价区内的植物物种消失。

② 减水河段

拦水坝后至库尾两岸以农田和林地为主，河道径流改变对两岸植被正常生长影响甚小，植物赖以生存的水源为大气降水和灌溉水。因此，减水段对两岸现有植物正常生长几乎无不利影响。

③输水工程区

运行期，输水工程区对植物及植被的影响因素主要为区域水湿条件改变，灌区水源条件得到改善，有利于农业植被的生长繁殖，对于灌溉工程区内生态系统的稳定起到积极作用。

4.4.3 对重点保护植物及古树名木的影响

据现场调查和实地走访，在本工程评价区未发现国家级与重庆市级保护野生植物；未发现野生珍稀濒危野生植物。

根据资料查询和现场调查核实，评价区共有古树 2 株，均为三级黄葛树，位于枢纽工程上坝道路西南侧 18m 和输水管道左支管尾端右侧 25m，位于项目永久占地和临时占地外，对该植株不会造成显著伤害。施工过程中人为活动对周边生境的破坏，对古树造成间接影响，施工扬尘和施工车辆尾气会对古树叶片产生覆盖和影响，对古树的光合作用产生一定的影响。

4.5 区域生态完整性的影响评价

4.5.1 对生态系统的影响

4.5.1.1 对森林生态系统的影响

工程实施对于森林生态系统的影响主要为施工建设及水库蓄水将带来一部分森林植被的损失，使得植被生物量有所下降，从而影响生活在森林中的动物。本项目水库淹没区和坝址处等永久占地范围内涉及的林地主要为柏木林，属常见商品林，不会因为蓄水导致种群的灭绝。本项目永久占用林地 570.29 亩，临时占用林地 325.10 亩，施工结束后对临时占用林地进行植被恢复。由于本工程影响损失的林地面积相对较小，因此对于森林生态系统的结构和功能的影响不大。

4.5.1.2 对灌丛及灌草丛生态系统的影响

工程实施对于灌丛及灌草丛生态系统的影响主要为施工建设及水库蓄水将带来一部分灌草丛的损失，使其生物量有所下降。由于本工程影响灌丛及灌草丛损失的面积较小，因此对灌丛及灌草丛生态系统的结构和功能的基本无影响。

4.5.1.3 对湿地生态系统的影响

工程实施及水库蓄水对湿地生态系统的影响主要为水库蓄水后水位的上升使该处的湿地变成水域从而导致湿地植被减少。

本项目水库蓄水淹没影响区总面积为 1003.24 亩。水库淹没使自然的河滩湿地变为水域，原有的河滩植物被淹没，减少了河滩植被的分布面积，原有的浅水区域变为了深水区域，而坝址下游区域，由于来水量的减少，湿地植被也会有所减少。因此工程实施对湿地生态系统最直接的影响在于湿地植被面积的减少，从而影响了湿地生态系统提供动物资源栖息地等功能，此外施工过程中产生的废水、废渣等污染会影响水环境，间接对湿地生态系统的植物和动物产生影响。本项目水库所在飞龙河段属于上游河段，飞龙河流域径流主要来源于降雨，其次为地下水，径流的年内变化与降雨一致，非雨季水量较小，本项目实施后影响河段较短，且通过本项目下泄生态流量并设置流量监控设施，可有效降低项目实施对下游减水河段两岸湿地生态系统的影响。

另一方面，工程实施后，由于水库的修建，库区水域面积增加，库容增大，新的库区为傍水生活的鸟类提供了更广阔的栖息空间，并且由于水面增加，调节区域气候的功能也得到了加强。此外，灌区内由于得到水分补充因而部分土地类型将发生改变从而形成新的湿地。

4.5.1.4 对农业生态系统的影响

工程的建设将征占及淹没一定的耕地，对农业生态系统带来影响。根据工程设计资料，本项目永久占用耕地 306.14 亩，临时占用耕地 146.35 亩，永久占地不占用基本农田。项目施工结束后对临时占用耕地进行土地复垦；运行期灌区供水量及供水保证率提高，有利于灌区农业生产，整体影响不大，因此总体来说，工程建设对农业生态系统有利。

4.5.2 对景观生态体系质量影响

工程建成后，各种土地类型发生变化，耕地、林地、灌丛及灌草丛等斑块类型的面积减少，建筑面积增加，工程建设永久占地面积约 188.18 亩（不含水库淹没范围），对景观的影响不大，各种植被类型的面积和比例与现状基本相当，生态系统依然保持稳定。工程建设造成评价范围生态系统生物量减少，工程建成后林地、耕地、灌丛及灌草丛等减少将使评价范围的生物量发生减少。工程实施后平均生产力有所下降，但工程引起的干扰是可承受的，生态系统的稳定性的改变较小。

工程兴建所造成的区域土地利用格局的变化，将对区域自然体系的空间结构影响较小，通过工程涉及区域自然生态体系的自我调节，工程运行一段时期后，本工程影响区

生态体系的性质和功能将得到恢复。

工程建成后，评价区土地利用变化和植被变化较小，动植物的生境基本维持原状，各斑块发生变化较小，因此本工程的实施对评价区景观生态体系质量没有明显影响。

本项目生态影响评价自查表见下表 4.5-1。

附表 4.5-1 生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 ☒ ；国家公园 ☐ ；自然保护区 ☐ ；自然公园 ☐ ；世界自然遗产 ☐ ；生态保护红线 ☐ ；重要生境 ☒ ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 ☐ ；其他 ☐
	影响方式	工程占用 ☒ ；施工活动干扰 ☒ ；改变环境条件 ☐ ；其他 ☐
	评价因子	物种 ☒ （分布范围、种群数量、种群结构） 生境 ☒ （生境面积、质量、连通性等） 生物群落 ☒ （物种组成、群落结构） 生态系统 ☒ （植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能） 生物多样性 ☒ （物种丰富度、均匀度、优势度） 生态敏感区 ☒ （鱼类“三场”） 自然景观 ☒ （景观多样性、完整性） 自然遗迹 ☐ （ ） 其他 ☐ （ ）
评价等级		一级 ☐ 二级 ☒ 三级 ☒ 生态影响简单分析 ☐
评价范围		陆域面积：（19.8402）km ² ；水域面积：（91.94）km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 ☒ ；遥感调查 ☒ ；调查样方、样线 ☒ ；调查点位、断面 ☒ ；专家和公众咨询法 ☒ ；其他 ☐
	调查时间	春季 ☒ ；夏季 ☐ ；秋季 ☒ ；冬季 ☐ 丰水期 ☒ ；枯水期 ☒ ；平水期 ☐
	所在区域的生态问题	水土流失 ☐ ；沙漠化 ☐ ；石漠化 ☐ ；盐渍化 ☐ ；生物入侵 ☐ ；污染危害 ☐ ；其他 ☐
	评价内容	植被/植物群落 ☒ ；土地利用 ☒ ；生态系统 ☒ ；生物多样性 ☒ ；重要物种 ☐ ；生态敏感区 ☐ ；其他 ☐
生态影响预测与评价	评价方法	定性 ☐ ；定性和定量 ☒
	评价内容	植被/植物群落 ☒ ；土地利用 ☒ ；生态系统 ☒ ；生物多样性 ☒ ；重要物种 ☐ ；生态敏感区 ☐ ；生物入侵风险 ☐ ；其他 ☐
生态保护对策措施	对策措施	避让 ☒ ；减缓 ☒ ；生态修复 ☒ ；生态补偿 ☒ ；科研 ☐ ；其他 ☒
	生态监测计划	全生命周期 ☐ ；长期跟踪 ☐ ；常规 ☒ ；无 ☐
	环境管理	环境监理 ☒ ；环境影响后评价 ☐ ；其他 ☒
评价结论	生态影响	可行 ☒ ；不可行 ☐
注：“ ☐ ”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。		

5 施工期环境影响预测与评价

5.1 地表水环境影响分析

5.1.1 施工期水文情势影响分析

(1) 枯水期

枢纽工程采用围堰分期围护河床导流方式。即一期施工右岸台地坝段，原河床泄流，二期施工河床及左岸坝段，上下游围堰挡水，一期右岸已成坝体预留导流底孔+明渠泄流；汛期度汛利用坝体挡水，导流底孔和坝体溢流坝段预留缺口联合泄流的导流方式。

输水工程在白鹤洞沟跨河回填管段处河床宽约 28m，宋家沟跨河回填管段处河床宽约 27m，双龙河跨河回填管段处河床宽约 26m 外，对于较宽的河段可采用左右两岸分期施工，推荐采用分期导流方式。其余河道宽度在 5.0~15m 之间，布置纵向围堰相对困难，考虑其跨河工程量小，施工工期短，流量小，采用围堰一次拦断河床，导流涵管泄流的方式。

工程截流导排时，围堰前河道水位逐渐壅高，但下泄流量仍为河道天然径流量，仅因断面变小，流速有所增大；在导排出口流出汇入原河道后，流速将很快恢复，因此工程施工导流仅对坝枢施工区水文情势有一定影响，对下游河段的水文情势基本无影响。

(2) 汛期

枢纽工程汛期采用坝体临时断面挡水、导流涵管与预留缺口联合泄流的度汛方式。输水工程均在枯水期施工完成，无度汛需要。

5.1.2 施工期水质影响分析

本项目施工期废水主要分为施工人员生活污水和施工废水，施工废水主要包括机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水、基坑废水、隧道抽排废水和试压废水。

5.1.2.1 施工废水对水库水质的影响

(1) 机械修配含油废水

本项目施工机械大修委托临近乡镇修理厂承担，施工现场不另设。枢纽工程施工工区设 1 处机械修配厂，进行施工机械、车辆停放和维护以及简单修理。在机械、车辆的

冲洗、保养、修理过程中会产生含油废水，类比同类型工程，废水中主要污染物为 SS 和石油类，浓度分别约为 1000mg/L 和 100mg/L。项目在施工工区内设置隔油沉淀池，废水经隔油、沉淀处理后全部回用于洒水降尘，不外排。

（2）混凝土拌和系统废水

工程拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗以及混凝土养护废水。

本工程枢纽工程施工区需设置 1 套混凝土拌和系统，输水工程施工区需设置 15 套混凝土拌和系统，混凝土加工系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水，为碱性废水，根据类似工程混凝土拌和系统废水 SS 监测结果，SS 浓度高达 2000mg/L，pH 值为 11~12 左右。混凝土拌和、混凝土浇筑养护产生的碱性废水具有悬浮物浓度较高、间歇集中排放的特点。混凝土拌和系统废水“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排。

（3）砂石料冲洗废水

本工程枢纽工程施工区设置 1 套砂石料加工系统，在砂石料的破碎、筛分和分级等加工环节中，设备（如破碎机、筛分机）和物料需要用水冲洗，以减少粉尘和保持设备正常运行。这些冲洗水会携带大量固体颗粒和污染物，主要污染物 SS 浓度约为 3000mg/L，pH 值为 11~12 左右。类比同类型项目，砂石料冲洗废水产生量约 50m³/d。

砂石料冲洗废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排。

（4）基坑废水

基坑废水的主要污染物为 SS，其浓度受降水、地下岩隙渗水和施工废水等因素的影响，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，悬浮物浓度为 1000mg/L。基坑废水经静置、沉淀后，上层清液回用于施工场地洒水抑尘，不外排。

（5）隧洞抽排废水

本工程隧洞抽排废水一般包括开挖和钻孔产生的泥浆水，隧洞爆破后用于降尘的水，喷锚、支护材料注浆药液，机械设备运转的冷却用水和清洗用水。类比其他类似工程隧洞抽排废水水质监测成果，隧洞抽排废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大，隧洞抽排废水污染因子及其含量主要为 SS、石油类、氨氮、COD 及少量爆破残留物，经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排。

（6）试压废水

试压废水相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地。

5.1.2.2 施工期生活污水对地表水水质的影响

本工程施工人员产生生活污水，主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、SS、动植物油，枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。

5.1.2.3 施工期地表径流对地表水水质的影响

项目施工期遇雨天产生地表径流，会伴有泥沙形成“黄泥水”，此类地表径流中的主要污染物为 SS，其浓度取决于降雨强度、浮土量和前期干旱时间等多种因素，根据国内研究资料和评价资料统计，地表径流对水体的污染多发生在一次降雨的初期，一般来说，降雨初期到形成地表径流的 30min 内，地表径流中的 SS 浓度比较高，30min 后，其浓度随降雨历时的延长下降较快，SS 浓度一般在 300~700mg/L。主要发生区域为施工临时用地区尤其是砂石料及土方堆放场所，若不加以处理大量含泥沙废水进入附近水体会导致水体中 SS 浓度升高。因此，在施工中应根据材料和特点，有针对性地加强保护管理措施，尽量减少其对水环境的影响。

综上所述，本项目施工期生产废水污染成分不复杂，经简单的沉淀处置后，可满足施工重复用水的要求；生活污水就近利用作农肥，实现废物的资源化利用。上述废水治理环保措施皆是国内类似工程施工常用且成熟的技术，从环保角度是可行的。经采取上述环保措施，本项目施工期无废水排入地表水体，对地表水环境质量影响较小。

5.2 环境空气影响分析

本工程施工期环境空气污染物主要是土石方开挖、运输等施工过程中产生的扬尘、混凝土拌和系统粉尘、施工机械和运输车辆废气。

(1) 施工扬尘

施工扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放，其产生量受风向、风速和空气湿度等气象条件的影响，主要来源于：施工过程中堆料、卸料产生的粉尘，场地平整、土石方清挖过程的地面扬尘以及岩石爆破产生的扬尘。类比同类工程，在不采取措施抑尘时，进行材料装卸、运输及施工作业时，在下风向（风速为 1.5m/s）50m~150m 范围内，TSP 浓度可达 5.0mg/m³~20.0mg/m³；当进行土方装卸、运输和混合作业时，在下风向（风速为 1.5m/s）50m~150m 范围内，TSP 浓度可达 0.8mg/m³~9.0mg/m³，数据表明施工场

地的粉尘会对周围大气环境产生一定影响。

因此施工区域作业时应采用湿式作业方式，可有效地控制施工粉尘的产生，同时建议采取临时置换方式对居民进行补偿，即租用临近施工区的居民房屋作为施工办公和生活用房，并给予适当补助让这些居民在远离施工区租房居住。在采取治理措施的情况下，工程施工扬尘对环境保护目标影响不大。

（2）运输道路扬尘影响分析

临时施工道路在晴天时容易产生扬尘，扬尘影响范围涉及道路两侧 30m 范围内。根据调查，有部分居民点在道路旁，而届时将有大量的砂石运输车辆从居民点前通过，如扬尘控制不好，运输车辆产生的扬尘也将对居民点造成影响。

为减缓运输扬尘对周边大气环境的影响，建议在施工期采用密闭运输车辆，并定期对路面进行洒水。同时，加强土石方开挖、回填及运输的管理，并采用湿式作业，以减少运输道路扬尘对环境的污染，运输道路扬尘对环境的影响将随着施工的结束而消失。

（3）混凝土拌和系统粉尘

混凝土拌和站粉状料采用密闭式筒仓存放，除气力输送管及顶部除尘器排放口外，无其他通向大气的出口；每个筒仓顶部配置仓顶除尘器，在水泥（粉煤灰）加料往筒仓内输送物料时，其产生的废气经布袋除尘处理后排放，根据类比同类项目，其除尘效率可达 98%，排放浓度约为 $16\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足排放限值要求。搅拌机采取喷淋降尘，对料斗、输送皮带以及转载点设施喷淋装置，其中每个上料斗上方均安置 1 个喷淋装置；并针对作业面及卸料过程采取喷淋抑尘措施，经处理后工程混凝土拌和系统粉尘排放量较小，对环境的影响较小。

（4）施工机械、运输车辆废气

在施工过程中使用的施工机械，主要有挖掘机、推土机以及运输车辆等。该类机械以柴油为燃料，在使用过程中产生一定的废气。排放的尾气主要污染物有 NO_x 、CO 等，其排放量较小，且为不连续排放，对环境的影响较小。但施工单位必须使用污染物排放符合国家标准运输车辆和施工设备，加强设备、车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态严禁用报废和淘汰设备车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态，严禁使用报废车辆和淘汰设备。

施工机械废气属于高架点源无组织排放性质，具有间断性产生、产生量较小、产生

点相对分散、易被稀释扩散等特点。加之项目区施工范围相对较大，施工场地周围较空旷、地面风速也较大，大气扩散条件相对较好，故一般情况下，施工机械和运输车辆所产生的废气污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

5.3 声环境影响分析

5.3.1 噪声源强分析

根据工程分析可知，本工程施工期噪声源主要来自施工开挖、钻孔、爆破等施工活动中的施工机械运行和车辆运输，主要的噪声源有挖掘机、拌和机、推土机、破碎机、钻机、空压机和水泵等。施工过程中使用的机械设备运行时声源强度高达75dB(A)~115dB(A)。枢纽工程还将进行爆破，瞬时噪声值可达130dB(A)-140dB(A)，并伴随振动。

5.3.2 施工噪声影响预测分析

为了反映施工噪声对周边环境的影响，按照《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）的技术规定，本次环评采用噪声衰减预测模式如下：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - A_{div}$$

$$A_{div} = 20 \lg(r/r_0)$$

式中：

L_{eq} —预测点的预测等效 A 声级，dB(A)；

L_{eqg} —建设项目声源在预测点处的贡献 A 声级，dB(A)；

L_{eqb} —预测点处的背景 A 声级，dB(A)；

$L_A(r)$ —不同距离处的 A 声级，dB(A)；

$L_A(r_0)$ —参考点处的 A 声级，dB(A)；

A_{div} —几何发射传播衰减，dB(A)。

(1) 施工场界噪声预测

本工程集中施工区包括枢纽施工工区、输水工程施工点，施工设备、机械等均较集

中在这些场地内作业，其中在大坝坝体施工中，工程量最大，此时枢纽区施工工区噪声影响最大，而输水工程以管槽开挖为主，强度较小。

施工机械噪声衰减预测结果见表 5.3-1，施工场地场界噪声预测见表 5.3-2。

表 5.3-1 施工期主要声源及源强 单位：dB (A)

序号	机械类型	噪声预测值						
		10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m
1	破碎机	70	64	58	52	50	46	44
2	手风钻	70	64	58	52	50	46	44
3	挖掘机	78	72	66	60	58	54	52
4	推土机	80	74	68	62	60	56	54
5	装载机	78	72	66	60	58	54	52
6	振捣器	73	67	61	55	53	49	47
7	空压机	80	74	68	62	60	56	54
8	泵类	65	59	53	47	45	41	39
9	搅拌机	59	53	47	41	39	35	33
10	自卸汽车	78	72	66	60	58	54	52

表 5.3-2 施工场地场界噪声预测值 单位：dB (A)

序号	施工区	主要机械设备	施工机具距场界距离	最大场界噪声值
1	枢纽工程施工区	破碎机、挖掘机、搅拌机、振捣器、空压机等	最近约 5m	92
2	输水工程施工区	手风钻、空压机、自卸汽车等	最近约 5m	87
3	渣场	推土机、装载机、自卸汽车等	最近约 20m	80

根据预测，施工场地由于施工强度大、机械设备众多，昼、夜间场界均出现超标，施工期间，通过设置围挡、优化施工组织、合理安排施工计划、减少夜间设备使用时间等措施可有效减缓噪声影响，同时影响将随工程结束而消失。

(2) 声环境保护目标噪声影响预测

项目施工期机械高噪声设备主要集中在枢纽工程施工区和渣场，输水工程施工噪声较大的主要集中在隧洞进出口和穿越道路段，本次评价选取具有代表性的枢纽工程施工区、渣场和输水工程穿越庙飞路和梯青路管道周边的环境保护目标预测项目施工对声环境保护目标的影响，详见下表 5.3-3。

本次评价根据对枢纽工程施工区、输水工程施工区和渣场周边环境保护目标受施工

等效噪声进行预测，结果见表 5.3-3。

表 5.3-3 施工噪声对声环境保护目标噪声影响预测 单位: dB (A)

影响工程	环境保护目标	主要噪声源	最近距离/m	预测结果				标准值	达标情况
				时段	贡献值	背景值	叠加值		
枢纽工程施工区	飞龙洞村居民点 5#	破碎机、挖掘机、搅拌机、振捣器、空压机等	4	昼间	80	52	80.0	55	超标
				夜间	80	43	80.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 6#		2	昼间	86	52	86.0	55	超标
				夜间	86	43	86.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 7#		6	昼间	76	52	76.0	55	超标
				夜间	76	43	76.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 8#		2	昼间	86	52	86.0	55	超标
				夜间	86	43	86.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 9#		5	昼间	78	52	78.0	55	超标
				夜间	78	43	78.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 10#		2	昼间	86	52	86.0	55	超标
				夜间	86	43	86.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 11#		2	昼间	86	52	86.0	55	超标
				夜间	86	43	86.0	45	超标
	飞龙洞村居民点 12#		2	昼间	86	52	86.0	55	超标
				夜间	86	43	86.0	45	超标
渣场	飞龙洞村居民点 13#	挖掘机、装载机、自卸汽车等	50	昼间	58	52	59.0	55	超标
				夜间	58	43	58.1	45	超标
	熊家岩居民点 9#		180	昼间	47	52	53.2	55	达标
				夜间	47	43	48.5	45	超标
	熊家岩居民点 10#		148	昼间	49	52	53.8	55	达标
				夜间	49	43	50.0	45	超标
	雪神滩居民点 8#	挖掘机、装载机、自卸汽车等	140	昼间	37	52	52.1	55	达标
				夜间	37	42	43.2	45	达标
	雪神滩居民点 9#		183	昼间	35	52	52.1	55	达标
				夜间	35	42	42.8	45	达标
	石井山居民点 3#		18	昼间	55	52	56.8	55	超标

影响工程	环境保护目标	主要噪声源	最近距离/m	预测结果				标准值	达标情况
				时段	贡献值	背景值	叠加值		
			7	夜间	55	43	55.3	45	超标
	石垭口居民点 1#			昼间	63	48	63.1	55	超标
				夜间	63	43	63.0	45	超标
	石垭口居民点 2#		18	昼间	55	48	55.8	55	超标
				夜间	55	43	55.3	45	超标
	南桥村居民点 1#		2	昼间	74	48	74.0	55	超标
				夜间	74	43	74.0	45	超标
	南桥村居民点 2#		18	昼间	55	48	55.8	55	超标
				夜间	55	43	55.3	45	超标
	南桥村居民点 3#		144	昼间	37	48	48.3	55	达标
				夜间	37	43	44.0	45	达标
	老君山居民点 11#		122	昼间	38	48	48.4	55	达标
				夜间	38	43	44.2	45	达标
	老君山居民点 12#		20	昼间	54	48	55.0	55	达标
				夜间	54	43	54.3	45	超标
输水工程施工区	老君山居民点 13#		124	昼间	38	48	48.4	55	达标
				夜间	38	43	44.2	45	达标
	陆家林村居民点 3#	手风钻、空压机、自卸汽车等	150	昼间	36	52	52.1	55	达标
				夜间	36	42	43.0	45	达标
	陆家林村居民点 4#		60	昼间	44	52	52.6	55	达标
				夜间	44	42	46.1	45	超标
	石井山居民点 1#		16	昼间	56	52	57.5	55	超标
				夜间	56	43	56.2	45	超标
	石井山居民点 2#		103	昼间	40	52	52.3	55	达标
				夜间	40	43	44.8	45	达标
	石井山居民点 4#		4	昼间	68	52	68.1	55	超标
				夜间	68	43	68.0	45	超标
	石井山居民点 5#		19	昼间	54	52	56.1	55	超标

影响工程	环境保护目标	主要噪声源	最近距离/m	预测结果				标准值	达标情况
				时段	贡献值	背景值	叠加值		
					夜间	54	43	54.3	45
	石埡口居民点 3#	31	昼间	50	48	52.1	55	达标	
			夜间	50	43	50.8	45	超标	
	石埡口居民点 4#	6	昼间	64	48	64.1	55	超标	
			夜间	64	43	64.0	45	超标	
	楼子冲居民点 1#	2	昼间	74	48	74.0	55	超标	
			夜间	74	43	74.0	45	超标	
	白鹤洞村居民点 4#	33	昼间	50	52	54.1	55	达标	
			夜间	50	43	50.8	45	超标	
	白鹤洞村居民点 5#	6	昼间	64	52	64.3	55	超标	
			夜间	64	43	64.0	45	超标	
	白鹤洞村居民点 6#	13	昼间	58	52	59.0	55	超标	
			夜间	58	43	58.1	45	超标	

由于施工设备较多，且布置较为分散，为了解施工期设备噪声最大影响值，上表预测结果为各设备最大贡献值的叠加影响。根据预测结果，工程在施工时噪声对周边居民影响较大，大部分居民点声环境昼间、夜间噪声均不满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的1类区标准。

（3）施工噪声环境影响评价

根据预测可知：

①单台最大噪声机械，昼间施工噪声需要 36m 方能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求（70dB（A）），若夜间施工噪声需要超过 178m 方能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求（55dB（A））。

②根据预测，由于枢纽工程施工量大、设备机械多，施工场地昼、夜间场界均超标。施工期间，通过优化施工组织、减少夜间设备使用时间等措施可有效减缓噪声影响，同时影响将随工程结束而消失。

③施工场地周边有少量散户居民，昼间、夜间均出现噪声超标。考虑到工程施工时间较长，施工过程中应做好沟通工作，采取合理安排施工时间、设置围挡，设置限速、禁鸣标志，高噪声设备设置设备间、租用受噪声影响的民房等相应的噪声污染防治措施，减缓噪声不利影响。随着施工期结束不良影响将消失。

④爆破施工产生瞬时噪声很大但维持时间短，建议采取浅孔松动爆破或预裂爆破工艺，爆破噪声和振动对人居环境有短暂不利影响。为了减小爆破振动和噪声对周围人居环境的影响同时预防爆破安全事故，应严格控制炸药用量；同时爆破之前需通知周边住户，避免受到惊吓。

5.3.3 交通噪声影响分析

工程对外交通依托当地乡村道路，水泥、钢材等主要原辅材料均外购，沿途敏感点主要为董家镇及沿途散户居民，运输汽车途经上述敏感点时应采取降低车速和禁止午间、夜间运输等措施，以最大限度地减小运输车辆噪声对沿途敏感目标影响。且运输车辆噪声影响是暂时的，间歇发生的，随着施工结束而消失。因此，施工期需要采取相应的降噪措施减小运输车辆噪声对道路两侧居民的影响。

5.4 地下水环境影响分析

施工期施工废水为常规污染物,以SS为主;生活污水也为常规污染物,以SS、COD、NH₃为主,少量下渗的施工废水和生活污水经土壤净化后预计不会对地下水产生污染影响。

坝址及库区相对隔水层埋藏深度,河床部位钻孔的相对不透水层埋深较大,具有较强的防污能力,本项目施工废水经处理回用、生活污水经处理后用于周边作农肥,对地下水水质影响轻微。

飞龙水库所在区域地下水类型主要为红层承压水,泉水流量0.01~0.05升/秒,单井涌水量小于100吨/日,矿化度0.2~0.4g/L。项目隧洞顶部无居民饮用水井分布,运行期隧洞不会对居民饮用水造成影响。隧洞施工可能对地下水造成影响,包括地下水水位下降、水质污染、径流路径改变等,还有可能出现滴状出水或渗水。施工过程中应加强超前预测预报地质工作,采取超前导孔等措施,预测涌水情况,提前采取堵水、排水措施。根据岩溶发育规律,结合隧洞区的地形地貌、地质构造、地层岩性等工程条件,以及临近隧洞揭露岩溶发育情况,预测施工可能出现的岩溶位置及规模,采取“堵”、“排”的方式处理涌水,涌水的污染物主要是SS,未能及时封堵的涌水经沉淀处理后回用于施工场地、道路的洒水抑尘等。

采取以上措施后项目施工期对地下水环境的影响较小。

5.5 土壤环境影响分析

施工期间,枢纽工程施工区机械修配产生的少量废油暂存于危废贮存点内,定期交由有危废资质的单位处置。评价认为废油泄漏是施工期间对土壤环境的主要影响因素。拟建工程施工场地周围多为耕地、林地,废油一旦泄漏进入土壤层后,使土壤层中吸附大量的燃料油,在土壤团粒中形成膜网结构,环境中的空气难以进入土壤颗粒中,从而造成植物生物的死亡。

为防止废油泄漏对土壤造成污染,废油应统一收集于密闭桶中,危废贮存点应作防渗处理,防渗性能不应低于6.0m厚,渗透系数为 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求;周边设有围堰或其它截流设施(如收油沟及集油池),防止废油渗漏或外泄,从而减轻对土壤环境的影响。

5.6 固体废物影响分析

本项目施工期固体废物主要为施工弃渣、施工人员生活垃圾、机械修配废油和含油棉纱手套、库区清理垃圾和沉淀池污泥等。

①施工弃渣：土石方开挖总量 54.98 万 m^3 （自然方），回填总量约 37.26 万 m^3 （自然方），弃渣总量约 17.76 万 m^3 （自然方）。其中枢纽工程弃渣 12.73 万 m^3 （自然方），其中 10.80 万 m^3 （自然方）运至枢纽工程渣场堆放，综合运距约 0.50km，另剩余弃渣 1.93 万 m^3 （自然方）用于坝后综合仓库场地平整回填；输水工程弃渣 5.03 万 m^3 （自然方），其中 2.58 万 m^3 主要为隧洞洞挖石料，该部分洞挖料运至各隧洞进、出口弃渣场，洞外平均运距约 1.0km；剩余开挖料 2.45 万 m^3 ，主要用于管道工程低洼地带进行加高回填。

②生活垃圾：设置临时垃圾收集桶，然后袋装交由当地环卫部门统一处置。需要注意的是，施工区的垃圾桶以及垃圾集中存放处需经常喷洒灭害灵等药水，以防止苍蝇等害虫滋生，以减轻工程建设对工程地区水环境和施工人员的生活卫生产生不利影响。

③机械修配废油和含油棉纱手套：分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置。

④库区清理垃圾：及时清运，不进行暂存，分类收集处置。建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾交当地环卫部门统一处置。因此不会产生蚊蝇、细菌等二次污染源（生物污染源）。其中永峰塑料加工厂拆除过程产生的一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理，对周边环境影响较小。根据工程分析可知，项目采用垃圾车（为自身密闭）或者货车运输，且货车拉运加盖彩条布，因此不会造成固废在运输过程中扬撒而污染环境，因此在运输过程中对周边环境影响小。

⑤沉淀池污泥：定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋。

5.7 移民安置和专项设施复建的环境影响分析

本工程移民搬迁安置采取养老保险安置和住房货币安置相结合的方式，不进行集中安置。建设征地范围内的交通设施采取一次性补偿方式处理，不进行复建。复建工程主要是水库淹没影响现有的输变电、通讯、广播电视、供水和天然气管道等设施。其中天然气管道在明确设计规模、路由等条件下，根据需要单独申报环保手续。

库区淹没区内永峰塑料加工厂在拆除前应对厂区内污染源进行全面调查，主要污染物为拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水，厂区内的废塑料，废包装材料等一般工业

固体废物和废润滑油、废油桶等危险废物。

拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水可能含有残留的塑料助剂、润滑油等，若未经处理直接排放，可能污染地表水体或渗入库底土壤，拆除前应进行预处理，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准排入库区附近污水管网或运至污水处理厂处理；厂区内的废塑料，废包装材料等一般工业固体废物统一交由资源回收单位回收利用，废润滑油、废油桶等危险废物交由有资质单位处置。采取以上措施后永峰塑料加工厂拆除过程对环境的影响较小。

其他移民安置和专项设施复建施工期污染物主要为施工作业区内施工噪声、施工废水及建筑弃渣。生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排，生活垃圾分类袋装后委托当地环卫清运处理。施工废水主要为施工机械和车辆冲洗废水，经沉淀池处理后回用于洒水降尘，不外排。施工废水若收集、处理不善，会对下游河段水质造成污染。复建工程会产生建筑垃圾，统一纳入清库垃圾运至城市垃圾填埋场处置，不进入水库工程的渣场内，也会产生噪声和施工粉尘。

专项设施复建工程规模相对不大，且为在原设施附近抬升复建，对生态环境影响较小。

5.8 风险影响分析

炸药及雷管为专用物资，由丰都县公安局指定化工厂供货，专门单位负责运送和爆破，工程区内不设置炸药库。施工期炸药运输和使用应按《危险化学品安全管理条例》及有关安全管理规定和要求，建立健全相关的管理制度和安全措施，并接受相关部门的监管。

本工程施工期间，渣场堆渣作业中，由于渣体为松散体、堆放高度较高，存在一定安全隐患。

施工堆渣作业中，采用分层压实、放坡堆放（坡比 1:2）的堆渣方式，同时在上游设置截排水沟，避免汇水对渣体的冲刷。在采取上述措施的情况下，渣场发生风险的概率较小；同时施工过程中，建设单位和施工单位采用置换方式，将租用周边房屋作为施工营地，因此对周边居民的影响轻微。

6 运行期环境影响预测与评价

6.1 地表水环境影响分析

6.1.1 水资源影响分析

本项目《重庆市丰都县飞龙水库工程水影响论证报告 第二篇 水资源论证》由重庆市水利电力建筑勘测设计研究院编制完成，其主要结论如下：

6.1.1.1 项目用水量及合理性

飞龙水库工程供区用水以城镇用水和农业灌溉为主。坝址以上来水通过水库调节后经塔式取水口进行坝式取水后，接灌区工程干管进行城镇供水、农田灌溉。桩号 0+057.80m 处分岔放空管，管径 1.0m，放空管前端设管径 0.3m 的生态放水管，生态流量 0.276~0.368m³/s。根据飞龙水库工程任务，水库供水量主要用于供水、灌溉，多年平均供水量 2209 万 m³，其中供水 1531 万 m³/a，灌溉 678 万 m³/a。供水方面，飞龙水库工程建成后可为丰都县城 13.6 万人，董家场镇 0.47 万人以及灌区农村 1.26 万人提供生活和生产用水，多年平均供水量 1531 万 m³，提高丰都名山组团和董家镇、灌区农村的供水保障程度。可满足董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇 2.65 万亩的灌溉需水，多年平均灌溉水量 678 万 m³，可有效改善当地灌溉条件。

因此，丰都县飞龙水库工程的建设具有显著的社会效益，项目取用水合理。

6.1.1.2 项目取水方案及水源可靠性

飞龙水库坝址多年平均来水量为 4139 万 m³，扣掉水量损失、生态流量及弃水后水库多年平均可供水量为 2209 万 m³，其中向龙兴坝水库补水量（即飞龙水库向城市供水量）为 1387 万 m³，场镇及农村供水量为 144 万 m³（董家集镇 31 万 m³，农村 113 万 m³），灌溉供水 678 万 m³。经过 62 年长系列的径流调节计算，水库实际灌溉破坏年为 13 年，灌溉保证率 77.8%，供水破坏 16 个月，供水保证率为 97.7%。供水及灌溉保证率均满足规范规定要求，水量可靠。

飞龙水库正常蓄水位 378.00m，死水位 355.00m，采用取水塔取水。水库建成后将向名山组团供水，考虑取水水质，取水塔分 3 层取水，取水管中心线高程分别为 352.00m、361.90m、371.80m，管径 1.2m，最大取水流量为 2.462m³/s。水库最底层取水口底板高

程确定为 350.6m，通过计算，水库 50 年坝前泥沙淤积高程为 350.3m，水库进水口底板高程高于淤沙高程，同时，取水管顶部高程为 352.6m，淹没水深 2.4m，可以满足淹没水深至少 2m 要求，取水口方案可靠。

根据飞龙水库工程水质检测分析，取水水质可以达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准。且根据调查，飞龙水库坝址附近无大型排污口影响水质。因此，取水口处水质能够满足本项目用水要求，取水水源水质可靠。

通过对本工程河段河岸稳定性、取水口水位、取水口位置等方面的分析，认为飞龙水库工程取水口河段河岸稳定性较好，取水口高程也满足淤积和灌溉、供水、生态取水等的要求，取水口设置合理。

6.1.1.3 项目的退水方案及可行性

飞龙水库退水主要包括运行期水库管理人员生活污水排放、对丰都名山组团和董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇灌溉供水后所产生的生活生产废污水。

水库管理处生活污水：项目运行期废水主要为水库工程管理人员的生活污水。工程管理用房常驻人员按日常值班管理 20 人计，生活污水最大产生量为 2.7m³/d。本工程生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。

丰都名山组团供水污水：飞龙水库经龙兴坝水库中转后多年平均供名山组团总水量为 1444 万 m³/a（其中飞龙水库供水 1387 万 m³/a），供水区生产生活废污水产生量约 3.04 万 m³/d，考虑中水回用量 109 万 m³/a（0.3 万 m³/d）后，入河污水排放量为 2.74 万 m³/d。丰都名山组团范围内的废污水进入重庆市丰都县北岸城市污水处理厂处理，污水处理厂位于丰都县名山街道双桂街 7 号，服务范围为名山街道组团，现状处理规模 10000m³/d，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，达标后排入长江。污水处理厂现状已取得排污许可证。丰都县住房和城乡建设委员会承诺，将根据飞龙水库服务区内生活供水所产生的污水量增长实际需要，同步完善污水处理厂及配套管网，规划年拟将污水处理厂规模扩建至 30000m³/d，以满足服务区域污水处理要求。

董家集镇城镇供水污水：飞龙水库多年平均供董家镇场镇总水量为 31 万 m³/a，供水区生产生活废污水产生量约 0.06 万 m³/d。董家集镇污水现状由董家镇污水处理厂处

理，污水处理厂位于丰都县董家镇水巷子居委 4 组，服务范围为董家镇场镇，现状处理规模 1000m³/d，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准，达标后排入赖家河（飞龙河支流）。污水处理厂现状已取得排污许可证。董家镇污水处理厂处理规模能够满足飞龙水库董家集镇供水区产生的生产生活废污水。

灌区董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇的农村人畜供水污水：飞龙水库 2035 年向灌区农村人畜供水水量为 113 万 m³，考虑用水量的 80%左右转换为污水，则灌区农村人畜污水量 90.4 万 m³。该部分污水主要通过董家镇污水处理厂、三元镇污水处理厂、双龙场乡污水处理厂和青龙乡污水处理厂处理达标后排入飞龙河、渠溪河流域，直接排入河道的污水非常少。根据《丰都县农村生活污水治理专项规划(2021—2030 年)》，对居住较集中的居民点采取村域自建区域型模式进行集中处理，对居住较为分散的部分农村区域进行就地分散处理，2030 年丰都县内所有行政村（社区）的农村生活污水基本实现全面治理。

灌溉回归水：灌溉回归水主要来源于渠道输水损失、田间渗漏以及水稻成熟期（收割前 7 天~10 天）的落干排水。根据工程设计，飞龙水库灌溉供水量 678 万 m³，灌溉回归水按灌溉水量的 25%计，则多年平均回归水量 169.5 万 m³，灌区退水进入坝址下游飞龙河、渠溪河流域。灌溉回归水使灌区地下水、地表水水量有所增加，有利于减轻干旱缺水程度。此外，回归水还可作为灌区、非灌区、农业生产的补充水源被重复利用。

6.1.1.4 取水和退水影响补救与补偿措施

①取水影响

飞龙水库库区淹没均按照有关规定进行补偿，对第三者的影响主要是龙兴坝水库、下游电站、库区电站、减水河段用水户和生态。

A.龙兴坝水库影响

龙兴坝水库为在建水库，位于丰都县保合镇万泉村，坝址位于斑竹河中上游河段，是一座以农业灌溉为主，兼有场镇供水和农村人畜饮水的中型水利工程。正常蓄水位 368.0m，相应库容 970.0 万 m³，总库容 1037 万 m³；设计灌区面积 2.4 万亩，城镇供水人口 30056 人，农村人畜饮水 23400 人。经过 62 年长系列的径流调节计算，水库灌溉破坏 13 年，灌溉保证率 77.8%；供水破坏 35 个月，供水保证率为 95.2%。水库多年平均供水量 842 万 m³，其中灌溉 548 万 m³，供水 294 万 m³。

飞龙水库建设后，通过龙兴坝水库中转后向名山组团供水。龙兴坝水库与飞龙水库

联合调度前，龙兴坝水库多年平均供水量 842 万 m^3 ，其中灌溉 548 万 m^3 ，供水 294 万 m^3 ，水库灌溉保证率 77.8%，供水保证率为 95.2%。联合调度后，龙兴坝水库原灌区（供区）多年平均供水量 849 万 m^3 ，其中灌溉 552 万 m^3 ，供水 297 万 m^3 ，水库灌溉保证率 82.5%，供水保证率为 95.0%，满足原设计供水 95%、灌溉 75%保证率要求。龙兴坝水库在满足原灌区（供区）用水的基础上，新增名山组团供水 1444 万 m^3 ，其中飞龙水库补水 1387 万 m^3 ，利用龙兴坝弃水 57 万 m^3 ，联合调度更有利于水资源的充分利用且不影响龙兴坝水库原设计供水对象用水。因此项目建设对龙兴坝水库无影响。

B.下游电站影响

根据《丰都县水利工程服务中心拟建设飞龙水库所涉及的飞龙三级电站资产组收益减损额咨询项目咨询报告》（银信咨报字（2023）第 F0003 号），飞龙三级电站位于规划的飞龙水库坝址下游约 0.6km 处，隶属丰都县发电有限公司，1985 年 3 月开工建设，1988 年 9 月建成投产，现有职工 24 人，为径流式电站，设计水头 130m，设计引用流量 $3.75\text{m}^3/\text{s}$ ，装机容量 3750kW。根据电站 2015—2022 年近 8 年发电量统计成果，飞龙三级电站年均发电量为 1203 万 kW.h，年利用小时 3046h。飞龙水库建设后，多年平均减少发电量比重为 71.19%。2023 年 9 月 12 日，飞龙水库工程项目业主丰都县水利工程服务中心（甲方）与电站权属单位丰都发电有限公司（乙方）签订《支持丰都县飞龙水库工程建设意向协议书》（详见附件 21），同意支持建设飞龙水库。

根据《丰都县水利工程服务中心拟建设飞龙水库所涉及的丰都县雪神滩水力发电厂资产组收益减损额咨询项目咨询报告》（银信咨报字（2023）第 F0004 号），雪神滩电站位于规划的飞龙水库坝址下游约 3.4km 处，装机容量 125kW，为私人电站。根据电站 2001—2012 年近 12 年发电量统计成果，雪神滩电站年均发电量为 39 万 kW.h。飞龙水库建设后，多年平均减少发电量比重 38.5%。2023 年 8 月 1 日，飞龙水库工程项目业主丰都县水利工程服务中心（甲方）与电站权属单位丰都县雪神滩水力发电厂（乙方）签订《丰都县飞龙水库工程蓄水影响雪神滩电站处理方式协议书》（详见附件 20），同意支持建设飞龙水库。

渠溪河干流有社兴电站一座，位于丰都县兴龙镇兴锋村，距离丰都与涪陵交界断面仅 1.5km，装机 1200KW。飞龙水库建设前后电站断面年平均流量均值分别为 $13.18\text{m}^3/\text{s}$ 、 $12.436\text{m}^3/\text{s}$ ，减少 5.6%，比重极小，对电站基本无影响。

C.库区电站影响

飞龙水库库区有木洞一级电站、木洞二级电站。飞龙水库建成后，两座电站均将被淹没。2023 年 7 月 31 日，飞龙水库工程项目业主丰都县水利工程服务中心（甲方）与电站权属单位丰都县董家镇木洞电站（乙方）签订《丰都县飞龙水库工程蓄水影响木洞一级电站、木洞二级电站处理方式协议书》，同意支持建设飞龙水库，补充方式按照国家相关移民安置政策进行补偿。

D.减水河段用水户影响

根据丰都县取水口普查名录资料，减水河段内仅有 1 座提水泵站，为渠溪河陈家岩村农灌工程取水泵站，位于重庆市丰都县社坛镇陈家岩村，设计年取水量 15 万 m^3 ，取水水源为渠溪河，主要任务为农业灌溉。渠溪河陈家岩村农灌工程取水泵站控制集雨面积 801 km^2 ，多年平均径流量 4.2 亿 m^3 ，飞龙水库供水量仅占泵站提水断面径流量的 6%，比重很小，对泵站取水无影响。飞龙水库建设后，董家镇、双龙、三元等下游耕地统一纳入飞龙水库灌区，供水由董家集镇供水水厂统一解决，项目建设对减水河段内用水更加有利。

E.减水河段生态影响

减水河段河道内无国家重点保护野生鱼类，同时，为了减小工程修建对减水河段的影响，仍考虑水库下泄一定流量以维持该减水河段的基本功能及生态环境用水。根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）、《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SL/T 820-2023）和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》等相关要求，经多方法计算，本次汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量 0.552 m^3/s ，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量 0.276 m^3/s ，鱼类繁殖期 3~4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量 0.368 m^3/s ，当月入库径流量扣除蒸发渗漏损失量后小于该月需下放的下泄流量，则按入库径流量减蒸发渗漏损失量进行下放，合计多年平均下放的下泄流量为 1057 万 m^3 ，下泄流量保证率不低于 98.1%。为保证生态流量能正常下泄，使用放空设施下泄生态流量，并安置流量计量设施，保障水库下泄流量的监督，以保证该减水河段的生态用水要求。

F.仁沙水文站影响

仁沙水文站位于丰都县仁沙镇罗家桥村 4 组渠溪河干流上，该站为防汛水文站，于 2014 年 5 月完成测站建设，测验项目有雨量、水位、流量。仁沙水文站控制集水面积 674 km^2 ，距飞龙水库坝址 30.9 km ，断面多年平均流量达 10.5 m^3/s ，最小下泄生态流量

1.05m³/s（多年平均流量的 10%）。仁沙水文站断面飞龙水库建成前后年平均流量均值分别为 10.445m³/s、9.7m³/s，减少 7.1%；丰水年平均流量均值分别为 15.451m³/s、14.618m³/s，减少 5.4%；枯水年平均流量均值分别为 6.174m³/s、5.693m³/s，减少 7.8%。水量减少比重很小，对仁沙水文站测流基本无影响。同时飞龙水库最小下泄生态水量为 0.276~0.368m³/s，占多年平均天然流量的 10%~30%，不低于仁沙水文站断面生态流量下泄比例 10%。因此飞龙水库建设对下游生态基流更加有利，满足生态流量要求。

G.其他影响

飞龙水库供水涉及影响的有高滩、红旗、黄岭岩、隆家沟 4 座水库。4 座水库原设计功能任务均为灌溉，受城镇发展用水影响，水库灌溉用水均被城镇用水挤占，严重影响农业产业发展。飞龙水库建成后，将承担名山组团和董家镇的生产和生活用水，恢复被挤占的农业灌溉用水，项目建设对高滩、红旗、黄岭岩、隆家沟 4 座水库的功能任务发挥更加有利。

飞龙水库多年平均河道外供水量 2209 万 m³，其中外流域调水 1387 万 m³，外调水量占坝址处多年平均入库径流量的 33.5%，占飞龙河流域水资源量 0.73 亿 m³的 19%。随着飞龙河汇入渠溪河干流，取水量占比进一步减少，飞龙水库的建设对流域水资源量影响较小。

综上，在采取电站补偿、生态流量下放等补救措施后，项目取用水对第三方影响甚微。

②退水影响

飞龙水库工程生活工业污水全部可进入污水管网，对下游取水户的影响甚微，排污不会改变纳污河段的水体功能，对河段水生态环境的影响不明显，对下游取水户的取水安全影响很小，因此也不存在排水补偿建议。丰都县住房和城乡建设委员会承诺，将根据飞龙水库服务区内生活供水所产生的污水量增长实际需要，同步完善污水处理厂及配套管网，以满足服务区域污水处理要求。

6.1.2 水文情势影响分析

6.1.2.1 初期蓄水期水文情势影响分析

根据施工进度安排，枢纽工程拟在第三年 11 月初即可进行下闸蓄水。因此水库从 11 月开始下泄生态水量的同时开始蓄水，一般需要经过 3 次蓄水，其中：第一阶段为封

堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，其余径流量均被大坝拦截于库区，将导致大坝下游河段内径流量较现状明显减少，在保证生态放流措施时时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。

初期蓄水阶段为了不引起下游河段流量骤减，建议考虑 10 天左右时间下泄流量渐变过程。

6.1.2.2 运行期水文情势影响分析

(1) 库区水文情势影响分析

水库建成蓄水后，库区水位明显增高，越靠近坝前，库内流速越小；越靠近库尾，流速越接近天然河流；水域环境总体为缓流静水型。当水位达到正常蓄水位 378.00m 时，回水长度约 4.923km（干流段 3.6km、支流段 1.323km），库区水面面积为 0.832km²，库区滞洪能力明显增强。水库具有多年调节性能，兴利调节时水位在 378.00m（正常蓄水位）~355.00m（死水位）之间变化，水位变幅为 23m。水库建设后，库区河段水位均较原水位有不同程度的抬升，越靠近坝址抬升越明显。在多年平均条件下，坝址、库尾等断面的水文情势统计见下表。

表 6.1-1 成库后库区断面水文情势变化一览表

序号	断面编号	水位（m）		水面宽（m）		流速（m/s）		河底高程（m）	
		天然	成库后	天然	成库后	天然	成库后	天然	成库后淤积
1	坝址	343.94	378.00	21	283.14	0.17	0	341.29	347.50
3	库尾	371.13	378.00	7	17.86	0.22	0.22	371.04	371.04

因水位抬升，坝前水深增加、水面变宽，库区河段的过水面积增加，断面平均流速减小，大坝阻隔导致库区河段流速均较原天然流速有不同程度的减缓，越靠近坝址减缓越明显，至坝前接近为 0。

(2) 坝址下游水文情势影响分析

工程建设前，飞龙水库坝址断面以天然径流为主，飞龙水库坝址处多年平均天然流量 1.84m³/s，考虑上游青龙桥水库、乐善桥水库调蓄用水以及双河口水库库损后，飞龙水库坝址处多年平均流量 1.31m³/s。水库建成后，坝址下游来水量将产生变化，坝下分

析断面的来水量将由飞龙水库的下泄流量（生态加弃水）+坝址～分析断面的区间流量组成。结合飞龙河实际情况，考虑到飞龙河汇入渠溪河干流后流量将发生较大变化，基本恢复至天然情况，因此选择分析断面为飞龙水库坝址、飞龙河汇入渠溪河口（距坝里程 4.4km）、仁沙水文站断面（距坝里程 30.9km）3 个断面。

①流量变化过程分析

工程运行后，受水库运行调度及库内取水影响，不同来水频率下 3 个断面下丰水年、平水年和枯水年逐月流量变化过程见表 6.1-2~6.1-4 和图 6.1-1~6.1-9。

表 6.1-2 飞龙水库坝址断面丰、平、枯水年平均流量变化情况表

频率	月份	单位	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	年平均
丰水年 (P=10%)	建库前流量	m ³ /s	1.13	0.94	7.27	11.89	3.28	1.24	2.54	1.54	0.37	0.28	0.12	0.1	2.56
	建库后流量	m ³ /s	0.368	0.368	0.368	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.12	0.1	0.27
	建库前后变化量	m ³ /s	0.762	0.572	6.902	11.614	3.004	0.964	2.264	1.264	0.094	0.004	0.000	0.000	2.289
	建库前后变化率	%	67.4%	60.9%	94.9%	97.7%	91.6%	77.7%	89.1%	82.1%	25.4%	1.4%	0.0%	0.0%	89.4%
平水年 (P=50%)	建库前流量	m ³ /s	3.36	5.69	2.93	3.24	0.49	0.41	0.72	2.85	0.58	0.24	0.22	0.21	1.75
	建库后流量	m ³ /s	0.368	0.368	0.368	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.24	0.22	0.21	0.29
	建库前后变化量	m ³ /s	2.992	5.322	2.562	2.964	0.214	0.134	0.444	2.574	0.304	0.000	0.000	0.000	1.459
	建库前后变化率	%	89.0%	93.5%	87.4%	91.5%	43.7%	32.7%	61.7%	90.3%	52.4%	0.0%	0.0%	0.0%	83.4%
枯水年 (P=90%)	建库前流量	m ³ /s	1.68	3.16	5.08	0.54	1.44	0.52	0.74	0.85	0.24	0.13	0.13	0.49	1.25
	建库后流量	m ³ /s	0.368	0.368	0.368	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.24	0.13	0.13	0.368	0.28
	建库前后变化量	m ³ /s	1.312	2.792	4.712	0.264	1.164	0.244	0.464	0.574	0.000	0.000	0.000	0.122	0.971
	建库前后变化率	%	78.1%	88.4%	92.8%	48.9%	80.8%	46.9%	62.7%	67.5%	0.0%	0.0%	0.0%	24.9%	77.7%
备注：建库前后变化率为建库后流量变化量与天然径流量的比值。															

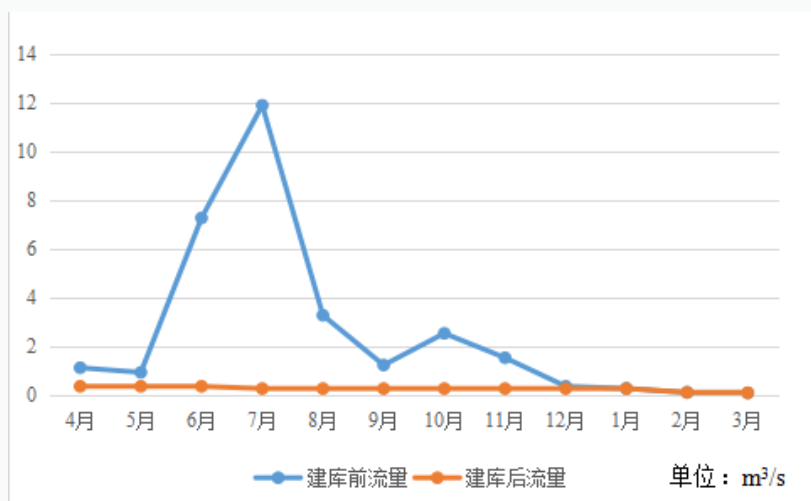


图 6.1-1 飞龙水库坝址断面丰水年流量变化

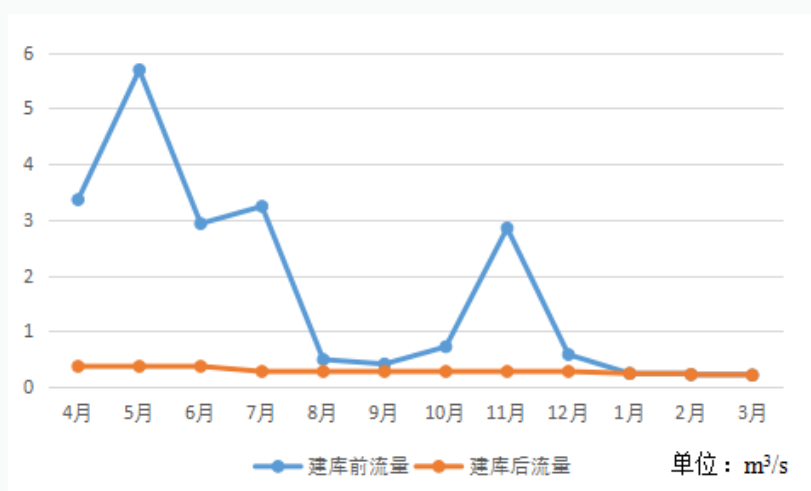


图 6.1-2 飞龙水库坝址断面平水年流量变化

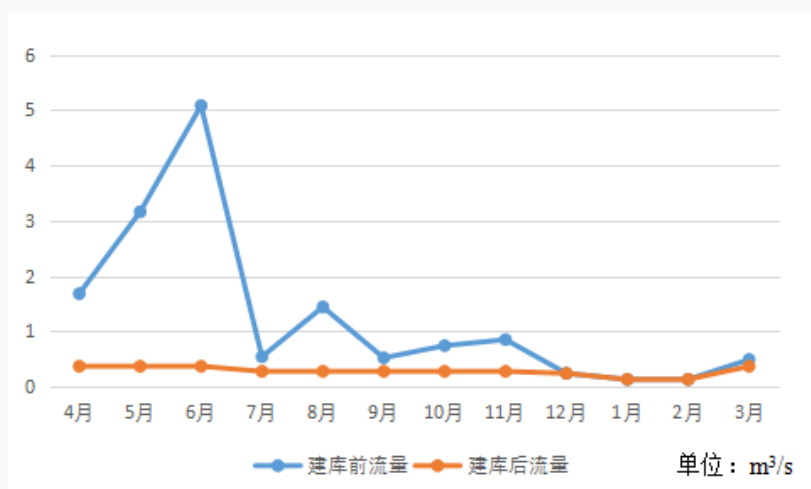


图 6.1-3 飞龙水库坝址断面枯水年流量变化

表 6.1-3 飞龙河汇入渠溪河口断面丰、平、枯水年平均流量变化情况表

频率	月份	单位	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	年平均
丰水年 (P=10%)	建库前流量	m ³ /s	1.42	1.18	9.14	14.94	4.12	1.56	3.19	1.94	0.46	0.35	0.15	0.13	3.22
	建库后流量	m ³ /s	1.42	1.18	2.60	2.60	2.60	1.56	2.60	0.59	0.46	0.35	0.15	0.13	1.35
	建库前后变化量	m ³ /s	0.00	0.00	6.53	12.34	1.52	0.00	0.59	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86
	建库前后变化率	%	0.0%	0.0%	71.5%	82.6%	36.9%	0.0%	18.5%	69.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	57.9%
平水年 (P=50%)	建库前流量	m ³ /s	4.22	7.15	3.68	4.07	0.62	0.52	0.90	3.58	0.73	0.30	0.28	0.26	2.20
	建库后流量	m ³ /s	1.25	1.25	1.25	1.25	0.62	0.52	0.90	0.28	0.28	0.28	0.28	0.26	0.70
	建库前后变化量	m ³ /s	2.98	5.91	2.44	2.83	0.00	0.00	0.00	3.30	0.44	0.02	0.00	0.00	1.49
	建库前后变化率	%	70.5%	82.6%	66.2%	69.4%	0.0%	0.0%	0.0%	92.1%	61.0%	5.8%	0.0%	0.0%	67.9%
枯水年 (P=90%)	建库前流量	m ³ /s	2.11	3.97	6.38	0.68	1.81	0.65	0.93	1.07	0.30	0.16	0.16	0.62	1.57
	建库后流量	m ³ /s	0.90	0.90	0.90	0.68	0.90	0.65	0.90	0.21	0.21	0.16	0.16	0.21	0.56
	建库前后变化量	m ³ /s	1.22	3.07	5.49	0.00	0.91	0.00	0.03	0.86	0.10	0.00	0.00	0.41	1.01
	建库前后变化率	%	57.6%	77.4%	86.0%	0.0%	50.5%	0.0%	3.6%	80.8%	32.0%	0.0%	0.0%	66.7%	64.2%
备注：建库前后变化率为建库后流量变化量与天然径流量的比值。															

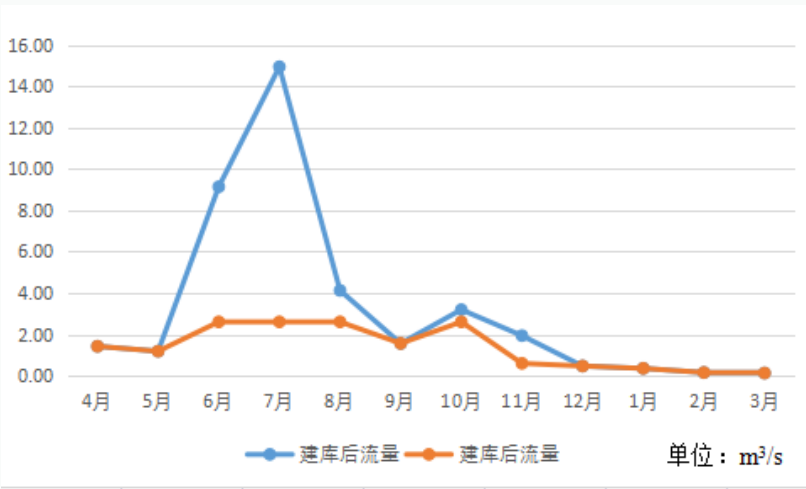


图 6.1-4 飞龙河汇入渠溪河口断面丰水年流量变化

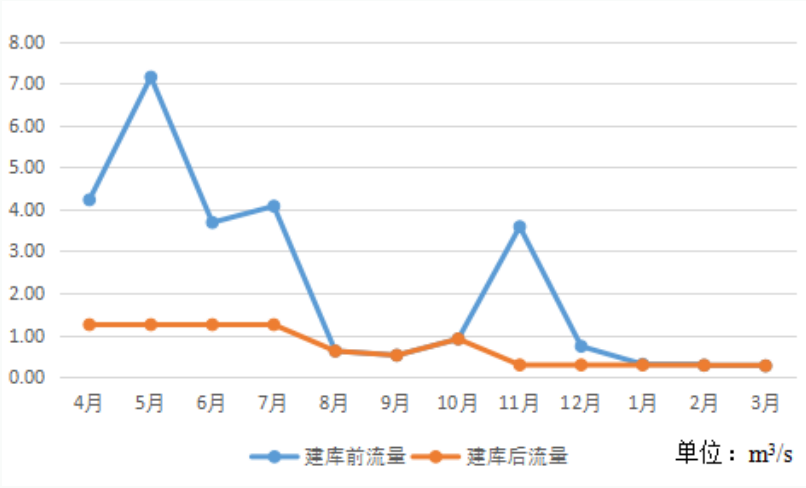


图 6.1-5 飞龙河汇入渠溪河口断面平水年流量变化

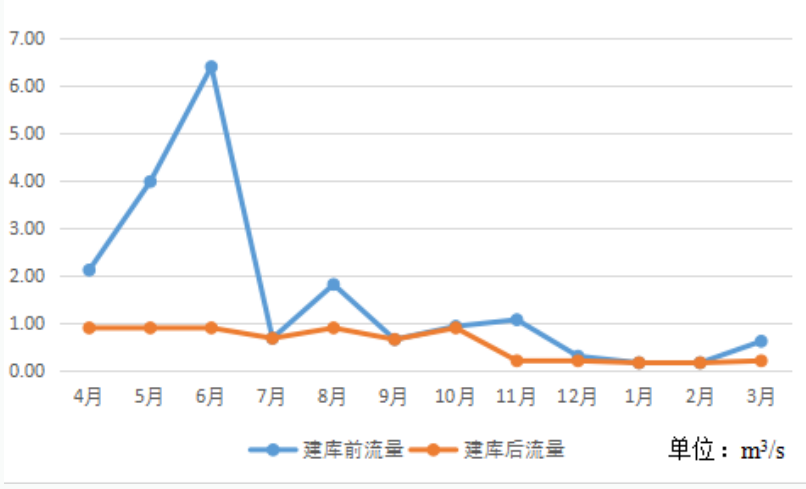


图 6.1-6 飞龙河汇入渠溪河口断面枯水年流量变化

表 6.1-4 仁沙水文站断面丰、平、枯水年平均流量变化情况表

频率	月份	单位	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	年平均
丰水年 (P=10%)	建库前流量	m ³ /s	6.74	5.61	43.36	70.92	19.56	7.40	15.15	9.19	2.21	1.67	0.72	0.60	15.27
	建库后流量	m ³ /s	6.74	5.61	41.02	66.66	19.56	7.40	15.15	8.61	2.21	1.67	0.72	0.60	14.66
	建库前后变化量	m ³ /s	0.00	0.00	2.34	4.26	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
	建库前后变化率	%	0.0%	0.0%	5.4%	6.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%
平水年 (P=50%)	建库前流量	m ³ /s	20.04	33.94	17.48	19.33	2.92	2.45	4.29	17.00	3.46	1.43	1.31	1.25	10.44
	建库后流量	m ³ /s	18.42	31.46	15.97	17.70	2.923	2.445	4.295	15.47	3.17	1.43	1.312	1.253	9.65
	建库前后变化量	m ³ /s	1.62	2.48	1.50	1.62	0.00	0.00	0.00	1.53	0.29	0.00	0.00	0.00	0.75
	建库前后变化率	%	8.1%	7.3%	8.6%	8.4%	0.0%	0.0%	0.0%	9.0%	8.4%	0.0%	0.0%	0.0%	7.2%
枯水年 (P=90%)	建库前流量	m ³ /s	10.02	18.85	30.30	3.22	8.59	3.10	4.41	5.07	1.43	0.78	0.78	2.92	7.46
	建库后流量	m ³ /s	9.17	17.11	27.42	2.94	8.39	3.10	4.41	5.07	1.43	0.78	0.78	2.69	6.94
	建库前后变化量	m ³ /s	0.85	1.73	2.88	0.28	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.52
	建库前后变化率	%	8.5%	9.2%	9.5%	8.8%	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.1%	6.9%
备注：建库前后变化率为建库后流量变化量与天然径流量的比值。															

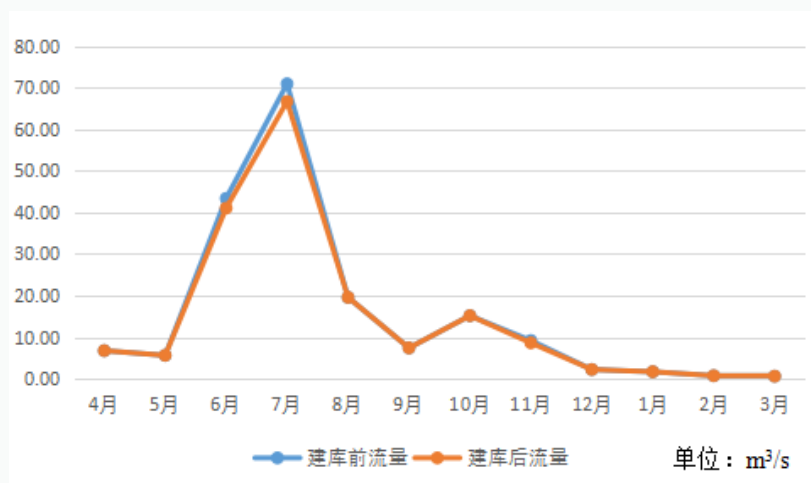


图 6.1-7 仁沙水文站断面丰水年流量变化

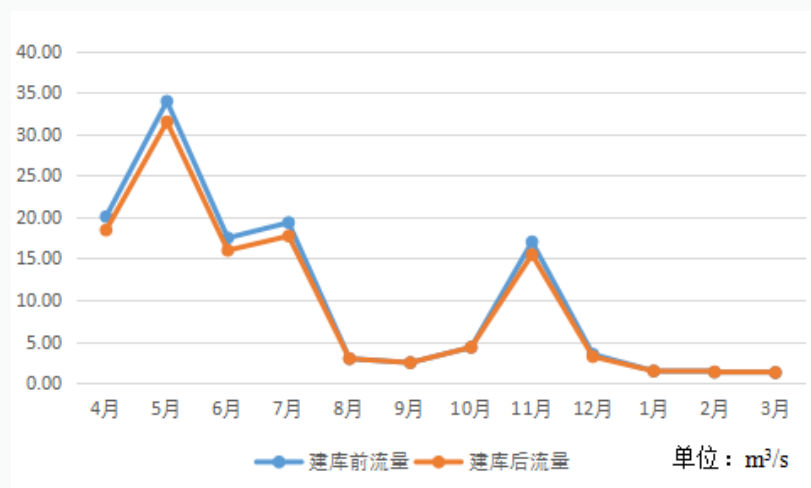


图 6.1-8 仁沙水文站断面平水年流量变化

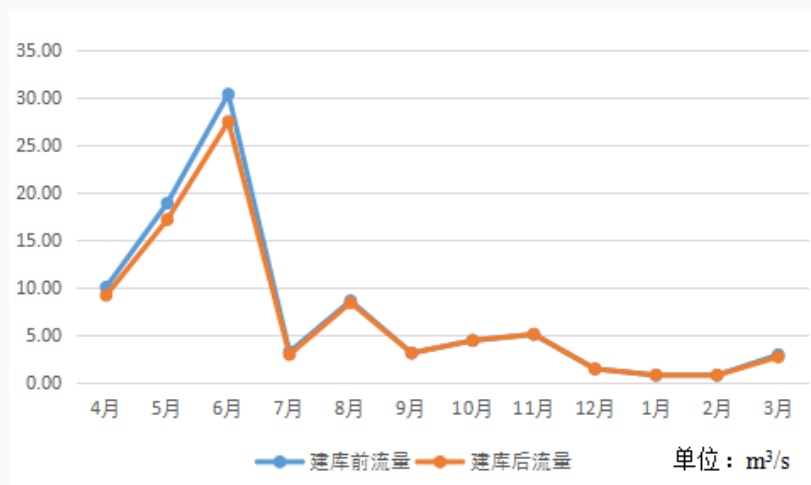


图 6.1-9 仁沙水文站断面枯水年流量变化

由表 6.1-2~6.1-4 和图 6.1-1~6.1-9, 受飞龙水库建设的影响, 在丰水年、平水年和枯水年飞龙水库坝址、飞龙河汇入渠溪河口、仁沙水文站三个断面流量均有一定减少。

项目建设前后, 飞龙水库坝址断面丰水年年平均流量由 $2.56\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $0.27\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 89.4%; 平水年年平均流量由 $1.75\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $0.29\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 83.4%; 枯水年年平均流量由 $1.25\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $0.28\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 77.7%。

项目建设前后, 飞龙河汇入渠溪河口断面丰水年年平均流量由 $3.22\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $1.35\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 57.9%; 平水年年平均流量由 $2.20\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $0.7\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 67.9%; 枯水年年平均流量由 $1.57\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $0.56\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 64.2%。

项目建设前后, 仁沙水文站断面丰水年年平均流量由 $15.27\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $14.66\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 4.0%; 平水年年平均流量由 $10.44\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $9.65\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 7.2%; 枯水年年平均流量由 $7.46\text{m}^3/\text{s}$ 降至 $6.94\text{m}^3/\text{s}$, 减少幅度为 6.9%。

综上, 飞龙水库建成后, 减少了下游河道的流量, 但是影响十分有限, 在汇入渠溪河干流后, 对下游区域水资源和水文情势的影响较小。

②各代表断面水力参数变化

由于各断面流量变化, 飞龙水库坝下河段水力参数相应的发生变化, 水位降低, 流速减小, 水力参数变化幅度与流量的变化幅度呈正相关。

各断面水力参数变化情况见表 6.1-5~表 6.1-7

表 6.1-5 飞龙水库坝址断面逐月水力参数变化情况表

频率	项目	月份	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
丰水 年 (P=10%)	最大水深 (m)	建库前	0.32	0.28	1.18	2.90	0.51	0.47	0.55	0.95	0.25	0.22	0.09	0.06
		建库后	0.25	0.24	0.76	2.31	0.32	0.40	0.39	0.86	0.23	0.20	0.08	0.05
		变化量	0.07	0.04	0.42	0.59	0.19	0.07	0.16	0.08	0.02	0.01	0.01	0.01
	水面宽 (m)	建库前	21.00	20.15	28.61	23.06	29.02	16.62	24.94	11.05	10.08	8.93	9.30	11.83
		建库后	5.07	8.94	8.94	8.94	8.94	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
		变化量	15.93	11.21	19.67	14.12	20.08	11.55	19.87	5.98	5.02	3.86	4.23	6.77
	流速 (m/s)	建库前	0.17	0.17	0.22	0.18	0.22	0.16	0.19	0.15	0.15	0.14	0.14	0.15
		建库后	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		变化量	0.04	0.02	0.07	0.03	0.08	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
平水 年 (P=50%)	最大水深 (m)	建库前	0.94	1.22	0.56	0.66	0.14	0.12	0.23	1.19	0.36	0.16	0.14	0.10
		建库后	0.73	0.93	0.40	0.49	0.12	0.09	0.19	1.02	0.33	0.15	0.12	0.09
		变化量	0.21	0.30	0.16	0.17	0.02	0.03	0.04	0.17	0.03	0.01	0.01	0.01
	水面宽 (m)	建库前	21.03	24.96	26.54	25.68	20.71	20.90	19.13	15.46	11.02	10.08	10.95	13.61
		建库后	5.07	8.94	8.94	8.94	8.94	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
		变化量	15.97	16.02	17.60	16.75	11.77	15.83	14.06	10.40	5.96	5.02	5.88	8.54
	流速 (m/s)	建库前	0.170	0.19	0.20	0.19	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
		建库后	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		变化量	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
枯水 年 (P=90%)	最大水深 (m)	建库前	0.44	0.95	1.52	0.13	0.30	0.19	0.20	0.27	0.18	0.10	0.10	0.29
		建库后	0.34	0.81	1.29	0.10	0.22	0.16	0.15	0.22	0.17	0.10	0.09	0.27
		变化量	0.10	0.14	0.23	0.03	0.08	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03
	水面宽 (m)	建库前	21.99	19.98	20.02	23.80	25.58	17.31	21.80	19.02	9.26	8.82	8.93	11.31
		建库后	8.13	3.20	2.00	19.72	8.80	13.10	13.64	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
		变化量	13.86	16.78	18.02	4.08	16.78	4.21	8.16	13.95	4.20	3.76	3.86	6.25
	流速 (m/s)	建库前	0.173	0.17	0.17	0.18	0.19	0.16	0.17	0.16	0.14	0.14	0.14	0.15
		建库后	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		变化量	0.04	0.02	0.02	0.04	0.05	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01

表 6.1-6 飞龙汇入渠溪河口断面逐月水力参数变化情况表

频率	项目	月份	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
丰水 年 (P=10%)	最大水深 (m)	建库前	0.19	0.17	0.71	1.76	0.31	0.29	0.33	0.58	0.15	0.13	0.05	0.03
		建库后	0.15	0.14	0.46	1.40	0.19	0.24	0.24	0.52	0.14	0.12	0.05	0.03
		变化量	0.04	0.03	0.25	0.36	0.12	0.04	0.10	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00
	水面宽 (m)	建库前	26.38	25.31	35.94	28.96	36.45	20.88	31.32	13.88	12.67	11.22	11.68	14.87
		建库后	6.36	11.23	11.23	11.23	11.23	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36
		变化量	20.02	14.08	24.71	17.74	25.23	14.52	24.96	7.51	6.30	4.85	5.31	8.50
	流速 (m/s)	建库前	0.28	0.28	0.36	0.29	0.37	0.26	0.31	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
		建库后	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
		变化量	0.06	0.04	0.12	0.06	0.13	0.04	0.09	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
平水 年 (P=50%)	最大水深 (m)	建库前	0.57	0.74	0.34	0.40	0.09	0.07	0.14	0.72	0.22	0.10	0.08	0.06
		建库后	0.45	0.56	0.25	0.30	0.07	0.05	0.11	0.62	0.20	0.09	0.08	0.05
		变化量	0.13	0.18	0.10	0.11	0.01	0.02	0.03	0.10	0.02	0.01	0.01	0.01
	水面宽 (m)	建库前	26.42	31.35	33.34	32.26	26.02	26.25	24.02	19.42	13.85	12.67	13.75	17.10
		建库后	6.36	11.23	11.23	11.23	11.23	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36
		变化量	20.06	20.12	22.11	21.04	14.79	19.88	17.66	13.06	7.48	6.30	7.39	10.73
	流速 (m/s)	建库前	0.28	0.31	0.32	0.31	0.28	0.28	0.27	0.26	0.24	0.24	0.24	0.25
		建库后	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
		变化量	0.06	0.07	0.09	0.08	0.04	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
枯水 年 (P=90%)	最大水深 (m)	建库前	0.27	0.58	0.92	0.08	0.18	0.11	0.12	0.17	0.11	0.06	0.06	0.18
		建库后	0.20	0.49	0.78	0.06	0.13	0.10	0.09	0.13	0.10	0.06	0.06	0.16
		变化量	0.06	0.09	0.14	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02
	水面宽 (m)	建库前	27.62	25.10	25.14	29.90	32.13	21.75	27.39	23.89	11.64	11.08	11.22	14.21
		建库后	6.36	11.23	11.23	11.23	11.23	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36
		变化量	21.26	13.87	13.92	18.67	20.91	15.38	21.02	17.53	5.27	4.72	4.85	7.85
	流速 (m/s)	建库前	0.286	0.27	0.27	0.30	0.31	0.26	0.28	0.27	0.24	0.24	0.24	0.24
		建库后	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
		变化量	0.06	0.04	0.04	0.06	0.08	0.04	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02

表 6.1-7 仁沙水文站断面逐月水力参数变化情况表

频率	项目	月份	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
丰水 年 (P=10%)	最大水深 (m)	建库前	0.84	0.74	3.12	7.70	1.35	1.25	1.45	2.51	0.67	0.58	0.24	0.15
		建库后	0.66	0.63	2.02	6.13	0.85	1.06	1.03	2.29	0.62	0.54	0.22	0.14
		变化量	0.18	0.11	1.10	1.58	0.50	0.20	0.42	0.22	0.05	0.04	0.02	0.01
	水面宽 (m)	建库前	36.50	35.02	49.72	40.07	50.44	28.89	43.34	19.20	17.53	15.52	16.16	20.57
		建库后	8.81	15.53	15.53	15.53	15.53	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81
		变化量	27.69	19.49	34.19	24.54	34.90	20.08	34.53	10.39	8.72	6.72	7.35	11.76
	流速 (m/s)	建库前	0.22	0.22	0.28	0.23	0.29	0.20	0.24	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
		建库后	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		变化量	0.05	0.03	0.10	0.05	0.10	0.03	0.07	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
平水 年 (P=50%)	最大水深 (m)	建库前	2.49	3.25	1.49	1.76	0.37	0.31	0.61	3.14	0.95	0.43	0.36	0.27
		建库后	1.94	2.46	1.07	1.30	0.31	0.24	0.49	2.70	0.86	0.40	0.33	0.24
		变化量	0.55	0.79	0.42	0.46	0.06	0.07	0.12	0.45	0.08	0.03	0.03	0.03
	水面宽 (m)	建库前	36.56	43.38	46.12	44.64	36.00	36.32	33.24	26.88	19.16	17.53	19.03	23.66
		建库后	8.81	15.53	15.53	15.53	15.53	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81
		变化量	27.75	27.85	30.59	29.11	20.46	27.51	24.43	18.07	10.36	8.72	10.22	14.85
	流速 (m/s)	建库前	0.22	0.24	0.25	0.25	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20
		建库后	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		变化量	0.05	0.06	0.07	0.06	0.03	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02
枯水 年 (P=90%)	最大水深 (m)	建库前	1.17	2.52	4.03	0.33	0.79	0.50	0.52	0.72	0.48	0.27	0.27	0.78
		建库后	0.89	2.14	3.42	0.26	0.58	0.42	0.40	0.58	0.44	0.25	0.25	0.71
		变化量	0.28	0.38	0.61	0.07	0.20	0.08	0.12	0.14	0.03	0.02	0.02	0.07
	水面宽 (m)	建库前	38.22	34.72	34.79	41.36	44.46	30.09	37.90	33.06	16.10	15.33	15.52	19.67
		建库后	8.81	15.53	15.53	15.53	15.53	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81	8.81
		变化量	29.41	19.19	19.26	25.83	28.93	21.28	29.09	24.25	7.30	6.53	6.72	10.86
	流速 (m/s)	建库前	0.224	0.22	0.22	0.23	0.25	0.21	0.22	0.21	0.19	0.19	0.19	0.19
		建库后	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
		变化量	0.05	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.05	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02

(3) 最小下泄流量及其合理性分析

飞龙水库建成后，水库坝下将形成约 4.4km 长的减水河段。

本次评价按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）、《环境影响评价技术导则—水利水电工程》（HJ/T88-2003）、《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函〔2006〕4 号）等来确定本项目的生态流量。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SLT820-2023）相关要求，河流生态环境需水包括水生生态需水、水环境需水、湿地需水、景观需水、河口压咸需水等；其他需水主要包括冲沙需水、河道蒸发和渗漏需水等；生态流量的组成包括生态基流和敏感期生态流量，工程影响河段范围无敏感生态保护对象的，生态流量为生态基流。

1) 维持河流水环境质量的净化水量

为了满足水环境功能的需求，河流必须保持足够的环境流量。环境需水流量的大小主要取决于上游河道的排污量和河流自身的纳污容量及降解能力。根据调查，开发河段减水河段影响范围内不涉及集中排污口，入河污染源主要来自农业面源，下游减水河段内有多条支沟汇入，有利于污水稀释，因此，不需要考虑维持环境质量所需的最小水量。

2) 湿地需水

项目水库坝址下游河段内无湿地分布，两岸植被需水往往通过地下水、降水补给，无河岸相连湿地补给植被需水，因此，不考虑坝址下游河道湿地需水。

3) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

根据调查，项目水库坝址下游河段区域没有旅游设施等景观和水上娱乐环境用水需求。工程所在河段现状无通航条件，因此，不考虑航运用水要求。

4) 河口压咸需水

项目不存在咸潮上溯问题，不需要考虑河口压咸水量。

5) 工农业生产及生活需水量

本项目水库主要功能为城乡供水和农业灌溉功能，建成后由水库提供下游居民的生活和灌溉用水，根据调查减水河段无工农业生产及生活用水取水口。

6) 维持地下水位动态平衡补给需水

工程所在河流下游无地下水开采，流域地下水主要接受大气降雨的补给，不需计算维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

7) 河道外生态需水量

河岸植被需水往往通过地表径流、地下水、降水补给。由于湿周对两岸的浸润作用，河岸相连湿地补给需水也相应得到满足，河道外生态需水量无需单独考虑。

8) 维持水生生态系统稳定所需水量

拟建飞龙水库工程减水河段最小生态环境需水量主要考虑因素为维持水生生物生态系统稳定所需要的水生生态需水。根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函〔2006〕4号）、《水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见》《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SLT820-2023），维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水力学法、生态水力学法、水文学法等。如下表 6.1-8 所示。

表 6.1-8 生态基流指标计算方法

序号	方法	方法	指标表达	适用条件及特点
1	Tennant 法	水文学	将多年评价流量的 10%~30%作为生态基流	适用于流量较大的河流；拥有长序列水文资料。方法简单快速
2	90%保证率法	水文学	90%保证率最枯月平均流量	适合水资源量小，且开发利用程度已经较高的河流；要求拥有长序列水文资料。
3	近十年最枯月流量法	水文学	近十年最枯月平均流量	与 90%保证率法相同，均用于纳污能力计算
4	流量历时曲线法	水文学	利用历史流量资料构建各月流量历时曲线，以 90%保证率对应流量作为生态基流	简单快速，同时考虑了各个月份流量的差异。需分析至少 20 年的日均流量资料
5	7Q10 法	水文学	90%保证率最枯连续 7 天的平均流量	水资源量小，且开发利用程度已经较高的河流；拥有长序列水文资料
6	R2-CROSS 法	水力学	以河流平均水深、流速及湿周率等水力生境参数评估鱼类生境状况，可用于计算分析小型河流的水生生物生态基流	需要测量大断面地形；适用于非季节性中小河流
7	湿周法	水力学	采用湿周作为评价水生生物栖息地质量的制备，通过建立湿	适用于河床性状稳定的宽浅矩形和抛物线型断面的河道

			周与流量之间的关系曲线进行评估。可根据湿周-流量关系曲线的转折点确定水生生物生态基流	

由项目所在河流特征，以及掌握的水文资料，本次评价分别采用 Tennant 法、近十年最枯月流量法和 R2-CROSS 法进行计算分析。

①Tennant 法

Tennant 法的保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况计算标准见表 6.1-9。以预先确定的年平均河流流量的百分数为基础估算河流不同流量对生态的影响。

表6.1-9 河道内不同生态状况对应的多年平均天然流量百分比

不同流量百分比对应河道内生态状况	占天然流量百分比 (%)	
	年内水量较枯时段	年内水量较丰时段
最佳	60~100	60~100
优秀	40	60
很好	30	50
良好	20	40
一般	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

按照《长江经济带生态环境保护规划》（环规财〔2017〕88号）：“保障长江干支流 58 个主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15% 左右，其中干流在 20% 以上”的要求，本次评价汛期取不低于 30，非汛期取不低于 15%，鱼类繁殖期不低于 20%。对照上表，可满足水库坝下河段基本生态功能全年应不低于“一般”状态的要求。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，建议飞龙水库在鱼类繁殖期 3-6 月，按照多年平均流量比例 20% 下泄生态流量。

根据调查河流生境和访问，在飞龙河汇入渠溪河汇口处有双叉子产卵场，位于坝址下游约 4.4km，属于本项目水文要素影响范围（见附图 23），该产卵场属于产粘草基质卵鱼类产卵场，主要鱼种为鲤、鲫，属于小型鱼类产卵场，评价范围内无其他规模化的重要水生生物自然产卵场及索饵场和洄游通道分布。

飞龙水库下游河段依次为飞龙三级电站、雪神滩电站、飞龙河渠溪河汇入口产卵场，飞龙水库与飞龙河渠溪河汇入口产卵场之间以雪神滩电站、飞龙三级电站相隔，飞龙三

级电站大坝下游为自然跌水，落差较大，已限制飞龙河干流鱼类洄游距离与范围。

为减小飞龙水库对下游飞龙河渠溪河汇入口产卵场的影响，本次评价建议飞龙水库在鱼类繁殖期 3-6 月，按照多年平均流量比例 20% 下泄生态流量，可满足飞龙水库坝下河段基本生态功能繁殖期不低于“良好”状态的要求。

综上，根据 Tennant 法飞龙水库需要下泄最小生态流量，鱼类繁殖期为多年平均径流的 20% 即 $0.368\text{m}^3/\text{s}$ ，非鱼类繁殖期为多年平均径流的 15%，即 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ 。

②近十年最枯月流量法

在缺乏系列水文资料时，可用近 10 年最枯月平均流量、月平均水位或径流量，即 10 年中的最小值，作为基本生态环境需水量的最小值，此方法适用于水资源量小，且开发利用程度已经较高、水文资料系列较短的河流。飞龙水库坝址近 10 年的月径流成果计算见下表。

表 6.1-10 飞龙水库坝址近 10 年的月径流成果表 单位： m^3/s

年 \ 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	最枯月
2011-2012	2.05	2.37	2.43	0.14	0.12	0.08	2.66	5.17	1.51	0.35	0.19	0.3	0.08
2012-2013	1.15	3.59	0.79	1.42	0.11	2.25	1.38	0.61	0.33	0.19	0.13	0.14	0.11
2013-2014	0.17	9.26	4.76	0.07	0.18	0.28	0.07	0.27	0.09	0.08	0.08	0.3	0.07
2014-2015	2.08	2.83	6.28	2.9	1.89	5.09	1.22	1.51	0.89	0.74	0.21	0.18	0.18
2015-2016	0.57	0.98	4.99	3.1	1.52	3.54	1.19	0.23	0.33	0.47	0.32	0.5	0.23
2016-2017	0.85	1.88	4.24	1.76	0.15	0.1	0.28	3.17	0.29	0.18	0.32	0.82	0.1
2017-2018	4.16	6.05	5.95	0.52	0.31	3.61	7.47	0.61	0.25	0.28	0.22	0.61	0.22
2018-2019	6.86	4.81	0.69	1.62	0.41	0.79	0.44	1.19	0.34	0.28	0.26	0.21	0.21
2019-2020	0.6	1.8	4.88	2.96	3.89	0.36	1.01	0.88	0.4	0.48	0.61	1.98	0.4
2020-2021	2.31	1.83	7.81	11.34	0.79	0.57	3.57	0.79	0.2	0.18	0.23	0.42	0.18

经计算，飞龙水库坝址近 10 年最枯月径流量为 $0.07\text{m}^3/\text{s}$ 。

③R2-CROSS 法

由上表 6.1-10 可得，飞龙河夏秋季和冬季流量虽然有一定差异，但未出现长时间断

流，因此飞龙河属于非季节性河流，适用于 R2-CROSS 法。R2-CROSS 法是以曼宁方程为基础的计算方法，根据河流特定位置处的水力学参数推算相应的流量，计算公式为：

$$Q = n^{-1} \left(\frac{A}{x} \right)^{2/3} J^{1/2}$$

式中：n—曼宁系数；

Q—流量；

A—过水断面面积；

x—湿周；

J—水力坡度。

R2-CROSS 法确定最小栖息地流量的水力标准见下表，

表 6.1-11 R2-CROSS 法确定最小栖息地流量的水利标准

河流顶宽 (m)	平均水深 (m)	湿周率 (%)	平均流速 (m/s)
0.3-0.6	0.06	50	0.3048
6.3-12.3	0.06-0.12	50	0.3048
12.3-18.3	0.12-0.18	50-60	0.3048
18.3-30.5	0.18-0.3	≥70	0.3048

选取飞龙河汇入渠溪河口断面进行计算，根据项目水文资料 and 上表，取曼宁系数为 0.06，水深取 0.06m，河宽取 11.08m，水力坡度取 0.01，带入公式得 $Q=0.252\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 生态流量的确定

根据 Tennant 法、近十年最枯月流量法和 R2-CROSS 法计算飞龙水库需要下泄最小生态基流分别为 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.07\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.252\text{m}^3/\text{s}$ ，本次评价取最大值，即 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ 。

(4) 下泄生态流量调度

根据设计，按照“生态优先、绿色发展”的理念，避免工程建设后对下游生态环境产生影响，同时尽可能减少项目建设对下游电站影响，飞龙水库将首先考虑下泄必要的生态环境用水。根据《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T 712-2021)、《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》(SL/T 820-2023)和《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》等相关要求，本次汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量 $0.552\text{m}^3/\text{s}$ ，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ ，

鱼类繁殖期 3~4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量 $0.368\text{m}^3/\text{s}$ ，当月入库径流量扣除蒸发渗漏损失量后小于该月需下放的生态流量，则按入库径流量减蒸发渗漏损失量进行下放，合计多年平均下放的生态流量为 1057 万 m^3 ，生态流量保证率不低于 98.1%。

综上所述，飞龙水库下泄生态流量情况见表 6.1-12。

表 6.1-12 飞龙水库下泄生态流量调度计划一览表 m^3/s

项目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
生态下泄	0.368	0.552	0.552	0.552	0.552	0.552	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0.368

取（放）水建筑物采用坝式取水型式，由取水塔、取水压力管道组成。布置于大坝左侧 3#非溢流坝段前。取 0+000.00~取 0+011.20 为取水塔，塔身为矩形，紧贴大坝上游侧布置，顶部高程 381.70m，进口底板高程 350.60m，筒体高 44.0m。取水塔分 3 层取水，管径 1.2m，最大取水流量为 $2.288\text{m}^3/\text{s}$ 。

取 0+011.20~取 0+039.84m 为坝内埋管段，管径 1.3m，管周采用 C25 砼外包，厚 0.6m。压力钢管穿出坝体后，进入坝后开挖弃渣回填区，取 0+039.84~取 0+055.30m 段为回填管段，管周为开挖回填料；取 0+055.30~062.70m 段为厂前段。在桩号取 0+062.70m 处进入坝后阀室（与泵房联合修建），内设控制阀，后接灌区工程干管，管径 1.3m，设计引用流量 $1.87\text{m}^3/\text{s}$ 。其中：桩号 0+057.80m 处分岔放空管，管径 1.0m，放空管前端设管径 0.3m 生态放水管，生态流量 $0.276\sim 0.368\text{m}^3/\text{s}$ ，经控制阀后接入放空管流入溢洪道消力池。生态流量调度应纳入工程调度运行方案。生态放水管设置流量计。水库管理人员将记录认真归档管理，便于监督、检查。

6.1.2.3 河流纵向连通指数影响分析

河流纵向连通指数指单位河长闸坝数量（具有生态用水保障及有效过鱼设施的闸坝可不计入）。人为修建水库与电站是影响河流纵向连通指数的重要因素。

表 6.1-13 渠溪河干流和飞龙河河流纵向连通指数表

河流	闸坝数量/座	水网长度 (km)	河流纵向连通指数
渠溪河	干流	9	109
飞龙河	干流	8	26
	支流	6	44.9
			7.5

注：支流仅考虑各流域内进行水资源、水能资源开发的支流。

从上表可以发现，渠溪河流域内已建水利水电工程对河流纵向连通指数造成了一定的不利影响，其中飞龙河干流受已建水利水电工程、拦河坝影响，河流纵向连通指数为 3.3 和 7.5，低于渠溪河干流的 12.11，河道连续性相对较差；本项目修建后，将拆除现有的木洞一级电站、木洞二级电站，提高飞龙河流域的纵向连通性。

6.1.3 坝前水库水温影响分析

6.1.3.1 水库水温分布类型

评价根据《水电工程水温计算规范》（NB/T 35094-2017）计算坝前水库水温。

（1）预测公式

水库库区水体水温结构除了受气候条件影响之外，还取决于库区规模和库内水流急缓的关系，大致可分为分层型和混合型两种类型。评价采用《水利水电工程水温计算规范》中推荐的水库水温结构形式计算模式判断规划水库库区水温的分布类型。

$$\alpha = \frac{\text{多年平均径流量}}{\text{总库容}}$$

当 $\alpha \leq 10$ 时为分层型；当 $\alpha > 20$ 时，水库的水温结构为混合型； $10 < \alpha < 20$ ，为过渡型。

对于分层型水库，如遇 $\beta > 1$ 的洪水，则为临时性的混合型， $\beta < 0.5$ 的洪水对于水库水温的结构无多大影响。

$$\beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{总库容}}$$

水温变化对水生生态环境变化有密切的关系，评价采用经验公式法预测分析坝前水库水温变化情况。

$$T_y = (T_0 - T_b) \exp\left[-\left(\frac{Y}{X}\right)^n\right] + T_b$$

$$n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35}$$

$$X = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37(1 + 0.1m)}$$

式中： T_y ——从库水面计水深为 y 处的月平均水温， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_0 ——库表面月平均水温， $^{\circ}\text{C}$ ；

m ——月份，1、2、3、...、12 月；

T_b ——库底月平均水温， $^{\circ}\text{C}$ ；

y ——水深， m 。

6.1.3.2 水库垂直水温分布

飞龙水库采用取水塔形式取水供水的。飞龙水库总库容 1334 万 m^3 ，坝址断面多年平均年径流量为 4139 万 m^3/a ，由此计算库区水体替换指数 α 值为 $3.103 < 10$ ，坝前库区水体属于分层型。

飞龙水库工程大坝按 50 年一遇洪水标准设计，按一次洪水总量 1942 万 m^3 计算， β 值为 $1.46 > 1$ 。由此可见，水库当遇到洪水时，洪水对于水库水温的结构有一定影响，洪水过后恢复水温结构。

飞龙水库坝前水温随水深变化趋势结果见下表 6.1-13（表层及底层水温参考相近水库调查平均数据）。

表 6.1-14 工程坝前水库水温预测结果

单位： $^{\circ}\text{C}$

月 水深 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	6.00	8.00	12.50	17.00	21.00	24.00	27.00	27.50	22.50	17.00	12.50	8.00
8	5.82	7.69	10.36	13.25	16.05	18.53	21.23	23.21	19.50	15.91	12.13	7.77
17	5.66	7.45	8.93	10.86	12.87	14.89	17.18	20.06	17.19	15.03	11.82	7.58
26	5.53	7.30	8.11	9.56	11.13	12.80	14.74	18.04	15.64	14.42	11.59	7.43
36	5.41	7.19	7.60	8.79	10.09	11.51	13.14	16.65	14.51	13.95	11.41	7.31
T_b	5.00	7.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	14.50	12.50	13.00	11.00	7.00

根据表可知：水温自上而下降低，11 月至次年 2 月基本不分层，3 月~10 月有明显分层。1 月~2 月坝前垂向水温基本同温，且为全年最低。进入 3 月，入库水温随着气温的增高而开始上升，库底水温变化不大，4 月~5 月入库水温继续随气温上升，库底水温由于热量的向下传递也开始升高。7 月温差最大，8 月气温达到最大值，库底低温水层被彻底破坏，坝前垂向温差增至 13°C 。10 月至次年 1 月，气温的逐步降低、天然来水温度的降低，表层水水温下降，入库水温低于库区水温，天然来水入库之后沿库底向坝前流动，水底 12 月到 2 月的坝前垂向水温变化较小，从 3 月开始库区垂向水温分层逐渐明显。

为有效减缓低温水对坝下河段水生生态和灌区农业生产的不利影响，工程采取了分

层取水方式。水库正常蓄水位为 378.00m，限制灌溉最低水位 363.00m，故灌溉为表层取水，满足用水需求，首层取水管中心高程为 370.00m；满足水库放空需求，在死水位（355.00m）以下淤沙（350.3m）高程以上设置底层取水，底层取水管中心高程为 352.00m；水库建成后将向名山组团供水，考虑取水水质，在底层取水管与首层取水管之间，设中间层取水管，管中心高程为 361.00m。综上，取水塔分 3 层取水，孔口中心垂直间距 9.0m，取水管中心线高程分别为 352.00m、361.00m、370.00m。水库在正常蓄水位情况下，水库在库表水深 8m 处取水，取水口处水温与库表水温相差不大；水库在正常蓄水位以下运行时，水库取水口距离库表最大水深为 26m，在 3~9 月取水口处水温为 8.11~15.64℃ 的温差，相较于单层取水，水温提高了 2.25~6.49℃。

此外，4~9 月区域气温较高，受外界气温影响，以及流动过程中的撞击，在灌溉过程中水温将得到回升，灌溉水温较灌溉取水口处要高；对于坝下河段，由于流量较小，水深较浅，受外界气温影响，河流沿程水温将得到一定程度的恢复；且下游赖家河汇入后，河道水温受飞龙水库下泄水温的影响将进一步减弱。

综上，在飞龙水库采取分层取水措施后，水库下泄低温水下泄的影响明显减轻，项目分层取水措施设置合理。

6.1.3.3 低温下泄水影响分析

（1）对灌溉农作物影响

农业灌溉是飞龙水库的重要功能之一，过低水温对农作物灌溉可能造成不利影响。飞龙水库灌区处于长江北岸低山丘陵区，灌区高程分布在 200m~350m 之间，灌溉农作物主要有水稻、玉米、油菜、红薯和蔬菜等。灌区主要作物灌溉定额及灌溉特征如下表 6.1-15。

表 6.1-15 灌区农作物灌溉特征表

作物	灌溉次数	最佳灌水时间范围	连续灌水时间 (播前/生长期)	灌溉定额 (m ³ /亩)	最低温度 范围 (℃)	供水层最 低温度 (℃)
水稻	2	4 月下旬~5 月上旬 5 月中旬~8 月下旬	10d/5d	267.2	10~12	9.56
玉米	2	5 月~6 月	10d/7-9d	28.8	5~10	11.13
红薯	2	5 月~9 月上旬	10d/5-7d	48.0	18	11.13
油菜	2	10 月~12 月	10d/10d	48.8	1~2	7.43

蔬菜	3	春菜 2月~4月 夏菜 6月~7月 秋菜 11月~12月	8d/5~8d	130.0	5~8	7.30 12.80 7.43

飞龙水库正常蓄水位为 378.00m，限制灌溉最低水位 363.00m，限制水位 363.00m 至死水位 355.00m 区间，停止灌溉，保障农村人畜饮水和名山组团供水的输水能力，故灌溉为表层取水，2 月~12 月的灌溉用水水温为 7.69~23.21℃，能满足相应月份大部分农作物生长的需要。因此，飞龙水库水温分层对灌区农作物的影响较小。

（2）对减水河段的影响

工程下泄水采取放空构筑物预埋钢管放水，同时为生态流量放水。下泄水温明显低于天然河道水温，坝下河段灌面由于已纳入工程灌区范围，故无农灌取水影响。坝下下泄低温水影响主要为对河道下游水生生态的影响。

根据工程水生生态调查，坝下河段鱼类以经济鱼为主，水库下泄低温水跟天然情况相差不大，且沿程有增湿效果，下泄低温水对鱼类的繁殖可能会略有推迟但影响不大。根据水温预测结果可知，3 月~11 月均有低温水下泄情况。由于水库运行调度，主灌期 4 月~10 月浇灌和汛期泄洪，库底低温水得到放空，6 月~7 月水温基本可以恢复至天然河道水温。另外，坝下河段有支流和溪沟汇入，下泄水温在汇合口断面可以得到较大程度的恢复。

（3）对水生生物的影响

①对鱼类的影响

鱼类属变温动物，其生长繁衍与温度、阳光等气候因子有密切关系，其中水体温度是鱼类生长发育最重要的因子之一。飞龙河流域鱼类的适温范围为 8.0℃~30.0℃。水库坝址下游鱼类产卵时间主要在 3~7 月，较为集中产卵时间为 4~6 月。水库运行后，在鱼类主要产卵期 3~7 月下泄生态流量水温在 8.11~27.00℃左右。可以满足鱼类生长发育的需要，也可以满足绝大部分鱼类的繁殖需要。另外，下泄生态流量在流动过程中将会逐渐升温。因此，本项目在采取分层取水后，下泄生态流量的水温不会对大坝下游鱼类造成明显不利影响。

②对产卵场的影响

飞龙河汇入渠溪河汇口处有 1 产卵场，为双叉子产卵场，属于产粘草基质卵鱼类产卵场，为鲤、鲫鱼产卵场。鲤、鲫鱼等产卵时间主要在 3~6 月，适宜产卵的温度为 14.00~25℃

左右，3~7 月下泄生态流量水温在 8.11~24.00℃左右，另外下泄生态流量在流动过程中将会逐渐升温，且根据上文坝址下游水文情势影响分析，飞龙河汇入渠溪河口断面的年平均流量在建库前后减少 57.9%~67.9%，在满足下游必要的生态环境用水后径流量有所减少，在流动过程中更易受环境温度影响逐渐升温，因此可以满足绝大部分鲤、鲫鱼等鱼类繁殖的需要。本项目在采取分层取水后，下泄生态流量的水温不会对下游产卵场造成明显不利影响。

③对蛙类的影响

本项目影响范围主要蛙类为棘腹蛙、棘胸蛙。这两种蛙类在水温 18—28℃活动、摄食正常。水温超过 30℃则会出现夏眠，水温超过 36℃则活动异常，甚至出现死亡。秋末水温低于 15℃，开始冬眠。一般在霜降后（10 月 23 日）开始冬眠，惊蛰（3 月 5 日）前后陆续复苏，冬眠期约 100 多天。本项目在采取分层取水后，下泄的生态流量水温在霜降前均高于 15℃，霜降后降至 15℃以下，可保证蛙类正常进入冬眠。在惊蛰后水温逐渐上升，可保证蛙类正常复苏。因此，本项目在采取分层取水后，下泄生态流量的水温不会对蛙类造成明显不利影响。

6.1.4 气体过饱和影响分析

水利工程泄流过程中，高速下泄的水流将空气以气泡的形式带至水体深处，即掺气过程；同时，由于水压的作用，致使气泡周围水体总溶解气体（Total Dissolved Gas, TDG）含量迅速升高，即加压过程。之后在水流掺混作用下，生成的含高浓度溶解气体的水流被带入到下游水较浅处（水压较小），相对于当地压力而言，就出现了 TDG 水体过饱和现象。气体过饱和，可直接导致坝下河段内鱼类气泡病和两栖动物的表皮组织损伤及呼吸效率下降的情况发生。

飞龙水库所在的龙河上游段为山溪性河流，洪水由暴雨形成，洪水汇流时间短，同时河槽调蓄能力小，水流湍急，暴雨洪水迅疾，河水陡涨陡落明显，具有山区洪水的特性，汛期洪水经泄洪建筑物泄放具有时段性与间隙性。根据《高坝工程总溶解气体过饱和和影响的原型观测》（四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室）对二滩大坝泄水期间，对雅砻江与金沙江汇口上下游 TDG 变化进行观测，结果表明“二滩泄水产生的过饱和水流自雅砻江汇入金沙江后，由于金沙江水流的稀释作用，汇合后的 TDG 饱和度明显减小”。考虑飞龙水库坝下有赖家河等支流小槽沟汇入，并在坝后 4.4km 处汇入渠溪河，可使坝下河段过饱和气体浓度得到稀释。

根据飞龙水库泄洪特性及时间，泄洪可能发生在 7 月、8 月、9 月的部分时间。气体饱和溶解度与水温成反比，水温越高，气体分子运动速率越大，则水中气体越容易由溶解态转变为游离态而从水中逸出。

因此，总体来说，飞龙水库下泄总溶解气体过饱和对下游河道鱼类及两栖动物的影响不大。

6.1.5 泥沙淤积影响分析

飞龙水库工程兴建后，在库区河段，可能造成河床再造过程，根据飞龙水库工程所在河段的河道特点、枢纽布置、水库运行方式等情况分析，建库后坝址附近河段的水文泥沙情势将发生改变，必然对河道的演变产生影响。从演变趋势上定性来讲，在建坝初期，坝址上游由于水体流速变缓将发生河道泥沙淤积，抬高河床。

坝址上游来沙大部分淤积在库内，河道演变趋势由下切转变为淤积，根据《水库泥沙》（水利电力出版社）计算泥沙淤积，20 年后飞龙水库泥沙淤积量为 29.9 万 m^3 ，坝前淤积高程为 347.50m；50 年后飞龙水库泥沙淤积量为 74.8 万 m^3 ，坝前淤积高程为 350.30m，均低于设计取水口高程 350.60m。

水库蓄水后，库区河道流速变缓，水流对岸坡的作用较小，不存在大范围的岸坡再造问题，对库岸稳定性的影响较小。

6.1.6 水质影响分析

6.1.6.1 初期蓄水的影响

飞龙水库因库容较大，存在初期蓄水影响。根据水库的运行方式，在初期蓄水时，一般需要经过 3 次蓄水，其中：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，以后阶段均采用生态流量下放设施放水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程；第三阶段蓄水至正常蓄水位。可见，在采取了必要的生态放流措施的情况下，不会造成坝后脱水河段。此外，由于初期蓄水过程中，岸边原有松散物质易冲入水库，影响水质，因此评价要求蓄水前清库工作严格按照《长江三峡水库库底固体废物清理技术规范》（HJ 85-2005）、《长江三峡水库卫生清理规范》（卫疾控发〔2005〕261 号）等要求进行；蓄水后，及时对库区漂浮物进行打捞，避免影响水库水质。

6.1.6.2 水库富营养化预测

枢纽工程位于飞龙河上游，坝址以上控制集雨面积 113km²，集雨范围内主要为农村和农业区域，有少量养殖场，无工矿企业、垃圾填埋场和集中式污水处理站等。污染源类型主要为农业面源污染、规模化养殖污染和水土流失。

水库蓄水后，库内水位将抬高，虽然会使库区内水流速度减缓，污染物降解速度减缓，但由于汇入水库的水流水质稳定、浓度低，且污染物在库区内的停留时间变长，蓄水前通过对水库淹没范围内的区域积极清库，通常库区水体 COD 浓度不会发生明显变化，但是由于 N、P 营养元素的累积，可能会导致坝前水库富营养化。

富营养化是由于水体整个环境系统出现失衡，导致某种优势藻类大量繁殖生长的过程。水库富营养化与进入水库内的营养物质、水库所在的地形、地貌、水文、气象条件的光照、气温以及水体中生物种类、生物量、生产力水平等多种因子有关，总之导致水库富营养化的营养因子、营养负荷与营养响应之间关系十分复杂。目前公认引起富营养化的主要因子是氮和磷。

若水库中营养物质过多，各种藻类疯长并覆盖在水库表面，导致水面的富氧能力降低，加上藻类自身死亡与腐化，消耗溶解氧，使水库溶解氧迅速降低，藻类堵塞鱼鳃以致缺氧，造成鱼类窒息死亡。死亡的藻类与鱼类不断沉积于水库底部，逐渐淤积，最终导致水库演变成沼泽甚至旱地。水库富营养化后，水质不断恶化，颜色变黑，并伴有恶臭产生。

（1）库区水质预测

本次评价采用《环境影响评价技术导则—水利水电工程》（HJ/T88-2003）中推荐的用于湖（库）富营养化预测的沃伦维德模型对水库的年平均浓度进行预测。本次针对污染源正常排放和采取相应措施削减污染负荷之后两种情况进行预测，根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》等相关文件，将采取措施完善农村生活污水集中式处理设施及配套管网，统筹开展农村黑臭水体整治，梯次推进农村分散式生活污水治理，深化乡镇生活污水治理，加强农业种植面源污染防治，深入开展养殖污染防治，持续推进人居环境整治。本次预测地表径流和农业面源合

计按 50%削减。

模型如下：

$$C = C_i (1 + \sqrt{\frac{H}{q_s}})^{-1}$$

式中有关参数的物理意义、单位和取值见下表。

表 6.1-16 飞龙水库库区水质预测参数表

参数	物理意义		单位	取值					备注
				TP	TN	高锰酸盐指数	COD	氨氮	
c	未采取污染控制措施	湖（库）中磷（氮）的年平均浓度	mg/L	0.09	0.59	2.55	9.69	0.13	计算结果
c	采取污染控制措施	湖（库）中磷（氮）的年平均浓度	mg/L	0.045	0.29	1.28	4.84	0.067	
c _i	流入湖（库）按流量加权平均的磷（氮）浓度		mg/L	0.162	1.05	4.57	17.34	0.237	现状监测平均值
H	湖（库）平均水深		m	31					/
q _s	湖（库）单位面积年平均水量负荷（q _s =Q _入 /A）		m ³ /(m ² ·a)	49.75					/
Q _入	入湖（库）水量		万 m ³	4139					/
A	湖（库）水面积		m ²	832018					/

入库 TN、TP、高锰酸盐指数、COD 和氨氮浓度取飞龙水库坝址处监测断面监测值，并由模型及有关参数计算得到，在未采取污染控制措施的情况下，水库成库后年平均 TP 浓度为 0.09mg/L，TN 浓度为 0.59mg/L，高锰酸盐指数浓度为 2.55mg/L，COD 浓度为 9.69mg/L，氨氮浓度为 0.13mg/L，其中 TN、高锰酸盐指数、COD 和氨氮达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求，TP 未达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

由于库区上游面源污染严重，现状监测库区断面总氮超标，根据《渠溪河流域水生

态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》等相关文件，将采取措施完善农村生活污水集中式处理设施及配套管网，统筹开展农村黑臭水体整治，梯次推进农村分散式生活污水治理，深化乡镇生活污水治理，加强农业种植面源污染防治，深入开展养殖污染防治，持续推进人居环境整治。以上措施均在 2024~2025 年完成，待以上措施发挥水环境质量改善效益后，预测入库污染源浓度按 50%削减，水环境质量将有所改善，水库成库后年平均 TP 浓度为 0.045mg/L，TN 浓度为 0.29mg/L，高锰酸盐指数浓度为 1.28mg/L，COD 浓度为 4.84mg/L，氨氮浓度为 0.067mg/L，TP、TN、高锰酸盐指数、COD 和氨氮均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。故建议水库建成后，严格控制库区周边地表径流和农业面源污染，严格落实《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》等相关措施。

②富营养化状态预测

根据中国环境监测总站《湖泊（水库）富营养化评价方法及分级技术规定》，采用综合营养状态指数法进行水库富营养化状况评价。综合营养状态指数计算公式为：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI（Σ）—综合营养状态指数；

W_j —第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）—代表第 j 种参数的营养状态指数；

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2}$$

式中： r_{ij} —第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m—评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chl_a 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见下表。

表 6.1-17 中国湖泊（水库）部分参数与 chl_a 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chl _a	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

注：引自金相灿等著《中国湖泊环境》，表中 r_{ij} 来源于中国 26 个主要湖泊调查数据的计算结果。

营养状态指数计算公式为：

$$TLI(\text{chl}, \text{叶绿素 } a, \text{ mg/m}^3) = 10(2.5 + 1.086 \ln \text{chl})$$

$$TLI(\text{TP}, \text{总磷}, \text{ mg/L}) = 10(9.436 + 1.624 \ln \text{TP})$$

$$TLI(\text{TN}, \text{总氮}, \text{ mg/L}) = 10(5.453 + 1.694 \ln \text{TN})$$

$$TLI(\text{SD}, \text{透明度}, \text{ m}) = 10(5.118 - 1.94 \ln \text{SD})$$

$$TLI(\text{CODMn}, \text{耗氧量}, \text{ mg/L}) = 10(0.109 + 2.661 \ln \text{COD})$$

湖泊(水库)营养状态分级采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊营养状态进行分级，下表。

表 6.1-18 湖泊（水库）营养状态分级

序号	综合营养状态指数 TLI (Σ)	湖泊（水库）营养状态分级
1	$TLI(\Sigma) < 30$	贫营养 (Oligotropher)
2	$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养 (Mesotropher)
3	$TLI(\Sigma) > 50$	富营养 (Eutropher)
4	$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养 (light eutropher)
5	$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养 (Middle eutropher)
6	$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养 (Hyper eutropher)

本评价对结合飞龙水库现状监测及 TP、TN、叶绿素 a 浓度的预测结果，测算飞龙水库未采取污染控制措施和采取措施后营养状态指数，预测结果见下表。

表 6.1-19 综合营养状态指数法预测（未采取污染控制措施）

序号	参数	权重 W_j	营养指数 TLI (j)	综合营养指数 TLI(Σ)
1	chl	0.266	34.05	35.71
2	TP	0.188	55.35	
3	TN	0.179	45.50	
4	高锰酸盐指数	0.183	26.04	
5	透明度	0.225	14.79	

表 6.1-20 综合营养状态指数法预测（采取污染控制措施后）

序号	参数	权重 W_j	营养指数 TLI (j)	综合营养指数 TLI(Σ)
1	chl	0.266	34.05	28.11
2	TP	0.188	44.09	
3	TN	0.179	33.76	
4	高锰酸盐指数	0.183	7.60	
5	透明度	0.225	14.79	

根据上表，本项目未采取污染控制措施情况综合营养指数预测为 35.71，对照湖泊（水库）营养状态分级，富营养化程度属中营养，采取污染控制措施情况综合营养指数预测为 28.11，富营养化程度属贫营养，均未达到富营养化。因此预计采取各项水污染防治措施后可改善库区富营养化。

由于上述富营养化预测仅从氮、磷、叶绿素 α 等主要指标进行计算和判断，实际上还有其他很多因素也可能导致水库富营养化，因此根据氮磷判断水库富营养化水平是存在局限性的，且飞龙水库为多年调节水库，汇流在库内滞留时间较长，因此水库成库后，必须重视富营养化控制问题，杜绝水库出现富营养化，保证供水、用水安全。

水库建库后，在严格按照要求开展库底清理的基础上，库区水体营养状态等级为中营养；从水力学条件角度来看，飞龙水库为年调节水库，库区水流流态为典型的库区型；根据水温预测结果，水库 5~10 月库区中层水温在 12.87-15.03℃ 范围内；水库蓄水后，库区回水河段水位升高、水流减缓，使得大量泥沙沉积，水体浊度变小、透明度增大、光线的穿透率升高。综上，库区形成后水温、水力学条件更加有利于藻类繁殖，需采取措施防控水华现象的发生。

6.1.6.3 坝后减水段水环境影响分析

由于大坝截流和水库引水进行供水与农业灌溉，飞龙水库工程坝址~飞龙河河口区间减水河段仅靠天然降雨、水库下泄生态流量以及区间来水维持，飞龙水库工程建成后会对水库坝址下游的减水河段水质造成一定影响。

（1）预测模型选择

飞龙河属于宽深比不大、 $Q < 150 \text{m}^3/\text{s}$ 的中小型河流，选用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中纵向一维水质模型进行水质预测

根据河流纵向一维水质模型方程的简化、分类判别条件（即 O' Connor 数 a 和贝克来数 Pe 的临界值），选择相应的解析解公式。

$$\alpha = \frac{kE_x}{u^2}$$

$$Pe = \frac{uB}{E_x}$$

当 $\alpha \leq 0.027$ 、 $Pe \geq 1$ 时，适用对流降解模型：

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{kx}{u}\right) \quad x \geq 0$$

当 $\alpha \leq 0.027$ 、 $Pe < 1$ 时，适用对流扩散降解简化模型：

$$C = C_0 \exp\left(\frac{ux}{E_x}\right) \quad x < 0$$

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{kx}{u}\right) \quad x \geq 0$$

$$C_0 = (C_P Q_P + C_h Q_h) / (C_h + Q_h)$$

当 $0.027 < \alpha \leq 380$ 时，适用对流扩散降解模型：

$$C_x = C_0 \exp\left[\frac{ux}{2E_x}(1 + \sqrt{1 + 4\alpha})\right] \quad x < 0$$

$$C_x = C_0 \exp\left[\frac{ux}{2E_x}(1 - \sqrt{1 + 4\alpha})\right] \quad x \geq 0$$

$$C_0 = (C_P Q_P + C_h Q_h) / [(C_h + Q_h)\sqrt{1 + 4\alpha}]$$

横向扩散系数 E_y 计算公式为：

$$E_y = (0.058H + 0.0065B)(gHi)^{1/2}$$

纵向扩散系数 E_x 计算公式为：

$$E_x = 5.93H(gHi)^{1/2}$$

式中： E_y —横向扩散系数， m^2/s ；

E_x —纵向扩散系数， m^2/s ；

H —平均水深；

B —水面宽度， m ；

g —重力加速度， m/s^2 ；

i —水力坡降， m/m ；

u —断面平均流速， m/s 。

(2) 预测因子

预测因子选择COD、氨氮和总磷。

(3) 预测断面

选择飞龙河河口断面。

(4) 预测参数

①设计水文

本次评价采用多年平均径流30%下泄生态流量 $0.552\text{m}^3/\text{s}$ 、20%下泄生态流量 $0.368\text{m}^3/\text{s}$ 和15%下泄生态流量 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ 和分别进行计算。

②综合衰减系数

为简化计算，在水质模型中，将污染物在水环境中的物理降解、化学降解和生物降解概化为综合衰减系数。参考《三峡库区排污口下游降解污染物的研究》（重庆交通大学，祖波、周岭、李国权、刘波，2013.5）中的经验公式计算，综合衰减系数见表6.1-21。

表6.1-21 综合衰减系数一览表

河流	COD (1/d)	氨氮 (1/d)	总磷 (1/d)
飞龙河	0.023	0.003	0.001

③预测背景浓度

预测背景浓度选用利用各支流补充监测断面的水质监测数据。预测背景浓度选取见表6.1-22。

表6.1-22 预测背景浓度

河流	点位	背景浓度取值			备注
		COD	NH ₃ -N	TP	
飞龙河	飞龙水库坝址	18	0.379	0.17	监测断面监测浓度最大值

④水质目标

本次飞龙河水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

⑤污染源强

规划飞龙水库实施后，流域内多年平均用水 616 万 m^3/a ，向流域外名山组团调水 1384 万 m^3/a 。飞龙河流域污染源主要是农业面源污染，农业农村源按照面源分散汇入流域内河道范围。

表6.1-23 污染源源强 单位：t/a

流域	河流	面源		
		COD	NH ₃ -N	TP
飞龙河流域	飞龙河干流	6.830	0.669	0.097

(5) 飞龙河预测结果

控制断面地表水水质预测结果见下表。

表6.1-24 规划飞龙水库坝下河段地表水水质预测

河流	预测断面	距离（km）	流量（m³/s）	预测因子		
				COD（mg/L）	氨氮（mg/L）	总磷（mg/L）
飞龙河干流	飞龙河河口	4.4	0.552	6.704	0.147	0.069
			0.368	10.056	0.220	0.104
			0.276	13.408	0.294	0.139
标准限值				20	1	0.2

根据上表预测结果，飞龙水库实施后，坝下减水河段主要控制断面 COD、氨氮和总磷均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类水质标准限值要求。

6.1.6.4 工程排水影响分析

工程运行期污废水主要来自员工生活污水。水库管理人员劳动定员 20 名，产生的污水主要为管理人员的生活污水，生活用水标准按 150L/人·d 计算，用水量为 3m³/d，生活污水排放系数按 0.9 计，则生活污水产生量为 2.7m³/d，生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、NH₃-N，浓度分别约为 350mg/L、250mg/L、250 mg/L、35mg/L，；管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。

6.1.6.5 退水区影响分析

本项目运行期退水主要为灌溉回归水和供水区域产生的生产生活污水。

(1) 灌溉回归水影响分析

灌溉回归水主要来源于渠道输水损失、田间渗漏以及水稻成熟期(收割前 7~10 天)的落干排水。根据分析，灌溉回归水按灌溉水量的 25%计，则多年平均回归水量 169.5 万 m³。灌溉回归水进入渠溪河和飞龙河流域，使灌区地下水、地表水有所增加，有利于减轻干旱缺水程度。此外回归水还可作为灌区、非灌区、农业生产的补充水源被重复利用。

由于田间施肥及农药的使用，是灌溉水中含总氮、总磷等化肥成分及其他农药成分，从而随回归水带入河道，直接排入河道将在一定程度上对下游河段水质产生不利影响。灌溉回归水水质主要受农业生产的影响，每年 4 月~5 月引水泡田，使土壤中的养分溶出形成肥水。在水稻生长期由于化肥、农药的施用使稻田中有机质、营养物质增多，在水稻成熟期将田间水排至主河网水系，对当地的水环境有一定的影响。

随着国家对农业面源污染的加强，从近几年农业生产状况统计，重庆市农用化肥施用量呈逐年递减趋势。在采取利用高效、低毒、低残留的化学农药和生物农药，提倡减少氮肥用量，增加有机复合肥及氮磷钾复合肥用量等措施后可以减少灌溉回归水中污染物的含量，对退水河段水体质量影响不大，对第三者也不会产生大的影响。

（2）供水区域产生的生产生活污水影响分析

飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。城市供水范围为名山组团，集镇供水范围为董家镇，灌区农村人畜供水涉及董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡4个乡镇。

名山组团、董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡的用水户废污水排入市政污水管网系统后，分别经丰都县北岸城市污水处理厂、董家镇污水处理厂、三元镇污水处理厂、双龙场乡污水处理厂和青龙乡污水处理厂处理达标后排入长江和渠溪河流域，受水区域新增的排污采取措施后对长江和渠溪河流域影响较小。

6.2 地下水环境影响分析

（1）库区地下水影响

水库蓄水期间，随水库水位的变化，可导致两岸坡和水库上下游地下水水头和流场的变化，从而对地下水环境造成影响。但不会造成土地沙漠化、盐渍化及沼泽化等环境水文地质问题。

水库蓄水后，不存在向低邻谷下游产生永久渗漏问题，对下游地下水位影响有限。

蓄水初期，残留在水库正常蓄水位以下库区的人畜粪便、树木、杂草等因浸泡而使其中污染物释放，可能会引起地表水体中某些污染物指标含量升高；水库淹没耕地，将使耕地内化肥、农药浸出，发生二次污染，土壤和地下水中的污染源会在短时间内影响水库水质，从而影响局部范围内地下水的水质，但随着时间的推移，此类影响会逐渐消失，即水库蓄水后对地下水水质影响较小。

（2）灌溉回归水对地下水环境影响

灌区的主要补给源为降雨补给，灌溉回归水对地下水的补给影响较小，不会明显引起地下水位的变化。

农田灌溉会导致土壤持水量的增加，进而造成水压的增加，部分水体可能缓慢向灌区地下渗漏，最终回归到地表水系中。灌区属浅丘地貌，地形起伏不大，相对高差小，

地层以第四系主要为侏罗系红层为主，为第四系松散岩类孔隙水和基岩风化带网状裂隙水，地下水类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型淡水，富水性强，地下水排泄条件较好，向飞龙河排泄，最终进入渠溪河。本工程灌溉范围内无地下水环境保护目标，且土壤具有一定净化功能，预计灌溉回归水不会对当地地下水水质造成影响。

（3）隧洞对地下水环境影响分析

项目隧洞在运行期可能因管道破裂、渗漏等原因，使输送的库水泄漏进入地下水中，可能引起地下水水位升高，若库水含有较高的盐分、污染物或病原体等，会导致地下水水质恶化。本项目隧洞开挖后采用全断面衬砌，边墙、顶拱及底板均采用混凝土衬砌，洞身混凝土浇筑分段原则按每 12m 一段，并采用预埋灌浆管，运行期发生渗漏的可能性较小，对区域地下水水位、水质影响可接受。

6.3 土壤环境影响分析

工程运行期，项目基本不涉及油品等可能对土壤造成污染的物料；本项目不产生大气污染物，主要污染物为餐饮油烟，生化池臭气，基本不会通过大气沉降对土壤环境造成影响。

项目的主要土壤环境影响为对土壤酸碱化、盐渍化以及沼泽化的影响。

（1）对土壤酸碱化的影响

水库运行会使周边地下水位上升。当上升的地下水含有酸性物质或改变了土壤的氧化还原条件时，可能会促进土壤中某些矿物质的溶解，释放出酸性离子，如铝离子等，从而增加土壤的酸性；水库蓄水后，水体中的某些碱性离子可能会随着水分的运动进入土壤。当土壤中的钠离子含量增加到一定程度时，会与土壤胶体上的其他阳离子发生交换，使土壤的碱化度升高，从而导致土壤碱化。根据地下水环境质量现状监测结果，库区周边地下水 PH 值为 7.8~8.1，周边地下水主要为弱碱性，因此水库运行期地下水上升对土壤酸碱化影响较小。

（2）对土壤盐渍化的影响

水库运行导致地下水位上升，使地下水中的盐分更容易随着水分的毛管作用上升到土壤表层。根据地下水和土壤环境质量现状监测结果，项目所在区域地下水中各盐分因子均满足Ⅲ类指标标准，土壤含盐量为 0.7~0.8g/kg 含盐量较低，地下水上升对土壤盐碱化影响较小。

(3) 对土壤沼泽化的影响

水库周边由于水位上升，一些地势较低的区域可能会长期处于积水状态，土壤通气性变差，氧气含量减少，形成厌氧环境，有利于沼泽植物的生长和泥炭的积累，从而使土壤沼泽化。

根据地质调查，水库库区地质条件较好，成库后不会发生渗漏，通过加强对库区水质以及周边土壤和地下水环境的监测和管理，控制入库的污染源，在水库周边建设完善的排水系统，如排水沟、排水渠等，降低地下水位，拟建项目对区域土壤环境的影响较小，基本不会引起区域土壤环境污染。

6.4 环境空气影响分析

工程运行期自身无废气产生，运行期废气主要是管理人员的日常生活烹饪过程排放的少量油烟废气，通过油烟净化装置处理后经楼顶排放，因人数较少，废气排放量较少，对环境空气影响很小。

6.5 噪声影响分析

工程运行期噪声设备主要为供水泵站(共3台水泵,2用1备)和备用柴油发电机,单台水泵噪声值约为75dB(A),柴油发电机噪声值约为90dB(A)。供水泵站和柴油发电机房均布置在坝后消力池左岸,均设置在室内。评价要求需采取如下措施:①在设备选型上尽量选用低噪声设备;②在水泵的气流通道上加装消声装置,并对水泵采取减振措施;③噪声较大的设备,设置于设备用房内。通过以上措施可以降噪约20B(A)。

(1) 噪声源强

本项目主要噪声源及源强情况见下表6.5-1。

表 6.5-1 工业企业噪声源强及采取的治理措施

序号	建筑物名称	声源名称	型号	声源源强		声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
				距声源距离/m	声压级 dB(A)		X	Y	Z				声压级/dB(A)	建筑物外距离/dB(A)
1	供水泵房	1#水泵	100WQ100-25-11	1	55	基础减振、消声器、墙体隔	11	7	1	7	昼间	20	18	1
2		2#水泵	100WQ100-25-11	1	55		14	7	1	5	夜间	20	21	1

3		柴油 发电 机	350kW	1	70	声	22	13	1	2	间	20	44	1

注：1.以泵房西南角边界为坐标轴原点，东西向为 X 坐标轴、南北向为 Y 坐标轴。

2.表中设备的声压级均为采取降噪措施后的噪声源强。

（2）预测方法

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）规定，选用附录 B 中典型行业噪声预测模型进行预测，应用过程中将根据具体情况作必要简化。

①在室内声源采用等效室外声源声功率级法进行计算。先计算出某个室内靠近围护结构处产生的倍频带声压级：

$$L_{P1} = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

然后计算出所有室内声源在围护结构处产生的i倍频带叠加声压级：

$$L_{P1i}(T) = 10 \lg \left(\sum_{j=1}^N 10^{0.1 L_{P1ij}} \right)$$

在室内近似为扩散声场时，按下式计算出靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{P2i}(T) = L_{P1i}(T) - (TL_i + 6)$$

将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置位于透声面积处的等效声源的倍频带声功率级：

$$L_w = L_{P2}(T) + 10 \lg S$$

然后按室外声源预测方法计算预测点处的 A 声级。

②室外声源

在不能取得声源倍频带声功率级或倍频带声压级，只能获得A声功率级或某点的A声级时，可按下式作近似计算：

$$L_A(r) = L_{Aw} - D_c - A$$

室外线源可分为若干线的分区，而每个线的分区可用处于中心位置的点声源表示。

③噪声贡献值计算

设第i个室外声源在预测点产生的A声级为 L_{Ai} ，在T时间内该声源工作时间为 t_i ；第j个等效室外声源在预测点产生的A声级为 L_{Aj} ，在T时间内该声源工作时间为 t_j ，则拟建工程声源对预测点产生的贡献值为：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right) \right]$$

④预测值计算

测点的预测等效声级为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}} \right)$$

式中: L_{eq} ——预测点的噪声预测值, dB(A);

L_{eqg} ——建设项目在预测点的等效声级贡献值, dB(A);

L_{eqb} ——预测点背景值, dB(A)。

A. 预测模型

$$L_2 = L_1 - 20 \lg r_2 / r_1 \quad r_2 > r_1$$

式中 L_1 、 L_2 分别为距声源 r_1 、 r_2 处的等效A声级[dB(A)];

r_1 、 r_2 为接受点距声源的距离 (m)。

(3) 预测结果

运行期供水泵站四周厂界噪声预测结果详见下表 6.5-2。

表 6.5-2 供水泵站各场界噪声预测结果

厂界	时段	贡献值 (dB(A))	标准限值 (dB(A))	达标情况
东侧厂界	昼间	44.0	55	达标
	夜间	44.0	45	达标
南侧厂界	昼间	44.0	55	达标
	夜间	44.0	45	达标
西侧厂界	昼间	23.8	55	达标
	夜间	23.8	45	达标
北侧厂界	昼间	40.5	55	达标
	夜间	40.5	45	达标

由表 6.5-2 噪声预测结果可知, 在采取相应的噪声控制措施后, 项目供水泵站厂界噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1 类标准的要求。运行期供水泵站外 200m 范围内无环境保护目标。

6.6 固体废物影响分析

工程运行期固体废物包括生活垃圾和设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物。生活垃圾按每人产生量 0.5kg/d 计算，垃圾产生量约 10kg/d，定期外运交由当地环卫部门处置，对周边环境的影响轻微。根据类比分析，设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物约 0.5t/a，分类收集后暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理。根据类比分析，运行期漂浮清捞垃圾约 4t/a，交当地环卫部门处置，不得随意堆放在库区周边，甚至库岸内。

6.7 环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），建设项目环境风险评价是对建设项目建设和运行期间发生的可预测突发性事件或事故（一般不包括人为破坏或自然灾害）引起有毒有害、易燃易爆等物质泄漏，或突发事件产生新的有毒有害物质，所造成的对人身安全与环境的影响和损害，进行评估，提出防范、应急与减缓措施等。拟建项目为水库工程，自身不涉及有毒有害物质和易燃易爆物质的生产等，枢纽坝体工程不涉及冷冻液使用，本环评仅对拟建项目环境风险做一般性分析，本项目的风险包括面源污染等。

6.7.1 项目建设危险品运输及堆存风险分析

根据设计可知，飞龙水库工程在建设过程中，施工区域禁止贮存油罐，设置有油罐车为工程派送油料，油罐车设置固定位置，周边设置临时截水沟，截留跑冒滴漏的油品进入隔油池处理。

炸药为预约，专门单位负责运送和爆破，工程区内不设置炸药库。施工期炸药运输和使用应按《危险化学品安全管理条例》及有关安全管理规定和要求，建立健全相关的管理制度和安全措施，并接受相关部门的监管。

6.7.2 水库环境风险分析

飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程，本评价根据水源保护区相关规定对水库环境风险提出要求。

（1）风险分析

本工程供水管道采用管道输送，封闭管道在供水沿线受污染的可能性很小。因此本工程的风险主要来自水库周边农业面源、库底清理过程或风险事故造成的污染。

本流域的洪水全由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨一致，洪水过程具有陡涨陡落的特点，一次洪水过程，峰型多为单峰，形成洪峰时间相对较短。坝址上游集雨面积范围内目前为农村区域，化肥施用频繁，无污水处理设施，在暴雨的冲刷下，化肥或生活污水大量地汇集进入水库，极易造成面源污染。

库区淹没区内现有一家工业企业永峰塑料加工厂，库底清理过程中如果拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水等废水以及厂区内的废塑料、废包装材料等一般工业固体废物和废润滑油、废油桶等危险废物处理不当可能造成污染物渗入库底土壤，随地下水进入水库。

库区道路虽然车流量较小，但不能排除因运输车辆在水库库区段范围内出现事故造成油品、化肥等进入水体而可能对水源水质造成影响。因此对于沿库区陆基段和桥梁仍应采取防护措施。

（2）风险影响防护措施

①为防止车辆出现事故而对水库水源造成污染，水库业主方需积极与交通管理部门联系和配合，通过路段限速、树立标志等管理措施，同时采取道路外侧设置防撞栏等工程措施，减少因事故发生污染的可能。

②加强饮用水源保护宣传，开展饮用水源保护宣传工作，在全社会营造整治饮用水源污染的舆论氛围，使“保护水源，人人有责，从我做起”的观念深入人心。

③库底清理过程中严格按照制定的清理方案进行操作，拆除前设备清洗废水、车间地面冲洗水应进行预处理，处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准排入库区附近污水管网或运至污水处理厂处理；厂区内的废塑料，废包装材料等一般工业固体废物统一交由资源回收单位回收利用，废润滑油、废油桶等危险废物交有资质单位处置。

④控制面源污染：正确引导当地农民少量、合理地施用化肥，减少生活污水排放，是减少农业面源污染的主要途径，业主应连同农业部门按照《农村生活污染防治技术政策》（环发〔2010〕20号）、《农药使用环境安全技术导则》（HJ 556-2010）、《化肥使用环境安全技术导则》（HJ 555-2010）的要求引导当地居民，控制面源污染，具体见下表 6.7-1。

表 6.7-1 农业面源污染防治措施

序号	文件	内容
1	农村生活污染防治技术政策	①农村雨水宜利用边沟和自然沟渠等进行收集和排放，通过坑塘、洼地等自然入渗进入当地水循环系统。鼓励将处理后的雨水回用于农田灌溉。 ②由于没有建设集中污水处理设施，不宜推广使用水冲厕所，避免造成污水直接集中排放，在上述地区鼓励推广非水冲式卫生厕所。 ③对于以户为单元就地排放的生活污水，宜根据不同情况采用庭院式小型湿地、沼气净化池和小型净化槽等处理技术和设施。 ④鼓励采用粪便与生活杂排水分离的新型生态排水处理系统。宜采用沼气池处理粪便，采用氧化塘、湿地、快速渗滤及一体化装置等技术处理杂排水。 ⑤鼓励采用沼气池厕所、堆肥式、粪尿分集式等生态卫生厕所。在水冲厕所后，鼓励采用沼气净化池和户用沼气池等方式处理粪便污水，产生的沼气应加以利用。 ⑥污水处理设施产生的污泥、沼液及沼渣等可作为农肥施用，在当地环境容量范围内，鼓励以就地消纳为主，实现资源化利用，禁止随意丢弃堆放，避免二次污染。 ⑦鼓励采用沼气池处理人畜粪便，并实施“一池三改”，推广“四位一体”等农业生态模式。
2	农药使用环境安全技术导则	①根据土壤类型、作物生长特性、生态环境及气候特征，合理选择农药品种，减少农药在土壤中的残留。 ②不宜使用水溶性大、难降解、易淋溶、水中持留性很稳定的农药品种。 ③不宜使用易移动、难吸附、水中持留性很稳定的农药品种。 ④避免在小溪、河流或池塘等水源中清洗施药器械；清洗过施药器械的水禁止倾倒入饮用水水源。
3	化肥使用环境安全技术导则	①源头控制技术措施 A、化肥品种选择。根据土壤供肥性能、作物营养特性、肥料特性及生态环境特点，合理选择化肥品种。适当增加有机肥料使用比例，提倡配方施肥，施用复合（混）肥料、缓效肥料。 B、化肥用量控制。综合考虑作物种类、产量目标、土壤养分状况、其他养分输入方式、环境敏感程度，确定施肥量。靠近饮用水水源保护区土地要尽量少施或不施化肥。 C、化肥施用方法。化肥尽量施在作物根系吸收区，以提高化肥利用率，减少流失。 ②减少化肥流失的措施 A、采用合理的耕作方式。在坡度较大地区，易发生化肥径流流失，应采取保护耕作（免耕或少耕）以减少对土壤的扰动，还可利用秸秆还田减少径流流失。 B、采用合理的灌溉方式。对旱作提倡采用滴灌、喷灌等先进灌溉方式，尽量减少大水漫灌；对水田要加强田间水管理，尽量减少农田水的排放。 C、采用适宜的轮作制度。适宜的轮作制度可提高化肥的利用率，减少流失。 D、可利用田间渠道、靠近农田的水塘和沟渠等暂时接纳富营养的农田排水，灌溉时再使用，实现循环利用。 E、在农田和受保护的水体之间，应利用自然生态系统建立缓冲带，或在河滨、

序号	文件	内容
		湖滨人工设置保护带以拦截过滤从农田流出的养分，提高营养物质的净化能力，防止养分流入周围河流、湖泊和水库等水体。 ③化肥环境安全使用管理措施 A、按照清洁生产的原则和循环经济的理念，鼓励农民从事生态农业生产方式，积极促进有机农业的发展，推广农业废弃物无害化、资源化综合利用。 B、基于风险管理的思路，鼓励将高化肥投入的产业（如蔬菜生产）转移到面源污染风险较低的地区。 C、探索建立环境经济补偿制度，对因不施或少施化肥造成经济收入损失的种植业主实行经济补偿。 D、鼓励化肥减量化使用技术、农田流失养分的生态拦截技术的研发与工程应用。加强农业生产区域的环境监测，及时掌握农田化肥流失后的环境影响。 E、结合生态县的建设，探索实行区域化肥使用总量控制。 F、加强宣传教育和科普推广，充分发挥农业技术推广服务机构的职能，提高公众对不合理使用化肥所产生危害的认识。

（3）应急措施及预案

为预防风险事件对供水安全的影响，按照《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令 2015 年第 34 号）、《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号）要求，企业事业单位应当按照相关法律法规和标准规范的要求，履行下列义务：（一）开展突发环境事件风险评估；（二）完善突发环境事件风险防控措施；（三）排查治理环境安全隐患；（四）制定突发环境事件应急预案并备案、演练；（五）加强环境应急能力保障建设。

根据《集中式地表饮用水水源地环境应急管理工作指南（试行）》（环办〔2011〕93 号），项目应设置水源水质保护应急预案，并衔接《丰都县生态环境局集中式饮用水水源地突发环境事件应急预案》（丰环发〔2021〕4 号），应急预案内容应包括：

①应急指挥组织体系与职责：包括风险事故发生时的应急指挥机构及构成，确定事故发生时对应的职责分工；

②环境风险防范，包括水源地外的风险防范、连接水体的风险防范、水源地的风险防范、特殊时期的风险防范等；

③水源地预警体系建设，包括风险源的管理、预警系统建设、信息研判、预警公告等；

④环境应急准备，包括预案体系建设、指挥系统建设、联动机制建设、能力保障等；

⑤环境应急响应，包括责任单位的应急响应与处置、生态环境部门的应急响应（指

挥、监测、处置、信息发布、应急终止等）；

⑥事后管理，包括事件总结、原因调查与追责、事件评估、措施改进；

⑦保障措施：包括应急物质储备，定期开展应急演练和应急知识宣传。

根据同类型水库制定急预案，采取监控和应急措施主要包括：

①设立水源水质自动监测点，对突发污染事件或累积性污染事件进行长期监测与报警。同时，水源水质自动监测的数据，既可为水厂制水提供季节性和时段性的参考，又可为深度处理的实施提供有力的依据。

②在水源地边界应设置明显的水源保护标识。

③发生一般污染风险事故时，立即督促供水企业采取停水、减压供水、改路供水，启用备用水源；迅速采取有效措施，降低污染物浓度和影响程度，关闭相应的闸口，将受污染水体疏导排放至安全区域，并通知沿途居民停止取水、用水；必要时通知下游水厂停止供水或采取保护措施。

④如果是危险品事故，在第③条的基础上，公安部门实施交通管制、疏散人群、保护高危人群等措施，保护公众生命安全与身体健康。公安交警部门迅速处置事故车辆，向有关部门报告事故情况，并协助做好危险化学品的收储工作，防止污染进一步蔓延；公安消防部门迅速处置因危险化学品污染事故引发的火灾，参加有关危险化学品的处置工作。生态环境部门按照其预先制定的应急预案，迅速采取有效措施，消除污染源，开展应急现场监测工作，跟踪水质变化情况。

（4）分析结论

本项目通过加强施工期油料、炸药等的运输管理，运行期库区段采取工程措施、日常维护、管理措施等保护措施，最大限度的降低风险事故发生的可能性；根据项目建成后的机构组成，制定相关应急预案，拟定环境风险应急预案的基本组成、机构职责及基本内容，进一步减少项目可能引起的环境影响。在落实完善本报告中的风险防范措施及应急预案的前提下，本项目环境风险水平可以接受。

表 6.7-2 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	丰都县飞龙水库工程		
建设地点	重庆市	丰都县	董家镇、青龙乡、双龙镇、三元镇

地理坐标	经度	107.6944423°	纬度	30.2053492°
主要危险物质及分布	油料、炸药、危险废物； 油料存放在密闭的油罐车，炸药不在工程区存放，危险废物存放于危废贮存点			
环境影响途径及危害后果（大气、地表水、地下水等）	油料、炸药等运输过程发生泄漏，火灾爆炸引发的伴生/次生污染物进入到周围环境中，污染大气、地下水、土壤等；库区运输危险品物质的车辆发生事故会造成有毒有害物质的泄漏，从而会造成发生污染水库水质的污染事故。			
风险防范措施	（1）油料、炸药等的运输必须事先申请并经公安、环保等有关部门批准、登记。采取专门运输车辆、由专业人员驾驶和押运。 （2）划定饮用水水源保护区、加强饮用水水源保护区管理等水质措施，并对涉及库区高速公路段车辆尤其是运输易燃易爆有毒有害危险化学品的车辆进行严格管理。			
填表说明（列出项目相关信息及评价说明）： 项目相关信息：飞龙水库枢纽工程位于丰都县董家镇境内，输水工程分布于丰都县董家镇、青龙乡、双龙镇、三元镇。 飞龙水库正常蓄水位378m，相应库容1209万m ³ ；校核洪水位379.84m，总库容1334万m ³ ；死水位355m，死库容165万m ³ 。 评价说明：项目施工期和运营期均不涉及风险物质的储存，因此项目风险潜势初判为 I，风险评价等级为简单说明。				

表6.7-3 环境风险评价自查表

工作内容			完成情况				
风险调查	危险物质	名称					
		存在总量/t					
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 人		5km 范围内人口数 人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）			人	
		地表水	地表水功能敏感性		F1□	F2□	F3□
			环境敏感目标分级		S1□	S2□	S3□
		地下水	地下水功能敏感性		G1□	G2□	G3□
			包气带防污性能		D1□	D2□	D3□
	物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1☑	1≤Q<10□	10≤Q<100□	Q>100□	
M 值		M1□	M2□	M3□	M4□		
P 值		P1□	P2□	P3□	P4□		
环境敏感程度	大气	E1□	E2□		E3□		
	地表水	E1□	E2□		E3□		
	地下水	E1□	E2□		E3□		
环境风险潜势		IV+□	IV□	III□	II□	I☑	
评价等级		一级□		二级□	三级□	简单分析☑	
物质危险性		有毒有害□		易燃易爆□			

风险识别	环境风险类型	泄漏 ☐		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 ☐		
	影响途径	大气 ☐		地表水 ☒	地下水 ☐	
事故情形分析		源强设定方法	计算法 ☐	经验估算法 ☐	其他估算法 ☐	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB ☐	AFTOX ☐	其他 ☐	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 /m			
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 /m			
	地表水	最近环境敏感目标，到达时间 /h				
	地下水	下游厂区边界到达时间 /d				
		最近环境敏感目标，到达时间 /d				
重点风险防范措施		库区水质污染风险防范措施： （1）水库蓄水前，需制定详细的库底清理计划，加强库周污染治理与污染源管理，禁止在库区、库周规划建设污染类项目。 （2）为防止车辆出现事故而对水库水源造成污染，水库业主方需积极与交通管理部门联系和配合，通过路段限速、树立标志等管理措施，同时采取道路外侧设置防撞栏等工程措施，减少因事故发生污染的可能。 （3）设立水源水质自动监测点，对突发污染事件或累积性污染事件进行长期监测与报警，在发生突发污染事件时，本项目供水对应水厂应紧急关停。 （4）加强饮用水源保护宣传，开展饮用水源保护宣传工作。 （5）控制面源污染。正确引导当地农民少量、合理的施用化肥，减少生活污水排放，是减少农业面源污染的主要途径，建设单位应连同农业部门按照《农村生活污染防治技术政策》（环发〔2010〕20号）、《农药使用环境安全技术导则》（HJ556-2010）、《化肥使用环境安全技术导则》（HJ555-2010）的要求引导当地居民，控制面源污染。				
评价结论与建议		满足环境风险防治要求，使项目环境风险为环境所接受。				
注：“□”为勾选项，填“√”；“ ”为填写项。						

7 环境保护措施及可行性论证

7.1 施工期污染防治措施

7.1.1 地表水环境保护措施

总体目标：施工区河段水质不因施工废水和生活污水的排放对水体造成明显的污染，不降低该河段的水域功能要求，控制施工河段水域局部水污染。

水环境保护措施主要针对机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水/基坑废水、隧洞抽排废水和试压废水等施工废水以及生活污水进行处理设计，并考虑施工期的生态流量下泄措施和拆除清理过程中污染管控措施。

(1) 机械修配含油废水

机械修配含油废水主要为施工车辆和机械维修、保养、冲洗等过程中产生含油废水，产生量为 $5.5\text{m}^3/\text{d}$ 。机械修配含油废水处理规模不小于 $6.0\text{m}^3/\text{d}$ 。废水中石油类浓度约为 100mg/L 。经隔油、沉淀处理后回用于洒水降尘，不外排。

(2) 混凝土拌和系统废水

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水以及混凝土养护废水，为碱性废水，其 pH 值可达 11~12，悬浮物浓度约 2000mg/L 。

每套混凝土拌和系统冲洗废水每日产生量约为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，预计每日产生量约 $8\text{m}^3/\text{d}$ ；本工程混凝土浇筑总量约 31.26 万 m^3 。据有关资料，养护 1m^3 混凝土产生约 0.35m^3 碱性废水，据此估算，项目养护废水 10.941 万 m^3 。

工程施工在混凝土拌和系统处设置水处理设施。采用简易滤池进行处理。池型采用矩形，土建施工简单，造价低；滤料可就近选取用于混凝土拌和的砂石骨料，滤后泥渣含水率较低，可人工直接定期除渣。

废水经收集后在调节池调节水质水量，然后进入中和池，添加中和剂调节在 pH6~9 范围内，出水进入简易滤池，过滤后回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排；人工定期除渣运送至弃渣场堆放。

(3) 砂石料冲洗废水

本工程枢纽工程施工区设置 1 套砂石料加工系统，在砂石料的破碎、筛分和分级等加工环节中，设备（如破碎机、筛分机）和物料需要用水冲洗，以减少粉尘和保持设备正常运行。这些冲洗水会携带大量固体颗粒和污染物，主要污染物 SS 浓度约为 3000mg/L，pH 值为 11~12 左右。类比同类型项目，砂石料冲洗废水产生量约 50m³/d。

砂石料冲洗废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排。

（4）基坑废水

基坑废水分初期排水和经常性排水。初期基坑排水主要为围堰填筑完成后基坑内的积水、初期排水期基坑内渗水、降水等，主要污染物为 SS，根据工程经验，可直接沉淀 1~2h 后抽取上清液排放。

基坑经常性排水主要包括围堰渗水、降雨及施工弃水，其 pH 值一般在 11~12，悬浮物浓度为 1000mg/L，直接排放对水质有一定影响。基坑废水中的岩土颗粒和水泥砂浆较易沉淀，根据已建、在建相关工程的操作经验，在基坑内设立一定区域作为集水池，并设置石英过滤池。基坑废水在集水池内静置 1~2 小时，上清液经水泵抽入石英过滤池过滤后回用于施工场地洒水降尘，不外排。过滤石英砂应根据过滤效果与速率，定期更换，更换的石英砂应弃于弃渣场。对于废水中的碱性物质无需处理，通过水流稀释后，碱性物质对水环境质量的影响很小。

（5）隧洞抽排废水

本工程隧洞抽排废水一般包括开挖和钻孔产生的泥浆水，隧洞爆破后用于降尘的水，喷锚、支护材料注浆药液，机械设备运转的冷却用水和清洗用水。隧洞顺坡开挖时，在内侧设排水沟，自流排水至洞外；反坡开挖单侧设排水沟，并布置若干集水坑，用低扬程水泵通过抽水管路接力排至洞外。类比同类型项目，隧洞抽排废水的产生量约为 37.5m³/h，类比其他类似工程隧洞抽排废水水质监测成果，隧洞抽排废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大，隧洞抽排废水污染因子及其含量主要为 SS、石油类、氨氮、COD 及少量爆破残留物，经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排。

（6）试压废水

试压废水来源于回填管沟前输水管道水压试压产生的废水，试压废水总计约 1000m³，

含有少量 SS，浓度大约为 100mg/L，试压相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地，不外排。

（7）生活污水

本工程施工期高峰期施工人数 978 人，平均施工人数 845 人。

施工期生活用水按 100L/d·人计，施工人员最大用水量约为 97.8m³/d，排污系数取 0.9，则本项目施工区最大生活污水产生总量 88.02m³/d。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、NH₃-N，浓度分别约为 350mg/L、250mg/L、250 mg/L、35mg/L，枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。

（8）施工期生态流量下泄及措施

围堰分期维护河床导流方式的导流底孔工程量小，前期准备工作时间短，施工总工期短，投资少，施工简单可靠，因此，本阶段推荐采用围堰分期维护河床导流方式。即一期施工右岸台地坝段，原河床泄流，二期施工河床及左岸坝段，上下游围堰挡水，一期右岸已成坝体预留导流底孔+明渠泄流的导流方式。

第一年 5 月～第一年 10 月，进行两岸岸坡 348.00m 以上的开挖及右岸坝段坝基开挖及坝体混凝土浇筑施工，并在改期间完成右岸导流底孔及前后明渠的施工，该时段原河床泄流。在第一年 10 月下旬进行截流，河道来水由导流底孔下泄，并于 10 月底完成围堰填筑施工。

第一年 11 月～第二年 3 月在围堰的保护下进行坝段坝基的开挖及坝体混凝土的浇筑施工，由上下游围堰挡水，导流底孔泄流。后续将继续坝体浇筑施工，该时段洪水由导流底孔和坝体预留缺口联合下泄，度汛洪水标准为全年 10 年一遇重现期，设计洪水流量为 519m³/s。当坝体全断面浇筑至 380.00m，该时段由坝体挡水，挡水标准为 10 年一遇重现期，挡水流量为 37.2m³/s，导流底孔泄流。

第三年 4 月～第三年 10 月继续坝体浇筑施工，帷幕灌浆及大坝闸门等金属结构安装施工，该时段洪水由导流底孔和坝体溢流堰下泄，度汛洪水标准为全年 10 年一遇重现期，设计洪水流量为 519m³/s。第三年 11 月初进行导流底孔下闸封堵，水库开始蓄水，

工程完工。封堵期间由水库永久泄水建筑物泄流。

(9) 拆除清理过程污染管控措施

①库区淹没区内在拆除前应对污染源进行全面调查,分析明确污染物种类、浓度、分布范围及埋藏深度。

②拆除过程中废水应进行预处理,处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准排入库区附近污水管网或运至污水处理厂处理

③拆除清理过程中产生的废塑料,废包装材料等一般工业固体废物统一交由资源回收单位回收利用,废润滑油、废油桶等危险废物交有资质单位处置

④拆除房屋产生的建筑垃圾,应及时清运,不能及时清运的,应采用防尘网覆盖,并定期洒水保持湿润。

⑤拆除量大或技术复杂的建构筑物,应单独编制清理方案,经相关部门批准后实施清理。

7.1.2 大气污染防治措施

本项目施工期应按照《重庆市深入打好污染防治攻坚战实施方案》(渝委发〔2022〕17号)、《重庆市环境保护条例》(2022年9月28日修正)、《重庆市大气污染防治条例》(2021年5月27日修正)、《重庆市大气环境保护“十四五”规划(2021—2025年)》(渝环〔2022〕43号)和《关于印发重庆市部分行业污染物特征值系数及排污量计算办法的通知》(渝环〔2018〕55号)的相关要求,施工过程中需要采取如下具体的污染防治措施:

(1) 施工扬尘防治措施

①施工单位应在施工工地出入口的显著位置公示扬尘污染控制措施、施工现场负责人、扬尘防治责任人、扬尘监督管理主管部门及监督举报电话等信息。

②施工场地硬化进出口,尽可能缩短工期,避免大风天气施工;弃渣场西侧距离居民较近,在未进行生态恢复前用防雨布覆盖,在靠近居民点一侧设置喷淋设施,特别是夏季,对喷淋设施加强管理,保证喷淋设施正常工作。

③设置车辆清洗设施及配套的沉沙井和截水沟,对驶出工地的车辆进行冲洗。

④对露天堆放易产生扬尘的物料及48小时内不能清运的建筑垃圾,设置不低于堆

放物高度的密闭围栏并对堆放物料予以覆盖。临时土石方等及时回填，若 48h 内不能回填，应当设置不低于堆放物高度的密闭围栏并予以防雨布覆盖。

⑤施工现场、施工道路等易产生尘区域必须采取洒水或喷淋等降尘措施；施工作业区配备 1 台洒水车进行洒水防尘。进入堆场的道路应经常洒水，使路面保持湿润，减少由于汽车经过和风吹引起的道路扬尘。

⑥工程完工后必须及时清理现场和平整场地。

⑦加强运渣车扬尘管理，严格执行建筑垃圾密闭运输车辆技术规范。渣土车车轮、底盘和车身高效率冲洗，严格落实“定车辆、定线路、定渣场”。

⑧施工单位应编制控尘方案，落实经费，明确责任，采取有效控尘措施，开展扬尘污染控制工作；施工单位要建立制度、落实专人、安排资金，严格执行控制扬尘七项强制性规定，包括编制控尘方案、设置施工围挡、施工场地硬化、渣土密闭运输、设置冲洗设施、落实湿法作业、建筑材料覆盖强制规定。

⑨控制爆破过程产生的扬尘，合理控制装药量，减少爆破强度，减少单次爆破产生的粉尘量，降低扬尘，在爆破前、中、后喷洒水雾，减少扬尘产生和扩散。

（2）运输粉尘的减缓措施

工程对运输过程中产生的粉尘采取的措施有：

①运输土石方、砂石等易撒漏物质必须采取遮盖措施，严防运输车辆冒装撒漏；车辆出口必须设置车辆冲洗设施以及专门人员对车辆进行冲洗和监管，保持密闭式运输装置完好和车容整洁，不得沿途飞扬、撒漏和带泥上路。运输弃土的车辆应按照规定的时间、区域和路线行驶。

②易洒落散装物料在装卸、运输、转运和临时存放等全部过程中时，应采取遮盖措施，注意运输时必须压实，填装高度禁止超过车斗防护栏，避免洒落引起二次扬尘。

③土石回填料运输路线采用洒水车定期进行道路洒水，减少起尘量。

（3）燃油机械尾气防治措施

①施工现场应合理布置运输车辆行驶路线，配合有关部门做好施工期间周围道路的交通组织，保证行驶速度，减少怠速时间，以减少机动车尾气的排放。

②加强对各类燃油设备的管理，工程区严禁使用油耗高、效率低、废气排放量大的

施工机械及动力设备。

③加强对施工机械，运输车辆的维修保养，禁止施工机械超负荷工作和运输车辆超载，不得使用劣质燃料。

(4) 大风天气下施工措施

①对施工、运输道路采取硬化和洒水等措施，在干旱大风天气应加强洒水，适当增加洒水次数。另外，施工临时道路应充分利用现有路面以及铺设石屑、碎石路面，控制机动车辆碾压的影响，从根本上减少扬尘的污染。

②对于易散失材料的堆放加强管理，在其四周设置挡风墙（网），并合理安排堆垛位置，必要时在堆垛表面掺和外加剂或喷洒润滑剂以使材料稳定，减少可能的起尘量。

(5) 搅拌站筒仓采用密闭式筒仓，除气力输送管及顶部除尘器排放口外，无其他通向大气的出口；每个筒仓顶部配置仓顶除尘器，在加料往筒仓内输送物料时，其产生的废气经布袋除尘处理后排放，根据类比同类项目，其除尘效率可达 99.8%。搅拌机布置在密闭的搅拌楼内，搅拌机配置集气系统和布袋除尘设施，搅拌机在生产过程中产生的粉尘经布袋除尘后经顶部排气口排放，布袋除尘器除尘效率不低于 99.8%。料斗及输送皮带采取全密封；对上料及转载点设施喷淋装置，其中每个上料斗上方均安置喷淋装置，对于皮带输送转载点设置喷淋装置；骨料堆场除车辆出口外全部密闭；并针对作业面及卸料过程采取喷淋抑尘措施，对于每个物料的作业面及卸料面均设置喷淋装置。

(6) 施工现场使用的各类柴油、汽油机械的污染物排放应符合相关标准，不使用废气排放超标的机械。施工人员生活使用电、液化气等燃料，不得燃用煤炭；生活垃圾定点分类暂存并及时收集处置，不得随意焚烧垃圾。

(7) 施工现场的土方应集中堆放，裸露的场地和集中堆放的土方应采取全覆盖、固化或绿化等措施。场区内未种植的地面应及时覆盖防尘网，每天洒水保持湿润，严格控制洒水量，防止泥水外溢。露天堆放河沙、石粉、水泥、灰浆、灰膏等易扬撒的物料以及不能清运的建筑垃圾，设置不低于堆放高度的密闭围栏并对堆放物品予以覆盖。产生大量泥浆的施工，应当配备相应的泥浆池、泥浆沟，防止泥浆外流，废浆应当用密闭罐车外运。路基或基坑开挖后应尽快硬化或采用防尘网覆盖；采取自然放坡开挖时，边坡应采用防尘网覆盖并可靠固定。防尘网覆盖区域应分段（区）施工，正在作业段（区）

可不覆盖，但其部分完工面为易扬尘面时，在施工间歇期间应覆盖其易扬尘面，非作业段（区）应全覆盖。被拆除房屋产生的建筑垃圾，应及时清运，不能及时清运的，应采用防尘网覆盖，并定期洒水保持湿润。

（8）采取湿式作业，进行土方工程等作业时，应采取分段施工、择时洒水、雾炮压尘等措施，土方必须达到湿润状态。土石方开挖宜随挖随运，土方回填应及时平整压实，采用土方或砂石回填时，回填料应保持湿润；并应减少开挖和回填过程中土方裸露时间。不能及时回填的裸土应采取洒水和覆盖等降尘措施。

（9）项目招投标中增加控制扬尘污染的内容和责任承诺，将所需资金列入工程造价；各类工地在施工前，必须按照文明施工要求，制定控制扬尘污染方案，经主管部门审批后方可办理施工许可证。对扬尘控制不力的施工企业，责令其停工整顿，情节严重的取消其施工资格。

（10）建设施工除遵守上述规定外，还应当对可能闲置3个月以上的工地进行覆盖、简易铺装或绿化；工程完工后，在申请项目竣工验收之日起10日内清除建筑垃圾。区域适宜绿化的裸露土地，责任人应当在园林绿化行政管理部门规定的期限内绿化，因季节原因不能立即进行绿化的，进行简易铺装，防止尘污染；不适宜绿化的，应当硬化处理。

（11）针对距离施工场地较近的环境保护目标，除落实上述粉尘、废气防治措施外，应适当增加附近施工作业场地的清理和洒水降尘频次。

综上，针对工程大气污染物排放的特点，本工程所采取的大气污染防治措施贯彻“预防为主，防治结合”方针，通过经济投入较少的环境管理手段和临时措施，施工扬尘和机械尾气污染可得到有效控制。施工设计中，应将防尘费用列入工程概算中，并在施工合同中明确施工单位的扬尘污染防治责任。

7.1.3 噪声污染控制措施

项目施工期应按照《“十四五”噪声污染防治行动计划》（环大气〔2023〕1号）、《重庆市深入打好污染防治攻坚战实施方案》（渝委发〔2022〕17号）、《重庆市环境保护条例》（2022年9月28日修正）及《重庆市环境噪声污染防治办法》（渝府令〔2023〕363号）等相关要求，做好噪声污染防治工作，其措施如下：

(1) 施工单位使用的装载机和挖掘机等优先选用工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部和市场监管总局发布的《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（公告2023年第12号）中的低噪声施工设备；其他必须选用符合国家有关标准的施工机械和车辆，尽量采用低噪声的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座；同时应加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。

(2) 合理布置施工机械和施工强度，做好施工组织；枢纽工程施工区等布置有混凝土拌和系统、塔机、综合加工厂等可能产生高噪声的作业区域，评价要求这些区域合理布置施工设备，将空压机、综合加工厂等高噪声源布置在远离居民点的一侧，设置临时设备间、通过墙体隔声，施工期采取以上措施后预计周边环境保护目标可达标。

(3) 物料运输应尽量安排在昼间进行，运输过程经过居民住宅时采取缓速、禁鸣等措施，并在场区进、出口应安排专人负责车辆组织和指挥，合理疏导防止引起交通阻塞和交通噪声影响。

(4) 施工期除落实上述噪声源、传播途径控制措施外，针对距离施工场地较近的环境保护目标附近的施工作业活动应加强管理，除夜间禁止施工外，中午12:00~下午2:00期间暂停高噪声作业活动，避免施工机械联合作业，降低施工噪声影响，并在临近施工进场道路附近设置限速禁鸣标识，进一步降低施工期噪声影响。

(5) 施工单位应编制并落实噪声污染防治工作方案，采取有效隔声降噪设备、设施或施工工艺；合理按照施工作业时间，合理布局噪声污染源位置，噪声敏感建筑物集中区域的施工应优先使用低噪声施工工艺和设备，采取减振降噪措施，加强进出场地运输车辆管理；在噪声敏感建筑物集中区域内进行施工作业的，施工单位应当于施工期间在施工现场公示项目名称、项目建设内容和时间、项目业主联系方式、施工单位名称、工地负责人及联系方式、可能产生的噪声污染和采取的防治措施。禁止在噪声敏感建筑物集中区域进行产生环境噪声污染的夜间施工作业；因生产工艺要求或者特殊需要必须夜间施工作业的，施工单位应当取得城市管理或者住房城乡建设部门的证明。建设单位应当于开始施工1日前在施工现场显著位置公示或者以其他方式公告附近居民。

施工机械多为移动式设备，采取隔声、吸声等处理难度大，因而施工期噪声污染防

治以预防为主，使施工期噪声对环境的影响降低到最低程度。

7.1.4 地下水污染防治措施

加强施工期间废水的收集处理，避免跑冒滴漏，在采取防渗、堵漏等措施防护下，漏失影响不明显，少量下渗的施工废水和生活污水经土壤净化后预计不会对地下水产生污染影响。本项目施工废水经处理回用、生活污水经处理后用作农肥，对地下水水质影响轻微。隧洞施工过程中应加强超前预测预报地质工作，采取超前导孔等措施，预测涌水情况，提前采取堵水、排水措施，对地下水环境的影响较小。

7.1.5 土壤污染防治措施

拟建工程施工期对土壤的影响可能来源于危废贮存点，废油应统一收集于密闭桶中，危废贮存点地坪应作防渗处理，防渗性能不应低于 6.0m 厚，渗透系数为 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求；周边设有围堰或其它截流设施，防止油品渗漏或外泄，从而减轻对土壤环境的影响。

7.1.6 固体废物处理与处置措施

（1）施工弃渣

施工弃渣分别运至指定弃渣场堆放处置。渣场严格按照水土保持有关要求防护措施设计，施工期间产生的弃渣全部得到妥善处置。库区拆迁建筑物以木制房屋结构为主，由农户自行拆除变卖或利用，石质或土质建筑垃圾产生量很小，可采用推土机就地碾压平场。施工弃渣不得倒入河内，施工结束后对渣场采取复垦或绿化措施，本环评建议生态恢复为林地。

（2）生活垃圾

施工人员生活垃圾定点收集，定期交当地环卫部门统一集中清运卫生填埋处置，不得进入河内。另外，施工区的垃圾收集场所以及垃圾集中存放处需定期喷洒灭害灵等药水，以防止苍蝇等害虫滋生，以减轻生活垃圾堆放对工程地区水环境和施工人员的生活卫生产生不利影响。

（3）机械修配废油和含油棉纱手套

分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置。

（4）库区清理垃圾

及时清运，不进行暂存，分类收集处置。建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾

交当地环卫部门统一处置。因此不会产生蚊蝇、细菌等二次污染源（生物污染源）。其中永峰塑料加工厂拆除过程产生的一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理，对周边环境影响较小。根据工程分析可知，项目采用垃圾车（为自身密闭）或者货车运输，且货车拉运加盖彩条布，因此不会造成固废在运输过程中扬撒而污染环境，因此在运输过程中对周边环境影响小。

（5）沉淀池污泥

沉淀池污泥定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋。

本项目固体废物经合理处置后，不会对环境造成二次污染。本项目所采取的固体废物污染防治措施符合实际情况，切实可行。

7.1.7 施工区环境风险防范措施

飞龙水库工程施工区域禁止贮存油罐，施工期设置有油罐车为工程派送油料，油罐车设置固定位置，区域地坪应做防渗处理，防渗性能不应低于 6.0m 厚，渗透系数为 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求；周边设置临时截水沟，截留跑冒滴漏的油品进入隔油池处理。本项目施工期采取的环境风险防范措施可行。

7.1.8 施工期人群健康保护措施

（1）施工人员卫生防护

①受噪声影响大的工艺施工人员应配发耳塞等防噪劳保品。

②施工过程中，施工人员受粉尘污染影响较严重，应着重对施工人员采取佩戴防尘口罩等防护措施。

（2）卫生疫情防护

施工人员生活条件差，需要必要的卫生防护措施，防止发生大规模的疫情。

①建档及疫情普查

为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻工地前，各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档，健康人员才能进入施工区作业。

调查和建档内容包括年龄、性别、健康、传染病史、来自地区等。普查项目为：肺结核、传染性肝炎、痢疾，外来施工人员还应检查来源地传染病等。

②疫情抽查及预防计划

在施工期内，根据疫情普查情况定期进行疫情抽样检疫。疫情抽查的内容主要为当

地发现病情并及时进行治疗。

为有效预防现场流行疾病，提高施工人员的抗病能力，定期对施工人群采取预防性服药、疫苗接种等预防措施。

③疫情监控和应急措施

各施工单位应明确卫生防疫责任人，按当地卫生部门制定的疫情管理制度及报送制度进行管理，并接受当地卫生部门的监督。

加强饮食健康、卫生防护等卫生宣传，使施工人员具备自我保护意识。

施工期应设立疫情监控站，随时备用痢疾、肝炎、肺结核等常见传染病的处理药品和器材。一旦发现疫情，立即对传染源采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群采取预防措施，并及时上报卫生防疫主管部门。

（3）安全防护措施

工程施工部分路段局部破碎段稳定性差，应采取“先探后挖、边挖边支护”措施，做好地质灾害预防和处理工作，维护边坡岩体的局部稳定。

7.1.9 文物保护单位保护措施

根据《丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告》和《重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复》（渝文物〔2024〕11号）（附件13），飞龙水库建设征地范围内涉及5处不可移动文物，均为地下文物，皆为新发现不可移动文物。时代包括明、清两个时段。明代生基塘墓地；清代刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地。对明代生基塘墓地实施考古发掘，发掘面积100m²；对清代刘元坝墓地、河片墓地、马鞍丘墓地、高湾墓地采取留取资料和构件收集的方式保护，均在项目施工前完成。

7.2 运行期污染防治措施

7.2.1 大气污染防治措施

本项目运行期废气主要是管理人员的日常生活烹饪过程排放的少量油烟废气，通过油烟净化装置处理后经楼顶排放，因人数较少，废气排放量较少，对环境空气影响很小。

7.2.2 水污染防治措施

（1）库区水污染防治措施

运行期管理人员产生的生活污水产生量为 $2.7\text{m}^3/\text{d}$ ，经自建一体化处理设施处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）后用于饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。一体化处理设施采用 AO 工艺（厌氧-好氧），通过厌氧段反硝化脱氮与好氧段有机物氧化分解的协同作用对生活污水进行处理，预计处理效果见下表。

表 7.2-1 典型 AO 工艺处理效果

序号	污染物	生活污水典型浓度 (mg/L)	AO 工艺去除效率 (%)	处理后浓度 (mg/L)
1	COD	200~400	80~90	20~60
2	BOD ₅	100~200	85~95	5~20
3	NH ₃ -N	20~40	70~90	2~12 (常<8)
4	TP	3~5	50~70	1~3
5	SS	100~200	80~95	5~30 (常<20)

由上表分析可得，运行期管理人员产生的生活污水主要为日常生活产生的污水，水质较简单，预计处理后可达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）的要求。

飞龙水库在初期蓄水时，水库的初期蓄水阶段考虑下游河道生态用水后调度方案如下：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，在保证生态放流措施时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。运行期在生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。

为有效减缓低温水对坝下河段水生生态和灌区农业生产的不利影响，工程采取了分层取水方式。

在初期蓄水过程中，岸边原有松散物质易冲入水库，影响水质，因此评价要求蓄水前清库工作严格按照《长江三峡水库库底固体废物清理技术规范》（HJ 85-2005）、《长江三峡水库卫生清理规范》（卫疾控发〔2005〕261 号）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DLT 5381-2007）等要求进行；蓄水后，及时对库区漂浮物进行打捞，避免影响水库水质。

（2）受退水区水污染防治措施

①深化乡镇生活污水治理

根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》，“十四五”

期间，将采取以下措施深化流域乡镇生活污水治理：

A.推进乡镇生活污水处理厂达标改造。根据流域内各污水处理厂现有负荷、处理工艺、技术水平及污水收集率等情况，加快推进乡镇污水处理厂升级改造及附属配套设施。实施乡镇污水处理设施升级改造工程：对三元镇、双龙镇、青龙乡等 7 座乡镇污水处理厂进行达标改造，改进处理工艺、强化尾水深度处理，实施系统化整治，强化运行管理，实现收集效能提升、设施出水稳定达标；将三元镇场镇污水处理站扩容至 $500\text{m}^3/\text{d}$ ，解决现有处理能力不满足来污水量问题。

B.补齐各乡镇污水收集管网短板。在全流域范围内开展各乡镇建成区的管网现状调查，建设渠溪河流域管网普查台账。对现有的部分污水处理厂收集的二级管网、三级管网进行维修改造，对现有截留制排水管网实施雨污分流改造，针对无法彻底雨污分流的老城区，尊重现实合理保留截留制区域，提高截留倍数。大力实施乡镇雨污管网工程，在流域内丰都县的 8 个乡镇新（改）建排水管网（沟）共计 55.3km，其中包括三元镇 5.1km、青龙乡 3.99km、双龙镇 6.2km、董家镇 8.75km。对新建的排水管网，全部按照雨污分流模式实施建设。对减少初期雨水对地表水水质的影响，鼓励有条件的地区建设初期雨水调蓄池，收集初期雨水，经过净化后排放。

C.加强污水治理设施运营维护。督促第三方运营机构加强乡镇污水处理厂运营维护，对破损的设备设施及时进行更换、保养、检修，落实专人对污水处理厂进行运营管理，建立健全乡镇污水处理厂运营管理岗位责任制，加强工作人员业务技能培训，完善管理制度和突发事件应急预案，定期对污水治理设施排放水质进行水质监测，确保乡镇污水处理厂实现正常运营和达标排放。

根据《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》，重点解决乡镇污水收集问题，消除沿河污水直排口；实施雨污分流改造，消除雨污混流排口，补齐乡镇污水处理设施短板，针对渠溪河干流沿线场镇（三元镇、仁沙镇）雨污管道混合等现象，已纳入水环境治理项目。

②农村畜禽养殖污染治理

建设雨污分流系统、干清粪、尿液收集池，对粪便进行资源化利用。统筹考虑畜禽养殖和种植的污染问题，积极推进种养结合、种养平衡，同步推进畜禽养殖废弃物的资源化利用和减少化肥施用量工作。

根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》，“十四五”

期间，将采取措施深入开展养殖污染防治：优化调整畜禽养殖布局，促进养殖规模与资源环境相匹配，严格执行禁养区、限养区、适养区“三区”管理规定。针对散户圈养家禽现状，划定圈养范围。加快推进畜禽粪污综合利用和无害化处理设施建设，推进畜禽养殖场雨污分流、干湿分离改造，加强养殖场污染治理设施运行和粪污还田利用全过程监管。以生产农家肥或商品有机肥、沼液还田、肥水利用等综合利用方式为重点，鼓励和引导第三方企业将畜禽养殖场（户）粪污进行专业集中处理。实施畜禽粪污综合利用和无害化处理工程，在董家镇等 5 个乡镇新建畜禽粪污无害化处理设备设施，包括畜禽粪污收纳、处理、还田等储存空间、还田管网、雨污分流管网、设备设施等。其中在丰都县董家镇、仁沙镇共 2 个乡镇新建畜禽粪污收纳、处理、还田等储存空间共计 2800m³，以及还田管网共 0.8km、干粪堆码车间 400（m²）、雨污分流管网 0.8km，处理设配设施 2 套。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，渠溪河流域内养殖业科学划分禁养区、限养区和适养区，优化养殖场布局。养殖污染要坚持“以地定畜、种养平衡、设施完善”的基本思路进行治理，按照“前端减量、过程控制、末端利用”原则进行整治。

积极推广“种养结合、以地定畜、生态循环”的发展模式，推进养殖生产清洁化、产业模式生态化和畜禽粪污资源化。持续推进规模养殖场（小区）实现污处理设施装备全配套，加强处理设施运维监管，确保稳定运行达标排放。

③农村农业面源污染治理

完善灌区退水设施建设，并在灌区主要灌溉退水口设置隔离带，种植当地常见植被物种，以减小灌溉回归水对受纳水体的影响；大力推广生态农业，减少化肥农药的施用量，禁止使用剧毒农药，以减少农药对地下水的污染；加强对灌溉回归水受纳水体和地下水水位、水质的监测。积极推行节水措施，进行科学灌溉，提高水资源的利用效率。节水措施主要包括合理设计灌溉制度、推广使用节水器具、施行计量收费或阶梯式水费方案等。

根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》，“十四五”期间，将采取措施加强农业种植面源污染防治：强化柑橘、榨菜、水稻等规模种植户技术指导，因地制宜推广配方施肥、有机无机配施、水肥一体化等化肥减量重点技术和抗病品种、绿色防控、专业化统防统治等农药减量重点技术，从源头控制农业种植污染。大

力发展绿色农业，积极推广生态循环农业、有机农业、生态养殖。大力实施农业面源污染治理绿色防控工程，新建生态拦截构、生物拦截带、新建生态缓冲带等。在渠溪河丰都段建设坡耕地农田径流拦截与再利用工程，包括在三元镇、仁沙镇共新建生物拦截带 3.2km、生态缓冲带共 6km，建设坡耕地农田径流拦截与再利用工程，双龙镇、三元镇、仁沙镇、保合镇共新建蓄水池 7500m³，共新建灌溉管网 38km。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，工程实施后，灌溉退水量的增大导致农业面源污染负荷增加，位于灌区内的部分水库库区及河段死水区发生富营养化的可能性增大。应大力推广生态农业新技术，加强面源污染治理。依托区域良好的渠溪河流域生态环境和独特的自然环境，大力推进生态农业、绿色农业等特色产业发展，推动建设一批绿色食品、有机食品、无公害农产品品牌。积极普及、推广“旱地截流保肥技术”“生态健康养殖模式与污染物消减技术”等生态种养模式和节水农业模式和技术。减少化肥、农药等化学物质的使用，减轻农业面源污染。重点推进柑橘产业国际协同创新中心建设，推动流域红心柚、榨菜、花椒等生产基地建设，推进流域其他区域高效特色农产品基地集聚区和循环农业、生态农业的重点发展区建设。严禁使用高残高毒农药，逐步减少化学农药用量，扩大测土配方施肥面积，普及科学合理平衡施肥，鼓励施用有机生物肥，推广有利于土壤肥力维护和改良的农作制度和生态模式，提高土壤肥力，减少养分流失入河。加快实施飞龙水库灌区节水改造。全面推进田间节水灌溉工程的配套建设，搞好末级渠道和田间工程的配套，形成完整的节水灌溉工程体系。大力发展节水农业，推进喷灌、管灌、滴灌及智能灌溉技术，提高农业灌溉用水有效利用系数，有效减少农业生产面源污染的流失。

根据《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》，通过农业面源污染治理、城镇地表径流污染控制、水土流失削减，畜禽养殖控制对流域范围内的面源污染进行削减，流域禁养区内禽畜养殖坚决取缔，逐步规范非禁养区内非规模化畜禽养殖，非禁养区内规模化畜禽养殖废水经处理后排放，确保降雨径流得到充分净化后，涵养流域水体。实施水产养殖污染控制，规范非规模化水产养殖，确保清水入河。落实海绵城市建设规划，稳步推进海绵城市建设。

④农村生活垃圾污水治理

加大农村生活垃圾治理力度，统筹考虑生活垃圾和农业废弃物利用、处理，建立符合农村实际的生活垃圾收运处置体系，开展农村生活垃圾分类减量化试点，推行垃圾就

地分类和资源化利用；持续推进农村生活污水治理，推动城镇污水处理设施和服务向农村延伸，加强改厕与农村生活污水治理的有效衔接，加大对塘堰、沟渠等小微水体污染问题整治，农村生活污水处理设施水污染物排放应满足《重庆市农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》（DB50/848-2018）的相关要求。

根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》和《丰都县农村生活污水治理专项规划（2021-2030 年）》（丰都府办〔2020〕86 号），“十四五”期间，将完善农村生活污水集中式处理设施及配套管网：实施农村生活污水处理设施技改及配套管网提升工程，推动农村污水处理站完成技改及配套设施提升，包括新增一体化设备、新建管网、修复管网，以及厂区改造、一体化设备基础建设等建设内容。其中包括董家镇中和场村污水处理厂主管网及入户管网完善，共 800m；名山街道白沙沱村污水处理厂主管网及入户管网完善，共 1500m。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，应加大农村生活污水收集管网以及农村生活污水治理设施的建设力度，对不满足农村生活污水治理要求的治理设施应适时进行提升改造。将城镇、城市边缘农村地区生活污水集中收集，纳入城镇污水处理厂统一处理，不仅避免重复投资，而且具有良好的污水处理效果以及运行管理保障。对不能纳入城市、城镇污水处理管网的农村居民点，统一规划、统一建设、统一管理，布局农村生活污水治理设施。使渠溪河农村生活污水农户覆盖率、农村生活污水治理率进一步得到提升。

根据《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》，加强岸线垃圾清理，保持河面漂浮物清理及岸线垃圾整治工作。继续加强沿河垃圾清理，增强沿岸居民水环境保护意识。整治农村水环境，推进美丽乡村建设。以渠溪河流域村民生活垃圾处理为重点，综合整治农村水环境，清除河道岸线的主要垃圾，完善渠溪河附近农户生活垃圾集中处理，杜绝垃圾入河；做到“村收集、镇清运、县处理”（户集村收、乡镇转运、县处理），到 2025 年实现行政村保洁全覆盖，加强对河道沿线可能出现乱丢乱扔生活垃圾的居民的宣传教育工作，保障沿河乡镇村实现水清岸美。

以上《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025 年）》和《重庆市丰都县渠溪河“一河一策”方案（2021-2025 年）》的水环境污染防治措施已在 2024 年~2025 年之间完成，预计将会持续改善区域地表水水质。

7.2.3 地下水污染防治措施

工程运行期应定期对地下水的水位和水质进行检测，及时掌握地下水环境的变化情况，一旦发现地下水受到污染或水位异常下降，应立即采取相应的修复措施。

严格按工程设计做好坝体、坝基防渗墙，避免渗漏量过大导致地下水位上升；定期检查排渗沟水位，确保排渗沟排水通畅，严禁向排渗沟内倾倒垃圾等；若排渗沟排水不畅，可每隔一定距离设排渗泵站将渗水收集抽入水库；一旦出现水位迅速上升等异常情况，按照一般经验常用的措施就是“先拦后排”，先是减少水库边缘渗漏，之后就是加强排水。

制定完善的应急预案，针对输水管道破裂、隧洞渗漏等突发事件，设置应急截流设施，如在隧洞内设置截流阀、止水墙等，以便在事故发生时能够迅速截断水流，防止大量库水泄漏进入地下水。同时，配备应急抽水设备和污水处理设备，对泄漏的库水进行抽排和处理，降低对地下水的污染风险。

7.2.4 土壤污染防治措施

工程运行期，项目基本不涉及油品等可能对土壤造成污染的物料；本项目不产生大气污染物，主要污染物为餐饮油烟，生化池臭气，基本不会通过大气沉降对土壤环境造成影响。项目的主要土壤环境影响为对土壤酸碱化、盐渍化以及沼泽化的影响。

根据地质调查，水库库区地质条件较好，成库后不会发生渗漏，通过加强对库区水质以及周边土壤和地下水环境的监测和管理，控制入库的污染源，在水库周边建设完善的排水系统，如排水沟、排水渠等，降低地下水位，降低对土壤酸碱化、盐渍化以及沼泽化的影响；同时科学施用化肥，积极使用农家肥和新型有机肥，尽量减少化肥施用过量或不当造成土壤板结和肥力退化，推广作物病、虫、草害综合防治和生物防治，减少农药对农业生态系统的不良影响以及污染危害，降低农业面源污染危害；加大农业塑料薄膜的回收和综合利用，减少“白色污染”源头；推广使用生物降解膜或“双降膜”，替代难降解的农膜，降低对土壤理化性能的破坏及农业生态环境的污染影响。

采取以上措施后，拟建项目对区域土壤环境的影响较小，基本不会引起区域土壤环境污染。

7.2.5 固体废物污染防治措施

工程运行期固体废物包括生活垃圾和设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物。生活垃圾定期外运交由当地环卫部门处置，不得倒入飞龙水库库区内。枢纽工程管理房内设置危废贮存点，设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物分类收集后暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理。水库运行期间不定期打捞的漂浮物，交当地环卫部门处置，不得随意堆放在库岸或其他地方。

7.2.6 噪声污染防治措施

工程运行期设置供水泵站，泵站提升泵设置在室内，优先选择低噪设备，通过合理布局，采取隔声、减噪、消音等降噪措施，运行期设备噪声影响有限。对外交通与对内交通的车流量非常少，同时与周边住户距离较远，运行期车辆噪声对敏感点影响轻微。溢洪道泄流时声音较大，但仅在洪水季出现，影响持续时间不长，且居民点距离较远，影响不大。

7.2.7 环境风险防范措施

水库的环境风险包括农业面源污染和库岸道路车辆事故造成的污染。通过合理引导农民耕种施肥、设置界标及交通警示牌、道路沿线设置限速标志、加装防撞栏、事故导流槽和应急池等设施，可有效减缓环境风险发生的概率。同时，水库应制定应急预案，保证风险事故下的饮用水安全。

工程所采取的运行期污染防治措施简易、方便可行。

7.3 水生生态保护措施

7.3.1 施工期水生生态保护措施

(1) 优化施工进度和施工工序，根据沿线河流水生生物的生活习性优化施工方案，合理安排施工工期。制定科学合理的施工计划，尽量缩短施工作业的时间，将高强度的施工作业尽可能安排在生物量低的枯水期。同时减少甚至避免大暴雨期间的基础开挖工作。

(2) 加强宣传，建立和完善鱼类资源保护规章制度，在工程施工区设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识，严禁施工人员下河捕捞。

(3) 施工期应加强各施工场地、弃渣场、料场等施工区的防护，避免施工废水、生

生活污水的直接排放，减少水体污染，防止水土流失，保护水生生物的物种多样性。

(4) 建设期间，对施工场地可能造成水土流失的区域按照水土保持的要求布置措施进行防护，严格执行“先挡后弃”的平场施工原则，施工前修筑好截排水设施。此外，合理安排工期，土石方开挖、填筑等应避开雨天作业。

(4) 建立鱼类保护应急机制。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；若需要进行水下爆破的，事先需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免受到爆破波及。

(5) 优化施工方案，涉水施工前，可采用声波驱散施工地及临近水域鱼群，将鱼类驱离施工区，降低对鱼类的影响。从保护水生生物的角度，优化施工工艺特别是涉水施工工艺，尽量减轻水下噪声。

(6) 枢纽工程及输水管线沿线开挖施工时做好底泥的处理，同时禁止将含泥沙、油污、生活污水、垃圾、废弃物排入水域，施工材料等应远离岸边储存并采取防渗防漏的措施，防止污染水体水质，从而影响水生生物的生境。为防止底泥临时堆放和土方被雨水冲刷影响周边河道生态环境，应设置临时性挡护设施。

(7) 由于水生生物可自主移动，可以采取分段施工，分段防护的措施，给水生生物以规避的空间和场所，禁止采用全线施工，全线扰动的施工方式。

7.3.2 运行期水生生态环保措施

7.3.2.1 水库分层取水

取（放）水建筑物采用坝式取水型式，由取水塔、取水压力管道组成。布置于大坝左侧 3#非溢流坝段前。取 0+000.00～取 0+011.20 为取水塔，塔身为矩形，紧贴大坝上游侧布置，顶部高程 381.70m，进口底板高程 350.60m，筒体高 44.0m。取水塔分 3 层取水，孔口中心垂直间距 9.0m，取水管中心线高程分别为 352.00m、361.00m、370.00m，管径 1.2m，最大取水流量为 2.288m³/s。

水库在采取分层取水后，飞龙水库水温分层对灌区农作物的影响较小，下泄生态流量的水温不会对大坝下游鱼类、蛙类造成明显不利影响。

7.3.3.2 过鱼设施和增殖放流

过鱼设施设置的目的主要是在于促进上下游鱼类遗传交流，减少种质退化。根据调

查，评价河段内分布的土著鱼类均属底层活动鱼类，个体偏小，无长距离溯河习性，繁殖期集群不明显，坝下河段鱼类资源量有限，因此结合《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》相关要求，本工程不考虑设置过鱼设施，工程建成运行造成部分鱼类资源量减少，通过采取增殖放流可以有效减缓鱼类资源影响和生态补偿措施。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》和《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价》，飞龙水库工程建成并蓄水后，库区河段鱼类的生存环境将发生改变，对库区鱼类资源的补充产生了较大影响。人工繁殖放流是目前国际上比较普遍采用的水生生物物种保护、资源恢复方法，也是我国水利工程生态补偿的主要技术手段之一。

通过有计划地开展人工放流经济鱼类种苗，可以增加经济鱼类资源中低、幼龄鱼类数量，扩大群体规模，储备足够量的繁殖后备群体。工程的建设会对飞龙河、渠溪河工程河段的鱼类资源造成一定损失，根据《中华人民共和国渔业法》和《重庆市实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》等法律、法规的规定，建设单位应对受损失的鱼类资源采取必要的补救措施。增殖放流是补充鱼类资源的有效途径之一。因此，建议采取鱼类增殖放流措施。

（1）增殖放流的种类

放流种类的选择原则是：特有或地方重点保护鱼类，资源量少，濒危物种，繁殖条件特殊、人工繁殖已获得成功，有稳定的苗种来源、对长江流域渔业资源有补充作用。放流种类及种质、质量符合《农业部办公厅关于进一步规范水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔〔2017〕49号）要求。

（2）增殖放流计划

库区放流：以减缓成库初期富营养化进程为目标。放流原则是：以滤食性鱼类为主，放流对象仅在库区生长利用和转化氮、磷，其本身并不能完成自然繁殖，选定的放流品种以鲢、鳙为主，初期放流以大规格苗种为主，后期则采用轮捕轮放方式进行放流，以转移库区析出和滞留的氮、磷元素，以减缓库区富营养化进程。放流年限为5年，在成库后实施。

飞龙水库上游流水河段放流：飞龙水库成库后，喜流水鱼类受到一定影响，需要在飞龙河的上游天然河段放流光唇鱼、马口鱼等溪流鱼类，以补充工程建设及运行后对喜

流水鱼类的影响，恢复飞龙河水域的水生生物多样性。放流年限为 5 年，其中施工期 3 年，运行期 2 年。

渠溪河干流放流：渠溪河干流主要以鲤、中华倒刺鲃、大鳍鲃等鱼类为主，从生态保护和苗种的可得性考虑，渠溪河干流放流中华倒刺鲃和大鳍鲃，以补充工程建设及运行后可能对渠溪河水生生态造成的影响。放流年限为 5 年，其中施工期 3 年，运行期 2 年。

表 7.3-1 鱼类增殖放流计划

序号	放流种类	放流年限	单年放流数量 (万尾)	总放流数量 (万尾)	规格 (cm)	放流水域	苗种来源
1	鲢	5	14	70	≥10	飞龙河 水库库区	有资质 苗种场 提供
2	鳙	5	3	15	≥10		
3	光唇鱼	5	0.5	2.5	≥5	飞龙河 上游河段	
4	马口鱼	5	0.5	2.5	≥5		
5	中华倒刺鲃	5	4	20	≥10	渠溪河	
6	大鳍鲈	5	2.8	14	≥5		
合计			24.8	124	/	/	/

7.3.2.3 生态流量下泄措施

(1) 水库蓄水期生态流量下泄及措施

根据水库的运行方式，在初期蓄水时，一般需要经过 3 次蓄水，其中：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，在保证生态放流措施时时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。

(2) 水库运行期生态流量下泄及措施

取水管最大取水流量为 $2.288\text{m}^3/\text{s}$ （灌溉取水流量 $1.37\text{m}^3/\text{s}$ ，名山组团供水流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ，董家镇供水流量 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，生态放流 $0.276\sim 0.368\text{m}^3/\text{s}$ ）放空管首部分管径 0.3m ，生态流量 $0.276\sim 0.368\text{m}^3/\text{s}$ 。本项目在生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。

工程运行期间，水库管理单位应采取措施保证下放生态流量，将生态水量纳入年度水量调度计划，需加强管理和监督，根据上游来水量及时调整生态下泄放流方式，同时

避免出现刻意蓄水而造成水库下游脱水的情况。

7.3.2.4 替代生境构建与保护

喜流水鱼类多栖息在江河流水区域，也出现于沟渠、溪流上游底质多砾石、砂石。它们有的喜欢在复杂的流水环境下将鱼卵产在溶氧丰富的砾石缝隙或水草之上，有的产漂流性卵。替代生境的构建，主要从产卵基质和水流方面进行改造，为喜流水鱼类构建产卵、索饵的重要生境。规划飞龙水库实施后将对坝下减水段的飞龙河渠溪河汇入口双叉子产卵场造成一定影响。因此结合《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》相关要求，本次评价建议在飞龙河汇入口下游至东风大桥河段或其他可行河段，选取与产卵场水文差异较小、水势平缓的河段建立产卵场替代生境，降低飞龙水库实施后对产卵场的影响。

7.3.2.5 渔政管理

水库建成后，除依靠生态系统自身的恢复功能外，加强库区资源的保护有利于降低项目建设对鱼类资源的影响。要加强渔政管理，严格执行禁渔期和禁渔区管理，防止电、毒炸鱼事件的发生，对渔业生产过程中网具种类和网目大小都要严格规定；对水产养殖限制开发，加强管理，防止过度开发利用造成资源破坏，影响资源的可持续利用。

7.3.2.6 其他保护措施

为了进一步降低工程对鱼类资源的影响，还需采取下列措施：

（1）取水口防护

取水过程中，导致鱼类卵苗及幼体被吸卷入取水口，从而造成鱼体受伤甚至死亡，因此建议在取水口设置拦鱼设施，拦鱼设施应每月进行定期检查，建议每5年进行更换。拦鱼设施推荐选择机械拦鱼设施，包括栅栏和网栏两类，其网栏规格可参照常见鱼类规格设计，建议最小网栏空隙为10mm。在取水运行期间设置伤亡鱼类的及时救护或处置措施，如委托当地渔政管理部门进行处理拦鱼设施，包括栅栏和网栏两类，其网栏规格可参照常见鱼类规格设计。

（2）河道生态定期监测

取水活动将会引起水质、底质及水流的等因素的改变，虽对区域内鱼类等水生生物资源影响较小，但仍应定期、定点开展水环境和水生生态系统监测工作，比较工程前后

河道水质的变化状况，并根据监测结果进行动态调整。

（3）栖息地保护

支流与干流交汇口是河流生态系统中的重要组成部分，许多鱼类往往是在河流交汇觅食和繁殖，构成它们生命周期中的重要一环。飞龙水库工程与飞龙河下游交汇口距离较远，因而工程对其的直接影响较小，在保证下泄生态流量的前提下，本工程对其影响较小。

（4）建立鱼类保护应急机制

截流、蓄水期间下游出现减水情况前，要通知并配合渔业主管部门启动应急保护机制，禁止在减水河段捕捞或限捕，对搁浅、受伤鱼类及时救护，最大限度降低相关影响。

（5）运行期间及时清漂

生态放流取水口前设置有拦污栅，避免漂浮物进入取水口。当漂浮物聚集较多时，将堵塞拦污栅口，致使鱼类不能通过，无法完成下行活动。因此工程运行期间，需及时进行漂浮物清捞工作，以及定期清理拦污栅。

7.4 陆生生态保护措施

7.4.1 陆生植物保护措施

①严格控制施工作业带范围，将施工活动尽量布置在施工场地范围内，施工作业带清理尽量减少对林地、植被及配套设施的破坏。加强对现场施工人员的宣传教育工作，增强环境保护意识。在项目建设过程中，要防止在本项目区以外乱占林地、滥伐林木、损坏植被等行为发生。

②本项目永久占地避让永久基本农田。

③施工前对占地范围内的表土层熟土进行剥离，定点进行堆放，并用防水膜加以覆盖。待施工完成后，将熟土作为工程迹地恢复的表层覆土。

④及时恢复地表植被，防止水土流失。因施工开挖造成的裸露面及临时堆料场，在未砌护或恢复植被前，应当根据水土保持方案要求用篷布或其他材料遮盖，以防雨季冲刷造成土壤侵蚀和水土流失。

⑤施工结束后，对施工场地内设备进行拆除，清除场地内的垃圾，并进行场地平整、

表土回填、植被恢复。严禁引入外来入侵物种。

⑥针对弃渣场，为保护表土资源，施工前对渣场占地范围内的耕地、林地进行表土剥离，耕地剥离厚度 0.3-0.4m、林地剥离厚度 0.2-0.3m；施工前在渣场底部布置排水盲管，排水盲管沿渣场现状地面铺设，管道尾端接挡渣墙；在渣场堆渣边坡坡脚设护脚挡渣墙，要求基础承载力不小于 300KPa；沿渣场最终堆渣高程外边界布设排水沟，排水沟出口设沉沙池，再接入附近天然沟道；渣场堆存过程中在强降雨期间对松散的堆渣体采用无纺布进行覆盖；弃渣时分层碾压堆放，施工完毕后对堆渣面进行土地整治，堆渣边坡采用植树种草防护，堆渣平台覆土还耕，土地整治的具体内容包括：填平坑凹，局部地面平整，压实土松翻及覆土等；渣场堆渣边坡经土地整治后采取植树种草防护，树种选用地方乡土树种。

⑦根据初步调查，评价范围内有 2 棵三级古树黄葛树，经现场核实，2 棵黄葛树均位于项目永久占地和临时占地外。在后续详细林调中，如发现名木古树，根据不同情况采取相应措施：

A.邻近施工区的名木古树，施工前在古树根部半径 1.5m 范围内种植草皮，并砖砌 0.4m 高保护坛；4m 范围内设置 1.5m 高防护栏，外挂密目网，同时从根部向上 1.5m 缠绕保护草绳。

B.对于占地或水库淹没范围内的名木古树，采取多种移植保护模式，包括：一是就地移植，对胸径小于 20cm 或不宜移植的林木，就地移植到建设区或淹没区以外的区域。在技术人员的指导下，由林木所有者在土地所有权范围内自行移植。二是异地移植，按照管理权限，由移入单位组织实施，移植点选择要具备地势开阔、平坦、土壤深厚、排水良好、交通便利的特点。

7.4.2 陆生动物保护措施

项目区域内主要以常见物种如小家鼠、中华竹鼠在农田和居民点分布。根据走访调查，评价范围内林地偶有乌梢蛇和黑眉锦蛇分布，未发现天然集中分布区和栖息地。施工过程中应加强宣传教育，增强施工人员的保护意识，如果遇到乌梢蛇和黑眉锦蛇等严禁捕猎。

施工时严格按照“施工红线”弃渣，施工活动要保证在征地范围内进行，严格控制施

工作业范围，保护野生动物赖以生存的环境。并以警戒线划分施工区域边界，防止施工人员误入工区外的林地。

撤离施工现场后及时清理建筑垃圾和一切非原始栖息地所属物品。工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，尤其是临时占地处，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

7.4.3 耕地补偿措施

根据《土地管理法》，我国实行占用耕地补偿制度。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

飞龙水库工程永久占用耕地面积 306.14 亩，临时占用耕地面积 146.35 亩。本项目永久占用耕地通过缴纳耕地开垦费由当地政府、规划自然资源部门按开垦计划实施耕地“占补平衡”。本项目临时占地由建设单位负责复垦，并通过国土部门验收，即施工临时占地使用结束后，根据各临时占地地块的用地性质、使用方式和使用年限，进行相应的恢复。根据《重庆市规划和自然资源局关于规范临时用地管理的通知》（渝规资规范〔2022〕1 号）文，临时用地期满后，临时用地单位应当拆除临时建（构）筑物，使用耕地的应当复垦为耕地，确保耕地面积不减少、质量不降低；使用耕地以外的其他农用地的应当恢复为农用地；使用未利用地的，对于符合条件的鼓励复垦为耕地。

7.4.4 林地保护及补偿措施

本项目区占用林地，且涉及砍伐部分林地，需采取以下措施：

（1）施工期在林地进行施工地面清除作业时，要求施工队严格按照计划进行地面植被清除，不得超宽超计划砍伐；工作人员及施工机械同时也应避免进入两侧林地，对其造成影响；

（2）注意保护相邻林地边坡，防止林地边坡因施工崩塌；

（3）施工期林地施工时严禁烟火，遵守森林防火规范，严防火灾发生；

（4）因作业砍伐下的大小径木材，应分别分级收集出售处理，减少林业经济损失；

（5）作业在砍伐立木时，对林下幼苗采取保护就近移植，作为林地恢复时的种苗源；

(6) 对于工程建设和水库淹没造成的林地，建设单位应按《占用征用林地审核审批管理办法》向林业局报备，且须根据《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》的有关规定缴纳森林植被恢复费，林地补偿费用纳入建设投资中。

7.4.5 一般生态空间保护措施

(1) 一般生态空间施工段划定明确的施工界限，禁止超出范围碾压、砍伐植被，尤其避免破坏周边原生植物群落和土壤结构。

(2) 穿越林地、草地时，优先采用人工清理表层植被（保留可移植植物），避免机械盲目推铲，减少对地表覆盖的破坏。

(3) 施工前剥离表层熟土，表土和施工材料集中堆放并覆盖防雨布或防尘网，避免水土流失和土壤污染，剥离的表土用于后期植被恢复的基质。

(4) 穿越坡地时，设置临时挡墙、排水沟或沉沙池，防止雨水冲刷导致土壤流失和周边水体污染。

(5) 夜间施工禁止使用强光直射周边区域，减少噪音（如选用低噪声设备、设置隔音屏障），避免惊扰野生动物。

(6) 施工前对作业人员进行生态保护培训，明确禁止行为（如随意砍伐、捕猎、丢弃垃圾等）。

7.5 水源地水质保护措施

飞龙水库以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程，保证水库水质是使其发挥效益的首要前提。

7.5.1 水库库底清理

为防止水库淹没区内的植被、杂物等，尤其是常年累积的针叶林落叶腐殖土对库区水体的污染，保护水库水资源和下游人群健康，在蓄水前三个月必须完成库底清理工作。

(1) 清理范围

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）和《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL644-2014），结合水库运行特点和综合利用要求，分一般清理和特殊清理范围两大部分。经调查飞龙水库工程库底清理仅涉及一般清理，清理范围和具体内容如下：

①各类建筑物清理范围应为居民迁移线以下的区域，各种构筑物清理范围应为居民迁移线至死水位（含极限死水位）以下 3m 范围内；

②林木清理范围应为正常蓄水位以下的区域。在塌岸地段，为了加固库岸岸坡，林地可不清理，保留下来起护岸作用。

③地面上各种易漂浮物清理范围应为居民迁移线以下的区域。

④卫生清理、固体废物清理范围应为居民迁移线以下的区域。

⑤固体废物清理范围为居民迁移线以下的区域。固体废物堆场位于居民迁移线以下，应进行整体处理。

（2）库底清理技术要求

①地上构(附)筑物清理

A.建筑物、构筑物清理后，残留高度不应超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不应残留库底。

B.对库岸稳定性有利的建构筑物基础、挡土墙等可不予拆除。

C.对确难清除且危及水库安全运行的较大障碍物，应设置明显标志，并在地形图上注明其位置与标高。

D.对大体积建构筑物的清理方案，应进行必要的论证后确定。

E.对拆除量大或技术复杂的建构筑物，应单独编制清理方案，经相关部门审批后实施清理。

②林木清理

A.林木经清理后，残留树桩高度不超过地面 0.3m。

B.砍伐林木须符合国家、重庆市、丰都县有关伐木规定。

本工程涉及松材线虫病疫木，根据国家林业和草原局关于印发重新修订的《松材线虫病疫区和疫木管理办法》林生规〔2023〕7号第十五条：“采伐的疫木必须在山场就地粉碎（削片）或烧毁。疫木粉碎物的最大粒径不超过 1cm，削片厚度不超过米。采取烧毁方式处置疫木的，必须全过程摄像并存档。严禁采取套袋熏蒸措施处理疫木。”

疫木除治集中于每年 11 月至次年 3 月底完成；疫木除治须聘请专业队伍实施；除治现场无 1cm 以上枝干和木屑；所有疫木疫枝在非集中根治期报批后采用粉碎或削片的

方式进行无害化处置，集中除治期可通过焚烧、粉碎或削片的方式处置；伐桩高度不得超过 0.3m，全部环桩剥皮处理；通过除治后的现场需当地林业主管部门监管并验收，出具验收报告。

③易漂浮物清理

构筑物清理后的易漂浮物材料，不应堆放在居民迁移线以下。易漂浮物清理设计方案应结合库区地形、地质、交通条件，根据国家及地方相关规定，制定简便、易于操作的清理措施。易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗撒。

④卫生清理

A.卫生防疫清理应在地方卫生防疫部门指导下进行

B.对库区内的各种污染源应进行卫生清理和消毒。

C.对埋葬 15 年内的坟墓，必须迁出库外或就地处理，墓穴进行消毒处理。对埋葬 15 年以上的坟墓，是否迁移，视当地习俗处理。

D.埋葬传染病死亡者的坟墓，应按卫生部门有关规定进行专门清理。

E.对有供水任务的水库，应根据其供水要求、污染源的分布、数量、种类、污染程度、水库功能以及清理范围内的环境医学状况，在当地卫生和生态环境部门的指导下进行专门防污染处理。

F.灭鼠后需通过《动物鼠疫监测标准》（GB16882-1997）检查，灭鼠后的鼠密度不得超过 1%。

⑤固体废物清理

生活垃圾堆放场应根据垃圾堆龄、组成及体积进行无害化处理、资源化处理和就地处理处置。无害化处理一般可采取堆肥法、焚烧法和卫生填埋法等方法。经无害化处理的废物应化学性质稳定、病原体被杀灭，达到国家有关固体废物无害化处理卫生评价标准要求。资源化处理可采取化害为利、变废为宝、回收再生资源等多途径综合利用措施。

生活垃圾的处理处置必须满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB 16889）、《生活垃圾焚烧污染控制标准》。如果满足或经过处理后满足《城镇垃圾农用控制标准》（GB 8172），可以用作农用肥料或土壤改良剂施用于水库居民迁移线以上的农田、林地、绿化

用地等土地。以施用于农田为目的的垃圾处理可以在原堆放场地进行，施用于农田之外的垃圾剩余部分应与生活垃圾一起进行处理处置。

清理现场表面应用农田土或建筑渣土填平压实。需要清理的固体废物均应在符合国家标准的处理处置场（厂）中进行处置，所有固体废物的暂存地应在水库居民迁移线以上。

（4）清理物处置

飞龙水库库区需清理面积约 1003.24 亩，预计清理垃圾约 150t。清理出来的废物按要求进行分类收集处置。建筑垃圾运至指定填埋场填埋，生活垃圾交当地环卫部门统一处置。

（5）清理组织和验收

飞龙水库工程建筑、构筑物 and 卫生防疫清理由丰都县人民政府牵头，组织相关部门成立库底清理临时小组，对其统一管理和实施。

库底清理的验收由丰都县人民政府组织有关部门按照库底清理的内容和技术要求进行初验，并将初验结果和资料报送工程验收委员会，经复验合格并批准后，方能下闸蓄水。

7.5.2 水库集雨范围内污染防治措施

飞龙水库集雨范围主要是农村和农业区域，水库库区水质主要受农业面源影响，控制面源污染是保证库区水质最为重要的途径。

严格按照《农村生活污染防治技术政策》（环发〔2010〕20 号）、《农药使用环境安全技术导则》（HJ556-2010）、《化肥使用环境安全技术导则》（HJ555-2010）的要求控制面源污染。控制要求见下表 7.5-1。

表 7.5-1 农业面源污染防治措施

序号	文件	内容
1	农村生活污染防治技术政策	① 农村雨水宜利用边沟和自然沟渠等进行收集和排放，通过坑塘、洼地等自然入渗进入当地水循环系统。鼓励将处理后的雨水回用于农田灌溉。 ② 由于没有建设集中污水处理设施，不宜推广使用水冲厕所，避免造成污水直接集中排放，在上述地区鼓励推广非水冲式卫生厕所。 ③ 对于以户为单元就地排放的生活污水，宜根据不同情况采用庭院式小型湿地、沼气净化池和小型净化槽等处理技术和设施。

		④ 鼓励采用粪便与生活杂排水分离的新型生态排水处理系统。宜采用沼气池处理粪便，采用氧化塘、湿地、快速渗滤及一体化装置等技术处理杂排水。 ⑤ 鼓励采用沼气池厕所、堆肥式、粪尿分集式等生态卫生厕所。在水冲厕所后，鼓励采用沼气净化池和户用沼气池等方式处理粪便污水，产生的沼气应加以利用。 ⑥ 污水处理设施产生的污泥、沼液及沼渣等可作为农肥施用，在当地环境容量范围内，鼓励以就地消纳为主，实现资源化利用，禁止随意丢弃堆放，避免二次污染。 ⑦ 鼓励采用沼气池处理人畜粪便，并实施“一池三改”，推广“四位一体”等农业生态模式。
2	农药使用环境安全技术导则	① 根据土壤类型、作物生长特性、生态环境及气候特征，合理选择农药品种，减少农药在土壤中的残留。 ② 不宜使用水溶性大、难降解、易淋溶、水中持留性很稳定的农药品种。 ③ 不宜使用易移动、难吸附、水中持留性很稳定的农药品种。 ④ 避免在小溪、河流或池塘等水源中清洗施药器械；清洗过施药器械的水禁止倾倒入饮用水水源。
3	化肥使用环境安全技术导则	① 源头控制技术措施 A、化肥品种选择。根据土壤供肥性能、作物营养特性、肥料特性及生态环境特点，合理选择化肥品种。适当增加有机肥料使用比例，提倡配方施肥，施用复合（混）肥料、缓效肥料。 B、化肥用量控制。综合考虑作物种类、产量目标、土壤养分状况、其他养分输入方式、环境敏感程度，确定施肥量。靠近饮用水水源保护区土地要尽量少施或不施化肥。 C、化肥施用方法。化肥尽量施在作物根系吸收区，以提高化肥利用率，减少流失。 ② 减少化肥流失的措施 A、采用合理的耕作方式。在坡度较大地区，易发生化肥径流流失，应采取保护耕作（免耕或少耕）以减少对土壤的扰动，还可利用秸秆还田减少径流流失。 B、采用合理的灌溉方式。对旱作提倡采用滴灌、喷灌等先进灌溉方式，尽量减少大水漫灌；对水田要加强田间水管理，尽量减少农田水的排放。 C、采用适宜的轮作制度。适宜的轮作制度可提高化肥的利用率，减少流失。 D、可利用田间渠道、靠近农田的水塘和沟渠等暂时接纳富营养的农田排水，灌溉时再使用，实现循环利用。 E、在农田和受保护的水体之间，应利用自然生态系统建立缓冲带，或在河滨、湖滨人工设置保护带以拦截过滤从农田流出的养分，提高营养物质的净化能力，防止养分流入周围河流、湖泊和水库等水体。 ③ 化肥环境安全使用管理措施

		A、按照清洁生产的原则和循环经济的理念，鼓励农民从事生态农业生产方式，积极促进有机农业的发展，推广农业废弃物无害化、资源化综合利用。 B、基于风险管理的思路，鼓励将高化肥投入的产业（如蔬菜生产）转移到面源污染风险较低的地区。 C、探索建立环境经济补偿制度，对因不施或少施化肥造成经济收入损失的种植业主实行经济补偿。 D、鼓励化肥减量化使用技术、农田流失养分的生态拦截技术的研发与工程应用。加强农业生产区域的环境监测，及时掌握农田化肥流失后的环境影响。 E、结合生态县的建设，探索实行区域化肥使用总量控制。 F、加强宣传教育和科普推广，充分发挥农业技术推广服务机构的职能，提高公众对不合理使用化肥所产生危害的认识。

另外根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，灌溉工程实施后，灌溉退水量的增大导致农业面源污染负荷增加，位于灌区内的部分水库库区及河段死水区发生富营养化的可能性增大。应大力推广生态农业新技术，加强面源污染治理。依托区域良好的渠溪河流域生态环境和独特的自然环境，大力推进生态农业、绿色农业等特色产业建设，推动建设一批绿色食品、有机食品、无公害农产品品牌。积极普及、推广“旱地截流保肥技术”“生态健康养殖模式与污染物消减技术”等生态种养模式和节水农业模式和技术。减少化肥、农药等化学物质的使用，减轻农业面源污染。

重点推进柑橘产业国际协同创新中心建设，推动流域红心柚、榨菜、花椒等生产基地建设，推进流域其他区域高效特色农产品基地集聚区和循环农业、生态农业的重点发展区建设。严禁使用高残高毒农药，逐步减少化学农药用量，扩大测土配方施肥面积，普及科学合理平衡施肥，鼓励施用有机生物肥，推广有利于土壤肥力维护和改良的农作制度和生态模式，提高土壤肥力，减少养分流失入河。

加快实施飞龙水库灌区节水改造。全面推进田间节水灌溉工程的配套建设，搞好末级渠道和田间工程的配套，形成完整的节水灌溉工程体系。大力发展节水农业，推进喷灌、管灌、滴灌及智能灌溉技术，提高农业灌溉用水有效利用系数，有效减少农业生产面源污染的流失。

根据《渠溪河流域水生态环境保护“十四五”规划（2021—2025年）》，“十四五”期间，将采取措施加强农业种植面源污染防治：强化柑橘、榨菜、水稻等规模种植户技术指导，因地制宜推广配方施肥、有机无机配施、水肥一体化等化肥减量重点技术和抗病品种、绿色防控、专业化统防统治等农药减量重点技术，从源头控制农业种植污染。

大力发展绿色农业，积极推广生态循环农业、有机农业、生态养殖。大力实施农业面源污染治理绿色防控工程，新建生态拦截构、生物拦截带、新建生态缓冲带等。在渠溪河丰都段建设坡耕地农田径流拦截与再利用工程，包括在三元镇、仁沙镇共新建生物拦截带 3.2km、生态缓冲带共 6km，建设坡耕地农田径流拦截与再利用工程，双龙镇、三元镇、仁沙镇、保合镇共新建蓄水池 7500m³，共新建灌溉管网 38km。

7.5.3 水库富营养化防治措施

(1) 富营养化预防措施

水库成库可采取如下减缓措施，河流水质将逐渐改善，减少水库富营养化的趋势。

①在蓄水前，按要求对库区进行清库作业，并进行消毒处理；

②运行过程中加强库区水质监测，特别是 TP、TN、透明度、叶绿素 a、溶解氧等敏感性指标，最大程度上判断水库富营养化的趋势和爆发可能性；

③组织清漂作业，定期清理水库表面、库岸漂浮的树枝、固体废物、动植物尸体等；

④严格控制集雨范围内的耕作面积，加强宣传教育，引导库岸居民合理科学施用化肥、农药，控制农业面源污染；

⑤水库发生富营养化现象后，应及时对死亡的水草、藻类进行清理，避免这些植物腐烂后释放营养物质，造成二次污染

⑥保证水库生态下泄流量，加强水体置换，同时在放水口前设置软基围栏，避免藻类进入下游河道；

⑦定期对集雨范围内的针叶林落叶进行清理，防止落叶腐化经过降雨淋滤进入库区。

⑧加强管理，库周居民尽量使用无磷洗衣粉。调整农业结构，尽量使用有机肥，控制化肥和农药使用量，减少面源污染。

⑨加强集雨区水土保持，减少入库泥沙量，从而减少水库中磷等营养物质浓度。

⑩水库可适量养殖一些高等水生植物，防止水库的富营养化。

⑪利用大水面生态渔业修复，预防水库富营养化。基于水生生态系统食物链调控原理，通过投放滤食性鱼类（如鲢、鳙鱼）直接摄食浮游植物（藻类），降低水体藻生物量，抑制水华发生；藻类减少可提升水体透明度，促进沉水植物生长，恢复“草型清水态”；控制小型杂食性鱼类（如鲫鱼、罗非鱼）过度繁殖，减少其对底栖动物和沉水植物的破坏；通过肉食性鱼类（如鳊鱼、鲈鱼）调控中层鱼类种群，避免浮游动物被过度

捕食，发挥“浮游动物控藻”的间接作用；鱼类代谢将水体中溶解态氮磷转化为颗粒态（粪便、残饵），部分沉积于底泥或通过捕捞移出水库，实现营养盐“生物输出”，降低内负荷。

从水库特性和运用方式上分析，通过采取有效措施控制有机物和氮磷营养盐等污染源进入库区水体，保证彻底清库和上游交接断面水质达标，可有效减轻面源污染。运行过程中仍需加强监测，以便及时采取控制措施。

（2）藻类水华控制

针对湖库型饮用水水源地的水华主要发生区域，分析其水文、水化学特征、营养负荷特征，以不同水华发生特征为基础，研究制定水华控制方案。除藻技术有机械打捞、工程物理、生物控藻三类。

①机械打捞。高效机械打捞和水藻高效分离技术：通过合适的过滤或者絮凝等技术与装置，高效打捞并实现藻水分离。藻类打捞时间和地点确定技术：根据短期的气象与水文预测信息，确定在未来时间内藻类水华易聚集的时间和地点，组织人员和机械，在藻类高度聚集的水域打捞藻类，提高打捞效率。藻类与畜禽粪便混合发酵生产沼气技术：根据藻类难以发酵的特点，将其与畜禽粪便混合，提高发酵生产沼气的效率。

②工程物理。利用过滤、紫外线、电磁电场等物理学方法，对藻类进行杀灭或抑制的技术。物理方法除藻效果普遍较好，可持久使用，但一次性投入成本很高且处理能力有限，大都局限于水处理工程中的应用。

③生物控藻。利用藻类的天敌及其产生的生长抑制物质来控制或杀灭藻类的技术，主要包括：利用藻类病原菌（细菌、真菌）抑制藻类生长；利用藻类病毒（噬藻体）控制藻类的生长；利用植物的抑制物质、植物间的相互抑制以及富集和争夺营养源的抑藻作用；利用食藻鱼类控制藻类生长；酶处理技术。生物防治是最为科学的方法，藻类不宜采用化学药剂来彻底杀灭，一是难以做到，二是代价太大，三是造成环境污染或破坏生态平衡；改用生物学方法并不是彻底杀灭或消除藻类，而是利用生态平衡原理将藻类的生长和繁殖控制在非危害水平之下，从而控制藻体数量、防治富营养化带来的各种危害。

运行期间，水库业主应连同当地政府、农业部门等加强水库集雨范围内的污染监督管理，避免违规企业建设和运行对水库的影响。

7.5.4 水源保护区的划分和保护

7.5.4.1 水源保护区的划分

(1) 划分依据及方法

水源保护区划分主要依据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)、《重庆市饮用水源污染防治办法》《重庆市饮用水源保护区划分规定》。

飞龙水库工程总库容为 1334 万 m^3 ，属于中型水库。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ/T338-2018) 规定：

①中型水库一级保护区水域范围采用类比经验法，确定一级保护区水域范围，保护区水域范围为取水口半径不小于 300m 范围。陆域范围采用类比经验法，确定一级保护区陆域范围。一级保护区水域外不小于 200m 范围内的陆域，或一定高程线以下的陆域，但不超过流域分水岭范围。

②二级保护区水域范围以一级保护区边界外的水库水域范围。陆域范围水库周边山脊线以内（一级保护区以外）及入河河流上溯不小于 3000m 的汇水区域。二级保护区陆域边界不超过相应的流域分水岭。

(2) 飞龙水库水源保护区划分建议方案

通过对工程周边区域环境状况的调查与分析，工程流域区域属于农村生态，土地利用主要以林地、耕地为主，分布有少量农村居民点、耕地，林地植被覆盖良好，主要污染源为农村生活污染源及农业种植污染源。本次评价建议，飞龙水库水源地饮用水水源保护区的划分建议如下：

①一级保护区范围

一级保护区水域范围为取水口半径 300m 范围内的水域区域，即以取水塔为中心，半径 300m 的水域范围。建议一级保护区陆域范围为以一级保护区水域外扩 200m 的陆域范围、流域分水岭为界划定的区域。

②二级保护区范围

二级保护区水域范围为一级保护区边界外的水库水域面积。二级保护区陆域为一级保护区及二级水域保护区外，入库河流上溯 3000m 的汇水区域。

飞龙水库饮用水源保护区最终划分方案以水库建成蓄水后的饮用水水源保护区划分技术报告和主管部门的批复结果为准。

7.5.4.2 入库污染源控制

《重庆市饮用水源污染防治办法》（重庆市人民政府令第159号）规定：环境保护行政主管部门负责饮用水源污染防治的统一监督管理；卫生行政主管部门负责对《生活饮用水卫生标准》执行情况的监督管理；市政行政主管部门负责组织饮用水源保护区内生活污水和垃圾的综合整治；水行政主管部门负责饮用水源保护区内排污口设置的监督管理；海事部门负责饮用水源保护区内船舶污染防治的监督管理；其他行政主管部门按照各自职责做好饮用水源的污染防治工作。

同时针对飞龙河流域的农业面源污染和养殖业污染，应大力推广生态农业新技术，加强面源污染治理。依托区域良好的生态环境和独特的自然环境，大力推进生态农业、绿色农业等特色产业发展，推动建设一批绿色食品、有机食品、无公害农产品品牌。积极普及、推广“旱地截流保肥技术”“生态健康养殖模式与污染物消减技术”等生态种养模式和节水农业模式和技术。减少化肥、农药等化学物质的使用，减轻农业面源污染。根据《丰都县畜禽养殖禁养区划定调整方案》（丰环发〔2020〕5号），科学划分禁养区、限养区和适养区，严格执行“三区”管理规定，优化养殖场布局。养殖污染要坚持“以地定畜、种养平衡、设施完善”的基本思路进行治理，按照“前端减量、过程控制、末端利用”原则进行整治。积极推广“种养结合、以地定畜、生态循环”的发展模式，推进养殖生产清洁化、产业模式生态化和畜禽粪污资源化。持续推进规模养殖场（小区）实现污处理设施装备全配套，加强处理设施运维监管，确保稳定运行达标排放

飞龙水库工程除不涉及海事部门外，其余部门应按照要求，认真履行各自职责。《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》（环办〔2009〕30号）、《重庆市水资源管理条例》《重庆市饮用水源污染防治办法》《重庆市人民政府关于加强集中式饮用水源保护工作的通知》（渝府发〔2012〕79号）对水源保护区进行了严格的保护和限制，详见下表所列（表中以“水污染防治法”为主，其他法规条例进行补充，相同内容不再罗列）。

表 7.5-1 水源保护区相关管理规定

序号	文件	规定或要求
1	中华人民共和国水污染防治法	第五十七条在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。 第五十八条 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。 禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能

序号	文件	规定或要求
		污染饮用水水体的活动。 第五十九条禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。 在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。 第六十条 禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。 第六十一条 县级以上地方人民政府应当根据保护饮用水水源的实际需要，在准保护区内采取工程措施或者建造湿地、水源涵养林等生态保护措施，防止水污染物直接排入饮用水水体，确保饮用水安全。 第六十二条 饮用水水源受到污染可能威胁供水安全的，环境保护主管部门应当责令有关企业事业单位采取停止或者减少排放水污染物等措施。 第六十三条 国务院和省、自治区、直辖市人民政府根据水环境保护的需要，可以规定在饮用水水源保护区内，采取禁止或者限制使用含磷洗涤剂、化肥、农药以及限制种植养殖等措施。
2	饮用水水源保护区污染防治管理规定	1、禁止一切破坏水生态环境平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。 2、禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。 3、运输有毒有害物质，油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准，登记并设置防渗、防溢、防漏设施。 4、禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药，毒品捕杀鱼类。
3	关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知	1、加强辖区饮用水水源安全风险隐患排查。在全国饮用水水源基础环境调查及评估工作基础上，全面排查饮用水水源保护区、准保护区内及上游地区的污染源，加强对可能影响饮水安全的制药、化工、造纸、冶炼等重点行业、重点污染源的监督管理，建立风险源名录，从源头控制隐患。一旦发生饮用水水源污染事故，要迅速查清并切断污染来源，在当地政府统一领导下，开展污染防控工作，确保群众饮水安全。 2、加强交通运输行业的污染防治工作。配合交通及海事部门，严格按照《危险化学品安全管理条例》及《内河交通安全管理条例》等法律法规的要求，加强饮用水水源保护区、准保护区内及上游地区油类和危险化学品运载、装卸和储存设施的监管，督促其完善防溢流、防渗漏、防污染措施。各相关码头要配备足够的污染物、废弃物接收设施。 3、进一步加强饮用水水源水质监测工作。针对存在风险隐患的水源，要加密跨界断面水质及污染特征因子监测频次，及时了解水质变化状况，及时发现问题、解决问题。要加强环境应急监测能力建设，一旦发生污染事故，要迅速准确监测分析出污染物种类、数量、来源和潜在危害，及时提出应急处理处置建议。国家环保重点城市要按照我部的统一要求，开展饮用水水源水质监测工作，并按程序上报监测结果。
4	重庆市水资源管理条例	饮用水水源地管理单位、取水单位应当按照各自职责建立、健全巡查制度，组织对饮用水水源地及相关设施进行巡查，并做好巡查记录。对巡查中发现可能造成饮用水水源污染的行为应当劝阻和制止，劝阻和制止无效的，应当及时向有关执法机关报告，由有关执法机关依法处置。
5	重庆市饮用水水源污染防治办	1、本办法公布前在饮用水水源保护区内已设置的排污口，由有管辖权的环境保护行政主管部门报请同级人民政府责令限期拆除或将污水引至保护区外排放。 2、本办法施行前在饮用水水源保护区内已堆存的固体废物，由所在地区县（自治县、市）人民政府责令责任单位或有关部门限期清除。

序号	文件	规定或要求
	法	3、本办法施行前在饮用水源一、二级保护区内已设置的水上经营性餐饮、娱乐设施和油库以及存放有毒有害物品的仓库、货栈，由环境保护行政主管部门或海事部门按照职责分工责令停止经营或迁移。 4、建设城镇集中式供水项目，必须执行建设项目环境保护管理制度，并按规定将预防性卫生设计报县级以上卫生行政主管部门审查，其产生的污染物不得排入饮用水源保护区。
6	重庆市人民政府关于加强集中式饮用水水源保护工作的通知	1、制订风险防范预案。各区县（自治县）人民政府要制订集中式饮用水源地应急预案并督促水源地水厂制订水厂应急预案，落实水源地及水厂应急物资储备和应急技术、队伍及装备保障，每年开展 1 次集中式饮用水源地、水厂应急演练。强化集中式饮用水源地周边化工、造纸等风险源检查管理工作，严格控制运输危险化学品、危险废物及其他影响饮用水安全等物资进入集中式水源保护区，积极推进农业面源污染防治，提高水源地风险防范能力。对现有环境风险等级高或采取措施水质难以达标的水源地，要实施优化整合工作，或建设水利工程项目和备用水源，保障饮用水安全。 2、强化应急处置工作。发生影响或可能影响集中式饮用水源安全的突发环境事件时，要及时启动应急预案并开展应急处置工作。突发环境事件处置工作应在政府的统一指挥下，各有关部门相互配合，立即开展应急监测，采取切断污染源头和拦截、吸附、消解污染物等多种措施控制、减轻或消除对水体的污染，并及时发布突发事件的相关信息，正确引导社会舆论。

飞龙水库位于渠溪河右岸一级支流飞龙河，保护措施依据《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求（HJ 773-2015）》及《生态环境部关于答复全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动有关问题的函》（环办环监函〔2018〕767 号）等文件要求：

（1）在环评、主体工程初步设计等报告批复后，水库业主应将水源保护区范围、要求等情况反馈到规划、建设等部门，不得在水库水源保护区内批建污染企业，位于保护区范围内的工业企业应拆除或关闭。

（2）一级保护区内禁止或严格限制公路运输有毒有害物质，设置界标界牌、防撞护栏、事故导流槽和应急池等设施；二级保护区内县级及以上道路应根据实际情况在穿越路段两端设置交通警示牌和宣传牌，原则上禁止有毒有害物质和危险化学品运输，确实无法禁止的，应建设防撞栏和桥面径流收集系统等应急防护工程。

（3）位于保护区内居住分散的原住居民和生活污水不成地表径流的地区，可因地制宜采用三级化粪池、小型氧化塘、小型湿地、土地处理系统等技术和工艺处理处置产生的生活污水，确保不影响水源地水质。

（4）对于库区范围内的道路水库集雨范围段，需要设置警示牌，尽量避免因车祸造成水库水质污染的情况发生。

（5）实施水库隔离防护工程，减少人为活动对水源地的影响，避免溺水事件的发生。

生，建设水库隔离防护网；同时在水库周边设置水源地保护标识牌，提醒进入饮用水水源保护区的车辆和行人，按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》进行管理。

(6) 农、林业生产中应严格控制化肥和农药的使用，推广使用污染小、对环境破坏小的化肥和农药，尽可能减少外源性有害物质进入水库，防止水质恶化和水体功能降低，实现水库水体的可持续利用。

(7) 在保护区周边及库周建设生态缓冲带（如种植乔木、灌木、草本植物），恢复消落带植被，增强对污染物的拦截和净化能力。

(8) 定期清理水库内漂浮物、藻类，避免腐败污染水质。

7.5.4.3 划定水源保护区程序

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》：饮用水水源保护区的划定由有关市、县人民政府提出划定方案，报省、自治区、直辖市人民政府批准。项目饮用水水源保护区由水库所在区县人民政府提出划定方案，报重庆市人民政府批准后生效。

按照《饮用水水源保护区标志技术要求》（HJ/T433-2008）的要求规范设置饮用水水源保护区界标、交通警示牌、宣传牌。

7.5.5 农村饮用水水质保护

本工程具有农村人畜饮水功能，采用管道供水，为加强农村饮用水水质安全，根据《全国农村饮水安全工程“十二五”规划（公开稿）》、《关于加强农村饮水安全工程水质检测能力建设的指导意见》（发改农经〔2013〕2259号）、《关于加强农村饮用水水源保护工作的指导意见》（环办〔2015〕53号），对农村饮用水水质保护的要求见表 7.5-2。

表 7.5-2 农村饮用水水质保护的要求

序号	文件	规定或要求
1	全国农村饮水安全工程“十二五”规划	1、加强水源防护。以泉水为水源时（本工程由水池转输，因此建议采取类似保护措施），设立隔离防护设施和简易导流沟，避免污染物直接进入泉水；引泉池应设顶盖封闭，池壁应密封不透水。 2、加强宣传教育。采取多种形式，传播相关知识，提高公众保护水源意识，逐步完善公众参与和监督机制，积极引导和鼓励公众参与水源保护工作。
2	关于加强农村饮水安全工程水质检测能力建设的指导意见	1、按照《村镇供水工程技术规范》要求，在规模较大的农村供水工程设置水质化验室，配备相应的检验人员和仪器设备，具备日常指标检测能力；规模较小的供水工程可配备自动检测设备或简易检验设备，也可委托具有生活饮用水化验资质的单位进行检测。 2、通过规模较大水厂水质化验室建设以及提升现有相关机构水质检测技术装备水平和检测能力，原则上每个设区市具备《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-

	见	2006)中要求的 42 项常规指标以及本地区存在风险的非常规指标的检测能力,每个县具备《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)中要求的满足日常需求的检测能力,满足本区域内农村饮水安全工程正常运行及水质周、月度和季度检测需求。水源水质、处理工艺等有特殊检测要求的水厂和地区,可根据实际需要和条件相应提高水质检测能力。
3	关于加强农村饮用水水源保护工作的指导意见	结合农村环境综合整治工作,开展水源规范化建设,加强水源周边生活污水、垃圾及畜禽养殖废弃物的处理处置,综合防治农药化肥等面源污染。针对因人类活动影响超标的水源,研究制定水质达标方案,因地制宜地开展水源污染防治工作。

7.5.6 保障措施

- (1) 明确主体责任,建立水库污染防治领导小组,落实污染防治措施实施情况。
- (2) 加强部门联动,当地人民政府及生态环境、林业、农业等有关部门加强协作配合。
- (3) 强化动态监管,水库定期巡查,坚持日常监管和专项整治相结合,掌握水质动态变化。
- (4) 落实资金,蓄水前清库、清淤等纳入主体投资,运行期保障环保资金投入和使用。

7.6 退水区污染防治措施

本工程城市供水范围为名山组团,集镇供水范围为董家镇,灌区农村人畜供水涉及董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡 4 个乡镇。

①灌溉用水通过各级渠道进入灌区,通过植物吸收、蒸发,回归天然河道(飞龙河、渠溪河)。

②名山组团、董家镇、三元镇、双龙镇、青龙乡的用水户废污水排入市政污水管网系统后,分别经丰都县北岸城市污水处理厂、董家镇污水处理厂、三元镇污水处理厂、双龙场乡污水处理厂和青龙乡污水处理厂处理达标后排入长江和渠溪河流域,受水区域新增的排污采取措施后对长江和渠溪河流域影响较小。

7.7 环保措施汇总及环保投资估算

本工程环保措施汇总及环保投资估算(不计水保投资)结果见表 7.6-1。

表 7.6-1 工程环保措施汇总及环保总投资

环境要素		治理项目	环保措施	费用 (万元)
施 工 期	环境 空气	土石方开挖、运输等施工过程中产生的扬尘、混凝土拌和系统粉尘、施工机械和运输车辆废气	采用湿式作业、洒水降尘、加强施工机械和运输车辆的维修保养、设置围挡等	25
	水环境	机械修配含油废水	经隔油沉淀处理后用于施工场地洒水降尘，不外排	15
		混凝土拌和系统废水	经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排	80
		砂石料冲洗废水	经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排	17
		基坑废水	经静置、沉淀后，上层清液回用于洒水降尘，不外排	10
		隧洞抽排废水	经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排	100
		试压废水	直接用于浇灌周边林草地	5
		生活污水	枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排	25
	固体 废物	施工弃渣	运往渣场堆放；按相关规划和水土保持规定进行堆放	纳入水保措施
		机械修配废油和含油棉纱手套	分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置	4
		库区清理垃圾	及时清运，分类收集处置	5.5
		沉淀池污泥	沉淀池污泥定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋	5
		生活垃圾	定点收集，定期统一清运处理	3.2
	声环境		选择低噪声设备、合理布置施工机械和施工强度、物料运输应尽量安排在昼间进行，运输过程经过居民住宅时采取缓速、禁鸣等措施、合理安排施工时间、严格控制炸药用量，尽量减少爆破次数	23
运 行 期	水环境		本项目管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排	7
	固体 废物	生活垃圾	分类收集，由环卫部门统一清运处理	2
		设备维护产生的废油桶和含油棉纱手套	分类收集暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理	7
		库区漂浮物	收集后交由当地环卫部门处置	2

其他	生态环境	水土保持	工程防护措施及植物措施	纳入水保投资
		植物移培植	对破坏林木进行移栽回种	
		迹地恢复	施工结束后复耕或恢复植被	
		水生生态	下泄生态基流；人工增殖放流；替代生境构建；设1套生态下泄流量监控系统，主要包括监控屏、电脑、摄像头、流量计等；水生生态系统监测；水生生态补偿项目实施方案和验收报告编制	375.25
	水源地水质保护		库底清理	计入移民投资
			库区水质保护、集雨范围内针叶林落叶清扫等	130
	独立费用		环境监测	45
			环境监理	计入主体工程
			环境管理	20
			环境保护设计、咨询、验收等费用	90
总计（不包括运行费用）				995.95

8 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需要计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

8.1 环保投资概算

环保投资是与污染防治、治理和生态保护措施有关的所有工程费用的总和，但是以改善环境的设施费用为主，该费用的计算公式如下：

$$H_T = \sum X_{ij} + \sum A_k$$

式中：

X_{ij} ——包括“三同时”在内的用于污染防治，“三废”综合利用等项目费用。

A_k ——环保建设中的软件费用（包括设计、管理、环境影响评价费用等）。

i ——“三同时”项目个数（ $i=1, 2, 3, \dots$ ）

j ——“三同时”以外项目（ $j=1, 2, 3, \dots$ ）

本项目重点考虑了生态保护，采取必要的工程措施来保证环保目标的实现。环境保护投资概算 995.95 万元，约占总投资 102023.17 万元的 0.98%。

8.2 环境效益

8.2.1 直接经济效益

丰都县飞龙水库是一座以城乡供水、农业灌溉等综合利用的中型骨干水利工程。直接经济效益主要由供水效益与灌溉效益组成。

（1）供水效益

经计算飞龙水库设计保证率人饮供水量为 1634 万 m^3 ，其中经龙兴坝水库向名山组团供水 1487 万 m^3 ，乡镇供水 32 万 m^3 ，农村人畜供水 115 万 m^3 。

供水效益采用分摊系数法估算，即按工业供水量所产生的工业增加值乘以供水效益分摊系数估算经济效益。结合重庆市工业生产特点和受水区经济社会发展，供水分摊系数取 1.25%。根据《重庆市水利局重庆市发展和改革委员会关于印发重庆市“十四五”用

水总量和强度双控目标的通知》，2025 年丰都县万元工业增加值用水量控制指标较 2020 年（万元工业增加值用水量修正后为 $25.0\text{m}^3/\text{万元}$ ）下降 22%，即下降至 $19.5\text{m}^3/\text{万元}$ 。随着万元工业增加值用水量不断下降，到“十四五”以后下降幅度将有所减小。同时由于名山组团的建设，将有大批工业企业进驻，万元工业增加值用水量可能呈现先升后降的趋势，故预测至 2035 年，名山组团万元工业增加值用水量下降至 $15.1\text{m}^3/\text{万元}$ 。乡镇及农村人畜供水效益并于工业供水效益一起计算。

由此计算工业供水年效益为 13526 万元。考虑本工程末端至受水户之间的制水与管网输配水等成本，本工程末端设计水平年年供水效益为 6763 万元。

（2）灌溉效益

灌溉效益按农业灌溉总增产值和水利分摊系数计算。

飞龙水库建成后，可向渠溪河流域内的董家镇、青龙乡、三元镇、双龙镇等 4 个乡镇所属 23 个村（居委）2.65 万亩农田提供灌溉水源。灌区多年平均灌溉需水量 757万 m^3 ，扣除现有水利设施供水 24万 m^3 后，需飞龙水库提供灌溉水量为 733万 m^3 。经调节计算，飞龙水库多年平均灌溉供水《2022 年丰都县统计年鉴》以及灌区各乡镇 2021 年农经年报，灌区现状粮食作物种植面积占总耕地面积的 101%，经济作物与其它作物种植面积占总耕地面积的 65%，现状作物复种指数为 1.66。飞龙水库工程实施后，由于旱土改田水稻和油菜的种植比例有所增加，全灌区粮食作物种植面积占总耕地面积的比例将由 101% 增到 108%，经济作物与其它作物种植面积占总耕地面积的比例也将由 65% 提高到 95%，作物复种指数由 1.66 增长为 2.03 量为 678万 m^3 。其中新增灌溉面积 2.5 万亩，改善灌溉面积 0.15 万亩。根据本工程与配套工程的投资比例，确定本工程分摊灌溉工程系数为 85%，水库工程年均灌溉供水效益为 2770 万元。

综上，飞龙水库建成后的年均直接经济效益为 9533 万元。

8.2.2 间接经济效益

飞龙水库施工期和运行期通过采取一系列环境污染防治措施，可将工程建设对区域环境质量的不利影响降至最低；同时，通过采取坝后下泄生态流量措施，可在一定程度上减轻项目运行对水生生态和河道景观的不利影响，促使经济发展和保护环境之协调并重发展。因此，项目环境保护措施有利于保护项目区环境质量，推动当地可持续发展进程。

通过实施水土保持相关措施，可有效落实国家相关法律法规规定的建设项目水土流

失防治义务，使整个工程建设区水土流失得到有效控制，提高抵御自然灾害的能力，避免因水土流失造成的各种危害。

(1) 工程施工区采取有效的防护措施，表土开挖扰动区进行复垦利用，植被恢复，可防止地表开裂等影响，同时保障工程自身的安全运行；

(2) 弃渣处理以工程措施为主，生物措施为辅，把弃渣处理与土地利用结合起来，工程完工后将渣场恢复为耕地或改造成林地；

(3) 通过施工迹地植被恢复，建立多树种与乔灌木结合的水土保持林草防护体系，形成稳定的绿色屏障，改善生态环境；

(4) 此外，通过水土流失防治，减少水土流失，使入河泥沙量显著减少，减轻洪灾危害具有积极的作用。同时，渣场拦挡防护措施避免了渣场弃渣入河淤塞河道，从而可使正常过水断面得到保证，有利于行洪和下游安全。

8.3 环境损益分析

本工程经济、社会、环境效益均比较显著，环境效益大于环境损失，从环境影响经济损益的角度分析，总体上具有较好的环境经济性。

9 环境管理与环境监测

9.1 环境管理

环境管理就是在工程建设和运营过程中，通过合理、有效、先进的管理措施、手段或规章，监督指导工程的环境保护工作，保障各环保设施的正常运转，并实施生态恢复，充分发挥工程建设的社会效益和生态效益，达到预防、减缓或补偿工程建设带来不利影响的最终目标。

环境管理应在项目法人的领导下建立环境管理机构，负责本项目的环境保护管理工作，协调解决施工过程的环境问题。

9.1.1 施工期环境管理

- (1) 贯彻执行国家、地方和行业生态环境部门的环境保护法规和标准；
- (2) 建立健全各种环境保护规章制度并检查督促实施，建议在工程施工合同中包括落实环境保护、水土保持措施等有关条款；
- (3) 根据“三同时”制度，不断落实批复环评报告中的环境保护措施，组织环境监测工作，建立环境管理档案，对环保设施进行检查和维护；
- (4) 协助当地生态环境部门开展环境保护工作，处理与工程有关的环境问题；
- (5) 掌握工程区环境状况，对污染物排放和生态破坏情况进行统计；
- (6) 积累、保存、管理与本项目环境保护有关的资料、文件；
- (7) 做好环保宣传和教育工作，增强施工人员环保意识；
- (8) 定期积极向领导汇报项目环境保护相关情况。

9.1.2 运行期环境管理

运行期环境管理任务的重点在枢纽工程区域，重点是做好坝址处下泄生态流量、回水区水质管理，此外还应做好植被恢复工作。

- (1) 执行国家、地方和行业生态环境部门的环境保护要求。
- (2) 制定工程的环境保护规划和环境保护规章制度。
- (3) 监控坝后下泄流量情况，落实工程运行期环境保护措施。

(4) 协助当地生态环境部门开展环境保护工作，排查和控制大坝集雨范围内污染源，保障库区水源水质安全，处理与工程有关的环境问题。

9.2 环境监测

为验证环境影响评价结论，同时为工程施工期和运行期环境污染控制、环境质量管理提供可靠的数据和资料，并为研究工程区环境变化规律和发展趋势，进而制定工程区域以及飞龙河流域生态环境保护规划提供科学的依据，应对工程施工建设期和运行期的环境质量状况进行监测。

9.2.1 施工期监测

(1) 水质监测

监测断面：为了解进、出施工区的水质状况，分别在坝址施工边界河段上游 500m、坝址下游 1km 处各设一个监测断面。

监测项目：水温、pH 值、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮（NH₃-N）、总磷（以 P 计）、总氮、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、悬浮物（SS）等 13 项。

监测频率：每年丰、平、枯各取样监测 1 期，每期监测 3 天。施工高峰期补充监测 1 期。

监测方法：《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》，项目施工期应关注木瓜洞断面、渠溪河水华监测断面的例行监测数据，若水质出现异常，应暂缓工程施工或进行流域跟踪评价后方可继续实施。

(2) 大气环境监测

监测点：在枢纽工程施工场地下风向 10m 处设 1 个监测点。

监测项目：TSP，共 1 项。

监测频率：每年监测 2 次，每次连续监测 7 天。

(3) 声环境监测

监测点：在枢纽工程施工场区东侧、西侧分别设 1 个监测点。

监测频率：每年监测 2 次，每次连续 2 天，每天分昼间、夜间监测。

监测项目：等效连续 A 声级 L_{Aeq} ，共 1 项。

（4）陆生生态调查监测

①调查范围

枢纽工程施工区及周边、输水工程施工区及周边，在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类物种出现率。

②调查内容

调查动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。重点是施工征地红线范围内的动植物组成、植被破坏及覆盖率等。

③监测频率及时间

根据本工程施工规划及进度安排，在水库蓄水前调查一次。

④调查方法

调查方法采用 3S 技术、样线调查、样方调查、民间访问和市场调查等方法。

（5）水生生态调查

①调查断面布设

布设 2 个监测断面，即在库尾河段、坝址河段各布设一个断面。鱼类资源调查以区域性调查为主。

②调查内容

调查本河段水生生物及鱼类的种群（或种类）、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种、地区分布、生态习性、经济价值等，重点调查施工活动对特有和珍稀鱼类的影响。

③监测频率及时间

枢纽工程总工期 38 个月，每年开展 1 期 2 次监测，分别在鱼类繁殖期（5 月）和肥育期（9 月）进行。

④调查方法

根据《水库渔业资源调查规范》和《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定。

9.2.2 运行期环境监测

考虑本工程运营期具有饮用水源功能，故本次评价参照《全国集中式生活饮用水水

源地水质监测实施方案》（环办函〔2012〕1266 号）和《2017 年国家生态环境监测方案》，主要制定了运行期的噪声、地表水环境质量监测计划和生态监测方案；监测计划见表 9.2-1。

表 9.2-1 运行期环境监测计划

监测类别	监测因子	监测点	监测频次	监测单位	责任单位
噪声	等效连续 A 声级	枢纽工程东侧场界处	竣工验收时监测一次，每次连续监测 2 天，每天昼、夜各 1 次	有相关资质的单位	建设单位
地表水环境	常规监测：(GB3838-2002)《地表水环境质量标准》表 1 的基本项目（23 项、化学需氧量除外）、表 2 的补充项目（5 项目）和表 3 的优选特定项目（前 35 项），共 66 项	库尾、取水口、坝下 100m 处共 3 个监测断面	每季度监测 1 次，每次采样连续 3d，每天采样 1 次		
	水质全分析：(GB3838-2002)《地表水环境质量标准》中的 109 项		2 年监测一次		
	湖库水体富营养化指标：水温、溶解氧、总氮、总磷、高锰酸盐指数、叶绿素 a 和透明度等 7 项指标		与水质监测时间同步		
	坝前垂向水温；按照水库分层取水（3 层）高程取样	坝址处	与水质监测时间同步		
生态环境	库区两侧山峦群落垂直结构，观测记录项目建成前后区域动植物种类、数量变化情况，外来物种入侵情况等	以坝区、水库淹没区、输水管道为中心线向两侧延伸 1km 的区域	施工结束后调查 1 次，水库蓄水后第 3 跟踪调查 1 次，每年 7-8 月份调查	有相关资质的单位	建设单位
	施工迹地内植被恢复情况、动物的回迁情况	枢纽及输水工程施工占地范围内			
	库区内、拦水坝下游减水河段、库尾上游河段水生生物的种类、数量及分布情况	库尾上游 500m~拦水坝下游与干河沟支流汇合处	施工结束后调查 1 次，水库运行后每年调查 1 次，连续调查 3 年，每年 7 月份~8 月份调查		
生态流量监测	下泄生态流量	生态放空管	需在蓄水前安装完成，在线监测		
土壤环境	pH、含盐量	坝址处设 1 个采样点	竣工验收时监测一次		

9.2.3 下泄生态流量监控

(1) 监控目的

为确保生态流量下泄措施的有效运行，建设单位需对工程在不同阶段的下泄流量进行实时监控，同时可为生态流量对下游水环境、水生生态及河道景观的影响与效果研究提供基础资料。

(2) 监控断面布设

考虑到本工程规划建设有水情自动测报系统对施工期和运行期进行水文观测，因此，根据工程施工期和运行期的生态流量泄放措施方案，并结合水情自动测报系统中水文站和水位站规划布设情况，生态放水管出水口处设置流量计，并布置生态流量在线监控装置，并与相关监管部门联网，以加强对工程生态流量下泄的监管。

(3) 监控方案与技术要求

综合比较目前较常用的流量测量方法，初拟采用缆道流速仪法和 H-ADCP 测流仪相结合的方式对生态流量进行在线监控，数据传输与终端接收纳入水情自动测报系统。

(4) 监控时间

为满足初期蓄水阶段生态流量监控要求，生态流量监测系统需在蓄水前安装完成。

9.2.4 陆生生物调查监测

(1) 调查范围

调查范围为水库库周、枢纽工程占地区、输水工程占地区，各点位设置固定调查样线 3 条~5 条，各样线设置固定乔木、灌木和草本样方 3 个~5 个，两栖类和小型兽类也将设置一定数量的样方进行调查。

(2) 调查内容

调查陆生动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。

不同区域调查的侧重点有所不同：工程建设影响区主要对各种临时占地区、办公及生产生活区、公路两侧、渣场等区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等情况进行观测和监测。库周区主要对受淹植被、陆生植被覆盖情况进行观测与监测。

(3) 监测频率及时间

水库运行后第2年和第5年各调查1次，并且根据环境影响后评价实时调整。

9.2.5 水生生态调查监测

(1) 监测目的

为科学评估工程建设对区域内水生生态系统产生的影响，项目运行一定时期后需对周边可能受到项目影响的区域水生生态现状进行监测，以及时反映水生生态环境的变化情况，为进一步减缓工程建设对区域的影响，实时优化或调整保护方案提供科学依据。

(2) 监测内容

生态监测内容主要为水库枢纽工程所在飞龙河河段的水生生态调查监测。

①水生生物调查：浮游动物、浮游植物、底栖动物、大型水生植物的种群（或种类）、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种、地区分布、生态习性、经济价值等。

③鱼类调查：鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、三场情况等。

(3) 监测位置与时间

监测位置：根据水库工程特点影响区域的环境特征，主要监测以自然生境为主的直接影响区和可能的间接影响区，调查时根据工程实际情况在各位点及周边布设样点。

水体理化特征，浮游动、植物，底栖动物、水生维管束植物在4、8、11月份各监测一次。鱼类种群动态监测在3—9月进行，每月20天左右。鱼类适宜产卵生境监测在4—9月进行，年监测天数不少于60天。

表 9.2-2 生态环境监测计划

环境要素	监测时期	监测因子	监测点	监测频次
水生生态	施工期	浮游动植物、底栖动物、水生植物的种类、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种等；鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、鱼类三场等。	飞龙河河段共设置3监测点位	施工高峰期监测1次；
	运营期	浮游动植物、底栖动物、水生植物的种类、现存量（包括生物量、数量或密度）、优势种等；鱼类的种类组成、优势种类、分布、生活习性、鱼类三场等。	飞龙河河段共设置3监测点位	开展全生命周期监测，建议正式投运后每5年一次

表 9.2-3 生态环境监测点位

名称		监测点中心坐标		海拔	监测对象
		经度	纬度		
水生 监测	生态监测点 1	107.6850 E	30.2150 N	358 m	浮游动植物、底栖动物、 水生植物及鱼类
	生态监测点 2	107.6940 E	30.2014 N	349 m	浮游动植物、底栖动物、 水生植物及鱼类
	生态监测点 3	107.7179 E	30.1873 N	223 m	浮游动植物、底栖动物、 水生植物及鱼类

9.2.6 监测机构及费用

本项目的环境监测机构应由具有相应监测资质的单位承担，监测费用从项目基本预备费中列支。

9.3 竣工环境保护验收

为了执行“三同时”制度，建设单位在环保设施安装完毕后，建设单位自行组织进行竣工环境保护验收，项目竣工环境保护验收调查内容见表 9.3-1。

表 9.3-1 项目竣工环境保护验收内容一览表

对象	时段	项目		措施内容	效果或要求
枢纽工程	施工期	废水	生活污水	经生化池处理后用作农田或林地施肥	处理达标后综合利用，不外排
			施工废水	机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水、基坑废水、隧洞抽排废水、试压废水分别处理	处理达标后综合利用，不外排
		废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养；定期洒水降尘；除尘装置；密闭运输，限速行驶，工棚堆放材料，道路清扫等	《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）中“表 1 大气污染物排放限值”
		噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设立警示牌	施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
		固体废物	生活垃圾	设置垃圾桶，定期外运支环卫部门处置	及时清运，保持该区清洁卫生
			废渣	运至指定渣场堆放	及时清运处置
		生态		渣场、料场、施工场地和便道等清理并进行生态恢复；采取水土保持措施	尽量减少破坏植被；水土保持措施是否到位
		环境风险		危废贮存点应作防渗处理，防渗性能不应低于 6.0m 厚，渗透系数为 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求；周边设有围堰或其它截流设施（如收油沟及集油池），防止废油渗漏或外泄。	
		其他		环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实	
	水库下闸蓄水	清库垃圾		分类收集，分别处置	满足《长江三峡水库库底固体废物清理技术规范》、《长江三峡水库库底卫生清理规范》、《水电工程水库库底清理设计规范》等要求，并及时清运处置
		库区		初期蓄水期水环境质量；初期蓄水期下泄流量措施是否保障；水库蓄水前的库底清理验收；环境保护投资是否到位；下闸蓄水验收。	
	运行期（蓄水后）	水环境		生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排	定期清运
		环境空气		油烟经油烟净化装置处理后经楼顶排放	减少油烟影响
		固体废物	生活垃圾	管理用房垃圾定点收集	交当地环卫部门无害化处置
			库区清漂	定期清漂，定点收集	交当地环卫部门无害化处置
		水质保护		划定水源保护区、保护库区水质；库区、集雨范围污染物消减和治理；设置标志牌等	界标、交通警示牌、宣传牌醒目且符合环保标识要求；一级保护区无与水源工程无关的设施分布（最终按照水源保护区划分技术方案提出

对象	时段	项目	措施内容	效果或要求	
				的措施实施)	
		陆生生态	施工迹地生态恢复	尽量减少破坏植被	
		水生生态	增殖放流	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性	
		低温水减缓措施	分层取水口；本工程分 3 层取水	减缓下泄低温水影响	
		生态流量保证措施	分层取水、下泄生态流量（汛期 5~9 月不低于 0.552m³/s，非汛期 10~2 月不低于 0.276m³/s，鱼类繁殖不低于 0.368m³/s），并安装流量计和在线监控系统	保证持续下放最小生态流量	
		环境管理及监测	落实环境影响报告书中的管理要求，配备专职或兼职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施了环境监测		
		环境风险防范措施	制定环境风险应急预案，加强上游流域污染源管理。（最终按照水保护区划分技术方案提出的措施实施）		
输水工程	施工期	废水	生活污水	依托现有设施处理	废污水不外排
			施工废水	机械修配含油废水、混凝土拌和系统废水、砂石料冲洗废水、基坑废水、隧洞抽排废水、试压废水分别处理	处理达标后综合利用，不外排
		废气	道路扬尘、燃油废气	加强燃油机械的保养；定期洒水降尘；除尘装置；密闭运输，限速行驶，工棚堆放材料，道路清扫等	《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）中“表 1 大气污染物排放限值”
		噪声	施工噪声	施工期选用低噪声的设备和机械、设置临时声屏障	施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
		固体废物	生活垃圾	设置垃圾桶，定期外运支环卫部门处置	及时清运，保持该区清洁卫生
			废渣	运至指定弃渣场堆放	及时清运处置
			生态	施工场地和便道等清理并进行生态恢复	尽量减少破坏植被
			其他	环境保护管理规章制度、机构，环境监理制度、环境监测和生态调查工作是否落实	
	运行期	环境管理及监测	落实环境影响报告书中的管理要求，配备专职或兼职的环境管理人员，按报告提出的监测方案实施了环境监测		

10 评价结论

10.1 工程概况

飞龙水库位于丰都县董家镇境内，所在河流属于渠溪河右岸支流飞龙河，正常蓄水位 378.00m，相应库容 1209 万 m^3 ，校核洪水位 379.84m，总库容 1334 万 m^3 ，死水位 355.00m，相应死库容 165 万 m^3 。

是一座以城乡供水、农业灌溉功能为主的综合利用的中型骨干水利工程。坝址多年平均来水量为 4139 万 m^3 ，扣掉水量损失、生态流量及弃水后水库多年平均可供水量为 2209 万 m^3 ，其中丰都名山组团城市供水 1387 万 m^3 ，董家集镇供水 31 万 m^3 ，灌区农村人饮供水 113 万 m^3 ，灌溉供水 678 万 m^3 。输水管线总长 21.508km，干管长度 17.498km，左支管长度 1.20km，右支管长度 2.81km。

本项目总投资 102023.17 万元，其中环保投资 995.95 万元，占总投资的 0.98%。

10.2 项目与产业政策、规划的符合性

（1）产业政策的符合性

飞龙水库工程开发任务是以城乡供水、农业灌溉为主，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》本项目属于鼓励类中二、水利 1.水资源利用和优化配置：**综合利用水利枢纽工程**，2.节水供水工程：灌区及配套设施建设。2024 年 9 月，建设单位取得了《重庆市水利局关于丰都县飞龙水库工程可行性研究报告审查意见的函》（渝水函〔2024〕49 号），项目建设符合国家产业政策的要求。

（2）与相关规划符合性分析

飞龙水库已纳入《重庆市渠溪河流域综合规划报告》，符合《重庆市水中长期供求规划（2016-2030）》（渝水〔2017〕126 号）、《重庆市水安全保障“十四五”规划（2021—2025 年）》（渝府办发〔2021〕105 号）、《丰都县“十四五”水安全保障规划》（丰都府发〔2022〕2 号）、《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》符合性及其审查意见。飞龙水库建成后可实现区域水资源的合理配置，充分利用当地径流资源，实现开源节流并举，合理开发利用水资源；能显著改善名山组团及灌区人饮用水条件，助力推动乡村

振兴的发展，是解决渠溪河流域缺水问题的最佳选择，符合相关规划要求。

10.3 环境质量现状及环境保护目标

(1) 环境质量现状

根据《2024 重庆市生态环境状况公报》，项目所在丰都县属于环境空气质量达标区；项目所在地地表水体各监测因子指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 水域标准；地下水监测点各监测点监测水质因子均能够满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）地下水质量分类指标III类指标。项目区域昼、夜间噪声值均满足《声环境质量标准》中的 1 类区标准。工程区土壤监测指标满足《土壤环境质量建设用地区域土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618-2018）的标准要求。底泥监测因子符合《土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）其他标准。

(2) 环境保护目标

本项目工程占地（含水库淹没）、减水河段内无国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域，无重要物种的天然集中分布区、栖息地；无重要水生生物的索饵场、越冬场和洄游通道，无迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。本项目陆生生态评价范围内未发现国家级与重庆市级保护植物，未发现珍稀保护野生植物，无国家一级、二级重点保护野生动物，有重庆市重点保护野生动物 5 种，其中两栖类 2 种，分别为隆肛蛙、棘腹蛙，爬行类 3 种，为黑眉锦蛇、乌梢蛇和王锦蛇；水生生态评价范围内，渠溪河发现有国家二级保护鱼类 1 种，为岩原鲤，重庆市重点保护鱼类 1 种，为方氏鲃。

根据资料收集和现场调查，评价范围内有 2 棵三级古树黄葛树，经现场核实，2 棵黄葛树均位于项目永久占地和临时占地外。

根据《重庆市渠溪河流域综合规划环境影响报告书》和《丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告》并结合区域调查，飞龙河段无国家和重庆市级重点保护鱼类及“三场”、洄游通道分布；渠溪河口处有 1 处产卵场(双叉子产卵场)，为产粘草基质卵鱼类产卵场(鲤、鲫鱼)，下游河段无鱼类“三场”及洄游通道分布。

工程枢纽、管线等工程区以及渣场等施工场地周边，沿线有居民分布，将受施工噪

声、粉尘等影响，作为本工程的声环境保护目标和环境空气保护目标。

10.4 环境保护措施及环境影响

10.4.1 施工期环境保护措施及环境影响

(1) 大气环境保护措施及影响

①施工扬尘

建设项目施工期粉尘污染源较多，主要来源于：施工过程中堆料、卸料产生的粉尘，场地平整、土石方清挖过程的地面扬尘以及岩石爆破产生的扬尘。项目在施工期间施工场地通过洒水抑尘、对场地进行封闭施工、四周设置围墙、保持施工场地路面清洁等措施后，对周边居民点影响较小。

②运输道路扬尘影响

施工便道等在晴天时容易产生扬尘，扬尘影响范围涉及道路两侧 30m 范围内。根据调查，有部分居民点在道路旁，而届时将有大量的砂石运输车辆从居民点前通过，如扬尘控制不好，运输车辆产生的扬尘也将对居民点造成影响。

为减缓运输扬尘对周边大气环境的影响，建议在施工期采用密闭运输车辆，并定期对路面进行洒水。同时，加强土石方开挖、回填及运输的管理，并采用湿式作业，以减少施工粉尘对环境的污染，施工粉尘对环境的影响将随着施工的结束而消失。

③混凝土拌和站粉尘

混凝土拌和站粉状料采用密闭式筒仓存放，除气力输送管及顶部除尘器排放口外，无其他通向大气的出口；每个筒仓顶部配置仓顶除尘器，在水泥（粉煤灰）加料往筒仓内输送物料时，其产生的废气经布袋除尘处理后排放，根据类比同类项目，其除尘效率可达 98%，排放浓度约为 $16\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足排放限值要求。搅拌机采取喷淋降尘，对料斗、输送皮带以及转载点设施喷淋装置，其中每个上料斗上方均安置 1 个喷淋装置；并针对作业面及卸料过程采取喷淋抑尘措施，经处理后工程混凝土拌合站粉尘排放量较小，对环境的影响较小。

④施工机械、运输车辆废气

在施工过程中使用的施工机械，主要有挖掘机、推土机以及运输车辆等。该类机械以柴油为燃料，在使用过程中产生一定的废气。排放的尾气主要污染物有 NO_x 、CO 等，

其排放量较小，且为不连续排放，对环境的影响较小。但施工单位必须使用污染物排放符合国家标准运输车辆和施工设备，加强设备、车辆的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态。严禁用报废和淘汰设备的维护保养，使机械、车辆处于良好工作状态，严禁使用报废车辆和淘汰设备。

施工机械废气属于低架点源无组织排放性质，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点。加之项目区施工范围相对较大，施工场地周围较空旷、地面风速也较大，大气扩散条件相对较好，故一般情况下，施工机械和运输车辆所产生的废气污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

（2）地表水环境保护措施及环境影响

①机械修配含油废水

本项目施工机械大修委托临近乡镇修理厂承担，施工现场不另设。枢纽工程施工工区设 1 处机械修配厂，进行施工机械、车辆停放和维护以及简单修理。在机械、车辆的冲洗、保养、修理过程中会产生含油废水，类比同类型工程，废水中主要污染物为 SS 和石油类，浓度分别约为 1000mg/L 和 100mg/L。项目在施工工区内设置隔油沉淀池，废水经隔油、沉淀处理后全部回用于洒水降尘，不外排。

②混凝土拌和系统废水

工程拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗以及混凝土养护废水。

本工程枢纽工程施工区需设置 1 套混凝土拌和系统，输水工程施工区需设置 15 套混凝土拌和系统，混凝土加工系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水，为碱性废水，根据类似工程混凝土拌和系统废水 SS 监测结果，SS 浓度高达 2000mg/L，pH 值为 12 左右。混凝土拌和、混凝土浇筑养护产生的碱性废水具有悬浮物浓度较高、间歇集中排放的特点。混凝土拌和系统废水“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于混凝土搅拌过程或混凝土养护用水，不外排。

③砂石料冲洗废水

本工程枢纽工程施工区设置 1 套砂石料加工系统，在砂石料的破碎、筛分和分级等加工环节中，设备（如破碎机、筛分机）和物料需要用水冲洗，以减少粉尘和保持设备正常运行。这些冲洗水会携带大量固体颗粒和污染物，主要污染物 SS 浓度约为 3000mg/L，pH 值为 11~12 左右。类比同类型项目，砂石料冲洗废水产生量约 50m³/d。

砂石料冲洗废水经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上层清液回用于洒水降尘，不外排。

④基坑废水

基坑废水的主要污染物为 SS，其浓度受降水、地下岩隙渗水和施工废水等因素的影响，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，悬浮物浓度为 1000mg/L。基坑废水经静置、沉淀后，上层清液回用于施工场地洒水抑尘，不外排。

⑤隧洞抽排废水

本工程隧洞抽排废水一般包括开挖和钻孔产生的泥浆水，隧洞爆破后用于降尘的水，喷锚、支护材料注浆药液，机械设备运转的冷却用水和清洗用水。类比其他类似工程隧洞抽排废水水质监测成果，隧洞抽排废水在施工初期、中期和末期的水质差别较大，隧洞抽排废水污染因子及其含量主要为 SS、石油类、氨氮、COD 及少量爆破残留物，经“pH 调节+絮凝沉淀”后，上清液回用于洒水降尘，不外排。

⑥试压废水

试压废水相对分散，局部排水量不大，排水直接用于浇灌周边林草地。

⑦生活污水

施工期生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、SS、动植物油，枢纽工程办公及生活福利设施施工人员产生的生活污水经生化池处理后用作农田或林地施肥，不外排；输水工程的办公及生活福利设施租用沿线居民用房，生活污水依托现有设施处理，不外排。

综上所述，本项目施工期各类废水经采取相应的治理措施处理后不会对地表水环境造成明显影响。

（3）声环境保护措施及环境影响

采取在满足施工需要的前提下应尽量选择低噪声设备，合理布置施工强度，合理施工作业时间等措施，能有效地防止施工噪声对周边环境保护目标的影响。

（4）固体废物处置措施及环境影响

拟建工程施工期生活垃圾应定点收集，统一交当地环卫部门清运并无害化处理。库区清理垃圾按要求进行分类收集处置，生活垃圾运至当地垃圾填埋场处置，运输过程中需加盖、遮挡，避免二次污染。其中永峰塑料加工厂拆除过程产生的一般工业固体废物交由资源回收单位处理，危险废物交由有资质的单位处理。弃渣运至弃渣场填埋处理。

机械修配废油和含油棉纱手套分类收集后暂存于危险废物贮存点，定期交有资质的单位进行处置；沉淀池污泥定期清理，运至压滤机处理，干化后污泥运至指定填埋场填埋。

综上，本项目固体废物得到合理处置，对环境影响较小，环境可接受。

(5) 土壤环境保护措施及环境影响

拟建工程施工期对土壤的影响可能来源于危废贮存点，废油应统一收集于密闭桶中，危废贮存点地坪应作防渗处理，防渗性能不应低于 6.0m 厚，渗透系数为 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能要求；周边设有围堰或其它截流设施，防止油品渗漏或外泄，从而减轻对土壤环境的影响。

10.4.2 运行期环境保护措施及环境影响

(1) 大气环境保护措施及影响

运行期自身无废气产生，运行期废气主要是管理人员的日常生活烹饪过程排放的少量油烟废气，通过油烟净化装置处理后经楼顶排放，因人数较少，废气排放量较少，对环境空气影响很小。

(2) 地表水环境保护措施及环境影响

运行期管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉，不外排。

飞龙水库在初期蓄水时，水库的初期蓄水阶段考虑下游河道生态用水后调度方案如下：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，在保证生态放流措施时时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。运行期在生态放水管安装闸阀和流量计，用于监控放水流量和流量控制。

为有效减缓低温水对坝下河段水生生态和灌区农业生产的不利影响，工程采取了分层取水方式。

在初期蓄水过程中，岸边原有松散物质易冲入水库，影响水质，因此评价要求蓄水前清库工作严格按照《长江三峡水库库底固体废物清理技术规范》（HJ 85-2005）、《长江三峡水库卫生清理规范》（卫疾控发〔2005〕261号）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DLT 5381-2007）等要求进行；蓄水后，及时对库区漂浮物进行打捞，避免影响水库水质。

（3）地下水污染防治措施

工程运行期应定期对地下水的水位和水质进行检测，及时掌握地下水环境的变化情况，一旦发现地下水受到污染或水位异常下降，应立即采取相应的修复措施。

制定完善的应急预案，针对输水管道破裂、隧洞渗漏等突发事件，设置应急截流设施，如在隧洞内设置截流阀、止水墙等，以便在事故发生时能够迅速截断水流，防止大量库水泄漏进入地下水。同时，配备应急抽水设备和污水处理设备，对泄漏的库水进行抽排和处理，降低对地下水的污染风险。

（4）土壤污染防治措施

工程运行期，项目基本不涉及油品等可能对土壤造成污染的物料；本项目不产生大气污染物，主要污染物为餐饮油烟，生化池臭气，基本不会通过大气沉降对土壤环境造成影响。

项目的主要土壤环境影响为对土壤酸碱化、盐渍化以及沼泽化的影响。根据地质调查，水库库区地质条件较好，成库后不会发生渗漏，通过加强对库区水质以及周边土壤和地下水环境的监测和管理，控制入库的污染源，在水库周边建设完善的排水系统，如排水沟、排水渠等，降低地下水位，拟建项目对区域土壤环境的影响较小，基本不会引起区域土壤环境污染。

（5）声环境保护措施及环境影响

工程运行期设置供水泵站，泵站提升泵设置在室内，优先选择低噪设备、通过合理布局，采取隔声、减噪、消音等降噪措施，运行期设备噪声影响有限。对外交通与对内交通的车流量非常少，同时与周边住户距离较远，运行期车辆噪声对敏感点影响轻微。溢洪道泄流时声音较大，但仅在洪水季出现，影响持续时间不长，且居民点距离较远，影响不大。

（6）固体废物处置措施及环境影响

工程运行期固体废物包括生活垃圾和设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物。生活垃圾定期外运交由当地环卫部门处置，不得倒入飞龙水库库区内。枢纽工程管理房内设置危废贮存点，分类收集设备维护过程产生的废油桶、含油棉纱手套等危险废物暂存于危废贮存点，定期交有资质的单位处理。水库运行期间不定期打捞的漂浮物，交当地环卫部门处置，不得随意堆放在库岸或其他地方。

10.4.3 生态环境保护措施及环境影响评价结论

①飞龙水库建成后，水库坝下飞龙河将形成约 4.4km 长的减水河段。为减轻减水段减水影响，在大坝设置生态流量放水管，飞龙水库汛期 5~9 月按不低于多年平均径流的 30%下泄生态流量 $0.552\text{m}^3/\text{s}$ ，非汛期 10~2 月按不低于多年平均径流的 15%下泄生态流量 $0.276\text{m}^3/\text{s}$ ，鱼类繁殖期 3~4 月按不低于多年平均径流的 20%下泄生态流量 $0.368\text{m}^3/\text{s}$ 。生态放水管由工作阀门控制生态流量，且设置取水控制闸室，可保证任意时段均能下泄流量，设置合理。生态防水管出水口处设置流量计，水库管理人员将记录认真归档管理，便于监督、检查。

②飞龙水库泥沙按全部淤积在库内考虑，50 年总淤积量约为 74.8 万 m^3 ，水库将形成平淤淤积。水利工程大坝库区通过对洪水的调蓄，削减了部分洪峰流量，洪水经工程消能措施处理后流速减小，减轻了对河道的冲刷影响，同时将大部分泥沙拦蓄在坝前库区内而减少流域水土流失，出库的少量泥沙多为细颗粒悬沙，不易在坝下河段产生淤积影响。

③飞龙水库工程对库区及灌面的局部气候有一定的影响，但影响范围和程度都较小。水库库区形成许多库湾，将生长多种水生植物和动物，成为人工湿地，可改善当地的环境气候条件。

④坝前库区水体属于温度分层型，会发生水温分层现象。飞龙水库工程坝前水库当遇到洪水时，对水库的水温分层结构有一定影响。灌溉水温均高于相应作物的最低适应温度，预计农业灌溉不会对灌区作物造成明显的不利影响。

⑤根据预测，飞龙水库富营养化为中营养级，须加强库区水质保护工作。

⑥工程建成后自身无污废水排放，管理人员产生的生活污水经自建一体化处理设施处理后用于拟划定饮用水水源保护区外农田灌溉；坝址下游农田灌溉回归水不会导致下游水体出现水质恶化现象，减水河段Ⅲ类水域功能不会改变。

⑦项目施工影响区域不是大型野生动物主要活动范围，未发现国家和省级重点保护野生动物及栖息地分布，野生动植物影响较小。飞龙水库工程大坝蓄水形成的水域，为湿地动物如水鸟等提供了生存条件，在库区和库周会增加多种适合湿地环境的动物物种，提高局部区域的生物多样性价值；工程建成投入运行后，坝后水量的减少将影响河道生

产力，对湿地动物尤其是水鸟将造成不利的间接影响。在保证下泄适量的生态流量后，项目建设对减水段两栖类的影响可得到一定程度的减缓。同时水库也为湿地植物提供了生存条件，在库区和库周会增加多种适合湿地环境的植物物种，改善上游水生生态环境和区域小气候。

工程建成后，工程建成后，坝下将形成约 4.4km 长的减水河段。减水河段植物赖以生存的水源为大气降水和山体地下水向河道补给过程产生的山涧水，减水段对两岸现有植物正常生长几乎无不利影响。

⑧本项目河岸带的植物均为山区河流河岸常见植物，大多数是喜湿的草本植物和灌木，在项目评价范围区域内未发现国家和重庆市重点保护野生植物，项目建设不会造成评价范围内植物的破坏或灭绝。对于项目占用的林业用地，项目业主将按规定交纳植被恢复费，从而完善林业征占地手续，用以实施异地造林恢复森林植被。施工场地平整、回填，水土保持措施得到实施后，项目区内将恢复植被，植被覆盖率有所回升。

⑨飞龙水库在初期蓄水时，一般需要经过 3 次蓄水，其中：第一阶段为封堵导流设施，蓄水至死水位，该阶段生态流量采用抽水泵站供给，当枯期坝址来水小于生态流量时水库不蓄水；第二阶段由死水位蓄水至正常蓄水位以下一定高程，第三阶段蓄水至正常蓄水位，这两个阶段均采用生态流量下放设施放水，在保证生态放流措施时时放流的情况下，不会造成坝后脱水河段。在初期蓄水过程中，岸边原有松散物质易冲入水库，影响水质，因此评价要求蓄水前清库工作严格按照《长江三峡水库库底固体废物清理技术规范》（HJ85-2005）、《长江三峡水库卫生清理规范》（卫疾控发〔2005〕261 号）、《水电工程水库库底清理设计规范》（DLT5381-2007）等要求进行；蓄水后，及时对库区漂浮物进行打捞，避免影响水库水质。

10.4.4 环境风险防范措施及环境影响结论

水库的环境风险包括农业面源污染和库岸道路车辆事故造成的污染。通过合理引导农民耕种施肥、道路沿线设置限速标志、加装防撞栏等可有效减缓环境风险发生的概率，同时，水库应制定应急预案，保证风险事故下的饮用水安全。

10.5 环境监测与管理

运行期间，飞龙水库主要对库区水质、下泄生态流量等进行监测，此外同时做好水

土流失监测。

飞龙水库应成立专门机构，负责组织、落实、监督工程的环境保护工作，配备专职环境保护管理人员。

10.6 公众参与

本次公众参与调查采用了多种形式、进行了项目环保信息公开（重庆市丰都县水利局网站、重庆法治报、现场张贴）和公众意见的征求。2024年9月2日在重庆市丰都县水利局网站上进行了本项目公众参与第一次公示；2025年2月12日至2月25日在重庆市丰都县水利局官网上进行了本项目征求意见稿的全文公示，同时在项目所在地董家镇进行现场张贴公示，并在征求意见稿公示期间在“重庆法治报”共计2天刊登了环评公示信息；2025年3月10日在丰都县水利局官方网站上对建设项目环境影响评价信息进行了报批前公示。公示及征求意见期间未收到任何反馈、反对意见，本评价视为同意本项目进行建设。

10.7 环境影响经济损益分析

本项目直接经济效益9533万元，环保投资995.95万元，效益与环保费用之比9.57，大于1，表明本工程经济、社会、环境效益均比较显著，环境效益大于环境损失，从环境影响经济损益的角度分析，总体上具有较好的环境经济性。

10.8 综合结论

丰都县飞龙水库工程是《重庆市渠溪河流域综合规划报告》规划项目之一，符合国家现行法律法规及国家产业政策。水源地、坝址、渣场等选址合理，在采取严格的生态保护和污染控制措施后，不利影响可得到减缓或弥补，其影响环境可以承受。从环境保护角度考虑，工程建设可行。

10.9 建议

- (1) 建设单位在招标书中应包含环境保护要求，明确承包商承担的环境保护责任。
- (2) 水库成库后，根据饮用水源保护区范围划分情况及饮用水源保护区的相关规定，可由县级以上人民政府对保护区内其他已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目采取相应的措施。

11 附图附件

11.1 附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目所在区域地表水系图

附图 3 项目总体布置图

附图 4 项目枢纽工程总平面布置图

附图 5 项目枢纽工程施工总平面布置图

附图 6 项目输水工程施工总平面布置图

附图 7 地表水环境评价范围及监测断面布置图

附图 8 区域水文地质图

附图 9 项目大气、声环境保护目标分布图

附图 10 项目与生态保护红线位置关系图

附图 11 项目与环境管控单元位置关系图

附图 12 项目环境质量现状监测布点图

附图 13 生态调查样方、样线布置图

附图 14 项目所在区域土地利用现状图

附图 15 项目所在区域植被类型分布图

附图 16 项目所在区域植被覆盖度图

附图 17 项目所在区域生态系统类型图

附图 18 项目与永久基本农田位置关系图

附图 19 项目与公益林及天然林位置关系图

附图 20 项目典型生态保护措施图

附图 21 水生生态影响评价范围图

附图 22 水生采样布设图

附图 23 流域“鱼类三场”分布图

附图 24 水生监测点位布设图

附图 25 鱼类 eDNA 点位分布图

附图 26 水生生态保护措施图

附图 27 项目饮用水水源保护区划分范围示意图

附图 28 项目集雨范围图

附图 29 丰都县飞龙河（丰都段）河道“一河一策”建设内容位置示意图

11.2 附件

附件 1 建设项目用地预审与选址意见书

附件 2 丰都县飞龙水库可行性研究报告的批复

附件 3 空间检测分析报告

附件 4 三线一单检测分析报告

附件 5 丰都县长江北岸片区水资源配置规划报告的批复

附件 6-1 引用监测报告（底泥、土壤和地表水）

附件 6-2 补充监测报告

附件 7-1 渠溪河流域规划批复

附件 7-2 渠溪河流域规划环评审查意见

附件 8 重庆市渠溪河流域综合规划报告综合意见

附件 9 丰都县水利局关于飞龙水库减水河段下游用水保障情况的说明

附件 10 建设项目压覆重要矿产资源审查意见表

附件 11 董家镇人民政府关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及交通设施调查成果及处理方式确认的说明

附件 12 重庆丰都水务集团有限公司关于丰都县飞龙水库工程建设征地范围内涉及配水管道设施调查成果及处理方式确认的说明

附件 13 重庆市文物局关于丰都县飞龙水库工程文物调查勘探工作报告的批复

附件 14 丰都县规划和自然资源局关于丰都县飞龙水库工程征地红线范围是否涉及永久基本农田的复函

附件 15 丰都县人民政府关于同意丰都县飞龙水库工程建设征移民安置方式的批复

附件 16 丰都县人民政府关于丰都县飞龙水库工程建设征地实物指标成果的批复

附件 17 丰都县飞龙水库工程蓄水影响木洞一级电站、木洞二级电站处理方式协议书

附件 18 丰都县飞龙水库工程蓄水影响丰都永峰塑料加工厂处理方式意向协议书

附件 19 丰都县水利工程服务中心关于处理重庆市丰都县飞龙水库工程涉及第三方权益问题的承诺书

附件 20 丰都县飞龙水库工程蓄水影响雪神滩电站处理方式协议书

附件 21 支持丰都县飞龙水库工程建设意向协议书（飞龙三级电站）

附件 22 重庆市水利局关于重庆市丰都县飞龙水库工程取水行政许可的决定

附件 23 丰都县水利局关于重庆市丰都县飞龙水库工程洪水影响评价准予行政许可的决定

附件 24 丰都县生态环境局关于丰都县飞龙水库工程（枢纽区、淹没区）项目不涉及生态保护红线的说明

附件 25 植物样方调查表

附件 26 生态调查动植物名录

附件 27 库区现状照片

附件 28 关于丰都县飞龙水库工程对飞龙河、渠溪河水生生物及其生境影响专题评价报告的批复