



产品文件编号：ZNY2020(设)-0429 号

涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程

环境影响报告书

(报批公示稿)

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED

2020 年 11 月



双江航电枢纽工程坝址



汉江(人工运河)



三块石引水闸

目 录

概 述	1
1 总 则	6
1.1 编制目的	6
1.2 编制依据	6
1.3 评价标准	12
1.4 评价工作等级	16
1.5 评价范围	18
1.6 环境保护目标	19
1.7 评价水平年	24
1.8 评价程序	24
2 工程概况	26
2.1 流域概况	26
2.2 工程概况	55
2.3 工程施工	72
2.4 工程征地和移民安置	90
2.5 工程调度运行方式	102
2.7 工程投资	102
3 工程分析	103
3.1 工程与区域相关规划符合性分析	103
3.2 工程方案环境合理性分析	123
3.3 工程分析	130
3.4 环境影响因素分析	144
3.5 源强统计	146

3.6	工程分析结论	147
4	环境概况	148
4.1	自然环境概况	148
4.2	生态环境	156
4.3	社会环境	224
4.4	环境现状分析与评价	230
4.5	工程影响区存在的主要环境问题	254
5	环境影响预测与评价	225
5.1	水文情势影响分析	225
5.2	水环境影响预测与评价	240
5.3	生态环境影响预测与评价	275
5.4	大气环境影响预测与评价	310
5.5	声环境影响预测与评价	313
5.6	土壤环境影响分析	317
5.7	固体废物影响预测与评价	319
5.8	水土流失影响预测与分析	320
5.9	移民安置环境影响分析	323
5.10	其他环境影响分析	324
6	环境保护措施及其可行性论证	326
6.1	设计原则、任务、目标	326
6.2	水环境保护措施	328
6.3	生态环境保护措施	347
6.4	大气环境保护措施	387
6.5	声环境保护措施	389

6.6	土壤保护措施	390
6.7	固体废弃物处置措施	390
6.8	水土保持	393
6.9	移民安置环境保护对策措施	402
6.10	社会环境保护措施	402
6.11	环境保护措施进度安排	404
6.12	环境保护措施效果分析	405
7	环境监测与环境管理	408
7.1	环境监理	408
7.2	环境监测	412
7.3	环境管理	423
7.4	环境保护措施实施保证措施	425
8	环境风险分析	427
8.1	环境风险评价目的	427
8.2	环境风险潜势初判	427
8.3	评价等级	428
8.4	工程可能发生的风险	428
8.5	风险防范措施	434
8.6	应急预案	436
8.7	风险防范与应急措施的合理性和有效性分析	442
8.8	风险评价结论	442
9	环境保护投资	443
9.1	编制原则	443
9.2	编制依据	443

9.3	价格水平年	443
9.4	投资项目划分	443
9.5	基础资料	443
9.6	环境保护投资估算	444
10	环境影响经济损益分析	448
10.1	环境效益分析	448
10.2	环境损失计算	449
10.3	损益比较分析	451
11	环境影响评价结论及建议	452
11.1	流域及工程简况	452
11.2	环境现状评价结论	453
11.3	环境影响预测评价结论	455
11.4	环境保护措施及其可行性论证	458
11.5	环境监测与管理	459
11.6	环境风险	460
11.7	环境保护投资	460
11.8	公众参与	460
11.9	综合评价结论	461
11.10	建议	461

附录：

1. 双江航电枢纽工程植被样方统计表
2. 双江航电枢纽工程评价区维管束植物名录
3. 双江航电枢纽工程评价区鸟类名录
4. 双江航电枢纽工程评价区兽类名录
5. 双江航电枢纽工程评价区两栖动物名录
6. 双江航电枢纽工程评价区爬行动物名录
7. 双江航电枢纽工程评价区浮游植物种类名录
8. 双江航电枢纽工程评价区浮游动物种类名录
9. 双江航电枢纽工程评价区底栖动物种类名录
10. 双江航电枢纽工程评价区鱼类种类名录

附件：

1. 环境影响评价工作委托书
2. 《重庆市潼南区生态环境局关于双江航电枢纽工程环境影响评价执行标准的复函》
3. 《重庆市环境环保局关于涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书审查意见的函》(渝环函[2014]678号)
4. 《重庆市发展和改革委员会关于涪江干流潼南段梯级规划调整的批复》(渝发改能[2013]333号)
5. 《关于嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾性评价报告有关意见的函》(环办环评函[2018]1037号)
6. 《四川省生态环境厅关于<四川省涪江流域综合规划环境影响报告>审查意见的函》(川环建函[2020]56号)
7. 《重庆市环境环保局关于重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环境影响报告书审查意见的函》(渝环函[2018]1007号)
8. 《重庆市潼南区发展和改革委员会 遂宁市发展和改革委员会关于涪江干流梯

级渠化双江航电枢纽工程项目建议书的批复》(潼发改[2018]345号)

9. 《重庆市潼南区发展和改革委员会 遂宁市发展和改革委员会关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性研究报告的批复》(潼发改审[2020]442号)

10. 重庆市人民政府《关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程不可避让生态保护红线的论证意见》

11. 评价区环境质量现状监测报告

12. 《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山一运河风景名胜区选址论证报告》专家评审意见

13. 《重庆市潼南区林业局关于<涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程定明山风景名胜区用地>的复函》

14. 《重庆市潼南区规划和自然资源局关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程涉及生态保护红线的复函》

15. 《潼南区生态环境局关于双江镇白云村水厂取水问题的说明》

16. 《重庆市潼南区水利局关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》(潼水[2020]381号)

17. 《重庆双江航运发展有限公司关于搬迁双江镇白云村水厂取水口有关事项的承诺函》(双江航发函[2020]8号)

附表：

1. 大气环境影响评价自查表
2. 地表水环境影响评级自查表
3. 环境风险评价自查表
4. 土壤环境影响评价自查表
5. 建设项目环评审批基础信息表

附图：

1. 双江航电枢纽工程地理位置图
2. 双江航电枢纽工程评价区地表水系图
3. 嘉陵江(重庆段)航运开发规划示意图
4. 双江航电枢纽工程总平面布置图
5. 双江航电枢纽工程施工总布置图
6. 双江航电枢纽工程水库淹没示意图
7. 双江航电枢纽工程生态敏感区分布示意图
8. 双江航电枢纽工程与重庆市生态保护红线位置关系示意图
9. 双江航电枢纽工程评价区土地利用图
10. 双江航电枢纽工程评价区卫星影像图
11. 双江航电枢纽工程评价区植被类型图
12. 双江航电枢纽工程评价区保护动植物分布示意图
13. 双江航电枢纽工程陆生生态调查路线与生态调查点位分布图
14. 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜区核心景区位置关系图
15. 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜区分级保护规划位置关系图
16. 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜区游赏规划位置关系图
17. 双江航电枢纽工程水生生物采样点分布示意图
18. 双江航电枢纽工程评价区鱼类重要生境分布图
19. 双江航电枢纽工程评价区水生生物监测点分布图
20. 双江航电枢纽工程评价区环境质量现状监测点位分布图
21. 双江航电枢纽工程生态环境保护措施示意图
22. 双江航电枢纽工程鱼道平面布置图
23. 双江航电枢纽工程鱼道剖面图
24. 双江航电枢纽工程鱼类增殖放流站平面布置图
25. 双江航电枢纽工程鱼类栖息地保护范围示意图

概 述

一、流域概况

涪江属嘉陵江右岸一级支流，发源于岷山东麓三舍驿的红星岩。自西北向东南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。涪江全流域集水面积 36400km²，干流河长 670km，平均坡降 1.4‰。涪江干流在江油武都镇以上为山区，属上游，主要由岷山山脉和龙门山脉组成，海拔高程在 1000m~3500m 之间，涪江在江油至遂宁段属中游，遂宁以下为下游，中、下游地区除少数平坝外主要为丘陵区及浅丘区，海拔高程在 300m~700m 之间。涪江流域水系发育，支流众多，呈树枝状。较大的支流有 8 条，分布于流域的中、下游。在四川省境内涪江干、支流上已建成的水利、水电工程主要有武都引水工程、东风电站、文峰电站、螺丝池电站、金华电站、前锋引水渠、唐家渡、三星电站等，在重庆境内涪江干流上已建成水电工程主要有潼南、富金坝、安居和渭沱梯级。

双江航电枢纽工程即位于涪江下游重庆市潼南区河段，坝址位于原三块石电站拦河坝下游约 500m 处。

二、规划概况

涪江向内连接四川遂宁、重庆潼南、铜梁、合川等经济发达的工业发展重镇，向外经嘉陵江与长江沟通，是联系周边省市和嘉陵江的重要通道，对完善综合交通体系、发展外向型经济具有重要作用，有助于引领沿江城镇开发和产业布局，助推长江经济带建设。1994 年，四川省水利水电勘察设计研究院完成了《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》，规划在涪江干流河段(重庆市境内)建设双江、大佛场、富金坝、安居和渭沱 5 个梯级，其中双江和大佛场两个梯级位于潼南境内，双江梯级坝址下游有已建成的三块石电站和大岩洞电站。

2013 年 3 月，重庆市发展和改革委员会以渝发改能[2013]333 号文批复了《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》，规划明确涪江干流潼南段主要开发任务为发电，兼顾航运和生态修复，推荐该河段新建双江和潼南两级开发方案，总装机容量 10.2 万 kW，替代原三块石电站和大岩洞电站，规划航道等级为V级(300t)。

2009 年 9 月，重庆人民政府批复了《重庆市航道发展规划》(渝府[2009]147 号)，规划涪江干流三星大坝~合川鸭嘴 136km 河段为V级航道，通航 300t 级船舶。目前

涪江潼南河段现状航道等级不足VI级(80t),无法满足规划航运发展要求,因此急需提高该河段航道等级。规划双江梯级下游潼南梯级已于2018年11月建设完成,上游三星梯级正在改造船闸,为打通川渝航道,双江梯级的建设至关重要。考虑到涪江航道规划升级为IV级航道,同时,刚建成的潼南枢纽能兼顾500t级船舶通行,渭沱枢纽船闸改造也为500t级,因此,双江枢纽设计规模确定为:按内河IV级、通航500t级船舶标准建设。

三、项目概况

2020年9月,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(下称成都院)、重庆市交通规划勘察设计院(下称重庆院)联合完成了双江航电枢纽工程可行性研究阶段的勘测设计工作,并提出了《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性研究报告》。

根据工可报告,双江航电枢纽工程开发任务为:以航运为主,兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求。工程等别为II等大(2)型。水库死水位为248.0m,正常蓄水位249.0m,正常蓄水位相应库容0.49亿 m^3 ,总库容1.61亿 m^3 ,回水至上游三星航电枢纽梯级坝下。电站装机容量48MW,船闸和航道等级为IV级。枢纽建筑物沿坝轴线自左至右依次为:左岸挡水坝段(前缘长53.40m)、泄水闸(18孔,前缘长313.00m)、河床式厂房(前缘长79.50m)、船闸(前缘长36.00m)和右岸接头坝段(前缘长65.00m),鱼道布置于河床右岸,长度约710m;鱼类增殖放流站布置于业主营地附近,占地面积约30亩,年放流规模15.12万尾。

四、环境影响评价过程及评价重点

2019年12月,受重庆双江航运发展有限公司委托,我公司(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司)开展双江航电枢纽工程环境影响评价工作。接受委托后,我公司成立了项目组,开展了现场调查和资料收集工作,在认真梳理工程基本特性和评价区环境基本特征后,委托武汉伊美净科技发展有限公司开展了评价区陆生生态、水生生态现状调查与影响研究,委托重庆市华测检测技术有限公司开展了评价区环境质量现状监测。在以上调查工作的基础上,依据现行的法律法规、导则规范要求,采用数学模型预测了工程建设后的河流水文情势及水质的变化,并重点关注了工程实施对涪江水生生态及鱼类的影响,以及各类生态用水的满足程度,同时有针对性地提出了各类环境影响的减缓措施,开展了公众参与工作。

本工程占用定明山—运河市级风景名胜区面积共计16.12 hm^2 ,其中永久占地面

积 11.64hm²，全部位于二级保护区；临时占地 4.48hm²，其中占用二级保护区面积为 4.06hm²，占用三级保护区面积 0.42hm²。工程区不涉及一级保护区范围。2020 年 7 月，建设单位委托华中师范大学编制了《双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山一运河风景名胜区选址论证报告》，重庆市林业局组织专家对报告进行了评审。由于可研阶段布置小舟村弃渣场位于风景名胜区范围内，本次环评提出取消的要求，在采纳环评建议后，工程将原小舟村弃渣运往 16km 外的潼南区民丰建筑垃圾渣场进行处置。2020 年 10 月，在充分论证和讨论的基础上，潼南区林业局对建设单位复函，明确双江航电枢纽工程建成后，坝址形成的水利工程景观，与景区原有人文景观相协调，且景区内涪江水域面积将增大，有利于景区水体景观，项目能够符合风景名胜区保护发展要求，原则同意该项目选址。

本工程枢纽建设用地不可避免占用生态保护红线 35.18hm²，占总用地面积的 51.65%，水库淹没不可避免占用生态保护红线 0.6hm²，占总用地面积的 0.32%，占用生态保护红线的类型为“渝西丘陵地带水土保持生态保护红线”。2020 年 6 月，建设单位委托重庆中航勘测规划设计有限公司开展了工程项目占用生态保护红线不可避免性论证，2020 年 9 月 8 日，重庆市人民政府回复《关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程不可避免生态保护红线的论证意见》，明确工程选址(下坝址)方案占用潼南区生态保护红线的不可避免性，且下坝址推荐方案占用生态保护红线面积相对更少，可通过采取优化工程布置、尽可能在永久用地范围内设置施工营地和拌合站等大型设施、加强水土保持、及时对施工迹地进行植被恢复、加强库周生态防护林建设、严格落实施工“三废”环保措施、研究实施生态流量下泄及生态调度、鱼类栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等措施，尽可能的降低工程建设对生态环境的影响。根据与重庆市现行生态保护红线的核对，双江航电枢纽工程左岸施工布置以及坝址下游右岸仙鹅村河道防护工程均涉及到了潼南区现行的生态保护红线。目前，重庆市的自然保护地和生态保护红线评估调整方案已基本确定，通过与调整后的重庆市潼南区生态保护红线进行核对，双江航电枢纽工程永久工程和临时工程布置均不涉及调整后的潼南区生态保护红线。潼南区规划和自然资源局出函对以上情况予以了确认。

本工程下游还分布有潼南区涪江国家湿地公园，工程建设范围不涉及湿地公园范围，施工对湿地公园的影响很小，运行期下游水文情势变化对湿地公园影响可以接受。

原三块石拦水坝上游涪江右岸有潼南区双江镇白云村水厂取水口 1 处，取水规模

0.04 万 t/d，设计供水对象为双江镇白云村居民生活用水，现状由于村内供水管网配套建设不到位等原因，水厂处于停用状态，白云村居民仍以采取地下水作为日常生活用水为主。2016 年，潼南区生态环境局依法对白云村水厂取水口上下游 3.3km 的涪江江段划定了饮用水源保护区，重庆市人民政府以渝府办发[2016]19 号进行了批复，该饮用水源保护区名称为：“双江镇白云水厂”。本工程可研阶段布置的寇家坝砂砾石料场，寇家坝砂石、混凝土系统等临时用地涉及到了双江镇白云水厂饮用水源保护区(镇级)陆域范围，若白云村水厂开始启用，寇家坝砂砾石料场、砂石、混凝土系统施工将会对水厂取水造成一定的风险。双江枢纽水库蓄水后，将淹没影响引水钢管，可研阶段移民专业考虑对取水设施在原址进行复建，鉴于白云村水厂取水口目前并未运行，而寇家坝砂砾石料场为工程重要的料源，建设单位提出对取水口复建原设计方案进行调整，将白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道。2020 年 11 月 6 日，重庆市潼南区水利局以潼水[2020]381 号《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》对建设单位进行了函复，明确指出：“原则同意将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案.....做好饮用水源地划分及新水源地的论证工作，改建费用由贵公司全部承担”；“同时，在双江航电枢纽工程施工期间，原取水口停止取水，该水厂取水口未按要求完成搬迁期间，贵公司负责解决水厂涉及的居民供水工作”。建设单位重庆双江航运发展有限公司按照此要求，出函进行了承诺。同时，生态环境局将根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区，并出函予以了确认。

此外，针对工程建设对涪江水生生物的影响，本次环评期间委托编制了《双江航电枢纽工程水生生物影响专题评价报告》，并于 2020 年 10 月 16 日通过了重庆市潼南区农业农村委员会组织的专家评审。

在以上主要的环境制约因素得以解决的基础上，2020 年 10 月，我公司编制完成了《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程环境影响报告书(征求意见稿)》，2020 年 10 月 17 日，潼南区生态环境局组织专家于重庆市对报告书进行了咨询，会上形成了咨询会专家组意见，我公司根据咨询意见对报告书进行修改完善后，形成了《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程环境影响报告书(送审稿)》。2020 年 10 月 26 日，重庆市生态环境工程评估中心组织专家于重庆市对报告书送审稿进行了技术审查，我公司根据审查意见对报告书进行修改完善后，形成了《涪江干流梯级渠化双江航

电枢纽工程环境影响报告书(报批稿)》。

五、环境影响评价主要结论

双江航电枢纽工程是一座以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求的综合性枢纽工程。工程实施后，可进一步提高涪江航道等级，促进航运发展；可合理利用河段水能资源，为电网提供清洁能源；可增加涪江干流枯期流量，减少水生态系统退化；可推动成渝地区交通互联互通，提供清洁能源服务双城经济圈。总的来说，工程实施将促进潼南区经济社会的快速发展，并改善区域生态环境。

工程建设产生的不利影响主要为施工期施工活动产生的环境污染和运行期的生态环境影响。通过采取相应的环境保护措施进行治理、补偿与恢复后，各项不利影响均可得到一定程度的缓解与恢复。枢纽工程区周边分布有重庆市潼南区定明山—运河市级风景名胜区、潼南区涪江国家湿地公园和双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区，水环境和生态环境较为敏感，施工期须做好各项水污染防治和生态环境保护工作，避免施工扰动和废污水事故排放影响到风景名胜区和饮用水源保护区。白云村水厂取水口应尽快进行搬迁，避免工程施工影响到水厂运行。工程运行需保证坝址下游涪江干流以及汉江(人工运河)内的生态流量，避免因工程实施影响到各用水需求。

双江航电枢纽工程本身在运行期基本没有污染物排放。综合工程建设对环境的有利与不利影响及影响程度、工程选址、施工布置的合理性等方面分析，在解决好环境制约因素、优化调整好工程施工规划、落实好各项生态环境保护措施的前提下，项目实施带来的环境影响可以控制在可接受的范围内。从环境保护的角度考虑，双江航电枢纽工程建设是可行的。

1 总 则

1.1 编制目的

a) 通过工程建设及其影响区域环境现状调查，明确工程建设及其影响区域环境现状及发展趋势，提出存在的主要环境问题，确定环境保护目标。

b) 依据相关环境保护法律法规、技术规程规范的要求，结合拟定的工程施工、运行方案，全面系统地分析工程建设及运行对环境可能产生的影响。

c) 针对工程建设可能引发的不利环境影响，提出有针对性的环保措施，保证工程顺利施工和正常运行，维护工程附近地区社会、生态环境质量与功能，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益。

d) 从环境保护角度出发，论证工程布置及建设规模的环境可行性、环境合理性，为项目决策和工程环境管理提供科学的依据。

e) 拟定环境管理计划，明确施工期及运行期建设、施工方环境保护职责与义务，为环境保护措施实施提供制度保证。

f) 进行环保费用概算，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

1.2 编制依据

1.2.1 法律、法规、条例

《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订)

《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订)

《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修订)

《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修订)

《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018年12月29日修订)

《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)

《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日)

《中华人民共和国水法》(2016年7月2日修订)

《中华人民共和国防洪法》(2016年7月2日修订)

《中华人民共和国土地管理法》(2004年8月28日修订)

《中华人民共和国森林法》(2009年8月27日)

《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日修订)

《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修订)

《中华人民共和国农业法》(2018年10月26日修订)

《中华人民共和国渔业法》(2013年12月28日修正)

《中华人民共和国节约能源法》(2016年7月2日修订)

《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年2月29日修订)

《中华人民共和国文物保护法》(2017年11月4日修正)

《中华人民共和国突发事件应对法》(2007年8月30日)

《建设项目环境保护管理条例》(2017年10月1日修订)

《中华人民共和国河道管理条例》(2017年10月7日修订)

《中华人民共和国航道管理条例》(2008年12月27日修订)

《风景名胜区条例》(2016年2月6日修订)

《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2014年7月29日修订)

《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2016年1月13日修订)

《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011年1月8日修订)

《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日修订)

《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016年2月6日修订)

《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月7日修订)

《基本农田保护条例》(2011年1月8日修订)

《土地复垦条例》(2011年3月5日)

《危险化学品安全管理条例》(2013年12月7日修改)

《国家突发公共事件总体应急预案》(2006年1月8日)

《水污染防治行动计划》(国发[2015]17号)

《土壤污染防治行动计划》(国发[2016]31号)

《大气污染防治行动计划》(国发[2013]37号)

《全国主体功能区规划》(国发[2010]46号)

《“十三五”生态环境保护规划》(国发[2016]65号)

《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015年3月)

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅)

1.2.2 部委规章

- 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第 44 号, 2018 年 4 月修订)
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发[2012]77 号)
- 《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)
- 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评[2016]150 号)
- 《建设项目环境保护事中事后监督管理办法(试行)》(环发[2015]163 号)
- 《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发[2014]65 号)
- 《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)
- 《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)
- 《关于印发<地表水环境质量评价办法(试行)>的通知》(环办[2011]22 号)
- 《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办[2012]4 号)
- 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部第 4 号令)
- 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)
- 《生态保护红线管理办法(暂行)》(征求意见稿)
- 《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》(国办发[2018]95 号)
- 《国家重点保护野生动物名录》(国家林业部、国家农业部令第 1 号)
- 《国家重点保护野生动物名录的调整种类公布》(国家林业局令第 7 号)
- 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国家林业局、国家农业部令第 4 号)
- 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010 年修订)
- 《国家林业局关于印发《国家湿地公园管理办法》的通知》(林湿发[2017]150 号)
- 《关于发布长江经济带发展负面清单指南(试行)的通知》(推动长江经济带发展领导小组办公室文件第 89 号)
- 《关于印发<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)>的函》(环评函[2006]4 号)
- 《关于印发水利水电建设项目水土保持与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11 号)
- 《水电建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》

1.2.3 地方性法规

《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);

《重庆市人民政府关于印发贯彻落实国务院水污染防治行动计划实施方案》(渝府发[2015]69号)

《重庆市人民政府关于贯彻落实大气污染防治行动计划的实施意见》(渝府发[2013]86号)

《重庆市人民政府关于印发重庆市贯彻落实土壤污染防治行动计划工作方案的通知》(渝府发[2016]50号)

《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》(渝府发[2018]25号)

《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)

《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县(开发区)等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)

《重庆市人民政府办公厅关于印发重庆市重点生态功能区保护和建设规划(2011-2030年)的通知》(渝办发[2011]167号)

《重庆市饮用水源污染防治办法》(重庆市人民政府令 第159号)

《重庆市环境噪声污染防治办法》(重庆市人民政府令 第270号)

《重庆市水污染防治条例》(2020年10月)

《重庆市风景名胜区条例》(2018年7月26日第二次修正)

《重庆市湿地保护条例》(2019年12月1日)

《重庆市河道管理条例》(2018年7月修正)

《重庆市环境保护条例》(2018年7月修正)

《重庆市林地保护管理条例》(2018年7月修正)

《重庆市绿化条例》(2018年7月修正)

《重庆市大气污染防治条例》(2017年6月)

《重庆市城乡规划条例》(2019年9月修正)

《重庆市水上交通安全管理条例》(2010年7月修正)

《重庆市实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》(2014年9月修正)

《重庆市野生动物保护规定》(2019年12月1日)

《重庆市实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(2018年7月修正)

《重庆市生态功能区划(修编)》(2008年7月)

《重庆市推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发<重庆市长江经济带发展负面清单实施细则(试行)>的通知》(渝推长办发[2019]40号)

《重庆市贯彻落实长江经济带沿江取水口排污口和应急水源布局规划实施方案》(渝水[2017]178号)

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

《重庆市潼南区人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(潼南府发[2020]8号)

《重庆市农业委员会关于公布<重庆市天然水域禁渔区名录>的通知》(渝农发[2017]32号)

《关于公布重庆市重点保护陆生野生动物名录的通知》(渝府发[1998]166号)

《重庆市人民政府关于公布重庆市重点保护野生植物名录(第一批)的通知》(渝府发[2015]7号)

《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020年)》(潼南府[2016]35号)

《四川省环境保护条例》(2017年9月修订)

《四川省饮用水水源保护管理条例》(2019年9月修正)

《四川省天然林保护条例》(2009年3月修正)

《四川省河道管理实施办法》(2017年8月修订)

《四川省<中华人民共和国渔业法>实施办法》(2016年11月修订)

《四川省<中华人民共和国野生动物保护法>实施办法》(2012年7月修正)

《四川省<中华人民共和国防洪法>实施办法》(2007年5月)

《四川省<中华人民共和国大气污染防治法>实施办法》(2018年12月修订)

《四川省<中华人民共和国水法>实施办法》(2012年7月修正)

《四川省<中华人民共和国环境影响评价法>实施办法》(2019年9月修正)

《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发[2018]24号)

《四川省人民政府关于印发四川省主体功能区规划的通知》(川府发[2013]16号)

《四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设管理的意见》(川府发[2016]47号)

《四川省人民政府关于公布四川省重点保护野生植物名录的通知》(川府函[2016]27号)

《四川省水利厅关于印发四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》(川水函[2017]482号)

《四川省生态功能区划》(2013年2月)

《四川省重点保护野生动物名录》(1990年3月)

《四川省新增重点保护野生动物名录》(2000年9月)

《四川省推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发<四川省长江经济带发展负面清单实施细则(试行)>的通知》(川长江办[2019]8号)

《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9号)

1.2.4 技术规范

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)

《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)

《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 地下水环境》(HJ610-2016)

《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)

《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)

《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)

《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)

《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)

《河湖生态环境需水计算规范》(SL/2712-2014)

《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)

《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)

《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015)

《内陆水域鱼类资源调查手册》(张觉民等著,北京:科学出版社)

《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ710.6-2014)

《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》(HJ710.1-2014)

《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》(HJ710.3-2014)
《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ710.5-2014)
《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ710.8-2014)
《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ710.4-2014)
《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ624-2011)
《区域生物多样性评价标准》(HJ623-2011)
《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T35054-2015)

1.2.5 技术报告

《嘉陵江流域综合规划报告》(长江水利委员会, 2008年8月)
《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》(长江水资源保护科学研究所, 2008年)
《嘉陵江流域(重庆)航电梯级开发环境影响回顾性评价报告》(长江水资源保护科学研究所, 2018年7月)
《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》及审查意见(渝环函[2014]678号)
《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见(渝环函[2014]678号)
《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环境影响报告书》及审查意见(渝环函[2018]1007号)
《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》(渝发改能[2013]333号)
《双江航电枢纽工程可行性研究报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、重庆市交通规划勘察设计院, 2020年9月)

1.3 评价标准

1.3.1 环境质量标准

a) 地表水环境

1) 水功能区划情况

本项目涉及的水功能区划情况见表 1.3.1-1。

表 1.3.1-1 潼南区河流水功能区划统计表

水功能区名称		水系	河流	起始断面	终止断面	长度(km)	现状水质	水质目标	区划依据	陆域涉及镇(街道)
一级水功能区	二级水功能区									
涪江川渝缓冲区	-	嘉陵江	涪江	四川省遂宁市荷叶镇龙凤场	重庆市潼南区玉溪镇新田村四社响水滩	12.6	III	III	省市界	米心镇、玉溪镇
涪江潼南开发利用区	涪江潼南饮用水源区	嘉陵江	涪江	玉溪镇曹家村七社白龙观	双江镇金龙村一社	12.8	III	III	双江镇饮用水源	双江镇, 桂林街道办
	涪江潼南备用水源、景观娱乐用水区	嘉陵江	涪江	双江镇金龙村一社	梓潼街道办莲花桥	9.1	III	III	休闲娱乐用水	双江镇、梓潼街道办
	涪江潼南区工业用水区	嘉陵江	涪江	梓潼街道办莲花桥	梓潼街道办青岩村青岩子	9	III	III	工业集中取水点	梓潼街道办
涪江潼南保留区	-	嘉陵江	涪江	潼南区玉溪镇新田村四社响水滩	玉溪镇曹家村七社白龙观	5.6	III	III	开发利用程度低	玉溪镇、桂林街道办
涪江潼南合川保留区	-	嘉陵江	涪江	潼南区梓潼街道青岩村青岩子	合川涪沱镇两河口村	17.9	III	III	开发利用程度低	梓潼街道办、别口镇
涪江人工运河开发利用区	涪江人工运河饮用水源区	嘉陵江	涪江	桂林街道办高庙村(三块石大坝)	桂林街道办观音村莲花寺	15.2	III	III	潼南区城区、村生活饮用水	桂林街道办
古溪河开发利用区	古溪河饮用水源区	嘉陵江	古溪河	古溪镇千佛村连校场	桂林街道办胡家村高桥处	31	III	III	古溪镇、群力镇饮用水源地	梓潼街道办、龙形镇
姬山河保留区	-	嘉陵江	姬山河	古溪镇熊家村李家沟	桂林街道办花厅村大巷口	27	III	III	开发利用程度低	古溪镇、桂林街道办
双江河保留区	-	嘉陵江	双江河	柏梓镇桥亭村侯家河	双江镇金龙村金龙寺	21	III	III	开发利用程度低	双江镇

2) 水环境质量执行标准

枢纽工程区涉及涪江干流潼南区江段，库区淹没涉及到四川省遂宁市船山区(回水至三星航电枢纽坝下)。根据《重庆市人民政府关于印发重庆市地面水域适用功能类别划分规定的通知》(渝府发[1998]89号)、《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)、《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)、《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》(渝府办发[2016]19号)、《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县(开发区)等集中式饮用

水水源地保护区划分及调整方案的通知》(渝府办[2018]7号)、《重庆市人民政府办公厅关于印发璧山区等区县(开发区)集中式饮用水水源地保护区调整及撤销方案的通知》(渝府办[2019]6号)、《遂宁市水功能区划技术报告》(2018年2月)等文件,评价范围内:

涪江干流地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的III类标准、人工运河地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的III类标准、支流坛罐窑河水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类标准。

b) 地下水环境执行标准

评价范围地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类水质标准。

c) 环境空气执行标准

根据《重庆市环境空气质量功能区划分规定》(渝府发[2016]19号),枢纽工程所在潼南区双江镇环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准,其中定明山—运河市级风景名胜区范围内执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的一级标准。

d) 声环境执行标准

根据《重庆市潼南区人民政府办公室关于印发重庆市潼南区声环境功能区划分方案的通知》(潼南府办发[2018]107号)等规定,枢纽工程所在潼南区双江镇的镇区主要为居住、商业或商业、居住、工业混杂区,执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类声环境功能区标准;枢纽施工区附近的寇家坝、水竹湾等村庄执行乡村声环境功能区标准(1类标准)。

e) 土壤环境执行标准

工程区内建设用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准,其他土地土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中筛选值标准。

表 1.3.1-2 环境质量标准一览表

项 目	环境质量标准	主要控制指标/标准值
地 表 水	GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准	pH6~9、DO≥5mg/L、COD _{Cr} ≤20mg/L、BOD ₅ ≤4mg/L、TP≤0.2mg/L(湖库 0.05)、NH ₃ -N≤1.0mg/L、石油类≤0.05mg/L
	GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅳ类标准	pH6~9、DO≥3mg/L、COD _{Cr} ≤30mg/L、BOD ₅ ≤6mg/L、TP≤0.3mg/L(湖库 0.1)、NH ₃ -N≤1.5mg/L、石油类≤0.1mg/L
地 下 水	GB/T14848-2017《地下水质量标准》Ⅲ类标准	pH6.5~8.5、耗氧量≤3.0mg/L、总硬度≤450mg/L、溶解性总固体≤1000mg/L、氨氮≤0.5mg/L、铁≤0.3mg/L
环境空气	GB3095-2012《环境空气质量标准》及其修改单二级标准(日均值)	SO ₂ ≤0.15mg/m ³ 、NO ₂ ≤0.08mg/m ³ 、TSP≤0.3mg/m ³ 、PM ₁₀ ≤0.15mg/m ³
	GB3095-2012《环境空气质量标准》及其修改单一级标准(日均值)	SO ₂ ≤0.05mg/m ³ 、NO ₂ ≤0.08mg/m ³ 、TSP≤0.12mg/m ³ 、PM ₁₀ ≤0.05mg/m ³
声环境	GB3096-2008《声环境质量标准》2类标准	昼间≤60dB，夜间≤50dB
	GB3096-2008《声环境质量标准》1类标准	昼间≤55dB，夜间≤45dB
土壤环境	GB15618-2018《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》筛选值	6.5<pH≤7.5: 镉≤0.3mg/kg、汞≤2.4mg/kg、砷≤30mg/kg、铜≤100mg/kg、铅≤120mg/kg、铬≤200mg/kg、镍≤100mg/kg、锌≤250 mg/kg pH>7.5: 镉≤0.6mg/kg、汞≤3.4mg/kg、砷≤25mg/kg、铜≤100mg/kg、铅≤170mg/kg、铬≤250mg/kg、镍≤190mg/kg、锌≤300mg/kg
	GB36600-2018《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》筛选值	第二类用地: 镉≤20mg/kg、汞≤8mg/kg、砷≤20mg/kg、铜≤2000mg/kg、铅≤400mg/kg、铬≤3.0mg/kg、镍≤150mg/kg

1.3.2 污染物排放标准

a) 水环境

枢纽工程施工期砂石加工系统废水和混凝土系统废水回用标准参考《水工混凝土施工规范》(DL/T5114-2001)执行，禁止排放；施工生活污水尽可能回用，回用标准执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)，无法回用需排放的废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 中一级排放标准。

b) 环境空气

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)表 1 中的无组织排放监控点浓度限值。

c) 声环境

施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)。

d) 固体废弃物

施工期一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) (2013 修改版), 生活垃圾执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008), 危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其2013年修改单。

表 1.3.2 环境影响评价标准一览表

污染物	污染物排放标准	指标/标准值			
		指 标	道路 清扫	绿化	车辆 冲洗
施工废 污水	GB/T18920-2002《城市污水再生利用城市杂用水水质》	pH(无量纲)	6~9		
		浊度(≤)	10	10	5
		BOD ₅ (≤mg/L)	15	20	10
		NH ₃ -N(≤mg/L)	10	20	10
		总大肠菌群(≤个/L)	3		
		指 标	限值		
	GB8978-1996《污水综合排放标准》	pH(无量纲)	6~9		
		SS(≤mg/L)	70		
		BOD ₅ (≤mg/L)	20		
		COD(≤mg/L)	100		
		石油类(≤mg/L)	5		
		氨氮(≤mg/L)	15		
		粪大肠菌群数(≤个/L)	100		
	废气	DB50/418-2016《大气污染物综合排放标准》表 1 无组织排放监控点浓度限值	SO ₂ (≤mg/m ³)	0.4	
NO ₂ (≤mg/m ³)			0.12		
TSP(≤mg/m ³)			1.0		
噪声	GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》	昼间 70dB; 夜间 55dB(禁止打桩)			
	GB12348-2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》	昼间 55dB; 夜间 45dB			

1.4 评价工作等级

根据相关技术导则中关于评价等级的判别依据, 结合工程环境影响源、影响因子及当地的环境功能要求, 确定本工程地表水影响评价工作等级为二级, 地下水评价等级为三级, 生态环境评价等级为一级, 环境空气评价等级为二级, 声环境评价等级为二级, 土壤环境评价等级为二级。

1.4.1 地表水环境

本工程施工期将会产生一定量的废污水，主要为施工生产废水和施工人员生活污水；运行期水库蓄水运行后，主要对河道水文情势产生一定影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，施工期参照水污染型建设项目等级判定依据进行评价，运行期按照水文要素影响型建设项目进行评价。

施工期生产废水主要来自混凝土拌和系统冲洗、机械修配系统冲洗和基坑排水等，生活污水主要来自施工人员日常生活。枢纽工程施工废污水按要求经收集处理后尽量回用，不能回用部分达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准排放。经估算，施工高峰期生产废(污)水排放量大于 $200\text{m}^3/\text{d}$ 但小于 $20000\text{m}^3/\text{d}$ ，水污染物当量数 W 小于 6000，废水中主要污染物为 pH、SS，废水水质复杂程度为简单。因此，施工期地表水评价等级参照水污染影响型建设项目三级 A 进行评价。

水库运行期主要为水文要素的影响。双江航电枢纽为河道型日调节水库，正常蓄水位下库容为 4868 万 m^3 ，多年平均入库流量下库水更新时间为 1.27d，周期较短。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)水文要素影响型建设项目评价等级确定标准， $\alpha=86.62$ ，大于 20； $\beta=0.36\%$ ，小于 2。但因本工程下游分布有潼南区重庆涪江国家湿地公园，综合考虑工程施工期和运行期对库区及下游河道水文情势和水质的影响，确定运行期地表水环境影响评价等级为二级。

1.4.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 中地下水环境影响评价行业分类表，“航电枢纽工程”属于地下水环境影响评价的IV类建设项目，可不开展地下水环境影响评价工作。考虑到工程评价范围内仍有少量的地下水取水用户，结合工程特性，本次地下水环境影响评价等级为三级。

1.4.3 生态环境

本工程占地总面积 5.05km^2 (含水域)，小于 20km^2 大于 2km^2 。工程评价范围分布有定明山—运河市级风景名胜区和潼南涪江国家湿地公园等重要生态敏感区，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)中的生态影响评价工作等级划分，本项目生态环境影响评价等级为二级。但本工程属航电枢纽类项目，拦河闸坝的建设将导致评价区涪江江段水文情势明显改变，因此，应上调一级评价等级，本工程确定生态环境影响评价等级为一级。

1.4.4 环境空气

工程大气环境影响源主要是施工期的爆破开挖、施工机械运作和交通车辆的行驶等，工程施工产生的大气污染物主要是粉尘和飘尘，且多为临时性的无组织排放，影响主要集中在枢纽施工区范围内及运输道路两侧，且规模较小、时间短；运行期无污染物排放。采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算项目污染源的最大环境影响，按评价工作分级判据进行分级。经计算，项目施工期 TSP 排放最大源强为 10.2kg/h，预测污染源为矩形面源，工程区为农村地区，环境空气二类功能区，TSP 标准值为 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，预测最大 P_{max} 为 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 6.0%，大于 1%小于 10%，根据导则有关评价等级判断标准，确定本工程大气环境影响评价等级为二级。

1.4.5 声环境

本工程施工期噪声源主要来自于爆破开挖、施工机械和交通车辆的运行等，且工程结束后影响随即消失。工程区附近的村庄声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。工程建设前后噪声级增加量很小(噪声级加高量在 3dB(A)以下)，受影响人口数量增加很少。依据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中评价工作级别划分标准，确定本工程声环境影响评价等级为二级。

1.4.6 土壤环境

评价等级：根据本工程环境影响特征，工程属于生态影响型建设项目；根据行业类别、库容，库容大于 1 亿 m^3 的水库属于 I 类建设项目。库区土壤 pH 监测结果小于 5.5 大于 8.5， $2\text{g}/\text{kg} < \text{土壤含盐量} \leq 4\text{g}/\text{kg}$ ，建设项目所在地土壤环境敏感程度为“较敏感”。结合《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)生态影响型评价工作等级划分表，本工程土壤环境影响评价工作等级为二级。

1.5 评价范围

1.5.1 地表水环境

枢纽工程评价范围为：涪江双江航电枢纽库尾以上三星航电枢纽梯级坝下至下游潼南航电枢纽梯级坝前之间的涪江，河段长约 42.7km，兼顾区间的主要支流坛罐窑河、玉溪河、姬山河以及汉江(人工运河)等。

1.5.2 地下水环境

双江航电枢纽工程区及库区两侧第一山脊线以内的陆域范围。

1.5.3 生态环境

陆生生态评价范围为三星航电枢纽梯级电站坝下至潼南航电枢纽梯级电站坝前之间的涪江两岸一级分水岭以内的陆域范围，以及移民安置区范围，总面积约 63.6km²。陆生生态重点调查区域为施工布置区、水库淹没区、移民安置区等。陆生生态调查范围

水生生态环境调查范围为涪江双江航电枢纽库尾以上三星航电枢纽梯级电站坝下至下游潼南航电枢纽梯级电站坝前之间的涪江，河段长约 42.7km，兼顾区间的主要支流坛罐窑河、玉溪河、姬山河以及汉江(人工运河)等。

1.5.4 环境空气

枢纽工程评价范围以施工区为中心点，上下左右 2.5km 的范围；运输道路为两侧 200m 范围；料场为其边界以外 300m 范围。

1.5.5 声环境

枢纽工程评价范围为各施工工区边界以外 300m 范围；施工运输道路两侧 200m 范围；料场为其边界以外 300m 范围。

1.5.6 土壤环境

工程水库淹没区、施工占地区和移民安置区等工程占地范围，各区域外扩 2km 范围。

1.6 环境保护目标

1.6.1 环境敏感对象

评价范围内主要环境敏感对象包括工程所在的涪江、汉江(人工运河)、定明山—运河市级风景名胜区、重庆涪江国家湿地公园、珍稀保护动植物、鱼类、水厂取水口、饮用水源保护区、生态保护红线等，详见表 1.6.1-1。本项目在四川境内无工程布置，仅水库淹没部分土地，四川境内不涉及重要的环境敏感保护目标。

表 1.6.1-1 环境敏感保护目标一览表

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
地表水环境	涪江	双江航电枢纽坝址处多年平均流量 441m ³ /s, 现状水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求	坝址位于涪江干流潼南区双江镇江段	施工扰动、施工废水污水事故排放; 运行期江段水情势改变	维持水体水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求
		多年平均流量(引水流量)275m ³ /s, 河长 15.2km, 现状水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求	河段起点(引水闸)位于双江航电枢纽库区	施工扰动; 运行期引水流量减少	维持水体水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求; 维护汉江沿岸用水需求
	水厂取水口	梓潼水厂(2 万 t/d)和城北水厂(10 万 t/d), 共用 1 座取水泵站	取水泵站位于汉江(人工运河)左岸, 废弃的大岩洞电站上游	运行期汉江内流量减少、水位下降、水环境容量下降	维护取水口水质、水量需求, 保证取水安全; 白云村水厂取水口在双江航电枢纽工程施工期间不启用, 并尽快搬迁取水口
		双江自来水厂(0.5 万 t/d)	取水泵站位于双江枢纽坝址下游 3.6km 的涪江右岸	施工废水污水事故排放; 运行期江段水情势改变	
地下水环境	分散式、集中式地下水源地	玉溪镇拦马山水厂(0.2 万 t/d)、青石水厂(0.04 万 t/d); 双江镇安兴水厂(0.02 万 t/d)、白云村水厂(0.04 万 t/d); 米心镇岳家村水厂(0.03 万 t/d)	取水口均位于双江航电枢纽库区内; 其中白云村水厂取水口位于寇家坝砂砾石料场和砂石、混凝土加工系统下游约 300m 的涪江右岸, 现状未取水	水库淹没; 运行期江段水情势改变; 白云村水厂取水口若启用, 将受到寇家坝料场开采、砂石、混凝土系统废水事故排放影响	维持水体水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求; 寇家坝砂砾石料场开采控制好粉尘排放, 寇家坝砂石、混凝土加工系统废水禁止排放; 加强生态保护和生态修复; 尽快调整饮用水源保护区
		渝西水资源配置工程拟新建的双江泵站(21 万 t/d)和桂林泵站(3.5 万 t/d)	均位于双江航电枢纽库区内, 闸坝上游 1.1km 左右的左、右岸	水库水质变化	
	饮用水源保护区	潼南区自来水水厂饮用水源保护区, 为城市级	位于汉江(人工运河)沿岸	运行期汉江内流量减少、水位下降	运行期江段水情势改变; 白云村水厂饮用水源保护区水质可能受到施工影响
		玉溪镇拦马山水厂饮用水源保护区、米心自来水水厂饮用水源保护区、双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区, 均为镇级	位于双江航电枢纽库区内; 其中寇家坝砂砾石料场和砂石、混凝土加工系统等施工布置涉及白云水厂饮用水源保护区陆域范围	水库淹没; 运行期江段水情势改变; 白云村水厂饮用水源保护区水质可能受到施工影响	
地下水环境	分散式、集中式地下水源地	桂林街道、玉溪镇、米心镇、双江镇等库周居民点内的地下水井	施工区、水库淹没区	施工期和运行期对影响区域地下水水质和水位产生影响	维持地下水水质满足(GB/T 14848-2017)III类标准; 不因工程建设运行产生水文地质问题, 不因地下水水位变化影响居民用水

表 1.6.1-1(续)

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
生态环境	国家重点保护野生植物	国家II级；野大豆：3m ² ，野菱：1m ²	野大豆分布原小舟村渣场(环评阶段取消)，野菱分布于三星航电枢纽坝下	野大豆不受工程直接影响；双江水库蓄水对野菱产生直接影响	对野菱采集后迁地保护
	重点保护野生动物	国家II级重点保护野生动物 6种；重庆市重点保护野生动物 17种	评价区内	施工占用生境，施工行为驱离	加强保护宣传，严禁捕猎；加强救助工作
	定明山—运河市级风景名胜	市级，总面积 3164hm ²	闸坝的一部分、坝下左施工布置区等位于风景名胜区内	占地开挖、建设扰动地表，造成水土流失	采取生态保护措施，保护植被、减小植被破坏并及时复垦，减少水土流失
	潼南区涪江国家湿地公园	国家级，总面积 1450hm ²	湿地公园位于双江枢纽下游河道区域，距离双江枢纽坝址约为 13km	废污水事故排放影响	做好应急措施，杜绝事故排放
	重点保护鱼类	国家重点保护鱼类胭脂鱼 1种；地方保护鱼类岩原鲤和长薄鳅、鲮等 3种	工程所在涪江干支流	施工扰动水体；运行期水文情势改变；闸坝阻隔	保护鱼类资源量，不因大坝阻隔和水库淹没影响而明显下降
	产粘草基质鱼类产卵场	5 处成规模的产卵场，产卵场长度在 200m 左右	高家河埡、绣台子、金毛滩、抬梁沱等 4 处分布于双江库区，其中高家河埡位于遂宁市和重庆市潼南区界上；洗布塘产卵场分布于坝下	水库蓄水水位上升；运行期江段水文情势改变	维护产卵场规模，保证产卵场水动力条件满足鱼类产卵要求
	产粘砾石基质鱼类产卵场	7 处成规模的产卵场，产卵场长度在 300m~400m 左右	菜棒子、毛鞍子、白杨滩、响水滩、猪槽石滩、坛灌窑等 6 处分布于双江库区，其中菜棒子、毛鞍子、白杨滩位于遂宁市和重庆市潼南区界上；黄角塘产卵场分布于坝下	水库蓄水水位上升；运行期江段水文情势改变	维护产卵场规模，保证产卵场水动力条件满足鱼类产卵要求
	鱼类素饵场	5 处相对重要的鱼类素饵场	上和、三块石素饵场位于双江坝下涪江江段，库区内金毛滩、猪槽石滩、高家河埡也是素饵场所	水库蓄水水位上升；运行期江段水文情势改变	维护素饵场和越冬场的结构和功能
	鱼类越冬场	1 处主要的鱼类越冬场	潼南枢纽坝址至莲花大桥涪江江段	运行期江段水文情势改变	

表 1.6.1-1(续)

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
生态环境	生态保护红线	工程永久征地占用重庆市现行生态保护红线面积 35.78hm ² , 占用红线类型为渝西丘陵地带水土保持生态保护红线	枢纽建筑物占地、水库淹没涉及现行生态保护红线; 工程选址不可避让占用现行生态保护红线; 工程不涉及评估调整后的潼南区生态保护红线	施工扰动, 植被破坏; 土地占用	减少和控制现行生态保护红线内的用地面积; 临时用地避免占用生态保护红线, 必需占用的应及时进行生态修复
大气及声环境	两岸施工区 300m 范围内的居民点	右岸柳档居民点, 约 8 户; 左岸联三村居民点, 约 36 户; 右岸回头湾居民点, 约 7 户; 右岸寇家坝居民点, 约 21 户; 右岸水竹湾居民点, 约 39 户	柳档湾位于右岸施工区西南侧; 联三村位于左岸施工区东、东北侧; 回头湾位于施工进场道路西侧; 寇家坝、水竹湾位于寇家坝料场西侧	施工活动造成区域环境空气和声环境质量下降	环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准; 声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准
社会环境	移民	规划水平年生产安置人口 845 人, 搬迁安置人口 7 户 29 人	库区、枢纽占地区	安置活动对安置点区域生态环境造成影响	合理规划生产安置、搬迁安置; 采取移民安置环保措施
	文物古迹	枣子坡墓群、曾家河坎墓地、牌坊坡墓群、袁家河口墓地、土地龛造像等 5 处	建设征地区域内	施工开挖影响文物古墓	施工前开展考古发掘和留取资料

1.6.2 环境保护目标

1.6.2.1 地表水环境

双江航电枢纽库区及坝址下游河段水环境保护目标为保持河段现状水质标准,不因本工程建设降低;维护好工程区上下游城镇水厂取水口的取水水质、水量要求;施工期对施工废水及生活污水进行必要的处理,达标排放;运行期维护好汉江(人工运河)内取水水质水量要求。

1.6.2.2 地下水环境

防止工程区附近的地下水位受到影响,将库区周围地下水位受库水位变幅影响控制在可接受范围内,避免因地下水位变化出现地陷、地裂等环境水文地质问题。保障河流与两岸地下水的补充,防止库区周边地区的土壤次生沼泽化。

1.6.2.3 生态环境

保护区域陆生生态系统完整性,尽量减少移民安置区、施工区、新建施工运输道路、取料场布置等对植被的破坏,对破坏了的植被尽快进行恢复,采取措施补偿或减轻施工及工程运行期间对库区和坝下水生生态环境的影响。采取有效的保护措施减小工程对涪江鱼类资源所产生的影响。

1.6.2.4 大气及声环境

在工程建设过程中,采取切实可行的环保措施,尽量减少工程施工和材料运输对工程区周边以及运输道路沿线居民区的影响,使大气及声环境达到评价标准。

1.6.2.5 土壤环境

施工期和运行期工程区土壤盐分含量、pH 基本维持现状,不因工程建设运行产生土壤环境问题。

1.6.2.6 社会环境

保护移民安置区生态环境,保障拆迁居民的生产条件、生活环境和生活质量,以不降低移民生活水平为目标,生活、居住条件较搬迁前有所改善;保护和合理利用土地资源,对于受影响的耕地,尽可能采取恢复和防护措施,减小水库蓄水后的淹没、浸没影响及移民安置区对土地资源的影响。

保护施工区、水库淹没区和移民安置区的景观和文物,防止景观和文物的破坏或影响,以满足项目区域可持续发展的要求。

加强工程施工和移民搬迁安置的环境卫生管理,控制和消除与工程施工和水库蓄

水有关的传染病媒介生物的疫源地，防止各类传染病的流行。施工区、移民安置区地方病、传染病发病率控制在现状水平以下。

1.7 评价水平年

a) 现状评价水平年

水环境现状评价采用 2020 年河流水质监测资料；生态环境现状评价以 2018 年的遥感解译和 2019 年现场实地调查为背景值；社会经济现状评价水平年为 2019 年。

b) 预测水平年

工程施工期：评价时段为工程施工全过程。预测水平年为施工高峰年。

工程运行期：评价时段至工程运行并发挥全部效益后，设计水平年 2030 年。

1.8 评价程序

按照环境影响评价技术导则，本工程环境影响评价工作程序见图 1.8。

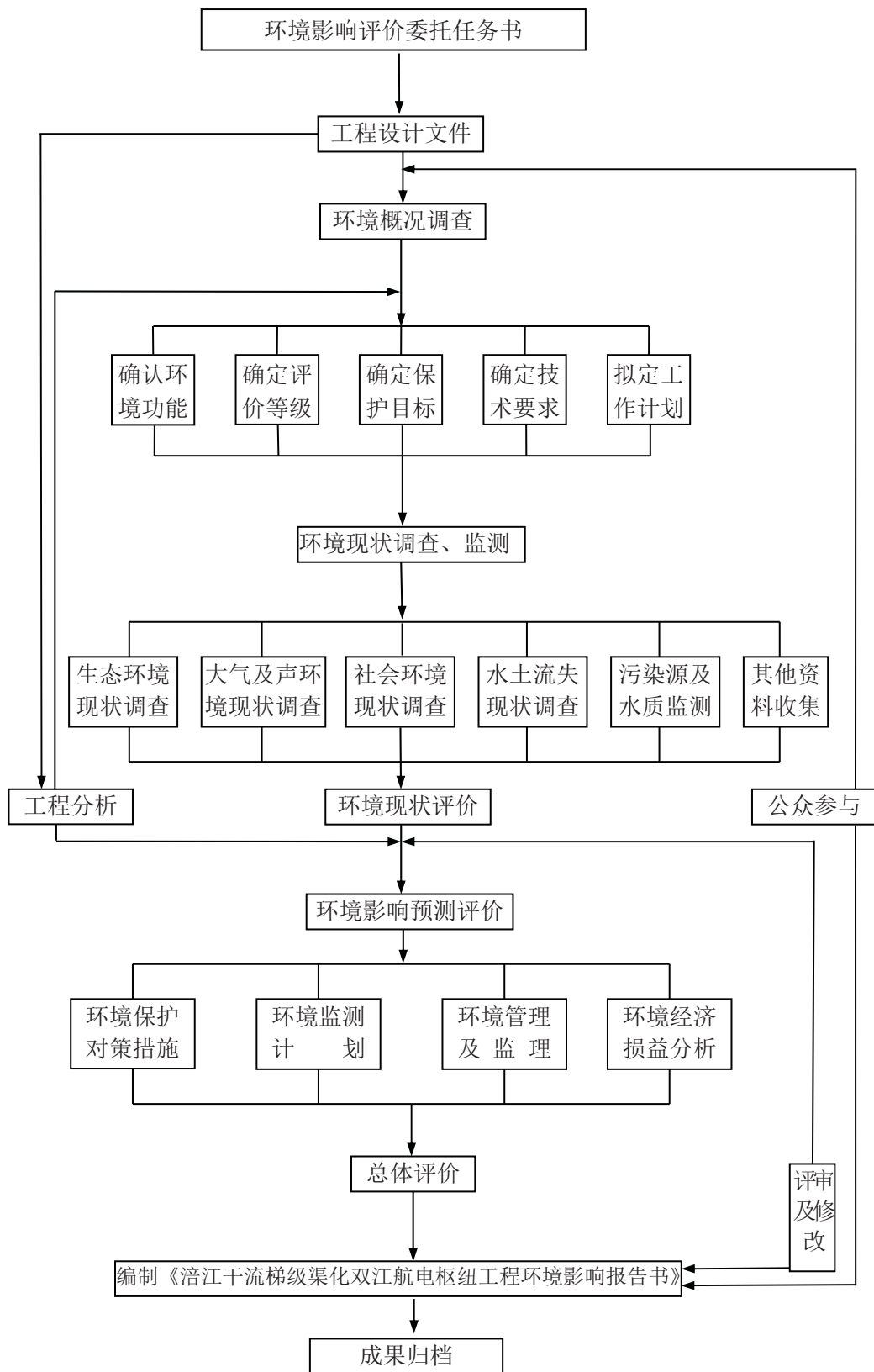


图 1.8 环境影响评价工作程序

2 工程概况

2.1 流域概况

2.1.1 流域水系分布

涪江发源于岷山东麓三舍驿的红星岩，自西北向东南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。干流流域面积 36400km²，河长 670km，平均坡降 1.4‰。流域水系发育，支流众多，呈树枝状。较大的支流有 8 条，分布于流域的中、下游：在江油太白祠汇入的有平通河；在治城有通口河汇入；在绵阳有安昌河入汇；在三台有凯江入汇；在射洪上游王爷庙有梓潼江入汇；射洪下游有郪江入汇；在遂宁下游有安居河入汇；在合川上游 3km 处有小安溪河入汇。

流域形状呈西北东南向的狭长条形，地势西北高，东南低。从与涪江的分水岭雪宝顶海拔高程 5588m 起至汇合处海拔约 200m 左右，相对高差超过 5000m。地貌可分为两部份：即山区和丘陵平坝区。涪江干流在江油武都镇以上为山区，属涪江上游，主要由岷山山脉和龙门山脉组成，海拔高程在 1000m~3500m 之间，北川、平武一带少数高山的高程在 3500m 以上。上游山地地质构造复杂，地层多有断裂，其中龙门山断裂带是地震活动频繁区域。干流穿行于崇山峻岭之间，河谷狭窄，河道弯曲，山高坡陡，谷深水急，多险滩，落差较大，河道比降在 6‰以上，河床组成以卵石为主，河谷呈“V”型。上游森林密布，植被良好，农垦面积较小，地表冲刷甚微。但因山高坡陡，岩石破碎，沿河有大量坡积物，故常有泥沙、乱石塌入河中，成为涪江悬移质和推移质的主要来源。

涪江在江油至遂宁段属中游，遂宁以下为下游。涪江中、下游地区除少数平坝外主要为丘陵区及浅丘区，海拔高程在 300m~700m 之间，相对高差为 100m~200m，河道宽度一般约 500m~600m，河道坡降向下游逐渐减小，一般为 0.6‰~1.4‰。两岸多为不对称的宽浅式河床，沿程滩潭相间，支壕众多，台地发育，农耕发达，植被较差，水土流失比较严重。

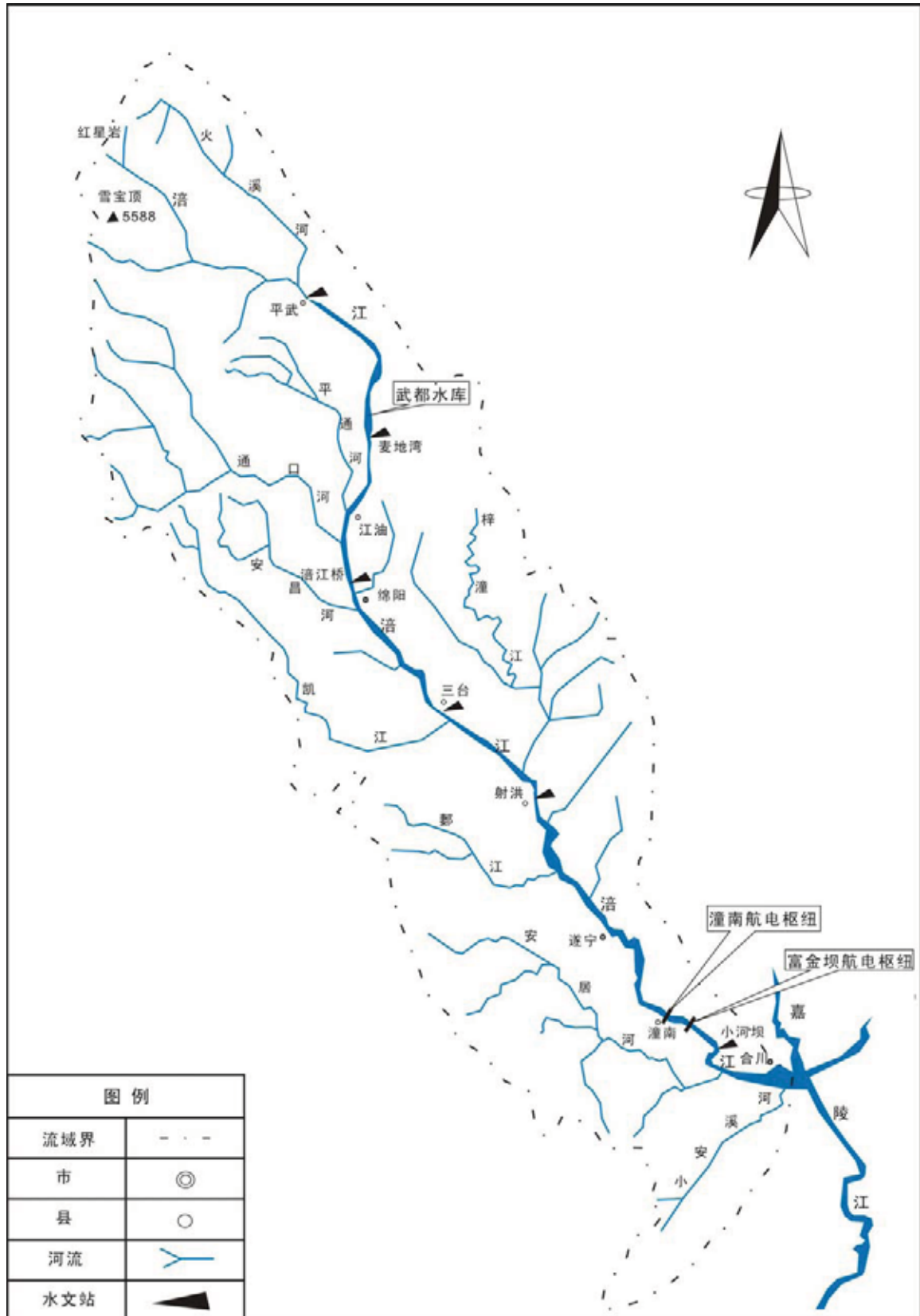


图 2.1.1-1 涪江流域水系图

2.1.2 涪江流域规划概况

2.1.2.1 前期规划情况

a) 涪江上游(江油武都镇以上)规划

在加快自然保护区建设和保护生态环境的同时,利用上游干支流水源丰沛,河流落差大,水力资源丰富、兴建梯级电站,把开发电能和调节洪枯径流有机地结合起来。规划的骨干水库有:涪江干流上规划武都水库、铁笼堡水库;支流平通河上的桂溪水库,通口河上的漩坪水库。以上水库建成后,基本上可控制主要暴雨区洪水,大大减轻中、下游洪水威胁。同时,还可满足中下游的综合用水要求。

据四川省水利水电设计院完成的《涪江上游干流水电规划报告》,黄龙寺至铁笼堡河段,初步拟定七级引水式开发,利用落差 1700m,装机容量共 367MW。

铁笼堡至武都灯龙桥河段,天然落差 315m,规划“一库七级”开发,即铁笼堡水库电站(220MW)、北山(24MW)、古城(100MW)、高坪铺(72MW)、小坪子(78MW)、南坝(22MW)、宝灵寺(30MW)共装机 530MW,年发电量 26.37 亿 kW·h。

b) 中下游梯级规划

中、下游丘陵平坝区,由于降水的年内分配不均,干旱、洪涝等灾害频繁。干流沿江两岸城镇较多,耕地集中,工业及生活废水排放量大,导致枯水期水质污染严重,水环境恶化,综合用水矛盾十分突出。因此,开发任务是灌溉、防洪、城镇供水、发电、水环境保护、航运等。

干流中下游从武都至四川省界处,拟定 27 个梯级,共装机 896.3MW,年发电量 45 亿 kW·h。其中武都至绵阳三江河段,规划 13 个梯级,即武都、石龙咀、禅林寺、邢家庙、娘娘庙、北河渡、斑竹园、剥牛滩、龙凤场、石马、红岩、开元、三江等。其中武都水库是中下游河段的大型控制性水利枢纽。

三江至四川省界规划十四个梯级电站,依次为丰谷、永安、冬瓜山、吴家渡、明台、文峰,遂宁市境内金华、螺丝池、打鼓滩、柳树、吴家街、唐家渡、过军渡、白禅寺(三星)等梯级。

涪江干流(重庆市境内)共规划了双江、大佛场、富金坝、安居和涪沱 5 个梯级,梯级开发任务均以发电和航运为主,目前富金坝、安居和涪沱梯级均已建成。

c) 流域水利工程建设情况

武都引水工程是涪江流域综合利用规划选择的第一期开发工程之一,第一期工程

于 1958 年开工建设，期间由于多方面原因两次缓建，1988 年 9 月工程复工，于 2000 年基本建成。第二期工程中的武都水库，于 2005 年 11 月 1 日正式开工，2010 年 12 月 29 日正式下闸蓄水。

武都水库坝址位于江油市武都镇境内涪江干流上游摸银洞河段，是一座以防洪、灌溉为主，结合发电，兼有供水等综合效益的工程。坝址集水面积 5807km²，水库总库容 5.94 亿 m³，正常蓄水位 658m，死水位 624m，采用混凝土重力坝，最大坝高 119.1m，调节库容 3.55 亿 m³，具有不完全年调节性能，防洪库容 2.047 亿 m³，装机 15.0 万 kW。武都水库工程由大坝、泄水系统、引水系统及电站厂房等几大部分组成。大坝为碾压混凝土重力坝，坝顶高程 661.14m，最大坝高 119.14m，坝顶宽 10m，长 727m。武都水库工程于 2002 年 9 月由长江水资源保护科学研究所编制完成《四川武都引水二期工程武都水库工程环境影响复核报告书》，并通过原国家环保总局的审批。根据报告书对水库蓄水运行后涪江径流年内重新分配情况的描述，“水库调度原则确定 7~11 月为蓄水期，12~5 月为供水期。汛期为保证防洪需求，只能蓄至汛限水位，11 月底前蓄满；供水期首先满足武都灌区引水，多余部分主要用于提高枯水期干流流量，增加电站保证出力。”武都水库建成后，主要是利用丰水期水库蓄水增加枯期灌区引水的保证率，不会对水库下游涪江干流原有的用水需求造成影响。

在涪江中游，射洪县右岸有前锋渠 1973 年引水。此外，涪江干流上还有已建成并位于本工程上游的文峰电站及螺丝池电站、金华电站、白禅寺电站、三块石电站等以及下游富金坝电站、安居电站、渭沱电站等，这些工程都是径流式电站，对涪江干流天然径流分配影响很小。

三星水电站(白禅寺梯级)位于四川省遂宁市三新乡境内，于 2001 年 8 月竣工并开始正式发电。电站开发任务以发电和航运为主，正常蓄水位 262.5m，总装机容量 4.8 万 kW(3 台)，多年平均年发电量 2.26 亿 kW·h，装机年利用小时数 4708h，拦河坝预留有过船建筑物位置。电站发电尾水底板高程 245.4m，正常发电尾水位 251m。

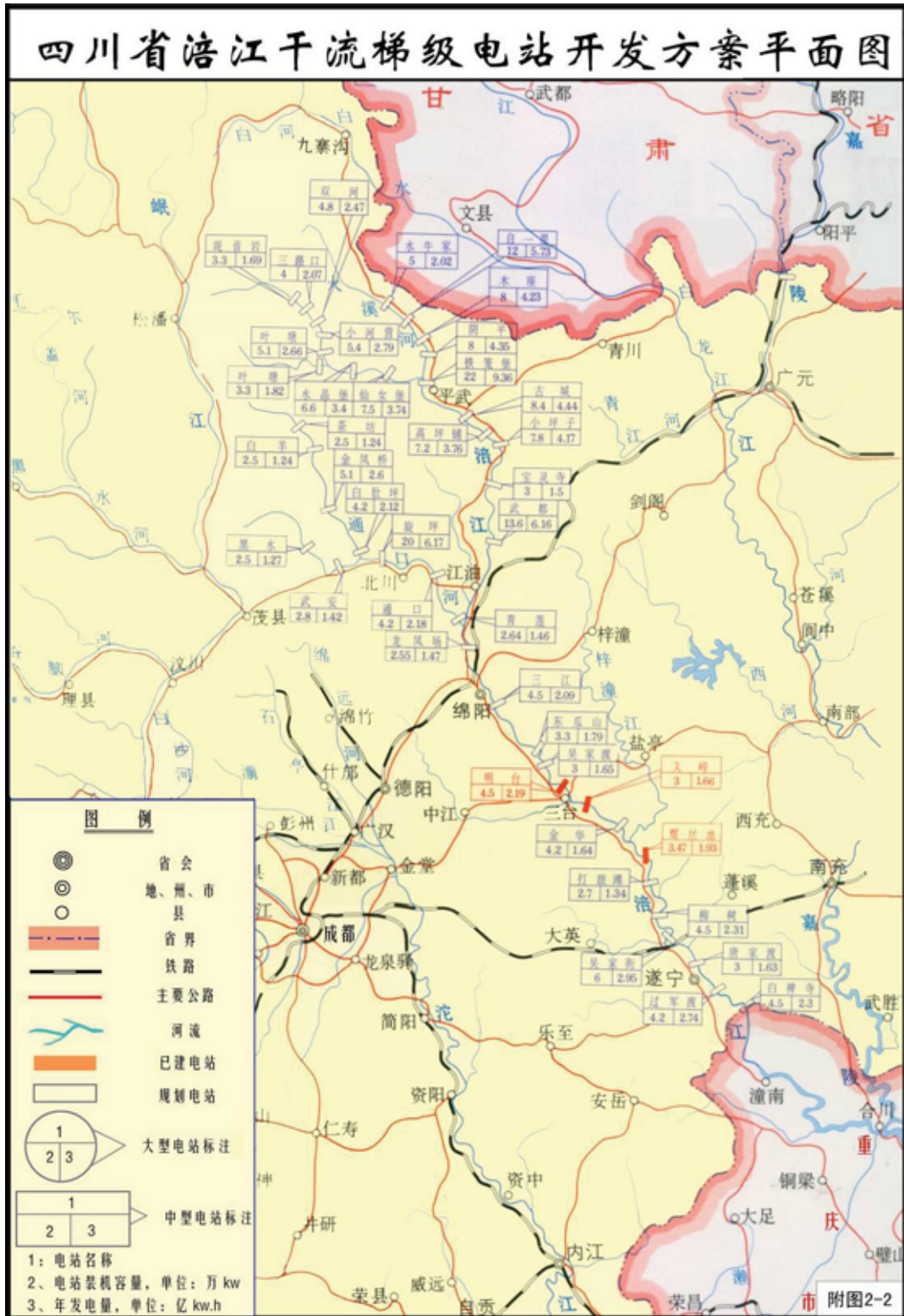


图 2.1.2-1 四川省涪江干流梯级电站开发方案平面图

d) 航运发展重点

航运发展的重点是绵阳市以下河段，以建设V级航道为主，以及水陆联运点的港口现代化建设。规划推荐的涪江干流梯级规划方案成果见表 2.1.2-1。

表 2.1.2-1 涪江干流推荐梯级开发方案主要技术经济指标

特征	电站	三块石电站	大岩洞电站	富金坝电站	安居电站	涪沱电站
地理位置	人工运河出口	潼南城区，大岩洞	位于合川区，距下游安居电站 16.7km	铜梁县安居镇境内，距下游涪沱电站 17km	合川区涪沱乡涪江干流青竹扁滩，距涪江、嘉陵江交汇处 23km	
梯级开发任务	发电为主，兼航运、交通、灌溉、生活饮用水、环境旅游等	发电	航运为主，航电结合，以电促航	发电为主，兼顾通航和灌溉	发电为主，兼顾通航和养殖综合利用	
项目组成	发电厂和莲花寺船闸	发电厂	拦河闸坝、发电厂和船闸	拦河闸坝、发电厂和船闸	拦河闸坝、发电厂和船闸	
装机数量和规模	14.4(2×3.2 MW +2×4.0 MW)	11.2(2×5.6MW)	60(3×20MW)	30(2×15MW)	30(2×15MW)	
正常蓄水位/蓄水库容	243.15m	243.40m	229m/6550 万 m ³	216m	206m/2640 万 m ³	
正常尾水位	222.86m	231.45m	216m	206.5m	196.96m	
设计发电水头	12.75m	11.75m	10m	8m	8.5m	
设计引用流量	153m ³ /s	116m ³ /s	674m ³ /s	2×225.8m ³ /s	2×200m ³ /s	
多年平均发电量	0.9997 亿 kw·h	0.395 亿 kw·h	2.4833 亿 kw·h	1.78 亿 kw·h	1.63 亿 kw·h	
装机年利用小时数	6942h	3527h	4139h	5673h	5434h	
投入运行时间	1979 年	1995 年	2003.11 开工，2006.8 投入运行	1987.12 开工，1992.6.30 投运	1988.11 开工，1993 年投运	
运行方式	引水式电站	引水式电站	日调节，河床式电站	日调节，河床式电站	日调节，河床式电站	
主要环境问题	人工运河引水造成涪江干流 17.35km 减水段；水生生物多样性造成鱼类资源种类减少	人工运河引水造成涪江干流 17.35km 减水段；水生生物多样性造成鱼类资源种类减少	水生生物多样性造成鱼类资源种类减少	水生生物多样性造成鱼类资源种类减少	水生生物多样性造成鱼类资源种类减少	水生生物多样性造成鱼类资源种类减少
环评情况	未编制环评	未编制环评	已编制环评	已编制环评	已编制环评	
环评验收情况	未进行验收	未进行验收	通过竣工验收	通过竣工验收	通过竣工验收	

2.1.2.2 涪江干流潼南段梯级规划调整

1994 年四川省水利院完成的《涪江流域水资源开发总体规划报告》中对涪江干流河段(重庆市境内)规划了双江、大佛场、富金坝、安居和涪沱 5 个梯级,梯级开发任务均以发电和航运为主,其中富金坝、安居和涪沱梯级均已建成,规划的双江和大佛场两个梯级位于潼南境内。在规划的双江梯级坝址处建有三块石拦河坝和三块石电站引水口,下游已建成的三块石和大岩洞电站经由 15.3km 的人工运河从三块石拦河坝引水发电;规划的大佛场梯级坝址则位于大岩洞电站厂房附近河段。

该规划主要存在以下问题:①涪江干流潼南段水力资源蕴藏量 13.1 万 kW,目前已开发 2.56 万 kW,开发利用率只有 20%,该河段存在水力资源利用不充分的问题。②三块石和大岩洞引水式电站造成河道脱水减水严重。③富金坝梯级回水只到三块石电站尾水处,潼南区(区)老城区位于富金坝梯级回水库尾段,回水对河道的水景观要求无明显改善;原规划大佛场梯级位于大岩洞电站厂房附近,潼南区城区中上游河段,即使实施后对城区水景观无明显作用。④目前航运等级为 IV 级(80t 级),与《重庆市内河航运发展规划》规划的涪江干流渝境内的米心~鸭嘴 136km 河道 V 级航道(300t 级)不相符,尚未满足航运发展要求。

鉴于此,重庆市考虑对该河段进行梯级规划调整。受潼南区水务局的委托,中珠江规划勘测设计有限公司承担了涪江干流潼南段梯级规划调整的勘测设计工作,2012 年 7 月,提出了《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》。2012 年 12 月 20 日,重庆市发改委在重庆市主持召开《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》技术审查会议,根据审查意见形成最终规划文本。2013 年 3 月,重庆市发展和改革委员会以渝发改能[2013]333 号《重庆市发展和改革委员会关于涪江干流潼南段梯级规划调整的批复》对规划调整报告进行了批复。

以下摘录规划调整报告中的主要内容。

a) 调整规划范围

本次河段调整规划范围为重庆市潼南区境内的涪江干流河段,河段全长约 67km,区间集水面积 839km²,涪江干流三星水电站(白禅寺梯级)位于规划河段上游,富金坝梯级位于规划河段的下游。

b) 规划水平年

规划基准年为 2010 年,近期规划水平年为 2020 年,远期规划水平年为 2030 年。

c) 规划原则

涪江是一条具有多种功能的大河，流域自然及经济情况复杂，必须坚持因地制宜的原则，实行多目标、多用途全面开发与综合治理相结合，除害与兴利，开发与保护相结合，以避免开发治理中的片面性。同时，在开发治理中必须远近期结合，以近期为终点，在统一规划的基础上分期实施，避免工程实施方面的盲目性。

针对本河段内潼南地区经济社会发展对水资源综合利用的要求，通过河段梯级调整，解决河段内存在的主要问题和满足经济社会发展需求，同时促进地方经济的发展。

d) 规划目标和任务

针对本河段存在的主要问题，本次调整规划河段的开发任务为发电和河道生态修复，兼顾城市水景观和航运等。

此外，本河段供水要求主要为潼南区城镇(通过人工运河提水)，灌溉主要为潼南区蔬菜基地(通过人工运河引水)，另外人工运河还需保留适当的生态用水要求。这几部分用水要求共 $14\text{m}^3/\text{s}$ 左右。

本河段防洪对象主要为潼南区城区，城区的防洪措施主要为堤防工程。2012年6月《涪江潼南区城区河段防洪规划报告》已经对城区防洪进行规划，潼南区人民政府以潼南府[2012]146号下发了《关于<涪江潼南区城区河段防洪规划报告>的批复》，因此，本次调整规划河段不考虑防洪任务。

针对涪江潼南河段存在的主要问题，结合地区经济社会发展对水资源综合利用的要求，原规划的大佛场梯级处于潼南区城区中心景观带视线内，而在一定程度上产生负面影响，与构建山水园林城市的目标不太协调，已不符合潼南区城区发展要求。根据河段开发任务要求及河道条件，有必要将大佛场梯级位置调整到潼南区城区下游河段。通过在河段下游兴建潼南电航枢纽(原规划的大佛场梯级下移)，通过电航结合的方式，增加发电量的同时满足航运要求，另外蓄水美城，改善城市水景观，打造山水园林城市；通过新建双江梯级，废除三块石和大岩洞引水式电站，恢复涪江河流生态。

e) 涪江干流潼南段开发方案

涪江干流潼南段拟进行二级开发，与原《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中规划的梯级数量一致，本次规划将原规划的大佛场梯级和双江梯级调整为潼南梯级和双江梯级。

1) 潼南梯级

针对本河段存在的主要问题，结合潼南区经济社会发展需求及《潼南区城总体规划(2002-2020)》布局，将《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中规划建于大岩洞电站厂房附近的大佛场梯级位置移至城区下游，称为“潼南梯级”，按不同坝址、不同正常蓄水位方案进行方案比选。坝址下移后，可在兼顾发电和航运的同时，更好地蓄水美城，打造城市水景观。

2) 双江梯级

建设双江梯级，坝址位于原三块石拦河坝附近，与原《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中规划的梯级位置基本一致。结合三块石电站现有开发情况，从充分利用水力资源和恢复原河道生态等任务出发，分别考虑以下两种方案：

(1) 保留三块石拦河坝

三块石拦河坝为浆砌石坝，坝基未全部坐落于基岩上，根据现状运行情况该坝已存在老化现象，若继续在此基础上加高则存在很大的安全隐患。另外若直接加高旧拦河坝，将直接影响溢流堰的泄流能力，根据现状地形旧坝址已无加长坝线提高泄流能力的空间，势必会使库区受淹没、浸没面积增大产生更多的赔偿，甚至会影响上个梯级(四川境内)电站的尾水，因此旧坝直接加高方案不可行。

保留三块石拦河坝，正常蓄水位不变，可考虑的方案为：在现有拦河坝的坝后增加一发电厂房，以利用汛期多余水量发电。

(2) 拆除三块石拦河坝

因现有的三块石拦河坝不能再加高，为了能抬高正常蓄水位，可考虑的方案为：拆除三块石拦河坝以后，在原拦河坝下游适当位置新建一座河床式梯级电站。

以上两种情况又分别考虑保留(更新改造)下游的三块石、大岩洞电站和废弃这两座电站两种情况。

3) 双江梯级和潼南梯级组合开发方案

规划阶段推荐方案为新建潼南梯级和双江梯级，正常蓄水位分别为+236.5m、+249m。拆除原有三块石拦河坝，建设双江梯级，在下游 500m 处新建拦河闸，新增双江电站厂房，废除三块石、大岩洞电站。

f) 梯级调度运行方案

规划方案的开发任务为以发电为主兼顾航运，修复涪江干流潼南区城段水生态系统，因此运行方式主要从发电调度、航运调度、库区淹没及大坝自身防洪安全调度等

方面进行拟定。

潼南梯级和双江梯级电站为径流式电站，不参与电网调峰运行，原则上按来多少水发多少电，超电站满发流量部分，作弃水处理；潼南梯级和双江梯级水库不承担防洪任务，对洪水无调节作用；根据规划方案，坝后水深满足航运要求，潼南梯级和双江梯级无需单独下放航运基流。

当上游来水小于或等于停机流量($2555\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6647\text{m}^3/\text{s}$)时，水库维持正常蓄水位运行；当上游来水大于停机流量时，电站停止发电，水库逐步将闸门打开至敞泄，此后按来多少泄多少。当来水流量回落至小于或等于停机流量时库水位逐步回蓄至正常蓄水位运行；当上游来水 $\leq 5500\text{m}^3/\text{s}$ 时，大坝正常通航；当上游来水大于 $5500\text{m}^3/\text{s}$ 时，停止通航。

g) 开发时序

考虑到潼南梯级在潼南区域蓄水美城和城市景观建设的重要性和紧迫性，以及其对潼南区域总体规划和经济社会发展的重要意义，潼南梯级综合效益显著，经济指标也较好，应予以先期建设，双江梯级后续建设。因而，在实施过程中，先行开发建设潼南梯级时，为使效益最大化，可暂时保留三块石和大岩洞电站，通过对其更新改造维持电站的正常运行，待双江梯级后期建成后，再对三块石和大岩洞电站作废弃处理。

在潼南梯级建成前，三块石和莲花寺船闸维持现状 80t 级通航；潼南梯级建成后，船闸按 300t 级建设，双江梯级建成前，三块石和莲花寺船闸也维持现状 80t 级通航；待双江梯级建成后，船闸按 300t 级建设，再废除三块石和莲花寺船闸。

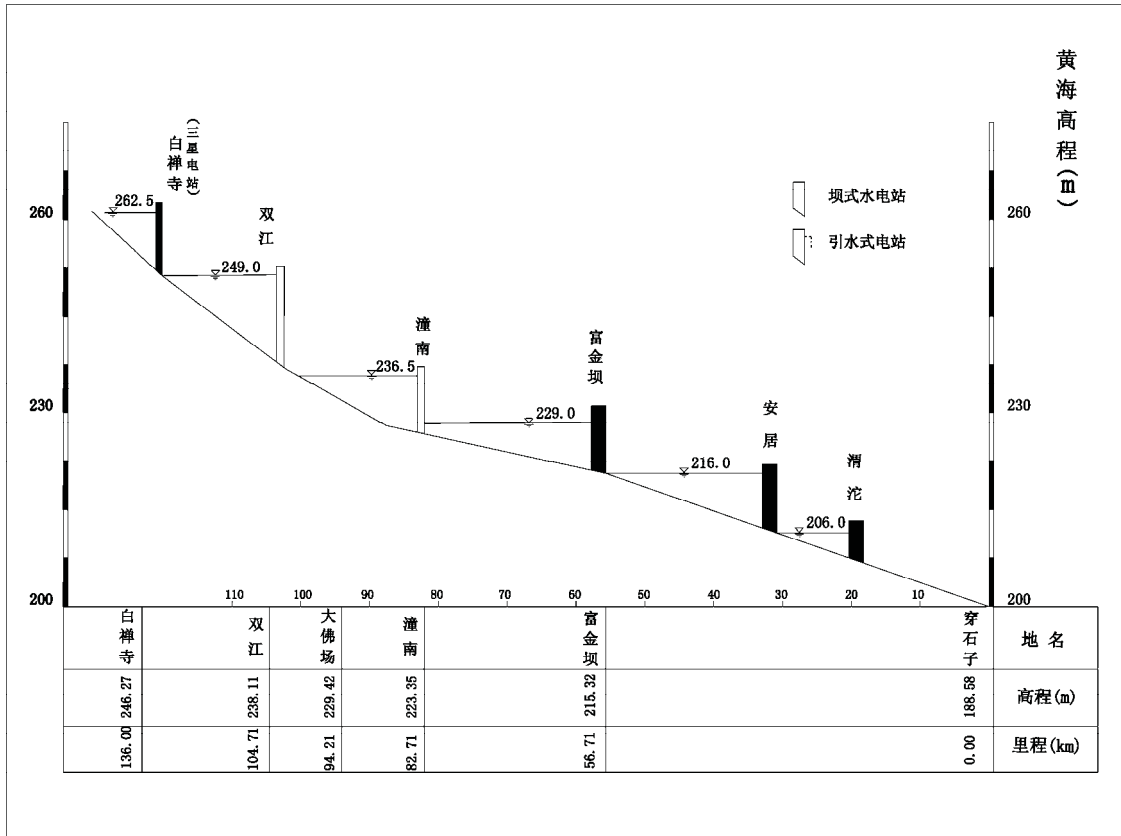


图 2.1.2-2 涪江干流(重庆市境内)梯级开发纵剖面示意图

2.1.2.3 涪江航道规划

a) 航道现状

涪江干流平武至合川段 552km 航道，现仍是实行分段管理养护，三星大坝以上属四川省遂宁市海事局养护管理，三星大坝至下麻柳沟(涪江潼南段)，由潼南航运管理所负责养护管理，下麻柳沟以下由重庆市港航局合川航道段负责养护管理。

涪江潼南段(三星大坝~下麻柳沟)66.6km 航道，流经别口、上和、梓潼、桂林、双江、安兴、玉溪和米心八个乡镇，海拔 200m~700m，沿江两岸多为漫滩及冲积台地，河床渐次开阔，枯水河面宽 100m~300m，地质多为砂卵石，落差约 40m，河道水面比降 0.49‰，河床稳定，水流集中，航道一般水深 0.8m、宽 30m、弯曲半径 200m，能通行 60t~100t 级船舶。

涪江营运船舶代表船型为：客船总长 26.25m，型宽 4.3m，吃水 0.56m；货船总长 23.1m，型宽 3.8m，吃水 0.75m。当前，潼南境内运输船舶以驳船和普通客船为主，船型标准率低且运量小，运力以个体和厂矿运输船舶为主。规划所在河段内已建有莲花寺船闸(三块石电站旁边)，通航船舶为 80t；下游已建有富金坝航电枢纽，库区航

道长约 29km，航道等级为V级，通航船舶为 300t；上游已建有三星电站(四川境内)，拦河坝预留有过船建筑物位置。

规划所在河段内已建有 3 座大桥，分别为金佛大桥，主跨度 120m，桥面高程 259m；莲花大桥，主跨度 190m，桥面高程 260m；涪江大桥(一桥)，主跨度 120m，桥面高程 256m。经复核后，各桥净空均满足V级航道的净空要求(8m)。

涪江潼南区境内码头共 8 处，均依河岸地形而建。

b) 航道规划

涪江是川北、川中和重庆市潼南、铜梁的一条重要水运通道。涪江干流重庆河段总长 136km，目前双江~莲花寺河段现状航道等级不足VI级(80t)，该段航道无法满足航运发展要求。下游已建有潼南航电枢纽，双江至潼南航道长约 32km，航道等级为 V 级，通航船舶为 300t，上游约 22km 处已建有三星电站(四川境内)，拦河坝预留有过船建筑物位置。

2002 年 12 月 18 日，重庆市人民政府批复《重庆市内河航运发展规划》(渝府[2002]232 号)，规划涪江干流三星大坝~合川鸭嘴 136km 河段为 V 级航道。

2009 年 9 月 15 日，重庆市人民政府批复《重庆市航道发展规划》(渝府[2009]147 号)，规划涪江干流三星大坝~合川鸭嘴 136km 为 V 级航道标准，通航 300t 级船舶。

2020 年，《国家综合立体交通网规划纲要(2021-2050 年)》中明确规划涪江干线已纳入全国内河国家高等级航道网，2035 年三江~合川 354km 发展目标为IV级航道，2050 年规划为III级航道。

因此，本阶段双江航电枢纽工程通航建筑物按IV级(500t 级)，河段航道标准为IV级进行设计。

2.1.2.4 涪江干流重庆段梯级建设情况

1994 年四川省水利水电勘察设计研究院完成的《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中提出涪江中下游河段开发任务应以灌溉、防洪为主，兼顾发电、航运、城镇供水、环境用水等综合利用要求，其中对涪江干流(重庆市境内)共规划了双江、大佛场、富金坝、安居和涪沱 5 个梯级，梯级开发任务均以发电和航运为主。后经调整，将原规划的大佛场梯级和双江梯级调整为潼南梯级和双江梯级。目前潼南、富金坝、安居和涪沱梯级均已建成，各梯级建设情况简介如下：

a) 三块石拦河坝和三块石、大岩洞电站

三块石拦河坝于 1979 年建成，采用浆砌石溢流坝，溢流宽 500m，坝顶高程 245.20m，坝底高程 238m，最大坝高 7.20m。正常蓄水位 245.7m，5 年一遇洪水相应坝前水位为 251m~252m，蓄水能力 2000 万 m³。

三块石、大岩洞电站采用引水式发电，两电站利用长约 15.3km 的引水渠(即人工运河)，取水口位于三块石大坝左端，共 5 孔，每孔净宽 5m，高 4m，潜没式平板钢闸门，人工运河设计流量为 275m³/s，长 15.3km，底宽 34m~45.5m，水深 3.46m~4.5m，比降 1/8000~1/10000，流速 0.94m/s~1.0m/s。三块石和大岩洞电站均为以发电为主，兼有航运、交通、灌溉、生活饮用水、环境旅游等效益的水利水电工程。先建三块石电站(1979 年 9 月建成)，大岩洞电站为后期扩建工程。

三块石电站前池正常蓄水位 243.15m(黄基)，正常尾水位 228.86m，电站现状装机 4 台，总容量 1.44 万 kW，设计发电水头 12.75m，最大发电水头 13.8m，最小发电水头 6.0m，设计引水流量 153m³/s，多年平均年发电量 0.9997 亿 kW·h，装机年利用小时数 6942h。电站厂房右端设升降式船闸(莲花寺船闸)一座。发电尾水直接进入涪江干流河道。

大岩洞水电站是利用三块石水电站余水发电，大岩洞电站前池正常蓄水位 243.40m(黄基)，正常尾水位 231.45m，电站装机 1.12 万 kW，设计发电水头 11.75m，设计额定引水流量 116m³/s，多年平均年发电量 0.395 亿 kW·h，装机年利用小时数 3527h。发电尾水经尾水渠进入涪江干流河道。

三块石电站建有三块石和莲花寺船闸，通航船舶为 80t，船闸尺寸为 110m×12m×3m(长×宽×门槛水深)，进出闸口宽为 8m。

b) 富金坝梯级

工程于 2003 年 11 月开工建设，首台机组 2006 年 8 月投入商业运行，2#、3#机组 2007 年 6 月正式运行，梯级开发任务航运为主、航电结合、以电促航，是涪江干流上的重要梯级工程。工程主要建筑物有拦河闸坝、发电厂房和船闸三大部分，枢纽工程等别为 II 等。拦河闸坝由 12 孔泄洪闸、6 孔冲沙闸、左右储门槽和左右非溢流坝等组成。船闸平行布置于厂房右侧，设计最大船舶吨级为 300t，最大通航流量 5500m³/s。船闸及航道等级为 V 级。

富金坝梯级距涪江与嘉陵江汇合口 56.71km，坝址以上控制流域面积 28980km²，多年平均径流量 495m³/s，年径流总量 155.61 亿 m³，年输沙量 2106 万 t，水库总库

容 2.37 亿 m^3 ，正常蓄水位 229m，相应库容 0.665 亿 m^3 ，汛期运行最低水位 226m，设计发电水头 10m，最大发电水头 12.39m，最小发电水头 3.24m，具有日调节性能，电站装机 60MW，多年平均年发电量 2.4833 亿 $kW\cdot h$ ，装机年利用小时数 4139h。工程建设可改善航道里程 29km，水库回水至三块石电站尾水处。

c) 安居梯级

铜梁县安居水电站位于铜梁县安居镇涪江畔，是重庆市“七五”重点项目之一。该电站总投资 1.78 亿元，装机容量 3 万千瓦，是以发电为主，兼顾通航和灌溉的综合性水利枢纽工程，于 1992 年 6 月 30 日竣工并投入使用。安居水电站是涪江流域由下而上第二个梯级，下距嘉陵江与涪江汇合口约 40 km，距下游涪沱电站约 17 km。上游正常蓄水位 216.00m，下游正常尾水位 206.30m。

d) 涪沱梯级

涪沱水电站位于合川区涪沱镇上游 1km，涪江干流青竹扁滩，系涪江流域总体规划中最末一级工程，距涪江、嘉陵江交汇处 23km，主要以发电为主，兼有发展航运、养殖综合利用，是重庆市“七五”计划重点能源项目之一。工程控制流域面积 34375 km^2 ，年径流量 169 亿 m^3 ，水库正常蓄水库容 2640 万 m^3 。

电站为河床式。枢纽全长 640.8m，主要建筑有溢流式拦河重力坝、冲砂泄洪闸、主副厂房、船闸和升压变电站，其中溢流坝长 150m，最大坝高 13.4m；冲砂泄洪闸 14 孔，每孔净宽 10m，共长 185m。上游正常水位 206m，死水位 205m，下游最低水位 196.96m，设计水头 8.5m，单机引用流量 200 m^3/s ，装机 2×15MW，年利用小时 5434h，年均发电量 1.63 亿 $kW\cdot h$ ，1993 年建成投入使用。

e) 潼南梯级

潼南航电枢纽工程位于潼南区涪江大桥下游约 3.0km 处，是涪江干流潼南段梯级规划自下而上的第二个梯级，潼南水库回水沿干流上溯至红岩咀上游，具有航运、发电等综合利用效益。水库正常蓄水位 236.5m，总库容 2.19 亿 m^3 ，调节库容 649 万 m^3 ；本河段航道标准为 V 级，潼南航电枢纽建船闸等级为 300t；电站总装机容量 42MW，年利用小时 3437 小时，保证出力 0.42MW，多年平均年发电量 14436 万 $kW\cdot h$ 。

主体工程于 2014 年 11 月正式开工建设，2016 年 10 月实现初期下闸蓄水，2017 年 4 月首台机组投产发电，2017 年 9 月全部机组投产发电；2018 年 11 月底工程基本完建。目前正在开展竣工环境保护验收工作。

2.1.3 涪江流域规划环评概况

2.1.3.1 流域规划环评开展情况

涪江流域早期开展的规划，如《涪江上游干流水电规划报告》、《涪江流域水资源开发总体规划补充报告》(1994 年)等，均未进行环境影响评价工作。2012 年开展的涪江干流潼南段梯级规划调整同步开展了环境影响评价工作；四川省涪江流域综合规划在编制过程中也委托编制了《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》。

2.1.3.2 涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书

受潼南区水务局的委托，中水珠江规划勘测设计有限公司承担了涪江干流潼南段梯级规划调整的勘测设计工作。规划报告在编制启动之初即实行了环境影响评价的早期介入，开展了规划环境影响评价，重庆渝佳环境影响评价有限公司和重庆地质矿产研究院承担了该项目环境影响评价工作，2014 年 8 月，重庆市环境保护局主持召开了《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》(以下简称“报告书”)审查会，2014 年 10 月，重庆市环境保护局以渝环函[2014]678 号《关于涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书审查意见的函》下发了规划环评审查意见。

a) 规划环评主要结论

针对涪江潼南段存在的主要问题，规划调整的目标和任务为发电和河道生态修复，兼顾城市水景观和航运等。涪江干流潼南段梯级规划调整为双江和潼南两级方案。

将原规划建于大岩洞电站厂房附近的大佛场梯级位置移至城区下游，即涪江大桥下游约 3km 处，称为“潼南梯级”，开发任务以发电和城市水景观为主，兼顾航运，梯级正常蓄水位+236.5m，装机容量 4.2MW，多年平均发电量 14318 万 kw·h，回水到红岩咀，航道 V 级(300t)；在三块石拦河坝河段新建双江电站，双江梯级位于原三块石拦河坝坝址下游 500m 处，正常蓄水位 249m，尾水与三星电站衔接，装机容量 6MW，多年平均发电量 21949 万 kw·h，航道 V 级(300t)；废除三块石拦河坝和三块石、大岩洞电站，双江梯级开发任务以发电和河道生态修复为主，兼顾航运。双江梯级建成后取消人工运河航运功能。

涪江干流潼南段梯级规划调整提出的潼南梯级和双江梯级开发规划方案符合国家产业政策，符合《全国水利发展“十二五”规划》、《重庆市水利发展“十二五”规划》、《潼南区城市总体规划》、《潼南区国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》、《潼南区生态建设和环境保护“十二五”规划》、《潼南区水利发展“十二五”规划报告》、

潼南区交通和航运十二五发展规划要求。本次规划与潼南区旅游产业、水土保持总体规划是相协调的。

规划方案未影响定明山—运河风景名胜区的功能和保护要求，与风景名胜区总体规划及保护要求基本协调，对定明山—运河景区发展利大于弊，对其影响在环境可接受范围内。潼南梯级和双江梯级建设不属于《国家湿地公园管理办法》和《湿地保护管理规定》中明确规定的禁止行为，与湿地保护不相冲突。

调整规划河段的开发任务为发电和河道生态修复，兼顾城市水景观和航运。规划方案实施可充分利用规划河段的水力资源，改变现有引水式发电，改善河道脱水减水情况，恢复原河道生态，改善潼南城区水景观，对于促进地方经济发展具有重要意义。规划方案实施带来的主要不利影响是库区淹没、鱼类资源改变、施工期施工活动对陆生植被破坏以及污染物排放对周围自然生态环境的局部、暂时性影响和新增水土流失。

涪江干流潼南段梯级规划调整符合国家产业政策，符合重庆市及潼南区相关水利规划和潼南区城市总体规划，根据环境影响预测，在实施相应的减缓措施及污染防治措施后，规划实施对环境的影响能力为环境所承受，不会使该区域生态环境发生重大变化，规划河段不存在制约梯级调整实施的环境因素，潼南梯级+236.5m 蓄水位和双江梯级+249.0m 蓄水位规划方案为环境负面影响较小和经济技术指标较高的方案。建设单位在严格遵守国家有关法律法规，落实好本报告书提出的各项环境保护措施和对策的前提下，各种不利影响可以得到最大程度的减免与改善。因此，从环境影响的角度分析，经优化调整后的涪江干流潼南段梯级规划调整是可行的。

b) 规划环评审查意见

根据《关于涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书审查意见的函》：

二、《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》对《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中涪江干流潼南段规划进行调整，规划调整河段全长 67km，调整开发任务主要为发电和河道修复，兼顾城市水景观和航运等，开发方案为双江和潼南两级径流式电站，潼南梯级正常蓄水位 236.5m，装机容量 4.2MW，双江梯级正常蓄水位 249m，装机容量 6MW。潼南梯级先期建设。

三、区域的资源及环境承载力。

规划河段内水、大气、声环境等环境质量总体良好，有利于规划实施。规划调整河段内涉及定明山—运河风景名胜区、重庆涪江国家湿地公园和鱼类“三场”、大型市

政污水排放口、饮用水源取水口等，在一定程度上制约了规划的实施。

四、规划调整实施过程中应重点做好以下工作：

涪江干流潼南段梯级规划调整在开发运行过程中应重点做好以下工作：

(一) 进一步优化规划。

综合考虑运河水位、饮用水源水质和安全等因素，进一步优化三块石电站和大岩洞电站船闸方案。

(二) 依法保护定明山—运河风景名胜区和重庆涪江国家湿地公园。

1、进一步协调梯级规划调整与国家湿地公园保护目标的关系，完善相关手续。规划实施前、实施中和实施后，应符合湿地公园管理的相关规定，通过生态工程方法，尽量降低梯级开发对湿地公园完整性、功能性的影响。对因采砂、农田耕种等生产经营活动受到破坏和丧失的湿地生境进行修复和重建。

2、双江梯级建设方案应与定明山—运河风景名胜区规划相协调。涉及在风景名胜区内从事改变水资源、水环境自然状态的活动，其他影响生态和景观的活动，应依照有关法律、法规的规定报风景名胜区主管部门批准。

(三) 加强流域生态保护。

1、合理利用调配水资源。合理制定电站运行方式，优先保证涪江、运河两岸居民生产生活用水、工农业用水及生态用水需要，确保运河水质满足饮用水取水要求。

2、划定禁渔期和禁渔区，加强对鱼类产卵场、索饵场和越冬场的保护，对主要经济鱼类和保护鱼类进行增殖放流。

3、合理安排三块石拦河坝的拆除方案。

(四) 加强流域污染防治。

1、建设期做好水土保持工作。

2、禁止在库区水体发展网箱、围网等投饵养殖活动；加强对湖库内船舶的管理；加强规划河段生活垃圾收运处置。

3、控制并削减流域内污染物排放，加快推进规划河段各乡镇、工业园区污水厂及管网工程建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化。根据规划河段水质变化情况，适时提高规划河段污水处理厂排水标准，优化调整潼南城区污水处理厂排污口位置，保证库区水质。

4、加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河沿岸新污染，商请有关

部门重新划定运河畜禽养殖禁养限养区。

(五) 定期开展水质监测，长期开展生态跟踪观测，及时评估梯级规划调整对生态环境、环境质量、鱼类资源的影响程度，及时调节水库调度运行，采取补救措施，最大程度减缓对规划河段生态的影响。

五、规划河段内工业、畜牧业等可能影响规划河段水质和生态环境的规划，应开展规划环评进行论证。

六、梯级开发业主应建立规划河段梯级开发环境保护管理机构，强化环境监测和综合管理机制，落实规划河段环境保护措施和生态跟踪观测，做好开发保护统筹工作。规划梯级应严格执行环境影响评价和环保“三同时”制度，对项目实施的环境影响和生态保护措施进行进一步论证细化。

c) 规划环评及审查意见对本工程的要求

1) 规划的优化调整建议

(1) 涪江干流潼南段规划调整的梯级开发涉及涪江国家湿地公园，涪江干流潼南段规划调整的梯级开发将对其产生影响。因此，如何做好流域开发建设中的湿地生态保护至关重要，应在规划实施前、实施中和实施后，通过生态工程方法，尽量降低流域开发对湿地的影响，加强受流域开发建设影响的河流生态修复。

(2) 根据河流生态环境的变化趋势和苗种供应的可靠性，在库区进行增殖放流。针对鱼类资源保护，要求后期的工程项目环评，必须明确生态用水量及生态调度方案。

(3) 加快推进潼南区主城区和规划河段沿途各乡镇的污水处理及收集管网工程建设，降低入河污染物排放量。

(4) 双江梯级建成后仍保留三块石和莲花寺水闸。一旦双江梯级上游发生污染事故影响到潼南城区饮用水源水质安全时，可及时关闭人工运河上下游水闸，短期内让人工运河封闭运行，涪江干流水质恢复正常后再开启水闸。

(5) 结合交通运输条件、风景区规划范围、潼南蔬菜基地分布等情况优化取土场位置。

(6) 采用爆破施工的方式拆除三块石拦河坝，实施生态修复。

(7) 规划调整的单个项目应严格执行环境影响评价和环保“三同时”制度。

(8) 规划实施后应适时开展环境影响跟踪评价，以评估梯级规划调整对生态环境和环境质量的实际影响程度，提出补救措施。

2) 植物保护措施

坚决制止评价区域森林资源的滥砍乱伐、过量采伐，保护和培育现有局部小块林地，避免评价区域内本来就不多的林地遭到破坏，防止利用水利工程建设之机大肆砍伐林木；在工程施工、公路修建和房屋建筑等人为活动中应该重视对森林资源的保护。

临时占地区(如规划的料场、渣场、临时生产生活区、施工临时道路、仓库等)后期选择当地乡土树种或草种，实行自然封育辅以人工管护制度；直接影响区范围结合移民生产安置规划和措施，采取有效的预防和恢复措施。植被恢复时应尽量利用当地的原生植物资源及时进行恢复，以保护本地的生物多样性。

3) 动物保护措施

评价区域受影响的动物多分布于河谷及两岸阶地。对陆生动物的保护主要是政策性保护及避免人为扑杀。

提高人员的保护意识，严禁捕猎野生动物，特别是国家重点保护动物。加强施工管理，减少污染，保护水禽、防止破坏新的景观。施工结束后加快植树造林、恢复生境，为动物的生存与繁衍提供多种栖息地。

4) 鱼类保护措施

尽量避免在鱼类繁殖季节施工。施工单位在春季禁渔期间应禁止在河道内挖沙。春禁期间应严格禁止岸坡的爆破施工。

对于因工程施工导致的渔业捕捞生产中断及减产，应在生态补偿协议中予以补偿，为了有效保护鱼类资源，采用栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、合理确定捕捞量、合理设定禁渔期和禁渔区等措施，将梯级规划调整对鱼类的影响减少到最低。在工程建设阶段及建成后一段时期开展一定范围内的渔业资源与水生态环境监测。

5) 施工期环境保护措施

施工期做好三废治理，合理安排施工机具的工作时间和施工爆破时间，采用湿式作业，加强取土场等施工区域的恢复治理，水土保持措施必须与主体工程同时设计、同时施工和同时投入运行。

6) 社会影响减缓措施

梯级开发将占用土地，需要进行相应的补偿，按照相关规定和标准对占用土地进行补偿，减缓由于占地可能引起的社会矛盾。按照重庆市和潼南区政策要求，落实大岩洞和三块石电站补偿措施，合理安置电站工作人员，维护社会稳定。

规划实施后，应加强规划流域水污染治理和面源治理，保证水质。

在规划实施过程中，树立旅游资源的保护意识，应尽量减少对自然景观的干扰。

d) 本项目对涪江干流潼南段梯级规划调整环评及审查意见的响应情况

双江航电枢纽工程是《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》中予以明确的开发梯级，是潼南梯级实施后，该江段实施的第二个梯级航电枢纽工程。双江梯级本阶段设计方案与规划环评阶段设计方案的对比见表 2.1.3-1。本阶段设计工作和环评工作充分考虑并采纳了《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》及其审查意见(渝环函[2014]678 号)的相关要求，其响应情况见表 2.1.3-2~3。

表 2.1.3-1 双江梯级本阶段设计方案与规划环评阶段对比情况

序号	主要指标	规划环评阶段	本阶段	变化情况
1	闸坝选址	三块石拦河坝下游 500m	三块石拦河坝下游 500m	无变化
2	开发任务	发电为主兼顾航运，修复涪江干流潼南县城段水生态系统	以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求	本阶段任务以航运为主
3	水库正常蓄水位	249m	249m	无变化
4	水库调节性能	无调节性能	日调节性能	有变化
5	总库容	1.6 亿 m ³	1.61 亿 m ³	无变化
6	枢纽布置	闸坝式	闸坝式	无变化
7	船闸建筑物等级	V 级，通航 300t 级	IV 级，通航 500t 级	本阶段有提高
8	电站装机	60MW(2×30MW)	48MW(3×16MW)	本阶段总装机容量减少

表 2.1.3-2 规划环评审查意见关于双江梯级的要求落实情况

序号	审查意见要求	落实情况
1	综合考虑运河水位、饮用水源水质和安全等因素，进一步优化三块石电站和大岩洞电站船闸方案。	三块石电站和大岩洞电站已废弃，泄水闸可完全敞开。
2	进一步协调梯级规划调整与国家湿地公园保护目标的关系，完善相关手续。规划实施前、实施中和实施后，应符合湿地公园管理的相关规定，通过生态工程方法，尽量降低梯级开发对湿地公园完整性、功能性的影响。对因采砂、农田耕种等生产经营活动受到破坏和丧失的湿地生境进行修复和重建。	禁止在自然保护地范围内布置施工临时场地。对自然保护地范围周边的工程布置要求做好施工红线控制，禁止越界施工，并采取好生态保护措施。
3	双江梯级建设方案应与定明山—运河风景名胜规划相协调。涉及在风景名胜区内从事改变水资源、水环境自然状态的活动，其他影响生态和景观的活动，应依照有关法律、法规的规定报风景名胜区主管部门批准。	禁止在自然保护地范围内布置施工临时场地。工程环评阶段按要求编制了风景名胜选址论证专题，报重庆市林业主管部门审批。对自然保护地范围周边的工程布置要求做好施工红线控制，禁止越界施工，并采取好生态保护措施。
4	合理利用调配水资源。合理制定电站运行方式，优先保证涪江、运河两岸居民生产生活用水、工农业用水及生态用水需要，确保运河水质满足饮用水取水要求。	环评过程中，充分考虑了汉江(人工运河)的生态流量需求，在调整运河内引水流量后，重点考虑满足水厂取水要求。同时，环评提出加强运河沿岸环境治理，保证运河水质。

序号	审查意见要求	落实情况
5	划定禁渔期和禁渔区，加强对鱼类产卵场、索饵场和越冬场的保护，对主要经济鱼类和保护鱼类进行增殖放流。	按照重庆市要求，涪江全江段划定了禁渔期和禁渔区。在环评过程中，提出了保证坝址下游鱼类“三场”生态用水需求。
6	合理安排三块石拦河坝的拆除方案。	三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，对岸上和水中爆破后的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行；对于坠入水中的材料，应清除至规划300t级通航水位以下，不得影响通航。爆破施工应避开涪江鱼类产卵期。
7	建设期做好水土保持工作。	本阶段开展了水土保持方案的编制工作，待水行政主管部门批复后，将要求落实到下阶段初步设计、施工图设计和实施过程中。
8	禁止在库区水体发展网箱、围网等投饵养殖活动；加强对湖库内船舶的管理；加强规划河段生活垃圾收运处置。	环评提出了保护库区水质，禁止网箱养鱼，加强航运污染防治等措施要求。
9	控制并削减流域内污染物排放，加快推进规划河段各乡镇、工业园区污水厂及管网工程建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化。	潼南区开展了一系列污染治理、水环境综合整治工作，增强了区域流域的环境承载力，为本项目的实施创造了有利的条件。2020年，涪江流域水环境综合治理项目(一期)启动，进一步加强库区乡镇生活污水治理和农村面源防治。
10	加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河沿岸新污染，商请有关部门重新划定运河畜禽养殖禁养限养区。	环评提出了加强运河沿岸环境治理的要求。根据2019年的《潼南区畜禽养殖禁养区划定调整方案》(潼南府办发[2019]100号)，运河沿岸全部划定为禁养区和限养区。
11	定期开展水质监测，长期开展生态跟踪观测，及时评估梯级规划调整对生态环境、环境质量、鱼类资源的影响程度，及时调节水库调度运行，采取补救措施，最大程度减缓对规划河段生态的影响。	环评提出了运行期开展水质监测、生态监测、生态调度研究等要求，工程完建3~5年后，适时开展工程环境影响后评价和流域环境影响后评价工作，对涪江干流梯级航运开发带来的生态累计影响进行调查评价，进一步优化补救措施。

表 2.1.3-3 规划环评关于双江梯级的要求落实情况

序号	规划环评要求	落实情况
1	根据河流生态环境的变化趋势和苗种供应的可靠性，在库区进行增殖放流。针对鱼类资源保护，要求后期的工程项目环评，必须明确生态用水量及生态调度方案。	双江枢纽考虑自建鱼类增殖放流站，年放流规模15.12万尾，站址位于右岸业主营地征地范围内。对于鱼类生态用水需求，环评提出了汛期泄放30%多年平均流量、非汛期泄放15%多年平均流量的生态流量泄放要求。
2	加快推进潼南区主城区和规划河段沿途各乡镇的污水处理及收集管网工程建设，降低入河污染物排放量。	潼南区开展了一系列污染治理、水环境综合整治工作，增强了区域流域的环境承载力，为本项目的实施创造了有利的条件。2020年，涪江流域水环境综合治理项目(一期)启动，进一步加强库区乡镇生活污水治理和农村面源防治。
3	双江梯级建成后仍保留三块石和莲花寺水闸。一旦双江梯级上游发生污染事故影响到潼南城区饮用水源水质安全时，可及时关闭人工运河上下游水闸，短期内让人工运河封闭运行，涪江干流水质恢复正常后再开启水闸。	三块石引水闸和莲花寺水闸均予以保留，仅拆除三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站厂房。双江枢纽运行期，可实现规划环评提出的水质安全保障调度需求。
4	结合交通运输条件、风景区规划范围、潼南蔬菜基地分布等情况优化取土场位置。	本阶段设置的2处砂石料场均位于坝址上游，不涉及定明山—运河市级风景名胜区范围，取料场设置总体具有环境合理性。
5	采用爆破施工的方式拆除三块石拦河坝，实施生态修复。	三块石拦河坝考虑进行爆破拆除，拆除后进行生态修复。
6	临时占地区(如规划的料场、渣场、临时生产生活区、施工临时道路、仓库等)后期选择当地乡土树种或草种，实行自然封育辅以人工管护制度。植被恢复时应尽量利用当地的原	环评中的生态修复措施结合本阶段水土保持方案中的植物措施，考虑了临时用地区的复耕复绿，所选植物均为本地植物，生态修复措施的设计满足规划环评要求。

序号	规划环评要求	落实情况
	动植物资源及时进行恢复，以保护本地的生物多样性。	
7	提高人员的保护意识，严禁捕猎野生动物，特别是国家重点保护动物。加强施工管理，减少污染，保护水禽、防止破坏新的景观。施工结束后加快植树造林、恢复生境，为动植物的生存与繁衍提供多种栖息地。	环评对陆生动物保护提出了加强施工管理、环保宣传教育、减少污染和生态破坏等要求，并对生境修复提出了相应措施。双江枢纽评价区的野生保护动物均为猛禽，受本工程建设影响很小。
8	为了有效保护鱼类资源，采用栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、合理确定捕捞量、合理设定禁渔期和禁渔区等措施，将梯级规划调整对鱼类的影响减少到最低。在工程建设阶段及建成后一段时期开展一定范围内的渔业资源与水生态环境监测。	双江枢纽在环评阶段综合考虑了规划环评对鱼类保护的要求，采取了自建鱼类增殖放流站、鱼道过鱼、栖息地保护、渔政管理、生态调度等措施，并进行了措施比选和设计。工程建设期和运行期，也有针对性的提出了水生生态的监测要求。
9	施工期做好三废治理，合理安排施工机具的工作时间和施工爆破时间，采用湿式作业，加强取土场和弃渣场恢复治理，水土保持措施必须与主体工程同时设计、同时施工和同时投入运行。	环评提出了“三同时”要求，对施工期“三废一噪”的防治明确了措施要求，并开展了措施设计。总体满足规划环评要求。
10	加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河落实大岩洞和三块石电站补偿措施，合理安置电站工作人员，维护社会稳定。规划实施后，应加强规划流域水污染治理和面源治理，保证水质。	环评提出了加强运河沿岸环境治理的要求。三块石电站和大岩洞电站早已废弃。双江枢纽建成后，涪江重庆段的梯级全部建设完成，本流域的水环境污染防治工作也要持续、有序的开展。

2.1.3.3 四川省涪江流域综合规划环境影响报告书

受四川省水利厅的委托，四川蜀禹水利水电工程设计有限公司承担了四川省涪江流域综合规划的环境影响评价工作，2020年4月28日，四川省生态环境厅组织专家在成都召开了《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》审查会，2020年7月，四川省生态环境厅以川环建函[2020]56号《四川省生态环境厅关于<四川省涪江流域综合规划环境影响报告书>审查意见的函》下发了规划环评审查意见。

a) 规划环评主要结论

《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》中，针对涪江四川境内的规划项目实施后对重庆段的影响，以专门的章节进行了预测和评价。以下摘录该章节主要成果。

1) 水文情势影响

至涪江干流四川出境断面，沿岸各大灌区退水均已归槽，铁笼堡和武都水库调蓄的影响也降至最低。规划实施后涪江干流四川出境断面的径流过程影响较小。对涪江干流重庆段其它断面的影响也较小。

2) 水温影响

武都水库下泄低温水对下游影响有一定的影响，但随着沿程增温，影响逐渐减小，特别是通过下游梯级电站库区后，水温将很快恢复至天然水温，至出境断面，河道水温基本保持为天然状态。

3) 水质影响

预测至规划水平年 2020 年和 2030 年，涪江干流出境(四川)断面满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III水质标准，对重庆段的水环境影响总体较小。

4) 水生生态影响

规划实施的施工期水体扰动区域主要为涪江四川区域；同时，规划全部实施后，规划实施后涪江干流四川出境断面的径流过程变化较小，由此所带来的水生生态影响也总体较小。

b) 规划环评审查意见

由于本规划环评的评价范围不包括重庆境内，因此《四川省生态环境厅关于<四川省涪江流域综合规划环境影响报告书>审查意见的函》中也未有对重庆境内项目开发的指导意见，但双江枢纽库区涉及到了四川省，综合分析，与双江枢纽建设部分有关的意见有：

1、加强水资源与水域岸线的保护及开发管理，强化水污染防治、水环境治理及水生态修复。

2、涪江干流后续实施的水利水电(含电航)工程均应建设过鱼设施。干流已(在)建拦河闸坝工程，需开展增设过鱼设施的相关论证工作，根据论证成果在规划期内及时补建过鱼设施，减缓对河流连通性及鱼类的阻隔影响。保障河流生态环境需水，结合河流生态环境用水需求联合开展生态调度。

c) 双江枢纽建设对四川省涪江流域综合规划环评审查意见的响应

双江枢纽在前期可研论证过程中，考虑了建设鱼道来减缓涪江江段鱼类阻隔影响，这与四川省境内涪江干流梯级开发新建、补建鱼道要求形成了很好的呼应，增加了连通性恢复的江段长度，与四川省涪江流域综合规划环评审查意见要求是相符的。

同时，双江枢纽水库淹没四川省遂宁市老池镇的少量土地，库区范围有部分涉及到了四川省，在本次项目环评过程中，提出了库区水环境综合治理的措施规划和要求，这也与四川省涪江流域综合规划环评审查意见中提出的“强化水污染防治、水环境治理及水生态修复”要求是相符的。

2.1.4 嘉陵江流域航电梯级开发环境影响回顾性评价概况

2016 年 9 月，重庆航运建设发展有限公司委托长江水资源保护科学研究所开展了嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾性评价工作，编制完成了《嘉陵江

流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告》。2018年9月,生态环境部以环办环评函[2018]1037号《关于嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告有关意见的函》予以了回复。

2.1.4.1 回顾性评价主要成果

根据回顾性评价成果,评价范围内嘉陵江干流、涪江渠化率已超过80%,水位升高,水流变缓,年内径流过程坦化。干支流部分断面生态流量得不到保障,桐子壕梯级坝下生态流量部分时段不满足要求。评价范围内除上游武胜断面外,其他断面水质存在超标问题,一些断面部分指标趋差。评价范围内鱼类种类有所减少,部分产卵场等重要生境消失,鱼类组成发生显著变化,长距离洄游性鱼类、喜急流底栖性鱼类以及产漂流性卵鱼类减少,胭脂鱼自然种群在嘉陵江流域基本消失,部分保护鱼类资源量减少。后续航电枢纽建设将进一步对水文情势、水环境、水生生态等产生不利影响。应深刻认识航电开发的不利影响,不断完善和严格落实现有枢纽的生态环境保护措施,科学论证后续枢纽开发建设的环境可行性,有效预防和减缓开发河段航电开发的不利生态环境影响。

后续开发全部实施后,由于大坝阻隔、水库蓄水,嘉陵江、涪江干流将变成由数个规模和调节性能不一的库区河段、减水河段和未开发河段组成的不连续水体,库区水面变宽,大幅增加了水面面积,水流变缓,河谷水域形态发生变化。嘉陵江利泽、井口梯级建成后,水位由原来的水面渐变坡降,变为阶梯式水面渐变坡降和陡降相结合。涪江潼南、双江梯级建成后,潼南梯级可与下游富金坝梯级有效衔接,涪江潼南以下河段全部被渠化,双江梯级与下游潼南梯级未能完全衔接,仍保留4.0km长天然河段。

评价范围内嘉陵江利泽、井口,涪江潼南、双江建成后,坝前水深可达10m~20m左右,水位抬升的河道长度累计超过90km。由于大坝的阻隔作用和梯级电站联合调度运行人为控制流量,在各个库区流速沿程分布发生了较大的变化,从库尾至坝前随着水深沿程的增加而流速减小,至坝前达到最小。由于拟建利泽、井口,涪江潼南、双江梯级调节性能较差,河流的特性将得以部分保留,部分库尾江段仍表现为急流生境。

涪江干流潼南段上世纪70年代依托已建工程三块石开辟了人工运河,具有航运功能,后期依托该运河建立了定明山运河风景名胜区。目前该人工运河还属潼南县饮用水水源地之一,但人工运河引水导致涪江主河道水量减少,同时航运对饮用水水源地水质安全也造成一定威胁。规划双江航电枢纽的建设,可改善目前涪江主河道减水

问题，同时解决保障人工运河饮用水水源地安全，在协调好工程建设与风景名胜区保护的关系基础上，符合流域保护定位方向。

由于涪江干流三块石和大岩洞电站采用引水式发电造成涪江干流河道减水，导致水生态系统退化，针对本河段存在的主要问题，后续开发双江梯级，将废除三块石电站和大岩洞电站，改引水式电站为径流河床式电站，改善河道减水情况，有利于河道生态修复。工程内容虽涉及到鱼类“三场”等环境问题，但采取增殖放流、渔业减产损失补偿等水生态保护及渔业生产协调措施后，可将涪江下游潼南段水生生态影响降到可接受程度。

2.1.4.2 回顾性评价提出的主要要求

根据《回顾性评价报告》中的“开发时序建议”：

双江工程处于定明山运河风景名胜区边缘，工程建设将影响三块石船闸、三块石电站等人文景观，但工程建设对涪江干流的水量保障及改善人工运河水源地的安全保障有利，鉴于定明山运河风景名胜区总体规划尚未报送重庆市政府审批，应进一步协调工程与风景名胜区的关系。

根据《回顾性评价报告》中的“其他支流后续开发指导意见”：

涪江干流已建多座梯级工程，水生生物生境已遭到破坏，多数工程开发时间较早，开发方式采取引水式，导致多处减水河段，后续开发应着重关注生态水量的保障，进一步论证梯级下泄水量与重庆涪江国家湿地公园、定明山—运河市级风景名胜区等环境敏感区敏感保护目标间的关系，提出有针对性的预防和减缓措施。

根据《回顾性评价报告》中的“环境保护措施建议”：

a) 重庆市境内嘉陵江流域人口较多，工农业生产、城镇生活用水量高于流域平均水平，后续开发利用嘉陵江流域水资源的同时，应严格控制嘉陵江干流、涪江、渠江等支流的水资源开发利用程度，落实重庆市制定《实行最严格水资源管理制度考核办法》中各相关区县的用水总量、用水效率等考核指标。

b) 预测水平年涪江潼南、双江梯级建成后，双江梯级与下游潼南梯级未能完全衔接，仍保留 4.0km 长天然河段，由于左侧引水渠道(人工运河)分走涪江部分水量，双江坝下 4.0km 涪江河段仍属于减水河段。涪江干流规划的双江电站，以及已在建的潼南、富金坝、安居、渭沱等电站，也应考虑涪江小河坝断面 $72\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量需求，通过科学调度保证涪江干流水生态健康。

c) 加强嘉陵江干流、涪江拟建梯级库区入河排污口的控制和监管，严控在库区回水河段新增排污口，现有排污口要严格达标排放，有条件的要逐渐取缔或移至库区以外。严禁在库区进行可能污染水质的行为活动，禁止在库区水面开展生产经营性的餐饮、娱乐等商业经营活动，禁止在水库进行网箱养鱼，禁止向库区水面排放废污水、丢弃垃圾、废弃物等，禁止在库区范围内嘉陵江干流和支流沿岸岸坡堆放、倾倒垃圾等。

d) 结合各区县“十三五”国民经济发展规划、生态环境保护规划等编制和重大环保工程项目实施，持续推进嘉陵江干流、涪江、渠江沿岸乡镇的环境基础设施建设，加快乡村污染治理设施和城镇污水厂提标升级改造，有效控制库周生活污水无序排放，从源头上减少污水产生量。

e) 涪江重庆段已建有三块石、富金坝、安居、涪沱 4 座枢纽工程，正在建设潼南枢纽，河道已基本渠化。最下面一级涪沱枢纽距涪江与嘉陵江的汇合口仅 23km，且完全在草街枢纽回水范围内。嘉陵江流域需要激流环境产卵的鱼类如大口鲶等在涪江已不可能繁殖。

2.1.4.3 回顾性评价审查意见

根据环办环评函[2018]1037 号《关于嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告有关意见的函》，与双江枢纽相关的意见包括：

(三) 充分保障下游生态用水。建议潼南、富金坝、安居、涪沱等枢纽，考虑涪江小河坝断面 72m³/s 的生态流量需求，通过科学调度保障涪江干流生态环境健康。

四、后续枢纽建设的建议

双江航电枢纽位于嘉陵江支流，应从流域层面统筹考虑其开发的环境合理性，建议在相关流域综合规划及规划环境影响评价中予以明确。

2.1.4.4 本项目对回顾评价及审查意见的响应情况

表 2.1.4-1 嘉陵江回顾评价及审查意见关于双江梯级的要求落实情况

序号	回顾评价及审查意见要求	落实情况
1	涪江干流规划的双江电站，以及已在建的潼南、富金坝、安居、涪沱等电站，也应考虑涪江小河坝断面 72m ³ /s 的生态流量需求，通过科学调度保证涪江干流水生态健康。	双江航电枢纽运行期间，汛期 5 月~10 月要求下泄生态流量 132.3m ³ /s(占坝址断面多年平均流量的 30%)；枯水期 11 月~次年 4 月下泄生态流量 66.15m ³ /s(占坝址断面多年平均流量的 15%)；部分时段来水不足时，按来多少放多少控制下泄生态流量。 双江梯级属航电枢纽工程，其运行期间基本没有水量损耗，进入潼南库区的水量较现状相同，对“小河坝”断面的径流分配基本没有影响。

2	加强嘉陵江干流、涪江拟建梯级库区入河排污口的控制和监管,严控在库区回水河段新增排污口,现有排污口要严格达标排放,有条件的要逐渐取缔或移至库区以外。严禁在库区进行可能污染水质的行为活动,禁止在库区水面开展生产经营性的餐饮、娱乐等商业经营活动,禁止在水库进行网箱养鱼,禁止向库区水面排放废污水、丢弃垃圾、废弃物等,禁止在库区范围内嘉陵江干流和支流沿岸岸坡堆放、倾倒垃圾等。	本次环评对双江枢纽库区的污染源治理、水库水质保证等均提出了有针对性的措施规划和要求,总体措施体系符合回顾评价提出的水库水质保护措施要求。
3	结合各区县“十三五”国民经济发展规划、生态环境保护规划等编制和重大环保工程项目实施,持续推进嘉陵江干流、涪江、渠江沿岸乡镇的环境基础设施建设,加快乡村污染治理设施和城镇污水厂提标升级改造,有效控制库周生活污水无序排放,从源头上减少污水产生量。	潼南区、遂宁市持续推进区域、流域水环境综合整治,如涪江流域水环境综合治理项目(一期)即将实施,项目包括涪江沿线乡镇污水管网工程(59km),涪江沿线污水处理设施工程(新建梓潼街道八里村、双江镇双林村、新店村、龙门村、古溪镇九岭村、上和镇石镜村等污水处理站),潼南区场镇污水管网建设工程等。
4	双江航电枢纽位于嘉陵江支流,应从流域层面统筹考虑其开发的环境合理性,建议在相关流域综合规划及规划环境影响评价中予以明确。	涪江干流潼南段梯级规划调整报告在编制启动之初即实行了环境影响评价的早期介入,开展了规划环境影响评价,2014年10月,重庆市环境保护局以渝环函[2014]678号下发了规划环评审查意见。规划环评及审查意见明确了双江枢纽建设的环境合理性,其建设在发挥工程效益的同时,还有利于改善项目所在江段由于引水发电而造成的水生生态恶化现状。

2.1.5 重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环评概况

2017年6月,重庆市交通委员会组织编制完成了《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划》。2018年1月,重庆市交通委员会委托山西省交通环境保护中心站(有限公司)主持开展规划环评工作。2018年9月,重庆市环境保护局以渝环函[2018]1007号《重庆市环境保护局关于重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环境影响报告书审查意见的函》下发了规划环评审查意见。

2.1.5.1 规划环评主要结论

“涪江—潼南、双江航电枢纽工程”是重庆市“十三五”期间的重点水运建设项目,潼南枢纽已建成,双江枢纽还未建设。规划环评中提到的与航电枢纽工程建设相关的环境影响分析和环境保护措施包括:

“对于穿越风景名胜区的铁路、公路、水运等建设项目,可能造成风景区旅游景观的破坏,使得区域景观在空间上不再连续,出现破碎和分割。另一方面,项目建设将促进风景区旅游业的发展。因此,本次规划实施过程中,应重视铁路、公路及水运等项目的选址选线,应避让风景名胜区的核心景区,在保障景区质量的基础上,合理布设项目线路,促进当地旅游业的发展”;

“水运项目、机场项目和枢纽场站项目主要是房建工程挖方可能对地下水环境产生影响,由于项目房建挖方深度较浅,一般只是对表层的潜水产生影响,对深层的承

压水不会造成污染，房建工程的占地范围有限，污染物质较简单，通过土壤的过滤作用，对地下水水质的影响较小”；

“对于水运项目中的航道项目，主要环境风险是航道建设和运行期间出现船舶碰撞、搁浅等造成燃料或其他有毒有害物质，尤其是油品泄漏等污染事故。风险类型主要为物料泄漏及引发次生灾害”；

“取土、弃渣场、施工场地等临时工程不得占用自然保护区、风景名胜区等特殊生态敏感区及基本农田保护区，尽量避免占用天然林地、重要湿地、耕地集中分布区域、岩溶山地石漠化区等生态脆弱区、地质灾害易发区。施工场地尽量利用永久占地，取、弃土场要求集中设置，不得占用河道等，山区弃渣场宜选择上游汇水面积小的荒地、劣质地、凹地等。严禁在风景名胜区、森林公园等环境敏感区内设置弃渣场”；

“水运项目、机场项目和枢纽场站营运期产生的生活污水全面收集，周边有城市污水管网的排入城市污水管网，周边无城市污水管网的设置生活污水处理设施处理后达标排放，避免影响地下水环境”；

“水运项目在航道营运期间，应通过实地监测并听取公众意见，采取适宜的措施减缓船舶噪声扰民”；

“对于水运项目，航道整治工程风险事故主要是施工船舶搁浅、碰撞等过程发生的燃料油泄露，事故概率低。航道整治后，有效改善通航条件，事故风险也减小。航道沿线海事部门应加强对航道及通航船舶的管制，杜绝事故隐患，避免船舶发生碰撞、事故溢液的污染影响，特别是对位于航道段的生活用水取水口的污染”。

2.1.5.2 规划环评审查意见

根据渝环函[2018]1007号《重庆市环境保护局关于重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环境影响报告书审查意见的函》，与双江枢纽相关的意见包括：

(一) 严格保护生态空间引导优化规划空间布局。……与生态保护红线存在空间冲突的开发活动，有关重叠区域优先予以避让；临近生态保护红线的开发活动应采取有效保护措施。与自然保护区等生态环境敏感区存在空间冲突的开发活动，有关重叠区域优先予以避让，确保符合法律法规规定及各项生态环境准入要求。

……航电枢纽、港口等水运项目应设置生态廊道并加强与岸线规划、流域水利水电开发等专项规划及环境影响评价提出的管控要求的协调。

(二) 完善生态保护工程措施。选用降低生态影响的工程结构、建筑材料和施工

工艺尽量做到取弃土平衡优化取、弃土场设置。

(三) 落实生态恢复和补偿机制。重点针对水源涵养生态功能区、水土流失重点治理区等重点生态功能区推进取、弃土场生态恢复，动物通道建设和湿地连通修复；……在长江、嘉陵江等流域因地制宜采取滩涂湿地恢复、生境营造、增殖放流等生态恢复和补偿措施。

(四) 加强开发建设活动的大气污染防治。采取有效措施，积极治理开发建设活动产生的扬尘污染，降低细颗粒物污染浓度，促进大气环境质量改善。

(五) 强化水源、保护和环境风险防范。规划新增线路、站场、港区、枢纽等一律不得占用、穿越饮用水水源一级保护区，避免在二级保护区设置站场、枢纽。

2.1.5.3 本项目对重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环评及审查意见的响应情况

表 2.1.5 交通运输“十三五”发展规划环评及审查意见关于双江梯级的要求落实情况

序号	规划环评及审查意见要求	落实情况
1	本次规划实施过程中，应重视铁路、公路及水运等项目的选址选线，应避让风景名胜区的核心景区，在保障景区质量的基础上，合理布设项目线路，促进当地旅游业的发展。	双江航电枢纽工程不涉及定明山—运河市级风景名胜区的核心景区，而且，双江枢纽建成后，坝址形成的水利工程景观，与景区原有人文景观相协调，且景区内涪江水域面积将增大，有利于景区水体景观。
2	取土、弃渣场、施工场地等临时工程不得占用自然保护区、风景名胜区等特殊生态敏感区及基本农田保护区，尽量避免占用天然林地、重要湿地、耕地集中分布区域、岩溶山地石漠化区等生态脆弱区、地质灾害易发区。施工场地尽量利用永久占地，取、弃土场要求集中设置，不得占用河道等，山区弃渣场宜选择上游汇水面积小的荒地、劣质地、凹地等。严禁在风景名胜区、森林公园等环境敏感区内设置弃渣场。	可研阶段所规划的左岸小舟村渣场位于风景名胜区范围内，本次环评提出应取消或调整，设计单位采纳相关建议，将小舟村原弃渣方量运至潼南区民丰市政渣场堆存处置。工程未在定明山—运河市级风景名胜区范围内设置渣场。工程仅设取土场1处，位于坝址上游右岸寇家坝，未占用河道。
3	结合各区县水运项目、机场项目和枢纽场站运营期产生的生活污水全面收集，周边有城市污水管网的排入城市污水管网，周边无城市污水管网的设置生活污水处理设施处理后达标排放，避免影响地下水环境。	本次环评提出了施工期施工营地生活污水通过一体化设备处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4(二类污染物)一级标准后排放，并尽量进行回用。运行期枢纽管理区的生活污水沿用施工期的一体化污水处理设备进行处理，达标后排放双江闸坝下游涪江江段。
4	航道沿线海事部门应加强对航道及通航船舶的管制，杜绝事故隐患，避免船舶发生碰撞、事故溢液的污染影响，特别是对位于航段的生活用水取水口的污染。	本次环评对航道事故风险进行了分析，提出了相应的风险防范措施、环境保护措施和环境管理要求。
5	与生态保护红线存在空间冲突的开发活动，有关重叠区域优先予以避让；临近生态保护红线的开发活动应采取有效保护措施。与自然保护区等生态环境敏感区存在空间冲突的开发活动，有关重叠区域优先予以避让，确保符合法律法规规定及各项生态环境准入要求。	本工程可研设计阶段，充分考虑了避让生态保护红线和生态敏感区(定明山—运河风景名胜区)，工程比选了上、下坝址方案，开展了生态红线不可避免论证和风景名胜区选址论证工作，明确了工程选址、布置的不可避免性。并且在环评过程中，针对工程建设对生态保护红线和风景名胜区的影响，提出了有针对性的生态影响减缓措施和生态修复措施。在取得行政主管部门的认可后，工程总体上符合各项生态环境准入要求。
6	航电枢纽、港口等水运项目应设置生态廊道并加强	双江枢纽工程与流域综合规划、航电梯级开发规

序号	规划环评及审查意见要求	落实情况
	与岸线规划、流域水利水电开发等专项规划及环境影响评价提出的管控要求的协调。	划及规划环评等要求符合性较好，响应了各规划环评提出的管控要求。
7	选用降低生态影响的工程结构、建筑材料和施工工艺尽量做到取弃土平衡优化取、弃土场设置。	工程可研阶段不断优化土石方平衡和取、弃土规划，尽量将开挖弃土进行回用，减少弃土弃渣的产生量。工程不设渣场，只设1处取料场，尽可能的减少了取、弃土对生态环境的影响。
8	重点针对水源涵养生态功能区、水土流失重点治理区等重点生态功能区推进取、弃土场生态恢复。	工程水土保持方案和环评报告中均针对寇家坝取土场的后期生态恢复提出了具体的要求。
9	在长江、嘉陵江等流域因地制宜采取滩涂湿地恢复、生境营造、增殖放流等生态恢复和补偿措施。	本次环评提出了滩涂湿地保护和修复、鱼类栖息地生境营造、自建增殖放流站等措施。
10	采取有效措施，积极治理开发建设活动产生的扬尘污染，降低细颗粒物污染浓度，促进大气环境质量改善。	本次环评针对施工期的粉尘、扬尘等大气污染物提出了有针对性的控制、防治措施，工程施工不会对区域环境空气质量带来明显不利影响。
11	强化水源、保护和环境风险防范。规划新增线路、站场、港区、枢纽等一律不得占用、穿越饮用水水源一级保护区，避免在二级保护区设置站场、枢纽。	本工程枢纽建筑物不涉及饮用水源保护区。寇家坝砂石料场、砂石、混凝土系统等临时用地涉及双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)，建设单位承诺施工期间解决白云村生活用水问题，确保不启用该取水口，并尽快搬迁取水口至施工区上游涪江河道，生态环境局根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区。

2.2 工程概况

2.2.1 工程地理位置

双江航电枢纽工程坝址位于重庆市潼南区双江镇境内，处于涪江下游河段，原三块石拦河坝下游 500m；库区涉及重庆市潼南区和四川省遂宁市船山区。

2.2.2 工程建设必要性

a) 是川渝合作共同完成提高航道等级，促进航运发展，支撑涪江完成一体化发展的需要。

涪江是川北、川中和重庆市潼南、铜梁的一条重要水运通道，涪江复航后，将形成成都—遂宁—重庆的水陆联运出川大通道。开发建设双江航电枢纽，是川渝深化合作推动长江经济带发展和长江上游航运中心建设，加快涪江全江渠化及全流域复航的重要举措。建成后可重现涪江繁荣水运新盛景，构造川渝区域经济新通道，推动川渝合作迈上新台阶，促进川渝两地涪江沿线城市经济社会发展。现航道无法满足航运发展要求，而且下游潼南梯级船闸已经建设，因此急需提高该河段航道等级。双江梯级建设可以渠化库区以上航道，改善该段的航道条件，满足航运发展的迫切要求。

b) 双江航电枢纽建设是充分开发利用水能资源，为电网提供清洁能源的需要

涪江干流(重庆市境内)共规划了双江、潼南、富金坝、安居和涪沱 5 个梯级，梯级开发任务均以发电和航运为主。目前潼南、富金坝、安居和涪沱等梯级均已建成。

涪江干流双江段目前建有三块石电站和大岩洞电站，为引水式开发，通过引水渠(汉江)引水至厂房发电。该引水渠设计流量为 $275\text{m}^3/\text{s}$ ，是本河段多年平均流量 $451\text{m}^3/\text{s}$ 的60%，由于引水渠两岸均为居民点或耕地，扩大引水渠规模难以实现，因此双江河段的水量未充分利用。此外，三块石拦河坝正常蓄水位为245.7m，上游三星水电站正常发电尾水位250.47m，尚有3m~4m的落差未被利用。

双江航电枢纽装机容量4.8万kW，年发电量1.89亿kWh，建成后不仅可满足涪江沿岸城市电力市场对电量的需求，还可缓解沿江工农业用电的紧张状况，提高电网经济安全运行水平具有重要作用。双江航电枢纽建成后可替代火电，在一定程度上防止了非再生能源的消耗及其带来的环境问题，具有较大的清洁能源效益。

双江航电枢纽的建设，有利于合理开发利用水能资源，为电网提供清洁能源，实现水能的高质量、可持续发展。

c) 双江航电枢纽建设是实现涪江河道生态修复，建设绿水青山的重要保证

已建的三块石水电站，采用引水式开发，通过引水渠(汉江)引水至厂房发电。该引水渠设计流量为 $275\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期多年平均流量小于 $275\text{m}^3/\text{s}$ ，目前潼南航电枢纽已建成，三块石水电站已废除，失去发电功能，但涪江干流枯期水流仍大部分引入汉江，满足灌溉、供水和航运，三块石拦河坝下游500m范围内水量较小，河床出露，河道中生态基流不足导致河道生态破坏。

本工程建成后，由于废除了三块石枢纽，因此增加了枯期涪江干流流量，结合水生生态保护，初拟生态调度、增殖放流、渔政管理等水生生态保护措施，有利于修复和保护涪江生态环境，共同筑牢长江上游生态屏障，共建山清水秀美丽之地，金山银山不如绿水青山，涪江干流的生态修复，也将重塑两岸景观，结合定明山—运河风景名胜规划，营造生态宜居环境，提升城市整体环境，可为发展城市旅游等综合利用功能打好基础。

d) 双江航电枢纽建设是推动成渝地区交通互联互通、服务双城经济圈的支撑

习近平总书记主持召开中央财经委员会第六次会议指出：推动成渝地区双城经济圈建设，有利于在西部形成高质量发展的重要增长极，打造内陆开放战略高地，对于推动高质量发展具有重要意义。

2020年3月10日，潼南区与遂宁市签署《推动遂宁潼南一体化发展合作协议》，共包含区域规划一体化、基础设施一体化、产业发展一体化等7个大类协议事项。其

中“基础设施一体化”提出，加快推进涪江干流双江航电枢纽建设项目，对涪江纳入国家内河高等级航道，提高通航能力，打通水路出海大通道有极大的促进作用，对于加快推进成渝地区双城经济圈建设和长江经济带发展具有重要意义。双江航电枢纽的建成将联通四川遂宁，合川与嘉陵江干支相通的航道，进一步畅通涪江“黄金水道”，推动川渝地区交通互联互通，为成渝地区双城经济圈建设注入新的动力，为成渝协调合作机制的完善健全，构建对外开放大平台体系提供重要支撑。

双江航电枢纽装机容量 4.8 万 kW，每年可提供清洁能源发电量 1.89 亿 kWh，为成渝地区双城经济圈建设提供清洁低碳、安全高效的能源，服务成渝双城经济圈建设。

e) 双江航电枢纽建设有利于改善城市投资环境，促进地区经济的快速发展

涪江沿途风景秀丽，气候宜人。不仅有风景胜地大佛寺，也有新城风貌，更有浓厚的乡土人情。利用这一优势，通过双江航电枢纽的建设，将极大地吸引各类商客到双江观光和投资，加快城市建设步伐，带动地块的开发和升值，推动城区经济发展。因此，本项目建设有利于改善潼南区投资环境，促进地区经济的快速发展。

综上所述，本工程建设可进一步提高航道等级，促进航运发展；可合理利用该河段是充分开发利用水能资源，为电网提供清洁能源；可增加涪江干流枯期流量，减少水生态系统退化，改善规划景区水景观；可推动成渝地区交通互联互通，提供清洁能源服务双城经济圈；有利于改善城市投资环境与人居环境，进一步提升城市综合竞争力。潼南区正面临难得的快速发展的机遇，工程建设将促进潼南区经济社会的快速发展，政治影响深远，社会、生态和经济效益巨大。双江航电枢纽的电力电量能被电力市场消纳，工程建设工期较短，建设条件好，无制约本工程建设的重大环境影响问题。工程建成后每年可向电力系统提供 1.89 亿 kWh 的清洁电能，将替代火电站的投入，既节约了煤炭资源，又减少了环境污染。此外，双江航电枢纽的建设改善航道条件、满足了航运发展的迫切要求。

2.2.3 工程任务

双江航电枢纽工程的开发任务为：以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求。

a) 航运

涪江是嘉陵江右岸最大的一级支流，长江的二级支流，作为川北、川中和重庆市潼南、铜梁的一条重要水运通道，曾有过航运的繁荣，涪江航道建国前由于未进行系

统整治，航道以弯曲狭窄、滩多漕浅、水流湍急为特点，通航条件十分险恶，事故频繁。为打通川渝航道，双江上游三星梯级的船闸正进行改建工作，双江下游潼南梯级的船闸已于 2018 年 11 月完成竣工验收，处在两梯级之间的双江梯级，航道和船闸的建设工作迫在眉睫。

目前涪江重庆河段大部分已渠化，但航道标准较低，严重阻碍河段两岸及周边城市的社会经济发展。根据《重庆市内河航运发展规划》和《重庆市航道发展规划》，涪江干流重庆河段航道标准应为V级(300t)，双江~莲花寺河段航道无法满足航运发展要求，而且下游潼南、富金坝梯级船闸已经按 300t 级建成，通过双江航电枢纽的建设，可以渠化库区航道，改善航道条件、满足航道发展的要求。

b) 发电

涪江干流(重庆市境内)共规划了双江、潼南、富金坝、安居和涪沱 5 个梯级，梯级开发任务均以发电和航运为主。目前富金坝、安居、涪沱和潼南梯级均已建成，水能资源基本得到开发；在规划双江梯级坝址附近建有拦河引水建筑物，通过引水至三块石电站和大岩洞电站发电，由于潼南梯级的建成，三块石电站和大岩洞电站尾水抬高，已失去发电功能。潼南航电枢纽正常蓄水位 236.5m，上游三星水电站正常发电尾水位 250.5m，尚有 14m 的落差未被利用。本工程的开发建设可充分利用水力资源，缓解电网的用电需求。

c) 其他

根据《潼南区城总体规划(2002-2020)》，2020 年把潼南区定位为西部绿色菜都、新型工业基地、生态文化名城和区域性中心城市。目前，三块石、大岩洞水电站已废除，失去发电功能，但涪江干流枯期水流仍大部分引入汉江，满足灌溉、供水和航运，三块石拦河坝下游 500m 范围内水量较小，河床出露，河道中生态基流不足导致河道生态破坏，影响城区河段的水景观，与城市发展要求不相适应。双江航电枢纽建成后，三块石电站拦河枢纽将被拆除，抬高河段水位，减少滩涂裸露，改善水景观。

双江航电枢纽供水要求主要为潼南区城镇(通过汉江提水)，灌溉主要为潼南蔬菜基地(通过汉江引水，均为分散式取水)，另外还需满足汉江生态用水要求。

2.2.4 工程项目组成

双江航电枢纽工程全部建设内容均位于重庆市潼南区，四川省遂宁市境内无工程布置，但水库淹没涉及到了遂宁市船山区老池镇的部分土地。枢纽工程由泄水闸、电

站、船闸、左右岸连接段及护岸工程、生产管理用房等附属工程，以及鱼道、鱼类增殖放流站等环保工程组成，主要建筑物级别为3级。工程项目组成见表2.2.4。

表 2.2.4 双江航电枢纽工程项目组成表

工程项目	工程组成	
主体工程	泄水闸	泄水闸布置在河床的主河道,包括15孔泄洪闸及3孔冲砂闸,闸孔单孔净宽14.50m,泄水闸前缘总长313.00m,可兼排漂及冲砂作用。冲砂闸堰顶高程236.00m,泄洪闸堰顶高程237.00m,基本与平均河床面齐平,采用底流方式消能。第1孔至第15孔泄洪闸后接护坦,护坦长30.0m,厚度2.0m;第1孔至第3孔冲砂闸后接消力池,消力池底长41.0m,厚度2.0m。泄水闸最大坝高27.4m。
	船闸	船闸和航道等级为IV级。船闸布置于河床右岸,上闸首左侧为电站安装间、右侧为门库坝段并与右岸土坝连接段接右侧山体。闸室有效尺度为120m×12m×3.5m(长×宽×门槛最小水深);船闸上、下游引航道布置方式为不对称型,均往左侧拓宽,引航道宽38.0m;船舶进出闸方式上、下行均为直线进闸、曲线出闸,上游引航道设计直线段长300m,设计底高程238.0m;下游引航道设计直线段长300m,设计底高程232.0m。
	电站	在河道右岸、船闸左侧布置河床式厂房,安装3台灯泡贯流式机组,总装机48MW。主要建筑物包括主机间、安装间、副厂房、主变室及GIS楼、拦沙坎、进水渠、尾水渠、厂房防洪墙等。进水口坝段顺水流方向长26.85m,顶高程259.90m,进水口孔口尺寸9.1m×15.05m(宽×高);主厂房沿坝轴线方向总长度81.50m,其中安装场长33.5m,厂房最大高度46.17m,水轮机安装高程224.7m;副厂房布置于主机间下游侧,平面尺寸43.5×13.5m(长×宽);主变室布置在安装间坝段的下游侧,安装2台主变压器,平面尺寸30×16.5m(长×宽);GIS室布置在主变室的上层;电站进水渠自上游205.0m平台与进水流道首部底板高程195.6m相连接,长38.6m;电站尾水流道长40.13m,底高程221.28m,出口孔口尺寸为9.06m×7.713m(宽×高)。
	左右岸连接坝	左岸接头坝基础高程约240.00m,坝顶长度20.00m、坝顶宽度12.00m,坝底宽度22.00m,坝内设置检修门储门槽2个。 右岸挡水坝段包括门库坝段和接头挡水坝。门库坝段坝顶长度21.00m,建基高程240.90m,最大坝高19.00m;接头挡水坝段坝顶长度4.00m,建基高程250.90m,最大坝高9.0m。
	鱼道	垂直竖缝式工程鱼道,布置在河床右岸。鱼道底坡2%,主要建筑物由进口段、下游明渠段、与船闸结合段、上游明渠段及出口段等组成,全长约710m,设1个鱼道进口和1个出口,进口底板高程235.0m,出口底板高程247.0m;鱼道池室净宽2.5m,净长3.2m,深度3.0m,竖缝宽度0.4m;鱼道每隔20个隔板设置休息池1个,共设置8处休息池,休息池长度6.40m;鱼道采用分散补水的诱鱼方式。
	汉江右岸防洪堤	汉江右岸坝址至汉江取水口处约400m的防洪堤加高至257.40m以上高程。
	鱼类增殖放流站	布置于双江航运枢纽工程右坝肩附近,业主营地和施工方营地中间区域,占地约30亩,主要建筑物包括室外亲鱼培育池,室外鱼苗培育池,饵料池,野化驯养池和环形亲鱼池,催产孵化及开口鱼苗培育车间,鱼苗培育车间和亲鱼培育车间等;每年放流规模15.12万尾,初步计划放流20年。
	航道工程	清礁
疏浚		坝下疏浚归槽区87480m ³ 、IV级航槽开挖159263m ³ 、陆上挖土104281m ³ 。
整治工程		左右岸各建1处丁顺坝,左岸260m、右岸60m左右;左岸顺头护岸32540m ³ 。
护岸工程		对右岸出口段高边坡岸坡进行护岸,护岸总长380m。
施工辅助工程	施工导流	导流建筑物包括一期枯水围堰、厂房及船闸全年围堰、二期枯水围堰,均采用土石围堰。
	施工企业	右岸上游寇家坝砂砾石料场下游侧设置1套砂石加工系统,右岸工区集中设1套混凝土生产系统,左右岸各设1处施工综合加工厂。
储运工程	渣、料场	工程不设弃渣场,右岸开挖料用于仙鹤村河道防护工程,左岸弃渣运往潼南区民丰市政渣场进行处置;左、右岸下游各布置1处表土堆存场;开采寇家坝天然砂砾石料场1处。

工程项目	工程组成	
	施工交通	枢纽工程新建及扩建场内施工临时道路3条，共长7.5km。
	其它	左右岸各设1处施工综合仓库。工程不单独设置油库、炸药库。
办公生活设施		左右岸各设1处办公生活区，施工高峰期人数1800人。
征地移民	征地	工程永久征地面积6929.63亩，其中耕地1267.55亩、林地321.19亩；工程临时征地面积652.43亩，其中耕地89.87亩、林地0.11亩。
	移民安置	规划设计水平年，搬迁安置人口7户29人(均在重庆市潼南区)，其中，分散后靠安置5户19人，货币安置自购商品房2户10人。不规划集中安置点。
	专项设施复改建	复建道路2.304km、渡口1座、输变电设施4.53km、通讯设施5.52km(均在重庆市潼南区)、泵站12处(重庆市潼南区9处、四川省遂宁市3处)；处理污水处理设施1处(重庆市潼南区米心镇)。
	库区防护	对潼南区玉溪镇青石村一社、新田村一社、曹家坝、曹家村七社和回龙村二社等共5处进行防护。
环保工程		生态流量泄放和监控设施、鱼道、鱼类增殖放流站、废污水处理和回用设施、固体废弃物收集设施等。

2.2.5 工程特性

工程特性详见表 2.2.5。

表 2.2.5 双江航电枢纽工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1.流域面积			
全流域	km ²	36400	
工程地址(坝址、闸址)以上	km ²	28403	
2.利用的水文系列年限	年	66	
3.多年平均年径流量	亿 m ³	139.1	
4.代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	441	
实测最大流量	m ³ /s	28500	
实测最小流量	m ³ /s	3.6	
调查历史最大流量	m ³ /s	36600	
正常运用(设计)洪水标准	P(%)	2	
相应流量	m ³ /s	23200	
非常运用(校核)洪水标准	P(%)	0.2	
相应流量	m ³ /s	35200	
施工导流标准	P(%)	10	
相应流量	m ³ /s	14800	
5.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	1550	

序号及名称	单位	数量	备注
多年平均悬移质含沙量	kg/m ³	1.13	
多年平均推移质年输沙量	万 t	11.8	
多年平均总年输沙量	万 t	1562	
二、工程规模			
1.水库			
校核洪水位(P=1%)	m	256.90	
设计洪水位(P=2%)	m	253.26	
正常蓄水位	m	249.0	
死水位	m	248.0	
总库容	亿 m ³	1.61	
调节库容	万 m ³	871	
正常蓄水位时水库面积	km ²	28403	
回水长度	km	19.68	
调节特性		日调节	
校核洪水位时最大泄量	m ³ /s	35200	
相应下游水位	m	256.52	
设计洪水位时最大泄量	m ³ /s	23200	
相应下游水位	m	253.17	
最小下泄流量	m ³ /s	66.15	
2.通航			
航道等级	级	IV	
航道里程	km	32	
航道尺度	m	2.4×50×330	水深×直线段宽度×弯曲半径
船闸等级	级	IV	500t
设计单向最大客、货运量	t/年	611	
设计最大船舶吨位	t	500	
2.电站			
装机容量	MW	48	
机组台数	台	3	
单机容量	MW	16	
多年平均发电量	亿 kW.h	1.89	
年利用小时数	h	3928	
额定流量	m ³ /s	176.9	
额定水头	m	10.2	

序号及名称	单位	数量	备注
三、主要建筑物及设备			
1.挡泄水建筑物			
型式		水闸	
坝顶高程	m	259.9	
最大坝高	m	27.4	
左岸挡水建筑物前缘长度	m	232.50	
右岸挡水建筑物前缘长度	m	109.00	
堰顶高程	m	237.00/236.00	泄洪闸/冲沙闸
闸顶高程	m	259.90	
闸孔尺寸(孔数)	个	15/3	泄洪闸/冲沙闸
2.发电厂房			
型式		河床式	
主厂房尺寸(长×宽×高)	m×m×m	81.50×70.85×48.07	
水轮机安装高程	m	224.7	
开关站形式		地面	
开关站尺寸(长×宽)	m×m	33.50×17.50	
水轮机台数	台	3	
额定出力(入力)	kW	16000	
3、船闸			
设计船型尺度	m	67m×11m×2.6m	船长×船宽×满载吃水
船闸有效尺度	m	120m×23m×4.2m	长×宽×门槛水深
最大设计水头	m	13.5	
上游最高通航水位	m	249.00	
上游最低通航水位	m	248.00	
下游最高通航水位	m	243.53	
下游最低通航水位	m	235.50	
引航道长度(上游/下游)	m	300/300	引航道主导航墙
4、鱼道			
形式		竖缝式工程鱼道	
长度	m	710	
休息池	个	8	
四、淹没损失及工程建设永久占地(防护后)			
土地	亩	6295.93	
其中：耕地	亩	1803.60	

序号及名称	单位	数量	备注
淹没耕地	亩	988.77	
迁移人口	人	24	
拆迁房屋	m ²	1426.05/1732.55	水库淹没/枢纽工程
重要专项设施			
其中：水电站(三块石、大岩洞)	座	2	
五、施工			
1.主体工程主要工程量			
土方开挖及三块石大坝拆除	万 m ³	123.64	含河道疏浚、航槽开挖及炸礁
填筑土石	万 m ³	2.71	
回填土石	万 m ³	13.74	
混凝土和钢筋混凝土	万 m ³	56.54	
帷幕灌浆	万 m	0.77	
2.施工导流		分期导流	
3.施工工期		55	总工期
准备工期		16	
投产工期	月	36.5	
4.施工劳动力			
总工日	万工日	196	
高峰工人数	人	1250	
六、工程管理			
管理机构人员编制	人	80	运行期
七、经济指标			
静态总投资	万元	261123.32	
其中：环境保护工程投资	万元	7933.36	

2.2.6 工程等别与设计标准

2.2.6.1 工程等别

双江航电枢纽工程水库总库容 1.61 亿 m³，正常蓄水位 249.00m，相应库容 4868 万 m³，电站装机容量 48MW，船闸和航道等级为Ⅳ级。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)和《防洪标准》(GB50201-2014)对综合利用的水利水电工程，当按各综合利用项目的分等指标确定的等别不同时，其工程等别应按其中最高等别确定。故本工程等别为Ⅱ等，工程规模为大(2)型。

2.2.6.2 建筑物级别

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)中 4.1.3 条,考虑到本枢纽为河床式工程,汛期敞开闸门泄洪,基本恢复天然状态,工程失事后也同河道天然泄洪差别不大,不会对下游加重破坏,建筑物级别可降低一级。因此枢纽主要永久性水工建筑物泄水闸、电站厂房、船闸上下闸首及闸室、接头坝段等均为 3 级建筑物,次要永久性建筑物导墙、拦砂坎等为 4 级建筑物,临时性水工建筑物为 5 级。

2.2.7 工程总体布置及主要建筑物

本工程枢纽布置采用右船闸右厂房方案,枢纽主要建筑物由泄水闸、船闸、厂房、鱼道及混凝土接头坝等组成,建筑物沿坝轴线自左至右依次为:左岸混凝土接头坝(长 20.0m)、泄水闸坝段(长 313.00m)、厂房主机间(长 48m)、厂房安装间(长 33.5m)、船闸上闸首段(长 33m)和右岸混凝土接头坝(长 40m)。根据本工程总体布置,考虑鱼类洄游特点并结合相关工程经验,鱼道进口宜布置于厂房尾水渠附近,故将鱼道布置于河床右岸。鱼道进口位于厂房尾水渠右侧末端,鱼道出口位于电站进水渠上游约 170m。枢纽坝顶全长 487.50m,坝顶高程 259.90m。在枢纽坝顶上游侧布置宽 8.5m 贯通全长的交通桥,与两岸连接,右岸与现有公路衔接,左岸通过加高的汉江右岸岸堤与汉江右岸岸堤相连。

2.2.7.1 泄水闸

泄水闸布置在河床的主河道,包括 15 孔泄洪闸及 3 孔冲砂闸,可兼排漂及冲砂作用,基岩建闸,采用平底宽顶堰型,冲砂闸堰顶高程 236.00m,泄洪闸堰顶高程 237.00m,基本与原主河床齐平,底板厚度根据结构计算取为 3.5m,根据河床变化趋势分析及结构要求,闸底板上、下游设齿槽,冲砂闸上游齿槽底高程 229.50m,下游齿槽底高程 231.00m,泄洪闸上游齿槽底高程 230.50m,下游齿槽底高程 232.00m,泄水闸最大坝高 27.4m。闸室采用底板中间设缝,每孔闸设一条结构缝,中墩厚 2.50m,左边墩厚 2.50m,右边墩与厂房坝段相邻,厚 7.00m。根据泄洪规模水闸总孔数为 18 孔,闸孔单孔净宽 14.50m。泄水闸前缘总长 313.00m。由基础应力计算及坝顶结构布置要求,泄水闸闸室底板顺水流长为 22.00m,闸室内设有上、下游检修门槽、下游工作闸门槽各一道,工作闸门为露顶式平板钢闸门,由固定式卷扬机启闭,上游检修门为露顶式平面滑动钢闸门,设 1 扇,上游检修门由设在坝顶的单向门机配自动抓梁操作,门机轨距 6.50m。

根据闸顶结构布置，闸墩顶宽 26.00m，坝顶高程 259.90m，上游修圆，闸墩在顶部向上游悬挑 4.00m，用于支承坝顶上游侧交通桥，交通桥宽 8.50m，其下游布置检修闸门及工作闸门。在工作闸门处设排架，用于支承启闭机工作平台。

泄水闸堰顶高程基本与平均河床面齐平，采用底流方式消能。本工程采用分区泄洪，每 3 孔泄水闸作为一个分区泄水单元，15 孔泄洪闸共分为 5 个泄水单元，3 孔冲砂闸共分为 1 个泄水单元。第 1 孔至第 15 孔泄洪闸后接护坦，护坦底高程 236.00m，长 30.0m，厚度 2.0m，护坦设置锚筋，间距均为 3.0m，梅花形布置。第 1 孔至第 3 孔冲砂闸后接消力池，消力池底高程 234.00m，长 41.0m，厚度 2.0m，底板设置锚筋，间距均为 3.0m，梅花形布置，消力池内设两排消力墩，消力墩高 2m。护坦和消力池后采用混凝土回填。

2.2.7.2 船闸

船闸布置位于河床右岸，船闸上闸首左侧为电站安装间、右侧为门库坝段并与右岸土坝连接段接右侧山体。闸室有效尺度为 120m×12m×3.5m(长×宽×门槛最小水深)，上闸首挡水前沿宽度为 33m，右侧船闸挡洪检修闸门门库坝段长度 18.5m；为减少泄流断面宽度，船闸上、下游引航道布置方式为不对称型，均往左侧拓宽，引航道宽 38.0m，靠船墩均布置于引航道右侧，左侧导航墙兼做隔流墙；船舶进出闸方式上、下行均为直线进闸、曲线出闸。上游引航道设计直线段长 300m，下游引航道设计直线段长 300m；停泊段上、下游分别可与上、下游航道平顺衔接，然后进入河道弯段。

根据河势地形及船闸设计直线段长度要求，船闸采用船舶上、下行均采用“直线进闸，曲线出闸”方式过闸。上游引航道设计底高程为 238.0m。

船闸上游引航道采用不对称型式布置，向右侧拓宽，从上闸首由宽 12m 拓宽至上游引航道设计底宽 38.0m。上游引航道直线部分全长为 300m，停泊段上游引航道宽度由 31.0m 拓宽至 46.5m，并与主航道连接，上游引航道布置有主、辅导航墙和靠船墩。主导航墙和靠船墩布置于引航道右边，直线布置，长度为 180m，结构采用砼重力式。辅导航墙布置于引航道左边，辅导航墙为弧形加直线平面布置，同时兼做隔流墙，分隔引航道静水区域和泄水闸动水区域，将引航道从 12m 向左拓宽至 38m，为砼重力式挡墙；靠船墩布置于引航道停泊段，为独立墩式结构，共 7 个，墩中心距 20m，停泊段长 120m。

本船闸下游引航道按“直线进闸，曲线出闸”方式过闸布置。下游引航道设计底宽

38.0m，设计底高程为 232.00m。下游引航道与主航道为同在右岸，船闸下游引航道采用不对称型式布置，向左侧拓宽，从下闸首由宽 12m 拓宽至下游引航道设计底宽 38.0m。下游引航道布置有主、辅导航墙和靠船墩。主导航墙和靠船墩布置于引航道右边，主导航墙采用直线布置结构采用砼重力式，长 180m。辅导航墙布置于引航道左边，同时兼做隔流墙，分隔引航道静水区域和泄水闸动水区域，辅导航墙为弧形段加直线段平面布置，将引航道从 12m 向左拓宽至 38m，为砼重力式挡墙；靠船墩布置于引航道停泊段，为独立墩式结构，共 7 个，墩中心距 20m，停泊段长 120m。

2.2.7.3 左右岸连接段及护岸工程

左岸接头坝基础高程约 240.00m，坝顶长度 20.00m、坝顶宽度 12.00m，坝底宽度 22.00m，坝内设置检修门储门槽 2 个。

右岸挡水坝段包括门库坝段和接头挡水坝。门库坝段坝顶长度 21.00m，建基高程 240.90m，最大坝高 19.00m；接头挡水坝段坝顶长度 4.00m，建基高程 250.90m，最大坝高 9.0m；坝顶宽度 8.50m，与现有右岸公路连接。

汉江右岸坝址至汉江取水口处约 400m 的防洪堤顶高程在 254.50m~257.70m 之间，目前不满足防洪要求，需对原堤加高至 257.40m 以上高程。

2.2.7.4 厂房

下坝址全闸方案厂房坝段位于河床右岸，左侧为泄洪闸，右侧为船闸。由主机间、安装间、副厂房、主变室及 GIS 楼、拦沙坎、进水渠、尾水渠、厂房防洪墙等组成。厂内安装 3 台灯泡贯流式水轮发电机组，单机引用流量 $176.9\text{m}^3/\text{s}$ ，单机容量 16MW，总装机 48MW。

a) 进水口

进水口坝段顺水流方向长 26.85m，顶高程 259.90m，建基面底高程 215.80m。进水口孔口尺寸 $9.1\text{m}\times 15.05\text{m}$ (宽×高)，经进水渠以 1:3 反坡段与上游河床相接。进水渠上游设置拦沙坎，采用与厂房小基坑围堰相结合的布置方式，施工完建后将围堰拆至 241.00m 高程。

b) 主厂房

厂房坝段由主机间坝段和安装间坝段组成，沿坝轴线方向总长度 81.50m。坝顶高程为 259.90m，下游校核洪水位高程为 256.46 m，下游防洪墙高程定为 258.00m。主机间坝段顺水流方向长度为 70.85m，建基面高程 211.83m，基础置于泥岩与砂岩互

层的岩体上；主机间坝段 1#、2#号机组为一个机组段，3#号机组为一个机组段。主机间净跨 16.00m，最大高度约 46.17m，长 48m，水轮机安装高程 224.70m。主机间分上、下两层。桥机轨顶高程 251.33m，安装一台桥式起重机。安装间坝段顺水流方向长度为 70.85m，最低建基面高程 224.80m。安装间与主机间并排布置，室内地面高程 235.83m，安装间净宽 16.00m，长 33.50m。安装间内设置大件吊物孔，并设置电梯井与厂内连接，安装间下游设置防洪墙。

c) 尾水

尾水段下部为尾水流道，上部布置副厂房，末端设尾水闸墩。尾水流道长为 40.13m，底高程 221.28m，出口孔口尺寸为 9.06m×7.713m(宽×高)。尾水闸墩上部设防洪墙，尾水平台高程为 258.00m，尾水平台设置尾水排架，启闭设备采用 2×1250kN 固定卷扬式启闭机操作。尾水闸墩末端接尾水渠。尾水渠宽 45.8m，出口底高程为 235.00m，通过 1：5 的反坡段与下游河床相接。

根据尾水流速计算，1：5 的反坡段后尾水渠底板高程低于原河床高程，为与原河床高程衔接，避免尾水渠淤积，需对下游河道局部进行开挖清理。

下游最低尾水位 236.10m，正常尾水位 237.19m，设计洪水位 253.08m，校核洪水位 256.46m，下游防洪墙高程为 258.00 m。

d) 副厂房及主变 GIS 楼

副厂房主要布置于主机间下游侧，平面尺寸 43.5m×13.5m(长×宽)。主变室布置在安装间坝段的下游侧，安装 2 台主变压器，平面尺寸 30m×16.5m(长×宽)。GIS 室布置在主变室的上层，设一台桥机方便设备检修。出线架设在安装间下游的防洪墙上。

2.2.7.5 鱼类增殖放流站

双江航电枢纽工程鱼类增殖放流站设计放流种类为岩原鲤、白甲鱼、中华倒刺鲃、翘嘴鲌、鲢、鳙、草鱼，放流规模为 15.12 万尾，需要培育鱼苗 30.24 万尾，开口鱼苗 60.48 万尾，受精卵 241.92 粒，亲鱼 1739.52kg。鱼类增殖站布置于双江航运枢纽工程右坝肩附近，位于业主营地和施工方营地中间区域，占地约 30 亩，紧邻施工内部道路，交通条件较为便利，无需新建道路。

增殖站场地布置主要分为室内循环水养殖区域和室外养殖区域。其中室外养殖区域包括室外亲鱼培育池，室外鱼苗培育池，饵料池，野化驯养池和环形亲鱼池，室外养殖区域布置于靠近上游业主营地一侧，以便于后期和业主营地协同打造景观。

室内循环水养殖区域包括催产孵化及开口鱼苗培育车间, 鱼苗培育车间和亲鱼培育车间, 主要建筑物位于下游侧靠近施工方营地, 室内循环水养殖区域承担了增殖站大部分的养殖任务, 在生产高峰期等必要时段可以和景观区域隔开, 不影响生产。综合楼、污水处理系统、配电房、泵房和值班室等建筑物布根据合理原则布置于场址其它区域。

鱼类增殖站主要建筑物包括综合楼 1 栋、催产孵化车间 1 栋、亲鱼培育车间 2 栋、鱼苗培育车间 2 栋、门卫室 1 间、一体化污水处理系统 1 套、配电及发电机房 1 间, 室外亲鱼培育池 8 个, 室外亲鱼培育池 8 个, 饵料培育池 2 个, 野化驯养池 1 个。

2.2.7.6 鱼道

a) 总体布置

本工程枢纽建筑物从左至右依次为闸坝、发电厂房、船闸, 考虑鱼类洄游特点并结合相关工程经验, 鱼道进口宜布置于厂房尾水渠附近, 故将鱼道布置于河床右岸。鱼道从河道下游至上游沿线分别由进口段、下游明渠段、与船闸结合段、上游明渠段及出口段等组成, 全长约 710m。

进口段位于尾水渠右导墙末端, 长度为 6.00m, 设置 1 个鱼道进口, 底板高程为 235.00m, 进口宽度为 0.70m, 设检修/工作闸门, 采用分散补水的诱鱼方式, 根据不同的机组运行工况灵活调整各补水点的补水量。

(鱼)0+006.00~(鱼)0+326.28 段为下游明渠段。该段总长度 320.28m, 其中(鱼)0+006.00~(鱼)0+082.40 段鱼道基础形式为 C15 回填混凝土基础, (鱼)0+082.40 段~(鱼)0+326.28 段鱼道基础形式为 C25 混凝土支墩基础, 基础需置于强风化层内不小于 1.00m 深度。下游明渠段边墙厚度为 0.60m, 边墙净高度为 4.11m~10.00m, 为确保边墙结构在放空检修工况下的结构安全, 两侧边墙之间通过横撑连接, 以增加边墙结构的刚度, 横撑水平间距 3.00m, 截面尺寸 0.60m×0.60m(长×宽)。边墙顶部悬挑通行平台并设置栏杆, 作为日常检修巡视通道。该段共设置有四处休息池, 除休息池段鱼道底坡为 0 外, 其余段鱼道底坡均为 2%。

(鱼)0+326.28~(鱼)0+540.80 段为与船闸结合段。该段总长度 214.52m, 依次以船闸结构内预留鱼道孔的形式经过船闸下闸首、闸室、上闸首, 鱼道孔净宽 2.50m, 净高 3.00m。该段共设置有 3 处休息池, 除休息池段鱼道底坡为 0 外, 其余段鱼道底坡均为 2%。

(鱼)0+540.80~(鱼)0+704.00 段为上游明渠段。该段总长度 169.20m, 鱼道基础形

式均为 C25 混凝土支墩基础，基础需置于强风化层内不小于 1.00m 深度。上游明渠段边墙厚度为 0.60m，边墙净高度为 10.50m~12.70m，为确保边墙结构在放空检修工况下的结构安全，两侧边墙之间通过横撑连接，以增加边墙结构的刚度，横撑水平间距 3.00m，截面尺寸 0.60m×0.60m(长×宽)。边墙顶部悬挑通行平台并设置栏杆，作为日常检修巡视通道。该段共设置有 1 处休息池，除休息池段鱼道底坡为 0 外，其余段鱼道底坡均为 1.4%。

出口段位于闸轴线上游约 160m，长度为 6.00m，设置 1 个鱼道出口，底板高程为 247.00m，出口宽度为 1.50m，设检修闸门。

鱼道每隔 20 个隔板设置休息池 1 个，共设置 8 处休息池，休息池长度 6.40m。

b) 工艺设计

1) 池室净宽

池室净宽主要由过鱼量和过鱼对象个体大小决定，过鱼量越大，鱼道宽度要求越大。国外鱼道宽度多为 2m~5m，国内鱼道宽度多为 2m~4m。根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室净宽不宜小于主要过鱼对象体长的 2 倍，由于涪江鱼类种类和资源都较为丰富，但过鱼体型较小，为满足过鱼需要，双江航电枢纽鱼道池室净宽取 2.50m。

2) 池室净长

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室净长可取池室净宽的 1.25 倍~1.50 倍，即 3.125m~3.75m，本工程鱼道池室净长取 3.20m。

3) 池室运行水深

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室水深应依据过鱼对象体长及池室消能要求确定，设计水深可取 1.50m~2.50m。最小池室水深应大于 0.30m，对于体长超过 0.20m 的鱼类，最小池室水深应大于最大过鱼体长的 2.50 倍。本工程鱼道池室设计深度 3.00m，设计水深取为 1.00m~2.50m。

4) 鱼道竖缝宽度

鱼道竖缝宽度根据最大过鱼对象、池室尺寸确定。为使竖缝可以满足多数鱼类通过需求，池室长度与竖缝宽度的比值宜取 8~10，本工程设计池室长度 3.20m，竖缝宽度取 0.40m。

5) 池室边墙顶高程

由于《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)对鱼道防洪标准并无明确规定,鱼道进、出口及相应的池室边墙顶高程的设计主要从过鱼需求角度考虑,并兼顾一定的运行检修、维护需求。通过对水文资料的分析,并考虑鱼道形象面貌及运行维护方面的需求,选取下游河道 2 年一遇洪水水位 244.45m,并考虑一定安全超高,确定鱼道进口及下游段池室边墙顶高程为 245.00m;选取上游水库校核洪水水位 256.90m,并考虑一定安全超高,确定鱼道出口及上游段池室边墙顶高程为 257.50m。

c) 鱼道水力学设计

1) 鱼道设计运行水位

在过鱼季节内受机组各发电工况下尾水位的影响,鱼道进口按照机组发电且不泄洪时的水位作为设计水位。本工程一台机发电时最低尾水位为 236.10m,三台机发电时正常尾水位为 237.19m。鱼道进口位于厂房尾水渠右侧末端,设计水位采用 236.10m~237.19m,变幅为 1.09m。

鱼道出口布置于坝上游约 170m,出口水位受水库运行方式影响,本工程正常蓄水位为 249.00m,死水位为 248.00m,因此鱼道出口设计水位采用 248.00m~249.00m,变幅为 1.00m。

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013),在主要过鱼季节中,鱼道进、出口最小水深不宜小于 1.00m。本工程兼顾体长较大鱼类通过,结合鱼道进、出口运行水位,进口淹没水深取 1.10m,出口淹没水深取 1.00m,由此得到鱼道进、出口底板顶面高程分别为 235.00m、247.00m。

2) 鱼道设计流速

根据过鱼设施设计经验,进口在发挥过鱼作用的同时,还利用鱼道内部流量发挥诱鱼功能。考虑到鱼道进口周围流场的影响,鱼道进口流速值一般设计成相对较大的值,以在环境流场中形成相对流速。鱼道进口流速一般不大于主要过鱼对象的突进流速,不小于主要过鱼对象的临界流速。由于双江航电工程尚未开展游泳能力测试,根据文献调研和相关工程设计经验,鱼道流速范围控制在 0.8m/s~1.2m/s。待后续鱼类游泳能力测试开展后根据相关成果对鱼道流速进行适当调整。

2.2.7.7 航道工程

本工程项目航道工程建设内容有:疏浚、清礁、护岸和筑坝工程等。

a) 整治工程

由于双江船闸下游 400m 处有一支汉河流磨溪河，支流出流对主航道行船有一定影响，考虑在磨溪河支流上游凸咀处建一丁顺坝，以阻止支流出流造成横流影响，改善主航道水流流态。

建设丁顺坝坝长 60m 左右，坝顶高程 238m，高于设计低水位上 2.5m，坝顶宽 3m，坝头段加宽至 5m，迎水坡坡比为 1：2，背水坡坡比为 1：3。

表 2.2.7-1 整治工程量表

项 目		工程量(m ³)	备注
磨溪河河口丁顺坝	块石坝体	3820	长度 60m
左岸丁顺坝	块石坝体	15630	长度 260m
左侧碛头护岸	钢丝石笼	32540	厚度 1m

b) 航道疏浚

挖槽设计水位取最低通航水位 235.5m；挖槽设计水深与宽度分别为：设计水深 H=2.4m；设计宽度 B=50m；航槽开挖工程量为 263544m³，坝下疏浚归槽开挖区疏浚量为 87480m³。

表 2.2.7-2 疏浚工程量表

方案	项目	工程量(m ³)
坝下疏浚归槽区	疏浚	87480
IV级航槽开挖	疏浚	159263
	陆上挖土	104281

本河段疏浚区域河床质均为卵砂土，均用 2m³(或 4m³ 抓斗式挖泥船)配合 80m³ 开底泥驳拖轮进行疏浚施工。疏浚工程施工包括定位、开挖、装驳运渣、卸渣等工序。疏浚沙卵石作为双江枢纽建设建材使用，无需选设抛泥区。

c) 航道清礁

礁石位于弯曲河道河心，礁石右侧水深良好，左侧水深较小，选择右侧为航槽不变，清礁方案为顺应河势，将清礁基线布置为折线。清礁基线向河心侧清礁至设计底高程，向岸侧边坡为 1：0.5。清礁计算超深 0.2m，超宽 0m。清礁工程量为：29283m³。清礁位置位于双江坝下。

d) 护岸工程

根据涪江岸坡的实际情况，考虑坝下段水流对较急，并针对现状岸坡易被河水冲刷严重的特点，需对出口段高边坡岸坡进行护岸。

结合目前河岸线，采用顺直斜坡式护岸结构，护岸段总长 380m 左右，护岸坡顶高程 272.0m，坡脚高程为 236.0m，坡比为 1: 2，每隔 8m 处设置一级马道，马道宽 2m，护岸坡脚以上水平投影宽度 53m，坡脚顶宽 2m，坡脚前设置 20m 宽护底。

2.3 工程施工

2.3.1 交通运输

a) 对外交通

双江航电枢纽工程距下游潼南区城区约 15km 处，东南距重庆市约 110km，北西距成都约 210km。对外交通方便，主要为 G93 成渝环线高速、国道 319 线、省道 S205 线、渝遂铁路等主、次要通道到达现场。

水泥、木材、钢筋钢材、生活物资、机电设备等供应地和运输线路较为明确，均采用公路运至坝址左岸、右岸工程区，无需铁路或其他方式转运。

枢纽工程所需的水泥、木材、钢筋钢材、油料、火工产品及粉煤灰等建筑材料在省内均有生产，大部分物质经由公路直接抵达工地。水泥、粉煤灰从重庆合川区运来；钢材从重庆市采购；木材、油料可由当地市场采购，施工期可根据市场条件择优购买；火工产品可通过当地公安部门购买。

综合枢纽周边区域交通运输现状和电站外来物质运输量及运输特点，枢纽工程对外运输拟采用以公路为主，铁路、水路相辅。

b) 场内交通

双江航电枢纽工程场内交通布置条件相对较好，可以考虑在现有左、右岸的地方道路上接线至工程区，工程区内各工作面、料场和施工设施均由公路连接。场内公路主干线的规划结合枢纽工程对外交通、枢纽布置及施工进度、施工总布置等综合考虑。

根据场内交通总体规划，主要场内交通线路包括：右岸闸顶至寇家坝砂砾石料场道路，右岸一枯下游围堰至仙鹅村河道防护工程道路、左岸二枯下游围堰至原小舟村渣场道路。根据上述道路的布置情况，需对磨溪河河口的作坊桥梁进行改建以满足工程施工交通要求。

场内交通道路总长约 7.5km，其中永久道路约 5.5km(均为改扩建现有乡村道路)，临时公路约 2.0km，均为新建道路；改建永久桥 1 座(右岸跨磨溪河)，跨度 100m。

1) 主要线路规划

(1) 左岸道路

1#公路：从二期下游围堰左堰顶接线至坝址下游原小舟村弃渣场位置，新建临时道路，长约 1.5km。主要满足左岸 12 孔泄洪闸的开挖出渣、物资运输等施工需要。

(2) 右岸道路

2#公路：从坝顶右岸接线至寇家坝砂石骨料加工系统，改扩建地方公路，长约 2.0km，主要满足右岸 6 孔泄洪冲砂闸、厂房及船闸开挖出渣、混凝土等物资运输需要。

3#公路：一期围堰右岸堰顶接线至坝址下游右岸仙鹅村河道防护工程(含 2#、3#公路连接段)，长约 4.0km，其中 3.5km 为现有地方公路改扩建。主要满足右岸 6 孔泄洪冲砂闸、厂房及船闸开挖开挖出渣、物资运输等施工需要。

2) 桥梁规划

根据施工场内道路规划，本工程需改建坝址下游右岸现有跨磨溪河的作坊桥，桥长约 100m，行车道宽度 6.5m，荷载等级汽-40，挂-120，主要满足本工程施工期开挖出渣的要求、物资运输及工程大件运输需要。

表 2.3.1-1 枢纽工程场内施工道路特性表

编号	说明	线路长度(km)	线路等级	荷载等级	路面宽度(m)	路面结构	备注
1#公路	从二期下游围堰堰顶沿涪江左岸接线至原小舟村弃渣场位置	1.5	场内三级	汽-40	6.0	泥结碎石路面	临时道路
2#公路	从寇家坝砂石骨料加工系统接线至坝顶右岸	2.0	场内二级	汽-40	6.5	混凝土路面	改扩建永久道路
3#公路	从一期围堰右岸堰顶接线至作坊桥左岸，再从作坊桥右岸接线至仙鹅村河道防护工程	4.0	场内二级	汽-40	6.5	混凝土路面	改扩建永久段长 3.5km，新建临时道路长 0.5km
合计		7.5					

2.3.2 施工导截流

a) 导流时段

双江航电枢纽为河床式电站，所在涪江的水文特点是洪峰流量大，枯期流量及水位变幅大，因此，应充分利用枯水期(涪江 6 月~10 月为主汛期)进行施工。

根据坝址分期洪水成果表可以看出，选取导流时段枯期 6 个月(11 月~翌年 4 月)流量比 7 个月(11 月~翌年 5 月)明显要小，而 6 个月的流量与 5 个月(11 月~翌年 3 月或 12 月~翌年 4 月)流量相差不大，因此选取枯水时段为 11 月~翌年 4 月。

厂房、船闸均位于涪江右岸，汛期枯水围堰拆除后，河床较宽。按照厂房机组尽快投产发电、船闸尽早投入运行的原则，厂房、船闸必须保证全年施工，故右岸厂房及船闸施工时段采用挡 10 年重现期洪水全年施工方案。

b) 导流标准

本工程采用土石围堰，根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)关于导流建筑物级别选定标准，枯期围堰定为 5 级建筑物，全年基坑围堰级别定为 4 级建筑物。本工程均采用洪水标准下限值，即枯期围堰采用洪水标准为 5 年一遇重现期，时段为 11 月~翌年 4 月，流量 $Q=561\text{m}^3/\text{s}(P=20\%)$ ；全年基坑围堰采用洪水标准为 10 年一遇重现期，流量 $Q=14800\text{m}^3/\text{s}(P=10\%)$ 。

c) 导流方式

本工程采用分期导流方式。具体程序为：

一枯(第 1 年 11 月初~第 2 年 4 月底)：堆筑一期枯水围堰，形成一期基坑，施工右侧三孔泄洪闸、三孔冲砂闸、厂房、船闸、鱼道和右接头坝，并完成厂房及船闸的全年基坑围堰堆筑以及二期枯水围堰纵向导墙，由左侧河道及汉江过流，船只由汉江通行。4 月下旬 6 孔泄洪闸浇筑至闸顶高程且该部位工作桥施工完成，4 月下旬至 4 月底拆除一期枯水围堰。

一汛(第 2 年 5 月~第 2 年 10 月底)：由全年基坑围堰挡水，基坑里厂房、船闸继续施工，并完成三孔泄水闸和三孔冲砂闸上部混凝土启闭机排架的施工及闸门安装，由已建三孔泄水闸、三孔冲砂闸、左岸河道及汉江过流。

二枯(第 2 年 11 月~第 3 年 4 月底)：堆筑二期枯水围堰，形成二期基坑，施工左侧十二孔泄洪闸及左坝肩接头坝，同时在全年基坑里继续厂房和船闸的施工，由已建三孔冲砂闸、三孔泄洪闸及汉江过流。

二汛(第 3 年 5 月~第 3 年 10 月底)：由全年基坑围堰挡水，基坑里厂房、船闸继续施工，由已建三孔泄洪闸、三孔冲沙闸、左岸河道及汉江过流。

三枯(第 3 年 11 月~第 4 年 4 月底)：堆筑三期枯期围堰，形成三期基坑，施工左侧十二孔泄洪闸上部排架及储门槽坝段混凝土浇筑。4 月中旬至 4 月底拆除三期枯期围堰。期间由已建三孔冲沙闸、三孔泄洪闸及汉江过流。

三汛(第 4 年 5 月~第 4 年 9 月底)：剩余部分闸墩排架及工作桥混凝土浇筑安排在 2024 年 4 月至 7 月进行，闸门安装于 2024 年 9 月底完成。

在第 4 年 9 月底，三孔冲沙闸和十五孔泄洪闸均具备过流条件，导流任务完成。

d) 截流

根据施工导流程序安排，枢纽工程施工分三期完成。一期工程采用左岸束窄河床

过流，因此不需考虑截流设计；二期和三期工程采用右岸已完建的三孔泄洪闸和三孔冲沙闸过流，填筑二期和三期枯期围堰时，需考虑截流设计。根据施工总进度安排，河道截流时间为第二年枯水期的 11 月上旬，截流标准采用截流时段内重现期 5 年~10 年的月或旬平均流量，设计采用 11 月 5 年一遇月平均流量，考虑汉江的分流，相应设计流量 $Q=303\text{m}^3/\text{s}$ 。截流采用单戗立堵、左岸进占的截流方式，在截流前，二期或三期枯期围堰的混凝土纵向导墙及裹头已形成；由左岸开始石渣填筑，向右岸单向进占，形成龙口后，采取大块石及钢筋石笼，大抛投强度进行合龙。

e) 导流建筑物

1) 一期枯水围堰

左岸一期枯水围堰堰顶高程按挡 11 月~翌年 4 月的 5 年一遇枯期洪水标准确定，相应上游水位为 241.04m，下游水位为 238.55m，考虑波浪爬高和安全超高后，上、下游围堰顶高程分别取 242.10m、239.60m。上、下游一期枯水围堰的顶宽度均为 5m，迎水面边坡均为 1:2，背水面边坡均为 1:1.8，堰体采用石渣堆筑，迎水面处采用粘土防渗及钢筋石笼护坡。一期纵向围堰顶高程从上游枯水围堰顶高程渐变到下游枯水围堰顶高程，堰顶高程为 5m，结构与上下游围堰相同。

2) 全年围堰

厂房及船闸全年围堰堰顶高程按挡 10 年一遇全年洪水标准确定，相应上、下游水位 248.37m，247.64m，由此确定上、下游全年围堰顶高程分别为 249.50m，248.70m。全年围堰在阶地上填筑，堰顶宽度均为 8m，迎水面边坡均为 1:2，背水面边坡均为 1:1.8，堰体填筑材料为石渣，心墙处用土工膜防渗，迎水面采用钢筋石笼护坡。

本阶段根据水力学计算成果知，汛期 20 年一遇的超标洪水条件下，一汛上游水位 250.04m，二汛上游水位 250.07m。考虑到超标洪水水位较 10 年一遇水位增加不到 1.5m，在洪水到来前在堰顶加设 2.0m 高粘土包围堰进行防护。

3) 二期、三期枯水围堰

二期、三期枯水围堰堰顶高程按挡 11 月~翌年 4 月的 5 年一遇枯期洪水标准确定，相应上游水位为 240.10m，下游水位为 238.55m，考虑波浪爬高和安全超高后，上、下游围堰顶高程分别取 241.20m、239.60m。上、下游一期枯水围堰的顶宽度均为 5m，迎水面边坡均为 1:2，背水面边坡均为 1:1.8，堰体采用石渣堆筑，迎水面处采用粘土防渗及钢筋石笼护坡。二期纵向围堰采用混凝土围堰，与闸墩相结合，采用

直立式挡墙结构，顶宽 2.5m。基础开挖至基岩面。

2.3.3 施工料场

本工程导流及主体工程混凝土总量约 49.7 万 m^3 ，围堰垫层料约 0.3 万 m^3 ，共需成品骨料总量约 114.5 万 t。

a) 料场选择

1) 天然砂砾石料场

(1) 寇家坝砂砾石料场

寇家坝砂砾料场位于三块石大坝右岸，料场沿河长约 2000m，最宽处约 280m，上下游侧距双江坝址约 0.5km、2.5km，有公路相通，交通方便。寇家坝砂砾料场主要为河漫滩，料场分布高程 247m~251m。河漫滩上部局部覆盖有人工填土用以农业耕作，填土以黏土、粉质黏土为主，少量粉土或砂土，一般厚 1m~2m，下部为含漂砂卵砾石层。上部填土为无用层，约 53 万 m^3 ，其下含漂砂卵砾石层为有用层，按水下开采 2m，约 70 万 m^3 。天然砂砾石料建材试验成果表明，该料场主要以卵砾石为主，砾石的质量基本满足规程规范的要求。

(2) 回龙坝砂砾石料场

回龙坝砂砾料场位于三块石大坝左岸，距双江坝址约 3.5km，有公路相通，交通方便，也可由船舶开采运输，水运条件较优。回龙坝砂砾料场主要为河漫滩，分布高程 246.5m~251m 左右。料场沿河长约 2000m，最宽处约 780m，面积 65 万 m^2 。料场河漫滩上部局部覆盖有人工填土用以农业耕作，填土以黏土、粉质黏土为主，少量粉土或砂土，一般厚 1.0m~2.0m，下部为含漂砂卵砾石层。上部填土为无用层，约 40 万 m^3 ，其下含漂砂卵砾石层为有用层，按水下开采 2m，约 130 万 m^3 。该料场主要以卵砾石为主，砾石的质量基本满足规程规范的要求。本料场周边分布有 1 处重要的鱼类产卵场“金毛滩”和 1 处索饵场，回龙坝料场如开采，会对该处产卵场和索饵场带来不利影响，本次环评建议该料场不予进行开采。

(3) 坝址下游砂砾石料场

坝址下游砂砾料场位于大坝下游左岸，料场上下游断距距双江坝址约 0.4km~1.2km，有公路相通，交通方便。该砂砾料场为河漫滩，分布高程 239m~246m 左右，地形平缓，料场沿河长约 600m，最宽处约 300m，面积 10 万 m^2 。根据地质调查成果，该料场上部为粉质粘土，厚约 1m，下部为含漂砂卵砾石层。上部为粉质粘土为无用

层，其下含漂砂卵砾石层为有用层，开采平均 4m，约 60 万 m³。该料场主要以卵砾石为主，砾石的质量基本满足规程规范的要求。但该处料场位于定明山—运河风景名胜区内，按要求不予进行开采。

因此，经过综合比较分析，考虑生态环境保护要求，本工程选择寇家坝天然砂砾石料场作为混凝土骨料料源。

2) 坝区和航道疏浚开挖料

坝区和航道疏浚的开挖料约 43 万 m³，根据现场地质调查及该地区相似工程实验成果类比，其质量及数量均基本满足块石料、填筑料规范要求。但由于航道疏浚时间晚于主体工程建设期，其开挖料不能作为备用料源考虑。

本工程土石填筑(回填)料全部来自工程可利用开挖料。其中一期枯期围堰石渣料利用船闸枯期水上开挖料从右岸仙鹅村河道防护工程回采；厂房小基坑汛期围堰石渣料利用一期基坑开挖料回填；二期枯期围堰石渣料利用一期左岸河道扩挖料；围堰过渡料考虑在右岸仙鹅村河道防护工程回采；围堰垫层料从砂石厂加工回采。一期基坑主体工程土石回填料从右岸仙鹅村河道防护工程回采，二期基坑主体工程土石回填料利用河道扩挖料。

3) 土料

寇家坝砂砾料场上部为粉质粘土、粉土或砂土，一般厚 1m~2m，下部为含漂砂卵砾石层，上部为粉质粘土、粉土或砂土约 53 万 m³，该料场储量丰富，开采方便，运距短，质量及数量均可满足围堰防渗土料规范要求。因此选择寇家坝砂砾料场粘土作为料源。

2.3.4 施工布置方案

2.3.4.1 施工工厂

a) 砂石加工系统

本工程导流及主体工程混凝土总量约 49.7 万 m³，需成品骨料量约 114.5 万 t(其中大石 12.6 万 t、中石 32.9 万 t、小石 26.3 万 t、砂 42.7 万 t)。根据工程枢纽布置特点及场地条件，结合施工总体布置规划、料源选择结论，本阶段拟在坝址右岸上游寇家坝砂砾石料场下游侧设置 1 个砂石加工系统，供应本工程的混凝土骨料，场地高程满足 10 年一遇洪水防护要求。

根据施工总进度计划安排，高峰期混凝土月平均浇筑强度为 3.9 万 m³/月，加工

系统设计处理能力为 360t/h，成品骨料生产能力为 300t/h，二班制生产。

系统布置有半成品料堆、筛分车间、破碎车间、成品骨料堆等，承担工程全部混凝土骨料的加工，其骨料最大粒径为 80mm。成品料堆储存量约 1.5 万 m³，可满足高峰时段混凝土生产系统 5 天的生产要求。

主要设备：圆锥破碎机 GP200S 型 1 台、立轴式破碎机 B6150 型 1 台，2YAH1548 型圆振动筛 1 台、2YA1842 型圆振动筛 1 台、YA1548 型圆振动筛 1 台，螺旋分级机 FC-12 型 1 台。

b) 混凝土生产系统

本工程所用混凝土为常态混凝土，混凝土总量约 49.7 万 m³。

根据施工总进度安排，本工程施工分左、右岸工区分期施工。一期右岸工区包括船闸、厂房、6 孔冲沙泄洪闸，其混凝土量约占混凝土总量的 84%，结合本工程施工方案及施工总布置规划，本工程初拟在右岸上游集中设置 1 个混凝土生产系统。系统按满足混凝土月高峰浇筑强度 3.9 万 m³ 设计，设计生产能力为 150m³/h，拟设置 1 座 HL180-3F3000LB 型混凝土拌和楼，三班制生产。系统内设 6 个 1000t 水泥罐、2 个 1000t 粉煤灰罐，成品骨料由砂石加工系统成品骨料堆用胶带输送机运至本系统拌和楼受料仓。

c) 施工供风、供水、供电系统

1) 施工供风

本工程主体工程及导流工程土石方开挖总量约 60.7 万 m³，其中石方开挖约 41.7 万 m³，除部分设备自备供风设备外，其余均需专设供风系统供风。根据施工布置规划，本工程左、右岸工区分别设置 1 个供风站，总设计供风量为 120m³/min。右岸供风站设置于坝头附近，选用 5L-40/8 型空压机 3 台(其中备用 1 台)、3L-10/8 型空压机 1 台。左岸供风站采用 CGF-10/8 型移动式空压机 3 台。

2) 施工供水

根据枢纽工程特点及施工总布置规划，在左右岸各设置 1 个供水站。

右岸供水站布置在三块石库区右岸，主要供应船闸、厂房、鱼道、冲沙闸等右岸工作面及砂石加工系统、混凝土生产系统和其它施工设施的生产用水，同时供应右岸施工营地、业主营地的生活用水。设计供水能力为 620m³/h，选用 250S-65 型水泵 3 台(其中 1 台备用)，由涪江取水，在混凝土生产系统附近设置 1500m³ 蓄水池 1 个，

自流供水。生活用水选用一体化净水设备 2 套。

左岸供水站布置在坝址左岸下游，主要供应左岸 12 孔泄洪闸等工作面及其它施工设施的生产用水，同时供应左岸施工营地的生活用水。设计供水能力为 $101\text{m}^3/\text{h}$ ，选用 100D-16×3 型水泵 3 台(其中 1 台备用)，由汉江取水，在汉江岸边设水塔储水，水塔容积 200m^3 ，自流供水。生活用水选用一体化净水设备 1 套。

3) 施工供电

考虑到主要需用电量在右岸，通过右岸 35kv 施工变电站为右岸施工区供电；左岸施工区通过右岸接线供电，左岸不单设施工变电站。

d) 施工辅助企业

施工辅助企业主要包括：综合加工系统(钢筋加工厂、木材加工厂、混凝土预制厂)、综合修配系统、金属结构拼装场、机电设备安装场及综合仓库等。

综合加工系统主要分别承担工程所需的混凝土预制构件、钢筋的半成品和成品、木模板和细木制品的生产加工任务；综合修配系统主要承担施工区施工机械设备的维修，部分设备的零配件的制造及运输车辆的定期保养和维修；金属结构拼装场主要承担本工程的闸门及启闭机暂存、检测、记录、防护、试组装及防锈处理等任务；机电设备安装场主要承担厂区枢纽机电设备安装任务；综合仓库主要用于存放一般通用物资，如五金、化工、仪表、劳保用品等。

e) 施工总布置

1) 坝址左岸工区

坝址左岸工区主要分布在坝址左岸下游约 1.0km 的河滩地上。

左岸施工管理及生活营地：布置在布置在大坝左岸下游的河滩地上，满足高峰年平均 200 人的使用需要，营地建筑面积 1600m^2 ，占地面积 3200m^2 。

左岸施工营地、左岸综合加工厂、左岸金属结构拼装场、左岸综合仓库、左岸供水站、左岸综合修配系统、左岸施工机械停放场以及小舟村弃渣场等设施均集中布置于大坝左岸下游的河滩地上。

《风景名胜区条例》中第二十六条规定：“在风景名胜区内禁止进行下列活动：(一)开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动”。小舟村弃渣场位于定明山—运河市级风景名胜区内，弃渣行为对景观、植被和地形地貌的破坏明显，按照《条例》要求，本阶段主体设计采纳环评意见，将小舟村弃渣场取

消，弃渣考虑交由潼南区城管局运至潼南区民丰建设垃圾渣场进行处置，该渣场容量充足，能够满足原小舟村弃渣场 10.3 万 m^3 (松方)的弃渣处置要求，渣场运距约 16km。下阶段应尽快与该社会渣场签订同意接收本工程弃渣的相关协议。

2) 坝址右岸工区

坝址右岸工区主要分布在坝址右岸上、下游 1.0km 范围内的场地上。

业主营地：布置在大坝右岸的阶地上，营地建筑面积 8500 m^2 ，占地面积 15000 m^2 。

右岸施工管理及生活营地(后期改造为鱼类增殖站、调度中心、永久体育场)：布置在大坝右岸的阶地上，满足高峰年平均 1600 人的使用需要，营地建筑面积 12800 m^2 ，占地面积 19200 m^2 。

寇家坝砂石骨料加工系统、寇家坝混凝土生产系统、混凝土预制厂以及备料场布置在坝址上游右岸的河滩地上。

右岸施工变电站、右岸供风站、右岸供水站、右岸施工机械停放场、右岸综合修配系统、右岸金属结构拼装场、机电设备拼装场、右岸综合加工厂、右岸综合仓库及油库等设施均布置在坝址右岸上、下游的阶地上。考虑到施工区距离潼南区城区较近，具备不设油库的条件，为避免设置油库带来的环境风险，本次环评建议取消油库，建设单位采纳了本建议，环评要求在下阶段初步设计中予以落实。

2.3.4.2 土石方平衡规划

本工程主体工程及导流工程(含河道扩挖、清淤、疏浚及炸礁等)的土石方开挖总量约 59.2 m^3 (自然方)，围堰填筑及工程土石回填量约 38.4 万 m^3 (压实方)，围堰及砌石坝拆除总量约 25.9 万 m^3 (压实方)。

本工程主体工程、导流工程土石开挖、围堰及砌石坝拆除的总弃渣量约 88.5 万 m^3 (自然方)，根据施工进度安排，闸坝段开挖渣料及清淤渣料等约有 13.0 万 m^3 (自然方)，左岸河道扩挖段开挖渣料约 3.0 万 m^3 (自然方)以及航道工程炸礁开挖渣料约 3.5 万 m^3 (自然方)可直接用于厂房小基坑全年围堰填筑，还有约 69.0 万 m^3 (自然方)工程开挖渣料需要堆存，折合为松方约 89.9 万 m^3 。

2.3.4.3 弃渣场、存料场规划

根据坝址上、下游地形地质条件，考虑到定明山—运河风景名胜区的管理要求和保护要求，可研设计采纳环评意见，工程不设置弃渣场，其中右岸布置仙鹅村防护工程临时暂存料，左岸小舟村弃渣场取消，原规划弃渣(10.3 万 m^3 松方)运至潼南区民

丰建设垃圾渣场进行处置。

右岸仙鹅村河道防护工程(可暂存堆料)位于坝址右岸下游约 3.0km 的河滩地上,主要用于堆存右岸船闸及航道工程、厂房、鱼道等工程的开挖料以及厂房小基坑全年围堰的拆除料。右岸仙鹅村河道护岸工程可暂存堆料设计总容量约 45 万 m^3 , 施工期临时堆料最大堆存料量总计约 42 万 m^3 , 运行期堆存料量总计约 25.6 万 m^3 , 占地总面积约 6.1 万 m^2 , 各组成部分如下:

右岸仙鹅村河道护岸工程I区顶高程按 252.0m 计算,设计容量约 25 万 m^3 , 施工期累计堆存量约 32.5 万 m^3 , 主要用来堆存工程开挖有用料。施工期间需从暂存料场回采约 19.6 万 m^3 作为围堰填筑料以及工程土石回填料。

仙鹅村河道护岸工程II区顶高程按 252.0m 计算,设计容量约 20 万 m^3 , 施工期累计堆存量约 32.5 万 m^3 , 主要用来堆存工程开挖无用料。施工期间需从暂存料场回采约 19.8 万 m^3 作为围堰填筑料以及工程土石回填料。

2.3.4.4 表土保护与利用

a) 表土来源与需求

本工程河床阶地分布有耕地,坡面有坡耕地及林地,耕地和林地表层土含有丰富的腐殖质,适宜植物生长,耕地含有的腐殖质层厚 0.5m~0.8m,林草地含有的腐殖质层厚 0.1m~0.3m,耕地剥离、堆存、交通运输条件较好,林地和坡耕地剥离条件相对较差,难以大面积机械剥离,根据现有技术条件及设备,应尽可能对工程区可剥离表土进行剥离。经分析,本工程枢纽区河床阶地的耕地表土层全部剥离,施工难度较大的林地及坡耕地进行部分剥离,耕地剥离厚度 0.5m,林地剥离厚度 0.3m,枢纽区可剥离表土面积为 45.49 hm^2 ,可剥离表土总量为 21.06 万 m^3 ,剥离保护表土总量约 19.04 万 m^3 。

库区有大面积耕地及基本农田,本工程通过抬田措施对基本农田进行保护,抬田前对原耕地表土进行剥离,表土剥离厚度 0.5m,可剥离表土面积 20.67 hm^2 ,剥离表土量约 10.30 万 m^3 。

通过分析主体工程各区域施工布置及土地类型,工程施工结束后,临时占用耕地复耕和各防治区植被恢复均需要表土。本工程枢纽区工程复耕覆土面积 6 hm^2 ,覆土厚度 0.5m,覆土量 2.59 万 m^3 ,植被恢复覆土面积 43.90 hm^2 ,覆土厚度 0.3m~0.5m,覆土量 16.44 万 m^3 ;移民安置及专项设施复建区复耕覆土面积 20.47 hm^2 ,覆土厚度

0.45m~0.5m，覆土量 10.24 万 m³，植被恢复覆土面积 0.2hm²，覆土厚度 0.3m~0.5m，覆土量 0.06 万 m³。根据工程总体布置以及土地后期利用方向进行表土需求及用量分析，本工程共需回覆表土面积为 70.37hm²，回覆表土量 29.33 万 m³。总体来说各工程区表土满足各自区域利用要求，且表土资源总量满足要求。

b) 表土堆存与保护

本工程为避免左、右多次表土，考虑在坝址左、右岸各布设 1 处表土堆存场。

坝址左岸表土堆存场位于永久征地红线内，占地面积共 1.53hm²，堆存表土量 6.56 万 m³，表土来源主要为左坝肩耕地剥离表土、右岸寇家坝料场剥离表土。其他左岸各分区表土均就近堆存；临时道路绿化所需表土 0.95 万 m³，堆放于左岸施工生产生活用地内；施工生产生活区施工期临时绿化所需表土 0.85 万 m³，堆放于施工生产生活用地内。

坝址右岸表土堆存场位于永久征地红线内，占地面积共 1.50hm²，堆存表土量 4.69 万 m³，表土来源主要为右岸寇家坝料场耕地剥离表土、鱼类增殖放流站及河道防护工程耕地剥离表土，其他右岸各分区表土均就近堆存，其中施工生产生活区临时绿化所需表土 1.51 万 m³，堆放于施工生产生活区内；业主营地园林绿化所需表土 1.65 万 m³，堆放于工程永久办公生活区内；2#、3#路绿化所需表土 1.73 万 m³，堆放于道路沿线永久征地红线内。

表土剥离采用 74kW 推土机推松表土，其中耕地剥离厚度为 0.5m，其他土地剥离厚度为 0.3m。表土剥离后采用 2.0m³ 挖掘机装运表土，5t 自卸汽车运至各工程区空闲区域范围内进行临时堆存。

2.3.4.5 施工占地

枢纽工程施工占地详见表 2.3.4-8。

表 2.3.4-8 施工布置占地面积表

工区	项目	单位	建筑面积	占地面积	备注	
左岸 工区	施工工厂设施	左岸综合加工厂	m ²	1500	10500	
		左岸综合修配系统	m ²	500	3500	
		左岸供风站	m ²			移动式，不计占地
		左岸供水站	m ²	100	200	
		左岸金属结构拼装场	m ²	300	3000	
	仓库系统	左岸综合仓库	m ²	300	2000	
	机械停放	左岸施工机械停放场	m ²		1000	

工区	项目		单位	建筑面积	占地面积	备注
	生活、福利设施	左岸施工营地	m ²	1700	3300	
	小计		m ²	4400	24400	
右岸工区	施工工厂设施	寇家坝砂石加工系统	m ²	800	35000	
		寇家坝混凝土生产系统	m ²	1500	10000	
		混凝土预制厂	m ²	500	4000	
		右岸综合加工厂	m ²	2000	12000	
		右岸综合修配系统	m ²	1000	5000	
		右岸供水站	m ²	500	2500	
		右岸供风站	m ²	400	800	
		备料场	m ²		(50000)	位于寇家坝天然砂砾石料场，不计占地
		右岸金属结构拼装场	m ²	200	1500	
		机电设备安装场	m ²	200	1500	
	仓库系统	右岸综合仓库	m ²	600	4000	
		油库	m ²	400	800	环评阶段取消
	机械停放	右岸施工机械停放场	m ²		2000	
	生活、福利设施	右岸施工营地	m ²	12800	19200	
		业主营地	m ²	8500	15000	
	施工供电	右岸变电站	m ²	200	1500	
	小计		m ²	29700	115000	
合计			m ²	34000	139200	

2.3.5 主体工程施工

枢纽工程从左至右依次为储门槽坝段、18孔泄洪冲砂闸、厂房坝段、安装间坝段、船闸段、右岸接头坝段，枢纽坝顶全长486.87m。枢纽建筑物(含导流工程)主要工程量有：土石方开挖56.2万m³，土石方填筑38.4万m³，混凝土浇筑约49.7万m³，固结灌浆约1.17万m，帷幕灌浆约0.81万m。

2.3.5.1 土石开挖

采用15t自卸汽车分别经一期上、下游围堰运输至工作面，石方开挖采用YQ-100型潜孔钻钻孔，手风钻辅助，石渣和覆盖层采用1.6m³液压挖掘机装15t自卸汽车运输出渣。一期基坑开挖布置5台1.6m³液压挖掘机，河道疏浚布置1台1.6m³液压挖掘机，二期基坑开挖布置2台1.6m³液压挖掘机，河道疏浚布置1台1.6m³液压挖掘机。二期基坑开挖放炮时，考虑开挖爆破对一期6孔泄洪冲砂闸、厂房、船闸等上部

结构混凝土浇筑的影响，二期基坑基岩开挖应采用控制爆破技术，放炮时，一期 6 孔泄洪冲砂闸、厂房、船闸等部位施工人员及设备应提前迅速撤离现场，待放炮完毕再继续施工。

一期基坑土石开挖最大月强度 16 万 m^3 ，二期基坑土石开挖最大月强度为 6 万 m^3 。

2.3.5.2 混凝土浇筑

一期基坑：混凝土水平运输采用 15t 自卸汽车分别经一期上、下游围堰运输至工作面。一期枯期混凝土浇筑考虑在厂房坝段上、下游分别布置 1 台 MQ600/30 型门机；在 6 孔泄洪闸坝段上游布置 1 台 MQ600/30 型门机；在船闸上、下游分别布置 1 台 MQ600/30 型门机，共布置 5 台 MQ600/30 型门机，吊运 $3m^3$ 卧罐入仓，局部 25t 履带式起重机辅助。一期汛期 6 孔泄洪冲砂闸排架混凝土浇筑采用 15t 自卸汽车经一期上游围堰、纵向围堰运输至工作面附近，纵向围堰需搭设 4m 宽钢平台，混凝土泵送入仓。

二期基坑：混凝土水平运输采用 15t 自卸汽车经右岸坝顶运输至二期纵向导墙处，在二期纵向导墙上游搭设回车平台，下游由回车平台经皮带机转料。垂直运输考虑在 12 孔泄洪闸坝段上、下游分别布置 1 台 MQ600/30 型门机，1 台 25t 履带式起重机辅助，吊运 $3m^3$ 卧罐入仓。

一期一枯混凝土浇筑最大月强度 3.9 万 m^3 ；一期汛期厂房及船闸小基坑混凝土浇筑最大月强度 3 万 m^3 ；二期基坑混凝土浇筑最大月强度 1.4 万 m^3 。

预制混凝土构件主要包括公路桥梁、门机轨道梁等预制构件。采用混凝土预制构件厂集中预制。

2.3.5.3 土石填筑

土石填筑采用开挖料，采用 $2m^3$ 装载机装 15t 自卸汽车运至回填施工面，74kw 推土机平整，13.5t 振动碾压实。

2.3.5.4 金属结构安装

泄洪闸金属结构安装：一、二期泄洪闸金属结构主要为闸门槽预埋件及平板闸门的制作与安装。平板闸门及其预埋件由厂家分块加工好后运往工地金属结构拼装场，由 50t 平板拖车从金属结构拼装场运至坝顶，辅以履带起重机卸货，并吊入闸门槽安装。

电站厂房金属结构安装：电站厂房的各类闸门及其预埋件由厂家分段加工好后运往工地金属结构拼装场，由 50t 平板拖车从金属结构拼装场运至基坑，辅以履带起重机吊装。机电设备一般预埋件从混凝土浇筑开始随土建进度安装。电站厂房埋件可

用施工门机和其它起重设备配合吊装就位，在厂房封顶前应安装完毕，以利提前进行机组安装。水轮发电机组安装，可利用厂房桥机和施工门机及其他起重设备配合吊装就位。厂房定子基座可用 120t 平板拖车从右岸上坝公路直接运至坝顶，再利用坝顶门机，经吊物孔吊入安装间，利用轨道平车运至主变压器场地就位安装。

船闸金属结构安装：船闸的各类闸门及其预埋件及启闭机由厂家分段加工好后运往工地金属结构拼装场，由 50t 平板拖车从临时堆放场运至基坑，用 120t 轮胎式起重机，分块直接起吊就位。或在闸顶架设钢梁，用卷扬机等临时起吊设备进行安装就位，搭脚手架协助固定后现场焊接成整体。

2.3.5.5 疏浚炸礁

疏浚炸礁施工顺序从上游向下游，河心向河岸进行的施工方法，疏浚采用 4m³ 抓斗式挖泥船配以平板泥驳进行施工，挖泥船施工包括定位、下斗抓渣、装驳、卸渣等工序。施工卸渣上岸处理。施工时间为枯水期施工，每年的 10 月至第二年的 3 月为最佳施工期。

炸礁施工顺序从河心向河岸进行。施工方法采用 $\Phi 100$ 潜孔钻机钻孔爆破的方式，爆破深度一次不能够达到要求的，多次爆破，直到达到设计要求深度为止。爆破后采用抓斗挖泥船配上平板驳船清渣。炸礁底高程必须通过硬式扫床，没有浅点后才能验收合格。施工卸渣上岸处理。施工时间为枯水期施工，每年的 10 月至第二年的 3 月为最佳施工期。

淤泥处理：在寇家坝沙砾石料场开采后及双江航电枢纽蓄水前，将河道疏浚料和淤泥回填到料场开采区进行地貌恢复。

2.3.3.6 三块石拦河坝拆除

三块石电站拦河坝的拆除安排在第四年 10 月至第五年 1 月进行施工，共历时 4 个月，此时为枯水期，三孔冲沙闸和十五孔泄洪闸均具备过流条件。三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，沿坝体纵向呈梅花形布置两排炮孔，最小抵抗线与排距均取 1.0m，孔距、孔深均为 1.5m。爆破后，对岸上和水中中的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行，对于坠入水中的材料，应尽快予以清除。坝体拆除时泥沙下泄可能对下游造成影响，在拆除前对坝前进行清淤，采用吸泥机将污泥排出，减少施工过程泥砂扰动，同时，可以在水库内不定点抛石，以防止淤泥冲刷过快。大坝拆除后，对河床的淤泥进行疏浚，尽最大可能将河流恢复原始的状态。

2.3.6 下闸蓄水

在4月底拆除完厂房全年围堰、二期枯水围堰及三块石溢流坝后，将3孔冲砂闸和15孔泄洪闸下闸蓄水，由完建的右侧三孔泄洪闸和三孔冲砂闸调节水位。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》规定及同类工程经验，泄水建筑物下闸时，下闸标准选取11月5年一遇月平均流量248m³/s，下闸水头0.40m。本工程正常蓄水位为249.00m，下闸时泄洪冲沙闸上游水位为236.40m，考虑安全监测需要及蓄水速率要求，可按不超过2m/d的速率控制，同时也满足11月月初下闸、11月月底发电的目标，各频率初步蓄水过程如下表。

表 2.3.6-1 P=10%代表年蓄水计算成果表

日期	天然流量	上游及工程河段日均引水流量	可蓄水流量	可蓄水量	时段末水位	时段末库容	蓄水量	泄放流量	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	m	万 m ³	万 m ³	m ³ /s	m/d
1	438	35.70	330.3	2853.79	238.40	401.60	195.49	379.67	2.00
2	410	35.70	302.3	2611.87	240.40	674.60	273.00	342.70	2.00
3	379	35.70	271.3	2344.03	242.40	1126.60	452.00	290.99	2.00
4	369	35.70	261.3	2257.63	244.40	1877.00	750.40	246.45	2.00
5	347	35.70	239.3	2067.55	246.40	2923.80	1046.80	190.14	2.00
6	339	35.70	231.3	1998.43	248.40	4345.40	1421.60	138.76	2.00
7	326	35.70	218.3	1886.11	249.00	4868.00	522.60	229.81	0.60

表 2.3.6-2 P=25%代表年蓄水计算成果表

日期	天然流量	上游及工程河段日均引水流量	可蓄水流量	可蓄水量	时段末水位	时段末库容	蓄水量	泄放流量	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	m	万 m ³	万 m ³	m ³ /s	m/d
1	373	37.50	263.5	2276.64	238.40	401.60	195.49	312.87	2.00
2	333	37.50	223.5	1931.04	240.40	674.60	273.00	263.90	2.00
3	342	37.50	232.5	2008.80	242.40	1126.60	452.00	252.19	2.00
4	323	37.50	213.5	1844.64	244.40	1877.00	750.40	198.65	2.00
5	269	37.50	159.5	1378.08	246.40	2923.80	1046.80	110.34	2.00
6	279	37.50	169.5	1464.48	248.40	4345.40	1421.60	76.96	2.00
7	330	37.50	220.5	1905.12	249.00	4868.00	522.60	232.01	0.60

表 2.3.6-3 P=50%代表年蓄水计算成果表

日期	天然流量	上游及工程河段日均引水流量	可蓄水流量	可蓄水量	时段末水位	时段末库容	蓄水量	泄放流量	蓄水速率
----	------	---------------	-------	------	-------	-------	-----	------	------

	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	m	万 m ³	万 m ³	m ³ /s	m/d
1	287	40.90	180.0	1554.77	238.40	401.60	195.49	223.47	2.00
2	283	40.90	176.0	1520.21	240.40	674.60	273.00	210.50	2.00
3	274	40.90	167.0	1442.45	242.40	1126.60	452.00	180.79	2.00
4	266	40.90	159.0	1373.33	244.40	1877.00	750.40	138.25	2.00
5	262	40.90	155.0	1338.77	246.40	2923.80	1046.80	99.94	2.00
6	255	40.90	148.0	1278.29	248.24	4202.09	1278.29	66.15	1.84
7	240	40.90	133.0	1148.69	249.00	4868.00	665.91	122.03	0.76

表 2.3.6-4 P=75%代表年蓄水计算成果表

日期	天然流量	上游及工程河段日均引水流量	可蓄水流量	可蓄水量	时段末水位	时段末库容	蓄水量	泄放流量	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	m	万 m ³	万 m ³	m ³ /s	m/d
1	240	43.60	130.3	1125.36	238.40	401.60	195.49	173.77	2.00
2	232	43.60	122.3	1056.24	240.40	674.60	273.00	156.80	2.00
3	225	43.60	115.3	995.76	242.40	1126.60	452.00	129.09	2.00
4	221	43.60	111.3	961.20	244.40	1877.00	750.40	90.55	2.00
5	217	43.60	107.3	926.64	246.20	2803.64	926.64	66.15	1.80
6	229	43.60	119.3	1030.32	247.77	3833.96	1030.32	66.15	1.57
7	262	43.60	152.3	1315.44	249.00	4868.00	1034.04	98.72	1.23

表 2.3.6-5 P=90%代表年蓄水计算成果表

日期	天然流量	上游及工程河段日均引水流量	可蓄水流量	可蓄水量	时段末水位	时段末库容	蓄水量	泄放流量	蓄水速率
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	万 m ³	m	万 m ³	万 m ³	m ³ /s	m/d
1	178	46.50	65.4	564.62	238.40	401.60	195.49	108.87	2.00
2	166	46.50	53.4	460.94	240.40	674.60	273.00	87.90	2.00
3	185	46.50	72.4	625.10	242.40	1126.60	452.00	86.19	2.00
4	175	46.50	62.4	538.70	244.40	1877.00	750.40	41.65	2.00
5	156	46.50	43.4	374.54	245.19	2251.54	374.54	66.15	0.79
6	176	46.50	63.4	547.34	246.19	2798.89	547.34	66.15	1.00
7	187	46.50	74.4	642.38	247.22	3441.27	642.38	66.15	1.02
8	180	46.50	67.4	581.90	248.03	4023.18	581.90	66.15	0.81
9	182	46.50	69.4	599.18	248.72	4622.36	599.18	66.15	0.69
10	166	46.50	53.4	460.94	249.00	4868.00	245.64	91.07	0.28

2.3.7 施工总进度

本工程建设总工期为 55 个月，其中工程筹建期 12 个月，施工准备期占直线工期 10 个月，主体工程施工期(一期围堰工程截流至 3 台机组安装完成)30 个月，工程完建期(三块石闸坝的拆除及修补)3 个月。发电工期为 33 个月。

2.3.7.1 工程筹建期进度计划

筹建期工程的安排以满足主体工程施工需要为前提，其主要内容包括：永久占地及部分施工占地、临时房屋建筑、移民安置、场内、外交通干线、施工动力线路的架设、招投标等，从第 0 年 1 月至 12 月，历时 12 个月。

2.3.7.2 施工准备期进度计划

根据本工程施工规模及特点，准备工程从第一年 1 月开始至 12 月结束，工期 12 个月，其中准备工程与主体工程平行 2 个月，占直线工期 10 个月。

准备工程包括：船闸枯期水上开挖，筹建期未完部分场内道路修建，风、水、电供应系统，河道整治，砂石料加工系统，混凝土拌和系统，机修及综合加工系统，生产及生活房屋建筑等工作。

船闸枯期水上开挖安排在第一年 2 月至 4 月进行。

2.3.7.3 主体工程进度计划

根据枢纽水工建筑物布置、导流规划及总进度安排，经综合分析，右岸厂房为本工程施工关键线路，自第一年 11 月初截流开始至第四年 4 月底 3 台机组具备挡水发电条件，主体工程施工共 30 个月。

首先于第一年 2 月至 4 月进行右岸船闸水上开挖，第一年 10 月中旬开始一期枯期围堰堆筑，至 11 月中旬围堰堆筑完成，基坑抽水闭气后，接着进行一期基坑开挖，至第二年 1 月底右岸 6 孔泄洪冲砂闸、厂房坝段、船闸、鱼道、厂房小基坑汛期围堰、二期纵向导墙开挖完成，第二年 2 月开始进行各部位混凝土浇筑，固结灌浆和帷幕灌浆等项目的施工，至第二年 4 月厂房小基坑围堰和二期纵向导墙施工完成、6 孔泄洪冲砂闸闸墩浇至顶高程且门槽埋件安装完成、6 孔泄洪闸工作桥施工完成、鱼道施工完成、厂房小基坑汛期围堰占压的上下引航道以及厂房小基坑汛期围堰范围以外的船闸上下引航道施工完成，第二年 4 月下旬拆除一期枯期围堰。

第二年 11 月至第三年 2 月进行 6 孔冲砂泄洪闸闸门及启闭机安装，第三年 2 月底 6 孔泄洪冲砂闸施工完毕。厂房坝段、船闸坝段的施工在厂房小基坑全年汛期围堰

保护下继续进行，至第二年 10 月底厂房进水口和尾水墩浇筑至顶高程，于第二年 11 月底施工完成。至第二年 11 月底安装间封顶，同年 12 月至第三年 1 月进行桥机安装，并继续进行主厂房混凝土浇筑，至第三年 1 月主厂房封顶，第二年 11 月至第三年 1 月进行进口闸门和尾水闸门安装，第三年 2 月对厂房小基坑上下游围堰枯期水上部分进行拆除，3 月进行水下拆除。第一台机组管形座吊装、预埋件和二期混凝土的施工于第三年 2 月至 4 月进行，第三年 5 月至第四年 4 月进行机组安装，第四年 4 月底 3 台机组具备闸门挡水发电条件。

二期基坑施工项目为 12 孔泄洪闸、储门槽坝段。于第二个枯水期第二年 11 月中旬围堰堆筑完成，基坑抽水闭气后，开始进行二期基坑开挖，至第二年 12 月中旬开挖完成，接着进行二期基坑混凝土浇筑及固结灌浆和帷幕灌浆等项目的施工。至第三年 4 月下旬闸墩及储门槽坝段浇筑至顶高程，第三年 4 月下旬拆除二期上、下游围堰。第三年 5 月至 9 月进行 12 孔泄洪闸排架混凝土浇筑，第三年 10 月至第四年 3 月进行 12 孔泄洪闸闸门及启闭机安装。

2.3.7.4 工程完建期进度计划

本工程完建期由三块石电站泄洪闸排架施工控制。三块石电站泄洪闸排架的拆除安排在机组发电后第四年 5 月拆除，6 月、7 月进行闸坝排架的修补。

完建期从第四年 5 月开始至 7 月底完成，共历时 3 个月。

2.3.7.5 主要技术供应

按照施工进度计划，枢纽主体工程施工高峰期施工人数 1800 人/d。枢纽工程月平均高峰期施工强度：土石方开挖为 22.7 万 m³/月，土石方填筑为 6.6 万 m³/月，混凝土浇筑 4.7 万 m³/月。枢纽工程施工所需主要施工机械设备详见表 2.3.7-1。

表 2.3.7-1 枢纽工程主要施工机械设备表

序号	设备名称	型号	最大选用数量	单机功率			重量(t)	
				电	柴油	风	单机	合计
				(kW)	(PS)	(m ³ /min)		
1	液压挖掘机	1.6m ³	6				32.5	195
2	手风钻	01-30	14			2.4	0.028	0.392
3	潜孔钻	YQ-100	4	3		9	0.24	0.96
4	推土机	180hp	6		180		17.9	107.4
5	自卸汽车	15t	20		254		15.6	312

序号	设备名称	型号	最大选用数量	单机功率			重量(t)	
				电	柴油	风	单机	合计
				(kW)	(PS)	(m ³ /min)		
6	自卸汽车	10t	14		160		8	112
7	灌浆泵	TBW-200/40	16	18			0.68	10.88
8	振捣器	GH26-70	22	2.2			0.074	1.628
9	门机	MQ600/30	6	210			210	1260
10	履带式起重机	25	2					
11	履带式起重机	50t	3	88				
12	振动碾	13.5t	2				13.5	27
13	地质钻机	XU-100	12	17			0.419	5.028
14	卷扬机	10t	1					
15	混凝土泵	HB-60	1					
16	轮胎式起重机	120t	1					
17	平板拖车	120t	1					
18	平板拖车	50t	1					
19	汽车吊	35t	1					
20	水泵	8Sh-9A	4				0.241	0.964

2.4 工程征地和移民安置

2.4.1 建设征地实物指标

2.4.1.1 重庆部分

a) 水库淹没影响区

双江航电枢纽工程水库淹没影响区涉及双江镇、桂林街道、玉溪镇、米心镇 4 个镇(街道)14 个行政村(社区)42 个组。

建设征地涉及土地 4251.43 亩，其中耕地 988.77 亩，林地 309.80 亩，工矿仓储用地 0.46 亩，住宅用地 1.93 亩，公共管理与公共服务用地 2.13 亩，交通运输用地 16.81 亩，水域及水利设施用地 2879.52 亩，其它土地 52.01 亩。

建设征地涉及人口 3 户 13 人(其中农业人口 8 人，非农人口 5 人)，涉及各类房屋面积 1426.05m²，房屋装修 482.60 m²，涉及鱼塘堤坝 1 处。

建设征地涉及专业项目包括：四级公路 2.12 km(其中县道 X202 ，长度 1.68km，通村公路 0.44km)，渡口 5 座(其中车渡 1 座，人渡 4 座)，输电线路 0.20km，通讯线

路 5.10km，广播电视线路 2.34km，三块石拦河坝 1 座，水文(位)站 3 座，竖井泵房 4 座，提灌站 5 座，取水口 8 处，天然气井 1 座(已停产)，天然气管线 5.76km，污水收集池 4 个，排污管道 0.64km，涉及文物古迹 5 处。

表 2.4.1-1 淹没影响区主要实物指标汇总表(防护后)

序号	项 目	单位	水库淹没影响区			
			合计	淹没区	影响区	其中：重叠部分
一	主要指标合计					
1	行政区划					
1.1	区	个	1	1	1	1
1.2	镇(街道)	个	4	4	2	2
1.3	村(社区)	个	14	13	6	3
1.4	组	个	40	39	13	5
2	土地					
2.1	土地总面积	亩	4251.43	4098.76	152.67	1717.56
2.1.1	耕地	亩	989.15	900.46	88.69	288.08
2.1.2	林地	亩	309.42	270.30	39.12	1.12
2.1.3	工矿仓储用地	亩	0.46	0.46		
2.1.4	住宅用地	亩	1.93	0.03	1.90	0.05
2.1.5	公共管理与公共服务用地	亩	2.13	2.13		
2.1.6	交通运输用地	亩	16.81	14.50	2.31	5.00
2.1.7	水域及水利设施用地	亩	2879.52	2863.52	16.00	1408.15
2.1.8	其它土地	亩	52.01	47.36	4.65	15.16
3	人口	人	13.00	9	4	
4	房屋总面积	m ²	1426.05	1318.67	107.38	
二	农村部分					
1	涉及人口					
1.1	户数	户	3	2	1	
1.2	人口	人	13	9	4	
2	房屋面积	m ²	1426.05	1318.67	107.38	
三	专项部分					
1	交通工程					
1.1	四级公路	km	2.12	2.12		
1.2	渡口	座	5	5		
1.2.1	车渡	座	1	1		
1.2.2	人渡	座	4	4		
2	电力设施					
	0.4kV 输电线路	km	0.20	0.20		

序号	项 目	单位	水库淹没影响区			
			合计	淹没区	影响区	其中：重叠部分
3	通讯线路	km	5.10	5.10		
4	广播电视线路	km	2.34	2.34		
5	水利设施					
5.1	三块石拦河坝	座	1	1		
5.2	水文(位)站	座	3	3		
5.3	竖井泵房	座	4	4		
5.4	提灌站	座	5	5		
5.5	取水口					
5.5.1	数量	处	8	8		
5.5.2	取水平台	m ³	37.50	37.50		
5.5.3	引水管道	m	275.00	275		
6	天然气设施					
6.1	天然气井	座	1	1		
6.2	天然气管线	km	5.76	5.76		
7	污水处理设施					
7.1	污水收集池	个	4	4		
7.2	排污管道	km	0.64	0.64		
8	文物古迹	处	5	5		

b) 枢纽工程建设区

枢纽工程建设区涉及双江镇、桂林街道、玉溪镇 3 个镇(街道)6 个行政村(社区)12 个组。

枢纽工程建设区共涉及土地 1463.17 亩，其中耕地 297.07 亩，林地 76.43 亩，住宅用地 0.95 亩，交通运输用地 30.54 亩，水域及水利设施用地 1041.95 亩，其它土地 16.23 亩。

涉及人口 4 户 11 人(其中农业人口 10 人，非农人口 1 人)，涉及各类房屋面积 1732.55m²，房屋装修 185.12m²，坟墓 44 座(其中单人坟 42 座，双人坟 2 座)，苗圃 4 个，农家乐 2 家，钢架大棚 1 个。

涉及专业项目包括：通村公路 8.30km，输电线路 3.57km(其中 0.4kV 输电线路 1.77km、10kV 输电线路 1.80km)，变压器 2 台，通讯线路 10.41km，天然气管线 2.70km。

表 2.4.1-2 枢纽工程建设区主要实物指标汇总表

序号	项 目	单位	枢纽工程建设区			备注
			合计	永久占地	临时用地	
一	主要指标合计					
1	行政区划					
1.1	区	个	1	1	1	
1.2	镇(街道)	个	3	2	3	
1.3	村(社区)	个	6	4	5	
1.4	组	个	12	7	8	
2	土地总面积	亩	1463.17	810.74	652.43	
2.1	耕地	亩	368.65	278.78	89.87	
2.2	林地	亩	7.86	7.75	0.11	
2.3	交通运输用地	亩	30.54	16.57	13.97	
2.4	水域及水利设施用地	亩	1038.94	495.47	543.47	
2.5	其它土地	亩	16.23	11.50	4.73	
3	人口	人	11	9	2	
4	房屋总面积	m ²	1732.55	1203.29	529.26	
二	农村部分					
1	人口	人	11	9	2	
2	房屋面积	m ²	1130.82	601.56	529.26	
三	专项部分					
1	交通工程					
	四级公路	km	8.30	5.42	2.88	
2	电力设施					
2.1	0.4kV 输电线路	km	1.77	1.62	0.15	
2.2	10kV 输电线路	km	1.80	1.20	0.60	
3	通讯线路	km	10.41	10.41		
4	广播电视线路	km	2.64	2.64		
5	天然气管线	km	2.70	2.70		

2.4.1.2 四川部分

双江航电枢纽工程四川部分建设征地涉及四川省遂宁市船山区老池镇1镇3村，全部位于水库淹没区围堰水位以上；涉及土地1867.46亩(全部位于淹没区)，其中林地3.64亩(用材林)，河流水面1549.34亩，内陆滩涂314.48亩；不涉及人口、房屋；涉及零星林木1829株；农村小型专项设施5处；不涉及永久基本农田。主要实物指标汇总详见表2.4.1-3。

表 2.4.1-3 建设征地主要实物指标汇总表(四川部分)

序号	项目	单位	主要实物指标	备注
			水库淹没区	
一	农村部分			
1	行政区划			
1.1	镇	个	1	
1.2	村	个	3	
1.3	组	个	16	
2	土地	亩	1867.46	
2.1	农用地	亩	3.64	
2.1.1	林地	亩	3.64	集体土地
	乔木林地	亩	3.64	
2.2	未利用地	亩	1863.82	
2.2.1	水域及水利设施用地	亩	1863.82	国有土地
2.2.1.1	河流水面	亩	1549.34	
2.2.1.2	内陆滩涂	亩	314.48	
3	零星林木(杂树)	株	1829	
4	农村小型专项			
4.1	樊哙山村抽水泵站			
	水泥平台	m ³	3.00	
4.2	樊哙山村1级提灌站			
	水泥柱			
	直径	m	2.50	
	影响高度	m	1.00	
4.3	樊哙山村提灌站			
	钢筋混凝土构筑物	m ³	50.00	
	抽水轨道	m	40.00	
	400mm 抽水管	m	20.00	

序号	项目	单位	主要实物指标	备注
			水库淹没区	
4.4	樊吟山村双跃砂石场			
	传送带	处	1	
4.5	樊吟山村桐浩砂石场			
	传送带	处	1	

2.4.2 移民安置规划

规划设计水平年，双江航电枢纽工程规划设计水平年生产安置人口为 845 人，拟全部采用农转非方式进行生产安置。

双江航电枢纽工程规划设计水平年涉及搬迁安置人口 7 户 29 人。其中 2 户 10 人，选择住房货币安置，由潼南区征地实施机构与安置对象签定货币安置住房协议，一次性兑付货币安置款后，安置对象自行安置；5 户 19 人，选择本村内分散自主建房安置。

2.4.3 专业项目处理

a) 道路

重庆部分建设征地涉及的县道 X202、通村公路(曹家村中梁子通村路)、光华车渡及玉溪镇人渡按权属单位意见进行复建。其中，光华车渡结合县道 X202 进行复建，玉溪镇人渡结合玉溪镇垫高防护工程一并进行复建。县道 X202 复建长度 1.743km，设中桥一座；曹家村中梁子通村路分两段进行复建，其中 A 线复建长度 0.228km，B 线复建长度 0.333km，B 线设中桥一座。对其它 3 座人渡采取一次性补偿处理。场内交通统筹恢复，移民安置规划不再进行处理。同时，为保证双江镇仙鹅村周边居民出行、连通 2#和 3#施工道路与国道 G246，结合移民安置方案，将 X311 道路改移工程纳入交通设施处理。四川部分不涉及。

b) 电力工程

重庆部分建设征地涉及输电线路 3.77km，其中 0.4kV 线路共 1.97km，10kV 线路 1.8km，电线杆 31 根。规划对受影响区域输电线路进行复建，复建总长度为 4.53km。其中 0.4kV 输电线路复建总长度约为 2.37km，10kV 输电线路复建总长度约为 2.16km，并搬迁现位于潼南区双江镇白云村临时用地 D 区的 2 台 25kVA 变压器。四川部分不涉及。

c) 通信工程

重庆部分中国移动复建线路分为两段，其中安兴至玉溪段干线复建线路总长度 5.04km，线杆 15 根；仙鹅村黄桷树垭口段复建线路总长度 0.48km，线杆 10 根。四川部分不涉及。

d) 广播电视设施工程

重庆部分建设涉及广播电视设施工程主要为线路，根据权属人意见，规划对其进行一次性货币补偿处理，由权属单位自行恢复。四川部分不涉及。

e) 水利设施工程

1) 重庆部分

建设征地涉及三块石拦河坝 1 座，根据权属单位、潼南区主管部门及项目业主意见，规划采用一次性补偿处理。

涪江米心水文(位)站和潼南水文站将受到工程影响，需要对部分水文设施进行修复。本次拟采取对处于淹没区所损坏的设备仪器，进行一次性补偿措施。

工程影响的泵站根据泵房型式分为两类，分别为竖井泵房 4 处和提灌站 5 处，共 9 处。经征求权属单位意见，对涉及的 9 处泵站采用复建处理。据现场调查，所有竖井式泵站井筒部分均较高，水库蓄水后对建筑本身安全影响较小，主要是井筒内部水泵、电机等设备淹没在水下，影响其正常抽水，以及取水池、进水渠、进水管等检修问题。为避免水库蓄水后淹没机组，初步考虑对竖井式泵房机组层进行整体抬升，对取水池、进水渠进行改造，减少淤积影响。受影响的泵站情况见表 2.4.3-1。

由于本工程可研阶段布置的寇家坝砂砾石料场，寇家坝砂石、混凝土系统等临时用地布置于白云村水厂取水口附近，水厂若启用，双江枢纽施工对取水口有较大的水质风险，因此，建设单位提出对取水口复建原设计方案进行调整，将白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道。2020 年 11 月 6 日，重庆市潼南区水利局以潼水[2020]381 号《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》对建设单位进行了函复，明确指出：“原则同意将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案”。

表 2.4.3-1 取水泵站现状及淹没影响统计表

设施名称	淹没基本情况								主要设施设备
	竖井			引水管道			其它		
	结构	淹没基础深度(m)	内径(m)	外径(m)	材质	直径(mm)		影响长度(m)	
白云村水厂竖井泵房	钢筋混凝土	2.5	3.6	4.4	钢管	150	50		电机 2 台, 22kW/台, 真空泵 1 台 3kW, 排洪泵 1 台 750W, 配电柜 1 台
安兴水厂竖井泵房	钢筋混凝土	2	3	3.6	钢管	80	120		电机 1 台, 8kW/台, 起动设备 1 台, 配电柜 1 台
狮子岩提灌站	钢筋混凝土	1.5			铸铁	150	114		电机 1 台, 55kW/台, 变压器 1 台, 80kVA/台, 起动设备 1 台, 开关柜 1 台
回龙村水厂竖井泵房	钢筋混凝土	2	3.6	4.4	铸铁	150	20		电机 2 台, 22kW/台, 真空泵 1 台 3kW, 排洪泵 1 台 750W, 潜水泵 1 台 22kW, 配电柜 1 台
罐子口提灌站	条石浆砌	2			钢管	150	20		电机 1 台, 115kW/台
拦马山水厂竖井泵房	钢筋混凝土	2	3.6	5.2	钢管	150	60		电机 1 台, 45kW/台, 水泵 1 台 12.5kW, 排洪泵 1 台 3kW
五一提灌站					铸铁	500	88	竖井外引水(闸)坝, 浆砌条石平台 16m ³	电机 2 台, 132kW/台, 变压器 1 台, 315kVA/台, 起动设备 2 台, 开关柜 2 台
岳家村水厂提灌站	钢筋混凝土	1.5	4.6	5.8	钢管	150	50		电机 2 台, 30kW/台, 排洪泵 1 台 3kW, 配电柜 1 台
三块石提灌站	钢筋混凝土	3			钢管	300	150		电机 2 台, 100kW/台, 变压器 2 台, 345kVA/台, 起重设备 2 台, 开关柜 2 台

本工程涉及机台式取水口共 8 处。经征求权属单位意见,对涉及的 8 处取水口采用一次性补偿处理,由权属单位自行复建恢复其功能。机台式取水口散列分布在库区涪江两岸,其特点是泵站位置位于现状河道常年水位以上一定高度的机台上,机台一般用砌石或混凝土建成,动力电机则放置在较高的管理房内,当需要抽水时人工将机组从管理房抬至机台位置与水泵安装运行,这样保证了洪水位期机组不受影响。水库建成后,现状这些机台位置将全部淹没在库水位以下,因此对机台泵站的处理方案主要是将机台向高处抬升复建。双江航电枢纽工程建设影响的取水口情况见表 2.4.3-2。

表 2.4.3-2 取水泵站现状及淹没影响统计表

设施名称	淹没基本情况						备注
	取水口平台			引水管道			
	结构	数量 (处)	体积 (m ³)	材质	管径 (mm)	长度 (m)	
大石头提灌站取水口	混凝土	1	4	铸铁	150	30	
邓家浩提灌站取水口	混凝土	1	4	铸铁	200	30	
曹家坝提灌站取水口	混凝土	2	6	铸铁	100	15	
				PVC	100	30	
柴家渡提灌站取水口	浆砌条石	1	8	铸铁	250	20	
				铸铁	100	20	
碉楼坡提灌站取水口	浆砌条石	1	7.5	铸铁	150	20	
大壕口提灌站取水口	浆砌条石	1	4	铸铁	150	30	
仙鹅村提灌站取水口	浆砌条石	1	4	铸铁	160	80	

2) 四川部分

(1) 抽水泵站

建设征地涉及抽水泵站 1 处，即樊吟山村抽水泵站。双江航电蓄水后，原放置抽水泵的平台受影响，该平台为水泥平台，规划在原址抬高修建平台进行复建。

现状机台高程 247.50m，改建后抬升至 250.50m，总体抬高 3.0m，机台外围三面设 3.5m 高 C20 砼重力式挡墙，墙身采用砂卵石回填。在平台临水侧设 C25 钢筋砼镇墩固定进水管，检修利用改建后的机台，不再另设检修平台。

(2) 提灌站

建设征地涉及提灌站 2 处，均为樊吟山村提灌站。其中 1 号提灌站在双江航电蓄水后，底部水泥基座会受影响。受影响的水泥柱直径约 2.5m，影响高度距江面约 1m。2 号提灌站目前已停用，影响钢筋混凝土构筑物 50m³，抽水轨道 2 排共 40m，抽水管 400mm 管 20m。需对上述提灌站受影响部分进行处理。

1 号提灌站在水库蓄水后主要影响为淹没水泵机组层、进水管和机组检修道路。对原水泵平台浆砌条石外墙进行加固，浇筑 0.3m 厚 C20 砼，内部回填砂砾石，上部浇筑 0.3m 厚 C20 砼平台，平台以设 C25 钢筋砼圈梁连接立柱形成封闭。水位抬升后，原道路被淹没，导致机组无法检修，因此需新建 1 条 16m 长的检修道路，检修道路靠山修建，外侧采用 C20 砼挡墙，墙高 4.1m。

对于已停用的 2 号提灌站，影响钢筋混凝土构筑物 50m^3 ，抽水轨道 2 排共 40m，抽水管 400mm 管 20m，其补偿费用为 18600 元。

f) 污水处理设施

建设征地涉及污水收集池 4 个、排污管道长度为 0.64km。其中潼南区玉溪镇 3 个污水收集池和排污管 0.64km；潼南区米心镇 1 个污水收集池。

1) 米心镇污水池：对处于水库淹没影响区的米心镇污水收集池，在原有排污口处添加阀门并对原有排污阀进行保护；另外增设 1 台潜污泵提高污水排除工作；

2) 玉溪镇污水池：经过分析，建设征地对其功能不产生影响，暂不处理。

2.4.4 防护工程

双江航电枢纽工程库区淹没及浸没影响的基本农田面积共约 307.06 亩，均隶属于潼南区玉溪镇，包括青石村一社、新田村一社、曹家坝、曹家村七社和回龙村二社等共 5 处。对库区淹没及浸没影响的基本农田和玉溪镇集贸市场均采用垫高方式予以恢复及保护。

a) 护岸工程

防护工程采用坡式堤型的点位包括青石村一社、曹家坝、回龙村二社和玉溪镇集贸市场等共 4 个点位。坡式堤型的护岸结构均由外侧碾压填筑堤身和内侧填筑体两部分组成，其中玉溪镇集贸市场护岸结构仅包含碾压填筑堤身。

新田村一社和曹家村七社 2 点位受地形条件限制，采用墙式护岸型式。

b) 排水设施

为排除内侧耕地区积水，在各护岸工程堤顶内侧均设置排水沟。排水沟尺寸 $0.3\text{m}\times 0.4\text{m}$ (宽 \times 深)，纵坡 1‰，沿排水方向每隔 200m 设置一排出口，沟水排往库区。

对曹家坝 B 段防护区内的 2 条排水渠和 1 条冲沟予以恢复，复建排水渠为明渠，底宽尺寸按现状 0.8m，顶高程与护岸顶高程一致为 251.50m，起点底高程为 250.50m，出口底高程与正常蓄水位一致为 249.0m。冲沟拟采用埋设钢筋混凝土预制涵管恢复，涵管直径 1.5m，长度 60m。

对玉溪镇集贸市场场地中部的排水暗渠予以恢复，该排水渠现状为钢筋混凝土埋管涵，涵管直径 2.5m，出口底高程约 244.5m，主要排出玉溪集镇及后侧山坡的雨水。复建型式为盖板渠。排水渠起点从场地内侧现状涵管起点处开始，顺现状排水沟方向延伸一定长度后，采用圆弧段改成垂向至护岸轴线。复建排水渠长度约 89m。

2.4.5 库底清理规划

a) 清理范围

- 1) 居民迁移线以下的建(筑)物的拆除与清理。
- 2) 正常蓄水位(249m)以下的林木砍伐与迹地清理。
- 3) 正常蓄水位(249m)至死水位以下 3m 范围内大体积建(筑)物残留体清理。
- 4) 居民迁移线以下的卫生清理，不含影响区。

b) 库底清理工作量

双江航电枢纽工程库底清理重庆部分建(构)筑物清理需清理各类结构房屋 1318.67m²，电力、通讯、广播电视杆线共 7.64km；卫生清理需清理一般污染源粪池 2 个，生物类污染源灭鼠 1942.65 亩(包括已利用滩涂 993.93 亩)。林木清理需清理林地 270.68 亩，秸秆 1894.01 亩(包括已利用滩涂 993.93 亩)。库底清理不涉及污染性企业、渣场等的迁建工程。

四川部分建(构)筑物清理需清理各类结构房屋 50m³，林木清理需清理林地 3.64 亩，零星树木 1829 株。

c) 库底清理技术要求

1) 建(构)筑物清理

(1) 建筑物、构筑物清理后，残留高度不得超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不得残留库区。

(2) 建筑物、构筑物清理后的易漂浮材料，不得堆放在库区移民迁移线以下，且需有固定措施。

(3) 田间和农舍旁堆置的柴草、秸秆等，残留量不应大于清理量的千分之一。

(4) 对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不予拆除，对确难清理的较大障碍物，应设置蓄水后可见标志，并在地形图上注明其位置与标高。

(5) 水库水位消落区内的水井、地窖等，应结合水库区地质情况和水库水域利用要求，采取填塞、封堵、覆盖或其他措施进行处理。

2) 卫生清理

(1) 一般污染源

化粪池、粪池、公共厕所、牲畜栏等中的粪便残留物，必须加等量生石灰(或按 3kg/m³)搅匀，消毒并清除。处理后的粪便应符合《粪便无害化卫生标准》(GB7959)

的要求。

化粪池、粪池、牲畜栏的坑穴用生石灰或漂白粉(此处和以下使用的漂白粉有效氯含量均以大于 20%计算)按 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布、浇湿后,用农田土壤或建筑渣土填平、压实。化粪池、粪池、牲畜栏、公共厕所地面和坑穴表面用 4%漂白粉上清液按 $1\sim 2\text{kg}/\text{m}^2$ 喷洒,浇湿后用净土或建筑渣土填平、压实。

普通坟墓:有主坟应按区政府规定的限期迁出库区,过期无人管理的一律按无主坟墓处理;埋葬 15 年以内的墓穴焚烧及周围脏土应摊晒,用 4%漂白粉上清液 $1\sim 2\text{kg}/\text{m}^2$ 消毒处理后,回填压实;坟墓地面用 $0.5\text{kg}/\text{m}^2\sim 1\text{kg}/\text{m}^2$ 生石灰消毒杀菌。

(2) 传染性污染源

传染病疫源地的卫生清理:污染地点的污水、污物、垃圾和粪便的无害化处理按照卫生部《消毒技术规范》执行。

医疗卫生机构、兽医站工作区的卫生清理:①厕所、贮粪池的粪便残留物,用 20 倍于残留物的 10%漂白粉(有效氯含量大于 20%计算)上清液混合,搅拌均匀,混合 2 小时后清除。粪坑用生石灰 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布,浇湿后用农田土或建筑渣土填平、压实。②地面和地面以上 2m 的墙壁等,应用 4%漂白粉上清液按 $0.2\sim 0.3\text{kg}/\text{m}^2$ 喷洒,消毒时间不少於半小时。③医院垃圾可焚烧部分须及时焚烧,其焚烧残留物应集中填埋,集中焚烧的医院垃圾应按照《危险废物焚烧污染控制标准》执行;不能焚烧部分,消毒后集中填埋,消毒方法参照《消毒技术规范》执行。

(3) 灭鼠

灭鼠范围为居民区、耕作区等。居民区按 20m^2 处布点,坑墓穴按每穴 2 处布点,其他土地等按 60m^2 处布点,每处放鼠药 100g。投放毒饵后 5 天,检查毒饵消耗情况,全被吃光处再加倍投放饵料。同时收集鼠尸并立即进行焚烧或距地面 1m 深埋处理;投饵 15 天后,收集并妥善处理鼠尸和剩余毒饵。

卫生清理工作应在建(构)筑物拆除之前进行。

3) 林木清理

(1) 森林及零星树木尽可能齐地面砍伐并清理外运,残留树桩不得高出地面 0.3m;

(2) 林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛以及农作物、秸秆等易漂浮物质,在水库蓄水前,应清理出库外,以防蓄水后漂浮在水库水面上。

2.5 工程调度运行方式

a) 水库运行方式

涪江库区重要防洪对象较多，且相对高程较低，对库区水位抬升较为敏感。为减少双江航电枢纽库区淤积及淹没影响，参考已建类似航电工程的水库运用运行方式，双江航电枢纽初步选择按分界流量的方式调度坝前水位。

根据选择的代表水沙系列 1973 年~1977 年的不同流量级分布统计及相应的输沙量集中程度统计结果分析，尽量增加发电效益，减少避峰天数，同时考虑到与下游潼南电站协调统一，推荐分界流量为 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 。

为尽量减少水库淹没、增加发电效益，拟定双江航电枢纽运行方式为：当入库流量小于 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，水位在正常蓄水位与死水位之间运行；当入库流量大于等于 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库敞泄冲沙。

b) 电站运行方式

由于电站为径流式电站，不承担防洪任务，故对洪水无调节作用。当上游来水量 $Q < 589.7\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库按正常蓄水位 249.0m 运行，水量除满足船闸通航耗水外，全部通过机组发电；当上游来水量 $589.7\text{m}^3/\text{s} \leq Q \leq 2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，泄水闸局部开启控泄，其泄量为天然来水量减去过机流量，水库仍维持正常蓄水位 249.00m 运行；当上游来水量 $Q > 2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站停止发电，18 孔泄水闸全部逐步慢开启至敞泄，库水位逐渐下降，基本恢复天然河道状况。双江航电枢纽具有日调节能力，在非汛期，可视系统需要并结合自身能力参与日内调节。

2.7 工程投资

双江航电枢纽工程静态总投资 261123.32 万元，其中环保投资 7933.36 万元，占工程静态总投资的 3.0%。

3 工程分析

3.1 工程与区域相关规划符合性分析

3.1.1 国家政策法规符合性分析

双江航电枢纽工程的开发任务以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求，是一项综合的枢纽工程。工程属于《产业结构调整指导目录(2019年)》中第一类(鼓励类)列举的“四、电力 1、大中型水力发电及抽水蓄能电站”、“二十五、水运 2、沿海深水航道和内河高等级航道及通航建筑物建设，西北地区、贫困区内河航道建设”的建设项目。

双江航电枢纽工程装机容量 4.8 万 kW，属中型水电工程，满足《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》(2005 年修订)和《当前国家优先发展的高技术产业化重点领域指南(目录)》中的第五部分、78 条“大中型水力发电机组”条款的要求，符合当前的宏观产业政策。

综上，双江航电枢纽工程建设符合国家相关产业政策。

3.1.2 与“长江大保护”战略符合性分析

2018 年 4 月，习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上提出：“推动长江经济带发展必须从中华民族长远利益考虑，把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护、不搞大开发，努力把长江经济带建设成为生态更优美、交通更顺畅、经济更协调、市场更统一、机制更科学的黄金经济带”，同时，习总书记还提出：“生态环境保护和发展不是矛盾对立的关系，而是辩证统一的关系。生态环境保护的成败归根到底取决于经济结构和经济发展方式”，“推动长江经济带绿色发展首先要解决思想认识问题，特别是不能把生态环境保护和经济发展割裂开来，更不能对立起来”，“长江经济带作为流域经济，涉及水、路、港、岸、产、城等多个方面，要运用系统论的方法，正确把握自身发展和协同发展的关系”，“沿长江通道集合了各种类型的交通运输方式，要注意加强衔接协调，提高整体效率”。

适度进行水电开发，是以新动能替代旧动能、促进经济结构调整和经济发展方式改变的重要途径，是协调生态环境保护和经济发展关系、使绿水青山变成金山银山的重要方式。为了切实做到生态优先、绿色发展，将双江航电枢纽工程建设运行过程中可能产生的生态影响减至最小，避免造成生态破坏，建设单位、设计单位高度重视环

境保护工作，提出了建设过鱼设施和鱼类增殖站等重大水生生态保护措施。因此，双江航电枢纽建设符合“长江大保护”战略要求。

3.1.3 与西部大开发战略符合性分析

根据《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》(中发[2010]11号)，基础设施是西部大开发的重要保障，要继续把交通、水利等基础设施建设放在优先地位，加强前期工作，每年新开工一批重点工程，加快构建功能配套、安全高效的现代化基础设施体系。全面加强铁路、公路、民航、水运建设、扩大路网规模，提高通达能力。水运方面要“重点推进长江中上游、西江、澜沧江等干流及重要支流航道治理，提高航道标准，加强重点内河港口建设，提高出海通道能力”，加强水利基础设施建设方面要“做好水电开发的战略接替准备，有序推进重点流域大型水电项目建设，适应西电东送及西部地区经济社会发展的电力需求。妥善处理生态保护和移民安置问题。因地制宜建设中小型水电站”。

涪江属于嘉陵江重要支流，双江航电枢纽工程的开发有利于提升涪江下游通航标准，同时可提供大量清洁能源。工程在建设的同时，将采取生态环境、水环境保护等措施，并将处理好生态保护和移民安置问题，与《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》提出的“加快基础设施建设，提升发展保障能力”、“发展特色优势产业，增强自我发展能力”的基本发展要求保持了一致，与《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》提出的总体要求和发 展目标是相符的。

3.1.4 与“三线一单”的符合性分析

“三线一单”包括生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单。

3.1.4.1 重庆市“三线一单”

a) 生态保护红线

双江航电枢纽工程征地红线及库区淹没范围涉及到了重庆市生态保护红线。根据《中共中央办公厅国务院办公厅关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(厅字[2017]2号)、《中共中央办公厅国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，按照《关于重大基础设施项目不可避让生态保护红线论证意见工作机制的函》(渝规资函[2019]2506号)的相关要求，2020年6月，建设单位委托重庆中航勘测规划设计有限公司开展了工程项目占用生态保护红线不可避让性论证。2020年7月，《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程项目占用生态保护红线不可避让

性论证方案报告》通过了重庆市交通局组织的专家评审。根据《报告》，本项目枢纽建设用地不可避免占用生态保护红线 35.18hm²，占总用地面积的 51.65%，水库淹没不可避免占用生态保护红线 0.6hm²，占总用地面积的 0.32%，占用生态保护红线的类型为“渝西丘陵地带水土保持生态保护红线”。根据《报告》论证的结论，项目选址始终遵循先行避让生态保护红线的原则，作为航运枢纽重点工程，在坝址选址中难以做到完全避免占用生态保护红线，因此项目在满足运输生产和安全防护的基础上，坚持“少占或不占生态保护红线”的原则进行选址，确保选址合理、符合土地利用总体规划、土地管理法律、法规规定。项目占用现行生态保护红线，但不涉及极重要和极敏感区，周边都是人为活动密切区域和基本农田连片区域，且位于生态保护红线最外围范围线，按现行评估规则调出后项目不会存在“开天窗”现象，不会对生态保护红线完整性产生影响。

2020 年 9 月 8 日，重庆市人民政府下发《关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程不可避免占用生态保护红线的论证意见》，明确工程选址(下坝址)方案占用潼南区生态保护红线的不可避免性，且下坝址推荐方案占用生态保护红线面积相对更少，可通过采取优化工程布置、尽可能在永久用地范围内设置施工营地和拌合站等大型设施、加强水土保持、及时对施工迹地进行植被恢复、加强库周生态防护林建设、严格落实施工“三废”环保措施、研究实施生态流量下泄及生态调度、鱼类栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等措施，尽可能的降低工程建设对生态环境的影响。本次环评提出取消左岸风景名胜区内的小舟村渣场，工程不设渣场，仅设 1 处料场、1 处砂石料加工系统、1 处混凝土拌和系统，均集中在寇家坝料场征地范围内布置，该处施工布置不涉及风景名胜区范围，也不涉及重庆市生态保护红线范围。

根据与重庆市现行生态保护红线的核对，双江航电枢纽工程右岸施工布置不涉及生态保护红线，但左岸施工布置以及坝址下游右岸仙鹅村河道防护工程均涉及到了潼南区现行的生态保护红线。目前，重庆市的自然保护地和生态保护红线评估调整方案已基本确定，通过与调整后的重庆市潼南区生态保护红线进行核对，双江航电枢纽工程永久工程和临时工程布置均不涉及调整后的潼南区生态保护红线。潼南区规划和自然资源局出函对以上情况予以了确认。

综上，在明确工程不涉及调整后潼南区生态保护红线的前提下，双江航电枢纽工程建设基本符合生态保护红线管控要求。初步设计阶段，主体设计单位应进一步优化

施工布置方案，尽可能的减缓工程建设对生态环境的影响。

b) 环境质量底线

1) 水环境质量底线

将国家和地方对涪江流域设置的水环境质量目标作为本流域的环境质量底线和改善环境质量的基准线。双江航电枢纽工程库区所在涪江江段设有国控断面“玉溪”，上游梯级三星航电枢纽库区内有国控断面“老池”。水质常规监测项目为 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、石油类、酚、汞、铅、镉、阴离子表面活性剂、铬(六价)、氟化物、总磷、氰化物、硫化物、砷、化学需氧量、铜、锌、硒等《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办[2011]22 号)规定的 21 项指标(水温、总氮除外)。根据四川省生态环境厅所发布的 2017 年~2019 年共 3 年逐月的地表水水质状况成果，双江航电枢纽工程所在涪江江段水质情况较好，绝大多数时段水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准要求，且大多数时段水质可达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准要求。项目区及相关的潼南区、遂宁市区域水环境质量优良率达 100%。

工程实施后，通过工业结构调整和产业优化升级，提高废污水收集率和处理率等一系列措施，流域内点污染源入河总量有所下降；通过大力发展高效节水灌溉，实施面源污染防治措施，流域内面源入河总量亦有下降。双江航电枢纽工程施工期废污水经处理后回用或达标排放，工程投产后没有污染物排放。因此，工程建设不会触及水环境质量底线。

2) 大气环境质量底线

大气环境质量底线也是依据各环境功能分区应该执行的环境空气质量标准确定的。根据潼南区、遂宁市所发布的环境空气质量月报，项目区环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。本工程区只有施工期排放少量粉尘，且施工期会采取洒水降尘等相应控制粉尘的防治措施实施达标排放，粉尘污染影响仅局限于施工区附近，对周边区域大气环境质量影响小，且影响随着施工结束而结束。工程建设不会触及大气环境质量底线。

3) 土壤环境质量底线

土壤环境风险防控底线是指农用地、建设用地和饮用水水源地土壤环境安全得到基本保障，局部突出污染问题得到有效治理，环境风险得到基本管控。对此提出了土

壤环境风险防控分区，包括：未受污染的永久基本农田农用地优先保护区；受污染农用地、重金属污染防治重点区域、重点行业企业污染地块、矿山开采区、重金属废渣堆场等重点管控区；除农用地优先保护区和重点管控区的一般管控区。经核对，本工程建设不涉及优先保护区和重点管控区。工程建设不会触及土壤环境质量底线。

综上，工程建设与涪江流域环境质量底线是协调的。

c) 资源利用上线

本工程利用的资源主要为水资源和土地资源。

1) 水资源利用上线

双江航电枢纽工程的开发任务以航运为主，以电促航，兼顾城市水环境改善。本工程为非耗水项目，无调节性能，建成运行后径流过程基本与现状保持一致，对区间水资源量无影响，不占用用水总量指标，不会因本工程建设而突破水资源利用上线，符合涪江流域资源利用上线指标。

2) 土地资源利用上线

土地资源利用上线是将生态保护红线集中、重度污染农用地或污染地块确定为土地资源利用重点管控区。双江航电枢纽工程不排放污染物质，也不动用污染地块，水库淹没占用土地资源相对不大，在采取防护后，建设征收土地总面积 254.35hm²，其中水库淹没影响 186.24hm²，枢纽工程建设区 68.11hm²，影响土地主要涉及耕地、灌木林地等。工程占用生态保护红线面积 35.78hm²，其类型为水土保持生态保护红线，占用红线面积占比 14%。总体上，枢纽工程建设征地总面积占潼南区总土地面积比例很低，并且临时占地在施工结束后及时进行迹地恢复，对土地资源的占用很少。设计水平年，工程建设征地和水库淹没涉及生产安置移民 845 人、搬迁安置移民 29 人，生产安置采取农转非安置，搬迁安置采取一次性货币补偿安置和后靠自建房安置，移民新占用土地的面积很少，不涉及到土地开垦等情况。因此，工程不会突破区域土地资源利用上线。

d) 生态环境准入清单

生态环境准入清单基于“三线”划分成果，衔接既有环境管理要求和经济产业发展需求进行编制，确保落地生根，实现动态更新，充分发挥协调生态环境保护与经济社会发展关系、便利生态环境部门审批监管工作的作用。双江枢纽属航电枢纽工程，为生态影响类项目，其建设主要对水文情势、水环境和水生生态环境带来影响，因此在

“三线一单”符合性分析中，主要结合生态的分区管控要求和水环境的分区管控要求。

表 3.1.4-1 潼南区生态、水环境分区管控要求

序号	环境管控单元分区	管控要求	双江枢纽与管控要求的符合性
1	生态保护红线	生态保护红线应按照禁止开发区域的要求进行管理，严禁一切与保护无关的开发活动，禁止有损于生态系统的一切开发活动包括设立企业，侵占和开山取石采土等，已被破坏的应限期恢复。森林公园、饮用水水源地、湿地公园、风景名胜区禁建区等严格执行国家和地方的法规和有关规范标准。	工程区涉及生态保护红线中的定明山-运河市级风景名胜区，基本符合管控要求。
2	城市其他重要区域	其他生态空间包括未纳入优先保护单元的重要生态绿地及城市开发边界外的剩余区域。这部分区域以生态保护为主，可适度发展经济，注意开发利用的方式和规模，选择对生态系统影响较小的发展方向。 禁止工业项目入管控区，限制城镇发展规模，减轻对生态环境系统的不良影响。区内资源以保护为主，可以适度开发利用，严格执行“先规划、后开发”的建设方针，严格控制开发用地。重要生态绿地中加强区域内物种保护，除因城市总体规划调整的需要，或者因国务院批准的重大建设工程的需要，任何单位和个人不得擅自改变使用性质。其他一般生态空间禁止从事下列活动：砍柴、采脂和狩猎；挖砂、取土和开山采石；野外用火；修建坟墓；堆放固体废物；其他破坏生态资源的行为。	工程区涉及城市其他重要区域中的生态廊道，符合总体管控要求。
3	水环境优先保护区	在该区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；严格控制高耗水、高污染行业发展，新建、改建、扩建重点行业建设项目实行主要污染物排放减量置换。 污染物排放管控要求：一级保护区：禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油库；禁止从事种植、放养畜禽和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。二级保护区：禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。	工程建设区不涉及水环境优先保护区。
4	水环境重点管控区	(1)污染物排放管控要求：污染物排放总量控制，完善污染物统计监测体系，将工业、城镇生活、农业、移动源等各类污染源纳入调查范围。选择对水环境质量有突出影响的总氮、总磷、重金属等污染物，研究纳入流域、区域污染物排放总量控制约束性指标体系。全面推行排污许可，以改善水质、防范环境风险为目标，将污染物排放种类、浓度、总量、排放去向等纳入许可证管理范围。禁止无证排污或不按许可证规定排污。 (2)防治畜禽养殖污染，科学划定畜禽养殖禁养区，现有规模化畜禽养殖场(小区)要根据污染防治需要，配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施。散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场(小区)要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。同时要规模畜禽养殖场污水治理。近期规划农村畜禽粪便及污水排放治理与农村能源工程，沼气池建设结合进行。远期根据养殖业发展状况，合理布局规模化养殖场及废污水处理工程。另外，切实加强面源污染治理。根据潼南面源污染特点一是通过调整农业产业结构，减少农药、化肥的使用量；二是在江河沿岸(特别是保留区、饮用水源区河段)严格控制蔬菜基地、农业综合开发基地建设，项目区严格限制化肥和农药的使用量；三是实行畜禽规模化养殖审批(准入)制度，对排放物不达标的养殖场坚决取缔，从根本上斩断污染源。	工程区涉及重点管控区的涪江涪江潼南中游段控制单元，符合管控要求。
5	水环境一般管控区	(1)执行水环境一般管控区相应市级、主城西区总体资源开发效率要求。不得新建高污染及涉及重金属污染的工业项。 (2)加强农业面源污染治理。禽畜养殖在源头上“严格养殖准入”，调整优化布局、适度采用垫草垫料等清洁养殖模式，建设畜禽粪污等农业有机废弃物收集、转化、利用网络体系，鼓励在养殖密集区域建立粪污集中处理中心等全面进行污染防控，禽畜养殖污水不外排。 (3)部分污水处理厂改建与提标。对寿桥镇污水处理厂和卧佛镇污水处理厂进行重建，确保稳定达标排放。	工程区涉及一般管控区的涪江涪江潼南上游段控制单元，符合管控要求。

通过与各管控单元的管控要求进行核对，本工程建设与各管控单元的管控要求不冲突，在空间布局约束管控方面，双江枢纽的建设不属于禁止和限制开发的项目类型；在污染物排放管控方面，双江枢纽的规划设计充分考虑了施工期污染物削减和治理、运行期污染源治理的要求，尽量减少污染物的产生量和排放量，符合各分区污染物排放管控要求；在资源开发效率管控方面，双江枢纽占地、耗水相对都比较小，也符合相关要求。因此，本工程建设总体符合重庆市潼南区生态、水环境分区管控要求。

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

根据《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》，双江航电枢纽工程位于重庆市环境管控单元中的重点管控单元，该单元的管控要求为：“重点管控单元优化空间布局，不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题”。双江枢纽是非污染生态影响类项目，工程属航电枢纽工程，调节性能不强，对河道水文情势影响相对不大；工程建设基本不新增污染物排放，施工期和运行期都考虑了污染物处理和排放控制措施；工程枢纽用地面积不大，水库淹没土地面积相对较小，区域环境质量较好，工程建设对生态环境的破坏相对较小。综上，双江枢纽的建设符合《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》对重点管控单元的要求。

3.1.4.2 四川省遂宁市“三线一单”

a) 生态保护红线

本工程全部建设内容均位于重庆市潼南区，四川省遂宁市境内无工程布置，仅水库淹没涉及到了遂宁市船山区老池镇的部分土地，淹没土地面积约 1867.46 亩，通过与四川省遂宁市现行生态保护红线的核对，双江枢纽水库淹没不涉及生态保护红线。

b) 环境质量底线

1) 水环境质量底线

双江航电枢纽上游梯级三星航电枢纽库区内有国控断面“老池”，为四川省出境断面。根据四川省生态环境厅所发布的 2017 年~2019 年共 3 年逐月的地表水水质状况成果，涪江四川出境段水环境质量优良率达 100%。

2) 大气环境质量底线

双江航电枢纽工程在四川省遂宁市境内无工程布置，对遂宁市环境空气质量无影响。

3) 土壤环境质量底线

双江航电枢纽水库淹没土地面积约 1867.46 亩，其中 1549.34 亩为河流水面，314.48 亩为滩涂，仅 3.64 亩的林地，工程建设占用四川省遂宁市土地面积很小，水库淹没对土壤环境质量的影响也很小。

综上，工程建设与涪江流域环境质量底线是协调的。

c) 资源利用上线

本工程利用的资源主要为水资源和土地资源。

1) 水资源利用上线

双江航电枢纽工程在四川省遂宁市境内无引水、调水功能，三星枢纽下泄水量全部进入双江枢纽库区，不会因本工程建设而突破水资源利用上线。

2) 土地资源利用上线

双江航电枢纽水库淹没土地面积约 1867.46 亩，其中 1549.34 亩为河流水面，314.48 亩为滩涂，仅 3.64 亩的林地，工程建设占用四川省遂宁市土地面积很小，也不涉及人口搬迁、生产安置和房屋拆迁，工程建设不会突破土地利用上线。

d) 生态环境准入清单

遂宁市“三线一单”水环境的分区管控要求见表 3.1.4-2。

表 3.1.4-2 遂宁市水环境分区管控要求

序号	环境管控单元分区	管控要求	双江枢纽与管控要求的符合性
1	水环境工业污染重点管控区——涪江干流(玉溪)-船山区-控制单元	关注水质现状，产城布局中考虑水环境承载能力，推进污染减排	工程仅涉及少量土地淹没，不涉及新增污染排放，符合管控要求

根据船山区要素重点管控单元的管控要求，双江枢纽水库淹没与相关要求不冲突，总体符合遂宁市生态、水环境分区管控要求。

e) 与《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9号)的符合性

根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》，双江航电枢纽工程水库淹没四川遂宁部分位于四川省环境管控单元中的重点管控单元，该单元的管控要求为：“针对环境质量是否达标以及经济社会发展水平等因素，制定差别化的生态环境准入要

求，对环境质量不达标区域，提出污染物削减比例要求，对环境质量达标区域，提出允许排放量建议指标”。双江枢纽是非污染生态影响类项目，在遂宁市无新增污染物排放；水库四川部分淹没土地面积很小，淹没区环境质量较好，工程建设对生态环境的破坏很小。综上，工程建设符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》对重点管控单元的要求。

3.1.5 与流域规划的符合性分析

3.1.5.1 与《长江流域综合规划》的符合性分析

国务院 2012 年批准的《长江流域综合规划(2012~2030 年)》在“主要支流和湖泊治理开发与保护规划意见”中提出：“涪江 通过梯级渠化及航道整治，提高绵阳至河口段 375km 航道等级”。本项目为涪江干流梯级渠化重庆段最上一级，符合《长江流域综合规划(2012~2030 年)》。

3.1.5.2 与《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》及规划环评的符合性分析

双江航电枢纽工程是《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》中予以明确的开发梯级，是潼南梯级实施后，该江段实施的第二个梯级航电枢纽工程。本阶段设计工作和环评工作充分考虑并采纳了《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》及其审查意见(渝环函[2014]678 号)的相关要求，其响应情况如下：

表 3.1.5-1 规划环评及审查意见关于双江航电枢纽梯级的要求落实情况

序号	审查意见	落实情况
1	综合考虑运河水位、饮用水源水质和安全等因素，进一步优化三块石电站和大岩洞电站船闸方案。	三块石电站和大岩洞电站已废弃，泄水闸可完全敞开。
2	进一步协调梯级规划调整与国家湿地公园保护目标的关系，完善相关手续。规划实施前、实施中和实施后，应符合湿地公园管理的相关规定，通过生态工程方法，尽量降低梯级开发对湿地公园完整性、功能性的影响。对因采砂、农田耕种等生产经营活动受到破坏和丧失的湿地生境进行修复和重建。	禁止在自然保护地范围内布置施工临时场地。对自然保护地范围周边的工程布置要求做好施工红线控制，禁止越界施工，并采取好生态保护措施。
3	双江梯级建设方案应与定明山—运河风景名胜规划相协调。涉及在风景名胜区内从事改变水资源、水环境自然状态的活动，其他影响生态和景观的活动，应依照有关法律、法规的规定报风景名胜区主管部门批准。	禁止在自然保护地范围内布置施工临时场地。工程环评阶段按要求编制了风景名胜区选址论证专题，报重庆市林业主管部门审批。对自然保护地范围周边的工程布置要求做好施工红线控制，禁止越界施工，并采取好生态保护措施。
4	合理利用调配水资源。合理制定电站运行方式，优先保证涪江、运河两岸居民生产生活用水、工农业用水及生态用水需要，确保运河水质满足饮用水取水要求。	环评过程中，充分考虑了汉江(人工运河)的生态流量需求，在调整运河内引水流量后，重点考虑满足水厂取水要求。同时，环评提出加强运河沿岸环境治理，保证运河水质。
5	划定禁渔期和禁渔区，加强对鱼类产卵场、索	按照重庆市要求，涪江全江段划定了禁渔期和禁渔区。

序号	审查意见	落实情况
	饵料和越冬场的保护，对主要经济鱼类和保护鱼类进行增殖放流。	在环评过程中，提出了保证坝址下游鱼类“三场”生态用水需求。
6	合理安排三块石拦河坝的拆除方案。	三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，对岸上和水中爆破后的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行；对于坠入水中的材料，应清除至规划 300t 级通航水位以下，不得影响通航。爆破施工应避开涪江鱼类产卵期。
7	建设期做好水土保持工作。	本阶段开展了水土保持方案的编制工作，待水行政主管部门批复后，将要求落实到下阶段初步设计、施工图设计和实施过程中。
8	禁止在库区水体发展网箱、围网等投饵养殖活动；加强对湖库内船舶的管理；加强规划河段生活垃圾收运处置。	环评提出了保护库区水质，禁止网箱养鱼，加强航运污染防治等措施要求。
9	控制并削减流域内污染物排放，加快推进规划河段各乡镇、工业园区污水厂及管网工程建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化。	潼南区开展了一系列污染治理、水环境综合整治工作，增强了区域流域的环境承载力，为本项目的实施创造了有利的条件。2020 年，涪江流域水环境综合治理项目(一期)启动，进一步加强库区乡镇生活污水治理和农村面源防治。
10	加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河沿岸新污染，商请有关部门重新划定运河畜禽养殖禁养限养区。	环评提出了加强运河沿岸环境治理的要求。根据 2019 年的《潼南区畜禽养殖禁养区划定调整方案》(潼南府办发[2019]100 号)，运河沿岸全部划定为禁养区和限养区。
11	定期开展水质监测，长期开展生态跟踪观测，及时评估梯级规划调整对生态环境、环境质量、鱼类资源的影响程度，及时调节水库调度运行，采取补救措施，最大程度减缓对规划河段生态的影响。	环评提出了运行期开展水质监测、生态监测、生态调度研究等要求，工程完建 3~5 年后，适时开展工程环境影响后评价和流域环境影响后评价工作，对涪江干流梯级航运开发带来的生态累计影响进行调查评价，进一步优化补救措施。

因此，双江航电枢纽工程建设与涪江干流潼南段梯级规划调整规划环评及审查意见要求是相符的。

3.1.5.3 与《四川省涪江流域综合规划报告》及规划环评的符合性分析

由于《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》的评价范围不包括重庆境内，因此《四川省生态环境厅关于<四川省涪江流域综合规划环境影响报告书>审查意见的函》中也未有对重庆境内项目开发的指导意见，但双江枢纽库区涉及到了四川省，综合分析，与双江枢纽建设部分有关的意见有：

a) 加强水资源与水域岸线的保护及开发管理，强化水污染防治、水环境治理及水生态修复。

b) 涪江干流后续实施的水利水电(含电航)工程均应建设过鱼设施。干流已(在)建拦河闸坝工程，需开展增设过鱼设施的相关论证工作，根据论证成果在规划期内及时补建过鱼设施，减缓对河流连通性及鱼类的阻隔影响。保障河流生态环境需水，结合河流生态环境用水需求联合开展生态调度。

双江枢纽在前期可研论证过程中，考虑了建设鱼道来减缓涪江江段鱼类阻隔影响，这与四川省境内涪江干流梯级开发新建、补建鱼道要求形成了很好的呼应，增加

了连通性恢复的江段长度，与四川省涪江流域综合规划环评审查意见要求是相符的。

同时，双江枢纽水库淹没四川省遂宁市老池镇的少量土地，库区范围有部分涉及到了四川省，在本次项目环评过程中，提出了库区水环境综合治理的措施规划和要求，这也与四川省涪江流域综合规划环评审查意见中提出的“强化水污染防治、水环境治理及水生态修复”要求是相符的。

3.1.6 与相关功能区规划的符合性分析

3.1.6.1 与《全国主体功能区规划》的符合性

《全国主体功能区规划》提出，“成渝地区是全国统筹城乡发展的示范区，全国重要的高新技术产业、先进制造业和现代服务业基地，科技教育、商贸物流、金融中心和综合交通枢纽，西南地区科技创新基地，西部地区重要的人口和经济密集区，包括重庆经济区和成都经济区”。其中，重庆经济区的定位是西部地区重要的经济中心，全国重要的金融中心、商贸物流中心和综合交通枢纽，以及高新技术产业、汽车摩托车、石油天然气化工和装备制造基地，内陆开放高地和出口商品加工基地，将构建以重庆主城区为核心，以“一小时经济圈”地区为重点，以主要交通干线和长江为轴线的空间开发格局，强化重庆主城区的综合服务功能，提升先进制造和综合服务水平，建设全国重要的金融、科技创新、教育文化、商贸物流中心，增强辐射带动能力。渝西位于成渝经济区和成渝城市群主轴线上，区位优势突出，是重庆市未来工业化城镇化的主战场、聚集新增产业和人口的重要区域。

3.1.6.2 与《全国生态功能区划(修编版)》的符合性分析

《全国生态功能区划(修编版)》包括 3 大类、9 个类型和 242 个生态功能区，确定 63 个重要生态功能区。将生态系统服务功能分为生态调节、产品提供与人居保障 3 大类；依据生态系统服务功能重要性划分 9 个生态功能性，生态调节功能包括水源涵养、生物多样性保护、土壤保持、防风固沙、洪水调蓄 5 个类型，产品提供功能包括农产品和林产品提供 2 个类型，人居保障功能包括人口和经济密集的大都市群和重点城镇群 2 个类型。

评价区涉及 II-01-30 四川盆地农产品提供区和 III-02-16 重庆市城镇群功能区。重庆城镇群功能区生态保护主要方向是：以生态环境承载力为基础，规划城市发展规划、产业方向；建设生态城市，优化产业结构，发展循环经济，提高资源利用效率；加快城市环境保护基础设施建设，加强城乡环境综合整治；城镇发展坚持以人为本，

从长计议，节约资源，保护环境，科学规划。四川盆地农产品提供区生态保护主要方向是：加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。加强水利建设，大力发展节水农业；种养结合，科学施肥。发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动。

双江航电枢纽工程的开发任务为：以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求。工程建成后，可有效提升航运保障能力，有效的提供城市供水，有利于城市生态保护以及该功能区的生态园林城市建设。

3.1.6.3 与《重庆市生态功能区划研究报告》的符合性分析

根据《重庆市生态功能区划》，评价区属于渝中-西丘陵-低山区—渝西丘陵农业生态亚区-渝西方山丘陵营养物质保持—水体保护生态功能区，主要生态问题为水资源缺乏和水资源保护、森林覆盖率较低、农村面源污染及次级河流污染和地质灾害较多等，发展方向为加强水资源保护利用、农业生态环境建设、农村面源防治、矿山废弃物的清理、生态重建与复垦、加强区域内的保护地的管理和保护等。

根据工程布置，本工程占地总面积 5.05km²，其中占地区域多为受人为干扰的农田和灌丛及灌草丛，本工程占地面积不大，占用林地面积较小，工程建设引起的生态系统退化面积较小，引起的水土流失面积较小。通过现场调查，双江航电工程占地区域多集中分布，区域内为传统的农耕区，人为活动频繁，植被受人为活动的干扰较大，占地区域植被多以农田和灌草地为主，植被类型及群系较为简单，动植物种类均为本区域常见的种类，因此，本工程建设引起的生态系统退化面积较小，引起的水土流失面积较小。且随着施工结束，评价区植被恢复等水土保持和水土流失防治措施的实施会将本工程建设对区域生态功能的影响减小到最低。

同时工程的建设进行了科学论证，合理比选，并严格按照法律法规的要求，通过编制环境影响报告书、水土保持方案报告书以及其它相关专题报告，预测可能产生的环境问题，提出有效的减免和补偿措施，把各种环境损失特别是生态环境损失降到最低。工程建成后，可有效提供农业生态功能区的供水、灌溉、航运保障能力，以及有效的提供城市供水，有利于城市生态保护以及该功能区的生态园林城市建设。因此，本项目与该地区的生态保护功能基本协调。

3.1.6.4 与饮用水源保护区管理规定的符合性分析

根据《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修改)，“第六十四条

在饮用水水源保护区内，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。第六十七条 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”。

根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年修订)，“第十二条 饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：一、一级保护区内，禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；禁止设置油料仓库；禁止从事种植、放养禽畜和网箱养殖活动；禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。二、二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；原有排污口依法拆除或者关闭；禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。三、准保护区内，禁止新建、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”。

根据《重庆市水污染防治条例》(2020年10月1日)，“第五十二条 在饮用水水源准保护区内禁止下列行为：(一)设置排污口；(二)新建、扩建对水体污染严重的建设项目，改建增加排污量的建设项目；(三)堆放、存贮可能造成水体污染的物品；(四)违反法律、法规规定的其他行为”；“第五十三条 在饮用水水源二级保护区内，除遵守准保护区管理规定外，还应当禁止下列行为：(一)新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；(二)设置从事危险化学品、煤炭、矿砂、水泥等装卸作业的货运码头、建筑物、构筑物；(三)设置水上经营性餐饮、娱乐设施；(四)从事采砂、对水体有污染的水产养殖、放养畜禽等活动；(五)新增使用农药、化肥的农业种植和经济林”；“第五十四条 在饮用水水源一级保护区内，除遵守准保护区、二级保护区管理规定外，还应当禁止下列行为：(一)新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；(二)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；(三)新

增农业种植”。

双江航电枢纽工程主体建筑物不涉及饮用水源保护区范围，不属于在饮用水源保护区内新建建设项目，工程施工布置未在该水源保护区范围设置码头、停靠船舶、堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物、设置油料仓库等，但工程砂砾石料源寇家坝砂砾石料场，以及寇家坝砂石加工系统、寇家坝混凝土拌合系统等临时工程布置涉及了双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)的陆域范围(一级保护区和二级保护区)，一定程度上不符合国家和地方水污染防治规定的要求。

据了解，白云村水厂现状由于村内供水管网配套建设不到位等原因，水厂处于停用状态，白云村居民仍以采取地下水作为日常生活用水为主。2016年，潼南区生态环境局依法对白云村水厂取水口上下游3.3km的涪江江段划定了饮用水源保护区，重庆市人民政府以渝府办发[2016]19号进行了批复，该饮用水源保护区名称为：“双江镇白云水厂”。本工程可研阶段布置的寇家坝砂砾石料场，寇家坝砂石、混凝土系统等临时用地涉及到了双江镇白云水厂饮用水源保护区(镇级)陆域范围，若白云村水厂开始启用，寇家坝砂砾石料场、砂石、混凝土系统施工将会对水厂取水造成一定的风险。双江枢纽水库蓄水后，将淹没影响引水钢管，可研阶段移民专业考虑对取水设施在原址进行复建，鉴于白云村水厂取水口目前并未运行，而寇家坝砂砾石料场为工程重要的料源，建设单位提出对取水口复建原设计方案进行调整，将白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道。2020年11月6日，重庆市潼南区水利局以潼水[2020]381号《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》对建设单位进行了函复，明确指出：“原则同意将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案……做好饮用水源地划分及新水源地的论证工作，改建费用由贵公司全部承担”；“同时，在双江航电枢纽工程施工期间，原取水口停止取水，该水厂取水口未按要求完成搬迁期间，贵公司负责解决水厂涉及的居民供水工作”。建设单位重庆双江航运发展有限公司按照此要求，出函进行了承诺。同时，生态环境局将根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区，并出函予以了确认。

综上，在保证双江镇白云村水厂不启用现有取水口，建设单位尽早对该取水口实施搬迁，并同步调整饮用水源保护区的前提下，双江航电枢纽工程建设与《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》和《重庆市水污染防治条例》关于饮用水源保护区内的管理要求基本不违背。施工期，寇家坝砂砾石料场

开采应控制好粉尘排放，寇家坝砂石、混凝土加工系统产生的废水禁止排放。

3.1.7 与地区相关专项规划的符合性分析

3.1.7.1 与《重庆市“十三五”环境保护规划》的符合性分析

《重庆市“十三五”环境保护规划》提出了以下 14 项规划任务：改善水环境质量、改善环境空气质量、改善土壤及农村环境质量、保护和修复自然生态系统、全面加强环境保护监管执法、加大环境风险防控力度、持续实施治污减排、全面加强环境保护监管执法、优化生态文明建设空间格局、构建绿色发展的内生机制、大力发展环保产业、制度建设和政策创新、建立重点项目库、开展评估考核。双江航电枢纽工程属非污染生态类项目，工程的建设有利于改善涪江江段水生生态退化的现状，对保证河道生态流量、保护鱼类资源有一定的促进作用。因此，工程建设符合重庆市“十三五”环境保护规划。

3.1.7.2 与《重庆市“十三五”内河水运发展规划》的符合性分析

《重庆市“十三五”内河水运发展规划》中明确“十三五”期间主要任务是按照“畅通航道、构建枢纽、强化服务、优化结构”的总体建设思路，大力推进“四大战略”任务和“四大重点”工程。即建设畅通高效的干支航道、功能完备的港口物流枢纽，推进水运和其他交通方式的互联互通，提升航运服务能力和水平“四大战略”任务；大力优化船舶运力，提高安全保障能力，打造绿色低碳航运，科学推进行业管理“四大重点”工程。大力延伸支流航道通达深度。推进涪江潼南、双江渠化枢纽建设，打通遂宁潼南水上运输通道。双江航电枢纽工程是内河水运发展规划中的重要梯级。

3.1.7.3 与《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划》及规划环评的符合性分析

“涪江—潼南、双江航电枢纽工程”是重庆市“十三五”期间的重点水运建设项目，其中潼南枢纽已建成，双江枢纽还未建设。规划环评中主要对水运类工程建设提出了相关的环保要求，如“本次规划实施过程中，应重视铁路、公路及水运等项目的选址选线，应避让风景名胜区的核心景区，在保障景区质量的基础上，合理布设项目线路，促进当地旅游业的发展”；“取土、弃渣场、施工场地等临时工程不得占用自然保护区、风景名胜区等特殊生态敏感区及基本农田保护区”；“水运项目、机场项目和枢纽场站营运期产生的生活污水全面收集，周边有城市污水管网的排入城市污水管网，周边无城市污水管网的设置生活污水处理设施处理后达标排放”；“严禁在风景名胜区、森林公园等环境敏感区内设置弃渣场”、“在长江、嘉陵江等流域因地制宜采取滩涂湿

地恢复、生境营造、增殖放流等生态恢复和补偿措施”等等。在本工程环评阶段的工程规划设计和可行性论证过程中，充分考虑了上述保护要求，本工程环评也提出了具体的措施要求，详见表 2.1.5。总体上，双江枢纽建设与《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划》及规划环评基本符合。

3.1.1.7.4 与《重庆市风景名胜区条例》的符合性分析

《重庆市风景名胜区条例》1998年3月28日重庆市第一届人民代表大会常务委员会第八次会议通过，2008年5月23日重庆市第三届人民代表大会常务委员会第三次会议修订，2014年9月25日重庆市第四届人民代表大会常务委员会第十三次会议修订，2018年7月26日重庆市第五届人民代表大会常务委员会第四次会议。第三十四条“风景名胜区内未经批准不得建设临时建(构)筑物，确需建设的，应当经风景名胜区管理机构审核后，报项目所在地区县(自治县)风景名胜区主管部门批准。临时建(构)筑物使用期限不得超过两年，建筑物所有权人应当自期限届满之日起十五日内自行拆除。期满之后确需继续使用的，可以按原审批程序申请延长一次，但延长期限不得超过一年”。

2020年7月，建设单位委托华中师范大学编制了《双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山—运河风景名胜区选址论证报告》，重庆市林业局组织专家对报告进行了评审，根据报告及评审意见：

双江航电枢纽工程建设不属于《重庆市风景名胜区条例》(2014年修订)规定禁止建设行为，双江航道枢纽工程有0.16km 闸坝、部分围堰、坝址左岸工区、1#公路、等工程布置及10.67hm²淹没区位于风景名胜区内，均不涉及核心景区。本项目建设后虽导致“三块石船闸”、“三块石电站”两个景点消失，但工程建成后新形成的水利建筑景观有坝址、船闸等，其建筑规模相对于原有三块石电站会更大，与原有人文景观相协调，另外回水淹没增加了景区水域面积，丰富了水体景观；其他工程均属于临时工程，应当经风景名胜区管理机构审核后，报项目所在地区县(自治县)风景名胜区主管部门批准，且使用期限不得超过2年。此外，本阶段原工程施工布置中，在风景名胜区内设置有小舟村渣场，本次评价建议将弃渣场挪出风景名胜区范围，设计单位采纳了环评意见。因此，采取建议、办理相关手续后，与《重庆市风景名胜区条例》是相符的。

2020年10月，在充分论证和讨论的基础上，潼南区林业局对建设单位复函，明确：“双江航电枢纽工程建成后，坝址形成的水利工程景观，与景区原有人文景观相协

调，且景区内涪江水域面积将增大，有利于景区水体景观”；“目前风景名胜区在自然保护地整合优化阶段，其总体规划正在编制中。在总体规划编制过程中可将双江航电枢纽工程纳入其建设内容，使其与风景名胜区总体规划相协调”；“在此基础上，我局认为项目能够符合风景名胜区保护发展要求，原则同意该项目选址”。

3.1.1.7.5 与《重庆市水污染防治条例》的符合性分析

《重庆市水污染防治条例》自2020年10月1日起施行。《条例》中有以下重要条款与本项目相关：

“第十三条 区县(自治县)人民政府应当按照水污染防治规划确定的水环境质量改善目标要求，制定限期达标规划，采取措施按期达标”；

“第二十二条市、区县(自治县)水行政部门应当会同生态环境、发展改革、交通等有关部门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；采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流”；

“第三十条 市、区县(自治县)人民政府应当按照国家和本市有关规定，组织建设城乡生活污水集中处理设施，并配套建设排水管网”；

“第三十六条 船舶航行、停泊、作业，应当按照国家有关规定配置和运行相应的防污设备和器材”；

“第三十七条 船舶装载运输油类或者有毒货物，应当制定防止船舶溢漏预案，采取防溢流、防渗漏、防坠落等措施，防止货物污染水体”；

“第三十八条 船舶及有关作业单位从事船舶清舱、洗舱，进行船舶水上拆解、打捞或者其他水上、水下船舶施工等有污染风险的作业活动，应当按照有关法律法规和标准，采取有效措施，防止造成水污染”；

“第三十九条 船舶的餐厨垃圾应当贮存在专门的容器中，收集上岸集中处置。禁止向水体倾倒垃圾，排放残油、废油。推进船舶污水收集上岸集中处置”；

“第四十一条 水行政、农业农村等有关部门应当指导农业生产者控制、减少农业用水总量，推广农业节水技术，实行源头减量”；

“第四十三条其他区域的畜禽禁养区由区县(自治县)生态环境主管部门会同本级农业农村部门提出方案，报本级人民政府批准。畜禽限养区由区县(自治县)生态环境主管部门会同本级农业农村部门提出方案，报本级人民政府批准”；

“第四十八条 从事水产养殖应当保护水域生态环境，科学确定养殖密度，合理投饵和使用药物，防止污染水环境。禁止从事对水体有污染的网箱、网栏养殖”；

“第五十六条 单一水源供水的区县(自治县)人民政府应当建设应急水源或者备用水源，有条件的区县(自治县)可以开展区域联网供水”。

双江航电枢纽工程属于非污染生态影响类建设项目，其建设不会给区域带来新增的水污染源，不涉及新增水污染物的排放。但由于工程拦河筑坝改变了河流的水文情势，进而影响到水环境，因此如何保护库区和下游河道的水质，就涉及到《重庆市水污染防治条例》中以上所列举的条款。本次环评结合《条例》对水污染防治的全面要求，在生态流量保障、城乡污水收集处理、船舶污染防治、农业面源治理、畜禽和水产养殖污染控制、饮用水源地保护等方面均提出了相应的保护措施规划。通过采取这一系列的水环境保护措施，可将双江枢纽建设后对流域水环境的影响降到最低，工程建设与《重庆市水污染防治条例》是相符的。

3.1.7.6 与《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020年)》的符合性分析

《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020年)》由潼南区人民政府于2016年3月23日印发(潼南府[2016]35号)。方案中对全区22个镇街的水污染防治工作提出了具体的工作要求和目标，包括：

“科学保护水资源……合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流”；

“强化饮用水源环境保护……依法清理集中式饮用水源保护区内水产、畜禽养殖、违法建筑和排污口”；

“完成城市污水处理设施建设与改造……到2020年，城市生活污水集中处理率达95%”；

“完成乡镇污水处理设施建设全覆盖……到2020年，全区生活污水集中处理率达85%”；

“全面加强配套管网建设……到2020年，潼南区污水基本实现全收集、全处理”；

“防治畜禽养殖污染……新建、改建、扩建畜禽养殖场(小区)的养殖规模要与周边可供消纳的土地量相匹配，并完善雨污分流、粪便污水资源化利用设施”；

“防治水产养殖污染……饮用水源地保护区内禁止肥水性水产养殖。养护和恢复水库流域天然渔业资源，实施水产养殖池塘标准化改造”；

“控制农业面源污染 ……到 2020 年，测土配方施肥技术推广覆盖率达到 90% 以上，主要农作物肥料利用率达到 40%以上，农作物病虫害统防统治覆盖率达到 40% 以上”；

“加快农村环境综合整治 ……到 2020 年，全区 90%的行政村完成农村生活垃圾专项治理工作，完成平滩河综合治理项目小渡镇至代场坝段、平滩河综合治理项目寿桥镇至青云场段、鹭鹭溪河群力段等 3 个中小河流、河段综合整治工程”；

“加强船舶码头污染控制 ……合理有效的开展船舶码头污水、垃圾治理工作，……2020 年年底促使船舶、码头污水达到环保排放要求。”；

“加强船舶码头污染控制 ……合理有效的开展船舶码头污水、垃圾治理工作，……2020 年年底促使船舶、码头污水达到环保排放要求”；

“开展重点河流污染综合治理。开展琼江和涪江流域综合整治，开展流域内重点场镇河道清淤、疏浚，中小河流、河段综合整治，河道清漂及流域内场镇垃圾收运，集中式饮用水源保护，农村面源污染防治，城市生活污水综合整治等工程。以人工运河为重点，加强良好水体保护，维护改善现状水质，确保稳定达标”；

“加强河流湖泊水生态保护。加强湿地保护，禁止侵占自然湿地等水源涵养空间，已侵占的要限期恢复”。

《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020 年)》提出的工作目标和任务，一方面为双江枢纽的建设创造了较好的环境条件，另一方面，双江枢纽在前期规划设计过程中，也充分结合了《方案》的水污染防治要求，布置了相应的污染防治措施，因此，工程建设与《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020 年)》是相符的。

3.1.7.7 与《重庆市涪江“一河一策”实施方案》的符合性分析

根据《重庆市涪江“一河一策”实施方案》，水污染防治任务中提到：“通过城镇生活污水点源治理等削减点源污染负荷。通过新建城镇二三级管网，提高城镇污水收集效率，污水处理厂提标改造、技术改造，强化污水厂处理效果等，最大程度削减生活点源污染”、“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……。实施禽畜养殖污染控制，规范非规模化禽畜养殖，确保清水入河。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禽畜养殖，非禁养区内规模化禽畜养殖废水经处理后排放，确保清水入河”。

水环境治理任务中提出：“推进美丽乡村建设。以生活污水、生活垃圾处理为重点，综合整治农村环境”、“制定和落实涪江干支流岸线垃圾和水面漂浮物清理责任制度”。

水生态修复任务中提出：“加大生态敏感区保护力度，推行禁渔制度，开展增殖放流活动，提高水生生物多样性”、“科学制定水库、水电站调度运行方案，完成河流生态流量监督管理办法和监测设施，提高河流基本生态流量保证率”、“开展河岸生态驳岸工程、河岸植被恢复重建工程、消落带生态治理工程，加强水生生境保护”。

本次双江环评阶段提出的水环境保护措施体系结合了《“一河一策”实施方案》的相关要求，工程建设与方案的符合性较好。

3.1.1.7.8 与《重庆市潼南区城乡总体规划(2014年编制)》的符合性分析

《重庆市潼南区城乡总体规划(2014年编制)》于2015年6月16日由重庆市人民政府批复(批复文号渝府[2015]30号)。规划期限为2014年~2020年。根据《总体规划》中的城乡空间结构，双江枢纽所在潼南区双江镇位于中部城镇发展片区，定位为现代产业、旅游业发展区，重点发展相关配套产业。双江枢纽的建设，形成新的人工景观，有利于发展旅游业，与双江镇空间结构定位相符。

根据《总体规划》中的水运系统规划，“远期随着双江枢纽的建设，将涪江航道全部提升为5级航道”。双江枢纽建设与此规划目标相符。

根据《总体规划》中的给水工程规划，“为确保潼南中心城区供水安全，规划建设大石桥水库作为潼南区生活饮用水的应急水源点”、“考虑到城区下游潼南梯级工程建成后涪江和人工运河水位抬升，流速减慢，人工运河水质情况会受到一定影响。规划中心城区水源采用涪江取水，大石桥水库作为应急备用水源”、“规划在江北新城北部新建水厂……近期建设规模为10万立方米/日，2020年扩建至14万立方米/日。新水厂建成投产后，适时关停梓潼水厂和江北水厂”。

根据《重庆市渝西水资源配置工程总体方案报告》，新建涪江桂林泵站分别向城北和古溪水厂供水，新建涪江双江泵站向柏梓水厂供水，桂林涪江提水泵站位于涪江左岸、三块石大坝上游500m，设计流量 $Q=3.53\text{m}^3/\text{s}$ ，双江涪江提水泵站位于涪江右岸、三块石大坝上游400m，设计流量 $Q=0.46\text{m}^3/\text{s}$ 。

另外，根据《潼南区城市供水设施建设(改造)规划(2015-2020)》，近期保留大岩洞取水泵站，待上游2km处新建取水泵站投入使用后予以关停。在江北新城北部区域新

建城北水厂，近期建设规模为 10 万 m³/d，2020 年扩建至 14m³/d，待投产后适时关停梓潼水厂和江北水厂。

目前，潼南区涪江北岸桂林街道的供水水厂为城北水厂，已建成供水规模为 10 万 m³/d，原江北水厂已关停，根据渝西水资源配置工程的规划，于双江枢纽库区内所建的桂林泵站可向城北水厂日供水 19 万 m³，完全可以替代现状大岩洞取水泵站在人工运河的取水。双江枢纽的建设，使人工运河不再具有引水发电和航运的功能，人工运河内将只考虑保证生态流量的需求，运河内流量的大幅下降，带来水动力条件的减弱，进而使水体自净能力下降，运河水质可能会受到一定不利影响，若大岩洞取水泵站关停，按照供水规划由扩建后的城北水厂来集中向潼南区中心城区桂林街道和梓潼街道供水，则因双江枢纽兴建而带来的运河水环境下降的影响可以得到很大程度的减缓，潼南城区供水安全也能够得到保障。

综上所述，双江枢纽的建设与《重庆市潼南区城乡总体规划(2014 年编制)》，以及潼南区的供水规划是相符的。

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 坝址选址环境合理性分析

可研阶段枢纽布置选择 2 个坝址方案进行比较，分别为三块石拦河坝坝址(上坝址)和原规划坝址(下坝址)，上、下坝址相距约 0.5km。环评主要选取与环境影响有关的因子进行比选分析，包括规划的符合性、生态保护红线、对大气、声、水、陆生生态环境、水生生态环境、环境敏感区的影响等方面。



图 3.2.1 双江航电枢纽工程上下坝址示意图

2 个坝址方案均涉及定明山—运河风景名胜区范围，但占用风景区的面积有差别；2 个坝址方案也均涉及生态保护红线，涉红线面积有所差别；2 个坝址方案对工程区江段水生生态环境的影响基本相当，施工布置影响基本相同，水库淹没影响的基础设施情况一致。坝址综合比选见表 3.2.1。

表 3.2.1 双江航电枢纽工程上下坝址综合比选一览表

项目	上坝址	下坝址	比较意见
工程地质	上坝址地基为 J_{2s}^{2-1} 薄层状粉砂质泥岩夹中厚层状泥质粉砂岩。	下坝址泄水闸地基主要为 J_{2s}^{2-2} 巨厚层状细砂岩，下坝址工程地质条件优于上坝址。	下坝址优于上坝址。
枢纽布置条件	上下坝址相距较近，约 500m，地质地形条件基本相当，工程规模相当；挡水、泄水、厂区、船闸、鱼道建筑物基本相当；工程量和投资相对较大；航运水位衔接及船闸建设条件相对较差；需对现有汉江取水闸拆除、加高、重建，对船闸及船闸左岸防洪堤进行加高，对船闸左岸现有住户进行拆迁。	上下坝址相距较近，约 500m，地质地形条件基本相当，工程规模相当；挡水、泄水、厂区、船闸、鱼道建筑物基本相当；工程量和投资相对较少；航运水位衔接及船闸建设条件相对较好；不对现有汉江取水闸、船闸、及船闸左岸防洪堤及住户产生影响。	下坝址优于上坝址。
施工导流	施工导流时间、导流标准、导流方式、导流程序均基本相同。导流工程量大。汉江断流 6 个月。	施工导流时间、导流标准、导流方式、导流程序均基本相同。导流工程量小。	下坝址优于上坝址。
定明山—运河风景名胜区	部分枢纽设施等施工布置等位于风景名胜区范围内。	枢纽设施等施工布置、回水淹没区等位于风景名胜区范围内。	上坝址在风景名胜区内占地较少。

项目	上坝址	下坝址	比较意见
生态保护红线	占用生态保护红线面积为 36.22hm ²	占用生态保护红线面积为 35.78hm ²	上、下坝址基本相当。
对运河影响	上坝址的二期上游枯水围堰将使人工运河断流 1 年多，两岸灌溉、生活用水及潼南区城市供水无法保证，影响巨大	不造成运河断流	下坝址优于上坝址。
工程投资	工程静态总投资为 19.193 亿元。	工程静态总投资为 19.008 亿元。	上、下坝址基本相当。

由上表可知，下坝址方案在工程地质、枢纽布置条件、施工导流、工程投资方面均优于上坝址方案。上坝址方案部分枢纽设施等施工布置等位于风景名胜区内，其工程布置占地情况虽少于下坝址方案，但其施工会导致风景名胜区内运河断流 6 个月，与风景区运河景区以水体景观、观光农业、经果林为主要特色的景观特征不符，下坝址虽然占有风景名胜区内面积较大，但不会引起运河断流，对景观的破坏较小。因此，推荐下坝址方案从环境保护角度是基本合理的。

3.2.2 正常蓄水位比选环境合理性分析

双江航电枢纽工程可研阶段在考虑满足航道要求和与上游梯级合理衔接基础上拟定了 248.5m、249m、249.5m 和 250m 四个正常蓄水位方案进行综合比较。4 个正常蓄水位各相差 0.5m，各方案在水文情势、水质、淹没和移民、鱼类等方面的影响总体差距不大，正常蓄水位越低，相应对生态环境影响程度越小，移民搬迁与安置对社会经济的影响程度越小。各方案均涉及定明山—运河风景名胜区和生态保护红线。

双江航电枢纽上游梯级三星枢纽已建成，从对三星枢纽发电量影响的角度，蓄水位越高影响越大；从 4 个正常蓄水位方案造成的水库淹没指标来看，水位超过 249.5m，淹没造成的耕地损失量增加较多；从成库地质条件来看，各方案基本相当；从环境影响来看，各方案带来的水环境、水生生态、陆生生态影响基本相当，对敏感保护对象的影响没有本质差别，蓄水位越低影响相对更轻；

因此，从减少库区淹没、减少环境影响等方面综合分析，同时考虑项目的建设经济性，双江航电枢纽推荐正常蓄水位 249.0m，从环境保护角度是合理的。

3.2.3 施工布置环境合理性分析

a) 施工区布置合理性分析

本工程分左右两岸布置，施工生产、生活临时设施分别集中于工程区左右岸河滩地、阶地上，左岸施工营地、左岸综合加工厂、左岸金属结构拼装场、左岸综合仓库、左岸供水站、左岸综合修配系统、左岸施工机械停放场等设施均集中布置于大坝左岸

下游的河滩地上，右岸工区主要分布在坝址右岸上、下游 1.0km 范围内的场地上，主要布置有业主营地、施工营地、寇家坝砂石骨料加工系统、寇家坝混凝土生产系统、混凝土预制场及备料场、施工变电站、供风站及供水站、施工机械停放场及综合修配系统、金属结构拼装场、机电设备拼装场、综合加工厂、综合仓库及油库等。原小舟村弃渣场取消，改为运至 16km 外的潼南区民丰建筑垃圾渣场处置，工程不在风景名胜区范围内设取料场和弃渣场，符合风景名胜区管理要求。下阶段应尽快与该社会渣场签订同意接收本工程弃渣的相关协议。此外，考虑到工程区距离潼南区城区较近，工程具备不设油库的条件，本次环评建议取消可研阶段在右岸施工区的油库布置，以避免油库运行带来的环境风险，建设单位采纳了本建议，环评要求下阶段初步设计中将本要求落实。

从施工区布置对周围居民点、生态环境及定明山—运河风景名胜区的的影响角度分析其布置的环境合理性。左右岸施工工厂周边 300m 范围内分布的居民点较少，距离施工工厂较近的居民点主要是右岸的寇家坝和水竹湾，施工期间应重点予以保护，建议优化施工布置，产生粉尘和高噪声的设备、堆场等应远离居民点。施工工厂占地主要植被为灌草丛和农田植被，为当地常见植被，占用农田和林地的面积较小，也不涉及国家珍稀保护动植物，建议进一步优化施工布置，减少耕地的占用。左岸施工区布置于定明山—运河风景名胜区的二级保护区和三级保护区内，不涉及核心景区，风景名胜区选址论证专题报告建议优化相关布置，尽量减少对风景区土地的占用。同时，临时用地要求进行植被恢复，尽可能的弥补临时用地对风景区内生态环境的影响。

从施工区布置对地表水环境、饮用水源地、生态保护红线的影响角度分析，两岸施工区均布置在涪江岸边，容易对河流水环境造成不利影响。工程寇家坝砂砾石料场、砂石、混凝土系统等临时用地涉及双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围，若白云村水厂开始启用，寇家坝砂砾石料场、砂石、混凝土系统施工将会对水厂取水造成一定的风险。双江枢纽水库蓄水后，将淹没影响引水钢管，可研阶段移民专业考虑对取水设施在原址进行复建，鉴于白云村水厂取水口目前并未运行，而寇家坝砂砾石料场为工程重要的料源，建设单位提出对取水口复建原设计方案进行调整，将白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道。2020 年 11 月 6 日，重庆市潼南区水利局以潼水[2020]381 号《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》对建设单位进行了函复，明确指出：“原则同意将双江镇白云村水厂

取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案.....做好饮用水源地划分及新水源地的论证工作，改建费用由贵公司全部承担”；“同时，在双江航电枢纽工程施工期间，原取水口停止取水，该水厂取水口未按要求完成搬迁期间，贵公司负责解决水厂涉及的居民供水工作”。建设单位重庆双江航运发展有限公司按照此要求，出函进行了承诺。同时，生态环境局将根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区，并出函予以了确认。

本次环评同时要求施工期应采取严格的废污水收集处理措施，对寇家坝砂石系统废水和混凝土系统废水严格禁止排放，通过设置专门的回用装置确保处理后废水的完全回用；设置事故池，处理设备检修时将清水池和事故池中的废水及时通过洒水车进行转运，严禁直接排放；及时将弃土和固体废弃物收集转运，严禁在饮用水源保护区内堆存堆放，并控制好料场开采过程中的粉尘排放。

根据与重庆市现行生态保护红线的核对，枢纽工程右岸施工布置不涉及生态保护红线，但左岸施工布置涉及到了潼南区现行的生态保护红线。目前，重庆市的自然保护地和生态保护红线调整方案已基本确定，通过与调整后的重庆市潼南区生态保护红线进行核对，双江航电枢纽工程永久工程和临时工程布置均不涉及调整后的潼南区生态保护红线。潼南区规划和自然资源局出函对以上情况予以了确认。

综上，在优化调整好施工规划，落实生态保护红线调整，完成白云村水厂取水口迁建、落实饮用水源保护区调整，并在工程实施阶段采取好生态影响避让、减缓、补偿措施的前提下，本工程施工区布置从环境保护的角度分析基本合理。

b) 砂石加工系统布置合理性分析

工程布置砂石加工系统 1 处，位于坝址右岸上游寇家坝砂砾石料场下游侧，以供应本工程的混凝土骨料，场地高程满足 10 年一遇洪水防护要求。该系统占地现状主要为灌草丛和农田，不涉及国家珍稀保护动植物；砂石加工系统 300m 范围内的居民点主要是西侧的寇家坝，最近距离约 70m，高峰作业时产生的粉尘和噪声可能会对居民生活有一定影响，应尽可能优化施工布置并采取好防护措施；砂石加工系统不涉及定明山—运河风景名胜、涪江湿地公园和生态保护红线范围，但涉及到双江镇白云水厂饮用水源保护区陆域范围，通过迁建水厂取水口、调整饮用水源保护区，并做好施工环境保护的前提下，砂石加工系统布置基本合理。

c) 油料仓库和爆破材料库布置合理性分析

1) 油料仓库

工程所需油料由地方物质部门供应。可研几段布置油料仓库 1 处，位于寇家坝砂砾石料场下游侧，距离最近的寇家坝居民住房超过 300m，满足《石油料仓库设计规范》(GB50074-2002)“四级油料仓库与居住区及公共建筑物的距离不得小于 70m”的要求，油库周围也无其他工矿企业。但油库距涪江最近约 120m，若发生油料泄露事故，对涪江水质可能会造成一定的影响。因此，考虑到工程区距离潼南区城区较近，工程具备不设油库的条件，本次环评建议取消可研阶段在右岸施工区的油库布置，以避免油库运行带来的环境风险，建设单位采纳了本建议，环评要求下阶段初步设计中将本要求落实。

2) 爆破材料库

本工程距潼南城区较近，且施工区地势平坦、人口密集，因此本工程不设炸药库，工程所需炸药直接由潼南区相关部门直接提供。

3.2.4 料场、渣场选址环境合理性分析

a) 砂砾石料场选址

本工程所需的砂砾石料取自寇家坝料场。寇家坝料场位于现三块石拦水坝右岸，距双江坝址最近 0.5km，有公路相通。其占地主要是河漫滩，上覆盖农田植被为主，无国家珍稀保护动植物分布；料场周边居民点为寇家坝，开采区距离居民点在 220m 左右，开采过程中产生的施工噪声、粉尘等对居民点影响很小；料场距离涪江较近，容易对水环境造成影响，在开采过程中需严格禁止渣土入河，并采取积极的水土保持措施和生态保护措施；料场开采结束后，及时落实植被恢复措施，对场地进行生态修复。料场不涉及定明山—运河风景名胜区、涪江湿地公园和生态保护红线范围，但涉及双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围，取料施工对水厂取水可能造成水质风险。因双江枢纽的建设，水库蓄水后影响引水钢管，移民专业考虑对取水设施进行复建。鉴于白云村水厂取水口目前并未运行，而寇家坝砂砾石料场为工程重要的料源，水厂产权单位潼南区水利局出函承诺双江航电枢纽工程施工期间，白云村水厂不启用原取水口取水，并根据工程施工进度安排，结合移民安置专业项目复建工程，尽快迁移取水口，同时，生态环境局将根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区，并出函予以了确认。从环境保护角度看，在解决好白云水厂(即白

云村水厂)饮用水源保护区和取水口相关问题的前提下，寇家坝砂砾石料场的选择基本合理。

此外，可研阶段选择的备用砂砾石料场中，回龙坝料场周边分布有 1 处重要的鱼类产卵场“金毛滩”和 1 处索饵场，料场如开采，会对该处产卵场和索饵场带来不利影响；坝址下游料场位于定明山—运河风景名胜区范围内。因此，本次环评建议回龙坝料场和坝址下游料场均不予进行开采。

b) 土料场

工程所需土料从寇家坝砂砾石料场的上部粘土开采，其选址的环境合理性见寇家坝砂砾石料场。

c) 渣场

工程不设弃渣场，原左岸的小舟村弃渣场取消，改为运至 16km 外的潼南区民丰建筑垃圾渣场进行处置。下阶段应尽快与该社会渣场签订同意接收本工程弃渣的相关协议。右岸布置仙鹅村河道防护工程，暂存河道防护工程回填料，全部回采利用后，工程的土石方平衡和弃渣处置方案基本合理。

3.2.5 库区防护工程的环境合理性分析

防护工程分为堤防(岸坡)防护、排涝工程防护、浸没区防护。

在堤防防护时，对于岸边建筑物密集、居民人口较多的堤段，采用少占地的护坡加挡墙式防洪断面，在一定程度上减少了居民搬迁的数量，降低了局部施工强度和时间的，减轻了对居民的影响，对当地的社会环境是有利的。

排涝工程防护过程中，对于排污口底板高程在水库正常蓄水位(249m)加多年平均流量的回水线以下的涵闸都纳入改造的范围，处理方式采用出口设防洪闸、加大孔口尺寸、拆除新建等方式进行处理。通过这些处理，提高城镇、居民点排涝能力，消除电站回水对排涝的影响。

浸没处理过程中，按水库浸没区的浸没类型与地表上的不同物体对防治浸没的要求，采取埋管排浸和防渗墙、电排等组合渗控防治方案，能有效减低地下水位，减少渗量，占地少，减轻了对土地资源的影响。

从以上的分析来看，防护工程方案注重了环境保护方面的要求，基本合理。

3.3 工程分析

3.3.1 工程施工

3.3.1.1 施工期环境影响源分析

根据航电枢纽工程的建设特点，施工期不同施工阶段环境影响源分析如下：

工程施工准备期：主要完成施工道路、临时生产生活设施的搭建等。该施工时段环境影响主要特点是占地及地表扰动、弃渣堆放。但由于主体施工还未正式展开，进驻人员有限，施工污染源排放量较小。

主体工程施工期：完成枢纽船闸、泄水建筑物及电站厂房等主要建筑物施工。本阶段各分部工程和施工辅助企业的施工活动全面展开，会产生一定的施工生产废水、施工噪声、废气、废渣等污染物，对周边区域水环境、环境空气、声环境、景观及施工人员等产生影响；同时，由于施工活动扰动原地貌和植被，存在着增加施工区水土流失的可能；此外，施工期大量人员进驻施工区，增加了施工区各种生活垃圾、生活污水的排放量，对环境产生影响。

工程完建期：对施工区域进行恢复；本阶段大部分施工人员已撤离，后续工作强度非常有限，施工污染源排放量也降至较低水平。

根据以上分析，工程作用因素及影响状况见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 工程施工期环境影响作用因素分析表

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响性质/强度
施工准备期	施工占地	景观、植被、土壤、生物多样性	占地、扰动	不可逆、可逆/较大
	施工人员生活	植被、土壤	生活污水、垃圾	可逆/小
主体工程 施工期	施工占地	景观、植被、土壤、生物多样性	占地、扰动	不可逆、可逆/较大
	人员生活	植被、土壤	生活污水、垃圾	可逆/小
	土石方挖填	居民、植被、土壤、水环境	堆渣、弃渣、噪声	不可逆/中
	混凝土拌和与预制	施工人员、植被、土壤、水环境	噪声、废水	可逆/小
	混凝土浇筑	施工人员	噪声	可逆/小
	材料加工	施工人员	噪声	可逆/小
	金属结构安装	施工人员	噪声	可逆/小
	施工道路	施工人员	噪声、粉尘	可逆/小
	施工机械清洗	土壤	废水	不可逆/小

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响性质/强度
	施工人员聚集	人群健康	环境卫生、防疫	可逆/小
工程完建期	施工场地恢复、绿化	景观、植被、土壤、施工人员	扰动	可逆/小
	临时设施拆除等	土壤、施工人员	扰动	可逆/小

注：施工占地包括所有占地行为，在各作用因素中未再单独列出其影响情况。

3.3.1.2 施工期污染源排放

根据表 3.3.1-1 的施工期环境影响作用因素分析，分环境要素对工程施工期污染源排放强度进行分析。

a) 水环境

1) 水文情势

工程施工总工期为 55 个月，其中第一年 11 月至第四年 4 月为主体工程施工期，共 30 个月。主体工程施工采用分期导流的方式，第一年 11 月下河修筑一期枯期围堰，由左侧河道及汉江过流，船只由汉江通行；第二年 5 月开始由全年基坑围堰挡水，已建三孔泄水闸、三孔冲砂闸、左岸河道及汉江过流；第二年 11 月开始修筑二期过水围堰，由已建三孔冲砂闸、三孔泄洪闸及汉江过流，到 4 月底，拆除全年围堰及二期枯水围堰，船闸具备通航条件、厂房第一台机组具备发电条件；第三年 5 月拆除完厂房全年围堰、二期枯水围堰及三块石溢流坝后，将 3 孔冲砂闸和 15 孔泄洪闸下闸蓄水，由完建的右侧三孔泄洪闸和三孔冲砂闸调节水位。从导流程序来看，施工期间，涪江河道不断流，下游河道水文情势变化不大，水量影响很小。

2) 基坑排水

基坑排水分初期排水与经常性排水。初期排水就是在围堰闭气后，排除基坑积水、堰体及堰基渗水的过程。一期基坑初期排水量约 42 万 m³，二期基坑初期排水量约 8.7 万 m³，基坑初期排水水位下降速度，初期按 0.5m/d~0.8m/d，接近排干时按 1.0m/d~1.5m/d，估计一期基坑 6 天左右排干，最大排水强度为 2917m³/h，二期基坑 6 天左右排干，最大排水强度为 604m³/h。经常性排水的排水量取决于围堰渗水量、覆盖层中含水量、排水时降水量、施工弃水量等，经常性排水均利用初期排水设备，各期抽水泵站布设于上、下游围堰堰脚处。

根据类似水利水电工程监测数据，基坑经常排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，pH 值约为 9~11。根据同类工程对基坑排水的处理经验，对基坑排水应采用直接向

基坑投加絮凝剂,让基坑水静置 2 小时后抽出外排,采用这种方法技术措施合理有效,经济节约。基坑上层抽排水 SS 一般 $\leq 70\text{mg/L}$, 满足要求。

3) 砂石加工系统废水

砂石加工系统布置于坝址右岸上游的寇家坝砂砾石料场下游侧,设计处理能力为 360t/h , 成品骨料生产能力为 300t/h , 二班制生产。砂石料加工系统废水具有水量大、SS 浓度高的特点, 根据工程砂石料源特性和加工生产方法, 并借鉴一些已建和在建水利水电工程现场采样实测资料, 确定工程砂石料加工系统废水 SS 浓度约为 25000mg/L 左右, 废水中粒径在 $0.15\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 范围内的砂约占 15%, 粒径在 0.1mm 左右的砂约占 79%, 粒在 0.1mm 以下的砂约占 6%。

砂石料加工系统小时用水量为 $300\text{m}^3/\text{h}$, 生产过程中蒸发损耗量按 30%计, 则废水产生量约 $210\text{m}^3/\text{h}$, 经处理后可回用于本系统的冲洗、降尘等。由于寇家坝砂石、混凝土系统涉及了双江镇白云水厂饮用水源保护区(镇级)陆域范围, 按照《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规要求, 本系统施工期间产生的废水应保证 100%收集和處理, 并通过设置专门的回用装置确保处理后废水的完全回用; 设置事故池, 处理设备检修时将清水池和事故池中的废水及时通过洒水车进行转运, 严禁直接排放。

4) 混凝土拌和系统废水

枢纽工程高峰期混凝土的浇筑量约为 $1300\text{m}^3/\text{d}$, 混凝土生产系统布置在坝址右岸上游寇家坝砂砾石料场附近, 设计生产能力为 $150\text{m}^3/\text{h}$, 设置 1 座 HL180-3F3000LB 型混凝土拌和楼, 三班制生产。混凝土施工废水包括拌合废水、冲洗废水及混凝土养护废水, 工程施工高峰期废水排放量约为 $15\text{m}^3/\text{d}$, 其主要污染物为 SS 及碱性废水, 其中 SS 浓度约为 2500mg/L , pH 值 9~12。混凝土拌和系统废水处理和回用要求同砂石加工系统废水。

5) 含油废水

含油废水主要来源于施工机械及车辆检修过程中, 主要污染物为石油类, 浓度约为 $30\text{mg/L}\sim 50\text{mg/L}$ 。施工现场仅考虑对机械设备进行中、小型修理和常规保养, 机械修配厂承担施工机械的定期常规保养、部分零部件配换及非标准设备的零部件加工和装配, 类比同类工程, 施工期含油废水的产生量约 $8\text{m}^3/\text{d}$ 。石油类污染不易降解, 若不经处理直接排放将对区域局部水体水质产生污染。本工程在左右岸均设有机修厂, 含油废水产生量约 $16\text{m}^3/\text{d}$ 。

6) 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L。本工程在左岸布置施工营地，高峰期施工人数约 200 人，右岸布置业主营地和施工营地，高峰期约 1600 人。施工人员临时办公生活区将产生大量的生活污水，污水产生量取 100L/d·人，污水排放量约 180m³/d(左岸 20m³/d，右岸 160m³/d)，其主要污染物为 BOD₅、COD、氨氮和粪大肠菌群等。根据类似工程经验，各种生活污水混合后，若直接排放，对下游河流水质将产生一定不利影响。

7) 疏浚、炸礁

本工程航道工程部分设计在坝下疏浚归槽区，并进行IV级航槽开挖，疏浚总方量 24.67 万 m³。航道疏挖会造成涪江的 SS 上升，根据类似工程调查，当 SS 背景值为 5mg/L 时，疏浚区下游 300m 处即能降至 25mg/L 以下；当 SS 背景值为 10mg/L 时，疏浚区下游 600m 处即能降至 25mg/L 以下；当背景值为 15mg/L 时，疏浚区下游 1200m 处即能降至 25mg/L 以下。涪江潼南段的水质较好，根据现状监测，SS 背景值低于 15mg/L，因此，疏浚工程对涪江水质的影响较小，也不影响到下游水厂取水水质。

综上，枢纽工程共产生废水量 1895m³/d，生产废水经处理后全部回用于生产设施和洒水降尘，生活污水用于农田灌溉、绿化和洒水降尘。

8) 三块石砌石坝拆除

三块石电站拦河坝的拆除安排在第四年 10 月至第五年 1 月进行施工，共历时 4 个月，此时为枯水期。三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，爆破后，对岸上和水中中的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行，对于坠入水中的材料，应尽快予以清除。坝体拆除时泥沙下泄可能对下游造成影响，在拆除前对坝前进行清淤，采用吸泥机将污泥排出，减少施工过程泥砂扰动，同时，可以在水库内不定点抛石，以防止淤泥冲刷过快。大坝拆除后，对河床的淤泥进行疏浚，尽最大可能将河流恢复原始的状态。

三块石拦河坝拆除期间，上游河床的泥沙如果不做任何处理，任其被水流冲刷进入下游河道，会引起高泥沙水流，使河水浑浊度增加。采取清淤、抛石等措施后，此影响能够得到较大程度的减缓。

表 3.3.1-1 枢纽工程施工高峰期废水产生量及回用去向

用水位置	废水量 (m ³ /d)	产生时段	主要污染物及其浓度	回用去向
砂石加工系统	1680	第一年 1 月~第四年 3 月	SS: 25000mg/L pH: 9~11	砂石加工系统
混凝土系统	15	第一年 1 月~第四年 3 月	SS: 2500mg/L pH: 9~11	混凝土系统
施工工厂	20	第一年 1 月~第四年 3 月	石油类: 50mg/L SS : 500mg/L	洒水降尘
左岸施工营地	180	第一年 11 月~第四年 3 月	COD: 250mg/L BOD ₅ : 150mg/L NH ₃ -N: 20mg/L	农灌、绿化、 洒水降尘
右岸施工营地		第一年 11 月~第四年 3 月		
合计	1895			

b) 环境空气

施工期，土石方爆破开挖和取料、砂石料生产，各类施工机械设备运行以及施工运输过程中会产生粉尘、NO₂ 等大气污染物。砂石料破碎、筛分，水泥装卸、交通运输等作业区废气排放超标，污染作业区环境空气，影响人群身体健康，使施工区环境空气质量下降。施工期间燃油、爆破等产生的废气，以及施工运输车辆产生的扬尘，直接向大气排放，都会对环境空气产生不利影响。影响环境空气的主要污染源有材料加工、土石方开挖爆破以及交通运输。

1) 砂石加工系统产生的粉尘

砂石料加工系统在产生过程中将产生粉尘，属于连续源，砂石料加工产生的颗粒物大部分粒径较大，容易沉降，且本工程采取半干法加工，中碎、主筛分车间采用通风和除尘措施，在切实采用多种除尘措施后，颗粒物的去除量可达 99%，飘散的粉尘量较少。本工程在寇家坝砂石料场下游布置了 1 套砂石加工系统，具有筛分、破碎、制砂工艺，生产过程中有砂石加工粉尘产生。根据《三废处理工程技术手册(废气卷)》，砂石骨料加工系统半干法生产系统粉尘排放强度 0.03kg(粉尘)/t(骨料)，根据枢纽区砂石系统生产规模 300t/h，计算得出施工期砂石加工系统粉尘最大排放强度为 9kg/h，合 2.5g/s。

2) 混凝土拌和系统

根据施工进度安排，工程混凝土浇筑高峰期月平均强度约 3.9 万 m³。混凝土生产系统主要由成品砂石料储存及运输系统、水泥及粉煤灰储运系统、搅拌系统等部分组成，产生的污染物主要是粉尘。本工程混凝土拌和系统采用全封闭拌和楼，配有除尘设备，除尘效率可达 99%，拌和系统的粉尘排放系数为 0.009kg/t，因此可计算得

施工高峰期混凝土系统粉尘排放最大强度为 0.33g/s。

3) 土石方开挖爆破

土石方开挖包括闸坝、厂房、船闸、左右岸堤防护岸、鱼道、围堰等部位，枢纽工程土石方明挖总量约 48.54 万 m³。在开挖、爆破的过程中会产生大量粉尘，在采取湿式爆破新技术，配备无尘钻机后，粉尘的去除率可达 92%，粉尘排放系数为 0.96t/万 m³，枢纽工程土石方开挖可能产生的粉尘总量为 46.60t。

施工爆破废气产生的主要污染物为 NO_x，根据对国内水利水电工程施工的调查，每吨乳化炸药爆破作业在无防治措施时产生的 NO_x 排放系数为 3.51kg/t。

4) 交通运输扬尘

根据有关资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件差扬尘量越大。工程交通运输扬尘的影响对象为现场施工人员。

5) 机械及车辆燃油

工程施工期使用的机械设备较多(挖掘机、推土机和破碎机等)，运输设备大多是重型车辆，枢纽工程施工高峰期年柴油使用量 1.86t，估算燃油产生的污染物 NO_x 为 6.53kg。燃油废气的影响对象主要为施工人员。

c) 噪声污染源

声环境影响主要发生在施工期，施工噪声主要来源于边坡钻孔、爆破、开挖以及砂石加工、混凝土拌和、坝体石料填筑等施工活动和各种运输机械。噪声较大的施工机械有砂石加工系统、混凝土拌和系统、装载机、推土机、风钻等。主要施工机械、车辆等噪声如表 3.3.1-2 所示。可能受噪声影响较严重的区域主要是大坝施工区、砂石加工区、混凝土拌和区、主要运输干道等，但噪声影响会随施工活动的结束而消失。

工程区声环境质量良好，根据施工布置，砂石加工系统、混凝土拌和站、机械修理厂等临时施工生产设施产生的噪声和交通运输噪声对附近居民点影响较大。因此应进一步优化施工布局，采取优选低噪音施工设备、建设隔声围墙、设置隔声屏障等综合治理措施，有效减小施工噪声对周围居民的影响。

表 3.3.1-2 主要施工机械、车辆噪声源强一览表

序号	名称	规格及型号	噪声源强	备注
一	土石方机械			
1	反铲挖掘机	2m ³	82~90	距声源5m
2	反铲挖掘机	3m ³	82~90	距声源5m
3	手扶振动碾	BW75E	80~90	距声源5m
4	振动碾	13-14t	80~90	距声源5m
5	凸块振动碾	10t	80~90	距声源5m
6	推土机	118kW/132kW	83~88	距声源5m
7	风钻	YT24型	90~110	距声源1m
8	潜孔钻	100型	90~95	距声源1m
二	基础处理设备			
1	地质钻机	150型	120~125	距声源1m
2	灌浆泵	BW200/60	88~95	距声源5m
三	砂石加工系统			
1	破碎机		95~100	距声源1m
2	振动筛		90~115	距声源1m
四	混凝土机械			
1	混凝土拌和楼		85~90	距声源1m
2	混凝土拌和机	HZ-40型	80~100	距声源1m
3	砂浆搅拌机		90~110	距声源1m
4	混凝土输送泵		90~110	距声源1m
5	振捣棒		100~105	距声源1m
五	运输机械			
1	自卸汽车	10t	75~90	距声源1m
2	自卸汽车	20t	85~94	距声源1m
3	载重汽车	10t	82~90	距声源5m
6	油罐车		75~90	距声源1m
7	洒水车		70~80	距声源1m

1) 交通运输

交通噪声源强与车辆、船舶的载重类型、运行速度密切相关。本工程采用的运输机械主要有自卸汽车、载重汽车、散装水泥罐车等，车辆平均车速约 40km/h，噪声源强一般在 90dB(A)以下，20t 自卸汽车、载重汽车的噪声源强较大，可达 94dB(A)左右。

2) 爆破作业

大坝、厂房等基础开挖施工、导流工程的围堰拆除施工需进行爆破作业。《爆破安全规程》(GB6722-2011)规定爆破施工作业区昼间噪声控制标准为 125dB，据此取陆上 爆破噪声源强为 125dB。

3) 混凝土拌和

混凝土拌和楼噪声源强为 85dB(A)~90dB(A)，砂浆搅拌机、混凝土输送泵噪声源强可达 110dB(A)。

4) 料场开采和仙鹅村河道防护工程堆料

土料开采和运输使用的机械主要包括推土机、挖掘机和自卸汽车等，开采机械的噪声源强一般不超过 95dB(A)。堆料作业使用的机械设备主要为自卸汽车和推土机，噪声源强一般不超过 95dB(A)。

d) 固体废弃物

1) 施工弃渣

根据工程土石方平衡规划，工程土石方开挖方量(含围堰拆除)总计 62.83 万 m³，土石方填筑方量(含围堰填筑等)总计 19.01 万 m³，弃料共计 72.53 万 m³(自然方)。工程不设弃渣场，左岸弃渣运至潼南区民丰城市垃圾渣场处置，右岸弃渣用于仙鹅村河道防护工程，同时考虑采取好水土保持措施。

2) 生活垃圾量

枢纽工程施工区生活垃圾相对较少，施工高峰期施工人数为 1800 人，按人均日产生垃圾量为 1kg 计算，平均日垃圾产生重量为 1800kg。

3) 含油废物

施工期机械漏油、机修含油废物等为危险废物，运行期厂房发电机组将产生废油，产生量约 1t/a，均为危险废物，应按照危险废物管理办法进行收集、贮存、转移，交由有资质单位进行处理。

e) 生态环境

工程施工对生态环境的影响表现在工程占用对土地资源的影响，施工活动对土壤和植被、野生动物的影响等。

工程施工对土壤和植被的影响由工程永久和临时占地产生。枢纽工程永久占用林地 386.12 亩、耕地 1195.97 亩，其中林地以灌木林为主。枢纽工程临时征用林地

0.11 亩、耕地 89.87 亩，其中林地主要为灌木林，耕地主要为水田和菜地，内有少量零星果木分布。永久占地和临时征地土地地表植被均为当地常见植被，工程施工对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

施工活动对土壤环境最直接的影响就是施工期各类施工机械的碾压和建筑物占压对土壤结构、肥力、物理性质破坏的影响。工程淹没区、永久道路修建区的地表土壤在施工过程中彻底被占压覆盖，土壤性质永久改变不可恢复。施工临建设施占压及施工活动扰动区表层土壤结构、肥力、物理性质将被临时性破坏，需要较长时间才可恢复，若施工结束后配合恢复措施，则这一过程将被缩短。

对地表植被而言，与土壤相同，工程永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏，施工临建设施占压和施工活动扰动区域等临时占地在施工结束后，通过采取一定的整治恢复措施，地表植被可以逐步得到恢复。

对野生动物的影响主要表现为：工程施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息活动，施工噪声会对其产生惊扰。

f) 水土流失

在施工期，由于开挖坡面、采石取料、机械碾压等原因，破坏了项目建设区原有地貌和植被，扰动了表土结构，致使土体抗蚀能力降低，土壤侵蚀加剧，排放弃土弃渣如不采取相应的水土流失防治措施将导致水土流失大量增加；在施工期结束后，因施工破坏(因施工形成的裸露坡面、开采面、弃渣渣面)而影响水土流失的各种因素在自然封育下可逐渐消失，并且随着时间的推移，土壤固结及植被逐步恢复，水土保持功能得到日益发挥，生态环境将逐步得到恢复和改善，水土流失量逐渐减少直至达到新的稳定状态。

g) 人群健康

施工期间，施工人员进场，外来人口多，人口流动性大，环境卫生及生活饮用水质难以保证，使肠道传染病流行的可能性增大；施工期间还应注意及时对生活垃圾等固体废弃物的清运，以免孳生蚊蝇，传播疾病。工程结束后，随着施工人员的撤离，原生活秩序恢复正常，卫生状况改善，痢疾、肝炎等肠道传染病的发病率会降低，流感、流脑等呼吸道传染病将减少。

3.3.2 工程运行

双江航电枢纽工程的开发任务为：以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合

利用要求。

工程运行期产生的环境影响源主要为：水电站发电造成河流水文情势的变化，以及由此引发的下游河道水环境和生态环境变化；大坝阻隔将对鱼类的繁殖、生长产生不利影响；另外，水库淹没、工程占地等将引起工程区土地利用格局变化以及由此引发的生态系统变化。

经分析，上述影响可归纳为：对河流水文情势、水质、生态环境的影响等方面。

3.3.2.1 水文情势

a) 库区水文情势

双江航电枢纽建成后，坝址断面水位高程由原来的 236.93m 提高到 249m(正常蓄水位)，坝前水位抬升 12.07m，河面水域面积变大，坝前水深增加，库区水体流速从库尾到坝前逐渐减小，水体流态趋缓，回水长度约 21.62km(三星尾水断面)，相应库容 0.49 亿 m^3 。双江航电枢纽电站为日调节电站，运行期坝前水位基本在死水位(248m)~正常蓄水位(249m)之间变化。双江航电枢纽建成后，正常蓄水位时坝前平均水深仅增加 12.07m，水面平均宽度增加约 90m。

b) 坝下水文情势变化

1) 水库初期蓄水

根据进度安排，本工程在第三年 11 月初下闸蓄水，设计流量选用 11 月份 5 年一遇月平均流量 $248m^3/s$ ，并同时考虑生态基流需要，采取边蓄边供的方式。本工程正常蓄水位为 249.00m，下闸时泄洪冲沙闸上游水位为 236.40m，考虑安全监测需要及蓄水速率要求，可按不超过 2m/d 的速率控制，初步计算蓄水时间最长约需 10 天(90%代表年)，此时厂房第一台机发电。初期蓄水期间，可通过将部分闸门开启或控制闸门开启幅度(10°、20°、30°等)下泄生态流量，保证枢纽下游涪江江段满足生态需水要求。

2) 运行期

双江航电枢纽水库正常蓄水位对应库容 0.49 亿 m^3 ，其电站具有日调节性能。工程运行后，其下游水文情势将由天然径流状况转为受水库调节影响的状况，发电引水下泄水量将依照发电要求进行调度运行，坝后下泄水量由泄洪流量、发电流量和生态流量组成。

工程运行后，坝址下游水量主要电站发电尾水和水库弃水量。由于受水库蓄水的影响，坝址下游河道径流量会有一定变化。

3.3.2.2 水温

双江航电枢纽坝址处多年平均流量为 441m³/s，多年平均径流量 139.1 亿 m³，总库容 1.61 亿 m³，5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量分别为 3.81 亿 m³、7.13 亿 m³、11.20 亿 m³。

判别指标计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为分层型；当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型；当 $\alpha > 20$ 时，水库水温为混合型。

经计算，双江航电枢纽 $\alpha = 86.40$ ，可判断水库水温为混合型。遇 5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量时，其相应 β 值分别为 2.37、4.43、6.96，均大于 1。水库为日调节性能，建成后泄水闸最大坝高 27.4m，坝前最大水深约 14.8m，水库调节库容小，河流来水径流量大，水库水体温度仍基本保持天然径流状况，其泄水不会对下游江段水温产生明显不利影响。

3.3.2.3 水质

a) 初期蓄水库区水质影响

水库蓄水将淹没正常蓄水位以下的植被、土地，植物腐烂等将释放出有机物质，土地浸泡而使化肥和农药流失，增加水库 N、P 等有机污染物。由于大坝阻隔，河流的漂浮物、悬浮物等积存在水库内或沉入库底，物质腐烂将释放出有机物质。水库营养物质的增加，对水体水质将产生影响。

b) 库区水质影响

运行期枢纽工程本身不存在污染物排放，水库蓄水后一方面水面变宽，水体流速变缓，水中悬浮物沉降较快，水体透明度会增大；另一方面，由于库区水体水深增大，流速变缓，水面坡降变小，横向扩散系数和污染物降解系数都相应减小，从而降低污染物的扩散、净化能力，污染物排放后污染带的长度将变长，排放口下游断面浓度平均值较建库前会有小幅提高，但在经过一段距离的扩散后，与建库前基本趋向一致。受库水顶托作用，在库尾局部河段和支流汇合口区域可能形成岸边污染带，水质状况较天然状态稍有下降。但由于日调节电站库区水体交换相对频繁，运行期不会对库区的整体水质造成很大影响，且随时潼南区排污系统的逐步完善，农业、农村的污染源

进一步治理，库区内的污染物总量得到控制或减少，库区水质不会发生太大变化。

c) 下游河道水质的影响

双江航电枢纽电站为日调节性能，发电尾水与下游潼南枢纽水库基本衔接，不存在脱水河段。洪水期，大坝泄水闸全开，枢纽完全进入泄洪渡汛状态，坝前水面壅高很快消失，河道基本恢复原天然状态，对上下游的水文情态影响甚微，非洪水期，电站发电泄水，坝址下游河段水文情势从天然径流变成日调节径流，下游水位基本稳定。

潼南区现有的市政污水排放口全部位于坝址下游的涪江干河段(潼南枢纽库区)，水文情势的改变可能会造成污染物稀释扩散能力下降，水质有下降的风险。

在采取相应的环境保护措施，做好潼南区主城区截污、减排的前提下，工程运行不会明显改变坝址下游河段的水环境现状。

d) 工程管理区生活污水排放影响

管理生活区主要污染源为管理人员产生的生活污水、生活垃圾等。双江航电枢纽运行期管理人员 80 人，管理人员生活污水量产生量为 120L/d，运行期全部管理人员生活污水产生量为 9.6m³/d。类比城市生活污水指标，主要污染物 BOD₅ 浓度值 150mg/L，COD 浓度值 250mg/L，BOD₅ 产生量 1.44kg/d，COD 产生量 2.4kg/d。

双江航电枢纽管理机构拟设置于枢纽工程大坝附近，该区域没有城镇市政管网覆盖，管理人员日常产生的生活污水可通过一体化污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4(二类污染物)一级标准后排放。

e) 航运船舶废污水影响

1) 船舶生活污水

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》，500t 船舶船上定员 7 人左右，按每人每天用水量 150L/(人·d)、生活污水排放系数取 0.8，估算船舶生活污水发生量，主要污染因子 COD、BOD₅、NH₃-N 的浓度按 150mg/L、50mg/L、15mg/L 计。

根据不同水平年货运量预测结果，以代表船型估算航行船舶数量、航行时间，各水平年船舶生活污水发生量见表 3.3.2-1。

表 3.3.2-1 船舶生活污水发生量预测

水平年	2035年			2050年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
货运量(万吨)	130	170	300	235	285	520

水平年	2035年			2050年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
航行时间(h)	1.28	1.17	-	1.28	1.17	-
污水量(t/a)	145.60	174.04	319.64	263.20	291.77	554.97
COD(kg/a)	21.84	26.11	47.95	39.48	43.77	83.25
BOD ₅ (kg/a)	7.28	8.70	15.98	13.16	14.59	27.75
NH ₃ -N(kg/a)	2.18	2.61	4.79	3.95	4.38	8.32

根据船舶生活污水发生量预测结果，2035、2050 年船舶生活污水量分别为 319.64t/a、554.97t/a。

2) 库区航道内船舶舱底油污水

根据相关资料统计，涪江潼南段 66.6km 航道以 100~300t 级货船运输为主，双江枢纽建成后，远期可通行 500t 级货轮，因此，本次评价以 500t 级船舶为代表船型估算营运期船舶污水排放量。

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，各吨级船舶的舱底油污水发生量统计资料见表 3.3.2-2，平均含油浓度为 5000mg/L。本工程以 500t 级船舶为代表船型，船底油污水产生量为 0.14t/d·艘。

表 3.3.2-2 各吨级船舶舱底油污水发生量

序号	船舶吨级DWT(t)	船底油污水产生量(t/d·艘)
1	500	0.14
2	500~1000	0.14~0.27

根据不同水平年货运量预测结果，以代表船型估算航行船舶数量、航行时间，各水平年船舶舱底油污水发生量见表 3.3.2-3。

表 3.3.2-3 船舶舱底油污水发生量预测

水平年	2035 年			2050 年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
货运量(万吨)	130	170	300	235	285	520
航行时间(h)	1.28	1.17	-	1.28	1.17	-
舱底污水量(t/a)	19.41	25.39	44.80	35.09	38.90	74.00
含油量(t/a)	0.10	0.13	0.22	0.18	0.19	0.37

根据船舶舱底油污水发生量预测结果，2035、2050年船舶舱底油污水量分别为44.80t/a、74.00t/a。

3.3.2.4 地下水

双江航电枢纽蓄水，库区水位抬升，对当地地下水位产生补给，可能会引起库周局部地下水位的升高。库区两岸水文地质条件总体较简单，地下水主要为基岩裂隙水、岩溶裂隙水和松散堆积层孔隙潜水。其中基岩裂隙水主要分布于中上游库段，该区域泉井地下水位一般高于库水位，接受大气降水补给，排泄于附近溪沟及河谷；岩溶裂隙水主要分布于中下游库段，该区域两岸岩溶泉出露高程高于正常蓄水位，含水量较丰富，接受大气降水补给，泄于河流或沟谷低洼地带，主要赋存于各时代的灰岩、白云质灰岩等可溶岩岩体内；孔隙水主要赋存于第四系松散堆积物中，接受大气降水及溪沟水的补给，动态随季节变化较大。总的来说，库区两岸的地下水位高于正常蓄水位249m，水库蓄水后，两岸地下水补、径、排方式不变，工程建设对库周地下水影响很小。

3.3.2.5 生态环境

运行期对陆生生态环境的影响主要是水库淹没森林植被、野生动物生境和土地资源等，改变栖息地生物多样性性质，不仅使区域自然体系的生产能力受到一定程度影响，也使生物组分自身的异质性构成发生改变，使动植物资源受到影响。

拦河坝建设一般将使坝址上下游原有连续的河流生态系统被分隔成不连续的2个河段，使河流生态的完整性、连续性受到影响，但本工程上游500m已建有三块石拦水坝，阻隔影响已造成，双江枢纽的兴建设没有加剧本河段的分割和阻隔影响。

水库蓄水将改变库区水域生境条件，由原来的河流型变为缓流或静水型，将引起水生生物及鱼类资源种类和分布的变化，使静水、缓水生活的鱼类将成为优势种，喜急流的鱼类可能向库尾和支流迁移。

初期蓄水期，坝址下游水生生物用水受到影响，在保证一定的生态流量下泄后，对下游生态环境影响较小。

运行期生态环境影响因素识别见表3.3.2-4。

表 3.3.2-4 运行期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	影响程度
水库淹没及减水	生态系统	蓄水淹没、下游减水	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
	动植物多样性			
	水生生物			
	景观			
阻隔	水生生物	大坝阻隔	直接影响、长期影响	一般
	动物			
	景观			
	水生生物			

3.3.2.6 大气和声环境

枢纽工程建成后，运行期除枢纽管理区职工食堂产生少量油烟之外，工程不产生其他大气污染物，工程运行期对环境空气的影响很小。运行期，工程区噪声源主要为发电厂房内的发电机组，由于厂房距离周围居民点较远，厂房发电运行对周边声环境敏感对象的影响很小。此外，双江枢纽建成后，库区通航能力得以提高，库区船舶交通噪声以及进出船闸的船舶噪声将会有所增加，但船舶噪声在有限的范围内产生，通过采取鸣笛限制措施，船舶交通噪声对沿岸噪声贡献值很小，对区域声环境质量影响很有限。

3.3.2.7 固体废弃物

工程运行期产生的固体废弃物主要为枢纽管理区的生活垃圾，双江航电枢纽工程运行管理的职工总人数为 80 人，管理人员人均每天产生的生活垃圾按 1.0kg/d 计，则生活垃圾产生量约为 29.2t/a。

运行期厂房发电机组将产生废油，产生量约 2t/a，为危险废物。此外，航道运行期有一定的船舶垃圾产生。

3.4 环境影响因素分析

通过对工程区及影响范围进行实地调查，结合工程影响区环境背景资料和航电枢纽工程特性分析，对双江航电枢纽工程可能造成的环境影响进行了识别，环境影响评价因子识别矩阵见表 3.4。

将工程环境影响评价因子按要素划分为水文情势、水环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境、环境地质和社会环境；按影响范围划分为淹没区、施工区、移民

安置区、坝上河段和坝下游河段；将工程作用因素划分为工程施工、淹没与占地、移民安置和水库运行。

通过评价因子识别分析，根据工程任务和特性，结合工程影响区的环境背景状况，确定将施工期的大气环境和声环境影响、施工期对生态敏感区、饮用水源保护区的影响、水库蓄水对生态环境和社会环境的影响、移民安置的环境影响、水库运行对地表水环境、地下水环境和水生生态环境的影响等作为本次影响评价的重点评价内容；将施工对地表水环境的影响、工程运行对环境地质的影响、施工期的人群健康影响、施工对生态环境的影响、水库运行的水文情势变化等作为本次评价的一般评价内容。

此外，根据国家现行法律法规和环评导则要求，还需对水土保持、公众参与、环境损益分析、环境风险等内容进行分析。

表 3.4 双江航电枢纽工程环境影响评价因子识别矩阵表

环境要素		工程作用因素											影响范围					
		工程施工					淹没与占地		移民安置			水库运行						
		施工期					工程占地	水库淹没	生产安置	搬迁安置	专业项目	水库蓄水	工程发电	淹没区	施工区	移民安置区	坝上河段	坝下河段
		弃渣	施工导流	土石方开挖	混凝土工程	施工活动												
水文情势	水文		●															☆
	泥沙		●															☆
	水温																	☆
水环境	地表水	●	●	●	●	●	●		●		●	●	☆				☆	☆
	地下水							●			●	●	☆					
环境地质								●			●	▲	☆				☆	
社会环境							●	▲		●	●	▲				☆		
水生生态	水生生境		●					▲				▲		☆			☆	☆
	饵料生物		●									●		☆			☆	☆
	鱼类		●									●		☆			☆	☆
陆生生	陆生植物	●		●		●	●	●	●	●	●		☆	☆	☆			
	陆生动物	●		●		●	●	●	●		●			☆	☆			

环境要素		工程作用因素										影响范围						
		工程施工					淹没与占地		移民安置								水库运行	
		施工期					工程占地	水库淹没	生产安置	搬迁安置	专业项目	水库蓄水	工程发电	淹没区	施工区	移民安置区	坝上河段	坝下河段
		弃渣	施工导流	土石方开挖	混凝土工程	施工活动												
态	重点保护物种			●		●						●			☆			
	生态环境敏感区		▲			▲		▲				●	●	☆			☆	☆
大气、声环境				▲		▲				●			●		☆			

说明：▲：影响显著；●：影响一般；空白：影响轻微或无；☆：影响区

3.5 源强统计

施工期污染物排放源强统计见表 3.5。

表 3.5 双江航电枢纽工程施工期污染源强汇总表

时段	污染物	污染源		排放强度	单位	备注	
施工期	生产废水	基坑排水	一期基坑排水	2916	m ³ /h	SS: 2000mg/L pH: 9~11	
			二期基坑排水	604	m ³ /h		
			砂石加工系统废水	210	m ³ /h	SS: 25000mg/L pH: 9~11	
			混凝土拌和系统废水	15	m ³ /d	SS: 2500mg/L pH: 9~11	
			含油废水	16	m ³ /d	SS: 500mg/L 石油类: 50 mg/L	
		生活污水		180	m ³ /d	BOD ₅ : 150mg/l COD _{Cr} : 250mg/L	
	废气		砂石加工系统粉尘		2.5	g/s	TSP
			左岸混凝土拌和系统粉尘		0.33	g/s	
			土石方开挖废气		46.60	t	TSP
			爆破废气		3.51	kg/t	NO _x
			机械及车辆燃油废气		6.53	kg/a	NO _x
	噪声		施工机械作业噪声		70~125	dB(A)	-
			交通运输噪声		90	dB(A)	-
		石方爆破噪声		125	dB(A)	5kg 炸药在爆破点 40m 处的最大噪声值	

时段	污染物	污染源	排放强度	单位	备注
	固废	施工弃渣	72.53	万 m ³	自然方
		施工人员生活垃圾	1.8	t/d	高峰期
		废油、含油废物	1.0	t/a	-
	占地	永久占地	5062.17	亩	
		临时占地	652.43	亩	
运行期	生活污水		9.6	m ³ /d	工程管理区
	生活垃圾		80	kg/d	
	废油、含油废物		2	t/a	厂房区
	船舶生活污水		319.64/554.97	t/a	2035年/2050年
	船舶仓底油污水		44.80/74.00	t/a	2035年/2050年

3.6 工程分析结论

通过工程分析，结合工程区的环境现状特征，可以认为：双江航电枢纽工程建设符合国家产业政策要求，与相关综合规划和专项规划基本协调一致。工程建设十分必要，工程设计方案和施工布置方案从环境角度是基本合理的。

工程施工期的环境影响主要有：工程占地对地表植被、陆生动植物等生态环境的影响；工程开挖与弃渣堆放产生的水土流失问题；施工“三废一噪”对环境的影响；寇家坝砂砾石料场开采、砂石系统、混凝土生产对双江镇白云水厂饮用水源保护区的影响等。施工期环境影响是暂时的、局部的。

工程运行基本不产生污染物，但水库蓄水会对库区及坝下河道的水文情势、水生生境产生影响；枢纽运行也对坝下河道水文泥沙情势、水生生境产生一定影响，并可能对坝下的用水户用水产生一定的影响。水库运行期对地表水环境、水生生态环境产生的影响是主要的、长远的。

4 环境概况

4.1 自然环境概况

4.1.1 地形地貌

涪江属嘉陵江右岸一级支流，发源于岷山东麓三舍驿的五星岩。自西北向东南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。涪江全流域集水面积 36400km²，干流河长 670km，平均坡降 1.4‰。

涪江流域地理位置介于东经 103°47′~106°02′，北纬 30°05′~32°58′之间。流域形状呈西北东南向的狭长条形，地势西北高，东南低。从与涪江的分水岭雪宝顶海拔高程 5588m 起至汇合处海拔约 200m 左右，相对高差超过 5000m。

涪江干流在江油武都镇以上为山区，属涪江上游，主要由岷山山脉和龙门山脉组成，海拔高程在 1000m~3500m 之间，北川、平武一带少数高山的高程在 3500m 以上。上游山地地质构造复杂，地层多有断裂，其中龙门山断裂带是地震活动频繁区域。干流穿行于崇山峻岭之间，河谷狭窄，河道弯曲，山高坡陡，谷深水急，多险滩，落差较大，河道坡降在 6‰以上，河床组成以卵石为主，河谷呈“V”型。上游森林密布，植被良好，农垦面积较小，地表冲刷甚微。但因山高坡陡，岩石破碎，沿河有大量坡积物，故常有泥沙、乱石塌入河中，成为涪江悬移质和推移质的主要来源。

涪江在江油至遂宁段属中游，遂宁以下为下游。涪江中、下游地区除少数平坝外主要为丘陵区及浅丘区，海拔高程在 300m~700m 之间，相对高差为 100m~200m，河道宽度一般约 500m~600m，河道坡降向下游逐渐减小，一般为 0.6‰~1.4‰。两岸多为不对称的宽浅式河床，沿程滩潭相间，支壕众多，台地发育，农耕发达，植被较差，水土流失比较严重。

4.1.2 地质条件

a) 区域地质条件

工程区位于四川盆地的中南部，境内丘陵山包林立，沟谷迂回、宽缓延伸，为四川盆地典型之丘陵景观，丘顶海拔高程一般 350m~500m。区内地势西高东低，北高南低，涪江由北西向南东蜿蜒回旋，呈蛇曲状延伸。随着涪江下流渐次缓慢递降，沿江漫滩、阶地广布，河谷开阔，河谷阶地为堆积后侵蚀抬升所致。

在区域构造上，本区处于扬子准地台四川盆地腹部、川中龙女寺环状构造带内，区内构造形迹皆为宽缓的弧形状褶皱，未发现大的断裂构造。区域活动性断裂带距离工程区均较远，距离最近的华蓥山断裂带北段在工程区附近新活动性弱。据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)工程场地 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期值为 0.35s，相应地震基本烈度为 VI 度。

b) 库区地质条件

双江水库区河段位于涪江干流上，初拟设计正常蓄水位为 249.00m，高于现三块石拦河坝库内水位约 4.3m。两岸分水岭高程一般为 320m~390m，左岸较大支沟有郑家沟，右岸较大支沟有磨溪河。涪江总体流向由北向南，蜿蜒曲折，河谷开阔，一般 150m~300m，多为不对称的“U”型谷。沿江在凸岸发育河漫滩和 I~III 级阶地，其中 I 级阶地保存较完好，II、III 级以上高阶地零星残留；凹岸多见陡坡或陡崖。

库区位于呈北东东走向的龙凤场向斜(33)。库区河段内无断裂构造，裂隙的发育具“两陡一缓”的特征，“一缓”主要为层面裂隙，“两陡”主要为区域构造应力场形成的平面共轭“X”型裂隙。水库区物理地质作用不强烈，主要表现为岩体风化卸荷、崩塌、滑坡及泥石流等。

水库所在涪江河段属区域内最低排泄基准面，两岸谷坡山体雄厚，地形分水岭及地下分水岭均远高于正常蓄水位，两岸支沟、冲沟均近垂直汇入涪江，无深切邻谷发育，水库及下游河段间无低地或单薄地下分水岭，其地下水、地表水均以沟谷为排泄区。库盆基岩以透水性微弱的砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩为主，无斜穿库区的断裂。因此，水库封闭条件好，水库蓄水后不存在向邻谷产生永久性渗漏的可能性。

库区两岸广布宽缓的河漫滩及 I 级阶地，阶地阶面高程一般 255.0m~261.0m。地下水位与涪江水位关联性较好，水库蓄水后地下水位会受水库水位影响，有一定的雍高抬升现象，两岸 I 级阶地部分地段存在浸没问题。正常蓄水位 249.0m，考虑水库蓄水翘高影响，水库区内房屋等底层建筑区受浸没影范围为高程 249.00m~252.03m，耕地及林地受浸没影响范围为高程 249.00m~251.03m。初步分析，浸没影响区主要为左岸回龙坝、玉溪镇、青石村，右岸寇家坝、曹家坝、薛家坝等地方。

库区两岸均分布数条冲沟,大部分沟仅见季节性流水,少数冲沟有常年流水,但流量均较小;各沟均较短,沟内地形均较缓且植被发育,沟内物源较少,固体径流物质少,对水库淤积影响小。

库区内无区域性断裂带穿过,库区及周边天然地震活动微弱,地震烈度低,双江航电枢纽工程水库诱发地震可能性小。

c) 坝址区工程地质条件

坝址位于三块石拦河坝至磨溪河长约 1.1km 长的河段,河流向右岸凸出,流向 SW20°,在小洲下游流向转为 SE40°,在双江下游向 E 流,河水位高程 239m~236m,河谷开阔。

左岸为河漫滩、I级阶地、II级阶地,河漫滩分布于涪江与汉江(运河)之间,向下游变宽,开阔平坦,宽 140m~1000m,高程一般为 244m~249m,拔河高度 6m~10m。I级阶地分布于联三村—花厅村一带,阶面高程一般为 255m~261m,拔河高度 15m~20m。II级阶地分布于高庙村—残水屋基,阶面高程一般为 269m~283m,拔河高度 25m~30m。右岸为低山侵蚀地貌,陡坎处基岩裸露,缓坡处有坡残积堆积,地形呈台阶坎。

坝区河段均置于川中龙女寺环状构造带中,地表调查及勘探未发现断裂存在,地质构造简单,以宽缓褶皱为主,岩层近水平。坝区地质构造主要为软弱夹层、裂隙。坝区为主要为厚~巨厚层细砂岩、中厚层状泥质粉砂岩及薄层状粉砂质泥岩,岩石软硬相间。区内裂隙的发育具“两陡一缓”的特征:“一缓”为层面裂隙,普遍发育;“两陡”主要为区域构造应力场形成的共轭“X”型裂隙,仅零星发育于砂岩。

坝区右岸大多基岩裸露,岩层产状近水平,除层面外其他裂隙零星发育,岸坡较完整,不具备滑坡发育的地形地质条件,现场调查也没发现滑坡分布;左岸为宽缓的I级阶地,不具备滑坡发育的地形地质条件。坝区未见滑坡发育。

右岸磨溪河有常年流水,切割深度 10m~15m,沟道宽缓,沟床宽 10m~15m,流量约 1.0L/s~2.0L/s 流量,但其沟床平缓,大多基岩裸露,覆盖层分布少,植被较发育,沟口仅见小规模洪积堆积,为坡面侵蚀型泥石流沟,据走访,该沟未发生过中型及以上规模的泥石流。

4.1.3 水文地质

a) 库区水文地质

根据地下水的赋存特征和组成库盆岩土特征,库内地下水可划分为基岩裂隙水和孔隙潜水两种类型,水质简分析成果表明,区域内地下水为 Ca-HCO₃ 型水,对混凝土无腐蚀。库内组成岩石主要为砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩。粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为弱透水性,裂隙发育较少,为相对隔水层;砂岩为弱~中等透水性,裂隙较发育,为相对储水地层。第四系松散堆积层中的孔隙潜水的主要含水层是河流冲积相的含漂卵砾石层,其补给源于大气降水,并向涪江排泄。该层分布较广泛稳定,地下水较丰富。

c) 坝址区水文地质

坝区内地下水可划分为两大类;松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水。松散堆积层孔隙水主要分布于左岸阶地的砂卵砾石层及两岸残坡积土中;基岩裂隙水主要赋存于岩体裂隙中,富水性贫乏。

工程区地层本身透水性较小,隔水性能良好,以分散补给为主。第四系砂砾石层属中等~强透水,黏土层透水性微弱。阶地下伏砂卵砾石层中孔隙性潜水水位与河水水位相近,二者关联度较好,下伏基岩裂隙水与河水、松散岩类孔隙水具较紧密联系。

根据双江水电站坝址 5 孔 32 段钻孔压水试验结果,大部分弱风化~微新岩体属弱透水,其中砂岩透水率 $q=1.0Lu\sim 5.5Lu$,平均 2.96Lu;粉砂质泥岩透水率 $q=0.7Lu\sim 4.6Lu$,平均 2.04Lu。

基岩除浅表部强风化、强卸荷带属中等~弱透水外,大部分弱风化~微新岩体属弱~微透水。相对隔水层埋深一般约 5m~8m,顶板线较平缓。

根据水质分析成果,I级阶地地下水水化学类型为 HCO₃-Cl-Ca²⁺-Mg²⁺型,pH 值为 6.9,矿化度 0.525g/L;涪江江水为 HCO₃-Ca²⁺-Mg²⁺型,pH 值为 7.9,矿化度 0.319g/L~0.346g/L。

4.1.4 气候气象

涪江流域属于亚热带湿润季风气候区,具有冬寒夏热,四季明显,夏秋多雨,冬春干旱等特点。流域内上游与中下游气候有明显的差异:上游由于地势较高气温较低,温差较大;中、下游丘陵平坝区,气温高,温差小。受地形影响,降雨量在面上分布不均匀,上游高山区降雨丰沛,中、下游丘陵平坝区降雨量明显偏小。如处于龙门山迎风面的北川、晓坝多年降雨 1500mm 左右,而江油以下的中、下游地区的绵阳、三台、射洪、遂宁、合川等地的年降雨量为 1000mm 左右。

根据潼南气象站实测气象资料：多年平均降水量 991.3mm，多年平均年蒸发量 987.8mm，多年平均气温 17.5℃，极端最高气温 40.5℃，极端最低气温-2.3℃，多年平均相对湿度 84%，多年平均日照 1123h，多年平均雷暴日 27d。由于受地形影响，境内风力较弱。各月平均风速以 4 月最大，月平均为 1.1m/s；12 月最小，月平均为 0.5m/s；多年平均风速 0.8m/s，极端最大风速 27m/s，相应风向 N。

表 4.1.4 双江航电枢纽工程区气象要素统计表

项目\月份		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
气温 (°C)	历年平均	6.9	9.0	12.8	17.8	22.2	24.6	27.1	27.0	22.9	17.9	13.3	8.2	17.5
	极端最高	16.2	21.6	30.4	34.2	36.5	36.5	38.4	39.9	40.5	31.2	25.0	18.0	40.5
	极端最低	-1.7	0.1	0	5.9	9.4	14.1	18.4	17.6	13.4	4.7	2.6	-2.3	-2.3
降水	平均降水量 (mm)	16.1	18.8	35.7	80.6	130.6	152.9	169.4	136.4	114.0	79.3	38.7	18.8	991.3
	月日最大降水 量(mm)	11.9	18.5	69.5	112.8	83.5	84.5	166.4	117.6	65.8	82.4	40.5	12.6	166.4
平均蒸发量 (20cm)(mm)		20.2	31.8	64.6	100.3	135.2	119.5	154.4	159.6	95.6	53.6	33.3	19.7	987.8
雾日数(日)		10.1	5.4	3.6	2.4	2.3	2.5	1.7	2.2	3.9	6.4	9.0	10.4	59.9
雷暴日数(日)		0	0.1	0.9	3.1	4.3	3.1	6.6	6.0	1.6	0.7	0.6	0	27
平均日照时数(h)		29.8	42.4	84.7	119.4	135.2	121.0	170.3	182.1	98.2	61.6	50.0	28.3	1123.0
平均相对湿度(%)		88	84	81	80	79	84	83	81	84	87	87	88	84

4.1.5 水文泥沙

a) 水系

涪江发源于岷山东麓三舍驿的红星岩，自西北向东南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。干流流域面积 36400km²，河长 670km，平均坡降 1.4‰。流域水系发育，支流众多，呈树枝状。较大的支流有 8 条，分布于流域的中、下游：在江油太白祠汇入的有平通河；在治城有通口河汇入；在绵阳有安昌河入汇；在三台有凯江入汇；在射洪上游王爷庙有梓潼江入汇；射洪下游有郪江入汇；在遂宁下游有安居河入汇；在合川上游 3km 处有小安溪河入汇。

项目河段(涪江干流潼南段)位于涪江下游，潼南段长度 67km，落差 31.2m，河床比降 0.46%，水域面积为 18.8km²，流域面积为 833.69km²。规划河段范围内流域面积大于 100km² 的一级支流有姬山河、古溪河、鹭鸶溪河，50km²~100km² 的支流有坛罐窑河、罗家坝河、双江河、豹子沟河；其余均在 50km² 以下。

汉江(潼南人工运河,即三块石电站引水渠)建于70年代后期,全长15.5km,规划调整前渠底宽34m~45.5m,水深3.46m~4.5m,流速 $0.94\text{m}^3/\text{s}\sim 1.0\text{m}^3/\text{s}$,沿途接纳溪流7条,独自形成渠道水系。

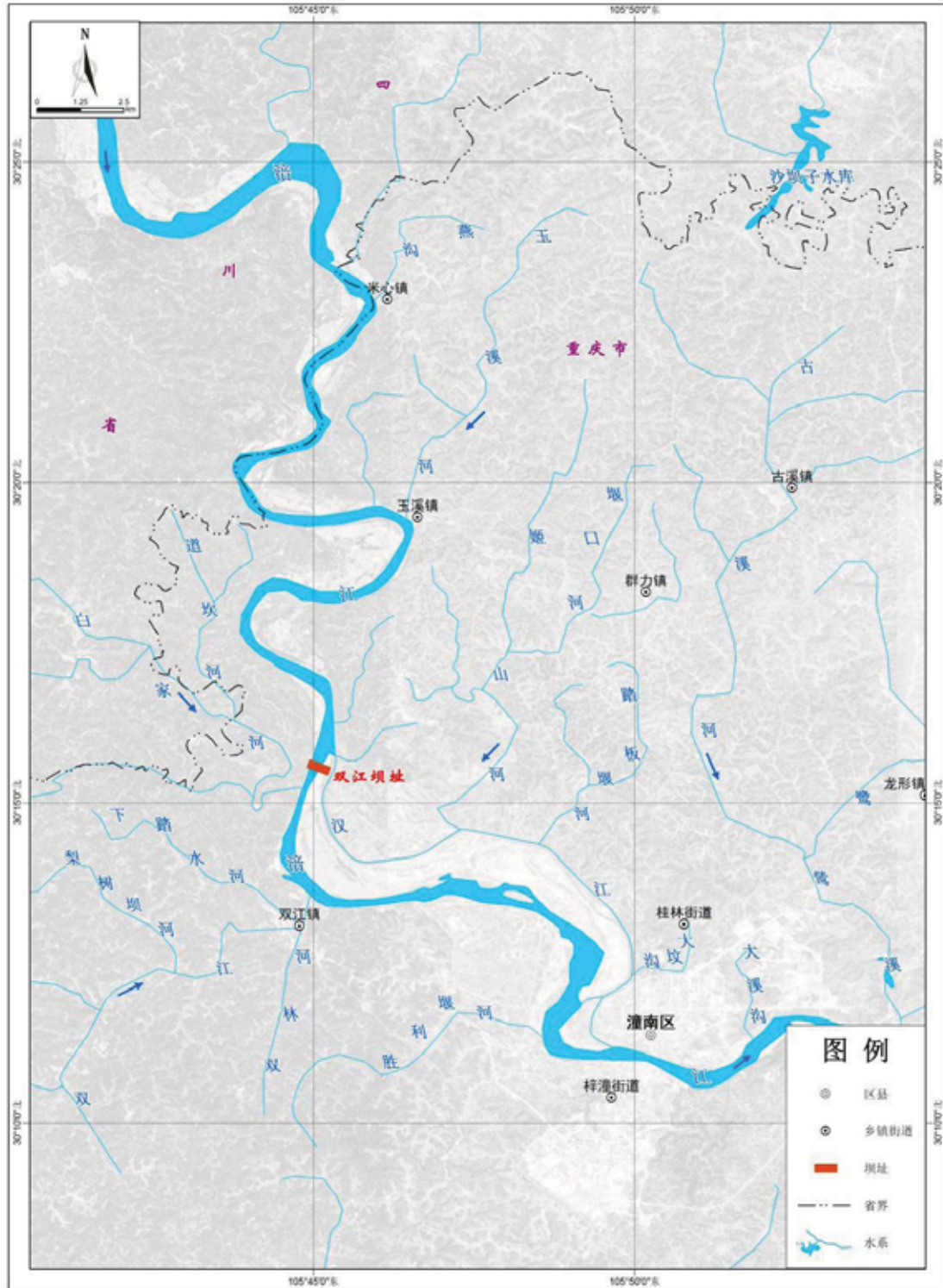


图 4.1.5 双江航电枢纽工程区水系图

b) 径流

根据径流频率计算成果,结合本工程径流调节计算的需要和径流在年内的分配规律,选择5个典型年如下:

丰水年(P=10%): 1975年5月~1976年4月;

偏丰水年(P=25%): 1953年5月~1954年4月;

平水年(P=50%): 1974年5月~1975年4月;

偏枯水年(P=75%): 1971年5月~1972年4月;

枯水年(P=90%): 1986年5月~1987年4月。

表 4.1.5-1 双江航电枢纽坝址各代表年径流分配结果

代表年	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	年	枯期 (11~4月)
丰水年 (P=10%)	484	446	1160	935	1930	986	419	213	136	106	103	196	593	195
偏丰水年 (P=25%)	289	455	2080	1090	726	410	306	167	119	101	108	255	513	176
平水年 (P=50%)	262	218	749	1290	1240	474	257	174	120	100	113	158	432	154
偏枯水年 (P=75%)	142	267	840	1140	608	477	221	125	101	83.5	85.0	196	359	135
枯水年 (P=90%)	321	547	594	521	591	318	196	145	114	90.3	84.8	88.6	302	120
多年平均	308	452	1100	1070	925	477	255	159	122	106	112	184	441	156

c) 洪水

涪江流域暴雨发生的时间多在6月~9月,大暴雨一般在7月~8月出现。流域上游为著名的鹿头山暴雨区,暴雨中心多发生在睢水关、北川、平武一带的龙门山高山狭谷区,雨量集中,强度大;而中、下游地区因地势平缓,无明显的暴雨中心,暴雨强度也较上游山区明显的减小。由于涪江流域上游处于鹿头山暴雨区,降水量和强度大,加之上游山高坡陡,水系发育,一遇大暴雨汇流时间短,速度快,形成一次洪水峰高量大的特点;中、下游则洪水过程平缓。洪水主要发生在6月~10月,7月~9月份最集中,年最大洪峰出现在7月~9月份的占90%以上。洪水历时4d~7d,过程多为单峰,略显肥胖。

双江坝址分期设计洪水成果见表4.1.5-2。

表 4.1.5-2 双江航电枢纽坝址设计洪水成果表

时段	各频率设计值 $Q_p(m^3/s)$			
	2%	5%	10%	20%
11 月~翌年 3 月	1680	1130	766	476
12 月~翌年 4 月	2480	1410	784	391
11 月~翌年 4 月	2620	1620	996	561
11 月~翌年 5 月	6640	4320	2750	1470

d) 泥沙

涪江在江油至遂宁段属中游，遂宁以下为下游。涪江中、下游地区除少数平坝外主要为丘陵区及浅丘区，河道坡降向下游逐渐减小，一般为 0.6‰~1.4‰。两岸多为不对称的宽浅式河床，沿程滩潭相间，支壕众多，台地发育，农耕发达，植被较差，水土流失比较严重。根据小河坝水文站 1957 年~2000 年的实测资料统计，多年平均输沙模数为 555t/(km².a)，平均含沙量为 1.13kg/m³。

根据小河坝水文站 1957 年~2000 年共 44 年的实测悬移质泥沙资料分析，小河坝站多年平均年输沙量为 1640 万 t。年内分配不均匀，产沙主要集中在汛期(5 月~10 月)，占全年输沙量的 99.7%，枯水期(11 月~翌年 4 月)输沙量较少，仅为 0.3%。

双江航电工程坝址集水面积 28403km²，与小河坝站集水面积 29420km² 仅相差 5.53%，其悬移质输沙量拟采用小河坝水文站输沙模数推算。经计算坝址年悬移质输沙量为 1550 万 t，多年平均含沙量 1.13kg/m³。

4.1.6 土壤

潼南地处中亚热带的丘陵地带，全区广泛分布着由紫色砂泥岩发育而成的特殊的紫色土类。全县耕地土壤按其发生条件，主要特点和生产性能共分为水稻土、紫色土、冲积土、黄壤、红壤五个土类、八个亚类、十六个土属、四十九个土种、七十九个变种。在龙女寺、中心镇及大桥 3 个背斜轴部和翼部中丘地带，为灰棕紫色土属；沟谷及坡麓地带，为灰棕紫泥水稻土属；在龙凤场向斜及古楼场向斜等中、浅丘地带，为红棕紫泥土属和红棕紫泥水稻土属；在石羊场向斜轴部等高丘地带，为棕紫泥土属和棕紫泥水稻土属。涪江、琼江两岸一级阶地上，为灰棕潮土土属、灰棕潮土水稻土属和紫色潮土土属、紫色潮土水稻土属；涪江两岸二级至五级阶地上，为黄泥土属；另有零星红壤分布在涪江沿岸四、五级阶地排水较好的地上。

项目区土壤主要有酸性紫色土、石质土、砂土和潮土。

酸性紫色土主要发育于白垩系飞仙关组砖红色细粒石英砂岩风化物上，其次是下沙溪庙组紫红色长石石英砂岩风化物上。前者多为台状深丘地形，后者为中浅丘地形，在丘陵的中上部多栽种马尾松林和竹林，有的辟为茶园。土壤黄壤化过程很明显，一般 A 层为腐殖质积累层，暗棕色；B 层为淋溶层，黄棕色或黄色；C 层受母质影响，红色或砖红色。土壤通体呈强酸性反应，pH 值 5.5~4.5。

石质土：分布于涪江沿岸河滩地，由卵石、砂组成，卵石含量达 80%，有碳酸盐反应。

砂土：分布于涪江沿岸河滩地，由河砂沉积而成，含有极少量卵石。

潮土：分布于涪江沿岸，土壤深厚肥活，多已开垦种植农作物。

此外在涪江沿岸还零星分布着由古阶地沉积物上发育的姜石黄泥。

4.2 生态环境

2019 年 6 月~10 月，生态专题协作单位武汉伊美净科技发展有限公司开展了评价区陆生、水生生态调查。调查采用基础资料收集与野外实地考察相结合的方法。经过对工程涉及区域实地踏勘，并多方收集和查阅大量的文献资料，取得了较为丰富的资料。利用野外调查和收集的资料，采用生态机理分析法、叠图法、类比法、景观生态方法、数学评价法等方法进行评价分析。

4.2.1 调查方法

调查内容依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)，《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/88-2003)，以及双江航电枢纽工程生态调查与评价技术要求确定。

利用野外调查和收集的资料，采用图形叠置法、生态机理分析法、类比分析法、景观生态学法等方法进行评价分析。

4.2.1.1 基础资料收集

收集整理评价范围及邻近地区的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，参考了《中国植被》、《中国植物地理》、《中国动物地理》、《中国动物志》《四川植物志》、《四川资源动物志》、《四川植被区划》等专业著作及科研论文。

4.2.1.2 现场调查

a) 陆生生态

1) 陆生植物和植被

采用实地调查采取样线调查与样方调查相结合的方法,确定评价区的植物种类、植被类型等,对珍稀濒危植物调查采取野外调查、民间访问调查和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物和经济植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

(1) 调查路线选取

考察时以枢纽工程区为中心,向四周辐射调查(库区和坝址下游区),同时对回水末端与支流两岸生境进行调查。

针对以上区域通常采用线路调查与样方调查的方式进行,即在调查范围内按不同方向沿山路、平原、河流选择几条具有代表性的线路进行调查,山区内也在林中穿行,沿途记载植物种类、采集标本、观察生境等;对集中分布的植物群落及重点调查区域进行样方调查。

(2) 样方布点原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究准确地推测评价区植被的总体,所选取的样方具有代表性,能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价区的植被进行样方调查中,采取的原则是:

①尽量在重点施工区域(如坝址和施工区等)、淹没线以下区域以及植被良好的区域设置样点,并考虑评价区布点的均匀性。

②所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

③样点的设置避免对同一种植被进行重复设点,对特别重要的植被内植物变化较大的情况,可进行增加设点。

④尽量避免非取样误差:避免选择路边易到之处;两人以上进行观察记录,消除主观因素。

参照以上样点布置的原则,同时参考《四川植被》和现场植被状况,对本区域的典型性植被进行样点布置和调查,调查结果中的植被应具有本区域的代表性和典型性。

(3) 样方调查内容

样方调查采用样方调查法,乔木样方面积为 20m×20m,灌丛样方为 5m×5m,草本样方为 1m×1m,记录样地的所有种类,并利用 GPS 确定样方位置。实地调

查在评价区内共设 38 个样方。

(4) 样方设置的合理性

参考《四川植被》中本区域主要分布的植被类型，并对现场进行初步的踏勘，针对工程区内分布的植被特征进行调查点位布设，样方点位在工程区域、上游库区及下游河段均有分布，工程区域上游库区主要以周边乔木林、灌丛和灌草丛为主，下游区域以河边滩地灌草丛和近岸水生植被为主，样方布置包括了工程区内主要的植被类型，能够代表该区域的主要植被特征。

2) 陆生动物

(1) 实地调查

2019 年 6 月，项目组专业技术人员到评价现场进行实地考察，主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，对于不同的陆生脊椎动物，采用不同的调查方法：

两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。根据两栖爬行动物分布于生境因素的关系如海拔梯度、植被类型、水域状态等设置样线，样线尽可能涵盖不同生态系统类型。在湿地或草地生态系统中，采用长样线，长度 500m~1000m，在森林生态系统中，采用多条短样线，长度 20m~100m 之间。样方法是在样地随机或均匀的设置一定数量的样方，一个样地内至少设置 7 个样方。样方尽量涵盖样地内的不同类型的生境，样方面积一般在 5m×5m、10m×10m 或 20m×20m。记录样方内见到的所有两栖爬行动物种类和个体数量。

鸟类主要采用样线法与样点法，根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点，抽样强度高于 2%。样线法是沿着预先设计的一定路线，观测者沿着固定的线路行走，并记录沿途所见到的所有鸟类，一般样线长度 3km 为宜。样点法是变形的样线法，即观测者行走速度为 0，适合于崎岖的山地以及片段化的生境。样点法是以一个中心点为圆心，调查周围能见距离内的鸟类数量与种类。

兽类的调查方法主要为总体计数法和样方法，以样方法为主，总体计数是在调查区域内通过肉眼观测兽类；样方法设置一个 500m×500m 的样方，观测样方内兽类或者其活动痕迹如粪便、卧迹、足迹链等。

(2) 访问调查

通过对项目评价区及其周边地区有野外经验的居民访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

(3) 查阅相关资料

查阅当地的有关科学研究和野外调查资料。比照相应的地理纬度和海拔高度，对照相关的研究资料，核查和收集当地及相邻地区的相关资料。

综合实地调查、访问调查和资料汇总，通过分析归纳和总结，从而得出项目现场及实施地和周边地区的动物物种、种群数量和分布资料，为评价和保护当地动物提供科学的依据。

b) 水生生物

根据控制性、代表性原则，在对评价区的浮游植物、浮游动物、底栖动物及水生维管束植物的调查中，在干、支流设立了 8 个监测断面。以期查明双江航电枢纽工程影响范围内水生生物的种类组成、优势类群及其变化、分布、现存量、多样性指数等。其中干流设置有三星枢纽坝下、玉溪镇、坝前、双江镇、三块石电站出水口 5 个采样点，支流设置有姬山河、坛罐窑河、双江河 3 个采样点。饵料生物采样点覆盖了拟建双江航电枢纽影响范围内的库尾、库区、坝下及区间主要支流姬山河、坛罐窑河、双江河。水生生物调查断面具有代表性。

水生生物野外调查方法主要依据《淡水浮游生物研究方法》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》，同时参照 SL219-98《水环境监测规范》进行。

4.2.1.3 遥感影像

采用卫星遥感影像(GPS)对土地利用类型及植被类型进行调查，根据室内判读的植被与土地利用类型图，并通过现场核实判读的正误率，进行评价范围内景观类型的调查。

4.2.2 生态系统

4.2.2.1 土地利用现状

结合现有资料，运用景观生态法即以植被作为主导因素，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为林地、草地、耕地、水域、建筑用地 5 种主要景观型。土地利用现状统计情况见 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 评价范围土地利用现状

拼块类型	林地	草地	耕地	水域	建设用地	合计
面积(hm ²)	3856.06	2175.13	3475.85	1319.94	1268.64	12095.62
占评价范围(%)	31.88	17.98	28.74	10.91	10.49	100.00

从上表中可以看出：评价区土地总面积为 12095.62hm²，其中林地面积最大为 3856.06hm²，占总面积的 31.88%；其次是耕地面积为 3475.85hm²，占总面积的 28.74%；草地面积为 2175.13hm²，占总面积的 17.98%；水域面积 1319.94hm²，占总面积的 10.91%；建设用地面积最少为 1268.64hm²，仅占总面积的 10.49%。评价区土地利用类型以林地为主。

4.2.2.2 评价区生态系统现状

根据对评价区土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为森林生态系统、灌丛/灌草丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇/村落生态系统。根据遥感解译数据，评价区内各生态系统面积见表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2 评价区各生态系统面积

生态系统类型	森林生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农田生态系统	城市生态系统	合计
面积(hm ²)	3856.06	2175.13	1319.94	3475.85	1268.64	12095.62
比例(%)	31.88	17.98	10.91	28.74	10.49	100

a) 森林生态系统

评价区森林生态系统面积为 3856.06hm²，占评价区总面积的 31.88%。评价区森林生态系统多呈零星分布状，分布于涪江两侧的山坡区域，区域内人为活动较为频繁，受人为活动的干扰较大，多为次生植被，以针叶林和阔叶林为主，其中针叶林有马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)和柏木林(Form. *Cupressus funebris*)，阔叶林主要为加杨林(Form. *Populus × canadensis*)，竹林主要为毛竹林(Form. *Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*)和慈竹林(Form. *Neosinocalamus affinis*)。评价区内的植被组成决定了森林生态系统中分布的动物的种类，常见的动物有陆栖型两栖类动物、林栖傍水型的爬行动物，如饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)、乌梢蛇(*Zaocys dhumnades*)、黑眉锦蛇(*Elaphe taeniura*)、翠青蛇(*Cyclophiops major*)；鸟类和兽类有草兔(*Lepus capensis*)、大杜鹃(*Cuculus canorus*)、普通翠鸟(*Alcedo atthis*)、戴胜(*Upupa epops*)、环颈雉(*Phasianus*

colchicus)、火斑鸠(*Streptopelia tranquebarica*)、松鸦(*Garrulus glandarius*)等。

b) 草地生态系统

评价区草地生态系统面积为 2175.13hm²，占评价区总面积的 17.98%。评价区草地生态系统分布较为广泛，植被型为草丛，草丛主要有五节芒灌草丛(Form. *Miscanthus floridulus*)、白茅灌草丛(Form. *Imperata cylindrica*)、小蓬草灌草丛(Form. *Conyza canadensis*)、狗尾草灌草丛(Form. *Setaria viridis*)、草木犀灌草丛(Form. *Melilotus officinalis*)、益母草灌草丛(Form. *Leonurus japonicus*)、狗牙根灌草丛(Form. *Cynodon dactylon*)等。草地生态系统内常见动物有中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、丽纹攀蜥(*Japalura splendida*)、北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)、原矛头蝮(*Protobothrops mucrosquamatus*)、纯色山鹧鸪(*Prinia inornata*)、领雀嘴鹀(*Spizixos semitorques*)、强脚树莺(*Cettia fortipes*)、灰眶雀鹛(*Alcippe morrisonia*)、斑文鸟(*Lonchura punctulata*)等。

c) 湿地生态系统

评价区湿地生态系统面积为 1319.94hm²，占评价区生态系统总面积的 10.91%。根据现场调查，评价区湿地生态系统在评价区主要分布于涪江两岸。评价区湿地生态系统内植被以杂类草沼泽植被为主，常见的群系有水葱群系(Form. *Paspalum paspaloides*)、水蓼群系(Form. *Polygonum hydropiper*)和喜旱莲子草群系(Form. *Alternanthera philoxeroides*)，在河道静水浅水区分布有水生植物穗状狐尾藻群系(Form. *Myriophyllum spicatum*)。评价区内分布的动物在湿地生态系统中分布的种类包括两栖类中静水型种类，爬行类中林栖傍水型、水栖型的种类，包括：黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculatus*)、沼水蛙(*Hylarana guentheri*)、黑眉锦蛇、鳖(*Pelochelys sinensis*)、乌龟(*Chinemys reevesii*)等。而湿地更是包括鸬鹚目、雁形目等游禽种类，鸕形目、鹤形目、鸻形目(除鸥科、燕鸥科以外)所有涉禽种类的重要栖息场所，它们在评价范围内的湿地，特别是涪江滩涂中觅食、筑巢、繁衍、越冬，湿地是它们赖以生存的重要元素。

d) 农田生态系统

评价区农田生态系统面积为 3475.85hm²，占评价区总面积的比例为 28.74%。评价区内农业生态系统分布广泛，其植被类型简单，农作物主要以稻(*Oryza sativa*)、玉蜀黍(*Zea mays*)、豆类及薯类等为主；经济作物主要有烟草(*Nicotiana tabacum*)、蔬菜等。由于农业生态系统中植被类型较为单一，植物种类较少，距

离居民区较近而易受人为干扰，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富，常见动物种类有：中华蟾蜍、泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)、中国石龙子(*Eumeces chinensis*)、蓝尾石龙子(*Eumeces elegans*)、黄鼬(*Mustela sibirica*)等。鸟类中人类伴居的种类在农田中多有分布，比如麻雀(*Passer montanus*)、八哥(*Acridotheres cristatellus*)、喜鹊(*Pica pica*)、棕背伯劳(*Lanius schach*)、白鹡鸰(*Motacilla alba*)等，苍鹭(*Ardea cinerea*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)等涉禽在水田中也常有分布。

e) 城镇/村落生态系统

评价区城镇/村落生态系统面积为 1268.64hm²，占评价区总面积的比例为 10.49%。评价区内的城镇/村落生态系统分布较为广泛，如玉溪镇、米溪镇、水竹村、寇家坝、唐官窑、于子湾、回龙坝等，城镇/村落生态系统内的植被多为栽培植被，种类组成较为简单，且主要作为房前屋后的四旁树，零星分布的主要有果树和花卉植物。如慈竹(*Bambusa emeiensis* cv. *Affinis*)、毛竹(*Phyllostachys heterocycle* cv. *Pubescens*)、加杨(*Populus × canadensis*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、桃(*Amygdalus persica*)、核桃(*Juglans regia*)等。该生态系统中主要为人工植被，人为干扰较显著，主要分布的动物多为喜伴人居住或不畏惧人的种类，如褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)、喜鹊(*Pica pica*)、家燕(*Hirundo rustica*)、白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、麻雀(*Passer montanus*)等。

4.2.2.3 自然体系生物量现状评价

根据现场调查和卫片解译，结合工程区地表植被覆盖现状和植被立地情况，将工程区植被类型划分为 5 类，其自然体系生物量现状见表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 评价区自然体系生物量现状

植被类型	代表植物	面积(hm ²)	占评价范围比例%	平均生物量(t / hm ²)	总生物量(t)	占评价区总生物量比例%
针叶林	马尾松、柏木	613.69	5.07	28.62	17563.81	13.45
阔叶林	枫杨林、毛竹林	1534.97	12.69	25.32	38865.44	29.78
灌丛	盐肤木、牡荆等	1707.40	14.12	18.22	31108.83	23.83
草丛	小蓬草、草木犀等	2175.13	17.98	9.46	20576.73	15.76
农作物	水稻、玉蜀黍	3475.85	28.74	6	20855.10	15.97

河流 水域	藻类及水 生植物	1319.94	10.91	1.2	1583.93	1.21
合 计		10826.98	89.51	-	130553.84	100

经计算，评价区总生物量约为 130553.84t，以阔叶林和灌丛为主，其次为草丛和农作物，河流水域所占比例最小。阔叶林总生物量为 38865.44t，占评价区总生物量的 29.78%；灌丛次之，为 31108.83t，占评价区总生物量的 23.83%，农作物和草丛也占有一定的比例，生物量分别为 20855.10t 和 20576.73t，占评价区总生物量的比例分别为 15.97%和 15.76%，针叶林生物量为 17563.81t，占评价区总生物量的 13.45%，河流水域生物量比例较小，为 1.21%。

4.2.2.4 自然体系生态稳定性分析

景观生态系统的质量现状由评价范围内的自然环境各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类斑块的优势度值(Do)，优势度值大的就是模地。

$$\text{优势度值(Do)} = \{(\text{Rd} + \text{Rf}) / 2 + \text{Lp}\} / 2 \times 100$$

$$\text{密度(Rd)} = \text{嵌块 } i \text{ 的数目} / \text{嵌块总数} \times 100$$

$$\text{频度(Rf)} = \text{嵌块 } i \text{ 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100$$

$$\text{景观比例(Lp)} = \text{嵌块 } i \text{ 的面积} / \text{样地总面积} \times 100$$

根据计算可得枢纽工程区各类斑块优势度值，结果具体见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4 评价区各类斑块优势度值表

景观类型	密度(Rd/%)	频度(Rf%)	景观比例(Lp%)	优势度(Do%)
森林景观	24.28	32.24	31.88	29.91
草地景观	11.45	19.68	17.98	17.18
农田景观	13.52	29.89	28.74	25.22
水体景观	5.88	11.56	10.91	9.82
道路与住区 景观	6.83	11.51	10.49	9.83

由上表可知，评价区林地的优势度值最高，达到 29.91%，其次是农田景观，其优势度值为 25.22%，其它景观斑块优势度值较小。评价区林地景观的优势度、

密度、频度和景观比例都显著高于其它拼块类型，说明林地是评价区对景观具有控制作用的生态组分。

4.2.3 陆生植物

4.2.3.1 植被

a) 植被区划

根据《中国植被》，评价区属亚热带常绿阔叶林区域—中亚热带常绿阔叶林区域—中亚热带常绿阔叶林地带—中亚热带常绿阔叶林北部亚地带—四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区。根据《四川植被》，评价区属亚热带常绿阔叶林区-川东盆地及川西南山地常绿阔叶林带-川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带-盆地底部丘陵低山植被地区-川中方山丘陵植被小区。

根据《四川植被》确定的植物群系学—生态学分类原则，采用植被型组、植被型、群系等基本单位，参照《中国植被》的分类系统(1980年版)，在对现存植被进行调查的基础上，结合区域内现有植被中群系组成的建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征等分析，将评价区自然植被初步划分为5个植被型组、7个植被型、20个群系。

表 4.2.3-1 评价范围主要植被类型及分布

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	分布
一、针叶林	I、亚热带常绿针叶林	1.马尾松林	Form. <i>Pinus massoniana</i>	评价区涪江两侧丘陵顶部和山脊上呈斑块状分布
		2.柏木林	Form. <i>Cupressus funebris</i>	评价区涪江两侧丘陵中下部呈片状分布
二、阔叶林	II、落叶阔叶林	3.枫杨林	Form. <i>Pterocarya stenoptera</i>	评价区涪江两侧山体中下部呈零星块状分布
	III、竹林	4.毛竹林	Form. <i>Phyllostachys heterocycle cv. Pubescens</i>	评价区涪江两侧条带状分布
		5.慈竹林	Form. <i>Neosinocalamus affinis</i>	评价区涪江两侧条带状分布
三、灌丛	IV、山地灌丛	6.黄荆灌丛	Form. <i>Vitex negundo</i>	评价区涪江两侧广泛分布
		7.构树灌丛	Form. <i>Broussonetia papyrifera</i>	评价区涪江两侧道路旁、丘陵下部、河滩呈斑块状分布
		8.盐肤木灌丛	Form. <i>Rhus chinensis</i>	评价区涪江两侧道路旁、丘陵下部、林缘呈斑块状分布
四、草丛	V、山地草丛	9.五节芒灌丛	Form. <i>Miscanthus floridulus</i>	评价区涪江两侧河滩荒地呈斑块状分布

植被组	植被型	群系	群系拉丁名	分布
		10. 白茅灌丛	Form. <i>Imperata cylindrica</i>	评价区涪江两侧广泛分布
		11. 小蓬草灌丛	Form. <i>Conyza canadensis</i>	评价区涪江两侧河滩荒地、道路旁、农田边斑块状分布
		12. 狗尾草灌丛	Form. <i>Setaria viridis</i>	评价区涪江两侧广泛分布
		13. 草木犀灌丛	Form. <i>Melilotus officinalis</i>	评价区涪江两侧河滩荒地、道路旁呈斑块状分布
		14. 益母草灌丛	Form. <i>Leonurus japonicus</i>	评价区涪江两侧林缘、道路旁呈斑块状分布
		15. 狗牙根灌丛	Form. <i>Cynodon dactylon</i>	评价区涪江两侧广泛分布
五、沼泽植被	VI、沼泽植被	16. 水葱群系	Form. <i>Paspalum paspaloides</i>	评价区涪江两侧静水浅滩呈斑块状分布
		17. 水蓼群系	Form. <i>Polygonum hydropiper</i>	评价区涪江两侧浅滩广泛分布
		18. 喜旱莲子草群系	Form. <i>Alternanthera philoxeroides</i>	评价区涪江两侧浅滩、道路旁呈斑块状分布
		19. 双穗雀稗群系	Form. <i>Paspalum paspaloides</i>	评价区涪江两侧浅滩、道路旁呈斑块状分布
	VII 水生植被	20. 穗状狐尾藻群系	Form. <i>Myriophyllum spicatum</i>	评价区涪江两侧浅滩斑块状分布
六、人工林	经济用材林	加杨、枫杨、毛竹、慈竹		评价区涪江两侧沿岸及村庄附件分布
	经济果木林	桃、核桃梨等		
七、农作物	粮食作物	农田(玉米)		评价区涪江两侧广泛分布

评价区由于人为活动较强，区域植被受人为干扰较严重，现状植被多以次生林、灌丛和灌草丛为主，地带性植被多呈斑块状分布于涪江两侧，面积较小，且种类较少。

b) 主要植被类型描述

1) 自然植被

(1) 针叶林

针叶林是以针叶树为建群种所组成的各种森林植物群落的总称，其中包括针叶纯林或以针叶树为主的针阔叶混交林。

I、亚热带常绿针叶林

评价区针叶林是以乔木层为建群种组成的群落。重点评价区所在地带组成针叶林群落以柏木林(Form. *Cupressus funebris*)和马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)为主。

柏木林(Form. *Cupressus funebris*)

柏木为中国特有树种，生长于海拔 1000m 以下的低山丘陵区的各类土壤上，在评价区涪江两侧山体中下部呈零星块状分布。柏木林外貌苍翠，林冠整齐，群落结构简单。其种类组成和群落结构随生境条件的变化和人为因素的影响而差异明显。

乔木层郁闭度 0.7，层高约 7m，优势种为柏木，高 8m~14m，盖度 45%，伴生种主要为构树、山乌柏(*Triadica cochinchinensis*)、朴树(*Celtis sinensis*)、八角枫(*Alangium chinense*)等。灌木层盖度 55%，层高约 2.2m，优势种为黄荆，高 1.0m~2.5m，盖度为 30%，常见的种类有构树、盐肤木(*Rhus chinensis*)、水麻(*Debregeasia orientalis*)、竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum*)、金樱子(*Rosa laevigata*)、臭牡丹(*Clerodendrum bungei*)等。草本层盖度 50%，层均高 0.4m，优势种为荩草，高 0.2m~0.6m，盖度 35%，主要伴生种有白茅、野菊(*Chrysanthemum indicu*)、益母草(*Leonurus japonicus*)、狗牙根、豨莶(*Siegesbeckia orientalis*)、节节草等。层外植物乌菰莓(*Cayratia japonic*)、葎草(*Humulus scandens*)、地果(*Ficus tikoua*)等。

样方地点：右岸施工占地区(GPS: N: 30°15'20.09"; E: 105°45'7.16", H: 269m)。

马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)

马尾松林在评价区内涪江两侧丘陵顶部和山脊上呈斑块状分布，有的为人工纯林，有的为人工林演替产生的次生林。林内土壤多为山地黄棕壤，较为干燥，枯枝落叶较少，有机质分解较好。群落外貌翠绿色，树冠疏散，林冠不整齐，一般林内伴有少量落叶阔叶树种和灌木。

乔木层郁闭度 0.5，层高约 9m，优势种为马尾松，高 6m~12m，盖度 45%，伴生种较少，主要为柏木、枫杨等。灌木层盖度 45%，层高约 1.6m，优势种为黄荆，高 0.6m~2.2m，盖度为 25%，常见的种类有白栎(*Quercus fabri*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、臭牡丹、红毛悬钩子(*Rubus wallichianus*)、山乌柏(*Triadica cochinchinensis*)等。草本层盖度 30%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.2m~0.5m，盖度 20%，主要伴生种有荩草、凤尾蕨(*Pteris cretica var. nervossa*)等。层外植物海金沙(*Lygodium japonicum*)等。

样方地点：坝址上游左岸小沟附近(GPS: N: 30°19'30.49"; E: 105°46'20.20", H: 275m)。

(2) 阔叶林

阔叶树种构成的森林群落在我国温暖而湿润和半湿润的气候条件下广泛地分布，占有广阔的分布区域。我国的阔叶树种非常丰富，种类繁多，适应广泛。

II、落叶阔叶林

落叶阔叶林是以在对植物生长不利的季节(如寒冷的冬季或无雨的旱季)落叶的一类阔叶树种为优势所组成的森林群系，它是要求水热条件最低的阔叶林。在我国，落叶阔叶林是暖温带的地带性植被，中国亚热带地区的落叶阔叶林是一类不同于温带的植被类型，除在亚热带山地上部外，其产生的原因，大多是由人为影响的结果。竹林主要为毛竹林(Form.*Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*)和慈竹林(Form. *Neosinocalamus affinis*)。

加杨林(Form. *Populus × canadensis*)

乔木层郁闭度 0.5，层高约 6m，优势种为加杨(*Populus × canadensis*)，高 4m~8m，盖度 50%，为人工纯林，无伴生种。灌木层盖度 30%，层高约 1.8m，无明显优势种，常见的种类有构树、黄荆、马桑等。草本层盖度 30%，层均高 0.4m，优势种为白茅，高 0.2m~0.6m，盖度 25%，主要伴生种有野菊、苍耳(*Xanthium strumarium*)、狗牙根、牛筋草(*Eleusine indica*)、狗尾草(*Setaria viridis*)等。

样方地点：坝址下游右岸唐家沟附近(GPS: N: 30°13'10.09"; E: 105°45'51.35", H: 239m)。

III、竹林

竹林是一种常绿木本群落，适生于气候温暖的地区，广布于热带和亚热带，少数种属分布在温带和亚寒带。区域内的竹林主要为毛竹林(Form.*Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*)和慈竹林(Form. *Neosinocalamus affinis*)。

毛竹林(Form.*Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*)

乔木层郁闭度 0.8，层均高 11m，优势种为毛竹(*Phyllostachys heterocycla* cv. *Pubescens*)，高 8m~13m，秆径 4m~10cm，为毛竹纯林。灌木层盖度 20%，层高约 1.4m，无明显优势种，常见的种类有构树(*Broussonetia papyrifera*)、黄荆(*Vitex negundo*)、马桑(*Coriaria nepalensis*)等。草本层盖度 20%，层均高 0.3m，优势种

为白茅(*Imperata cylindrica*), 高 0.2m~0.6m, 盖度 10%, 主要伴生种有野菊(*Chrysanthemum indicum*)、伏地卷柏(*Selaginella nipponica*)等。

样方地点: 坝址上游左岸回龙坝附近(GPS: N: 30°17'7.77"; E: 105°44'49.24", H: 256m)。

慈竹林(Form. *Neosinocalamus affinis*)

乔木层郁闭度 0.8, 层均高 10m, 优势种为慈竹(*Neosinocalamus affinis*), 高 7m~12m, 秆径 5cm~12cm, 为慈竹纯林。灌木层盖度 20%, 层高约 1.5m, 无明显优势种, 常见的种类黄荆(*Vitex negundo*)、竹叶花椒(*Zanthoxylum armatum*)等。草本层盖度 30%, 层均高 0.5m, 优势种为接骨草(*Sambucus javanica*), 高 0.4m~0.8m, 盖度 20%, 主要伴生种有狗牙根(*Cynodon dactylon*)、伏地卷柏(*Selaginella nipponica*)等。

样方地点: 坝址上游左岸青石村附近(GPS: N: 30°19'23.26"; E 105°44'55.15", H: 255m)。

(3) 灌丛

灌丛包括一切以灌木占优势种类所组成的植被类型。群落高度一般在 5m 以下, 盖度大于 30%~40%。它和森林的区别不仅高度不同, 更主要的是灌丛建群种多为簇生的灌木生活型。

IV、山地灌丛

山地灌丛分布的低山、丘陵区域, 人为活动频繁, 致使灌丛的外貌多变, 结构也比较杂乱。评价区内的灌丛类型主要有 4 个群系, 分别为黄荆灌丛(Form. *Vitex negundo*)、构树灌丛(Form. *Broussonetia papyrifera*)、枫杨幼树灌丛(Form. *Pterocarya stenoptera*)、盐肤木灌丛(Form. *Rhus chinensis*)。

黄荆灌丛(Form. *Vitex negundo*)

灌木层盖度 55%, 层高约 2.2m, 优势种为黄荆, 高 1.0m~2.5m, 盖度为 30%, 常见的种类有构树、盐肤木、竹叶花椒、臭牡丹、栽秧泡(*Rubus ellipticus* var. *obcordatus*)、马桑等。草本层盖度 50%, 层均高 0.3m, 优势种为荩草, 高 0.2m~0.6m, 盖度 35%, 主要伴生种有白茅、野菊、马唐、节节草、豨莶、蛇莓(*Duchesnea indica*)、接骨草(*Sambucus javanica*)等。层外植物乌菖莓、葎草等。

样方地点: 坝址上游右岸于子湾附近(GPS: N: 30°17'4.90"; E: 105°44'24.19", H: 258m)。

构树灌丛(Form. *Broussonetia papyrifera*)

灌木层盖度 60%，层高约 1.7m，优势种为构树，高 0.8m~2.0m，盖度为 40%，常见的种类有山乌柏(*Triadica cochinchinensis*)、黄荆、白背枫(*Buddleja asiatica*)、红毛悬钩子(*Rubus wallichianus*)、金樱子、马桑等。草本层盖度 40%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.2m~0.7m，盖度 30%，主要伴生种有狗尾草、草木犀、苍耳、狗牙根、牛筋草、马唐等。层外植物蕨草等。

样方地点：坝址上游右岸双井村附近(GPS: N: 30°21'30.36"; E: 105°44'59.36", H: 262m)。

枫杨幼树灌丛(Form. *Pterocarya stenoptera*)

灌木层盖度 60%，层高约 2.0m，优势种为枫杨，高 1.0m~2.5m，盖度为 40%，常见的种类有构树、盐肤木(*Rhus chinensis*)、栽秧泡(*Rubus ellipticus* var. *obcordatus*)等。草本层盖度 50%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.2m~0.6m，盖度 35%，主要伴生种有野胡萝卜、野菊、马唐、地桃花(*Urena lobata*)、豨莶等。层外植物蕨草等。

样方地点：①三块石坝址附近(GPS: N: 30°15'30.44"; E: 105°45'30.53", H: 245m)。②双江坝址左岸附近(GPS: N: 30°15'16.39"; E: 105°45'22.77", H: 242m)。

盐肤木灌丛(Form. *Rhus chinensis*)

灌木丛盖度 70%，层高约 2.3m，优势种为盐肤木，高 1.2m~2.8m，盖度为 45%，常见的种类有构树、栽秧泡(*Rubus ellipticus* var. *obcordatus*)、马桑、黄荆等。草本层盖度 50%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.2m~0.6m，盖度 35%，主要伴生种有萹草、节节草、蛇莓、狗牙根等。层外植物地果等。

样方地点：坝址上游右岸长沟村附近(GPS: N: 30°18'20.47"; E: 105°44'28.85", H: 311m)。

(4) 草丛

V、山地草丛

评价区灌草丛类型有 6 个群系，分别为五节芒灌草丛(Form. *Miscanthus floridulus*)、白茅灌草丛(Form. *Imperata cylindrica*)、小蓬草灌草丛(Form. *Conyza*

canadensis)、草木犀灌草丛(Form. *Melilotus officinalis*)、夏至草灌草丛(Form. *Lagopsis supin*)、狗牙根灌草丛(Form. *Cynodon dactylon*)。

五节芒灌草丛(Form. *Miscanthus floridulus*)

五节芒为多年生草本，在山坡土、道路边、溪流旁及开阔地成群滋长，其地下茎发达，能适应各种土壤。草本层盖度 80%，层均高 1.8m，优势种为五节芒(*Miscanthus floridulus*)，高 1.0m~2.4m，盖度 65%，主要伴生种有小蓬草(*Erigeron canadensis*)、夏至草、野胡萝卜、黄花蒿(*Artemisia annua*)、狗牙根等。层外植物蕨草等。

样方地点：原小舟村渣场(GPS: N: 30°14'44.89"; E: 105°45'18.73", H: 246m)。

白茅灌草丛(Form. *Imperata cylindrica*)

白茅为禾本科，多年生草本植物。该群系在重点评价区主要分布于河岸、荒地，群落优势种为白茅，且纯度较高。草本层盖度 90%，层均高 0.3m，优势种为白茅，高 0.1m~0.4m，盖度 70%，主要伴生种有天胡荽(*Hydrocotyle sibthorpioides*)、马唐、心叶堇菜(*Viola yunnanfuensis*)等。

样方地点：①三星航电枢纽坝下(GPS: N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53", H: 255m)。②坝址上游左岸曾家湾附近(GPS: N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53", H: 255m)。

小蓬草灌草丛(Form. *Erigeron canadensis*)

小蓬草灌草丛多生于山坡草地、灌丛、河边湿地。草本层盖度 60%，层均高 0.6m，优势种为小蓬草(*Erigeron canadensis*)，高 0.4m~1.2m，盖度 40%，主要伴生种有白茅、夏至草、草木犀、野胡萝卜、狗牙根、双穗雀稗(*Paspalum paspaloides*)等。

样方地点：①仙鹅村河道防护工程 II 区(GPS: N: 30°13'46.08"; E: 105°44'46.92", H: 243m)。②坝址上游右岸曹家坝外梁子附近(GPS: N: 30°19'12.75"; E: 105°45'42.93", H: 251m)。

狗尾草灌草丛(Form. *Setaria viridis*)

狗尾草灌草丛长生于荒地、河滩、道路旁等，评价区广泛分布。草本层盖度 75%，层均高 0.4m，优势种为狗尾草(*Setaria viridis*)，高 0.2m~0.7m，盖度 55%，

主要伴生种有草木犀、小藜(*Chenopodium serotinum*)、小蓬草(*Conyza canadensis*)、野艾蒿(*Artemisia lavandulaefolia*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)等。

样方地点：①双江镇红岩咀附近(GPS: N: 30°13'21.71"; E: 105°47'10.76", H: 241m); ②上北禅涪江河岸附近(GPS: N: 30°13'16.10"; E: 105°48'15.81", H: 241m)。

草木犀灌丛(Form. *Melilotus officinalis*)

草木犀为二年生草本植物，生于山坡、河岸、路旁、砂质草地及林缘。草本层盖度 85%，层均高 1.0m，优势种为草木犀，高 0.6m~1.5m，盖度 65%，主要伴生种有小蓬草(*Erigeron canadensis*)、白茅、夏至草、野胡萝卜等。层外植物菵草等。

样方地点：①仙鹅村河道防护工程 I 区(GPS: N: 30°14'1.69"; E: 105°44'40.25", H: 242m)。②坝址左岸施工占地区(GPS: N: 30°14'56.92"; E: 105°45'15.70", H: 242m)。

益母草灌丛(Form. *Leonurus japonicus*)

益母草为多年生草本植物，常生于路旁、旷地上，在评价区涪江两侧林缘、道路旁呈斑块状分布。草本层盖度 75%，层均高 1.3m，优势种为益母草，高 0.5m~1.5m，盖度 60%，主要伴生种有小蓬草(*Erigeron canadensis*)、风轮菜(*Clinopodium chinense*)、野胡萝卜、野菊、狗牙根、小藜(*Chenopodium ficifolium*)、苍耳等。层外植物菵草等。

样方地点：①坝址上游右岸曹家村附近(GPS: N: 30°18'26.07"; E: 105°46'15.92", H: 249m)。②坝址上游左岸桃埝田附近(GPS: N: 30°20'7.56"; E: 105°44'25.29", H: 247m)。

狗牙根灌丛(Form. *Cynodon dactylon*)

狗牙根为低矮草本，多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡，其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物。草本层盖度 80%，层均高 0.2m，优势种为狗牙根，高 0.1m~0.4m，盖度 60%，主要伴生种有天胡荽、白茅、夏至草、过江藤(*Phyla nodiflora*)等。

样方地点：①坝址上游左岸回龙村附近(GPS: N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53", H: 255m); ②徐家院子涪江河岸附近(GPS: N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53", H: 240m)。

(5) 沼泽和水生植被

沼泽植被和水生植被都是生长在多水的生境中的植被类型。

VI. 沼泽植被

评价区内的沼泽植被主要为水葱群系(Form. *Schoenoplectus tabernaemontani*)、水蓼群系(Form. *Polygonum hydropiper*)、喜旱莲子草群系(Form. *Alternanthera philoxeroides*)和双穗雀稗群系(Form. *Paspalum paspaloides*)。

水葱群系(Form. *Schoenoplectus tabernaemontani*)

水葱常生长在湖边或浅水塘中。草本层盖度 60%，层均高 0.4m，优势种为水葱(*Schoenoplectus tabernaemontani*)，高 0.2m~0.6m，盖度 45%，主要伴生种有水蓼(*Polygonum hydropiper*)、狗牙根、火炭母(*Polygonum chinense*)等。

样方地点：①坝址下游刘小沟村附近(GPS: N: 30°14'26.21"; E: 105°44'50.44", H: 246m); ②外梁子村涪江河岸附近(GPS: N: 30°13'29.15"; E: 105°46'54.91", H: 240m)。

水蓼群系(Form. *Polygonum hydropiper*)

水蓼为一年生草本，常生于河滩、水沟边、山谷湿地。草本层盖度 70%，层均高 0.6m，优势种为水蓼，高 0.2m~1.0m，盖度 40%，主要伴生种有萹蓄(*Polygonum aviculare*)、双穗雀稗(*Paspalum paspaloides*)、风轮菜、节节草等。

样方地点：①坝址上游右岸薛家坝附近(GPS: N: 30°20'36.90"; E: 105°45'15.54", H: 250m)。②联三府附近(GPS: N: 30°14'22.84"; E: 105°45'31.27", H: 257m)。

喜旱莲子草群系(Form. *Alternanthera philoxeroides*)

喜旱莲子草为多年生草本植物，常生在池沼、水沟内。草本层盖度 70%，层均高 0.3m，优势种为喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)，高 0.1m~0.5m，盖度 50%，主要伴生种有狗牙根、节节草、小蓬草、狗尾草等。

样方地点：①三块石附近(GPS: N: 30°16'3.46"; E: 105°45'33.43", H: 257m)。②桂花村附近(GPS: N: 30°14'12.33"; E: 105°48'46.44", H: 253m)。

双穗雀稗群系(Form. *Paspalum paspaloides*)

双穗雀稗为多年生草本植物，常生于河道、田边路旁，评价区内在涪江两侧浅滩多呈斑块状分布。草本层盖度 75%，层均高 0.3m，优势种为双穗雀稗，高 0.2m~0.5m，盖度 65%，主要伴生种有荔枝草(*Salvia plebeia*)、喜旱莲子草、茵茵蒜(*Ranunculus chinensis*)、水葱、水蓼等。

样方地点：①姜家坝附近(GPS: N : 30°12'11.08"; E: 105°49'41.09", H: 236m)。②大岩洞附近(GPS: N: 30°11'51.27"; E: 105°49'53.53", H: 252m)。

VII.水生植被

评价区内的沼泽植被主要为穗状狐尾藻灌草丛(Form. *Myriophyllum spicatum*)。

穗状狐尾藻灌草丛(Form. *Myriophyllum spicatum*)

大茨藻为多年生沉水草本，常生于池塘、河沟、沼泽，常群聚成丛。草本层盖度 65%，层均高 0.3m，优势种为穗状狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)，高 0.1m~0.5m，盖度 45%，主要伴生种有水蓼、水葱、白茅、双穗雀稗等。

样方地点：坝址下游麻柳林附近(GPS: N: 30°13'30.84"; E: 105°45'19.68", H: 241m)。

2) 栽培植被

栽培植被的分布主要受自然条件和人为因素的影响，铁路沿线人口分布较多，栽培植被受人为活动范围影响，多分布于村落附近低山、丘陵及平原地区，评价区内的栽培植被主要有人工林及农作物，人工林以经济林为主，主要为加杨、枫杨、核桃、柑橘、柚子、油桐、桃类、枇杷、李类、梨类、枣、花椒、桂花等，农作物主要为粮食作物及经济作物，主要为玉米、水稻、小麦、豆类、薯类、花生、油菜、蔬菜等。

4.2.3.2 陆生植物

a) 植物区系概况

双江航电枢纽工程位于重庆市潼南区和四川省遂宁市，根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等，2011年)，根据《中国种子植物区系地理》(科学出版社，2011年)，该区域属于东亚植物区-中国—日本森林植被亚区-华中地区-四川盆地亚地区。通过对评价区的植物资源的实地调查资料的系统整理，并结合相关资

料和文献，按恩格勒分类系统(1964 年版)和秦仁昌蕨类植物分类系统(1978 年)进行统计，评价区共有维管束植物 67 科 184 属 248 种(含种下分类等级，下同)，其中，蕨类植物 10 科 10 属 11 种；裸子植物 6 科 8 属 8 种；被子植物 51 科 166 属 229 种。评价区有野生维管束植物 195 种，隶属于 61 科、154 属，其中评价区野生维管束植物科、属、种数分别占重庆市野生维管束植物科、属、种总数的 27.73%、12.71%和 3.69%，占全国野生维管束植物科、属、种总数的 14.52%、4.47%、0.62%。

表 4.2.3-2 评价区野生维管植物一览表

项目	蕨类植物			种子植物						维管植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	10	10	11	2	2	2	49	142	182	61	154	195
重庆市	46	114	520	7	19	45	167	1079	4719	220	1212	5284
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占重庆比例/%	21.74	8.77	2.12	28.57	10.53	4.44	29.34	13.16	3.86	27.73	12.71	3.69
占全国比例/%	15.87	4.46	0.42	18.18	5.56	1.05	14.16	4.46	0.64	14.52	4.47	0.62

注：数据来源，重庆市野生维管植物(杨昌煦等，2009 年)，中国蕨类植物(吴兆洪，1991 年)，中国种子植物(吴征镒，2011 年)

b) 属的分布区类型统计

参照吴征镒等关于中国种子植物属的分布区划分系统(不包括栽培种和外来种)，可将评价区植物属划分为个 14 类型。其中，世界分布共 39 属；热带分布共 56 属，占本区系总属数的 48.70%；温带分布共 58 属，占本区系总属数的 50.43%；中国特有分布共 1 属，占本区系总属数的 0.87%，详见表 4.2.3-3。

表 4.2.3-3 评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	评价区内属数	占评价区非世界分布总属数比例(%)
1.世界分布	39	--
2.泛热带分布	39	33.91%
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	2	1.74%
4.旧世界热带分布	3	2.61%
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	2	1.74%
6.热带亚洲至热带非洲分布	4	3.48%
7.热带亚洲分布	6	5.22%
第 2-7 项热带分布	56	48.70%
8.北温带分布	35	30.43%
9.东亚和北美洲间断分布	2	1.74%
10.旧世界温带分布	11	9.57%
11.温带亚洲分布	1	0.87%
12.地中海、西亚至中亚分布	3	2.61%
13.中亚分布	0	0.00%
14.东亚分布	6	5.22%
第 8-14 项温带分布	58	50.43%
15.中国特有分布	1	0.87%
合计	154	100.00%

从上表可知：评价区野生维管植物包含有世界分布属、热带分布属、热带分布属(第 2~7 类)、温带分布属(第 8~14 类)和中国特有分布属 4 个类其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 48.70%、50.43%、0.87%，评价区热带分布属、温带分布属所占比例相等，说明区域植物区系为亚热带性质。在热带分布属中泛热带分布属最多，其次为热带亚洲分布属；在温带分布属中，北温带分布属居首位，其次为旧世界温带分布。

c) 植物区系主要特点

总体而言，评价区植物区系具有以下特征：地理成分复杂，评价区植物区系性质具有热带、亚热带向温带植物区系过渡的特点；野生维管植物在植物区系组成中所占比例较小，陆生植物物种丰富度较低。

4.2.3.3 重点保护野生植物和古树名木

根据《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国务院，1999年)，在评价区发现有国家II级重点保护野生植物野大豆(*Glycine soja*)和野菱(*Trapa incisa* var. *quadricaudata*)，另有列入国家重点保护野生植物名录，但为人工栽培的苏铁、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、胡桃(*Juglans regia*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)。

野大豆 *Glycine soja*

豆科(Leguminosae)大豆属(*Glycine*)，国家II级重点保护野生植物。一年生缠绕草本，茎、小枝纤细，全体疏被褐色长硬毛。叶具3小叶，托叶卵状披针形，顶生小叶卵圆形或卵状披针形，总状花序，荚果长圆形，花期7月~8月，果期8月~10月。按IUCN地方濒危等级标准评价属于“渐危种(VU)”。

调查过程中在原小舟村渣场(枢纽下游1.1km左右的左岸河滩地)(105°45'19.11"E, 30°14'47.34"N, 海拔247m)发现野大豆分布，该处植被类型以灌草丛植物为主，部分野大豆沿夏至草、小蓬草等较高的草本植物攀援而上，野大豆分布面积3m²，其距离左岸施工布置区最近190m，不会受到工程施工的直接破坏影响。



野大豆(*Glycine soja*)
拍摄地点：原小舟村渣场
拍摄人：郭磊
拍摄时间：2019.06.21



野大豆(*Glycine soja*)
拍摄地点：原小舟村渣场
拍摄人：郭磊
拍摄时间：2019.06.21

野菱 *Trapa incisa* var. *quadricaudata*

菱科(Trapaceae)菱属(*Trapa incisa*), 国家 II 级重点保护野生植物。一年生浮水或半挺水草本, 浮水叶互生, 聚生在主茎和分枝茎顶, 在水面形成莲座状菱盘, 叶片较小, 斜方形或三角状菱形, 表面深亮绿色, 背面绿色, 被少量短毛或无毛, 有棕色马蹄形斑块, 边缘中上部有缺刻状的锐锯齿, 边缘中下部全缘, 基部阔楔形; 叶柄中上部稍膨大, 绿色无毛; 沉水叶小, 早落。花小, 白色, 果三角形, 4 刺角细长。花期 5 月~10 月, 果期 7 月~11 月。

调查过程中在三星航电坝下(105°45'41.61"E, 30°23'10.19"N, 海拔 255m)发现有野菱分布, 该区域为三星坝址下游浅滩区域, 人为干扰活动较小, 野菱分布面积 1m²。该处野菱受到双江水库蓄水的直接影响。



野菱(*Trapa incisa* var. *quadricaudata*)

拍摄地点: 三星航电坝下

拍摄人: 郭磊

拍摄时间: 2019.06.22



野菱(*Trapa incisa* var. *quadricaudata*)

拍摄地点: 三星航电坝下

拍摄人: 郭磊

拍摄时间: 2019.06.22

根据潼南区林业局提供的古树信息和现场调查显示, 评价区内未发现有古树名木分布。

4.2.3.4 外来入侵种

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), 参考本工程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, 在评价区发现有小蓬草(*Conyza canadensis*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、土荆芥(*Chenopodium ambrosioides*)、垂序商陆(*Phytolacca americana*)、喜旱莲子草(*Alternanthera*

philoxeroides)等外来入侵种分布,其中小蓬草和喜旱莲子草呈群落状分布,其他均为零星分布。评价区外来种分布见表 4.2.3-4。

表 4.2.3-4 评价区外来入侵物种名单

编号	中文名	种拉丁名	分布	备注
1	小蓬草	<i>Conyza canadensis</i>	村落、农田、耕地等附近区域,在胜利村附近及江心洲上呈群落分布	呈群落状分布,危害较大
2	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>	村落、农田、耕地及道路两旁等附近区域	零星分布,危害较小
3	土荆芥	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	村落、农田、耕地及道路两旁等附近区域	零星分布,危害较小
4	垂序商陆	<i>Phytolacca americana</i>	村落、农田、耕地及道路两旁等附近区域	零星分布,危害较小
5	喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	村落、农田、耕地及道路两旁等附近区域在飘堰村附近呈群落分布	呈群落状分布,危害较大

4.2.4 陆生动物

4.2.4.1 动物区系及种类组成

2019年6月,专题单位对双江航电枢纽项目影响区域的生物多样性现状进行了实地调查。根据工程特点,选择典型生境进行考察分析,采用样线法、座谈访问法对陆生动物进行调查。并在实地调查访问的基础上,查阅并参考《中国两栖动物图鉴》(费梁,1999年)、《中国爬行动物图鉴》(中国野生动物保护协会,2002年)、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓,张学文等,2000年)、《中国鸟类图鉴》(钱艳文,1995年)、《中国鸟类分类与分布名录(第2版)》(郑光美,2011年)、《中国野生哺乳动物》(盛和林等,1999年)、《中国脊椎动物大全》(刘明玉,解玉浩等,2000年)、《中国动物地理》(张荣祖,2011年)以及重庆脊椎动物名录(续一)(两栖纲、爬行纲)》(程地芸、陈恩渝,2002年)、《重庆市两栖动物资源及现状》(邓其祥等,2000年)、《重庆市两栖动物物种多样性研究及保护》(罗健等,2005)、《重庆市爬行动物物种多样性研究及保护》(罗健等,2004年)、《重庆市两栖爬行动物分类分布名录》(罗健等,2012年)、《重庆市鸟类资源的最新统计》(曹长雷,2009年)、《重庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》(彭杰,2018年)、《重庆市兽类资源及其区系分析》(韩宗先,2002)、《重庆市兽类资源及其区系分析》(韩宗先等,2002年)、《重庆涪江国家湿地公园总体规划修编(2016—2020年)》(2016年)、《重庆涪江国家湿地公园鸟类多样性监测报告》(2016年)等资料,综合对评价区的动物资源现状得出综合结论。

评价区内共分布有陆生脊椎动物 24 目 67 科 147 种；未发现国家 I 级重点保护野生动物，国家 II 级重点保护野生动物 6 种，重庆市重点保护野生动物 17 种。

表 4.2.4-1 评价范围内陆生脊椎动物数量、区系及保护情况

种类组成				动物区系			保护级别		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家 I 级	国家 II 级	重庆市级
两栖纲	1	4	8	6	0	2	0	0	3
爬行纲	2	9	16	13	0	3	0	0	1
鸟纲	17	50	116	52	41	23	0	6	12
哺乳纲	4	4	7	1	2	4	0	0	1
合计	24	67	147	72	43	32	0	6	17

4.2.4.2 陆生动物各纲种群结构和分布现状

a) 两栖类种类、数量及分布现状

评价区两栖类共计 1 目 4 科 8 种，未发现国家级重点保护两栖类，重庆市重点保护两栖类 3 种，为黑斑侧褶蛙、泽陆蛙和沼水蛙。评价区 8 种两栖动物中，有东洋种 6 种，占评价区两栖动物总种数的 75%；广布种 2 种，占评价区两栖动物总种数的 25%。可以看出，评价区两栖类以东洋种占绝对优势，这与评价区地处东洋界相符。

按照两栖类的生活习性，可将以上 8 种两栖类分为以下 2 种生态类型：

静水型(在静水或缓流中活动觅食)：评价区分布有黑斑侧褶蛙、沼水蛙 2 种，它们主要是在涪江两岸水田等静水水体中生活，与人类活动关系较密切。

陆栖型(在陆地上活动觅食)：评价区分布有中华蟾蜍、泽陆蛙、华西雨蛙(*Hyla gongshanensis*)、粗皮姬蛙(*Microhyla butleri*)、四川狭口蛙(*Kaloula rugifera*)和饰纹姬蛙 6 种，其中中华蟾蜍、泽陆蛙、饰纹姬蛙等均为常见种，在评价区分布较为广泛，主要在离水源不远的陆地上活动，与人类活动关系较密切。

b) 爬行类种类、数量及分布现状

根据实地调查及相关资料，评价区爬行动物共有 2 目 9 科 16 种。未发现国家级重点保护野生爬行类，重庆市重点保护野生爬行类有乌龟 1 种。评价区 16 种爬行动物中，东洋种有 13 种，占评价区爬行动物总种数的 81.25%；广布种 3 种，占评价区爬行动物总种数的 18.75%；评价区未发现古北种。评价区东洋界种类占绝对

优势，这与评价区地处东洋界境内以及爬行类较差的迁移能力相符。

按照爬行动物的生活习性，可将以上 16 种爬行类分为以下 4 种生态类型：

水栖型(在水中生活、觅食)：评价区分布有乌龟、鳖 2 种。主要分布于评价区河流较缓的水域。

住宅型(在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类)：评价区仅蹼趾壁虎(*Gekko subpalmatus*)1 种，在评价区居民区附近均有分布。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面，路边石缝中)：包括评价区内的蜥蜴科、鬣蜥科、蛇蜥科、石龙子科以及蝾螈科所有种类，如丽纹攀蜥、脆蛇蜥(*Ophisaurus harti*)、北草蜥、中国石龙子、蓝尾石龙子、铜蜓蜥(*Sphenomorphus indicum*)和原矛头蝮 7 种。主要分布在涪江两岸的灌丛、灌草丛、乱石等生境。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动)：包括评价区内游蛇科所有种类，如王锦蛇(*Elaphe carinata*)、黑眉锦蛇、翠青蛇、虎斑颈槽蛇(*Rhabdophis tigrina*)、乌梢蛇以及华游蛇(*Sinonatrix percarinata*)等，共 6 种。主要活动于山地植被相对丰富的区域，其中翠青蛇、乌梢蛇以及黑眉锦蛇等较为常见。

c) 鸟类种类、数量及分布现状

根据实地调查及相关资料，评价区鸟类共有 17 目 50 科 116 种。其中，以雀形目鸟类最多，共 57 种，占评价区鸟类总种数的 49.14%。未发现国家 I 级重点保护鸟类；为雀鹰(*Accipiter nisus*)、乌灰鹞(*Circus pygargus*)、普通鵟(*Buteo buteo*)、斑头鸺鹠(*Glaucidium cuculoides*)、游隼(*Falco peredrinus*)、燕隼(*Falco subbuteo*)；有重庆市重点保护鸟类 12 种，为灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)、小鸺鹠(*Tachybaptus ruficollis*)、凤头鸺鹠(*Podiceps cristatus*)、普通夜鹰(*Caprimulgus indicus*)、四声杜鹃(*Cuculus micropterus*)、噪鹛(*Eudynamis scolopaceus*)、小杜鹃(*C. poliocephalus*)、董鸡(*Gallicrex cinerea*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)、普通鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*)、栗苇鹀(*Ixobrychus cinnamomeus*)和蓝翡翠(*Halcyon pileata*)等。

评价区 116 种鸟类中，东洋种有 52 种，占评价区鸟类总种数的 44.83%；古北种有 41 种，占评价区鸟类总种数的 35.34%；广布种有 23 种，占评价区鸟类总种数的 19.83%。由于鸟类具有较强的迁移能力以及季候性迁徙特性，区域内鸟类种类虽以东洋种占优，但出现较多古北界种类向东洋界渗透的现象。

按照各种鸟类的生境，可将评价区 116 种鸟类分为以下 6 种生态类型：

游禽(脚向后伸,趾间有蹼,有扁阔的或尖嘴,善于游泳、潜水和在水中掏取食物):包括评价区分布的鸕鹚目、鰵鸟目、雁形目、鹤形目鸥科所有种类以及鹤形目的白骨顶,共计 16 种,如小鸕鹚、凤头鸕鹚、普通鸕鹚、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)、绿翅鸭(*Anas crecca*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、斑嘴鸭(*Anas poecilorhyncha*)、普通秋沙鸭(*Tadorna ferruginea*)、赤颈鸭(*A. penelope*)、罗纹鸭(*Anas falcata*)、花脸鸭(*Anas falcata*)、琵嘴鸭(*A. clypeata*)、红头潜鸭(*A. ferina*)、赤嘴潜鸭(*Netta rufina*)和红嘴鸥(*Larus ridibundus*)等。主要活动于涪江干流、江心洲等地。

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):包括评价区分布的鸕鹚形目、鹤形目(不包括白骨顶)、鹤形目燕鸕科、鸕科和鸕科等,如栗苇鸕、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、苍鹭、中白鹭(*Ardea intermedia*)、白鹭、大白鹭(*Egretta alba*)、池鹭、牛背鹭(*Bubulcus ibis*)、白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)、董鸡、黑水鸡、灰头麦鸡(*Vanellus cinereus*)、金眶鸕(*Charadrius dubius*)、环颈鸕(*Charadrius alexandrinus*)、普通燕鸕(*Glareola maldivarum*)、青脚鸕(*Tringa nebularis*)、白腰草鸕(*Tringa ochropus*)、扇尾沙锥(*Gallinago gallinago*)和矶鸕(*Actitis hypoleucos*)等,共 19 种。主要分布于涪江岸滩涂、沼泽等地。

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):包括评价区分布的鸡形目和鹤形目所有种类,如灰胸竹鸡、环颈雉、山斑鸕(*Streptopelia orientalis*)、珠颈斑鸕和火斑鸕等,共 5 种。环颈雉、山斑鸕和珠颈斑鸕分布范围较广,在涪江两岸坡地农田、灌丛灌草丛生境至评价区外缘林地均有分布。

猛禽(具有弯曲如钩的锐利嘴和爪,翅膀强大有力,能在天空翱翔或滑翔,捕食空中或地下活的猎物):包括评价区分布的鹰形目、隼形目和鸮形目的所有种类,如雀鹰、乌灰鸮、普通鸢、燕隼、游隼和斑头鸮,共 6 种。其中隼形目种类分布范围广,涪江两岸的农田、灌丛灌草丛、森林中均有分布,鸮形目部分种类主要活动于评价区植被较好的林地区域及林缘地带。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊,善于在树上攀缘):包括评价区分布的鸮形目、夜鹰目、佛法僧目、犀鸟目和啄木鸟目所有种类,如四声杜鹃、大杜鹃、大鹰鸮(*Cuculus sparveroides*)、小杜鹃、噪鸮、普通夜鹰、戴胜、白腰雨燕(*Apus*

pacificus)、普通翠鸟、蓝翡翠、冠鱼狗(*Megaceryle lugubris*)、大斑啄木鸟(*Dendrocopos major*)和灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)等,共 13 种。多分布于涪江两岸及评价区外缘植被丰富的林地生境。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达,一般体形较小,体态轻捷,活泼灵巧,善于鸣叫和歌唱,且巧于筑巢):包括评价区分布的雀形目所有种类,共 57 种。其种类较多,各类群主要栖息生境各有不同,但总体上主要集中在分布于评价区涪江两岸、村落或评价区外缘植被较为丰富的灌丛或林地生境。

评价区 116 种鸟类中,留鸟 52 种,占评价区鸟类总种数的 44.83%;夏候鸟 32 种,占评价区鸟类总种数的 27.59%;冬候鸟 21 种,占评价区鸟类总种数的 18.10%。旅鸟 11 种,占评价区鸟类总种数的 9.48%。

d) 兽类种类、数量及分布现状

根据实地调查及相关资料,评价区兽类共有 4 目 4 科 7 种。未发现国家级重点保护兽类分布,重庆市重点保护兽类 1 种,为黄鼬。评价区的 7 种兽类中,有东洋种 1 种,占评价区兽类总种数的 14.29%;古北种 2 种,占评价区兽类总种数的 28.57%,广布种 4 种,分别占评价区兽类总种数的 57.14%。从调查结果来看,评价区兽类分布有一定比例的古北界成分,这与评价区处于东洋界,但有古北界像东洋界渗透现象相符。

评价区 7 种兽类按其生活习性,可分为以下 2 种生态类型:

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):包括评价区分布的食肉目鼬科,啮齿目鼠科,兔形目兔科。如黄鼬、褐家鼠、巢鼠(*Micromys minutus*)、黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)、小家鼠、草兔等,共 6 种。鼬科、兔形目种类主要活动于林地、灌丛等生境;啮齿目鼠科种类分布广泛,评价区各生境均有分布。

岩洞栖息型(在岩洞中倒挂栖息的小型兽类):包括评价区分布的翼手目的大蹄蝠(*Hipposideros armiger*)1 种。主要分布于评价区内的山体洞穴或村落居民区。

4.2.4.2 重点保护野生动物

评价区未发现国家 I 级重点保护野生动物分布;根据《重庆涪江国家湿地公园总体规划修编(2016—2020 年)》(2016 年)、《重庆涪江国家湿地公园鸟类多样性监测报告》(2016 年),涪江国家湿地公园内有国家 II 级重点保护野生动物 6 种,均为猛禽,分别是乌灰鹞、雀鹰、普通鵟、游隼、燕隼和斑头鸺鹠。上述猛禽活

动能力较强，领域范围较广，主要分布在涪江两岸生境较好的次生林和农田附近的小块丛林地帯活动。根据现场调查、搜集资料及访问调查可知，评价区内分布有重庆市重点保护野生动物 17 种。

评价区内分布的国家重点保护动物共 6 种，均为国家II级重点保护动物，均为猛禽，为雀鹰、乌灰鹞、普通鵟、斑头鸺鹠、游隼和燕隼。国家重点保护野生动物名录见表 4.2.4-2。

表 4.2.4-2 评价范围内国家重点保护野生动物

种名	生境类型	区系类型	居留型(鸟)	数量等级	主要分布区域	数据来源	保护等级
雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	A, B, I	古	冬	+	涪江国家湿地公园内(涪江两岸)	资料	II
乌灰鹞 <i>Circus pygargus</i>	A, C, F, I	东	冬	+		资料	II
普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	A, B, C, F, G ₁ , G ₂ , G ₃ , H, I	古	冬	+		资料	II
斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	A, C, F, I	东	留	+		资料	II
游隼 <i>Falco peregrinus</i>	A, B, F, G ₂ , G ₃ , I	古	留	+		资料	II
燕隼 <i>Falco subbuteo</i>	A, B, F, G ₂ , G ₃ , I	广	留	+		资料	II

注：生境类型：A-乔木林，B-灌木林及采伐地，C-农田、水田，F-居民区，G₁-池塘，G₂-山涧溪流及其附近草丛、泥塘等，G₃-河流，I-草丛；

区系成分：广-广布种，东-东洋种，古-古北种；

居留型(鸟)：留-留鸟，旅-旅鸟，夏-夏候鸟，冬-冬候鸟。

雀鹰 中等体型而翼短的鹰，体重 130g~300g。上体呈苍灰色，头顶及后颈部为乌灰色，颈和喉部为白色，虹膜为橙黄色，嘴为暗铅灰色，尖端黑色，基部黄绿色，蜡膜为黄色或黄绿色，脚和趾橙黄色，爪黑色。雀鹰栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带，冬季主要栖息于低山丘陵、山脚平原、农田地边、以及村庄附近，尤其喜欢在林缘、河谷，采伐迹地的次生林和农田附近的小块丛林地帯活动。主要以鸟、昆虫和鼠类等为食，也捕鸠鸽类和鹌鸡类等体型稍大的鸟类和野兔、蛇等。活动范围广。在评价区主要分布于涪江国家湿地公园内。

乌灰鹞 栖息于低山丘陵和山脚平原以及森林平原地区的河流、沼泽和林缘灌丛等开阔地带。主要以鼠类、蛙、蜥蜴和大的昆虫为食。通常营巢于水域附近地上草丛中或干的芦苇丛中。在评价区主要分布于重庆涪江国家湿地公园内涪江

两岸的林缘生境，数量较少。

普通鵟 主要栖息于山地森林和林缘地带，喜开阔原野且在空中热气流上高高翱翔，在裸露树枝上歇息。活动主要在白天，性机警，视觉敏锐，善飞翔。主要以森林鼠类为食，食量甚大，除啮齿类外，也吃蛙、蜥蜴、蛇、野兔、小鸟和大型昆虫等动物性食物，有时亦到村庄捕食鸡等家禽。活动范围广。在评价区主要分布于重庆涪江国家湿地公园内。

燕隼 小型猛禽。上体深蓝褐色，下体白色，具暗色条纹，腿羽淡红色。栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、疏林和林缘地带，有时也到村庄附近，很少在浓密的森林和没有树木的裸露荒原。主要以麻雀、山雀等雀形目小鸟为食，偶尔捕捉蝙蝠，大量地捕食蜻蜓、蟋蟀、蝗虫，天牛、金龟子等昆虫。在评价区主要分布于涪江两岸耕地、疏林和林缘地带。现场访问调查白云村一带也有分布。

斑头鸺鹠 小型猛禽，但却是我国鸺鹠类中体型最大的，体长 20cm~26cm，体重 150g~260g。面盘不明显，没有耳羽簇。栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛，也出现于村寨和农田附近的疏林和树上。主要以蝗虫、甲虫、螳螂、蝉、蟋蟀、蚂蚁、蜻蜓、毛虫等各种昆虫和幼虫为食，也吃鼠类、小鸟、蚯蚓、蛙和蜥蜴等动物。主为夜行性，但有时白天也活动。繁殖期在 3 月~6 月，通常营巢于树洞或天然洞穴中。活动范围广。在评价区主要分布于涪江国家湿地公园内。

游隼 中型猛禽。主要栖息于山地、丘陵、半荒漠、沼泽与湖泊沿岸地带，也到开阔的农田、耕地和村屯附近活动。主要捕食鸭、鸥、鸠鸽类、乌鸦和鸡类等中小型鸟类，偶尔也捕食鼠类和野兔等小型哺乳动物。在评价区主要分布于涪江湿地公园内的涪江两岸低山耕地、林缘地带。

4.2.5 水生生物

4.2.5.1 水生生境现状及评价

a) 调查采样点

调查人员在 2019 年春季 5 月、2020 年秋季 8 月在对评价区的浮游植物、浮游动物、底栖动物及水生维管束植物的调查中，在干、支流设立了 8 个监测断面。其中干流设置有三星枢纽坝下、玉溪镇、坝前、双江镇、三块石电站出水口 5 个采样点，支流设置有姬山河、坛罐窑河、双江河 3 个采样点。饵料生物采样点

覆盖了拟建双江航电枢纽库尾、库区、坝下及区间主要支流，调查点位具有典型性和代表性。

鱼类资源调查在 2019 年 7 月、2020 年 8 月进行，现场调查以区域调查为主，调查区域为干流双江坝址至三星枢纽坝下段、双江坝下至潼南航电枢纽坝址段、潼南航电枢纽坝下段、支流坛罐窑河、姬山河、双江河。鱼类资源调查断面覆盖了拟建双江航电枢纽库尾、库区、坝下及区间主要支流，调查断面具有典型性和代表性。

表 4.2.5-1 2019 年 5 月现场调查采样点地理位置

序号	区域	名称	位置	高度(m)	采样点现场照片
1	干流	三星枢纽坝下	105°45'51.19", 30°22'58.33"	253	
2		玉溪镇	105°46'40.63", 30°19'12.89"	252	
3		坝前	105°45'18.44", 30°15'40.51"	246	

序号	区域	名称	位置	高度(m)	采样点现场照片
4		双江镇	105°45'6.20", 30°13'31.05"	239	
5		三块石 电站出 水口	105°49'57.61", 30°10'58.43"	260	
6		姬山河	105°47'12.15", 30°14'34.53"	247	
7	支流	坛罐窑 河	105°44'24.43", 30°14'45.56"	250	
8		双江河	105°45'5.19", 30°12'55.85"	251	

b) 水生生境

1) 涪江干流

双江库区河段，由于坝址上游 500m 的三块石大坝的存在，库区壅水，河道具有一定水深条件，具备一定行船能力。目前，河道内有少量采砂船通航。

双江库区河段有 3 个大型的河湾，从下游往上游依次为回龙坝、曹家坝及晏家湾。从各大型河湾河道变化规律来看，凹岸抗冲能力较强，并未出现较明显的崩塌后退情况。凸岸为大片区域的河滩地，枯水期滩地裸露水面之上，成为耕地，较大洪水条件下会被淹没产生一定量淤积。河道宽度一般约 500m~600m，河道坡降向下游逐渐减小，一般为 0.6‰~1.4‰。两岸多为不对称的宽浅式河床，沿程滩潭相间，支壕众多。库区河段的河床质以沙及沙夹砾卵石为主，间有卵石与礁石。根据现状地形条件分析，河段枯水期水面比降约为 0.53‰；流速 0.72m/s 左右。汛期一般为 5 月~10 月，洪峰大多出现在 7 月，11 月至来年 4 月为枯水期，水位过程线具有陡涨急落的特点。



库区米心镇段



坝下双江镇段

2) 主要支流

规划航电枢纽所在河段(涪江干流潼南段)位于涪江下游，潼南段长度 67km，落差 31.2m，河床比降 0.46‰，水域面积为 18.8km²，流域面积为 833.69km²。根据《潼南区小水电清理整改综合评估报告》统计结果，潼南区范围内流域面积大于 100km² 的一级支流有鹭鸶溪河、坛罐窑河，50km²~100km² 的支流有双江河、姬山河、赤水河；其余均在 50km² 以下。其中位于评价区内的是坛罐窑河、双江河和姬山河。

(1) 坛罐窑河

坛罐窑河又名白家河，为涪江右岸一级支流，发源于遂宁市西眉镇，于双江

镇火炉湾入境潼南，至双江镇坛罐窑汇入涪江，坛罐窑河潼南段干流长 5.25km，建设有 5 座拦河坝，流域面积 35km²。



坛罐窑河生境现状



收集到的鲤、鲫仔鱼

(2) 双江河

双江河为涪江右岸一级支流，发源于柏梓镇侯家湾村，至双江造纸厂汇入涪江，双江河干流长 20.7km，流域面积 95.7km²。双江河潼南段位于双江古镇景区内，人为干扰较为明显，建有多座拦河坝，最下一个拦河坝距离河口约 1km。河道渠化也较为严重。



双江河下游



双江河上游

(3) 姬山河

姬山河属涪江一级支流，发源于古溪镇作坊湾，经玉溪、群力至桂林街道汇入三块石人工运河，姬山河干流长 27km，流域面积 64.8km²。姬山河位于潼南水电站库区内，水流平缓，下游汇入人工运河不直接汇入涪江，姬山河建有多座拦河灌溉坝，最下一个拦河坝距离河口约 3km。



姬山河生境现状



收集到的鲤、鲫鱼

4.2.5.2 浮游植物

a) 种类组成

调查人员在 8 个采样点共检出浮游植物植物 6 门 51 种(属)。各采样点常见浮游植物有硅藻门的舟形藻、变异直链藻、布纹藻、异极藻等；绿藻门的小球藻、盘星藻、纤维藻等，蓝藻门的小颤藻、席藻、鱼腥藻等。

表 4.2.5-2 评价区各门浮游植物种类数及所占比例(%)

项目	种类						合计
	蓝藻门	硅藻门	绿藻门	金藻门	黄藻门	裸藻门	
种类数	17	14	17	1	1	1	51
比例(%)	33.3	27.4	33.3	2.0	2.0	2.0	100

b) 密度和生物量

调查区水体中浮游植物的平均密度为 $19.03 \times 10^4 \text{ ind/L}$ ，平均生物量为 1.06 mg/L 。其中硅藻密度和生物量最高，分别为 $7.34 \times 10^4 \text{ ind./L}$ 和 0.4 mg/L 。

评价区浮游植物密度总体来看，采样断面的平均密度由高到低依次为三块石电站出水口 > 双江镇 > 玉溪镇 > 坝前 > 姬山河 > 三星枢纽坝下 > 坛罐窑河 > 双江河。总体来说，干流浮游植物密度要高于支流河段。

干流河段中浮游植物密度最高的是三块石电站出水口采样点，该采样点位于潼南航电枢纽库区内，浮游植物现存量相对较高。浮游植物的群落结构除了受水温、光照等气候因子的影响还受上游干流、支流的来水及周围点、面源的污染等的影响。随着工农业生产的发展，区域开发程度提高，进入水体的营养物质增加，双江镇和玉溪镇这 2 个采样点的浮游植物密度也相对较高。三星枢纽坝下采样点

现阶段为流水生境，浮游植物密度相对较低。各采样点浮游植物生物量变化趋势和密度变化趋势基本一致。

表 4.2.5-3 评价区各采样点浮游植物密度($\times 10^4$ ind./L)和生物量(mg/L)

		时期	干流					支流			平均	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
硅藻门	密度	春季	7.35	8.62	7.63	8.13	9.08	6.43	6.12	5.32	7.34	
	生物量		0.47	0.45	0.44	0.45	0.41	0.35	0.32	0.28	0.4	
绿藻门	密度		3.63	4.43	6.52	5.29	8.21	7.32	8.32	7.87	6.45	
	生物量		0.23	0.22	0.26	0.24	0.41	0.39	0.45	0.41	0.33	
蓝藻门	密度		2.56	3.32	4.32	3.73	5.32	4.53	4.98	3.45	4.03	
	生物量		0.21	0.18	0.32	0.25	0.31	0.22	0.23	0.21	0.24	
其它	密度		0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.34	
	生物量		0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	
总计	密度		17.56	20.86	19.88	20.39	23.98	17.69	17.52	14.39	19.03	
	生物量		1.17	1.1	1.22	1.18	1.17	0.94	0.89	0.79	1.06	
硅藻门	密度		秋季	6.13	6.98	6.58	7.06	7.96	5.96	5.64	4.78	6.21
	生物量			0.39	0.36	0.38	0.41	0.36	0.33	0.30	0.26	0.35
绿藻门	密度	3.12		3.59	5.67	4.63	7.21	6.85	7.63	7.12	5.63	
	生物量	0.19		0.18	0.23	0.22	0.36	0.36	0.42	0.38	0.29	
蓝藻门	密度	2.12		2.69	3.54	3.39	4.12	4.11	4.63	3.17	3.23	
	生物量	0.17		0.15	0.28	0.23	0.28	0.20	0.22	0.19	0.21	
其它	密度	0.29		0.24	0.26	0.36	0.45	0.28	0.28	0.28	0.31	
	生物量	0.02		0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	
总计	密度	11.66		13.50	16.05	15.45	19.74	17.20	18.18	15.35	15.89	
	生物量	0.77		0.70	0.90	0.88	1.04	0.91	0.96	0.85	0.88	

c) 生物多样性评价

生物多样性指数主要反映生态系统中生物的丰富度和均匀度。8个采样点的浮游植物的生物多样性指数较高，均在2以上，表明这8个采样点的浮游植物种类丰富而且各种类数量均匀；采样点5三块石电站出水口的生物多样性指数最

高，说明采样点的浮游植物种类较多，且种类数量均匀。

表 4.2.5-4 调查区各采样点浮游植物生物多样性指数

生物多样性指数	采样点								平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	
shannon 指数 H'	2.23	2.16	2.36	2.09	3.12	2.05	2.01	2.14	2.27

4.2.5.3 浮游动物

a) 种类组成

8 个采样点共检出浮游动物 4 类 26 种(属)。各采样点常见浮游动物有原生动物类的普通表壳虫(*Arcella vulgaric*)、尖顶砂壳虫(*Diffflugia auminata*)，轮虫类的壶状臂尾轮虫(*Brachionus urceus*)、长三肢轮虫(*Filinia longisela*)，枝角类的透明溞(*Daphnia hyalina*)，桡足类的无节幼体(Nauplius)。

表 4.2.5-5 评价区各大类浮游动物种类数及所占比例(%)

项目	种类				合计
	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	
种类数	7	10	6	3	26
比例(%)	26.9	38.5	23.1	11.5	100

b) 密度和生物量

调查区水体中浮游动物的平均密度为 144ind./L，浮游动物的平均生物量为 2.47mg/L。

评价区浮游动物密度总体来看，采样断面的平均密度由高到低依次为三块石电站出水口>坝前>双江镇>玉溪镇>姬山河>坛罐窑河>双江河>三星枢纽坝下。总体来说，干流浮游动物密度要高于支流河段。

干流河段中浮游动物密度最高的是三块石电站出水口采样点，该采样点位于潼南航电枢纽库区内，浮游动物现存量相对较高。浮游动物的群落结构除了受水温、光照等气候因子的影响还受上游干流、支流的来水及周围点、面源的污染等的影响。随着工农业生产的发展，区域开发程度提高，进入水体的营养物质增加，双江镇和玉溪镇这 2 个采样点的浮游动物密度也相对较高。三星枢纽坝下采样点现阶段为流水生境，浮游动物密度相对较低。各采样点浮游动物生物量变化趋势和密度变化趋势基本一致。

表 4.2.5-6 各采样点浮游动物密度(ind./L)和生物量(mg/L)

		时期	干流					支流			平均	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
原生动物	密度	春季	66	85	120	114	132	78	67	59	90	
	生物量		0.9	1.16	1.64	1.56	1.81	1.07	0.92	0.81	1.23	
轮虫	密度		15	29	53	35	98	32	21	26	39	
	生物量		0.41	0.78	1.43	0.95	2.65	0.86	0.57	0.7	1.04	
枝角类	密度		9	11	19	12	7	4	8	6	10	
	生物量		0.13	0.15	0.27	0.17	0.1	0.06	0.11	0.08	0.13	
桡足类	密度		5	8	11	8	3	4	2	1	5	
	生物量		0.06	0.09	0.12	0.09	0.03	0.04	0.02	0.01	0.06	
总计	密度		95	133	203	169	240	118	98	92	144	
	生物量		1.49	2.19	3.46	2.76	4.59	2.03	1.62	1.61	2.47	
原生动物	密度		秋季	55	71	106	96	106	71	61	54	78
	生物量			0.73	0.97	1.53	1.39	1.57	0.91	0.87	0.75	1.09
轮虫	密度	15		24	49	31	85	27	20	24	35	
	生物量	0.53		0.66	1.33	0.85	2.31	0.73	0.54	0.65	0.95	
枝角类	密度	7		9	16	11	6	3	5	6	8	
	生物量	0.11		0.13	0.25	0.15	0.09	0.05	0.10	0.07	0.12	
桡足类	密度	3		6	10	7	3	3	2	1	4	
	生物量	0.05		0.08	0.11	0.08	0.03	0.03	0.02	0.01	0.05	
总计	密度	80		111	182	145	200	105	88	85	124	
	生物量	1.42		1.83	3.22	2.47	3.99	1.73	1.54	1.49	2.21	

c) 生物多样性评价

8 个采样点的浮游动物的生物多样性指数较高，均在 2 以上，表明这 8 个采样点的浮游动物种类丰富而且各种类数量均匀；采样点 5 三块石电站出水口的 Shannon-Weiner 浮游动物生物多样性指数最高，说明采样点的浮游动物种类较多，且种类数量均匀。

表 4.2.5-7 调查区各采样点浮游动物生物多样性指数

生物多样性指数	采样点								平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	
shannon 指数 H'	2.13	2.12	2.32	2.32	2.76	2.15	2.11	2.16	2.26

4.2.5.4 底栖动物

a) 种类组成

8 个采样点共检出底栖动物种类 12 种，各采样点常见的底栖生物有折叠萝卜螺(*Radix plicatula*)、背角无齿蚌(*Anodonta woodiana*)、多足摇蚊(*Polypedilum* sp.)、水丝蚓(*Limnodrilus*)等。

表 4.2.5-8 评价区各门类底栖动物种类数及所占比例(%)

项目	种类			合计
	节肢动物	软体动物	环节动物	
种类数	3	6	3	12
比例(%)	25	50	25	100

b) 密度和生物量

调查区水体中底栖动物的平均密度为 46ind./L，平均生物量为 3.61g/m²。其中环节动物评价密度最高，为 28ind./L；软体动物平均生物量最高，为 2.99g/m²。

评价区底栖动物密度总体来看，采样断面的平均密度由高到低依次为三块石电站出水口 > 坝前 > 玉溪镇 > 双江镇 > 姬山河 > 双江河 > 坛罐窑河 > 三星枢纽坝下。总体来说，干流底栖动物密度要高于支流河段。

干流河段中底栖动物密度最高的是三块石电站出水口采样点，该采样点位于潼南航电枢纽库区内，底栖动物现存量相对较高。底栖动物的群落结构除了受水温、光照等气候因子的影响还受上游干流、支流的来水及周围点、面源的污染等的影响。随着工农业生产的发展，区域开发程度提高，进入水体的营养物质增加，双江镇和玉溪镇这 2 个采样点的底栖动物密度也相对较高。三星枢纽坝下采样点现阶段为流水生境，底栖动物密度相对较低。各采样点底栖动物生物量变化趋势和密度变化趋势基本一致。

表 4.2.5-9 评价区水域底栖动物的密度(ind./m²)和生物量(g/m²)

		时期	干流					支流			平均	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
环节动物	密度	春季	15	38	41	31	48	21	15	18	28	
	生物量		0.34	0.65	0.82	0.6	0.79	0.24	0.19	0.21	0.48	
软体动物	密度		2	8	5	5	2	6	4	3	4	
	生物量		2.85	4.53	3.21	3.53	2.12	3.24	2.42	2.01	2.99	
节肢动物	密度		5	11	13	10	43	8	4	9	13	
	生物量		0.06	0.13	0.17	0.12	0.37	0.12	0.05	0.14	0.15	
总计	密度		22	57	59	46	93	35	23	30	46	
	生物量		3.25	5.31	4.2	4.25	3.28	3.6	2.66	2.36	3.61	
环节动物	密度		秋季	11	35	37	26	37	17	13	14	24
	生物量			0.32	0.60	0.75	0.56	0.72	0.20	0.17	0.18	0.44
软体动物	密度	2		7	5	5	2	5	4	2	4	
	生物量	2.65		4.21	2.92	3.32	1.93	2.69	2.15	1.75	2.70	
节肢动物	密度	5		10	12	9	31	7	4	8	11	
	生物量	0.06		0.12	0.15	0.11	0.34	0.10	0.04	0.12	0.13	
总计	密度	18		53	54	40	70	29	20	24	38	
	生物量	3.02		4.94	3.82	4.00	2.98	2.99	2.37	2.05	3.27	

c) 生物多样性评价

8 个采样点的底栖动物的生物多样性指数较低，均在 2 以下，表明这 8 个采样点的底栖动物种类不丰富；采样点 5 三块石电站出水口的生物多样性指数最高，说明采样点的底栖动物种类相对较多，且种类数量均匀。

表 4.2.5-10 调查区各采样点浮游动物生物多样性指数

生物多样性指数	采样点								平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	
shannon 指数 H'	1.02	1.23	1.17	1.43	1.63	1.05	1.12	1.12	1.22

4.2.5.5 水生维管束植物

根据现场调查，评价区共有水生植物 12 科 23 属 31 种。其中挺水植物 12 种，浮水植物 5 种，漂浮植物 4 种，沉水植物 10 种。水域分布主要为眼子菜科、水鳖科、满江红科、浮萍科植物；湿地分布则以禾本科、莎草科、蓼科、泽泻科

植物为多。组成水生植被的优势植物主要为世界广布种，如浮萍等，其次为眼子菜、莲、黑藻、狸藻等。

4.2.5.6 鱼类

a) 种类组成

据文献记载，涪江潼南段分布有 111 种鱼类，分别隶属于 5 目 13 科 61 属。2013 年 10 月，重庆师范大学生命科学学院在潼南航电枢纽环评阶段调查中，调查到三块石水电站至潼南航电枢纽坝下 2km 有鱼类 4 目、9 科、40 属、48 种。根据潼南区渔政站提供的渔获物监测数据等资料及西南大学生命科学学院编制完成的《重庆市潼南区江河鱼类资源现状调查及保护研究专题报告》(2015)，总结出涪江潼南段有鱼类 81 种。2019 年 7 月现场调查阶段，共调查到鱼类 33 种。

b) 区系组成

评价区鱼类可以划分为以下 3 个区系类群：

1) 老第三纪原始类群 包括鲃亚科、鲤亚科等 4 个大类。其特点是他们的祖先都曾在中国广泛分布过。在新第三纪由于气候等原因，其后裔大部分仅存留于秦岭以南，但在北方仍保留有部分种属。评价区有鲤、鲫、泥鳅、鳊等。

2) 东亚类群 包括鲃亚科、鲴亚科、鲢亚科、鳊亚科、鳊亚科的绝大部分及雅罗鱼亚科的青鱼—草鱼—赤眼鳟和鳊—鳊—鳊两个东亚群。其演化的历史较短，分布被局限于北起黑龙江流域，南至红河水系的东亚地区。规划区主要有草鱼、蛇鳊等。

3) 南方类群 仅指野鲮亚科一类起源于青藏高原隆起的早期，沿高原的南侧辐射分布。在我国分布北限不越过秦岭，仅集中于云南、四川、贵州等省。评价区有华鲮等。

c) 食性类型

从食性上看，评价区鱼类可分为 3 大类：

1) 植食性鱼类包括以维管植物为食的草鱼和以周丛植物为食的鲴亚科鱼类等。

2) 肉食性鱼类包括以鱼类为主要捕食对象的鲇、乌鳢等及以底栖动物、底栖动物为食的青鱼等。

3) 杂食性鱼类该类鱼食谱广，包括小型动物、植物及其碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。包括鲤、鲫、泥鳅、鳊等。

d) 栖息类型

评价区鱼类依据其对水流态的适应性，可分为下列 2 种栖息类型：

1) 流水类群 此类群主要或完全生活在江河流水环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。该类群有宽鳍鱮、马口鱼、草鱼、鳙、鲢、蛇鮈等。

2) 静缓流类群 此类群适宜生活于静缓流水水体中，或以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性，部分种类须在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，该类群种类有泥鳅、中华鲮、棒花鱼、鲤、鲫、鲇、南方鲇、大眼鳊、斑鳊、月鳢、黄鳊等。

e) 产卵类型

评价区鱼类产卵类型可以分为 4 类：

1) 产粘沉性卵类群

本水域鱼类绝大多数鱼类为产粘沉性卵类群。

这一类群包括包括鲇形目的瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)、鲇等。鲤科的宽鳍鱮(*Zacco platypus*)、马口鱼(*Opsariichthys bidens*)、鲤、鲫等。鳅科的泥鳅等。其产卵季节多为春夏间，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。

少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵，其卵有的黏附于水草发育，如鲤、鲫、泥鳅等；有的黏附于砾石，如鲇等。

2) 产漂流性卵类群

产漂流性卵鱼类，产卵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。这类鱼有鲢、鳙、草鱼等。

3) 产浮性卵类群

乌鳢、大眼鳊、斑鳊等鱼类的卵具油球，在水中漂浮发育。

4) 特异性产卵类群

高体鳊多产卵于蚌类的鳃瓣中发育。

f) 鱼类资源现场调查

根据历史调查成果，涪江为山区性河流、渔业发展缓慢。当地农民大多数在农闲时外出捕鱼，渔具较为简陋，暂时没有大规模的人工养殖。捕捞方式以撒网、流刺网和滚钩为主，均为单船作业。据实地考察及访问，历史上调查河段的优势鱼类为中华倒刺鲃、白甲鱼、黄颡鱼、南方鲇、鲤、鲫等，其中，中华倒刺鲃、白甲鱼为历史上主要的经济鱼类。现阶段评价区内已基本没有专业渔民，仅潼南坝下上和镇等区域有部分渔民在涪江中捕鱼。

1) 涪江干流

(1) 双江坝址至三星枢纽坝下段

评价区内禁渔期内执行了严格的禁渔措施，2019年7月禁渔期结束后，调查人员通过在双江坝址至三星枢纽坝下段玉溪镇雇佣渔民捕捞的方式调查到鱼类33种。渔获物以鲮、鲫、瓦氏黄颡鱼、大鳍鱮、黑尾近红鲃、鲤、蛇鮈等适宜在静水缓流栖息的鱼类为主。2020年8月调查到鱼类27种，以鲮、银飘鱼、鲤、银鮈、鲫、黄尾鲮、棒花鱼、草鱼为主。宽鳍鱮、马口鱼、银鲌、翘嘴鲃、蒙古鲃等适应流水生活的鱼类在渔获物中的比例要略高于其它河段。

表 4.2.5-11 2019年7月双江坝址至三星枢纽坝下段现场调查渔获物统计表

序号	物种	数量 (个)	重量 (kg)	数量比	重量比
1	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	54	1.03	9.78%	2.79%
2	鲫 <i>Carassius auratus</i>	46	4.09	8.33%	11.14%
3	瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	32	1.09	5.80%	2.96%
4	大鳍鱮 <i>Mystus macropterus</i>	28	0.90	5.07%	2.44%
5	黑尾近红鲃 <i>Ancherythroculter nigrocauda</i>	27	1.81	4.89%	4.92%
6	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	25	3.35	4.53%	9.12%
7	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	25	0.28	4.53%	0.75%
8	宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	23	0.35	4.17%	0.94%
9	马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	21	0.29	3.80%	0.80%
10	黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	20	0.14	3.62%	0.38%
11	银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	19	0.30	3.44%	0.83%
12	花[鱼骨] <i>Hemibarbus maculatus</i>	19	0.70	3.44%	1.91%
13	鲇 <i>Silurus asotus</i>	18	1.96	3.26%	5.34%
14	吻鮈 <i>Rhinogobio typus</i>	17	0.43	3.08%	1.16%

序号	物种	数量(个)	重量(kg)	数量比	重量比
15	银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>	16	1.94	2.90%	5.27%
16	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	16	3.41	2.90%	9.27%
17	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	15	3.17	2.72%	8.61%
18	鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	14	2.77	2.54%	7.54%
19	翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	14	0.94	2.54%	2.55%
20	蒙古鲌 <i>Culter mongolicus</i>	13	0.96	2.36%	2.62%
21	南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	13	1.72	2.36%	4.67%
22	细鳞鲴 <i>Xenocypris microlepis</i>	12	1.42	2.17%	3.85%
23	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	11	0.10	1.99%	0.27%
24	似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	11	0.52	1.99%	1.41%
25	中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	10	0.06	1.81%	0.16%
26	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	9	1.07	1.63%	2.91%
27	乌鳢 <i>Ophiocephalus argus</i>	9	0.88	1.63%	2.40%
28	黄鲢 <i>Monopterus albus</i>	4	0.27	0.72%	0.74%
29	斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	4	0.38	0.72%	1.02%
30	华鲮 <i>Sinilabeo rendahli</i>	3	0.34	0.54%	0.91%
31	银鮠 <i>Squalidus argentatus</i>	2	0.02	0.36%	0.07%
32	唇[鱼骨] <i>Hemibarbus labeo</i>	1	0.08	0.18%	0.20%
33	棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	1	0.01	0.18%	0.03%
	合计	552	36.75	100.00%	100.00%

表 4.2.5-12 2020 年 8 月双江坝址至三星枢纽坝下段现场调查渔获物统计表

序号	物种	数量(尾)	重量(kg)	数量比	重量比
1	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	21	0.27	10.66%	2.74%
2	银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	18	0.27	9.14%	2.71%
3	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	16	1.06	8.12%	10.61%
4	银鮠 <i>Squalidus argentatus</i>	15	0.14	7.61%	1.36%
5	鲫 <i>Carassius auratus</i>	11	0.58	5.58%	5.86%
6	黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>	11	1.12	5.58%	11.27%
7	棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	9	0.06	4.57%	0.63%
8	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	8	0.98	4.06%	9.88%
9	高体鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	8	0.05	4.06%	0.48%

序号	物种	数量(尾)	重量(kg)	数量比	重量比
10	鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	7	1.00	3.55%	10.05%
11	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	7	0.06	3.55%	0.56%
12	黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	6	0.07	3.05%	0.66%
13	鲇 <i>Silurus asotus</i>	6	0.52	3.05%	5.18%
14	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	6	0.75	3.05%	7.53%
15	瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	5	0.28	2.54%	2.81%
16	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	5	0.04	2.54%	0.40%
17	蒙古鲃 <i>Culter mongolicus</i>	5	0.47	2.54%	4.67%
18	斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	5	0.44	2.54%	4.37%
19	翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>	4	0.39	2.03%	3.90%
20	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4	0.04	2.03%	0.36%
21	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	4	0.34	2.03%	3.45%
22	花[鱼骨] <i>Hemibarbus maculatus</i>	3	0.29	1.52%	2.89%
23	吻鮈 <i>Rhinogobio typus</i>	3	0.02	1.52%	0.24%
24	南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	3	0.31	1.52%	3.13%
25	乌鳢 <i>Ophiocephalus argus</i>	3	0.26	1.52%	2.59%
26	大鳍鱬 <i>Hemibagrus macropterus</i>	2	0.14	1.02%	1.39%
27	黄鲢 <i>Monopterus albus</i>	2	0.03	1.02%	0.26%
	合计	197	9.96	100.00%	100.00%

(2) 双江坝下至潼南航电枢纽坝址段

由于潼南境内涪江上游三块石电站大坝至下游潼南航电枢纽工程大坝之间的涪江干流及支流(包括潼南人工运河)的所有水域已被设立为全面禁渔区,库区江段的鱼类资源调查以统计沿途钩钓渔获物为主,钩钓的渔获物主要为鳊、鲤、鲫、马口鱼、花鲢等。

(3) 潼南航电枢纽坝下段

评价区内 4 至 6 月禁渔期内执行了严格的禁渔措施,因此鱼类资源调查选择在 2019 年 7 月进行。2019 年 7 月,调查人员通过在上和镇雇佣渔民捕捞的方式调查到鱼类 406 尾 21 种,渔获物以鲫、鲤、蛇鮈、银鲌、鳊等适宜在静水缓流栖息的鱼类为主。2020 年 8 月调查到鱼类 157 尾 20 种,渔获物以鳊、鲫、鲤、瓦氏黄颡鱼、黄尾鲌、蒙古鲃为主。

表 4.2.5-13 2019 年 7 月潼南航电枢纽坝下段现场调查渔获物统计表

	物种	数量(个)	重量(kg)	数量比	重量比
1	鲫 <i>Carassius auratus</i>	67	3.28	16.50%	17.24%
2	大鳍鱩 <i>Mystus macropterus</i>	57	2.17	14.04%	11.37%
3	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	43	3.70	10.59%	19.42%
4	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	32	0.51	7.88%	2.69%
5	银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>	26	2.50	6.40%	13.11%
6	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	24	0.50	5.91%	2.65%
7	马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	22	0.17	5.42%	0.88%
8	花[鱼骨] <i>Hemibarbus maculatus</i>	21	1.83	5.17%	9.59%
9	瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	21	1.20	5.17%	6.29%
10	大眼鳊 <i>Siniperca kneri</i>	16	0.78	3.94%	4.12%
11	宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	14	0.12	3.45%	0.61%
12	中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	14	0.07	3.45%	0.37%
13	吻鮈 <i>Rhinogobio typus</i>	11	0.25	2.71%	1.33%
14	光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	11	0.54	2.71%	2.83%
15	银鮈 <i>Squalidus argentatus</i>	6	0.08	1.48%	0.41%
16	南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	6	0.62	1.48%	3.24%
17	唇[鱼骨] <i>Hemibarbus labeo</i>	5	0.38	1.23%	2.00%
18	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3	0.02	0.74%	0.09%
19	子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	3	0.02	0.74%	0.09%
20	翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	2	0.19	0.49%	1.01%
21	华鲮 <i>Sinilabeo rendahli</i>	2	0.13	0.49%	0.68%
	合计	406	19.05		

表 4.2.5-14 2020 年 8 月潼南航电枢纽坝下段现场调查渔获物统计表

序号	物种	数量(尾)	重量(kg)	数量比	重量比
1	鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	32	0.67	20.38%	5.19%
2	鲫 <i>Carassius auratus</i>	21	1.11	13.38%	8.59%
3	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	15	1.01	9.55%	7.75%

序号	物种	数量(尾)	重量(kg)	数量比	重量比
4	瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	9	0.86	5.73%	6.67%
5	黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>	8	1.06	5.10%	8.15%
6	蒙古鲃 <i>Culter mongolicus</i>	8	0.90	5.10%	6.91%
7	高体鳊 <i>Rhodeus sinensis</i>	8	0.05	5.10%	0.37%
8	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	7	1.58	4.46%	12.21%
9	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	6	0.08	3.82%	0.60%
10	鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	6	1.78	3.82%	13.70%
11	花[鱼骨] <i>Hemibarbus maculatus</i>	5	0.47	3.18%	3.59%
12	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	5	1.21	3.18%	9.30%
13	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	5	0.48	3.18%	3.67%
14	鲇 <i>Silurus asotus</i>	4	0.30	2.55%	2.35%
15	翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>	4	0.34	2.55%	2.65%
16	南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	4	0.61	2.55%	4.72%
17	斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	4	0.34	2.55%	2.59%
18	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3	0.03	1.91%	0.25%
19	乌鳢 <i>Ophiocephalus argus</i>	2	0.02	1.27%	0.19%
20	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	1	0.08	0.64%	0.59%
	合计	157	12.96	100.00%	100.00%

2) 涪江主要支流

(1) 坛罐窑河

2019年7月,调查人员在坛罐窑河杜家院子段使用地笼网、流刺网进行了鱼类资源调查。现场调查到鱼类14种,渔获物以鳊、马口鱼、宽鳍鱲、中华鳊、泥鳅、鲫等小型鱼类为主。

表 4.2.5-15 2019年7月坛罐窑河段现场调查渔获物统计表

种类	数量(个)	重量(g)	数量比	重量比
1. 鳊 <i>Hemiculter leucisculus</i>	53	742	24.20%	18.16%
2. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	37	444	16.89%	10.87%
3. 宽鳍鱲 <i>Zacco platypus</i>	31	403	14.16%	9.87%
4. 中华鳊 <i>Rhodeus sinensis</i>	31	124	14.16%	3.04%

种类	数量(个)	重量(g)	数量比	重量比
5. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	13	104	5.94%	2.55%
6. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	12	672	5.48%	16.45%
7. 黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	12	72	5.48%	1.76%
8. 蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	8	72	3.65%	1.76%
9. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	7	742	3.20%	18.16%
10. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	6	456	2.74%	11.16%
11. 银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	3	63	1.37%	1.54%
12. 吻鮈 <i>Rhinogobio typus</i>	3	51	1.37%	1.25%
13. 南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	2	108	0.91%	2.64%
14. 鲇 <i>Silurus asotus</i>	1	32	0.46%	0.78%
合计	219	4085	100.00%	100.00%

(2) 姬山河

2019年7月,调查人员在姬山河下游使用地笼网、流刺网进行了鱼类资源调查。姬山河位于潼南枢纽库区,水流平缓,下游汇入人工运河,不直接汇入涪江,姬山河建有多座拦河灌溉坝,距离河口最近的拦河坝约3km。现场调查到鱼类14种,渔获物以鲮、马口鱼、宽鳍鱲、中华鲮、泥鳅、鲫等小型鱼类为主。

表 4.2.5-16 2019年7月姬山河段现场调查渔获物统计表

种类	数量(个)	重量(g)	数量比	重量比
1. 鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	45	630	48.91%	45.85%
2. 中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	21	105	22.83%	7.64%
3. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	8	56	8.70%	4.08%
4. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	3	192	3.26%	13.97%
5. 黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	11	77	11.96%	5.60%
6. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	2	204	2.17%	14.85%
7. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	1	67	1.09%	4.88%
8. 鲇 <i>Silurus asotus</i>	1	43	1.09%	3.13%
合计	92	1374	100.00%	100.00%

(3) 双江河

2019年7月,调查人员在双江河下游使用地笼网、流刺网进行了鱼类资源调查。双江河潼南段位于双江古镇景区内,人为干扰较为明显,建有多座拦河坝,

最下一个拦河坝距离河口约 1km。河道渠化也较为严重。鱼类资源并不丰富，渔获物以鳅、黑鳍鲈、中华鲮、鲤、鲫等静水鱼类为主。

表 4.2.5-17 2019 年 7 月双江河下游段现场调查渔获物统计表

种类	数量(个)	重量(g)	数量比	重量比
1. 鳅 <i>Hemiculter leucisculus</i>	31	434	29.25%	13.64%
2. 黑鳍鲈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	21	147	19.81%	4.62%
3. 中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	18	90	16.98%	2.83%
4. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	14	1456	13.21%	45.77%
5. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	11	693	10.38%	21.79%
6. 蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>	4	44	3.77%	1.38%
7. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	3	171	2.83%	5.38%
8. 银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	3	33	2.83%	1.04%
9. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	1	113	0.94%	3.55%
合计	106	3181	100.00%	100.00%



调查租用的渔船(2019 年)



调查租用的渔船(2020 年)



统计钩钓渔获物(三块石电站出水口处)



地笼网渔获物



渔获物(花[鱼骨])



渔获物(黄尾鲮)



渔获物(大鳍鱖)



渔获物(蒙古鲃)



渔获物(斑鳅)



渔获物(鲃)



渔获物(蛇鮠)



渔获物(银鮡)



渔获物(鲮)



渔获物(团头鲂)

g) 重要珍稀、特有鱼类

文献记录的潼南区的 81 种鱼类中，有国家二级保护鱼类胭脂鱼，有重庆市级保护鱼类 3 种，分别是岩原鲤和长薄鳅、鲮。

1) 胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*): 国家二级保护动物。具有体型大，生长快，肉厚，味美等特点。喜生活在水质清新的水体中，要求较高的溶氧量。其食物随栖息环境的不同而有差异，主要以底栖无脊椎动物为食。生殖期为 3 月~4 月，产卵场的水流较湍急，多在砾石或乱石滩上。

根据历史资料记载，在富金坝电站成库前可见胭脂鱼，在成库后很少见其踪影。本次调查及潼南航电枢纽环评阶段均未采集到胭脂鱼。

2) 长薄鳅(*Leptobotia elongata*): 属鲤形目，鳅科，沙鳅亚科，薄鳅属，是鳅科鱼类中最大的一种，常见个体重 0.5kg~1.0kg，最大个体 2.0kg~3.0kg。在长江干流、涪江和嘉陵江数量较多。属凶猛性底栖鱼类，生活在水流较急的河滩处。以鱼为食，也食虾类、水生昆虫成虫及幼虫。长薄鳅系长江上游特有种，为列入保护动物名录。

本次调查及潼南航电枢纽环评阶段均未采集到长薄鳅。2014 年至 2015 年，西南大学生命科学院调查人员在涪江调查到了长薄鳅。

3) 岩原鲤(*Procypris rabaudi*): 肉厚质嫩, 味鲜美。栖息于水流较缓的底层, 冬季多在岩洞或深沱中越冬。食性较杂, 主要摄取底栖动物为食, 如水生昆虫、淡水壳菜、蚰等, 其次是浮游植物等。性成熟年龄约为 4 龄, 生殖季节在 2 月~4 月, 产卵盛期 2 月~3 月。分批产卵, 卵具有粘性, 常附着在石砾上孵化。分布于长江上游干支流。

本次调查及潼南航电枢纽环评阶段均未采集到岩原鲤。2014 年至 2015 年, 西南大学生命科学院调查人员在涪江调查到了岩原鲤。

4) 鳊(*Ochetobius elongatus*): 鳊外形似鳊, 但性情较温和, 有江湖洄游的习性。每年 7 月~9 月进入湖泊中肥育, 到生殖季节时重又回到江河急流中进行生殖。生殖季节为 4 月~6 月, 性成熟年龄为 3 冬龄~5 冬龄。产卵场所需要有流水, 而在静水中不能繁殖。

鳊在评价区内已多年未曾捕获。

4.2.5.7 鱼类重要生境

a) 产卵场

1) 产粘草基质鱼类产卵场

调查区部分鱼类产粘性卵, 繁殖期在 3 月~4 月份, 主要有鲤、鲫等。这些鱼类繁殖需要砾石、沙石底质和水草环境, 鱼类产卵后, 受精卵或入砾石缝中, 或粘附沙砾上, 或埋藏于沙砾中, 或粘附于水生高等植物体上, 在河水良好的溶氧环境中顺利孵化。

根据《潼南县天然水域鱼类产卵场分布情况表》(潼南县农业局, 2009.3.28) 记载, 评价区内分布有 5 处成规模的粘草基质鱼类产卵场。其中, 双江库区有高家河埝、绣台子、金毛滩、抬梁沱 4 处, 产卵场长度均在 200m 左右、双江坝下有洗布塘 1 处, 产卵场长度在 200m~600m 之间。

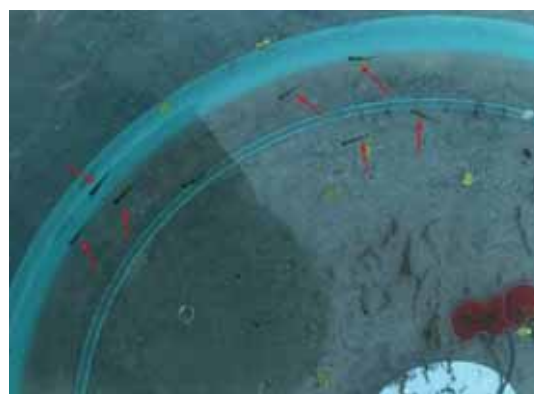
调查人员于 2019 年 5 月针对上述 5 处产卵场进行了鱼类产卵场调查, 调查以利用抄网等网具在鱼类产卵场及仔鱼、稚鱼的栖息地进行主动采集的方式进行调查。现场调查阶段, 调查人员在高家河埝、抬梁沱、洗布塘等产卵场岸边均能采用手抄网主动捕捞到一定数量鲤、鲫等的仔鱼。调查结果表明, 高家河埝、绣台子、金毛滩、抬梁沱、洗布塘等 5 处粘草基质鱼类产卵场仍然是评价区内产粘草基质卵鱼类的重要产卵场。

表 4.2.5-18 评价区粘草基质鱼类产卵场分布情况表

序号	所在区域	产卵场名称	范围及生境现状	主要产卵鱼类
1	库区	高家河埝	高家河埝上下 100m, 水流较为平缓	鲤、鲫等
2		绣台子	绣台子上下 100m, 位于三块石库区内	鲤、鲫等
3		金毛滩	金毛滩上下 100m, 位于三块石库区内, 两岸水草丰富	鲤、鲫、鲃等
4		抬梁沱	回龙坝附近水域、位于三块石库区内	鲤、鲫等
5	坝下	洗布塘	城区上游洗布村, 由廖家洲沙坝构成, 洗布塘上下 200m	约 100 亩, 鲤、鲫等产粘性卵种类



洗布塘产卵场现状



现场调查到的仔鱼

2) 产粘砾石基质鱼类产卵场

调查区内大鳍鲮、鲃、中华倒刺鲃等鱼类产卵一般对所需环境条件要求不高。一般的砂、砾石底质, 水流较缓但能保持一定流速的河滩均适宜其产卵。虽然进入产卵场前有短距离逆水洄游的习性, 但其产卵活动对水位涨落、流速改变没有特别需要。

根据《潼南县天然水域鱼类产卵场分布情况表》记载, 评价区内分布有 7 处成规模的粘砾石基质鱼类产卵场。其中, 库区内有菜棒子、毛鞍子、白杨滩、响水滩、猪槽石滩、坛灌窑 6 处, 产卵场长度在 300m~400m 之间。坝下有黄角塘 1 处产卵场, 主要产卵鱼类为南方鲃、中华倒刺鲃等。

调查人员于 2019 年 5 月进行了鱼类产卵场调查, 调查以利用抄网等网具在鱼类产卵场及仔鱼、稚鱼的栖息地进行主动采集的方式和利用设置底层圆锥网被动采集鱼卵的方式结合的方式进行调查。调查人员在三块石坝下采用圆锥网进行早期资源调查, 调查收集到 3 个鱼卵, 经鉴定为鲃的卵, 收集到仔鱼 154 尾, 经解剖镜观察, 分别为鲃、中华倒刺鲃、翘嘴鲃、黄颡鱼、子陵吻鰕虎鱼 5 种。

表 4.2.5-19 评价区粘砾石基质鱼类产卵场分布情况表

序号	所在区域	产卵场名称	范围及生境现状	主要产卵鱼类
1	库区	菜棒子	菜棒子上下 200m, 急流卵石滩	南方鲇、中华倒刺鲃、鲴类
2		毛鞍子	毛鞍子上下 150m, 水较流动, 形成漩涡	黄颡鱼、大鳍鲮及鲴
3		白杨滩	白杨滩上下 200m, 流水浅滩, 有回水沱	华鲮、白甲鱼、鲴类
4		响水滩	响水滩上下 200m, 水流较缓, 卵石较多	黄颡鱼、大鳍鲮、鲴等
5		猪槽石滩	猪槽石滩上下 150m 水流平缓, 以下为三块石库区	鳊、鲃等
6		坛灌窑	坛灌窑上下 200m, 位于三块石坝下, 水流量较小	黄颡鱼、大鳍鲮、鲴、鲤、鲫等
	坝下	黄角塘	金龙寺—红岩嘴	南方鲇、中华倒刺鲃类



坛灌窑产卵场



使用圆锥网进行早期资源调查



现场调查收集到的鱼卵

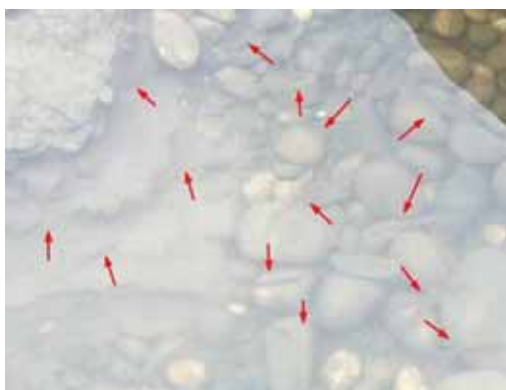


现场调查收集到的仔鱼

b) 索饵场

涪江潼南双江段索饵场主要集中分布于潼南航电枢纽坝下上和江段, 此江段水面开阔, 岸滩平缓, 水生植被较为丰富, 是鱼类幼苗集中索饵的场所。另外, 在三块石与观音场之间分布有数个河洲沙滩, 由于上有三块石电站运河引用了部

分来水，枯水季节这些沙洲露出水面，长有草丛，汛期随着来水增大，主河道水位抬升，沙洲被淹没，形成季节性索饵场。上和和三块石这 2 处索饵场均位于双江航电枢纽坝下江段。此外，库区内金毛滩、猪槽石滩、高家河埝段水生植物丰富，也是评价区鱼类重要的索饵场所。



岸边索饵的仔鱼



三块石索饵场

c) 越冬场

涪江潼南段鱼类越冬场主要分布于富金坝库区，城区河段由于水位较低，加之三块石运河引水，缺乏深水潭、沱，无鱼类越冬条件。根据 2019 年 5 月现场调查结果，潼南航电枢纽坝址至莲花大桥段已成为评价区鱼类的主要越冬场所。



坝址至莲花大桥段鱼类越冬场

d) 洄游通道

根据环评阶段调查成果，随着嘉陵江水电梯级工程开发及河流渠化的进程，尤其是涪江下游渭沱电站、富金坝电站的兴建，阻断了长江干流及嘉陵江鱼类进入涪江繁殖、索饵的通道，潼南城区上游三块石电站、东风电站、文峰电站及螺丝池电站、金华电站、白禅寺电站的兴建又阻断了涪江下游鱼类与中上游之间的洄游通道。目前，在涪江下游段三块石电站与富金坝电站之间仅存不足 40km 的河段(其中约 20 余公里已成库区)，鱼类洄游通道的功能已经几近消失。

双江航电枢纽下游潼南航电枢纽至上游三星枢纽长度仅约 30 km，仅三块石坝下 4.5km 为天然流水江段，本河段流速、流态均不能够满足四大家鱼产卵需要。仍能在本江段产漂流性卵的鱼类不多，它们可能分布在双江坝址上游和下游江段，但只能在坝址上游的流水环境中产卵，卵苗发育时也需顺水漂流。根据评价江段鱼类组成分析，属于这一类型的鱼类包括：中华倒刺鲃、赤眼鳟、寡鳞飘鱼、蒙古鲃、吻鮠、长薄鳅、蛇鮠等。双江枢纽江段是其必经的洄游通道。

本江段激流中产粘性卵的鱼类可以在潼南库区索饵和越冬，但繁殖季节需上溯到三块石及其上游的流水江段产粘性卵并完成孵化，部分幼鱼将下移到库区水域生长，双江江段也是其必经的洄游通道。根据评价江段鱼类组成分析，属于这一类型的鱼类包括：岩原鲤、大口鲈、黄颡鱼属、长吻鮠、鲴类、棒花鱼、大鳍鱮、鮡科等种类或类群。

双江江段处于潼南航电枢纽回水末端与上游三块石坝下 4.5km 流水江段处，对鱼类洄游具有较为重要意义。①上行通道：本江段分布的鱼类中，凡是在潼南库区江段索饵和越冬，但需在流水中繁殖的种类，繁殖亲体除一部分可以在黄角塘产卵场繁殖外，大多数需要通过双江断面上行。②下行通道：上述鱼类中，一部分种类的亲体繁殖后需下移到潼南枢纽库区索饵，漂流性卵苗发育过程中需顺水漂流，上游江段粘性卵鱼类孵化的部分幼鱼也会下移到潼南枢纽库区索饵和生长。这些鱼类亲体或卵苗的下行都需要经过双江枢纽江段。

4.2.6 生态环境敏感区

4.2.6.1 潼南区定明山—运河市级风景名胜区

定明山—运河风景名胜区为重庆市级风景名胜区，1999 年经重庆市政府批准成立(渝府[1999]74 号)，由定明山—运河风景名胜区管理委员会管理。《潼南区定明山—运河市级风景名胜区总体规划(2005-2020)》于 2006 年通过专家评审。

风景区涉及潼南区梓潼镇、双江镇、桂林镇三个乡镇，东至大佛寺、杨闇公烈士陵园、杨尚昆陵园；西南以县城规划界和涪江南分水岭为界，双江镇以《重庆市潼南县双江镇历史街区保护规划设计》中确定的风貌协调区为界，北以运河北的大屋场湾、高垭口、庙坡、斑竹冲、庙坝、三块石电站为界，范围包括大佛寺、杨闇公烈士陵园、杨尚昆陵园、运河、双江古镇核心区以及所围合的涪江段。风景区总面积 32.1km²，外围保护区范围为风景区用地范围之外一定地域，有较明确的地理标志。其范围为风景区外侧 0.5km~1km 范围，外围保护区面积 12km²。

潼南定明山—运河风景区以大佛寺宗教旅游资源和双江历史文化名镇为主要特色，兼有山水、生态农业等自然景观，集宗教文化、古镇风情、乡村休闲、红色旅游为一体，可供游览观光、休闲度假、科学考察的重庆市级风景名胜区。

风景区共分为三个景区，即大佛寺景区、双江古镇景区、运河景区。其中大佛寺景区范围东至涪江，西南至杨闇公烈士陵园、杨尚昆陵园，面积 2.4km²；双江古镇景区范围以《重庆市潼南县双江镇历史街区保护规划设计》中确定的核心保护区为界，面积 0.4km²；运河景区范围北以运河北 100m 为界，南至涪江常水位以北 100m 为界，面积 29.3km²。

规划中把史迹保护区划作一级保护区，一级保护区面积为 0.8km²，在一级保护区内可以安置必需的步行游赏道路和相关设施，严禁建设与风景无关的设施，不得安排旅宿床位，机动交通工具不得进入此区；把风景游赏区划作二级保护区，二级保护区面积为 7.2km²，在二级保护区内可以安排少量旅宿设施，但必须限制与风景游赏无关的建设，应限制机动交通工具进入本区；在风景区范围内，对以上各级保护区之外的地区划为三级保护区，三级保护区面积为 19.7km²，在三级保护区内，应有序控制各项建设与设施，并应与风景环境相协调。

双江航电枢纽工程位于运河景区，涉及风景恢复区和风景游赏区，工程附近景点有“三块石电站”、“三块石船闸”、“珍珠滩”，其中“三块石电站”、“三块石船闸”为四级人文景点，“珍珠滩”为四级自然景点。根据《潼南区定明山—运河市级风景名胜区总体规划(2005-2020)》，结合施工布置，双江航电枢纽工程布置及回水淹没均不涉及核心景区，但工程 0.16km 的闸坝、部分围堰、1#公路、坝址左岸工区位于风景名胜区二级保护区和三级保护区，水库淹没的风光名胜区面积位于二级保护区。

工程占用风景名胜区面积共计 16.12hm²，其中永久占地面积 11.64hm²，全部位于二级保护区；临时占地 4.48hm²，其中占用二级保护区面积为 4.06hm²，占用三级保护区面积 0.42hm²。

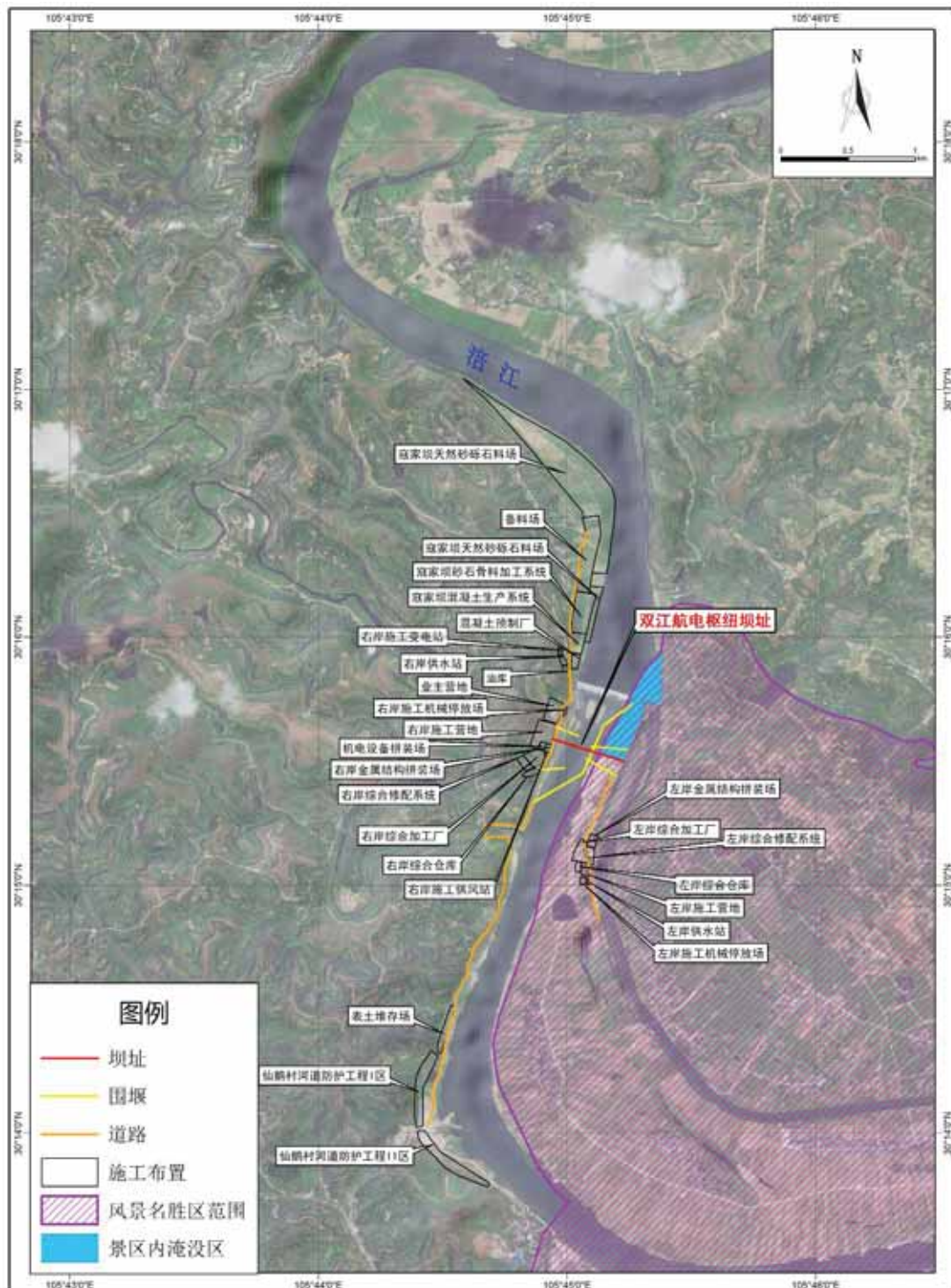


图 4.2.6-1 定明山—运河市级风景名胜区与工程区位关系示意图

4.2.6.2 潼南区涪江国家湿地公园

2010年12月，国家林业局颁发《关于同意开展河北北戴河等45处湿地为国家湿地公园试点工作的通知》(林湿发[2011]61号)文件，批准建立重庆涪江国家湿地公园。重庆涪江国家湿地公园位于重庆市潼南区涪江流域，西起金佛大桥，东至潼南区别口镇，南北以常年丰水水位岸线外延100m为界(其中涪江大桥至

金佛大桥段南北两侧以河堤路为界，包含大佛寺景区)，总面积约为 1450hm²，以涪江河流湿地为主要保护对象。该国家湿地公园具有显著的生态、文化、旅游观光、美学和生物多样性价值的湿地景观，湿地生态特征显著。

根据具体工程布置，结合重庆涪江国家湿地公园功能区划图可知，涪江国家湿地公园位于双江枢纽下游涪江江段，为潼南枢纽的库区，距离双江枢纽坝址约为 13km，距离较远，双江枢纽工程施工建设不涉及涪江国家湿地公园。



图 4.2.6-2 涪江国家湿地公园与工程区位关系示意图

4.2.7 典型工程区生态环境现状

4.2.7.1 枢纽工程区生态环境现状

a) 坝址区生态环境现状

双江航电枢纽工程位于重庆市潼南区城区上游，坝址位于双江镇原三块石坝址下游约 500m 处，河流向右岸凸出，流向 SW20°，坝址河谷为宽阔“U”型。坝址两侧土地类型主要为河漫滩，覆盖的植被类型主要以灌丛和灌草丛为主，灌丛主要为枫杨灌丛和构树灌丛，灌草丛主要为草木犀灌草丛、五节芒灌草丛、小蓬草灌丛。分布于此区域的陆生野生动物主要有陆栖型两栖类、林栖傍水型和灌丛石隙型爬行类以及中华蟾蜍、饰纹姬蛙、中国石龙子、铜蜓蜥、北草蜥、乌梢蛇、黑眉锦蛇、草兔、戴胜、火斑鸠、强脚树莺、灰眶雀鹛和斑文鸟等。



坝址附近生态环境现状

b) 淹没区生态现状

根据工程布置和现场调查情况，双江航电枢纽工程坝顶全长 496.00m，坝顶高程 259.90m，正常蓄水位 249.00m，死水位 248m。根据区域内的地形地貌及植被的分布状况，共设置坝址上游白云沟断面、坝址上游小沟断面、薛家坝断面、李家嘴断面等共 4 处。

1) 白云沟断面



卫星图片



现场照片

左岸：农业植被——林地

右岸：林地——农业植被

2) 坝址上游小沟断面



卫星图片

左岸：农业植被

右岸：草地——农业植被

3) 薛家坝断面



卫星图片

左岸：农业植被——林地

右岸：草地——农业植被

4) 李家嘴断面



卫星图片

左岸：农业植被——林地

右岸：农业植被——林地



现场照片



现场照片



现场照片

根据现场实地调查,库区沿涪江两侧典型的植被多是农业植被—草丛—林地的组合。

(1) 左岸阶地农业植被以玉蜀黍为主,向上分布有毛竹和慈竹组成的林地;右岸近水边分布有黄荆、构树、竹叶花椒组成的灌木林地,向上阶地农田分布有玉蜀黍、水稻、核桃、桃等组成的农业植被。

(2) 左岸阶地农业植被以玉蜀黍为主,近水边及沙洲处分布有水蓼组成的草丛;右岸分布有双穗雀稗、白茅等组成的草丛,上部区域分布有玉蜀黍组成的农业植被。

(3) 左岸阶地农业植被以玉蜀黍为主,上部靠近居民区区域分布有加杨组成的乔木林地;右岸近水区域分布有水蓼、益母草和小蓬草组成的草丛,向上区域分布有玉蜀黍、薯类、豆类和蔬菜组成的农业植被。

(4) 左岸阶地农业植被以玉蜀黍为主,向上部区域分布有构树、黄荆组成的灌木林地;右岸阶地农业植被以玉蜀黍为主,向上部区域分布有枫杨、山合欢、加杨等组成的乔木林地。

从整体来看,双江航电枢纽工程淹没线下区域植被以农业植被为主,其次为草丛和灌木林地,常见农作物为玉蜀黍、水稻、豆类、薯类和蔬菜等,草丛主要为水蓼灌草丛、益母草灌草丛、小蓬草灌草丛等,灌木林地主要为黄荆灌丛、构树灌丛等,以上群系和种类均为本区域常见种类,参阅相关资料和现场调查核实,淹没线下未发现古树名木分布,未发现国家重点保护野生植物。

根据工程布置和现场调查,水库总淹没面积为 283.43hm²,其中陆地面积为 264.10hm²,水域面积为 19.33hm²,淹没区的土地类型主要以耕地、水利及水域设施用地、草地和灌木林地为主,植被类型主要有农业植被、灌丛、草丛等,农业植被主要为玉蜀黍、稻、薯类、豆类、蔬菜等,灌丛主要为黄荆灌丛、构树灌丛等,草丛主要为水蓼灌草丛、益母草灌草丛、小蓬草灌草丛等。常见动物有白鹡鸰、红尾水鸲、北红尾鸲、环颈雉、麻雀、八哥、喜鹊、棕背伯劳、黄臀鹌、池鹭、白鹭、牛背鹭、苍鹭、金翅雀、斑文鸟、中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、黑眉锦蛇、中国石龙子、铜蜓蜥、黄鼬等。

4.2.7.2 附属工程区生态环境现状


施工生产生活区包括机械停放场、供水站、综合仓库、施工营地、综合加工场、结束结构拼装场、施工变电站、业主营地等,占地面积 18200m²。施工生产





生活区生态环境现状见表 4.2.7-1。

表 4.2.7-1 施工生产生活区生态现状一览表

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
左岸施工机械停放场	草地	现状植被为草丛，主要有五节芒灌草丛等，常见植物为草木犀、小蓬草、野胡萝卜、马鞭草、狗牙根、菝葜等。	
左岸供水站	草地	现状植被为草丛，主要为小蓬草灌草丛、菝葜灌草丛，常见植物为五节芒、狗牙根、狗尾草、益母草、等。	
左岸综合仓库	草地	现状植被为草丛，主要为草木犀灌草丛，常见植物有土荆芥、蒺藜、水蓼等。	
左岸施工营地	草地	现状植被为草丛，主要为小蓬草灌草丛，常见植被有五节芒、野胡萝卜、水蓼、狗牙根等。	
左岸综合工厂	草地	现状植被为草丛，主要为小蓬草灌草丛，常见植物有草木犀、白茅、五节芒、益母草等。	

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
左岸金属结构拼装场	草地	现状植被为草丛，主要为五节芒灌草丛，常见植物有小蓬草、草木犀、过江藤、车前草、琉璃草、益母草等。	
左岸施工变电站	草地	现状植被为草丛，主要为草木犀灌草丛，常见植物有小蓬草、蒹蓄、野胡萝卜、水蓼等。	
左岸综合修配系统	草地	现状植被为草丛，主要为草木犀灌草丛，常见植物有牛筋草、荔枝草、小蓬草、蒹蓄、野胡萝卜、水蓼、鳢肠、龙葵等。	
右岸综合修配厂	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及草丛，主要有柏木林、构树灌丛、枫杨灌丛、盐肤木灌丛、黄荆灌丛、小蓬草灌丛、白茅灌丛、狗牙根灌丛，常见植物有山乌桕、八角枫、朴树、水麻、竹叶花椒、金樱子、臭牡丹、红毛悬钩子、栽秧泡、马唐、野菊、节节草、蛇莓、接骨草等。	
右岸综合仓库	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及草丛，主要有柏木林、构树灌丛、盐肤木灌丛、白茅灌丛等，常见植物有香椿、山合欢、臭牡丹等。	

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
右岸综合加工厂	灌木林地	现状植被为灌丛和草丛，主要为黄荆灌丛，常见植物有山合欢、竹叶花椒、八角枫、盐肤木、构树、臭牡丹、接骨草、马唐等。	
右岸施工供风站	灌木林地	现状植被为灌丛和草丛，主要为盐肤木灌丛，常见植物有马桑、构树、栽秧泡、小果蔷薇、白茅、蛇莓、蕨等。	
右岸金属结构拼装场	灌木林地	现状植被为灌丛和草丛，主要为黄荆灌丛，常见植物有构树、栽秧泡、竹叶花椒、小蓬草、白茅、野菊等。	
机电设备拼装场	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及草丛，主要有柏木林、复羽叶栎树(栽培)、栽秧泡灌丛灌丛、白茅灌草丛等，常见植物有盐肤木、构树、竹叶花椒、野胡萝卜、龙葵等。	
右岸施工营地	灌木林地	现状植被为灌丛和灌草丛，主要为构树灌丛，常见植物有盐肤木、竹叶花椒、野胡萝卜、白茅、狗牙根、乌莓、野菊、苎草等。	

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
业主营地	灌木林地	现状植被为灌丛和草丛，主要为黄荆灌丛，常见植物有马桑、白茅、野胡萝卜、野菊、黄花蒿等。	
右岸施工机械停放场	灌木林地	现状植被为灌丛和草丛，主要为黄荆灌丛和白茅灌丛，常见植物有山合欢、马桑、苎草、野胡萝卜等。	
油库(环评阶段取消)	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及草丛，主要有柏木林、构树灌丛、黄荆灌丛、栽秧泡灌丛等，常见植物有香椿、盐肤木、栽秧泡、竹叶花椒、苍耳、龙葵、野胡萝卜等。	
右岸供水站	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及灌草丛，主要有柏木林、构树灌丛、黄荆灌丛等，常见植物有楝、香椿、白背枫、构树、插秧泡、乌莓、马唐、野菊、苎草等。	
右岸施工变电站	乔灌木林地	现状植被为乔木、灌丛及草丛，主要有柏木林、黄荆灌丛、白茅灌丛等，常见植物有香椿、火棘、构树、插秧泡、乌莓、野菊、小蓬草等。	

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
混凝土预制厂	农田	现状植被为农田，主要为玉蜀黍、蔬菜等。	
寇家坝混凝土生产系统	农田	现状植被为农田植被，主要植物有玉蜀黍等。	
寇家坝砂石骨料加工系统	农田	现状植被为农田植被，主要植物有玉蜀黍等。	
备料场	农田	现状植被为农田植被，主要植物有玉蜀黍等。	
寇家坝天然砂砾石料场	农田	现状植被为农田植被，主要植物有玉蜀黍等。	

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
回龙坝天然砂砾石料场	农田	现状植被为农田植被，主要植物有玉蜀黍、落花生等。	
仙鹅村河道防护工程I区	农田	现状植被为农田植被，主要植被为玉蜀黍。	
仙鹅村河道防护工程II区	草地	现状植被为草丛，主要为狗牙根灌草丛、益母草灌草丛，常见植物有草木犀、野艾蒿、白茅、狗尾草、野胡萝卜、双穗雀稗等。	
仙鹅村河道防护工程III区	农田	现状植被为农田植被，主要植被为玉蜀黍。	
原小舟村渣场	草地	现状植被为草丛，主要为五节芒灌草丛、益母草灌草丛，常见植物有野胡萝卜、草木犀、白茅、狗尾草、荔枝草、龙葵等。	

4.2.7.3 施工道路区生态现状

根据工程布置情况，场内交通道路总长约 7.5km，其中永久道路约 5.5km(均为改扩建现有乡村道路)，临时公路约 2.0km，均为新建道路。

表 4.2.7-2 施工道路区生态现状一览表

设施名称	土地类型	植被现状	现场照片
1#公路临时道路区	草地	现状植被为草丛，主要为草木犀灌草丛、益母草灌草丛，常见植物有五节芒、野胡萝卜、草木犀、白茅、狗尾草、荔枝草、马鞭草、小蓬草等。	
2#永久道路区	灌木林地、草地	现状植被为灌丛、灌草丛和农田，主要植被有盐肤木灌丛、黄荆灌丛、白茅灌草丛、小蓬草灌草丛、狗尾草灌草丛等，常见植物有山合欢、枸树、黄连木、山合欢、马桑、苎草、蛇莓、马唐、野菊、臭牡丹等。农田植被主要有玉蜀黍、落花生等农业植被。	
3#永久道路区	农田、草地	现状植被为草丛和农田，主要植被有白茅灌草丛、小蓬草灌草丛、狗尾草灌草丛、夏至草灌草丛等，常见植物有苎草、蛇莓、马唐、野菊、狗牙根等。农田植被主要有玉蜀黍、落花生等农业植被。	

4.2.8 水土流失

4.2.8.1 水土流失现状

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保[2013]188号)，枢纽不涉及国家级重点预防保护区及重点治理区。根据《重庆市水利厅关于重庆市水土流失重点预防区和重点治理区划定公告》(2017年1月23日)，项目区涉及涪江中游省级水土流失重点治理区。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中土壤侵蚀强度分类分级标准，在全国土壤侵蚀类型区划上，项目区属于以水力侵蚀为主(类型区为南方红壤丘陵区)，其土壤容许流失量为 500t/km².a。

项目区水土流失侵蚀类型以水蚀为主，水蚀以面蚀和沟蚀及河流侵蚀为主。面蚀多发生在坡度为 15°以下的坡耕地和疏林地；沟蚀和河流侵蚀一般发生在坡度为 15°以上的果木林地，幼林地、荒山荒坡和地表切割深且密、地表破碎、沟壑多、水系发育的山地。流失地类主要为坡耕地、疏林地、幼林地和荒山荒地。项目区水土流失强度以轻度为主。

根据《2018 年度重庆市水土保持公报》，潼南区水土流失总面积 362.96km²，占幅员面积的 22.93%。其中：轻度流失面积为 261.75km²，占水土流失总面积的 72.12%；中度流失面积为 59.74km²，占水土流失总面积的 16.46%；强烈流失面积为 29.40km²，占水土流失总面积的 0.08%；极强烈流失面积为 2.46km²，占水土流失总面积的 0.01%；剧烈流失面积为 9.61km²，占水土流失总面积的 0.03%。

4.2.8.2 水土保持现状

建国以来，潼南区人民在党和政府领导下，从上世纪五十年代开始就以治山治水为中心，开展了各项水土保持工作，特别是 1988 年列入长治重点县以来，兴修了各种中小型水利工程 8000 余座，既有效地解决了全县的耕地用水问题，又对大面积的土地起到了拦洪停沙作用，减轻了对下游的危害。

坚持“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针，先后实施了第一期、第二期、第三期、第五期小流域治理工程，在柏梓河、塘坝河、么磨咀、康家桥、藏粮水库、道长沟等小流域进行了重点治理。通过改造坡耕地，发展经果林，栽植水保林，种草，实施封禁管育，并推行保土耕作措施，同时修建了截排水沟、沉沙凼、蓄水池等坡面拦沙蓄水工程，层层设防，节节拦蓄，就地利用，保水保土，减轻了水土流失，促进了农业增产，实现了生态效益、经济效益与社会效益的结合，促进了全区经济的发展。

此外，潼南区水土保持执法工作也顺利开展，为全面落实开发建设项目水土保持“三同时”制度，进行了水土保持监督执法专项行动，对境内未编报水土保持方案和已批复水土保持方案的开发建设项目进行清理，为水土保持后续工作及生态建设提供了依据。

4.3 社会环境

4.3.1 人口与社会经济

重庆市潼南区下辖 2 个街道办事处、20 个镇、21 个居委会、208 个村委会，2018 年常住人口数 72.06 万人，其中城镇人口 38.85 万人，占常住人口比重为 53.91%。2018 年潼南区实现地区生产总值 380.95 亿元，其中：第一产业增加值 58.54 亿元；第二产业增加值 200.71 亿元；第三产业增加值 121.70 亿元。

双江镇位于潼南区西北部，距潼南区主城区 10km，与安居区磨溪镇、大安乡接壤，全镇幅员面积 118.8km²，耕地面积 7198.74 公顷。截至 2018 年，双江镇辖 15 个行政村、6 个社区居委会，150 个村民小组，总人口 5.19 万人，城镇常住人口 2 万余人。农村常住居民人均可支配收入 14814 元。

遂宁市船山区辖 14 个街道、6 个镇、5 个乡；全区总户籍人口 69.68 万人，其中农业人口 29.76 万人，非农人口 39.92 万人；耕地总面积 27834.44 公顷。2018 年地区生产总值 344.31 亿元，其中，第一产业增加值 23.19 亿元，第二产业增加值 158.88 亿元，第三产业增加值 162.24 亿元。

老池镇辖 12 个村、1 个社区，总人口 3.83 万人(其中农业人口 3.55 万人)，全镇幅员面积约 64.8km²，其中耕地面积 23534.84 亩。全镇生产总值 5.96 亿元，其中，第一产业增加值 1.15 亿元；第二产业增加值 4.08 亿元；第三产业增加值 0.73 亿元。

4.3.2 水资源开发利用

4.3.2.1 灌溉工程现状

涪江潼南段共布置抽水泵站 59 座，有效灌面 21.23 万亩，受益群众 18.9 万人，总装机 103209kW。其中涪江干流潼南段已兴建了大型提灌工程 6 处，分别是五一电灌站、三块石电灌站、坛罐窑电灌站、红岩嘴电灌站、青岩子电灌站、上北禅泵站。

上北禅泵站建成于 1968 年，最初装机容量 50kW，灌溉面积 900 多亩，2012 年完成改造，灌溉面积 0.36 万亩。

表 4.3.2-1 灌溉工程分布一览表

序号	泵站名称	位置	取水方式	取水量/最大年取水量	灌溉面积
DG1	五一电灌站	米心镇竹台村 涪江左岸	抽提	1.0m ³ /s 820 万 m ³ /a	3.25 万亩
DG2	三块石电灌站	桂林街道高庙 村涪江左岸	抽提	0.44m ³ /s 200 万 m ³ /a	0.61 万亩
DG3	坛罐窑电灌站	双江镇仙鹅村 涪江右岸	抽提	0.54m ³ /s 310 万 m ³ /a	1.0 万亩

DG4	红岩嘴电灌站	梓潼街道新生村涪江右岸	抽提	1.3m ³ /s 900 万 m ³ /a	2.89 万亩
DG5	上北禅泵站	上北禅	抽提	0.12m ³ /s 12 万 m ³ /a	0.36 万亩
DG6	青岩子电灌站	梓潼街道奇龙村涪江右岸	抽提	1.02m ³ /s 820 万 m ³ /a	1.66 万亩

4.3.2.2 供水工程现状

涪江干流潼南段现有饮用水源取水口及供水工程情况见表 4.3.2-2。

表 4.3.2-2 涪江干流取水口设置一览表

序号	乡镇	供水水厂名称	水源地名称	供水规模 (万吨/年)	供水人口 (万人)
YS1	米心镇	米心自来水厂	涪江	10.5	0.3
YS2		米心岳家村	涪江	18.25	0.32
YS3	玉溪镇	水务局玉溪供水站	涪江	已拆	
YS4		玉溪中学	涪江	0.6	0.1
YS5		玉溪镇自来水厂	涪江	16.6	0.5
YS6	双江镇	潼南区双江镇自来水公司	涪江	59.97	1.5
YS7		安兴供水站	涪江	0.65	0.045
YS8	潼南主城区	潼南区自来水公司	人工运河	1531	15
			涪江	潼南城区备用水源	
YS9	上和镇	上和镇石镜村自来水站	涪江	10.95	1.985
YS10		涪江自来水有限公司	涪江	29.9	1.35
YS11	别口镇		涪江	7.2	0.28

潼南区中心城区原供水由位于桂林街道的江北水厂(4 万 m³/d)和位于梓潼街道的梓潼水厂(2 万 m³/d)提供, 2 座水厂共用 1 处取水泵站, 取水水源点位于人工运河左岸, 原大岩洞电站上游。2 座水厂服务面积约 30km², 服务人口约 30 万人, 用水总户数约 12 万户, 随着潼南区城镇的快速发展, 原江北水厂和梓潼水厂的供水能力逐渐不足, 2016 年, 潼南区按照供水规划, 启动了城北水厂的建设, 以取代江北水厂和梓潼水厂。城北水厂(净水厂)于 2018 年建成投运, 一期建成规模 10 万 m³/d, 其取水仍使用大岩洞泵站, 水源仍为人工运河。城北水厂建成后, 江北水厂已关停, 桂林街道供水由城北水厂提供。

根据《重庆市渝西水资源配置工程总体方案报告》, 新建涪江桂林泵站分别向城北和古溪水厂供水, 新建涪江双江泵站向柏梓水厂供水。桂林涪江提水泵站位于涪江左岸、三块石大坝上游 500m, 设计流量 Q=3.53m³/s, 可向城北水厂日供水 19 万 m³。桂林泵站的建成, 可取代大岩洞泵站, 对保障取水安全有好处。

根据《重庆市潼南区城乡总体规划(2014年编制)》(批复文号渝府[2015]30号),“为确保潼南中心城区供水安全,规划建设大石桥水库作为潼南区生活饮用水的应急水源点”、“考虑到城区下游潼南梯级工程建成后涪江和人工运河水位抬升,流速减慢,人工运河水质情况会受到一定影响。规划中心城区水源采用涪江取水,大石桥水库作为应急备用水源”。

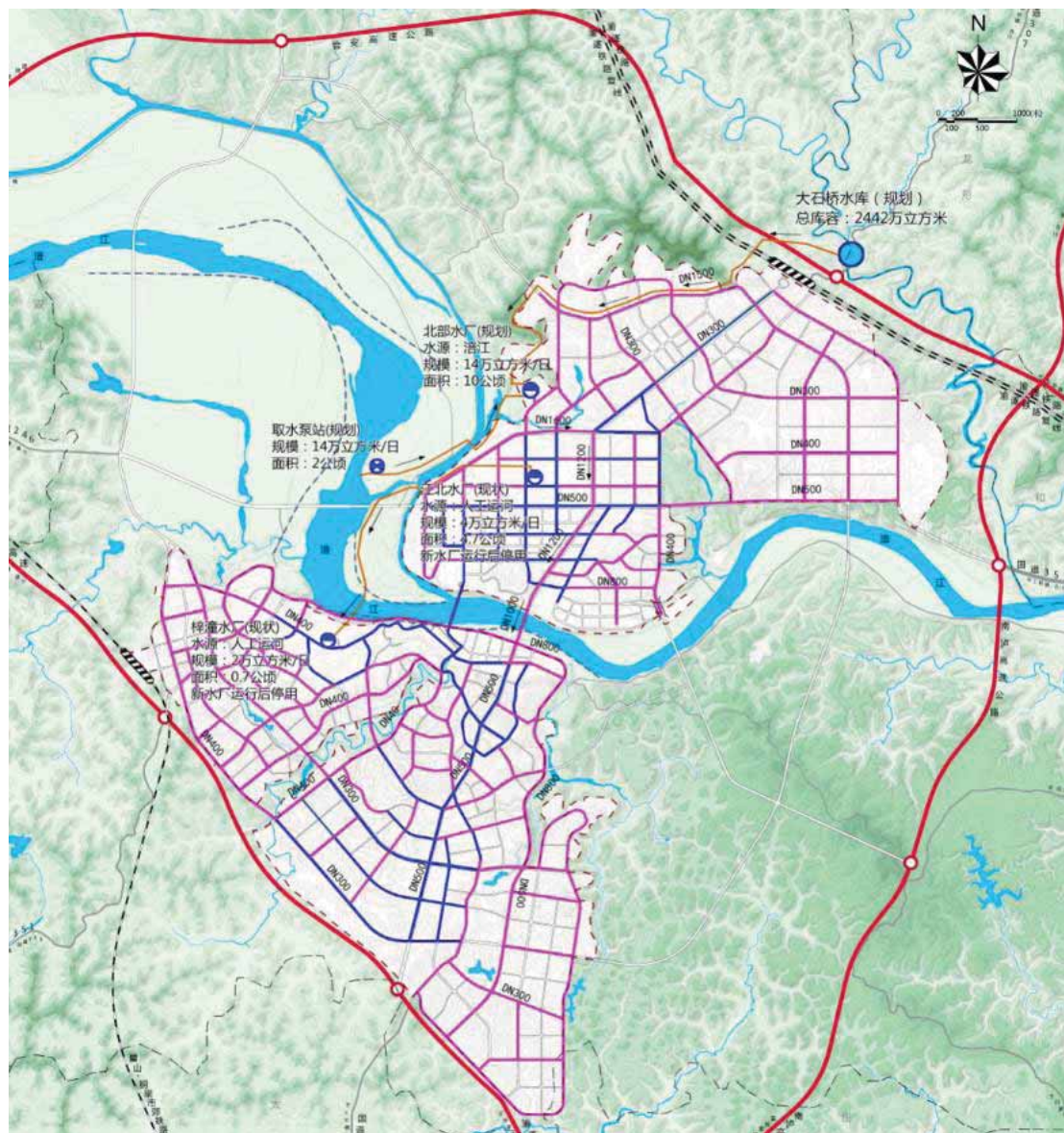


图 4.3.2-1 潼南区城市供水水厂规划示意图

4.3.2.2 排水工程现状

潼南区中心城区现状有 3 座污水处理厂: 潼南污水处理厂位于潼南区江北新城庙场坡莲花村 2 社(潼南航电枢纽闸坝上游), 占地面积 2.709hm²(含新旧城泵站), 设计一期处理规模为 2 万 m³/d, 二期处理规模 5 万 m³/d, 服务区域主要

为潼南区旧城区、凉风垭哨楼片区和江北新城片区，采用奥贝尔氧化沟工艺，厂区南侧，排入涪江(潼南枢纽上游)。2018年，二期工程完建投运，建设单位重庆市水务资产经营有限公司委托重庆以伯环境监测咨询有限公司开展了项目竣工环境保护验收监测工作，验收结论为合格。

工业园区南区污水处理厂位于潼南区梓潼街道东圣支路68号，占地面积3.41hm²，设计处理规模为近期2万m³/d，远期3万m³/d，服务范围为整个潼南工业园区(南区)7.83km²范围内的生活及工业废水，采用改良型氧化沟工艺，排放口位于厂区北侧，排入谢家沟后再进入涪江(潼南枢纽库区)。2013年，一期工程建成投入运行，建设单位重庆市潼南排水有限公司委托重庆润绿环保工程有限公司开展了项目竣工环境保护验收监测工作，验收结论为合格。

潼南工业园区北区污水处理厂位于潼南工业园区北区大溪沟东面涪江北岸(潼南航电枢纽闸坝下游)，占地面积1.73hm²，设计处理规模为2万m³/d，服务范围为潼南工业园区北区范围内的生活及工业废水，采用改良型PACT工艺，排放口位于厂区南侧，排入涪江(潼南枢纽下游)。工程于2019年建成投运。根据《潼南工业园区(北区)规划环境影响跟踪评价报告书》，北区污水处理厂应根据北区企业引进情况，适时增加远期建设。

潼南区各场镇建成污水处理厂、站17座，总计规模0.935万t/d，其中龙形、上和、群力、宝龙、别口、新胜、五桂、寿桥、花岩、桂林等10个场镇使用一体化污水处理设施，其余7个场镇采用曝气+人工湿地组合的处理措施；在建镇级污水处理厂站7座，总计规模0.9万t/d，全部新建场镇采用人工快渗处理措施。目前镇级管网完成建设90km。镇区的现有排水系统零乱，主要依靠排水沟排水；现有排水系统为雨、污合流制，部分排水管道和排水沟尺寸偏小；多数场镇生活污水未经处理排放，对穿越镇区的河流造成很大的影响，也同时威胁着地下水水源，影响到人民的生活环境和生活水平。

潼南区涪江流域水环境综合治理项目(一期)已于2020年8月21日正式招标。项目总投资12.27亿元，包括涪江沿线乡镇污水管网工程(59km)，潼南区大佛坝片区污水管网工程(34km)，潼南高新区综合管网工程(3.86km)，涪江沿线污水处理设施工程(新建梓潼街道八里村、双江镇双林村、新店村、龙门村、古溪镇九岭村、上和镇石镜村等污水处理站)，涪江沿线乡镇(古溪镇)河流整治工程，潼南区田家镇、玉溪镇等7个乡镇水厂改造工程，潼南区大佛坝污水处理厂及配套管

网建设工程，潼南区场镇污水管网建设工程等。

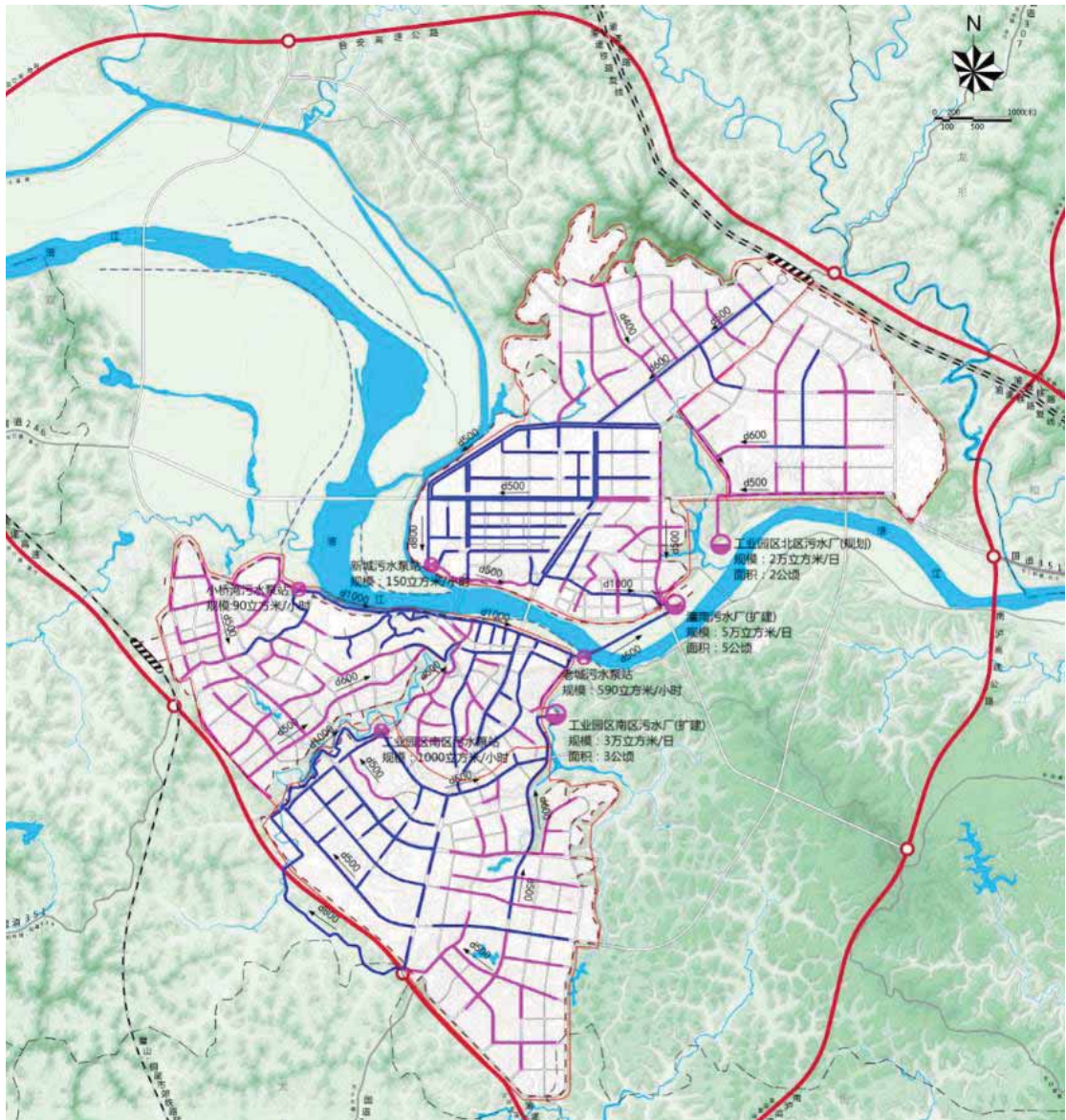


图 4.3.2-2 潼南区城市污水处理厂规划示意图

4.3.3 文物古迹

建设单位委托重庆市文化遗产研究院编制了《涪江双江航电枢纽工程文物调查勘探工作报告》，根据该报告，双江航电枢纽工程建设征地区共发现文物点5处，包括地下文物古墓葬4处、地面文物石窟寺及石刻1处，均为未定级文物，其中含第三次全国文物普查文物点1处。时代包括汉至六朝3处(宋墓1座)、明代1处、清代1处。

本报告5处文物遗存均为地下文物，时代包括汉至六朝、宋代、明代、清代。汉代墓葬均埋藏于地下，因生产活动对墓葬结构有所扰乱，地表散见汉墓砖，整

体一般。汉至六朝崖墓墓室扰乱，现有泥土覆盖，保存一般。宋代石室墓结构完整，封门未曾扰开，保存较好。明代墓葬与宋墓情况相同，保存较好。清代墓葬土塚、墓碑较为完整，保存较好。清代造像结构完整，保存较好。

综合来看，保存较好的文物2处：土地龕造像、袁家河口墓地。保存一般的有3处：牌坊坡崖墓、枣子坡墓群、曾家河坎墓地。

4.3.4 矿产压覆

根据调查，双江航电枢纽工程范围内未压覆已查明的重要矿产资源。

4.3.5 人群健康

潼南区乙丙类传染病报告发病率为282.95/10万，乙类传染病中的肝炎，肺结核发病率较高，慢性非传染性疾病的顺位是心脑血管疾病、恶性肿瘤、意外伤害与中毒。地方病以碘缺乏病为主。居民死亡疾病顺位为：心脑血管疾病，意外伤害与中毒，恶性肿瘤，呼吸道疾病，感染性疾病。总的趋势是传染性疾病明显下降，慢性非传染性疾病上升较快。

4.4 环境现状分析与评价

4.4.1 地表水质量现状评价

4.4.1.1 库区污染源调查

根据调查，双江航电枢纽工程库区范围内的涪江沿岸没有集中的工业企业废水排放口分布，入库主要污染源为城乡居民生活污染源、畜禽养殖污染源和农田径流污染源，其中生活污染源包括生活污水处理厂(站)处理后集中排放的生活污水和散排的生活污水。各类型污染源情况如下：

a) 居民生活污染源

1) 流域内人口及污水排放概况

双江航电枢纽库区流域内主要分布有重庆市潼南区双江镇(白云村、九道村)、玉溪镇(曹家村、回龙村、金堆村、青石村、书房村、五通村、新田村和鹭台村)、米心镇(岳家村、竹台村、童家村、鲁家村、白果村、禅鹤村)，四川省遂宁市船山区老池镇(桐浩村、铜锣村、福祥村、双井村、店子村、飞跃村)、荷叶乡(定水村、平桥村)等。

根据2018年统计资料，流域内目前共有户籍人口152249人，其中双江镇51910人、玉溪镇28831人、米心镇28306人、老池镇34752人、荷叶乡8450人。城镇户

籍人口共40516人，其中，双江镇17986人、玉溪镇11572人、米心镇8158人、老池镇2800人；农村户籍人口111733人，其中双江镇33924人、玉溪镇17259人、米心镇20148人、老池镇31952人、荷叶乡8450人。污水产生量按镇区0.112m³/人.d、农村0.064m³/人.d计算，库区流域范围内生活污水产生量为426.64m³/a。

目前双江航电枢纽库区流域范围内的各场镇污水处理设施建设情况见表4.4.1-1，重庆市境内各场镇污水处理厂、站均已建成，但污水管网尚不完善，存在雨污合流、沿江散排口等问题，四川省境内乡镇污水厂还在建，现状生活污水还是以散排情况为主。

表 4.4.1-1 库区流域各场镇排水现状

序号	场镇	污水处理设施建设情况	污水管网建设情况
1	米心镇	建有污水处理站1座，设计处理能力600m ³ /d，处理工艺为前处理+人工快渗，污水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B标准后的尾水先进入附近河沟，最终进入涪江。	现状排水情况为雨污合流，现有污水处理厂收水能力不足，仍存在沿涪江河的散排口。
2	玉溪镇	建有污水处理站1座，设计处理能力700m ³ /d，处理工艺为前处理+人工快渗，污水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B标准后的尾水先进入附近河沟，最终进入涪江。	现状排水情况为雨污合流，现有污水处理厂收水能力不足，仍存在沿涪江河的散排口。
3	双江镇	建有污水处理站1座，设计处理能力2500m ³ /d，处理工艺为曝气+人工湿地，污水处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B标准后的尾水先进入附近河沟，最终进入涪江。	现状排水情况为雨污合流，现有污水处理厂收水能力不足。
4	老池镇	目前正在建设1座污水处理厂。	现状排水情况为雨污合流，污水散排，污染严重。
5	荷叶乡	目前正在建设1座污水处理厂。	现状排水情况为雨污合流，污水散排，污染严重。

在现状各场镇生活污水处理设施建设不够健全的情况下，对生活污染源的计算采用以下方式方法：

2) 生活污水排放与入河概况

双江航电枢纽库区流域居民生活污染源其特征污染物排放量采用排污系数法估算，见公式(4.4.1-1)。

$$W_{生活} = N_{人} \times \alpha_1 \times 0.365 \quad (4.4.1-1)$$

式中：

$W_{生活}$ ——居民生活污染源特征污染物排放量，kg/a；

$N_{人}$ ——城镇居民或农村居民人口，人；

α_i ——排污系数，g/人.d。

本项目调查居民生活污染源排污系数参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，具体取值见表 4.4.1-1。

表 4.4.1-1 居民生活污染源排污系数取值 单位：g/(人.d)

类别	COD	NH ₃ -N	TN	TP
城镇居民	59	7.2	10	0.63
农村居民	16.4	4	5.71	0.36

各类污染源污染物入河量，根据污染物产生量乘以入河系数估算。根据《全国水环境容量核定技术指南》及其最新修订，点源污染源入河系数确定方法见表 4.4.1-2，其中城镇生活污水减除污水处理厂实际削减量再乘以入河系数，非点源污染物入河系数在 0.1~0.9 选取。

表 4.4.1-2 点源污染源入河系数确定方法

排污口至河道距离 L(km)	L≤1	1<L≤10	10<L≤20	20<L≤40	L>40
入河系数	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6

根据各行政村(社区)人口，结合现有污水处理厂污水收集处理范围，统计计算双江航电枢纽库区流域生活污水污染物年排放量为：COD 989.98t、NH₃-N158.73t、TP14.08t、TN223.38t，各镇污染物排放量详见表 4.4.1-3。城镇生活污水污染物入河系数取 0.7，农村生活污水污染物入河系数取 0.2，计算流域内生活污水污染物年入河量为：COD537.43t、NH₃-N73.17t、TP6.44t、TN102.21t，各镇污染物入河量详见表 4.4.1-4。

表 4.4.1-3 双江航电枢纽库区流域生活污水污染物排放量

镇区	污水排放量 万 m ³ /a	污染物排放量 t/a			
		COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	152.77	590.40	96.80	136.35	8.59
玉溪镇	87.62	352.52	55.61	78.21	4.93
米心镇	80.42	296.29	50.86	71.77	4.52
老池镇	86.09	251.56	54.01	76.81	4.84
荷叶乡	19.74	50.58	12.34	17.61	1.11
合计	426.64	1541.35	269.61	380.75	24.00

表 4.4.1-4 双江航电枢纽库区流域生活污水污染物入河量

镇区	污水排放量 万 m ³ /a	污染物排放量 t/a			
		COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	67.32	311.74	42.99	60.09	3.79
玉溪镇	41.18	195.10	26.33	36.76	2.32
米心镇	32.76	147.10	20.89	29.24	1.84
老池镇	22.94	80.46	14.48	20.47	1.29
荷叶乡	3.95	10.12	2.47	3.52	0.22
合计	168.14	744.53	107.16	150.09	9.46

b) 畜禽养殖污染源

根据调查，双江航电枢纽库区流域规模化及非规模化养殖各类家禽(鸡、鸭、鹅)约575410只，猪60700头、牛548头，羊5592只。根据各行政村(社区)畜禽养殖量，统计计算库区流域畜禽养殖污水污染物年排放量为COD1704.86t、NH₃-N 45.81t、TP18.75t、TN111.27t，各镇污染物排放量详见表4.4.1-7，畜禽养殖污染物入河系数取0.4，计算流域内畜禽养殖污水污染物年入河量为：COD681.94t、NH₃-N18.32t、TP7.50t、TN44.51t，各镇污染物入河量详见表4.4.1-7。

根据调查，双江航电枢纽库区流域畜禽养殖包括规模化畜禽养殖场、非规模的养殖专业户，以及散养户。养殖品种以猪、鸡、鸭为主，此外还有少量羊、牛养殖户。部分养殖场有化粪池、沼气池等处置措施，大部分简易存贮后外运，基本都在本流域内消纳。由于大部分畜禽养殖场没有集中的污水排口，也缺乏排水监测数据，因此畜禽养殖污染源的污染特征污染物排放量采用排污系数法估算，见公式(4.4.1-2)。

$$W_{\text{畜禽}} = N_{\text{畜禽}} \times \alpha_2 \quad (4.4.1-2)$$

式中：

$W_{\text{畜禽}}$ ——畜禽养殖污染源特征污染物排放量，kg/a；

$N_{\text{畜禽}}$ ——某种畜禽年养殖量，头(只)；

α_2 ——排污系数，g/(头·年)或g/(只·年)；

本次调查畜禽养殖污染源排污系数参考《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》和二污普农业源课题组研究成果等资料，具体取值见表 4.4.1-5。

表 4.4.1-5 畜禽养殖污染源排污系数取值

养殖品种	单位	COD	NH ₃ -N	TN	TP
肉鸡、肉鸭、肉鹅 等禽类	kg/(只.年)	0.5183	0.0073	0.0219	0.0073
蛋鸡、蛋鸭、蛋鹅 等禽类	kg/(只.年)	1.73375	0.0365	0.1825	0.0438
猪	kg/(头.年)	16.790	0.657	1.351	0.204
牛	kg/(头.年)	650.43	0.920	25.842	3.270
羊	kg/(只.年)	5.597	0.219	0.450	0.068

表 4.4.1-6 双江航电枢纽库区流域畜禽养殖污水污染物排放量

镇区	污染物排放量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	572.57	14.97	36.81	6.29
玉溪镇	516.93	13.52	33.24	5.68
米心镇	328.47	8.59	21.12	3.61
老池镇	163.09	4.96	11.43	1.81
荷叶乡	123.79	3.77	8.68	1.37
合计	1704.86	45.81	111.27	18.75

表 4.4.1-7 双江航电枢纽库区流域畜禽养殖污水污染物入河量

镇区	污染物入河量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	229.03	5.99	14.73	2.51
玉溪镇	206.77	5.41	13.29	2.27
米心镇	131.39	3.44	8.45	1.44
老池镇	65.24	1.99	4.57	0.72
荷叶乡	49.52	1.51	3.47	0.55
合计	681.94	18.32	44.51	7.50

c) 农田径流污染源

根据调查，双江航电枢纽库区流域内有农用地10510.61hm²，统计计算双江航电枢纽库区流域农田径流污水污染物年排放量为COD414.17t、NH₃-N69.07t、TP85.70t、TN138.01t，各镇污染物排放量详见表4.4.1-9，农田径流污染物入河系数取0.5，计算流域内农田径流污水污染物年入河量为：COD207.09t、NH₃-N34.54t、TP42.85t、TN69.01t，各镇污染物入河量详见表4.4.1-10。

根据调查，双江航电枢纽库区流域主要种植有水稻、小麦等。根据各镇水田、旱地、菜地、园地和林地的统计数据，农田径流污染源排污量采用排污系数法估

算，估算公式见4.4.1-3。

$$W_{\text{农田}} = N_{\text{农田}} \times \alpha_4 \quad (4.4.1-3)$$

式中：

$W_{\text{农田}}$ ——农田径流污染源特征污染物排放量，kg/a；

$N_{\text{农田}}$ ——某种地类面积，亩； α_4 为排污系数，kg/亩.a；

本项目调查农田径流污染源排污系数参考《第一次全国污染源普查农业污染源肥料流失系数手册》中地块的排污系数，具体取值见表4.4.1-9。

表 4.4.1-8 农田径流污染源排污系数取值 单位：kg/(亩.a)

地类	COD	NH ₃ -N	TN	TP
旱地	2.004	0.334	0.668	0.037
果园	3.993	0.666	1.331	0.107
水田	2.914	0.486	0.971	0.652
菜地	3.699	0.617	1.233	0.389
茶园	3.993	0.666	1.331	0.107
林地	0.738	0.123	0.246	0.026

表 4.4.1-9 双江航电枢纽库区流域农田径流水污染物排放量

镇区	污染物排放量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	146.95	24.51	48.97	30.75
玉溪镇	100.25	16.72	33.41	21.01
米心镇	107.19	17.88	35.72	22.46
老池镇	38.44	6.41	12.81	7.35
荷叶乡	21.35	3.56	7.11	4.13
合计	414.17	69.07	138.01	85.70

表 4.4.1-10 双江航电枢纽库区流域农田径流污水污染物入河量

镇区	污染物入河量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
双江镇	73.47	12.25	24.48	15.38
玉溪镇	50.13	8.36	16.70	10.51
米心镇	53.59	8.94	17.86	11.23
老池镇	19.22	3.21	6.41	3.68
荷叶乡	10.67	1.78	3.56	2.06
合计	207.09	34.54	69.01	42.85

d) 库区污染源汇总

库区流域污染物排放量、入河量见表 4.4.1-11。

表 4.4.1-11 双江航电枢纽库区流域污染物排放量、入河量

	污染物 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
排放量	3660.38	384.49	630.03	128.45
入河量	1633.56	160.02	263.61	59.81

4.4.1.2 评价区饮用水源保护区分布

根据《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)、《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》(渝府办发[2016]19 号)、《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县(开发区)等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)、《重庆市人民政府办公厅关于印发璧山区等区县(开发区)集中式饮用水水源地保护区调整及撤销方案的通知》(渝府办[2019]6 号), 双江航电枢纽评价区内分布的饮用水源保护区情况见表 4.4.1-12。

表 4.4.1-12 涪江潼南段饮用水源保护区划分情况一览表

水源级别	序号	水厂名称	水源名称	水源所在镇(街道)	保护区划分范围			
					一级保护区		二级保护区	
					水域范围	陆域范围	水域范围	陆域范围
城市	1	重庆市潼南县自来水公司	人工运河	桂林街道办事处	取水口上游 1000m, 下游为 100m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。	取水口上游 1000m~1500m, 下游为 100m~200m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同。
镇级	1	玉溪镇拦马山水厂	涪江	玉溪镇	取水口上游 1000m, 下游为 100m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。	取水口上游 1000m~1500m, 下游为 100m~200m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同。
	2	米心自来水厂	涪江	米心镇	取水口上游 1000m, 下游为 100m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。	取水口上游 1000m 至三星电站大坝, 下游为 100m~200m 范围内的整个水域。	20 年一遇洪水水位控制高程以下陆域, 陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同。

水源级别	序号	水厂名称	水源名称	水源所在镇(街道)	保护区划分范围			
					一级保护区		二级保护区	
					水域范围	陆域范围	水域范围	陆域范围
	3	双江镇白云水厂	涪江	双江镇	取水口上游1000m至下游100m, 5年一遇洪水所能淹没的水域。	河岸两侧纵深各50m陆域, 陆域长度与一级保护区水域长度相同。	取水口上游1000m~3000m, 下游100m~300m 10年一遇洪水所能淹没的水域。	河岸两侧一级保护区外纵深各200m的陆域, 但不超过流域分水岭, 陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同

以上的饮用水源保护区中,潼南县自来水厂饮用水源保护区基本不受工程建设影响。玉溪镇拦马山水厂、米心自来水厂、双江镇白云水厂饮用水源保护区位于双江航电枢纽库区,其中拦马山水厂和米心水厂饮用水源保护区不受工程施工影响,但运行期由于江段水文情势发生变化会有一定的影响。

本工程可研阶段布置的寇家坝砂砾石料场,寇家坝砂石、混凝土系统等临时用地涉及到了双江镇白云水厂饮用水源保护区(镇级)陆域范围,若白云村水厂开始启用,寇家坝砂砾石料场、砂石、混凝土系统施工将会对水厂取水造成一定的风险。双江枢纽水库蓄水后,将淹没影响引水钢管,可研阶段移民专业考虑对取水设施在原址进行复建,鉴于白云村水厂取水口目前并未运行,而寇家坝砂砾石料场为工程重要的料源,建设单位提出对取水口复建原设计方案进行调整,将白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道。2020年11月6日,重庆市潼南区水利局以潼水[2020]381号《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函》对建设单位进行了函复,明确指出:“原则同意将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案.....做好饮用水源地划分及新水源地的论证工作,改建费用由贵公司全部承担”;“同时,在双江航电枢纽工程施工期间,原取水口停止取水,该水厂取水口未按要求完成搬迁期间,贵公司负责解决水厂涉及的居民供水工作”。建设单位重庆双江航运发展有限公司按照此要求,出函进行了承诺。同时,生态环境局将根据迁移后的取水口重新划定饮用水源保护区,并出函予以了确认。

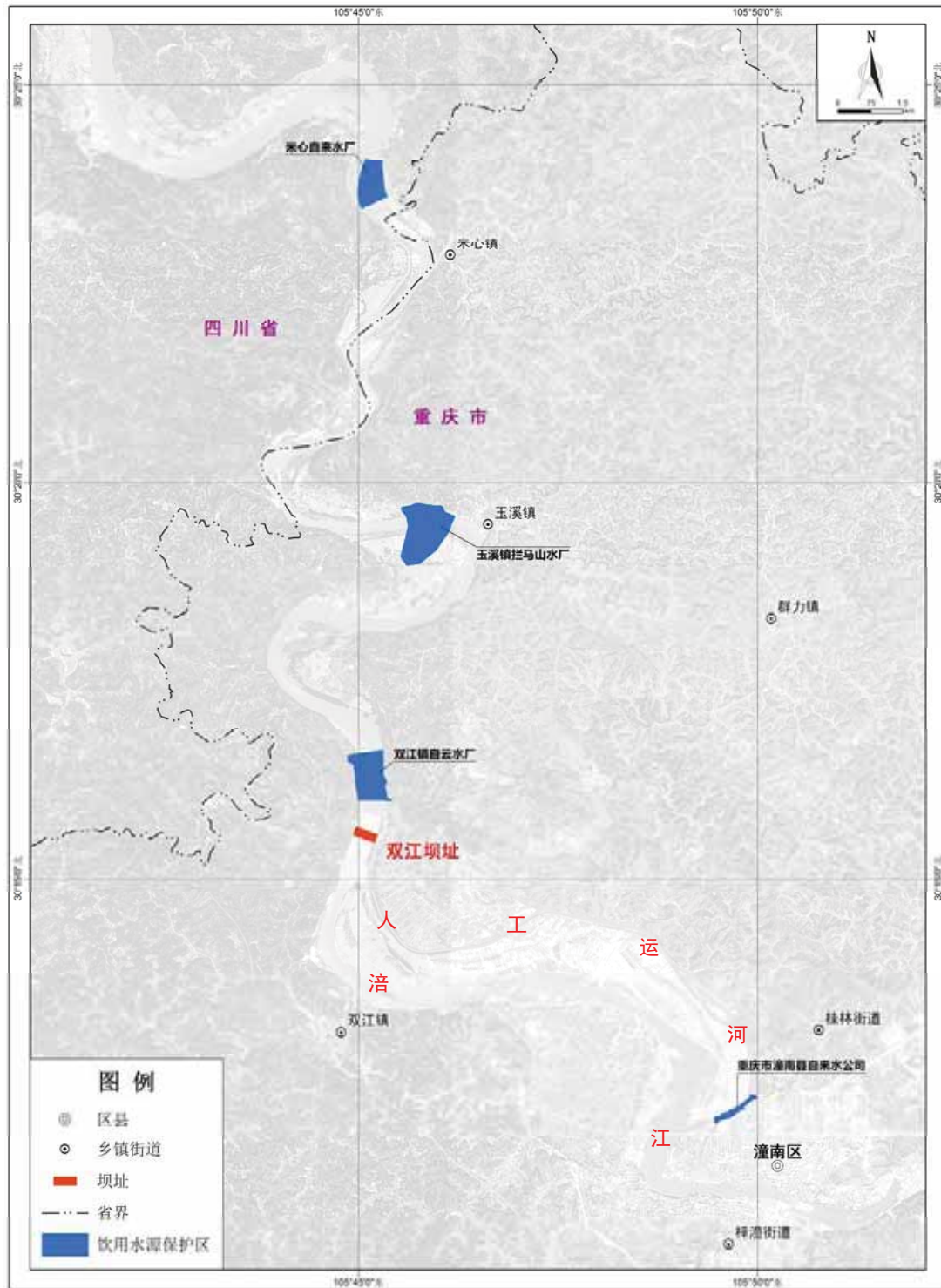


图 4.4.1-1 评价区潼南饮用水源保护区分布示意图

4.4.1.3 潼南区畜禽养殖禁养区划定情况

2019年12月26日，潼南区人民政府办公室印发《潼南区畜禽养殖禁养区划定调整方案》(潼南府办发[2019]100号)，对禁止或限制畜禽养殖企业布局的区域分别划入禁养区、限养区并进行分类管理，优化区域畜牧业生产布局，改善环

境质量。根据《方案》，划入畜禽养殖禁养区或限养区的区域包括：

a) 饮用水水源地保护区：潼南区 33 个集中式饮用水源地的一级保护区和二级保护区划入禁养区。

b) 风景名胜区：潼南区定明山—运河风景名胜区规划总面积为 31.49km²，其中风景名胜区(含水面)面积为 25.27km²，风景名胜区外围保护带面积 6.22km²，将风景名胜区划入禁养区，外围保护带划入限养区。

c) 森林公园：马鞍山森林公园规划面积为 3.0km²，将其重要景点和核心景区划入禁养区，重要景点和核心景区外的区域划为限养区。

d) 城镇建成区：将潼南区桂林街道、梓潼街道中心城区建成区(城镇居民区、文化教育科学研究区等人口密集区)划入禁养区，中心城区建成区外的城市规划区划入限养区。潼南城区外共有 20 个镇，分别为柏梓镇、双江镇、古溪镇、塘坝镇、小渡镇、崇龛镇、卧佛镇、龙形镇、太安镇、田家镇、玉溪镇、上和镇、米心镇、新胜镇、宝龙镇、群力镇、别口镇、花岩镇、五桂镇和寿桥镇，城镇建成区(城镇居民区、文化教育科学研究区等人口密集区)面积约 28.76km²，将城镇建成区划入禁养区。

e) 执行 I、II、III 类水域功能区：将潼南区执行 I、II 类水域功能的水域水面及其 200 米陆域范围划入禁养区，执行 III 类水域功能的水域水面及其 200m 陆域范围划入限养区。其中潼南区执行 III 类水域功能的河流共有 5 条，分别是涪江、琼江、古溪河、姚市河和平滩河；执行 III 类水域功能的水库共有 3 个，分别是从刊水库、青云水库、三块石电站水库。

f) 工业园区：潼南区工业园区分为北区、南区和东区。根据《重庆潼南工业园区(北区)控制性详细规划》，北区规划用地总面积 9.42km²；根据《潼南工业园南区及潼柏路片区控制性详细规划》，南区规划用地总面积 12.37km²；根据《重庆潼南工业园区东区控制性详细规划》，东区规划用地总面积 6.27km²；本方案将潼南工业园区北区、南区和东区的规划范围全划入限养区。

g) 城市规划区外的文教科研区：根据《潼南区国家农业科技园区建设实施方案》，潼南区国家科技园区核心区主要以现代农业科技创新中心、现代农业科技研发专家大院等科学研究区域为主，将潼南区国家科技园区核心区划入限养区。

潼南区畜禽养殖适养区为禁养区和限养区以外的区域，面积为 1247.67km²。

根据以上畜禽养殖三区划分成果，双江航电枢纽评价区范围内涉及定明山一运河市级风景名胜区的区域全部为禁养区，风景名胜区外围保护地带的区域为限养区，双江库区涉及的米心镇、玉溪镇的城镇建成区为禁养区，枢纽下游双江镇、桂林街道、梓潼街道为禁养区，涪江沿岸 200m 陆域范围为限养区。评价区其他区域为畜禽养殖的适养区。

《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》中提出：“加强畜禽养殖业污染治理，涪江和人工运河上划定的饮用水源一级保护区严禁进行畜禽养殖，涪江水域及其 200m 陆域、人工运河水域及其 200m 陆域(饮用水源一级保护区除外)严格限制畜禽养殖”；《重庆市环境保护局关于涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书审查意见的函》中提出：“加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河沿岸新污染，商情有关部门重新划定运河畜禽养殖禁养限养区”。

人工运河沿岸属于定明山一运河市级风景名胜区范围和桂林街道城市规划区范围，同时运河上有 2 处已批复的饮用水源保护区。根据 2019 年的《潼南区畜禽养殖禁养区划定调整方案》(潼南府办发[2019]100 号)，运河沿岸全部划定为禁养区和限养区。该调整方案与规划环评及审查意见的要求是相符的。

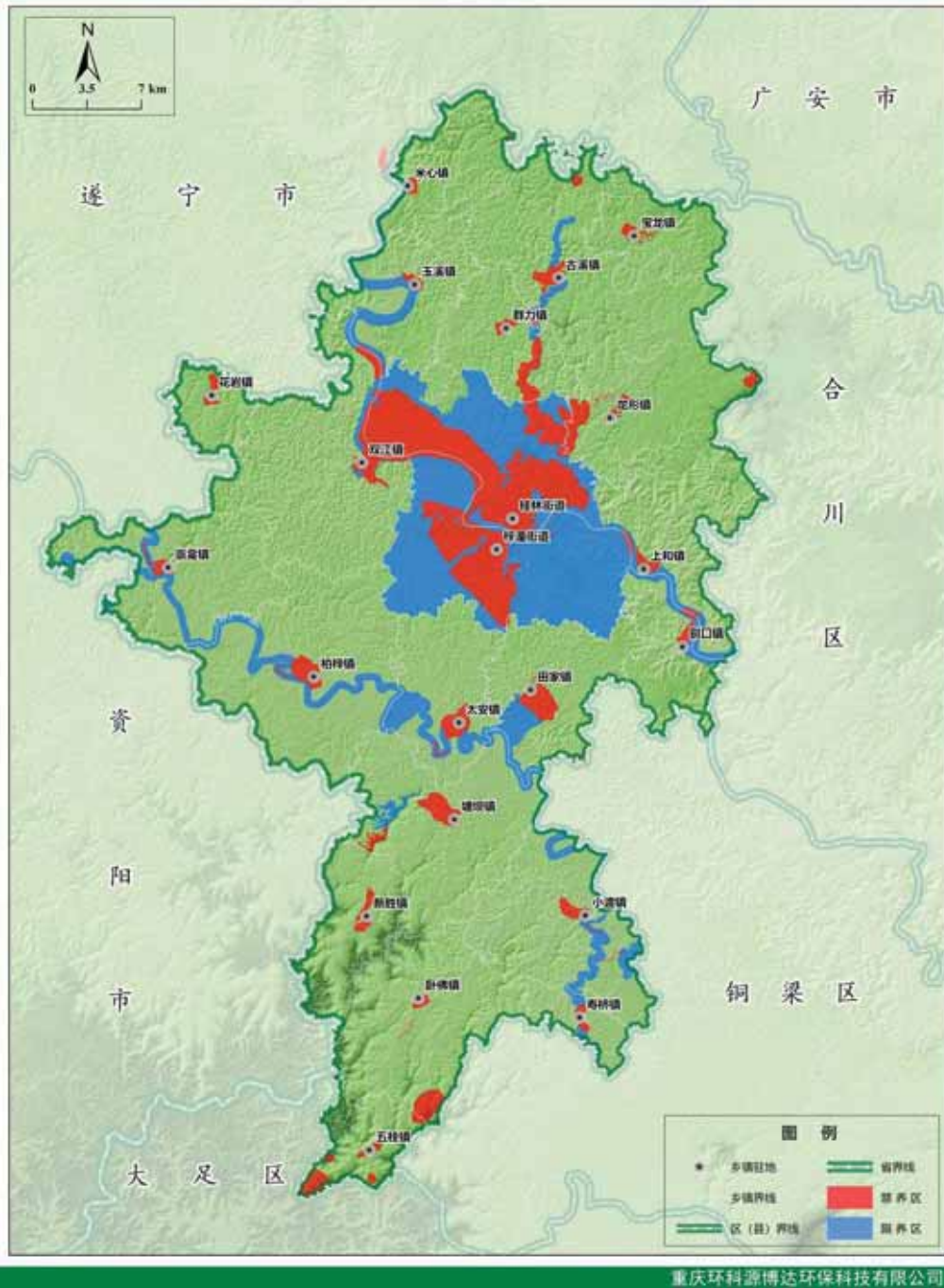


图 4.4.1-2 潼南区畜禽养殖禁限养区分布图

4.4.1.4 评价区地表水常规监测情况

双江航电枢纽工程所在涪江江段设有国控断面 1 个，为“玉溪”断面，在重庆市潼南区境内，水质控制目标为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准；上游梯级三星航电枢纽库区内有国控断面“老池”，在四川省遂宁市船山区境内，水质控制目标为 III 类。2 处断面水质评价指标为 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、石油类、酚、汞、铅、镉、阴离子表面活性剂、铬

(六价)、氟化物、总磷、氰化物、硫化物、砷、化学需氧量、铜、锌、硒等《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办[2011]22号)规定的21项指标(水温、总氮除外)。总磷指标为河流标准0.2mg/L。

根据四川省生态环境厅所发布的2017年~2019年共3年逐月的“老池”、“玉溪”断面地表水水质状况成果，评价区涪江干流水质情况详见表4.4.1-13。从2个国控监测断面的水质来看，双江航电枢纽工程所在涪江江段水质情况较好，除2018年4月外，其他时段水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求，且大多数时段水质可达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求。

表 4.4.1-13 双江航电枢纽工程所在涪江干流地表水常规监测断面水质情况

年份	断面名称	所在地区	断面性质	水质目标	水质类别(超标倍数)												与本工程位置关系		
					1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
2017	老池	遂宁市	国控	III	III	II	III	III	III	III	II	III	III	II	II	II	II	II	上游三星航电枢纽库区
	玉溪	潼南区	国控	III	III	II	III	III	III	III	II	III	III	II	II	II	II	II	双江航电枢纽库区
2018	老池	遂宁市	国控	III	II	II	IV	III	II	III	III	III	III	II	II	II	II	II	上游三星航电枢纽库区
	玉溪	潼南区	国控	III	II	II	IV	III	II	III	III	III	III	II	II	II	II	II	双江航电枢纽库区
2019	老池	遂宁市	国控	III	II	II	II	II	II	II	II	II	III	II	II	II	II	II	上游三星航电枢纽库区
	玉溪	潼南区	国控	III	II	II	II	II	II	II	II	II	III	II	II	II	II	II	双江航电枢纽库区

4.4.1.5 水质补充监测

评价区无常规监测断面，为了解双江航电枢纽所在涪江流域地表水水质现状，本次评价于 2020 年 5 月委托重庆市华测检测技术有限公司对工程区上下游地表水体共 5 个断面进行了水质监测，环境现状监测点设置基本情况见表 4.4.1-14，水质监测结果见表 4.4.1-15。水质评价指标和方法均按照《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办[2011]22 号)中的相关规定执行，本次地表水环境综合评价结果见表 4.4.1-16。

表 4.4.1-14 地表水环境质量现状监测布置一览表

类别	监测点位	检测项目	采样时间及频次
地表水	三块石电站拦河坝上游 1#	水温、pH 值、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、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素 a、透明度	2020 年 5 月 24 日~5 月 26 日, 1 次/天, 连续 3 天
	三星航电枢纽坝下 2#		
	双江航电枢纽库区左岸支流玉溪河河口 3#		
	库区右岸支流河口 4#		
	下游支流坛罐窑支沟磨溪河口 5#		

表 4.4.1-15 地表水水质监测结果

采样点位	采样日期	样品状态	检测结果(mg/L, pH值: 无量纲)									
			pH值	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(不评价)	铜	
1#三块石电站拦河坝上游	2020.5.24	无色无味澄清	7.62	7.85	2.8	8	2.4	0.132	0.05	1.34	ND	
	2020.5.25	无色无味澄清	7.58	8.07	2.1	9	2.7	0.132	0.04	1.34	ND	
	2020.5.26	无色无味澄清	7.64	7.92	2.2	7	2.8	0.092	0.03	0.45	ND	
2#三星航电枢纽坝下	2020.5.24	无色无味澄清	7.68	7.94	2.6	10	3.3	0.127	0.04	1.32	ND	
	2020.5.25	无色无味澄清	7.72	8.15	2.5	8	2.6	0.130	0.05	1.35	ND	
	2020.5.26	无色无味澄清	7.7	8.32	1.4	8	3.3	0.132	0.03	1.37	ND	
3#库区左岸支流玉溪河(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	7.25	8.95	7.3	46	14.8	4.36	2.19	31.3	ND	
	2020.5.25	无色无味澄清	7.2	9.25	7.6	42	14.4	3.96	2.10	28.9	ND	
	2020.5.26	无色无味澄清	7.28	9.20	7.7	37	12.7	4.01	1.89	29.6	ND	
4#库区右岸支流(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	7.72	9.34	6.7	33	10.8	12.4	0.89	15.9	ND	
	2020.5.25	无色无味澄清	7.65	9.08	7.2	32	10.3	12.6	0.89	14.9	ND	
	2020.5.26	无色无味澄清	7.68	9.17	7.1	29	11.2	12.9	0.74	16.0	ND	
5#下游支流坛罐窑支沟(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	7.82	9.08	5.8	24	7.5	0.191	0.17	0.59	ND	
	2020.5.25	无色无味澄清	7.74	9.45	5.5	25	8.0	0.162	0.18	0.67	ND	
	2020.5.26	无色无味澄清	7.65	9.58	5.9	24	9.4	0.202	0.10	0.58	ND	
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准			6~9	≥5	≤6	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2		≤1.0	

表 4.4.1-15(续)

采样点位	采样日期	样品状态	检测结果(mg/L)											
			锌	氟化物	汞	砷	硒	镉	六价铬	铅	氰化物			
1#三块石电站拦河坝上游	2020.5.24	无色无味澄清	ND	0.167	ND	0.0010	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	0.182	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	0.176	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
2#三星航电枢纽坝下	2020.5.24	无色无味澄清	ND	0.176	ND	0.0012	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	0.184	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	0.182	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3#库区左岸支流玉溪河(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	ND	0.198	ND	0.0039	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.021	0.020
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	0.198	ND	0.0023	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.020	0.020
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	0.190	ND	0.0039	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.028	0.028
4#库区右岸支流(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	0.02	0.294	ND	0.0059	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.012	0.012
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	0.281	0.00005	0.0070	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.012	0.012
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	0.288	0.00007	0.0083	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.011	0.011
5#下游支流坛罐窑支沟磨溪(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	ND	0.344	0.00007	0.0030	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	0.324	0.00005	0.0033	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	0.343	0.00005	0.0041	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准			≤1.0	≤1.0	≤0.0001	≤0.05	≤0.01	≤0.005	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.2	

表 4.4.1-15(续)

采样点位	采样日期	样品状态	检测结果(mg/L, 粪大肠菌群: MPN/L, 透明度: cm, 水温: °C)								
			挥发酚	石油类	硫化物	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	悬浮物	叶绿素	透明度	水温
1#三块石电站拦河坝上游	2020.5.24	无色无味澄清	ND	ND	ND	ND	800	7	2.28	55	18.2
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	ND	ND	500	9	2.01	60	18.4	
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	ND	ND	200	6	1.17	65	18.1	
2#三星航电枢纽坝下	2020.5.24	无色无味澄清	ND	ND	ND	ND	500	8	1.20	55	18.3
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	ND	ND	200	8	3.14	60	18.2	
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	ND	ND	200	8	2.21	60	18.3	
3#库区左岸支流玉溪河(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	0.0040	ND	ND	0.06	2.4×10^5	15	0.904	-	17.9
	2020.5.25	无色无味澄清	0.0042	ND	ND	0.07	1.6×10^5	14	1.18	-	18.0
	2020.5.26	无色无味澄清	0.0040	ND	ND	0.05	5.4×10^4	13	0.621	-	18.0
4#库区右岸支流(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	0.0023	ND	ND	0.08	9.2×10^4	13	0.806	-	18.4
	2020.5.25	无色无味澄清	0.0029	ND	ND	0.09	3.5×10^4	12	0.810	-	18.5
	2020.5.26	无色无味澄清	0.0023	ND	ND	0.05	3.5×10^4	11	0.601	-	18.3
5#下游支流坛罐窑支沟磨溪(河口)	2020.5.24	无色无味澄清	ND	ND	ND	ND	7.9×10^3	11	2.32	-	18.6
	2020.5.25	无色无味澄清	ND	ND	ND	ND	4.9×10^3	11	2.58	-	18.4
	2020.5.26	无色无味澄清	ND	ND	ND	ND	4.9×10^3	10	0.933	-	18.3
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准			≤0.005	≤0.05	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤10000			

表 4.4.1-16 水质综合评价一览表

编号	监测点位	目标水质	监测水质		
			现状水质	是否达标	主要超标指标
1	三块石电站拦河坝上游 1#	III	III	是	
2	三星航电枢纽坝下 2#	III	III	是	
3	双江航电枢纽库区左岸支流玉溪河河口 3#	III	劣V	否	化学需氧量、5 日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、粪大肠菌群
4	库区右岸支流河口 4#	III	劣V	否	化学需氧量、5 日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、粪大肠菌群
5	下游支流坛罐窑支沟磨溪河口 5#	IV	IV	是	

涪江干流监测点位的监测结果显示，各项评价指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准。评价区库区各支流现状水质较差，右岸支流、左岸玉溪河水质均无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III 类标准要求，主要超标因子为化学需氧量、5 日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、粪大肠菌群，反映出支流水质受农业面源、生活污染源的影响较大，与现状调查所了解的各场镇生活污水收集处理设施不健全的情况相吻合。国控断面“玉溪”位于本次补充监测的玉溪河河口下游，断面水质较好，多数时段能达到 II 类水质标准要求。

4.4.2 地下水质量现状评价

为了解工程建设区域范围内地下水环境质量现状，委托重庆市华测检测技术有限公司于 2020 年 5 月对工程区域范围内共 2 个点位的地下水环境质量进行了监测，监测项目包括 pH 值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发酚、阴离子表面活性剂、耗氧量、硝酸盐(以 N 计)、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬(六价)、铅、氨氮、总大肠菌群、水位等，监测结果详见表 4.4.2。根据监测结果可知，工程评价区所监测的 2 处地下水井的地下水水质无法满足符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中 III 类标准的要求，主要超标因子为总硬度、硝酸盐、耗氧量和总大肠菌群，其中总硬度最大超标 0.6 倍，硝酸盐最大超标 2.5 倍，耗氧量最大超标 0.39 倍，这反映出库区流域乡镇生活污染源排放对地下水水质也造成了一定的影响。

表 4.4.2 评价区地下水监测结果

单位: mg/L

检测项目	监测结果						标准值
	双江航电枢纽坝址右岸枷档湾 1#			库区右岸曹家坝外梁子(水井)2#			
	2020.05.24	2020.05.25	2020.05.26	2020.05.24	2020.05.25	2020.05.26	
pH	7.32	7.38	7.40	7.04	7.05	7.08	6.5~8.5
总硬度(以CaCO ₃ 计)	322	351	336	742	661	656	≦450
溶解性总固体	435	430	426	949	872	829	≦1000
硝酸盐(以N计)	0.125	0.124	0.130	70.2	69.8	70.7	≦20.0
氟化物	0.273	0.292	0.300	0.075	0.073	0.182	≦1.0
氯化物	18.4	18.8	18.8	57.9	57.6	59.6	≦250
硫酸盐	137	136	140	130	130	133	≦250
挥发性酚类	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≦0.002
阴离子表面活性剂(LAS)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≦0.3
耗氧量(高锰酸盐指数)	4.07	4.11	4.17	0.78	0.84	0.93	≦3.0
氨氮	0.18	0.18	0.12	0.09	0.09	0.09	≦0.50
总大肠菌群(MPN/100mL)	3500	2400	330	330	220	80	≦3.0
氰化物	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≦0.05
铬(六价)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≦0.05
锰	0.05	0.05	ND	ND	ND	ND	≦0.10
铁	0.01	0.01	ND	ND	ND	ND	≦0.3
铜	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≦1.00
锌	0.010	ND	ND	ND	ND	ND	≦1.00
汞	ND	ND	0.00046	ND	ND	ND	≦0.001
砷	ND	ND	0.0003	ND	ND	ND	≦0.01
镉	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	≦0.005
铅	ND	ND	0.001	0.002	0.002	0.002	≦0.01

4.4.3 环境空气质量现状评价

4.4.3.1 区域环境空气达标区判定

根据生态环境部环境工程评估中心发布的环境空气质量模型技术支持服务系统 (<http://data.lem.org.cn/eamds/apply/tostepone.html>), 输入项目区主要工程布置坐标, 进行达标区判定, 判定结果详情如表4.4.3-1所示。

表 4.4.3-1 工程所在地达标区判定表

类型	省份	市(县、区)	年份	国控点数量	判定结果及详情
达标区判定	重庆	潼南区	2019	1	达标区
	四川	遂宁市	2019	4	达标区

遂宁市 2019 年 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 9ug/m³、23ug/m³、49ug/m³、31ug/m³; CO 24 小时平均第 95 百分位数为 0.9mg/m³, O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 135 ug/m³; 各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值。

重庆市 2019 年 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 7ug/m³、40ug/m³、60ug/m³、38ug/m³; CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.2mg/m³, O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 157ug/m³; 超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值的污染物为 PM_{2.5}。

根据 2019 年《重庆市生态环境状况公报》, 重庆市潼南区环境空气质量优良天数 331 天, 综合质量指数 3.62, SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 13ug/m³、20ug/m³、57ug/m³、30ug/m³; CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.4mg/m³, O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 141ug/m³。各项指标的年均值均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值, 区域环境空气质量较优。

4.4.3.2 评价区环境空气质量

评价范围内无工业大气污染源, 主要污染源为居民日常生活及道路交通扬尘。为了解工程建设区域范围内环境空气质量现状, 委托重庆市华测检测技术有限公司于 2020 年 5 月对工程区域范围内 2 个点位的 SO₂、NO₂、TSP 和 PM₁₀ 进行了连续 7 天的监测, 监测结果见表 4.4.3-2。

表 4.4.3-2 环境空气现状监测结果

单位: mg/m³

采样点位	采样日期	检测结果(mg/m ³)			
		二氧化硫	二氧化氮	总悬浮颗粒物	可吸入颗粒物 PM ₁₀
左岸联三村 1#	2020.5.20	0.048	0.036	0.009	0.028
	2020.5.21	0.046	0.032	0.008	0.032
	2020.5.22	0.057	0.040	0.011	0.034
	2020.5.23	0.075	0.046	0.016	0.044
	2020.5.24	0.055	0.041	0.012	0.037
	2020.5.25	0.029	0.016	0.010	0.027
	2020.5.26	0.053	0.039	0.012	0.041
右岸水竹湾 2#	2020.5.20	0.044	0.032	0.010	0.026
	2020.5.21	0.041	0.029	0.009	0.033
	2020.5.22	0.049	0.035	0.010	0.035
	2020.5.23	0.077	0.047	0.016	0.046
	2020.5.24	0.057	0.042	0.012	0.038
	2020.5.25	0.026	0.018	0.009	0.025
	2020.5.26	0.050	0.033	0.011	0.042
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)二级标准		0.15	0.08	0.3	0.15
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)一级标准		0.05	0.08	0.12	0.05

右岸水竹湾监测点执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准,该点位环境空气质量均满足二级标准限值的要求;左岸联三村监测点位于定明山—运河市级风景名胜区范围,执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的一级标准,该点位环境空气质量基本满足一级标准限值的要求,除部分监测时段 SO₂ 略高于一级标准要求,最大超标倍数 0.5 倍。环境空气现状质量总体优良。

4.4.4 声环境质量现状评价

为了解工程建设区域范围内声环境质量现状,委托重庆市华测检测技术有限公司于 2020 年 5 月对工程区域内共 7 个点位进行了声环境监测,监测结果详见表 4.4.4。根据监测结果可知,各监测点声环境质量均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准,工程区周边的村庄声环境质量基本达到了《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求,评价区声环境质量现状良好。

表 4.4.4 声环境质量现状监测结果

监测点位	监测日期	监测结果 Leq[dB(A)]	
		昼间	夜间
双江航电枢纽坝址左岸施工营地区 1#	2020.5.21	52	45
	2020.5.22	51	44
	2020.5.23	52	44
左岸联三村 2#	2020.5.21	52	46
	2020.5.22	50	45
	2020.5.23	52	45
右岸枷档湾 3#	2020.5.21	52	45
	2020.5.22	52	43
	2020.5.23	52	46
右岸寇家坝 4#	2020.5.21	52	45
	2020.5.22	53	44
	2020.5.23	52	45
右岸金树湾 5#	2020.5.21	53	44
	2020.5.22	52	44
	2020.5.23	51	44
右岸回头湾 6#	2020.5.21	51	45
	2020.5.22	52	45
	2020.5.23	52	45
左岸库区鸞台村 7#	2020.5.21	51	44
	2020.5.22	53	45
	2020.5.23	53	44
《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准		60	50
《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准		55	45

4.4.5 土壤和河流底质质量现状评价

为了解工程建设区域范围内土壤环境质量现状,委托重庆市华测检测技术有限公司于 2020 年 5 月 21 日对工程区域内共 8 个点位进行了土壤和底泥采样监测,其中在施工临时占地设置了 4 个土壤采样监测点,项目用地范围外设置了 3 个土壤采样监测点,在三块石电站拦河坝上游设置了 1 个底泥采样监测点,检测指标为 pH 值、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六、滴滴涕等 11 项;2020 年 10 月 19 日,中国

电建集团中南勘测设计研究院有限公司检测中心对工程永久建筑物占地范围内(右坝肩)进行了土壤采样监测,检测指标为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中基本项目。土壤点位布置满足《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)中生态影响型项目二级评价所要求的监测布点位置和数量要求。

监测结果详见表 4.4.5-1~2。根据监测结果可知,右坝肩、右岸料场区、右岸仙鹅村防护工程区、左岸施工区、右岸施工区、左岸回龙坝料场区土壤监测点位所检测的土壤环境质量各项指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的相应风险筛选值;左岸联三村、库区右岸曹家坝外梁子土壤监测点位和三块石电站拦河坝上游底泥监测点位所检测的土壤环境质量各项指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的相应风险筛选值。总体而言,工程区域土壤环境质量现状较好。

表 4.4.5-1 土壤和底泥质量监测结果

采样点位	样品状态	检测结果(mg/kg, pH 值: 无量纲)										
		pH 值	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌	六六六	滴滴涕
右岸料场区 1#	浅棕色、潮、少量砂砾、中量根系、团粒状、砂土	8.46	0.2	0.0295	6.6	14	53.4	17.8	23.1	60.8	-	-
右岸仙鹅村防护工程区 2#	浅棕色、潮、少量砂砾、少量根系、团粒状、砂土	8.43	0.24	0.066	9.2	18.4	64.5	24.5	29.6	81	ND	ND
左岸施工区 3#	浅棕色、干、少量砂砾、少量根系、团粒状、砂土	8.64	0.12	0.0279	9	16.8	54.6	18.8	22.8	60.7	-	-
右岸施工区 4#	黄棕色、干、大量砂砾、少量根系、块状、砂土	8.35	0.42	0.0154	9	23.2	81.4	34.1	43.7	85	-	-
左岸联三村 5#	黄棕色、极潮、少量砂砾、少量根系、块状、粘土	6.64	0.16	0.139	7.6	28.9	65.6	25.3	29.1	84.7	ND	ND
左岸回龙坝料场区 6#	浅棕色、潮、少量砂砾、少量根系、团粒状、砂土	8.41	0.26	0.0446	8.3	17.7	68.2	19.9	26.6	73.3	ND	ND
库区右岸曹家坝外梁子 7#	浅棕色、潮、少量砂砾、少量根系、团粒状、砂土	8.46	0.32	0.0497	9.4	18.5	63.9	22.8	28.1	76.6	ND	ND
三块石电站拦河坝上游 8#	灰黑色、有异味	8.16	0.17	0.0348	5.8	15.8	52.9	19.3	24.2	67.5	-	-

表 4.4.5-2 右坝肩土壤质量监测结果

监测项目	检测结果 mg/kg	标准值 mg/kg	监测项目	检测结果 mg/kg	标准值 mg/kg
砷	8.2	60	氯乙烯	0.02L	0.43
镉	0.21	65	苯	0.01L	4
铬(六价)	0.5L	5.7	氯苯	0.005L	270
铜	34.4	18000	1,1-二氯苯	0.02L	560
铅	30	800	1,4-二氯苯	0.008L	20
汞	0.128	38	乙苯	0.006L	28
镍	47	900	苯乙烯	0.02L	1290
四氯化碳	0.03L	2.8	甲苯	0.006L	1200
氯仿	0.02L	0.9	间二甲苯+对二甲苯	0.009L	570
1,1-二氯乙烷	0.02L	9	邻二甲苯	0.02L	640
1,2-二氯乙烷	0.01L	5	硝基苯	0.09L	76
1,1-二氯乙烯	0.01L	66	苯胺	0.1L	260
顺 1,1-二氯乙烯	0.008L	596	2-氯酚	0.06L	2256
反 1,1-二氯乙烯	0.02L	54	苯并(a)蒽	0.1L	15
二氯甲烷	0.02L	616	苯并(a)芘	0.1L	1.5
1,2-二氯丙烷	0.008L	5	苯并(b)荧蒽	0.2L	15
1,1,1,2-四氯乙烷	0.02L	10	苯并(k)荧蒽	0.1L	151
1,1,1,2-四氯乙烷	0.02L	6.8	蒽	0.1L	1293
四氯乙烯	0.02L	53	二苯并(a,h)蒽	0.1L	1.5
1,1,1-三氯乙烷	0.02L	840	茚并(1,2,3-cd)芘	0.1L	15
1,1,2-三氯乙烷	0.02L	2.8	萘	0.09L	70
三氯乙烯	0.009L	2.8			
1,2,3-三氯丙烷	0.02L	0.5			

4.5 工程影响区存在的主要环境问题

a) 常规监测结果表明，涪江干流总体水质较好，III类水质断面比例 100%，且大多数时段可以达到 II 类水质标准。但库区支流水质不稳定，且相对较差，主要生化指标超标，这与现场调查中所了解的双江库区涪江流域还存在城区生活污水收集处理不完善，农村地区生活污水直排和农业面源污染影响的情况是相符的。

b) 已建梯级电站大坝的阻隔降低了水生生境的连通性，鱼类资源有下降趋势。

由于双江航电枢纽坝址上游的梯级三星航电枢纽和下游的潼南航电枢纽已建成运行，工程建设中未采取有效过鱼措施，使洄游性、半洄游性鱼类受大坝阻隔，索饵和生殖洄游受到较大影响。三块石拦河坝的存在，也使本江段的阻隔影响早已存在。

c) 三块石引水闸将上游来水引往人工运河，在枯水季节上游来水不足时，由于三块石引水闸的引水，拦河坝下游 4.0km 左右的涪江主河道减水严重，河床裸露，对河道景观、水生生态、水环境等造成了十分不利的影晌。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文情势影响分析

5.1.1 库区水文情势变化

涪江潼南段(三星大坝~下麻柳沟)66.6km 航道,流经别口、上和、梓潼、桂林、双江、安兴、玉溪和米心八个乡镇,海拔 200m~700m,沿江两岸多为漫滩及冲积台地,河床渐次开阔,枯水河面宽 100m~300m,地质多为砂卵石,落差约 40m,河道水面比降 0.49‰,河床稳定,水流集中,航道一般水深 0.8m。

双江航电枢纽坝址处河床底部标高+232.76m,按多年平均流量 441m³/s 分析,天然情况下坝前水位 236.93m,坝址处水深 4.17m;建库后,正常蓄水位 249m,坝址处水深 16.24m,坝前水位抬升幅度 12.07m。

双江航电枢纽运行过程中,当入库流量小于 2880m³/s 时,水位在正常蓄水位(249m)与死水位(248m)之间运行,水库消落深度为 1m,通过回水计算,正常蓄水位 249m 时,水库回水在 13.71km 断面尖灭;当入库流量大于等于 2880m³/s 时,电站停止发电,水库敞泄冲沙,河道基本呈天然状态,回水在坝前尖灭。

正常蓄水位 249.0m 方案下,双江库区航道与上游三星枢纽工程水位未衔接,局部河段需进行河道疏浚。建库后,库区及库尾以上的河道断面,不同来水流量条件下,各断面水力参数见表 5.1.1-1~2。

表 5.1.1-1 分级流量条件下库区及库尾以上河道断面水力参数

断面编号	断面位置(距坝) (km)	水位 (m)		最大水深 (m)		平均流速 (m/s)	
		建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后
D01	0	241.10	249.00	3.54	11.44	0.80	-
D02	0.50	241.35	249.01	5.8	13.46	0.80	0.73
D03	1.73	242.93	249.07	13.83	19.97	1.20	1.09
D04	3.16	244.13	249.19	5.51	10.57	1.20	1.09
D05	4.39	245.73	249.29	16.01	19.57	1.20	1.09
D06	6.18	245.93	249.38	11.87	15.32	1.60	1.45
D07	8.16	246.73	249.67	9.01	11.95	1.60	1.45
D08	11.10	247.74	250.26	6.58	9.1	2.79	2.54
D09	13.71	250.50	250.74	6.24	6.48	4.01	3.99
D10	15.31	251.91	251.99	11.63	11.71	2.57	2.54
D11	17.39	252.01	252.10	7.47	7.56	4.01	3.99
D12	18.78	252.46	252.46	8.19	8.19	5.89	5.89

表 5.1.1-2 95%保证率日均流量条件下库区及库尾以上河道断面水力参数

断面编号	断面位置(距坝) (km)	水位 (m)		最大水深 (m)		平均流速 (m/s)	
		建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后
D01	0	236.2	248.00	0.48	10.44	0.04	-
D02	0.50	236.45	248.00	0.9	12.45	0.04	0.02
D03	1.73	238.03	248.00	8.93	18.9	0.07	0.03
D04	3.16	239.23	248.00	0.61	9.38	0.07	0.03
D05	4.39	240.83	248.00	11.11	18.28	0.07	0.03
D06	6.18	241.03	248.00	6.97	13.94	0.09	0.04
D07	8.16	241.83	248.01	4.11	10.29	0.09	0.04
D08	11.10	242.84	248.01	1.68	6.85	0.16	0.07
D09	13.71	245.6	248.02	1.34	3.76	0.24	0.11
D10	15.31	247.01	248.03	6.73	7.75	0.16	0.07
D11	17.39	247.11	248.03	2.57	3.49	0.24	0.11
D12	18.78	247.56	248.04	3.29	3.77	0.04	0.19

由表 5.1.1-1 可见, 在分级流量 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 来水条件下, 建库后水库坝前水位在正常蓄水位 249m 运行, 库区及库尾以上各断面水位较建库前提高 $0\text{m}\sim 7.9\text{m}$, 流速下降 $0\text{m/s}\sim 0.25\text{m/s}$ 。

5.1.2 坝下水文情势变化

5.1.2.1 施工期

工程施工总工期为 55 个月, 其中第一年 11 月至第四年 4 月为主体工程施工期, 共 30 个月。主体工程施工采用分期导流的方式, 第一年 11 月下河修筑一期枯期围堰, 由左侧河道及汉江过流, 船只由汉江通行; 第二年 5 月开始由全年基坑围堰挡水, 已建三孔泄水闸、三孔冲砂闸、左岸河道及汉江过流; 第二年 11 月开始修筑二期过水围堰, 由已建三孔冲砂闸、三孔泄洪闸及汉江过流, 到 4 月底, 拆除全年围堰及二期枯水围堰, 船闸具备通航条件、厂房第一台机组具备发电条件; 第三年 5 月拆除完厂房全年围堰、二期枯水围堰及三块石溢流坝后, 将 3 孔冲砂闸和 15 孔泄洪闸下闸蓄水, 由完建的右侧三孔泄洪闸和三孔冲砂闸调节水位。从导流程序来看, 施工期间, 涪江河道不断流, 下游河道水文情势变化不大, 水量影响很小。

5.1.2.2 初期蓄水期

根据进度安排，本工程在第三年 11 月初下闸蓄水，设计流量选用 11 月份 5 年一遇月平均流量 $248\text{m}^3/\text{s}$ ，并同时考虑生态基流需要，采取边蓄边供的方式。本工程正常蓄水位为 249.00m ，下闸时泄洪冲沙闸上游水位为 236.40m ，考虑安全监测需要及蓄水速率要求，可按不超过 $2\text{m}/\text{d}$ 的速率控制，初步计算蓄水时间最长约需 10 天(90%代表年)。初期蓄水期间，可通过将部分闸门开启或控制闸门开启幅度(10° 、 20° 、 30° 等)下泄生态流量，保证枢纽下游涪江江段满足生态需水要求。

5.1.2.3 运行期

a) 电站运行调度方式

双江航电枢纽电站仅具有日调节性能，不参与电网调峰运行，在汛期，主要担负基荷，当水库入库流量大于 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，电站停机进行敞泄冲沙。双江电站原则上按来多少水发多少电，超电站满发流量部分，作弃水处理，同时，水库不承担防洪任务，对洪水无调节作用。

双江航电枢纽运行方式为：当入库流量小于 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，水位在正常蓄水位与死水位之间运行；当入库流量大于等于 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 时，水库敞泄冲沙。

b) 下泄流量分析

双江水库出库流量近似等于入库流量，坝下游水位的变幅不大，不会出现明显的季节性的变化。

双江航电枢纽上游 500m 处建有三块石拦河坝，左岸河堤外为人工运河汉江，人工运河目前仅承担潼南区城镇供水和灌溉用水任务，经综合论证(见 5.1.3.1 下游生态流量需求计算章节)，人工运河内生态流量按 $14\text{m}^3/\text{s}$ 进行取值。

双江航电枢纽工程建成后，渠化三星~双江河段航道，根据双江航电枢纽运行方式，原则上按来多少水发多少电，超电站满发流量部分，作弃水处理，同时，水库不承担防洪任务，对洪水无调节作用。丰、平、枯代表年双江枢纽入出库流量和发电流量逐日过程见表 5.1.2-1~3。

双江枢纽出入库流量调节计算过程中，考虑了规划水平年 2030 年，库区内渝西水资源配置工程中的桂林泵站和双江泵站的取水流量($3.99\text{m}^3/\text{s}$)和人工运河内的生态流量($14\text{m}^3/\text{s}$)，出库流量为已扣除上述库区内引水流量后的数值。

表 5.1.2-1 双江航电枢纽工程典型年逐日入出库流量一览表(丰水年 10%)

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量
1	306.7	288.7	342.5	324.5	407.1	389.1	1282.7	530.1	1253.3	531.7	3751.4	0.0	525.3	507.3	227.6	209.6	145.7	127.7	80.2	62.2	83.4	65.4	89.7	71.7
2	277.9	259.9	288.5	270.5	417.1	399.1	930.7	550.4	1283.3	530.0	3791.4	0.0	505.3	487.3	223.6	205.6	142.7	124.7	80.2	62.2	77.4	59.4	95.7	77.7
3	371.9	353.9	347.5	329.5	461.1	443.1	766.7	557.4	1663.3	509.6	1931.4	496.5	494.3	476.3	219.6	201.6	142.7	124.7	77.2	59.2	77.4	59.4	95.7	77.7
4	451.9	433.9	357.5	339.5	396.1	378.1	660.7	544.2	1463.3	519.7	1351.4	526.1	479.3	461.3	215.6	197.6	142.7	124.7	71.2	53.2	74.4	56.4	89.7	71.7
5	440.9	422.9	302.5	284.5	407.1	389.1	631.7	540.6	2723.3	453.9	1111.4	539.7	468.3	450.3	211.6	193.6	136.7	118.7	77.2	59.2	77.4	59.4	86.7	68.7
6	387.9	369.9	282.5	264.5	386.1	368.1	842.7	556.3	5363.3	0.0	908.4	551.7	448.3	430.3	211.6	193.6	136.7	118.7	77.2	59.2	71.4	53.4	89.7	71.7
7	331.9	313.9	254.5	236.5	350.1	332.1	803.7	559.1	8783.3	0.0	802.4	559.2	423.3	405.3	211.6	193.6	136.7	118.7	71.2	53.2	69.0	51.0	86.7	68.7
8	311.9	293.9	254.5	236.5	423.1	405.1	643.7	542.1	3183.3	0.0	721.4	551.7	418.3	400.3	211.6	193.6	133.7	115.7	71.2	53.2	69.0	51.0	95.7	77.7
9	346.9	328.9	208.5	190.5	738.1	553.8	572.7	532.9	1893.3	498.3	654.4	543.4	433.3	415.3	211.6	193.6	126.7	108.7	74.2	56.2	66.2	48.2	122.7	104.7
10	277.9	259.9	204.5	186.5	1584.1	513.4	1012.7	545.3	1353.3	526.0	636.4	541.2	443.3	425.3	211.6	193.6	131.7	113.7	71.2	53.2	74.4	56.4	136.7	118.7
11	252.4	234.4	216.4	198.4	930.3	550.4	2544.0	467.3	1154.6	537.3	673.8	545.8	474.4	456.4	225.1	207.1	130.1	112.1	78.9	60.9	67.6	49.6	148.6	130.6
12	243.4	225.4	225.4	207.4	691.3	547.9	3704.0	0.0	1764.6	504.6	690.8	547.9	511.4	493.4	221.1	203.1	132.1	114.1	81.9	63.9	70.4	52.4	141.6	123.6
13	616.4	538.8	295.4	277.4	530.3	512.3	1894.0	498.3	2934.6	0.0	746.8	554.9	500.4	482.4	225.1	207.1	127.1	109.1	89.9	71.9	65.0	47.0	141.6	123.6
14	801.4	593.3	310.4	292.4	430.3	412.3	1314.0	528.3	2484.6	470.8	816.8	558.2	480.4	462.4	217.1	199.1	124.1	106.1	89.9	71.9	65.0	47.0	162.6	144.6
15	658.4	543.9	335.4	317.4	367.3	349.3	1014.0	545.2	2184.6	484.6	810.8	558.6	454.4	436.4	205.1	187.1	124.1	106.1	78.9	60.9	70.4	52.4	181.6	163.6
16	587.4	535.0	350.4	332.4	307.3	289.3	805.0	559.0	1524.6	516.2	759.8	556.6	424.4	406.4	191.1	173.1	112.1	94.1	72.9	54.9	72.8	54.8	177.6	159.6
17	551.4	530.0	314.4	296.4	278.3	260.3	699.0	548.9	1154.6	537.3	710.8	550.4	404.4	386.4	175.1	157.1	121.1	103.1	72.9	54.9	75.8	57.8	158.6	140.6
18	527.4	509.4	300.4	282.4	236.3	218.3	603.0	537.2	984.6	547.0	643.8	542.1	385.4	367.4	172.1	154.1	115.1	97.1	72.9	54.9	65.0	47.0	170.6	152.6
19	471.4	453.4	295.4	277.4	223.3	205.3	533.0	515.0	871.6	554.2	596.8	536.3	365.4	347.4	172.1	154.1	115.1	97.1	69.9	51.9	65.0	47.0	188.6	170.6

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量
20	505.4	487.4	252.4	2344	11163	539.5	488.0	470.0	891.6	552.8	554.8	530.4	3344	352.4	168.1	150.1	115.1	97.1	72.9	54.9	72.8	54.8	196.6	178.6
21	538.4	520.4	224.2	2062	17254	506.5	464.5	446.5	1064.1	542.4	536.2	518.2	324.0	342.0	164.5	146.5	114.9	96.9	75.3	57.3	78.3	60.3	212.8	194.8
22	526.4	508.4	483.2	465.2	11354	538.4	432.5	414.5	958.1	548.7	525.2	507.2	310.0	328.0	151.5	133.5	114.9	96.9	69.3	51.3	90.3	72.3	203.8	185.8
23	481.4	463.4	802.2	559.2	18354	501.2	395.5	377.5	844.1	556.2	572.2	532.9	315.0	297.0	147.5	129.5	102.9	84.9	75.3	57.3	90.3	72.3	239.8	221.8
24	410.4	392.4	998.2	546.2	22054	483.7	405.5	387.5	743.1	554.4	667.2	544.9	301.0	283.0	151.5	133.5	102.9	84.9	78.3	60.3	75.3	57.3	272.8	254.8
25	368.4	350.4	855.2	555.4	12554	531.6	437.5	419.5	692.1	548.0	722.2	551.8	293.0	275.0	151.5	133.5	100.9	82.9	78.3	60.3	75.3	57.3	272.8	254.8
26	353.4	335.4	783.2	559.6	14454	520.7	421.5	403.5	794.1	559.8	715.2	550.9	275.0	257.0	147.5	129.5	102.9	84.9	75.3	57.3	81.3	63.3	227.8	209.8
27	492.4	474.4	809.2	558.7	39754	0.0	931.5	550.3	984.1	547.1	710.2	550.3	261.0	243.0	147.5	129.5	97.9	79.9	72.3	54.3	81.3	63.3	184.8	166.8
28	550.4	529.8	582.2	534.3	34354	0.0	924.5	550.7	1104.1	540.1	697.2	548.7	249.0	231.0	144.5	126.5	94.9	76.9	78.3	60.3	81.3	63.3	207.8	189.8
29	533.4	515.4	455.2	437.2	24554	472.2	680.5	546.6	1184.1	535.6	673.2	545.7	245.0	227.0	141.5	123.5	102.9	84.9	81.3	63.3	84.3	66.3	223.8	205.8
30	470.4	452.4	401.2	383.2	25054	469.8	520.5	502.5	3704.1	0.0	622.2	539.5	236.0	218.0	134.5	116.5	97.9	79.9			90.3	72.3	227.8	209.8
31	389.4	371.4			20854	489.1	798.5	559.5			592.2	535.7			137.5	119.5	97.9	79.9			90.3	72.3		

表 5.1.2-2 双江航电枢纽工程典型年逐日入出库流量一览表(平水年 50%)

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量
1	92.8	74.8	136.8	118.8	915.8	551.3	1146.2	537.8	481.2	463.2	933.3	550.2	267.1	249.1	154.7	136.7	101.3	83.3	65.3	47.3	59.8	41.8	127.1	109.1
2	97.2	79.2	112.8	94.8	580.8	534.1	1216.2	533.8	425.2	407.2	774.3	558.4	263.1	245.1	157.7	139.7	101.3	83.3	65.3	47.3	57.6	39.6	99.1	81.1
3	91.2	73.2	97.8	79.8	401.8	383.8	1066.2	542.3	395.2	377.2	729.3	552.7	254.1	236.1	164.7	146.7	104.3	86.3	68.3	50.3	59.8	41.8	92.1	74.1
4	84.2	66.2	90.8	72.8	300.8	282.8	885.2	553.3	1157.2	537.2	686.3	547.3	246.1	228.1	164.7	146.7	98.3	80.3	60.1	42.1	66.9	48.9	85.1	67.1

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量
5	87.2	69.2	80.8	62.8	333.8	315.8	670.2	545.3	3997.2	0.0	614.3	538.5	224.1	157.7	139.7	104.3	86.3	65.3	47.3	81.9	63.9	81.1	63.1	
6	87.2	69.2	116.8	98.8	1083.8	541.3	525.2	507.2	4747.2	0.0	568.3	523.3	216.1	154.7	136.7	101.3	83.3	60.1	42.1	84.9	66.9	85.1	67.1	
7	104.2	86.2	139.8	121.8	1793.8	503.2	414.2	396.2	1737.2	506.0	546.3	528.3	201.1	157.7	139.7	108.3	90.3	62.3	44.3	78.9	60.9	75.1	57.1	
8	139.2	121.2	151.8	133.8	1723.8	506.6	641.2	541.8	1187.2	535.5	556.3	530.7	193.1	161.7	143.7	101.3	83.3	65.3	47.3	98.9	80.9	85.1	67.1	
9	158.2	140.2	210.8	192.8	1003.8	545.8	4626.2	0.0	872.2	554.2	568.3	532.3	204.1	147.7	129.7	98.3	80.3	62.3	44.3	91.9	73.9	88.1	70.1	
10	262.2	244.2	191.8	173.8	699.8	549.0	3326.2	0.0	770.2	557.9	546.3	528.3	189.1	147.7	129.7	95.3	77.3	65.3	47.3	94.9	76.9	78.1	60.1	
11	332.8	314.8	207.0	189.0	521.0	503.0	1368.2	525.2	1079.0	541.5	480.5	462.5	201.7	143.9	125.9	104.7	86.7	64.7	46.7	86.9	68.9	97.7	79.7	
12	274.8	256.8	203.0	185.0	429.0	411.0	799.2	559.4	1859.0	500.0	443.5	425.5	216.7	146.9	128.9	104.7	86.7	70.7	52.7	80.9	62.9	90.7	72.7	
13	228.8	210.8	207.0	189.0	375.0	357.0	613.2	538.4	1539.0	515.5	419.5	401.5	272.7	146.9	128.9	108.7	90.7	67.7	49.7	71.9	53.9	87.7	69.7	
14	224.8	206.8	166.0	148.0	300.0	282.0	584.2	534.5	1479.0	518.8	399.5	381.5	289.7	156.9	138.9	108.7	90.7	60.0	42.0	74.9	56.9	77.7	59.7	
15	244.8	226.8	152.0	134.0	245.0	227.0	498.2	480.2	1179.0	535.9	379.5	361.5	268.7	149.9	131.9	104.7	86.7	64.7	46.7	66.7	48.7	71.7	53.7	
16	205.8	187.8	130.0	112.0	225.0	207.0	411.2	393.2	1049.0	543.2	365.5	347.5	272.7	149.9	131.9	101.7	83.7	64.7	46.7	74.9	56.9	68.7	50.7	
17	182.8	164.8	104.0	86.0	191.0	173.0	1308.2	528.6	881.0	553.6	374.5	356.5	272.7	139.9	121.9	101.7	83.7	67.7	49.7	71.9	53.9	55.6	37.6	
18	168.8	150.8	148.0	130.0	191.0	173.0	3698.2	0.0	793.0	559.9	384.5	366.5	272.7	143.9	125.9	111.7	93.7	64.7	46.7	74.9	56.9	55.6	37.6	
19	153.8	135.8	177.0	159.0	162.0	144.0	3788.2	0.0	868.0	554.5	379.5	361.5	251.7	133.9	115.9	108.7	90.7	67.7	49.7	74.9	56.9	55.6	37.6	
20	164.8	146.8	211.0	193.0	140.0	122.0	2268.2	480.8	1049.0	543.2	351.5	333.5	243.7	129.9	111.9	101.7	83.7	67.7	49.7	71.9	53.9	71.7	53.7	
21	384.4	366.4	258.3	240.3	129.7	111.7	1727.4	506.4	1368.3	525.2	331.6	313.6	212.1	126.0	108.0	115.5	97.5	63.7	45.7	61.0	43.0	154.7	136.7	
22	487.4	469.4	237.3	219.3	122.7	104.7	1367.4	525.2	1098.3	540.5	321.6	303.6	205.1	136.0	118.0	108.5	90.5	59.0	41.0	74.1	56.1	166.7	148.7	
23	454.4	436.4	190.3	172.3	119.7	101.7	400.4	382.4	867.3	554.6	312.6	294.6	209.1	126.0	108.0	101.5	83.5	66.7	48.7	68.1	50.1	120.7	102.7	
24	454.4	436.4	150.3	132.3	115.7	97.7	1117.4	539.4	726.3	552.3	291.6	273.6	201.1	133.0	115.0	101.5	83.5	56.6	38.6	71.1	53.1	116.7	98.7	
25	331.4	313.4	139.3	121.3	125.7	107.7	923.4	550.8	635.3	541.1	287.6	269.6	197.1	119.0	101.0	98.5	80.5	56.6	38.6	63.4	45.4	112.7	94.7	

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量
26	264.4	246.4	139.3	121.3	115.7	97.7	777.4	558.8	566.3	532.0	269.6	251.6	179.1	197.1	119.0	101.0	92.5	74.5	52.3	34.3	68.1	50.1	128.7	110.7
27	211.4	193.4	150.3	132.3	822.7	557.8	646.4	542.4	517.3	499.3	265.6	247.6	183.1	165.1	116.0	98.0	95.5	77.5	56.6	38.6	71.1	53.1	263.7	245.7
28	181.4	163.4	146.3	128.3	2755.7	451.5	559.4	531.1	482.3	464.3	257.6	239.6	183.1	165.1	106.0	88.0	95.5	77.5	52.3	34.3	74.1	56.1	300.7	282.7
29	156.4	138.4	167.3	149.3	2785.7	449.2	514.4	496.4	930.3	550.4	261.6	243.6	179.1	161.1	113.0	95.0	98.5	80.5			107.1	89.1	254.7	236.7
30	141.4	123.4	267.3	249.3	1835.7	501.2	577.4	533.6	1508.3	517.1	265.6	247.6	171.1	153.1	110.0	92.0	95.5	77.5			161.1	143.1	295.7	277.7
31	148.4	130.4			1295.7	529.3	531.4	513.4			269.6	251.6			106.0	88.0	92.5	74.5			144.1	126.1		

表 5.1.2-3 双江航电枢纽工程典型年逐日入出库流量一览表(枯水年 90%)

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量	入出库流量	发电流量
1	171	153	249.2	231.2	530.9	512.9	521.3	503.3	348.6	330.6	309.8	291.8	230.5	212.5	134.4	116.4	101.7	83.7	48.4	30.4	40.4	22.4	27.1	9.1
2	169.7	151.7	236.2	218.2	1432.9	521.4	449.3	431.3	345.6	327.6	309.8	291.8	215.5	197.5	126.4	108.4	103.7	85.7	46.7	28.7	48.1	30.1	27.1	9.1
3	175.7	157.7	257.2	239.2	1102.9	540.2	370.3	352.3	357.6	339.6	287.8	269.8	213.5	195.5	126.4	108.4	105.7	87.7	42	24	45	27	25.8	7.8
4	179.7	161.7	358.2	340.2	878.9	553.7	344.3	326.3	479.6	461.6	282.8	264.8	202.5	184.5	123.4	105.4	102.7	84.7	38.5	20.5	45.8	27.8	32.2	14.2
5	146.7	128.7	350.2	332.2	941.9	549.7	347.3	329.3	1040.6	543.7	266.8	248.8	186.5	168.5	120.4	102.4	96.7	78.7	44.3	26.3	46.8	28.8	28.9	10.9
6	132.7	114.7	298.2	280.2	737.9	553.8	327.3	309.3	816.6	558.2	263.8	245.8	192.5	174.5	118.4	100.4	95.7	77.7	37.1	19.1	49.5	31.5	30.6	12.6
7	195.7	177.7	329.2	311.2	723.9	552.0	275.3	257.3	551.6	530.0	246.8	228.8	183.5	165.5	114.4	96.4	97.7	79.7	41.5	23.5	43.7	25.7	26.5	8.5
8	227.7	209.7	356.2	338.2	569.9	532.5	246.3	228.3	461.6	443.6	238.8	220.8	170.5	152.5	114.4	96.4	97.7	79.7	43	25	39.5	21.5	27.5	9.5
9	263.7	245.7	375.2	357.2	488.9	470.9	228.3	210.3	523.6	505.6	228.8	210.8	162.5	144.5	110.4	92.4	101.7	83.7	36.7	18.7	42.1	24.1	23	5
10	246.7	228.7	386.2	368.2	476.9	458.9	265.3	247.3	1350.6	526.2	236.8	218.8	165.5	147.5	109.4	91.4	101.7	83.7	38.4	20.4	39.1	21.1	14.4	0

日/月	5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4	
	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量	入出库 流量	发电 流量
11	237.5	219.5	408.8	390.8	488.1	470.1	262	244	993.1	546.5	223.7	164.7	164.7	146.7	109.2	91.2	101.3	83.3	46.1	28.1	43.6	25.6	26.2	82
12	226.5	208.5	390.8	372.8	722.1	551.8	236	218	873.1	554.1	227.7	146.7	146.7	146.7	104.2	86.2	101.3	83.3	39.7	21.7	42.8	24.8	28.9	109
13	239.5	221.5	348.8	330.8	559.1	531.0	216	198	770.1	557.9	238.7	141.7	159.7	141.7	102.2	84.2	101.3	83.3	43.8	25.8	49.1	31.1	28.8	108
14	238.5	220.5	292.8	274.8	533.1	515.1	198	180	646.1	542.4	251.7	133.7	151.7	133.7	100.2	82.2	99.3	81.3	44.5	26.5	50.2	32.2	27.5	9.5
15	248.5	230.5	930.8	550.4	529.1	511.1	172	154	536.1	518.1	280.7	145.7	127.7	127.7	99.2	81.2	97.3	79.3	46.3	28.3	52.9	34.9	34.4	16.4
16	295.5	277.5	1233.8	532.8	509.1	491.1	246	228	493.1	475.1	267.7	144.7	126.7	126.7	99.2	81.2	93.3	75.3	49	31	52.9	34.9	45.5	27.5
17	252.5	234.5	1223.8	533.4	445.1	427.1	841	556.4	483.1	465.1	237.7	149.7	131.7	131.7	102.2	84.2	95.3	77.3	45.2	27.2	55.6	37.6	41.1	23.1
18	244.5	226.5	895.8	552.5	448.1	430.1	681	546.6	606.1	537.5	227.7	139.7	121.7	121.7	94.2	76.2	96.3	78.3	44.8	26.8	52.2	34.2	41.8	23.8
19	222.5	204.5	630.8	540.5	400.1	382.1	653	543.2	599.1	536.6	215.7	137.7	119.7	119.7	92.2	74.2	95.3	77.3	47.8	29.8	51.7	33.7	30.6	12.6
20	511.5	493.5	561.8	531.4	344.1	326.1	1412	522.7	570.1	532.6	220.7	144.7	126.7	126.7	98.2	80.2	96.3	78.3	45	27	41.3	23.3	36.2	18.2
21	354.6	336.6	550.6	529.9	335.4	317.4	970.9	547.9	491.1	473.1	247.6	147.8	129.8	129.8	100.1	82.1	92.1	74.1	45.1	27.1	50	32	31.8	13.8
22	374.6	356.6	468.6	450.6	335.4	317.4	641.9	541.9	428.1	410.1	317.6	144.8	126.8	126.8	97.1	79.1	97.1	79.1	56.7	38.7	41.6	23.6	38.7	20.7
23	465.6	447.6	432.6	414.6	303.4	285.4	495.9	477.9	390.1	372.1	304.6	143.8	125.8	125.8	95.1	77.1	90.1	72.1	54.7	36.7	43	25	44.3	26.3
24	341.6	323.6	363.6	345.6	469.4	451.4	481.9	463.9	361.1	343.1	315.6	145.8	127.8	127.8	91.1	73.1	93.1	75.1	54.3	36.3	40.7	22.7	53	35
25	296.6	278.6	328.6	310.6	310.4	292.4	848.9	555.9	350.1	332.1	332.6	143.8	125.8	125.8	92.1	74.1	93.1	75.1	49.7	31.7	51.4	33.4	74	56
26	276.6	258.6	321.6	303.6	274.4	256.4	838.9	556.6	354.1	336.1	318.6	139.8	121.8	121.8	89.1	71.1	86.1	68.1	41.5	23.5	42	24	74	56
27	257.6	239.6	354.6	336.6	295.4	277.4	629.9	540.4	366.1	348.1	297.6	140.8	122.8	122.8	92.1	74.1	87.1	69.1	44.8	26.8	45.5	27.5	66	48
28	244.6	226.6	507.6	489.6	283.4	265.4	515.9	497.9	340.1	322.1	274.6	142.8	124.8	124.8	93.1	75.1	91.1	73.1	39.3	21.3	40.5	22.5	68	50
29	235.6	217.6	457.6	439.6	303.4	285.4	448.9	430.9	322.1	304.1	264.6	143.8	125.8	125.8	91.1	73.1	84.1	66.1			39.9	21.9	78	60
30	296.6	278.6	453.6	435.6	422.4	404.4	396.9	378.9	347.1	329.1	240.6	141.8	123.8	123.8	86.1	68.1	76.4	58.4			35.6	17.6	78	60
31	287.6	269.6			503.4	485.4	362.9	344.9			220.6				89.1	71.1	78.1	60.1			36.6	18.6		

c) 坝下游流量变化影响分析

上世纪 70 年代末,在三块石建成拦河大坝,通过 15km 长的人工运河将涪江水引至涪江下游的大岩洞和三块石进行引水式发电,由此也造成了潼南涪江段从三块石拦河坝到三块石电站尾水排放口 17.35km 的涪江河道减水,持续时间长达 8 个月,只在汛期才有所缓解。该引水渠设计流量为 $275\text{m}^3/\text{s}$,枯水期多年平均流量小于 $275\text{m}^3/\text{s}$,但将涪江上游来水几乎全部引走。

双江航电枢纽工程河段枯期年平均最小流量为 $110\text{m}^3/\text{s}$,小于三块石、大岩洞电站引渠设计引用流量。目前,下游潼南枢纽梯级已建成,水库回水虽然已至双江坝址,但枯期水流仍大部分引入汉江以灌溉、通航和饮用为主,三块石拦河坝下游 500m 范围内水量较小,河床出露,河道中生态基流不足,严重影响涪江两岸景观,达不到定明山—运河风景名胜区的规划要求。

双江梯级建成后,将拆除原三块石拦河坝,废弃三块石电站和大岩洞电站,保留三块石水闸和莲花寺水闸,取消人工运河航运功能,调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量($14\text{m}^3/\text{s}$),其余水量将全部放入涪江,因此增加了枯期涪江干流流量。与现状相比,将加宽涪江的水面深度与宽度,提高下游涪江水位,恢复枯期河道生态,美化两岸景观。

d) 人工运河流量变化影响分析

涪江潼南段人工运河总长 15.2km,水面宽约 50m,上接三块石大坝,下接莲花寺电站。运河设计引用流量 $275\text{m}^3/\text{s}$,河底高程 239.0m~241.0m,河底宽 34m~45.5m,水深 3.46m~4.5m,比降 1/8000~1/10000,流速 $0.94\text{m}/\text{s}$ ~ $1.0\text{m}/\text{s}$ 。涪江河底高程 225m~233m,运河比涪江河底均高 8m~13m。

为恢复原三块石拦河坝下游涪江河道正常运行功能,将人工运河水量由 $275\text{m}^3/\text{s}$ 调整为 $14\text{m}^3/\text{s}$ (120.96 万 m^3/d),即涪江来水首先分配 $14\text{m}^3/\text{s}$ (包括生态、灌溉、饮用等用水)给人工运河,其余水量放入涪江干流。双江枢纽建成后,在 $14\text{m}^3/\text{s}$ 的引用流量下,人工运河水深约 1.0m,流速 $0.3\text{m}/\text{s}$,可以满足生态需水量要求。同时,潼南主城区 2015 年规划取水量 4.324 万 m^3/d ,远期 2030 年规划取水量 11.25 万 m^3/d ,分别占人工运河引水量的 3.6%和 9.3%,调整后的运河引水量可完全满足潼南主城区用水需要。

5.1.3 下泄生态流量分析

5.1.3.1 下游生态流量需求计算

a) 双江枢纽下游生态流量

双江航电枢纽工程需要考虑施工期、初期蓄水期和运行期坝址下游河道的生态用水需求。河道内生态流量计算依据为《关于印发<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)及其附件,并结合《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函[2006]11号)、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发[2014]65号)、《关于印发<水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见>的通知》(水总环移[2010]248号)的相关要求,根据本项目所在河流环境现状特点,综合确定河道内生态流量需水要求。

根据“指南”对河流生态流量的定义,河流的生态流量主要包括河道外生态用水量 and 河道内生态用水量,其中河道内生态用水主要为:①维持水生生物生态系统稳定所需要的水量;②维持河流水环境质量的最小稀释净化水量;③调节气候所损耗的蒸散量;④维持地下水动态平衡所需要的补给水量等;⑤航运、景观和水上娱乐环境需水量,这5方面水量相互重叠、互相补充。河道外用水主要为工农业生产、生活、灌溉需水量等。

根据工程特点以及工程所在的涪江流域环境状况,双江航电枢纽下泄生态流量主要考虑维持水生生态系统稳定需水量、维持河流水环境质量的最小稀释净化水量、航运、景观和水上娱乐环境需水量和下游生产、生活、灌溉水量三个方面。从数值上,最小生态流量 $=\max\{\text{维持水生生态系统稳定需水量, 维持河流水环境质量的最小稀释净化水量, 航运、景观和水上娱乐环境需水量}\} + \text{下游生产、生活、灌溉水量}$ 。

1) 维持水生生物生态系统稳定所需水量

根据环评函[2006]4号文要求,维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、组合法、生境模拟法、综合及生态水利学法。双江航电枢纽工程生态流量计算拟采用水文学法中的 Tennant 法、实测流量法和湿周法进行计算与分析,取其计算值大者作为推荐的维持水生生物生态系统稳定所需水量。

(1) Tennant 法

Tennant 法是一种依赖于河流流量统计的方法,建立在历史流量记录的基础上,根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态。Tennant 法方法以预先

确定的年平均流量百分数作为河流推荐流量。采用 Tennant 法计算时，考虑下游生态用水及景观用水需要，按多年平均流量 10%、20%、30%的标准计算。研究认为，当枯水期河流基流为多年平均流量的 20%时，可保护鱼类、野生动物、生态景观处于良好状态，基流量为多年平均流量的 30%时，可达到水生生物生长的满意流量。双江航电枢纽坝址处多年平均流量为 441m³/s，计算得生态流量值见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 Tennant 法计算生态流量成果表 单位：m³/s

坝址处多年平均流量	生态流量计算比例		
	10%	20%	30%
441	44.1	88.2	132.3

(2) 湿周法

湿周法采用湿周作为栖息地的质量指标，绘制临界栖息地区域湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系中的转折点确定河道推荐流量值。一般研究认为，多年平均流量的 10%相当于最大湿周的 50%，而多年平均流量的 30%接近于最大湿周，但本法受河道断面形状的影响非常显著。双江航电枢纽坝下游河道河床形状基本稳定，属于湿周法的适用范围之内。因此，本次计算选择坝下游 3 个断面作为典型断面，采用 MIKE11 模型进行河道纵向一维水力计算，湿周法计算断面对应的流量~湿周关系曲线图可见，随着河道内流量的增加，湿周逐渐增大，在流量~湿周关系曲线上各断面出现转折点时对应流量分别为 39m³/s、42m³/s、43m³/s。根据湿周法的计算标准“根据湿周流量关系图中的转折点确定河道推荐流量值”，取最大值 43m³/s 作为推荐值。

2) 维持河流水环境质量的的最小稀释净化水量

双江航电枢纽下游为潼南枢纽库区，水位基本衔接。潼南枢纽水库正常蓄水位 236.5m，总库容 2.19 亿 m³，调节库容 649 万 m³，库区内(双江枢纽下游)主要排污口为潼南区城市污水处理厂和潼南区工业园区南区污水处理厂，根据《涪江潼南航电枢纽工程环境影响报告书》对潼南枢纽库区水质的预测，涪江潼南航电枢纽实施后，潼南区城市污水处理厂二期工程建成后正常排污情况下排污口下游 COD、BOD₅、NH₃-N 和 TP 满足 III 类水质标准要求；工业园区(南区)污水处理厂枯水期排放口下游 COD、BOD₅、NH₃-N 和 TP 全部能够达到 III 类水质标准。双江航电枢纽仅具有日调节性能，不改变日内下泄径流量，通过潼南枢纽运行期水库水质的预测成果，本次双江枢纽不单独考虑维持河流水环境质量的的最小稀释净化水量。

3) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

根据《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》，潼南梯级和双江梯级坝后水深满足航运要求，无需单独下放航运基流。

4) 下游生产、生活、灌溉水量

根据本次环评现状调查，双江坝址到潼南航电枢纽坝址断面间的河道外用水包括城镇水厂的取水，为双江自来水厂，取水量为 $0.06\text{m}^3/\text{s}$ ；提灌站的取水，包括坛罐窑提灌站、红岩咀提灌站，取水量为 $2.56\text{m}^3/\text{s}$ ；企业取水，包括筒氏纸业包装有限公司、富发纸业有限责任公司，取水量为 $0.04\text{m}^3/\text{s}$ 。因此，双江枢纽下游涪江江段河道外生产、生活、灌溉用水总量为 $2.66\text{m}^3/\text{s}$ 。

5) 最小生态流量泄放要求

按照最小生态流量=维持水生生态系统稳定需水量($44.1\text{m}^3/\text{s}$)+下游生产、生活、灌溉水量($2.66\text{m}^3/\text{s}$)= $46.76\text{m}^3/\text{s}$ (占坝址断面多年平均流量的 11%)。

b) 人工运河生态流量需求

涪江潼南人工运河开凿于上个世纪 70 年代，为满足三块石电站发电而建，1995 年 1 月，城区生活饮用水源地从原涪江大佛寺 500m 处迁入人工运河，取水口位于大岩洞电站引水渠。人工运河总长 15.2km，水面宽约 50m，上接三块石大坝，下接莲花寺电站，运河河底高程 239.0m~241.0m，涪江河底高程 225m~233m，运河比涪江河底均高 8m~13m。

双江枢纽下游潼南航电枢纽建成后，原三块石和大岩洞水电站已废除，失去发电功能，人工运河发电引水功能丧失，目前，运河主要承担潼南区城镇供水和蔬菜基地灌溉用水任务。经调查，人工运河供水对象主要为潼南老城区、江北及凉风垭片区、高庙村、双坝村一组，双坝村二组，倒树村，花厅村等，通过大岩洞泵站取水后，输送至 2018 年新建的城北水厂，再由水厂向各用水户供水，城北水厂目前建成供水规模为 10 万 t/d，设计供水规模为 14 万 t/d，折合流量约为 $1.62\text{m}^3/\text{s}$ 。

人工运河灌溉对象主要为桂林街道办的大坝、中坝、小坝村的万亩蔬菜基地，采用分散式小规模提水灌溉，灌溉时间集中在每年 3 月~6 月，经统计，运河沿岸灌溉取水流量折合约 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

由以上分析可以看到，人工运河河道外用水需求为 $2.92\text{m}^3/\text{s}$ 。人工运河为人工开凿的渠道，根据本次生态调查的结果，人工运河内没有重要的鱼类“三场”分布，运河引水闸下游部分河道区域和大岩洞电站上游部分河道区域为硬化渠道，其余部分均

为天然边坡渠道，运河内水生维管束植物分布较少，渠道两侧生长的植被受人为活动干扰影响较大，因此运河内没有需要特别保护的生态敏感目标。参考《关于印发〈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)中对于维持水生生物生态系统稳定所需水量的水力学计算方法和判别标准，人工运河内维持 0.3m 以上的水深，0.3m/s 以上的流速，50%以上湿周率，经计算所需的生态流量为 7.5m³/s 左右。

人工运河位于定明山—运河风景名胜区内，是其中的人工运河景区，北以运河北 100m 为界，南至涪江常水位以南 100m 为界，面积 29.3km²，以水体景观、观光农业、经果林为主要特色。运河景区的主要景点有“三块石电站”、“三块石船闸”、“珍珠滩”、“十里桃林”、“万亩蔬菜基地”，这些主要景点均不以运河内水体为依托。运河内水量减少后，其水体景观面积有所减少，但不会对运河景区的结构产生本质影响，通过保证一定的景观流量，可以减缓运河本身作为景观功能降低的影响。

综上分析，人工运河河道外用水量为 2.92 m³/s，河道内生态基流量为 7.5m³/s 左右，按最小生态流量=河道外用水+河道内需水的要求，人工运河需保证至少 10.42m³/s 的生态流量。《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》中提出要求，人工运河内要保证 14m³/s 的生态流量，本次双江航电枢纽项目环评在对人工运河内用水需求进行复核的基础上，按照规划环评及审查意见的要求，维持规划环评阶段 14m³/s 的生态流量取值。

5.2.3.2 相关规划对坝址生态流量要求

2010 年 3 月，水利部水规总院水总环移[2010]248 号“关于印发《水工程规划设计生态指标体系与应用的指导意见》的通知”提出，水利水电工程断面生态基流丰水期应不低于断面多年平均流量的 20%~30%、枯水期应不低于断面多年平均流量的 10%。

《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告》中提出：“预测水平年涪江潼南、双江梯级建成后，双江梯级与下游潼南梯级未能完全衔接，仍保留 4.0km 长天然河段，由于左侧引水渠道(人工运河)分走涪江部分水量，双江坝下 4.0km 涪江河段仍属于减水河段。涪江干流规划的双江电站，以及已在建的潼南、富金坝、安居、渭沱等电站，也应考虑涪江小河坝断面 72m³/s 的生态流量需求，通过科学调度保证涪江干流水生态健康”。

2018 年 12 月 31 日，国家生态环境部 发展改革委《关于印发〈长江保护修复攻

坚战行动计划>的通知》(环水体[2018]181 号)中提出：“推动长江经济带发展必须从中华民族长远利益考虑，把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护、不搞大开发”。“切实保障生态流量。加强流域水量统一调度，切实保障长江干流、主要支流和重点湖库基本生态用水需求”；“2020 年年底前，长江干流及主要支流主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右”。涪江作为长江左岸重要的二级支流，在《长江流域综合规划》中也提出了最小生态流量(小河坝断面 72m³/s)，为保证涪江生态流量，考虑双江枢纽断面下泄多年平均流量的 15%作为生态流量。

据此，结合前文所论证的工程最小生态流量泄放要求，拟明确双江航电枢纽坝址断面生态流量丰水期 5 月~10 月下泄下游生态流量 132.3m³/s(占坝址断面多年平均流量的 30%)、枯水期 11 月~次年 4 月下泄下游生态流量 66.15m³/s(占坝址断面多年平均流量的 15%)。人工运河内生态流量 14m³/s 在库区取水流量中扣除，以上所述坝址断面多年平均流量为天然状态下的坝址处来流量。

表 5.2.3-2 双江航电枢纽运行期坝址下游生态流量需求 单位： m³/s

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
河道外需水	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
水生生态需水	44.1	44.1	44.1	44.1	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	44.1	44.1
最小生态流量	46.76	46.76	46.76	46.76	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	46.76	46.76
<长江保护修复攻坚战行动计划>要求	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15	66.15
综合	66.15	66.15	66.15	66.15	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	132.3	66.15	66.15

5.2.3.3 水库运行生态流量保证情况

双江航电枢纽为低水头日调节电站，工程运行期主要通过机组发电和闸坝泄流下泄水量。根据径流调节计算成果(表 5.2.1-1~4)，运行期各典型年中，除枯水季节的 2 月~4 月份，部分日内因来水不足 66.15m³/s，下泄流量无法达到生态流量要求值之外，其余时段的下泄流量均可以满足 66.15m³/s 和 132.3m³/s 的生态流量要求，且这些来水不足的时段主要集中在枯水代表年。因此，总体而言，双江枢纽建库后，丰、平、枯各代表年，下泄水量可以基本满足下游河道的生态环境需水要求。

双江航电枢纽电站单机引用流量 176.9m³/s，最小发电流量约 62m³/s，当来水充足(大于 66.15m³/s)时，可以通过机组发电尾水来满足坝址下游 66.15m³/s 的最小下泄流量需求；当来水不足 66.15m³/s 但大于机组最小发电流量 62m³/s 时，通过机组发电下泄生态流量；当来水流量低于机组最小发电流量时，机组停机，开启泄水闸，调节泄水

闸高度泄放生态流量，下泄流量与来水流量相等。工程运行后，平、枯水期应至少保证 1 台机组稳定运行，确保坝址下游河道最小生态环境用水量的需求。

《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告》中所提到的“小河坝断面”位于富金坝枢纽梯级坝下，潼南区太和镇境内的涪江干流上，为小河坝水文站原址，2016 年，小河坝水文站搬迁至潼南枢纽库区，双江镇境内。“小河坝断面” $72\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量需求为小河坝水文站原址断面，即富金坝枢纽坝下断面的生态流量保证需求。根据《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告》中的论证，“涪江和渠江的生态流量基本满足，涪江小河坝站实测流量在枯期 1~3 月期间有 1~11 天出现小于生态流量 $72\text{m}^3/\text{s}$ 的情况”、“后续开发全部实施后，评价范围内涪江、渠江河段径流过程主要受流域灌区引水、跨流域调水等实施影响。预测水平年，跨流域调入水量将增加河道径流，涪江小河坝、渠江官渡断面灌溉期 5~8 月流量分别增加了 $15\sim 31\text{m}^3/\text{s}$ 、 $30\sim 59\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期流量增幅分别在 10%、15%左右”。

涪江干流各梯级开发后，由于均没有调节性能，对流量的调节作用不明显，小河坝断面除个别来水不足时段外，其余时段基本可以满足 $72\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量需求。本阶段双江枢纽开发建设方案与回顾评价阶段基本相同，双江枢纽实施后，对“小河坝断面”生态流量的影响与《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾评价报告》中分析的结论基本相同。

5.1.4 对泥沙的影响预测

双江航电枢纽坝址多年平均悬移质输沙量 136.9 万 t，多年平均年含沙量 $0.14\text{kg}/\text{m}^3$ ，推移质考虑三星航电枢纽拦截后多年平均年输沙量 0.79 万 t。采用 1998 年~2017 年连续 20 年泥沙资料，计算库区 20 年各横断面泥沙淤积成果，悬移质出库率 92%，20 年库区泥沙淤积量为 158 万 m^3 ，库区淤积形状呈带状分布。

双江航电枢纽库区两岸多为 I、II 级阶地，地势较平坦，植被保护良好，两岸无大型滑坡体及厚层的松散堆积体，固体径流来源少，未有较严重的水土流失区，在暴雨洪水期，河流将携带一定的泥沙，但由于连年沿河机械化采砂船掏挖而削减了水库淤积。此外紧接尾水的上一级三星航电枢纽水电站已经建成，其上游大部分泥砂将被拦截落淤。因此库区河段内流速减缓而引起的泥沙淤积不严重，对水库下游河道泥沙影响较小。

5.2 水环境影响预测与评价

5.2.1 对水温的影响

双江航电枢纽坝址处多年平均流量为 441m³/s，多年平均径流量 139.1 亿 m³，总库容 1.61 亿 m³，5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量分别为 3.81 亿 m³、7.13 亿 m³、11.20 亿 m³。

水库水温结构判别指标计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为分层型；当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型；当 $\alpha > 20$ 时，水库水温为混合型。

经计算，双江航电枢纽 $\alpha = 86.40$ ，可判断水库水温为混合型。遇 5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量时，其相应 β 值分别为 2.37、4.43、6.96，均大于 1。水库为日调节性能，建成后最大坝高 27.4m，坝前最大水深约 14.8m，水库调节库容小，河流来水径流量大，水库水体温度仍基本保持天然径流状况，其泄水不会对下游江段水温产生明显不利影响。

5.2.2 施工期水环境影响

5.2.2.1 基坑排水

基坑排水分初期排水与经常性排水。初期排水就是在围堰闭气后，排除基坑积水、堰体及堰基渗水的过程。一期基坑初期排水量约 42 万 m³，二期基坑初期排水量约 8.7 万 m³，基坑初期排水水位下降速度，初期按 0.5m/d~0.8m/d，接近排干时按 1.0m/d~1.5m/d，估计一期基坑 6 天左右排干，最大排水强度为 2917m³/h，二期基坑 6 天左右排干，最大排水强度为 604m³/h。经常性排水的排水量取决于围堰渗水量、覆盖层中含水量、排水时降水量、施工弃水量等，经常性排水均利用初期排水设备，各期抽水泵站布设于上、下游围堰堰脚处。

根据类似水利水电工程监测数据，基坑经常排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，pH 值约为 9~11。根据同类工程对基坑排水的处理经验，对基坑排水应采用直接向基坑投加絮凝剂，让基坑水静置 2 小时后抽出外排，采用这种方法技术措施合理有效，经济节约。基坑上层抽排水 SS 一般 $\leq 70\text{mg/L}$ ，满足要求。

5.2.2.2 砂石加工系统废水

砂石加工系统布置于坝址右岸上游的寇家坝砂砾石料场下游侧，设计处理能力为360t/h，成品骨料生产能力为300t/h，二班制生产。砂石料加工系统废水具有水量大、SS浓度高的特点，根据工程砂石料源特性和加工生产方法，并借鉴一些已建和在建水利水电工程现场采样实测资料，确定工程砂石料加工系统废水SS浓度约为25000mg/L左右，废水中粒径在0.15mm~5mm范围内的砂约占15%，粒径在0.1mm左右的砂约占79%，粒在0.1mm以下的砂约占6%。

由于寇家坝砂石加工系统布置在双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围内，其下游300m左右的涪江右岸边为水厂目前的取水口(管道取水)。因此，若白云村水厂开始启用，砂石加工系统运行过程中产生的废水如果排放，将会对水厂取水造成一定的水质风险，同时也对饮用水源保护区的局部水域水质造成不利影响。本次环评提出，除了按照建设单位承诺尽快迁改水厂取水口并同步调整饮用水源保护区之外，砂石加工系统废水也应处理后全部回用，禁止排放所在涪江水域。

砂石加工系统小时用水量为300m³/h，生产过程中蒸发损耗量按30%计，则废水产生量约210m³/h，经处理后可回用于本系统的冲洗、降尘等。本次预测主要考虑砂石加工系统非正常工况，即事故排放情况下，对涪江水质，尤其是白云水厂饮用水源保护区水域水质的影响。同时，由于本工程混凝土拌和系统结合砂石加工系统布置，在废水事故排放影响预测中，也将混凝土事故排放量(0.6m³/h)加入一并计算。

a) 预测模式

本次预测评价根据河段实际形态特征，对预测河段拟按矩形顺直河段考虑，采用岸边排放、对岸一次反射污染物二维稳态混合模式模拟，公式如下：

$$c(x, y) = \frac{c_p Q_p}{H \sqrt{\pi M_y x u}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right] \right\}$$
$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{M_y}$$

式中： $c(x, y)$ —— (x, y) 点污染物垂直平均浓度；

x, y ——预测点 x, y 方向坐标值，m；

u —— x 方向平均流速(断面平均流速)，取该河段各月多年平均流速，m/s；

C_p ——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p ——废水排放量，m³/s；

H——河流平均水深，取该河段各月平均水深，m；

l——混合过程段长度，m；

a——排放点距岸边距离，m；

M_y ——横向混合系数， m^2/s ， $M_y = (0.058H + 0.0065B)(gHI)^{\frac{1}{2}}$ (I 为河流底坡，m/m)，g 取 9.8m/s²；

B——河流宽度，取各月多年平均河面宽度，m。

为便于判定二维稳态混合模式中污染物扩散混合段长度，当二维稳态混合模式计算值在 y 方向各断面浓度差值小于 5% 时即可近似视为完全混合，此时在 x 方向从排污断面至该完全混合断面即为混合段长度。

b) 主要参数确定

坝址处枯期天然月均流量为 84.8m³/s，水面宽取 400m，河水中天然 SS 浓度取 9mg/L；砂石加工系统冲洗废水事故排放量、SS 浓度分别取 0.059m³/s、25000mg/L 进行预测。

c) 预测结果与评价

根据预测结果表，在事故排放条件下，由于河流较宽，SS 难以在全断面上进行混合，在岸边形成一条污染带，预测结果详见表 5.3.2-1。至 19km 处(潼南枢纽坝前)，右岸边 SS 浓度为 14.40mg/L，相比背景浓度增加 60%，左岸边 SS 浓度为 11.17mg/L，相比背景浓度增加 20%。可见，砂石系统如出现事故排放，对涪江河段的水质将产生一定的影响，其影响主要集中在排放口附近水域，顺流方向 500m 左右，影响减弱，不会对下游双江镇水厂(砂石加工系统下游 5.1km)的取水造成明显不利影响。

从寇家坝砂石加工系统废水事故排放的影响预测来看，会对双江镇白云水厂饮用水源保护区的水域水质造成不利影响，排放口附近 SS 浓度升高，形成污染带。下游 300m 左右的水厂取水口处，SS 浓度下降较快，虽然相比背景浓度 9mg/L 仍增加了 2 倍左右，但 SS 浓度值总体不高，如果白云村水厂取水口启用，对其取水会造成一定影响，但在可控的范围内，通过水厂增加沉淀处理措施，可保证水厂的正常供水。出于饮用水安全 100% 保证的考虑，本次环评除要求寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统废水 100% 收集处理回用之外，建设单位应尽快按照潼南区水利局的要求，落实双江镇白云村水厂的取水口迁改，建议生态环境局同步对饮用水源保护区进行调整。

表 5.2.2-1 砂石加工系统废水事故排放对涪江 SS 影响预测结果表 单位: mg/L

X(m)/Y(m)	0	20	50	100	150	200	300	400
20	692.35	46.47	9.20	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
50	73.42	52.18	14.29	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
100	54.55	46.29	22.05	9.31	9.0	9.0	9.0	9.0
500	29.36	28.56	24.86	16.49	11.14	9.37	9.0	9.0
1000	23.39	23.10	21.70	17.72	13.67	10.95	9.31	9.0
2000	19.16	19.06	18.54	16.91	14.78	12.73	11.13	9.36
5000	16.39	16.37	16.25	15.82	15.18	14.44	12.10	11.56
10000	15.76	15.71	15.47	14.68	13.53	13.26	11.14	11.35
15000	15.28	15.25	15.13	14.71	14.07	13.34	11.01	11.47
19000	14.40	14.40	14.34	14.10	13.73	13.30	12.50	11.17

5.2.2.3 混凝土拌和系统废水

枢纽工程高峰期混凝土的浇筑量约为 1300m³/d，混凝土生产系统布置在坝址右岸上游寇家坝砂砾石料场附近，设计生产能力为 150m³/h，设置 1 座 HL180-3F3000LB 型混凝土拌和楼，三班制生产。混凝土施工废水包括拌合废水、冲洗废水及混凝土养护废水，工程施工高峰期废水排放量约为 15m³/d，其主要污染物为 SS 及碱性废水，其中 SS 浓度约为 2500mg/L，pH 值 9~12。考虑到混凝土拌合系统废水为间歇性排放，一次性排放量很少，不会对涪江水体水质造成明显不利影响。由于本工程混凝土拌和系统结合砂石加工系统布置，在砂石系统废水事故排放影响预测中，已将混凝土事故排放水量(0.6m³/h)加入一并进行计算，计算结果和预测评价结论见 5.2.2.2 小节。

5.2.2.4 含油废水

含油废水主要来源于施工机械及车辆检修过程中，主要污染物为石油类，浓度约为 30mg/L~50mg/L。本工程在左右岸均设有机修厂，施工现场仅考虑对机械设备进行中、小型修理和常规保养，机械修配厂承担施工机械的定期常规保养、部分零部件配换及非标准设备的零部件加工和装配，类比同类工程，单处施工区施工期含油废水的产生量约 8m³/d，枢纽工程区含油废水产生量约 16m³/d。石油类污染不易降解，若不经处理直接排放将对区域局部水体水质产生污染，因此需处理达标后方可排放，并尽可能的予以回用。

5.2.2.5 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污

水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L。本工程在左岸布置施工营地，高峰期施工人数约 200 人，右岸布置业主营地和施工营地，高峰期约 1600 人。施工人员临时办公生活区将产生大量的生活污水，污水产生量取 100L/d·人，污水排放量约 180m³/d(左岸 20m³/d，右岸 160m³/d)，其主要污染物为 BOD₅、COD、氨氮和粪大肠菌群等。根据类似工程经验，各种生活污水混合后，若直接排放，对下游河流水质将产生一定不利影响。

采用导则推荐的二维稳态混合模式对施工区生活污水处理设施事故排放的水质影响进行预测，预测模型见 5.2.2.2 小节，河流水动力参数与砂石系统废水事故排放计算取值相同，预测因子选取 COD、氨氮和总磷。河水中 COD 浓度取 8mg/L、氨氮浓度取 0.119mg/L、总磷浓度取 0.04mg/L；生活污水事故排放水量和污染物浓度分别为：左岸生活污水流量 0.006m³/s、右岸生活污水流量 0.04m³/s；COD: 250mg/L、氨氮: 20mg/L、总磷: 4.5mg/L。计算成果见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 双江航电枢纽工程施工生活污水事故排放影响范围表

地点	事故系统	污水量	污染物	本底浓度 (mg/L)	排放浓度 (mg/L)	标准值 (mg/L)	影响长度 (m)	影响宽度 (m)
							指恢复到本底浓度	
左岸施工区生活营地	生活污水	0.006m ³ /s	COD	8	250	20	400	5.0
			NH ₃ -N	0.119	20	1.0	4000	20.0
			TP	0.04	4.5	0.2	50	2.0
右岸施工区生活营地	生活污水	0.04m ³ /s	COD	8	250	20	4000	15.0
			NH ₃ -N	0.119	20	1.0	9000	30.0
			TP	0.04	4.5	0.2	4000	25.0

施工生活污水如出现事故排放，仅对排放口局部水域水质造成一定影响，随着水体的推移和自净作用，这种影响逐渐减弱。由于涪江水体水质较好，污染物本底浓度较低，双江枢纽工程施工期污水排放量不大，因此即使在排放口周边 5m 左右的涪江水质，也基本仍然能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。由表格中计算成果也可以看到，双江枢纽工程施工区生活污水如出现事故排放的情形，最长也仅需要 9km，涪江河流水质就可恢复至本底浓度。

左、右岸施工营地布置在老三块石拦水坝下游的涪江两岸，不涉及双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区，位于该饮用水源保护区的下游，如出现生活污水

排放，不会影响到白云水厂饮用水源保护区的水质。同时，也不会通过三块石引水闸进入人工运河，对运河尾的潼南区自来水厂饮用水源保护区无影响。施工营地下游可能受影响的敏感对象为双江自来水厂取水口，位于左岸营地下游 2.2km、右岸营地下游 4.1km，根据预测成果，对该取水口也不会造成不利影响。综上，施工生活污水排放影响不大。

5.2.2.6 疏浚工程

本工程航道工程部分设计在坝下疏浚归槽区，并进行Ⅳ级航槽开挖，疏浚总方量 24.67 万 m³。疏浚工程会造成涪江的 SS 上升，根据类似工程调查，当 SS 背景值为 5mg/L 时，疏浚区下游 300m 处即能降至 25mg/L 以下；当 SS 背景值为 10mg/L 时，疏浚区下游 600m 处即能降至 25mg/L 以下；当背景值为 15mg/L 时，疏浚区下游 1200m 处即能降至 25mg/L 以下。涪江潼南段的水质较好，根据现状监测，SS 背景值低于 15mg/L，因此，疏浚工程对涪江水质的影响较小，对下游双江自来水厂的取水水质影响也较小。

5.2.2.7 三块石砌石坝拆除

三块石电站拦河坝的拆除安排在第四年 10 月至第五年 1 月进行施工，共历时 4 个月，此时为枯水期。三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，爆破后，对岸上和水中中的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行，对于坠入水中的材料，应尽快予以清除。坝体拆除时泥沙下泄可能对下游造成影响，在拆除前对坝前进行清淤，采用吸泥机将污泥排出，减少施工过程泥砂扰动，同时，可以在水库内不定点抛石，以防止淤泥冲刷过快。大坝拆除后，对河床的淤泥进行疏浚，尽最大可能将河流恢复原始的状态。

三块石拦河坝拆除期间，上游河床的泥沙如果不做任何处理，任其被水流冲刷进入下游河道，会引起高泥沙水流，使河水浑浊度增加。采取清淤、抛石等措施后，此影响能够得到较大程度的减缓。

5.2.2.8 施工期废污水对水厂取水口的影响分析

评价区涪江江段和人工运河内目前有 8 个自来水厂的取水口，其中玉溪镇拦马山水厂、青石水厂，米心镇岳家村水厂，双江镇安心水厂、白云村水厂等 5 个水厂的取水口位于双江枢纽库区内，除双江镇白云村水厂外，工程施工期废污水排放不会对其余 4 个水厂的取水造成影响。位于双江枢纽施工区下游涪江江段的自来水厂取水口有

1 处，为双江自来水厂，取水泵站位于双江枢纽坝址下游 3.6km 的涪江右岸，其距离上游左岸施工区生活营地约 2.2km，距离上游右岸施工区生活营地约 4.1km，距离上游右岸寇家坝砂石系统和混凝土系统约 5.1km，因此，该取水口可能会受到此 3 处施工废污水处理设施事故排放的影响；人工运河内有 1 处取水泵站，为目前梓潼水厂和城北水厂共用的取水口，位于废弃的大岩洞电站上游，人工运河左岸，距离三块石引水闸约 13.5km，由于寇家坝砂石系统和混凝土系统位于三块石引水闸上游约 550m，因此如果砂石、混凝土系统废水处理设施发生事故排放，可能会对三块石水闸的引水水质造成不利影响，从而可能影响到大岩洞取水泵站的取水。各取水口与本工程的相对位置关系见图 5.2.2-1。以下对双江自来水厂取水口、梓潼水厂和城北水厂取水口、双江镇白云村水厂取水口分别进行分析。

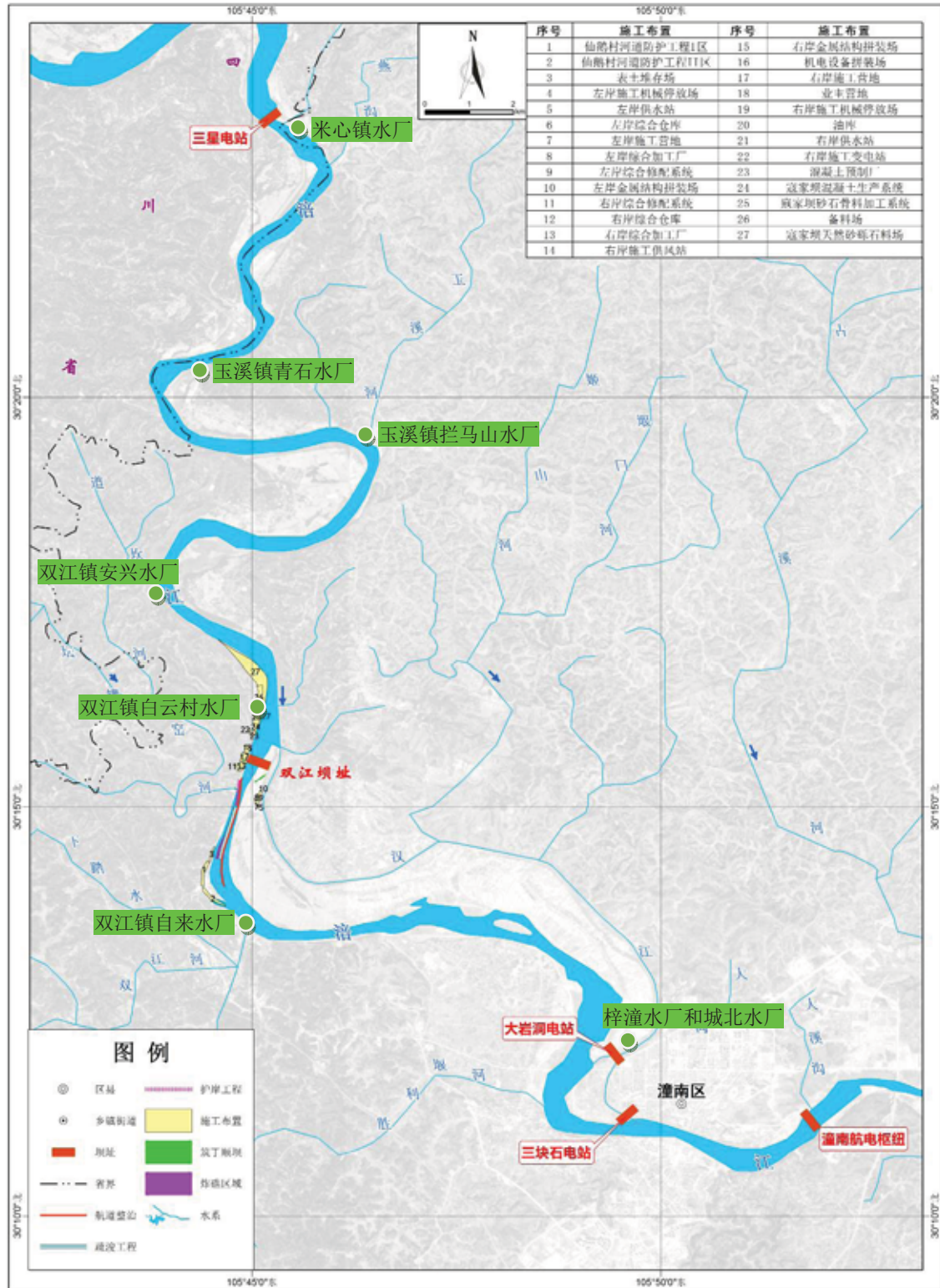


图 5.2.2-1 评价区自来水厂取水口与工程位置关系示意图

双江自来水厂取水口位于涪江右岸，根据 5.2.2.2 节对砂石加工系统废水和混凝土拌和系统废水事故排放的影响预测，寇家坝砂石、混凝土系统下游 5km 的涪江右岸，SS 浓度为 16.39mg/L，较背景浓度值增加了 7.39mg/L，虽然造成了涪江江段悬

浮物浓度增高，但涪江 SS 浓度总体上并不高，不会对水厂取水水质造成明显不利影响。左右岸施工区生活营地的生活污水如出现事故排放，根据 5.2.2.5 小节的预测成果，不会造成涪江水质明显恶化，依然可以保证满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求，对双江自来水厂取水口取水水质也基本没有不利影响。

梓潼水厂和城北水厂的取水泵站位于人工运河，其主要可能受到寇家坝砂石加工系统废水和混凝土拌和系统废水事故排放的影响，根据 5.2.2.2 节的预测，三块石引水闸位置(涪江左岸)SS 预测浓度为 9.0mg/L，说明寇家坝砂石、混凝土系统废水事故排放的污染物 SS，在河流的纵向迁移作用下，很难扩散至对岸的三块石引水闸位置，而且，梓潼水厂和城北水厂的取水泵站还位于引水闸下游 13.5km 左右，因此双江枢纽工程施工区的废水事故排放基本不会对该取水口取水造成不利影响。

寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统布置在双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围内，其下游 300m 左右的涪江右岸边为水厂取水口(管道取水)，从系统废水事故排放的影响预测来看，会对饮用水源保护区的水域水质造成不利影响，排放口附近 SS 浓度升高，形成污染带。下游 300m 左右的水厂取水口处，SS 浓度下降较快，虽然相比背景浓度 9mg/L 仍增加了 2 倍左右，但 SS 浓度值总体不高，如果白云村水厂取水口启用，对其取水会造成一定影响，但在可控的范围内，通过水厂增加沉淀处理措施，可保证水厂的正常供水。出于饮用水安全 100%保证的考虑，本次环评除要求寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统废水 100%收集处理回用之外，建设单位应按照承诺尽快落实双江镇白云村水厂的取水口迁移，建议生态环境局同步对饮用水源保护区进行调整。

5.2.3 运行期库区水质影响

水库水质评价按照《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)：“4.1.2 应按河流和湖泊(水库)两种水体类型分别进行评价。水库应根据其水力特性和蓄水规模等因素区分为河流型水库和湖泊型水库。河流型水库按河流评价，湖泊型水库按湖泊评价”；“地表水水体类型包括河流、湖泊和水库，河流是具有较高的平均流速($>0.1\text{m/s}$)、流向相对单一的水流运动；湖泊内水流运动相对较弱，水面平均流速一般间于 $0.001\text{m/s}\sim 0.01\text{m/s}$ ，水力滞留时间低的超过 1 个月。水库的水动力特征介于河流和湖泊之间。大型水库可以通过建造大坝蓄积大量水体，水力滞留时间较长，这类水库的水动力特性与湖泊接近。在河道上建造的一些水库，受径流调节和人为控制，水力滞留时间较短(小于 2 周)，属于径流型水库，其水动力特征与河流接近”。

双江航电枢纽调节性能为日调节，一天内坝址入库流量与出库流量基本持平。根据 MIKE11 水动力预测，库区从库尾至坝前流速分布在 0.05m/s~3.28m/s，平均流速 >0.1m/s，河道为狭长型，正常蓄水位下库容为 0.49 亿 m³，多年平均入库流量下库水更新时间为 1.28d，周期较短，因此可判断双江航电枢纽为河流型水库，其水质评价按河流进行评价。

5.2.3.1 蓄水初期库区水质

水库蓄水初期，随着水库蓄水量的增加，淹没区内残留的污染物以及土壤分解释放出的有机质使得水体中 BOD、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。王新伟等的研究表明：新建水库蓄水初期，淹没区土壤污染物释放是影响水库水质的主要原因。当水库蓄水至正常蓄水位时，这种影响会逐渐减弱，并达到新的动态平衡。如若蓄水前未按照规范清库，库底浸出物可能较多，会影响到初期蓄水的水质。

双江航电枢纽工程蓄水期库区污染主要来自上游来水以及所在涪江江段点源和面源产生的污染物。双江航电枢纽建成蓄水，水体面积、体积、水深以及水面宽度均较天然情况下有一定的增加，流速也一定程度的趋缓。因水库上游来水水质较为稳定，库区沿岸污染物排放量也相对不大，因此，蓄水期间，影响水库水质的主要因素将是淹没土地的污染物内源释放。

通过类比调查得出的结论，水库在蓄水初期水质主要受淹没区土壤污染物释放的影响，蓄水后则主要受入库来水水质影响。同时，不同调节性能的水利水电工程在蓄水期水质受影响的程度也不一样，双江航电枢纽仅为日调节性能，月内水体交换次数较多，蓄水期间污染物稀释、迁移和降解较快，水质变化将不明显。即使个别时段出现一定程度的污染物浓度增大，预测幅度也较小，不会影响库区水质达标，而且影响时间也较短，水质会较快恢复。

5.2.3.2 运行期库区水质预测

a) 库区污染源

设计水平年，双江航电枢纽库区污染物排放量和入河量见表 5.2.3-1。

表 5.2.3-1 双江航电枢纽库区流域设计水平年污染物排放量、入河量

	污染物 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
排放量	3660.38	384.49	630.03	128.45
入河量	1633.56	160.02	263.61	59.81

b) 水质预测因子

根据调查区域水质污染现状，其主要污染物为 COD、氨氮、总磷、总氮，污染特征为有机污染性，因此选用以上污染物作为预测因子。

c) 预测模型

双江航电枢纽属河道型水库，水体滞留时间较短、水深较浅，水温无明显分层，库区水质采用 MIKE 11 一维水质模型进行预测。

1) 水动力模型

(1) 基本原理

水动力模型基于一维非定常流动方程物质和动量守恒方程的垂直积分即圣维南方程(Saint-Venant)建立的，用于模拟河流的水流形态，明渠非恒定流控制方程包括连续性方程和动量方程，计算公式如下：

连续性方程(质量守恒方程)

$$B_s \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

动量方程(流体动量守恒方程)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha Q^2}{A} \right) + g_A \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0$$

式中： x ——河道里程(m)；

t ——时间 (s)；

Q ——断面流量(m^3/s)；

h ——水位(m)；

A ——断面过流面积(m^2)；

R ——水力半径(m)；

B_s ——河宽(m)；

q ——单位河长的旁侧入河流量(m^2/s)；

C ——谢才系数($m^{1/2}/s$)；

g ——重力加速度(kg/s^2)；

α ——动量校正系数。

(2) 模型范围及断面划分

水动力模型上边界为三星枢纽的日下泄流量，下边界为潼南枢纽的日运行水位。

模型断面间距为 500m。

(3) 模型率定

水动力模型上边界为三星枢纽的运行下泄流量，模型下边界为潼南梯级的日运行水位，通过 2019 年潼南站的实测流量数据来对模型进行率定。

2) 水质模型

(1) 基本原理

采用 MIKE 11 中的对流扩散模块来对双江航电枢纽河段的水质进行模拟，其中一维对流扩散的基本方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (E_x \frac{\partial C}{\partial x}) - KC$$

式中：C——模拟物质的浓度(mg/L)；

u——河流流速的平均值(m/s)；

E_x——扩散系数(m²/s)；

K——模拟物质的一级衰减系数(mg/d)；

x——河道里程(m)；

t——时间(t)。

(2) 污染源概化

模型中点污染源的位置按照实际位置概化到涪江河道上，若多个点污染源距离较近，可将其概化为一个点污染源，范围内污水厂出水标准为《城镇污水厂污染物排放标准(GB 18918-2016)》的一级 B 排放标准。面污染源按照《全国水环境容量核定技术指南》及《污染源污染负荷计算方法及排放系数计算》先计算污染物排放量，并将其按里程均匀排入河道中。

d) 预测结果

水库水质预测选取的库区典型断面为：库尾、玉溪河口和三块石坝址 3 个断面。对比丰、平、枯代表年条件下建库前后两个典型断面的水质变化，以反映双江航电枢纽建设对库区江段地表水水质的影响。其中，库尾计算断面位于三星枢纽坝下，该断面位于四川省境内，水质标准执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类；玉溪河口计算断面附近为国控水质监测断面“玉溪”，其水质管理要求为III类；三块石坝址计算断面为现三块石拦河坝，作为人工运河引水口水质预测断面，其水质标准执行III类。综上，本次库区水质评价标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类

水质标准。其中，总磷指标按河流标准进行评价。

1) 丰水年水质预测分析

丰水年，建库后，库尾断面 COD 浓度在 8.95mg/L~9.68mg/L，建库前后变幅在 0.45mg/L~0.81mg/L；氨氮浓度在 0.15mg/L~0.23mg/L，建库前后变幅在 0.01mg/L~0.02mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总氮浓度在 1.42mg/L~1.51mg/L，建库前后变幅在 0.08mg/L~0.13mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，总氮浓度与建库前相比无明显变化。

玉溪河口断面水质执行III类水质标准。建库后，断面 COD 浓度在 10.32mg/L~11.27mg/L，建库前后变幅在 0.53mg/L~0.79mg/L；氨氮浓度在 0.38mg/L~0.46mg/L，建库前后变幅在 0.02mg/L~0.04mg/L；总磷浓度在 0.05mg/L~0.08mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总氮浓度在 1.42mg/L~1.52mg/L，建库前后变幅在 0.07mg/L~0.13mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，总氮浓度与建库前相比无明显变化。

三块石坝址断面水质执行III类水质标准。建库后，断面 COD 浓度在 8.46mg/L~9.43mg/L，建库前后变幅在 0.46mg/L~0.77mg/L；氨氮浓度在 0.12mg/L~0.17mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总磷浓度在 0.03mg/L~0.06mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总氮浓度在 1.06mg/L~1.17mg/L，建库前后变幅在 0.05mg/L~0.10mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，总氮浓度与建库前相比无明显变化。

表 5.2.3-2 丰水年双江枢纽库尾断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	8.54	9.30	0.77	0.16	0.18	0.01	0.03	0.04	0.00	1.36	1.47	0.10
2月	8.50	8.95	0.45	0.14	0.15	0.01	0.04	0.05	0.00	1.39	1.51	0.13
3月	8.79	9.44	0.65	0.14	0.15	0.01	0.05	0.05	0.00	1.37	1.50	0.13
4月	8.88	9.66	0.78	0.22	0.23	0.01	0.05	0.05	0.00	1.38	1.48	0.11
5月	9.10	9.68	0.58	0.17	0.18	0.02	0.04	0.05	0.00	1.36	1.48	0.13
6月	9.14	9.61	0.47	0.16	0.17	0.01	0.04	0.05	0.00	1.33	1.44	0.12
7月	8.78	9.28	0.49	0.19	0.21	0.02	0.04	0.04	0.00	1.39	1.48	0.09
8月	9.01	9.61	0.59	0.16	0.17	0.01	0.04	0.04	0.00	1.39	1.48	0.09
9月	8.40	9.16	0.76	0.22	0.23	0.01	0.04	0.05	0.00	1.35	1.45	0.11
10月	8.77	9.30	0.53	0.18	0.19	0.02	0.05	0.05	0.00	1.34	1.42	0.08
11月	8.48	9.29	0.81	0.19	0.21	0.01	0.03	0.04	0.00	1.36	1.48	0.12
12月	8.69	9.35	0.66	0.14	0.16	0.01	0.04	0.04	0.00	1.38	1.46	0.08
全年	8.76	9.39	0.63	0.17	0.19	0.01	0.04	0.04	0.00	1.37	1.47	0.11

表 5.2.3-3 丰水年玉溪河口断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.78	10.53	0.75	0.40	0.44	0.04	0.04	0.05	0.00	1.36	1.49	0.13
2月	9.90	10.63	0.73	0.43	0.46	0.03	0.07	0.08	0.01	1.37	1.50	0.13
3月	10.23	10.75	0.53	0.36	0.38	0.03	0.05	0.05	0.00	1.33	1.43	0.10
4月	10.48	11.27	0.79	0.43	0.46	0.03	0.06	0.07	0.00	1.41	1.52	0.11
5月	9.76	10.42	0.66	0.41	0.44	0.03	0.04	0.05	0.00	1.39	1.47	0.08
6月	9.92	10.50	0.59	0.38	0.41	0.03	0.05	0.06	0.00	1.32	1.42	0.10
7月	10.08	10.72	0.64	0.38	0.41	0.03	0.07	0.07	0.00	1.37	1.48	0.10
8月	10.10	10.64	0.55	0.38	0.40	0.02	0.07	0.08	0.01	1.34	1.43	0.08
9月	9.61	10.32	0.71	0.36	0.40	0.04	0.05	0.05	0.00	1.39	1.46	0.07
10月	10.48	11.09	0.61	0.39	0.42	0.03	0.05	0.05	0.00	1.39	1.50	0.11
11月	9.99	10.58	0.59	0.42	0.45	0.03	0.06	0.06	0.00	1.36	1.47	0.11
12月	9.87	10.46	0.59	0.37	0.41	0.03	0.05	0.06	0.01	1.38	1.50	0.12
全年	10.02	10.66	0.65	0.39	0.42	0.03	0.06	0.06	0.00	1.37	1.47	0.11

表 5.2.3-4 丰水年三块石坝址断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	8.34	8.87	0.53	0.14	0.15	0.01	0.03	0.03	0.00	1.03	1.13	0.10
2月	8.04	8.70	0.66	0.14	0.15	0.01	0.05	0.06	0.00	1.05	1.15	0.10
3月	8.38	9.06	0.67	0.15	0.16	0.01	0.04	0.04	0.00	1.07	1.16	0.09
4月	8.74	9.43	0.70	0.12	0.12	0.01	0.06	0.06	0.01	1.07	1.17	0.10
5月	8.79	9.37	0.58	0.13	0.14	0.01	0.05	0.05	0.00	1.01	1.06	0.05
6月	8.58	9.04	0.46	0.15	0.17	0.01	0.05	0.06	0.00	1.01	1.08	0.07
7月	8.35	9.11	0.76	0.16	0.17	0.01	0.04	0.05	0.00	1.07	1.17	0.09
8月	8.31	9.08	0.77	0.16	0.17	0.01	0.03	0.04	0.00	1.06	1.12	0.06
9月	8.29	8.91	0.61	0.16	0.17	0.01	0.04	0.04	0.00	1.07	1.16	0.09
10月	7.96	8.46	0.50	0.13	0.14	0.01	0.03	0.03	0.00	1.04	1.10	0.06
11月	7.97	8.69	0.72	0.13	0.14	0.01	0.05	0.06	0.00	1.00	1.06	0.06
12月	7.83	8.52	0.68	0.14	0.15	0.01	0.05	0.05	0.00	1.06	1.16	0.10
全年	8.30	8.94	0.64	0.14	0.15	0.01	0.04	0.05	0.00	1.04	1.13	0.08

2) 平水年水质预测分析

平水年, 建库后, 库尾断面 COD 浓度在 8.89mg/L~9.74mg/L, 建库前后变幅在 0.45mg/L~0.70mg/L; 氨氮浓度在 0.14mg/L~0.23mg/L, 建库前后变幅在 0.01mg/L~0.02mg/L; 总磷浓度在 0.03mg/L~0.05mg/L, 建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L; 总氮浓度在 1.41mg/L~1.52mg/L, 建库前后变幅在 0.07mg/L~0.13mg/L。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求, 总氮浓度与建库前相比无明显变化。

建库后, 玉溪河口断面 COD 浓度在 9.94mg/L~11.47mg/L, 建库前后变幅在 0.51mg/L~1.04mg/L; 氨氮浓度在 0.39mg/L~0.48mg/L, 建库前后变幅在 0.02mg/L~0.04mg/L; 总磷浓度在 0.05mg/L~0.09mg/L, 建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L; 总氮浓度在 1.40mg/L~1.55mg/L, 建库前后变幅在 0.07mg/L~0.14mg/L。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求, 总氮浓度与建库前相比无明显变化。

三块石坝址断面水质执行III类水质标准。建库后, 断面 COD 浓度在 8.95mg/L~9.68mg/L, 建库前后变幅在 0.45mg/L~0.81mg/L; 氨氮浓度在 0.15mg/L~0.23mg/L,

建库前后变幅在 0.01mg/L~0.02mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总氮浓度在 1.42mg/L~1.51mg/L，建库前后变幅在 0.08mg/L~0.13mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，总氮浓度与建库前相比无明显变化。

表 5.2.3-5 平水年双江枢纽库尾断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	8.66	9.11	0.45	0.19	0.21	0.02	0.05	0.05	0.00	1.36	1.47	0.11
2 月	9.05	9.54	0.49	0.18	0.19	0.01	0.03	0.04	0.00	1.39	1.50	0.12
3 月	8.58	9.08	0.50	0.21	0.22	0.01	0.03	0.04	0.00	1.37	1.48	0.11
4 月	8.59	9.14	0.55	0.21	0.23	0.02	0.04	0.04	0.00	1.38	1.46	0.09
5 月	8.66	9.18	0.52	0.19	0.21	0.02	0.04	0.04	0.00	1.36	1.45	0.09
6 月	9.06	9.62	0.56	0.22	0.23	0.02	0.04	0.04	0.00	1.33	1.42	0.09
7 月	8.56	9.07	0.52	0.14	0.15	0.01	0.03	0.04	0.00	1.39	1.50	0.10
8 月	8.40	8.89	0.49	0.21	0.22	0.01	0.03	0.04	0.00	1.39	1.52	0.13
9 月	9.05	9.68	0.63	0.14	0.15	0.01	0.04	0.04	0.00	1.35	1.46	0.11
10 月	9.19	9.74	0.55	0.13	0.14	0.01	0.05	0.05	0.00	1.34	1.41	0.07
11 月	8.50	9.20	0.70	0.12	0.14	0.01	0.03	0.03	0.00	1.36	1.48	0.12
12 月	8.85	9.35	0.49	0.15	0.16	0.01	0.05	0.05	0.00	1.38	1.50	0.11
全年	8.76	9.30	0.54	0.17	0.19	0.01	0.04	0.04	0.00	1.37	1.47	0.10

表 5.2.3-6 平水年玉溪河口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	10.43	11.47	1.04	0.36	0.39	0.03	0.05	0.06	0.00	1.37	1.49	0.12
2 月	10.16	10.67	0.51	0.37	0.39	0.03	0.07	0.07	0.01	1.39	1.51	0.12
3 月	10.31	11.06	0.75	0.44	0.48	0.04	0.07	0.07	0.01	1.40	1.50	0.09
4 月	10.39	11.21	0.82	0.39	0.42	0.03	0.08	0.08	0.01	1.37	1.47	0.10
5 月	9.32	10.08	0.76	0.38	0.40	0.02	0.07	0.07	0.01	1.36	1.49	0.13
6 月	9.61	10.54	0.93	0.45	0.48	0.04	0.06	0.07	0.01	1.40	1.54	0.13
7 月	10.36	11.17	0.81	0.41	0.45	0.03	0.08	0.09	0.01	1.41	1.55	0.14
8 月	10.02	10.59	0.57	0.44	0.47	0.03	0.06	0.06	0.00	1.32	1.40	0.07
9 月	9.42	9.94	0.52	0.38	0.41	0.03	0.05	0.05	0.00	1.40	1.47	0.07

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
10月	10.03	10.89	0.87	0.37	0.40	0.02	0.05	0.06	0.00	1.40	1.49	0.09
11月	9.95	10.70	0.74	0.43	0.46	0.03	0.08	0.09	0.01	1.39	1.50	0.11
12月	9.63	10.53	0.90	0.39	0.42	0.03	0.06	0.06	0.01	1.40	1.48	0.08
全年	9.97	10.74	0.77	0.40	0.43	0.03	0.06	0.07	0.01	1.39	1.49	0.10

表 5.2.3-7 平水年三块石坝址断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	8.54	9.30	0.77	0.16	0.18	0.01	0.03	0.04	0.00	1.36	1.47	0.10
2月	8.50	8.95	0.45	0.14	0.15	0.01	0.04	0.05	0.00	1.39	1.51	0.13
3月	8.79	9.44	0.65	0.14	0.15	0.01	0.05	0.05	0.00	1.37	1.50	0.13
4月	8.88	9.66	0.78	0.22	0.23	0.01	0.05	0.05	0.00	1.38	1.48	0.11
5月	9.10	9.68	0.58	0.17	0.18	0.02	0.04	0.05	0.00	1.36	1.48	0.13
6月	9.14	9.61	0.47	0.16	0.17	0.01	0.04	0.05	0.00	1.33	1.44	0.12
7月	8.78	9.28	0.49	0.19	0.21	0.02	0.04	0.04	0.00	1.39	1.48	0.09
8月	9.01	9.61	0.59	0.16	0.17	0.01	0.04	0.04	0.00	1.39	1.48	0.09
9月	8.40	9.16	0.76	0.22	0.23	0.01	0.04	0.05	0.00	1.35	1.45	0.11
10月	8.77	9.30	0.53	0.18	0.19	0.02	0.05	0.05	0.00	1.34	1.42	0.08
11月	8.48	9.29	0.81	0.19	0.21	0.01	0.03	0.04	0.00	1.36	1.48	0.12
12月	8.69	9.35	0.66	0.14	0.16	0.01	0.04	0.04	0.00	1.38	1.46	0.08
全年	8.76	9.39	0.63	0.17	0.19	0.01	0.04	0.04	0.00	1.37	1.47	0.11

3) 枯水年水质预测分析

枯水年, 建库后, 库尾取水口断面 COD 浓度在 8.90mg/L~10.02mg/L, 建库前后变幅在 0.46mg/L~0.85mg/L; 氨氮浓度在 0.15mg/L~0.24mg/L, 建库前后变幅在 0.01mg/L~0.02mg/L; 总磷浓度在 0.03mg/L~0.05mg/L, 建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L; 总氮浓度在 1.39mg/L~1.52mg/L, 建库前后变幅在 0.07mg/L~0.13mg/L。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求, 总氮浓度与建库前相比无明显变化。

建库后, 玉溪河口断面 COD 浓度在 10.0mg/L~10.97mg/L, 建库前后变幅在

0.50mg/L~0.83mg/L; 氨氮浓度在 0.38mg/L~0.49mg/L, 建库前后变幅在 0.02mg/L~0.04mg/L; 总磷浓度在 0.05mg/L~0.08mg/L, 建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L; 总氮浓度在 1.43mg/L~1.53mg/L, 建库前后变幅在 0.09mg/L~0.13mg/L。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求, 总氮浓度与建库前相比无明显变化。

三块石坝址断面水质执行III类水质标准。建库后, 断面 COD 浓度在 8.52mg/L~9.56mg/L, 建库前后变幅在 0.45mg/L~0.86mg/L; 氨氮浓度在 0.13mg/L~0.17mg/L, 建库前后变幅在 0.01mg/L~0.02mg/L; 总磷浓度在 0.03mg/L~0.06mg/L, 建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L; 总氮浓度在 1.09mg/L~1.17mg/L, 建库前后变幅在 0.06mg/L~0.10mg/L。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求, 总氮浓度与建库前相比无明显变化。

表 5.2.3-8 枯水年双江枢纽库尾断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	8.39	8.97	0.58	0.20	0.22	0.02	0.04	0.04	0.00	1.32	1.41	0.08
2月	8.89	9.74	0.85	0.21	0.22	0.02	0.03	0.03	0.00	1.38	1.48	0.11
3月	9.16	10.02	0.85	0.18	0.20	0.01	0.04	0.04	0.00	1.35	1.44	0.09
4月	8.53	9.27	0.73	0.21	0.23	0.02	0.04	0.04	0.00	1.33	1.44	0.11
5月	8.44	8.90	0.46	0.15	0.16	0.01	0.05	0.05	0.00	1.37	1.45	0.08
6月	8.81	9.60	0.79	0.17	0.18	0.01	0.03	0.04	0.00	1.40	1.52	0.12
7月	8.51	9.04	0.53	0.20	0.21	0.01	0.04	0.05	0.00	1.39	1.52	0.13
8月	8.59	9.44	0.85	0.14	0.15	0.01	0.04	0.05	0.00	1.32	1.39	0.07
9月	8.97	9.60	0.63	0.15	0.16	0.01	0.04	0.04	0.00	1.34	1.46	0.12
10月	9.06	9.71	0.65	0.21	0.22	0.01	0.04	0.05	0.00	1.32	1.41	0.08
11月	8.86	9.56	0.70	0.14	0.15	0.01	0.05	0.05	0.00	1.36	1.43	0.07
12月	8.59	9.35	0.76	0.22	0.24	0.02	0.04	0.04	0.00	1.34	1.44	0.09
全年	8.73	9.43	0.70	0.18	0.19	0.01	0.04	0.04	0.00	1.35	1.45	0.10

表 5.2.3-9 枯水年玉溪河口断面水质预测成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.59	10.09	0.50	0.39	0.42	0.03	0.07	0.08	0.00	1.34	1.44	0.10
2月	9.69	10.24	0.55	0.36	0.39	0.02	0.07	0.07	0.00	1.37	1.47	0.11
3月	10.18	10.92	0.73	0.36	0.40	0.04	0.06	0.07	0.01	1.36	1.46	0.10
4月	9.53	10.36	0.83	0.44	0.48	0.03	0.06	0.07	0.00	1.32	1.43	0.11
5月	10.43	10.97	0.55	0.36	0.39	0.03	0.07	0.07	0.00	1.34	1.43	0.10
6月	10.03	10.81	0.78	0.41	0.45	0.04	0.05	0.06	0.00	1.33	1.44	0.12
7月	10.19	10.89	0.70	0.39	0.42	0.03	0.07	0.07	0.01	1.34	1.43	0.09
8月	9.45	10.23	0.78	0.40	0.42	0.02	0.06	0.06	0.01	1.36	1.50	0.13
9月	9.60	10.12	0.52	0.44	0.47	0.04	0.06	0.06	0.01	1.39	1.49	0.09
10月	9.98	10.66	0.68	0.35	0.38	0.03	0.08	0.08	0.01	1.38	1.48	0.10
11月	9.33	10.00	0.67	0.38	0.41	0.02	0.07	0.07	0.00	1.41	1.50	0.09
12月	9.45	10.19	0.74	0.45	0.49	0.04	0.04	0.05	0.00	1.41	1.53	0.12
全年	9.79	10.46	0.67	0.40	0.43	0.03	0.06	0.07	0.00	1.36	1.47	0.10

表 5.2.3-10 枯水年三块石坝址断面水质预测成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	8.71	9.40	0.70	0.13	0.14	0.01	0.04	0.04	0.00	1.01	1.09	0.08
2月	8.56	9.27	0.70	0.12	0.13	0.01	0.04	0.04	0.00	1.07	1.16	0.09
3月	8.48	9.10	0.62	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.02	1.12	0.10
4月	8.08	8.84	0.76	0.15	0.17	0.01	0.05	0.05	0.00	1.01	1.11	0.09
5月	8.30	8.89	0.60	0.14	0.15	0.01	0.03	0.04	0.00	1.00	1.09	0.09
6月	8.27	8.77	0.50	0.15	0.16	0.01	0.03	0.04	0.00	1.07	1.16	0.09
7月	7.98	8.52	0.54	0.14	0.16	0.01	0.05	0.05	0.00	1.06	1.14	0.08
8月	8.12	8.57	0.45	0.14	0.15	0.01	0.03	0.03	0.00	1.06	1.16	0.10
9月	8.69	9.35	0.65	0.12	0.13	0.01	0.04	0.04	0.00	1.07	1.17	0.10
10月	8.00	8.62	0.63	0.15	0.17	0.01	0.06	0.06	0.00	1.07	1.13	0.06
11月	8.71	9.56	0.86	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.05	1.15	0.10
12月	8.50	9.34	0.84	0.13	0.13	0.01	0.03	0.04	0.00	1.05	1.13	0.07
全年	8.37	9.02	0.65	0.13	0.15	0.01	0.04	0.04	0.00	1.05	1.13	0.09

4) 国控断面“玉溪”水质达标分析

从以上库区内玉溪河口断面水质预测可以看到，丰、平、枯代表年，该断面水质均能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。双江枢纽为仅有日调节性能的航电枢纽工程，水体年交换量较大且交换较频繁，多年平均入库流量下库水更新时间为 1.28d，水库水质变化主要受上游来水的影响。本次环评预测过程中，考虑了库区人口增长和经济发展，但从最不利的计算条件考虑，对于各乡镇生活污水收集处理率的提高，没有进行考虑。目前，库区内米心镇、玉溪镇、老池镇均在大力推进乡镇污水处理设施的建设，因此，预计在设计水平年，随着库区流域内生活污水收集处理率的提高，畜禽养殖的进一步规范，农业生产的进一步科学，库区流域内入库污染物总量不会高于现状，双江库区水质情况也不会较预测结果差。

国控断面“玉溪”位于预测断面下游 200m 左右，两个断面水质基本相同。“玉溪”断面考核标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类，其中总磷执行河流标准，目前水质稳定达标，多数时间还可以达到 II 类水质标准。双江枢纽建库后，按照《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)：“4.1.2 应按河流和湖泊(水库)两种水体类型分别进行评价。水库应根据其水力特性和蓄水规模等因素区分为河流型水库和湖泊型水库。河流型水库按河流评价，湖泊型水库按湖泊评价”；“地表水水体类型包括河流、湖泊和水库，河流是具有较高的平均流速($>0.1\text{m/s}$)、流向相对单一的水流运动……在河道上建造的一些水库，受径流调节和人为控制，水力滞留时间较短(小于 2 周)，属于径流型水库，其水动力特征与河流接近”，双江水库为河流型水库，水库水质评价仍按河流进行评价。因此，国控断面“玉溪”应仍按河流标准(总磷)进行考核，考核结果可以达标。

e) 流域已建梯级建库后水质变化类比调查

双江枢纽上游为三星梯级，位于四川省境内，下游为潼南梯级，再下游为富金坝梯级，均为已建梯级。三星梯级建设较早，没有收集到库区水质监测数据作为建库前后水质变化对比。潼南梯级和富金坝梯级在工程立项阶段均开展了环境影响评价工作，工程建成后，也都开展了竣工环保验收调查工作。通过收集潼南梯级和富金坝梯级水库水质在环评阶段和运行阶段的监测资料，进行对比分析，以类比双江枢纽建库后水质可能发生的变化趋势。

1) 潼南枢纽

环评阶段 2014 年 1 月 10 日~12 日，评价单位中煤科工集团重庆设计研究院有限公司在涪江布设了 2 个监测点，委托潼南县环境监测站进行监测。监测项目为：pH、COD、BOD₅、DO、氨氮、总磷、总氮共 7 项。监测结果表明，除总氮外，其他监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类水域水质标准，项目所在区域河段水质情况良好。

表 5.2.3-11 潼南枢纽环评阶段涪江干流地表水监测评价结果 单位：mg/L

序号	监测项目	标准值	坝址处		发电厂尾水下游 1500m 处	
			监测值	评价指数	监测值	评价指数
1	pH	6~9	7.58~7.69	0.29~0.345	7.50~7.75	0.25~0.38
2	COD	20	13.7~15.2	0.685~0.76	13.5~15.3	0.68~0.77
3	BOD ₅	4	2.04~2.10	0.51~0.525	2.09~2.15	0.52~0.54
4	溶解氧	5	11.15~11.35	0.02~0.06	11.08~11.27	0.01~0.04
5	总磷	0.2	0.081~0.084	0.405~0.42	0.083~0.084	0.415~0.420
6	氨氮	1.0	0.32~0.33	0.316~0.325	0.403~0.405	0.403~0.405
7	总氮	1.0	3.03~3.20	3.03~3.20	3.17~3.22	3.17~3.22

在施工期间，建设单位委托四川省工业环境监测研究院对评价区涪江地表水进行监测，监测点位为坝址上游 500m 处、坝址下游 1500m 处、左岸汉河等 3 处，监测项目为水温、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、总氮、石油类、铁、铜、铅、锌、总铬、砷、粪大肠菌群。监测时间从 2015 年至 2017 年，每季度 1 次，监测结果显示，涪江上下游水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类水质标准要求，施工期间涪江水质稳定，与评价阶段基本没有变化。

2018 年，潼南枢纽建成投入试运行后，四川省工业环境监测研究院继续对上下游江段开展了试运行期的水质监测。监测点位为坝址上游 500m 处、坝址下游 1500m 处、左岸汉河等 3 处，监测项目为水温、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、氨氮、总氮、石油类、铁、铜、铅、锌、总铬、砷、粪大肠菌群，监测频次为每季度 1 次。监测结果显示，涪江上下游水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类水质标准要求。

表 5.2.3-12 潼南枢纽试运行期涪江干流地表水监测结果

监测项目	监测点位、监测时间及监测结果(单位: mg/L)											
	1#坝址上游 500m 处				2#坝址下游 1500m 处				3#左岸汉河			
	2018 年 一季度	2018 年 二季度	2018 年 三季度	2018 年 四季度	2018 年 一季度	2018 年 二季度	2018 年 三季度	2018 年 四季度	2018 年 一季度	2018 年 二季度	2018 年 三季度	2018 年 四季度
水温	18.1	16.6	24.1	6.8	17.8	16.5	24.3	6.6	18.2	16.2	24.5	6.5
pH	8.00	7.73	7.21	7.01	7.94	7.75	7.11	7.18	8.01	7.75	7.33	7.10
悬浮物	15	18	9	8	17	18	7	7	15	20	8	8
溶解氧	7.0	7.6	8.2	10.4	7.0	7.6	7.9	9.6	6.9	7.5	7.8	9.7
化学需氧量	11	10	13	10	16	9	14	11	14	11	14	12
五日生化需氧量	2.1	1.9	2.5	2.2	3.2	1.7	2.8	2.1	2.6	2.0	2.8	2.4
总磷	0.056	0.052	0.086	0.072	0.077	0.035	0.066	0.051	0.044	0.031	0.073	0.051
氨氮	0.146	0.141	0.116	0.120	0.199	0.201	0.126	0.127	0.163	0.169	0.137	0.138
总氮	0.64	0.73	0.85	0.79	0.86	0.68	0.89	0.87	0.72	0.71	0.93	0.88
石油类	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	未检出	0.01	0.01	16.2	未检出	未检出
铁	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铜	0.001	0.001	未检出	未检出	0.001	0.001	未检出	未检出	0.001	0.004	未检出	未检出
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
锌	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	未检出	未检出	0.0003	0.0003	未检出	未检出	0.0003	未检出	未检出	未检出	未检出	0.0003
粪大肠菌群	1733	1733	1267	867	3100	2867	2067	1733	2233	2300	2467	3767

注: 水温单位为“°C”, pH 为“无量纲”, 粪大肠菌群单位为“个/L”。

从潼南枢纽建库前后, 所在涪江江段水质变化情况来看, 水库蓄水对地表水水质的影响很小, 持续满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类水质标准要求。而且, 相比环评阶段的涪江水质监测数据, 潼南枢纽建库后水质主要指标 COD、氨氮、总磷、总氮等均有不同程度的向好趋势, 这与近年来潼南区开展的一系列污染防治工作有关, 随着污水处理厂的新建、扩建和提标改造, 污水收集管网覆盖率的提高, 入河污染物量得到削减, 涪江水质随之改善。这也可说明由于潼南枢纽工程仅具有日调节性能, 对河道水文情势的影响不大, 因此建库对库区水质也不会造成明显影响。

2) 富金坝枢纽

根据《重庆市富金坝航运枢纽工程竣工环境保护验收调查报告》(中煤科工集团

重庆设计研究院有限公司, 2015年7月), 验收调查阶段, 验收调查单位委托重庆市九龙坡区环境监测站开展了地表水环境质量监测, 监测时间为2015年4月8日~10日, 监测断面布置 1#监测点位于库岸, 太和镇饮用水源取水口附近, 2#监测点位于库心, 3#监测断面位于发电厂房后约 1km 涪江断面; 监测项目为水温、pH、溶解氧、氨氮、总磷、石油类、化学需氧量、五日生化需氧量、总氮、粪大肠菌群。

根据监测成果, 富金坝库岸、库内及尾水水质均满足地表水环境质量标准(GB3838-2002)中III类标准限值要求, 且各监测点水质变化基本不大。富金坝枢纽环评阶段的地表水水质监测成果则反映: “由于涪江沿岸乡镇没有建立系统的生活污水处理设施, 生活污水即使经过管网收集, 也是直接排入涪江, 使得粪大肠菌群超标, 涪江的水质已不满足III类水域标准”。由此说明富金坝枢纽建库后, 所在涪江江段水质也是转好的趋势, 主要原因同样因为流域污染源的治理, 也说明航电枢纽建库对库区水环境的影响不明显。

5.2.3.3 库区富营养化分析

富营养化等级判别根据环境保护部《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办[2011]22号)的相关要求进行。

综合营养状态指数计算公式为:

$$TLI(\Sigma)=\Sigma W_j \cdot TLI(j)$$

式中:

$TLI(\Sigma)$ —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 chl_a 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 chl_a 的相关系数;

m —评价参数的个数。

中国湖泊(水库)的 chl_a 与其它参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见下表。

表 5.2.3-13 中国湖泊(水库)部分参数与 chla 的相关关系 rij 及 rij² 值

参数	chla	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。

水库富营养化状况评价指标包括：叶绿素 a(chla)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})，营养状态指数计算公式为：

$$TLI(chl)=10(2.5+1.086\ln chl)$$

$$TLI(TP)=10(9.436+1.624\ln TP)$$

$$TLI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN)$$

$$TLI(SD)=10(5.118-1.94\ln SD)$$

$$TLI(COD_{Mn})=10(0.109+2.661\ln COD)$$

式中：叶绿素 a chl 单位为 mg/m³；

透明度 SD 单位为 m；

其它指标单位均为 mg/L。

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊(水库)营养状态进行分级，见表 5.2.3-14。

表 5.2.3-14 湖泊(水库)营养状态分级

营养状态分级	贫营养	中营养	富营养		
			轻度富营养	中度富营养	重度富营养
(TLI = 营养状态指数)	(TLI(Σ) < 30)	(30 ≤ TLI(Σ) ≤ 50)	(50 < TLI(Σ) ≤ 60)	(60 < TLI(Σ) ≤ 70)	(TLI(Σ) > 70)

选取了双江航电枢纽建库后库尾、库中、坝前和支流玉溪河口等 4 处水域预测水库富营养化程度。根据库区水质预测成果，双江航电枢纽库尾、库中、坝前和支流玉溪河口丰水期 8 月的 TN、TP 浓度及富营养化指数计算成果见表 5.2.3-15。

表 5.2.3-15 双江航电枢纽丰水期 8 月水质预测及富营养化指数计算

水库区域	TN	TP	TLI
库尾	1.53	0.05	45.39
库中	1.22	0.06	43.90
坝前	1.17	0.05	43.83
玉溪河口	1.43	0.08	46.81

由表中计算成果可初步判定，双江航电枢纽建库后总体营养化水平为中营养，未达到富营养化水平。建库后，在库中及坝前水域虽然水深增加，流速减小，有利于浮游藻类的生长繁殖，但因双江航电枢纽为日调节水库，水体年交换量较大且交换频繁，多年平均入库流量下库水更新时间为 1.28d。因此，根据水库现状水质、入库污染负荷，从水库特性和运行方式上分析，双江航电枢纽总体不会向富营养程度状态转化。

5.2.3.4 枢纽管理区生活污水影响

水库管理生活区主要污染源为管理人员产生的生活污水、生活垃圾等。双江航电枢纽运行期水库和电站管理人员 80 人，管理人员生活污水量产生量为 120L/d，运行期全部管理人员生活污水产生量为 9.6m³/d。类比城市生活污水指标，主要污染物 BOD₅ 浓度值 150mg/L，COD 浓度值 250mg/L，BOD₅ 产生量 1.44kg/d，COD 产生量 2.4kg/d。

双江航电枢纽管理机构拟设置于枢纽工程大坝附近，该区域没有城镇市政管网覆盖，管理人员日常产生的生活污水可通过一体化污水处理设施处理后达标排放，其排放污水量较小，运行期间枢纽管理区产生的生活污水对水环境的影响很小。

5.2.3.5 航运船舶废污水影响

a) 船舶生活污水

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》，500t 船舶船上定员 7 人左右，按每人每天用水量 150L/(人·d)、生活污水排放系数取 0.8，估算船舶生活污水发生量，主要污染因子 COD、BOD₅、NH₃-N 的浓度按 150mg/L、50mg/L、15mg/L 计。

根据不同水平年货运量预测结果，以代表船型估算航行船舶数量、航行时间，各水平年船舶生活污水发生量见表 5.2.3-16。

表 5.2.3-16 船舶生活污水发生量预测

水平年	2035年			2050年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
货运量(万吨)	130	170	300	235	285	520
航行时间(h)	1.28	1.17	-	1.28	1.17	-
污水量(t/a)	145.60	174.04	319.64	263.20	291.77	554.97
COD(kg/a)	21.84	26.11	47.95	39.48	43.77	83.25
BOD ₅ (kg/a)	7.28	8.70	15.98	13.16	14.59	27.75

水平年	2035年			2050年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
NH ₃ -N(kg/a)	2.18	2.61	4.79	3.95	4.38	8.32

根据船舶生活污水发生量预测结果，2035、2050 年船舶生活污水量分别为 319.64t/a、554.97t/a。

根据《防治船舶污染内河水域环境管理规定》(交通部 2005 年 11 号)，营运大型船舶生活污水由自带生活污水处理设施处理，同时根据船舶污染物排放相关规定，船舶生活污水必须在到港后由海事部门认可的有资质的接收船舶接收处理，不得在航道内随意排放未经处理的船舶生活污水。航道条件改善后，大吨位船舶比例逐步提高，防污设施好于小型船舶，有利于改善工程河段水质。运行期海事部门加强对航道内船舶污水的管理，船舶生活污水基本不会对航道内水环境造成污染影响。

b) 库区航道内船舶舱底油污水

根据相关资料统计，涪江潼南段 66.6km 航道以 100t~300t 级货船运输为主，两江枢纽建成后，远期可通行 500t 级货轮，因此，本次评价以 500t 级船舶为代表船型估算营运期船舶污水排放量。

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)，各吨级船舶的舱底油污水发生量统计资料见表 5.2.3-2，平均含油浓度为 5000mg/L。本工程以 500t 级船舶为代表船型，船底油污水产生量为 0.14t/d·艘。

表 5.2.3-17 各吨级船舶舱底油污水发生量

序号	船舶吨级DWT(t)	船底油污水产生量(t/d·艘)
1	500	0.14
2	500~1000	0.14~0.27

根据不同水平年货运量预测结果，以代表船型估算航行船舶数量、航行时间，各水平年船舶舱底油污水发生量见表 5.2.3-18。

表 5.2.3-18 船舶舱底油污水发生量预测

水平年	2035 年			2050 年		
	上行	下行	合计	上行	下行	合计
货运量(万吨)	130	170	300	235	285	520
航行时间(h)	1.28	1.17	-	1.28	1.17	-
舱底污水量(t/a)	19.41	25.39	44.80	35.09	38.90	74.00
含油量(t/a)	0.10	0.13	0.22	0.18	0.19	0.37

根据船舶舱底油污水发生量预测结果，2035、2050年船舶舱底油污水量分别为44.80t/a、74.00t/a。

根据《防治船舶污染内河水域环境管理规定》(交通部2005年11号)，营运大型船舶舱底油污水由自带污水处理设施处理，同时根据船舶污染物排放相关规定，船舶舱底油污水必须在到港后由海事部门认可的有资质的接收船舶接收处理，不得在航道内随意排放未经处理的船舶舱底油污水。航道条件改善后，大吨位船舶比例逐步提高，防污设施好于小型船舶，有利于改善工程河段水质。运行期海事部门加强对航道内船舶污水的管理，船舶舱底油污水基本不会对航道内水环境造成污染影响。

5.2.4 运行期下游水质影响

5.2.4.1 坝下河道水质影响

a) 污染源

坝下江段水质影响预测范围为双江航电枢纽坝址至下游潼南航电枢纽坝前，江段长约19km。坝下江段为潼南航电枢纽梯级库区，库区内(双江枢纽下游)主要排污口为潼南区城市污水处理厂和潼南区工业园区南区污水处理厂。

b) 预测断面和工况

坝下江段水质预测断面选取双江自来水厂取水口、人工运河出口和潼南航电枢纽坝前，3个预测断面全部执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。

c) 水质预测成果

1) 丰水年水质预测情况分析

丰水年，建库后，双江自来水厂取水口断面COD浓度在9.82mg/L~11.03mg/L，建库前后变幅在0.50mg/L~0.87mg/L；氨氮浓度在0.09mg/L~0.11mg/L，建库前后变幅在0mg/L~0.01mg/L；总磷浓度在0.03mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在0mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后，人工运河出口断面COD浓度在10.55mg/L~11.38mg/L，建库前后变幅在0.58mg/L~0.97mg/L；氨氮浓度在0.10mg/L~0.12mg/L，建库前后变幅在0mg/L~0.01mg/L；总磷浓度在0.05mg/L~0.07mg/L，建库前后变幅在0mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后，潼南航电枢纽坝前断面COD浓度在11.08mg/L~12.16mg/L，建库前后变幅在0.61mg/L~1.08mg/L；氨氮浓度在0.10mg/L~0.13mg/L，建库前后变幅在0mg/L~

0.01mg/L；总磷浓度在 0.03mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

总体而言，丰水年建库前后，双江航电枢纽坝下江段各预测断面水质变化幅度很小，建库后断面水质均符合水环境功能区划的水质要求。

表 5.2.4-1 丰水年双江自来水厂取水口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.77	10.50	0.73	0.10	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.45	1.56	0.11
2月	9.64	10.51	0.87	0.10	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.39	1.48	0.09
3月	10.06	10.62	0.56	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.41	1.55	0.14
4月	9.77	10.57	0.80	0.09	0.09	0.01	0.03	0.03	0.00	1.40	1.52	0.12
5月	10.19	10.82	0.63	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.39	1.53	0.14
6月	9.70	10.34	0.65	0.10	0.10	0.00	0.04	0.04	0.00	1.47	1.55	0.08
7月	9.58	10.22	0.64	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.38	1.48	0.10
8月	9.25	9.94	0.69	0.10	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.39	1.49	0.10
9月	10.06	10.57	0.50	0.09	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	1.44	1.56	0.13
10月	10.16	11.03	0.87	0.10	0.11	0.01	0.03	0.04	0.00	1.41	1.53	0.13
11月	10.15	10.93	0.78	0.09	0.09	0.01	0.05	0.05	0.00	1.47	1.55	0.08
12月	9.31	9.82	0.52	0.10	0.11	0.01	0.03	0.04	0.00	1.43	1.53	0.10
全年	9.80	10.49	0.69	0.10	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.42	1.53	0.11

表 5.2.4-2 丰水年人工运河出口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.90	10.72	0.82	0.10	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.51	1.65	0.14
2月	10.15	10.73	0.58	0.10	0.10	0.01	0.07	0.07	0.00	1.58	1.69	0.11
3月	10.38	11.35	0.96	0.11	0.12	0.01	0.06	0.06	0.00	1.57	1.69	0.12
4月	10.07	10.72	0.65	0.11	0.12	0.01	0.06	0.07	0.01	1.57	1.66	0.09
5月	10.08	11.02	0.93	0.10	0.10	0.01	0.07	0.07	0.00	1.58	1.73	0.15
6月	10.68	11.28	0.60	0.11	0.12	0.01	0.06	0.07	0.01	1.57	1.72	0.16
7月	10.40	11.38	0.97	0.11	0.12	0.01	0.07	0.07	0.00	1.52	1.63	0.11
8月	10.54	11.36	0.82	0.10	0.11	0.01	0.05	0.05	0.00	1.49	1.61	0.12
9月	9.74	10.55	0.81	0.11	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.49	1.62	0.13
10月	9.80	10.69	0.89	0.10	0.11	0.01	0.06	0.07	0.01	1.54	1.65	0.11

11月	10.59	11.28	0.70	0.11	0.12	0.01	0.06	0.07	0.00	1.54	1.65	0.11
12月	10.05	10.75	0.70	0.11	0.11	0.01	0.07	0.07	0.01	1.54	1.67	0.13
全年	10.20	10.99	0.79	0.11	0.11	0.01	0.06	0.07	0.00	1.54	1.66	0.12

表 5.2.4-3 丰水年潼南航电枢纽坝前断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	11.16	12.15	0.99	0.11	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.47	1.56	0.09
2月	10.95	12.02	1.08	0.11	0.12	0.01	0.03	0.03	0.00	1.51	1.63	0.12
3月	10.22	11.08	0.86	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.44	1.53	0.09
4月	10.49	11.21	0.72	0.11	0.12	0.01	0.04	0.04	0.00	1.45	1.54	0.09
5月	11.05	11.93	0.88	0.10	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	1.43	1.57	0.14
6月	10.91	11.63	0.72	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.46	1.57	0.12
7月	10.36	11.15	0.80	0.09	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	1.45	1.57	0.11
8月	11.17	12.16	0.99	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.42	1.50	0.07
9月	10.65	11.26	0.61	0.11	0.12	0.01	0.04	0.05	0.00	1.47	1.56	0.09
10月	10.97	11.90	0.93	0.12	0.13	0.01	0.04	0.04	0.00	1.43	1.52	0.09
11月	10.76	11.37	0.61	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.45	1.57	0.12
12月	10.64	11.65	1.01	0.09	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.51	1.62	0.10
全年	10.78	11.63	0.85	0.11	0.12	0.01	0.04	0.04	0.00	1.46	1.56	0.10

2) 平水年水质预测情况分析

平水年,建库后,双江自来水厂取水口断面 COD 浓度在 10.39mg/L~11.49mg/L,建库前后变幅在 0.59mg/L~0.93mg/L;氨氮浓度在 0.10mg/L~0.12mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L;总磷浓度在 0.06mg/L~0.07mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后,断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后,人工运河出口断面 COD 浓度在 10.15mg/L~11.47mg/L,建库前后变幅在 0.51mg/L~1.03mg/L;氨氮浓度在 0.10mg/L~0.13mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L;总磷浓度在 0.04mg/L~0.05mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后,断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后,潼南航电枢纽坝前断面 COD 浓度在 11.10mg/L~12.07mg/L,建库前后变幅在 0.67mg/L~1.03mg/L;氨氮浓度在 0.10mg/L~0.13mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~

0.01mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

总体而言，平水年建库前后，双江航电枢纽坝下江段各预测断面水质变化幅度很小，建库后断面水质均符合水环境功能区划的水质要求。

表 5.2.4-4 平水年双江自来水厂取水口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	9.74	10.39	0.65	0.11	0.12	0.01	0.06	0.06	0.00	1.55	1.70	0.14
2 月	9.90	10.50	0.60	0.10	0.11	0.01	0.06	0.07	0.01	1.57	1.68	0.11
3 月	10.59	11.49	0.89	0.10	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.55	1.66	0.10
4 月	10.09	10.68	0.59	0.11	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.51	1.60	0.08
5 月	10.50	11.24	0.74	0.11	0.12	0.01	0.05	0.06	0.00	1.56	1.65	0.10
6 月	9.93	10.85	0.93	0.10	0.11	0.01	0.06	0.06	0.01	1.57	1.70	0.12
7 月	10.06	10.66	0.60	0.11	0.12	0.01	0.05	0.06	0.00	1.52	1.65	0.13
8 月	10.12	10.83	0.71	0.10	0.11	0.01	0.05	0.06	0.00	1.50	1.60	0.09
9 月	10.01	10.88	0.87	0.10	0.10	0.01	0.07	0.07	0.01	1.51	1.59	0.08
10 月	10.29	10.89	0.61	0.11	0.12	0.01	0.06	0.06	0.00	1.51	1.65	0.14
11 月	10.41	11.14	0.73	0.10	0.10	0.01	0.06	0.06	0.00	1.57	1.68	0.12
12 月	10.00	10.75	0.75	0.10	0.11	0.01	0.06	0.06	0.01	1.52	1.65	0.13
全年	10.14	10.86	0.72	0.10	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.54	1.65	0.11

表 5.2.4-5 平水年人工运河出口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	10.03	10.85	0.82	0.11	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.46	1.60	0.14
2 月	9.88	10.51	0.63	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.50	1.59	0.09
3 月	10.53	11.14	0.61	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.47	1.61	0.14
4 月	9.64	10.15	0.51	0.09	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	1.49	1.57	0.08
5 月	9.90	10.84	0.94	0.11	0.12	0.01	0.04	0.04	0.00	1.50	1.64	0.13
6 月	10.39	11.21	0.82	0.10	0.10	0.01	0.03	0.04	0.00	1.48	1.62	0.14
7 月	9.91	10.90	0.99	0.09	0.10	0.01	0.05	0.05	0.00	1.51	1.61	0.09
8 月	10.15	11.12	0.97	0.10	0.11	0.01	0.05	0.05	0.00	1.49	1.63	0.14
9 月	9.72	10.49	0.76	0.10	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.44	1.53	0.09

10月	10.20	11.03	0.83	0.12	0.13	0.01	0.04	0.05	0.00	1.46	1.56	0.10
11月	10.28	11.30	1.03	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.43	1.56	0.13
12月	10.45	11.47	1.02	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.44	1.52	0.07
全年	10.09	10.92	0.83	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.47	1.59	0.11

表 5.2.4-6 平水年潼南航电枢纽坝前断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	10.98	11.66	0.68	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.43	1.51	0.08
2月	10.33	11.36	1.03	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.47	1.55	0.08
3月	10.31	11.11	0.80	0.09	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.46	1.54	0.08
4月	10.35	11.10	0.75	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.51	1.60	0.10
5月	11.11	11.78	0.67	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.50	1.58	0.08
6月	11.01	11.73	0.72	0.11	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.50	1.63	0.14
7月	11.06	11.75	0.69	0.10	0.11	0.01	0.04	0.05	0.00	1.49	1.62	0.13
8月	10.71	11.43	0.72	0.12	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.42	1.50	0.07
9月	10.72	11.63	0.91	0.11	0.12	0.01	0.03	0.04	0.00	1.47	1.58	0.11
10月	11.20	12.07	0.87	0.09	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.51	1.64	0.12
11月	10.28	11.23	0.95	0.12	0.13	0.01	0.03	0.04	0.00	1.42	1.55	0.12
12月	10.52	11.34	0.83	0.12	0.13	0.01	0.04	0.04	0.00	1.45	1.59	0.14
全年	10.71	11.51	0.80	0.11	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.47	1.57	0.11

3) 枯水年水质预测情况分析

平水年,建库后,双江自来水厂取水口断面 COD 浓度在 10.04mg/L~11.06mg/L,建库前后变幅在 0.55mg/L~0.96mg/L;氨氮浓度在 0.09mg/L~0.11mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L;总磷浓度在 0.03mg/L~0.05mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后,断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后,人工运河出口断面 COD 浓度在 10.60mg/L~11.49mg/L,建库前后变幅在 0.53mg/L~0.97mg/L;氨氮浓度在 0.11mg/L~0.12mg/L,建库前后变幅在 0.02mg/L~0.04mg/L;总磷浓度在 0.05mg/L~0.07mg/L,建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后,断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

建库后,潼南航电枢纽坝前断面 COD 浓度在 10.92mg/L~12.15mg/L,建库前后变

幅在 0.57mg/L~1.06mg/L；氨氮浓度在 0.10mg/L~0.13mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L~0.05mg/L，建库前后变幅在 0mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

总体而言，枯水年建库前后，双江航电枢纽坝下江段各预测断面水质变化幅度很小，建库后断面水质均符合水环境功能区划的水质要求。

表 5.2.4-7 枯水年双江自来水厂取水口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.61	10.37	0.76	0.09	0.10	0.01	0.03	0.03	0.00	1.42	1.55	0.13
2月	9.37	10.24	0.87	0.10	0.11	0.01	0.05	0.05	0.00	1.40	1.54	0.14
3月	9.54	10.49	0.95	0.09	0.10	0.01	0.04	0.05	0.00	1.43	1.52	0.10
4月	9.67	10.60	0.93	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.42	1.53	0.11
5月	9.99	10.93	0.94	0.10	0.11	0.01	0.03	0.04	0.00	1.44	1.55	0.11
6月	9.63	10.59	0.96	0.10	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.45	1.59	0.14
7月	9.78	10.54	0.76	0.09	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.41	1.52	0.11
8月	9.99	10.55	0.55	0.10	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.38	1.47	0.09
9月	9.95	10.52	0.57	0.09	0.09	0.01	0.03	0.03	0.00	1.43	1.52	0.09
10月	9.28	10.04	0.76	0.10	0.11	0.01	0.03	0.03	0.00	1.45	1.58	0.13
11月	10.06	10.68	0.62	0.10	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.48	1.56	0.08
12月	10.19	11.06	0.87	0.09	0.09	0.00	0.05	0.05	0.00	1.42	1.50	0.08
全年	9.76	10.55	0.80	0.10	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.43	1.54	0.11

表 5.2.4-8 枯水年人工运河出口断面水质预测成果 单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1月	9.92	10.82	0.90	0.10	0.11	0.01	0.07	0.07	0.00	1.52	1.61	0.10
2月	10.68	11.40	0.72	0.11	0.11	0.01	0.06	0.06	0.00	1.54	1.69	0.15
3月	10.23	11.19	0.96	0.10	0.11	0.01	0.06	0.07	0.00	1.58	1.73	0.15
4月	10.09	11.06	0.97	0.10	0.11	0.01	0.07	0.07	0.01	1.55	1.66	0.11
5月	10.34	11.08	0.74	0.10	0.11	0.01	0.07	0.07	0.01	1.53	1.65	0.12
6月	10.39	11.21	0.81	0.11	0.12	0.01	0.06	0.07	0.00	1.51	1.59	0.08
7月	10.34	11.08	0.74	0.10	0.11	0.01	0.05	0.06	0.00	1.53	1.62	0.09

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
8 月	10.50	11.38	0.88	0.11	0.12	0.01	0.06	0.07	0.01	1.57	1.71	0.15
9 月	10.60	11.49	0.89	0.11	0.11	0.01	0.06	0.07	0.01	1.55	1.69	0.13
10 月	10.23	11.16	0.93	0.11	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.58	1.72	0.14
11 月	10.00	10.94	0.94	0.10	0.11	0.01	0.07	0.07	0.01	1.48	1.58	0.10
12 月	10.07	10.60	0.53	0.11	0.11	0.01	0.07	0.07	0.00	1.54	1.63	0.10
全年	10.28	11.12	0.83	0.10	0.11	0.01	0.06	0.07	0.00	1.54	1.66	0.12

表 5.2.4-9 枯水年潼南航电枢纽坝前断面水质预测成果 单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷			总氮		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	11.17	12.15	0.98	0.10	0.11	0.01	0.03	0.04	0.00	1.43	1.56	0.13
2 月	10.99	11.57	0.57	0.10	0.11	0.01	0.03	0.04	0.00	1.45	1.55	0.09
3 月	11.00	12.06	1.06	0.12	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.48	1.58	0.10
4 月	10.87	11.78	0.91	0.11	0.11	0.01	0.04	0.04	0.00	1.44	1.57	0.13
5 月	10.74	11.67	0.93	0.11	0.12	0.01	0.04	0.04	0.00	1.44	1.53	0.09
6 月	10.33	10.92	0.58	0.10	0.10	0.01	0.04	0.04	0.00	1.50	1.59	0.09
7 月	10.39	11.05	0.65	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.48	1.59	0.11
8 月	11.09	12.08	0.99	0.09	0.10	0.01	0.03	0.04	0.00	1.50	1.65	0.15
9 月	10.68	11.49	0.81	0.12	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.46	1.60	0.15
10 月	10.21	11.03	0.82	0.11	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.51	1.66	0.15
11 月	10.49	11.49	1.01	0.12	0.13	0.01	0.05	0.05	0.00	1.52	1.60	0.09
12 月	11.00	11.95	0.95	0.12	0.12	0.01	0.05	0.05	0.00	1.49	1.60	0.11
全年	10.75	11.60	0.86	0.11	0.12	0.01	0.04	0.04	0.00	1.48	1.59	0.12

5.2.4.2 人工运河水质影响分析

双江枢纽的建设,人工运河不再承担发电引水、航运等功能,设计减少三块石引水闸的引水流量,使运河内流量大为减少(从 275m³/s 减少至 14m³/s),在恢复涪江水生态的同时,运河水环境也受到一定不利影响。根据水文情势影响预测,运行期,人工运河内水深约 1.0m,流速 0.3m/s,总体满足河道外用水和河道内生态需水的要求,对风景名胜区运河景区的影响也较小。但是,由于河道内流量的大幅减少,水体流速下降,水体自净能力也随之有所降低,经初步计算,人工运河的纳污能力下降幅度在

75%~90%之间，如不控制入河污染物排放量，运河水质有下降的趋势和风险。

通过现场调查，运河沿岸主要分布有桂林街道的高庙村、联三村、大巷村、桂花村、小舟村、大坝村、中坝村、小坝村等村组，人口分布较多，而且运河左岸为潼南区大坝、中坝、小坝村的万亩蔬菜基地。运河沿岸没有较大的工业污染源分布，同时，运河两岸为潼南区畜禽养殖禁养区，现有的养殖户将陆续关停转移，畜禽养殖污染源也很少。因此，运河沿岸的污染源主要为生活污染源和农业面源，以分散排水的方式进入运河。

根据潼南区生态环境局提供的水质监测成果，人工运河水质目前可以满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，达到了水环境功能控制目标，根据5.2.3.2 运行期库区水质预测成果，双江枢纽建库后，丰、平、枯代表年，三块石坝址断面(即人工运河引水口)的水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，总体与现状水质变化不大。按照《重庆市涪江“一河一策”实施方案》中的规划，运河沿岸水环境整治工作重点是“提高城镇污水收集效率”、“推进美丽乡村建设。以生活污水、生活垃圾处理为重点，综合整治农村环境”、“实施面源污染治理措施”等。通过采取以上水污染防治和水环境整治措施，能够进一步的削减污染物产生量和排放量。

目前，人工运河内有1处城镇生活供水取水设施，为城北水厂的取水泵站，位于人工运河左岸，原大岩洞电站上游。根据《重庆市潼南区城乡总体规划(2014年编制)》、《潼南区城市供水设施建设(改造)规划(2015-2020)》等规划，该处取水泵站在远期将被关停，取水水源将从人工运河调整为涪江干流，同时以大石桥水库作为备用水源。根据《重庆市渝西水资源配置工程总体方案报告》，渝西水资源配置工程中的新建桂林泵站设计向城北水厂日供水19万 m^3 ，建成后可取代大岩洞取水泵站。

由以上分析，通过取消人工运河的城镇水厂取水功能，加强两岸水环境综合治理，运河内流量减少、水体自净能力下降的影响可以得到减缓，运河水质能够得到保证，潼南城区供水安全也能够得到保障。但目前大岩洞泵站仍是作为城北水厂的取水水源，双江枢纽的兴建应充分考虑对水厂取水水质安全的保护。

5.2.4.3 水体纳污能力变化分析

本次涪江江段纳污能力计算选择三星航电枢纽坝下至双江航电枢纽坝前(双江库区)和双江航电枢纽坝下至潼南航电枢纽坝前(潼南库区)的两段河段作为计算河段，采

用《水域纳污能力计算规程》(GB25173-2010)推荐的一维计算模型计算,其公式为:

$$M=(C_s-C_x)\times(Q+Q_p)$$

式中:

M—水域纳污能力, t/a;

C_s —水质目标浓度值, mg/L, 计算江段地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准;

C_x —下断面污染物浓度值, mg/L, 建库前采用实测水质, 建库后采用断面水质预测计算值;

Q—入流流量, m^3/s , 建库前采用 90%保证率最枯月平均流量, 建库后采用断面枯水年月平均预测最小流量;

Q_p —废污水排放流量, m^3/s , 建库前后采用不同水平年的入河排污量。

纳污能力计算结果见表 5.2.4-10。

表 5.2.4-10 建库前后双江航电枢纽库区及下游江段纳污能力

计算江段位置	江段长度 (km)	计算指标	C_x (mg/L)	C_s (mg/L)	Q (m^3/s)	Q_p (m^3/s)	纳污能力 M(t/a)	
							建库前	建库后
三星航电枢纽坝下至双江航电枢纽坝前	21.12	COD	8/9.39	20	73.6/73.6	0.17/0.14	28338.31	26092.98
		氨氮	0.12/0.15	1			2066.81	1996.22
双江航电枢纽坝下至潼南航电枢纽坝前	19	COD	11.5/11.63	20	84.8/66.15	0.81/0.93	23346.29	19390.30
		氨氮	0.09/0.12	1			2464.33	1932.25

根据表中计算结果, 现状水平年双江库区涪江江段水体 COD 的纳污能力为 28338.31t/a, 氨氮的纳污能力为 2066.81t/a; 建库后, 库区涪江江段 COD 的纳污能力为 25092.98t/a, 较双江航电枢纽建库前减少幅度 8.6%, 氨氮的纳污能力为 1996.22t/a, 较建库前减少幅度 3.5%。双江航电枢纽建成运行后, 上游三星航电枢纽坝下至下游潼南航电枢纽坝前的涪江江段的纳污能力有所降低, 但仍有较为充足的纳污能力。

5.2.5 对地下水的影响

本工程施工布置不涉及地下水饮用水源保护区, 坝址基坑、料场及库岸防洪堤开挖和施工营地也不涉及地下水饮用水源保护区, 施工废污水采取环保措施处理后可回用于生产和道路、绿化用水, 无向地下水排放的污染源。施工期对地下水环境的影响很小。

双江航电枢纽建成后，水库蓄水，库区水位抬升，对当地地下水位产生补给，可能会引起库周局部地下水位的升高。库区两岸水文地质条件总体较简单，地下水主要为基岩裂隙水、岩溶裂隙水和松散堆积层孔隙潜水。库区两岸的地下水位高于正常蓄水位 249m，水库蓄水后，两岸地下水补、径、排方式不变，工程建设对库周地下水基本没有不利影响。

5.3 生态环境影响预测与评价

5.3.1 对生态系统的影响

5.3.1.1 对森林生态系统的影响

a) 有利影响

工程对森林生态系统的有利影响主要体现在工程运行后，对地形地貌、局地气候、水环境、土壤环境等环境因子的改变，促进区域内森林生态系统中植被的生长发育。由于森林生态系统零星分布，面积较小，且水量变化导致的小气候变化程度较小，因此，有利影响不甚显著。

b) 不利影响

工程占地和水库淹没会引起森林植被面积的减少，其中枢纽工程区占用林地 5.09hm²(包括永久占地 5.08hm²，临时占地 0.01hm²)，淹没区占用林地 20.63hm²，占用造成植被生物量和生产力的下降，从而也对生活于其中的动物产生不利影响。

本项目淹没林地占整个评价区森林面积的比例较小，且区域林地多为人工林，因此对本区森林生态系统的结构影响不大。根据现场调查，工程占地和淹没的森林生态系统的植物均为评价区内常见种，在评价区内有广泛的分布，工程占地和淹没不会减少植物的物种丰富度。工程施工期的施工活动、占地以及蓄水后的淹没均会驱使林地中的动物向远离工程区的地区迁移，这会使评价区林地中动物的分布发生改变，但不会对动物种类产生影响。

5.3.1.2 对草丛生态系统的影响

a) 有利影响

工程对草地生态系统的有利影响主要是对分布在库区沿岸的草地生态系统存在有利影响。库区及周边水分条件改善，有利于草地生态系统内植被的发育及更新。但由于库区内水面积增加不大，地下水变化程度较小，因此，工程对评价区草地生态系统的有利影响不甚显著。

b) 不利影响

本工程对评价区内草地生态系统的不利影响主要有：①施工占地：水库蓄水淹没对评价区草地生态系统产生直接的破坏其中枢纽工程区占地 38.80hm²(包括永久占地 3.73hm²，临时占地 35.07hm²)，淹没区占用 172.67 hm²；②施工活动：施工活动中机械施工碾压、施工人员踩踏、施工活动产生的扬尘、废水、废气、生活垃圾等会影响草地生态系统内动植物生命活动；③水土流失：水土流失亦会对评价区草地生态系统产生影响。

5.4.1.3 对湿地生态系统的影响

a) 有利影响

建库后，坝上库区水域面积增加，库容增大，借助于水库的拦截以及对水资源的合理调配，湿地生态系统的蓄水补水，调蓄洪水的功能得到加强，由于水面增加，调节区域气候的功能也得到了加强。

b) 不利影响

双江航运枢纽位于涪江中游潼南河段，施工期对湿地生态系统的影响为施工废水、生活污水、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，但是此影响可以通过合理有效的保护措施来避免。

运行期水库淹没使自然的河滩湿地变为水域，原有的河滩植被将被淹没，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，也失去了为涉禽提供栖息环境的功能，根据目前国内外有关水位变化对河流、湖泊湿地生态影响研究成果可知，库区水位永久性的抬高，短期内会导致库区湿地物种多样性的一定程度的减少、植被覆盖度降低，但随着时间的推移，湿地植被会慢慢适应新的水位，逐渐恢复。项目运营后坝下增加了枯期涪江干流流量，将加宽涪江的水面深度与宽度，同时坝址下游区域的河道整治工程、护岸工程将会对坝下湿地植被、湿地动物产生影响。

5.4.1.4 对农田生态系统的影响

a) 有利影响

工程实施对于农田生态系统也将产生多方面的正面影响，水库水域面积和有效灌面的增加，使地下水得到补充，空气含水量增加，将有利于评价范围小气候的改善，湿度增大，在一定程度上有利于沿江河谷农作物生长；水土保持措施的实施则减少了水资源和土壤资源的浪费，为农业发展保存了重要的资源。

b) 不利影响

项目的实施和运行对农业生态系统的影响一方面在于占用和淹没部分农田,减少农作物分布面积,降低农作物产量,损失农作物生物量;一方面对其中生存的动物也会有所影响,使其在耕地中的动物生境减少。

5.3.2 对陆生植物的影响

5.4.2.1 施工期对陆生植物与植被的影响

a) 施工占地对植物及植被影响

枢纽工程区施工总占地为 97.52hm², 占评价区总面积的 0.81%, 其中永久占地 54.02hm², 占枢纽工程区总占地面积的 55.39%, 临时占地 43.50hm², 占枢纽工程区总占地面积的 44.61%。

永久占地的工程包括: 闸坝、船闸、发电厂房、及下游护坡、整治工程等工程永久性建筑物占地区, 河岸滩涂区生长的草地, 占地面积为 38.80hm², 占枢纽工程区占地总面积的 39.79%, 草地以草木犀灌草丛、五节芒灌草丛、小蓬草灌草丛为主。永久占地对植被的破坏是长期的、不可恢复的, 工程永久占地和淹没将直接破坏原有的植被, 使植物的个体数量和植物生物量减少, 但受影响的植物物种及植被均为项目区域内的常见广泛种, 不会导致枢纽工程区物种多样性的减少, 且工程的永久占地区域没有珍稀保护野生植物和古树名木分布, 枢纽工程区永久占地对植物影响较小。

临时占地的工程包括: 枢纽工程区的土料场、石料场以及整治工程、疏浚工程、炸礁工程和护岸工程的施工临时道路等。经现场实地调查, 工程区临时占地区植被以草丛和耕地为主, 占地面积分别为 35.07hm² 和 6.29hm², 主要有小蓬草灌草丛、水蓼灌草、益母草灌草丛和农作物(玉米、豆类、蔬菜等)。临时用地对植被的破坏是短期的、可恢复的。受临时占地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, 可以有效的弥补临时占地对工程区植物的影响。

b) 施工活动对植物及植被的影响

施工期施工活动对植物及植被的影响因素主要有施工活动产生的弃渣、废水、废气、固废及人为干扰等。依据施工活动对植物的影响方式, 可分为直接影响及间接影响, 直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等会使周边植物个体损失, 植被生物量减少; 间接影响主要是指施工过程中产生的废气、废水、弃渣、固废、扬尘等会使周边

植物的生命活动受阻。

c) 水土流失对植物的影响

评价区属于亚热带湿润季风气候区，夏秋季降水丰富，施工期基础开挖、施工场地平整、施工道路建设、河道整治工程、护岸工程等造成大面积的土壤及山体裸露，同时也产生了大量的施工弃渣，施工时受雨水冲击容易造成水土流失，植物根系由于水土流失而被雨水冲刷，对植物生长造成不利影响。同时，水土流失导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏了土壤的结构，增加植被复垦工作的难度。本项目所在区域地质灾害较多，必须充分考虑到水土流失问题，切实落实水土保持方案，可以减缓项目实施造成的水土流失。

d) 三块石拦河坝拆除施工对植物的影响

根据工程布置情况，三块石拦河坝拟采取爆破方式拆除，对岸上和水中爆破后的圪工进行清理，对于陆地上的可直接采用人工破碎、清理和运输汽车的方式进行，拦河坝拆除区域内由于受大坝的影响水流急速，未发现沉水和漂浮的水生维管植物分布，但工程进行圪工清理时，使下游水体悬浮颗粒增加，水质变差，会对下游区域河滩区域的植被产生间接影响，但随着河道的自然沉淀和水流的稀释作用，且该工程的施工时间较短，三块石拦河坝拆除的施工对植物的影响有限。

5.4.2.2 运行期对陆生植物与植被的影响

a) 水库淹没对植物影响

水库蓄水阶段，淹没区的植物的种类和数量将受到一定的损失。根据实地调查，淹没区内是以草地与农作物为主的耕地，占淹没区的比例分别为 60.93%和 24.48%，其次是毛竹林为主的林地，这些受淹没影响的植物均为当地的常见种，在库周有广泛的分布，淹没线以上地带可见到相似的群落，且受淹没影响的植被类型是部分农田、灌草丛、灌丛和部分人工林，不存在因局部植被淹没而导致种群消失或灭迹。被毁坏的农田将破坏部分作物，因此水库淹没对物种的繁衍和保存均无明显影响，不会造成这些物种的消失，但水位上升对库区湿地生物多样性存在一定的不利影响。此外对农业生态有一定影响，淹没区的植物没有地区性特有种，在工程运行期内对植物区系产生的影响较小。

b) 水位波动对湿地植被的影响

对河岸带的湿生植物而言，周期的淹水后土壤物化性质会发生改变，如土壤氧化

还原电位下降、土壤氧含量下降和根系压力的增加，进一步导致植物的光合作用相关酶的活性降低。水位波动会导致土壤有机质分解速率下降，使土壤中可用营养物质减少，也会影响湿地植物对营养物质的吸收，使其生长变缓，同时也会影响土壤营养元素与水体间的交换过程，该过程因高程差异而不同。评价区为永久性河流，区域土壤水分含量较高，湿地植被受水位波动的影响较小，坝下河段湿地植被受影响较库区明显，主要表现在丰水期。水位调控下植被群落特征的整体变化主要源自植物种对水位波动的反应，植物的种子散布机制对于其是否适应水位调控相当重要，具有风媒、水媒散布机制的物种更容易在频繁的水位调控过程中存活，同时本地种的减少为外来种提供了生存空间，使植被群落易受外来种入侵。

整体而言，频繁的水位调控会使物种数和植被覆盖处于下降趋势。虽然水位快速、变幅较小的日波动也会造成群落多样性下降，但影响的程度远小于相对库区蓄水位对水位升高造成的影响。

库区蓄水后，库区河谷水域面积将有所增加，库区周边地下水将得到补充，可促进库区及周边森林植被的发育及更新，可促进库区及周边湿生、沼泽及水生植物的生长发育，但由于本工程库区水面积增加不大，库区水湿条件等变化较小，库区水分条件改变对植物及植被的影响较小。

c) 对坝下河段植物的影响

双江航电枢纽电站为日调节性能电站，水库不承担防洪任务，对洪水无调节作用，双江水库出库流量近似等于入库流量，坝下游水位的变幅不大，不会出现明显的季节性的变化。但在双江航电建成后，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量，其余水量将全部放入涪江，根据对河道水量的预测，双江航电建设运行后，河道水量将恢复到现有河道宽度，工程将淹没由于河道减水生长与河道内的灌丛植被，根据现场调查，根据现场调查坝址下游河道滩地植被以草丛和农作物为主，常见植物有水蓼、双穗雀稗、狗牙根、小蓬草，在浅滩区还分布有喜旱莲子草、穗状狐尾藻、水葱等水生或沼生植物也会因水位上升产生一定的影响，上述植被均为本区域常见的品种，水位上升淹没会使区域内植物个体数量产生一定的损失，但不会导致植物物种数量和某种植被类型消失。

另一方面，工程建设运行后，水域面积会恢复到现有河道宽度，原有河道的水域景观将得到恢复，河道两侧将会随着时间推移形成新的浅滩区域，新的沼泽或湿生

植被分布带将形成，根据现场调查，现有浅滩区域的植被如双穗雀稗、水葱、水蓼等均为适应性广、抗逆性的物种，且种子量较多，穗状狐尾藻、喜旱莲子草均能依靠枝条进行营养繁殖，对后期浅滩区域的植被恢复有利

双江梯级建成后，将拆除原三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站，保留三块石水闸和莲花寺水闸，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量，水量的减少会对运河两侧的植被会产生一定的影响，使进水植物逐渐向抗逆性强的中生植被演化，由于水位下降产生的裸露滩涂会逐渐有植被生长。根据现场调查两侧植被以喜旱莲子草群系、双穗雀稗群系为主，植物分布有枫杨、毛竹、构树、喜旱莲子草、狗尾草、羊蹄等均为该区域的常见种类。

因此，双江航电建成运行后虽然对下游河段植物具有一定影响，但工程影响的范围在可承受的范围内，同时工程运行后对下游涪江干流河道景观的恢复和两岸植被生长具有一定的有利影响。

5.4.2.3 对国家重点保护植物的影响

通过现场调查，在评价区内分布有国家 II 级重点保护野生植物 2 种分别为野大豆和野菱，野大豆分布在双江枢纽下游左岸的河滩地，野菱分布在三星枢纽坝下河段。其中野大豆分布区域距离左岸施工布置区最近 190m，不受工程建设的直接影响，采取就地保护的措施；野菱受到双江枢纽蓄水的直接影响，采取迁地保护措施。

5.4.2.4 外来入侵物种的影响

评价区外来入侵植物主要有小蓬草、一年蓬、土荆芥、喜旱莲子草等，入侵物种由于缺少天敌而大量繁殖对当地生态造成了很大的危害。工程施工期间施工人员和施工车辆的进入会有意无意的将新的外来物种带进该区域，或将入侵物种的种子进行传播进而扩大分布面积，外来物种适应性、耐性强、繁殖力强，易占据本地物种生态位，对土著物种产生一定的排斥，改变区域种群、群落或生态系统的结构和功能，导致生态系统的单一或退化，破坏当地生态。

5.3.3 对陆生动物的影响

5.3.3.1 施工期对陆生动物的影响

双江航电枢纽工程施工期对陆生动物的影响主要包括施工占地对动物生境的占用，开挖破土等引起水土流失对动物生境的破坏，施工废水、废气、固体废物等对动物生境的破坏、污染，施工噪声对动物的惊扰、驱赶以及人为干扰的影响。

1) 对两栖类和爬行类的影响

两栖类对水的依赖性较大，不论是哪一种生态类型的两栖类，其都无法完全脱离水环境而生存；爬行类对水也有一定的依赖性，尤其是水栖型和林栖傍水型的种类。工程施工期对两栖类和爬行类的影响方式主要包括废水、固体废弃物排入水体对其生境的影响，工程占地对其生境的占用和破坏，以及人类活动对其干扰。

(1) 生境污染的影响

评价区内的两栖类，水栖型的爬行动物龟、鳖，林栖傍水型种类如乌梢蛇对水的依赖性较大。废水、固体废弃物对水体的污染会影响两栖类和爬行类的生活环境，从而间接地对两栖类和爬行类产生影响。废水、固体废弃物若不经处理直接排入评价区内涪江等水体中，将劣化水质，污染两栖类和部分爬行类的生境，造成工程影响区内两栖类数量减少或向工程影响区外迁移。但这些污染影响是暂时的，施工结束后，由于水体的自净能力，水质净化后，两栖类和爬行类可以继续回到原栖息生境。

(2) 生境占用的影响

施工期间工程永久及临时占地将占用部分两栖类和爬行类的生境，其中占用灌丛及灌草丛、滩涂、洲滩等将占用陆栖型两栖类、灌丛石隙型爬行类的生境；占用水域及水田将占用静水型两栖类和水栖型爬行类的生境；占用旱地、阔叶林将占用林栖傍水型爬行类的生境。本工程永久占地面积较小，不涉及重要动物栖息生境，评价区内相似栖息生境较多，永久占地影响不大。临时占地影响随着工程的结束，临时占地处的植被恢复措施的落实，受影响而迁移的两栖类和爬行类可以逐渐回到原生境生活。

(3) 人为活动的影响

施工期间施工人数较多，若不加以合理的管理，这些种类可能会遭到施工人员捕杀而直接导致个体死亡，但这种影响可通过宣传和合理的管理措施加以控制。

2) 对鸟类的影响

工程施工期对鸟类的影响主要体现在：①施工产生的废水、固体废弃对水体的污染，影响游禽、涉禽和傍水型鸟类的生境；②施工噪声对鸟类的惊扰以及施工产生的扬尘对鸟类生境的影响；③人类活动对鸟类的惊扰；永久和临时占地占用鸟类生境等。

(1) 生境污染的影响

湿地鸟类即游禽(如雁形目鸭科种类)和涉禽(鸬鹚类)依赖水域而生存，林栖傍水型鸟类(如普通翠鸟)对水也有一定依赖性。前述各种废水和固体废弃物若不经处理排

入水中，将劣化水质，污染这些鸟类的栖息生境，或导致饵料食物减少，导致其无法在原生境中生存从而迁移他处。

土石方开挖、砂石料加工系统和混凝土拌系统产生的粉尘、运输车辆运输过程中产生的扬尘、汽车尾气等将对工程影响区大气环境造成一定的污染，对鸟类的栖息生境存在不利影响，但上述影响主要发生在施工期且影响范围有限，鸟类会主动避开这些有扬尘污染的施工区域，并就近寻找到其它不受影响的适于栖息和生活的地方。

(2) 施工噪声的影响

鸟类的听觉灵敏，对噪声反应较敏感。施工期间挖掘机、推土机等产生的机械噪声；装卸汽车、载重汽车在运输和装卸过程中产生的噪声；石方开挖噪声将对鸟类产生一定影响。其中施工机械和运输车辆产生的噪声持续时间较长，将使得声源附近栖息的鸟类迁移到影响范围以外生活；爆破噪声持续时间短，但有突然性，且声源强，声级大，除对鸟类有驱赶作用以外，可能会对处于繁殖期及迁徙期间的鸟类产生过度惊吓而影响其正常的生理状态，如影响其繁殖率等。由于鸟类的迁移能力强，评价区内鸟类适宜生境较多，且噪声影响主要是集中在施工期，因此，在做好科学合理的施工进度安排的前提下，采取适当的保护措施，可减缓噪声对鸟类的影响。

(3) 生境占用的影响

本工程永久占地和临时占地以耕地为主，其次为灌草地。施工期间工程永久及临时占地将占用部分鸟类生境，其中占用灌丛及灌草丛将占用部分鸣禽的生境；占用滩涂及耕地将占用涉禽和部分傍水型鸟类；占用水域将占用游禽的生境；占用阔叶林将占用部分鸣禽、攀禽和陆禽的生境。根据工程可研，永久占地和淹没主要占用耕地，将占用鸣禽、攀禽、陆禽的生境，迫使其向占地区域以外迁移；对于临时占地处，随着工程的结束，临时占地处的植被恢复，受占地影响而迁移的这些鸟类可以重新回到原生境生活。

(4) 人为活动的影响

鸟类的视觉极敏锐，施工期由于评价区进驻的施工人数较多，施工人员的活动将对鸟类造成一定驱赶作用，但与噪声的影响类似，这类影响是暂时的，且评价区内鸟类适宜生境较多，影响不大。另外，由于评价区分布的鸟类中，部分种类食用价值或经济价值较高，可能会遭到施工人员的捕杀而导致个体死亡，但这种影响是可控的，可通过加强施工人员管理和宣传教育等措施缓解和避免类似影响发生。

3) 对兽类的影响

施工期工程对兽类的影响主要包括噪声驱赶、固体废弃物对兽类生境的污染及对数量和种类组成的影响、人类活动对兽类的影响、临时和永久占地对兽类生境的占用和破坏等。

(1) 施工噪声的影响

兽类听觉敏锐，对噪声较为敏感，但由于除鼠类外，大多数种类栖息地远离人类。噪声对其影响主要为限制其日间活动范围，使部分种类觅食时不敢靠近施工区域，且评价区内兽类多数为夜行性种类，其影响较鸟类小。工程避免夜间施工，施工结束后，这些影响将消失。

(2) 生境污染的影响

生产废水和生活污水等若直接排放则直接破坏动物栖息生境和饮用水源。而固体废弃物对兽类的影响主要分为生境污染和改变局部区域的兽类分布格局两个方面。一方面，固体废弃物如随意堆放会污染部分兽类(主要是在灌丛中生存的鼠科、鼬科)的生境，使其迁移。另一方面，固体废弃物中包括施工人员的生活垃圾，其中包括部分食物残渣等，若不经处理随意堆放或丢弃，易吸引鼠类的到来，致使局部区域鼠类集中、数量增多，从而最终影响这些区域兽类的数量和种类组成同时，某个区域内鼠类密度的增加会增加传染性疾病的发生和传播几率，对区域内的人群健康存在威胁，但这些影响是暂时的，施工结束后，这些影响将消失。

(3) 人为活动的影响

多数兽类的听觉、视觉或嗅觉较为敏锐，对人类的活动较为敏感，施工期施工人员大量进驻将对区域内兽类的数量和种类组成造成一定影响，对傍人生活的兽类，如鼠科、蝙蝠科和部分鼬科兽类等，提供了食物来源和庇护所，使这些兽类数量增多。这些因素综合起来将改变施工区域及其周边兽类数量和分布格局。另外，评价区中分布部分兽类食用价值或经济价值较高，若不进行有效管理可能遭到施工人员的捕杀，但这类主观因素可通过加强环保教育和施工监管而得到有效控制。

(4) 施工占地的影响

施工期间工程永久及临时占地将占用部分兽类的生境，其中占用灌丛及灌草丛和耕地将占用半地下生活型兽类的生境。根据工程可行性研究报告，永久占地和淹没的用地类型主要为耕地，将占用半地下生活型兽类的部分生境，迫使其向占地区

域以外迁移，由于永久占地处人为干扰较大，原本分布的这些兽类数量较少且周边存在大量相似生境，因此这种影响不大；对于临时占地处，随着工程的结束，临时占地处的植被恢复，受占地影响而迁移的这些兽类可以重新回到原生境生活。

5.4.3.2 运行期对陆生动物的影响

工程运行期对陆生动物的影响主要包括淹没对动物的影响、船舶通航量增大对动物的间接影响对动物的影响两个方面。

a) 蓄水淹没对陆生动物的影响

建库后，淹没范围内现有的野生动物生境将被淹没，将使得陆生动物的栖息地相对缩小。对于两栖、爬行动物和小型兽类而言，在低海拔分布的蛙类、蜥蜴类及蛇类等爬行动物，由于原分布区被部分破坏，导致这些动物的生活区向上迁移，而以低海拔动物为食的动物又会受到间接影响如食物分布等。对于部分低海拔灌丛、草丛中栖息的鸟、兽，其栖息地将会被小部分破坏，但它们都具有一定迁移能力，食物来源也呈多样化趋势，所以库区蓄水不会对它们的栖息造成较大的影响。

由于项目区属于丘陵、平原地带，环境较一致，因此动物能较顺利适应新生境，工程淹没对动物生境的影响较小，主要表现为限制部分动物的栖息觅食的活动范围。而同时水域面积增加，水域开阔度增大，流速减缓，库区鱼类数量的增加，使得库区更适合鸟类中的游禽如赤麻鸭、斑嘴鸭、绿头鸭等生存，增加了其生境面积，该区域湿地鸟类的数量将有所增加。

b) 对坝下动物的影响

三块石拦河坝拆除后，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量，人工运河其余水量将全部放入涪江，涪江干流河道内水面恢复至原有河道宽度，将会对现有河道内的湿地植被产生一定的淹没。根据水文情势章节分析结论，双江航电建成后坝下至潼南库尾之间存在 4km 自然河段，该河段水域面积恢复至原有河道的宽度，现有河道内部分滩涂变成浅水区，水位的上升会使洲滩面积减小，使鸕鹚类以及鹭类等涉禽活动范围减小。另一方面，洲滩面积减小以及水域面积增加，会增加雁鸭类游禽的活动范围，但是同时减少了越冬期部分雁鸭类觅食和休息的场地如草滩和水陆过渡地带，总体来说一定程度上会改变上述鸟类越冬期的栖息分布。

c) 航运对动物的影响

工程建成后，评价区船舶的通航量增加，对动物将造成不利影响。陆生动物，其中特别是鸟类和兽类对人类活动比较敏感，通航噪声对于陆生动物来说是人类活动的直接信号，会直接干扰它们的正常活动，将迫使它们避开噪声影响区域。鉴于鸟类对噪声影响较为敏感，船只通航运行噪声对鸟类的影响不可忽视。通航后对于游禽的分布存在一定影响，主要表现在噪音的干扰和栖息地的切割等方面，但船只通航具有间歇性和流动性，这种影响也是在可控范围内。

船舶通航时的废气、含油废水和固体废弃物等污染物将增加动物的生存压力，迫使动物寻找其他的活动和栖息场所。船只通航有可能出现漏油、船员生活污水的排放，影响水质，进而影响区域内鸟类分布以及物种多样性，这种影响可以通过加强对通航船只定期检修、保养维护等，尽量减少漏油的可能性，严禁船只生活污水直排等措施减少或避免该类影响因子对湿地鸟类的影响。

船舶通行时的夜间船舶行驶时灯光以及作为配套工程的航标灯，对湿地生境中的动物存在不利影响，鸟类一般活动于白天，极少数种类(如鸮形目猛禽)活动于夜晚，夜间晚船只通航产生的灯光与噪音对附近鸟类有一定的影响。因此船只在夜晚通航时要注意避免噪音和强光的干扰。

5.4.3.3 国家重点保护野生动物的影响

评价区范围内陆生脊椎动物中，未发现国家I级重点保护野生动物，国家II级重点保护野生动物 6 种，均为猛禽。工程蓄水库区水位抬高不可避免淹没部分耕地和河滩地，导致区域内动物活动范围缩小，但区域内相似的生境在评价区内较连续且面积较大，它们会向周围相似生境转移。评价区分布的国家重点保护动物均为猛禽，主要分布于涪江两岸的次生林、疏林地、林缘灌丛以及农田等生境，上述种类活动能力较强，领域范围较广，工程并未淹没或占用其主要生境。工程建设和运行不会对保护动物产生影响。

评价区有重庆市级重点保护动物 17 种，如沼水蛙、泽陆蛙、灰胸竹鸡、小鸕鹚、黄鼬多为当地常见物种。对保护动物的影响主要是施工期的施工噪声和人为干扰使得这些种类远离施工区，工程占地破坏其栖息生境以及运行期水位抬高淹没了其适宜生境，迫使其向高海拔区域迁移。上述影响对行动能力较弱、对水体依赖性较强的两栖类动物较为显著，鸟类和兽类因迁移能力较强，影响程度相对较小。

施工噪声和人为干扰影响主要发生在施工期，随着施工结束而消失，因此工程

施工对保护动物的影响有限。而工程永久占地和淹没的影响是长期的，由于工程占地面积较小、淹没面积有限，区域适宜生境较多，影响不大；且水库蓄水后，水库水位抬升可为对水依赖性较高的种类如蛙类、傍水生活的其他动物提供更多适宜的繁殖和觅食环境，对其有一定的有利影响。总体而言，工程施工扰动范围较小，时间较短，工程影响范围和干扰程度有限，运行期区域内水域面积增加，随着施工结束、植被修复措施的落实等，工程建设和运营对保护动物的影响有限。

5.3.4 对水生生态的影响

5.3.4.1 施工期

a) 对浮游生物的影响

1) 航运梯级工程

双江航电枢纽拦河坝施工采取枯水期围堰挡水，隧洞导流方式。施工期大坝截流、围堰施工、大坝浇筑等主体工程施工，不仅直接扰动河道及其边坡，导致河流水体悬浮物增加，水体透明度下降，光照强度下降，溶解氧降低。光照强度下降会抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力，悬浮物含量增多会使浮游动物食物过滤系统和消化器官堵塞，大量的悬浮颗粒黏附在动物的体表，干扰其正常的生理功能。施工期内，浮游生物的密度和生物量会有一定程度的降低。

2) 航道工程

航道工程主要包括整治工程、疏浚工程、炸礁工程和护岸工程。

整治工程为在磨溪河支流上游凸咀处建一丁顺坝，同时在电站下游戏左侧建设长丁顺坝以归顺水流，并在左岸采掘场附近采用钢丝石笼护面，护面厚度 1m。整治工程施工期间，丁顺坝施工抛石、沉排将会搅动河底底泥，使近岸区悬浮物浓度增加，悬浮物在重力、波浪、风力等因素作用下扩散、运动，对沿岸及洲滩坡脚附近水域的浮游生物的生存造成影响，并有可能改变施工区附近水域的浮游生物的种类组成和群落结构，造成浮游生物种类和数量的减少。

疏浚工程主要在双江坝下 4.2km 范围，疏浚工程在坝下疏浚归槽开挖 87480m³。本工程航道工程部分设计在坝下疏浚归槽区，并进行Ⅳ级航槽开挖，疏浚总方量 24.67 万 m³。疏浚工程会造成涪江的 SS 上升，根据类似工程调查，当 SS 背景值为 5mg/L 时，疏浚区下游 300m 处即能降至 25mg/L 以下；当 SS 背景值为 10mg/L 时，疏浚区

下游 600m 处即能降至 25mg/L 以下；当背景值为 15mg/L 时，疏浚区下游 1200m 处即能降至 25mg/L 以下。涪江潼南段的水质较好，根据现状监测，SS 背景值低于 15mg/L。疏浚工程施工当中挖泥、运输和抛填过程中水体扰动、底泥抛填破坏水生生物(特别是底栖生物)的栖息地，改变底质的地形条件。施工使水中的悬浮泥沙及其他污染物质增加引起水浑浊，使部分小型水生动物窒息，对仔、稚幼鱼的生长发育影响较大；导致水透光性降低，浮游植物的光和作用受影响，降低初、低级生产力，从而影响食物链。

炸礁工程水下炸礁工程量为 29283m³。炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。另外，水下爆炸会在周围边界反射产生多途效应所构成声场，引起生物体疲劳损伤(如耳膜破裂、脏器出血等现象)，导致生物体伤亡。渔业资源的实际影响面积是以爆破点为中心，以影响距离为半径，向外的一个圆形面积。

护岸工程总长 380m 左右。护岸工程施工期间，坡削坡、水下模袋砼浇筑、整坡、浇筑勒脚会搅动河底底泥，使近岸区悬浮物浓度增加，悬浮物在重力、波浪、风力等因素作用下扩散、运动，对沿岸及洲滩坡脚附近水域的浮游生物的生存造成影响，并有可能改变施工区附近水域的浮游生物的种类组成和群落结构，造成浮游生物种类和数量的减少。

经估算，航道工程施工期浮游植物的损失量为 50.69t，浮游动物的损失量为 118.11t。可以看出，航道工程造成的浮游生物的损失主要来自于水下炸礁和IV级航槽开挖工程。

表 5.3.4-1 施工期浮游植物损失量估算表

工程项目		生物量 (mg/L)	P/B 系数	影响水域 体积(m ³)	扩散 系数	死亡 率	损失量(t)
整治工程	磨溪河河口顺坝	1.06	250	2880	1.1	0.3	0.25
	左岸丁顺坝	1.06	250	12480	1.1	0.3	1.09
疏浚工程	坝下疏浚归槽区	1.06	250	87480	1.1	0.3	7.65
	IV级航槽开挖	1.06	250	159263	1.1	0.3	13.93
炸礁工程	水下炸礁	1.06	250	299283	1.1	0.3	26.17
护岸工程	双江坝下护岸	1.06	250	18240	1.1	0.3	1.60
合计							50.69

表 5.3.4-2 施工期浮游动物损失量估算表

工程项目		生物量 (mg/L)	P/B 系 数	影响水 域体积 (m ³)	扩散系 数	死亡率	损失量 (t)
整治工程	磨溪河河口顺坝	2.47	250	2880	1.1	0.3	0.59
	左岸丁顺坝	2.47	250	12480	1.1	0.3	2.54
疏浚工程	坝下疏浚归槽区	2.47	250	87480	1.1	0.3	17.83
	IV级航槽开挖	2.47	250	159263	1.1	0.3	32.45
炸礁工程	水下炸礁	2.47	250	299283	1.1	0.3	60.99
护岸工程	双江坝下护岸	2.47	250	18240	1.1	0.3	3.72
合计							118.11

b) 对底栖动物的影响

1) 航运梯级工程

双江航电枢纽的涉水工程施工，特别是围堰施工、基坑开挖等工程直接占压河床底质，导致坝址区域底栖动物损失。同时涉水施工会导致水质混浊，施工点下游局部底质沉积物增加，影响到附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动，不利于底栖动物的繁衍，现存量会下降。

2) 航道工程

由于底栖动物移动缓慢，多营定居生活，并且其主要栖息在沿岸浅水及洲滩滩坡附近水域，而水下施工主要集中在这些区域，因此，工程水下施工对底栖动物的影响较大。

整治工程施工期间要进行丁坝抛石筑坝、填埋覆盖，将会直接伤害到底栖动物，同时也直接改变了其栖息环境，施工所产生的悬浮物也会影响到附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动。

疏浚工程施工当中挖泥、运输和抛填过程中水体扰动、底泥抛填破坏水生生物(特别是底栖生物)的栖息地，改变底质的地形条件。

炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。另外，水下爆炸会在周围边界反射产生多途效应所构成声场，引起底栖动物伤亡。

护岸工程施工期间要进行坡削坡、水下模袋砼浇筑、整坡、浇筑勒脚，将会直接伤害到底栖动物，同时也直接改变了其栖息环境，施工所产生的悬浮物也会影响到附

近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动。研究表明，底栖无脊椎动物在悬浮物浓度达到 8mg/L 时，底栖动物漂移率增加，悬浮物浓度达到 8-177mg/L 时，无脊椎动物下降到 26%。工程施工不仅会造成施工临时占地区域的底栖动物直接死亡，也会使施工江段内底栖动物漂移率增加。

经估算，施工期底栖动物损失量为 4.69t。底栖动物的主要损失来自于炸礁工程、IV级航槽开挖和坝下疏浚归槽区。整治工程和护岸工程对底栖动物的影响相对较小。

表 5.3.4-3 施工期底栖动物损失量估算表

工程项目		生物量 (g/m ²)	P/B 系数	影响水域面积 (m ²)	损失量 (t)
整治工程	磨溪河河口顺坝	3.61	6	1200	0.03
	左岸丁顺坝	3.61	6	5200	0.11
疏浚工程	坝下疏浚归槽区	3.61	6	36450	0.79
	IV级航槽开挖	3.61	6	66360	1.44
炸礁工程	水下炸礁	3.61	6	99761	2.16
护岸工程	双江坝下护岸	3.61	6	7600	0.16
合计					4.69

c) 对水生维管束植物的影响

1) 航运梯级工程

施工活动可能对沿岸植被造成破坏，主要集中在坝址附近，易引起局部区域的水土流失；工程影响以施工点最严重，并由中心向四周辐射。受影响的水生维管束植物主要有水蓼、喜旱莲子草、菹草等。施工时如能加强保护与管理，就可能降低对水生植物的影响。

2) 航道工程

工程江段底质以砂石为主，沉水植物不丰富，炸礁工程和疏浚工程对水生维管束植物的影响不大。整治工程和护岸工程施工时，护岸工程的修建，将使施工区域的水生维管植物受到长期或永久破坏，水生维管植物生物量减少，功能衰退或丧失。研究表明大型植物在悬浮物浓度达到 8mg/L 时，初级生产力下降 3%~13%，悬浮物浓度达到 40mg/L 时，初级生产力下降 13%~50%。工程施工会使水生维管植物的生物量有一定的减少。

但由于受影响的水生维管植物多为多年生挺水草本植物，根状茎粗壮，在评价区分布广泛，适应性较强，工程施工期在枯水期进行，此时植物上部分枯萎，种子传播

已经完成，随着工程的结束，在施工区周围可形成替代性生境。因此，工程施工对该江段的水生维管植物的影响较小，护堤工程施工范围与评价区水生植被丰富区域相比，所占比例较小，因此工程施工不会使整个江段水生植被产生明显改变。

d) 对鱼类的影响

1) 航运梯级工程

航运梯级工程施工期间人员、机械、车辆产生的噪音将迫使鱼类往上下河段迁移，生存空间减小。另外，工程对渔业资源的影响还表现在施工期间形成的底层悬浮物沉积物高浓度扩散场，悬浮物颗粒将直接对鱼类仔幼体造成伤害，影响胚胎发育，堵塞生物的呼吸器官使其窒息死亡。另外，工程造成的浮游生物和底栖生物的损失，也会影响以浮游生物和底栖生物为饵料的鱼类的摄食。

2) 航道工程

(1) 整治工程

整治工程施工期间，工程施工过程中，丁顺坝施工抛石、沉排等施工活动，将会使岸边一定范围水域悬浮物浓度的增加，影响栖息在该区域鱼类的正常生长。抛石等施工会造成噪声污染，经研究表明，污染主要为低频高强度噪音，随着频率的增加，噪音强度明显减小。从现有的资料分析看来，工程抛石作业的低频噪音主要约为120dB，影响范围在1km²以内。施工噪声和人类活动会对鱼类有驱赶作用，加之施工范围有限和鱼类具有趋利避害的主动躲避能力，因此，噪声污染对鱼类的不利影响较小，是暂时的，随着工程施工的结束，影响随即消除。

(2) 疏浚工程

疏浚工程施工当中挖泥、运输和抛填过程中水体扰动、底泥抛填破坏鱼类的栖息地，改变底质的地形条件，底栖生境。施工使水中的悬浮泥沙及其他污染物质增加引起水浑浊，使部分小型水生动物窒息，对仔、稚幼鱼的生长发育影响较大。疏浚带来的悬浊物浓度急剧升高，将影响到鱼类的分布、摄食等，造成工程水域鱼类的分布发生改变。涉水施工造成悬浮物增加，在一定程度上影响到浮游植物的光合作用，造成浮游植物初级生产力阶段性减少，浮游植物生物量出现降低，也会对以浮游植物为食的浮游动物种类、数量造成影响；施工区域底质的破坏会造成底栖动物生物量的损失。然而浮游生物、底栖动物生物量的减少将造成鱼类饵料食源的减少，从而影响施工水域的鱼类种类组成和数量。

此外，施工过程中底泥中重金属也可能对鱼类资源产生影响，本项目环评阶段在三块石拦河坝上游做了底泥调查，根据调查结果，铬、砷、铜、镉等 8 个指标均不超标，疏浚过程中的底泥重金属对鱼类的影响不大。

(3) 炸礁工程

炸礁工程实施水下炸礁时，会在瞬间产生高温高压的气体，随后产生强大的冲击波。这种冲击波会使周围产生瞬时的高压，并以波动的形式向外传播，对波及到生物产生瞬时高压，造成生物体的伤亡。另外，水下爆炸会在周围边界反射产生多途效应所构成声场，引起鱼体疲劳损伤(如耳膜破裂、脏器出血等现象)，导致生物体伤亡。渔业资源的实际影响面积是以爆破点为中心，以影响距离为半径，向外的一个圆形面积。根据韩雪慧等(2008 年)对长江铜锣峡航道整治工程爆破现场进行的监测及鱼卵损伤实验，爆破点 300m 距离以外对鱼类影响已经可以有效降低。炸礁工程对鱼类的影响主要集中在炸礁区 300m 范围内。

(4) 护岸工程

研究表明，鲤科鱼类在悬浮物 2000mg/L~3000mg/L 的条件下，悬浮物严重影响鱼类摄食，导致免疫力严重下降；入河产卵鱼类在悬浮物 800mg/L 以上条件下，80% 的受精异常，90% 以上的受精卵不能正常发育。护岸工程施工期间，岸坡削坡、水下模袋砼浇筑、整坡、浇筑勒脚等施工活动，将会使岸边一定范围水域悬浮物浓度的增加，影响栖息在该区域鱼类的正常生长。岸坡削坡、水下模袋砼浇筑、整坡等施工产生的悬浮泥沙会对仔稚鱼会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育、堵塞生物的腮部造成窒息死亡，悬浮物沉积造成水体缺氧而导致死亡等，从而导致淮河段鱼类数量的减少，尤其对于喜好清洁的流水环境的鱼类，如中华倒刺鲃等。护岸过程也会使岸坡固化，减少适宜鱼类产卵场的生境。但是工程护岸长度仅 380m，影响范围相对较小。

e) 对鱼类重要生境的影响

1) 航运梯级工程

根据历史记录及现场调查，双江枢纽坝上约 150m 处有坛灌窑产卵场，主要产卵鱼类为黄颡鱼、大鳍鱮及鲇等。主体工程施工产生的悬浮物可以会对该产卵场的结构和功能产生不利影响，工程蓄水后，也将淹没坛灌窑产卵场；回龙坝砂石料场岸边是金毛滩产卵场，工程采砂可能占用该产卵场，本次环评建议回龙坝料场不予开采。航运梯级工程不占用其它鱼类重要生境。

2) 航道工程

可研阶段在航道工程布置了水下清礁，根据历史及现场调查结果，在水下清礁区有白杨滩产卵场，主要产卵鱼类为黄颡鱼、大鳍鲮及鲇，疏浚产生的悬浮物可能会影响该产卵场作为鱼类繁殖场所的功能，疏浚、清礁也会破坏这个产卵场的产卵基质。初步设计阶段，经设计调整，双江库区内清礁工程取消，调整后的工程布置对白杨滩产卵场不造成影响。航道工程不占用其它鱼类重要生境。

表 5.3.4-4 工程与鱼类重要生境位置关系一览表

工程项目		工程内容	距离最近的产卵场	位置关系	影响方式
航运梯级工程	主体工程		坛灌窑	坝上约 150m 处	施工影响，淹没
	辅助工程	回龙坝砂石料场	金毛滩	位于工程岸边	可能占用产卵场
航道工程	整治工程	磨溪河河口顺坝	黄角塘	工程下游约 3.6km 处	基本无影响
		左岸丁顺坝	黄角塘	工程下游约 3.6km 处	基本无影响
		左侧磙头护岸	黄角塘	工程下游约 3.6km 处	基本无影响
	疏浚工程	坝下疏浚归槽区	黄角塘	工程下游约 1.8km 处	基本无影响
		IV级航槽开挖	毛鞍子	工程下游约 1.8km 处	基本无影响
	清礁工程	水下清礁	白杨滩	位于工程内	占用产卵场
	护岸工程	干砌块石护坡	黄角塘	工程下游约 3.6km 处	基本无影响

5.3.4.2 运行期

a) 对水生生境的影响

1) 航运梯级工程

水库蓄水运行后，库区水域生境将由河流型向湖泊型转变，水深、流速、透明度、温度、光照和营养盐类等条件均发生变化。

双江梯级坝址处河床底部标高+232.76m，按多年平均流量 441m³/s 分析，天然情况下坝前水位 236.93m，坝址处水深 4.17m；建库后，正常蓄水位 249m，坝址处水深 16.24m，坝前水位抬升幅度 12.07m。

双江航电枢纽运行过程中，当入库流量小于 2880m³/s 时，水位在正常蓄水位 (249m)与死水位(248m)之间运行，水库消落深度为 1m，通过回水计算，正常蓄水位 249m 时，水库回水在 13.71km 断面尖灭；当入库流量大于等于 2880m³/s 时，电站停止发电，水库敞泄冲沙，河道基本呈天然状态，回水在坝前尖灭。在分级流量 2880m³/s 来水条件下，建库后水库坝前水位在正常蓄水位 249m 运行，库区及库尾以上各断面

水位较建库前提高 0m~7.9m，流速下降 0m/s~0.25m/s。

双江航电枢纽运行方式为：当入库流量小于 2880m³/s 时，水位在正常蓄水位与死水位之间运行；当入库流量大于等于 2880m³/s 时，水库敞泄冲沙。同时，水库不承担防洪任务，对洪水无调节作用。双江梯级建成后，将拆除原三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站，保留三块石水闸和莲花寺水闸，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量(14m³/s)，其余水量将全部放入涪江，因此增加了枯期涪江干流流量。与现状相比，将加宽涪江的水面深度与宽度，提高下游涪江水位，恢复枯期河道生态，美化两岸景观。

2) 航道工程

工程建设完成后，各类整治工程作业改变水生生物栖息环境的影响如下：

(1) 炸礁、疏浚、护岸等作业将改变工程水域水文流态和洲滩浅水区生境条件，将影响到鱼类的产卵场条件，并将影响工程水域的鱼类索饵。

(2) 航道条件的改善将增加航运量，航运的增加将加大噪声污染、船舱含油污水、生产和生活污水污染等影响，也会增加误伤中型水生生物的风险。

b) 对浮游生物的影响

1) 航运梯级工程

双江航电枢纽工程建成蓄水后，库区河段水面增大、水深增加，流速减缓，水文情势及水质发生相应变化，考虑到双江航电枢纽工程为日调节，工程对原有河道特性改变较小，库区仍保持一定的流水条件，库区水体理化性质基本保持原河流状态，只是从库尾至坝前流速趋缓。

由库尾至坝前由于环境条件不同，库区不同区域初级生产力提高的幅度有一定的差异，坝前和库湾提高幅度相对较大，库尾和支流回水末端较小，库中居中。预计双江航电枢纽工程建成后，库区浮游植物种类、现存量会少量增加，但硅藻仍将是其主要类群。库区发生水体富营养化，出现水华的可能性较小。库区上游尾水段水环境条件变化较小，硅藻门、绿藻门、蓝藻门种类会增加，但增加的幅度有限，其它门类的浮游植物也会出现，浮游植物的群落结构将基本保持原河流状态。库中和坝前流速明显减缓，泥沙沉降，透明度增大，营养盐逐渐累积，适合浮游植物生长繁殖，其种类会增加较大，特别是绿藻门、蓝藻门种类，甲藻门、裸藻门、隐藻门等其它门种类也可能增加。坝下由于是坝前水下泄，浮游植物组成与坝前较接近。

总体看双江航电枢纽工程完工后，库区江段浮游植物种类和现存量会有所增加，但由于双江航电枢纽工程按日调节运行，工程对库区的水质影响较小，水体营养负荷增加不大，浮游植物的增加幅度有限。库中至坝前流速缓慢，泥沙沉降，透明度增大，营养盐累积，适合浮游动物生长繁殖，其中大型枝角类和桡足类的增加，会导致生物量小幅度上升。

双江航电枢纽按日调节运行，坝下受日调节的影响，水位涨落频繁，不利于浮游动物生长繁殖。近坝下江段浮游生物主要靠坝前下泄水补给，浮游生物群落结构与坝前水域相近。

双江梯级建成后，将拆除原三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站，保留三块石水闸和莲花寺水闸，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量(14m³/s)，其余水量将全部放入涪江，因此增加了枯期涪江干流流量。与现状相比，将加宽涪江的水面深度与宽度，提高下游涪江水位，有利于浮游生物的生长。

2) 航道工程

双江航电枢纽建成后，可改善梯级上游 31.3km 航道，使其通航标准达到IV级(500t)。通航量增加，船舶出现碰撞、溢油事故的概率有所增加，一旦碰撞发生后将造成部分船舶溢油，从而对影响评价区的浮游植物造成影响。根据有关实验结论，油类会破坏浮游植物的细胞，从而影响其光合作用，对浮游植物影响的程度与油类的类型、浓度和浮游植物的种类有关，一般浮游植物石油急性中毒致死浓度范围为 0.1mg/L~10.0mg/L，对于作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物则为 1.0mg/L~3.6mg/L，部分浮游植物种类甚至低于 0.1mg/L。同时营运期由于船舶增加、吃水加深，通行船只对底泥的搅动会加大，使得水域透明度出现下降，从而降低影响区浮游植物生产力，进而对影响区水生食物链造成影响。

运行期间，施工所造成的局部、暂时的影响将消失，浮游生物群落结构不会有明显的变化；工程运行自身不会产生污染水环境条件，不会影响浮游动物。但是通航条件得到改善后可能会增加撞船事故的概率，造成部分船舶溢油，从而对影响区的浮游动物造成影响。根据有关实验结论，一般浮游动物石油急性中毒致死浓度范围为 0.1mg/L~15mg/L，且对浮游动物幼体的影响最大。

c) 对底栖动物的影响

1) 航运梯级工程

双江航电枢纽工程蓄水后,预计水库水位在 248m~249m 之间运行期间,库区河段环节动物种类在库区深槽区域将有一定的分布,现有种类整体受影响不大,底栖动物密度、生物量较建坝前有一定幅度的上升。整体看,双江航电枢纽工程成库后,底栖动物整体变化不大,除部分时段环节动物有可能出现底栖动物密度、生物量有可能增加外,其余时段底栖动物受影响较小。

双江航电枢纽工程蓄水后,水库水位在 248m~249m 之间运行期间,因水位抬升、水体流速下降,营养物质在库区滞留时间延长,底质淤积层增加等原因,水丝蚓属等耐氧型环节动物在库区深水区域有可能成为优势种,坝址河段现有的二翼蜉、二尾蜉等蜉蝣目生物因水体流态变化,分布范围将萎缩至库尾三星电站坝下流水河段,其他现有种类受影响程度较小。由于蜉蝣目生物现存量较低,而水丝蚓属环节动物分布一般具有密度高、生物量相对较大的特点,因此库区底栖动物密度、生物量较建坝前有一定幅度的上升。

整体看,双江航电枢纽成库后,除部分时段水丝蚓属环节动物在库区局部水域有可能成为优势种,蜉蝣目生物分布范围有所缩减,底栖动物密度、生物量有可能增加外,底栖动物较前整体变化不大。

双江航电枢纽具有水头低(最大水头约 12.9m),流量大的特点,双江航电枢纽径流下泄对下游河段底栖动物的影响较为轻微。由于下游河道为潼南航电枢纽工程库区,其底栖动物种类变化更多受制于潼南航电枢纽工程运行调度。

2) 航道工程

航运量增加后,污染物排放风险增加,部分耐受性低的底栖动物的生物量可能也将随之减少。同时工程实施后,河道环境将发生变化,疏浚、炸礁、护岸工程将使所局部河床地形和底质发生变化。河道环境变化的另外一个直接后果就是一些原有的小生境消失。工程竣工后,将使不同河段河道地形以及水文状况趋同化,其必然使一些富于特点的底栖动物小生境消失。此外,工程在施工过程中,整治工程的建设使底质中硬基质成分增加,可能导致该水域寡毛类等底栖生物有所增加。

d) 对水生维管束植物的影响

1) 航运梯级工程

双江航电枢纽建成后,河流沿岸带生境将发生不同程度的变化,同时沿岸带滩地

和坡地的植物生物量和群落结构将发生相应的变化。除三星枢纽坝下仍保留少量的自然河段外，其他江段大部分成为库区，原来的沿岸带被淹没，新的沿岸带形成，会引起沿岸带湿生、陆生植物多样性、群落结构发生一定的变化；坝下河段水深变化及河流沿岸涨落区的形成也会改变植物多样性及群落结构。

2) 航道工程

航道工程运行期的影响主要发生在航道内，对水生维管束植物的影响不明显。

e) 对鱼类资源的影响

1) 航运梯级工程

(1) 枢纽的阻隔影响

根据双江航电枢纽上下游江段的环境现状，栖息于坝下水域的多种鱼类(如中华倒刺鲃等)，繁殖季节需上溯到坝上江段产卵，部分鱼卵或幼鱼则可下移到坝下江段索饵和越冬，即存在鱼类的上行洄游和下行洄游。大坝阻隔包括对上溯鱼类阻隔和下行鱼类阻隔两个方面。

上行阻隔：评价江段分布的多种鱼类需要在流水环境中产卵，除了黄角塘产卵场外，更多较为适宜的产卵场在坝上江段，因此这些鱼类的性成熟个体大多数需要上溯到坝上江段产卵。拟建项目实施后，鱼类亲本上溯通道受阻，双江上游江段对坝下鱼类的补充作用将受到抑制。

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、鲇等种类需要到双江坝上游的流水浅滩产黏性卵并孵化，其幼鱼需下移到潼南航电枢纽库区江段索饵和生长。拟建项目实施后，这些卵苗的下行通道将被阻隔。

除了上述直接影响外，大坝修建还使得河流原有连续的生态系统被分隔成不连续的环境单元，造成生态景观破碎化。一些鱼类虽然没有严格的洄游需求，但完整的河流连续体被分割成不同的片断后，这些鱼类的种群也被分割成多个小群体的集合，被称为集合种群或破碎种群。由于破碎种群各个小群体间的基因交流存在障碍，会导致遗传分化进而使种群遗传多样性的维持能力降低。

评价区的三块石电站未建设过鱼设施已造成了阻隔影响，双江航电枢纽建设有鱼道，可以部分缓解本工程的上行和下行阻隔影响。鱼类下行虽受到阻碍，但未被阻断。鱼类的种群分隔，遗传基因交流受到一定影响。

(2) 水文情势变化对鱼类资源的影响

双江航电枢纽工程建设运行后，库区的流水生境萎缩，水流变缓，水深增加，河流的水动力学过程发生了明显变化。坝前水域变深、水流变缓或静水，湖泊水动力学特征增强，水库中游水域属于过渡段，水动力学特征介于河流相和湖泊相之间。

根据现场调查结果，评价区江段渔获物以鳙、鲫、瓦氏黄颡鱼、大鳍鲮、黑尾近红鲌、鲤、蛇鮈等适宜在静水缓流栖息的鱼类为主。宽鳍鱮、马口鱼、银鲌、翘嘴鲌、蒙古鲌等适应流水生活的鱼类在渔获物中的比例也较高，还可能存在岩原鲤和长薄鳅等珍稀保护鱼类。

随着水文情势变化，鱼类种类组成也将发生演变。库区江段原来适应于流水环境的鱼类，其适宜的流水生境减少，将逐渐移向支流，库区其种群数量将明显减少。库区及库区支流河口段适应静缓流水的鱼类，如鲤、鲫、鲢、鳙、银鲌、翘嘴鲌、鲇、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼等大部分种类数量将持续上升，并形成优势种群。

坝下游由于下泄水流的冲刷，河道疏浚及炸礁，河流并叉归槽，漫滩和河道落差增大，上滩时间减少，水生生物和鱼类索饵栖息空间缩小，饵料资源不丰富，索饵环境差。但双江航电枢纽坝下为已建潼南航电枢纽库区，坝下鱼类资源量和渔产量主要受潼南航电枢纽的成库影响，双江航电枢纽工程影响的范围和程度有限。

(3) 航运对鱼类的影响

双江航电枢纽工程运行后，航道条件改善，且将拆除原三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站，保留三块石水闸和莲花寺水闸，取消人工运河航运功能，导致涪江干流船舶流量会有所上升，将对调查江段鱼类带来一系列的潜在影响。

航道等级将提高至IV级后，大马力船舶的高噪音等影响对鱼类产生持续刺激作用，其行为反应(如繁殖活动)及生理机能可能因长期的噪音刺激而受到影响，主航道鱼类将离开栖息地，噪声污染对鱼类的影响将增加，但此影响是暂时的其影响程度不大。来往船只螺旋桨可能造成躲避不及的珍稀保护鱼类的死亡和伤害，误伤一定数量的鱼类。

航道条件的改善有利于提高船舶通行安全，减少风险事故的发生。但千吨位船舶的通行，单船装载量将大幅提高，若发生风险事故，其危害性将大幅提高，增加对水生生态的危害，必须采取相应的对策，制订风险紧急预案，建立紧急救护机制，减轻由于航运量增加对水生生态潜在的不利影响。

(4) 水质变化对鱼类资源的影响

双江航电枢纽工程建成后，库区由于水流变缓，泥沙沉积，透明度有所升高，营养物质滞留，但水库调节能力较低，库区营养盐不会发生明显变化，库区水体生物生产力会有所提高，但提高幅度有限。库区浮游生物会有一定程度的增加，有利于仔幼鱼和浮游生物食性鱼类如鲢、鳙等的生长，但洪水敞泄期将会使库区累积的初级生产力及鱼类种群流失，但也会带来上游种群。库区鱼类总量将长期波动。双江航电枢纽工程为日调节运行，水温变化不明显，气体过饱和现象发生的可能性极小，对坝下鱼类的影响不明显。

(5) 饵料基础变化对鱼类资源的影响

水库形成后，库区水深增加，水面变宽，流速减缓，营养物质滞留，透明度有所升高，水体生物生产力提高，有利于浮游生物的繁衍，浮游生物种类和现存量均会有所增加，有利于仔幼鱼和缓流或静水性鱼类如鲤、鲫、鲢、鳙等的生长，库区鱼类资源和渔产量提高。水库形成后，透明度增加，水体营养负荷提高，有利于周丛生物、底栖生物和水生维管束植物的繁衍，为刮食性鱼类如银鲴、白甲鱼、吻鮰等提供了丰富的饵料资源，但工程运行过程中，水位在正常蓄水位(249m)与死水位(248m)之间运行，水库消落深度为 1m，日调节水库水位频繁涨落，对其生长很不利，资源量的增长会非常有限。底栖生物中原有流水性种类减少，静水或微流水的水蚯蚓、摇蚊幼虫种类和数量将会增加，静水、沙生的软体动物也可能会出现，对静水、缓流的底层鱼类生长、发育有利，但流水性鱼类饵料资源会明显下降。

由于水库建成后，流水生境萎缩，库区水生生物由河流相向湖泊相演变，鱼类饵料结构发生了一定变化，从河流性的游泳生物、底栖动物和着生藻类为主向浮游生物为主转变，相应的鱼类资源的种类结构也相应发生变化，白甲鱼、中华倒刺鲃等流水性鱼类向库尾以上及支流迁移，在库区中的资源量会逐渐下降，甚至在库区消失，以浮游生物为食的缓流、静水性鱼类成为优势种群。

双江航电枢纽工程为日调节运行方式，坝下江段浮游生物现存量与坝前相近，坝下流水江段底栖动物仍以流水性种类为主，透明度有所升高后周丛生物现存量会增加，仍有以底栖动物和周丛生物为食的流水性鱼类的饵料基础，对鱼类资源的影响较小。

(6) 对珍稀保护鱼类的影响

文献记录的潼南区的 81 种鱼类中，有国家二级保护鱼类胭脂鱼，有重庆市级保护鱼类 3 种，分别是岩原鲤和长薄鳅、鲢。根据历史资料记载，在富金坝电站成库前可见胭脂鱼，在成库后很少见其踪影。近年来各阶段调查均未在本江段采集到胭脂鱼。

长薄鳅属凶猛性底栖鱼类，生活在水流较急的河滩处。以鱼为食，也食虾类、水生昆虫成虫及幼虫。岩原鲤栖息于水流较缓的底层，冬季多在岩洞或深沱中越冬。主要摄取底栖动物为食。坝上形成库区后，水域面积和库容均大幅度增加，水流变缓、透明度升高、营养物质滞留，水生生物生产力有明显升高，鱼类组成和资源量也会发生变化。流水型鱼类的大多数种类如岩原鲤、长薄鳅、中华沙鳅将迁移至库尾流水河段生活，资源量将会继续减少。

根据现场调查结果，胭脂鱼不在评价区江段繁殖，评价区内没有适宜长薄鳅产卵的漂流卵产卵场。岩原鲤属于在流水浅滩产粘性卵鱼类，产卵场一般为水面较宽阔的江段，并具有一定流速的石滩，水底无泥沙，有卵石松散堆积。卵石直径多在 15cm~30cm 之间。产卵场水深一般为 0.5m~1.5m，流速一般低于 1m/s。根据水环境预测结果，评价区内的菜棒子、毛鞍子产卵场基本不受蓄水影响，白杨滩、响水滩、槽石滩、坛灌窑 4 个产卵场在分级流量条件下流速分别下降 1.17%、0.50%、8.96%、8.75%，流速变化不大。

鲢在评价区内乃至全国已多年未曾捕获，且鲢为产漂流卵鱼类，涪江现阶段已经没有成规模产漂流卵鱼类产卵场，工程运行对其影响很小。因此，双江航电枢纽工程对珍稀保护鱼类繁殖的影响不大，对珍稀保护鱼类的影响主要来自于减少其适宜的栖息生境和洄游阻隔方面。

2) 航道工程

(1) 河道自然环境改变对鱼类的影响

工程实施后，河道环境将发生变化，疏浚、炸礁工程将使所局部河床地形和底质发生变化。河道环境变化的另外一个直接后果就是一些原有的小生境消失。工程竣工后，将使不同河段河道地形以及水文状况趋同化，其必然使一些富于特点的小生境消失。丰富多样的小生境类型是孕育涪江水生生物多样性的一个重要条件。但是疏浚、炸礁工程实际施工和可能发生改变的河段长度不大，同时，新构筑也可能会形成一些新栖息地，如扩大了一些局部流水区域，为部分喜流水生境的鱼类营造一些新的栖息或繁

殖环境。但效果如何，则尚需要进一步的监测予以证实。

(2) 航运量增加对鱼类的影响

取消人工运河航运功能后，涪江干流河段航运量会有所增加，船舶污水、噪声和油污泄漏可能会沿线对鱼类造成影响。同时将加大水生生物生境和航道的重叠性，加大船舶误伤水生生物的风险。

(3) 对鱼类天然饵料基础的影响

河道整治工程的实施虽然改变了附近岸带的生态环境，但是稳固了江水流态，使河段的洲滩左右汊流量、流态大致保存原有水平，河段整体仍然保存原有流水生境及河流相特征，浮游植物量总体保存原有状态。工程在施工过程中，疏浚、炸礁、整治工程的建设使底质中硬基质成分增加，可能导致该水域寡毛类等底栖生物有所增加，这对以底栖动物为食的鱼类相对有利。浮游生物现存量的变化也可以影响鲢、鳙等以浮游生物为食物的鱼类。

f) 对鱼类重要生境的影响

1) 对鱼类产卵场的影响

(1) 航运梯级工程

根据历史资料及现场调查结果，评价区分布有 7 处成规模的粘砾石基质鱼类产卵场和 5 处产粘草基质鱼类产卵场。本报告预测了这些产卵场在分级流量条件下和 95% 保证率日均流量条件下水文情势的变化情况。

①对库区鱼类产卵场的影响

鲤、鲫等产粘草基质鱼类对流速要求不高，这些鱼类繁殖需要水草环境，鱼类产卵后，受精卵粘附于水生高等植物体上，双江航电枢纽蓄水对这种类型产卵场的影响主要来自于水位抬高淹没产卵机制。高家河埝产卵场在分级流量条件下仅抬高约 0.09m，在 95% 保证率日均流量条件下仅抬高 0.48m，双江航电枢纽蓄水对其影响相对较小。但是绣台子、金毛滩、抬梁沱产卵场在分级流量条件下水位抬高 2.94m 至 5.06m。95% 保证率日均流量条件下水位抬高 6.18m 至 8.77m。双江航电枢纽蓄水后，将淹没这些产卵场的产卵基质，对产卵场的结构和功能产生不利影响。

大鳍鱬、鲇、南方鲇、中华倒刺鲃等产粘砾石基质鱼类产卵一般对所需环境条件要求不高。一般的砂、砾石底质，需要水流较缓但能保持一定流速的河滩均适宜其产卵。双江航电枢纽蓄水对这种类型产卵场的影响主要来自于流速减缓。根据水环境预

测结果，菜棒子、毛鞍子基本不受蓄水影响，白杨滩、响水滩、猪槽石滩、坛灌窑 4 个产卵场在分级流量条件下流速分别下降 1.17%、0.50%、8.96%、8.75%，流速变化不大。在 95%保证率日均流量条件下流速分别下降 56.25%、54.17%、56.25%、50.00%。但是评价区鱼类主要繁殖季节内，双江航电枢纽主要在正常蓄水位运行，因此工程运行对库区内菜棒子、毛鞍子产卵场基本没有影响，对白杨滩、响水滩、猪槽石滩、坛灌窑的影响不大。

双江枢纽蓄水后，因库区水位上升，可能影响分布于沿线河段的既有产卵场；但是库区形成后适应静水区产卵的鱼类会在该区形成新的产卵场，如鲤、鲫的产卵场。

表 5.3.4-5 蓄水后评价区产卵场水文情势预测表

所在区域	产卵场类型	产卵场名称	和坝址的距离(km)	分级流量条件下						95%保证率日均流量条件下					
				水位		最大水深		平均流速		水位		最大水深		平均流速	
				建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后	建库前	建库后
库区	产粘草基质	高家河埝	17.9	252.01	252.1	7.47	7.56	4.01	3.99	247.56	248.04	3.29	3.77	0.04	0.19
库区	产粘草基质	绣台子	8.9	246.73	249.67	9.01	11.95	1.6	1.45	241.83	248.01	4.11	10.29	0.09	0.04
库区	产粘草基质	金毛滩	5.94	245.93	249.38	11.87	15.32	1.6	1.45	241.03	248	6.97	13.94	0.09	0.04
库区	产粘草基质	抬梁沱	3.5	244.13	249.19	5.51	10.57	1.2	1.09	239.23	248	0.61	9.38	0.07	0.03
库区	产粘砾石基质	菜棒子	23	基本不受影响											
库区	产粘砾石基质	毛鞍子	19.6	基本不受影响											
库区	产粘砾石基质	白杨滩	15.2	251.91	251.99	11.63	11.71	2.57	2.54	247.01	248.03	6.73	7.75	0.16	0.07
库区	产粘砾石基质	响水滩	14	250.5	250.74	6.24	6.48	4.01	3.99	245.6	248.02	1.34	3.76	0.24	0.11
库区	产粘砾石基质	猪槽石滩	10.5	247.74	250.26	6.58	9.1	2.79	2.54	242.84	248.01	1.68	6.85	0.16	0.07
库区	产粘砾石基质	坛灌窑	0.3	241.35	249.01	5.8	13.46	0.8	0.73	236.45	248	0.9	12.45	0.04	0.02
坝下	产粘砾石基质	黄角塘	4.1	主要受潼南航电枢纽运行影响											
坝下	产粘草基质	洗布塘	12.8	主要受潼南航电枢纽运行影响											

②对坝下鱼类产卵场的影响

根据水环境预测结论，双江水库出库流量近似等于入库流量，坝下游水位的变幅不大，不会出现明显的季节性的变化。坝下的黄角塘产卵场靠近潼南航电枢纽库尾，根据《涪江潼南航电枢纽工程环境影响报告书》，与天然河道相比，水库的不同库段，流速变化不同，越靠近库尾，流速越接近天然河道。当上游来水小于或等于停机

流量(3005m³/s)时, 水库维持正常蓄水位运行; 当上游来水大于停机流量时, 电站停止发电, 水库逐步将闸门打开至敞泄, 此后按来多少泄多少。水库调度运行基本不会对河段的水文情势造成不利影响。坝下的洗布塘产卵场位于潼南航电枢纽库区, 主要受潼南航电枢纽运行影响, 双江航电枢纽对其影响不大。

(2) 航道工程

航道工程运行期对现有鱼类重要生境影响较小。但是, 航道工程实施后, 河道环境将发生变化, 疏浚、炸礁工程将使所局部河床地形和底质发生变化。工程竣工后, 将使不同河段河道地形以及水文状况趋同化, 其必然使一些富于特点的小生境消失, 鱼类潜在的产卵、索饵生境会有所减少。

2) 对鱼类索饵场的影响

涪江潼南双江段索饵场主要集中分布于潼南航电枢纽坝下上和江段, 此江段水面开阔, 岸滩平缓, 水生植被较为丰富, 是鱼类幼苗集中索饵的场所。另外, 在三块石与观音场之间分布有数个河洲沙滩, 由于上有三块石电站运河引用了部分来水, 枯水季节这些沙洲露出水面, 长有草丛, 汛期随着来水增大, 主河道水位抬升, 沙洲被淹没, 形成季节性索饵场。上和和三块石这 2 处索饵场均位于双江航电枢纽坝下江段。此外, 库区内金毛滩、猪槽石滩、高家河埝段水生植物丰富, 也是评价区鱼类重要的索饵场所。

双江航电枢纽蓄水后, 库区内的金毛滩、猪槽石滩、高家河埝段鱼类索饵场会被淹没, 索饵场环境将发生明显改变, 水体深度增加和流速降低, 将导致目前占据优势的周丛藻类、沉水植物、湿生植物等饵料生物明显减少, 水生昆虫的流水性种类也将被摇蚊幼虫等静水或缓流性种类取代, 软体动物和寡毛类生物可能增多, 但同时可能为静水或缓流性鱼类索饵创造较好的条件。

坝下的三块石、上和索饵场受蓄水的影响很小, 这 2 个索饵场主要受潼南航电枢纽运行的影响。

3) 对鱼类越冬场的影响

涪江潼南段鱼类越冬场主要分布于富金坝库区, 城区河段由于水位较低, 加之三块石运河引水, 缺乏深水潭、沱, 无鱼类越冬条件。根据 2019 年 5 月现场调查结果, 潼南航电枢纽坝址至莲花大桥段已经成为了评价区鱼类的主要越冬场所。双江航电枢纽蓄水对该越冬场的影响很小。此外, 双江库区可能有更多的水域可供鱼类越冬, 因

此，工程对评价区鱼类越冬场影响不明显。

5.3.5 对景观生态体系的影响

5.3.5.1 土地利用的变化分析

本工程建后枢纽工程评价区各土地利用类型面积及斑块数发生了变化，其中林地、灌草地和耕地的面积及斑块数目均有所减少，减少幅度最大的是耕地，水域、建设用地面积增加，耕地斑块数目减少，评价区各土地利用类型面积及斑块数目变化主要是由于枢纽工程评价区建设和库区蓄水淹没了林地、灌草地、耕地，坝址上游河流、坑塘、沟渠等水域汇集，库区形成和枢纽工程及配套设施的修建使水域面积和建设用地面积增加。

表 5.3.5-1 评价区工程建设前后各类斑块面积的变化

斑块类型	工程建设前		工程建设后		变化值	
	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)	面积(hm ²)	比例(%)
林地	3856.06	31.88	3830.34	31.67	-25.72	-0.21
草地	2175.13	17.98	1963.66	16.23	-211.47	-1.75
耕地	3475.85	28.74	3385.64	27.99	-90.21	-0.75
水域	1319.94	10.91	1544.78	12.77	224.84	1.86
建设用地	1268.64	10.49	1371.20	11.34	102.56	0.85
合计	12095.62	100	12095.62	100	0	0

5.3.5.2 评价区生物量的变化

工程的建设施工及蓄水会造成地表植被的破坏和淹没，会对区域植物生物量产生影响。施工期部分临时占地，施工结束后植被会自然恢复，其对区域植物生物量的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而运行期工程永久占地与水库淹没对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致植物生物量降低。

表 5.3.5-2 评价区工程建设后生物量变化情况表

生态类型变化		平均生物量 (t/hm ²)	损失生物量总 计(t)	占区域总生物量比 例(%)
类型	面积(hm ²)			
针叶林	4.65	28.62	133.08	0.10
阔叶林	9.27	25.32	234.72	0.18
灌丛	11.80	18.22	215.00	0.16

草丛	211.47	9.46	2000.51	1.53
农作物	90.21	6	541.26	0.41
河流水域	30.71	1.2	36.85	0.03
合计	358.11	-	3161.42	2.41

注：表中未包括增加的建筑用地 99.55hm²。

上表数据显示：工程实施后，生物总量减少 3161.42t，占原生物总量的 2.41%，比例较小，其影响是可接受的。

5.3.5.3 景观生态体系质量综合评价

评价区内各类景观斑块的优势度值预测情况见表 5.3.5-3。

表 5.3.5-3 评价区工程建设前后主要斑块类型优势度变化表

斑块类型	R _d (%)		R _f (%)		L _p (%)		D _o (%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
森林景观	24.28	23.25	32.24	31.20	31.88	31.67	29.91	29.44
草地景观	11.45	10.01	19.68	16.73	17.98	16.23	17.18	14.80
农田景观	13.52	12.34	29.89	28.86	28.74	27.99	25.22	24.30
水体景观	5.88	6.72	11.56	13.65	10.91	12.77	9.82	11.48
道路与住区景观	6.83	7.34	11.51	13.42	10.49	11.34	9.83	10.86

上表数据显示：工程建成后，土地利用格局发生了变化，其中水体景观因水库淹没，其优势度值由蓄水前的 9.82%上升到 11.48%，其他斑块变化的幅度较大。作为模地的森林景观，其优势度值从 29.91%降低到 29.44%，但斑块的优势度值仍然最高，分布面积最大。由此可见，工程建成后森林景观仍然是该地区的模地，因此，工程实施和运行不会改变区域的模地地位，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

5.3.6 对生态敏感区的影响

5.4.6.1 对定明山—运河市级风景名胜区的的影响

a) 对风景名胜区结构的影响

双江航电枢纽工程位于风景名胜区的围堰、坝址左岸工区、1#公路等，在工程施工结束后会恢复原有地貌，对风景名胜区结构不会产生明显影响。坝址及淹没区位于风景名胜区内，项目建设会对风景名胜区产生切割作用，但涉及风景名胜区的坝段仅有 0.16km、淹没面积 10.67hm²(其中 6.03hm²为原有水域面积)，位于风景名胜区西侧边缘，不会对风景名胜区的各风景片区产生分割影响。此外淹没占地扩大了景区原有

水体景观的水域面积，对风景名胜区有一定有利影响。

人工运河水深将降低为 1m，运河景区水体景观面积减小，造成运河河道硬化裸露，影响运河水上游览功能，对其景观影响较大，但不会对运河景区的产生本质影响，后期可结合河道景观植被营造，减缓其影响。人工运河流量保证为 $14\text{m}^3/\text{s}$ ，可满足生态需水量要求，其景区周边景点“十里桃林”、“万亩蔬菜基地”等及工程建成的坝址、船闸等景点仍然保持以运河为中心带的组团式布局结构。因此，工程建设对风景名胜区结构影响较小。

b) 对风景名胜区功能的影响

工程施工期，部分围堰、坝址左岸工区、1#公路等将会影响周边景点的景观效果，但这种影响是暂时的，且可通过采取相关措施予以减缓。虽工程建成后，“三块石电站”、“三块石船闸”将被拆除，“珍珠滩”受坝下水位上升将会消失，但双江航电枢纽工程建成后，坝址形成的水利工程景观可补充原有“三块石电站”、“三块石船闸”等人文景观，与景区原有人文景观相协调，且景区内涪江水域面积将增大，有利于景区水体景观，在坝下会形成新的景点。

此外，运河景区以水体景观、观光农业、经果林为主要特色，双江枢纽工程建成后，人工运河内流量将减少为 $14\text{m}^3/\text{s}$ ，水深降低为 1m，运河景区运河流量、水位变化后，难以在运河上开展水上活动(漂流、划船等)，使得运河景区失去水上游赏功能。但可满足生态需水量要求，运河水位下降对周边农业、经济林不会有明显影响。工程建成后涪江水量、水位有所增加，对周边农业、经济林表现为有利影响。总体而言，项目建设对风景名胜区的功能影响利大于弊。

c) 对风景名胜区景观的影响

1) 景观可视性影响

在工程涉及或距离较近的 2 条观景路线处可见坝址左岸工区、1#公路，在规划车行道上还可见坝址、围堰及淹没区。但坝址左岸工区、1#公路、围堰等属于临时工程，随施工结束而消失，对景区景观可视性为短期、暂时的影响，且可通过采取障景等措施减缓其对景观的影响。工程建成后，双江航电枢纽大坝可作为景区景点、淹没区增加了景区水域面积，提高了风景名胜区的可观赏性。

2) 景观相融性影响

采用《山岳型风景资源开发环境影响评价指标体系》(HJ/T6-94)中景观指标体系，

分析建设项目与风景资源背景之间的景观相融性。项目建成后其景观相融性评分为2级(协调),双江航电枢纽工程与风景名胜区的自然景观的协调程度为协调,本工程实施前后对风景名胜区内景观产生一定影响,但是不会产生本质影响。

3) 景观敏感度评价

影响景观敏感度的因素主要有景观表面相对于观景者的相对坡度、景观相对于观景者的距离、景观在视域内出现的几率或时间长短、景观的醒目程度等。通过综合评价,工程不涉及定明山—运河风景名胜区一级敏感区、在二级敏感区工程占地面积为 0.29hm^2 、在三级敏感区工程占地面积为 0.73hm^2 、四级敏感区工程占地面积为 15.10hm^2 ,由此可见,工程主要涉及四级敏感区,所处区域被观赏者所注意的程度较低,受到本工程产生的干扰后不会对景观造成较大冲击。在工程二级敏感区的工程有1#公路、左岸综合修配系统、左岸施工营地、左岸施工机械停放场,均为临时占地,在施工结束后进行植被恢复,对景区影响较小。

4) 景观阈值评价

景观阈值是景观对外界干扰(尤其是人为干扰)的忍受能力、同化能力和遭到破坏后的自我恢复能力的量度,包括生态学和视知觉等两个方面的含义。通过综合评价,工程在定明山—运河风景名胜区一级阈值区工程占地面积 10.62hm^2 、在二级阈值区工程占地面积为 5.07hm^2 、在三级阈值区工程占地面积为 0.33hm^2 、四级阈值区工程占地面积为 0.10hm^2 。由此可见,工程主要位于风景名胜区内一级阈值区和二级阈值区。一级阈值区能够容忍较大强度的开垦、建设活动;二级阈值区为地形较平缓的区域,强度较大的开垦、建筑、修路等人为活动会造成局部水土流失。这说明,工程所处区域对外界干扰的抵抗能力较强,并且在受到工程干扰后恢复能力较强。

d) 对风景名胜区生态的影响

1) 对陆生植物及植被的影响

(1) 永久占地影响

永久占地主要为双江航电枢纽坝址及库区蓄水淹没。永久占地对植被的破坏是长期的、不可恢复的,将直接破坏原有的植被,植物生物量减少。根据现场调查,坝址占地区及淹没区植被类型主要为沼泽植被、草丛等,常见的群系有水蓼群系、斑茅草丛、草木犀草丛等,常见的植物有枫杨、构树、盐肤木、野胡萝卜、五节芒、小蓬草、马唐、豨莶、蛇莓等,受影响的植物及植被为项目区域内的广泛分布种类及类型,不

会导致区域物种多样性的减少，因此，工程永久占地对植物及植被影响有限。

(2) 临时占地影响

临时占地主要为 1#公路、围堰、坝址左岸工区等临时工程，临时占地对植被的破坏是短期的、可恢复的。根据现场调查，临时占地区植被以沼泽植被、草丛、灌丛为主，常见的群系有水蓼群系、狗牙根草丛、草木犀草丛等，常见植物为五节芒、小蓬草、野胡萝卜、马鞭草、葎草、夏至草、篇蓄、龙葵、荔枝草、过江藤等，受临时占地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，可以有效的弥补临时占地对植物及植被的影响。

(3) 施工活动影响

施工期，坝址区域的施工会对区域植物产生不利影响，主要影响因素有人为活动、弃渣、废水、固废、扬尘等。由于本工程所在风景名胜区位置长期受人为活动的干扰，且该区域由于三块石电站坝址的影响已经存在，再加上风景名胜区内工程占地区及周边植物多以抗逆性较强的植物为主，因此，工程施工活动对风景名胜区内植物影响较小。

(4) 运河水位下降对植物的影响

根据工程布置情况，双江航电枢纽建成后为恢复原三块石拦河坝下游涪江河道正常运行功能，将人工运河水量由 $275\text{m}^3/\text{s}$ 调整为 $14\text{m}^3/\text{s}$ (120.96 万 m^3/d)，涪江来水首先分配 $14\text{m}^3/\text{s}$ (包括生态、灌溉、饮用等用水) 给人工运河，其余水量放入涪江干流，根据现有水文情势计算，在 $14\text{m}^3/\text{s}$ 的引用流量下，人工运河水深约 1.0m ，流速 $0.3\text{m}/\text{s}$ ，可以满足生态需水量要求。与双江枢纽建设前相比，运河水深将降低 $2.46\text{m}\sim 3.5\text{m}$ 。

根据现场调查结果，运河拦河坝下游部分区域和大岩洞电站上游较短区域为硬化渠道，其余部分均为天然边坡渠道，运河内部由于受通航的影响水生维管束植物分布较少，渠道两侧生长的植被受人为活动干扰影响较大，右岸栽植有沿江风景林，林下靠近水边区域生长有以双水雀稗群系和喜旱莲子草群系等为主的沼泽湿生植被，左岸区域由于受人为活动的影响，乔木以人为栽植的植被为主，灌木以构树灌丛和盐肤木灌丛，沼泽湿生植被有喜旱莲子草群系和双穗雀稗群系，水位下降后，运河两侧生长的风景林和乔木和灌木生长影响较小，对该区域分布的沼泽湿生植被产生直接的影响，但由于喜旱莲子草和双穗雀稗均为抗逆性较强的物种，且两者均能依靠植物体进

行营养繁殖生长，水位下降后产生的浅滩区将会被上述两种群系覆盖，随着时间的推移上部区域将逐步向适合干旱的灌草丛和灌丛演化，下部近水区域逐步向沼泽湿生植被演化。

此外，由于运河水位变浅和通航功能的取消，更适合沉水类和漂浮类水生植物生长。因此，运河水位下降虽然在短期内是水生植被生长受影响，但随着时间推移，水生植被的类型将会增加，对该区域水质改善和植物的多样性具有有益的影响。因此，双江枢纽运行对人工运河的影响较小。

(5) 对国家重点保护植物的影响

评价区内分布有国家 II 级重点保护野生植物野大豆 1 处，野大豆分布在原小舟村渣场，该渣场取消后，野大豆不受施工占地破坏影响。

2) 对陆生动物的影响

(1) 对两栖、爬行类动物的影响

工程影响区内分布的两栖爬行类动物活动能力较弱，活动范围较小，施工占地会占用其栖息地，导致其栖息地减少，由于工程在风景名胜区内占地较小，且工程影响区附近相似生境较多，施工期间，两栖爬行类动物可迁移至周边相似生境，施工结束后，输水管线占地区及临时占地会进行植被恢复，其生境也会随之改善，因此，施工占地对两栖爬行类动物造成的影响较小。

两栖爬行类动物多为水栖或近水生活的种类，工程建设过程中产生的固体废弃物、生活污水、生产废水等若不经处理直接丢弃和排入附近水体，则会污染水质，导致两栖爬行类动物生境劣化，影响其正常的栖息生活。因此，在施工期间需严格管理污水、废水、固体废弃物等的排放和处理，避免造成水体污染。另外施工期间人员活动也会对两栖爬行类动物产生一定影响，尤其是具有经济价值和食用价值的种类，如泽陆蛙、王锦蛇等，施工人员可能会对其进行捕杀，因此施工期间需加强管理，避免人为捕杀对两栖爬行类动物造成的影响。

(2) 对鸟类的影响

工程占地会占用鸟类生境，本项目在风景名胜区内占地类型多为耕地、灌草地等，占用林地面积较小，占地区分布的鸟类多为与人类关系密切的常见种类，工程施工对其影响较小，且施工期间鸟类可向周边相似生境迁移生活，因此工程占地对工程影响区鸟类影响较小。

施工挖掘、运输车辆运行等产生的噪声会使施工区域附近的野生动物受到惊扰，对其栖息产生一定的影响，但由于鸟类活动能力较强，工程附近存在丰富的相似生境，鸟类受到噪声干扰后会由原来的生境转移到远离施工干扰的相似生境生活。噪声影响具有暂时性、分散性的特点，施工结束后，此种影响将逐渐减小和消除，故施工噪声对鸟类的影响不大。施工期人为活动等会对鸟类栖息产生较强的干扰，使栖息于工程附近灌丛和林地内的鸟类离开原栖息地，到远离工程的区域生活，造成工程附近区域鸟类的分布密度和物种丰富度降低。

运行期水域面积增加，水域开阔度增大，流速减缓，库区鱼类数量的增加，使得库区更适合鸟类中的游禽如赤麻鸭、斑嘴鸭、绿头鸭等生存，增加了其生境面积，该区域湿地鸟类的数量将有所增加。另外，船舶通航时的废气、含油废水和固体废弃物等污染物将增加动物的生存压力，迫使动物寻找其他的活动和栖息场所。船只通航有可能出现漏油、船员生活污水的排放，影响水质，进而影响区域内鸟类分布以及物种多样性。船舶通行时的夜间船舶行驶时灯光以及作为配套工程的航标灯，对湿地生境中的动物存在不利影响。

(3) 对兽类的影响

工程影响区分布的兽类主要为农耕型小型兽类，如各种鼠类等，这些动物为工程影响区及其他区域广泛分布的种类，施工活动不会对其种类及数量造成较大影响。因此本工程在建设期及运行期对兽类工程影响区兽类的影响较小。

3) 对水生生物的影响

工程的建设，会使原有连续的河流生态系统被分隔成不连续的环境单元，造成了生态景观的破碎，对鱼类造成的最直接的不利影响是阻隔了洄游通道。水库蓄水后，会使得原有的河流生态系统向湖泊、水库生态系统演化。水流变缓，水深增加，使得喜激流的鱼类种类和数量减少，而适宜静水生活的鱼类种类和数量增加，浮游生物和底栖生物及水生维管束植物的种类和数量有所增加，为鱼类生长繁衍提供食物和栖息、产卵场所。对于坝下鱼类产卵场，由于水轮机开机或停机会引起下游尾水水位的聚变，干扰下游产卵场，鱼卵或被干化，或从附着物剥离。

5.4.6.2 对涪江国家湿地公园的影响

涪江国家湿地公园是以涪江河流湿地为主要保护对象。根据具体工程布置，结合重庆涪江国家湿地公园功能区划图可知，涪江国家湿地公园位于下游河道区域，距离

坝址区域最短直线距离 7.2km，河道距离为 13km，距离较远，工程施工建设和运行期间不涉及涪江国家湿地公园，不会对涪江国家湿地公园产生直接影响。工程建设过程中由于涉及水域，会对湿地公园范围内产生间接的影响。

工程施工过程中，对河道进行拦截分流、围堰施工、三块石拦河坝拆除以及航道工程的施工建设活动，将会使下游河道水体悬浮物增加，水质变差，间接影响河滩两侧水生、湿生植物的生长和栖息或觅食于该区域的两栖动物和湿地鸟类，双江航电坝下 4km 的自然河段，后为水流较缓慢的受潼南航电枢纽工程影响河段，水文情势的变化有利于水体悬浮物沉淀，且双江坝址距涪江湿地公园沿河道的距离为 13km，距离较远。同时，工程建设过程中产生的生产废水、生活污水、含油废水等均通过有效处理后进行达标排放和重复利用。因此，结合水文情势、距下游湿地公园的距离以及对区域水环境状况的分析，工程施工对湿地公园内水生、湿生植物和两栖动物及湿地鸟类的影响较小。

根据工程布置区情况，工程建成后，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量，其余水量将全部放入涪江，是坝下河段恢复为原有的河道景观，但影响河段仅为双江坝下 4km 的自然河段，结合重庆涪江国家湿地公园功能区划图可知双江电枢纽与重庆涪江国家湿地公园的沿河道距离约为 13km，不在工程影响的范围内。

综上所述，双江航电枢纽建设运行对下游涪江国家湿地公园的影响较小。

5.4 大气环境影响预测与评价

工程对环境空气的影响仅限于施工期，敏感受体主要为大坝右岸施工区西南侧的枷档湾居民点，左岸施工区东、东北侧的联三村居民点，施工进场道路西侧的回头湾居民点，寇家坝料场(砂石系统、混凝土系统)西侧的寇家坝、水竹湾居民点。各居民点距离大气污染源在 300m 以内的居民户数分别约 8 户、36 户、7 户、21 户和 39 户。

根据工程分析结论，施工区大气污染源主要为土石方开挖爆破、工区机械施工、混凝土拌合、施工交通运输等施工活动，产生的大气污染物主要为粉尘和扬尘。

表 5.4-1 施工区主要大气环境影响敏感对象

预测点	噪声源	产生区域	户数 (户)	噪声源最近距离/ 距道路中心线距离 (m)	方位	影响时段
寇家坝居民点	砂石、混凝土 生产	砂石加工系统	21	90	西北侧	8:00~22:00
		混凝土生产系统		240	西北侧	8:00~22:00
水竹湾居民点	料场开采	寇家坝砂石料场	39	130	西侧	8:00~22:00
枷挡湾居民点	机械加工	综合加工厂	8	80	西南侧	8:00~22:00
联三村居民点	机械加工	综合加工厂	36	190	东侧	8:00~22:00
回头湾居民点	施工交通	进场公路	7	19	西侧	8:00~22:00

a) 开挖爆破

施工区开挖爆破等施工活动主要集中在大坝施工区范围内，其影响主要发生在开凿、钻孔、爆破的初始阶段，此时粉尘量较大，且为无组织扩散，会对周边敏感点和工区的施工人员造成一定的影响。由于施工拟采取湿式爆破技术，配备无尘钻机，施工开挖爆破产生的大气污染物可得到大为削减。根据国内类似水利水电工程施工大气污染物监测情况，开挖爆破粉尘污染影响范围不超过 300m，此范围内没有居民分布，总体而言开挖爆破作业产生的大气污染物对敏感点无不利影响。

b) 施工作业

坝址右岸上游寇家坝料场附近设置了 1 处砂石加工系统和 1 处混凝土生产系统，其粉尘排放最大强度分别为 2.5g/s 和 0.33g/s。在寇家坝砂石系统和混凝土系统周边的居民点为寇家坝居民点，距离大气污染源 300m 范围有大约 21 户居民，这些居民在施工期可能会受到砂石加工和混凝土生产的粉尘影响，尤其在刮南风的季节。采用导则推荐的估算模式(AERSCREEN)计算粉尘下风向的轴向浓度，污染源选取矩形面源，计算源强取 16.2kg/h，所在地为农村地区，土地利用为农田，计算范围 5km×5km，计算得粉尘浓度见表 5.4-2。

表 5.4-2 砂石加工和混凝土拌和生产粉尘影响预测结果一览表

序号	下风向距离 (m)	TSP 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	序号	下风向距离 (m)	TSP 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	1	22.0	8	500	26.0
2	25	28.0	9	800	20.0
3	50	33.0	10	1000	16.0
4	75	39.0	11	1500	13.0

5	90	43.0	12	2000	9.0
6	100	45.0	13	3000	7.0
7	200	39.0	14	5000	6.0

从预测结果来看，下风向粉尘最大落地浓度为 $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在距离污染源 100m 左右达到，评价区环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准，即 TSP: $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，背景浓度值 TSP: $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由此可见，施工期间，由砂石加工和混凝土拌和生产所产生的粉尘，会对下风向的寇家坝居民点环境空气质量造成一定的不利影响，使居民点处的 TSP 浓度升高，但仍能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求，不会造成环境空气质量出现超标的情况。

c) 交通运输

施工期施工交通以利用现有道路为主，现有道路为水泥硬化路面，交通运输产生的扬尘量较小，新建施工临时道路为泥结石路面，运输过程中产生的扬尘也较少。工程新建、改建场内道路 7.5km，在采取路面洒水降尘、控制车速等措施后，能大大降低扬尘的产生量，根据类似工程调查，在道路不洒水的情况下，交通扬尘影响范围一般在 50m 左右，采取了洒水降尘措施后，影响范围可控制在 20m 以内。而且，交通运输扬尘量与车速和载重程度也有关系，同样的路面清洁条件下，车速越快、载重量越大，产生的扬尘量也越大，因此在经过敏感点时，应减速慢行。总体而言，施工交通运输对回头湾、寇家坝、水竹湾、枷挡湾等居民点的环境空气质量影响较小。施工运输过程中，通过加强对汽车运输物料的管理，采取必要的覆盖措施，防止物料洒落扬起灰尘，可进一步减缓影响。

本工程施工道路建设会破坏原有地表，在施工道路未建成前，施工机械运行会产生一定的粉尘。工程区植被对粉尘有一定的屏蔽作用，因此在采取一定洒水降尘措施后，施工道路的建设对周围的环境空气质量影响不大。

根据施工组织设计，本工程使用的机械车辆数量较多，在施工现场的有限范围内，可能会增加环境空气中 CO、NO_x 等的浓度，具有污染范围小、集中的特点。

d) 敏感点影响预测

根据以上分析，枢纽工程区最主要的大气环境敏感点为双江镇的寇家坝居民点，主要受砂石加工和混凝土拌和所产生的粉尘影响，从预测结果来看，下风向粉尘最大落地浓度为 $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在距离污染源 100m 左右达到，在 300m 处的落地浓度也有 $37\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均超过了背景浓度 $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，说明施工粉尘对敏感点环境空气质量有一定

的影响，但影响不大，仍能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求，不会造成环境空气质量出现超标的情况。在采取洒水降尘、湿法生产、集尘除尘等污染防治措施后，还可进一步减缓敏感点的粉尘影响。

e) 航道行船对沿岸的空气影响

涪江干流船舶往来，内燃机燃油排放的少量废气对环境空气有一定的污染影响。随着双江枢纽的建成及IV级航道的形成，通过航道的大吨位船舶比例将逐步提高，大吨位船舶的动力设备和防污设施明显好于小型船舶，在年通过货运总量增长率相同的情况下，船舶排放的废气总量较先前将会减少。航道整治后，随着航道沿线护岸工程和绿化工程的实施，航道沿线的环境空气质量也会得到改善，对沿线环境保护目标基本不产生影响。

5.5 声环境影响预测与评价

a) 预测模型

1) 固定噪声

根据施工组织布置，确定的本工程施工中产生的噪声源分布和强度，结合地形条件和障碍物以及污染源与敏感点的相对位置，采用《环境影响评价导则一声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式，计算公式如下：

$$L_A(r)=L_{WA}-20lgr-8-\Delta L$$

式中：

$L_A(r)$ —距声源 r 处的 A 声级，dB；

L_{WA} —已知点声源的 A 声功率级，dB；

r —预测点与声源的距离，m；

ΔL —其他因素引起的声级衰减量，dB。

预测点噪声级叠加公式如下：

$$L_{\text{叠}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right)$$

式中：

$L_{\text{叠}}$ —预测声压级，dB；

L_i —各叠加声压级，dB；

2) 交通噪声

施工期间，工程所需材料(砂石料、土料)的运输任务需用到自卸汽车，车辆运输形成流动噪声源，其与车流量、车型、车速及道路状况等有关。《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)推荐的流动噪声预测模型适用于时速 48km/h 以上的城市主干道和高速公路等高等级公路，而本工程施工期间运输道路的等级、设计时速等均低于导则推荐模型适用条件。因此，本次评价参考《环境影响评价技术手册 水利水电工程》，采用其推荐的交通噪声模式进行计算，预测公式如下：

$$L_{eq}=L_A+10\lg N-10\lg 2r*V+25.4+\Delta L$$

式中：

L_{eq} —距声源 $r(m)$ 处的声压级，dB；

L_A —某机动车在距离 r_0 ，速度为 V 时的 A 声级，dB(A)，对于水利水电工程，当测点距行车中心线 7.5m 时，重型车 $L_A=82dB(A)$ ，轻型车 $L_A=73dB(A)$ ；

N —车流量，辆/h，根据施工强度，昼间取 50 辆/h，夜间取 20 辆/h；

V —车速，km/h，根据当地路况，昼间取 30km/h，夜间取 20km/h；

r —测点与机动车行驶中心的距离，m；

ΔL —鸣笛噪声，取 2dB(A)；

b) 敏感目标分布

施工期工程对声环境的影响敏感受体主要为大坝右岸施工区西南侧的枷档湾居民点，左岸施工区东、东北侧的联三村居民点，施工进场道路西侧的回头湾居民点，寇家坝料场(砂石系统、混凝土系统)西、西北侧的寇家坝、水竹湾居民点。各居民点距离大气污染源在 300m 以内的居民户数分别约 8 户、36 户、7 户、21 户和 39 户。详见表 5.5-1。

表 5.5-1 施工区主要噪声影响敏感对象

预测点	噪声源	产生区域	户数(户)	噪声源最近距离/距道路中心线距离(m)	方位	影响时段
寇家坝居民点	砂石、混凝土生产	砂石加工系统	21	90	西北侧	8:00~22:00
		混凝土生产系统		240	西北侧	8:00~22:00
水竹湾居民点	料场开采	寇家坝砂石料场	39	130	西侧	8:00~22:00
枷档湾居民点	机械加工	综合加工厂	8	80	西南侧	8:00~22:00
联三村居民点	机械加工	综合加工厂	36	190	东侧	8:00~22:00
回头湾居民点	施工交通	进场公路	7	19	西侧	8:00~22:00

c) 预测结果

1) 固定噪声

根据施工组织设计,工程施工主要产生噪声的机械设备为挖掘机、潜孔钻、风钻、地质钻机、推土机、搅拌机、破碎机、振动筛、拌合楼等,见表 5.6.1-2。从表可以看出,双江航电枢纽工程施工期间潜孔钻、风钻、地质钻机、砂石加工筛分车间、混凝土拌合楼、推土机等噪声影响范围较大。除爆破外,一般施工机械昼间在 250m 范围内噪声即可达标,夜间达标距离则较远,一般情况下在 500m 范围内。施工区主要噪声预测成果见表 5.5-2。

表 5.5-2 枢纽工程施工区主要固定连续噪声源衰减预测表

声源	测点声源 距离(m)	源强 A 声级 (dB)	离声源不同距离的噪声预测值(dB)					
			50m	100m	150m	200m	250m	300m
潜孔钻	1.0	95.0	59.9	51.8	47.69	44.92	42.82	41.14
挖掘机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12
装载机	5.0	96.0	66.92	58.82	54.71	51.94	49.84	48.16
风钻	1.0	103.0	67.9	59.8	55.69	52.92	50.82	49.14
混凝土拌合楼	1.0	100.0	67.2	59.1	55.0	52.22	50.12	48.33
砂石加工筛分车间	1.0	110.0	68.88	60.78	56.67	53.9	51.8	50.12
推土机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12

2) 爆破噪声

枢纽工程区大坝、厂房等施工作业面开挖施工过程中有爆破活动,爆破噪声具有短时、定时、定点的特征。爆破噪声源为 125dB,距离声源 3500m 左右处才基本衰减达到声环境质量标准,因此,枢纽附近的双江镇各居民点均会收到施工爆破噪声的影响。但爆破的时段很短,时间固定,爆炸完后噪声即消失,因此,在规划好爆破方案,安排好爆破时间,做好提前告知和沟通的前提下,枢纽工程区周围的双江镇各居民点受爆破噪声影响的程度有限。

3) 交通噪声

预计施工期间昼间施工机械及日常运行车流量为 50 辆/h,车速为 30km/h;夜间 20 辆/h,车速为 20km/h。交通噪声影响范围预测结果见表 5.5-3。

表 5.5-3 施工交通道路两侧噪声影响范围预测表

高峰车流量 (辆/h)	车速 km	时间 段	离道路中心线不同距离的噪声预测值 dB(A)							达标距离 (m)
			10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	
50	30	昼间	60.4	57.2	52.4	48.6	46.3	41.6	39.6	30
20	20	夜间	55.8	52.4	49.9	45.7	40.4	36.8	33.3	90

进场公路附近的回头湾居民点执行《声环境质量标准》2类标准。由于最近的居民房距离施工公路仅 19m 左右，受影响相对较大，施工期间夜间噪声值存在超标情况，夜间超标值最大 2.4dB(A)。由此可见夜间施工运输带来的交通噪声对居民点有一定的影响，因此建议限制夜间施工运输，昼间交通运输也应采取减速慢行，限制载重等措施来缓解噪声影响。

d) 影响分析

根据枢纽工程施工布置以及周边环境敏感点的分布情况，枢纽工程区容易受施工机械噪声影响的主要为左右岸工区、寇家坝料场(包括砂石加工系统和混凝土拌和系统)、施工进场公路 300m 范围内的寇家坝、水竹湾、枷挡湾、联三村、回头湾居民点。各环境敏感点和主要噪声源距离以及噪声预测结果见表 5.5-4。从表中可以看到，双江航电枢纽施工期间，受施工噪声影响比较大的敏感点是寇家坝砂石加工系统和混凝土拌和系统西北侧的寇家坝居民点，其与主要噪声源的最近距离在 90m 左右，叠加背景值后，昼间噪声预测值最大超标 5.18dB(A)，夜间噪声预测值最大超标 14.18dB(A)；水竹湾居民点主要受料场开采噪声影响，在夜间预测值最大超标 7.22dB(A)；枷挡湾居民点距离左岸施工区较近，在夜间预测值最大超标 5.43dB(A)；受施工交通运输噪声影响较大的是进场公路沿线的回头湾居民点，夜间预测值最大超标 7.4dB(A)。由此可见，通过采取高噪设备远离居民点、禁止长时间运行高噪设备、提前告知受影响的居民点，以及禁止夜间施工等措施后，双江航电枢纽施工期噪声对周边敏感点的影响是可以接受的，且随着施工的开始，噪声影响随之消失。

表 5.5-4 枢纽工程施工活动对声环境敏感点的影响

敏感点 名称	主要噪声源	距离(m)	预测噪声值(dB(A))		超标值(dB(A))		规模
			昼	夜	昼	夜	
寇家坝	砂石筛分、混凝土拌和	90~300	60.18~49.88	59.18~48.88	5.18	14.18	21 户
水竹湾	挖掘机、装载机、风钻	130~300	53.22~46.34	53.22~46.34	-	7.22	39 户

枷挡湾	机械加工	80~300	50.43~44.63	50.43~44.63	-	5.43	8 户
联三村	机械加工	190~300	47.92~43.14	47.92~43.14	-	-	39 户
回头湾	施工车辆运输	19~300	57.2~44.12	52.4~43.71	-	7.4	7 户

e) 运行期噪声影响分析

运行期，工程区噪声源主要为发电厂房内的发电机组，由于厂房距离周围居民点较远，厂房发电运行对周边声环境敏感对象的影响很小。

运行期航道噪声来源主要有：来往船舶汽笛鸣号声响，船舶发动机的机械性噪声，会对航道附近敏感点产生影响。船舶噪声不是由本工程建设的建构筑物内的机械设备产生的，且目前已经存在，只是双江枢纽建成后，库区通航能力得以提高，航道上船舶数量有所增加，鸣笛次数随之增加，船舶发动机噪声的影响也随之增大。

根据对同等级航道船舶噪声影响的类比调查，500t 级船舶运行期间，其船舶鸣笛噪声，昼间在 100m 以内可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 2 类标准，夜间在 300m 以内可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 2 类标准；船舶发动机噪声，昼间在 60m 以内可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 2 类标准，夜间在 200m 以内可以满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 2 类标准。由于船舶鸣笛为偶发噪声，且发生频率较低，通过采取鸣笛限制措施可有效缓解；发动机噪声的影响范围相对鸣笛噪声更小，且船舶多数时间航行在航道的中心线上，距离两岸居民点较远，因此，运行期航运船舶噪声对两岸居民点的影响较小。

5.6 土壤环境影响分析

5.6.1 施工期影响

工程施工期各类废污水处理后尽可能回用或达标排放，生活垃圾运至垃圾填埋场处置，危险废物运送至危险废物处置中心处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.6.2 运行期影响

a) 对库区土壤环境的影响

工程运行期主要污染物为枢纽管理区的生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

运行期水库蓄水可能造成周边土壤的盐化现象，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

1) 土壤盐化综合评分法

采用公示 5.2-1 计算土壤盐化综合评分值(Sa)，具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：n—影响因素指标数目；

Ixi—影响因素 i 指标评分；

Wxi—影响因素 i 指标权重。

2) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见表 5.6.2-1。

表 5.6.2-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量 (SSC)/(g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS)/(g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、 砂粉土	0.10

根据钻孔地下水位，左、右岸地下水平均埋深 5m~8m，左岸最大埋深 6m，右岸最大埋深 15m。水库蓄水完成后，库区内地下水将升高，水库除沿浅部岩体产生渗漏，存在水库渗漏问题外，其余库段均不存在永久渗漏问题。对存在水库渗漏问题的岩体进行防渗处理，不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 1.5m，土壤盐化影响赋值为 2 分。

工程区域多年平均降水量为 991.3mm，多年平均蒸发量为 987.8mm，干燥度(EPR)

为 1.0，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.7g/kg~1.9g/kg 之间，均值 $1 \leq \text{SSC} < 2$ ，土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 0.426g/L~0.435g/L 之间， $\text{TDS} < 1$ ，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为砂土，土壤盐化影响赋值 2 分。

3) 土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $S_a = (2 \times 0.35 + 2 \times 0.15 + 2 \times 0.10) / 3 = 0.4 < 1$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表，水库建成后周边土壤不会发生盐化现象。

另外，水库建成后，形成宽阔水面，库区形成特殊的小气候环境。湿度增加，昼夜温差小，抑制土壤有机质的矿化过程，有利于土壤有机质的积累，同时土壤有机质的增加又有利于植物的生长，增加库周的森林植被，增加枯枝落叶，可以增加库周土壤的有机质含量。而且库周水土流失的减少，土壤养分得到均衡发展。

5.7 固体废物影响预测与评价

a) 施工期固体废弃物影响

枢纽工程施工区生活垃圾相对较少，施工高峰期施工人数为 1800 人，按人均日产生垃圾量为 1kg 计算，平均日垃圾产生重量为 1800kg。生活垃圾主要以有机物为主，生活垃圾随意堆放将破坏环境卫生，可能污染水体水质，滋生蚊蝇，影响施工人员身体健康。为防止生活垃圾对环境的污染，生活垃圾必须集中堆放，由专人负责定期清运，进行卫生填埋，严禁乱扔乱弃，污染环境。

根据工程土石方平衡规划，工程土石方开挖方量(含围堰拆除)总计 62.83 万 m^3 ，土石方填筑方量(含围堰填筑等)总计 19.01 万 m^3 ，弃料共计 72.53 万 m^3 (自然方)。工程不设弃渣场，左岸弃渣(约 10 万 m^3)运至潼南区民丰城市垃圾渣场处置，右岸弃渣用于仙鹅村河道防护工程，同时考虑采取好水土保持措施。

b) 疏浚淤泥环境影响

本项目航道疏浚砂卵石挖方量共计 $24.67 \times 10^4 \text{m}^3$ ，根据疏浚河段底质现状监测成果，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)第二类用地筛选值要求，疏浚土石方基本上不会对植物和环境造成危害和污染。

淤泥含水率一般为 75%~90%，按淤泥含水率为 80%进行计算，淤泥经干化后，含水率约为 20%，则项目淤泥干化过程产生的废水量约为底泥总量的 60%，即 14.8 万 m³，该部分废水主要污染物为 SS 和有机质，疏浚产生的污泥干化后主要用于抬填工程。抬填工程主要是进行填土垫高，重建田间工程。首先将抬田区表层耕作层、保水层剥离 0.5m，堆放至堆料场，采用河床开挖料垫高后，再从堆料场回填，进行土地平整。

c) 运行期生活垃圾影响

双江航电枢纽工程运行管理的职工总人数为 80 人，管理人员人均每天产生的生活垃圾按 1.0kg/d 计，则生活垃圾产生量约为 29.2t/a。运行期产生的生活垃圾委托当地环卫系统收集后，运送至潼南区生活垃圾填埋场处理，基本不会对环境造成影响。

此外，运行期船舶垃圾如随意抛入水体会污染水体，造成水质危害。水生生物误食垃圾可能导致生物体内有害物富集，对生态物种造成累积性的危害。库区垃圾漂浮物，除对水环境产生影响外，还影响景观，并可能造成大坝机组危害。

d) 危险废物影响

施工期机械漏油、机修含油废物等为危险废物，运行期厂房发电机组将产生废油，施工期危险废物产生量约 1t/a，运行期厂房内危险废物产生量约 2t/a。应按照危险废物管理办法进行收集、贮存、转移，交由有资质单位进行处理。

5.8 水土流失影响预测与分析

本节内容摘录《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程水土保持方案》(送审稿)中的相关预测分析成果。

5.8.1 水土流失预测范围

水土流失预测是水土保持措施布局的依据，根据工程建设实际情况，确定项目区施工期水土流失预测范围为 97.51hm²。通过统计本工程各预测单元植被恢复面积，自然恢复期水土流失预测范围为 81.31hm²。

表 5.8.1 预测单元面积汇总表

单位：hm²

序号	分区	占地面积	施工期预测单元面积	自然恢复期预测单元面积
1	枢纽工程区	56.23	56.23	0.05
2	转存料场区	5.13	5.13	4.86
3	施工生产生活区	5.51	5.51	6.35

4	料场区	111.34	111.34	8.90
5	工程永久办公生活区	9.68	9.68	2.70
6	交通道路区	11.912	11.91	4.90
7	移民安置及专项设施 复建区	97.5	97.50	5.99
8	合计	297.30	297.30	33.75

5.8.2 水土流失预测时段

根据主体工程建设进度安排，总工期 55 个月，其中施工筹建期 12 个月，施工准备期 12 个月，主体工程施工期 30 个月，完建期 3 个月。主体安排的施工进度施工期与施工准备期重叠的 2 个月，因施工期扰动剧烈，潜在水土流失严重，按照预测最不利原则，本方案将重叠的 2 个月计入施工期。本方案预测时段按各施工单元的施工期分别确定；根据工程区周边其他水利工程的水土流失治理经验和当地自然条件，项目区需要通过 2 年的时间扰动后土壤侵蚀模数可以恢复到背景值，本工程自然恢复期取 2 年。

5.8.3 水土流失预测结果

5.8.3.1 扰动原地貌、土地及植被损坏情况的预测

本工程建设由于工程占地、土方开挖和回填对原地貌、地表扰动和植物的损毁，从而导致水土流失。通过查阅有关工程技术资料和主体设计图纸，并进行现场实地调查，对施工过程中扰动地表及损毁植被面积进行测算统计。本项目建设总占地面积 565.20hm²，扰动地表主要是由于工程占地、工程施工土方开挖及回填，堆积体占压扰动等造成，其中水库淹没及影响区工程全过程不发生人为地表扰动或占压。初步估算工程建设过程中共扰动地表面积为 297.29hm²，扰动土地类型为耕地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、住宅用地和其他土地。经统计，本工程建设损毁的植被面积为 5.17hm²。

5.9.3.2 新增水土流失量预测

本工程在施工期和自然恢复期产生的土壤流失总量 57055t，新增土壤流失总量 44764t。其中施工期内土壤流失总量为 52859t，新增土壤流失量为 44744t；自然恢复期内土壤流失总量为 405t，新增土壤流失量为 20t。

表 5.8.3 工程土壤流失量汇总表

单位: t

时段	分区	背景土壤流失量	土壤流失总量	新增土壤流失量	占比
施工期	枢纽工程区	576	21399	20823	43.35%
	转存料场区	106	3876	3769	7.85%
	施工生产生活区	179	1369	1190	2.48%
	料场区	3231	10755	7524	15.67%
	工程永久办公生活区	325	2422	2097	4.37%
	交通道路区	488	4837	4349	9.05%
	移民安置及专项设施复建区	3714	11992	8278	17.23%
小计		8619	56650	48031	100.00%
自然恢复期	枢纽工程区	0	1	0.28	1.43%
	转存料场区	59	58	9.57	48.96%
	施工生产生活区	112	76	0.00	0.00%
	料场区	123	107	9.70	49.61%
	工程永久办公生活区	48	32	0.00	0.00%
	交通道路区	119	59	0.00	0.00%
	移民安置及专项设施复建区	114	72	0.00	0.00%
小计		574	405	20	100.00%
合计	枢纽工程区	576	21400	20824	43.34%
	转存料场区	165	3934	3779	7.86%
	施工生产生活区	291	1445	1190	2.48%
	料场区	3354	10862	7534	15.68%
	工程永久办公生活区	373	2455	2097	4.36%
	交通道路区	606	4896	4349	9.05%
	移民安置及专项设施复建区	3828	12064	8278	17.23%
总计		9193	57055	48051	100.00%

5.8.4 水土流失预测结论

本工程在施工期和自然恢复期产生的土壤流失总量 53264t, 新增土壤流失总量

44764t。其中施工期内土壤流失总量为 52859t，新增土壤流失量为 44744t；自然恢复期内土壤流失总量为 405t，新增土壤流失量为 20t。本工程水土流失重点时段为施工期，产生水土流失重点部位为为枢纽工程区、料场区、交通道路区、转存料场区。

本工程可能产生的水土流失危害有：工程建设过程中扰动现有地表、损毁现有植被产生水土流失对当地生态环境和周边居民点耕地造成一定影响；增加河流水系泥沙量，造成河流水系淤积，形成洪涝安全隐患；土方调运及土料运输过程中，回填料及土方的撒漏将会导致周边道路的车辆行驶不便，影响周边道路清洁。

本工程水土流失重点时段为施工期，枢纽工程区、料场区、交通道路区、转存料场区是本工程水土流失防治重点区域，水土流失强度较大，应以工程措施、植物措施和临时措施相结合的方式的综合防治，以枢纽工程区应设计实施边坡防护、排水工程及拦挡工程；料场区应加强拦挡、排水、沉沙措施；转存料区应以临时拦挡、苫盖、排水和沉沙为主；交通道路区应加强拦挡、排水、沉沙、苫盖、植被恢复等措施减少取料和堆渣过程中的水土流失。

5.9 移民安置环境影响分析

5.9.1 移民安置的环境影响

a) 生态环境影响

根据工程移民搬迁安置规划，规划设计水平年涉及搬迁安置人口 7 户 29 人。其中 2 户 10 人，选择住房货币安置，由潼南区征地实施机构与安置对象签定货币安置住房协议，一次性兑付货币安置款后，安置对象在玉溪镇自行选择购房；5 户 19 人，选择本村内分散自主建房安置。

移民安置及抬填工程实施不可避免会占用一部分耕地，减少当地的耕地面积，移民安置应本着合理用地和节约用地，严格控制占用耕地的原则，将耕地损失减少到最小。

移民生产、生活将破坏原有植被，对动物的栖息环境产生一定影响，但由于移民安置区均在人类活动较频繁的地区，现有的野生动物数量较少，且均为小型动物，如常见的蛇类、鼠类和鸟类，这些动物对生境适应性强，移民安置不会对其产生明显直接影响。

工程可能产生水土流失的安置活动主要是移民建房和抬填工程施工扰动地表和植被，产生弃土弃渣，导致局部水土流失。

b) 水环境影响

移民安置房建设及库区抬填防护工程施工过程中产生的生产废水具有悬浮物浓度

高、水量小，间歇排放的特点，基本不会形成径流，对地表水体水质影响很小。施工人员一般为周边村组居民，施工期生活污水排入原有污水系统。本工程后靠安置仅有 5 户 19 人，选择本村内分散自主建房安置，产生的生活污水较少，纳入当地居民点原有的处理设施一并处理。

5.9.2 专项设施复建环境影响

本项目专业设施复建包括水库淹没区涉及的各类交通设施，水利设施、输变电及通讯设施等。其中，复建道路 2.304km、渡口 1 座、输变电设施 4.53km、通讯设施 5.52km(均在重庆市潼南区)、泵站 12 处(重庆市潼南区 9 处、四川省遂宁市 3 处)；处理污水处理设施 1 处(重庆市潼南区米心镇)等。

在专项设施改复建过程中，占压和开挖将扰动地表，产生新的弃渣和开挖面，若不采取有效的工程防护措施和施工迹地恢复措施，会加剧当地水土流失，对生态环境造成一定影响。

5.10 其他环境影响分析

5.10.1 环境地质

a) 水库诱发地震

水库诱发地震的可能性与库区所处的地形、岩体介质条件、地质构造、断层新活动性和水文地质条件等密切相关。双江水库回水不长，最大坝前壅水高仅约 15m，水库库盆地形为宽缓河段，基岩为砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩，库区内无区域性断裂带穿过，库区及周边天然地震活动微弱，地震烈度低，因此双江航电枢纽工程水库诱发地震可能性小。

b) 库区浸没

根据地质专业相关成果，双江库区两岸广布宽缓的河漫滩及I级阶地，I级阶地多为堆积阶地，阶面高程一般 247.0m~255m。河漫滩表层覆盖有有 0.1m~2.0m 厚的人工堆积粉质粘土；阶地具有二元结构，上部为粉质粘土、粉土或砂土，一般厚 0.5m~2m，下部为含漂砂卵石层。粉土层透水性弱~中等，下部砂砾卵石层透水性强，地下水位与涪江水位关联性较好，水库蓄水后地下水位会受水库水位雍高而出现抬升，两岸I级阶地部分地段主要存在浸没问题。

表 5.10.1 双江航电枢纽工程水库淹没影响区预测表

序号	位置	岸别	地貌类型	物质组成	预测高程(m)	距坝里程(km)	淹没影响面积(hm ²)	主要淹没对象
1	寇家坝	右岸	I 级阶地	粉质粘土、粉土或砂土、含漂砂卵砾石层	249.0~250.70	1	9.52	耕地、人行路
2	回龙坝	左岸	临河坡地、冲沟	粉质粘土、粉土、含漂砂卵砾石层	249.01~250.71	3.5	28.54	耕地、林地、房屋
3	曹家坝	右岸	I 级阶地	粉质粘土、粉土或砂土、含漂砂卵砾石层	249.04~250.74	7.5	66.23	耕地、机耕道、公路
4	玉溪镇	左岸	I 级阶地	粉质粘土、粉土或砂土、含漂砂卵砾石层	249.04~250.74	8	0.66	房屋、公路

5.10.2 人群健康

双江航电枢纽工程施工对人群健康的影响主要为对施工人员及施工区周围居民区人群健康的影响。

施工期间，施工人员进场，外来人口多，人口流动性大，环境卫生及生活饮用水质难以保证，使肠道传染病流行的可能性增大；施工期间还应注意及时对生活垃圾等固体废弃物的清运，以免孳生蚊蝇，传播疾病。工程结束后，随着施工人员的撤离，原生活秩序恢复正常，卫生状况改善，痢疾、肝炎等肠道传染病的发病率会降低，流感、流脑等呼吸道传染病将减少。

5.10.3 文物古迹

根据《涪江双江航电枢纽工程文物调查勘探工作报告》，双江航电枢纽工程建设征地区、库区(重庆境)对文物本体的影响为施工占用、库区蓄水淹没浸没、环境风貌影响等。根据实地调查，本次发现的 5 处文物位于工程建设施工区。牌坊坡墓群大部分位于施工建设区内，其余 4 处文物点枣子坡墓群、曾家河坎墓地、袁家河口墓地、土地龛造像完全位于施工建设区内，文物本体及环境将遭受完全破坏。

因此，应按照《中华人民共和国文物保护法》、《关于加强尚未核定公布为文物保护单位不可移动文物保护工作的通知》等法规政策要求，对工程范围内受工程建设影响面临损毁、迁移或拆除的古文化遗址、古墓葬，事前应当依据其历史、艺术和科学价值实施考古发掘、构件迁移、资料收集的保护措施。

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 设计原则、任务、目标

6.1.1 设计原则

根据各评价因子的现状评价和影响预测结果，针对工程建设带来的不利环境影响，拟定环境保护对策与减缓措施。本工程环境保护措施制定的原则主要是：

- a) 依法规划设计，最大限度地恢复原有的环境功能。
- b) 合理布局、因害设防的原则。根据环境影响分析结果，提出优化工程布局，减少工程量、实行封闭式施工管理，尽量实现废污水回用，尽量减少废气、废渣的排放，减小噪声，以减小施工对涪江水质和周围环境的影响。
- c) 及时性原则。根据本工程建设施工进度，合理安排环保、水保措施的实施，尽量减少对环境的不利影响。
- d) 整体协调性原则。处理好环保、水保措施规划设计中近期和远景、永久性和临时性的关系。尽量发挥主体工程中具有环境保护和水土保持功能工程的作用，水土保持中的植物措施以本土适宜种为主，并注意水土保持与绿化、美化相结合，各项措施应与周围景观相结合。
- e) 因地制宜选择合理的环保、水保措施方案。
- f) 正确处理工程建设与环境保护的关系，有利工程建设区域可持续发展。

6.1.2 设计任务

根据环境影响预测结论，环境保护相关法律法规和条例，针对工程建设带来的水环境污染、生态环境破坏、水土流失等不利环境影响，展开环境保护规划设计。双江航电枢纽工程环境保护措施见表 6.1.2-1。

表 6.1.2-1 双江航电枢纽工程环境保护措施一览表

序号	项 目 名 称	环 境 保 护 措 施
1	水环境保护	
1.1	砂石加工系统废水处理	絮凝沉淀法处理(辅流沉淀池)
1.2	混凝土拌和系统废水处理	与砂石加工系统废水合并处理
1.3	基坑排水处理	加药沉淀处理
1.4	机修含油废水处理	小型隔油池处理
1.5	施工区生活污水处理	左右岸施工营地均采用一体化污水处理设备处理

表 6.1.2-1(续)

序号	项 目 名 称	环 境 保 护 措 施
1.6	水库水质保护	根据库底清理规范进行卫生清理；枢纽管理区采用一体化污水处理设备处理生活污水；库区污染源整治；坝前漂浮物清理等
1.7	下游水环境保护	保证下游生态流量需求，加强生态流量监控
2	生态环境保护	
2.1	植物保护	减少污染和生态破坏；控制用地范围；施工迹地及时复垦复绿；保护植物异地保护
2.2	陆生动物保护	减少污染和生态破坏；加强宣传教育，提高施工人员的保护意识；杜绝偷猎
2.3	水生生物保护	减少污染；禁止捕鱼；保证下游生态流量需求；建设过鱼设施和鱼类增殖站；开展鱼类栖息地保护和科学研究；加强渔政管理
2.4	生态敏感区保护	尽可能避让；禁止非法占用；加强施工管理，控制施工范围；减少施工扰动；永久建筑物与周围景观相协调
3	固体废弃物处理	
3.1	生活垃圾处理	分类收集、及时转运；加强卫生清扫
3.2	危险废物处理	单独储存、防渗隔离；及时转运
4	大气环境保护	采用低尘设施设备；改进施工工艺，采取吸尘除尘措施；施工场地洒水降尘
5	声环境保护	利用施工区地形降噪；使用符合环保要求的施工机械；采取适当的设备降噪和防护措施；加强施工管理
6	人群健康保护	采取防疫、检测、控制措施

6.1.3 设计目标

根据本工程所在区域实现的环境功能，确定环境保护措施的设计目标，同时考虑了主体工程的特点及要求。双江航电枢纽工程环境保护措施设计目标见表 6.1.3。

表 6.1.3 双江航电枢纽工程环境保护措施设计目标

项 目	设 计 目 标
用水需求	保障坝址下游河道内生态用水需求和河道外生产生活用水需求
废(污)水处理	枢纽工程施工期砂石加工系统废水和混凝土系统废水回用标准参考《水工混凝土施工规范》(DL/T5114-2001)执行，禁止排放；施工生活污水尽可能回用，回用标准执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)，无法回用需排放的废污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 中一级排放标准
陆生生态与景观保护	维护工程区生态系统的多样性、完整性和稳定性，受影响的国家珍稀保护动植物不致因工程建设而消失。通过合理布置施工场地、控制施工占地、加强施工管理、减轻工程对施工区动植物的不利影响；保护库区周围原有的植被状态和景观资源
水生生态保护	下泄生态流量、建设增殖放流站保护鱼类资源、建设过鱼设施保护鱼类正常种质交流、开展栖息地保护修复鱼类生境
废气防治	《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)无组织排放监控浓度限值，颗粒物 $1\text{mg}/\text{m}^3$
噪声控制	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，昼间 70dB，夜间 55dB

项 目	设 计 目 标
水土保持	预防、治理工程建设区的水土流失，保障工程的安全运行，妥善处置工程施工过程中产生的弃渣。
人群健康	控制施工区地方病、传染病发病率在现状水平以下

6.2 水环境保护措施

6.2.1 施工期水环境保护措施

6.2.1.1 混凝土系统废水处理

a) 处理目标

混凝土系统废水主要为拌和站冲洗废水，为间歇式性排放，混凝土生产废水偏碱性(pH值11~12)，其主要污染物是SS(约5000mg/L)。混凝土系统废水考虑和砂石系统废水一并处理后回用系统本身，其回用标准参考《水工混凝土施工规范》(SL 677-2014)中的“拌和与养护混凝土用水要求”：SS≤2000mg/L、pH≥4.5；以及《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T 5098-2010)中的“砂石加工用水水质标准”：SS≤100mg/L、pH>4。综合考虑设计处理水回用标准：SS≤100mg/L、pH≥4.5。

b) 处理规模

枢纽工程高峰期混凝土的浇筑量约为1300m³/d，混凝土生产系统布置在坝址右岸上游寇家坝砂砾石料场附近，设计生产能力为150m³/h，设置1座HL180-3F3000LB型混凝土拌和楼，三班制生产。工程施工高峰期混凝土施工废水排放量约为15m³/d，在每班末冲洗后排放。

c) 处理方案

考虑到混凝土生产系统结合砂石加工系统布置，因此混凝土系统生产废水设计纳入砂石加工系统废水处理系统，一并处理达标后进行回用。废水处理方案详见砂石加工系统废水处理设计部分，混凝土系统内设排水沟，引入废水处理系统。

6.2.1.2 砂石加工系统废水处理

a) 处理目标

砂石料加工系统废水具有水量大、SS浓度高的特点。本工程砂石料加工系统废水SS浓度约为25000mg/L左右，废水产生量约210m³/h，为连续排放，经处理后可回用于砂石加工系统和混凝土拌和系统的冲洗和养护。其回用标准取SS≤100mg/L、pH≥4.5。

b) 处理规模

砂石加工系统布置于坝址右岸上游的寇家坝砂砾石料场下游侧，设计处理能力为360t/h，成品骨料生产能力为300t/h，二班制生产。砂石料加工系统废水具有水量大、SS浓度高的特点，根据工程砂石料源特性和加工生产方法，并借鉴一些已建和在建水利水电工程现场采样实测资料，确定工程砂石料加工系统废水SS浓度约为25000mg/L左右，砂石料加工系统小时用水量为300m³/h，生产过程中蒸发损耗量按30%计，则废水产生量约210m³/h，考虑到混凝土生产系统结合砂石加工系统布置，因此混凝土系统生产废水设计纳入砂石加工系统废水处理系统，一并处理达标后进行回用。砂石加工系统废水和混凝土拌和废水处理系统设计处理规模按250m³/h。

寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统布置在双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围内，其下游300m左右的涪江右岸边为水厂取水口(管道取水)，本次环评要求寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统废水100%收集处理后，回用于砂石加工系统和混凝土拌和系统的冲洗和养护等。系统内设置事故池，处理设备检修时将清水池和事故池中的废水及时通过洒水车进行转运，严禁直接排放。

c) 处理方案比选

方案1：采用自然沉淀法，处理流程见图6.2.1-1。含高悬浮物的废水从筛分楼流出，进入沉淀池，不使用凝聚剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液循环使用。该方案特点是处理流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单，运行费用少，但为达到较好的处理效果，沉淀池的规模要求很大，而且很难达到回用水质要求。

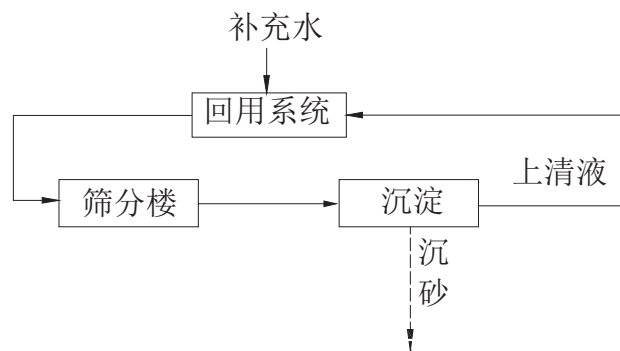


图 6.2.1-1 自然沉淀法工艺流程图

方案2：废水经过厂区废水收集管渠，进入平流式沉淀池，进行沉淀，池中链板式刮砂机将沉淀下来的沉渣刮下后由带式皮带机送入市政弃渣场。沉淀池出水在混合反应池前投加絮凝剂，水和絮凝剂在混合反应池内利用搅拌机充分混合，出水进入辐

流式沉淀池，通过周边的配水孔，均匀的从周边进入辐流式沉淀池，废水中的絮体状颗粒沉淀到池底，上清液直接排入清水池，回水将清水池中的水送至厂区用水点。辐流式沉淀池的沉渣经池底的渣浆泵送入到陶瓷过滤机，过滤后的沉渣送市政渣场填埋，上清液回流至辐流式沉淀池。

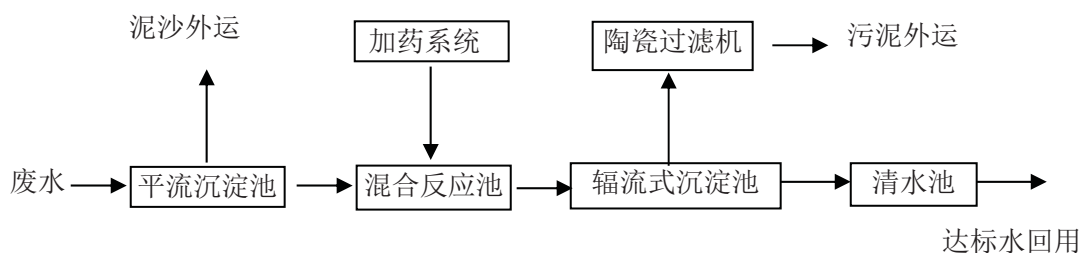


图 6.2.1-2 絮凝沉淀法工艺流程图

方案 3：高效旋流净化法。砂石骨料冲洗废水进入调节池，经泵抽至高效旋流净化器，同时利用负压原理，将药剂与废水一并吸入管道中初步混合，进入高效旋流净化器。在高效旋流净化器内经混凝反应、离心分离、重力分离、动态过滤及污泥浓缩等过程从高效旋流净化器顶端排出净化后的净水，浓缩后的污泥从底部定时或连续排出。处理出水直接排入清水池，回用水泵再将清水池中的水送至厂区用水点。DH 高效污水净化器无须设置预沉池，可以快速、连续高效地将 SS 为 30000mg/L 的污水净化到 10mg/L~50mg/L，并最高可以处理 SS 为 90000mg/L 的污水。

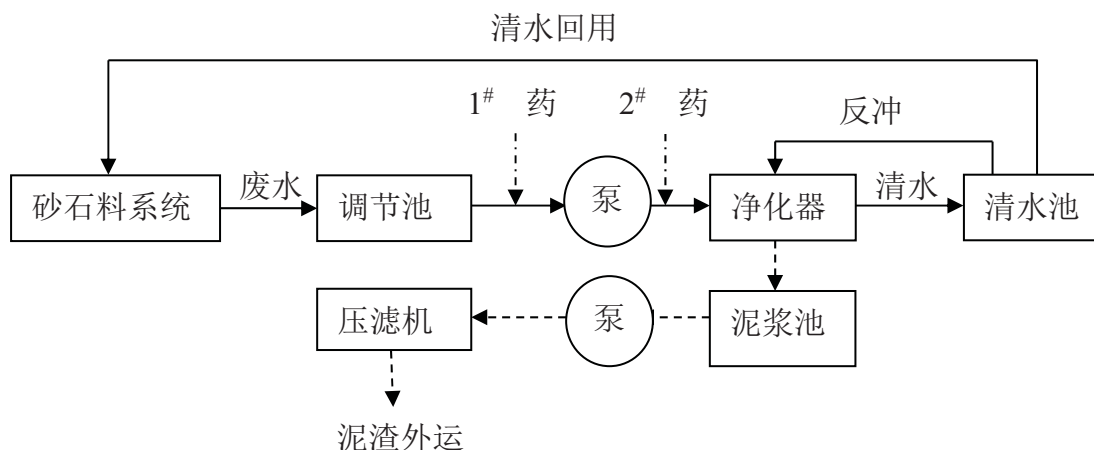


图 6.2.1-3 DH 高效(旋流)污水净化法处理工艺流程图

自然沉淀法适用于场地条件宽松，处理要求不高的情况，其处理水很难达到回用要求，且池体构筑物尺寸大，不太适用于本工程；DH 高效(旋流)系统需要多台设备，

建设运行费用高，管理复杂，适合出水水质要求很高，水量不是很大的工程项目；絮凝沉淀法适用于较大规模高浓度砂石料废水的处理，对场地的要求不是很高，运行管理也较 DH 高效(旋流)系统简单。通过综合比选，本工程适合采取絮凝沉淀法，推荐使用絮凝沉淀法处理本工程砂石系统加工废水。

d) 处理设施设计

1) 主要构筑物设计

(1) 平流式沉淀池

主要功能：主要用于粒径大于 $50\mu\text{m}$ 及以上颗粒的去除。

设计参数：设计流量 $Q=250\text{m}^3/\text{h}$ ，表面水力负荷为 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，水力停留时间为 45min ，水平流速为 $7\text{mm}/\text{s}$ 。

构筑物：2 座平流式沉淀池，单池尺寸为： $L\times B\times H=8\text{m}\times 4\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，结构为钢筋砼，地面式布置。

主要设备：每座沉淀池配有链板式刮砂机 1 台，宽为 4m ，刮板速度为 $4\text{m}/\text{min}$ ，单台功率 1.5kW 。

(2) 混合反应池

主要功能：使絮凝剂充分与废水混合，机械搅拌防止沉淀。

设计参数：设计流量 $Q=250\text{m}^3/\text{h}$ ，混合时间 T 取 10min 。

构筑物：为合理搅拌，混合反应池平面为正方形，考虑设置 1 座混合反应池，设配水槽，加药管设在污水管入口处，废水与絮凝剂进入配水槽后均匀分配至两座混合反应池。单池尺寸为： $L\times B\times H=5\text{m}\times 3\text{m}\times 1.6\text{m}$ ，结构为钢筋砼，地面式布置。

主要设备：池内设置 1 台搅拌器，用于絮凝剂与废水的混合搅拌。加药方式采用计量泵投加，混合方式采用机械搅拌混合。

(3) 辐流式沉淀池

主要功能：去除投加絮凝剂后废水中细小的悬浮物；沉淀后的泥浆通过水力压差经管道进入集泥井，渣浆泵将集泥井中的泥浆送至过滤机房进行脱水处理；出水至清水池。

设计参数：设计流量 $Q=250\text{m}^3/\text{h}$ ，表面水力负荷取 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，水力停留时间为 $T=1.0\text{h}$ 。

构筑物：设 1 座辐流式沉淀池，由进水管、沉淀池、出水管等组成，沉淀池的尺

寸为 $\Phi \times H=8\text{m} \times 2.5\text{m}$ ，地面式布置，钢筋混凝土结构。设 1 个集泥井，直径为 1m，深 2m。

(4) 渣浆泵房

主要功能：用于将辐流式沉淀池沉淀泥砂输送至压滤机房。

设计参数：污泥量 = $65\text{m}^3/\text{h}$ 。

建筑物：渣浆泵站采用地上式，泵站尺寸为 $L \times B \times H=8\text{m} \times 5\text{m} \times 4.2\text{m}$ ，框架结构。

主要设备：渣浆泵站设计输送能力为 $70\text{m}^3/\text{h}$ ，拟选择渣浆泵 2 台，一用一备。

(5) 加药间

主要功能：贮存、调配、投加絮凝剂。

设计参数：混凝剂采用聚合氯化铝，投加量根据废水水质和沉淀效果，且最终通过调试确定。

构（建）筑物：加药间由操作间和贮药间组成，加药间尺寸为 $L \times B \times H=8\text{m} \times 5\text{m} \times 4.2\text{m}$ ，框架结构。

主要设备：设计 PAC 投加量为每升水中加入 5% 的溶液 2mL，确定絮凝剂的投加量为 $25\text{L}/\text{h}$ ，加药系统包括 1 台计量泵，最大流量 $30\text{L}/\text{h}$ ，溶药箱和储药箱各 1 个。

(6) 陶瓷过滤机房

主要功能：用于将渣浆泵输送过来的沉淀池淤泥进行脱水处理。

设计参数：沉淀池积泥脱水按废水量 $250\text{m}^3/\text{h}$ ，沉淀池进水泥沙含量 $25000\text{g}/\text{m}^3$ ，需陶瓷过滤机进行脱水的泥沙量为 $6.25\text{t}/\text{h}$ 。

建筑物：过滤车间尺寸为： $L \times B \times H=8\text{m} \times 6\text{m} \times 5.6\text{m}$ ，框架结构。

压滤机选择技术要求：适用于砂石废水泥砂固液分离，需要过滤面积为 10m^2 的陶瓷过滤机 2 台（一用一备）。

(7) 清水池

主要功能：处理尾水集水池，通过回用水设备向回用单元供水。

设计参数：设计流量 $Q=250\text{m}^3/\text{h}$ 。

构筑物：设计停留时间取 1h，选用矩形清水池，出水回用砂石加工系统，也可用于清洗沉淀池污泥斗。 $V=250\text{m}^3$ ，尺寸为： $L \times B \times H=10\text{m} \times 8\text{m} \times 3.2\text{m}$ 。清水池内设置回用水泵，将水送至用水点进行再利用。

(8) 事故池

主要功能：临时存放事故排放废水，通过洒水车抽取后转运下游排放。

设计参数：设计流量 $Q=250\text{m}^3/\text{h}$ 。

构筑物：与清水池相同，选用矩形水池， $V=250\text{m}^3$ ，尺寸为： $L\times B\times H=10\text{m}\times 8\text{m}\times 3.2\text{m}$ 。

2) 处理系统平面设计

处理系统总平面布置原则：流程力求简短、顺畅，避免迂回重复。

废水处理系统总平面布置除了上述原则外，具体应与进水方向、排放水体、工艺流程特点等因素进行布置，既要考虑流程合理、管理方便、经济实用，还要考虑与厂区绿化及与周边环境相协调等因素。

砂石加工系统和混凝土拌和系统废水处理系统占地面积为 600m^2 。

3) 人员配制

砂石加工系统和混凝土拌和系统废水处理系统共需配置 6 人，包括处理站长、工艺师、机械师、电气师等。

e) 运行管理和维护

1) 按照“三同时”要求，为了保证废水处理系统有效运行，建设单位应把废水处理系统的建设与有效运行作为合同的条款之一纳入工程承包合同，进行达标验收。

2) 工程环境管理部门应定期对处理站的管理运行进行监督检查，掌握废水处理系统运行情况，对不良情况及时提出整改意见，杜绝事故排放。

3) 运行管理费应专款专用，特别是运渣费和管理费，以保证废水处理系统的正常运行。

4) 由于废水处理工艺的絮凝沉淀部分机械化和自动化程度较高，对管理人员有一定技术要求，所以应组织废水处理站的管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训，并严格制订操作规程，以保证废水处理站的良好运行。

6.2.1.3 含油废水处理

a) 设计目标

本工程施工现场仅考虑对机械设备进行小型修理和常规保养，含油废水主要来源于施工机械及车辆检修过程中的冲洗，主要污染物为石油类，浓度约为 $30\text{mg/L}\sim 50\text{mg/L}$ ，废水量不大。含油废水处理后回用于场地冲洗，处理标准为 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 一级标准， $\text{SS}\leq 70\text{mg/L}$ 、石油类 $\leq 5\text{mg/L}$ 。

b) 处理规模

本工程在左、右岸各布置了 1 处机械修配厂，含油废水排放强度均为 $8\text{m}^3/\text{d}$ 。因此，考虑在左、右岸机械修配厂各设置隔油池对含油废水加以处理，处理系统设计规模均为 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。

c) 方案比选

方案 1：采用气浮除油法。废水用压缩空气加压到 $0.34\text{MPa}\sim 4.8\text{MPa}$ ，使溶气达到饱和。当压缩过的气液混合物被置于正常大气压下的气浮设备中时，微小的气泡从溶液中释放出来。油珠即可在这些小气泡作用下上浮，结果使这些物质附着在絮状物中。气固混合物上升到池表面，即被撇出。这种处理效果好，但是本方法需要在处理前投加混凝剂，还必须要有一定的动力和设备，投资大，对于临时的小型机修废水处理不太适合。

方案 2：采用小型隔油池。污水在小型隔油池内由浮子撇油器排除废油，废水再经焦碳过滤器进一步除油。处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。

方案 3：采用成套油水分离处理设备，其处理效果好。但是设备投资大，维修保养要求高。

方案 4：采用沉淀法，具体工艺流程见图 6.2.1-4，虽然处理效果比较好，但是其占地面积较大。

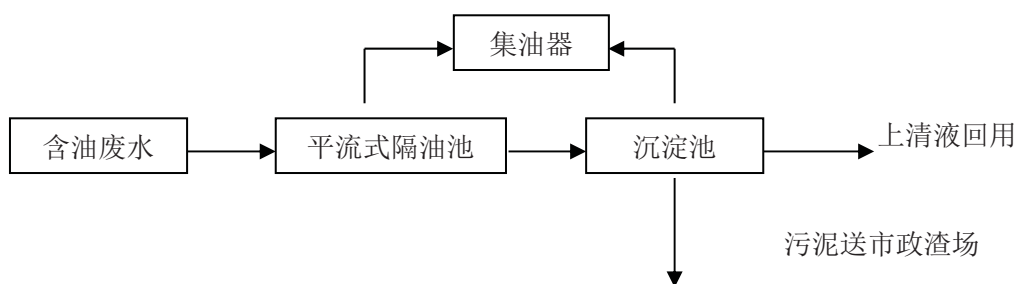


图 6.2.1-4 隔油—沉淀法

方案 1 和方案 3 处理效果好，但是设备、运行费用高；方案 4 占地面积较大；方案 2 结构简单、造价低、比较实用。综合比较，推荐方案 2 作为含油废水的处理方案。

d) 推荐方案流程设计

含油废水排放量与每次软管冲洗 2 辆汽车产生量相当，因此隔油池可参考建设部 (GJBT-716)《小型排水构筑物标准图集 04S519》2 型汽车洗车污水隔油沉淀池进行设计。隔油池处理系统(包含清水池)占地面积约 25m^2 ，可直接布置在施工工厂内。工艺流程见图 6.2.1-5。废水处理达标后作为生产用水回用于机械修配保养场，其余达标

废水用于道路和场地内的洒水降尘，及场地内的绿化用水。回用时应注意避免形成漫流流入涪江，造成水土流失。应在靠涪江一侧设置截排水沟。

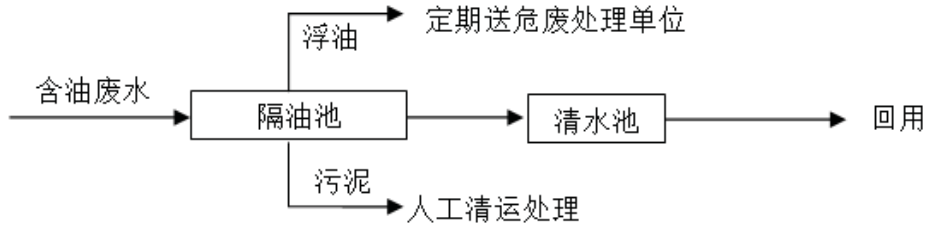


图 6.2.1-5 含油废水处理设计流程

隔油池设计水平流速均为 0.06m/s，停留时间 30min，隔油池排油除泥周期为 7d。每处主要构筑物和设备包括隔油池和清水池，其中隔油池尺寸：4m×2m×1.5m；清水池尺寸：4m×2m×2m，主要设备：浮子撇油器 2 个(一用一备)。

e) 运行效果及处理效果分析

本处理系统处理效率高，占地面积小，工程投资省，适应性强，操作方便，维护简单，工期短，出水中石油类低于 5mg/L，SS≤70mg/L，可满足 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 一级标准要求，上清液抽取用于场地冲洗，可以实现废水的回用。废油需交由当地具有危废处理资质的单位统一收集转运处置。

6.2.1.4 基坑排水处理

a) 处理目标

基坑排水的主要污染物是 pH 和悬浮物，根据类似水利水电工程监测资料，由混凝土浇筑和养护等形成的碱性水，使基坑排水 pH 值达 9~11，悬浮物浓度达 2000mg/L。基坑水通过沉淀处理后，可达到 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 一级标准(pH6~9、SS≤70mg/L)排放。

b) 处理规模

根据工程分析，一期基坑 6 天左右排干，排水强度为 2916m³/h，二期基坑 6 天左右排干，排水强度为 604m³/h。

c) 处理方案

基坑排水大部分都汇集在基坑内，与围堰渗水、自然降水混合后，污染物浓度一般较低，可采用直接向基坑排水内投加混凝剂、助凝剂的处理方法。对基坑排水水质进行监测，pH>8.5 时，混凝剂采用硫酸亚铁，助凝剂采用聚丙烯酰胺；pH≤8.5 时，

混凝剂采用硫酸铝，助凝剂采用聚丙烯酰胺。投加混凝剂、助凝剂后静置沉淀 2h，处理后上清液可用泵抽取用于大坝混凝土养护，多余的上清液可达标排放，基坑内剩余污泥定期用自卸汽车运至潼南区市政弃渣场。

基坑排水处理工艺见图 6.2.1-6。

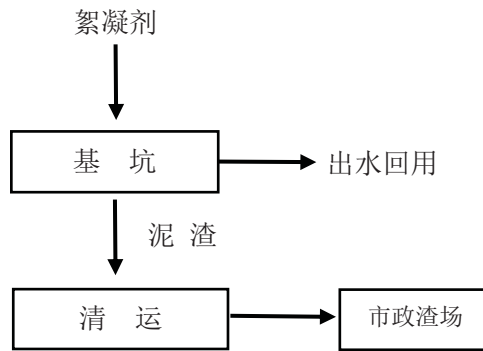


图6.2.1-6 基坑排水处理工艺流程图

基坑排水均可采用 2 台(1 台备用) IS150-125-250 型水泵进行抽排。

d) 处理效果

基坑排水经过处理后，出水水质可达到《污水综合排放标准》表 4 一级标准(pH6~9、SS≤70mg/L)，上清液通过水泵抽取优先回用于大坝混凝土养护，多余水量可达标排放。

6.2.1.5 生活污水处理

a) 处理目标

施工生活污水污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L，生活污水处理后回用于施工场地绿化或洒水降尘，处理标准为 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 一级标准，pH6~9、SS≤70mg/L、COD_{cr}≤100mg/L、BOD₅≤20mg/L、NH₃-N≤15mg/L、TP≤0.5mg/L。

b) 处理规模

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L。本工程在左岸布置施工营地，高峰期施工人数约 200 人，右岸布置业主营地和施工营地，高峰期约

1600 人，施工人员污水产生量取 100L/d·人，施工期污水总排放量约 180m³/d(左岸 20m³/d，右岸 160m³/d)。施工生活污水为连续排放，其中左岸营地生活污水处理规模按 1m³/h 进行设计，右岸营地生活污水处理规模按 8m³/h 进行设计。

c) 方案比选

方案 1：采用化粪池，施工期生活污水经过化粪池初步处理后排放。

方案 2：采用成套生活污水处理设备。生活污水属于低浓度有机废水，可生化性好且营养元素种类比较全，同时受重金属离子污染的可能性比较小。一体化处理设备体积小，处理效果好，操作简单。

方案 1 中的化粪池的造价低、运行费低，但处理效果差，难以满足本项目生活污水处理出水水质要求。成套设备比化粪池的投资高，但其处理效率高，占地面积小，操作简单，能重复使用。枢纽工程区生活污水产生量相对较大，处理要求相对较高，推荐方案 2 进行处理。

d) 推荐方案工艺流程设计

成套污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 6.2.1-7。污水设备由六部分组成：初沉池、接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年~3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，运行无噪声。

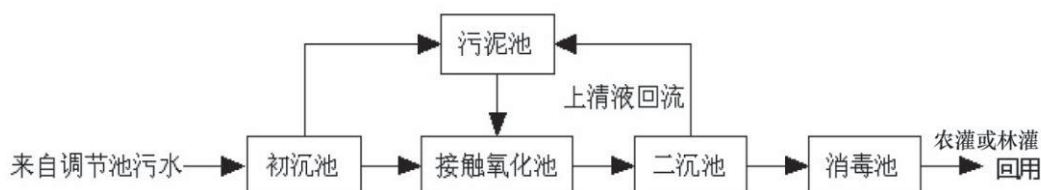


图6.2.1-7 施工区生活污水处理流程图(WSZ一体化设备)

e) 处理工艺设计

WSZ 系列一体化设备操作简单、维修方便，使用寿命长无需人员管理，处理后无污泥产生，对周边环境无污染，清水池内水还可作为道路洒水或绿化用水。工程左岸施工营地生活污水处理系统选用 WSZ-1 型，占地面积约 15m²；右岸业主营地和施工营地生活污水处理系统选用 WSZ-8 型，占地面积约 35m²。设备选型及调节池设计尺寸见表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 左、右岸施工营地生活污水处理主要构筑物尺寸及设备表

地点	构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
左岸施工营地	调节池	1 个	4m×3m×2.5m	停留时间 12h，钢混结构
	成套生活污水处理设备	1 套	WSZ-1	地埋式
	清水池	1 个	4m×3m×2.5m	钢混结构
	罗茨风机	2 台	HC-30IS	一用一备
	水泵	1 台	AS10-2CB	全自动控制
右岸业主营地和施工营地	调节池	1 个	6m×4m×3m	停留时间 12h，钢混结构
	成套生活污水处理设备	1 套	WSZ-8	地埋式
	清水池	1 个	6m×4m×3m	钢混结构
	罗茨风机	2 台	HC-50IS	一用一备
	水泵	1 台	AS10-2CB	全自动控制

f) 运行管理维护

每处生活污水处理站需设 2 名管理人员，在上岗前由设备厂家负责其技术管理培训。操作人员应严格按照操作技术规程，进行正确的操作和定期的维护。

施工人员生活污水经一体化污水处理设备处理达标后，优先用于周边区域的农田和绿化灌溉，尽可能的减少向涪江的排放。周围场地无法消纳的生活污水，应保证处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级标准后才可排放至施工区下游涪江江段。

6.2.1.6 航道疏浚底泥废水处理

航道疏浚底泥拟进行干化处理，根据工程分析，本项目航道疏浚砂卵石挖方量共计 24.67×10⁴m³，淤泥含水率一般为 75%~90%，按淤泥含水率为 80%进行计算，淤泥经干化后，含水率约为 20%，则项目淤泥干化过程产生的废水量约为底泥总量的 60%，即 14.8 万 m³，该部分废水主要污染物为 SS 和有机质。与河道就近在施工场地

选择一块平地作为本项目淤泥干化区，远离(至少 300m)居民点布设。淤泥干化区场地硬化，并做防渗处理，四周设挡水围堰，内设排水沟，淤泥干化废水经收集后，进入沉淀池进行絮凝沉淀处理，上清液通过洒水车抽取后用于场地绿化。淤泥干化废水不排放，对周边水域水质不会造成不利影响。

同时，底泥运输车辆应选用全封闭式的，以减少运输过程中的泄露。杜绝运输车辆带病作业和施工现场进行维修。定期检查，一旦发现废水泄露情况应立即维修。合理安排施工方案，严格控制施工时间。非特殊情况，不应随意延长工期，尽可能在设计时间内完成施工进度。在恶劣气象条件下，如果超出车辆安全系数，应停止运输，避免发生车辆倾斜或翻车事故，引发次生污染事件。加强运输管理，运输过程中必须注意防止泥浆泄露，运输车辆不得超载，避免造成二次污染。

6.2.1.7 三块石砌石坝拆除污染控制

为避免三块石坝体拆除时泥沙下泄对下游造成影响，在拆除前对坝前进行清淤，采用吸泥机将污泥排出，减少施工过程泥砂扰动，同时，可以在水库内不定点抛石，以防止淤泥冲刷过快。大坝拆除后，对河床的淤泥进行疏浚，尽最大可能将河流恢复原始的状态。

坝前清淤污泥运至淤泥干化场处置，干化场设计要求、淤泥干化废水的收集处理、干化淤泥的处置方案等与航道淤泥处置相同，可结合一同布置。

6.2.2 运行期水环境保护措施

6.2.2.1 库底清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)的规定，为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响，在水库蓄水前必须对库底进行清理。清理工作完成后，由重庆市移民局、建设单位、设计单位、潼南区人民政府以及其他相关单位的领导与专家组成验收工作组对库区进行验收，验收合格后方能进行水库蓄水。双江航电枢纽工程库底清理无特殊清理，仅有一般清理。

a) 清理依据

- 1) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)
- 2) 《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL644-2014)
- 3) 卫生、环保、劳动安全等行业部门规程规范及要求

b) 清理原则

1) 水库库底清理应由区政府主导实施，县乡村各级政府参与，明确分工，落实责任；

2) 水库库底清理应和卫生防疫相结合，执行国家有关的卫生要求；

3) 水库库底清理应注意生态环境保护，避免对淹没线上的生态破坏，对珍贵的或有经济价值的树木应尽量移植保护；

4) 水库库底清理涉及的专业项目清理，相关各专业单位要参与；

5) 水库库底清理的时机要适宜，过早和过迟都不合适。

c) 清理范围

库底清理范围可分为一般清理和特殊清理两部分，特殊清理是为开发利用水域而开展建设项目所在区域的清理。双江航电枢纽工程不涉及特殊清理。

1) 一般建(构)筑物清理包括房屋、附属建筑物清理，其清理范围为居民迁移线以下区域。大体积建(构)物清理范围为居民迁移线以下至死水位(含极限死水位)以下 3m 范围内。

2) 林木清理范围为正常蓄水位以下的水库淹没区。

3) 易漂浮物清理范围为居民迁移线以下的区域。

4) 卫生清理范围为居民迁移线以下(不含影响区)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上下，应进行整体处理。

d) 清理技术要求

1) 建(构)筑物的拆除与清理

(1) 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。

(2) 对库岸稳定性有利的建(构)筑物基础、挡土墙等可不予拆除。

(3) 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。

(4) 对大型分期蓄水水库的大体积建(构)筑物的清理计划，应进行必要的论证后确定。

(5) 对拆除量大或技术复杂的大中型工程及特殊行业的建(构)筑物，应单独编制清理设计方案，经相关部门批准后实施清理。

2) 林木砍伐和迹地清理

(1) 林木经清理后，残留树桩高度不应超过地面 0.3m。

(2) 砍伐林木应符合国家有关规定。

3) 易漂物清理

(1) 建(构)筑物清理后易漂浮材料，不堆放居民迁移线以下。

(2) 易漂浮物清理方案结合库区地形、地质、交通条件，根据国家及地方相关规定、制定简易、便于操作的清理措施。

(3) 易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗撒。

4) 卫生清理

(1) 粪便消毒处理后应达到《粪便无害化卫生标准》(GB7959)的指标要求，由县级及以上疾病预防控制中心提供检测报告。

(2) 传染性污染源应按 100%检测，其他污染源按 3%~5%检测。

5) 固体废物清理

(1) 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》(GB16889)、《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485)。

(2) 如果满足或经过处理后满足《城镇垃圾农用控制标准》(GB8172)，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。

(3) 以施用于农田为目的的垃圾处理可以在原堆放地进行，施用于农田部分之外的垃圾剩余部分应与生活垃圾一起进行处理处置。

6.2.2.2 管理区生活污水处理

枢纽管理区主要污染源为管理人员产生的生活污水、生活垃圾等。双江航电枢纽运行期枢纽管理人员 80 人，管理人员生活污水量产生量为 120L/d，运行期全部管理人员生活污水产生量为 9.6m³/d。类比城市生活污水指标，主要污染物 BOD₅ 浓度值 150mg/L，COD 浓度值 250mg/L，BOD₅ 产生量 1.44kg/d，COD 产生量 2.4kg/d。

管理区生活污水处理沿用施工期右岸业主营地的 WSZ-1 一体化污水处理设备，其处理能力为 1m³/h，管理区生活污水经处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4(二类污染物)一级标准后排放至枢纽下游涪江江段。

6.2.2.3 电厂油污水处理

双江电厂运行期的油系统分为透平油和绝缘油，分别储存在透平油罐和绝缘油罐

室内。机组或变压器检修时，油管、轴承等设备中的污油进行专门收集，储存于污油罐，各油系统均配置有油处理设备，能回用的污油经过透平油处理机处理后回用，不能回用的污油交由有资质的单位收集处置。发生爆炸或泄漏事故后，废油均截留在设有挡油坎的油罐室内，不会外泄。

电站运行期油污水主要来源于机组或者变压器检修时透平油或绝缘油处理设备和管路渗漏产生的地面冲洗含油废水。为了防治油污染，一方面要加强管理，避免渗漏，做到清洁生产，另一方面在油处理室设置集水坑收集油污水，通过油水分离器处理后的废油进行回收，废水回用于浇洒道路、花卉、树木等。设置油水分离装置 2 台，每台处理能力 10m³/h，该分离器处理后的废水含油量可以降至 5mg/L 以下，达到《污水综合排放标准》表 4 一级标准要求后排放至双江枢纽闸坝下游涪江江段。

6.2.2.4 航运污水处理

a) 船舶生活污水处理

船舶应当按照规范要求设置与生活污水产生量相当的处理装置或储存容器，船舶生活污水应申请海事船舶接收，不得在码头水域排放。

b) 过闸船舱底油污水处理

《73/78 国际防污公约》规定，400 总吨位以上的非油船和油船机舱舱底水的排放必须通过油污水分离装置。根据《海船防污染结构与设备规范》和《内河船舶防污染结构与设备规范》，400 吨级及以上吨级船舶的都应安装油水分离装置。《中华人民共和国防止船舶污染内河水域管理规定》规定，到港船舶不得在港口水域内排放舱底油污水。船舶舱底油污水应申请海事部门船舶接收。

经计算，双江库区内航行船舶 2025 年船舶舱底油污水发生量为 34.05t/a，船舱底油污水平均含油浓度 2000mg/L~20000mg/L。船舶舱底油污水如不经处理直接排放，对水环境带来严重不利影响。航道内禁止直接排放船舶底油污水，船舶舱底油污水由船舶自带的油污水收集装置收集，并送岸上的油污水接收装置接收，由含油污水处理设施处理，达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级标准后排放。

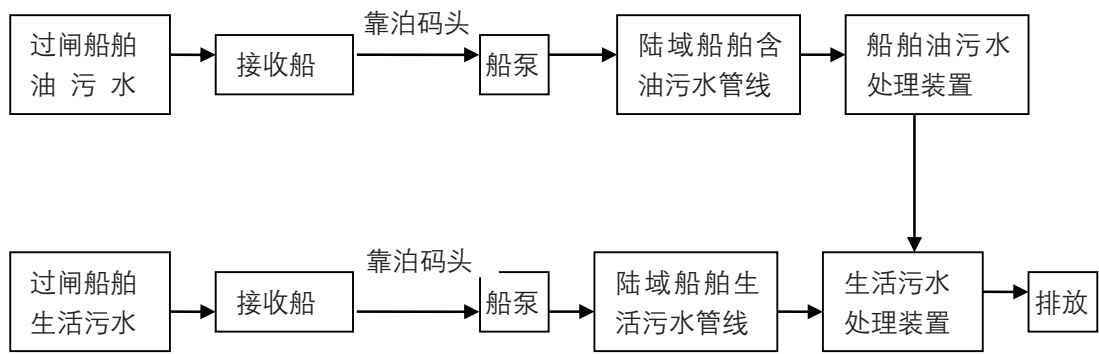


图6.2.2-1 过闸船舶生活污水、舱底油污水收集处理工艺流程

海事部门对船舶进出港舱底油污水实行例行检查，即船舶靠泊码头时，海事部门立即登船对船舶的含油污水存量进行测量并记录，在船舶驶离码头时再次登船检查，复核码头停靠期间含油污水存量变化情况，有效地控制和杜绝船舶停靠时的舱底油污水偷排，从而保证到港船舶不在码头水域排放舱底油污水。

6.2.2.5 生态用水保障

a) 施工期

枢纽工程施工总工期为 55 个月，其中第一年 10 月底至第三年 10 月底为主体工程施工期，共 25 个月。施工期导流程序为一枯堆筑一期枯水围堰，由左侧河道及汉江过流，船只由汉江通行；一汛由全年基坑围堰挡水，由已建三孔泄水闸、三孔冲砂闸、左岸河道及汉江过流；二枯堆筑二期枯水围堰，由已建三孔冲砂闸、三孔泄洪闸及汉江过流；二汛在第三年 4 月底拆除完厂房全年围堰、二期枯水围堰及三块石溢流坝后，将 3 孔冲砂闸和 15 孔泄洪闸下闸蓄水，由完建的右侧三孔泄洪闸和三孔冲砂闸调节水位，5 月底，3 孔冲砂闸和 15 孔泄洪闸均具备过流条件，导流任务完成。

从导流程序来看，施工期间，涪江河道不断流，下游河道水文情势变化不大，水量影响很小。

b) 蓄水初期

根据进度安排，本工程在第三年 11 月初下闸蓄水，设计流量选用 11 月份 5 年一遇月平均流量 $248\text{m}^3/\text{s}$ ，并同时考虑生态基流需要，采取边蓄边供的方式。本工程正常蓄水位为 249.00m ，下闸时泄洪冲砂闸上游水位为 236.40m ，考虑安全监测需要及蓄水速率要求，可按不超过 $2\text{m}/\text{d}$ 的速率控制，初步计算蓄水时间最长约需 10 天。初期蓄水期间，可通过将部分闸门开启或控制闸门开启幅度(10° 、 20° 、 30° 等)下泄生态

流量，保证枢纽下游涪江江段满足生态需水要求。

c) 运行期

双江航电枢纽为低水头日调节电站，运行期主要通过机组发电和大坝泄流下泄水量。其主要的工况如下：

1) 厂房发电运行：电站安装 3 台灯泡贯流式水轮发电机组，单机容量 16MW，总装机 48MW，额定水头 10.2m，单机引用流量 $176.9\text{m}^3/\text{s}$ ，最小发电流量约 $62\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足坝址下游 $66.15\text{m}^3/\text{s}$ (4 月~8 月 $132.3\text{m}^3/\text{s}$)的最小下泄流量需求。

2) 大坝泄洪运行：当坝址来流量大于停机流量 $2880\text{m}^3/\text{s}$ 或上下游水位差小于最小工作水头 6.4m 时，机组停止发电，通过调整泄洪闸门开启弧度按来流下泄，可以满足坝址下游 $66.15\text{m}^3/\text{s}$ (4 月~8 月 $132.3\text{m}^3/\text{s}$)的最小下泄流量需求。

3) 极端工况运行：当遇极端工况电站不能发电且上游来流量较小(小于 $62\text{m}^3/\text{s}$)的情况下，可通过调整泄水闸弧门开启高度(临近右岸厂房侧闸孔)来控制下放生态流量，原则上按来水流量全部下泄的要求执行。

d) 生态流量监测监控措施

由于双江枢纽具有日调节性能，因此在日内可能出现下泄流量波动，为保证下游生态流量稳定泄放要求，设置生态流量在线监测系统，具体为：在坝址下游 100m 处设置 1 套超声波河道生态流量监测系统进行在线监测，通过光纤以太网接入水库计算机监控系统及相关监管部门，当坝址下游生态流量监测设施显示下泄流量低于生态流量时，能够及时报警。

生态流量在线监控采用图像监视系统，对生态流量泄放情况的实时监视。图像监测系统由远程图像监测站和视频站组成。图像监测站主要采用定时抓拍和自主抓拍图像两种形式，定时或根据需要向视频站上传图片；视频站接收并保存图像，提供图像查询和查看功能。结合电站实际情况，遥测监测站设在设计洪水位以上，地基稳定，并使摄像头可以拍摄到生态流量出水口，以直观掌握实时生态流量信息。监测站设备由摄像头、遥测终端(RTU)和通信模块组成。

建议建立水行政主管部门与电厂之间的监控系统。工程初期蓄水期，通过对泄水建筑物闸门开度的监控，确保下泄流量满足要求；运行期常规情况下，对机组发电过程进行监控，运行期机组检修情况下，通过对闸门开度的监控，确保最小生态流量满足下游用水及生态流量要求。

6.4.2.6 水库水质保护

双江航电枢纽库区内分布有潼南区供水水源引水口人工运河，库区水质的清洁安全直接关系到人民群众的身体健康和生命安全，所以加强库区环境管理，做好水库管理区水环境保护措施，保障供水水源地水质安全是建库后必须高度重视的关键工作。

a) 加强库区及坝址下游涪江两岸的水污染防治工作

运行期加强库区及上游河段的水资源保护，做好水源涵养工作。加强双江水库库区水面漂浮物的清理工作，水库坝前设置拦污栅，定期由专人清除漂浮物，采用视频监控技术对电站坝前水面环境实施在线监控。搜集的漂浮物运至坝区的垃圾转运站，每周定期清运至固定的垃圾填埋场进行填埋。按照《重庆市潼南区人民政府办公室关于进一步明确区内水域清漂保洁工作职责的通知》(潼南府办[2018]19号)相关要求，潼南区人民政府相关部门要加强双江航电枢纽库区河道保洁监督管理，建立完善在线监控、群众投诉相结合的监管考评体系。

尽快实施潼南区涪江流域水环境综合治理项目(一期)，包括涪江沿线乡镇污水管网工程(59km)，潼南区大佛坝片区污水管网工程(34km)，潼南高新区综合管网工程(3.86km)，涪江沿线污水处理设施工程(新建梓潼街道八里村、双江镇双林村、新店村、龙门村、古溪镇九岭村、上和镇石镜村等污水处理站)，涪江沿线乡镇(古溪镇)河流整治工程，潼南区田家镇、玉溪镇等7个乡镇水厂改造工程，潼南区大佛坝污水处理厂及配套管网建设工程，潼南区场镇污水管网建设工程等。项目总投资12.27亿元，已于2020年8月21日正式招标。

涪江流域水环境综合治理项目实施后，结合《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020年)》(潼南府[2016]35号)、《重庆市涪江“一河一策”实施方案》和《遂宁市人民政府关于印发<涪江流域(遂宁段)水环境治理工作方案(试行)>的通知》(遂府函[2017]155号)等文件要求，进一步加强库区乡镇生活污水治理和农村面源防治，分年度实施库区农村人居环境整治，完成涪江干流及库区支流“一河一策”的水污染防治和水环境治理任务，库区基本建成与全面小康社会相适应的农村垃圾污水、卫生厕所、村容村貌治理体系，实现农村人居环境明显改善。重点做好以下工作：

- 1) 依法清理集中式饮用水源保护区内水产、畜禽养殖、违法建筑和排污口。
- 2) 完成城市污水处理设施建设与改造，完成乡镇污水处理设施建设全覆盖，全面加强配套管网建设。通过城镇生活污水点源治理等削减点源污染负荷，通过新建城

镇二三级管网，提高城镇污水收集效率，污水处理厂提标改造、技术改造，强化污水处理厂处理效果等，最大程度削减生活点源污染。

3) 防治畜禽养殖污染，防治水产养殖污染，控制农业面源污染。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。实施禽畜养殖污染控制，规范非规模化禽畜养殖，确保清水入河。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，确保清水入河。全面禁止江河、水库和网箱养鱼，整治塘库堰施肥养鱼。

4) 加快农村环境综合整治，开展重点河流污染综合治理。推进美丽乡村建设。以生活污水、生活垃圾处理为重点，综合整治农村环境。

本工程涉及区域人口、城镇密集，城镇化水平高，经济发展速度较快，突发性水污染事件及水库富营养化存在一定的不可控制性因素，建议开展水库富营养化、水质风险防范与应对的关键技术研究，加强自身能力建设，为库区水质保护提供科学依据。建议对《重庆市潼南区水污染防治行动计划实施方案(2016-2020年)》、《涪江流域(遂宁段)水环境治理工作方案(试行)》实施效果进行跟踪评估，根据评估结果进一步提出有针对性的双江水库库区水污染防治规划并实施，以确保水库库区和下游水环境安全。

b) 饮用水源保护

1) 加强人工运河引水闸上下游饮用水源保护，采取水源地污染防控等措施，确保城镇饮用水源保护区水质达标率 100%。

2) 加强渝西水资源配置工程拟新建的双江泵站、桂林泵站上下游饮用水源保护，按照《重庆市渝西水资源配置工程环境影响报告书》(2020年)及其批复意见的要求，依法划定饮用水源保护区，并按照饮用水源保护区保护要求落实相关措施。

3) 加强和巩固水源地陆域范围的绿化，以减少水土流失。健全饮用水水源水环境监控制度，乡镇饮用水水源地每3年至少进行一次水质全指标监测分析。加强水源自动监控能力建设，提高监测和管理水平。定期开展饮用水水源污染排查和整治，保障城镇饮用水水源水质安全。

c) 加强航道运输管理

加强涪江干流潼南段航道的运输管理，禁止运输交通运输部公告(2019)第30号《内河禁运危险化学品目录(2019版)》货种，航运船舶需安装配备污水和垃圾的收集

储存设施，船舶停靠码头后统一运至岸上处理，禁止随意排入河道。

d) 库区范围畜禽养殖“三区”划分调整建议。

根据《潼南区畜禽养殖禁养区划定调整方案》(潼南府办发[2019]100号)，对禁止或限制畜禽养殖企业布局的区域分别划入禁养区、限养区并进行分类管理，优化区域畜牧业生产布局，改善环境质量。双江航电枢纽库区涉及的米心镇、玉溪镇的城镇建成区为禁养区，涪江沿岸200m陆域范围为限养区，其他区域为畜禽养殖的适养区。

本次环评结合双江水库水质保护要求，对畜禽养殖“三区”划分提出调整建议。建议双江库区涪江沿岸200m陆域范围从限养区调整为禁养区，科学控制流域内养殖总量，进一步减少畜禽养殖污染物产生量和入库排放量，降低水库水质降低的风险。

6.4.2.7 人工运河内取水口水质保护

根据5.2.4.2章节的影响分析，人工运河在引用流量大幅减少后，水体自净能力下降，水环境也将受到一定的不利影响。而且，目前潼南区城北水厂的取水口仍位于原大岩洞电站上游，从运河内取水，随着运河内水环境的改变，水厂取水存在一定的水质风险，虽然《重庆市潼南区城乡总体规划(2014年编制)》、《潼南区城市供水设施建设(改造)规划(2015-2020)》等规划均提出了要调整取水口，但据了解目前仍没有迁移取水口的时间计划。

出于城镇供水保证100%安全的考虑，本次环评提出应建立城北水厂饮用水源地环境风险应急预案，结合潼南区生态环境局对人工运河饮用水源地的例行监测，通过加强对水厂取水口、运河进水闸前、取水口上游运河内的水质动态监测，随时监控水质变化情况。建立运河生态流量与水质保证的联动机制，如发现运河内有水质恶化的趋势，立即启动风险应急预案，通过加大运河引水量来增加河道内的流量，提高运河水体水动力条件和水体自净能力，遏制运河水质下降的趋势。如双江库区内发生污染事故而使水库水质恶化时，则应立即关闭三块石引水闸，短时间内让人工运河封闭运行，待涪江干流水质恢复正常后再开启三块石引水闸。

同时，鉴于城北水厂大岩洞取水泵站有迁改的规划，本次环评也建议潼南区人民政府应结合渝西水资源配置工程的建设进度，尽快调整城北水厂的取水口，不再从人工运河内取水。

6.3 生态环境保护措施

6.3.1 陆生植被保护措施

6.3.1.1 生态影响的避让措施

a) 施工期严格管理可能引起林火的施工作业，对施工人员加强管理，禁止在林区野外用火。

b) 加强外来入侵种的防治工作。目前防止外来物种入侵的方法主要有人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。结合工程特点，建议采取以下措施防止外来物种的入侵：加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传，严禁私自带入未经严格检测、评估的外来物种；在森林砍伐迹地，外来种最容易入侵，在临时占地的地方要及时绿化等；水土保持和绿化树种、草种优先采用本地乡土。

c) 库底清理的林地清理对象为清理范围内的园地、林地中的各类林木、零星树木及残余的易漂浮物。应严格按照清理技术要求，在库底清理范围内对库区植物进行清理，避免破坏清理范围外的植被，保护库区周围的陆生生态系统。

6.3.1.2 生态影响的减缓措施

a) 施工前划定施工活动范围，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

b) 为了防止施工占地表层土的损耗，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。

c) 设置警示牌：施工期间，在各主要施工区、生态敏感区及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

6.3.1.3 生态影响的恢复与补偿措施

a) 加强库周生态防护林体系建设，对库岸及绿化区种植的各类植物进行有效管理，发现有死亡的林木应及时补种。并选用项目所在地适生性强、生快长、自我繁殖和更新能力的植物种类进行植被恢复。

b) 恢复河滩植被，河滩地作为湿地鸟类栖息生境需要加强保护，禁止在河滩地开荒种地，加强坝址下游河滩地生境的保护和洲滩植被恢复。坝址下游区域的河道整治工程、护岸工程将会对坝下区域河漫滩植被产生一定的破坏，在坝下相关工程完成后应及时对受影响区域的河滩植被进行修复。施工结束后及时清理施工现场，创造适宜植被恢复的土壤条件，物种种类选择水蓼、双穗雀稗、穗状狐尾藻等种类，恢复前期可现在近水边撒播水蓼和双穗雀稗种子，生长 1 年~2 年后，形成稳定的群落后在

临近水边栽植穗状狐尾藻，尽量使水生植被逐渐恢复至施工前状态。

c) 水库两岸边坡设计应加强生态防护和美化设计的配合协调，根据地形、地质条件及坡面植被覆盖情况，尽可能放缓坡度而直接种植树木、草坪及灌木防护绿化。同时采取护坡、挡土墙等防护措施，并按原有植被种类进行植树，以使其恢复原有生态状态。

6.3.1.4 生态影响的管理措施

a) 制订工程建设的生态保护规定。成立项目生态保护工作领导小组，明确职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态保护工作的领导和监督。

b) 在工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立生态管理及报告制度。

c) 加强对施工人员、周边居民的宣传教育培训工作，树立生态绿色施工理念，提高环保认知。

d) 加强对施工人员及施工活动的管理。施工过程中，加强人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线的生态环境。

6.3.1.5 对重点保护野生植物的保护措施

根据影响分析结论，评价区内调查到的野大豆不受工程施工直接影响，但由于距离左岸施工区较近，考虑采取就地保护措施；野菱位于库区范围，收到水库蓄水的直接影响，考虑采取迁地保护措施。

水库蓄水前，可在每年野菱盛果期(9月~10月)选择具有本品种特征，果大，形圆整饱满，皮色深的老菱留种，种植于下游运河大巷村支流岔口浅滩区，同时在清库前将区域内的野菱全部采集移栽与运河大巷村浅滩区，选择适宜的浅水区域播种，对其进行异地恢复。后期运河水位虽有下降，但支流区域能够保证野菱的需水要求，同时在运河水位下降后可按照上述的方法将野菱种子种植于运河内，工程运行期，运河水量调整，水深约1m左右为适合野菱生长的水位，不仅能保护野菱的生长，同时对改善水质也有一定的有利影响。

野大豆所在区域为河滩区域，地势较平坦，建议在距离野大豆分布区域外围5m处设置木质围栏，设置野大豆野生种质资源植物的保护宣传牌，并描述野大豆识别特征，同时设置严禁踩踏、堆压等施工活动的警示牌。由于工程施工时间超过野大豆的生长周期，建议在夏秋野大豆的生长季节对施工营地区进行洒水降尘，同时对野大豆

进行喷水，减少叶表面降尘，减小对保护植物的影响。

6.3.2 陆生动物保护措施

6.3.2.1 生态影响的避让措施

a) 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

b) 优化料场、施工营地、施工道路等临时占地，通过选址合理性分析论证，尽量减少对河流两岸自然植被的破坏，避免占用动物生境。施工中尽量避免破坏动物栖息的洞穴、窝巢等，若施工过程中发现动物的卵或幼体，应及时交由专业人员护理或上报潼南区林业部门。

c) 施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

d) 评价区内部分野生动物是一些自然疫源性疾病的传染媒介。工程施工及库区蓄水后将侵占它们的部分栖息生境，它们在转移过程中会导致周边局部范围的种群密度增高，这种情况下，要重视对非淹没区的人、畜和工程施工人员的防疫工作。

6.3.2.2 生态影响的减缓措施

a) 优化设计方案，尽量减少开挖、动土面积，降低开挖影响范围，如尽量优化坝址两岸的施工场地、生活营地、临时便道等选址，减少对植被的影响和破坏。

b) 在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水处理达标后回用或排放。

c) 施工期间加强料场、暂存料场等的防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染。

d) 鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

e) 对施工期产生的扬尘污染，需严格执行以下措施加以消减，减缓扬尘对鸟类的影响。配备洒水车，定期在易产生扬尘污染的土石路面和多粉尘施工区洒水降尘；选用燃油效率高、尾气排放量小的施工机械和车辆；爆破前向预爆体表面洒水，湿润表面，以便减少爆破时产生的粉尘；爆破后马上进行洒水喷雾，控制粉尘蔓延，最大限度地减少粉尘的产生量；散装水泥采用罐装封闭运输，避免运输期间的漏洒现象。

f) 施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

6.3.2.3 生态影响的恢复和补偿措施

a) 在植被覆盖率高的河岸采用加密绿化带，防止噪声对动物的不利影响，有利于动物适应新的生境。

b) 工程完工后，临时用地如料场、临时道路、工人生活区等区域，应尽快进行植被恢复工作，并结合动物栖息地特征选择适宜的乔、灌、草本等植物进行搭配。

6.3.2.4 生态管理措施

a) 在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

b) 定期开展生态监测和管理。加强对区域分布的重点保护动物的调查，主体工程主要集中在枯水期，应加强湿地鸟类尤其是冬候鸟的监测与调查。在施工过程中发现有重点保护野生动物，及时上报林业部门；运行期主要监测生境的变化，动物种类变化、种群分布情况等变化。

c) 评价区分布的野生动物中，一些种类肉味鲜美或有较高的经济价值如黑眉锦蛇、乌梢蛇、绿头鸭、灰胸竹鸡、环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠、草兔等，需做好施工人员的教育和管理的工作，防止偷猎捕杀的现象发生。

6.3.2.5 野生重点保护动物的保护措施

对于重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物及国家、省级重点保护野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对施工区域内可能出现的又极易被捕杀的重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义及对捕

杀野生保护动物的惩罚措施。

加强施工人员的宣传教育，严禁故意惊吓或捕猎评价区内的保护动物，干扰其正常生活，施工过程中如遇到受伤个体应及时向林业部门反映。特别是重点保护动物中经济价值或食用价值较高者易成为施工人员的捕捉对象，需加大对保护动物的宣传力度和对非法捕猎的打击力度。避免夜间作业，避免灯光、噪声、振动等对涪江两岸内动物活动的干扰。

根据本工程特性，结合评价区重点保护动物习性，工程所产生的影响建议采取的保护措施见表 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 评价区重点保护动物保护措施一览表

种名	保护等级	分布	保护措施
1. 雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	国家 II 级	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带。	工程并未淹没或占用其主要生境，雀鹰、乌灰鹞和普通鵟为冬候鸟，其主要保护措施为：严禁施工人员的猎捕，严格管理废水、废气及生活污水的排放；禁止夜间高噪声施工；加强涪江两岸林地、灌草地等生境的保护，控制两岸农业面源污染和水土流失对栖息生境的不利影响。
2. 乌灰鹞 <i>Circus pygargus</i>	国家 II 级	栖息于低山丘陵和山脚平原以及森林平原地区的河流、湖泊、沼泽和林缘灌丛等开阔地带。	
3. 普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	国家 II 级	主要栖息于山地森林和林缘地带，常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。	
4. 斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	国家 II 级	主要栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛。	
5. 游隼 <i>Falco peregrinus</i>	国家 II 级	栖息于山地、丘陵、沼泽与湖泊沿岸地带，也到开阔的农田、耕地和村屯附近活动	
6. 燕隼 <i>Falco subbuteo</i>	国家 II 级	栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、海岸、疏林和林缘地带，有时也到村庄附近，	

6.3.3 水生生态保护措施

6.3.3.1 涪江流域规划环评保护要求

a) 规划环评对水生生态保护的总体要求

《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》提出了栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流、下泄水气体过饱和减缓措施、生态调度、鱼类救护及风险事故应急、加强渔政管理、渔业生态补偿、生态环境监测措施等水生生态保护措施。报告书提出：

“琼江与涪江相通，其汇入涪江干流河口位于安居航电枢纽工程下游约 2km 处，考虑琼江与涪江的联通性及生境的相似性，可以将其作为涪江潼南江段的替代生境用于鱼类栖息地保护。琼江作为涪江干流鱼类替代生境，将建议限制其它可能影响鱼类替代生境的开发活动，并将琼江联通涪江的河段设为保护区河段或设置禁渔区”；“下一阶段项目环评过程中，应结合各规划梯级的具体建设内容，通过深入分析工程建设对沿河附近鱼类“三场”的影响程度，科学选取生境再造的方法，保证水坝下游河段的环境异质性，为多样化的鱼类提供生存的生境”。

b) 规划环评及审查意见对本工程的要求

《涪江干流潼南段梯级规划调整》规划方案未对 4km 航道疏浚提出具体解决方案，规划环评只针对航道疏浚进行初步分析，提出减缓航道疏浚影响的初步措施。因此下一步在双江梯级航电枢纽项目环评中应结合水生生物体的调查结果，结合航道疏浚具体方案对航道疏浚造成的对涪江水生生物和鱼类的不利影响进行充分论证，从减缓、恢复角度提出针对性的修复补救措施。

c) 嘉陵江回顾性评价对水生生态保护的总体要求

《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾性评价报告》中提出：嘉陵江下游的两条大型支流分别是涪江和渠江。涪江发源于四川省境内，在潼南县米心乡进入重庆，流经潼南县和铜梁县，在合川城区汇入嘉陵江，在重庆境内流长约 124.5km。涪江重庆段已建有三块石、富金坝、安居、渭沱 4 座枢纽工程，正在建设潼南枢纽，河道已基本渠化。最下面一级渭沱枢纽距涪江与嘉陵江的汇合口仅 23km，且完全在草街枢纽回水范围内。嘉陵江流域需要激流环境产卵的鱼类如大口鲶等在涪江已不可能繁殖。基于上述分析，报告认为将渠江重庆境内 74km 江段作为后续工程建设的替代生境较为适宜，此外，还应加强嘉陵江干流草街坝下至河口 68km 江段 4 处产卵场的保护工作。

6.3.3.2 水生生态保护总体思路和规划布局

根据规划环评及其审查意见对本工程的水生生态保护要求、本工程实际影响以及水电开发最新环境保护政策要求，提出本工程水生生态保护措施，包括鱼类栖息地保护措施、鱼类增殖放流、过鱼措施、优化水库生态调度、水生生态跟踪监测等。

6.3.3.3 栖息地保护

a) 保护目标

本河段的主要保护要求为维持或改善本河段鱼类种类、种群数量和维持鱼类重要生境的规模和功能。干流栖息地主要保护对象为鱼类重要生境的规模和功能、珍稀保护鱼类和其它受水电开发影响的鱼类。干流栖息地主要保护对象为珍稀保护鱼类和其它受水电开发影响的鱼类。

因此，栖息地保护对象是胭脂鱼、岩原鲤、长薄鳅、鲮这 4 种珍稀保护鱼类和涪江干流双江段的重要鱼类生境的规模和功能。

b) 栖息地保护河段选择及可行性分析

1) 库尾以上河段

双江航电枢纽回水到三星电站坝下，库区三星电站坝上为绥宁市范围，库尾河段已没有适合作为栖息地保护的河段。

2) 库区河段

双江航电枢纽运行后，库区的水位和流速较建库前未发生明显变化。双江航电枢纽蓄水在汛期 4 月~6 月内对库区内菜棒子、毛鞍子产卵场基本没有影响，对白杨滩、响水滩、猪槽石滩、坛罐窑的影响不大。但对绣台子、金毛滩、抬梁沱 3 个产卵场影响较为明显。库区的水文情势较建库前已经发生了部分改变，不建议再作为栖息地保护河段。

3) 坝址以下干流河段

潼南航电建成后，渠化航道里程为 13.22km，回水至三块石拦河坝下 4.5km，涪江潼南段仅三块石坝下 4.5km 长河段未渠化。潼南航电枢纽环评阶段已将潼南境内涪江上游三块石电站大坝至下游潼南航电枢纽工程大坝之间的涪江干流及支流(包括人工运河)的所有水域设为全面禁渔区。双江梯级建成后，将拆除原三块石拦河坝，废弃三块石电站和大岩洞电站，保留三块石水闸和莲花寺水闸，取消人工运河航运功能，调整人工运河水量为仅满足下游饮用、灌溉、生态要求流量(14m³/s)，其余水量将全部放入涪江，因此增加了枯期涪江干流流量。与现状相比，将加宽涪江的水面深度与宽度，提高下游涪江水位，恢复枯期河道生态。

4) 支流

(1) 坛罐窑河

坛罐窑河又名白家河，为涪江右岸一级支流，发源于遂宁市西眉镇，于双江镇火炉湾入境潼南，至双江镇坛罐窑汇入涪江，坛罐窑河潼南段干流长 5.25km，流域面积 35km²。2019 年 7 月，调查人员在坛罐窑河杜家院子段使用地笼网、流刺网进行

了鱼类资源调查。现场调查到鱼类 14 种，渔获物以鳅、马口鱼、宽鳍鱲、中华鲌、泥鳅、鲫等小型鱼类为主。

坛罐窑河潼南段干流仅长 5.25km，且建设有 5 座拦河坝，生境破碎化较为严重，不适宜作为鱼类栖息地。



坛罐窑河拦河建筑较多

(2) 姬山河

姬山河属涪江一级支流，发源于古溪镇作坊湾，经玉溪、群力至桂林街道汇入三块石人工运河，姬山河干流长 27km，流域面积 64.8km²。2019 年 7 月，调查人员在姬山河下游使用地笼网、流刺网进行了鱼类资源调查。现场调查到鱼类 14 种，渔获物以鳅、马口鱼、宽鳍鱲、中华鲌、泥鳅、鲫等小型鱼类为主。

姬山河建有多座拦河灌溉坝，最下一个拦河坝距离河口约 3km。且姬山河下游汇入人工运河不直接汇入涪江，涪江中的鱼类难以直接进入姬山河。因此姬山河不适宜作为鱼类栖息地。



姬山河周边以农田为主，人为干扰较为明显

(3) 双江河

双江河为涪江右岸一级支流，发源于柏梓镇侯家湾村，至双江造纸厂汇入涪江，双江河干流长 20.7km，流域面积 95.7km²。2019 年 7 月，调查人员在双江河下游使用地笼网、流刺网进行了鱼类资源调查。调查表明双江河鱼类资源并不丰富，渔获物以鳅、黑鳍鳊、中华鲮、鲤、鲫等静水鱼类为主。

双江河潼南段位于双江古镇景区内，人为干扰较为明显，建有多座拦河坝，最下一个拦河坝距离河口仅约 1km，且河道渠化也较为严重。因此双江河不适宜作为鱼类栖息地。



双江河河道渠化较为严重

根据《潼南江河渔业资源研究报告》论证结果，坛罐窑河、双江河和姬山河等河流鱼类以鲤、鲫、鳊属、马口鱼、鳅、泥鳅等鱼类为主。各溪流生态环境差异不大，因此，它们中的鱼类种类组成也基本一致，没有特殊的定居性鱼类，也没有成规模的鱼类重要生境分布。根据本次调查结果，评价区内的坛罐窑河、双江河和姬山河等涪江主要支流不适宜作为鱼类栖息地保护河段。

5) 嘉陵江流域其它江段

(1) 渠江重庆境内 74km 江段

根据《重庆市农牧渔业志-水产志》记载，历史上渠江重庆段有鱼类 92 种，其中鲤科鱼类 59 种、鳊科 1 种、鲃科 9 种、鲃科鱼类 2 种、鳊科 1 种、合腮科 1 种。这些鱼类中，历史上除鳊科是海淡洄游性鱼类之外，其余均为淡水性鱼类。历史上，渠江干流下游偶有达氏鲃游，一般只出现在闸坝以下。有的半洄游性鱼类如长吻鲃则只在生殖期间进入渠江。水工建筑物的修建，隔断了半洄游性鱼类的上溯。但长江、渠江同频涨水淹过闸坝时，也有少数个体进入闸坝以上。因此，构成优势种群资源的

鱼类，均为淡水定居性鱼类。有鲤、中华倒刺鲃、岩原鲤、白甲鱼等，约占渠江渔获量的 60%。渠江水系中渔获量比例最大的是鲤，约占总产量的 19%；其次为鲇，占 11% 左右，再次为白甲鱼、华鲮和岩原鲤。就其分类来看，鲤科鱼类约占全河总捕获量的 70% 左右，其中，下游以鲇、岩原鲤为主，中游则以鲤、华鲮、白甲鱼和鲇为主。

根据西南大学等单位对渠江鱼类资源的调查成果，并结合相关历史资料，现阶段渠江重庆江段共有鱼类 44 种。其中，鲤形目鳅科 3 种，鲤科 26 种，平鳍鳅科 2 种；鲇形目鲇科 2 种，鲮科 6 种，钝头鮠科 1 种，鮡科 1 种；合鳃鱼目合鳃鱼科 1 种；鲈形目鮠科 1 种，鱧科 1 种。鲤形目和鲇形目为该水域鱼类的主体，约占总数的 93.17%。渠江上游江段受草街回水影响较小，目前仍存在一定长度的流水河段，其间渠江干流李家溪、青草坝、码头场等 3 处江段有较大面积的卵石浅滩，具备南方鲇等以砾石为产卵粘附基质鱼类产卵繁殖的生境条件。该河段具有较高的栖息地保护价值。

(2) 嘉陵江干流草街坝下至河口 68km 江段

草街枢纽建成后，根据 2015 年西南大学的调查结果，利泽枢纽坝址上游 14km 的川渝边界至草街枢纽坝址 79km 的河段，目前分布的鱼类产卵场有 5 处，分别为利泽浩、泥溪嘴、思居沱、包家沱、安家溪，其中利泽浩阶段性的流水环境，尚有少量大口鲇在此产卵，其余产卵场已是库区静水，一些产卵场的功能已基本消失，仅有少数几处静水中繁殖的鲤、鲫鱼类及其他一些小型鱼类的产卵场。嘉陵江干流草街坝下江段分布有乌木浩、大沱口、毛背沱、三圣庙等 4 处鱼类产卵场，可满足胭脂鱼、鲤、蛇鮈等鱼类的产卵繁殖需求。历史上，该江段也是胭脂鱼等长江水系鱼类进入嘉陵江流域的洄游通道。因此，该河段具有较高的栖息地保护价值。

建议结合草街航电枢纽已开展的栖息地保护措施，禁止再建设各类型拦河建筑物，重点加强栖息地保护建设，研究制定栖息地保护方案与管理方案。

c) 栖息地保护区域

嘉陵江干流草街坝下至河口 68km 江段、渠江重庆境内 74km 江段。

d) 栖息地保护方案及措施

1) 加强渔政管理

根据《关于印发〈重庆市长江流域禁捕和建立补偿制度实施方案〉的通知》中关于“2021 年 12 月 31 日前，在重庆市除水生生物保护区及长江、嘉陵江、乌江干流以外的水域，完成渔民退捕，2022 年 1 月 1 日零时起，暂定实行 10 年禁捕，涉及除渝

中区以外的区县所有河流(不包括河流形成、流经的水库)。”业主单位应联合潼南区渔政部门在保护河段流经的各乡镇范围内建立和完善渔政协管体系。

2) 鱼类栖息地人工营造

(1) 修复方案

渠江上游江段受草街回水影响较小,目前仍存在一定长度的流水河段,其间渠江干流李家溪、青草坝、码头场等3处江段有较大面积的卵石浅滩,具备南方鲇等以砾石为产卵粘附基质鱼类产卵繁殖的生境条件。

建议在不影响通航的情况下,在渠江干流李家溪、青草坝、码头场等适宜江段,设置卵石、砾石、移植水草等营造鱼类栖息生境,建设鱼类人工模拟产卵场。在李家溪、青草坝、码头场处各设置2000个人工鱼巢,人工鱼巢参照鲤、鲫、鲇等产粘性卵鱼类的人工繁殖载体进行制作,主要材料以棕片为主,用竹杆加以固定成串,再根据河道的实际状况,把附着棕片的竹杆串联成排,固定在河岸及河水的表层。棕片放入水中会自然展开,象一张十分密集的网络,极易粘性卵的粘附。把棕片一端用细绳拴住,另一端系于竹杆上,一根竹杆系20个~30个,再将10根竹杆按20cm~30cm间距平行排列,两边各固定一根横杆,将其做成一个整排,再在前端系上两根长绳,便于在水中或河岸的固定。以修复产粘草基质产卵场。

(2) 可行性分析

近年来,重庆市陆续进行了珍稀特有鱼类的增殖放流和人工鱼巢、鱼礁建设,以此增加长江(重庆段)鱼类资源,修复长江(重庆段)生态环境。根据西南大学动物科技学院2014年在嘉陵江北碕江段郭家沱和三圣庙产卵场投放人工鱼巢的效果评估,通过投放人工鱼巢对江河流域产黏性卵渔业资源进行增殖,粘附的鱼卵绝大多数为鲤,少部分为鲫,人工鱼巢在实际应用过程当中效果显著。因此本项目的鱼类栖息地人工营造是可行的。

6.3.3.4 鱼类增殖放流

a) 放流鱼种

放流种类的选择原则是:根据实际情况,坚持统筹兼顾、突出重点的原则,合理确定保护对象,优先保护顺序。从重要性的角度考虑,通常按照以下顺序进行选择:列入国家级或省级保护动物名录的鱼类、列入濒危动物红皮书的鱼类、地域性特有鱼类、水域生态系统中的关键物种、重要经济鱼类;从受工程影响程度考虑,分布区域

狭窄、抗逆能力差、生境受损程度高、与工程影响水域生态环境适应性强的鱼类优先选择；依鱼类资源现状考虑，可按濒危、易危、稀有、依赖保护的顺序选择；从鱼类生活史考虑，生活史复杂、洄游距离长、繁殖条件要求高、生长繁育缓慢、性成熟年龄和繁殖周期、繁殖力低的鱼类优先考虑。

文献记录的潼南区的 81 种鱼类中，有国家二级保护鱼类胭脂鱼，有重庆市级保护鱼类 3 种，分别是岩原鲤和长薄鳅、鲮。主要经济鱼类有中华倒刺鲃、翘嘴鲃、鲢、鳙、草鱼、白甲鱼等。胭脂鱼在富金坝电站成库前可见，在成库后很少见其踪影，且目前胭脂鱼和长薄鳅在本江段难以完成生活史，因此不作为增殖对象。

目前，岩原鲤、白甲鱼、中华倒刺鲃、翘嘴鲃、鲢、鳙、草鱼人工繁殖已获得成功，有稳定的苗种来源；放流种类及规格数量符合因梯级电站建设造成下降的补充群体结构；放流种类及规格数量符合变化后的水域环境条件。建议增殖放流对象为岩原鲤、白甲鱼、中华倒刺鲃、翘嘴鲃、鲢、鳙、草鱼。

b) 增殖放流标准、数量与规格

1) 近年来类似工程增殖放流情况

嘉陵江利泽航电枢纽选定胭脂鱼、长薄鳅、白甲鱼、中华沙鳅、大口鲶、草鱼、鲢、鳙、岩原鲤、厚颌鲂、中华倒刺鲃等 11 种鱼类为人工增殖放流种类。每年向嘉陵江水域投放上述鱼类 22 万尾，放流任务初定 30 年。

2) 放流标准

增殖放流种类的确定，需要坚持统筹兼顾、突出重点的原则，在已确定的保护对象中，依据保护鱼类资源状况、生物学特性、生态环境变化趋势、技术经济可行性等方面进行综合分析，远近结合，合理优化。根据农业部《水生生物增殖放流管理规定》(农业部第 20 号令，2009 年 3 月 20 日)相关规定，“用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种。苗种应当是本地种的原种或者子一代，用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格，确保健康无病害、无禁用药物残留。”

放流的幼鱼必须是由涪江野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。建议由国家渔业行政主管部门制定放流苗种种质技术规范。

3) 放流规模与规格

根据饵料基础估算放流规模，计算公式参考《水库鱼产力评价标准》(SL563-2011)。双江航电枢纽工程影响区水体鱼产力主要由浮游植物、浮游动物、底

栖动物和水生维管束植物提供。相关计算公式如下：

$$F_{\text{浮游植物}} = BG(P/B)aV \times 100/k \quad (1)$$

$$F_{\text{浮游动物}} = BZp(P/B)aV \times 100/k \quad (2)$$

$$F_{\text{底栖动物}} = BZb(P/B)aS/k \quad (3)$$

$$F_{\text{水生维管束植物}} = Pa/k \quad (4)$$

式中：

$F_{\text{浮游植物}}$ ——浮游植物提供的鱼产力，t；

BG——浮游植物年平均生物量，mg/L；

P/B——该类饵料生物年生产量与年平均生物量之比；

a——鱼类对该类饵料生物最大利用率；

V——水库表层 10 米以内库容， 10^8m^3 ；

S——养殖面积， km^2 ；

k——鱼类对该类饵料生物的饵料系数；

$F_{\text{浮游动物}}$ ——浮游动物提供的鱼产力，t；

BZp ——浮游动物年平均生物量，mg/L；

$F_{\text{底栖动物}}$ ——底栖动物提供的鱼产力，t；

BZb ——底栖动物年平均生物量， g/m^2 ；

$F_{\text{水生维管束植物}}$ ——水生维管束植物提供的鱼产力，t；

Pa——水生维管束植物年净生产量， g/m^2 。

由于双江航电枢纽工程影响区鱼类很少以水生维管束植物为食物，因此不做计算。养殖面积按 600km^2 计算。经计算，浮游植物鱼产力 10.84t，浮游动物鱼产力 96.19t，底栖动物鱼产力 324.90t，合计 431.93t。

表 6.3.3-1 基础饵料鱼产力计算表

分类	生物量 B	P/B	a	V	K	S(km^2)	鱼产力 (t)
				(10^8m^3)			
浮游植物	1.06	70	30%	0.4868	100	-	10.84
浮游动物	2.47	20	40%	0.4868	10	-	96.19
底栖动物	3.61	3	25%	-	5	600	324.90
合计							431.93

计算出来的鱼产力是为了合理利用放流水域饵料生物资源,确定适宜的鱼类放流数量。从双江航电枢纽工程影响区水生生态调查渔获物的统计结果看,中华倒刺鲃、翘嘴鲇、鲢、鳙、草鱼在各调查点渔获物中的比例在 30%左右,岩原鲤、白甲鱼在各调查点渔获物中的比例在 5%左右。

即: $N = 431.93 \times 30\% \times 1000 + 431.93 \times 5\% \times 1000 = 15.12$ 万尾。20 年共计增殖放流 302.4 万尾。

表 6.3.3-2 鱼类增殖放流种类、数量和规格表

种类	规格	数量
	全长(cm)	(万尾/年)
白甲鱼	4~6	2
岩原鲤	4~6	3
中华倒刺鲃	6~8	3
翘嘴鲇	6~8	2
鲢	6~8	2
鳙	6~8	2
草鱼	6~8	1.12
		15.12

c) 放流规划

1) 放流时间

放流时间一般根据所在流域水文信息,选择水文条件相对平稳的时段进行放流,根据鱼苗繁殖和生长时间推算,一般设置于汛期之后。根据工程实际情况,初步设置放流时间本项目放流时间为 5 月,该时段流域水文条件较为平稳,饵料资源相对丰富,鱼苗生长基本达到放流规格,对鱼苗放流之后的成活率是有保障的。

本阶段放流任务初定 20 年,并根据鱼类资源监测情况和鱼类资源恢复状况调整放流任务,持续实施放流计划。

2) 放流地点

根据双江航电枢纽工程规划,建议放流地点涵盖工程上下游河段,为了避免在同一地点放流后遭遇极端情况,为了分担风险,保障放流的有效性,推荐采用多点放流方案。其中工程上游河段选取花房村,长沟村和店子村作为坝上放流点,工程坝下河段选择仙鹅村,新生村和大坝村作为坝下放流点。这些地点大多处于河道转弯处,河



库区放流点位示意图

d) 鱼类增殖站设计

1) 生产工艺

鱼类增殖放流站生产流程包括苗种生产和放流。苗种生产包括亲鱼收集及检疫、亲鱼培育、人工催产、孵化和鱼苗培育。工艺流程图见图 6.3.3-1。

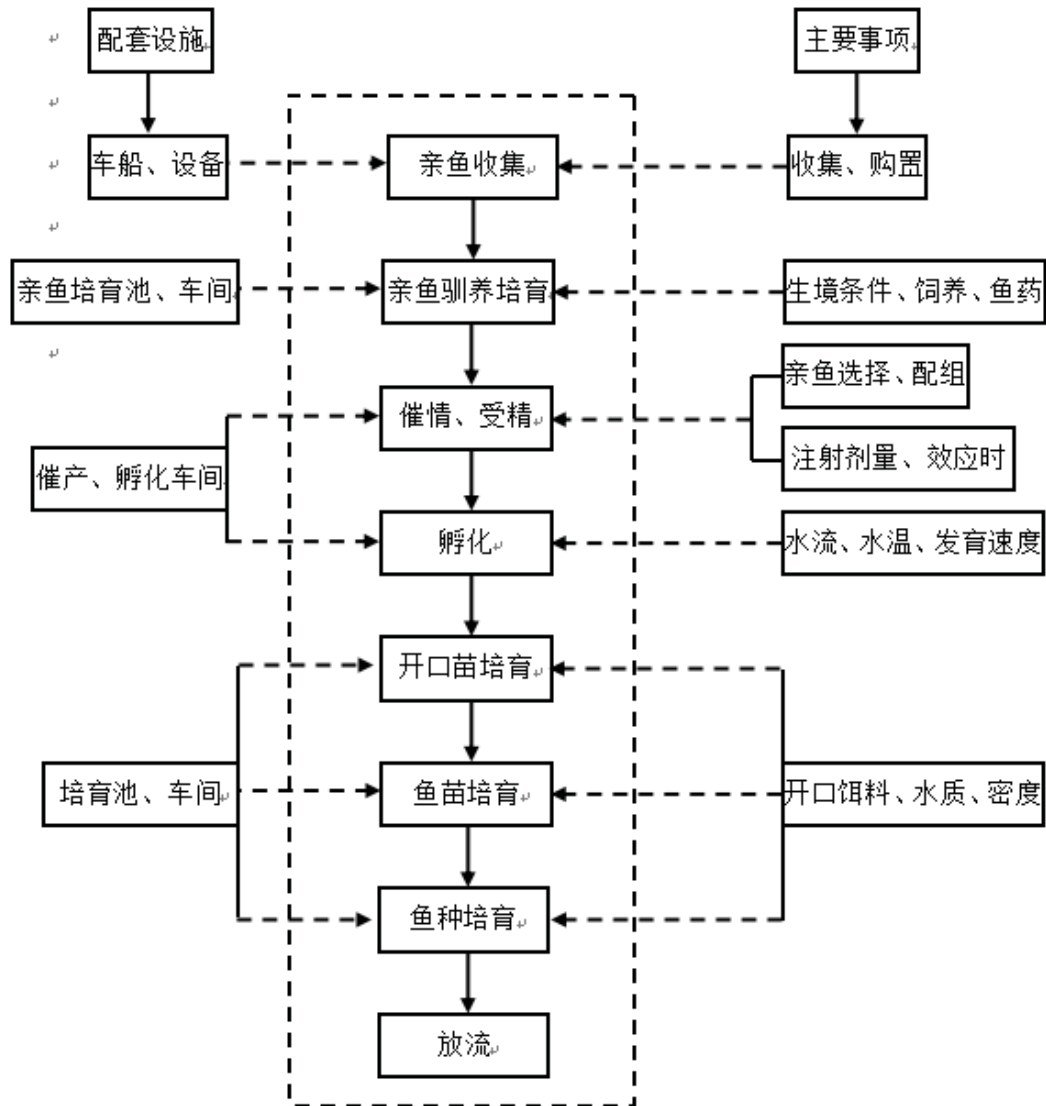


图 6.3.3-1 鱼类增殖站生产流程示意图

2) 养殖模式

考虑到环保要求，增加水处理环节，提高水循环利用效率，尽量减少养殖废水产生的同时将养殖废水经过一体化水利设备处理后进行绿化等利用，推荐本工程采用循环水养殖模式进行养殖。本增殖站室内养殖设施和室外养殖设施均采用循环水养殖工艺。循环水养殖工艺的有点是养殖密度大，废水排放量较少，可提高土地利用效率，

符合绿色环保可持续发展的理念。

3) 增殖站选址

双江航电枢纽工程鱼类增殖放流站设计放流种类为岩原鲤、白甲鱼、中华倒刺鲃、翘嘴鲌、鲢、鳙、草鱼，放流规模为 15.12 万尾，需要培育鱼苗 30.24 万尾，开口鱼苗 60.48 万尾，受精卵 241.92 粒，亲鱼 1739.52kg。根据鱼类增殖放流站选址原则，技术要求和现场实际情况，重点考虑到可用地面积、水源条件，交通条件，运行管理和放流等因素，初步拟定四个场址，分别为场址一(业主营地)、场址二(寇家坝天然砂砾石料场)、场址三(仙鹅村河道防护工程)和场址四(原小舟村渣场)。

经综合比选，场址一(业主营地场址)在水源条件、交通条件、运行管理和征地条件有较大优势，只是在占地使用面积方面相对较小，但是也可以基本满足鱼类增殖站建设需求。场址二，场址三和场址四靠近料场和渣场，而鱼类增殖站需要在蓄水前完工并投产，在增殖站运行前期会有一些的干扰。总体来说，4 个场址均具备增殖站选址要求，但是场址一靠近业主营地，在后期管理上带来了极大的便利，同时不受到施工期影响。因此推荐场址一(业主营地)为鱼类增殖放流站场址。

4) 增殖站总体布置

鱼类增殖站布置于双江航运枢纽工程右坝肩附近，位于业主营地和施工方营地中间区域，占地约 30 亩。紧邻有施工内部道路，交通条件较为便利，无需新建道路。

增殖站场地布置主要分为室内循环水养殖区域和室外养殖区域。其中室外养殖区域包括室外亲鱼培育池，室外鱼苗培育池，饵料池，野化驯养池和环形亲鱼池，室外养殖区域布置于靠近上游业主营地一侧，以便于后期和业主营地协同打造景观。室内循环水养殖区域包括催产孵化及开口鱼苗培育车间，鱼苗培育车间和亲鱼培育车间，主要建筑物位于下游侧靠近施工方营地，室内循环水养殖区域承担了增殖站大部分的养殖任务，在生产高峰期等必要时段可以和景观区域隔开，不影响生产。综合楼、污水处理系统、配电房、泵房和值班室等建筑物布根据合理原则布置于场址其它区域。

5) 主要设计参数

(1) 养殖密度

鱼的种类不同，其平均怀卵量、平均产卵量也不同，而且产卵量同时也受亲鱼成熟度和外界环境等条件的影响。本次设计中采用的每 kg 雌性亲鱼的平均绝对怀卵量为 5000 粒，根据近期增殖放流的数量、鱼类的绝对怀卵量、催产率、受精率、孵化

率、幼鱼成活率及平均个体体重，推算出达到放流规模所需要的各种成熟雌性亲鱼重量。以雌雄亲鱼的性比为 2: 1 时，推算出需用于繁殖的亲鱼为 1216.95kg。同时，由于每年在人工繁殖操作过程中亲鱼有一定的损失，并且因年老需自然淘汰一部分亲鱼，故需准备一定数量的后备亲鱼作为补充群体，本设计同时培育 50%的后备亲鱼约 608kg。所以，亲鱼培育池面积需满足 1825kg 放养量。

表 6.3.3-3 鱼类增殖放流站亲鱼需求量

规格	放流数量 (万尾)	生产量(万尾、万粒)							
		种类	规格鱼苗	鱼苗	开口苗	受精卵	雌性亲鱼重 量(kg)	雄性亲鱼重 量(kg)	亲鱼储备量 (kg)
白甲鱼	2		4	8	32	320	160	480	黏性卵
岩原鲤	3		6	12	48	192	96	288	黏性卵
中华倒刺鲃	3		6	12	48	192	96	288	黏性卵
翘嘴鲌	2		4	8	32	128	64	192	黏性卵
鳙鱼	2		4	8	32	128	64	192	漂流性卵
鲢鱼	2		4	8	32	128	64	192	漂流性卵
草鱼	1.12		2.24	4.48	17.92	71.68	35.84	107.52	漂流性卵
合 计	15.12		30.24	60.48	241.92	1159.68	579.84	1739.52	

(2) 用水量

本鱼类增殖站室内和室外养殖均采用循环水养殖工艺，生产用水由引水系统引入场内蓄水池，经蓄水池沉淀后再通过管道分别引入各养殖车间，室外亲鱼培育池，室外鱼苗培育池和野化驯养池；本项目共设置 4 套室内循环水处理系统和 3 套一体化循环水系统，日换水量为总水量的 10%，根据室内室外养殖总面积估算日换水量最大约为 338.87m³。

规划取水采用库区取水方式。在库区江边建设泵站，泵站提水选用潜水泵从库区中提水。所有鱼池排水均由管道排出，排水管采用 U-PVC 材质的管道，废水进入排水暗渠，再集中汇入一体化污水处理设施处理后，可用于绿化。

6) 主要构筑物

鱼类增殖站主要建筑物包括综合楼 1 栋、催产孵化车间 1 栋、亲鱼培育车间 2 栋、鱼苗培育车间 2 栋、门卫室 1 间、一体化污水处理系统 1 套、配电及发电机房 1 间，室外亲鱼培育池 8 个，室外亲鱼培育池 8 个，饵料培育池 2 个，野化驯养池 1 个。

表 6.3.3-4 鱼类增殖放流站建筑物和构筑物规格一览表

序号	建筑物名称	长(m)	宽(m)	高(m)	数量(栋,座)	结构形式	主要设备
1	催产孵化及开口鱼苗培育车间(一层)	37.18	25.18	5.4	1	框架、钢构	玻璃钢孵化槽、尤先科孵化器、圆锥形孵化桶、开口鱼苗培育缸
2	鱼苗培育车间一(一层)	37.18	25.18	5.4	1	框架、钢构	循环水处理系统
3	亲鱼培育车间一(一层)	37.18	25.18	5.4	1	框架、钢构	循环水处理系统
4	亲鱼培育车间二(一层)	37.18	25.18	5.4	1	框架、钢构	循环水处理系统
5	综合楼一(两层)	30.54	20.8	6.0	1	框架	
6	配电房及发电机房(一层)	12.6	8.6		1	砖混	
7	一体化循环水处理系统	9	6		1	砖混	污水泵
8	沉淀池	5.6	5.6	2.8	1	框架、钢构	
9	清水池	6.6	3.6	3.1	1	框架、钢构	
10	门卫房(一层)	7.6	5		1	砖混	
11	泵房	12.6	8.6		1	砖混	
12	室外亲鱼培育池	12	6	1.5	8	砖混	可拆卸式遮阳棚
13	室外鱼苗培育池	12	6	1.2	8	砖混	可拆卸式遮阳棚
14	饵料培育池	10	6.4		2	砖混	
15	野化驯养池	不规则			1	砖混	
16	环形亲鱼池	跑道型			1	砖混	
17	蓄水池	25.5	17.1	4.5	1	砖混	
18	沉砂池	25.5	4.5	4.5	1	砖混	

e) 鱼类增殖站运行管理

1) 运行管理机构

建议技术攻关由具有技术攻关能力的科研单位协作,生产操作则由增殖放流站运行管理单位承担,鱼类增殖站总体隶属电站管理,配备专职和兼职人员负责鱼类增殖站日常运行和管理。在增殖站运行前,对增殖技术人员进行系统培训,以当地水产部门为基础,可聘请科研院所的专业人员来作技术指导与授课。

增殖站运行期间应定期开展培训,培训内容包括基础理论知识、鱼类生长觅食繁殖等生物学特征、渔业资源变动规律、栖息环境的生态特征、亲本人工繁殖技术、苗

种培育与养殖、疾病预防和治疗、水质监测、饵料筛选与投喂、养殖场日常管理等。

2) 亲本收集

亲本采集首先通过鱼类资源调查确定亲鱼采集点,然后通过雇请渔民的方式在工程江段采用流刺网、手撒网、钩钓等渔具进行捕捞,捕捞季节尽可能选择在鱼类产卵期。对采集到的亲鱼,可利用运鱼车及活鱼箱运输到鱼类增殖站,保证一定的成活率。

由于亲鱼自然生活水体环境和人工养殖水体环境有较大的差异,为保证野外采集的亲鱼能够在人工养殖条件下继续存活、生长,必须对其驯养技术进行研究。

3) 苗种生产管理

(1) 亲鱼培育

亲鱼培育直接影响鱼类性腺的成熟度、催产率、鱼卵的受精率和孵化率以及鱼苗培育的成活率和生长速度,因此必须十分重视。

亲鱼体质应健壮、无病、无伤、无畸形。亲鱼投喂遵循:“秋季攻、春季冲,产后加强护理”的原则,即秋季加强投喂,让亲鱼体内积累营养物质;春季(产卵前1个月)加强冲水,亲鱼在流水环境使体内沉积的营养物质转化为性腺物质。应及时清除亲鱼培育池的残饵、粪便,保持鱼池清洁。每天早上坚持巡池,发现亲鱼在池塘不正常游动,应及时拉网检查,发现病鱼应及时治疗。

(2) 人工繁殖

挑选性成熟的雌鱼进行人工授精,鱼类催产效应时间一般为8h~12h,一旦发现亲鱼互相追逐,应立即捕捞亲鱼进行人工授精。根据鱼类受精卵特性,漂流性受精卵在孵化桶孵化、粘性受精卵在孵化槽孵化、沉性受精卵在尤先科孵化器孵化。

(3) 鱼苗培育

当仔鱼肠道通畅时,即开始投喂,开口饵料可以是轮虫和枝角类,随着鱼体的增大选择适口的饲料。每天投喂3次~4次。及时清除残饵,保证池内清洁卫生。做好防病、治病工作。鱼苗达到外部体形拟成鱼时应及时分级过筛。

6.3.3.5 过鱼设施

a) 过鱼目的

评价区涪江干流没有长距离洄游鱼类,但存在短距离洄游鱼类岩原鲤、长薄鳅、中华倒刺鲃、白甲鱼等。双江航电枢纽建坝后会加大对其洄游、迁徙的阻隔作用。同时由于大坝的阻隔影响,枢纽区鱼类可能分隔成坝上、坝下两个种群。枢纽区鱼类完

成生命史所需空间相对较小，库尾及支流存在一定的繁衍栖息的条件，能够完成其生命过程，维持种群延续。阻隔影响主要是种群个体及其遗传交流受阻，鱼类生境的片段化和破碎化导致形成大小不同的异质种群，种群间基因不能交流，使各个种群将受到不同程度的影响。种群数量较大的鱼类，群体间将出现遗传分化；种群数量较少的物种将逐步丧失遗传多样性，危及物种长期生存，导致种群灭绝的概率增加。

根据《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定：“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施。”《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，在“鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。2006年1月9日国家环境保护总局办公厅下发了《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函[2006]11号），会议纪要要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过鱼船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理。”根据《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》（环发[2014]65号），关于“充分论证过鱼方式，认真落实过鱼措施”的要求。

从保护涪江水生生态系统连续性的角度考虑，建设过鱼设施可以在一定程度上减轻大坝对鱼类等水生动物造成的阻隔效应，而且，库区及坝下分布有多处产粘砾石卵鱼类产卵场。因此，过鱼设施的保护目的是促进坝址上下游鱼类种群之间的基因交流及繁殖需求。

b) 过鱼对象及时间

嘉陵江利泽航电枢纽主要过鱼对象为大口鲇、岩原鲤、中华倒刺鲃、白甲鱼、黄颡鱼、伦氏孟加拉鲮、长吻鮠、吻鮠、铜鱼等9种。考虑各种鱼类资源分布及繁殖洄游习性，其中大口鲇、岩原鲤、中华倒刺鲃作为优先过鱼目标考虑，其余作为次优过鱼目标。

《嘉陵江流域(桐子壕至河口)航电开发环境影响回顾性评价报告》中提出重点对大口鲇、岩原鲤、中华倒刺鲃、瓦氏黄颡鱼、铜鱼等开展过鱼设施效果及相关参数论

证，保护嘉陵江水生生物资源。

文献记录的潼南区的 81 种鱼类中绝大多数是广布性种类，有国家二级保护鱼类胭脂鱼，有重庆市级保护鱼类 3 种，分别是岩原鲤和长薄鳅、鲮。历史上评价区河段的优势鱼类为中华倒刺鲃、白甲鱼、黄颡鱼、南方鲇、鲤、鲫等。其中中华倒刺鲃、白甲鱼、南方鲇在繁殖季节均有短距离洄游的需求。

本工程的保护目的是促进坝址上下游鱼类种群之间的基因交流及繁殖需求。因此应尽量包括较多的种类。初步拟定鱼道的主要过鱼对象有岩原鲤、中华倒刺鲃、白甲鱼、黄颡鱼、南方鲇等。其中岩原鲤、中华倒刺鲃、白甲鱼、南方鲇作为主要过鱼对象，黄颡鱼作为兼顾过鱼对象。

评价河段内鱼类的产卵期为 3 月~7 月，主要繁殖季节多为 4 月~6 月。因此双江航电枢纽过鱼设施的运行时段在 3 月~7 月，主要运行时段为 4 月~6 月。

c) 过鱼设施方案比选

目前，国内主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然通道、升鱼机、鱼闸、集运鱼系统等。其主要特点和试用条件如下：

1) 鱼道

鱼道为呈连续阶梯状的水槽式过鱼构筑物，由进口、槽身、出口和诱鱼补水系统等组成，鱼道示意图如下。进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

主要缺点为高水头大坝适用性较差，一般不适用于上下游水头差超过 40m 的工程，且需结合电站枢纽布置，对主体工程和调度运行有一定的影响。

2) 仿自然通道

仿自然通道是在岸上人工开凿的类似自然河流的小型溪流，通过溪流底部、沿岸由石块堆积成的障碍物的摩阻起到消能减缓流速的目的。仿自然旁通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的水坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。由于坡度相对较小，所需空间大，一般运用在较小的河流及上下游水位差不大的工程上。

3) 鱼闸

鱼闸的操作原理与船闸相似，鱼类在闸室中凭借水位的上升，不必溯游便可过坝。

鱼闸运行分四个阶段：先开启下游门，通过上游门或旁通管向下游泄水，鱼被吸引入闸室；关闭下游门，充水至闸室水位与上游水位齐平；开启上游门，通过旁通管产生的水流让鱼游入或用驱鱼栅驱入上游；关闭上游门，开启下游门，重复以上步骤。鱼闸的缺点是不能连续过鱼，工程难度大，仅适用于过鱼量不大的枢纽，且鱼闸操作复杂且具有不连续性，后期设施的运行维护费较高。

4) 升鱼机

升鱼机是利用机械升鱼和转运设施过坝，操作原理是用一个捕集器直接截获鱼。升高捕集器时，鱼及捕集器下部中少量的水被升起直到捕集器到达坝顶。此时，捕集器下部向前翻转，将其内含物倒入前池。升鱼机优点是适于高坝过鱼，能较好适应水库水位的较大变幅，与同水头的鱼道相比，造价较省、占地少，便于在水利枢纽中布置，同时升鱼机过鱼对象广泛，可较好适应具有不同洄游特性、个体大小、集群程度等生物特性的鱼类

5) 集运鱼船

集运鱼船即“浮式鱼道”，可移动位置，适应下游流态变化，移至鱼类高度集中的地方诱鱼、集鱼。由集鱼船和运鱼船两部分组成，即由两艘平底船组成一个“鱼道”。集鱼船驶至鱼群集区，打开两端，水流通过船身，并用补水机组使其进口流速比河床中大 $0.2\text{m/s}\sim 0.3\text{m/s}$ ，以诱鱼进入船内，通过驱鱼装置将鱼驱入紧接其后的运鱼船，然后通过船闸过坝后将鱼放入上游。

6) 组合方案

此外，在国外还有其它形式的集运鱼系统，为组合方案。如有的工程并未在大坝上布置过鱼设施，而是在大坝下游集鱼后，运鱼采用运鱼车。有的工程采用坝下集鱼后通过索道进行过坝运鱼。组合方案根据各自工程的特点，分别采用不同的集鱼和运鱼方式，其过鱼设施并非完全布设于大坝上。

集运鱼系统一般采用集鱼船集鱼，集鱼地点并不固定，集鱼设施具有移动性，运鱼设施也是如此。相比较而言，组合方案也可分为集鱼和运鱼两套系统，所不同的是其集鱼设施和运鱼设施中有固定的形式，具有不可移动性。

各种过鱼设施应用范围与效果见表 6.3.3-5。

表 6.3.3-5 各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果
仿自然旁通式鱼道		绕过大坝并呈模仿自然外观, 呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍, 对于现存的坝堰改善特别有用, 在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大, 枢纽区两侧以及上游具备布置空间, 在地面设置深沟, 需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过(鱼类、饵料生物等), 为流水性水生生物提供栖息空间, 是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。
技术型鱼道		采用混凝土式通道, 内部设有各式隔板、狭槽等, 将水槽分隔成一系列互相沟通的水池, 有时成阶梯式。	采用型式较多, 适合于中、低水头大坝, 或用于大坝改造增设过鱼设施。	不适用于高坝(坝高不宜超过 70m)水利水电工程。	鱼道型式多样, 狭槽型鱼道可通过较大水流, 便于形成较好的吸引水流, 一般不易堵塞; 水池型鱼道所需流量较低, 较易堵塞; 丹尼尔鱼道需较大的流量, 不适宜上游水位变化频繁的区域。
鱼闸		为凹形通道, 上下游两端都有可控制的闸门, 通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求, 需要频繁地维护和运行, 建造和维修费用高, 但对水消耗较低, 适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)的地方。	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类, 对中、底层以及小型鱼类不适用。
升鱼机		为配置有运送水槽和机械装置的升降机, 通过把鱼从下游吊起送到上游, 通过渠道连通上游。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域, 通常是上下游落差在 10m 以上高度的情况下唯一可能建造的鱼道类型, 如高坝。	需要空间不大, 在设计 and 建造上对技术要求较高, 需频繁地维护和运行, 建造和维修费用高。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好。
集运鱼系统		与升鱼机作用原理基本相同, 通过坝下集鱼设施把鱼收集后, 利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流, 达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域, 如高坝, 通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大, 设施布置灵活, 但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高, 投资相对较高其缺点是运行费用大, 受诱鱼效果的制约较大, 特别是诱集底层鱼类较困难, 噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	该类型过鱼设施应用范围较广, 针对鱼类生物学特征设计集鱼、运鱼系统, 过鱼效果较好。

除以上常见的过鱼设施方案之外, 根据双江航电枢纽的工程特性和周围的环境特点, 本次环评还对“船闸过鱼”和“利用人工运河过鱼”两种可针对本工程的过鱼方式进行了比选论证, 详见如下:

d) 利用人工运河过鱼

潼南航电枢纽环评阶段提出考虑到现有三块石拦河坝左岸建有长达 15km 的人工运河，考虑未来双江航电枢纽工程建成后予以保留，专门用做过鱼设施。根据《潼南区小水电清理整改“一站一策”方案》，大岩洞电站和三块石电站现状已进行报废处理，仅保留冲砂闸、泄洪槽和部分发电流道用来泄洪和下放生态流量。大岩洞电站厂房，现状发电机组过流通道已全部封堵，仅有右岸冲砂闸可以放流。改建成过鱼设施存在一定工程难度。

双江航电枢纽建成后，为恢复原三块石拦河坝下游涪江河道正常运行功能，将人工运河水量由 $275\text{m}^3/\text{s}$ 调整为 $14\text{m}^3/\text{s}$ (120.96 万 m^3/d)，即涪江来水首先分配 $14\text{m}^3/\text{s}$ (包括生态、灌溉、饮用等用水) 给人工运河，其余水量放入涪江干流。双江枢纽建成后，在 $14\text{m}^3/\text{s}$ 的引用流量下，人工运河水深约 1.0m，流速仅 $0.3\text{m}/\text{s}$ ，明显低于本工程鱼道设计流速 $0.81\text{m}/\text{s}$ ，难以满足诱鱼及各类鱼类上溯洄游的要求。

因此，人工运河过鱼可行性不强，不推荐此过鱼方式。

e) 船闸过鱼

船闸的工作原理和运行方式与鱼闸极其相似，鱼类在船闸中凭借水位上升可不必过度耗费体力过坝。当鱼类通过船闸时基本不会造成伤害，耗费体力小，可以实现双向通行，有较宽敞的过鱼通道，且适合于各种鱼类过坝。为了达到这个目的，必须营造诱鱼水流使鱼类进入下游外室，然后在下游闸门打开时进入船闸的中心部分，这股水流的流速至少要达到 $0.5\text{m}/\text{s}$ ，并根据来自大坝或电站的水流适当调整其方向，通过局部打开。外室闸门的方式控制水流，保持下游水位。经过一段时间，鱼类游入闸室后关闭下游闸门，闸室充满水，打开上游闸门，部分开启底孔闸门以产生水流，引导鱼类游出闸室。以这种方式运行船闸可能是一种帮助鱼类跨越较大上下游水位差的有效途径，与鱼道等过鱼设施相比较，利用船闸过鱼有 3 个优点：船闸是大坝原有的结构，不需要额外的投资；船闸常年使用，有专人管理和维护；船闸口和闸室内的流速缓慢，便于调节。

但是，船闸闸室内和上下游水流缓慢，常为准静水状态，对鱼类吸引力较弱，船闸自然通过的鱼类数量不大，对上下游种群的补充作用较为有限。需要采用诱鱼设备或技术诱鱼进入船闸，诱驱鱼措施按照对鱼类影响因子的不同，主要可分为水流、声音、光照、电流等诱驱鱼方式。水流是鱼类确定游泳方向的主要因子之一，运用水流

对鱼进行诱导的应用已经很广泛，船闸由于设计时仅为船只通航考虑，其闸前水流较缓，天然情况下吸引鱼类较少，还达不到过鱼建筑物的过鱼效率，存在船闸鱼类不主动进、出闸室的难题，且各种鱼类的感应流速多在 0.2m/s 左右，适宜流速范围为 0.3m/s~0.8m/s，极限流速的差别较大，使船闸水量诱鱼难以实现。声音诱驱鱼已经进行了许多实验和研究，但是不同鱼种甚至不同体长鱼类，对不同类型声波的反应都不一样，因而对于不同鱼种的大范围鱼群诱导，还有待进一步研究。国外研究已经证明了光诱驱鱼技术具有广阔的应用前景，但是我国还少见关于光导鱼的研究报道，不同种类及大小对光的颜色强度及闪烁的喜好度不一，还需要大量的试验及实践积累数据，因此目前诱驱鱼措施难以到达良好的效果。

综合以上论述，本次环评认为对于双江航电枢纽过程而言，船闸是一个重要的辅助过鱼手段，但不适合作为主要的过鱼方式。

综上比选，本工程推荐采用鱼道方式过鱼。

f) 过鱼设施设计

1) 鱼道整体布置

本工程枢纽建筑物从左至右依次为闸坝、发电厂房、船闸，考虑鱼类洄游特点并结合相关工程经验，鱼道进口宜布置于厂房尾水渠附近，故将鱼道布置于河床右岸。鱼道从河道下游至上游沿线分别由进口段、下游明渠段、与船闸结合段、上游明渠段及出口段等组成，全长约 710m。鱼道沿线基础多分布坡残积堆积层，厚 0.5m~2m，基岩强风化、强卸荷垂直埋深 1m~5m，弱风化垂直埋深 8m~21m，弱卸荷垂直埋深 5m~10m。

进口段位于尾水渠右导墙末端，长度为 6.00m，设置 1 个鱼道进口，底板高程为 235.00m，进口宽度为 0.70m，设检修/工作闸门，采用分散补水的诱鱼方式，根据不同的机组运行工况灵活调整各补水点的补水量。

(鱼)0+006.00~(鱼)0+326.28 段为下游明渠段。该段总长度 320.28m，其中(鱼)0+006.00~(鱼)0+082.40 段鱼道基础形式为 C15 回填混凝土基础，(鱼)0+082.40 段~(鱼)0+326.28 段鱼道基础形式为 C25 混凝土支墩基础，基础需置于强风化层内不小于 1.00m 深度。下游明渠段边墙厚度为 0.60m，边墙净高度为 4.11m~10.00m，为确保边墙结构在放空检修工况下的结构安全，两侧边墙之间通过横撑连接，以增加边墙结构的刚度，横撑水平间距 3.00m，截面尺寸 0.60m×0.60m(长×宽)。边墙顶部悬挑

通行平台并设置栏杆，作为日常检修巡视通道。该段共设置有四处休息池，除休息池段鱼道底坡为 0 外，其余段鱼道底坡均为 2%。

(鱼)0+326.28~(鱼)0+540.80 段为与船闸结合段。该段总长度 214.52m，依次以船闸结构内预留鱼道孔的形式经过船闸下闸首、闸室、上闸首，鱼道孔净宽 2.50m，净高 3.00m。该段共设置有 3 处休息池，除休息池段鱼道底坡为 0 外，其余段鱼道底坡均为 2%。

(鱼)0+540.80~(鱼)0+704.00 段为上游明渠段。该段总长度 169.20m，鱼道基础形式均为 C25 混凝土支墩基础，基础需置于强风化层内不小于 1.00m 深度。上游明渠段边墙厚度为 0.60m，边墙净高度为 10.50m~12.70m，为确保边墙结构在放空检修工况下的结构安全，两侧边墙之间通过横撑连接，以增加边墙结构的刚度，横撑水平间距 3.00m，截面尺寸 0.60m×0.60m(长×宽)。边墙顶部悬挑通行平台并设置栏杆，作为日常检修巡视通道。该段共设置有 1 处休息池，除休息池段鱼道底坡为 0 外，其余段鱼道底坡均为 1.4%。

出口段位于闸轴线上游约 160m，长度为 6.00m，设置 1 个鱼道出口，底板高程为 247.00m，出口宽度为 1.50m，设检修闸门。

本工程鱼道每隔 20 个隔板设置休息池 1 个，共设置 8 处休息池，休息池长度 6.40m。

2) 鱼道工艺设计

(1) 池室净宽

池室净宽主要由过鱼量和过鱼对象个体大小决定，过鱼量越大，鱼道宽度要求越大。国外鱼道宽度多为 2m~5m，国内鱼道宽度多为 2m~4m。根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室净宽不宜小于主要过鱼对象体长的 2 倍，由于涪江鱼类种类和资源都较为丰富，但过鱼体型较小，为满足过鱼需要，双江航电枢纽鱼道池室净宽取 2.50m。

(2) 池室净长

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室净长可取池室净宽的 1.25 倍~1.50 倍，即 3.125m~3.75m，本工程鱼道池室净长取 3.20m。

(3) 池室运行水深

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，池室水深应依据过鱼对象体

长及池室消能要求确定，设计水深可取 1.50m~2.50m。最小池室水深应大于 0.30m，对于体长超过 0.20m 的鱼类，最小池室水深应大于最大过鱼体长的 2.50 倍。本工程鱼道池室设计深度 3.00m，设计水深取为 1.00m~2.50m。

(4) 鱼道竖缝宽度

鱼道竖缝宽度根据最大过鱼对象、池室尺寸确定。为使竖缝可以满足多数鱼类通过需求，池室长度与竖缝宽度的比值宜取 8~10，本工程设计池室长度 3.20m，竖缝宽度取 0.40m。

(5) 池室边墙顶高程

由于《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)对鱼道防洪标准并无明确规定，鱼道进、出口及相应的池室边墙顶高程的设计主要从过鱼需求角度考虑，并兼顾一定的运行检修、维护需求。通过对水文资料的分析，并考虑鱼道形象面貌及运行维护方面的需求，选取下游河道 2 年一遇洪水水位 244.45m，并考虑一定安全超高，确定鱼道进口及下游段池室边墙顶高程为 245.00m；选取上游水库校核洪水水位 256.90m，并考虑一定安全超高，确定鱼道出口及上游段池室边墙顶高程为 257.50m。

3) 鱼道水力学设计

(1) 鱼道设计运行水位

在过鱼季节内受机组各发电工况下尾水位的影响，鱼道进口按照机组发电且不泄洪时的水位作为设计水位。本工程一台机发电时最低尾水位为 236.10m，三台机发电时正常尾水位为 237.19m。鱼道进口位于厂房尾水渠右侧末端，设计水位采用 236.10m~237.19m，变幅为 1.09m。

鱼道出口布置于坝上游约 170m，出口水位受水库运行方式影响，本工程正常蓄水位为 249.00m，死水位为 248.00m，因此鱼道出口设计水位采用 248.00m~249.00m，变幅为 1.00m。

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)，在主要过鱼季节中，鱼道进、出口最小水深不宜小于 1.00m。本工程兼顾体长较大鱼类通过，结合鱼道进、出口运行水位，进口淹没水深取 1.10m，出口淹没水深取 1.00m，由此得到鱼道进、出口底板顶面高程分别为 235.00m、247.00m。

(2) 鱼道设计流速

根据过鱼设施设计经验，进口在发挥过鱼作用的同时，还利用鱼道内部流量发挥

诱鱼功能。考虑到鱼道进口周围流场的影响，鱼道进口流速值一般设计成相对较大的值，以在环境流场中形成相对流速。鱼道进口流速一般不大于主要过鱼对象的突进流速，不小于主要过鱼对象的临界流速。由于双江航电工程尚未开展游泳能力测试，根据文献调研和相关工程设计经验，鱼道流速范围控制在 0.8m/s~1.2m/s。待后续鱼类游泳能力测试开展后根据相关成果对鱼道流速进行适当调整。

(3) 鱼道水力计算

根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL 609-2013)进行水力计算。

I 隔板水位差

隔板水位差按下式计算：

$$\Delta h = \frac{v^2}{2g\phi^2}$$

式中：

错误!未找到引用源。—隔板水位差，m；

错误!未找到引用源。—鱼道设计流速，取 1.0m/s；

错误!未找到引用源。—重力加速度，取 9.81m/s²；

错误!未找到引用源。—隔板流速系数，可取 0.85~1.00，本次取 0.85。

经计算，隔板水位差为 0.071m。

II 鱼道最大流速

鱼道最大流速按下式计算：

$$v = \sqrt{2g\Delta h}$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道最大流速，m/s；

错误!未找到引用源。—隔板水位差，取 0.071m；

错误!未找到引用源。—重力加速度，取 9.81m/s²。

经计算，鱼道最大流速为 1.18m/s。

III 鱼道底坡

鱼道底坡按下式计算：

$$i = \frac{\Delta h}{l+d}$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道底坡；

错误!未找到引用源。—隔板水位差，取 0.071m；

错误!未找到引用源。—鱼道池室净长，取 3.20m；

错误!未找到引用源。—隔板厚度，取 0.30m。

经计算，鱼道底坡为 2.03%，实际取 2%。

IV 鱼道流量

鱼道流量根据隔板水位差、隔板型式及尺寸计算，竖缝式鱼道中水流多为淹没流，根据《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T 35054-2015)，淹没流流量按下式计算：

$$Q = C_d b_2 H_2 \sqrt{2g\Delta h}$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道流量， m^3/s ；

错误!未找到引用源。—流量系数，按圆化处理的竖缝取 0.85；

错误!未找到引用源。—竖缝宽度，取 0.40m；

错误!未找到引用源。—缝上水深，m，在鱼道运行期间，缝上水深变幅为 1.00m~2.50m；

错误!未找到引用源。—重力加速度，取 $9.81m/s^2$ ；

错误!未找到引用源。—隔板水位差，取 0.071m。

经计算，错误!未找到引用源。 $Q=0.40m^3/s\sim 1.0m^3/s$ 。

V 鱼道单位水体功率耗散

鱼道单位水体功率耗散按下式计算：

$$E = \frac{\rho g \Delta h Q}{V} < [E]$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道单位水体功率耗散， W/m^3 ；

错误!未找到引用源。—水体密度，取 $1000kg/m^3$ ；

错误!未找到引用源。—重力加速度，取 $9.81m/s^2$ ；

错误!未找到引用源。—隔板水位差，取 0.071m；

错误!未找到引用源。—鱼道流量， m^3/s ；

错误!未找到引用源。—池室水体体积， m^3 ；

错误!未找到引用源。—允许鱼道单位水体功率耗散，取 $150W/m^3\sim 200W/m^3$ 。

经计算，鱼道单位水体功率耗散为错误!未找到引用源。，满足《水利水电工程

鱼道设计导则》(SL 609-2013)相关要求。

VI 池室数量

池室数量按下式计算：

$$n = \frac{H}{\Delta h} - 1$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道池室数量；

错误!未找到引用源。—鱼道最大设计水位差，取 12.90m；

错误!未找到引用源。—隔板水位差，取 0.071m。

经计算，池室数量为 181 个。

VII 鱼道总长

鱼道总长按下式计算：

$$L = n(l + d) + m(\Delta l + d)$$

式中：

错误!未找到引用源。—鱼道总长，m；

错误!未找到引用源。—池室数量，取 181 个；

错误!未找到引用源。—鱼道池室净长，取 3.20m；

错误!未找到引用源。—隔板厚度，取 0.30m；

错误!未找到引用源。—休息池个数，取 8 个；

错误!未找到引用源。—休息池池室净长，取 6.40m。

经计算，鱼道总长为 687.10m，考虑到转角处休息池长度宜适当加长，鱼道总长实际取 710.00m。

3) 鱼道观察室设计

(1) 观察室位置

过鱼设施设有观察室，用以统计成功上溯的鱼类种类和数量，评估鱼道的过鱼效果，以便将来改进鱼道的结构，改善过鱼效果，同时兼具宣传和演示功能。观察室设置于鱼道进入船闸前(鱼)0+305.20~(鱼)0+326.28 段鱼道边墙外。

(2) 观察室设备

观察室为两层楼房，上层为参观陈列室，游客可通过投影电视现场观看到鱼道中鱼类的洄游情况，四周墙壁上可陈列主要洄游鱼类的情况介绍；下层为过鱼设施观察室，主要用来放置摄像机、电子计数器等设备。底层不设亮窗，用绿色或蓝色防水灯

来照明。在鱼道侧壁上设有两个玻璃观察窗，用来观察鱼类的洄游情况，电子计数器用来记录洄游鱼类的种类及数量，摄像机可将鱼类通过过鱼设施的实况录制下来，供有关人员及游客观看，可为今后对鱼类的洄游规律和生活习性的研究以及过鱼设施的建造提供依据。

观察室观察窗材质为钢化玻璃或其它透明材料，但需贴上一层半透明膜，使观察者能够看到过鱼设施中的鱼类，而鱼类看不到观察窗外的人，以免鱼类受到惊吓和干扰。观察室尽量减少人工照明，不宜用大窗采光，光源颜色尽量选择为绿色和蓝色，且光强不能太强。通道内用可调节的水下照明工具。

通道内设有水下摄像机，用以计数，同时观察鱼在通道中的姿态，判断鱼类对通道的适应能力和疲劳程度。

g) 下阶段要求

双江枢纽运行后，需制定过鱼设施的操作规程，包括《日常运行方案》、《工作人员岗位职责》、《生产管理操作规程》、《观测统计规程》等。过鱼设施运行时需确保过鱼季节人员、设备及时就位，保障过鱼设施有效运行和相关观测数据的记录。

下阶段应对鱼道进行优化设计，进一步开展鱼类行为生态学研究，进行鱼类游泳能力测试，掌握鱼类克流能力等生物学参数。开展物理模型试验及坝下河道流场计算，对鱼道进口位置、结构、尺寸等开展相关的研究工作，进一步优化过鱼设施方案相关结构设计，以便达到最佳过鱼效果。

枢纽运行后，应持续开展过鱼效果的观测统计，内容包括过鱼时间、尾数、鱼种、长度、天气、气温、水温等，为过鱼效果的评估以及过鱼设施的改进提供基础支撑。

h) 竖缝式鱼道在国内的应用

本项目设计采用竖缝式鱼道过鱼。根据环境保护部环境工程评估中心 2014 年统计结果，垂直竖缝式鱼道占鱼道型式的 58.3%。我国 2000 年~2014 年 5 年增加的鱼道中，垂直竖缝式鱼道占绝对优势。垂直竖缝式鱼道对应的坝高范围较广，且鱼道长度和坝高呈正相关关系，即坝高越高，鱼道越长，通过增加鱼道长度降低坡度，以此达到限制流速的要求。根据统计，2000 年以后建成的鱼道工程约为 10 座，由于大部分鱼道均未开展效果监测工作，考虑鱼道过鱼效果、资料可获得性和工程典型性等因素，选取长洲水利枢纽鱼道、崔家营航电枢纽鱼道、枕头坝一级水电站鱼道为典型案例进行分析。

长洲鱼道投入运行以后，2011年~2014年相关研究人员利用堵截法和水声学监测法等对其过鱼效果进行了研究，采集种类累计40种，总体上，通过鱼道的主要优势种为瓦氏黄颡鱼、赤眼鳟、银飘鱼、银鮡、鳊及鲮等，洄游性种类花鳊、鳊、弓斑东方鲀及四大家鱼等均在鱼道中出现。

长江水产研究所研究人员于2012年9月19日~26日，采用网具回捕和水声学监测相结合的方法，对崔家营鱼道的过鱼效果进行了监测，在鱼道内通过网具回捕共捕获到37尾鱼，隶属于4科11种，分别为瓦氏黄颡鱼、鲮、吻鮡、鳊、蛇鮡、马口鱼、圆吻鲴、犁头鳅、铜鱼、鳊、鲢，其中优势种为瓦氏黄颡鱼、鲮和圆吻鲴。通过在鱼道出口前放置水声学设备，经过5d共1267min的监测，共获得658个目标信号，平均每分钟获得0.5个目标。监测结果显示，崔家营鱼道的建设对恢复河流连通性具有重要意义，为汉江中游鱼类上溯洄游提供了必要条件，但是，其运行的有效性还需要长期监测数据进行论证。

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司采用视频监控装置记录了枕头坝一级水电站鱼道2017年4月~7月鱼道内的鱼类种类、数量及体长，并分析了其时间节律以及鱼道出口水位对过鱼效果的影响；还在2017年8月采用PIT标记跟踪的方式对鱼道的通过性进行了评估。鱼道视频监控共观察到鱼类407尾，共计20种。鱼道内鱼类上溯呈现明显的时间节律。鱼道的过鱼数量与鱼道内水位密切相关，出口水深为1.5m~2m时，过鱼效果最佳。PIT标记试验结果显示，标记鱼类齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼等可顺利通过鱼道。该鱼道可为多种鱼类提供上溯通道，具备一定的过鱼功能。

可以看出，垂直竖缝式鱼道是国内较为成熟的过鱼方案，且在长洲鱼道、崔家营鱼道、枕头坝一级水电站鱼道中均有成功的案例。因此，双江航电枢纽采用垂直竖缝式鱼道过鱼是可行的。

6.3.3.6 渔政管理措施

加强渔政管理是保护鱼类资源的有效手段之一。目前，潼南涪江三块石拦河坝至航电枢纽工程水域已经被设立为常年禁渔区，涪江禁渔期为每年3月1日0时至6月30日24时。从涪江渔业资源现状来看，形势不容乐观，随着渔具的升级和捕捞手段的多样化，过度捕捞已成为其渔业资源破坏的最主要因素，因此必须进一步加强渔政管理，实施相关的管理制度，保护渔业资源。

根据《关于印发<重庆市长江流域禁捕和建立补偿制度实施方案>的通知》中关于“2021年12月31日前，在重庆市除水生生物保护区及长江、嘉陵江、乌江干流以外的水域，完成渔民退捕，2022年1月1日零时起，暂定实行10年禁捕，涉及除渝中区以外的区县所有河流(不包括河流形成、流经的水库)”的相关要求，建议采取以下渔政管理措施：

1) 建议加强组织领导。在重庆市政府领导下有序推进禁捕各项工作。潼南区政府要加强对禁捕工作的组织领导，切实落实禁捕工作属地责任。

2) 建议完善配套措施。有序推进捕捞渔民证件注销、渔民捕捞设施评估回收报废；结合退捕渔民意愿，开展专业技能培训，加大对转产转业渔民的创业指导、政策扶持和跟踪服务；将符合条件的退捕渔民按规定纳入相应的社会保险覆盖范围，将符合最低生活保障条件的退捕渔民纳入当地最低生活保障范围；继续实施渔民上岸安居和农村危房改造等工程，保障退捕渔民住有所居。

3) 做好政策宣传。各区县要深入渔区广泛宣传禁捕的必要性和重大意义，向退捕渔民充分说明禁捕补偿制度和相关保障措施，提高社会公众知晓率和参与度，创造良好的思想基础和社会氛围。各区县的具体实施方案要充分征求广大渔民群众意见，切实保障渔民合法权益。充分预计和严格防范禁捕可能引发的不稳定因素，切实健全完善风险防控和应急处置预案。

4) 加强执法监管。各区县要不断提升水生生物资源保护执法管理能力，加强禁捕区域执法装备设施建设。吸收符合条件的退捕渔民协助开展巡查救护工作，充分发挥行业协会和公益组织作用，构建群管群护格局，强化渔政执法，严厉打击涉渔违法行为；完善部门协作、流域联动、交叉检查等形式的合作执法和联合执法，增强流域性重点水域和交界水域管理效果。

6.3.3.7 生态调度

《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》中提出，四大家鱼繁殖需要洪峰涨水过程，本工程所在江段已不存在四大家鱼天然的繁殖条件，因此利用水库的下泄流量过程模拟生态洪水来满足四大家鱼的繁殖没有意义。潼南梯级和双江梯级电站为径流河床式电站，采用来多少水发多少电泄多少水的原则，规划梯级电站运行期正常情况下通过水轮机发电下泄生态流量。潼南梯级水库和双江梯级水库初次蓄水应在丰水期进行，并保持合理的生态流量，适当延长蓄水到正常蓄水位的时间，以免造成

坝下河段的脱水，尽量降低对下游富金坝、安居和渭沱电站的影响。

历史上调查河段的优势鱼类为中华倒刺鲃、白甲鱼、黄颡鱼、南方鲇、鲤、鲫等，其中，中华倒刺鲃、白甲鱼为主要的经济鱼类。现阶段渔获物以鲮、鲫、瓦氏黄颡鱼、大鳍鱮、黑尾近红鲃、鲤、蛇鮈等适宜在静水缓流栖息的鱼类为主。宽鳍鱮、马口鱼、银鲴、翘嘴鲃、蒙古鲃等适应流水生活的鱼类在渔获物中的比例也较高。且双江航电枢纽库区及库尾还分布有多处鱼类产卵场，产卵时间为4月~6月份，鱼类产卵繁殖受水温涨落、水文等影响较大。在每年主要鱼类繁殖期间5月至6月择机实施一次生态调度，每次调度时间不低于10天，峰值持续时间不低于7天，选择建库前5、6月份多年平均流量均值 $380\text{m}^3/\text{s}$ 作为实施生态调度的峰值流量。

建议下阶段开展生态调度方式研究，针对双江和潼南航电枢纽鱼类开展鱼类产卵所需流速、水深等专项研究，进一步优化生态调度方案。

6.3.3.8 施工期生态影响的避让措施及减缓措施

a) 梯级航运工程

1) 通过多种形式宣传国家关于保护鱼类资源和生态环境的法律法规，让居民知晓保护环境就是保护人类自身，积极参与到鱼类资源保护和生态环境的建设中。

2) 建立鱼类及时救护机制，对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养、放归；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，以免鱼类受到爆破的波及；在初期蓄水时，坝下河段水量明显减少，出现减水情况，鱼类会较集中搁浅，应事先安排人员巡查，禁止初期蓄水期坝下减水河段捕鱼，对搁浅的鱼类及时采取救护措施，运行至库尾及坝下河段适宜生境放流，以保护鱼类。

b) 航道工程

1) 炸礁工程

(1) 采用微差毫秒起爆技术进行炸礁工作，严格控制炸药使用量，减少炸礁作业产生的冲击波对鱼类的影响。

(2) 在每次正式炸礁作业前，引爆小量炸药以驱赶周围的水生生物，减少对渔业资源的影响。

(3) 施工作业应避开4月~6月鱼类主要产卵期。

(4) 加强工程区及周围水域的水生生态及渔业资源的监测与调查，关注渔业资源总量及珍稀鱼类分布情况的变化。

(5) 用超声波仪器探测水域中鱼类的数量，大小和活动方向。然后有针对性的建立水下电场，迫使爆破水域的水生生物暂时离开。

(6) 在爆破源周围制造气泡幕，利用气泡幕衰减冲击波降低声压的特征来减少爆破对周围水生生物的影响。

2) 疏浚工程

双江航电枢纽坝下近坝河段水深不足，河床以砂卵石为主，局部河段上层为砂卵石其下覆盖基岩，主要采用疏浚措施浚深航槽，挖槽底宽 50m，深 2.4m，边坡 1:2.5。

(1) 选择合理的施工作业工期

施工会对水域内生物造成严重影响，为了在最大程度上缓解这一问题，项目前期工作中应对水生生物的生长特性进行分析，尽可能选择在低气温季节展开施工作业。低温季节底栖动物虽会进行活动，但无论是规模还是频率相较于其它时期而言都更小。相关资料显示：非汛期的悬浮固体物浓度均值比汛期悬浮固体物浓度值要小，且泥沙悬浮物随着离监测点距离的增大泥沙悬浮物浓度值减小速率更快，对水体水质的影响更小。此时可以有效的规避底栖动物的生长周期和降低悬浮物浓度值，减少疏浚施工对其的影响。

本项目疏浚安排在枯水期第一年 11 月至第二年 4 月进行施工。该时间段进行施工作业时与生态环保的理念相契合疏浚段，结合分段施工，在满足工期的前提下降低施工强度等一些列措施，降低施工对施工区域内的水生生态的负面影响。

(2) 施工过程控制

根据施工现场实际工况和相关要求，选择技术可行、经济合理、有利于环保的船机设备，其挖机器具要具备减少对底泥的搅动，且具有防扩散和泄露的功能，最大限度的降低挖泥过程中产生悬浮固体(泥沙)含量。施工中所用的燃油必须符合环保要求，本项目实施中所有燃油均采用低硫油，施工船舶靠港时使用岸电。船舶的输泥管道水密性良好，各接头连接紧密，避免易泄露问题。

考虑航道疏浚要求，分析实际勘查情况，选定分层层数与每层开挖厚度、分段长度。为保障整体疏浚质量，可采用 GPS-RTK 或 GPS 等方法精确定位开挖区域，尽可能减少超挖量，消除浮泥污染物的不良影响。挖泥船运行速度，基于低速的方式将浮泥污染物清理干净，避免出现污染或者是土体扰动问题。可降低对生态水域的不良影响，满足环保疏浚的基本要求。控制运泥船舶的装舱量，严禁运输过程中疏浚土满溢，

减少运输途中污染。施工前对挖泥船进行交底，施工中加强监管，严禁其将污水与垃圾不经过相应处理进行直接排放。

在航道疏浚过程中，对于较为敏感的水域，应加强对其进行实时监测，确保对水质情况的充分了解及掌握。生态环境监测是以监测数据为依据，以工程特点为依托，及时发现工程中影响环境的问题，修正原有工程中环境影响控制措施，实时合理地调整监测方向。因此需要在建设治理工程过程中，对环境监测工作建立长期有效的动态监测制度，科学、规范、高效的实施各种环境影响监测，密切跟踪生态环境的变化，以便及时了解施工期间的环境变化状况，加强了施工期间的环境监测管理的力度，为管理提供科学依据。

(3) 落实生态修复

基于妥当的方式确实可以缓解对水域内生态环境的负面影响，但事实上区域内的生态依然会出现不平衡现象，考虑到此问题，需要在最大程度上降低施工所带来的破坏。此外还需要做好对项目竣工后的生态修复工作，对区域内的受损情况进行分析，在不影响通航的情况下，在双江坝下适宜江段，设置卵石、砾石、移植水草等营造鱼类栖息生境，建设鱼类人工模拟产卵场。围绕疏浚区域鱼类资源的实际状况展开增殖放流活动，能够进一步恢复鱼类种群以及数量，不仅如此，还可进一步调整水域鱼类群落结构。

6.3.4 潼南区定明山—运河市级风景名胜区的保护措施

a) 避免措施

1) 在施工过程中，应避免在征地范围以外的风景名胜区其他位置就近取土、弃渣，防止破坏景区景观的自然性和完整性。

2) 施工期，加强对施工场地的洒水降尘，下雨时应加盖防尘布，尽量避免扬尘对景区景观的污染。

3) 加强施工期间的交通运输管理，避免因施工活动对定明山—运河的正常旅游产生影响；充分做好施工组织协调，避免在节假日和旅游高峰时段进行大运量材料运输，避免在旅游旺季造成交通拥堵。

4) 工程坝址施工，应配合植被修复，减少施工过程中土地裸露引起的视觉突兀。

b) 减缓措施

1) 风景名胜区内施工时，应设置“景区附近请注意保护”的告示牌，提醒施工人

员依法保护和维护区域景观和生态环境。

2) 施工过程中, 由于施工车辆造成交通拥堵时, 应安排工作人员在旅游道路上进行指挥, 减少工程建设对景区旅游的影响。

3) 边坡防护设计应与景观绿化设计密切联系, 采用工程支护和生态护坡等多种技术手段, 在边坡稳定安全的前提下, 支护设计为景观设计服务, 注重边坡的环境效果和周围环境的协调。固化的边坡喷涂与环境协调的颜色, 使之与周围环境景观协调。

4) 建议采用“障景法”减缓工程对风景名胜区的影晌, 施工时应用围栏将施工区域围起来阻隔游客的视线, 降低工程施工对附近景观视觉的冲击影响。

5) 工程施工时, 运输土石料的施工车辆必须在土石料上加盖防尘布或者采取封闭运输, 降低扬尘对景区景观的污染。

6) 减少水库水质的污染, 定期对水库漂浮物进行清理。

c) 恢复与补偿措施

对临时占地区植被恢复, 注重边坡的环境效果和风景区环境的协调, 合理的选择恢复物种, 按植被的质地、色彩、形状结合边坡所处的背景环境进行配置, 配置符合大众心理、风格鲜明的植被景观。

根据工程布置情况, 双江航电枢纽工程建设运行后, 汉江区水位将下降至 1m 左右, 为减缓工程运行对风景区产生的影响, 对汉江区域运河两侧消落区域采取植被恢复措施。

恢复方案:

1) 植被修复措施需要在利用当地原有物种的情况下, 尽量使物种多样化, 避免单一, 恢复植物物种的选择应遵循生态适应性原则和本土植物优先的原则。在保证物种多样性的前提下, 防止外来入侵物种的扩散。

2) 由于人工运河两侧植被分布现状不同对运河两侧进行植被恢复时应进行区分进行。运河右侧为生长茂密的沿江风景林, 由于受沿江风景林的影响, 植被恢复以灌丛和灌草丛植被为主, 植物种类选择同时还要考虑景观效果, 灌木树种可选择垂柳、细叶水团花等; 草本植物有美人蕉、节节草、灯心草、水葱或其它本地开花草本植物。靠近水边区域可选择观赏莲、香蒲、菖蒲、花叶芦竹、黄花蔺等。运河左岸区域处于阳面, 植被以喜阳植被为主, 左岸上部区域种植以构树、黄荆为主的区域常见灌木树种, 并种植以狗牙根为主的地被层, 下部靠近水边区域种植以芦苇、香蒲、茭白、美

人蕉、水烛、节节草、灯心草、水葱、水蓼等本地常见湿地绿化植被。汉江由于分布有水源保护区，在近水处种植萍蓬草、菱、水鳖、金鱼藻、菹草、竹叶眼子菜、苦草、穗状狐尾藻等浮叶植物和沉水植物有利于水质净化和增加景观效果。

d) 管理措施

1) 建设程序、工程征占地应严格按照《风景名胜区条例》、《重庆市风景名胜区条例》及《定明山—运河风景名胜区总体规划》的要求，确保建设符合风景名胜区的保护规划，将影响程度控制在最低水平。为了减轻对风景名胜区环境的破坏，应加强施工管理、保证施工质量，缓解对环境的破坏。

2) 建设单位须成立相应的环境保护管理机构，设置专职环保管理人员，加强施工期环境保护管理和监理工作，加强与风景名胜区有关管理部门的协调，严格实施环境保护措施。同时加强对施工干部、技术人员以及工人的环境保护意识教育和有关法律、法规的宣传教育工作，要明确规定建设人员不得随意破坏风景名胜区内各景点资源，特别要加强对项目周边景点景源的保护工作。

6.4 大气环境保护措施

依据《大气污染防治行动计划》、《重庆市潼南区打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案(2018-2020年)》等文件对施工现场大气污染防治的管理要求，包括：加强施工扬尘监管，积极推进绿色施工，建设工程施工现场应全封闭设置围挡墙，严禁敞开式作业，施工现场道路应进行地面硬化。渣土运输车辆应采取密闭措施，并逐步安装卫星定位系统。推行道路机械化清扫等低尘作业方式。大型煤堆、料堆要实现封闭储存或建设防风抑尘设施。

按照以上要求，对施工区不同的施工部位，针对不同的大气污染源，采取有针对性的防治措施，并落实“六个百分百”要求。具体措施如下：

6.4.1 废气治理

优化施工方法、施工技术。加强施工机械和车辆管理，不使用陈旧报废的施工机械设备和车辆。运输车辆按照《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度。对施工机械和运输车辆进行定期检查、维修，确保施工机械和车辆尾气排放符合环保标准，使用优质燃油。运输车辆按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测。

6.4.2 粉尘防治

6.4.2.1 开挖、爆破粉尘控制

枢纽工程土石方开挖包括闸坝、厂房、船闸、左右岸堤防护岸、鱼道、围堰等部位，枢纽工程土石方明挖总量约 48.54 万 m³，可能产生的粉尘总量为 46.60t，主要污染物还包括 NO_x。爆破前，应优化开挖爆破方法，采取产尘率低的开挖爆破方法。爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，尽可能选择水钻；采用湿式作业，如果采用带有扑尘罩的潜孔钻进行钻孔，施工过程中必须收集、妥善处理岩粉，禁止采用岩粉作为炮孔的堵塞炮泥，以防止岩粉在炮堆的鼓包运动过程中被扬起。在干燥天气施工，对产尘开挖料适当加湿，防止开挖和转运过程起尘。

6.4.2.2 混凝土拌和系统粉尘控制

混凝土拌和系统采用全封闭拌和楼，配有除尘设备，除尘效率可达 99%；水泥和粉煤灰输送采用封闭设备，避免水泥、粉煤灰输送和拌和楼运行过程中的扬尘。在拌和楼生产过程中，要制定除尘设备的使用、维护和检修制度，将除尘设备的操作规程编入作业人员工作手册，并加强除尘设备的维修、保养，使除尘设备始终处于良好的工作状态，确保除尘装置与生产设备同时正常使用，维持除尘器的效率。

6.4.2.3 砂石料加工系统粉尘控制

砂石加工系统破碎和筛分设备是主要的起尘点，因此在破碎筛分设备保证采用全密封环保设计，在破碎机的进出口部位采用洒水除尘措施。干旱多风季节对成品料堆场进行洒水适当加湿。生产过程中，为防止地面扬尘对敏感受体的影响，工地及其周围进行洒水降尘，根据天气状况确定洒水频率，一般以场地不起尘为标准，非雨日每天洒水 4 次~7 次，缩减砂石加工系统粉尘的影响时间和范围。

6.4.2.4 交通运输系统粉尘及扬尘控制

a) 成立 1 个公路养护、维修、清扫专业队伍，施工阶段对汽车行驶路面勤清扫，可以较好地减少粉尘排放量。配备洒水车 2 辆，在无雨日 1 天洒水 3~4 次，在干燥大风天气情况下洒水频率加密。

b) 做好运输车辆的密封和车辆保洁，渣土车辆 100%密闭运输，减少因弃渣、砂、土的外泄造成的扬尘污染。凡运送土石方、石灰、粉煤灰等道路材料的运货车，都应用篷布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘。

c) 做好公路绿化，依不同路段情况，栽植树木与灌木。道路两侧的行道树或绿化带不但起着防眩、吸音、隔离、丰富道路景观、美化环境的作用，还有吸尘的作用。

6.4.3 运行期大气环境保护

运行期的主要大气污染物为枢纽管理区职工食堂产生的油烟,根据同类型食堂餐厅的调查,油烟排放浓度约 $9.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。食堂应考虑油烟的收集处理措施,可采用静电油烟净化器,将厨房油烟经集气罩收集后,通过油烟净化器进行净化后高空排放。该设备的净化效率超过 90%,可有效净化枢纽区职工食堂日常产生的油烟。

6.5 声环境保护措施

a) 施工总布置中,充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障,进行合理布置。场地布置时利用地形将高噪声设备布置在地势较低的地段,降低噪声对外传播;施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离,以降低噪声的影响。

b) 施工单位必须选用符合国家有关环境保护标准的施工机械,如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》(GB1495-2002),其它施工机械符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011),从根本上降低噪声源强。

c) 对破碎机、制砂机、筛分楼、拌合楼、空压机、制冷压缩机等噪声源强大于 100dB 的固定噪声源,要求能封闭尽量封闭作业,以控制噪声的传播途径,尽量减少噪声的影响。

d) 尽量缩短高噪声施工作业、机械设备的使用时间,配备、使用减震坐垫和隔音装置,减低噪声源的声级强度。

e) 施工中,加强各种机械设备的维修和保养,做好机械设备使用前的检修,使设备性能处于良好状态,运行时可减少噪声。

f) 尽量控制爆破的单响用量,做好爆破参数的优化和炮孔的堵塞,用草袋覆盖爆破面。

g) 施工承包商应加强施工人员的劳动保护,配备防声用具,施工人员在进入强噪声环境(如凿岩、钻孔、开挖和机械检修等工作场所)作业时,应配戴个人防声用具。改善施工人员作业条件,高噪工段的施工人员每天连续作业不超过 6 小时。

h) 限制夜间生产,夜间(22:00~次日 6:00)主要安排系统检修,不安排砂石料生产。施工期间及时向老百姓公示告知高噪声设备的运行使用时间。

i) 材料运输车辆在经过道路沿线的村庄时,速度不应超过 40km/h,运载卡车车辆速度低于 40km/h 时,其噪声源强可降低 8dB(A)~9dB(A);运输车辆行驶时,

不得鸣笛；加强运输车辆管理，禁止运输车辆随意空载运行。

j) 合理安排施工时间，选在对居民正常休息生活影响最小的时段施工，如上午 9:00~11:00，下午 14:00~16:00，并禁止夜间(22:00~次日 6:00)施工。

6.6 土壤保护措施

6.6.1 源头控制措施

a) 施工期及运行期各类污废水、固体废物应按“水环境保护措施”和“固体废物处置措施”进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

b) 对工程区内耕地、园地、林地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

c) 加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。

d) 运行期加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

6.6.2 过程防控措施

a) 因潜育化土壤有机质含量丰富，潜在肥力较高，但磷、钾及微量元素含量比较缺乏，应合理施肥，协调土壤养分，提高水稻根系活力，促进禾苗生长。对衬砌受破坏及渗漏较严重的渠段，及时整修并进行防渗处理。

b) 加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，若出现因本项目建设造成土壤盐化现象，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。对于排水排盐措施，可通过设置暗管进行排水排盐，配合种植盐分吸收植物改良土壤；对于降低地下水水位措施，可适当抽取地下水降低地下水水位。

6.7 固体废弃物处置措施

6.7.1 生活垃圾处置

6.7.1.1 施工期生活垃圾处置

a) 生活垃圾收集

按照 CJJ27-2005《城市环境卫生设施设置标准》的要求，设置施工区环境卫生设施，主要包括公共厕所、垃圾筒(箱)、果皮箱等。公共卫生设施的布置应根据施工总体布置，结合工程管理实际和施工人员生活区分布状况，设置永久性或非永久性设施

及临时卫生设施。为便于生活垃圾的收集与清运，在施工生活区及施工人群密集区设置垃圾筒(箱)和果皮箱。左右岸施工营地共设 16 个垃圾桶，设 2 个垃圾池，并配备垃圾运输车 1 辆。

b) 处理方式

施工区生活垃圾宜采用分类后集中处理，对于无机垃圾中金属等材料进行回收，在源头上对生活垃圾进行减量化处理。

工程施工区全部位于重庆市潼南区境内，区域内有潼南生活垃圾填埋场，根据水利水电工程生活垃圾处理惯例，要求施工期生活垃圾全部运往潼南生活垃圾填埋场，按要求进行填埋处理。

c) 处理流程

枢纽工程施工区的生活垃圾采用分类后集中处理，无机垃圾堆存在施工营地的生活垃圾收集站，对于可回收部分进行分选，剩余的其他垃圾集中后经过压缩，运送到潼南生活垃圾填埋场进行填埋处理。

6.7.1.2 运行期生活垃圾处置

双江航电枢纽现场工程管理、生产人员总定员 80 人，生活垃圾的产生量按 1kg/人·d 计，则日产生生活垃圾量约 80kg/d，年产生活垃圾 29.2t/a，生活垃圾经双江镇环卫部门收集后转运至潼南区生活垃圾填埋场进行填埋处理。

6.7.2 建筑垃圾

从源头控制和加强施工管理以减免建筑垃圾的产生量，对于已产生的垃圾也尽量回收利用，主要措施如下：

a) 合理选购材料和构件，设计人员在设计时应尽量运用标准设计，采用标准模块和预制构件，以减少建筑垃圾的产生。

b) 加强施工管理。各承包商应制定对施工时产生的建筑垃圾的处理措施。在施工现场需对建筑垃圾分类存放，施工工厂车间内应设置垃圾桶，对废弃的塑料、油料、钢材、碎金属等物品进行分类收集，委派专人负责回收和清运。

c) 废混凝土尽量进行破碎处理，作为天然粗骨料代用品制作混凝土。对于散落的砂浆和混凝土，一方面承包商应加强施工管理减少散落量；另一方面，建议对润湿的砂浆混凝土可以通过冲洗将其还原为水泥浆、石子、砂进行回收。

d) 对于不易回用处理的建筑垃圾如竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料

等与生活垃圾性质的，可与生活垃圾一起运至潼南生活垃圾填埋场进行处理。

6.7.3 其他固体废物

a) 危险废物

施工期机械漏油、机修含油废物等为危险废物，运行期厂房发电机组将产生废油，施工期危险废物产生量约 1t/a，运行期厂房内危险废物产生量约 2t/a。应按照危险废物管理办法进行收集、贮存、转移，交由有资质单位进行处理。

1) 收集

施工期应在厂内设置油污收集池并配备小型废油收集桶；运行期产生废油的位置主要在发电机组油库，应在产生部位放置收集容器，容器四周设置导截流措施和收集池，并配备应急物资。

2) 贮存

设置专门的危险废物贮存库。危险废物贮存库的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ1 和 GBZ2 的有关要求，并配备照明设施和消防设施。贮存危险废物按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。建设单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接记录内容参照《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ 2025-2012)附录 C 执行。危险废物贮存设施根据贮存的废物种类和特性按照 GB18597 附录 A 设置标志。

3) 转移

工程产生的所有危险废物的转移均交由有资质单位进行处理。如实记录、妥善保管转移危险废物的种类、重量(数量)、接受者等相关信息，并按照国家有关规定向环境保护主管部门申报登记。参照《危险废物转移联单管理办法》(总局令第 5 号)和《危险废物转移管理办法(修订草案)(征求意见稿)》(环办土壤函 [2017] 1986 号)的管理办法，提供相应的证明材料和转移联单等。

4) 应急预案

按照国家有关规定制定危险废物事故防范措施及环境应急预案；在危险废物产生、收集、贮存等环节出现扩散、流失、泄漏等情况时，立即启动环境应急预案，采取应急措施，并向移出地县级以上环境保护主管部门报告。

b) 其它废物

爆破施工后残留物主要为硝酸盐类物质，且残留物量极少。在运行期，沿江枢纽船闸均应配备环保工作船接收船舶垃圾。

6.8 水土保持

本节内容摘录《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程水土保持方案》中的相关设计成果。因本次环评期间，《方案》尚未取得批复，在项目实施过程中，水土保持措施应按照经水行政主管部门所批复的《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程水土保持方案》全面落实。

6.8.1 水土流失防治责任范围及分区

本工程水土流失防治分区共划分 8 个分区，分别是枢纽工程区、工程永久办公生活区、料场区、施工生产生活区、交通道路区、存料场区、移民安置与专项设施复建区、水库淹没及影响区。

6.8.2 水土流失防治标准

根据《水利部办公厅印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》(水利部办水保[2013]188 号)、《全国水土保持规划(2015-2030 年)》，本项目区未列入国家级水土流失重点预防区和重点治理区；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》(渝府发[2015]197 号)，本工程属于重庆市水土流失重点治理区，因此本方案执行西南紫色土区水土流失一级标准。

在此基础上，结合本工程施工特点，并考虑项目区域降雨、土壤侵蚀强度、地形地貌等情况对相关目标值进行修正，确定本工程水土流失防治目标。本工程位于重庆浅丘地区，海拔高度 230m~280m，不属于高山区，渣土防护率值不进行调整；项目区位于中亚热带湿润大区，平均降水量 991.3mm，多年平均蒸发量 987.8mm， $K=0.996$ ， K 值小于 1，属于湿润区，在基准范围内，故水土流失治理度、林草植被恢复率和林草覆盖率值不进行调整；项目区现状土壤侵蚀强度为轻度水力侵蚀，按照标准规定，土壤流失控制比调整为 1.0；本项目不属于城市区项目，故渣土防护率和林草覆盖率无需提高，不存在其他林草植被限制性规定。

表 6.8.2 工程水土流失防治目标值

项目	标准规定		按土壤侵蚀强度修正	采用标准	
	施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	*	97	-	*	97
土壤流失控制比	*	0.85	0.15	*	1.0
渣土防护率(%)	90	92	-	90	92
表土保护率(%)	92	92	-	92	92
林草植被恢复率(%)	*	97	-	*	97
林草覆盖率(%)	*	23	-	*	23

6.8.3 水土保持措施总体布局

结合主体工程的总体布局，针对本工程的水土流失特点，因地制宜，因害设防，合理布设水土流失防治临时措施、植物措施和必要的工程措施，力求在较短时间内有效防治因工程施工造成的水土流失。本方案新增的水土流失防治措施主要包括：剥离表土、回覆表土、土地整治、撒播草籽、土工布临时苫盖、临时排水沉沙措施、临时截排水措施和临时拦挡措施等。

6.8.4 分区防治措施设计

6.8.4.1 主体工程区

a) 枢纽工程区

防治对象包括导流工程、泄洪冲砂闸工程、厂房工程、鱼道工程、船闸工程、航道工程、河道防护工程等，防治范围面积 56.23hm²。该防治区产生水土流失的主要时段及位置为大坝基础、坝肩边坡开挖以及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等过程。水土保持措施设计内容如下。

1) 工程措施

(1) 马道种植槽

本方案在船闸开挖边坡马道成型的同时，在靠近马道外侧预留规格为 50cm×50cm(宽×高)的种植槽，种植槽总长度约 418m。根据航道开挖方案，在高程 250m 以上区域预留马道的同时，在靠近马道外侧预留规格为 30cm×30cm(宽×高)的种植槽，种植槽总长度约 155m。

(2) 截排水沟

根据航道开挖方案，在航道开挖边坡马道成型的同时，在靠近马道内侧预留规格为 40cm×40cm(宽×高)的矩形截排水沟，排水沟总长度约 289m。沿航道开挖边坡外侧 2m 布设梯形截水沟，设计底宽 0.4m，深 0.4m 两侧边坡坡比均为 1:0.5，排水沟总长度约 174m，马道排水沟衔接边坡截水沟，截水沟最终汇入道路边沟。沿河道防护工程坡顶线布设排水沟 1172m，结合临时排水沟，回填完毕后将临时排水沟整修为浆砌石排水沟，排水沟长 1323m，排水沟规格底宽 0.5m，深 0.5m 两侧边坡坡比均为 1:1，排水沟末端接 2 座沉沙池，沉沙池断面采用 M10 浆砌石矩形沉沙池，尺寸为 4m×1m×2m(长×深×底宽)，降水经沉沙池沉淀后排入道路边沟。

2) 植物措施

在船闸开挖边坡每一级马道成型的同时，在靠近马道外侧预留规格为 50cm×50cm(宽×高)的种植槽，种植槽总长度约 418m。根据植物措施施工进度安排，坡面种植槽内植物措施实施前，在种植槽内先回填 20cm 砂石垫层，后回覆 30cm 厚的种植土，在槽内栽植 2 行攀援植物(上攀下爬方式)，物种选择爬山虎、常春藤，间隔栽植，株间距 0.3m。栽植爬山虎 1393 株，栽植常春藤 1393 株。

在航道开挖边坡每一级马道成型的同时，在靠近马道外侧预留规格为 50cm×50cm(宽×高)的种植槽，种植槽总长度约 155m。根据植物措施施工进度安排，坡面种植槽内植物措施实施前，在种植槽内先回填 20cm 砂石垫层，后回覆 30cm 厚的种植土，在槽内栽植 2 行攀援植物(上攀下爬方式)，物种选择爬山虎、常春藤，间隔栽植，株间距 0.3m。栽植爬山虎 517 株，栽植常春藤 517 株。考虑到航道开挖设计边坡 1:2 满足植物生长条件，对高程 250m 以上开挖边坡实施植草护坡，播撒草籽面积 0.94hm²。

河道防护工程完成后，对占地为耕地的进行复耕，其余裸露地表进行覆土，土地整治完成后，拟对顶部区域实施植被恢复工作，其中乔木选择湿地松、香樟，采用混交模式，株行距 8m×8m，间植紫薇、黄荆，采用混交模式，株行距 8m×8m，混交比例 1:1，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。在坡面混凝土网格梁覆土，覆土厚度 0.3m，框格梁内点缀小灌木，灌木选择黄杨球、杜鹃，其余裸露区域播撒草籽，草种选用高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。

3) 临时措施

堆渣过程中,为防止降雨对已堆存渣体的冲刷,拟在防护工程堆渣区域外布置临时截排水沟。临时截排水沟采用土质梯形断面,断面尺寸为0.4m×0.4m(底宽×沟深),边坡1:1,沟底纵坡约1%,临时排水沟长度1323m,出口设置2座临时沉砂池,经沉砂池沉淀后接入道路边沟或排入天然河道,后期实施为浆砌石排水沟。在堆渣过程中,拟对局部堆存高度大于2.0m的较陡边坡进行修整,并采取大石块护脚等临时挡护措施。在暴雨及大风期间,对裸露边坡采用密目网进行临时苫盖。

6.8.4.2 交通道路区

a) 工程措施

主体设计已对2#、3#设计了土质边沟,考虑到2#、3#路为永久道路,右岸重要进场道路,使用强度、频率较高,将原设计土质边沟强化为混凝土边沟;1#路为临时道路,左岸重要进场道路,使用强度、频率较高,将排水设施设计为混凝土边沟,混凝土截排水沟长9000m,尺寸为0.4m×0.4m(底宽×沟深),侧墙及底宽厚0.2m,排水沟沟底纵坡0.015,排水沟末端接入沉砂池,沉砂池共3座,降水经沉砂池沉淀后排入天然河道。

b) 植物措施

根据道路具体地形和设计情况,将道路两侧挖填边坡面防护分为土质边坡、岩质边坡分别进行植物措施设计。

填方路基边坡高度小于4m时,采用植草防护,植草护坡面积3.21hm²。主体设计填方边坡高度大于4m时,采用拱形护坡防护,新增拱形框格内覆土、栽植灌木、播撒草籽,拱形护坡内护坡5771m³,栽植灌木301株,播撒草籽1.92hm²。项目区内边坡为碎块石土及岩质边坡,岩质边坡以砂砾岩、砂岩边坡为主。边坡高度小于10m的,一般放缓坡比1:1~1:1.25,坡面采用挂网植草防护,挂网植草面积1.28hm²。

沿道路外侧布置乔木行道树,行道树绿化道路长约5.5km。树种选择香樟、柳树,栽植间距均为5m,栽植行道树2750株,草籽选择高羊茅、狗牙根混播,混播比例1:1,撒播密度80kg/hm²,撒播草籽3.21hm²;1#路未临时道路,施工结构后临时道路拆除,拆除后对迹地进行恢复,撒播草籽2.42hm²,栽植乔木823株,灌木823株。

c) 临时措施

道路绿化需要的腐殖土沿道路堆置,腐殖土堆存点采用袋装土进行拦挡,袋装土挡墙为梯形断面,顶宽0.5m,高1m,边坡1:1。袋装土挡墙堆砌前需对基础进行平

整，以便于袋装土砌筑。地形较为陡峭地段道路，袋装土挡墙外侧可利用项目区林地清理木材制作的木桩或角钢作为桩钉对袋装土进行固定，桩钉沿袋装土外侧设置，长 1.50m 左右，钉入地表不少于 0.5m，距离 1.0m。在表土对存点四周布设临时土质排水沟，破断接入沉沙池，降雨经沉沙池沉淀后排入就近河道，土质排水沟长约 1200m，土质排水沟 3 座，土质排水沟及土质沉沙池开挖土填于编织袋，表土回填完毕后，用拆除编织袋的土对土质排水沟及沉沙池就行回填夯实，最终对场地进行平整，覆土、绿化。在暴雨及大风期间，对裸露边坡采用密目网进行临时苫盖。

6.8.4.3 料场区

a) 工程措施

1) 干砌石护坡

可研阶段，为施工需求，对寇家坝料场布设的砂石骨料加工厂及混凝土拌和系统场地进行了抬高，抬高至 251m，正常蓄水位为 249m，回填形成的边坡位于水位变浮区，极易产生生活流失，本方案在回填实施干砌石护坡，护坡面积共 2640m²。

2) 土地整治

寇家坝料场回填过程中分层夯实，回填完毕对顶部进行场地平整，寇家坝料场蓄水后回填区域基本被淹没，无需绿化，对施工生产用地拆除，平整、覆土后进行土地整治，土地整治面积为 3.11hm²。

b) 植物措施

寇家坝料场回填完毕后，对占地为耕地的进行复耕，其余裸露地表进行覆土，土地整治完成后，拟对顶部区域实施植被恢复工作，其中乔木选择湿地松、柳树，采用混交模式，株行距 8m×8m，间植紫薇、黄荆，采用混交模式，株行距 8m×8m，混交比例 1:1，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。

c) 临时措施

为防止降水的冲刷，料场开采过程中，拟对剥离的无用料及临时堆料布置临时拦挡措施。临时拦挡采用拦渣木栅栏进行拦挡，堆存期间，临时堆料采取防尘网进行临时苫盖防护。临时堆料周边布置临时排水沟，截排水沟采用土质梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，边坡 1:1，排水沟外接沉沙池，降水经沉沙池沉淀后排入涪江。

6.8.4.4 转存料场区

a) 工程措施

1) 坝下左岸表土堆存场

在表土堆存场坡脚布设浆砌石挡墙，M10 浆砌石挡墙采用重力式，顶宽为 0.6m，面坡 1:0.2，背坡 1:0.3，挡墙高度为 1.5m~3m，挡墙顶部高程设计为 250m，墙趾宽 0.5m，墙踵宽 0.5m，底座厚 0.5m，挡墙长度约 390m。挡墙内设 1~2 排排水孔，排水孔比降为 5%，沿水平方向间距为 2.0m，孔内预埋 $\Phi 100\text{mm}$ 的 PVC 管材。沿表土堆存场四周修建排水沟，将来水集中排入到 1#道路排水边沟中。排水沟采用 M10 浆砌石挡墙，矩形断面，厚度 30cm，过水断面底宽 50cm，深 50cm，排水沟长约 390m，左岸表土堆存场四周排水沟末端布设 1 座沉沙池，沉沙池尺寸为 4m×1m×2m(长×深×底宽)，侧墙顶宽 0.3m，底板厚 0.5m，表面抹 20mm 厚 M10 水泥砂浆，降水经沉沙池沉淀后排入汉江。坝下左岸表土堆存场表土回填完毕，对挡墙进行拆除，拆除的建筑垃圾填埋至坝下砂砾石料场，对拆除后土地平整、覆土后进行土地整治，土地整治面积为 1.53hm²。

2) 坝下右岸表土堆存场

在表土堆存场坡脚布设浆砌石挡墙，M10 浆砌石挡墙采用重力式，顶宽为 0.8m，面坡 1:0.2，背坡 1:0.3，挡墙高度为 3.0m~6.0m，挡墙顶部高程设计为 246m，墙趾宽 0.5m，墙踵宽 0.5m，底座厚 0.5m，挡墙长度约 440m。挡墙内设 1~2 排排水孔，排水孔比降为 5%，沿水平方向间距为 2.0m，孔内预埋 $\Phi 100\text{mm}$ 的 PVC 管材。沿表土堆存场四周修建排水沟，将来水集中排入到涪江中。排水沟采用 M10 浆砌石挡墙，矩形断面，厚度 30cm，过水断面底宽 50cm，深 50cm，排水沟长约 440m，右岸表土堆存场四周排水沟末端布设 1 座沉沙池，沉沙池尺寸为 4m×1m×2m(长×深×底宽)，侧墙顶宽 0.3m，底板厚 0.5m，表面抹 20mm 厚 M10 水泥砂浆，降水经沉沙池沉淀后排入道路边沟，坝下右岸表土堆存场表土回填完毕，对挡墙进行拆除，拆除的建筑垃圾填埋至坝下砂砾石料场，对拆除后土地平整、覆土后进行土地整治，土地整治面积为 1.23hm²。

b) 植物措施

1) 坝下左岸表土堆存场

坝下左岸表土堆存场使用完毕后，对裸露地表进行覆土，土地整治完成后，拟对

顶部区域实施植被恢复工作，其中乔木选择香樟、桂花，采用混交模式，株行距 8m×8m，间植黄荆、黄杨，采用混交模式，株行距 8m×8m，混交比例 1:1，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。

2) 坝下右岸表土堆存场

坝下右岸表土堆存场使用完毕后，对裸露地表进行覆土，土地整治完成后，拟对顶部区域实施植被恢复工作，其中其中灌木选择杜鹃、月季、海桐、黄杨，采用混交模式，株行距 4m×4m，混交比 1:1:1:1，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。

c) 临时措施

因表土堆置时间超过 1 年，本方案拟对表土堆存场实施临时绿化，临时绿化撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。降雨、大风天气在表土堆存场表面实施密目网苫盖。

6.8.4.5 施工生产生活区

a) 工程措施

1) 截排水沟及沉沙池

根据洪峰流量进行截排水设计，截排水工程包括截水沟、场地排水沟。

截水沟：沿场地周边设置截水沟，采用梯形断面，尺寸根据洪峰流量确定，安全超高取 20cm，边坡 1:0.5，排水比降 $i=0.015$ ，30cm 厚 M10 浆砌石衬砌(排水沟表面要求 M7.5 水泥砂浆抹面 2cm 厚)，沟身每隔 20m 设一道结构缝，缝宽 2cm，缝间填塞沥青油毡。截水沟末端当边坡较陡时设置跌水坎消能，跌水坎的水平宽度取 40cm，高度根据实际地形坡度确定。

场地排水沟：在施工场地内设置排水沟，采用梯形断面，尺寸根据场地汇水面积确定，安全超高取 20cm，边坡 1:0.5，排水比降 $i=0.015$ ，M10 浆砌石衬砌厚 30cm。排水沟表面要求 M7.5 水泥砂浆抹面 2cm 厚，沟身每隔 20m 设一道结构缝，缝宽 2cm，缝间填塞沥青油毡。

沉沙池：在各施工生产生活营地排水沟末端接入沉沙池，沉沙池尺寸为 4m×1m×2m(长×深×底宽)，侧墙顶宽 0.3m，底板厚 0.5m，表面抹 20mm 厚 M10 水泥砂浆，降水经沉沙池沉淀后排入道路边沟，暂定沉沙池 8 座，具体按照实际施工需求布设。

2) 土地整治

施工结束后，对右岸寇家坝混凝土生产系统、砂石料加工系统、混凝土预制厂进行拆除，后期植被恢复计入料场区；施工结束后，对业主营地右下侧施工营地、金属结构拼装场、机电设备拼装场、施工供风站、综合加工厂、综合修配系统、综合仓库拆除，拆除后建设鱼类增殖放流站，其植被恢复计入工程永久办公生活区，变电站、供水站作为永久设施保留，植被恢复计入工程永久办公生活生产区，右岸机械停放场计入枢纽工程区植被恢复。本区只考虑右岸施工生产生活区施工期临时绿化及左岸坝下施工生产生活区施工期临时绿化及后期迹地恢复工作。

对施工生产生活用地内裸露土地平整、覆土后进行土地整治，土地整治面积为 1.62hm^2 ；施工结束后，对左岸施工生产生活用地进行拆除，拆除的建筑垃圾回填至坝下砂砾石料场，地表进行清理，覆土后进行土地整治，土地整治面积为 5.51hm^2 。

b) 植物措施

施工结束后对左岸施工营地进行拆除，拆除的施工营地的土地根据原占地类型进行整治，原占地类型为耕地的进行复耕，区域用地进行植被恢复，移民已对复耕考虑，本方案仅考虑耕地以外区域进行植被恢复，其中灌木选择月季、黄荆、黄杨、杜鹃，采用混交模式，株行距 $4\text{m}\times 4\text{m}$ ，混交比例 $1:1:1:1$ ，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

c) 临时措施

施工场地临时措施主要为施工期间建筑材料堆放的临时防护、生活区场地的临时绿化、表土对存场临时防护

1) 临时建筑材料堆放防护

施工期间建筑材料的临时防护主要指砂石料的防护，

砂石料堆料堆放坡度控制在 $1:1.5\sim 1:2$ ，堆土高度不高于 5m ，本方案拟在坡脚采用拦渣木栅栏进行拦挡。料源为堆置的砂石料，堆场排水借助施工场地排水，无需设排水设施。

2) 施工生产生活用地临时绿化

施工营地临时绿化采取撒播草籽方式，草种选择高羊茅、狗牙根，播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，零星种植乔灌木。

3) 表土堆存场临时防护

临时绿化需要的表土分别堆置于各施工营地中，腐殖土堆存点采用袋装土进行拦挡，袋装土挡墙为梯形断面，顶宽 0.5m，高 1m，边坡 1:1。袋装土挡墙堆砌前需对基础进行平整，以便于袋装土砌筑。在表土对存点四周布设临时土质排水沟，破断接入沉沙池，降雨经沉沙池沉淀后排入就近河道，土质排水沟长约 1200m，土质排水沟 3 座，土质排水沟及土质沉沙池开挖土填于编织袋，表土回填完毕后，用拆除编织袋的土对土质排水沟及沉沙池就行回填夯实，最终对场地进行平整，覆土、绿化。在暴雨及大风期间，对裸露边坡采用密目网进行临时苫盖。

6.8.4.6 移民安置及专项设施复建区

a) 工程措施

主体考虑施工前的表土剥离、表土堆置地的临时防护。

截水沟：受可研深度影响，主体设计未对移民复建道路设计排水沟，本方案排水设施设计为混凝土边沟，混凝土截排水沟长 2460m，尺寸为 0.4m×0.4m(底宽×沟深)，侧墙及底宽厚 0.2m，排水沟沟底纵坡 0.015，排水沟末端接入沉沙池，沉沙池共 3 座，降水经沉沙池沉淀后排入天然河道。

沉沙池：在各交通工程排水沟末端接入沉沙池，沉沙池尺寸为 4m×1m×2m(长×深×底宽)，侧墙顶宽 0.3m，底板厚 0.5m，表面抹 20mm 厚 M10 水泥砂浆，降水经沉沙池沉淀后排入道路边沟，暂定沉沙池 3 座，具体按照实际施工需求布设。

土地整治：对移民安置及专项设施复建区道路工程两侧边坡裸露土地平整、覆土后进行土地整治，土地整治面积为 0.91hm²。

b) 植物措施

主体考虑施工结束后的覆土及部分迹地恢复。

覆土：对开挖回填边坡覆腐殖土，覆土厚度 30cm，覆土面积 1.97hm²，覆土量 6121m³。行道树：沿道路两侧栽植乔木，乔木选择香樟株行距 4m×4m，共栽植乔木 1230 株。

开挖回填边坡绿化：在道路开挖、回填边坡裸露区域播撒草籽、栽植灌木，其中灌木选择月季、黄荆、黄杨、杜鹃，采用混交模式，株行距 4m×4m，混交比例 1:1:1:1，其余裸露区域实施撒播草籽，草种选用白三叶、高羊茅、狗牙根混播，播撒量 80kg/hm²。

c) 临时措施

主体考虑施工过程中的土袋拦挡、施工期绿化、苫盖。

临时苫盖：施工过程中暴雨、大风天气需对工区内裸露地表进行苫盖，苫盖面积约 1.97 hm²。

6.9 移民安置环境保护对策措施

本工程没有集中安置区，库区淹没移民主要采用分散后靠安置方式，没有集中安置区(点)等大规模移民安置建设。

当地政府在移民安置建房过程中应加强管理，农村移民生产开发利用的土地，不允许占用天然林；禁止毁林开荒、烧山开荒和在陡坡地上铲草皮、挖树根，最大限度的减小因开荒对植被的破坏。在移民安置房的建设过程中要重视野生动、植物资源保护和恢复。

房屋拆迁过程产生的固体废物应及时清理，弃料可用于新建房屋地基填筑，保护拆迁区景观。为避免安置移民生活垃圾对环境卫生和水环境的影响，其垃圾处理可结合当地新农村建设规划，采取户集、村收、集镇运输、区处理的方式进行处理。

移民安置房的生活污水主要利用本地污水系统，每户修建化粪池处理生活污水。

库区防护抬填工程施工期做好各项水污染防治措施和生态保护措施。施工废水处理后排放或是周边洒水降尘，禁止直接排放。对于要抬填的土地，工程开工前，施工单位应将抬填区农田的耕作土先行剥离，到指定的临时渣场单独堆放，并进行必要的防护，以便抬填后恢复表层土壤。周边可采用编织袋装土拦挡、塑料薄膜覆盖、修临时排水沟、沉沙池等措施进行防护。抬填后立即将耕作土恢复平整。抬填复垦后的土地应接近破坏前的自然适宜性和土地生产力水平，并尽量恢复植被、保护其环境功能。复垦后的农用地覆土厚度须达到 40cm 以上，地面平整，排灌便利，符合种植农作物的要求。

6.10 社会环境保护措施

6.10.1 人群健康防护措施

a) 饮用水源保护与饮水消毒

工程施工期间生活用水全部取自涪江。由于饮用水源具有开放性，水质易受到施工活动的影响，故应加强对取水点上下游水质的保护，保护措施如下：严格管理施工生产废水，严禁排入河道，取水点周围 100m 范围内，不得布置施工生产区，不得修建厕所、渗水坑，不得堆放垃圾及其它污物。此外，生活用水蓄水设施周围也应采取

同样严格的防护措施。

b) 垃圾、粪便、污水无害化处理

通过对临时生活区生活污水、生产废水、生活垃圾等设置收集和处理设施，使垃圾、粪便、污水基本作到无害化处理。

c) 防蚊、灭蝇、灭鼠

施工人员聚集，如果环境卫生较差，会为多种病媒动物、昆虫提供良好的孳生地，导致蚊虫、鼠类等密度升高，增加传染病机会。为此，需做好施工生活营地的防蚊、灭蝇、灭鼠工作，定期发放防疫灭鼠药品，切断疾病的传染源、传播途径。

d) 人群健康预防检疫

对进驻的施工人员，在进入施工现场之前进行预防检疫，采取抽检方式，抽检比例为施工人员的 15%，及时杜绝以施工人员自身为疫源的接触性传染病的发生，应建立施工人员健康档案。

e) 外伤预防及饮食保障

本工程施工周期长，施工难度及强度高，施工中存在施工人员意外受伤和营养缺乏的可能。为此，应加强对施工人员安全施工知识和意识培训教育，落实预防保护性措施，严格施工程序，加强监控、监理；做好施工后勤保障，保证伙食供应，注重饮食营养。

f) 建立卫生防疫所

现场应建立卫生防疫所，除做好上述人群健康预防检疫，监督检查水源安全及生活区卫生状况外，还应对施工人员做好医疗保障，遇危重病人应及时送往当地大型医疗机构救治。

6.10.2 文物保护措施

根据《涪江双江航电枢纽工程文物调查勘探工作报告》，双江航电枢纽工程建设征地区、库区(重庆境)对文物本体的影响为施工占用、库区蓄水淹没浸没、环境风貌影响等。根据实地调查，本次发现的 5 处文物位于工程建设施工区。牌坊坡墓群大部分位于施工建设区内，其余 4 处文物点枣子坡墓群、曾家河坎墓地、袁家河口墓地、土地龛造像完全位于施工建设区内，文物本体及环境将遭受完全破坏。

2020 年 3 月，重庆市文物局以渝文物[2020]44 号《关于涪江双江航电枢纽工程文物调查勘探工作有关事项的批复》对文物勘探工作报告进行了批复，明确对土地龛造像

采取留取资料方式进行保护，对 4 处古墓葬进行考古发掘，相关费用列入项目预算。建设单位应在工程施工前，完成文物保护工作，并按照《中华人民共和国文物保护法》规定履行报批程序。在施工中，如发现文物，应立即对现场进行保护，并及时上报重庆市文物局。

6.11 环境保护措施进度安排

本工程的环境保护措施随主体工程同步进行实施，根据主体工程施工进度安排，双江航电枢纽工程环境保护措施及实施进度见表 6.11。

表 6.11 双江航电枢纽工程环境保护措施及进度一览表

污染防治和生态保护措施项目		主要措施内容	进度
水环境	施工砂石加工系统和混凝土拌和系统废水处理	采用絮凝沉淀法(辐流沉淀池)进行处理	施工期
	施工基坑排水	采用直接投加絮凝剂进行沉淀处理	施工期
	含油废水处理	采用小型隔油池进行处理	施工期
	施工营地及业主管理区生活污水处理	采用“WSZ-A”钢板模块式地埋式生活污水一体化设备进行处理	施工期、运行期
	蓄水期库底污染防治	按照“SL290-2009”规范对库底构筑物、植被、污染物进行清理	初期蓄水期
	生态流量泄放	发电机组、闸门控制	初期蓄水期、运行期
	水库水质保护	库区沿线水污染防治、水库定期清漂	运行期
大气环境	混凝土拌和系统粉尘污染防治	采用袋式除尘装置	施工期
	砂石料加工系统粉尘污染防治	优化施工和采取洒水措施	施工期
	交通运输系统废气和扬尘防治	选择尾气达标排放车辆，路面养护和洒水，密闭运输措施等	施工期
	施工人员保护	施工人员佩戴防尘口罩	施工期
声环境	交通噪声污染防治	环境敏感路段设限速禁鸣牌	施工期
	噪声受体防护防治	施工人员配戴防声用具	施工期
生态环境	植被恢复	保存永久占地和临时占地的熟化土，对坝区及厂房采取绿化措施，对料场等临时占地区域进行植被恢复	施工期、运行期
	珍稀动植物保护	生境保护、宣传教育、野菱异地保护	施工期
	鱼类保护	过鱼设施、栖息地保护、增殖放流站、科学研究	运行期
社会环境	环境卫生	生活垃圾及粪便定时清运	施工期、运行期
	人群健康保护	施工人员进行卫生检疫，设置公厕，垃圾筒(箱)、果皮箱，对搬迁居民新址进行消杀灭	施工期

污染防治和生态保护措施项目		主要措施内容	进度
环境 监 测	地表水质监测	水库及下游水质监测	施工期、运行期
	废(污)水质监测	基坑排水、砂石加工废水、混凝土系统废水、机修废水等生产废水处理监测，生活污水处理监测	施工期
	大气污染监测	施工区及运输道路沿线敏感点进行监测	施工期
	噪声污染监测	施工区及运输道路沿线敏感点进行监测	施工期
	生态监测	水生生态及陆生生态监测、鱼类增殖放流站、鱼道监测	施工期、运行期
	水土流失监测	枢纽工程区、交通设施区等区域开展水土流失监测	施工期、运行期

6.12 环境保护措施效果分析

主体工程施工期、初期蓄水期和运行期会对周围环境带来不同的影响。为避免本工程对周围环境造成影响，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。

施工期间，针对本工程施工过程中产生的废污水并结合施工区环境功能区划，对生产废水、生活污水进行了处理方案设计，尽量减少对外排放，并提出了寇家坝砂石系统废水、混凝土系统废水禁止排放的要求和保证措施；针对施工噪声、粉尘等对周围环境敏感目标的影响，对污染源采取了控制和防治措施设计，对污染物进行达标处理设计。

运行期间针对水库淹没对生态环境的影响，采取了生态补偿措施，并对周围污染源的控制提出了一定的管理建议。对运行期间枢纽管理区产生的生活污水和油污水均提出了相应的处理和管理措施。

通过对环境保护措施采取前后的效果分析，本工程环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程兴建对环境的不利影响。

表 6.12 施工期环保措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响		环保措施		措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响	
水环境	涪江及人工运河水体	砂石、混凝土废水排放会增加涪江的SS、pH	混凝沉淀法进行处理后完全回用	寇家坝砂石加工系统内	第1~第3年	及时清渣、保证资金到位, 注意废水监测频次	施工污水回收利用、减少排放, 降低对涪江水质的影响; 寇家坝砂石、混凝土系统废水禁止排放, 避免对涪江水水质、白云村水厂现有取水口处水质造成影响	-1S	
			投加絮凝剂	基坑	第1~第3年				
		生活污水排放增加涪江的石油类浓度	小型隔油池处理	施工综合加工厂内	第1~第3年	注意废油的收集和沉渣的清运, 保证资金到位			
			成套设备	施工生活区	第1~第3年	沉渣及时清运、保证资金到位, 注意废水监测频次			
生态环境	陆生植物	水库淹没、工程施工导致植被的损失	采取水土保持、生态补偿和修复措施, 野大豆、野菱就地、迁地保护	工程区附近	第1~第3年	确保资金专款专用	避免水库淹没、工程施工等对生态环境的负面影响	-1S	
			控制爆破时间、植被恢复	施工区	第1~第3年	力避中午、傍晚爆破, 对到位的生态补偿资金要进行措施实施	保护动物生境	-1S	
	水生生物	大坝阻隔, 河道破坏破坏鱼类生境, 影响鱼类资源	泄放生态流量, 建设增殖放流站、过鱼设施	枢纽工程区	运行期	生态流量监测监控措施、过鱼设施列入主体工程, 增殖放流站三同时	保护水生生物生境	-1S	
			修建挡渣墙、护坡、绿化等	施工区、施工道路、生活区	第1~第3年	资金到位, 与主体工程配套实施	防止新增水土流失, 治理程度达90%	-1S	
	减少区域内水土流失	施工导致新增水土流失	保证生态流量	双江航电枢纽大坝	永久	采取生态流量监测监控措施	对下游生态、居民生活、生产用水基本无影响	0	
	坝址下游生态用水需求	初期蓄水和水库运行影响坝址下游用水							

表 6.12(续)

环境类别	工程建设带来的环境影响		环保措施		措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施时间	实施部位	保证措施	效果分析	环境影响
大气环境	坝址两岸施工区周围的居民点, 距离约在 300m 内	大气中粉尘含量高, 影响周边居民点环境空气质量	-2S	洒水降尘	第 1~第 3 年	水库施工区及施工道路沿线	洒水全面、资金到位	减少粉尘对施工区环境空气的污染	-1S
		燃油、爆破及汽车运输产生的有害气体, 影响周边居民点环境空气质量	-2S	购买环保车辆	-	-	-	减少废气对施工区环境的污染	-1S
声环境		施工噪声和交通运输噪声影响周边居民点声环境质量	-2S	禁鸣、限速	第 1~第 3 年	施工场地边	根据地形条件适当增加绿化带宽度、资金到位	减少对居民点的影响	-1S
人群健康	溶江水质、生活环境	生活垃圾可能影响附近水体水质、病媒动物孳生地	-2S	垃圾收集并运输至潼南生活垃圾填埋场卫生填埋	第 1~第 3 年	枢纽施工区、生活区	垃圾、厕所要及时清理外运, 施工人员不能随意丢弃生活垃圾和随地大小便	保护附近水体水质、病媒动物孳生地	0
		卫生设施及检疫若处理不当, 可能导致施工区外源性传染病的流行	-1S	卫生清理、设置厕所				防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	0
社会环境	文物古迹	建设征地影响地上文物和地下文物	+2L	地下文物进行发掘、地上文物资料留存	-	文物古迹处	资金到位、专业人员实施	保证文物古迹不受破坏	+3L
其他	减少工程对环境现状的破坏	若不制定严谨的环境管理制度, 设计的环境保护措施见将不可能得到落实	-2L	加强工程的环境监测、监理和环境管理	第 1~第 3 年	工程项目影响区	资金到位	保持工程地区环境质量的完好状态, 保证工程环保工作的长期顺利进行	+3L

备注: “-、+、&”分别代表环境性质为: 不利、有利、中性; “L、S”分别代表影响时间为: 长期、短期; “0、1、2、3”分别代表影响程度为: 无影响、弱、中、强。

7 环境监测与环境管理

7.1 环境监理

7.1.1 监理目的与监理任务

环境监理应由具有监理资质的单位承担，依照合同条款及国家环境保护法律、法规、政策要求，根据环境监测数据及巡查结果，监督、审查和评估施工单位各项环保措施执行情况；及时发现、纠正违反合同环保条款及国家环保要求的施工行为。主要目的是落实工程环境影响报告书中所提出的各项环保措施，将工程施工不利影响降低到可接受程度。环境监理是工程监理的重要组成部分，贯穿工程建设全过程。其任务包括：

a) 质量控制：按照国家或地方环境标准和招标文件中的环境保护条款，监督检查本工程建设过程中的环境保护工作。

b) 信息管理：及时了解和收集掌握施工区的各类环境信息，并对信息进行分类、反馈、处理和储存管理，便于监理决策和协调工程建设各有关参与方的环境保护工作。

c) 组织协调：协调业主与承包商、业主、设计单位与工程建设各有关部门之间的关系。

7.1.2 工程区环境监理

7.1.2.1 环境监理范围

工程环境监理范围包括：枢纽工程各建筑物施工区，航道工程施工区，移民安置工程，各承包商及其分包商施工作业区域、生活营地、生产企业、施工区场内交通道路、料场等，过鱼设施以及鱼类增殖放流站等环保措施。

7.1.2.2 总监理工程师职责

- a) 全面负责并保证按合同要求规范地开展环境保护监理工作；
- b) 审定环境保护监理部内部各项工作管理规定；
- c) 组织编写工程环境监理方案和细则；
- d) 组织项目环境监理部，调配监理人员，指导环境监理业务，并负责考核监理人员工作情况；
- e) 审查、签署并汇编环境保护监理月报、季报、年报、期中环境保护质量评价表、环境监理情况通报及环境监理总结报告等；

- f) 定期巡视工程现场，指导监理人员工作；
- g) 根据环境保护实施情况，向有关单位提出建议和意见；
- h) 参与环境污染事故的处理；
- i) 定期召开环境监理工作会议，总结经验，改进工作；
- j) 完成本单位和建设单位委派、必须完成的其他相关工作；

k) 对环境监理工程师提出的环保工程停工要求做进一步的现场调研，对确实存在重大环境隐患的质量问题，在征得工程监理单位同意后，下发停工令；

l) 对环境监理工程师转报的环保工程复工要求，须在接到复工要求48小时内做出答复，对可以重新开工的环保工程签署意见转报工程监理单位；

m) 对涉及环保工程的变更设计应进行审查，并向有关单位提出意见；

n) 监督检查环境监理工程师对各项环保工程的选址确认工作。

7.1.2.3 环境监理工程师的岗位职责：

a) 在环境总监理工程师的领导下，执行具体环境监理任务；

b) 深入施工现场履行监督检查职责，负责编写其分管的监理日志、监理工作月报、季报、年报和期中环境保护质量评价表；

c) 向环境总监理工程师汇报监理工作情况，并负责编写环境监理情况通报；

d) 根据施工单位提交的施工进度月计划审核表、月工作进度及执行情况报告表，合理地安排环境监理计划；

e) 深入现场调研，听取多方意见，对存在重大隐患的环保工程经科学合理的分析后，向环境总监理工程师申请下发停工令；对施工单位提出的复工要求须在24小时内连同对复工的意见一并上报环境总监理工程师；

f) 结合环评、设计文件，审查施工单位提交的环保工程选址确认材料，并在接到环保工程选址确认材料后24小时内作出回复，逾期未予回复者，施工单位可自行开工；

g) 完成总监理工程师安排的其他相关工作。

7.1.2.4 环境监理员职责：

a) 在监理工程师指导下开展环境监理工作；

b) 现场巡视与主体工程配套的环保工程、设施、措施落实情况；施工过程中产生的环境污染是否达到相应的环保标准或要求，并做好记录；

c) 在重点施工区域、重要施工工序担任旁站工作，严格按照环境监理实施细则开展工作，发现问题及时汇报；

d) 做好环境监理日志和其他现场监理记录工作。

7.1.2.5 环境监理组织方式

a) 工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况记录①监理日记。重点记录涉及变更设计、会议往来、往来信息、现场状况、环境事故、存在问题及相应处理等情况；②现场巡视和旁站记录。重要记录施工现场状况、巡视和旁站过程中发生的环保问题等；③会议记录。主要记录环境监理主持的会议召开情况和会议成果，报送相关单位作为工作依据；④气象和灾害记录。主要记录每天气温变化、风力、雨雪情况和其他特殊天气情况及地质灾害等，还应记录因天气变化对工程的影响；⑤工程建设大事记录。记录工程建设的重要节点和重要事件，包括与工程环境保护相关的工程建设重要事件；⑥监测记录。以文字结合影像资料的形式对其开展的监督性生产监测进行详细记录。

b) 报告制度

环境监理通过工作报告定期向建设单位全面系统反映工程环保状态，根据工作需要突出的环境问题以及建设单位要求，不定期的编制专题工作报告。监理工作报告包括环境监理定期报告、环境监理专题报告、环境监理阶段报告、环境监理总结报告。

c) 函件往来制度

监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，应下发问题通知单，通知承包商及时纠正或处理。监理工程师对承包商某些方面的规定或要求，一定要通过书面的形式通知对方。有时因情况紧急需口头通知，随后必须以书面函件形式予以确认。

d) 环境监理会议制度

在环境例会期间，承包商对本合同段的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标段的环境保护工作进行全面评议，会后编写会议纪要并抄送与会各方，并督促有关单位遵照执行。

重大环境污染及环境影响事故发生后，由环境总监理工程师组织环保事故的调查，会同建设单位、地方环境保护部门共同研究处理方案下发给承包商实施。

e) 奖惩制度

结合施工承包合同和建设单位相关管理制度和要求，建立工程环境保护奖惩制度

以推动环境保护工作、提升环境保护工作成效。对认真履行施工合同环境保护条款和执行环境监理工作指令、环境保护效果突出的承包商，提请建设单位予以奖励；对不能严格按合同要求落实环境保护措施和要求、对环境监理工作指令执行不到位的承包商，提请建设单位予以相应惩罚。

f) 环保措施竣工自查、初验制度

在项目的环保措施的部分单项工程或单位工程结束时，环境监理应在申请验收前要求施工单位自查，然后及时组织建设单位、工程监理对单项工程或标段开展内部的环保初验工作，目的是提前发现问题，并督促施工单位及时整改问题。

g) 事故应急体系及环境污染事故处理制度

环境监理协助建设单位，指导和监督承包商等参建单位制定相对应突发性环境事件应急预案，建立应急系统，配备应急设备、器材，并督促各责任单位组织开展日常演练。

突发环境事故后，事故现场有关人员严格执行《中华人民共和国环境保护法》及突发环境污染事件应急管理制度，立即进行现场救护处置及事故上报。

h) 人员培训和宣传教育制度

对工程建设单位及承包单位人员宣传和培训的内容要包括环境保护法规政策、建设项目环境常识、本工程环境特点和环境保护要求等。

i) 档案管理制度

环境监理单位应结合工程实际监理环境保护信息管理体系，制定文件管理制度，重点就文件分类、编码、处理流程、归档等方面予以规定，对环境保护信息及时梳理、分析，将信息转化为决策依据，指导和规范现场监理工作。

j) 质量保证制度

环境监理从业人员，应按规定持证上岗。环境监理应严格按照监理方案及实施细则进行，并对期间发生的各种情况进行详细记录。

7.1.2.6 环境监理工作内容

遵循国家及当地政府关于环境保护的方针、政策、法令、法规，监督承包商落实工程承包合同中有关环保条款。具体包括：

a) 编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容；

b) 监督承包商对承包合同中有关环保条款的执行情况，并负责解释环保条款，

对重大环境问题提出处理意见和报告，责成有关单位限期纠正；

c) 全面监督和检查各施工单位环境保护措施实施情况和实际效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件；对承包商进行监理，防止和减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动植物的破坏行为和火灾发生；

d) 全面检查施工单位负责的施工迹地的处理、恢复情况，主要包括边坡稳定、迹地恢复及效果等；

e) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响；

f) 在日常工作中作好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收；

g) 参加承包商提出的环保设施设计和实施进度计划的审查会，提出改进意见；

h) 协调业主和承包商之间的关系，处理合同中有关环保部门的违约事件。

7.1.3 监理机构

双江航电枢纽工程建设管理部门应委托有关机构开展施工期环境监理工作，该部门应能满足国家与地方对开展施工期环境监理工作机构的各项规定。

为充分发挥监理人员作用，保证指令及反馈信息快速传递，保证监理工作的时效性及快速反应，缩短决策时间，减少管理层次。监理机构设置环境监理工程师2人。

7.2 环境监测

7.2.1 监测目的

根据双江航电枢纽工程特点，结合工程影响区环境现状，提出环境监测计划，其监测目的为：

a) 为工程环境保护工作的开展提供基础资料。掌握工程区环境状况的动态变化，为施工及运行期污染控制、环境管理提供科学依据。

b) 及时掌握环境保护措施的实施效果，根据监测结果调整和完善环境保护和环境影响减缓措施，预防突发性事故对环境的危害。

c) 验证环境影响预测和评价结果的正确性和可靠性。

d) 为工程影响区域生态环境保护工作提供科学依据。双江航电枢纽工程环境监测方案的实施，可为涪江流域生态环境的演变规律研究积累经验和基础数据。

7.2.2 监测方案布设原则

a) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点和周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工、运行对周围环境敏感点的影响及环境变化对工程施工和运行的影响。

b) 针对性和代表性的原则

根据环境现状和环境影响预测结果，选择对环境影响大的、有控制性和代表性的以及对区域或流域影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性。

c) 经济性与可操作性的原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测方案主要监控任务和目的为前提，尽量利用附近现有监测站网、监测机构、监测断面(点)，所布设监测断面(点)可操作性应强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

d) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

7.2.3 水环境监测

7.2.3.1 施工期水环境监测

施工期水环境监测包括地表水水质监测、施工污水水质监测和生活饮用水水源水质监测，其监测断面/点的布设、监测项目、监测周期、时段和频率见表 7.2.3-1。

表 7.2.3-1 施工期水环境监测位置、项目及时间一览表

监测类型	编号	监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
涪江干流地表水水质监测	SS1	库尾	水温、pH 值、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、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、铁、锰	施工期丰、平、枯水期各监测 1 期，每期监测 3 天，每天采样 1 次
	SS2	三块石拦河坝上游 300m		
	SS3	大坝施工区下游 1500m		
	SS4	大坝施工区下游 3000m		
施工区废污水水质监测	SS5	砂石料系统废水处理末端	Ph、悬浮物、废水流量	施工期每季度监测 1 期，每期监测 3 天，包括进水、出水水质，并记录处理水量
	SS6	混凝土系统废水处理末端		
	SS7	左岸含油废水处理末端	Ph、悬浮物、石油类、废水流量	

监测类型	编号	监测断面/点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
	SS8	右岸含油废水处理末端	pH、悬浮物、动植物油、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、氨氮、粪大肠菌群	施工期每季度监测 1 期，每期监测 3 天，包括进水、出水水质，并记录处理水量
	SS9	左岸施工营地生活污水处理末端		
	SS10	右岸施工营地生活污水处理末端		
饮用水水源水质监测	SS11	施工生活区供水水源	《生活饮用水水源水质标准》中基本项目	施工期每季度监测 1 期，每期监测 1 天
地下水监测	SS12	枢纽右岸施工区	水位、pH、总硬度、溶解性总固体、氨氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、汞、镉、六价铬、铁、锰、总大肠菌群	施工期每季度监测 1 期，每期监测 3 天，每天采样 1 次

7.2.3.2 运行期水环境监测

运行期水环境监测断面的布设、监测项目、监测周期、时段和频率如表 7.2.3-2。

表 7.2.3-2 运行期水环境监测位置、项目及时间一览表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
YS1	库尾	水温、pH、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、六价铬、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、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、悬浮物、透明度、叶绿素 a	水库蓄水后前 3 年	每年每季度监测 1 期，每期连续监测 3 天
YS2	原三块石拦河坝上游 300m			
YS3	坝前			
YS4	库区支流玉溪河汇合口下游 500m			
YS5	大坝下游 3000m			
YS6	人工运河			
YS6	枢纽管理楼生活污水处理末端	化学需氧量、五日生化需氧量、粪大肠菌群、总磷、总氮、阴离子表面活性剂、污水流量	水库运行后的前 3 年，每季度 1 次，每期监测 1 天，包括进水、出水水质，并记录处理水量	
YS7	电厂生活污水处理末端			

7.2.4 大气环境监测

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.2.4。

表 7.2.4 大气环境监测技术要求一览表

监测点位编号	监测点位	监测项目	监测频次
1	左岸施工营地区场界 1#	TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂ (同时观测风向、风速)	施工期每季度监测 1 次，每次监测 7 天
2	右岸施工营地区场界 2#		
3	右岸枷档湾 3#		
4	右岸寇家坝 4#		

7.2.5 声环境监测

监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 7.2.5。

表 7.2.5 声环境监测技术要求一览表

监测点位编号	监测点位	监测项目	监测频次
1	左岸施工营地区场界 1#	连续等效 A 声级 L_{Aeq}	施工期每季度监测 1 次，每次连续监测 2 天
2	右岸施工营地区场界 2#		
3	右岸枷档湾 3#		
4	右岸寇家坝 4#		
5	右岸金树湾 5#		
6	右岸回头湾 6#		
7	左岸库区鸺台村 7#		

7.2.6 土壤监测

工程运行期土壤监测点位、监测项目、监测周期、时段和频率见表 7.2.6。

表 7.2.6 工程运行期土壤环境监测计划一览表

监测点位置	监测项目	监测周期、时段及频率
坝址	pH值、盐度、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	运行后前3年监测1次
库区		

各点位土壤取样均取表层样点，在 0m~0.2m 取样，表层样监测点的土壤监测取样方法参照 HJ/T 166 执行。监测项目监测方法按《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中要求的方法进行监测。

7.2.7 陆生生态监测

a) 监测目的

在施工期，主要对涉及敏感点的施工区域进行监测；还要加强对区域性分布的重点保护动植物的调查，在施工过程中若发现有重点保护对象，及时上报主管部门，迁地保护。

运行期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成、数量，主要资源植物的种类及分布状况，库周消落区内植被种类、土壤状况及理化特性。

通过对野生动植物的监测了解工程施工和建成运行对生态的影响,掌握生态修复及其它保护措施的实际效果,加强对生态的管理,使生态向良性或有利方向发展。

b) 监测范围

以本工程枢纽工程区、水库淹没区、重点保护野生动植物为重点,监测重点工程影响区域(枢纽建设区、淹没区等)。

c) 监测时间

1) 陆生植物:

监测时期为每年4月~6月。

施工前全面监测1次,施工期每年监测1次,施工结束后,按照1年、2年、3年、5年间隔分别进行一次监测。

2) 陆生动物:

鸟类监测时期为每年的4月~6月,11月~次年2月,两栖爬行及兽类监测为每年的3月~5月。

施工前全面监测1次,施工期每年监测1次,施工结束后,按照1年、2年、3年、5年间隔分别进行一次监测。

d) 监测内容

陆生植物监测:植物种类及组成、植被类型、国家重点保护野生植物及古树名木、外来种等。

陆生动物监测:种类、分布、密度和种群动态变化;重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、动态变化等。

e) 监测布点

陆生监测点位分别为坝址1个、左右岸施工营地各1个、右岸仙鹅村河道防护工程区1个,库区植被较好处3个、左岸原小舟村渣场野大豆分布区1个、三星航电坝下野菱分布区1个,共计9个点。

表 7.2.7 陆生生态监测点位布置

编号	监测点位	布设依据	监测内容
1	坝址	坝址区域	动植物种类及组成、植被类型、外来种
2	左岸施工营地	施工营地区域	动植物种类及组成、植被类型、外来种
3	右岸施工营地	施工营地区域	动植物种类及组成、植被类型、外来种
4	右岸仙鹅村河道防护工程区	施工区域	动植物种类及组成、植被类型、外来种

编号	监测点位	布设依据	监测内容
5	花房村	花房村	动植物种类及组成、植被类型
6	长沟村	长沟村	动植物种类及组成、植被类型
7	曾家湾	曾家湾	动植物种类及组成、植被类型
8	野大豆(原小舟村渣场)	保护植物分布区	重点保护植物
9	野菱(三星航电坝下)	保护植物分布区	重点保护植物

f) 监测方法

1) 植物监测

遥感监测：利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

野外实地调查：在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2 条~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。此外，监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度等。

2) 陆生动物监测

两栖类和爬行类动物监测：采用样线法、样方法监测两栖类和爬行类动物种类、数量、分布和种群动态变化等，辅以访问调查法。

鸟类监测：采用样线法、样点法和直接计数法监测鸟类种类、数量、分布和种群动态变化等，辅以访问调查法。

兽类监测：采用样线法、铗日法、红外相机触发法监测兽类种类、数量、分布和种群动态变化等，辅以访问调查法。

7.2.8 水生生态监测

7.2.8.1 水生生境监测

a) 监测断面

监测断面的布设见下表 7.2.8-1。

表 7.2.8-1 双江航电枢纽水生生态监测断面和监测内容

序号	监测断面	监测内容		
		水生生物及水文、水质监测	鱼类种群动态监测	鱼类产卵场监测
1	三星航电枢纽坝下	√	√	√
2	玉溪镇	√	√	√
3	双江航电枢纽坝前	√	√	√
4	双江镇	√	√	√
5	三块石电站出水口	√	√	√
6	姬山河	√	√	
7	坛罐窑河	√	√	
8	双江河	√	√	

b) 监测内容与监测要素

1) 常规水生生物监测

水生生态监测内容为水文、水动力学特征，水体理化性质(主要为氮、磷各种形式组分动态及浓度场分布)；浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量与水温及流态等的变化关系。内容包括鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，重点监测目前在涪江双江段干流和具有重要生境的支流分布的鱼类种群动态及群落构成的变化趋势，分析具有重要生境支流与干流鱼类种类的重现度变化趋势。并重点对早期资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量、水文要素(温度、流速、水位)、产卵场的分布与规模变化、繁殖时间和繁殖种群的规模等进行监测。

2) 珍稀特有鱼类监测

开展岩原鲤等珍稀特有鱼类的监测，分析建库前后珍稀鱼类的资源变化情况。

3) 栖息地保护监测

开展鱼类栖息地保护效果监测，分析栖息地保护的效果。

4) 生态调度实施效果监测

开展生态调度效果监测，分析生态调度效果，并作为调度方案调整的依据。

7.2.8.2 鱼道过鱼效果监测

水库蓄水后应开展鱼道过鱼效果的观测评估，包括进口、出口、鱼道隔板水流条件观测评估等。

a) 进口观测评估

主要内容有：

- 1) 观测评估在各种运行情况和尾水条件下，鱼类是否都能聚集在进口附近。
- 2) 进口的光、色、水流条件和影响鱼类寻找进口的其它因素。
- 3) 下游水位涨落对进口水流条件和鱼类寻找进口的影响。
- 4) 记录最有利的进鱼条件、进口水流、水深、光色，进鱼量最大的时间和季节。
- 5) 进行标志投鱼试验，估算正常运行情况下的进鱼比例。
- 6) 进口冲淤的观测。

b) 出口观测评估

主要内容有：

- 1) 上游水位变化对出口水流条件、水量和鱼类上溯的影响。
- 2) 鱼类被水流冲到下游的比例。
- 3) 清理和拦截泥沙、漂浮物等情况。

c) 鱼道隔板水流条件观测评估

主要内容有：

1) 在各种运行条件下的水流流速、流态，各隔板过鱼孔的流速，隔板之间的流速分布情况，过鱼孔流速与隔板上下游水位差之间的关系等。

2) 鱼在隔板之间的上溯线路，通过隔板与休息池的情况，连续通过隔板的块数，鱼对表孔与底孔的选择，上溯速率和局部水流现象对鱼类上溯的影响。

7.2.8.3 增殖放流效果监测

a) 调查点位

对水库蓄水前后的鱼类资源变化进行监测，监测点位结合水生环境监测选择。

b) 调查时间

调查时间为放流实施前 1 年开始，以后每年调查 1 期，监测时间为每年春季、秋季各一次。

c) 调查内容

调查内容包括放流鱼类的种类组成、鱼群结构、资源量等，监测水库蓄水前后的对比，反映增殖放流后对工程上下游的鱼类种类和资源量的改善作用。

7.2.9 人群健康

a) 监测内容

以施工区易于发生、对工程建设影响明显的肝炎、痢疾等疾病为主要监测内容。

b) 监测方法

施工开始前对食堂全部工作人员进行一次检疫,施工期间对食堂全部工作人员进行每年1次检疫;对其他施工人员进行抽样检疫,每年1次,检疫人数为施工高峰期总人数的10%。

每季度对施工人员就医情况进行统计、分析,并与施工人员就医单位密切联系,及时发现传染病流行隐患与征兆。

7.2.10 水土保持监测

7.2.10.1 监测范围与时段

本项目监测范围为水土流失防治责任范围。监测重点区域为枢纽区、取料场区、施工生产生活场地、施工道路区等,以及施工过程中防治措施不能及时到位的施工区。

本项目属于建设类项目,监测时段应从施工准备期开始至设计水平年结束,从第一年1月~第四年7月,其中施工准备期水土保持监测时段为12个月,施工期水土保持监测时段为33个月,自然恢复期水土保持监测时段为12个月。监测期共计57个月。

7.2.10.2 监测内容

水土保持监测内容汇总见表 7.2.10-1。

表 7.2.10-1 水土保持监测内容汇总表

监测项目	监测内容
水土流失影响因素监测	气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素;项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况;项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况;项目弃土(石、渣)场的占地面积、弃土(石、渣)量及堆放方式;项目取土(石、料)的扰动面积及取料方式。
水土流失状况监测	水土流失的类型、形式、面积、分布及强度;各监测分区及其重点对象的土壤流失量。
水土流失危害监测	水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度;水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度;对高等级公路、铁路、输变电、输油(气)管线等重大工程造成的危害;生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害;对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害,有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土(石、渣)情况。
水土保持措施监测	植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率;工程措施的类型、数量、分布和完好程度;临时措施的类型、数量和分布;主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况;水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用;水土保持措施对周边环境发挥的作用。

7.2.10.3 监测方法

a) 水土流失影响因素监测

1) 降雨和风力等气象资料可通过监测范围内或附近条件类似的气象站、水文站收集,或设置相关设施设备观测,统计每月的降水、平均风速和风向。日降水量超过 25mm 或 1 小时降水量超过 8mm 的降水应统计降水量和历时,风速大于 5m/s 时应统计风速、风向、出现的次数或频率。

2) 地形地貌状况可采用实地调查和查阅资料等方法获取。监测期间应监测 1 次。

3) 地表组成物质应采用实地调查的方法获取。施工准备期前和试运行期各监测 1 次。

4) 植被状况应采用实地调查的方法获取,主要确定植被类型和优势种。应按植被类型选择 3 个~5 个有代表性的样地,测定林地郁闭度和灌草地盖度,取其计算平均值作为植被郁闭度(或盖度)。施工准备期前测定 1 次。郁闭度可采用样线法和照相法测定。盖度可采用针刺法、网格法和照相法测定。

5) 地表扰动情况、水土流失防治责任范围应采用实地调查并结合查阅资料的方法进行监测。调查中,可采用实测法、填图法和遥感监测法。实测法宜采用测绳、测尺、全站仪、GPS 或其他设备量测;填图法宜应用大比例尺地形图现场勾绘,并应进行室内量算;遥感监测法宜采用高分辨率遥感影像。枢纽、施工临建、临时堆存场区域每月监测 1 次。施工道路区域全线巡查每季度不应少于 1 次,典型地段监测每月 1 次。

6) 取土(石、料)应进行实地调查与量测,监测地表扰动面积。正在使用的取土(石、料)场应每 10 天监测 1 次,其他时段应每月监测 1 次。

b) 水土流失状况监测

1) 水土流失类型及形式应在综合分析相关资料的基础上,实地调查确定。每年不应少于 1 次。

2) 枢纽、施工临建、临时堆存场区域水土流失面积监测应采用普查法,每季度不应少于 1 次;施工道路区域水土流失面积监测宜采用抽样调查法,每季度 1 次。

3) 土壤侵蚀强度应根据现行行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》SL190 按照监测分区分别确定,施工准备期前和监测期末各 1 次,施工期每年不应少于 1 次。

4) 重点区域和重点对象不同时段土壤流失量应通过监测点观测获得，在综合分析的基础上计算。水力侵蚀土壤流失量应根据监测区域的特点、条件和降雨情况，选择不同方法进行观测，统计每月的土壤流失量；重力侵蚀监测可采用调查、实测等方法，对崩塌、滑坡、泥石流等土石方量进行量测。

c) 水土流失危害监测

1) 水土流失危害的面积可采用实测法、填图法或遥感监测法进行监测。

2) 水土流失危害的其他指标和危害程度可采用实地调查、量测和询问等方法进行监测。

3) 水土流失危害事件发生后 1 周内应完成监测工作。

d) 水土保持措施监测

1) 植物措施监测：植物类型及面积应在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定。应每季度调查 1 次。成活率、保存率及生长状况宜采用抽样调查的方法确定。应在栽植 6 个月后调查成活率，且每年调查 1 次保存率及生长状况。乔木的成活率与保存率应采用样地或样线调查法。灌木的成活率与保存率应采用样地调查法。郁闭度与盖度应每年在植被生长最茂盛的季节监测 1 次。林草覆盖率应在统计林草地面积的基础上分析计算获得。

2) 工程措施监测：措施的数量、分布和运行状况应在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定。重点区域应每月监测 1 次，整体状况应每季度 1 次。对于措施运行状况，可设立监测点进行定期观测。

3) 临时措施可在查阅工程施工、监理等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像等影像资料。

4) 措施实施情况可在查阅工程施工、监理等资料的基础上结合调查询问与实地调查确定。应每季度统计 1 次。

5) 水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用以巡查为主。每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查。

6) 水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用应以巡查为主。每年汛期前后及大风、暴雨后应进行调查。

7.2.10.4 监测布点

水土保持监测站点的布设根据上述原则及考虑本工程项目工程特点、扰动地

表面积和特征、涉及的水土流失不同类型、扰动开挖和堆积形态、植被状况、水土保持设施及其布局，以及交通、通信等条件综合确定。

料场、施工道路区域土壤流失量监测可采用侵蚀沟量测法。布设在开挖、填筑坡面；料场开挖坡面；仙鹅村河道防护工程边坡。

枢纽、料场、施工道路、施工临建、临时堆存场区域集中出口汇水区设置集沙池法监测土壤流失量。布设在上坝公路、料场、施工生产生活区和施工道路区截排水沟出口。

在上述定点监测的基础上，应制定和完善调查和巡查制度，扩大监测覆盖面，并作为上述监测点的补充，特别是降暴雨时，加大巡查频率。

本项目水土流失监测点位布设见表 7.2.10-2。

表 7.2.10-2 水土保持监测站点布设表

重点监测地段	测点数(个)	监测内容	监测方法	监测点位置
主体工程区	54	水土流失危害、水土流失量、水土保持措施效果。	集砂池监测法(30个)、侵蚀沟量测法(24个)	枢纽区 3 处
仙鹅村河道防护工程区	14		集砂池监测法(8个)、侵蚀沟量测法(9个)	每片区 4、5 个，共计 14 处。
料场区	3		集砂池监测法(2个)侵蚀沟量测法(1个)	土料场开挖坡面、截水沟出口
施工道路区	8		集砂池监测法(4个)、侵蚀沟量测法(4个)	每片区 2 个
施工生产生活区	4		集砂池监测法	每片区 2 个

7.3 环境管理

7.3.1 环境管理目的和意义

环境管理是工程管理的一部分，是建设项目环境保护工作有效实施的重要环节。建设项目环境管理的目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程兴建对环境的不利影响得以减免，保证工程区环保工作的顺利进行，维护景观生态稳定性，促进工程地区社会、经济、生态的协调良性发展。

7.3.2 环境管理体系

双江航电枢纽工程环境管理体系由建设单位环境管理办公室、环境监理机构、承包商环境管理办公室组成，并由政府职能部门参与管理。为了使工程环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与环境保护协调发展，工程环境管理除实行环境管

理机构统一管理、各承包商、环保项目实施部门分级管理和政府环境保护部门宏观监督外，必须建立工程建设环境监理制度，形成完整的环境管理体系，以确保工程建设环境保护规划总体目标的实现。

7.3.3 环境管理内容

为了实现本工程经济、社会、生态效益的协调发展，落实各项目环保措施，结合工程特点及环境现状，筹建期、施工期和运行期的环境管理主要内容分别是：

7.3.3.1 筹建期

- a) 审核环境影响评价成果，并确保《涪江干流双江航电枢纽工程环境影响报告书》中有关环保措施纳入工程设计文件。
- b) 确保环境保护条款列入招标文件及合同文件。
- c) 筹建环境管理机构，并对环境管理人员进行培训。
- d) 根据工程特点，制定出完善的工程环境保护规章制度与管理方法，编制工程影响区环境保护实施规划。

7.3.3.2 施工期

- a) 贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例。
- b) 制定年度工程建设环境保护工作计划，整编相关资料，建立环境信息系统，编制年度环境质量报告，并呈报上级主管部门。
- c) 加强工程环境监测管理，审定监测计划，委托具有相应资质的环境、卫生监测等专业部门实施环境监测计划。
- d) 加强工程环境监理，委托有相应资质单位执行工程建设环境监理。
- e) 组织实施工程环境保护规划，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环保经费的使用情况，保证各项环保措施能按环保“三同时”的原则执行。
- f) 协调处理工程引起的环境污染事故和环境纠纷。
- g) 加强环境保护的宣传教育和技术培训，提高人们的环境保护意识和参与意识，工程环境管理人员的技术水平。

7.3.3.3 运行期

运行期环境管理内容主要是通过对各项环境因子的监测，掌握其变化情况及影响范围，及时发现潜在的环境问题，提出治理对策措施并予以实施。

7.4 环境保护措施实施保证措施

根据《中华人民共和国环境保护法》中的“三同时”制度，环境管理、环境监测、环境监理和设施设备施工、运行和维护等，应与主体工程建设实施进度“三同时”，即同时设计(规划)、同时施工(实施)和同时投入运行和维护。根据双江航电枢纽工程的施工进度安排，制定“三同时”验收计划，见表 7.4。

表 7.4 双江航电枢纽工程环境保护“三同时”竣工验收清单

序号	分 项		验 收 主 要 内 容	备 注
一	组织机构设置		按照环评报告书和管理要求成立了相应的环保组织机构	由项目业主在组织自主验收时向验收小组提供
二	招投标文件		在工程施工及设施采购合同中应有环保的规定条款	
三	动态监测资料		施工期环境监测报告	
四	环保设施效果检验		对环保设施效果的检验报告	
五	环保设施一览表		工程设计及环评确定的环保设施	
时段	治理对象		措施内容	处理需达到的效果
蓄水前	废水	施工废水	砂石系统废水和混凝土系统废水处理回用于本系统；施工机械车辆冲洗含油废水隔油、沉淀处理后尽量回用或达标排放；基坑排水沉淀处理后达标排放	执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中一级标准
		生活污水	施工营地生活污水采用一体化污水处理设施生化处理后用于绿化、洒水或达标排放	执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中一级标准
	废气	道路扬尘	车辆车辆保养，道路定期洒水，施工人员配备防尘口罩	执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准和无组织排放监控浓度限值
		施工作业粉尘	混凝土拌和楼粉尘采用袋式除尘装置，水泥和粉煤灰输送采用封闭设备	
	噪声	施工噪声	选用低噪声的设备和机械，加强对噪声设备的维护管理、移动式声屏障	声环境质量分别满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类及2类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011)
		交通噪声	移动式声屏障、限速、禁鸣、警示牌等	
	固体废弃物	生活垃圾	设置垃圾桶和垃圾车，枢纽区施工期生活垃圾集中收集运往指定地点处理	及时清运，保持该区清洁卫生
	陆生生态	生态修复与保护	施工临建设施区、场内施工道路临时占地区按要求生态修复；施工区设置警示牌，宣传陆生动植物保护	保护工程区生态系统完整性，尽量减少植被破坏
	水生生态	鱼类增殖放流	鱼类增殖放流站建设及运行情况	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性
		过鱼设施	鱼道建设情况	
		栖息地保护	栖息地保护措施实施及运行情况	
		渔政管理	渔政管理机构、人员、设备等配备情况，制度的制定及执行情况	
		生态流量	生态流量泄放设施建设及运行情况	

序号	分 项		验 收 主 要 内 容		备 注
	水土保持	水土流失	施工区水土保持措施	施工建设期土壤流失控制比1.0、拦渣率95%	
	人群健康保护	施工人员	营地设置公厕；施工区进行卫生清理和消毒；施工人员抽检；施工区水源及食品卫生监督管理	防止工程区有关的病媒生物孳生，保护施工人员和当地居民的身体健康。	
竣工	陆生生态	生态修复与保护	施工迹地清理与恢复；水土保持措施实施与效果；	保护工程区生态系统完整性	
	水生生态	过鱼设施	鱼道建设及运行情况，过鱼设施的监测记录及上报制度	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性；集鱼、过鱼设施及鱼苗放流的监测记录及上报制度。	
		鱼类增殖放流	鱼类增殖放流站运行效果，鱼苗放流的监测记录及上报制度		
		下泄流量	下泄流量措施运行效果		
		栖息地保护	栖息地保护措施实施及运行情况；鱼类保护的效果监测		

本工程环境保护措施的实施应纳入整个工程建设过程。为保障工程环境保护措施的顺利实施，从组织领导、监督管理、技术保证和资金保障等方面拟订环境保护措施实施规划的保证措施，供决策部门及建设单位等有关单位参考。

组织领导与管理措施：为了保证本工程环境保护措施完全到位、落实，工程项目业主建设单位应与施工单位一起，按照环境保护有关法律法规的要求，保证环境保护设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。建立实施领导管理机构，负责各项目区环境保护管理工作，工作内容包括实施环境保护措施所需的资金的筹措、使用和管理，并与当地环保部门密切配合，接受环保部门的监督和指导，保证环保措施高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

技术保证措施：在工程施工阶段，编制本工程环境保护措施各项目技施设计报告，为实施本工程环境保护措施提供可操作性依据。选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。

资金保证措施：依据“谁开发谁保护，谁造成环境污染谁负责治理”的原则，由项目业主负责筹集资金，专款专用，充分保证资金需求，并按照环境保护措施实施进度规划，逐年逐项落实，确保各项措施保质保量按时完成。

8 环境风险分析

8.1 环境风险评价目的

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境的影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影 响达到可接受水平。

根据原环境保护部环发[2012]77 号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)和《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ 624-2011)，通过风险调查、风险识别、风险事故分析和风险预测与评价等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

8.2 环境风险潜势初判

8.2.1 环境风险源识别

a) 施工期

1) 炸药和油料运输风险

施工期，工程施工区不设置油库和炸药库，施工期所需油料和炸药全部外购运输进入施工区使用。民爆企业应严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等相关要求进行操作，运输风险由民爆公司承担，最大运输量为 25t。油料主要为汽柴油，最大运输量为 20t。危险品运输和储存可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

2) 其他环境风险源

施工期其它环境风险源主要为废污水事故排放风险。

b) 运行期

运行期环境风险主要是库区水质污染风险。

8.2.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)附录 C，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：① $1 \leq Q < 10$ ；② $10 \leq Q < 100$ ；③ $Q \geq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q 计算如表 8.2.2，据此判断该项目环境风险潜势为 I 级。

表 8.2.2 枢纽工程区危险物质数量与临界量比值(Q)计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存储量 t	临界量 t	该种危险物 质 Q 值
1	油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)	-	20	2500	0.008
2	乳化炸药 (70%为硝酸铵)	6484-52-2	25	50	0.5
Q 值 Σ					0.508

8.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)评价工作等级划分要求，对双江航电枢纽工程环境风险进行了潜势初判，工程环境风险潜势为 I 级，确定本项目环境风险进行简要分析。

8.4 工程可能发生的风险

8.4.1 施工期废(污)水事故排放风险评价

枢纽工程施工过程中，有可能因为回用水泵或各污水处理设施故障、施工废水产生量突然增加等情况，造成施工生产废水和生活污水出现事故排放，导致涪江水质受到一定程度的污染，甚至影响到下游取水用户的取水水质，造成水厂净水成本增加或短时间无法供水。

a) 事故排放风险影响预测

施工期施工废污水的事故排放，会对水环境产生影响，因此对施工期事故状态下的废污水排放进行影响预测计算。

枢纽工程生产废水主要包括：砂石系统废水、混凝土系统废水和含油废水。含油废水排放量较小，污染物成分较为简单，主要为 SS 和石油类，其事故排放影响较小，但石油类物质如果被雨水冲刷入河，其扩散距离长、范围大，因此需引起重视；混凝

土系统冲洗废水排放量不大，污染物主要是 SS，但混凝土废水 pH 值偏高，如排入江中，对水质也有一定影响。

枢纽工程生活污水主要污染物为 BOD₅、COD、氨氮和粪大肠菌群等，施工期在高峰期聚集有 1800 名施工人员，生活污水产生量较大，如果污水处理设备出现事故排放的情形，容易对涪江江段水质造成一定的污染。

本次风险评价主要考虑砂石加工系统废水、混凝土系统废水、含油废水和生活污水的事故排放，计算的工况选择最不利情况，即 3 类废水和生活污水同时以最大排放量向涪江进行排放。根据工程分析的结论，施工生产废水和生活污水的事故总排放量取 0.063m³/s(226m³/h)，排放浓度分别取 SS：2500mg/L、石油类：30mg/L、BOD₅：150mg/L、COD：250mg/L、NH₃-N：20mg/L，分质分类计算各类污染物的排放量。预测模型采用二维稳态混合模型(岸边排放)，对事故排放所带来的影响进行预测。采用模型见下式：

$$C(x, y) = C_h + \frac{C_p Q_p}{H(\pi M_y x u)^{1/2}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2B - y)^2}{4M_y x}\right] \right\}$$

式中：x, y—纵向、横向计算点距离，m；

u—平均流速，m/s；

H—平均水深，m；

B—河流平均宽度，m；

C_h—河流污染物浓度，mg/L；

C_p—废水中污染物浓度，mg/L；

Q_p—废水流量，m³/s；

M_y—横向扩散系数，m²/s。

M_y 采用 Taylor 法估算：

$$M_y = (0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}$$

式中：g—重力加速度，m²/s；

I—坡降。

施工区涪江河段水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。由于 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中无 SS 项目，以《污水综合排放标准》

(GB8978-1996)表 4(二类污染物)一级标准(SS≤70mg/L)作为施工废水事故排放影响范围评价标准。按最不利水文条件预测事故排放影响范围,结果见表 8.4.1-1。

表 8.4.1-1 双江航电枢纽工程施工废污水事故排放影响范围表

地点	事故系统	污染物	本底浓度 (mg/L)	排放浓度 (mg/L)	标准值 (mg/L)	影响长度 (m)	影响宽度 (m)
左右岸 施工 区、寇 家坝料 场区	生产废水	SS	9	25000	70	100	10.0
		石油类	0.04	30	0.05	1000	15.0
	生活污水	BOD ₅	2.6	150	4	50	2.0
		COD	8	250	20	50	2.0
		NH ₃ -N	0.119	20	1.0	50	2.0

b) 风险分析

由表中数据可知,枢纽工程生产废水和生活污水即使同时出现事故排放,影响范围也在 1000m 范围以内,难以降解的主要是石油类物质,但石油类物质总的排放量很小,不会造成大面积的水质污染影响。

施工区各类废污水处理设施出现事故后,在不利的天文条件下,所造成的污染范围也很有限。但寇家坝砂石、混凝土系统位于双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围,其下游 300m 左右的涪江右岸边为水厂取水口(管道取水),从系统废水事故排放的影响预测来看,会对饮用水源保护区的水域水质造成不利影响,排放口附近 SS 浓度升高,形成污染带。下游 300m 左右为白云村水厂取水口,如果取水口启用,对其取水也会造成影响,但在可控的范围内,通过水厂增加沉淀处理措施,可保证水厂的正常供水。出于饮用水安全 100%保证的考虑,本次环评除要求寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统废水 100%收集处理回用之外,建设单位应尽快按照潼南区水利局的要求,落实双江镇白云村水厂的取水口迁改,建议生态环境局同步对饮用水源保护区进行调整。

从保护工程施工区所在饮用水源保护区水体水质角度出发,施工前应做好水质风险事故应急预案,施工期间配备充足的应急物质,按要求建设废污水处理设施和回用设施,并且切实加强施工管理,尽量避免事故排放的发生。

8.4.2 储油设施风险评价

a) 风险识别

双江航电枢纽工程在施工、运行过程中，不涉及剧毒有害原材料或产品，但在施工过程中需使用大量的油料，如汽油、柴油。因汽油、柴油的易燃特性，若其运输、使用和储存管理不当，有可能引发火灾、爆炸等事故，存在一定的环境风险。

枢纽工程不设常备油库，油料由当地石油公司供应，通过油罐车以保证油料供给。临时储油设施的油泄漏不仅会引起火灾爆炸事故，同时，渗漏的油和火灾事故形成的油污若处理不当而直接排入涪江，会给河流水体带来严重的水质污染。

b) 风险分析

车辆运输过程中，有可能发生交通事故，造成油料的泄露，可能引发火灾或爆炸事故，以及未及时拦截的油料，将会污染周围生态环境和环境质量。本工程所需油料购自于潼南区，油料运输采取专门运输车辆、由专业人员驾驶和押运的方式，可有效控制交通事故发生概率；在运输过程中，严格按照国家相关规定控制油料的单车运输量，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害或把事故造成的环境危害性降低在可控制范围之内。

一般储油设施火灾除具备一般火灾的共性外，还具有油品易燃烧和油气混合气易爆炸的特殊性。储油设施火灾事故，按其发生的原因可分为作业事故和非作业事故两大类。作业事故主要发生在卸油、量油、加油、清罐四个环节，这四个环节都使油品暴露在空气中，如果在作业中违反操作程序，使油品或油品蒸气在空气中与火源接触，就会导致爆炸燃烧事故的发生。非作业事故又可分为与油品相关的火灾和非油品火，与油品相关的火灾主要原因有：油蒸气沉淀，油罐、管道渗漏，雷击。非油品火灾常见的非油品火灾有：电气火灾，火源管理不当。非作业火灾、非油品火灾如不能迅速控制会蔓延至罐区、加油区，形成油品火灾，造成重大损失。

油污不进行处理直接进入河流水域后，被油污染的水域将会因油污自然降解造成局部缺氧状态，使水生植物的光合作用无法进行，水生动物因缺氧而死亡；同时，油类产品具有一定的毒性，会对水生生物尤其鱼类物种带来一定的遗传危害，给生态系统带来严重的危害。

8.4.3 溢油、化学品泄漏等事故风险分析

a) 风险识别

1) 运载有毒有害物质、煤矿、金属、化学制品等车船发生意外事故，使污染物侵入河道，水质受到污染。考虑到这类物质大多为不发生分解的无机物及难以分解的

有机物，事故点下游水质将会受到较严重污染。

2) 过坝船舶在等待通过船闸时，由于船舶密集，可能会发生碰撞出现溢油事故，将会对下游河段的水环境造成污染影响。

b) 船舶溢油典型事故案例类比调查

1) 大连新港溢油事故

据统计，在大连新港 20 多年的运行过程中，共发生大小溢油事故 36 起。在 36 起溢油事故中，大部分溢油量较小。其中，溢油量≤1t 的溢油事故 32 起；溢油量 1~5t 的溢油事故 1 起；溢油量 50~100t 的溢油事故 1 起。

表 8.4.3-1 大连新港溢油事故统计表

年份	事故次数(次)	溢油量(t)	是否入海
1980	14	2	是
1981	16	5	是
1984	2	3	是
1999	1	10kg	是
2000	1	3~4	是
2001	1	84	否
2001	1	1	否
合计	36		

2) 湛江港溢油事故

湛江港为原油和成品油码头，年吞吐量 580~770 万 t，每年进出港的油轮 600 余艘次。据统计，湛江港 1983~1991 年间共发生溢油事故 188 起，平均每年 21 起。但这些事故的溢油量都较少，几乎都在 10t 以下，超过 10t 的事故仅发生了 1 次，没有重大溢油事故发生。

表 8.4.3-2 湛江港 1983~1991 年溢油事故统计表

年份	不同溢油量事故次数			小计
	0.1~10t	10~100t	≥100t	
1983 年	22	0	0	22
1984 年	49	0	0	49
1985 年	30	0	0	30
1986 年	40	1	0	41
1987 年	23	0	0	23

1988 年	7	0	0	7
1989 年	3	0	0	3
1990 年	8	0	0	8
1991 年	6	0	0	6
合计	187	1		188

从众多溢油污染事故统计分析,一般发生重大溢油事故的原因主要是由于恶劣天气,风大、流急、浪高等不利条件造成的碰撞等重大溢油污染事故。但考虑到目前统计的溢油风险事故主要为海港,发生重大溢油事故的原因主要是触礁、碰撞、搁浅等事故,发生事故的船舶多为油轮,双江航电枢纽所处区域天气条件及波浪要远远好于沿海码头。参考我国对船舶溢油事故的统计,双江航电枢纽库区发生单船溢油污染事件的概率很小。

8.4.4 生态风险分析

本工程在对鱼类资源、植被采取相应恢复措施时,均选择本区域原有适生的特有鱼种、树种及草种,因此不存在当地物种演变及主动带来外来物种入侵的风险。但工程建设过程中,大量工程材料运输进场,在包装材料或填充物等中可能存在外来物种的种子、虫卵或幼虫等,一旦引入,在没有天敌的情况下,可能出现大量繁殖情况。

水库蓄水将使原来栖息于河谷灌草丛的中小型兽类,特别是小型啮齿动物向较高海拔生境或食物丰富的人类聚居地附近迁移,造成迁入地的啮齿动物种群数量在较短时间内较大增加,形成较高密度区。这些啮齿动物常常会传播疫源性疾,在它们向人类聚居地附近迁移的过程中,将增加疾病传播的风险。

8.4.5 机组油泄露风险分析

a) 风险识别

机组透平油主要存在于轴承油槽之中,用于机组转动时的润滑及降温。当油质劣化后,将采用专用透平油过滤器进行过滤,确保油质满足运行要求。透平油泄露的风险主要是可能对电站发电尾水水质造成影响,从而影响到水库下游的城西水厂饮用水源保护区和水厂取水口水质。

b) 风险分析

根据水轮机结构,发电水流从水轮机蜗壳和尾水管中流出,与轴承油槽不存在接触,透平油直接渗漏影响水质风险较低。透平油可重复利用,厂房内不需放置透平油

油桶，厂内泄露透平油的风险也很小。

8.5 风险防范措施

8.5.1 施工期废(污)水排放风险防范措施

a) 加强施工废污水的处理，按照环评要求建设废污水处理设施，尽可能予以回用。并确保经处理后排放涪江水体的废污水水质满足排放要求。加强施工管理，设专人负责施工废污水处理设施的日常管理、监督和维护。

b) 施工期，除定期和定点对施工区下游水体进行监测、加强对废污水处理系统管理人员的培训外，还应定期对处理系统进行详细的检修，使系统处于良好状态运行。一旦出现事故，应立即停止相关生产设施的运行，停止废污水的处理和排放，从源头上控制废污水的产生，并尽快找出事故原因，检修、修理出现事故的机器，尽快恢复废(污)水系统的运行。同时，应将出现的事故向受影响的地方政府和当地环保部门汇报，并对事故发生后的下游水质进行监测分析，进行事故评价。

c) 施工前，编制水质事故风险应急预案，报地方生态环境行政主管部门备案，并将应急预案在所有参建单位中进行发布。落实应急组织机构和相关责任人。

d) 本次环评除要求寇家坝砂石加工系统、混凝土拌和系统废水 100%收集处理回用之外，建设单位应尽快按照潼南区水利局的要求，落实双江镇白云村水厂的取水口迁改，建议生态环境局同步对饮用水源保护区进行调整。

8.5.2 储油设施风险防范措施

施工期间，应与当地的消防部门建立密切联系，加强储油设施和消防设备的日常检查和管理，建立火灾报警系统和临时消防队，制定相关的救援方案。在储油设施周围地势相对较低处修建事故污水收集池，对事故产生的油污进行收集处理。事故发生后，应由专业队伍负责对事故现场进行检查监测，对事故性质、参数与后果进行评估，结果上报相关部门，为指挥部门提供决策依据。

8.5.3 船舶溢油风险防范措施

a) 航运造成环境污染事故绝大多数与管理不当和预防措施缺乏有关。因此以“预防为主，安全第一”为方针，做好管理、宣传和技术等各方面工作，定期监督检查航运环保设施运行使用及安全情况；加强维护维修，发现问题及时处理，避免污染事故发生。

b) 加强船舶运输管理, 按照《船舶载运危险货物安全监督管理规定》(中华人民共和国交通运输部令 2018 年第 11 号)相关要求, 在本江段禁止运输剧毒化学品以及国家规定禁止通过内河运输的其他危险化学品, 避免发生化学品泄漏等污染饮用水源保护区水体水质的情况。

c) 严格按照主体工程设计要求, 设立导航及有关警示标志, 警示船舶安全驾驶; 危险品运输应当避开暴雨、洪水、大雾等不利时段, 避免由于天气影响造成行船隐患。

d) 制定针对运行期突发性水污染事件的应急预案。当发生溢油事故后, 立即切断溢油源, 关闭产生溢油事故的各种阀门, 堵漏或将破损油舱内剩下的油转移到该船其它舱内或过驳到其他船上; 同时, 对发生的污染事故迅速监测, 进行及时快速准确有效的处理处置, 最大限度地减少污染事故造成的生命、财产及环境危害, 恢复受污染水域水环境。

8.5.3 生态风险防范措施

a) 施工过程中加强对外来入侵物种危害性的宣传教育, 提高对外来入侵物种的防范意识; 加强对外来入侵物种识别、防治技术、风险评估技术、风险管理措施的培训, 对于进口材料和机械等, 应按规定严格进行检验检疫和消杀处理。

b) 双江航电枢纽蓄水前应联合相关部门对淹没区的主要野生动物疫病和主要疫源物种特别是鼠类进行调查, 明确重点监控场所和环节, 健全信息通报机制, 并储备必要的应急物资。蓄水过程中及蓄水后需加强野生动物疫源疫病监测防控工作, 建立鼠情监测预警系统和机制, 定期监测鼠情密度和传染源情况, 并通报有关部门, 做好预测预报工作, 在鼠情可能发生时, 提前采取紧急措施, 严密防范突发野生动物疫情。

8.5.5 机组油泄露风险防范措施

在机组检修之前, 应先将油系统中的透平油全部回收至容器中, 透平油的回收应充分、彻底; 回收采用的油管应事先检查, 做到无裂缝、无穿孔; 油管与油系统的接口应密封、固定, 杜绝透平油回收过程中的油损失。

对抽取的透平油进行回收处理, 采用滤油机回收过滤, 回收率可达到 98%左右, 分离产生的油渣、拆卸下来的零部件清洗所用的汽油或柴油以及机组大修施工中用于水轮机、衬墙圈、油系统表面擦拭的棉纱, 暂存于危废存储桶中。

8.6 应急预案

8.6.1 风险应急预案体系和应急处置程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发、以及《重庆市人民政府突发公共事件总体应急预案》确定的重庆市突发公共事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发公共事件地方应急预案和重庆市环境污染和生态破坏事故应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 4 个方面：

a) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，各地、各部门要立即报告，最迟不得超过 2 小时，同时通报有关地区和部门。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

b) 先期处置

发生或即将发生突发公共事件的信息得到核实后，在尚未划定突发公共事件级别之前，事发地人民政府和有关单位要迅速采取措施控制事态发展，并及时向上级人民政府报告。

c) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大、重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由省级相关专门应急指挥机构或省政府工作组统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个省级相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

d) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

8.6.2 风险应急预案

双江航电枢纽工程突发环境事件涉及重庆市潼南区，根据《国家突发公共事件总体应急预案》、《重庆市人民政府突发公共事件总体应急预案》相关要求，本工程事故应急应纳入重庆市突发公共事件应急预案体系中，并据此确定工程应急预案。

a) 应急计划区

本工程应急计划区包括：A. 废污水处理工程区；B. 环境保护目标区，主要是涪

江水域。

应急事件包括废污水事故排放、火灾、爆炸、溢油事故等。

b) 应急组织机构、人员

1) 应急领导机构

应急总领导机构为重庆市人民政府突发公共事件应急委员会，作为协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地区应急领导机构由潼南区分管环保的领导、生态环境局及其它相关各协作部门负责人组成。

施工现场成立安全风险应急领导小组，由建设单位分管环保的正职领导作为小组长，小组成员由环境保护管理办公室负责人、各承包商单位分管环保的领导组成。

2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，可由公安局、安监局或生态环境局负责。

3) 应急救援人员

应急救援人员包括：

(1) 危险源控制组，主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；

(2) 伤员抢救组，负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责。

(3) 医疗救护组，负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作。

(4) 消防组，负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成。

(5) 安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全部门、安全保卫人员和当地政府人员组成。

(6) 安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责。

(7) 物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地政府负责。

(8) 环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域

范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地生态环境局负责。

(9) 专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由工程建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织。

(10) 综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地政府宣传部门组成。

(11) 善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

应急程序见图 8.6.2。

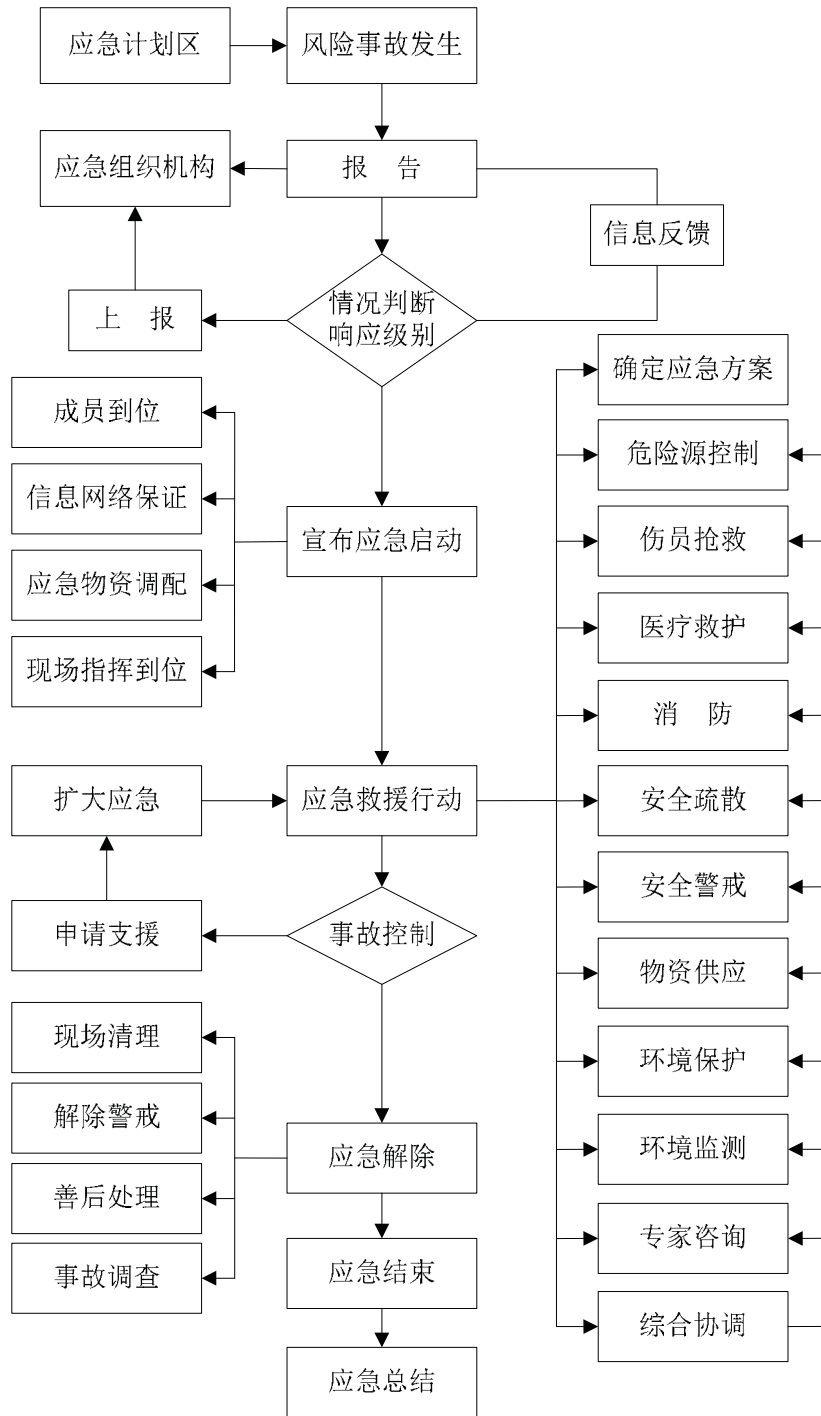


图 8.6.2 双江航电枢纽工程事故应急程序图

4) 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大(I级)，重大(II级)，较大(III级)，一般(IV级)。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，I级、II级响应：现场指挥在事故

应急领导机构的统一领导下,具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施;组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作;根据事故险情,对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施;根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化,及时对预案进行调整、修订、补充和完善,确保人员各尽其职、救援工作灵活开展;根据现场险情,在技术支撑下,科学组织人员和物资疏散工作;现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系,定期通报事故现场的态势,配合上级部门进行事故调查处理工作,做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作,适时发布公告,将危机的原因责任及处理决定公布于众,接受社会的监督。III级、IV级响应:各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作,防止事故扩大、蔓延,保证信息渠道畅通,及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点,现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

5) 应急救援保障

主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、消防车、消防水收集系统、吸油毡、溢油控制器材、各类药品等。

6) 报警、通讯联络方式

(1) 报警方式:在施工封闭管理区内设置报警电话,设置施工区火灾警报器。

(2) 应急通讯:应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系;现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系;应急过程中对讲机均使用一频道(消防频道);如无线通讯中断,应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

(3) 信息报送程序:发生环境风险事故时,必须及时上报,按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后,报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门,报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7) 应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场,对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作,及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见,并发布应急监测简报,对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据,确保群众和救援人员的安全防护。

8) 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9) 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10) 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

工程建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

11) 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演练，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12) 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

8.7 风险防范与应急措施的合理性和有效性分析

双江航电枢纽的风险防范措施包括水质污染风险、储油设施风险、火灾风险、船舶溢油风险以及生态风险防范措施，各项防范措施均涵盖了加强日常检查和管理、完善相关制度建设、采取相应的应急处理措施，防范措施全面合理有效，体现了源头控制、过程阻断、末端治理的全过程风险防范理念，风险发生后结合制定的应急预案，有利于作出及时的应急响应，加强与上级单位和部门应急救援体系的衔接，降低风险事故产生的后果。

8.8 风险评价结论

双江航电枢纽工程施工期间发生各类风险事件的几率较小，但一旦发生，产生的后果较为严重。通过采取相关的风险防范措施，能够将风险发生的可能性大大减小，制定的应急措施和应急预案能够将风险产生的后果大大降低。总体而言，工程风险防范与应急措施是合理和有效的。

9 环境保护投资

9.1 编制原则

a) “谁开发、谁保护、谁污染、谁治理”原则。对于既保护环境又为主体工程服务, 以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等, 需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施, 其所需的投资, 应根据其项目的依附性质, 列入工程环境保护投资;

b) “突出重点”原则。对环境影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护, 在经费上予以优先考虑;

c) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施; 凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资, 应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担;

d) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失, 可采取替代补偿和生态恢复措施, 或按有关补偿标准给予一次性合理补偿;

e) 一致性原则。环保工程与主体工程一致, 同时设计、同时施工、同时运行。

9.2 编制依据

《水利水电工程环境保护设计概(估)算编制规程》(SL359-2006)

《水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总[2003]67号)

《水土保持工程概算定额》(水利部水总[2003]67号)

《工程勘察设计收费管理规定》(国家计委、建设部[2002]10号)

9.3 价格水平年

环境保护投资编制所采用的价格水平年与枢纽建筑物工程投资价格水平年一致, 即 2020 年。

9.4 投资项目划分

双江航电枢纽工程环境保护项目投资分为环境保护措施、环境监测措施、环境保护临时措施和独立费用四部分。

9.5 基础资料

9.5.1 基础单价

a) 人工预算单价

采取主体工程设计熟练工单价 7.61 元/工时。

b) 主要材料概算单价

主要材料价格采用主体工程价格,其它材料和植物措施材料价格由当地市场价格加运杂费、采购和保管费组成。

c) 材料单价

主要材料价格采用主体工程价格;苗木草种等价格由当地市场价格加运杂费、采购和保管费组成;水泥、砂石料、柴油等主要材料采用基价法,当材料预算价格低于基价时,按预算价格直接进入工程单价,当预算价格高于基价时,按基价进入工程单价,超过部分列入工程单价分析表税金之前进行补差。

d) 施工风、水、电单价

根据主体工程,其中水价 0.460 元/m³,电价 0.739 元/kw·h,风价 0.151 元/m³。

9.5.2 取费费率

与主体工程一致。其它直接费按基本直接费的 7.6%计算;间接费按直接工程费乘间接费率计算,费率为 9.75%;企业利润按直接费与间接费之和的 7.0%计算;税金按直接费、间接费与企业利润之和的 9.0%计算。

9.5.3 独立费用

- a) 环境管理费:按所有工程费的 2.5%取值;
- b) 环境监理费:根据工程规模,按实际工期计费;
- d) 科研勘测设计费:按直接工程费用的 8.0%取值。

9.5.4 预备费

- a) 基本预备费:按工程措施和独立费用之和的 10%取值;
- b) 价差预备费:根据国家计委[1999]1340 号文不计价差预备费;

9.6 环境保护投资估算

工程环境保护总投资共计 7933.36 万元,详见表 9.6-1。

表 9.6-1 双江航电枢纽工程环境保护投资估算表

序号	项 目	单位	数量	单价(元)	费用(万元)	备 注
第一部分 环境保护措施					4188.14	
一	生态保护措施				4176.89	
1	水土保持措施					计入水土保持专项投资
2	景观生态保护恢复措施				182.5	
2.1	湿地恢复与营造	hm ²	7.3	250000	182.5	
3	珍稀保护植物移栽	项	1	200000	20	
4	生物保护警示牌	个	8	1500	1.2	
5	水生生态保护措施				3973.19	
5.1	鱼道				(1541.5)	计入主体工程投资
5.2	鱼类增殖放流站	座	1	35722900	3572.29	土建、机电设备及2年运行费
5.3	鱼类栖息地保护				400.9	
5.3.1	生境修复	项	1	2800000	280	
5.3.2	生境营造	项	1	1200000	120	
5.3.3	标识牌	处	6	1500	0.9	
二	水环境保护措施				0	
1	库底清理					列入移民投资
2	库区漂浮物及藻类清理					计入工程运行费
3	工程管理单位生活污水处理					沿用施工期生活污水成套处理设备
三	移民安置环境保护				11.25	
1	化粪池	个	5	20000	10	
2	垃圾桶	个	5	2500	1.25	
第二部分 环境监测措施					484.6	
一	施工期环境监测				161.6	
1	施工期地表水水质监测	点·次	96	6000	57.6	
2	施工生产废水监测	点·次	80	2000	16	
3	施工生活污水监测	点·次	48	3000	14.4	
4	施工生活饮用水监测	点·次	48	4000	19.2	
5	施工期大气监测	点·次	64	7000	44.8	
6	施工期噪声监测	点·次	96	1000	9.6	

序号	项 目	单位	数量	单价(元)	费用(万元)	备 注
二	运行期水环境监测	点·次				计入工程运行费
三	地下水监测	点·次	48	2500	12	
四	底泥监测	点·次	48	5000	24	
五	生态调查及监测				255	
1	陆生生态调查	次	3	350000	105	
2	水生生态监测	次	5	300000	150	
六	水土流失监测					计入水土保持专项投资
七	人群健康监测				32	
1	施工区疫情监测	次	4	30000	12	
2	人群健康监测	次	4	50000	20	
第三部分 环境保护仪器设备及安装					364	
一	左岸成套生活污水处理设备	套	1	350000	35	
二	右岸成套生活污水处理设备	套	1	450000	45	
三	成套油水分离设备	套	2	180000	36	
四	寇家坝砂石系统废水处理设备	套	1	650000	65	
五	洒水车	辆	1	380000	38	
六	垃圾车	辆	1	200000	20	
七	水质在线监测系统	套	1	900000	90	
八	生态流量在线监测系统	套	1	350000	35	
第四部分 环境保护临时措施					465.25	
一	施工废污水处理				181	
1	寇家坝砂石加工废水处理系统	座	1	850000	85	土建及运行费
2	混凝土拌和冲洗废水处理系统	座	1	320000	32	含运行费
3	机修含油废水处理系统	座	2	100000	20	土建及运行费
4	左岸生活污水处理系统	座	1	120000	12	土建及运行费
5	右岸生活污水处理系统	座	1	240000	24	土建及运行费
6	基坑排水处理	项	1	80000	8	投加药品
二	施工期生活垃圾处理				54.45	
1	垃圾桶	个	16	1500	2.4	
2	垃圾池	个	3	25000	7.5	
3	清运费	t	2970	150	44.55	

序号	项 目	单位	数量	单价(元)	费用(万元)	备 注
三	声环境保护				76.2	
1	砂石系统隔声处理	项	1	80000	8	
2	限速禁鸣标志	处	8	1500	1.2	
3	移动声屏障	m	500	1500	75	
四	大气环境保护费				77	
1	洒水降尘	月	55	9000	49.5	
2	路面、场地清理	月	55	5000	27.5	
五	人群健康保护				76.6	
1	施工区的清理与消毒	年	5	20000	10	
2	施工期疫情检查与建档	人	1800	200	36	
3	施工期疫情抽查	人·次	360	600	21.6	
4	施工区环保厕所	个	6	15000	9	
5	施工期劳动保护用品					计入工程劳安费
第一至四部分合计					5501.99	
第五部分 环境保护独立费用					1710.16	
一	环境建设管理费				475.10	
1	环境管理经常费	项	1		165.06	按前四部分 3%计
2	环保设施竣工验收费	项	1	2000000	200.00	按实际需要估列
3	环保宣传及技术培训费	项	1		110.04	按前四部分 2%计
二	环境监理费	月	55	60000	330.00	按实际需要估列
三	科研勘测设计咨询费	项	1		905.06	
1	环保设施勘测设计费	项	1		165.06	按前四部分 3%计
2	环评及专题报告编制费	项	1	2500000	250.00	按实际需要计列
3	科学研究专题费	项	1	4000000	400.00	生态调度研究等
4	突发环境事件应急预案编制费	项	1	900000	90.00	施工期、运行期
第一至五部分合计					7212.15	
基本预备费					721.21	按前五部分 10%计
环境保护静态总投资					7933.36	

10 环境影响经济损益分析

根据双江航电枢纽工程环境影响评价和工程环境保护措施经济论证结果,对本工程建设的环境影响进行经济损益分析。分析计算中,考虑了本工程建设与生态效益、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展的条件,按照等效、替代原则计算环境效益;以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需的费用计算环境损失。

环境影响经济损益分析包括工程的经济效益、生态效益和社会效益,主要采用费用效益分析法进行分析。环境影响经济损失包括减免不利环境影响的环境保护投资、因工程建设引起环境资源的损失,环境影响经济效益包括工程兴建后改善环境取得的社会经济环境效益、采取环境保护措施后取得的效益。本工程初步确定进行经济损益定量分析的环境影响主要有:减免环境不利影响的措施投资、陆生植物资源损失、工程运行后的经济效益等。其它的环境影响将只进行经济损益定性分析。

10.1 环境效益分析

本工程的环境效益主要体现在工程发电、航运所带来的直接或间接经济效益,以及工程建设对促进当地经济发展所产生的社会效益。

10.1.1 社会效益

建设双江航电枢纽工程,可优化区域水资源配置,改善涪江干流河段通航条件等。建设期大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足。以施工人员每人每月平均消费 200 元计,施工期间平均每年使当地消费额增加 900 万以上,建设期合计约 3500 万元。消费需求的猛增,将促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展,由于本部分效益未反映在带动相关产业的整个社会效益,因此本分析不计入具体费用。

10.1.2 经济效益

a) 生态效益

本工程建成后,由于废除了三块石枢纽,因此增加了枯期涪江干流流量,结合水生生态保护,有利于修复和保护涪江生态环境,共同筑牢长江上游生态屏障,共建山清水秀美丽之地,金山银山不如绿水青山,涪江干流的生态修复,也将重塑两岸景观,结合定明山—运河风景名胜区规划,营造生态宜居环境,提升城市整体环境,可为发展城市旅游等综合利用功能打好基础。本项目建设产生的社会效益和生态效益是工程

的主要效益,体现了双江航电枢纽工程公益性的项目特点,这部分效益难以进行量化。

b) 发电效益

本电站年发电量 1.885 亿 kW·h,有效电量按年发电量的 95%计,厂用电率按 0.5%计,正常运行后年上网电量为 1.78 亿 kW·h。在不考虑分摊情况下,按下游潼南航电枢纽上网电价 0.305 元/kW·h(不含税)计算,双江航电枢纽工程每年销售收入为 5434.5 万元,经营成本为 2724.1 万元。

c) 航运效益

双江航电枢纽可以改善库区 30.4km 航道,由天然航道改善为库区航道,水深增加,流速变缓,船行阻力变小,航线变得短捷,航道条件大为改善,最大可通航船舶由原来的 100t 提升至 500t。船闸有效尺度为 120m×23m×4.2m(长×宽×门槛水深)。根据经济运量预测,预测 2035 年货运量为 300 万 t,客运量为 20 万人次,2050 年货运量为 520 万 t,客运量为 16 万人次。经计算,2035 年航运效益为 3146.26 万元,2050 年航运效益为 6257.98 万元。

d) 效益合计

综合考虑以上各效益后,根据后续达效过程,发电效益和航运效益在枢纽建设完成后即可产生效益,2035 年,年效益为 8580.76 万元。

10.2 环境损失计算

以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程环境影响损失大小的尺度,计算其损失值。在双江航电枢纽建设所带来的各类损失中,可以货币化体现的主要包括水库淹没和工程永久占地投资、环境保护措施及补偿费用。

a) 陆生生态损失

陆生生态系统损失包括对森林生态系统、草地生态系统和农田生态系统产生不利影响带来的损失,可采用生态补偿法分析计算对陆生生态系统不利影响的经济价值,包括对陆生生态的耕地、园地、森林、草地生态系统的永久征收和临时征用的补偿费用。本工程永久征地林地 309.42 亩、耕地 989.15 亩,临时征用林地 7.75 亩、耕地 89.87 亩。采用生态补偿法进行计算,永久征地和临时占地补偿费为 16383.05 万元。

b) 水生生态损失

水生生态的损失包括水生生态系统、珍稀濒危和特有水生野生动植物等方面的损

失。工程对水生生态系统的不良影响包括对水生生态系统结构和功能的不良影响，可采取恢复连通性、栖息地保护等措施减缓对水生生态系统的影响，采用恢复费用法评估工程对水生生态系统不利影响的经济价值。工程采取增殖放流等措施恢复种群数量，减缓对珍稀、濒危、特有水生野生动植物的不良影响，采用恢复费用法来计算对珍稀、濒危、特有水生野生动植物不利影响的经济价值。

恢复费用法即采用恢复被破坏的环境或重置相似环境的费用来表示该环境损失的价值，具体应采用修复不利影响的工程或措施的费用来计算。对于本工程，采取了鱼类增殖放流、鱼道、栖息地保护等水生生态保护措施，投资共 5514.69 万元。因此，本工程水生生态损失核算的经济价值为 5514.69 万元。

c) 水环境损失

水环境损失包括水文情势、水温、水质等方面。水电工程因拦蓄、引水等对河流水文情势产生的不良影响，可通过生态流量泄放措施泄放生态流量来减缓，采用恢复费用法来计算对河流水文情势不利影响的经济价值；工程对水质的不良影响，可通过施工生产废水和生活污水处理、库底清理措施来减缓，采用防护费用法来计算对水质不利影响的经济价值。

恢复费用法即采用恢复被破坏的环境或重置相似环境的费用来表示该环境损失的价值，具体应采用修复不利影响的工程或措施的费用来计算。对于本工程，采取了施工废污水处理等水环境保护措施，投资共 362 万元。因此，本工程水环境损失核算的经济价值为 362 万元。

d) 大气环境和声环境损失

水利水电工程施工产生的粉尘、扬尘和机械与车辆燃油、生活燃煤产生的污染物对环境空气质量的不利影响，可通过采用低尘施工技术、安装尾气净化和油烟废气处理装置、洒水降尘等措施来减缓，采用防护费用法来计算对大气环境不利影响的经济价值。

水利水电工程施工机械运行、砂石料加工、爆破、机动车辆等产生的噪声对声环境及其敏感对象的不利影响，通过采用低噪设备和工艺、设置声屏障等隔声降噪设施等措施来减缓，采用防护费用法来计算对声环境及其敏感对象不利影响的经济价值。

防护费用法即采用避免不利影响发生的费用来表示该环境损失的价值，具体应采用防范环境不利影响的工程或措施费用来计算。对于本工程，采取了洒水降尘、道路

清扫、混凝土系统粉尘削减控制、燃油废气控制等大气环境保护措施，采取了混凝土系统噪声控制、施工交通噪声控制等声环境保护措施，投资共 153.2 万元。因此，本工程大气环境和声环境损失核算的经济价值为 153.2 万元。

10.3 损益比较分析

10.3.1 定性分析

综上所述不难看出，除了工程永久征地损失为不可逆环境经济损失，其它环保投资均为一次性或短期的环境经济损失，工程经济效益和社会效益明显，工程航运、供水、发电所带来的经济收益将是长期的，对提高当地人民生活水平、改善生态环境都具有重要意义。

10.3.2 定量计算

经对工程带来的效益和损失量化计算，2035 年，工程带来的年效益为 0.86 亿元，工程带来的总环境损失 1.69 亿元，由于环境损失是一次性损失，而工程效益是持续过程，而且本工程具有公益性特点，其社会效益和生态效益难以量化。综上所述，工程具有较好的环境效益。

表 10.3.2 工程建设效益/损失计算表

效益项		损失项	
发电效益	5434.5 万元/年	生态损失	16383.05 万元
生态效益	-	水环境损失	362 万元
航运效益	3146.26 万元/年	大气环境和声环境损失	153.2 万元
合计	0.86 亿元/年	合计	1.69 亿元

10.3.3 结论

综合分析，从环境经济损益的角度考虑，本工程建设是可行的。

11 环境影响评价结论及建议

11.1 流域及工程简况

11.1.1 流域简况

涪江属嘉陵江右岸一级支流，发源于岷山东麓三舍驿的红星岩。自西北向东南流经平武、江油、绵阳、三台、射洪、遂宁、潼南至合川汇入嘉陵江。涪江全流域集水面积 36400km²，干流河长 670km，平均坡降 1.4‰。涪江干流在江油武都镇以上为山区，属上游，主要由岷山山脉和龙门山脉组成，海拔高程在 1000m~3500m 之间，涪江在江油至遂宁段属中游，遂宁以下为下游，中、下游地区除少数平坝外主要为丘陵区及浅丘区，海拔高程在 300m~700m 之间。涪江流域水系发育，支流众多，呈树枝状。较大的支流有 8 条，分布于流域的中、下游。在四川省境内涪江干、支流上已建成的水利、水电工程主要有武都引水工程、东风电站、文峰电站、螺丝池电站、金华电站、前锋引水渠、唐家渡、三星电站等，在重庆境内涪江干流上已建成水电工程主要有潼南、富金坝、安居和渭沱梯级。

双江航电枢纽工程即位于涪江下游重庆市潼南区河段，坝址位于原三块石电站拦河坝下游约 500m 处。

11.1.2 工程概况

11.1.2.1 规划概况

2009年9月，重庆人民政府批复了《重庆市航道发展规划》(渝府[2009]147号)，规划涪江干流三星大坝~合川鸭嘴136km河段为V级航道，通航300t级船舶。目前涪江潼南河段现状航道等级不足VI级(80t)，无法满足规划航运发展要求，因此急需提高该河段航道等级。规划双江梯级下游潼南梯级已于2018年11月建设完成，上游三星梯级正在改造船闸，为打通川渝航道，双江梯级的建设至关重要。考虑到涪江航道规划升级为IV级航道，同时，刚建成的潼南枢纽能兼顾500t级船舶通行，渭沱枢纽船闸改造也为500t级，因此，双江枢纽设计规模确定为：按内河IV级、通航500t级船舶标准建设。

11.1.2.2 工程规模

双江航电枢纽工程的开发任务为：以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求。双江航电枢纽工程水库总库容 1.61 亿 m³，正常蓄水位 249.00m，相应库

容 4868 万 m³，电站装机容量 48MW，船闸和航道等级为Ⅳ级。

11.1.2.3 工程主要项目组成

双江航电枢纽工程全部建设内容均位于重庆市潼南区，四川省遂宁市境内无工程布置，但水库淹没涉及到了遂宁市船山区老池镇的部分土地。枢纽工程由泄水闸、电站、船闸、左右岸连接段及护岸工程、生产管理用房等附属工程，以及鱼道、鱼类增殖放流站等环保工程组成，主要建筑物级别为3级。枢纽建筑物沿坝轴线自左至右依次为：左岸挡水坝段(前缘长53.40m)、泄水闸(18孔，前缘长313.00m)、河床式厂房(前缘长79.50m)、船闸(前缘长36.00m)和右岸接头坝段(前缘长65.00m)，鱼道布置于河床右岸，鱼类增殖放流站布置于业主营地附近。

11.2 环境现状评价结论

11.2.1 地表水水环境

涪江流域径流年内分配不均，11月~2月经流量较小；年内最枯月份一般出现1月或12月，最丰月份出现在5、6月。坝址1950年~2017年多年平均流量为441m³/s，多年平均来水量为139.1亿m³。

涪江干流地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准要求。由环评阶段监测结果可知，涪江干流水质满足Ⅲ类水质标准要求，水质较好，但主要支流的水质不符合Ⅲ类水质标准要求。反映出支流水质受农业面源、生活污染源的影响较大，与现状调查所了解的各场镇生活污水收集处理设施不健全的情况相吻合。

11.2.2 地下水环境

评价区监测的 2 处地下水井的地下水水质无法满足符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中Ⅲ类标准要求，主要超标因子为总硬度、硝酸盐、耗氧量和总大肠菌群，反映出库区流域乡镇生活污染源排放对地下水水质也造成了一定的影响。

11.2.3 陆生生态

评价区有野生维管植物 189 种，隶属于 59 科、148 属。根据野外实地调查结果和查阅历史资料，评价区发现有国家Ⅱ级重点保护野生植物野大豆(*Glycine soja*)和野菱(*Trapa incisa* var. *quadricaudata*)，暂未发现古树名木分布。

评价区内共分布有陆生脊椎动物 24 目 67 科 147 种；未发现国家Ⅰ级重点保护野

生动物，国家Ⅱ级重点保护野生动物 6 种，重庆市重点保护野生动物 17 种。

11.2.4 水生生态

评价范围各水域有浮游植物种类 6 门 51 种(属)，浮游动物 4 大类 26 种(属)，底栖动物 3 门 12 种(属)，水生维管束植物 12 科 23 属 31 种。

评价范围各水域共分布有鱼类 111 种，分属 5 目 13 科 61 属。文献记录的潼南区的 81 种鱼类中，有国家二级保护鱼类胭脂鱼，有重庆市级保护鱼类 3 种，分别是岩原鲤和长薄鳅、鳊。

评价区内分布有 5 处成规模的粘草基质鱼类产卵场，其中双江库区 4 处；7 处成规模的粘砾石基质鱼类产卵场，其中双江库区 5 处。

11.2.5 环境空气和声环境

枢纽工程区无工业大气污染源，主要污染源为居民日常生活及道路交通扬尘。根据监测成果，枢纽所在区域的环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准限值的要求，风景名胜区内环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准限值的要求。环境空气质量较好。

枢纽工程区主要噪声源为交通噪声，根据监测成果，评价区内声环境质量基本满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准要求。

11.2.6 土壤和河流底质

根据监测成果，评价范围内的农用地土壤环境质量各项指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中表 1 及表 2 规定的相应风险筛选值。河流底质质量也满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》相应风险筛选值要求。建设用地土壤环境质量各项指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中基本项目的风险筛选值。

11.2.7 主要环境问题

a) 常规监测结果表明，涪江干流总体水质较好，Ⅲ类水质断面比例 100%，且大多数时段可以达到Ⅱ类水质标准。但库区支流水质不稳定，且相对较差，主要生化指标超标，这与现场调查中所了解的双江库区涪江流域还存在城区生活污水收集处理不完善，农村地区生活污水直排和农业面源污染影响的情况是相符的。

b) 已建梯级电站大坝的阻隔降低了水生生境的连通性，鱼类资源有下降趋势。

由于双江航电枢纽坝址上游的梯级三星航电枢纽和下游的潼南航电枢纽已建成运行，工程建设中未采取有效过鱼措施，使洄游性、半洄游性鱼类受大坝阻隔，索饵和生殖洄游受到较大影响。三块石拦河坝的存在，也使本江段的阻隔影响早已存在。

c) 三块石引水闸将上游来水引往人工运河，在枯水季节上游来水不足时，由于三块石引水闸的引水，拦河坝下游 4.0km 左右的涪江主河道减水严重，河床裸露，对河道景观、水生生态、水环境等造成了十分不利的影晌。

11.3 环境影响预测评价结论

11.3.1 水文情势

11.3.1.1 施工期对水文情势的影响

从导流程序来看，施工期间，涪江河道不断流，下游河道水文情势变化不大，水量影响很小。

11.3.1.2 水库初期蓄水对水文情势的影响

工程在第三年 11 月初下闸蓄水，按不超过 2m/d 的速率控制，计算蓄水时间最长约需 10 天。初期蓄水期间，可通过将部分闸门开启或控制闸门开启幅度(10°、20°、30°等)下泄生态流量，保证枢纽下游涪江江段满足生态需水要求。

11.3.1.3 运行期对水文情势的影响

a) 对库区水文情势的影响

双江航电枢纽建成后，坝址断面水位高程由原来的 236.93m 提高到 249m(正常蓄水位)，坝前水位抬升 12.07m，河面水域面积变大，坝前水深增加，库区水体流速从库尾到坝前逐渐减小，水体流态趋缓，回水长度约 21.62km(三星尾水断面)。双江航电枢纽电站为日调节电站，运行期坝前水位基本在死水位(248m)~正常蓄水位(249m)之间变化。

b) 对坝址下游河段水文情势的影响

水库建成运行后，双江航电枢纽坝址下游河道径流量的变化，将会造成坝下水位相应有所改变。丰、平、枯典型年中，由于日调节作用，坝下游河道日内流量及水位过程有一定的变幅，应做好生态流量泄放的监控，保证下游生态流量需求。

c) 下泄生态流量

双江航电枢纽坝址断面生态流量泄放要求为：丰水期 5 月~10 月下泄下游生态流量 132.3m³/s(占坝址断面多年平均流量的 30%)、枯水期 11 月~次年 4 月下泄下游

生态流量 66.15m³/s(占坝址断面多年平均流量的 15%)。

11.3.2 水环境

11.3.2.1 水温

水库水温结构为混合型。水库为日调节性能，调节库容小，河流来水径流量大，水库水体温度仍基本保持天然径流状况，其泄水不会对下游江段水温产生影响。

11.3.2.2 水质

a) 施工期

枢纽工程施工过程中的主要水污染源有砂石加工系统、混凝土系统产生的冲洗废水、施工营地产生的生活污水、机械修配厂产生的含油废水。施工期要求生活污水、含油废水、基坑排水等处理达标后排放，并尽可能的回用，但寇家坝砂石加工系统废水和混凝土系统废水必须全部回用禁止排放。施工废污水出现事故排放情形时，影响范围沿涪江岸边顺流方向约 30km 左右，主要造成 SS 浓度升高。

寇家坝砂石系统、混凝土系统布置在双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围内，其下游 300m 左右的涪江右岸边为水厂取水口(管道取水)，从系统废水事故排放的影响预测来看，会对饮用水源保护区的水域水质造成不利影响，也会对下游 300m 左右的水厂取水口处水质有一定影响。

b) 运行期

经预测，双江航电枢纽蓄水水质影响较小，库区水体不会出现富营养化；水库水质指标满足地表水 III 类水质要求；工程运行不会对下游江段水体水质带来明显的不利影响；工程运行期水库管理人员生活污水经处理后综合利用，不进入河道。

11.3.3 生态环境

11.3.3.1 对区域生态完整性的影响

枢纽工程实施后林地仍然是该地区的模地，对生态环境质量仍将具有较强的调控能力，表明景观生态体系的生产能力和受干扰以后的恢复能力仍较强，对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

11.3.3.2 对陆生生态影响

工程施工对土壤和植被的影响由工程永久和临时占地产生。枢纽工程永久占用林地 386.12 亩、耕地 1195.97 亩，其中林地以灌木林为主。枢纽工程临时征用林地 0.11 亩、耕地 89.87 亩，其中林地主要为灌木林，耕地主要为水田和菜地，内有少量

零星果木分布。永久占地和临时征地土地地表植被均为当地常见植被，工程施工对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

施工期施工行为容易破坏现有陆生动物的生存环境，但陆生动物活动能力较强，觅食环境很广，总的来说工程建设对其有驱赶影响。

11.3.3.3 对水生生物影响

施工期间，施工废污水禁止排放，对涪江水体水质影响很小，由此带来的对水体中浮游生物、底栖动物、水生维管束植物等水生生物的影响也很小，其生物量和密度不会明显下降，种类不会发生变化。

施工活动会对水中的鱼类造成驱赶影响，鱼类将远离施工区水域，向上游、下游和支流中迁徙。由于在其他水域中可以找到其适宜的生境，因此施工不会引起鱼类资源量的明显下降，但在施工区的鱼类数量将减少。

库区水体流速降低可能造成适合湍流生长的硅藻类比例会降低，喜好缓流环境的绿藻和蓝藻种类比例会略有增加，但底栖藻类群落结构将仍以硅藻为主；对于浮游动物和底栖动物，原生动物中纤毛虫的比例趋向增加，枝角类种类明显增加。

双江航电枢纽建库后，为喜栖缓流敞水生活的鱼类提供一个适宜的环境，如分布于该河段内的鲤科的种类能很好地生存和繁衍，但喜流水生境的鱼类等可能失去生存繁殖的流水环境。

双江航电枢纽仅有日调节性能，对下游水文情势影响不大，不会对鱼类产卵产生显著影响。

11.3.4 大气环境

枢纽工程施工主要是交通运输带来的粉尘、扬尘影响，在不采取洒水降尘等措施的前提下，其影响范围在 50m 左右，主要的受影响对象为施工道路两侧的双江镇的部分居民房。

11.3.5 声环境

施工期间，枢纽工程施工区周边主要是双江镇的部分居民房受施工工厂噪声、交通噪声影响，昼间噪声出现短时间超标的情况。

11.3.6 固体废物影响

枢纽工程土石方弃料共计 72.53 万 m^3 ，工程不设弃渣场，左岸弃渣运至潼南区民丰城市垃圾渣场处置，右岸弃渣用于仙鹅村河道防护工程，同时考虑采取好水土

保持措施。

枢纽工程施工高峰期间施工人员 1800 人，施工高峰期垃圾日产生量为 1800kg。生活垃圾如未经处理随意丢弃，在雨水的冲刷下进入下游河段，将造成工程区下游的水环境污染，并影响施工区和下游人群健康。

枢纽工程施工区综合加工厂生产过程中产生的废油属于危险废物，如若不经收集直接排放，将会对周边区域的土壤环境和地下水环境造成污染，若随雨水冲刷入河，则对涪江水质也会带来不利影响。

11.3.7 土壤环境影响

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复。

11.4 环境保护措施及其可行性论证

11.4.1 水环境

a) 施工期

为保护枢纽工程区涪江江段的地表水环境，对于寇家坝工区产生的砂石系统废水、混凝土系统废水，采取处理后回用本系统，禁止排放所在涪江水域；左右岸施工区产生的含油废水、生活污水等，通过采取废污水处理工程措施处理达标后尽可能进行循环利用，雨季无法消纳的废污水也应达标排放。各施工废污水处理设施加强管理，设专人进行维护，避免出现事故排放的情况。

b) 运行期

按规范进行库底清理；管理区生活污水经过一体化污水处理设备处理后全部循环利用，禁止外排；制定并落实双江航电枢纽库区污染防治规划。

c) 生态用水

工程运行期主要通过机组发电和大坝泄流下泄水量。电站单机引用流量 $176.9\text{m}^3/\text{s}$ ，最小发电流量约 $62\text{m}^3/\text{s}$ ，当来水充足(大于 $66.15\text{m}^3/\text{s}$)时，可以通过机组发电尾水来满足坝址下游 $66.15\text{m}^3/\text{s}$ 的最小下泄流量需求；当来水不足 $66.15\text{m}^3/\text{s}$ 但大于机组最小发电流量 $62\text{m}^3/\text{s}$ 时，通过机组发电下泄生态流量；当来水流量低于机组最小发电流量时，机组停机，开启泄水闸，调节泄水闸高度泄放生态流量，下泄流量与来水流量相等。工程运行后，平、枯水期应至少保证 1 台机组稳定运行。设置生态流量在线流量监控

系统进行实时监测监控。

11.4.2 生态环境

a) 陆生生态保护措施

有针对性的采取生态影响避让、减缓、恢复和补偿措施；优化施工布置，减少占地破坏；加强施工管理，重点保护评价区内的国家Ⅱ级保护动物。

b) 水生生态保护措施

合理安排施工期，加快涉水区施工进度，缩短工程施工时间。施工废污水禁止排入下游河道，减少施工对水生生物造成的影响。

在枢纽管理区范围内建设鱼类增殖放流站，每年放流规模 15.12 万尾，初步计划放流 20 年；建设垂直竖缝式工程鱼道过鱼；取水口设置拦鱼设施。

加强渔政管理，实施禁渔区和禁渔期制度，保护鱼类资源。

11.4.3 大气环境

施工开挖等活动采取湿式作业，对施工区和敏感点区域的公路进行洒水等除尘、降尘措施减少废气和粉尘的排放量，施工人员配戴口罩、头盔等防护措施。

11.4.4 声环境

优化施工时序、采用低噪声设备和施工工艺，降低声源、利用地形，合理布置施工机械，设置限速和禁鸣标志牌，设置移动式声屏障等。

11.4.5 固体废物

施工期和运行期的生活垃圾收集后统一运送到指定的地点处理；施工产生的建筑垃圾根据先考虑回收，不能回收的运送到建筑垃圾处理场；含油废物、爆破后残留物等属于危废，交由有资质单位进行处理。

11.4.6 水土保持

按照主体工程区、工程管理区、料场区、河道防护工程区、施工道路区、施工生产生活区等区域进行防治。水土保持措施主要包括工程措施和临时措施，在具备植物生长条件的地点可以辅以植物措施；工程措施包括土地平整、护坡等；植物措施主要包括覆土绿化、植树、种草等；临时措施主要包括机械压实等。

11.5 环境监测与管理

本工程内部环境管理施工期由建设单位负责，建设单位和施工单位分级管理，运

行期由地方行政主管部门及建设单位共同负责组织实施，施工期实施环境监理制度。

环境监测计划包括施工期和运行期的水环境监测、陆生生态监测、水生生态监测、大气和声环境监测、土壤监测、人群健康监测和水土保持监测等。

建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》要求，对与建设项目有关的各项环境保护设施，包括为防治污染和保护环境所建成或配备的工程、设备、装置和监测手段、各项生态保护设施、环境影响报告书和有关项目设计文件规定应采取的其它各项环境保护措施进行验收。

11.6 环境风险

本工程施工中因意外事故可能产生的风险主要有：施工废污水处理系统的损坏导致废污水事故排放污染地表水体、油料运输泄漏导致污染地表水体、油料储存过程中泄漏引发火灾造成油污入河污染水体、施工进场带来外来物种影响生态系统等。一旦事故发生，均有可能给周围的水环境和生态环境甚至人体健康带来严重的影响。

对以上风险进行分析后，针对各种风险提出了相应预防措施以及应急预案。

11.7 环境保护投资

双江航电枢纽工程环境保护总投资共计 7933.36 万元。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。

11.8 公众参与

2019 年 10 月 27 日，在确定承担环境影响评价工作的环评单位后，重庆双江航运发展有限公司在潼南区人民政府网站上公示了双江航电枢纽工程的环境影响评价情况。2020 年 10 月 10 日，环境影响报告书征求意见稿形成后，重庆双江航运发展有限公司在潼南区人民政府网站上第二次公示了双江航电枢纽工程的环境影响评价信息，公示时长共计 10 个工作日；同时，在项目所在地重庆市潼南区双江镇、米心镇、遂宁市船山区老池镇等进行了现场张贴公示，在重庆晚报、遂宁日报等项目区易获取的报纸上进行了报纸公示，公示内容包括了环境影响报告书征求意见稿的获取途径以及公众反馈相关信息的时间和方式等。

双江航电枢纽工程环境影响评价信息公示期间，未收到工程区及周边区域团体与个人针对本工程建设以及环境保护方面的书函、电话、传真、发送电子邮件等形式的

意见反馈。

11.9 综合评价结论

双江航电枢纽工程是一座以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求的综合性枢纽工程。工程实施后，可进一步提高涪江航道等级，促进航运发展；可合理利用河段水能资源，为电网提供清洁能源；可增加涪江干流枯期流量，减少水生生态系统退化；可推动成渝地区交通互联互通，提供清洁能源服务双城经济圈。总的来说，工程实施将促进潼南区经济社会的快速发展，并改善区域生态环境。

工程建设产生的不利影响主要为施工期施工活动产生的环境污染和运行期的生态环境影响。通过采取相应的环境保护措施进行治理、补偿与恢复后，各项不利影响均可得到一定程度的缓解与恢复。枢纽工程区周边分布有重庆市潼南区定明山—运河市级风景名胜区、潼南区涪江国家湿地公园和双江镇白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区，水环境和生态环境较为敏感，施工期须做好各项水污染防治和生态环境保护工作，避免施工扰动和废污水事故排放影响到风景名胜区和饮用水源保护区。白云村水厂取水口应尽快进行搬迁，避免工程施工影响到水厂运行。工程运行需保证坝址下游涪江干流以及汉江(人工运河)内的生态流量，避免因工程实施影响到各用水需求。

双江航电枢纽工程本身在运行期基本没有污染物排放。综合工程建设对环境的有利与不利影响及影响程度、工程选址、施工布置的合理性等方面分析，在解决好环境制约因素、优化调整好工程施工规划、落实好各项生态环境保护措施的前提下，项目实施带来的环境影响可以控制在可接受的范围内。从环境保护的角度考虑，双江航电枢纽工程建设是可行的。

11.10 建议

a) 应以预防为主为指导方针，在主体工程规划设计中，充分考虑工程开发建设对自然环境的影响和破坏。为能在工程开工前做好工程环境保护的准备工作，建议本工程环境影响报告书通过审查后，紧密结合工程施工规划，编制环境保护设计报告。

b) 工程施工过程应严格贯彻“三同时”原则，确保环境保护工程措施的施工质量，除落实各项环境保护工程措施外，加强环境监测和管理。工程建设成立专门的环保组织机构，加强环保资金管理，实行专款专用，确保环境保护资金投入到位。

c) 优化过鱼设施方案设计，根据过鱼设施的运行维护以及监测评价及改进原则，

结合本工程的运行方式，制定过鱼设施的运行操作规程。综合考虑上下游梯级过鱼方式，采取合理可行的措施打通鱼类洄游通道，并研究上下游梯级的联合生态调度。

d) 由于寇家坝砂砾石料场和砂石、混凝土加工系统等施工临时布置涉及白云水厂(即白云村水厂)饮用水源保护区(镇级)陆域范围，目前停用的水厂取水口也位于施工区下游，施工期必须按照潼南区水利局的要求不得启用该取水口，并根据工程施工进度安排，建设单位尽快对该取水口实施搬迁，建议生态环境部门同步调整饮用水源保护区。

e) 双江枢纽建成运行后，结合潼南区和遂宁市水污染防治规划和水环境综合治理项目，持续推进库区和下游污染源治理，减少入库污染物量。

f) 由于双江枢纽的建设，人工运河不再承担发电引水、航运等功能，运河内流量也大为减少，在恢复涪江水生态的同时，运河水环境也受到一定不利影响，从而可能对目前仍在运河内取水的城北水厂的取水安全带来一定风险，本次环评建议结合渝西水资源配置工程的建设进度，尽快调整城北水厂的取水口，不再从运河内取水。

g) 建议在工程建成竣工环保验收运行 3 年~5 年后，适时开展工程环境影响后评价和流域环境影响后评价。

附录 1

样方调查表 1

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 1mx1m

记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	小蓬草灌草丛 (Form. <i>Erigeron canadensis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	仙鹅村河道防护工程 II 区		滩地	243	--	--
经纬度	N: 30°13'46.08"; E: 105°44'46.92"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 60%	层均高 0.6m, 优势种为小蓬草 (<i>Erigeron canadensis</i>), 高 0.4m~1.2m, 盖度 40%, 主要伴生种有白茅 (<i>Imperata cylindrica</i>)、益母草 (<i>Leonurus japonicus</i>)、草木犀 (<i>Melilotus officinalis</i>)、野胡萝卜 (<i>Daucus carota</i>)、狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、双穗雀稗 (<i>Paspalum paspaloides</i>)等。				

样方调查表 2

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 1mx1m

记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	草木犀灌草丛 (Form. <i>Melilotus officinalis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	仙鹅村河道防护工程 I 区		滩地	242	--	--
经纬度	N: 30°14'1.69"; E: 105°44'40.25"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 85%	层均高 1.0m, 优势种为草木犀 (<i>Melilotus officinalis</i>), 高 0.6m~1.5m, 盖度 65%, 主要伴生种有小蓬草 (<i>Erigeron canadensis</i>)、白茅 (<i>Imperata cylindrica</i>)、益母草 (<i>Leonurus japonicus</i>)、野胡萝卜 (<i>Daucus carota</i>)等。				
层外植物	葎草 (<i>Humulus scandens</i>)等					

样方调查表 3

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	五节芒灌草丛(Form. <i>Miscanthus floridulus</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	原小舟村渣场		滩地	246	--	--
经纬度	N: 30°14'44.89"; E: 105°45'18.73"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 80%	层均高 1.8m, 优势种为五节芒 (<i>Miscanthus floridulus</i>), 高 1.0m~2.4m, 盖度 65%, 主要伴生种有小蓬草 (<i>Erigeron canadensis</i>)、益母草 (<i>Leonurus japonicus</i>)、野胡萝卜 (<i>Daucus carota</i>)、黄花蒿 (<i>Artemisia annua</i>)、狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i>)等。				
层外植物	葎草(<i>Humulus scandens</i>)等					

样方调查表 4

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	草木犀灌草丛(Form. <i>Melilotus officinalis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址左岸施工占地区		滩地	242	--	--
经纬度	N: 30°14'56.92"; E: 105°45'15.70"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高 1.3m, 优势种为草木犀 (<i>Melilotus officinalis</i>), 高 0.5m~1.5m, 盖度 60%, 主要伴生种有小蓬草 (<i>Erigeron canadensis</i>)、益母草 (<i>Leonurus japonicus</i>)、野胡萝卜 (<i>Daucus carota</i>)、马鞭草 (<i>Verbena officinalis</i>)、羊蹄 (<i>Rumex japonicus</i>)、龙葵 (<i>Solanum nigrum</i>)等。				

样方调查表 5

日期: 2019.06.21

样方总面积/m²: 20m×20m

记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	柏木林(Form. <i>Cupressus funebris</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	右岸施工占地区		坡地	269	东	5
经纬度	N: 30°15'20.09"; E: 105°45'7.16"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.7	层高约 7m, 优势种为柏木(<i>Cupressus funebris</i>), 高 8m~14m, 胸径 5~15cm, 盖度 45%, 伴生种主要为构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、山乌柏(<i>Triadica cochinchinensis</i>)、朴树(<i>Celtis sinensis</i>)、八角枫(<i>Alangium chinense</i>)等。				
灌木层	层盖度 55%	层高约 2.2m, 优势种为黄荆(<i>Vitex negundo</i>), 高 1.0m~2.5m, 盖度为 30%, 常见的种类有构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、盐肤木(<i>Rhus chinensis</i>)、水麻(<i>Debregeasia orientalis</i>)、竹叶花椒(<i>Zanthoxylum armatum</i>)、红毛悬钩子(<i>Rubus wallichianus</i>)、金樱子(<i>Rosa laevigata</i>)、臭牡丹(<i>Clerodendrum bungei</i>)等。				
草本层	层盖度 50%	层均高 0.4m, 优势种为菴草(<i>Arthraxon hispidus</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖度 35%, 主要伴生种有白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)、野菊(<i>Chrysanthemum indicu</i>)、益母草(<i>Leonurus japonicus</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、豨薟(<i>Siegesbeckia orientalis</i>)、节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)等。				
层外植物	乌莓莓(<i>Cayratia japonic</i>)、葎草(<i>Humulus scandens</i>)、地果(<i>Ficus tikoua</i>)等。					

样方调查表 6

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 10m×10m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	农作物	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	寇家坝天然砂砾石料场	平地	249	--	--
经纬度	N: 30°16'30.35"; E: 105°45'13.19"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 80%	主要种植玉蜀黍(<i>Zea mays</i>)、落花生(<i>Arachis hypogaea</i>)、蔬菜等。			

样方调查表 7

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 5m×5m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	黄荆灌丛(Form. <i>Vitex negundo</i>)	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸于子湾附近	坡地	258	东北	5
经纬度	N: 30°17'4.90"; E: 105°44'24.19"				
层次	二层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
灌木层	层盖度 55%	层高约 2.2m, 优势种为黄荆(<i>Vitex negundo</i>), 高 1.0m~2.5m, 盖度为 30%, 常见的种类有构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、盐肤木(<i>Rhus chinensis</i>)、竹叶花椒(<i>Zanthoxylum armatum</i>)、臭牡丹(<i>Clerodendrum bungei</i>)、栽秧泡(<i>Rubus ellipticus</i> var. <i>obcordatus</i>)、马桑(<i>Coriaria nepalensis</i>)等。			
草本层	层盖度 50%	层均高 0.3m, 优势种为荩草(<i>Arthraxon hispidus</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖度 35%, 主要伴生种有白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)、野菊(<i>Chrysanthemum indicu</i>)、马唐(<i>Digitaria sanguinalis</i>)、节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)、豨薟(<i>Siegesbeckia orientalis</i>)、蛇莓(<i>Duchesnea indica</i>)、接骨草(<i>Sambucus javanica</i>)等。			
层外植物	乌莓(<i>Cayratia japonica</i>)、葎草(<i>Humulus scandens</i>)等。				

样方调查表 8

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 5mx5m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	盐肤木灌丛(Form. <i>Rhus chinensis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸长沟村附近		坡地	311	东北	5
经纬度	N: 30°18'20.47"; E: 105°44'28.85"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层盖度 70%	层高约 2.3m, 优势种为盐肤木(<i>Rhus chinensis</i>), 高 1.2m~2.8m, 盖度为 45%, 常见的种类有构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、栽秧泡(<i>Rubus ellipticus</i> var. <i>obcordatus</i>)、马桑(<i>Coriaria nepalensis</i>)、黄荆(<i>Vitex negundo</i>)等。				
草本层	层盖度 50%	层均高 0.3m, 优势种为白茅(<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖度 35%, 主要伴生种有荩草(<i>Arthraxon hispidus</i>)、节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)、蛇莓(<i>Duchesnea indica</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)等。				
层外植物	地果(<i>Ficus tikoua</i>)等。					

样方调查表 9

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	益母草灌草丛(Form. <i>Leonurus japonicus</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸曹家村附近		滩地	249	--	--
经纬度	N: 30°18'26.07"; E: 105°46'15.92"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高 1.3m, 优势种为益母草(<i>Leonurus japonicus</i>), 高 0.5m~1.5m, 盖度 60%, 主要伴生种有小蓬草(<i>Erigeron canadensis</i>)、风轮菜(<i>Clinopodium chinense</i>)、野胡萝卜(<i>Daucus carota</i>)、野菊(<i>Chrysanthemum indicu</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、小藜(<i>Chenopodium ficifolium</i>)、苍耳(<i>Xanthium strumarium</i>)等。				
层外植物	葎草(<i>Humulus scandens</i>)等。					

样方调查表 10

日期: 2019.06.22

样方总面积/m²: 1mx1m

记录人: 郭磊、胡闽


植被类型	小蓬草灌草丛(Form. <i>Erigeron canadensis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸曹家坝外梁子附近		滩地	251	--	--
经纬度	N: 30°19'12.75"; E: 105°45'42.93"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 65%	层均高 1.0m, 优势种为小蓬草(<i>Erigeron canadensis</i>), 高 0.4m~1.3m, 盖度 40%, 主要伴生种有益母草(<i>Leonurus japonicus</i>)、水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>)、野胡萝卜(<i>Daucus carota</i>)、小花琉璃草(<i>Cynoglossum lanceolatum</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、苍耳(<i>Xanthium strumarium</i>)等。				

样方调查表 11

日期: 2019.06.22

样方总面积/m²: 1mx1m

记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	水蓼群系(Form. <i>Polygonum hydropiper</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸薛家坝附近		滩地	250	--	--
经纬度	N: 30°20'36.90"; E: 105°45'15.54"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 70%	层均高 0.6m, 优势种为水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>), 高 0.2m~1.0m, 盖度 40%, 主要伴生种有鳶蓍(<i>Polygonum aviculare</i>)、双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>)、风轮菜、节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)等。				


样方调查表 12

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1m×1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	白茅灌草丛(Form. <i>Imperata cylindrica</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	三星航电枢纽坝下		滩地	255	--	--
经纬度	N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 90%	层均高 0.3m, 优势种为白茅 (<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.1m~0.4m, 盖度 70%, 主要伴生种有天胡荽 (<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>)、马唐 (<i>Digitaria sanguinalis</i>)、早开堇菜 (<i>Viola prionantha</i>)等。				

农业样方调查表 13

日期: 2019.06.23样方总面积/m²: 10m×10m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	农作物		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸李家嘴附近		平地	253	--	--
经纬度	N: 30°21'55.42"; E: 105°45'43.39"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 80%	主要种植玉蜀黍(<i>Zea mays</i>)等。				

样方调查表 14

日期: 2019.06.23样方总面积/m²: 5mx5m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	构树灌丛(Form. <i>Broussonetia papyrifera</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游右岸双井村附近		坡地	262	东	5
经纬度	N: 30°21'30.36"; E: 105°44'59.36"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况			考察照片	
灌木层	层盖度 60%	层 高 约 1.7m, 优 势 种 为 构 树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>), 高 0.8m~2.0m, 盖 度 为 40%, 常 见 的 种 类 有 山 乌 柏 (<i>Triadica cochinchinensis</i>) 幼 树、黄 荆 (<i>Vitex negundo</i>)、白 背 枫 (<i>Buddleja asiatica</i>)、金 樱 子 (<i>Rosa laevigata</i>)、马 桑 (<i>Coriaria nepalensis</i>) 等。				
草本层	层盖度 40%	层 均 高 0.3m, 优 势 种 为 白 茅 (<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.7m, 盖 度 30%, 主 要 伴 生 种 有 狗 尾 草 (<i>Setaria viridis</i>)、草 木 犀 (<i>Melilotus officinalis</i>)、苍 耳 (<i>Xanthium strumarium</i>)、狗 牙 根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、牛 筋 草 (<i>Eleusine indica</i>)、马 唐 (<i>Digitaria sanguinalis</i>) 等。				
层外植物	葎草(<i>Humulus scandens</i>)等。					

样方调查表 15

日期: 2019.06.23样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	益母草灌草丛(Form. <i>Leonurus japonicus</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸桃埕田附近		滩地	247	--	--
经纬度	N: 30°20'7.56"; E: 105°44'25.29"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况			考察照片	
草本层	层盖度 55%	层 均 高 1.0m, 优 势 种 为 益 母 草 (<i>Leonurus japonicus</i>), 高 0.4m~1.2m, 盖 度 35%, 主 要 伴 生 种 有 小 蓬 草 (<i>Erigeron canadensis</i>)、野 胡 萝 卜 (<i>Daucus carota</i>)、猪 毛 菜 (<i>Salsola collina</i>)、狗 牙 根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、小 花 琉 璃 草 (<i>Cynoglossum lanceolatum</i>)、双 穗 雀 稗 (<i>Paspalum paspaloides</i>) 等。				

样方调查表 16

日期: 2019.06.23样方总面积/m²: 20mx20m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	马尾松林(Form. <i>Pinus massoniana</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸小沟附近		坡地	275	南	5
经纬度	N: 30°19'30.49"; E: 105°46'20.20"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.5	层高约 9m, 优势种为马尾松(<i>Pinus massoniana</i>), 高 6m~12m, 胸径 5cm~15cm, 盖度 45%, 伴生种较少, 主要为柏木(<i>Cupressus funebris</i>)、枫杨(<i>Pterocarya stenoptera</i>)等。				
灌木层	层盖度 45%	层高约 1.6m, 优势种为黄荆(<i>Vitex negundo</i>), 高 0.6m~2.2m, 盖度为 25%, 常见的种类有白栎(<i>Quercus fabri</i>)、小果蔷薇(<i>Rosa cymosa</i>)、臭牡丹(<i>Clerodendrum bungei</i>)等。				
草本层	层盖度 30%	层均高 0.3m, 优势种为白茅(<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.5m, 盖度 20%, 主要伴生种有荩草(<i>Arthraxon hispidus</i>)、蛇莓(<i>Duchesnea indica</i>)、路边青(<i>Geum aleppicum</i>)等。				
层外植物	海金沙(<i>Lygodium japonicum</i>)等。					

样方调查表 17

日期: 2019.06.23样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	白茅灌草丛(Form. <i>Imperata cylindrica</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸曾家湾附近		滩地	255	--	--
经纬度	N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 80%	层均高 0.4m, 优势种为白茅(<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖度 70%, 主要伴生种有野胡萝卜(<i>Daucus carota</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、荩草(<i>Arthraxon hispidus</i>)、野菊(<i>Chrysanthemum indicu</i>)等。				

农业样方调查表 18

日期: 2019.06.24 样方总面积/m²: 10mx10m 记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	农作物	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	回龙坝天然砂砾石料场	平地	250	--	--
经纬度	N: 30°17'55.93"; E: 105°44'45.30"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 90%	主要种植玉蜀黍(<i>Zea mays</i>)、番薯(<i>Ipomoea batatas</i>)等。			


样方调查表 19

日期: 2019.06.24 样方总面积/m²: 1mx1m 记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	狗牙根灌草丛(Form. <i>Cynodon dactylon</i>)	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸回龙村附近	滩地	255	--	--
经纬度	N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 80%	层均高 0.2m, 优势种为狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>), 高 0.1m~0.4m, 盖度 60%, 主要伴生种有天胡荽(<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>)、白茅(<i>Imperata cylindrica</i>)、益母草(<i>Leonurus japonicus</i>)、过江藤(<i>Phyllanthus nodiflora</i>)等。			

农业样方调查表 20

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 10mx10m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	农作物	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸吴家湾附近	平地	252	--	--
经纬度	N: 30°16'55.43"; E: 105°45'15.27"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 90%	主要种植玉蜀黍(<i>Zea mays</i>)等。			

样方调查表 21

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	喜旱莲子草群系(Form. <i>Alternanthera philoxeroides</i>)	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	三块石附近	平地	257	--	--
经纬度	N: 30°16'3.46"; E: 105°45'33.43"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 70%	层均高 0.3m, 优势种为喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>), 高 0.1m~0.5m, 盖度 50%, 主要伴生种有狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、节节草(<i>Equisetum ramosissimum</i>)、小蓬草(<i>Erigeron canadensis</i>)、狗尾草(<i>Setaria viridis</i>)等。			

样方调查表 22

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 5mx5m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	枫杨幼树灌丛(Form. <i>Pterocarya stenoptera</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	三块石坝址附近		坡地	245	西	5
经纬度	N: 30°15'30.44"; E: 105°45'30.53"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层盖度 65%	层 高 约 2.0m, 优 势 种 为 枫 杨 (<i>Pterocarya stenoptera</i>) 幼 树, 高 1.0m~2.5m, 盖 度 为 40%, 常 见 的 种 类 有 构 树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>)、盐 肤 木 (<i>Rhus chinensis</i>)、栽 秧 泡 (<i>Rubus ellipticus</i> var. <i>obcordatus</i>) 等。				
草本层	层盖度 50%	层 均 高 0.3m, 优 势 种 为 五 节 芒 (<i>Miscanthus floridulus</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖 度 35%, 主 要 伴 生 种 有 白 茅 (<i>Imperata cylindrica</i>)、马 鞭 草 (<i>Verbena officinalis</i>)、马 唐 (<i>Digitaria sanguinalis</i>)、狗 牙 根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、豨 薟 (<i>Siegesbeckia orientalis</i>)、蛇 莓 (<i>Duchesnea indica</i>) 等。				
层外植物	葎草(<i>Humulus scandens</i>)等。					

样方调查表 23

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 5mx5m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	枫杨幼树灌丛(Form. <i>Pterocarya stenoptera</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	双江坝址左岸附近		坡地	242	西	5
经纬度	N: 30°15'16.39"; E: 105°45'22.77"					
层次	二层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
灌木层	层 盖 度 55%	层 高 约 2.2m, 优 势 种 为 枫 杨 (<i>Pterocarya stenoptera</i>) 幼 树, 高 1.2m~2.5m, 盖 度 为 30%, 常 见 的 种 类 有 构 树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>)、盐 肤 木 (<i>Rhus chinensis</i>)、栽 秧 泡 (<i>Rubus ellipticus</i> var. <i>obcordatus</i>) 等。				
草本层	层盖度 50%	层 均 高 0.5m, 优 势 种 为 野 胡 萝 卜 (<i>Daucus carota</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖 度 35%, 主 要 伴 生 种 有 野 菊 (<i>Chrysanthemum indicu</i>)、马 唐 (<i>Digitaria sanguinalis</i>)、地 桃 花 (<i>Urena lobata</i>)、豨 薟 (<i>Siegesbeckia orientalis</i>) 等。				

样方调查表 24

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1m×1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	水葱群系(Form. <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址下游刘小沟村附近		滩地	246	--	--
经纬度	N: 30°14'26.21"; E: 105°44'50.44"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 60%	层均高 0.4m, 优势种为水葱 (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖度 45%, 主要伴生种有水蓼 (<i>Polygonum hydropiper</i>)、狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、火炭母 (<i>Polygonum chinense</i>)、羊蹄 (<i>Rumex japonicus</i>)等。				

样方调查表 25

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1m×1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	穗状狐尾藻群系(Form. <i>Myriophyllum spicatum</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址下游麻柳林附近		滩地	241	--	--
经纬度	N: 30°13'30.84"; E: 105°45'19.68"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 65%	层均高 0.3m, 优势种为穗状狐尾藻 (<i>Myriophyllum spicatum</i>), 高 0.1m~0.5m, 盖度 45%, 主要伴生种有水蓼 (<i>Polygonum hydropiper</i>)、水葱 (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>)、白茅 (<i>Imperata cylindrica</i>)、双穗雀稗 (<i>Paspalum distichum</i>)等。				

样方调查表 26

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 20mx20m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	枫杨林(Form. <i>Pterocarya stenoptera</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址下游右岸唐家沟附近		滩地	239	--	--
经纬度	N: 30°13'10.09"; E: 105°45'51.35"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.5	层 高 约 6m, 优 势 种 为 枫 杨 (<i>Pterocarya stenoptera</i>), 高 4m~8m, 胸 径 6cm~17cm, 盖 度 40%, 伴 生 种 主 要 为 柏 木 (<i>Cupressus funebris</i>)。				
灌木层	层盖度 30%	层 高 约 1.8m, 无 明 显 优 势 种, 常 见 的 种 类 有 构 树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>)、黄 荆 (<i>Vitex negundo</i>)、马 桑 (<i>Coriaria nepalensis</i>) 等。				
草本层	层盖度 30%	层 均 高 0.4m, 优 势 种 为 白 茅 (<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖 度 25%, 主 要 伴 生 种 有 野 菊 (<i>Chrysanthemum indicum</i>)、苍 耳 (<i>Xanthium strumarium</i>)、狗 牙 根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、牛 筋 草 (<i>Eleusine indica</i>)、狗 尾 草 (<i>Setaria viridis</i>) 等。				

样方调查表 27

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 20mx20m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	毛竹林(Form. <i>Phyllostachys heterocycle cv. Pubescens</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸回龙坝附近		滩地	256	--	--
经纬度	N: 30°17'7.77"; E: 105°44'49.24"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.8	层 均 高 11m, 优 势 种 为 毛 竹 (<i>Phyllostachys heterocycle cv. Pubescens</i>), 高 8m~13m, 秆 径 4-10cm, 为 毛 竹 纯 林。				
灌木层	层盖度 20%	层 高 约 1.4m, 无 明 显 优 势 种, 常 见 的 种 类 有 构 树 (<i>Broussonetia papyrifera</i>)、黄 荆 (<i>Vitex negundo</i>)、马 桑 (<i>Coriaria nepalensis</i>) 等。				
草本层	层盖度 20%	层 均 高 0.3m, 优 势 种 为 白 茅 (<i>Imperata cylindrica</i>), 高 0.2m~0.6m, 盖 度 10%, 主 要 伴 生 种 有 野 菊 (<i>Chrysanthemum indicum</i>) 等。				

样方调查表 28

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 20mx20m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	慈竹林(Form. <i>Neosinocalamus affinis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	坝址上游左岸青石村附近		滩地	255	--	--
经纬度	N: 30°19'23.26"; E 105°44'55.15"					
层次	三层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
乔木层	郁闭度 0.8	层均高 10m, 优势种为慈竹(<i>Neosinocalamus affinis</i>), 高 7m~12m, 秆径 3cm~5cm, 为慈竹纯林。				
灌木层	层盖度 20%	层高约 1.5m, 无明显优势种, 常见的种类黄荆(<i>Vitex negundo</i>)、竹叶花椒(<i>Zanthoxylum armatum</i>)等。				
草本层	层盖度 30%	层均高 0.5m, 优势种为接骨草(<i>Sambucus javanica</i>), 高 0.4m~0.8m, 盖度 20%, 主要伴生种有狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)、野菊(<i>Chrysanthemum indicum</i>)等。				


样方调查表 29

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	狗尾草灌草丛(Form. <i>Setaria viridis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	双江镇红岩咀附近		平地	241	--	--
经纬度	N : 30°13'21.71"; E: 105°47'10.76"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 75%	层均高 0.4m, 优势种为狗尾草(<i>Setaria viridis</i>), 高 0.2m~0.7m, 盖度 55%, 主要伴生种有草木犀、小藜(<i>Chenopodium serotinum</i>)、小蓬草(<i>Conyza canadensis</i>)、野艾蒿(<i>Artemisia lavandulaefolia</i>)、狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i>)等。				


样方调查表 30

日期: 2019.06.21样方总面积/m²: 1m²记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	穗状狐尾藻群系(Form. <i>Myriophyllum spicatum</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	小中坝附近		平地	236	--	--
经纬度	N : 30°13'31.49"; E: 105°48'06.65"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况			考察照片	
草本层	层盖度 25%	层均高 0.1m, 优势种为穗状狐尾藻 (<i>Myriophyllum spicatum</i>), 高 0.1m~0.3m, 盖度 20%, 伴生种较少有金鱼藻(<i>Ceratophyllum demersum</i>)、苹(<i>Marsilea quadrifolia</i>)等。				

样方调查表 31

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1m²记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	小蓬草灌草丛(Form. <i>Conyza canadensis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	双江镇下七仙庙附近		平地	243	--	--
经纬度	N : 30°12'14.82"; E: 105°49'07.33"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况			考察照片	
草本层	层盖度 50%	层均高 0.5m, 优势种为小蓬草 (<i>Conyza canadensis</i>), 高 0.3m~1.0m, 盖度 35%, 主要伴生种有狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i>)、益母草 (<i>Leonurus artemisia</i>)、狗尾草 (<i>Setaria viridis</i>)、倒提壶 (<i>Cynoglossum amabile</i>)等。				
层外植物	葎草等					


样方调查表 32

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1m²记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	双穗雀稗群系(Form. <i>Paspalum paspaloides</i>)	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	姜家坝附近	平地	236	--	--
经纬度	N : 30°12'11.08"; E: 105°49'41.09"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 75%	层均高 0.3m, 优势种为双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>), 高 0.2m~0.5m, 盖度 65%, 主要伴生种有荔枝草(<i>Salvia plebeia</i>)、喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)、茵茵蒜(<i>Ranunculus chinensis</i>)、水葱(<i>Scirpus validus</i>)、水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>)等。			

样方调查表 33

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1m²记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	水蓼群系(Form. <i>Polygonum hydropiper</i>)	环境特征			
		地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	联三府附近	滩地	257	--	--
经纬度	N: 30°14'22.84"; E: 105°45'31.27"				
层次	一层				
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片		
草本层	层盖度 70%	层均高0.4m, 优势种为水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>), 高0.2m~0.6m, 盖度 40%, 主要伴生种有双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>)、鳢肠(<i>Eclipta prostrata</i>)、喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)等。			


样方调查表 34

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	喜旱莲子草群系(Form. <i>Alternanthera philoxeroides</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	桂花村附近		--	253	--	--
经纬度	N: 30°14'12.33"; E: 105°48'46.44"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 60%	层均高 0.2m, 优势种为喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>), 高 0.1m~0.3m, 盖度 35%, 主要伴生种有双穗雀稗(<i>Paspalum distichum</i>)、羊蹄(<i>Rumex japonicus</i>)、鳢肠(<i>Eclipta prostrata</i>)等。				

样方调查表 35

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闯

植被类型	双穗雀稗群系(Form. <i>Paspalum paspaloides</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	大岩洞附近		平地	252	--	--
经纬度	N: 30°11'51.27"; E: 105°49'53.53"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 70%	层均高 0.2m, 优势种为双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>), 高 0.1m~0.4m, 盖度 55%, 主要伴生种有喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)、水葱(<i>Scirpus validus</i>)、水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>)、羊蹄(<i>Rumex japonicus</i>)等。				


样方调查表 36

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1m×1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	水葱群系(Form. <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	外梁子村涪江河岸附近		滩地	240	--	--
经纬度	N: 30°13'29.15"; E: 105°46'54.91"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 70%	层均高 0.5m, 优势种为水葱 (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>), 高 0.3m~0.6m, 盖度 55%, 主要伴生种有双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>)、喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)、穗状狐尾藻(<i>Myriophyllum spicatum</i>)等。				


样方调查表 37

日期: 2019.06.22样方总面积/m²: 1m×1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	狗尾草灌草丛(Form. <i>Setaria viridis</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	上北禅涪江河岸附近		平地	241	--	--
经纬度	N: 30°13'16.10"; E: 105°48'15.81"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 85%	层均高 0.3m, 优势种为狗尾草 (<i>Setaria viridis</i>), 高 0.2m~0.5m, 盖度 80%, 伴生种较少, 主要伴生种有鳢肠(<i>Eclipta prostrata</i>)。				

样方调查表 38

日期: 2019.06.24样方总面积/m²: 1mx1m记录人: 郭磊、胡闽

植被类型	狗牙根灌草丛(Form. <i>Cynodon dactylon</i>)		环境特征			
			地形	海拔(m)	坡向	坡度(°)
地点	徐家院子涪江河岸附近		滩地	240	--	--
经纬度	N: 30°23'10.93"; E: 105°45'40.53"					
层次	一层					
分层	层盖度	种类组成与生长状况	考察照片			
草本层	层盖度 85%	层均高 0.3m, 优势种为狗牙根 (<i>Cynodon dactylon</i>), 高 0.1m~0.4m, 盖度 60%, 主要伴生种有双穗雀稗(<i>Paspalum paspaloides</i>)、喜旱莲子草(<i>Alternanthera philoxeroides</i>)等。				

附录 2

I、蕨类植物

(秦仁昌分类系统)

1、卷柏科 Selaginellaceae

1) 卷柏属 *Selaginella*

(1) 伏地卷柏 *S. nipponica*

2、木贼科 Equisetaceae

2) 问荆属 *Equisetum*

(2) 节节草 *E. ramosissimum*

(3) 笔管草 *E. debile*

3、阴地蕨科 Botrychiaceae

3) 阴地蕨属 *Botrychium*

(4) 阴地蕨 *B. ternatum*

4、海金沙科 Lygodiaceae

4) 海金沙属 *Lygodium*

(5) 海金沙 *Lygodium japonicum*

5、蕨科 Pteridiaceae

5) 蕨属 *Pteridium*

(6) 蕨 *Pteridium aquilinum* var.
latiusculum

6、凤尾蕨科 Pteridaceae

6) 凤尾蕨属 *Pteris*

(7) 凤尾蕨 *Pteris cretica* var. *nervosa*

7、铁线蕨科 Adiantaceae

7) 铁线蕨属 *Adiantum*

(8) 铁线蕨 *Adiantum capillus-veneris*

8、鳞毛蕨科 Dryopteridaceae

8) 鳞毛蕨属 *Dryopteris*

(9) 贯众 *Dryopteris setosa*

9、水龙骨科 Polypodiaceae

9) 石韦属 *Pyrrosia*

(10) 有柄石韦 *P. petiolosa*

10、苹科 Marsilea

10) 苹属 *Marsilea*

(11) 苹(田字苹) *Marsilea quadrifolia*

II、种子植物

i. 裸子植物

(郑万钧系统)

11、苏铁科 Cycadaceae

11) 苏铁属 *Cycas*

(12) 苏铁**Cycas revoluta*

12、银杏科 Ginkgoaceae

12) 银杏属 *Ginkgo*

(13) 银杏**Ginkgo biloba*

13、松科 Pinaceae

13) 雪松属 *Cedrus*

(14) 雪松**Cedrus deodara*

14) 松属 *Pinus*

(15) 马尾松 *Pinus massoniana*

14、杉科 Taxodiaceae

15) 杉木属 *Cunninghamia*

(16) 杉木**Cunninghamia lanceolata*

16) 水杉属 *Metasequoia*

(17) 水杉**Metasequoia glyptostroboides*

15、柏科 Cupressaceae

17) 柏木属 *Cupressus*

(18) 柏木 *Cupressus funebris*

16、罗汉松科 Podocarpaceae

18) 罗汉松属 *Podocarpus*

(19) 罗汉松**Podocarpus macrophyllus*

III、被子植物

(恩格勒系统)

17、胡桃科 Juglandaceae

19) 胡桃属 *Juglans*

- (20)胡桃 **Juglans regia*
- 20) 枫杨属 *Pterocarya*
- (21)枫杨 *P. stenoptera*
- 18、杨柳科 Salicaceae**
- 21) 杨属 *Populus*
- (22)大叶杨 *P. lasiocarpa*
- (23)加拿大杨 **Populus canadensis*
- 22) 柳属 *Salix*
- (24)垂柳 **Salix babylonica*
- (25)旱柳 **Salix variegata*
- 19、榆科 Ulmaceae**
- 23) 榆属 *Ulmus*
- (26)榆树 *Ulmus pumila*
- 24) 朴属 *Celtis*
- (27)朴树 *Celtis sinensis*
- 20、桑科 Moraceae**
- 25) 构属 *Broussonetia*
- (28)构树 *B. papyrifera*
- 26) 榕属 *Ficus*
- (29)地果 *Ficus tikoua*
- (30)黄葛树 **Ficus virens* var. *sublanceolata*
- 27) 葎草属 *Humulus*
- (31)葎草 *Humulus scandens*
- 28) 桑属 *Morus*
- (32)桑树 *Morus alba*
- 21、荨麻科 Urticaceae**
- 29) 水麻属 *Debregeasia*
- (33)水麻 *Debregeasia orientalis*
- 30) 冷水花属 *Pilea*
- (34) 冷水花 *Pilea notata*
- 22、蓼科 Polygonaceae**
- 31) 蒴藋属 *Polygonum*
- (35)蒴藋 *Polygonum aviculare*
- (36)两栖蓼 *P. amphibium*
- (37)火炭母 *Polygonum chinense*
- (38)水蓼 *Polygonum hydropiper*
- 32) 酸模属 *Rumex*
- (39)酸模 *Rumex acetosa*
- (40)羊蹄 *R. japonicus*
- 23、马齿苋科 Portulacaceae**
- 33) 马齿苋属 *Portulaca*
- (41)马齿苋 *P. oleracea*
- 24、壳斗科 Fagaceae**
- 34) 栗属 *Castanea*
- (42) 栗 **C. mollissima*
- 35) 青冈属 *Cycloblanopsis*
- (43)青冈 *Cycloblanopsis glauca*
- 36) 栎属 *Quercus*
- (44)白栎 *Quercus acutissima*
- 25、藜科 Chenopodiaceae**
- 37) 藜属 *Chenopodium*
- (45)藜 *Chenopodium album*
- (46)土荆芥 *C. ambrosioides*
- (47)小藜 *C. serotinum*
- 26、苋科 Amaranthaceae**
- 38) 牛膝属 *Achyranthes*
- (48)土牛膝 *Achyranthes aspera*
- (49)牛膝 *Achyranthes bidentata*
- 39) 莲子草属 *Alternanthera*
- (50)喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides*
- 40) 苋属 *Amaranthus*
- (51)反枝苋 *Amaranthus retroflexus*

- (52)皱果苋 *A. viridis*
- (53)苋 *A. tricolor*
- (54)尾穗苋 *Amaranthus caudatus*
- 41) 青葙属 *Celosia*
- (55)青葙 *Celosia argentea*
- 42) 碱猪毛菜属 *Salsola*
- (56)猪毛菜 *Salsola collina*
- 27、毛茛科 Ranunculaceae**
- 43) 毛茛属 *Ranunculus*
- (57)茴茴蒜 *R. chinensis*
- (58)石龙芮 *R. sceleratus*
- (59)毛茛 *R. japonicus*
- 28、金鱼藻科 Ceratophyllaceae**
- 44) 金鱼藻属 *Ceratophyllum*
- (60)金鱼藻 *Ceratophyllum demersum*
- 29、十字花科 Cruciferae**
- 45) 芸苔属 *Brassica*
- (61)油菜 **Brassica campestris*
- (62)青菜 **Brassica chinensis*
- (63)芥菜 **Brassica juncea*
- (64)白菜 **Brassica pekinensis*
- 46) 芥属 *Capsella*
- (65)芥 *Capsella bursa-pastoris*
- 47) 豆瓣菜属 *Nasturtium*
- (66)豆瓣菜 *Nasturtium officinale*
- 48) 萝卜属 *Raphanus*
- (67)萝卜 **Raphanus sativus*
- 49) 蔊菜属 *Rorippa* Scop.
- (68)蔊菜 *Rorippa indica*
- 30、蔷薇科 Rosaceae**
- 50) 桃属 *Amygdalus*
- (69)桃 **Amygdalus persica*
- 51) 杏属 *Armeniaca*
- (70)梅 **Armeniaca mume*
- (71)杏 **Armeniaca vulgaris*
- 52) 蛇莓属 *Duchesnea*
- (72)蛇莓 *Duchesnea indica*
- 53) 枇杷属 *Eriobotrya*
- (73)枇杷 **Eriobotrya japonica*
- 54) 路边青属 *Geum*
- (74)路边青 *Geum aleppicum*
- 55) 苹果属 *Malus*
- (75)湖北海棠 **Malus hupehensis*
- (76)垂丝海棠 **Malus halliana*
- 56) 石楠属 *Photinia*
- (77)石楠 **Photinia serrulata*
- (78)红叶石楠 **Photinia × fraseri*
- 57) 委陵菜属 *Potentilla*
- (79)委陵菜 *Potentilla chinensis*
- (80)翻白草 *P. discolor*
- 58) 李属 *Prunus*
- (81)李 **Prunus salicina*
- (82)紫叶李 **Prunus cerasifera* f. *atropurpurea*
- 59) 火棘属 *Pyracantha*
- (83)火棘 *Pyracantha fortuneana*
- 60) 蔷薇属 *Rosa*
- (84)月季花 **Rosa chinensis*
- (85)金樱子 *R. laevigata*
- (86)小果蔷薇 *R. cymosa*
- 61) 悬钩子属 *Rubus*
- (87)三叶悬钩子 *Rubus delavayi*
- (88)茅莓 *Rubus parvifolus*
- (89)栽秧泡 *Rubus ellipticus* var.

obcordatus

(90)山莓 *R. corchorifolius*

(91)高粱泡 *R. lambertianus*

(92)灰白毛莓 *R. tephrodes*

(93)插田泡 *R. oreanus*

(94)红毛悬钩子 *Rubus corchorifolius*

31、豆科 Leguminosae

62) 合欢属 *Albizzia*

(95)山合欢 *Albizzia kalkora*

63) 落花生属 *Arachis*

(96)落花生**Arachis hypogaea*

64) 大豆属 *Glycine*

(97)大豆**Glycine max*

(98)野大豆 *Glycine soja*

65) 鸡眼草属 *Kummerowia*

(99)鸡眼草 *Kummerowia striata*

66) 刺槐属 *Robinia*

(100)刺槐**Robinia pseudoacacia*

67) 槐属 *Sophora*

(101)槐树**S. japonica*

(102)白刺花 *S. davidii*

68) 车轴草属 *Trifolium*

(103)白车轴草 *Trifolium repens*

69) 胡枝子属 *Lespedeza*

(104)截叶铁扫帚 *Lespedeza cuneata*

(105)美丽胡枝子 *Lespedeza formosa*

70) 山蚂蝗属 *Desmodium*

(106)波叶山蚂蝗 *D. sinensis*

71) 草木犀属 *Melilotus*

(107)草木犀 *Melilotus officinalis*

(108)白花草木犀 *Melilotus albus*

72) 野豌豆属 *Vicia*

(109)歪头菜 *Vicia unijuga*

32、芸香科 Rutaceae

73) 柑橘属 *Citrus*

(110)柚**Citrus maxima*

(111)柑橘**Citrus reticulata*

(112)甜橙**Citrus sinensis*

74) 花椒属 *Zanthoxylum*

(113)竹叶花椒 *Zanthoxylum armatum*

(114)花椒**Zanthoxylum bungeanum*

33、楝科 Meliaceae

75) 楝属 *Melia*

(115)楝 *Melia azedarach*

76) 香椿属 *Toona*

(116)香椿 *Toona sinensis*

34、马桑科 Coriariaceae

77) 马桑属 *Coriaria*

(117)马桑 *Coriaria nepalensis*

35、漆树科 Anacardiaceae

78) 黄连木属 *Pistacia*

(118)黄连木 *Pistacia chinensis*

79) 盐肤木属 *Rhus*

(119)盐肤木 *Rhus chinensis*

36、冬青科 Aquifoliaceae

80) 冬青属 *Ilex*

(120)四川冬青 *Ilex szechwanensis*

37、鼠李科 Rhamnaceae

81) 枣属 *Ziziphus*

(121)枣 *Ziziphus jujuba*

38、葡萄科 Vitaceae

82) 乌敛莓属 *Cayratia*

(122)乌敛莓 *Cayratia japonica*

83) 葡萄属 *Vitis*

- (123)葡萄**Vitis vinifera*
- 39、锦葵科 Malvaceae**
- 84) 梵天花属 *Urena*
- (124)地桃花 *Urena lobata*
- 40、堇菜科 Violaceae**
- 85) 堇菜属 *Viola*
- (125)紫花地丁 *Viola philippica*
- (126)早开堇菜 *Viola prionantha*
- 41、菱科 Trapaceae**
- 86) 菱属 *Trapa*
- (127)野菱 *Trapa incisa*
- 42、小二仙草科 Haloragaceae**
- 87) 狐尾藻属 *Myriophyllum*
- (128)穗状狐尾藻 *Myriophyllum spicatum*
- 43、山茱萸科 Cornaceae**
- 88) 八角枫属 *Alangium*
- (129)八角枫 *Alangium chinense*
- 44、伞形科 Umbelliferae**
- 89) 胡萝卜属 *Daucus*
- (130)野胡萝卜 *Daucus carota*
- 90) 天胡荽属 *Hydrocotyle*
- (131)天胡荽 *Hydrocotyle sibthorpioides*
- 45、报春花科 Primulaceae**
- 91) 珍珠菜属 *Lysimachia*
- (132)过路黄 *Lysimachia christinae*
- (133)珍珠菜 *L. clethroides*
- 46、木犀科 Oleaceae**
- 92) 女贞属 *Ligustrum*
- (134)女贞**Ligustrum lucidum*
- (135)小叶女贞**L. quihoui*
- 93) 木犀属 *Osmanthus*
- (136)桂花**Osmanthus fragrans*
- 47、马钱科 Loganiaceae**
- 94) 醉鱼草属 *Buddleja*
- (137)白背枫 *Buddleja asiatica*
- (138)醉鱼草 *Buddleja lindleyana*
- 48、旋花科 Convolvulaceae**
- 95) 打碗花属 *Calystegia*
- (139)打碗花 *Calystegia hederacea*
- 96) 旋花属 *Convolvulus*
- (140)田旋花 *Convolvulus arvensis*
- 97) 牵牛属 *Pharbitis* Chousy.
- (141)牵牛 *Pharbitis nil*
- 98) 番薯属 *Ipomoea*
- (142)番薯**Ipomoea batatas*
- 49、紫草科 Boraginaceae**
- 99) 琉璃草属 *Cynoglossum*
- (143)小花琉璃草 *Cynoglossum lanceolatum*
- (144)琉璃草 *Cynoglossum furcatum*
- 50、马鞭草科 Verbenaceae**
- 100) 大青属 *Clerodendrum*
- (145)臭牡丹 *Clerodendrum bungei*
- 101) 过江藤属 *Phyla*
- (146)过江藤 *Phyla nodiflora*
- 102) 马鞭草属 *Verbena*
- (147) 马鞭草 *Verbena officinalis*
- 103) 牡荆属 *Vitex*
- (148) 黄荆 *Vitex negundo*
- (149) 牡荆 *Vitex negundo* var. *cannabifolia*
- 51、唇形科 Labiatae**
- 104) 风轮菜属 *Clinopodium*
- (150) 风轮菜 *Clinopodium chinense*

- 105) 香薷属 *Elsholtzia*
 (151)香薷 *Elsholtzia ciliata*
- 106) 活血丹属 *Glechoma*
 (152)活血丹 *Glechoma longituba*
- 107) 夏至草属 *Lagopsis*
 (153)夏至草 *Lagopsis supina*
- 108) 益母草属 *Leonurus*
 (154)益母草 *Leonurus artemisia*
- 109) 紫苏属 *Perilla*
 (155)紫苏 *Perilla frutescens*
 (156)白苏 *P. frutescens*
- 110) 糙苏属 *Phlomis*
 (157)糙苏 *Phlomis umbrosa*
- 111) 夏枯草属 *Prunella*
 (158)夏枯草 *Prunella vulgaris*
- 112) 鼠尾草属 *Salvia*
 (159)荔枝草 *S. plebeia*
- 52、茄科 Solanaceae**
- 113) 辣椒属 *Capsicum*
 (160)辣椒**Capsicum annuum*
- 114) 曼陀罗属 *Datura*
 (161)曼陀罗 *Datura stramonium*
- 115) 枸杞属 *Lycium*
 (162)枸杞 *Lycium chinense*
- 116) 烟草属 *Nicotiana*
 (163)烟草* *Nicotiana tabacum*
- 117) 酸浆属 *Physalis*
 (164)酸浆 *Physalis alkekengi*
- 118) 茄属 *Solanum*
 (165)龙葵 *S. nigrum*
 (166)黄果茄 *Solanum xanthocarpum*
 (167)马铃薯**Solanum tuberosum*
- 53、忍冬科 Caprifoliaceae**
- 119) 接骨木属 *Sambucus*
 (168)接骨草 *Sambucus javanica*
- 120) 缬草属 *Valeriana*
 (169)缬草 *Valeriana officinalis*
- 54、车前草科 Plantaginaceae**
- 121) 车前草属 *Plantago*
 (170)车前 *Plantago asiatica*
- 55、川续断科 Dipsacaceae**
- 122) 川续断属 *Dipsacus*
 (171)川续断 *Dipsacus asperoides*
- 56、商陆科 Phytolaccaceae**
- 123) 商陆属 *Phytolacca*
 (172)垂序商陆 *Phytolacca americana*
- 57、酢浆草科 Oxalidaceae**
- 124) 酢浆草属 *Oxalis*
 (173)酢浆草 *Oxalis corniculata*
- 58、大戟科 Euphorbiaceae**
- 125) 假蓬包叶属 *Discocleidion*
 (174)假蓬包叶 *Discocleidion rufescens*
- 126) 算盘子属 *Glochidion*
 (175)算盘子 *Glochidion puberum*
- 127) 乌柏属 *Triadica*
 (176)乌柏 *Triadica sebifera*
 (177)山乌柏 *Triadica cochinchinensis*
- 128) 铁苋菜属 *Acalypha*
 (178)铁苋菜 *Acalypha australis*
- 129) 油桐属 *Vernicia*
 (179)油桐 *Vernicia fordii*
- 130) 叶下珠属 *Phyllanthus*
 (180)叶下珠 *Phyllanthus urinaria*
- 59、无患子科 Sapindaceae**

- 131) 栾树属 *Koelreuteria*
(181)复羽叶栾树 **Koelreuteria bipinnata*
- 60、胡颓子科 **Elaeagnaceae**
- 132) 胡颓子属 *Elaeagnus*
(182)胡颓子 *Elaeagnus pungens*
- 61、菊科 **Compositae**
- 133) 下田菊属 *Adenostemma*
(183)下田菊 *Adenostemma lavenia*
- 134) 蒿属 *Artemisia*
(184)黄花蒿 *Artemisia annus*
(185)艾 *A. argyi*
(186)野艾蒿 *A. lavandulaefolia*
(187)牡蒿 *Artemisia japonica*
(188)蒙古蒿 *Artemisia mongolica*
- 135) 紫菀属 *Aster*
(189)钻叶紫菀 *Symphyotrichum subulatum*
- 136) 鬼针草属 *Bidens*
(190)鬼针草 *B. pilosa*
- 137) 天名精属 *Carpesium*
(191)天名精 *C. abrotanoides*
- 138) 刺儿菜属 *Cephalanoplos*
(192)刺儿菜 *Cephalanoplos segetum*
- 139) 蓟属 *Cirsium*
(193)蓟 *Cirsium japonicum*
- 140) 菊属 *Dendranthema*
(194)野菊 *Dendranthema indicum*
- 141) 鳢肠属 *Eclipta*
(195)鳢肠 *Eclipta prostrata*
- 142) 飞蓬属 *Erigeron*
(196)一年蓬 *Erigeron annuus*
(197)小蓬草 *Erigeron canadensis*
- 143) 鼠曲草属 *Gnaphalium*
(198)鼠曲草 *G. affine*
- 144) 牛膝菊属 *Galinsoga*
(199)牛膝菊 *Galinsoga parviflora*
- 145) 泥胡菜属 *Hemistepta*
(200)泥胡菜 *Hemistepta lyrata*
- 146) 狗娃花属 *Heteropappus*
(201)狗娃花 *Heteropappus hispidus*
- 147) 苦苣菜属 *Ixeris*
(202)苦苣菜 *Ixeris polycephala*
- 148) 火绒草属 *Leontopodium*
(203)火绒草 *Leontopodium leontopodioides*
- 149) 豨薟属 *Siegesbeckia*
(204)豨薟 *Siegesbeckia orientalis*
- 150) 旋覆花属 *Inula*
(205)旋覆花 *Inula japonica*
- 151) 蒲公英属 *Taraxacum*
(206)蒲公英 *Taraxacum mongolicum*
- 152) 鳢肠属 *Eclipta*
(207)鳢肠 *Eclipta prostrata*
- 153) 苍耳属 *Xanthium*
(208)苍耳 *Xanthium sibiricum*
- 62、眼子菜科 **Potamogetonaceae**
- 154) 眼子菜属 *Potamogeton*
(209)眼子菜 *Potamogeton distinctus*
(210)菹草 *Potamogeton crispus*
- 63、茨藻科 **Najadaceae**
- 155) 茨藻属 *Najas*
(211)大茨藻 *Najas marina*
- 64、鸢尾科 **Iridaceae**
- 156) 鸢尾属 *Iris*

- (212)鸢尾 **I. tectorum*
- (213)蝴蝶花 **Iris japonica*
- 157) 菖蒲属 *Gladiolus*
- (214)唐菖蒲 *Gladiolus gandavensis*
- 65、鸭跖草科 Commelinaceae**
- 158) 鸭跖草属 *Commelina*
- (215)饭包草 *Commelina bengalensis*
- (216)鸭跖草 *Commelina communis*
- 66、禾本科 Gramineae**
- 159) 刚竹属 *Phyllostachys*
- (217)桂竹 **Phyllostachys bambusoides*
- (218)水竹 *P. heteroclada*
- (219)毛竹 *Phyllostachys heterocycle* cv. *Pubescens*
- (220)刚竹 **P. viridis*
- 160) 箬竹属 *Indocalamus*
- (221)阔叶箬竹 *Indocalamus latifolius*
- 161) 慈竹属 *Neosinocalamus*
- (222)慈竹 *Neosinocalamus affinis*
- 162) 荩草属 *Arthraxon*
- (223)荩草 *Arthraxon hispidus*
- 163) 狗牙根属 *Cynodon*
- (224) 狗牙根 *Cynodon dactylon*
- 164) 马唐属 *Digitaria*
- (225)马唐 *D. sanguinalis*
- 165) 稗属 *Eleusine*
- (226) 牛筋草 *Eleusine indica*
- 166) 白茅属 *Imperata*
- (227) 白茅 *Imperata cylindrica* var. *major*
- 167) 千金子属 *Leptochloa*
- (228) 千金子 *Leptochloa chinensis*
- 168) 淡竹叶属 *Lophatherum*
- (229)淡竹叶 *Lophatherum gracile*
- 169) 芒属 *Miscanthus*
- (230)芒 *Miscanthus sinensis*
- (231)五节芒 *Miscanthus floridulus*
- 170) 求米草属 *Oplismenus*
- (232)竹叶草 *Oplismenus compositus*
- 171) 雀稗属 *Paspalum*
- (233)双穗雀稗 *Paspalum distichum*
- 172) 狼尾草属 *Pennisetum*
- (234)狼尾草 *Pennisetum alopecuroides*
- 173) 早熟禾属 *Poa*
- (235)早熟禾 *Poa annua*
- 174) 鹅观草属 *Roegneria*
- (236)鹅观草 *Roegneria kamoji*
- 175) 狗尾草属 *Setaria*
- (237)狗尾草 *S. viridis*
- 176) 小麦属 *Triticum*
- (238)普通小麦 **Triticum aestivum*
- 177) 薏苡属 *Coix*
- (239)薏苡 *Coix lacryma-jobi*
- 178) 菅属 *Themeda*
- (240)黄背草 *Themeda triandra* var. *japonica*
- 179) 水稻属 *Oryza*
- (241)水稻 **Oryza sativa*
- 180) 芦苇属 *Phragmites*
- (242)芦苇 *Phragmites australis*
- 181) 玉蜀黍属 *Zea*
- (243)玉蜀黍 **Zea mays*
- 67、莎草科 Cyperaceae**
- 182) 薹草属 *Carex*
- (244)浆果薹草 *Carex baccans*

(245)栗褐薹草 *C. brunnea*

183) 莎草属 *Cyperus*

(246)异型莎草 *Cyperus difformis*

附录 3

中文名称	拉丁名	数量等级	区系成分	居留型	保护等级	生境类型	依据
一、鸡形目	GALLIFORMES						
(一)雉科	Phasianidae						
1. 灰胸竹鸡	<i>Bambusicola thoracicus</i>	++	东	留	渝	A,B,I	资料
2. 环颈雉	<i>Phasianus colchicus</i>	++	广	留		A,B,C,F,G ₂ ,I	资料
二、雁形目	ANSERIFORMES						
(二)鸭科	Anatidae						
3. 绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
4. 赤麻鸭	<i>Tadorna ferruginea</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
5.							
6. 绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>	++	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
7. 斑嘴鸭	<i>Anas poecilorhyncha</i>	++	广	留		G ₁ ,G ₃ ,H	目击
8. 普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	++	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
9. 赤颈鸭	<i>A. penelope</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
10. 罗纹鸭	<i>Anas falcata</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
11. 花脸鸭	<i>A. formosa</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
12. 琵嘴鸭	<i>A. clypeata</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
13. 红头潜鸭	<i>A. ferina</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
14. 赤嘴潜鸭	<i>Netta rufina</i>	+	古	冬		G ₁ ,G ₃ ,H	资料
三、鸕鷀目	PODICIPEDIFORMES						
(三)鸕鷀科	Podicipedidae						
15. 小鸕鷀	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	++	东	留	渝	G ₁ , G ₃ , H	目击

16. 凤头鹑鹁	<i>Podiceps cristatus</i>		+	广	冬	渝	G ₁ , G ₃ , H	资料
四、 鸽形目	COLUMBIFORMES							
(四) 鸠鸽科	Columbidae							
17. 山斑鸠	<i>Streptopelia orientalis</i>		++	广	留		A, B, C, F, I	资料
18. 珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>		+++	东	留		A, B, C, F, I	目击
19. 火斑鸠	<i>Streptopelia tranquebarica</i>		+	东	留		A, B, C, F, I	目击
五、 夜鹰目	CAPRIMULGIFORMES							
(五) 夜鹰科	Caprimulgidae							
20. 普通夜鹰	<i>Caprimulgus indicus</i>		++	东	夏	渝	A, F	资料
(六) 雨燕科	Apodidae							
21. 白腰雨燕	<i>Apus pacificus</i>		+	古	夏		A, F	资料
六、 鹃形目	CUCULIFORMES							
(七) 杜鹃科	Cuculidae							
22. 大鹰鹃	<i>Cuculus sparverioides</i>		+	东	夏		A, B	资料
23. 四声杜鹃	<i>Cuculus micropterus</i>		++	东	夏	渝	A, B, F	目击
24. 大杜鹃	<i>Cuculus canorus</i>		++	广	夏		A, B, F	资料
25. 噪鹃	<i>Eudynamys scolopacea</i>		++	东	夏	渝	A, B, F	目击
26. 小杜鹃	<i>C. poliocephalus</i>		+	东	夏	渝	A, B, F	资料
七、 鹤形目	GRUIFORMES							
(八) 秧鸡科	Rallidae							
27. 白胸苦恶鸟	<i>Amaurornis phoenicurus</i>		++	东	夏		B, C, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
28. 董鸡	<i>Gallinix cinerea</i>		+	东	夏	渝	C, G ₁ , I	资料
29. 黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>		++	广	留	渝	C, G ₁ , G ₃ , H	资料
30. 白骨顶	<i>Fulica atra</i>		++	广	冬		G ₁ , G ₃ , H, I	资料
八、 鸽形目	CHARADRIIFORMES							
(九) 鸻科	Charadriidae							

31. 灰头麦鸡	<i>Vanellus cinereus</i>	++	古	旅		C, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
32. 金眶鸻	<i>Charadrius dubius</i>	++	广	夏		C, G ₁ , G ₃ , H, I	目击
33. 环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	+	广	夏		C, G ₁ , G ₃ , H, I	目击
(十) 鸻科	Scolopacidae						
34. 青脚鸻	<i>Tringa nebularis</i>	+	古	旅		C, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
35. 扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	+	古	旅		C, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
36. 白腰草鸻	<i>T. ochropus</i>	+	古	冬		C, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
37. 矶鸻	<i>Actitis hypoleucos</i>	+	古	旅		C, G ₁ , G ₃ , I	资料
(十一) 燕鸥科	Glareolidae						
38. 普通燕鸥	<i>Glareola maldivarum</i>	+	东	旅		B, C, G ₃ , H, I	目击
(十二) 鸥科	Laridae						
39. 红嘴鸥	<i>Larus ridibundus</i>	+	古	冬		G ₁ , G ₃ , H	资料
九、 鳾鸟目	SULIFORMES						
(十三) 鸱鸺科	Phalacrocoracidae						
40. 普通鸱鸺	<i>Phalacrocorax carbo</i>	+	广	旅	渝	G ₁ , G ₃ , H	资料
十、 鹈形目	PELECANIFORMES						
(十四) 鹭科	Ardeidae						
41. 栗苇鳉	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	+	广	夏	渝	G ₁ , G ₃ , H, I	资料
42. 夜鹭	<i>Nycticorax nycticorax</i>	+	广	夏		A, C, G ₁ , G ₂ , G ₃ , H	资料
43. 池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	++	东	夏		A, C, F, G ₁ , G ₃ , H, I	资料
44. 牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>	++	东	夏		C, G ₁ , G ₃ , H	目击
45. 苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	+	古	留		A, C, G ₁ , G ₂ , G ₃ , I	资料
46. 白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	++	东	夏		A, C, G ₁ , G ₂ , G ₃ , H	目击
47. 中白鹭	<i>Ardea intermedia</i>	++	东	夏		A, C, G ₁ , G ₂ , G ₃ , H	资料
48. 大白鹭	<i>Egretta alba</i>	+	广	夏		A, C, G ₁ , G ₂ , G ₃ , H	资料
十一、 鹰形目	ACCIPITRIFORMES						

(十五) 鹰科	Accipitridae									
48. 乌灰鸢	<i>Circus pygargus</i>	+	东	冬	II	A,C,F,I				资料
49. 雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	+	古	冬	II	A,B,I				资料
50. 普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	+	古	冬	II	A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H,I				资料
十二、鸢形目	STRIGIFORMES									
(十六) 鸱鸃科	Strigidae									
51. 斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	+	东	留	II	A,C,F				资料
十三、犀鸟目	BUCEROTIMORPHAE									
(十七) 戴胜科	Upupidae									
52. 戴胜	<i>Upupa epops</i>	++	广	旅		B,C,I				资料
十四、佛法僧目	CORACIIFORMES									
(十八) 翠鸟科	Alcedinidae									
53. 普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	++	广	留		C,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H				目击
54. 蓝翡翠	<i>Halcyon pileata</i>	+	东	夏	渝	G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H				资料
55. 冠鱼狗	<i>Megaceryle lugubris</i>	+	广	留		C,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H				资料
十五、啄木鸟目	PICIFORMES									
(十九) 啄木鸟科	Picidae									
56. 大斑啄木鸟	<i>Dendrocopos major</i>	++	古	留		A,I				资料
57. 灰头绿啄木鸟	<i>Picus canus</i>	++	古	留		A,B,C,F,I				资料
十六、隼形目	FALCONIFORMES									
(二十) 隼科	Falconidae									
58. 游隼	<i>Falco peregrinus</i>	+	广	留	II	A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H,I				资料
59. 燕隼	<i>Falco subbuteo</i>	+	古	留	II	A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H,I				资料、访问
十七、雀形目	PASSERIFORMES									
(三十一) 黄鹡科	Oriolidae									

60. 黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>		++	东	夏		A,F	目击
(二十二) 山椒鸟科	Campephagidae							
61. 暗灰鹃鹀	<i>Coracina melaschistos</i>		++	东	夏		B,C,F	资料
62. 小灰山椒鸟	<i>Pericrocotus cantonensis</i>		+	古	夏		A,B	资料
(二十三) 卷尾科	Dicruridae							
63. 黑卷尾	<i>Dicrurus macrocerus</i>		++	东	夏		A,B,C,F	目击
64. 灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>		+	东	夏		A	资料
(二十四) 王鹀科	Monarchinae							
65. 寿带	<i>Terpsiphone paradisi</i>		+	东	夏		A	资料
(二十五) 伯劳科	Laniidae							
66. 虎纹伯劳	<i>Lanius tigrinus</i>		+	古	夏		A,B	目击
67. 棕背伯劳	<i>Lanius schach</i>		+++	东	留		A,B,C,F,H,I	目击
(二十六) 鸦科	Corvidae							
68. 红嘴蓝鹊	<i>Urocissa erythrorhyncha</i>		++	东	留		A,B,F	资料
69. 喜鹊	<i>Pica pica</i>		++	古	留		A,B,C,F,G ₁ ,G ₃ ,	目击
70. 大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>		++	古	留		A,B,C,F,I	资料
71. 松鸦	<i>Garrulus glandarius</i>		++	古	留		A	资料
(二十七) 玉鹀科	Stenostiridae							
72. 方尾鹀	<i>Culicicapa ceylonensis</i>		+	东	夏		A,B,C	资料
(二十八) 山雀科	Paridae							
73. 大山雀	<i>Parus major</i>		++	广	留		A,B,F	目击
74. 黄腹山雀	<i>Parus venustus</i>		++	东	留		A	资料
(二十九) 百灵科	Alaudidae							
75. 小云雀	<i>Alauda gulgula</i>		+	东	留		A,B,G ₃ ,I	资料
(三十) 扇尾莺科	Cisticolidae							

76. 棕扇尾莺	<i>Cisticola juncidis</i>	+	古	留		B,C,I	资料
77. 纯色山鹡鸰	<i>Prinia inornata</i>	++	东	留		B,C,I	目击
(三十一) 燕科	Hirundinidae						
78. 家燕	<i>Hirundo rustica</i>	++	古	夏		C,F,G ₁ ,G ₃ ,H	目击
79. 金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	+++	广	夏		C,F,G ₁ ,G ₃ ,H	目击
(三十二) 鹎科	Pycnonotidae						
80. 领雀嘴鹎	<i>Spizixos semitorques</i>	++	东	留		B,C,F	目击
81. 黄臀鹎	<i>Pycnonotus xanthorrhous</i>	++	东	留		A,B,C,F	目击
82. 白头鹎	<i>Pycnonotus sinensis</i>	+++	东	留		B,C,F	目击
83. 绿翅短脚鹎	<i>Hypsipetes mccllellandii</i>	++	东	留		A,B,C,F	资料
(三十三) 柳莺科	Phylloscopidae						
84. 黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	+	古	冬		A, B	资料
85. 黄眉柳莺	<i>Phylloscopus inornatus</i>	+	古	旅		A	资料
(三十四) 树莺科	Cettiidae						
86. 强脚树莺	<i>Cettia fortipes</i>	+	东	留		A, B	目击
(三十五) 长尾山雀科	Aegithalidae						
87. 红头长尾山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	++	东	留		A,B,F,I	资料
(三十六) 莺鹟科	Sylviidae						
88. 棕头鸦雀	<i>Paradoxornis webbianus</i>	++	东	留		B,C,F,I	目击
(三十七) 绣眼鸟科	Zosteropidae						
89. 暗绿绣眼鸟	<i>Zosterops japonicus</i>	+	东	夏		A,B,F	资料
(三十八) 林鹟科	Timakiidae						
90. 棕颈钩嘴鹟	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	+	东	留		A,B,I	资料
91. 红头穗鹟	<i>Stachyris ruficeps</i>	+	东	留		A,B,I	资料

(三十九) 幽鹇科	Pellorneidae								
92. 灰眶雀鹇	<i>Alcippe morrisonia</i>	+	东	留			A,B,C,F		资料
(四十) 噪鹛科	Leiothrichidae								
93. 画眉	<i>Garrulax canorus</i>	++	东	留			A,B,C,F,G ₁ ,I		目击
94. 白颊噪鹛	<i>Garrulax sannio</i>	+++	东	留			A,B,C,F,G ₁ ,I		目击
(四十一) 河乌科	Cinclidae								
95. 褐河乌	<i>Cinclus pallasi</i>	+	古	夏			B,F,G ₂ ,H,I		目击
(四十二) 椋鸟科	Sturnidae								
96. 八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	++	东	留			A,B,C,F,I		目击
97. 丝光椋鸟	<i>Sturnus sericeus</i>	++	东	留			A,B,C,F,G ₁ ,G ₃ ,		目击
98. 灰椋鸟	<i>Sturnus cineraceus</i>	++	古	冬			A,B,C,F,G ₁ ,G ₃ ,		资料
(四十三) 鹀科	Turdidae								
99. 乌鹀	<i>Turdus merula</i>	++	广	留			A,B,C,F,G ₁ ,H,I		目击
(四十四) 鹎科	Muscicapidae								
100. 红胁蓝尾鹎	<i>Tarsiger cyanurus</i>	++	古	旅			A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃		资料
101. 鹎鹛	<i>Copsychus saularis</i>	+++	东	留			A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H		目击
102. 北红尾鹎	<i>Phoenicurus auroreus</i>	++	古	旅			A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,H		目击
103. 红尾水鹎	<i>Rhyacornis fuliginosa</i>	++	东	留			A,B,G ₂		目击
104. 紫啸鹟	<i>Myophonus caeruleus</i>	+	东	留			B,G ₂ ,I		目击
105. 黑喉石鹟	<i>Saxicola torquata</i>	+	广	旅			B,C,F,I		目击
(四十五) 花蜜鸟科	Nectariniidae								
106. 叉尾太阳鸟	<i>Aethopyga christinae</i>	+	东	留			A,F		目击
(四十六) 梅花雀科	Estrildidae								
107. 白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	++	东	留			A,B,F,I		目击

108.斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>		+	东	留		A,B,C,F	目击
(四十七) 雀科	Passeridae							
109.山麻雀	<i>Passer rutilans</i>		++	东	留		A,B,C,F,G ₂ ,I	资料
110.麻雀	<i>Passer montanus</i>		+++	广	留		A,B,C,F,H,I	目击
(四十八) 鹡鹑科	Motacillidae							
111.白鹡鹑	<i>Motacilla alba</i>		+++	广	留		A,B,C,F,G ₂ ,H,I	目击
112.水鹡	<i>A.spinoletta</i>		+	古	冬		A,B,C,F,G ₂ ,H,I	资料
113.树鹡	<i>Anthus hodgsoni</i>		++	古	留		A,B,C,F,G ₂ ,H,I	资料
(四十九) 燕雀科	Fringillidae							
114.黑尾蜡嘴雀	<i>Eophona migratoria</i>		++	古	夏		A,B,F,I	目击
115.金翅雀	<i>Carduelis sinica</i>		+++	古	留		A,B,C,F,I	目击
(五十) 鹎科	Emberizidae							
116.小鹎	<i>Emberiza pusilla</i>		++	古	冬		B,C,I	资料

附录 4

中文名称	拉丁名	数量等级	区系成分	保护等级	生境类型	依据
一、翼手目	CHIROPTERA					
(一) 蹄蝠科	Hipposideridae					
1. 大蹄蝠	<i>Hipposideros armiger</i>	+	东		A,F,K	资料
二、食肉目	CARNIVORA					
(二) 鼬科	Mustelidae					
2. 黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	++	广	渝	A,B,C,F,I	访问
三、啮齿目	RODENTIA					
(三) 鼠科	Muridae					
3. 褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	+++	广		B,C,F,I	访问
4. 巢鼠	<i>Micromys minutus</i>	++	古		B,C,I	资料
5. 黑线姬鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	++	古		B,C,I	资料
6. 小家鼠	<i>Mus musculus</i>	+++	广		B, C, F, I	访问
四、兔形目	LAGOMORPHA					
(四) 兔科	Leporidae					
7. 草兔	<i>Lepus capensis</i>	+++	广		A,B,C,F,I	访问

注：分类系统参照《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》，中国林业出版社，2003年；
 生境类型：A-乔木林，B-灌木林及采伐地，C-农田、水田，F-居民区，G1-池塘，G2-山涧溪流，G3-河流，I-草丛，K-山体洞穴；
 区系成分：广-广布种，东-东洋种，古-古北种；
 保护等级：II-国家II级重点保护动物，渝-重庆市重点保护野生动物。

附录 5

序号	中文名称	拉丁名	数量等级	区系分布	保护等级	生境类型	依据
一	无尾目	ANURA					
(一)	蟾蜍科	Bufonidae					
1	中华蟾蜍	<i>Bufo gargarizans</i>	+++	广		A,B,C,F,G ₂ ,I	资料
(二)	雨蛙科	Hylidae					
2	华西雨蛙	<i>Hyla gongshanensis</i>	++	东		B, C, G ₁ , I	资料
(三)	蛙科	Ranidae					
3	沼水蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	++	东	渝	B, C, G ₁ , I	资料
4	泽陆蛙	<i>Fejervarya multistriata</i>	+++	东	渝	F, G ₂ , I	目击
5	黑斑侧褶蛙	<i>Pelophylax nigromaculatus</i>	++	广	渝	B, C, G ₁ , I	资料
(四)	姬蛙科	Microhylidae					
6	粗皮姬蛙	<i>Microhyla butleri</i>	++	东		C, G ₁	资料
7	饰纹姬蛙	<i>Microhyla ornata</i>	++	东		C, I	资料
8	四川狭口蛙	<i>Kaloula rugifera</i>	+	东		C, G ₂ , I	资料

备注：分类系统参照《中国动物志(两栖纲)》，科学出版社，2009年；

生境类型：A-乔木林，B-灌木林及采伐地，C-农田、水田，F-居民区，G1-池塘，G2-山涧溪流及其附近草丛、泥塘等，G3-河流，I-草丛；

区系成分：广-广布种，东-东洋种，古-古北种；

保护等级：II-国家II级重点保护动物，渝-重庆市重点保护野生动物。

附录 6

序号	中文名称	拉丁名	数量等级	区系成分	保护等级	生境类型	依据
一	龟鳖目	TESTUDOFORMES					
(一)	鳖科	Trionychidae					
1	中华鳖	<i>Pelochelys sinensis</i>	++	广		G ₁ ,G ₃ ,I	资料
(二)	地龟科	Geoemydidae					
2	乌龟	<i>Chinemys reevesii</i>	+	东	渝	G ₁ ,G ₃	访问
二	有鳞目	SQUAMATA					
(三)	壁虎科	Gekkonidae					
3	蹼趾壁虎	<i>Gekko subpalmatus</i>	+	东		F, I	资料
(四)	鬣蜥科	Agamidae					
4	丽纹攀蜥	<i>Japalura splendida</i>	+++	东		B, F, G ₂ , I	资料
(五)	蛇蜥科	Anguidae					
5	脆蛇蜥	<i>Ophisaurus harti</i>	+	东		B, C, I	资料
(六)	蜥蜴科	Lacertidae					
6	北草蜥	<i>Takydromus septentrionalis</i>	+++	广		B, C, I	资料
(七)	石龙子科	Scincidae					
7	中国石龙子	<i>Eumeces chinensis</i>	++	东		A, B, I	资料
8	蓝尾石龙子	<i>Eumeces elegans</i>	+++	东		A, B, I	资料

9	铜蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicum</i>	+++	东		A,B,G ₂ ,I	资料
(八)	游蛇科	Colubridae					
10	翠青蛇	<i>Cyclophiops major</i>	+++	东		A,B,C,I	资料
11	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>	+++	东		A,B,C,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,I	资料
12	王锦蛇	<i>Elaphe carinata</i>	+++	东		A,B,C,G ₂ ,I	访问
13	虎斑颈槽蛇	<i>Rhabdophis tigrina</i>	+++	广		G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,I	资料
14	华游蛇	<i>Sinonatrix percarinata</i>	+++	东		C,G ₂	资料
15	乌梢蛇	<i>Zaocys dhumnades</i>	+++	东		A,B,C,F,G ₁ ,G ₂ ,G ₃ ,I	资料
(九)	蝰科	Viperidae					
16	原矛头蝮	<i>Protobothrops mucrosquamatus</i>	++	东		B,C,F,G ₂ ,I	资料

附录 7

种名	1	2	3	4	5	6	7	8
I硅藻门 Bacillariophyta								
1. 变异直链藻 <i>Melosira varians</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
2. 颗粒直连藻 <i>Melosira granulata</i>			+	+	+			
3. 针杆藻 <i>Synedra</i> sp.	+	+		+		+		+
4. 尖针杆藻 <i>Synedra acus</i> var	+		+					+
5. 脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.				+		+		
6. 桥弯藻 <i>Cymbetta</i> sp.	+		+	+	+	+	+	
7. 舟形藻 <i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
8. 放射舟形藻 <i>Navicula radiosa</i>			+		+	+		+
9. 美丽星杆藻 <i>Asterionella Formosa</i>					+			
10. 扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>				+				
11. 布纹藻 <i>Gyrosigma</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
12. 异极藻 <i>Gomphonema</i> sp.	+	+	+		+	+	+	+
13. 梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i>		+	+				+	
14. 杆状藻 <i>Bacillaria</i> sp.								
II绿藻门 Chlorophyta								
15. 衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.	+				+		+	
16. 拟菱形弓形藻 <i>Schroederia nitzschoides</i>	+		+	+		+		+

附录 8

物种	1	2	3	4	5	6	7	8
原生动物 Protozoa								
1. 普通表壳虫 <i>Arcella vulgaris</i>	+	+	+		+	+	+	+
2. 尖顶砂壳虫 <i>Diffugia acuminata</i>	+	+	+	+	+	+		+
3. 沙壳虫 <i>Diffugia</i> sp.	+	+	+	+	+		+	
4. 钟形虫 <i>Vorticella</i> sp.	+			+			+	
5. 匣壳虫 <i>Cextropyxis</i> sp.		+	+		+			
6. 大弹跳虫 <i>Halteria grandinella</i>	+	+				+		
7. 累枝虫 <i>Epistylis</i> sp.		+	+	+		+		
轮虫 Rotifera								
8. 囊形单趾轮虫 <i>Monostyla bulla</i>	+	+	+	+				+
9. 月形单趾轮虫 <i>Monostyla lunaris</i>	+	+		+	+	+	+	
10. 裂痕龟纹轮虫 <i>Anuraeopsis fissa</i>			+	+			+	
11. 月形腔轮虫 <i>Lecane luna</i>	+		+	+	+		+	
12. 十指平甲轮虫 <i>Platyias militaris</i>		+				+		+
13. 壶状臂尾轮虫 <i>Brachionus urceus</i>	+		+	+	+	+	+	+
14. 针簇多肢轮虫 <i>Polyarthra trigla</i>	+				+		+	
15. 腹棘管轮虫 <i>Mytilina ventralis</i>			+	+	+	+		
16. 长三肢轮虫 <i>Filinia longisela</i>	+	+	+	+		+	+	+

附录 9

物种	1	2	3	4	5	6	7	8
环节动物门 Annelida								
1. 水丝蚓 <i>Limno drilus</i>	+	+	+	+	+	+		+
2. 正颤蚓 <i>Tubifex tubifex</i>	+		+				+	
3. 霍甫水丝蚓 <i>Limno drilus hoffmeisteri</i>		+	+		+	+	+	
软体动物门 Mollusca								
4. 卵萝卜螺 <i>Radix ovata</i>		+					+	
5. 折叠萝卜螺 <i>Radix plicatula</i>	+	+	+	+	+	+	+	
6. 方格短沟螺 <i>Seisulcospora cancellata</i>		+	+		+	+		+
7. 椭圆萝卜螺 <i>Radix swinhoei</i>	+	+		+		+	+	+
8. 背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana</i>	+	+	+	+	+	+		+
9. 豌豆蚬 <i>Pisidium saccharinatum</i>			+		+		+	
节肢动物门 Arthropoda								
10. 石蝇 <i>Plecoptera</i> sp.	+		+		+	+	+	
11. 扁蚜 <i>Ecdyrus</i> sp.	+	+	+	+			+	+
12. 多足摇蚊 <i>Polypedilum</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+

附录 10

目	科	鱼名	现状调查结果
鲤形目	胭脂鱼科	1. 胭脂鱼 <i>Myxocyprinus asiaticus</i>	
	鲤科	2. 宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	☆
		3. 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	☆
		4. 中华细鲫 <i>Aphyocypris chinensis</i>	
		5. 青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	
		6. 鳊 <i>Elopichthys bambusa</i>	
		7. 鳊 <i>Ochetobius elongatus</i>	
		8. 赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	
		9. 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	☆
		10. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	☆
		11. 鳙 <i>Aristichthys nobilis</i>	☆
		12. 银鲌 <i>Xenocypris argentea</i>	☆
		13. 细鳞鲌 <i>Xenocypris microlepis</i>	☆
		14. 圆吻鲌 <i>Distoechodon tumirostris</i>	
		15. 宜宾鲌 <i>Xenocypris fani</i>	
		16. 中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	☆
		17. 高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>	
		18. 高体近红鲌 <i>Ancherythroculter kurematsui</i>	
		19. 黑尾近红鲌 <i>Ancherythroculter nigrocauda</i>	
		20. 短鳍近红鲌 <i>Ancherythroculter wangi</i>	
		21. 鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	☆
		22. 团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>	
		23. 翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	☆
		24. 蒙古鲌 <i>Culter mongolicus</i>	☆
		25. 拟尖头鲌 <i>Culter oxycephaloides</i>	
		26. 尖头鲌 <i>Culter oxycephalus</i>	
		27. 似鲮 <i>Pseudobrama simoni</i>	☆
		28. 鲮 <i>Parabramis pekinensis</i>	
		29. 鲂 <i>Megalobrama skolkovii</i>	
		30. 银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	☆

		31. 寡鳞瓢鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>			
		32. 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	☆		
		33. 钝吻棒花鱼 <i>Abbottina obtusirostris</i>			
		34. 黑鳍鳉 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	☆		
		35. 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	☆		
		36. 花[鱼骨] <i>Hemibarbus maculatus</i>	☆		
		37. 唇[鱼骨] <i>Hemibarbus labeo</i>	☆		
		38. 似[鱼骨] <i>Belligobio nummifer</i>			
		39. 银鮡 <i>Squalidus argentatus</i>	☆		
		40. 点纹银鮡 <i>Squalidus wolterstorffi</i>			
		41. 铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>			
		42. 吻鮡 <i>Rhinogobio typus</i>	☆		
		43. 长鳍吻鮡 <i>Rhinogobio ventralis</i>			
		44. 圆筒吻鮡 <i>Rhinogobio cylindricus</i>			
		45. 蛇鮡 <i>Saugogobio dabryi</i>	☆		
		46. 宜昌鳅鲇 <i>Gobiobotia filifer</i>			
		47. 中华倒刺鲃 <i>Spinibarbus sinensis</i>			
		48. 宽口光唇鱼 <i>Acrossocheilus monticola</i>			
		49. 白甲鱼 <i>Onychostoma sima</i>			
		50. 四川白甲鱼 <i>Onychostoma angustistomata</i>			
		51. 瓣结鱼 <i>Tor brevifilis brevifilis</i>			
		52. 华鲮 <i>Similabeo rendahli</i>	☆		
		53. 岩原鲤 <i>Procypris rabaudi</i>			
		54. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	☆		
		55. 鲫 <i>Carassius auratus auratus</i>	☆		
		鳅科	56. 花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciata</i>		
			57. 短身金沙鳅 <i>Jinshaia abbreviata</i>		
			58. 长薄鳅 <i>Leptobotia elongata</i>		
			59. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	☆	
		鲇形目	鲇科	60. 南方鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	
				61. 鲇 <i>Silurus asotus</i>	
鲿科	62. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>		☆		
	63. 光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>		☆		

		64. 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	☆
		65. 短尾拟鲮 <i>Pseudobagrus brevicaudatus</i>	
		66. 细体拟鲮 <i>Pseudobagrus pratti</i>	
		67. 凹尾拟鲮 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>	
		68. 切尾拟鲮 <i>Pseudobagrus truncatus</i>	
	鲮科	69. 长吻鲮 <i>Leiocassis longirostris</i>	
		70. 粗唇鲮 <i>Leiocassis crassilabris</i>	
		71. 大鳍鲮 <i>Mystus macropterus</i>	☆
	钝头[鱼央]科	72. 黑尾{鱼央} <i>Liobagrus nigricauda</i>	
	鲃科	73. 宽鳍纹胸鲃 <i>Glyptothorax fukiensis</i>	
鲴科	74. 斑点叉尾鲴 <i>Ictalurus Punetaus</i>		
鲈形目	[鱼旨]科	75. 大眼鳊 <i>Siniperca kneri</i>	
		76. 鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	☆
		77. 斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	☆
	鰕虎鱼科	78. 子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	☆
	沙塘鳢科	79. 黄鱼幼 <i>Micropercops swinhonis</i>	
	鳢科	80. 乌鳢 <i>Ophiocephalus argus</i>	☆
合鳃鱼目	合鳃鱼科	81. 黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	☆

附件 1

环境影响评价工作委托书

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司：

涪江干流双江航电枢纽工程是推动成渝地区交通互联互通、服务两城经济圈的支撑项目，枢纽建成后可通行 1000 吨级船舶，对加快推进成渝城市群和长江经济带发展具有重要意义。按照《建设项目环境保护管理条例》相关要求，我公司特委托贵单位承担新建项目“双江航电枢纽工程”的环境影响评价工作，编制工程环境影响报告书。

望贵公司受委托后，按照国家、重庆市和四川省有关的法律、法规、标准和文件尽快开展本项目的环境影响评价工作。

特此委托！

重庆双江航电发展有限责任公司

2019 年 12 月 23 日



重庆市潼南区生态环境局 关于双江航电枢纽工程环境影响评价执行 标准的复函

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司：

你单位《关于商请确认双江航电枢纽工程环境影响评价执行标准的函》收悉，根据环境功能区划，经研究，双江航电枢纽工程环境影响评价执行如下标准：

一、环境质量标准

(1) 地表水环境：涪江干流地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类标准、人工运河地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的Ⅲ类标准、支流坛罐窑河水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅳ类标准。

(2) 地下水环境：执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)Ⅲ类标准。

(3) 环境空气：枢纽工程所在潼南区双江镇环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单中的二级标准，定明山—运河市级风景名胜区范围内执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单中的一级标准。

(4) 声环境：枢纽工程所在潼南区双江镇环境空气质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准，定明山—运

- 1 -



扫描全能王 创建

河市级风景名胜区范围内执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的1类标准。

(5) 土壤环境：工程区内建设用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准，其他土地土壤环境执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中筛选值标准。

二、污染物排放标准

(1) 无法回用需排放的废污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中一级排放标准。

(2) 大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2的无组织排放监控浓度限值。

(3) 施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的2类标准。

(4) 一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)(2013修改版)，生活垃圾执行《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其2013年修改单。

重庆市潼南区生态环境局
2020年9月25日



重庆市环境保护局

渝环函〔2014〕678号

重庆市环境保护局 关于涪江干流潼南段梯级规划调整 环境影响报告书审查意见的函

潼南县水利局：

根据《环境影响评价法》、《规划环境影响评价条例》等有关规定，我局组织有关部门和专家对《涪江干流潼南段梯级规划调整环境影响报告书》（以下简称《报告书》）进行了审查，现将审查意见函告如下：

一、重庆渝佳环境影响评价有限公司和重庆地质矿产研究院编制的《报告书》符合《规划环境影响评价技术导则（试行）》有关要求，环境影响评价方法适当，对规划实施的主要环境影响的分析和预测总体合理，提出的规划优化调整建议 and 环境保护对策措施总体可行，原则同意《报告书》的结论和建议。

二、《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》对《四川省涪江流域水资源开发总体规划补充报告》中涪江干流潼南段规划进行调整，规划调整河段全长 67km，调整开发任务主要为发电和河道修复，兼顾城市水景观和航运等，开发方案为双江和潼南

两级径流式电站，潼南梯级正常蓄水位 236.5m，装机容量 4.2MW，双江梯级正常蓄水位 249m，装机容量 6MW。潼南梯级先期建设。

三、区域的资源及环境承载力

规划河段内水、大气、声环境等环境质量总体良好，有利于规划实施。规划调整河段内涉及定明山-运河风景名胜区、重庆涪江国家湿地公园和鱼类“三场”、大型市政污水排放口、饮用水源取水口等，在一定程度上制约了规划的实施。

四、规划调整实施过程中应重点做好以下工作：

涪江干流潼南段梯级规划调整在开发运行过程中应重点做好以下工作：

（一）进一步优化规划。

综合考虑运河水位、饮用水源水质和安全等因素，进一步优化三块石电站和大岩洞电站船闸方案。

（二）依法保护定明山-运河风景名胜区和重庆涪江国家湿地公园。

1. 进一步协调梯级规划调整与国家湿地公园保护目标的关系，完善相关手续。规划实施前、实施中和实施后，应符合湿地公园管理的相关规定，通过生态工程方法，尽量降低梯级开发对湿地公园完整性、功能性的影响。对因采砂、农田耕种等生产经营活动受到破坏和丧失的湿地生境进行修复和重建。

2. 双江梯级建设方案应与定明山-运河风景名胜区规划相

协调。涉及在风景名胜区内从事改变水资源、水环境自然状态的活动，其他影响生态和景观的活动，应依照有关法律、法规的规定报风景名胜区主管部门批准。

（三）加强流域生态保护。

1. 合理利用调配水资源。合理制定电站运行方式，优先保证涪江、运河两岸居民生产生活用水、工农业用水及生态用水需要，确保运河水质满足饮用水取水要求。

2. 划定禁渔期和禁渔区，加强对鱼类产卵场、索饵场和越冬场的保护，对主要经济鱼类和保护鱼类进行增殖放流。

3. 合理安排三块石拦河坝的拆除方案。

（四）加强流域污染防治。

1. 建设期做好水土保持工作。

2. 禁止在库区水体发展网箱、围网等投饵养殖活动；加强对湖库内船舶的管理；加强规划河段生活垃圾收运处置。

3. 控制并削减流域内污染物排放，加快推进规划河段各乡镇、工业园区污水厂及管网工程建设，控制农村面源污染，防止水体富营养化。根据规划河段水质变化情况，适时提高规划河段污水处理厂排水标准，优化调整潼南县城污水处理厂排污口位置，保证库区水质。

4. 加大人工运河流域污染综合治理力度，严格控制运河沿岸新污染，商请有关部门重新划定运河畜禽养殖禁养限养区。

（五）定期开展水质监测，长期开展生态跟踪观测，及时

评估梯级规划调整对生态环境、环境质量、鱼类资源的影响程度，及时调节水库调度运行，采取补救措施，最大程度减缓对规划河段生态的影响。

五、规划河段内工业、畜牧业等可能影响规划河段水质和生态环境的规划，应开展规划环评进行论证。

六、梯级开发业主应建立规划河段梯级开发环境保护管理机构，强化环境监测和综合管理机制，落实规划河段环境保护措施和生态跟踪观测，做好开发保护统筹工作。规划梯级应严格执行环境影响评价和环保“三同时”制度，对项目实施的环境影响和生态保护措施进行进一步论证细化。



抄送：市发改委，潼南县人民政府，潼南县环保局。

重庆市发展和改革委员会

渝发改能〔2013〕333号

重庆市发展和改革委员会 关于涪江干流潼南段梯级规划调整的批复

潼南县发展改革委：

你委《关于审批〈涪江干流潼南段梯级规划调整报告〉的请示》（潼发改文〔2012〕71号）已收悉。根据重庆市水利电力建筑勘测设计研究院评估报告的意见，现批复如下：

一、为了充分合理的开发利用涪江干流潼南段水力资源，提高河道航运等级和河道通航能力，修复涪江干流潼南县城段水生态系统，改善潼南县城水景观，促进县城城市建设和经济发展，同意对涪江干流潼南段水能梯级规划进行调整。该河段开发主要任务为发电，兼顾航运和生态修复。

— 1 —

二、同意规划调整报告提出的涪江干流潼南段梯级开发方案，新建双江梯级和潼南梯级，总装机容量 10.2 万千瓦，替代原三块石电站和大岩洞电站。涪江干流潼南段航道等级为 V 级，通航能力 300 吨。双江梯级和潼南梯级分别新建 300 吨级船闸，废除三块石船闸和莲花寺船闸。

三、原则同意双江梯级电站坝址布置于原三块石电站拦河坝下游约 500 米处，电站正常蓄水位 249 米，装机容量 6 万千瓦；潼南梯级电站坝址布置于涪江大桥下游约 3 公里处，电站正常蓄水位 236.5 米，装机容量 4.2 万千瓦。

四、下阶段应进一步研究双江梯级坝址选址，合理确定潼南梯级正常蓄水位，做好三块石和大岩洞电站补偿工作，处理好潼南梯级和下游富金坝电站的水位衔接关系，并按评估意见补充作好有关技术问题的论证和复核工作。

五、为加快涪江干流潼南段水能资源有序开发，建议对该河段统一开发，并研究该河段开发的有关支持政策，按基本建设程序，推进两个梯级电站前期工作。


重庆市发展和改革委员会
2013 年 3 月 26 日

抄送：市国土房管局，市规划局，市环保局，市交委，市水利局，
市电力公司。

重庆市发展和改革委员会办公室

2013 年 3 月 26 日印发

中华人民共和国生态环境部办公厅

环办环评函〔2018〕1037号

关于嘉陵江流域（桐子壕至河口）航电开发 环境影响回顾性评价报告有关意见的函

重庆嘉陵江利泽航电开发有限公司：

你公司《关于审批嘉陵江流域重庆境内环境影响回顾性评价报告的请示》（渝利航文〔2017〕3号）收悉。我部组织了技术咨询，近期你公司提交了修改完善的报告。现提出如下意见：

一、河段开发情况

嘉陵江是流域面积最大的长江一级支流，本次回顾性评价范围包括嘉陵江干流桐子壕航电枢纽库尾至嘉陵江河口 208 公里河段（包括桐子壕库尾至川渝省界断面 56 公里的四川段和省界断面至嘉陵江河口 152 公里的重庆段）、支流渠江重庆段 74 公里河段、支流涪江重庆段 136 公里河段。

评价范围内嘉陵江干流已建桐子壕、草街枢纽，草街库尾以下至河口段航道现状等级可达Ⅲ级，草街库尾以上至桐子壕段航道等级为Ⅴ～Ⅵ级。根据《长江流域综合规划（2012—2030年）》，合川至河口段航道规划达到Ⅲ级航道标准，桐子壕航电枢纽库尾至合川段航道规划达到Ⅳ级航道标准，拟建设利泽

(场)、井口航电枢纽。评价范围内渠江干流航道现状为Ⅳ级，未布置航电枢纽。涪江干流航道现状为Ⅵ级，已建三块石、富金坝、安居、涪沱航电枢纽，正在建设潼南航电枢纽。根据《重庆市航道发展规划》（渝府〔2009〕147号），渠江重庆段规划为Ⅳ级航道，涪江重庆段规划为Ⅴ级航道。根据《重庆市“十三五”综合交通规划》（渝府〔2017〕64号），涪江干流拟建设双江航电枢纽。评价范围内其他主要支流已建小型水电站12个，总装机容量1.6万千瓦。

二、关于回顾性评价成果的意见

回顾性评价进行了现状调查和环境影响回顾评价，对后续枢纽建设的环境影响进行了分析和预测，提出了减缓不利影响的措施。但是，也存在部分现状调查不够充分、部分回顾性评价和环境影响预测内容深度不够、流域生态环境既有问题解决措施和流域整体性修复及保护方案针对性不足等问题，应进一步修改完善。

根据回顾性评价成果，评价范围内嘉陵江干流、涪江渠化率已超过80%，水位升高，水流变缓，年内径流过程坦化。干支流部分断面生态流量得不到保障，桐子壕梯级坝下生态流量部分时段不满足要求，涪江三块石、富金坝、安居等梯级采用引水式开发，坝下形成了减水河段。评价范围内除上游武胜断面外，其他断面水质存在超标问题，一些断面部分指标趋差。评价范围内鱼类种类有所减少，部分产卵场等重要生境消失，鱼类组成发生

显著变化，长距离洄游性鱼类、喜急流底栖性鱼类以及产漂流性卵鱼类减少，胭脂鱼自然种群在嘉陵江流域基本消失，部分保护鱼类资源量减少。后续航电枢纽建设将进一步对水文情势、水环境、水生生态等产生不利影响。应深刻认识航电开发的不利影响，不断完善和严格落实现有枢纽的生态环境保护措施，科学论证后续枢纽开发建设的环境可行性，有效预防和减缓河段航电开发的不利生态环境影响。

三、进一步落实和完善现有工程的生态环境保护措施

评价范围内已建、在建航电枢纽应从强化嘉陵江全流域生态环境保护的角度，进一步优化和强化生态环境保护措施。

(一) 严格落实项目环境影响评价各项要求。桐子壕航电枢纽应进一步建立健全鱼类保护机制，加强沿江两岸生态环境特别是水环境的监测；草街航电枢纽应加强对施工迹地的生态修复，进一步扩大鱼类放流规模，开展运行期水环境监测；富金坝航电枢纽应尽快落实鱼类增殖放流站、污水处理站等保护措施。

(二) 补建过鱼设施。桐子壕、草街枢纽大坝对长江及嘉陵江下游鱼类，尤其是产漂流性卵鱼类以及喜急流底栖性鱼类的洄游影响较为明显，建议桐子壕、草街枢纽工程补建过鱼设施，减缓对鱼类的不利影响。

(三) 充分保障下游生态用水。建议桐子壕枢纽日调节运行时，考虑下游武胜断面 157 立方米/秒的生态用水需求，来水流量不足 157 立方米/秒时，统筹考虑嘉陵江上游水库群调度总体

要求，尽可能向下游补水，保证下游河段生态环境健康。建议涪江潼南、富金坝、安居、涪沱等枢纽，考虑涪江小河坝断面 72 立方米/秒的生态用水需求，通过科学调度保障涪江干流生态环境健康。评价范围内引水式小水电，应结合长江经济带小水电清理整顿，完善生态流量下泄及保障措施。

(四) 实施生态调度。结合流域水库群生态调度的总体安排，建议桐子壕、草街枢纽进一步优化鱼类繁殖期的水库调度，在每年 4 至 6 月产粘沉性卵的鱼类繁殖季节，加大下泄流量，保证坝址下游适宜鱼类产卵河段达到一定流速；在受精卵孵化早期阶段尽量维持下游流水江段水位稳定，保障受精卵的正常孵化以及仔幼鱼的正常生长。在每年 7 月左右，根据上游来水情况，实施至少 2 次生态调度，营造一定洪水过程，每次持续 6~10 天左右，满足产漂流性卵鱼类繁殖需求。

四、后续枢纽建设的建议

流域开发已导致流域生态环境退化，后续枢纽建设将继续对流域生态环境产生不利影响。后续开发要坚持生态优先，把修复长江生态环境摆在压倒性位置；坚持在发展中保护，在保护中发展，推动实现经济社会发展和生态环境保护相协调。

下一步，建议统筹考虑《长江流域综合规划（2012-2030 年）》和《长江经济带综合立体交通走廊规划》要求、相关流域综合规划环境影响评价成果、后续开发的生态环境影响等因素，深入论证利泽（场）航电枢纽开发的环境合理性和可行性。井口

航电枢纽位于嘉陵江干流合川以下河段，是嘉陵江鱼类与长江鱼类交流的重要区域，梯级建设将阻碍胭脂鱼洄游通道，淹没重要鱼类产卵场，进一步加大对两江鱼类交流与繁殖的影响，建议暂缓建设。双江航电枢纽位于嘉陵江支流，应从流域层面统筹考虑其开发的环境可行性，建议在相关流域综合规划及规划环境影响评价中予以明确。

五、保障措施

你公司应成立生态环境保护部门，制定航道开发建设的生态环境保护措施、监测方案和环境管理制度，明确实施步骤、资金来源和实施主体，明确人员和责任，统筹落实。你公司应协调其他枢纽建设和运行单位，完善落实各项生态环境保护措施；协调相关部门，统筹实施生态调度等措施。四川省环境保护厅、重庆市环境保护局应加强桐子壕、草街、三块石、富金坝、安居、涪沱、潼南等航电枢纽生态环境监管和检查，督促相关单位完善和落实各项生态环境保护措施。



抄 送：重庆市环境保护局、重庆市交通委员会、四川省环境保护厅、
重庆航运建设发展有限公司、四川省港航开发有限责任公
司、长江水资源保护科学研究所，环境工程评估中心。

四川省生态环境厅

川环建函〔2020〕56号

四川省生态环境厅 关于《四川省涪江流域综合规划环境影响 报告书》审查意见的函

水利厅：

《关于审查四川省涪江流域综合规划环境影响报告书的函》
(川水函〔2020〕252号)收悉。

2020年4月28日，我厅组织有关部门和专家，在成都市召开了《四川省涪江流域综合规划环境影响报告书》(以下简称《报告书》)审查会。参加会议的有四川省发展和改革委员会、自然资源厅、交通运输厅、农业农村厅、林业和草原局，四川省环境工程评估中心，重庆市水利局、重庆市生态环境局，德阳市、绵阳市、广元市、遂宁市、南充市、资阳市、阿坝州生态环境局，《四川省涪江流域综合规划》(以下简称《规划》)编制部门四川省水利厅，《规划》报告编制单位四川省水利水电勘测设计研究院和四川省水文水资源勘测局，《报告书》编制单位四川蜀禹水利水电工程设计有限公司与专题协作单位成都金玉垒农业科技有限公司、成都和源渔业科技有限公司的代表及特邀专家。会议

成立了《报告书》审查小组和专家组，审查小组形成了如下意见：

一、流域及规划概况

涪江是嘉陵江右岸一级支流、长江二级支流，流域涉及我省阿坝藏族羌族自治州、广元市、绵阳市、德阳市、南充市、遂宁市、资阳市等7个市（州）25个县（区），流经重庆市汇入嘉陵江。涪江流域面积35881km²（四川省境内31545.4km²），干流全长668km（四川省境内539.6km），总落差3730m，平均比降5.58‰，河口多年平均流量588m³/s。主要支流有火溪河、平通河、通口河、凯江、梓潼江、郫江与琼江等。

《规划》编制工作于2007年9月启动。2013年7月，四川省人民政府以川府函〔2013〕204号文批复了《规划》。按照省委、省政府印发的《四川省落实中央第五环境保护督察组督察反馈意见整改方案》（川委〔2018〕223号）要求，你厅组织开展了《规划》环境影响评价工作，并与重庆市相关部门就有关问题进行了会商。

《规划》基准年为2010年，规划近期水平年为2020年，远期水平年为2030年。规划范围为涪江四川省境内流域，以干流规划为重点，兼顾主要支流。《规划》包括防洪减灾规划、水资源综合利用规划（含城乡供水规划、灌溉规划、水力发电规划和航运规划）、水资源及水生态保护规划和流域管理规划等。其中，防洪减灾规划提出在涪江干流建设铁笼堡、武都等大型防洪水库、在支流茶坪河建设黄羊坪中型防洪水库，干流及通口河、梓

潼江、琼江等主要支流新建堤防 324.6km、新建护岸 76.3km、加固堤防 38.4km，除干流及主要支流以外的中小河流新建堤防 567.03km、新建护岸 218.48km、河道整治及护滩清淤 205.9km；水资源综合利用规划提出，2030 年流域共配置水资源 64.92 亿 m³，规划建设武都引水二期及蓬溪船山灌区、毗河供水一期工程、毗河供水二期工程、都江堰大英灌区及燕儿河水库等；涪江干流规划水电及电航工程 44 座（总装机 194.5 万 kW），支流火溪河、平通河、通口河分别规划水电站 4 座（总装机 40.0 万 kW）、9 座（总装机 5.3 万 kW）、20 座（总装机 56.3 万 kW）。规划实施后，绵阳至石榴嘴段达 V 级航道标准，石榴嘴至桐麻浩段达 IV 级航道标准，并规划布局绵阳港和遂宁港；水资源及水生态保护规划提出，涪江干流 COD 限制排污总量为 4.73 万 t/a，NH₃-N 限制排污总量为 0.54 万 t/a。涪江上游建设鱼类增殖放流站一座，平通河设立保护区管理站等；流域管理规划提出积极探索和推进流域综合管理，实现涉水事务的协调和统一管理。

《规划》批复后，近期工程逐步实施，目前除铁笼堡水库、丰谷电航工程等少数工程外，其余规划的近期工程已实施建设。截至 2018 年底，流域已建各类水利工程约 10 万处，干流已建堤防及护岸工程约 100km，涪江干流及主要支流已（在）建电站约 125 座（含电航与农村小水电工程），航道等级为 VII 或 VI 级。流域内已建小水电已按照《关于印发〈四川省自然保护区小水电问题整改工作方案〉的通知》（川发改能源〔2017〕438 号）、《关于

印发<四川省自然保护区小水电问题整改工作方案(修订)的通知>》(川发改能源〔2018〕421号)和《关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知》(川水函〔2018〕720号)要求,完成了相应的专项整改工作;目前正按照《关于印发<四川省长江经济带小水电清理整改工作实施方案>的通知》(川水函〔2019〕329号)有序推进后续清理整改工作。

二、流域生态环境概况

涪江流域江油以上区域主要为山区,植被覆盖率高,生物多样性丰富,经济发展水平较低,属《全国主体功能区规划》中的限制开发区(川滇森林及生物多样性生态功能区);江油以下区域为丘陵和平原,属《全国主体功能区规划》中的西部地区重要经济中心的组成部分(成都经济区)和农产品提供区(长江流域主产区)。流域上游分布有大熊猫国家公园、四川黄龙世界自然遗产地、黄龙寺省级自然保护区、龙滴水县级自然保护区和平通河裂腹鱼类国家级水产种质资源保护区等生态环境敏感区,部分区域属岷山生物多样性维护—水源涵养生态保护红线区;中下游分布有三台水禽及湿地县级自然保护区、中华涪江湿地走廊市级自然保护区和遂宁观音湖国家湿地公园等生态环境敏感区,部分区域属盆中城市饮用水源—水土保持生态保护红线区。根据2015年~2017年水质监测成果,涪江干流水质总体良好,基本满足水功能区划的水质目标要求;支流凯江、郫江与琼江存在不同程度

的水质超标现象。

三、规划方案与敏感区的关系

流域内已（在）建部分水利水电（包括电航）工程涉及生态环境敏感区，多数属于各项手续完备并已征得主管部门同意或属在敏感区成立之前建设的项目，部分违建或生态环境影响较大的项目已按相关要求进行了清理整治。

规划新建的观音岩电站涉及生态保护红线、大熊猫国家公园核心保护区、黄龙寺自然保护区实验区及黄龙世界自然遗产地，三路口电站涉及大熊猫国家公园传统利用区及龙滴水县级自然保护区实验区，扯马索电站涉及大熊猫国家公园传统利用区；平通河规划的 9 级水电站涉及平通河裂腹鱼类国家级水产种质资源保护区。

四、规划方案实施的优化调整建议

（一）水资源配置方案实施的优化调整建议。由于《规划》编制时间较早，其水资源配置方案不符合《四川省人民政府办公厅关于实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（川办发〔2014〕27 号）《四川省水资源综合规划》中水资源管理“三条红线”和四川省“三线一单”的相关要求。《规划》批复后已实施的工程应按照“三条红线”“三线一单”等相关要求进行整改或运行管理控制；后续实施工程应优化其设计与运行管理的方案，确保符合“三条红线”“三线一单”等相关管理政策要求。

(二) 水力发电规划实施的优化调整建议。不再开发观音岩电站、三路口电站、扯马索电站及平通河规划的 9 级电站；其他不满足《四川省人民政府关于进一步加强和规范水电建设管理的意见》(川府发〔2016〕47 号)相关要求的水电站，要暂缓开发。

(三) 水资源及水生态保护规划实施的优化调整建议。规划实施过程中，严格按照川办发〔2014〕27 号文和《四川省涪江“一河一策”管理保护方案》中关于“水资源及水生态保护”的相关要求，加强水资源与水域岸线的保护及开发管理，强化水污染防治、水环境治理及水生态修复。

(四) 支流通口河相关规划实施的优化调整建议。2015 年绵阳市人民政府组织编制了《通口河流域综合规划》，并同步开展环境影响评价工作。2018 年，原四川省环境保护厅印发了《通口河流域综合规划环境影响报告书》审查意见(川环建函〔2018〕15 号)；2019 年，四川省人民政府印发了《关于四川省通口河流域综合规划的批复》(川府函〔2019〕197 号)。《规划》实施中，通口河流域要践行“生态优先、绿色发展”，按照《通口河流域综合规划》中的规划方案及规划环评相关要求保护与开发。

五、主要生态环境保护对策措施

(一) 按照《四川省涪江“一河一策”管理保护方案》《水污染防治行动计划》和川办发〔2014〕27 号文等相关要求，全面推进涪江流域水环境保护工作，确保流域相关控制断面水质达

标。2030年流域用水总量控制在41.16亿m³以内；2030年涪江干流COD排放总量限制在3.61万t/a以内、NH₃-N排放总量限制在0.41万t/a以内；2030年支流琼江COD排放总量限制在0.31万t/a以内、NH₃-N排放总量限制在0.03万t/a以内。加强饮用水源地的有效保护及规范化建设，开展入河排污口优化布局和整治，推进河湖管理范围划定、岸线开发利用与保护规划工作，加强涉河建设项目与河湖（库）采砂的全过程监管；落实《水污染防治行动计划》，加强水环境综合整治工作，同步开展水生生态修复。

（二）全面推进流域水生生态保护及修复工作。限期拆除鄞江已建的四座小水电站和其他拦河建构筑物，及时开展生态修复；将鄞江、平通河、青片河干流62km河段，白草河开坪电站厂房下游至河口15km河段和秀水河罗江县下游9km河段作为栖息地保护河段；进一步强化平通河裂腹鱼类国家级水产种质资源保护区、梓江国家级水产种质资源保护区、凯江国家级水产种质资源保护区、鄞江黄颡鱼国家级水产种质资源保护区和琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区等水产种质资源保护区的保护与管理工作。上述河段不再建设水电等拦河闸坝工程，确需建设的重大民生工程需开展对栖息地影响的专题论证。

开展珍稀特有鱼类人工繁育研究及增殖放流，统筹考虑在流域内建设珍稀特有鱼类繁育中心一座，分别在涪江干流平武~武都水库段、江油段、三台~遂宁段建设鱼类增殖放流站一座。涪

江干流后续实施的水利水电（含电航）工程均应建设过鱼设施。干流已（在）建拦河闸坝工程，需开展增设过鱼设施的相关论证工作，根据论证成果在规划期内及时补建过鱼设施，减缓对河流连通性及鱼类的阻隔影响。保障河流生态环境需水，结合河流生态环境用水需求联合开展生态调度。

（三）落实陆生生态保护措施。规划项目实施阶段进一步优化工程建设方案，尽量避免占用林地、耕地；尽量避让珍稀濒危植物和古树名木，对无法避让的采取迁地或就地保护措施。加强规划项目施工期间的环境管理工作，及时对施工临时占地区进行生态修复或复垦。

六、对《报告书》的总体审查意见

《报告书》在流域生态环境质量现状调查和环境影响回顾性评价的基础上，识别了《规划》实施的主要环境制约因素，分析了《规划》与相关政策、规划的符合性，预测评价了《规划》实施对水环境、水生生态、陆生生态以及环境敏感目标等可能带来的不良影响，论证了规划方案的环境合理性，开展了公众参与，提出了《规划》优化调整建议及《规划》实施中避免或减缓不良环境影响的对策与措施。

《报告书》评价方法适当，评价内容较全面，对主要生态环境影响的预测分析结果基本可信，提出的《规划》实施优化调整意见总体合理。根据审查意见进一步完善优化调整意见和预防、

减轻不良环境影响的对策和措施后，可以作为进一步优化《规划》、指导《规划》实施过程中生态环境保护工作的依据。

七、对规划方案的总体评价

《规划》与《长江流域综合规划（2012~2030年）》《嘉陵江流域综合规划》总体协调，《规划》实施有利于提高流域防洪减灾能力、合理配置水资源、有序建设水利水电（含电航）工程、促进水环境及水生态保护、强化流域综合管理。但涪江流域经长期持续开发，已出现生境阻隔、破碎及水生生态退化等生态环境问题。《规划》实施可能对流域水环境、生态环境造成不良影响，加剧区域生态修复、环境质量改善、环境风险防范等的压力。因此，应依据《报告书》和审查意见，在《规划》实施中要进一步优化调整项目方案、落实完善各项生态环境保护对策措施、有效预防或减轻《规划》实施可能产生的不良环境影响。在此基础上，《规划》实施基本可行。

八、对《规划》实施过程中的意见

（一）坚持“生态优先、绿色发展”，严格落实《四川省长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》要求，加强涪江流域整体性保护。《规划》实施应按照涪江流域的生态功能定位、“三线一单”管控要求，优化后续建设项目，持续推进流域生态环境质量改善。

（二）紧密结合《涪江流域水污染防治规划》《四川省涪江“一

河一策”管理保护方案》等水环境保护要求，强化涪江流域水环境综合整治，切实改善流域水环境质量，确保饮用水水源水质达标，各考核断面稳定达到水质管控目标要求。

（三）严格保护生态空间，进一步优化《规划》的空间布局。基于河流整体性、系统性保护的原则，对已实施且涉及环境敏感区的项目，及时开展生态补偿及生态修复，存在严重生态环境影响的，纳入退出机制。

（四）严格控制流域开发强度，进一步优化开发目标、任务。合理设置灌区发展目标，将灌区节水作为流域新增取水的前提；干支流水资源开发利用，应确保生态环境保护目标的生态环境需水量与径流过程要求。

（五）全面落实河长制，加强流域综合管理，健全长效机制。落实干支流生态保护、污染治理任务，建立健全水文、水环境、生态流量、水生生态、陆生生态等监测体系，根据动态监测情况，充实和完善生态环境保护对策措施。

（六）维持河道连通性，对拟建的水利水电及电航工程，需进行深入的过鱼方案论证。对于涪江干流各已建涉水工程，相关业主需结合其工程特性、影响河段水生生态特征及鱼类保护需求，及时补建过鱼设施。

（七）《规划》实施过程中应按本次规划环评成果，做好水资源及水生态保护专项规划工作。《规划》后续实施的项目与需落实的相应环保对策措施，要根据本次规划环评成果及审查意见，

针对性进行调整和优化。

(八)《规划》实施过程中应适时开展环境影响跟踪评价。《规划》修编时应依法开展规划环境影响评价。



信息公开选项：依申请公开

抄送：四川省发展改革委、自然资源厅、交通运输厅、农业农村厅，四川省林业和草原局，重庆市水利局、生态环境局，德阳市、绵阳市、广元市、遂宁市、南充市、资阳市、阿坝藏族羌族自治州生态环境局，四川省环境工程评估中心，四川省水利水电勘测设计研究院，四川省水文水资源勘测局，四川蜀禹水利水电工程设计有限公司。

重庆市环境保护局

渝环函〔2018〕1007号

重庆市环境保护局 关于重庆市综合交通运输“十三五”发展规划 环境影响报告书审查意见的函

市交委：

根据《环境影响评价法》和《规划环境影响评价条例》（国务院令 第 559 号）等法律法规规定，市环保局组织有关部门代表和专家组成审查小组对《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划环境影响报告书》（以下简称《报告书》）进行了审查。根据审查结论，现将审查意见函告如下。

一、《报告书》的总体审查意见

山西省交通环境保护中心站（有限公司）编制的《报告书》基本符合《规划环境影响评价技术导则 总纲》要求，评价方法基本适当，对规划实施可能产生的环境影响进行了分析预测，提出的环境保护对策措施和规划优化调整建议总体可行，评价结论总体可信，可以作为规划修改和实施的环境保护依据。

二、规划的基本情况

《重庆市综合交通运输“十三五”发展规划》(以下简称“《规划》”)范围为重庆市辖区全境,规划期限2016年~2020年。《规划》涵盖基础设施建设(包括铁路、公路、水运、民航及枢纽、轨道交通等)、运输服务(公共客运体系及货运物流体系)、行业发展(行业管理、智慧交通、安全应急及绿色交通)等领域,其中轨道交通部分已纳入《重庆市城市快速轨道交通第二轮建设规划修编(2012-2022年)环境影响报告书》并通过审查。《规划》重点项目涉及铁路项目32项、公路项目60项、水运项目19项、民航项目7项。“十三五”期间,全市交通规划总投资约4700亿元。

三、区域资源环境承载力

通过《规划》布局的合理优化,加强土地、水资源等的集约利用,区域资源承载力可支撑《规划》实施。规划涉及区域大气环境、地表水等环境容量总体可支撑规划的实施。

四、规划优化调整建议及实施的主要意见

(一)严格保护生态空间,引导优化规划空间布局。将生态保护红线作为保障和维护区域生态安全的底线,按照生态优先的原则,依法严格保护。与生态保护红线存在空间冲突的开发活动,有关重叠区域优先予以避让;临近生态保护红线的开发活动应采取有效保护措施;与自然保护区等生态环境敏感区存在空间冲突

的开发活动，有关重叠区域优先予以避让，确保符合法律法规规定及各项生态环境准入要求；合理避让基本农田，禁止超占耕地，提高交通基础设施用地效率。

严格落实重庆市城乡总体规划、土地利用总体规划的要求，提高土地利用率；航电枢纽、港口等水运项目应设置生态廊道并加强与岸线规划、流域水利水电开发等专项规划及环境影响评价提出的管控要求的协调，适时优化《规划》。

（二）完善生态保护工程措施。选用降低生态影响的工程结构、建筑材料和施工工艺，尽量做到取弃土平衡，优化取、弃土场设置；在铁路、公路、航道沿线应实施绿化工程，提升生态功能和景观品质，支撑生态廊道构建；加强对野生动植物的保护，合理设置生态联通道，避免生境岛屿化，加强对生物多样性的保护，杜绝外来物种入侵。

（三）落实生态恢复和补偿机制。重点针对水源涵养生态功能区、水土流失重点治理区等重点生态功能区，推进取、弃土场生态恢复，动物通道建设和湿地连通修复；针对涉及自然保护区、世界自然文化遗产、风景名胜区的线性工程，推进沿线生态改善和景观升级；在长江、嘉陵江等流域因地制宜采取滩涂湿地恢复、生境营造、增殖放流等生态恢复和补偿措施。

（四）加强开发建设活动的大气污染防治。采取有效措施，

积极治理开发建设活动产生的扬尘污染,降低细颗粒物污染浓度,促进大气环境质量改善。

(五)强化水源保护和环境风险防范。规划新增线路、站场、港区、枢纽等一律不得占用、穿越饮用水水源一级保护区,避免在二级保护区设置站场、枢纽,进一步论证井口航电枢纽项目的选址,确保符合饮用水源保护区管理要求;高速公路等服务区生活污水、垃圾等要同时设计、同时建设、同时投产使用。优化航道整治工程方案,减缓对水源保护区的影响;强化涉及饮用水源保护区的线路、桥梁径流雨水收集措施,防范环境风险。

(六)加强隧道工程环境保护。优化隧道工程选线,结合超前预探,妥善采取“排、堵、疏”相结合的施工方案,减缓疏干地下水的环境影响,加强隧道进、出口生态环境恢复。

(七)加强噪声污染防治。机场起降线路,铁路、公路等选线及站场、港区等选址应充分论证对居民住宅、学校、医院等声环境敏感区的影响。针对不同情况,采取主动的噪声污染防治措施,确保满足声环境功能区要求。

(八)强化环境跟踪监测。建立噪声、振动、地表水等环境要素的长期跟踪监测机制,强化环境保护措施的落实。

五、后续的管理要求

本《规划》、《规划》环境影响评价及审查意见可作为所包含

建设项目环境影响评价的基础和支撑，建设项目必须严格执行环境影响评价和环保“三同时”制度。《规划》实施后应适时开展环境影响跟踪评价，在《规划》修编或新一轮规划启动时应重新开展环境影响评价工作。

此函。



抄送：市规划局、市农委、市林业局、市环境工程评估中心、山西省交通环境保护中心站（有限公司）。

—6—

重庆市潼南区发展和改革委员会文件

潼发改〔2018〕345号

重庆市潼南区发展和改革委员会 遂宁市发展和改革委员会 关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程 项目建议书的批复

重庆航运建设发展有限公司：

你司《关于审批涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程项目建议书的请示》（渝航文〔2017〕225号）收悉。根据重庆市发展和改革委员会《关于涪江干流潼南段梯级规划调整的批复》（渝发改能〔2013〕333号），双江航电枢纽工程符合已调整的涪江干流潼南段梯级规划。该项目建设开发的目的是以航运为主，兼顾发电、河道生态修复等综合利用要求。根据重庆江河工程咨询中心有限公司的咨询评估意见，经研究，同意建设涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程项目。现将该项目建议书的有关事项批复

- 1 -

如下:

一、项目名称

涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程

二、项目建设坝址

拟新建项目坝址位于重庆市潼南区三块石电站拦河坝下游约 500m 处。枢纽工程上游接四川省遂宁市境内的三星梯级，下游为潼南梯级。

三、项目建设必要性

该项目建设开发有利于提高航道等级，促进航运发展；有利于合理利用该河段水能资源，提供清洁能源；有利于修复涪江河道生态，改善城市投资和人居环境，项目建设是必要的。

四、项目主要建设内容及规模

(一) 涪江干流渝境内的米心~鸭嘴 136km 河道规划为 V 级航道。航道标准定为 V 级，船闸尺度满足 IV 级航道通航标准要求，船闸可通航 500 吨级船舶。工程等别为 II 等，工程规模为大 (2) 型。

(二) 项目主要永久建筑物由泄水闸、电站、船闸、左右岸连接段及护岸工程，以及生产管理用房等附属工程组成，主要建筑物级别为 3 级。初步拟定工程正常蓄水位 249m，电站总装机 48MW，水库总库容 1.58 亿 m³。设计洪水标准 50 年一遇，校核洪水标准 500 年一遇。地震基本烈度为 VI 度。

五、估算投资及资金来源

该项目总投资估算为 197184.24 万元。项目资本金占工程总投资的 80% 以上。建设资金来源主要为中央补助资金、地方补助资金和项目业主自筹，其余资金通过银行贷款等渠道解决。

六、建设工期

初步拟定本项目建设工期为 55 个月。

七、项目业主单位

业主单位：重庆航运建设发展有限公司

法定代表人：刘大川 联系电话：02389076300

项目负责人：李福海 联系电话：13896803839

项目联系人：辛春红 联系电话：18580556200

八、其他事项

(一) 鉴于遂宁三星电站尾水最低运行水位为 248.5m，潼南双江航电枢纽工程批复项目建议书初步拟定正常蓄水位 249m，将对遂宁三星电站发电可能造成影响。下一步须开展正常蓄水位专题论证工作，协商明星电力公司及遂宁市有关部门，根据涪江干流的相关规划，科学合理确定正常蓄水水位。

(二) 请据此编制可行性研究报告及其相关要件。并根据评估意见进一步论证主要技术指标，深入研究建设方案，优化方案设计，节省投资和占用土地、林地。强化可靠性设计，深化事故应急方案的研究，确保工程建设方案安全、完善、可靠。认真做好移民安置规划大纲和设计方案，切实做好做实做细库区移民安置工作。

请据此办理封库令等相关手续，积极开展库区实物指标调查。

重庆市潼南区发展和改革委员会

遂宁市发展和改革委员会

2018年6月20日

抄送：潼南区纪检监察委、规划局、国土房管局、环保局、交委、水务局、经信委、财政局、审计局、统计局，遂宁市规划局、国土局、环保局、水务局、交运局、财政局、经信委，四川明星电力公司，存档。

重庆市潼南区发展和改革委员会办公室

2018年6月20日印

-3-

重庆市潼南区发展和改革委员会文件

潼发改审〔2020〕442号

重庆市潼南区发展和改革委员会 遂宁市发展和改革委员会 关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性 研究报告的批复

重庆双江航运发展有限公司：

你司《关于审批涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性研究报告的请示》（双江航发〔2020〕88号）及相关资料收悉，结合中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、重庆市交通规划勘察设计院有限公司编制的《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性研究报告》，专家评审意见和重庆西科水运工程咨询中心的评估意见，以及重庆和邦社会风险评估咨询集团有限公司编制的社会

- 1 -

稳定风险评估报告和区交通局《关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程可行性研究报告行业审查意见的函》(潼交局函[2020]224号)等,经研究,同意建设涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程(项目代码:2018-500152-55-02-048041)。现批复如下:

一、项目法人:重庆双江航运发展有限公司。

二、建设地点:重庆市潼南区双江镇。

三、建设规模及内容:枢纽工程等别为Ⅱ等工程,工程规模为大(2)型,枢纽主要永久性水工建筑物泄水闸、电站厂房、船闸上下闸首及闸室、接头坝段等均为3级建筑物,次要永久性建筑物导墙、拦砂坎等为4级建筑物,临时性水工建筑物为5级。

枢纽由挡泄水建筑物、通航建筑物、电站工程、鱼道工程和两岸连接坝等组成,坝顶全长487.5米;枢纽正常蓄水位249.00米,总库容1.61亿立方米,日调节库容871万立方米,渠化河道约28公里。

挡泄水建筑物:泄水闸坝段长313.00米,厂房主机间长47.50米、厂房安装间长33.00米,船闸上闸首段长49米、右岸门库坝段长21米,左岸混凝土接头坝长20.00米和右岸接头坝段长4.00米,坝顶高程259.90米。

通航建筑物:Ⅳ级船闸,船闸有效尺度 $120\times 23\times 4.2$ 米(长度 \times 宽度 \times 门槛水深),可通行1000吨级船舶;单向年通过能力近期481万吨、远期611万吨。

电站工程:河床式厂房,径流式发电,电站装机容量48兆瓦,

-2-



扫描全能王 创建

3台灯泡贯流式水轮发电机组，单机容量1.6万千瓦，预计年发电量1.885亿千瓦时。

坝下游航道整治：内河Ⅳ级航道，航道尺度 $330 \times 50 \times 2.4$ 米（弯曲半径 \times 宽度 \times 水深），坝下游连接航道长度3000米。

主要建设内容为枢纽工程、坝下游航道整治、生产生活区建筑及配套工程。

四、建设征地移民：工程建设征地重庆部分涉及潼南区桂林街道、双江镇、玉溪镇及米心镇共计4个镇（街道）16个行政村（社区）48个居民组；四川部分建设征地涉及遂宁市船山区老池镇的3个行政村16个居民组。工程共涉及土地7582.06亩，其中耕地1357.80亩，林地320.92亩，其他土地5903.34亩；涉及人口7户24人；建设征地移民安置补偿总费用估算65856.09万元。

五、项目总投资及资金来源：工程总投资261123.32万元，静态总投资241514.67万元。静态投资中工程费用167433.07万元，其他费用54155.21万元，基本预备费用19926.39万元。工程总投资中包括移民安置补偿费用65856.09万元。资金来源为资本金182786.32万元（包括国家资本金和企业资本金，占70%），其余78337万元（占30%）通过银行贷款筹措。

六、建设工期：工程总工期55个月，准备工期16个月，准备工程与主体工程平行1.5个月，主体工程施工期36.5个月，完建期4个月；预计2021年10月中旬截流，2025年2月底完成。

七、招标核准：招标范围为勘察、设计、施工、监理、与工程

- 3 -

建设有关的主要设备和材料采购。招标方式为公开招标，招标组织形式为委托招标。招标公告在指定的媒体上发布。

八、其他要求：

1.严格执行项目法人责任制、招标投标制、工程监理制、合同管理制，切实做好施工组织方案，加强工程管理，确保工程质量和安全。

2.抓紧推进项目开工前各项前期工作。初步设计批复后，编制投资概算及时上报审批。

重庆市潼南区发展和改革委员会



遂宁市发展和改革委员会

2020年9月28日



抄送：市发改委、潼南区监察委、区财政局、区规划和自然资源局、区交通局、区水利局、区生态环境局、区林业局、区农业农村委、区信访办、区文旅委、区住房和城乡建设委、区双江航电枢纽指挥部

遂宁市监察委、市财政局、市自然资源和规划局、市交通运输局、市水利局、市生态环境局、市扶贫开发局。

重庆市潼南区发展和改革委员会办公室

2020年9月28日印发



重庆市人民政府

关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程不可避让生态保护红线的论证意见

涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程（以下简称“双江航电枢纽工程”）是交通运输部《水运“十三五”发展规划》中的内河水运重点建设项目，是国家重大战略项目和重庆市 2020 年市级重大建设项目，同时也是 2020 年川渝两省市共同推动成渝地区双城经济圈建设的重大项目之一。该项目的建设，是加快涪江全江渠化及全流域复航的重要举措，可推动成渝地区双城经济圈形成互联互通、干支联动的高等级航道网络；可合理利用该河段充分开发利用水能资源，为电网提供清洁能源；可增加涪江干流枯期流量，减少水生态系统退化，改善规划景区资源景观。近期，我市就双江航电枢纽工程涉及生态保护红线相关事项进行了深入论证，形成意见如下：

一、项目概况

双江航电枢纽工程是一座以航运为主兼顾发电、河道生态修复等综合利用功能的航电枢纽工程。该工程由船闸、厂房、泄洪闸等建筑物组成，正常蓄水位为 249 米，船闸和航道按 IV 级标准

设计，可通行 1000 吨级船舶，货物年通过能力 313 万吨，估算投资约 20 亿元。工程等别为 II 等，工程规模为大型（2）型。项目坝址永久占地 68.11 公顷，淹没区占地 186.24 公顷。

二、项目涉及占用生态保护红线基本情况

双江航电枢纽工程前期论证过程中，按照先行避让的原则，多次专题研究、优化选址方案，经反复论证，仍无法完全避让生态保护红线（2018 年市政府发布版）和定明山-运河市级风景名胜区。其中，占用生态保护红线面积约为 35.78 公顷；涉及定明山-运河市级风景名胜区二级保护区。对上述无法完全避让的生态保护红线区域，拟采取工程保护措施、植物保护措施、生态恢复及补偿措施等，尽可能降低对生态环境的不利影响。

三、项目涉及占用生态保护红线的不可避免性

双江航电枢纽工程是涪江干流重庆市境内的最上游一个梯级，上游衔接四川省遂宁市三星梯级，下游衔接重庆市潼南区涪江干流潼南航电枢纽，考虑到上下游通航水位的衔接贯通以及水文资源、工程地质等条件综合比选，最终确定的两个坝址方案（现有三块石坝址原址修建、现有三块石坝址下游 500 米修建）均无法完全避让生态保护红线。

因上游三星梯级和下游潼南梯级均已建成，双江航电枢纽工程选址只能在三星梯级和潼南梯级之间选址，根据项目工可报告，结合《涪江干流潼南段梯级规划调整报告》将可选河段分成三段进行比选，分别为：①三块石拦河坝至三星电站尾水段；②

三块石拦河坝至下游支沟磨溪河段；③坛罐窑支沟磨溪河至下游潼南电站库区回水段。比选结果：方案①“三块石拦河坝至三星电站尾水段”航运水位衔接不上，此河段弯道较多（如回龙坝、曹家坝等），水流条件对通航不利，且如果选择方案①，潼南人工运河存在长达6个月的断流，下游15公里沿线的蔬菜基地灌溉（潼南桂林无公害蔬菜基地）、两岸居民生活用水乃至整个潼南区城区主要居民饮用水将会受到严重破坏，下游生态环境也将面临毁灭性的打击。方案③“坛罐窑支沟磨溪河至下游潼南电站库区回水段”需淹没较多左岸位于永久基本农田中的蔬菜种植基地，搬迁移民规模大、工程规模大。综上，经统筹比较规划、移民、施工、水工等方面因素，选择方案②“三块石拦河坝至下游支沟磨溪河段”为坝址建设河段，该方案河段不可避免占用潼南区生态保护红线。另经比选，下坝址“三块石坝址下游500米修建”作为拟建坝址可较上坝址“三块石坝址原址修建”减少占用生态保护红线0.44公顷，因此选取下坝址建设。

四、项目涉及占用生态保护红线采取的保护措施

（一）优化工程布置，最大程度减少占用生态保护红线。一是对上下坝址进行优化比选，选取占用生态保护红线面积最小的选址方案，最大限度避让生态保护红线；二是尽可能在永久用地范围内设置施工营地、拌合站等大型临时设施，最大程度减少项目用地面积。

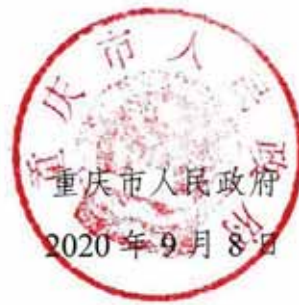
（二）采取保护措施，最大程度降低工程建设对生态环境的

影响。本工程所涉及流域经调查未发现有珍稀鱼类和珍贵植物，工程建设应严格按照项目环评报告相关要求落实生态保护各项措施。一是保障生态功能不降低，突出水土流失预防，施工期对可能造成水土流失重点区域进行水土保持，施工后及时对施工迹地进行绿化和植被恢复。二是加强库区周围生态防护林体系建设，对库岸及绿化区种植的各类植物进行有效管理，发现有死亡的林木应及时补种。并选用项目所在地适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的植物种类进行植被恢复。三是严格落实施工产生的“三废”的相关环保措施，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入涪江及其支流，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。四是采用人工降噪的技术和先进爆破技术，降低噪声的影响规模和程度，减缓爆破噪声对野生动物的惊扰。五是通过研究实施生态流量下泄及生态调度、鱼类栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等措施，加强水生生态保护。

（三）对定明山-运河市级风景名胜区的影响及保护措施。

一是加强施工监理，保证施工活动在征地范围内进行，严禁越界占用，减少施工活动、人为干扰等对风景名胜区内动植物资源及其生境的影响。二是严格控制施工产生弃渣、废水、固废等，避免弃渣、固废随意堆放，防止污水任意排放，减少其对风景名胜区内动植物资源及其生境的占用和污染。三是优化设计方案尽可能减少在风景名胜区内占地面积，配合植被修复，减少施工过程中

中土地裸露引起的视觉突兀。四是采用“障景法”减缓工程对风景名胜区的影
响，如在靠近风景名胜区的一侧种高大树木，阻隔游客的视线。





检测 报 告

报告编号: A2200129859101C

第 1 页 共 17 页

项目名称: 涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程
环境影响评价环境质量现状监测

委托单位: 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

地 址: 长沙市雨花区香樟东路 16 号

检测类别: 委托检测

报告日期: 2020 年 06 月 11 日

重庆市华测检测技术有限公司



No.36221456

检测报告说明

报告编号: A2200129859101C

第2页 共17页

- 1、检测报告无批准人签字及“检验检测专用章”无效。
- 2、本报告不得涂改、增删。
- 3、本报告只对本次采样/送检样品检测结果负责。
- 4、本报告未经同意不得作为商业广告使用。
- 5、未经 CTI 书面批准，不得部分复制检测报告。
- 6、对本报告有疑议，请在收到报告 10 天之内与本公司联系。
- 7、除客户特别申明并支付样品管理费，所有超过标准规定时效期的样品均不再做留样。
- 8、委托检测结果只代表检测时污染物排放状况，排放标准由客户提供。
- 9、除客户特别申明并支付档案管理费，本次检测的所有记录档案保存期限为六年。

机构通讯资料:

重庆市华测检测技术有限公司

地 址: 重庆市北碚区施家梁镇嘉德大道 101 号 20 幢

邮政编码: 400700

电 话: 023-63221217

传 真: 023-68031003

1、检测内容

受中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司委托，于2020年05月20日~06月03日对涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程环境影响评价环境质量现状监测的地下水、地表水、环境空气、环境噪声、土壤进行了检测，采样地址为重庆市渝南区。

2、检测项目

(1) 检测项目详细信息见表 2-1。

表 2-1 检测项目信息表

样品类型	检测点位置	采样/监测日期	检测项目	样品状态/样品介质
地下水	双江航电枢纽坝址右岸梯档湾 1#	2020.05.24	pH、总硬度(以 CaCO ₃ 计)、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发酚、阴离子表面活性剂(LAS)、耗氧量(高锰酸盐指数)、氨氮、总大肠菌群、硝酸盐(以 N 计)、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、六价铬、铅	无色、清澈、无异味
		2020.05.25		无色、清澈、无异味
		2020.05.26		无色、清澈、无异味
	库区右岸曹家坝外梁子(水井)2#	2020.05.24		无色、清澈、无异味
		2020.05.25		无色、清澈、无异味
		2020.05.26		无色、清澈、无异味
地表水	三块石电站拦河坝上游 1#	2020.05.24 -26	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD _{Cr})、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氯化物、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(LAS)、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素a、透明度	见表 4-2-4-4
	三星航电枢纽坝下 2#			
	双江航电枢纽库区左岸支流玉溪河口 3#			
	库区右岸支流河口 4#			
	下游支流坛罐窑支沟磨溪河口 5#			
环境空气	左岸联三村 1#	2020.05.20	日均值：总悬浮颗粒物(TSP)、PM ₁₀ 、二氧化氮、二氧化硫	吸收液 滤膜
	右岸水竹湾 2#	-27		
环境噪声	见表 4-6	2020.05.21 -24	等效连续 A 声级 (Leq)	/
土壤	见表 4-7	2020.05.21	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、水溶性盐总量、六六六(总量)、滴滴涕(总量)	见表 4-7

注：现场采样人员为杨平、金晔、张延、戴略。

(2) 检测周期及检测频次。

地下水、地表水：连续检测 3 天，每天检测 1 次。

环境空气：连续检测 7 天，检测日均值。

环境噪声：连续检测 3 天，每天昼夜各测 1 次。

土壤：检测 1 天，每天检测 1 次。

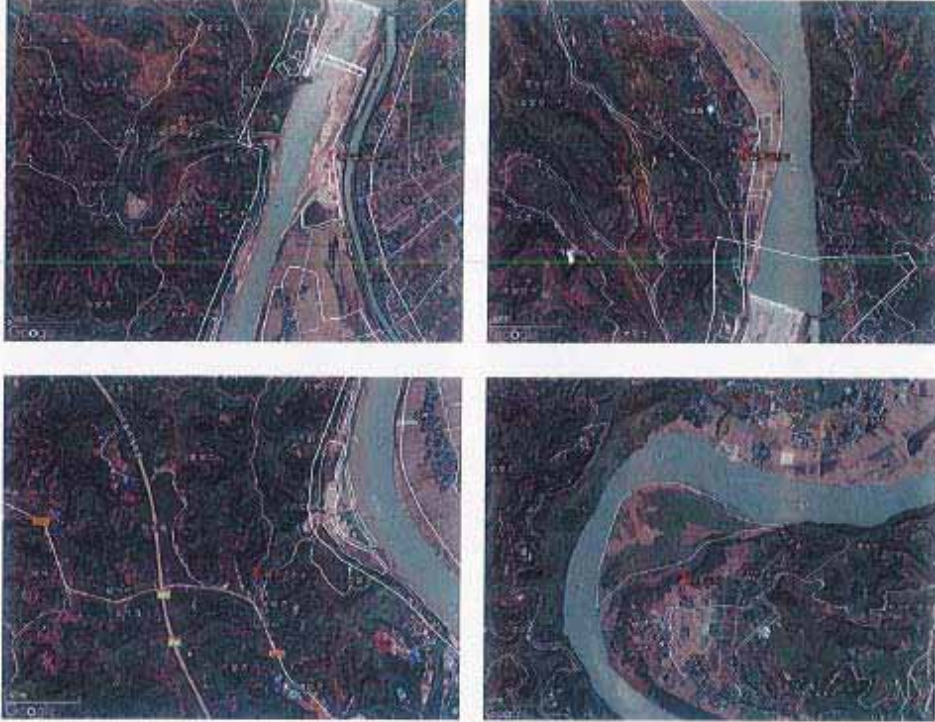
附 2：地表水测点示意图



附 3：环境空气测点示意图

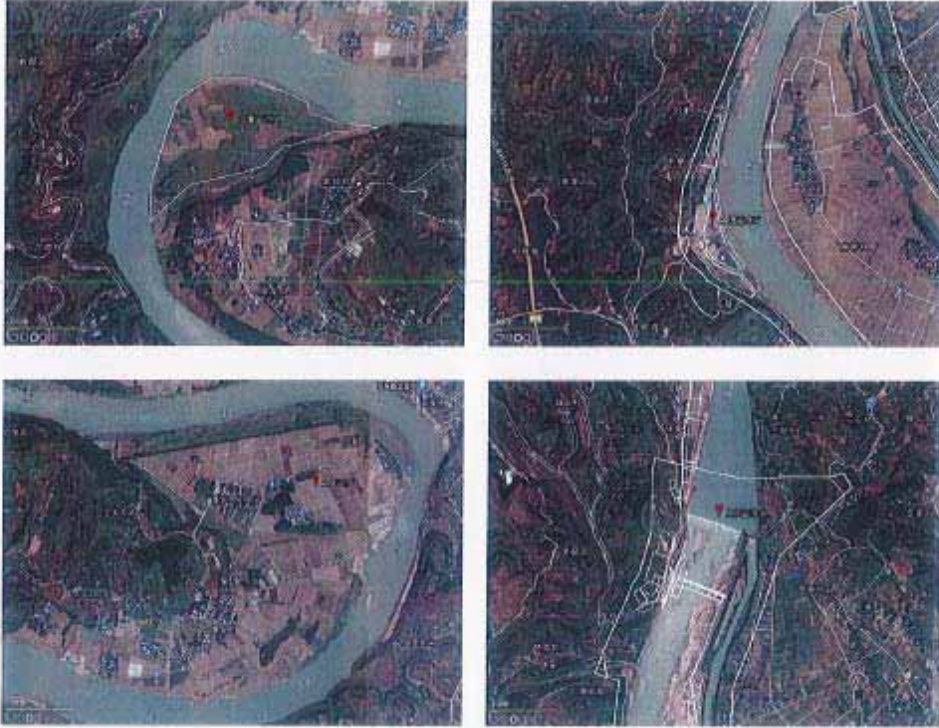


附 4：环境噪声测点示意图



附 5：土壤测点示意图





(报告结束)

编制: 万唯宇

审核: 阙婷彤

签发: [Signature]

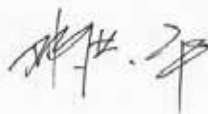
日期: 2020.6.11

日期: 2020.6.11

日期: 2020.6.11



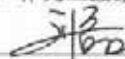
专家评审意见表

姓名	邓洪平	专业	保护生物学
工作单位	西南大学	职称/职务	教授
项目名称	双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山—运河风景名胜区选址论证报告		
意见	<p>双江航电枢纽工程为市级重点工程和“十三五”综合交通规划建设重点工程，枢纽上接遂宁市三星航电枢纽，下连潼南航电枢纽。是一座以航运为主兼顾发电、河道生态修复、城乡“三生”用水保护、防洪等于一体的综合利用枢纽工程；项目建成后有一定的社会效益、生态效益、航运效益；工程建设对于推动川渝深入合作有较重要意义。</p> <p>从可研报告和现场查验报告来看，枢纽工程坝址、围堰、1#公路、坝址左岸工区、小舟村渣场等涉及定明山—运河风景名胜区二级保护区、三级保护区，此外工程建成后淹没区有部分区域位于风景名胜区二级保护区。另外涪江及运河水文情势变化会对景区景观产生影响。</p> <p>总体看来，工程永久占用风景名胜区面积较小，不涉及风景名胜区一级保护区，不涉及核心景点；无未批先占林地和非法采伐林木情况；在占地区未发现国家和省级重点保护野生植物、古树名木分布；除少数常见重庆市级重点保护野生动物外，无国家重点保护动物。</p> <p>工程建设对风景名胜区主要保护对象、对景观、生态系统、野生动植物等的影响较小，工程建设不会改变风景名胜区的性质。</p> <p>在加强对主要保护对象保护的基础上，同意项目建设。</p> <p style="text-align: right;"></p>		

2020年8月16日

专家评审意见表

姓名	刘磊	专业	风景园林
工作单位	西南大学	职称/职务	副教授/系副主任
项目名称	双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山—运河风景名胜区选址论证报告		
意见	<p>双江航电枢纽工程作为市级重点工程和“十三五”综合交通规划建设重点项目，在航运、发电、防洪、河道生态修复等方面有重要价值。涉及潼南区定明山—运河风景名胜区选址论证报告结构完整，逻辑合理，论据基本充分，结论基本可靠。建议如下：</p> <p>1、“表 3.2-2 上下坝址综合比选”中，对于“定明山—运河风景名胜区”对比内容较为简略，两方案在风景区内建设项目、占地面积、淹没面积，对运河影响及对景区生态影响等内容建议补充。</p> <p>2、“附图 3：双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜区核心景区位置关系图”及附图 4，附图 5 建议引用原“定明山—运河风景名胜区规划图”为底图，直观表述新建项目与原有规划图纸的关系，对于原规划的景区、景点、道路等影响便于了解。</p> <p>3、“6.1 对风景名胜区结构的影响评价”集中在项目具体建设空间对风景区产生的影响，但该项目除建设项目点以外，对运河水量产生了重大影响。原运河水深 3.46—4.5 米，项目建设后水深 1 米(报告 P61)。直接改变了整个运河的景观。原风景区规划中“运河景区”为二级景区，面积最大，水位下降后“运河景区”发生的变化与整个风景区的结构、功能产生的影响需要有论述。</p> <p>4、“6.2 对风景名胜区功能的影响评价”应对水位下降后“运河景区”的重要变化进行梳理，对其产生的影响进行讨论。水位下降后的运河水面变窄，驳岸暴露，需要进行相应的生态修复及按景区要求进行景观营建，及与原景区功能、服务等方面重新整合。所需建设及投资牵涉较多，应引起足够重视。报告需对此有明确说明。</p> <p>5、“7 保护措施与建议”中在“设计期优化措施”及“景观保护措施”内容下均应该补充当水位下降后“运河景区”作为二级景区保护其功能与景观的相应措施。</p>		



2020 年 8 月 17 日

重庆市潼南区林业局

重庆市潼南区林业局 关于《涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程 定明山风景名胜区用地》的复函

重庆双江航运发展有限公司：

你司《关于〈涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程定明山风景名胜区用地〉的函》(双江航发函〔2020〕5号)收悉，现函复如下：

双江航电枢纽工程是川渝合作深入推动长江经济带发展的重点航运项目，是2018年、2019年市级重点工程和“十三五”综合交通规划建设重点项目，是涪江干流重庆境内五级梯级开发中的最后一级。枢纽上接遂宁市三星航电枢纽，下连潼南航电枢纽。项目开发任务以航运为主，兼顾河道生态修复、城乡“三生”用水保护、防洪、发电等综合利用，项目建成后社会效益、生态效益、航运效益十分显著。工程等别为Ⅱ等大(2)型。水库死水位为248.0m，正常蓄水位249.0m，正常蓄水位相应库容0.49亿 m^3 ，总库容1.61亿 m^3 ，回水至上游三星航电枢纽梯级坝下。电站装机容量48MW，船闸和航道等级为Ⅳ级。

潼南区定明山—运河风景名胜区1999年经重庆市政府批准成立(渝府[1999]74号)，总面积31.64 km^2 ，《潼南区定明山—运河市级风景名胜区总体规划(2005—2020)》(以下

简称“总体规划”)于2006年通过专家评审,但未通过市政府审批。

根据《潼南区定明山—运河市级风景名胜区总体规划(2005—2020)》,双江航电枢纽工程建设涉及定明山—运河风景名胜区二级保护区、三级保护区,此外工程建成后淹没区有10.67hm²位于风景名胜区二级保护区,另外涪江及运河水文情势变化会对景区景观产生影响。

2020年7月,建设单位委托华中师范大学编制了《双江航电枢纽工程涉及潼南区定明山—运河风景名胜区选址论证报告》,重庆市林业局组织专家对报告进行了审查,一致认为该选址论证资料翔实、论证充分、技术方法科学,同意该项目的选址方案。此外,双江航电枢纽工程建成后,坝址形成的水利工程景观,与景区原有人文景观相协调,且景区内涪江水域面积将增大,有利于景区水体景观。

目前风景名胜区在自然保护地整合优化阶段,其总体规划正在编制中。在总体规划编制过程中可将双江航电枢纽工程纳入其建设内容,使其与风景名胜区总体规划相协调。根据双江航电枢纽工程对原有风景名胜区的影响及新形成的景观合理确定定明山—运河风景名胜区范围、明确风景名胜区内各区域的保护级别和范围等,并根据工程建设对风景名胜区景点、景观的影响,对风景名胜区游赏组织进行适当调整或重新规划。在此基础上,我局认为项目能够符合风景名胜区保护发展要求,原则同意该项目选址。

重庆市潼南区林业局

2020年10月29日

重庆市潼南区规划和自然资源局

重庆市潼南区规划和自然资源局 关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程涉 及生态保护红线的复函

重庆双江航运发展有限公司：

你单位《关于涪江干流梯级渠化双江航电枢纽工程涉及生态保护红线的函》已收悉，根据双江航电枢纽工程项目可研阶段设计成果，工程枢纽建筑物、水库淹没、左岸施工区、右岸仙鹤村河道防护工程、航道整治工程均涉及到了生态保护红线。目前，潼南区生态保护红线评估调整方案已基本确定，通过与调整后的潼南区生态保护红线叠加分析，双江航电枢纽工程的枢纽建筑物、水库淹没、左岸施工区、右岸仙鹤村河道防护工程、航道整治工程等永久工程、临时工程均不涉及调整后的潼南区生态保护红线。

重庆市潼南区规划和自然资源局

2020年11月3日



重庆市潼南区生态环境局

关于双江镇白云村水厂取水问题的说明

双江镇白云村水厂位于双江镇白云村 1 组的涪江右岸，是潼南区农村安全饮水工程中建设的一处乡镇水厂，从涪江内取水，但目前该水厂处于停用状态。2016 年，该水厂取水口上下游 3.3km 的涪江江段依法划定为饮用水源保护区。根据水厂产权单位潼南区水利局出具的承诺，在双江航电枢纽工程施工期间，为保证白云村居民生活用水安全，不启用该水厂的取水口。白云村水厂取水口迁移后，我局将重新提出饮用水源保护区的划定方案，经潼南区人民政府同意后，报重庆市人民政府批准。

重庆市潼南区生态环境局

2020 年 10 月 23 日

重庆市潼南区水利局文件

潼水〔2020〕381号

重庆市潼南区水利局 关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的复函

重庆双江航运发展有限公司：

贵公司《关于搬迁双江镇白云村水厂取水口的函》已收悉，现函复如下。

原则同意将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道方案，请贵公司抓紧组织实施，做好饮用水源地划分及新水源地的论证工作，改建费用由贵公司全部承担。同时，在双江航电枢纽工程施工期间，原取水口停止取水，该水厂取水口未按要求完成搬迁期间，

- 1 -



扫描全能王 创建

贵公司负责解决水厂涉及的居民供水工作。根据《中华人民共和国水法》和《重庆市取水许可和水资源费征收管理办法》，请贵公司尽快到我局水资源科完善水资源论证审批手续。



(联系人：余乐，联系电话：44576539)

重庆市潼南区水利局办公室

2020年11月6日印发

- 2 -



扫描全能王 创建

重庆双江航运发展有限公司

双江航发函〔2020〕8号

重庆双江航运发展有限公司 关于搬迁双江镇白云村水厂取水口有关事项的 承诺函

潼南区生态环境局：

我公司承诺在双江航电枢纽工程右岸寇家坝砂砾石料场、砂石料加工系统、混凝土系统等临时施工区启用前，将双江镇白云村水厂取水口迁移至双江航电枢纽工程施工区上游涪江河道，并同步开展饮用水源地划分工作，相关费用由我公司承担。同时，在白云村水厂取水口搬迁完成之前，我公司将负责解决水厂涉及的居民供水问题，并按照《中华人民共和国水法》和《重庆市取水许可和水资源费征收管理办法》的要求办理水资源论证审批手续。

特此承诺。

重庆双江航运发展有限公司

2020年11月6日



 扫描全能王 创建

大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>	二级 <input checked="" type="checkbox"/>	三级 <input type="checkbox"/>	
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>	边长 5~50km <input type="checkbox"/>	边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>	
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>	500~2000t/a <input type="checkbox"/>	<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>	
	评价因子	基本污染物(SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀)其他污染物(TSP)		包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>	
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>	地方标准 <input type="checkbox"/>	附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>
	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>	二类区 <input type="checkbox"/>	一类区和二类区 <input checked="" type="checkbox"/>	
现状评价	评价基准年	(2019)年			
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>	主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>	现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>		不达标区 <input type="checkbox"/>	
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input checked="" type="checkbox"/>
	预测模型	AERMOD <input checked="" type="checkbox"/> ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/> EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>
大气环境影响预测与评价	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>	边长 5~50km <input type="checkbox"/>	边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测因子	预测因子(TSP)		包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>	

表(续)

工作内容		自查项目	
大气环境影响预测与评价	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>	C _{本项目} 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{本项目} 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>
		二类区	C _{本项目} 最大占标率≤30% <input checked="" type="checkbox"/>
	非正常排放1h浓度贡献值	非正常持续时间(h)	C _{非正常} 占标率≤100% <input type="checkbox"/>
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input checked="" type="checkbox"/>	C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>
区域环境质量的整体变化情况	K≤-20% <input checked="" type="checkbox"/>	K>-20% <input type="checkbox"/>	
环境监测计划	污染源监测	监测因子：(TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂)	有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>
	环境质量监测	监测因子：(TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂)	监测点位数(4)个
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>	
	大气环境保护距离	距厂界最远()m	
	污染源年排放量	NOx: (0.5)t/a	CO: ()t/a 颗粒物: (33.62)t/a
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，填“√”；“()”为内容填写项			

地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水 <input checked="" type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜區 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道 <input checked="" type="checkbox"/> ；天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ；水产种质资源保护区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
	影响因子	直接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ；间接排放 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> ；不排放 <input type="checkbox"/> 持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ；pH 值 <input checked="" type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input checked="" type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/> 水温 <input type="checkbox"/> ；水位(水深) <input checked="" type="checkbox"/> ；流速 <input checked="" type="checkbox"/> ；流量 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
评价等级	评价等级	水文要素影响型 一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>		
	区域污染源	调查项目	数据来源	
现状调查	受影响水体环境质量	已建 <input checked="" type="checkbox"/> ；在建 <input checked="" type="checkbox"/> ；拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ； 替代的污染源 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input checked="" type="checkbox"/> ；环验收 <input checked="" type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ； 现场监测 <input type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
		调查项目	数据来源	
	区域水资源开发利用状况	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
		未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以下 <input checked="" type="checkbox"/> ；开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>	调查项目	数据来源
水文情势调查	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>		

表(续)

工作内容		自查项目	
	监测时期	监测因子	监测断面或点位
现状调查	补充监测 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	水温、pH 值、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、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素 a、透明度	监测断面或点位 数(5)个
	评价范围 河流: 长度(42.7)km		
	评价因子 (水温、pH 值、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、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、悬浮物、叶绿素 a、透明度)		
	评价标准 河流、湖库、河口: I 类 <input type="checkbox"/> ; II 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; III 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; IV 类 <input checked="" type="checkbox"/> ; V 类 <input type="checkbox"/> 近岸海域: 第一类 <input type="checkbox"/> ; 第二类 <input type="checkbox"/> ; 第三类 <input type="checkbox"/> ; 第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准()		
	评价时期 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		
现状评价	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况: 达标 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况: 达标 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况: 达标 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况: 达标 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/> 依托污水处理设施稳定达标排放评价 <input type="checkbox"/>		达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>

表(续)

工作内容		自查项目
影响预测	预测范围	河流：长度(42.7)km；湖库、河口及近岸海域；面积(km ²)
	预测因子	(化学需氧量、氨氮、总磷、总氮)
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件
	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input checked="" type="checkbox"/> 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区(流)域水环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/> 排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区(流)域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>
	水环境影响评价	

表(续)

工作内容		自查项目			
影响评价	污染源排放量核算	污染物名称 生活污水 COD、氨氮	排放量(t/a) COD: 0.88; 氨氮: 0.07	排放量/(mg/L) COD: 250; 氨氮: 20	
	替代源排放情况	污染源名称 ()	排污许可证编号 ()	污染物名称 ()	排放量/(t/a) ()
	生态流量确定	生态流量: 一般水期(66.15)m ³ /s; 鱼类繁殖期(132.3)m ³ /s; 其他()m ³ /s 生态水位: 一般水期()m; 鱼类繁殖期()m; 其他()m			
	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ; 生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 区域削减 <input type="checkbox"/> ; 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>			
防治措施	监测计划	监测方式	环境质量	污染源	
		监测点位	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/>	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测因子	(6)	(6)	(6)
			(pH、SS、石油类、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量等 32 项)	(pH、SS、石油类、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮等 8 项)	
	污染物排放清单	<input checked="" type="checkbox"/>			
	评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可以接受 <input type="checkbox"/>			
注: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项; “备注”为其他补充内容					

环境风险评价自查表

工作内容		完成情况					
危险物质	名称						
	存在总量/t	2					
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)					
	地表水	地表水功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>	F2 <input checked="" type="checkbox"/>	F3 <input type="checkbox"/>		
	地下水	环境敏感目标分级	S1 <input checked="" type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>	S3 <input type="checkbox"/>		
		地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input type="checkbox"/>	G3 <input type="checkbox"/>		
物质及工艺系统危险性		包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>	D2 <input type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>		
	Q 值	$Q < 1$ <input checked="" type="checkbox"/>	$1 \leq Q < 10$ <input type="checkbox"/>	$10 \leq Q < 100$ <input type="checkbox"/>	$Q > 100$ <input type="checkbox"/>		
	M 值	M1 <input type="checkbox"/>	M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input type="checkbox"/>	M4 <input checked="" type="checkbox"/>		
	P 值	P1 <input type="checkbox"/>	P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input type="checkbox"/>	P4 <input checked="" type="checkbox"/>		
环境敏感程度	大气	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
	地表水	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
环境风险潜势	IV+ <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	III <input type="checkbox"/>	II <input type="checkbox"/>	I <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>	二级 <input type="checkbox"/>	三级 <input type="checkbox"/>	简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>		

表(续)

工作内容		完成情况		
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input type="checkbox"/>	易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>	
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>	火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>	地表水 <input checked="" type="checkbox"/> 地下水 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价	事故影响分析	源强设定方法 <input checked="" type="checkbox"/>	计算法 <input type="checkbox"/> 经验估算法 <input checked="" type="checkbox"/> 其他估算法 <input type="checkbox"/>	
		预测模型	SLAB AFTOX 其他	
	大气	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 双江自来水厂取水口, 到达时间 2.3 h			
地下水	下游厂区边界到达时间_____h			
	最近环境敏感目标_____，到达时间_____h			
重点风险防范措施	加强设备管理，设置事故收集池			
评价结论与建议	风险可以接受			
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，“ <input checked="" type="checkbox"/> ”为填写项。				

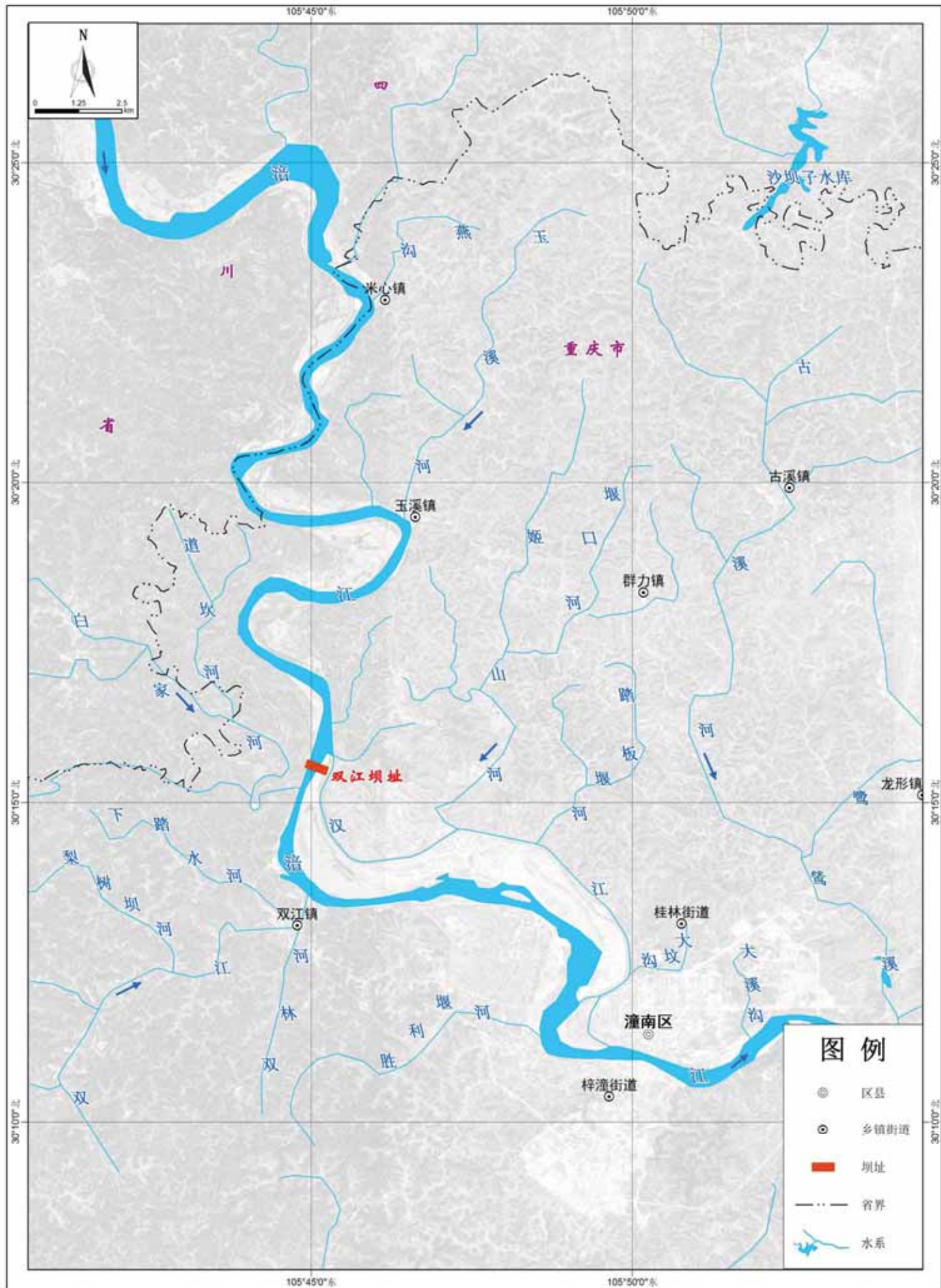
土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况		备注
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ；生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>		
	土地利用类型	建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>		土地利用类型图
	占地规模	5.05km ²		
	敏感目标信息	敏感目标()、方位()、距离()		
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地表漫流 <input type="checkbox"/> ；垂入渗 <input type="checkbox"/> ；地下水 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> ；水位变化		
	全部污染物			
	特征因子			
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>		
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ；较敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>		
	评价工作等级	一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>		
资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input checked="" type="checkbox"/> ；d) <input type="checkbox"/>			
现状调查内容	理化特性			同附录C
	现状监测点位	占地范围内	占地范围外	深度
		表层样点数 4	4	0~20cm

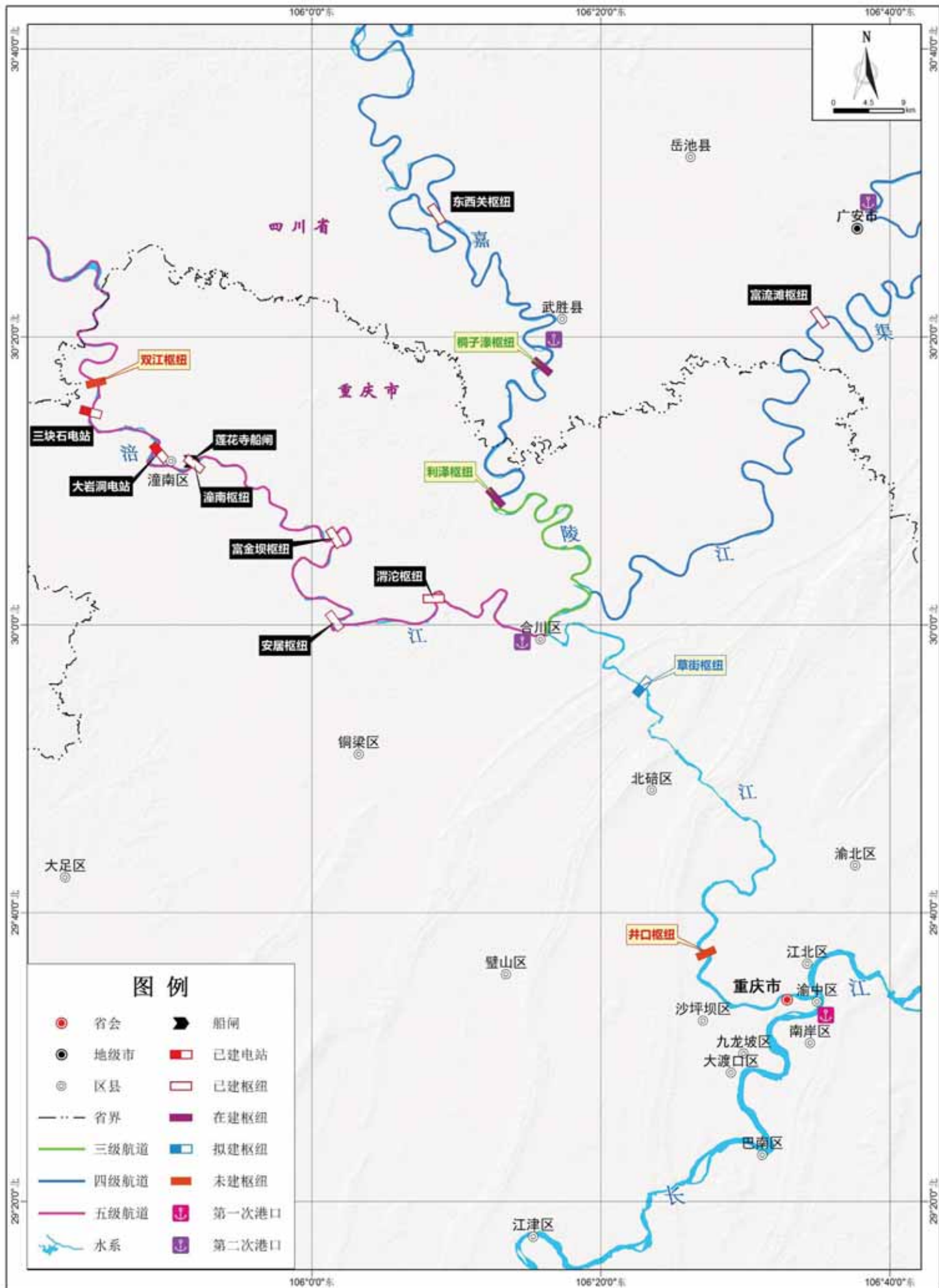
表(续)

工作内容		完成情况		备注
现状调查内容	柱状样点数	0	0	点位布置图
现状监测因子	镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、含盐量, 同时监测了pH值 建设用地内右坝肩监测了砷、隔、铬(六价)、铜、铅、汞等45项			
评价因子	同监测因子			
评价标准	GB15618☑; GB36600☑; 表D. 1☐; 表D. 2☐; 其他()			
现状评价结论	各监测点各监测项目均满足GB36600-2018、GB15618-2018中的风险筛选值			
预测因子	含盐量			
预测方法	附录E☑; 附录F☐; 其他()			
预测分析内容	影响范围() 影响程度(小)			
预测结论	达标结论: a)☑; b)☐; c)☐ 不达标结论: a)☐; b)☐			
防控措施	土壤环境质量现状保障☐; 源头控制☑; 过程防控☑; 其他()			
防治措施	监测点数	监测指标	监测频次	
	2	pH值、盐度、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	1	
信息公开指标				
评价结论	采取环评提出的措施, 影响可接受。			
注1: “☐”为勾选项, 可√; “0”为内容填写项; “备注”为其他补充内容。 注2: 需要分别开展土壤环境影响评级工作, 分别填写自查表。				

附图2 双江航电枢纽工程评价区地表水系图



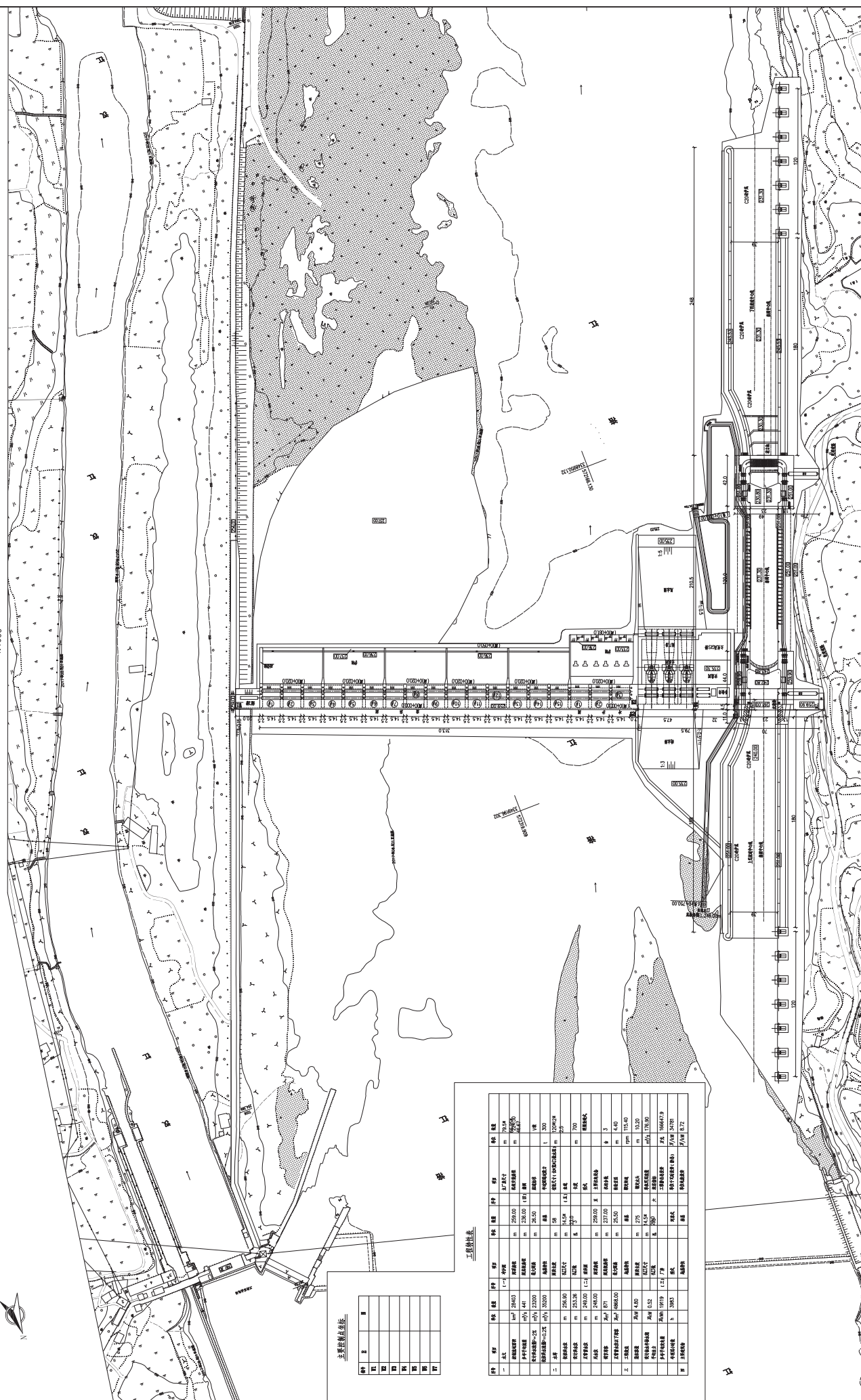
附图 3 嘉陵江(重庆段)航运开发规划示意图



附图4

下地轴红平面布置图 (推荐方案)

1:1000



主要材料表

序号	名称	规格	数量	单位
1	钢筋	HRB335	12000	t
2	混凝土	C20	15000	m³
3	砂石	中砂	8000	m³
4	卵石	20mm	5000	m³
5	木材	杉木	100	m³

工程特性表

序号	名称	规格	数量	单位
1	坝体	重力坝	1.0	座
2	坝高	100.00	100.00	m
3	坝顶宽	10.00	10.00	m
4	坝底宽	100.00	100.00	m
5	坝体材料	混凝土	15000	m³
6	坝体材料	砂石	8000	m³
7	坝体材料	卵石	5000	m³
8	坝体材料	木材	100	m³
9	坝体材料	钢筋	12000	t
10	坝体材料	混凝土	15000	m³
11	坝体材料	砂石	8000	m³
12	坝体材料	卵石	5000	m³
13	坝体材料	木材	100	m³
14	坝体材料	钢筋	12000	t
15	坝体材料	混凝土	15000	m³
16	坝体材料	砂石	8000	m³
17	坝体材料	卵石	5000	m³
18	坝体材料	木材	100	m³
19	坝体材料	钢筋	12000	t
20	坝体材料	混凝土	15000	m³
21	坝体材料	砂石	8000	m³
22	坝体材料	卵石	5000	m³
23	坝体材料	木材	100	m³
24	坝体材料	钢筋	12000	t
25	坝体材料	混凝土	15000	m³
26	坝体材料	砂石	8000	m³
27	坝体材料	卵石	5000	m³
28	坝体材料	木材	100	m³
29	坝体材料	钢筋	12000	t
30	坝体材料	混凝土	15000	m³
31	坝体材料	砂石	8000	m³
32	坝体材料	卵石	5000	m³
33	坝体材料	木材	100	m³
34	坝体材料	钢筋	12000	t
35	坝体材料	混凝土	15000	m³
36	坝体材料	砂石	8000	m³
37	坝体材料	卵石	5000	m³
38	坝体材料	木材	100	m³
39	坝体材料	钢筋	12000	t
40	坝体材料	混凝土	15000	m³
41	坝体材料	砂石	8000	m³
42	坝体材料	卵石	5000	m³
43	坝体材料	木材	100	m³
44	坝体材料	钢筋	12000	t
45	坝体材料	混凝土	15000	m³
46	坝体材料	砂石	8000	m³
47	坝体材料	卵石	5000	m³
48	坝体材料	木材	100	m³
49	坝体材料	钢筋	12000	t
50	坝体材料	混凝土	15000	m³
51	坝体材料	砂石	8000	m³
52	坝体材料	卵石	5000	m³
53	坝体材料	木材	100	m³
54	坝体材料	钢筋	12000	t
55	坝体材料	混凝土	15000	m³
56	坝体材料	砂石	8000	m³
57	坝体材料	卵石	5000	m³
58	坝体材料	木材	100	m³
59	坝体材料	钢筋	12000	t
60	坝体材料	混凝土	15000	m³
61	坝体材料	砂石	8000	m³
62	坝体材料	卵石	5000	m³
63	坝体材料	木材	100	m³
64	坝体材料	钢筋	12000	t
65	坝体材料	混凝土	15000	m³
66	坝体材料	砂石	8000	m³
67	坝体材料	卵石	5000	m³
68	坝体材料	木材	100	m³
69	坝体材料	钢筋	12000	t
70	坝体材料	混凝土	15000	m³
71	坝体材料	砂石	8000	m³
72	坝体材料	卵石	5000	m³
73	坝体材料	木材	100	m³
74	坝体材料	钢筋	12000	t
75	坝体材料	混凝土	15000	m³
76	坝体材料	砂石	8000	m³
77	坝体材料	卵石	5000	m³
78	坝体材料	木材	100	m³
79	坝体材料	钢筋	12000	t
80	坝体材料	混凝土	15000	m³
81	坝体材料	砂石	8000	m³
82	坝体材料	卵石	5000	m³
83	坝体材料	木材	100	m³
84	坝体材料	钢筋	12000	t
85	坝体材料	混凝土	15000	m³
86	坝体材料	砂石	8000	m³
87	坝体材料	卵石	5000	m³
88	坝体材料	木材	100	m³
89	坝体材料	钢筋	12000	t
90	坝体材料	混凝土	15000	m³
91	坝体材料	砂石	8000	m³
92	坝体材料	卵石	5000	m³
93	坝体材料	木材	100	m³
94	坝体材料	钢筋	12000	t
95	坝体材料	混凝土	15000	m³
96	坝体材料	砂石	8000	m³
97	坝体材料	卵石	5000	m³
98	坝体材料	木材	100	m³
99	坝体材料	钢筋	12000	t
100	坝体材料	混凝土	15000	m³

成都勘测设计研究院有限公司
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION LIMITED

工程名称: 下地轴红平面布置图 (推荐方案)

工程地点: 四川省成都市

设计阶段: 初步设计

设计日期: 2010.10

设计人员: 李小明

审核人员: 张小红

批准人员: 王大明

项目负责人: 赵国强

联系电话: 028-85345678

传真: 028-85345679

电子邮箱: cde@cdce.com.cn

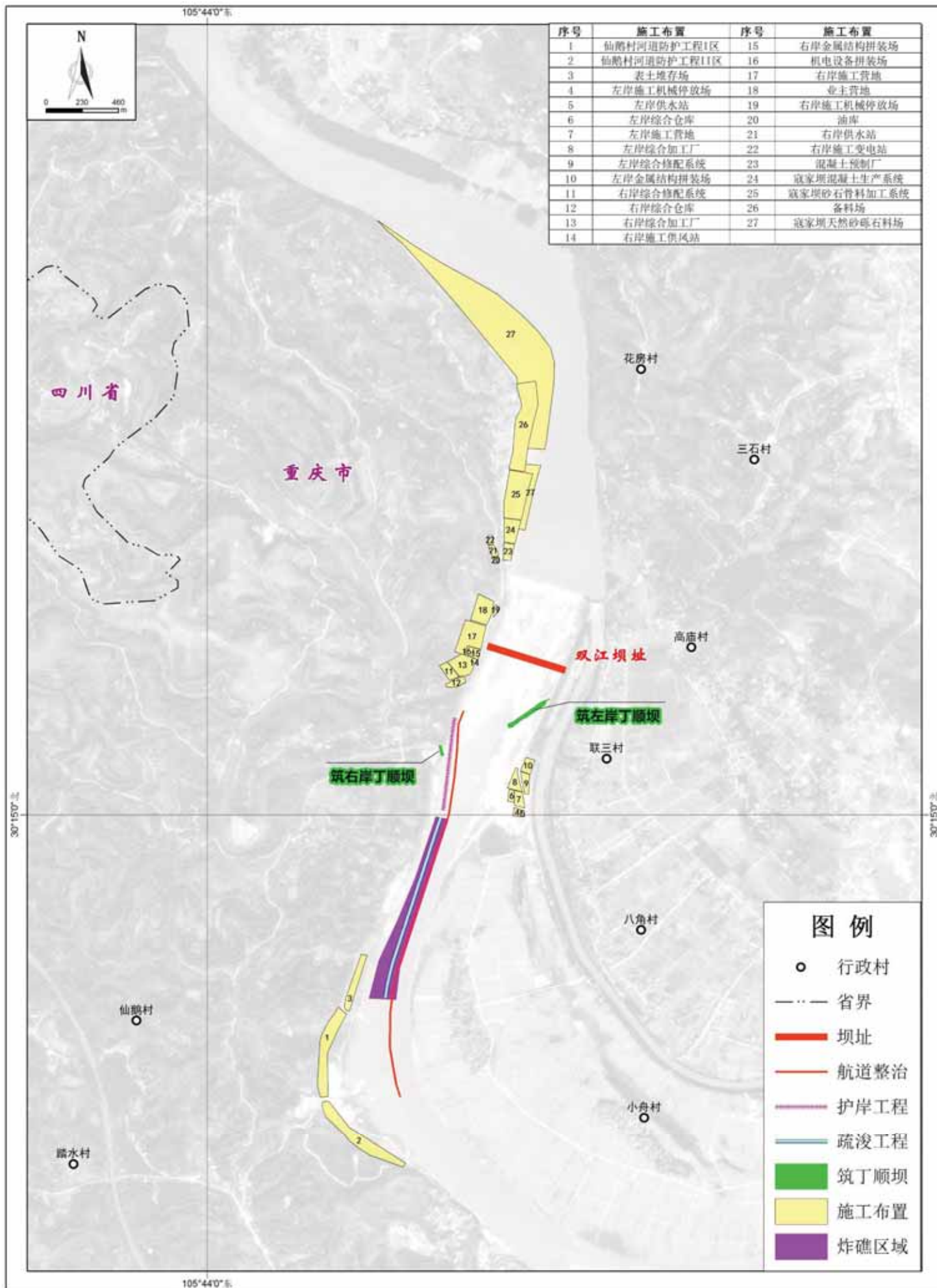
网址: www.cdce.com.cn

说明:

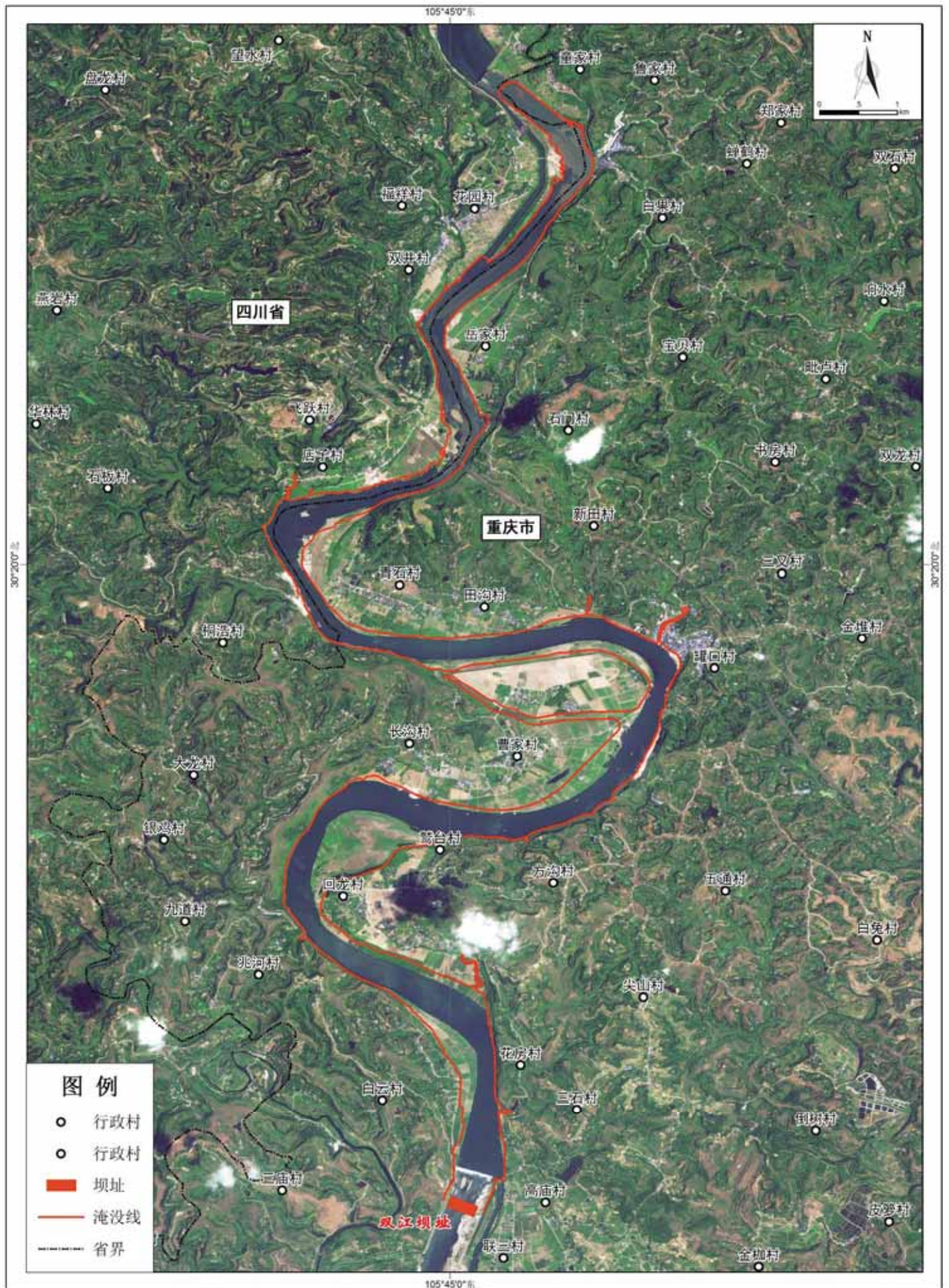
1. 本图比例尺为 1:1000, 投影方式为 Gauss-Krüger 投影, 中央经线为 102°30' E, 高斯投影长度变形率 m=1。
2. 本图比例尺为 1:1000, 投影方式为 Gauss-Krüger 投影, 中央经线为 102°30' E, 高斯投影长度变形率 m=1。

比例尺: 1:1000

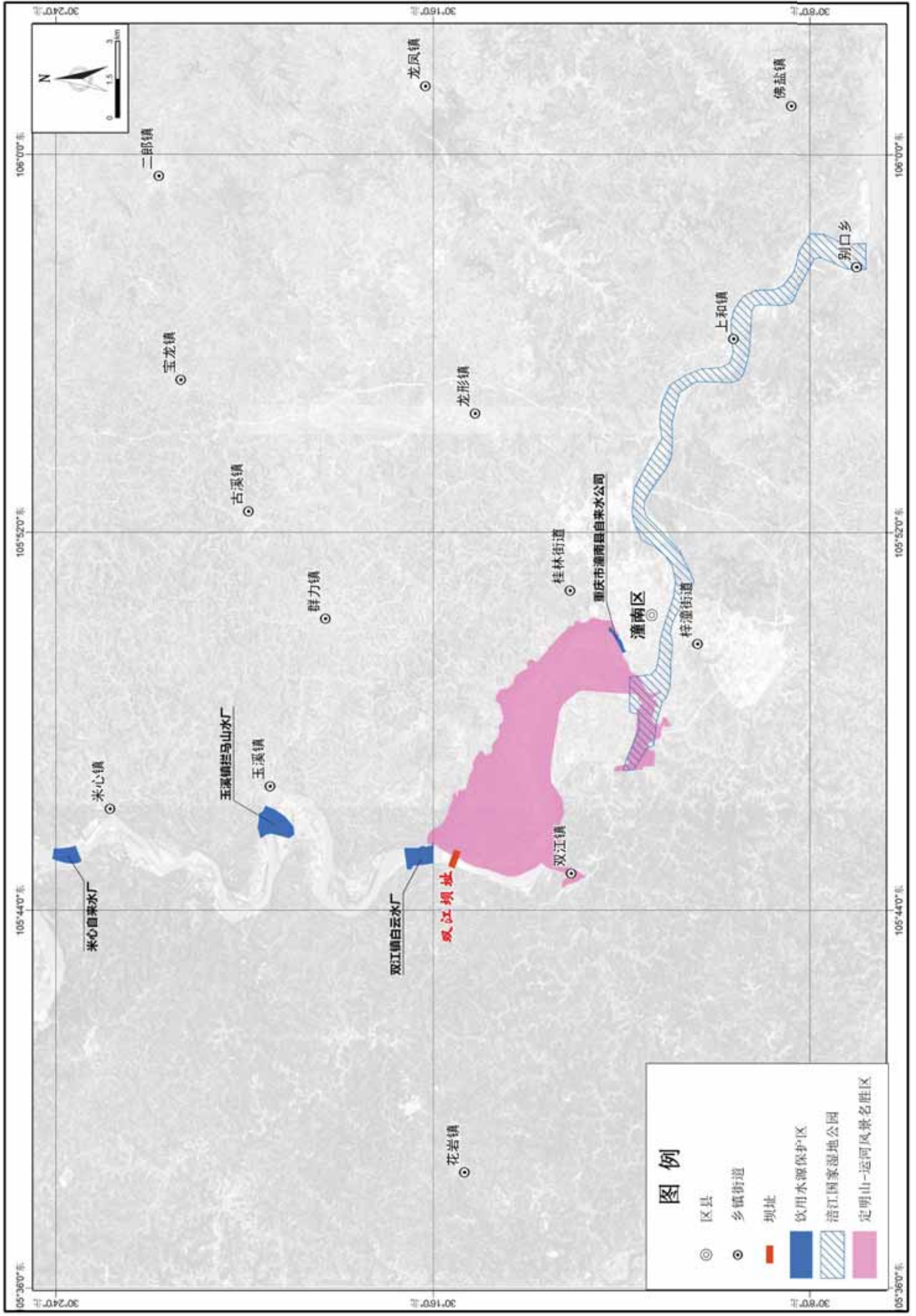
附图5 双江航电枢纽工程施工总布置图



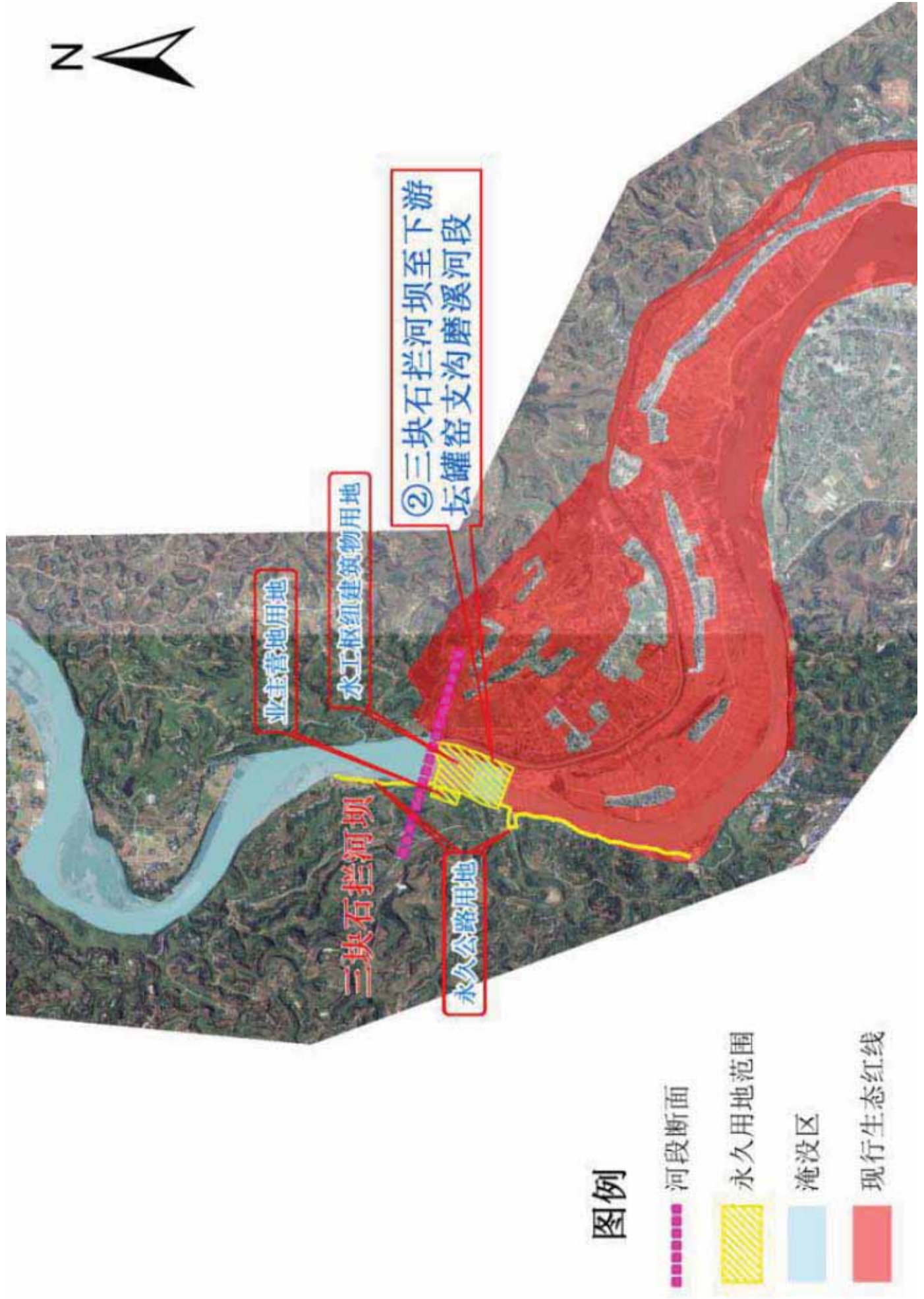
附图 6 双江航电枢纽工程水库淹没示意图



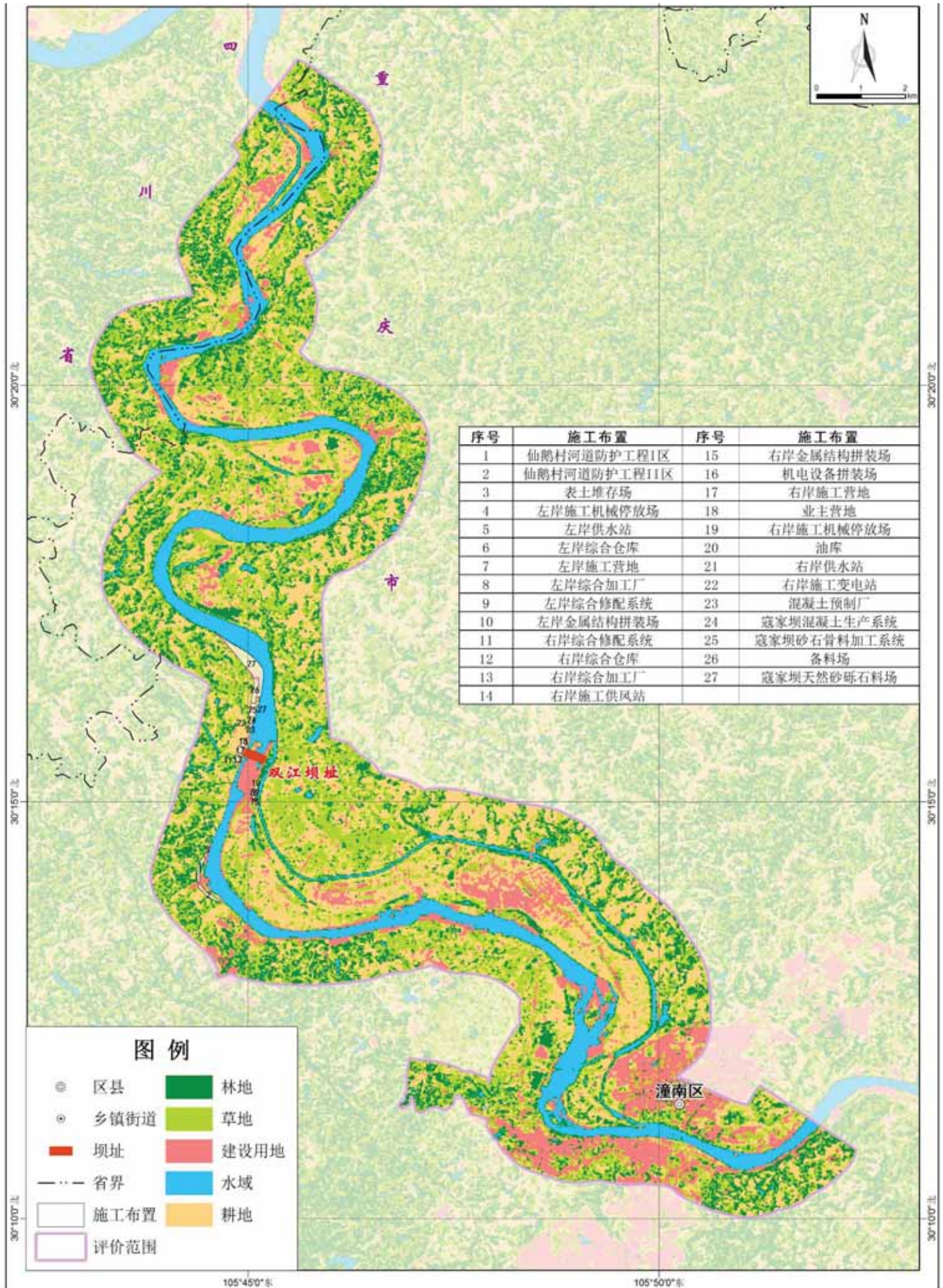
附图 7 双江航电枢纽工程生态敏感区分布示意图



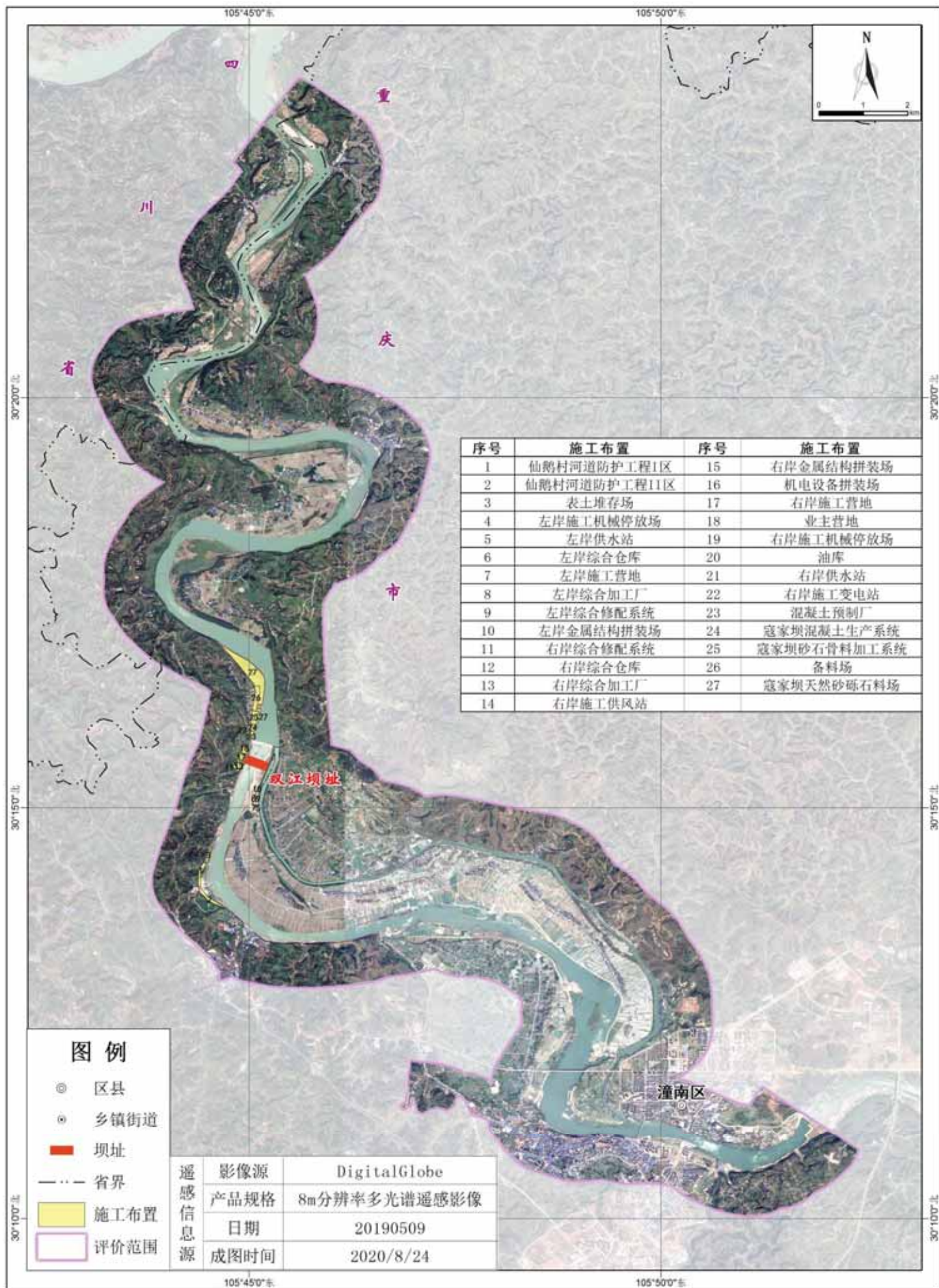
附图 8 双江航电枢纽工程与重庆市生态红线位置关系示意图



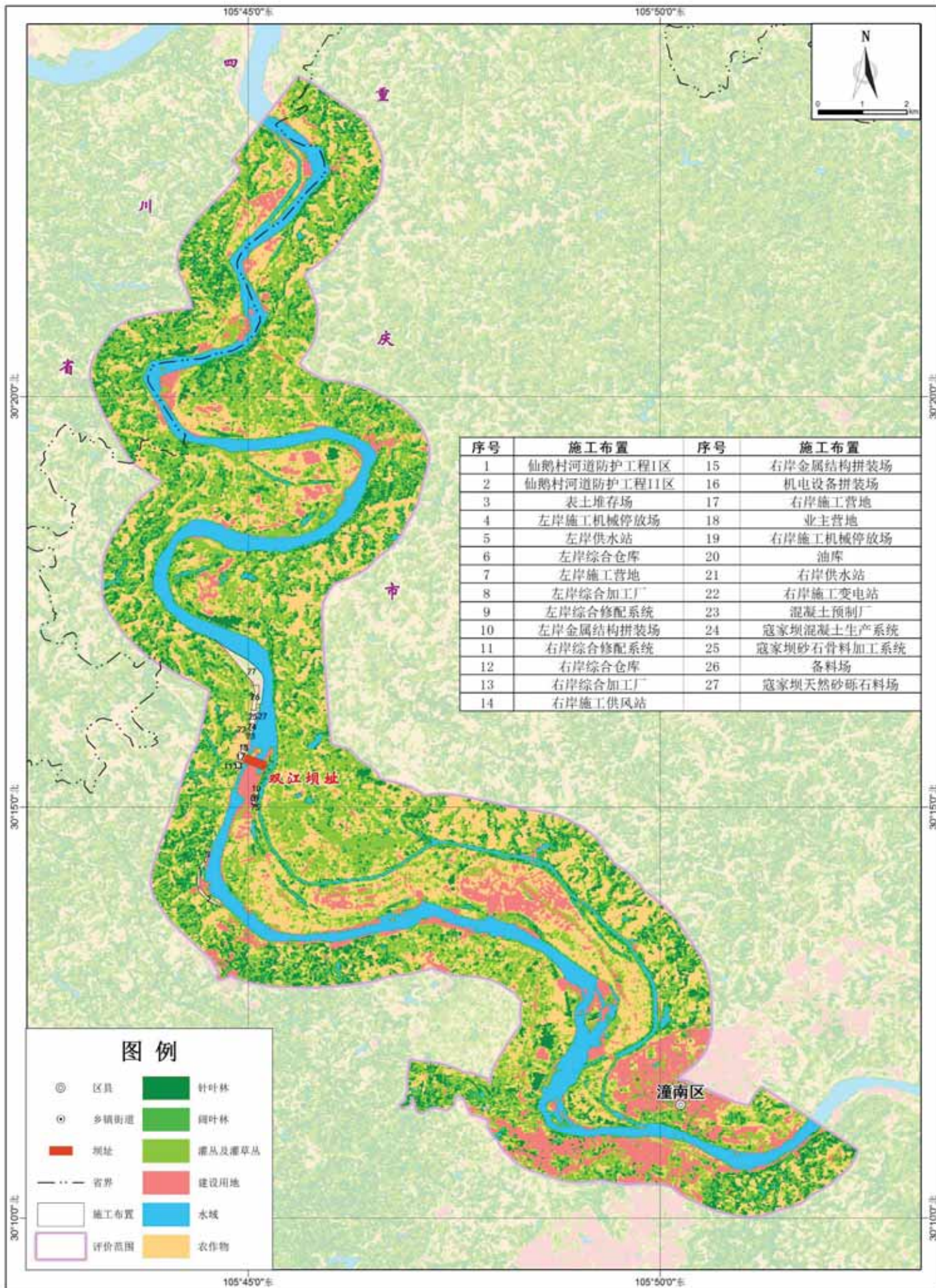
附图9 双江航电枢纽工程评价区土地利用图



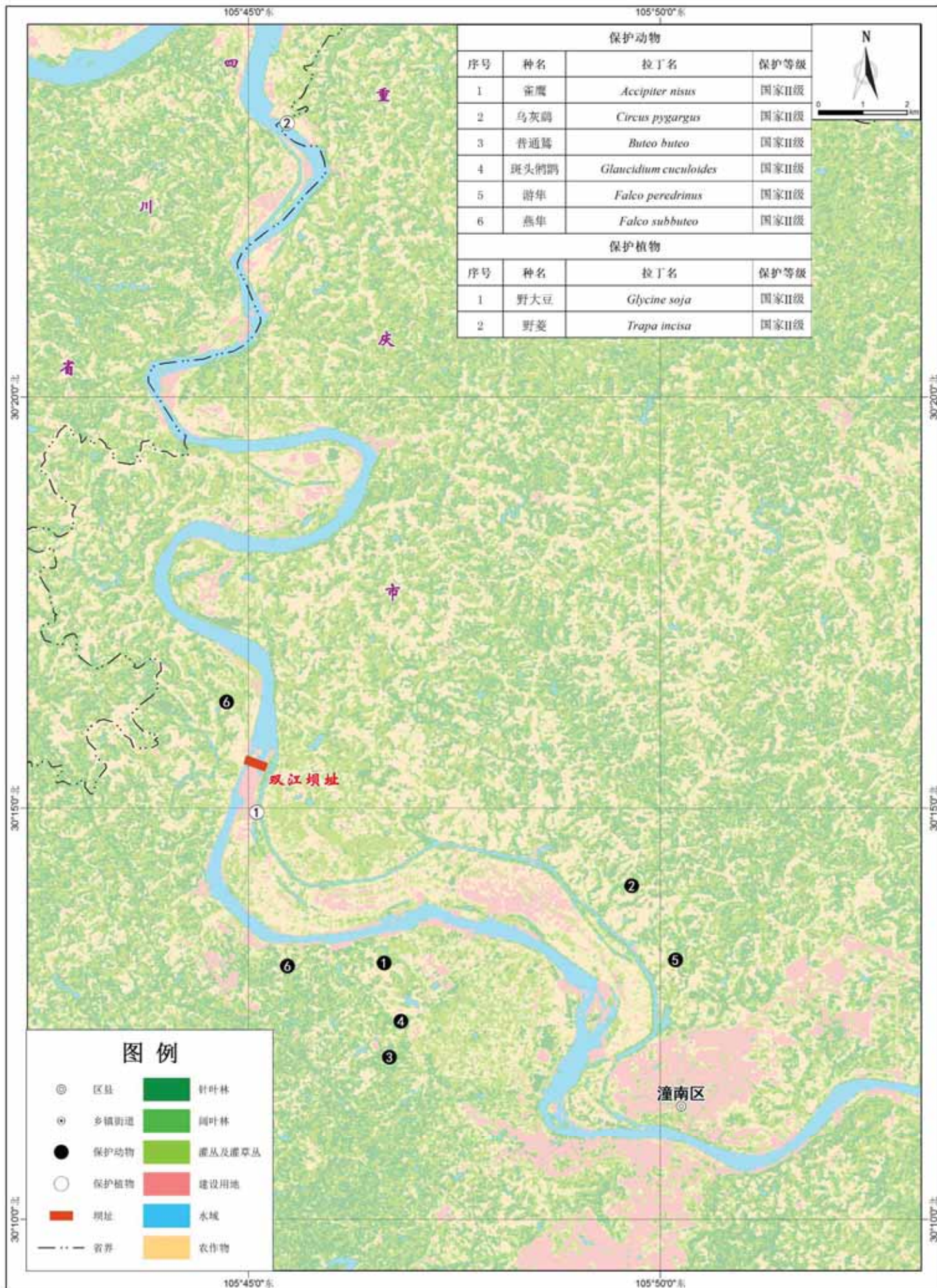
附图 10 双江航电枢纽工程评价区卫星影像图



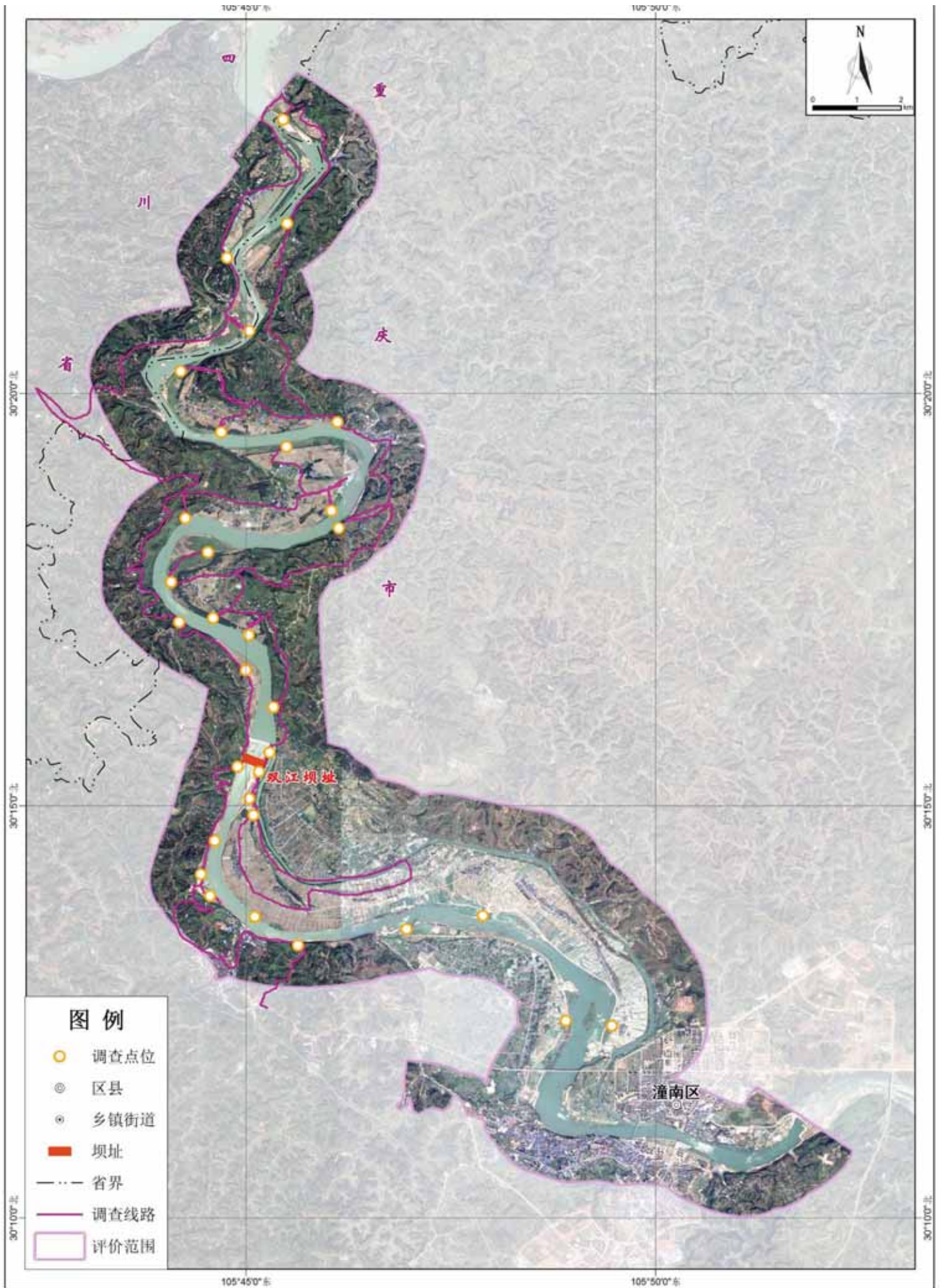
附图 11 双江航电枢纽工程评价区植被类型图



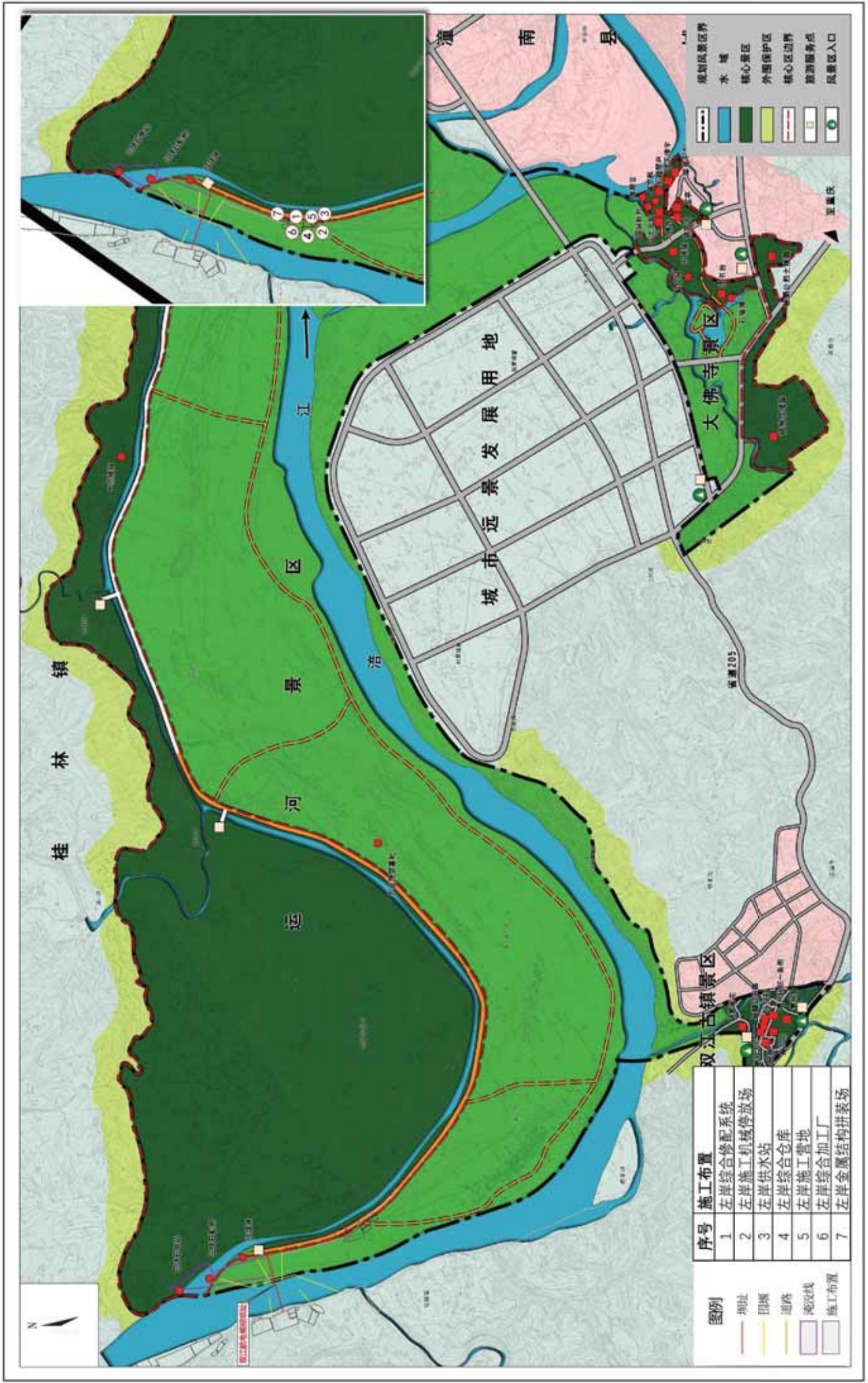
附图 12 双江航电枢纽工程评价区保护动植物分布示意图



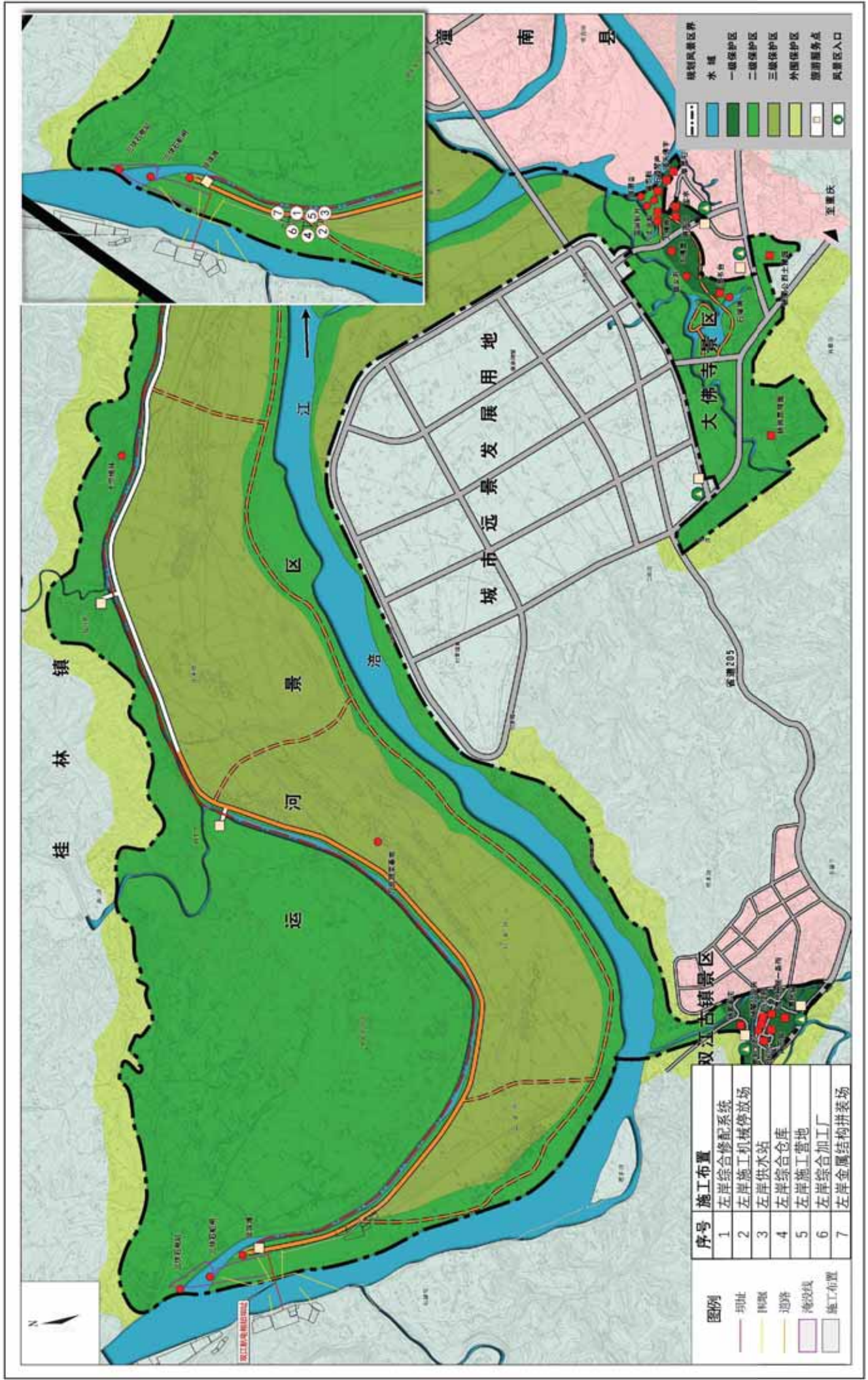
附图 13 双江航电枢纽工程陆生生态调查路线与生态调查点位分布图



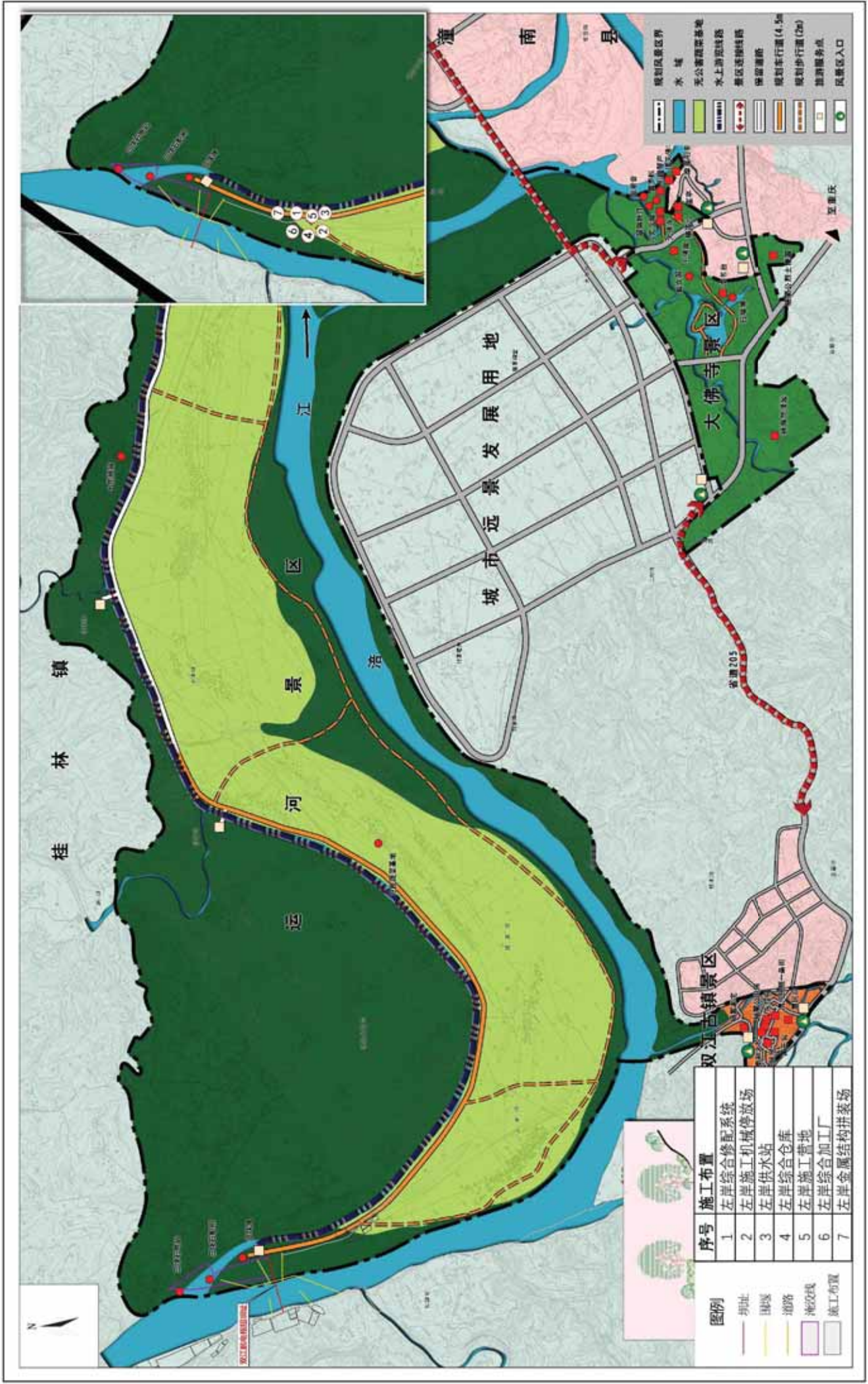
附图 14 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜核心区位置关系图



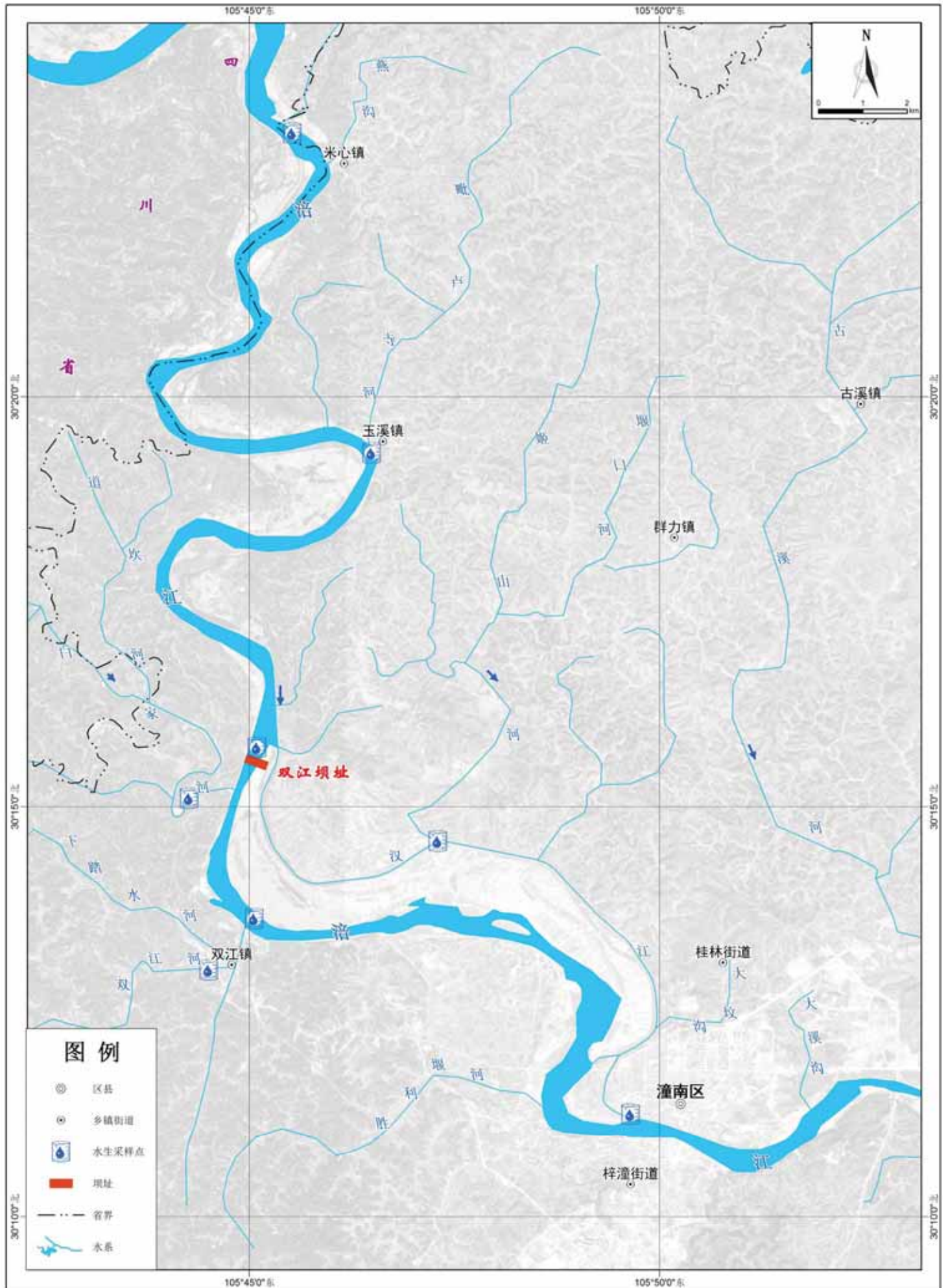
附图 15 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景名胜区分级保护规划位置关系图



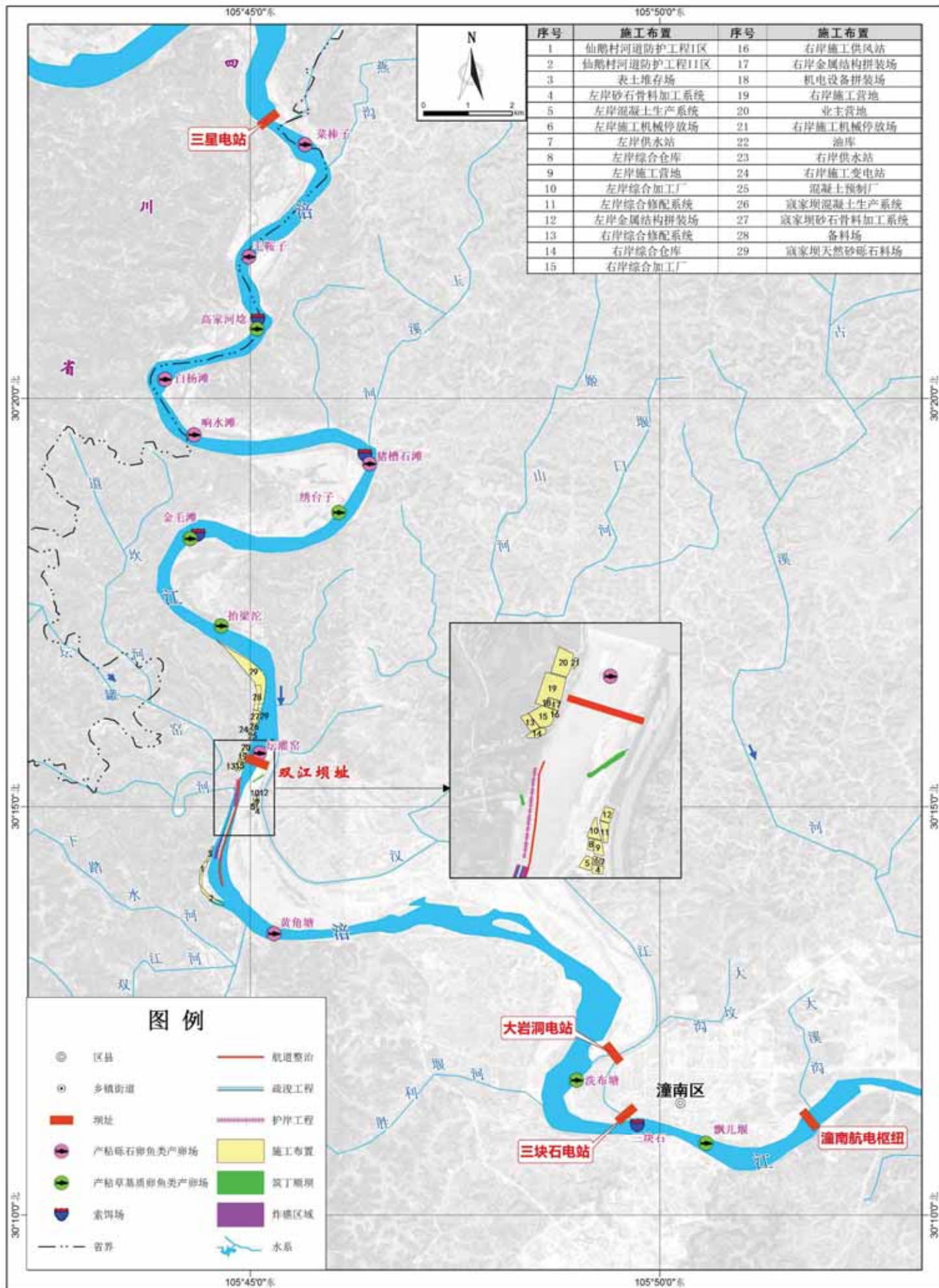
附图 16 双江航电枢纽工程与潼南区定明山—运河风景区胜区游赏规划位置关系图



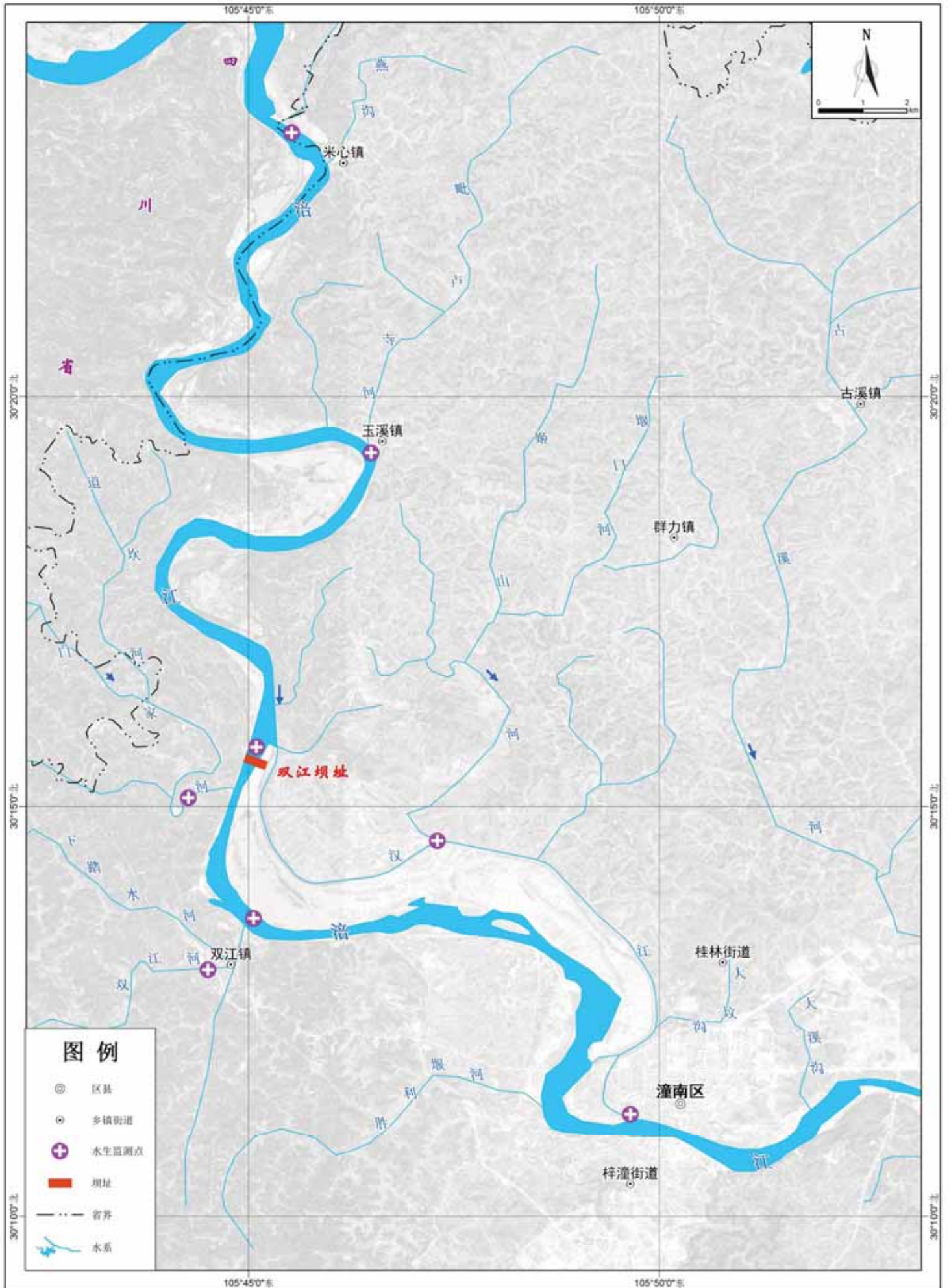
附图 17 双江航电枢纽工程水生生物采样点分布示意图



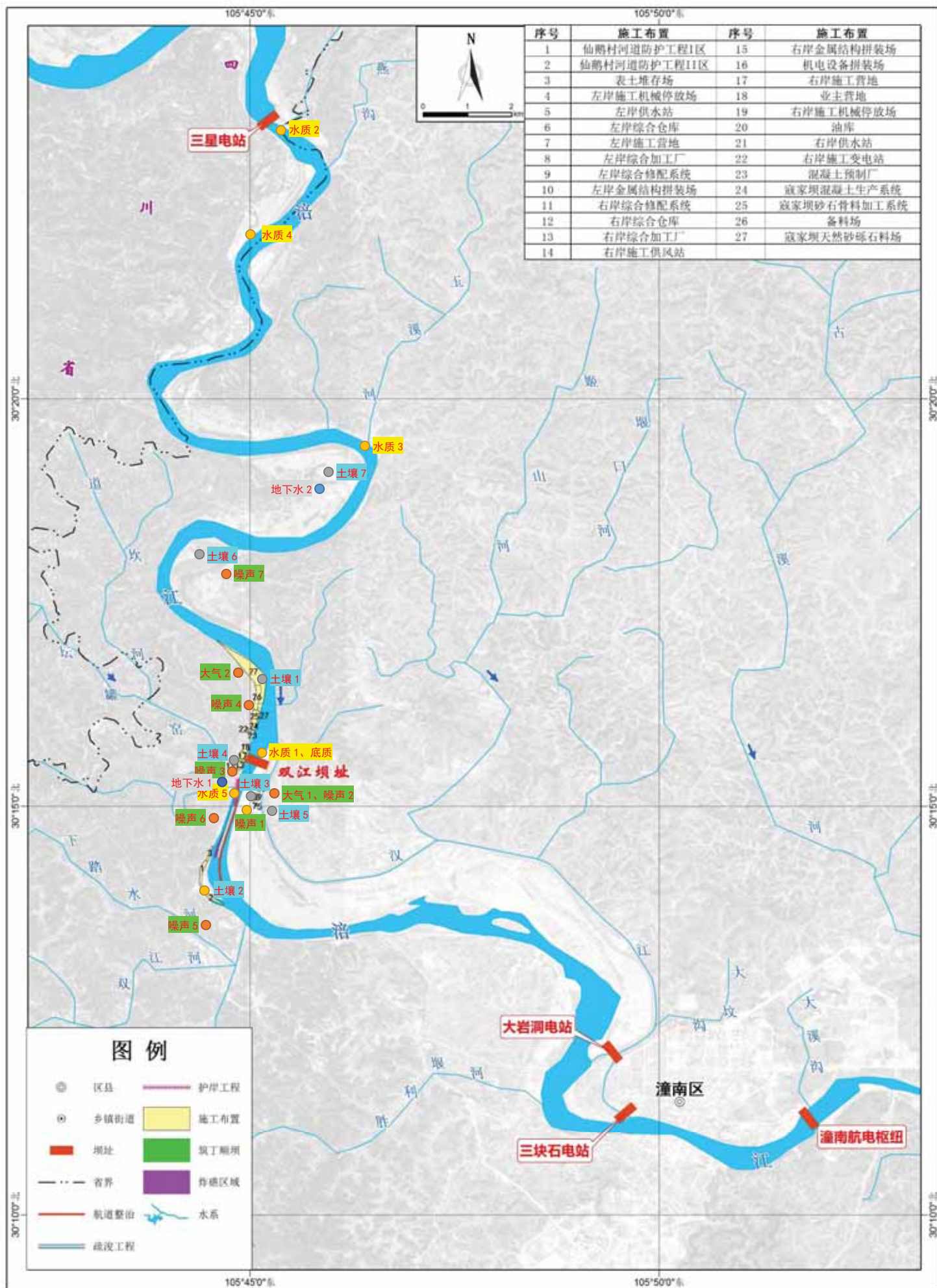
附图 18 双江航电枢纽工程评价区鱼类重要生境分布图



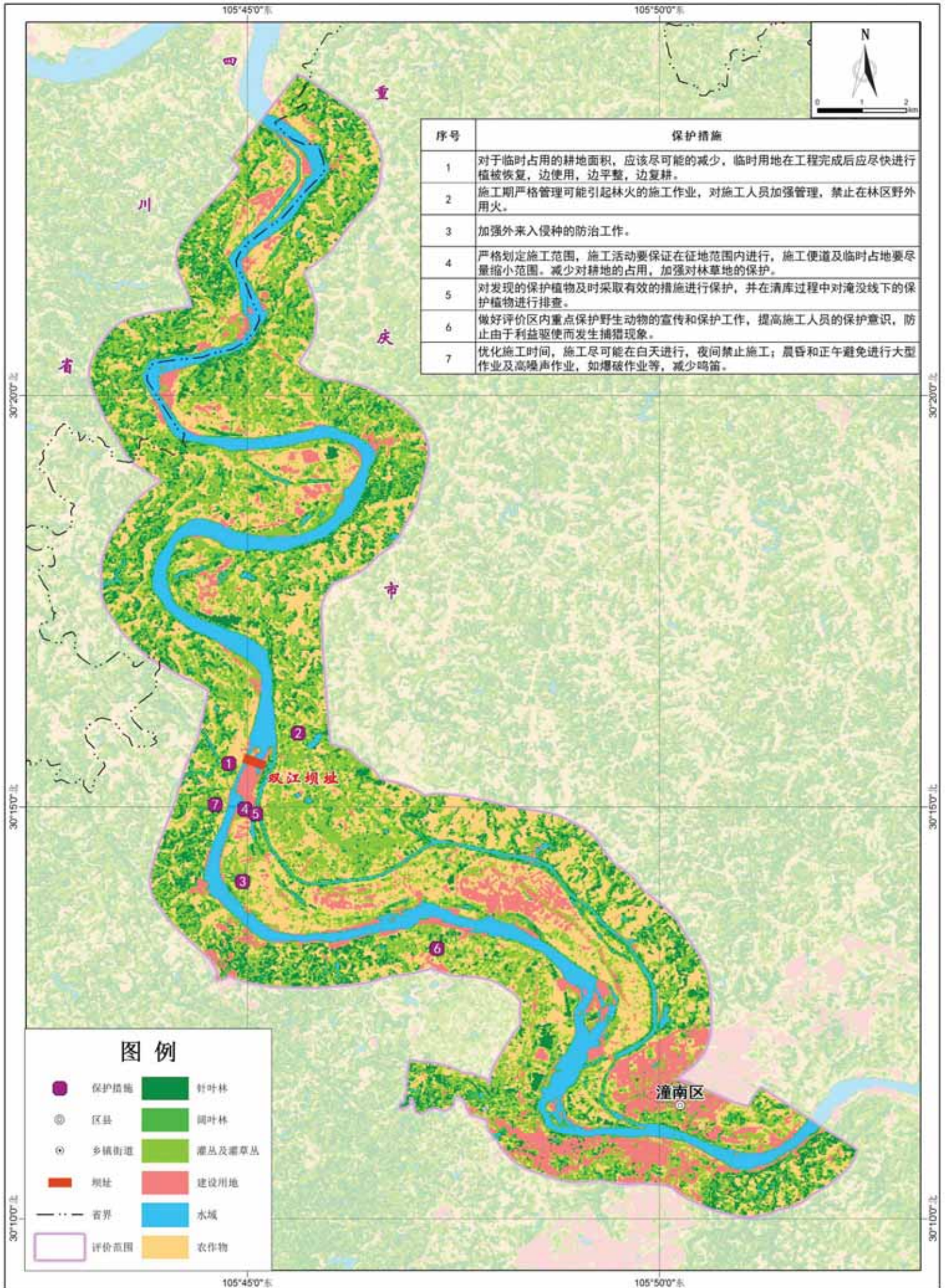
附图 19 双江航电枢纽工程评价区水生生物监测点分布图



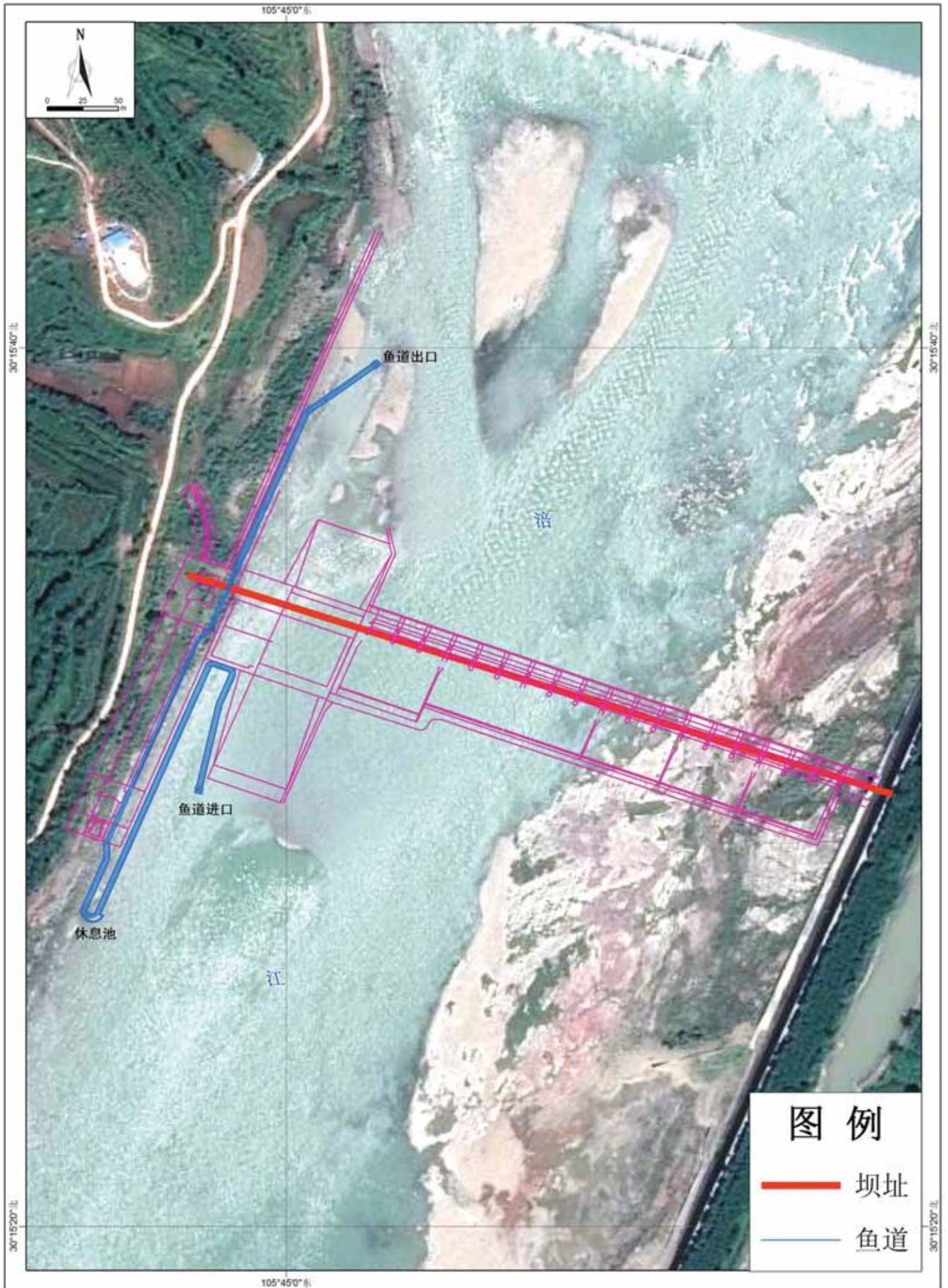
附图 20 双江航电枢纽工程评价区环境质量现状监测点位分布图



附图 21 双江航电枢纽工程生态环境保护措施示意图



附图 22 双江航电枢纽工程鱼道布置图





Z99.04

附图24

附图 25 双江航电枢纽工程鱼类栖息地保护范围示意图

