四川省大渡河枕头坝二级水电站

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：　国电大渡河流域水电开发有限公司

评价单位：　中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

2020年5月　贵阳

概　述

1、建设项目由来

大渡河属长江上游岷江水系最大支流，水能资源丰富，技术可开发装机容量及年规划发电量均居我国十三大水电基地中的前五，在我国水电开发版图中占据重要地位。大渡河流域面积 77400km²（不含青衣江），天然落差 4175m，多年平均年径流量 470 亿 m³。大渡河及枕沙河段历史上进行了数轮规划调整，1992 年，四川省人民政府以“川府函[1992]640 号文”对《大渡河干流规划报告》进行了批复，规划河段从双江口至铜街子长约 586km，规划 17 级开发方案，其中，枕头坝水电站为第 15 个梯级。2004 年，四川省人民政府办公厅以“川办函[2004]196 号”出具了《关于大渡河干流水电规划调整审查意见的函》，规划河段延伸至 732km（从足木足河下尔呷库尾至铜街子），枕头坝水电站为规划 22 级开发方案中的第 19 个梯级；审查意见提出“规划枕头坝梯级涉及大渡河峡谷国家地质公园，库区已建永乐电站进水口，今后开发需协调好与环保、景观和已建电站的关系”。随后，建设单位委托相关单位积极开展枕沙河段梯级开发方式研究工作，2007 年 6 月，水电水利规划设计总院以“水电规规[2007]0053 号”出具了《四川省大渡河枕头坝河段水电开发方式研究报告审查意见》，同意枕头坝水电站采用两级堤坝式开发方案，即枕头坝一级和枕头坝二级，进一步优化了开发方式、减少了水电开发对环境敏感对象的影响。为回顾和总结大渡河流域水电开发造成的主要环境问题及总结取得的环保经验，国电大渡河流域水电开发有限公司于 2012 年组织完成了大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究工作；同年 9 月，原环境保护部以“环函[2012]230 号”印发了《关于四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》，明确了大渡河流域 29 级开发方案，对于未建梯级的开发时序提出了优化要求，其中：金川、安宁、巴底、枕头坝二级和沙坪一级共 5 个梯级，不涉及环境制约因素，可适时开发（第一层级）；巴拉、达维、卜寺沟、双江口、丹巴、硬梁包共 6 个梯级，存在一定环境制约因素，待相关问题得到解决后可有序推进（第二层级）；下尔呷、老鹰岩一级、老鹰岩二级、老鹰岩三级共 4 个梯级，存在社会或生态环境制约因素，需进一步研究，应慎重开发。

枕头坝二级水电站坝址位于四川省乐山市金口河区大渡河中游段张村沟沟口上游300m处，为二等大（2）型工程，开发任务以发电为主，兼顾库区供水。电站总装机容量300MW，多年平均发电量15.03亿kW·h，水库总库容0.122亿m³，正常蓄水位592m，正常蓄水位相应库容0.112亿m³，调节库容0.041亿m³，死水位589m。工程为径流式电站，枢纽建筑物方案为右岸河床式厂房＋左岸5孔泄洪闸，其中，挡水建筑物由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、厂房坝段及右岸非溢流坝段组成，最大坝高54m；泄水建筑物为开敞式5孔泄洪闸，最大闸高48m；河床式厂房布置在河床右侧，主机间内装有6台单机容量为50MW的卧式灯泡贯流机组，进水口采用两孔一机供水方式，底板底高程554.00m；过鱼设施方案推荐竖缝式鱼道，鱼道全长760.8m，克服最大水头落差15m。

枕头坝二级水电站水电站的建设，符合《长江流域综合规划（2012～2030）》要求，对于促进区域脱贫攻坚、带动相关产业发展及城镇化建设具有积极作用；同时，枕头坝二级水电站位于金口河城区上游，电站建成后可以形成优质的景观资源，符合《促进水电建设与旅游开发融合发展的指导意见》（川发改能源[2019]66号）文件精神，可以借助有利地理位置条件打造水电旅游样板，促进当地社会经济发展。按照《环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规规定，国电大渡河流域水电开发有限责任公司委托中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司（以下简称“我公司”）开展枕头坝二级水电站环境影响评价工作。

2、环境影响评价工作过程

我公司自接受环评工作委托以来，迅速抽调专业技术骨干成立项目组，在认真研读项目相关技术资料的基础上，多次对项目现场进行了查勘和调查，结合本项目特点确定了项目环境影响评价的工作重点，明确了主要环境保护目标、评价因子、评价等级、评价标准、评价范围，制定了环境现状监测方案，委托四川省核工业辐射防护院开展了评价区环境质量监测工作，根据技术导则要求对区域地表水环境、地下水环境、大气环境、声环境、振动环境、土壤环境等进行了现状监测，以掌握区域环境质量现状；同时，我公司还分别委托水利部中国科学院水工程生态研究所、武汉市伊美净科技发展有限公司开展了项目水生生态及陆生生态现状调查工作，委托四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室开展水质影响预测研究工作，委托水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

开展鱼道水力学模型试验专题工作。针对大渡河枕沙河段水电开发强度较大的问题，我公司还联合中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司开展了枕沙河段水电开发环境影响回顾性评价专题研究，对枕沙河段水电开发对水生生态、陆生生态、水文情势、水环境等造成的实际影响进行了回顾，并对目前采取的增殖放流、栖息地保护、生态流量泄放等环保措施实施效果进行了全面评估，科学回答了枕沙河段水电开发对生态环境造成的实际影响，对取得的环境保护经验进行了总结，以进一步指导后续水电开发建设工作。根据《环境影响评价公众参与办法》，本项目按要求开展了公众参与公示等相关工作。在以上工作的基础上，完成了《四川省大渡河枕头坝二级水电站环境影响报告书》（送审稿）的编制工作。

3、项目的规划符合性

2012 年 9 月，原环境保护部以“环函[2012]230 号”印发了《关于四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》，明确了大渡河干流 29 级开发方案，并且在开发时序上，同意将金川、安宁、巴底、枕头坝二级和沙坪一级等 5 个不涉及环境制约因素的梯级作为第一层级开发建设方案；规划环评审查意见要求，“做好官料河和白沙河等支流汇口段的鱼类栖息地保护；确保深溪沟梯级以下河段鱼类生境连通，结合流域主要过鱼对象，开展过鱼导鱼关键技术研究；瀑布沟（一期已建，二期待建）应兼顾上下游梯级增殖放流需要，统筹鱼类增殖放流工作，做好鱼类增殖放流站建设和运行的费用分摊，继续优化鱼类增殖放流站的建设和运行管理，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用；落实下泄生态基流措施，深化流域生态调度机制。”2012 年，国务院以国函[2012]220 号批复了《长江流域综合规划（2012-2030 年）》，明确了“在水电开发中，应处理好开发与保护的关系，发挥水库综合利用效益”的要求，初拟大渡河干流采用 3 库 29 级方案开发水能资源，总装机容量 2.39 万 MW，枕头坝二级为第 23 个梯级。根据与生态保护红线管理部门的核实，本工程建设不涉及生态保护红线，

在枕头坝二级水电站设计过程中，针对工程建设和运行可能产生的不利环境影响，主要开展了鱼道专题研究设计、依托黑马鱼类增殖站二期开展人工增殖放流、开展库区支流江沟沟口段栖息地修复、实施生态流量保障及在线监测等措施，因此，枕头坝二级水电站建设符合规划环评及《长江流域综合规划（2012-2030 年）》要求。

4、环评关注的主要环境问题

拟建枕头坝二级水电站位于大渡河干流中游河段，工程河段从上至下游依次已建成瀑布沟水电站（上游最近的控制性工程）、深溪沟水电站、枕头坝一级水电站（坝址上游电站）、沙坪二级水电站（坝址下游电站），工程河段水电开发建设已经对河段水文情势及水生生态等造成了一定影响，因此，本工程主要在回顾工程河段水电开发环境影响、总结环境保护措施经验教训的基础上，进一步分析枕头坝二级水电站开发对区域水文情势、水生生态、水环境等产生的累积性影响，进一步优化环境保护措施建议，协调好水电开发与生态保护的关系。本项目环境影响评价关注的主要环境问题有：

（1）深入回顾上游主要控制性梯级瀑布沟水电站及工程河段已建的深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级水电站开发建设对区域水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等造成的实际影响，并对目前采取的生态流量泄放保障措施、过鱼设施、鱼类增殖放流、栖息地保护、生态恢复等措施的实施效果进行评估，分析现有环保措施的有效性，总结取得的环境保护经验教训，以科学指导后续梯级开发建设。根据工程河段环境影响回顾性评价主要结论：

① 工程河段水文情势主要受上游瀑布沟水电站运行影响，较天然情况下年内径流分布已发生明显改变，12 月~翌年 4 月下泄流量增加，5~7 月及 9~10 月下泄流量减少；瀑布沟水电站日内径流下泄过程受下游深溪沟水库反调节作用，可在一定程度上均化日内径流过程，并维持深溪沟最低下泄流量不低于 327m³/s。深溪沟下游枕头坝一级水电站为径流式电站，正常情况下保持与上游深溪沟水电站同步发电运行，采取基荷方式下泄生态流量。根据枕头坝一级水电站运行以来的生态流量监测数据，最小下泄生态流量能够满足 327m³/s 的要求。

② 上游除瀑布沟水电站为水温分层型水库外，深溪沟、枕头坝一级水电站都属于水温混合型水库，工程河段水温主要受上游瀑布沟水电站下泄低温水影响，瀑布沟水电站下游梯级未进一步产生低温水累积影响。拟建沙坪二级水电站距瀑布沟水电站坝址约 44.9km，经过沿程升温作用，瀑布沟水电站下泄低温水影响有所缓解。

③ 根据枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后地表水水质监测数据，工程河段开发建设前后地表水主要监测指标变化不明显，总体满足《地表水环境质量

标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准，工程河段水电开发建设对地表水环境质量未产生明显影响。

④ 工程所在的大渡河中游属于大渡河干流开发时序较早的河段，目前从上至下已形成瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级等 4 级开发格局，已经造成了明显的水生生境阻隔影响。瀑布沟、深溪沟水电站由于开发较早，未采取过鱼设施，但运行以来通过黑马鱼类增殖站开展了人工增殖放流工作；枕头坝一级、沙坪二级水电站按要求建设了过鱼设施并开展了过鱼效果监测评估，依托黑马鱼类增殖站开展人工增殖放流工作，并实施了鱼类栖息地保护相关工作。根据有关监测数据及枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后水生生态调查成果对比研究，工程河段采取水生生态保护措施效果逐步显现，过鱼设施运行效果稳定，鱎、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白缘鮈等目标种类均能顺利通过鱼道，基本符合鱼道设计要求；工程河段水电梯级开发未对鱼类生态类群结构产生明显影响，枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后鱼类组成以产粘沉性卵鱼类为主体，其中珍稀濒危特有种中仍以重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈等产粘沉性卵鱼类为优势种，渔获物种类及数量未发现明显下降趋势。

⑤ 枕头坝一级、沙坪二级水电站在开发建设过程中，均按要求落实了相关陆生生态保护措施，梯级水电开发建设对区域生物多样性及珍稀保护物种等均没有产生明显影响。

（2）枕头坝二级水电站属于径流式电站，水库无调节性能，电站保持与上游枕头坝一级水电站同步发电运行，即“来多少、泄多少”，对下游河段水文情势不会进一步产生累积性影响。根据调查，拟建枕头坝二级坝址与下游沙坪一级坝址之间无重要取用水对象及鱼类重要生境分布，工程下泄生态流量主要为满足下游水生生态系统用水需求，工程拟定最小下泄生态流量与上游枕头坝一级水电站保持一致（327m^3/s），并同步开展生态流量实时监测，电站运行对下游水文情势影响很小。

（3）枕头坝二级水库蓄水后，由于枕头坝二级属于径流式电站，对库区及坝址下游的水动力条件影响很小，根据地表水环境预测模拟结果，库区及下游水质基本维持现状，能够满足河段水功能区划要求。

（4）枕头坝二级水电站建设后，将对工程河段水生生境形成进一步阻隔影

响，在下游沙坪一级水电站同步建设的情况下，现有枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾之间约 17km 天然流水河段将不复存在，工程建设对河段水生生态将产生进一步累积影响。为减缓工程建设对水生生态造成的不利影响，在充分借鉴枕头坝一级及沙坪二级鱼道运行经验的基础上，工程开展了过鱼设施方案设计，优化了目标过鱼种类，下阶段在专项设计中，将进一步优化诱鱼设施、鱼道结构、运行管理等具体内容，以不断提升工程过鱼设施效果。此外，工程还依托已建成的黑马鱼类增殖站二期工程开展人工增殖放流，以进一步补充影响河段鱼类资源量。为补偿水库蓄水对干流天然流水生境的影响，在对坝址上下游支流生境进行深入调查的基础上，经过多方面的技术比选论证，选择将库区右岸库尾附近支流江沟河口以上 1km 范围作为鱼类栖息生境保护范围，并同步开展河口及河道微生境修复工作，为鱼类营造栖息繁殖生境条件。通过以上措施，可以有效减缓工程建设对水生生态造成的不利影响。

（5）枕头坝二级坝址位于金口河城区上游，邻近金口河区人民医院、检察院、养老院等敏感点，工程施工期造成的扬尘及噪声影响问题也是本次评价关注的重点内容。工程施工期间主要大气污染影响来源为砂石料加工系统、混凝土拌合系统及道路运输等产生的粉尘，根据环境空气预测模拟结果，在采取有效的扬尘控制措施后，施工区附近受影响的敏感点 TSP 浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，工程施工对金口河城区的大气影响处于可接受程度内。根据噪声预测模拟结果，砂石料加工系统、混凝土拌合系统、大坝施工作业区、弃渣场施工作业区等主要施工区域场界环境噪声均存在不同程度超标情况，金口河人民医院、检察院、养老院等敏感点声环境质量也有不同程度超标情况，工程施工对区域声环境质量有较大影响。为减缓工程施工对区域声环境质量产生的不利影响，工程主要采取了主要噪声源封闭及吸声、降噪措施，在主要施工区及敏感点附近设置临时声屏障，针对超标敏感点采取专门防护措施，在施工区域设置声环境质量实时监测装置及显示牌等措施。

5、主要评价结论

根据以上分析，枕头坝二级水电站开发建设符合《长江流域综合规划（2012-2030 年）》、《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及审查意见要求；工程建设不涉及生态保护红线，符合四川省“三线一

单”管控要求；由于工程河段上下游的瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、枕头坝二级等水电站开发建设，已经对工程河段水文情势、水温、水生生态等造成了一定影响，但以上工程在建设过程中同步开展了生态流量泄放、过鱼、鱼类增殖放流、栖息地保护等减缓措施，并且取得了明显效果；枕头坝二级水电站属于径流式低水头电站，工程开发建设对区域环境的不利影响主要来自于进一步加剧河段水生生境阻隔，以及施工期间大气及噪声污染，在水文情势、水温、水质等方面不会造成进一步累积性影响。工程在采取报告书提出的生态流量泄放、过鱼设施、人工增殖放流、栖息地保护、大气及噪声污染防治、陆生生态保护等减缓措施后，总体上可保证工程产生的施工期环境影响可接受、运行期河段生态功能不降低、鱼类资源不下降。总体来看，工程建设社会效益显著，在有效落实报告书提出的各项环境保护措施的前提下，工程建设的不利环境影响可得到减缓。从环境保护角度分析，工程建设可行。

在开展《四川省大渡河枕头坝二级水电站环境影响报告书》编制工作过程中，得到了生态环境部、水电水利规划设计总院、四川省生态环境厅以及国电大渡河流域水电开发有限公司的大力支持和帮助；项目所在市（区）政府、生态环境局、自然资源局、水务局、住房和城乡住建局、文化体育和旅游局、统计局等单位也提供了多方面的支持和帮助。在此，对上述指导、关心、帮助和支持本项工作的单位、专家致以诚挚的谢意！

目　　录

概　述 i
1 总则 1
1.1 任务由来 1
1.2 评价目的及原则 1
1.3 编制依据 1
1.4 评价工作等级 7
1.5 评价范围 12
1.6 评价标准 13
1.7 评价重点 17
1.8 评价因子 18
1.9 环境保护目标 19
1.10 环境影响评价程序 24
2 工程概况 26
2.1 流域概况及水电开发现状 26
2.2 工程概况 52
2.3 工程布置及主要建筑物 57
2.4 工程施工规划 60
2.5 建设征地及移民安置 75
2.6 工程运行 76
3 工程分析 78
3.1 工程建设必要性 78
3.2 工程符合性及协调性分析 78
3.3 工程方案环境合理性分析 84
3.4 工程影响源分析 93
4 环境现状 105
4.1 自然环境概况 105
4.2 水生生态 110
4.3 陆生生态 162
4.4 区域环境质量现状调查及监测 204
4.5 社会环境 230
4.6 区域主要环境问题 231
5 工程河段水电开发环境影响回顾性评价 233
5.1 水文情势影响回顾 233
5.2 水环境影响回顾 240
5.3 水生生态影响回顾 245
5.4 陆生生态影响回顾 248
5.5 回顾评价结论 257
6 环境影响预测评价 259
6.1 水文情势影响预测 259
6.2 地表水环境影响预测 286
6.3 地下水影响预测 314
6.4 生态环境影响预测 316

6.5 环境空气影响预测.....344
6.6 声环境影响预测.....356
6.7 固体废物影响评价.....373
6.8 土壤环境影响评价.....374
6.9 景观环境影响评价.....375
6.10 移民安置环境影响评价.....376
6.11 社会环境影响评价.....377
7 环境保护措施及技术经济论证.....378
7.1 设计原则及总体布局.....378
7.2 水文情势影响减缓措施.....379
7.3 地表水环境保护措施.....382
7.4 地下水环境保护措施.....403
7.5 水生生态保护措施.....403
7.6 陆生生态保护措施.....443
7.7 大气环境保护措施.....451
7.8 声环境保护措施.....458
7.9 固体废物处置措施.....471
7.10 移民安置影响减缓措施.....472
7.11 景观保护及提升措施.....473
7.12 社会环境保护措施.....493
8 环境管理、监理与监测.....494
8.1 环境管理.....494
8.2 环境监理.....501
8.3 环境监测.....508
8.4 环境影响后评价.....519
9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析.....521
9.1 环境保护投资概算.....521
9.2 环境影响经济损益分析.....523
10 环境风险分析.....526
10.1 评价依据.....526
10.2 环境敏感目标概况.....526
10.3 环境风险识别.....527
10.4 环境风险分析.....527
10.5 环境风险防范措施及应急要求.....528
11 评价结论及建议.....533
11.1 流域及工程概况.....533
11.2 环境准入概况.....537
11.3 环境质量现状.....537
11.4 水电开发环境影响回顾性评价.....539
11.5 环境影响.....541
11.6 环境保护措施及投资.....546
11.7 总体结论.....549
11.8 建议.....549

1 总则

1.1 任务由来

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，受建设单位国电大渡河流域水电开发有限公司的委托（见附件 13），我公司承担四川省大渡河枕头坝二级水电站工程环境影响评价工作。

1.2 评价目的及原则

根据枕头坝二级水电站工程特性及工程所在地区的环境特点、国家相关法律法规要求，确定本项目环境影响评价的主要目的如下：

（1）掌握工程建设及其影响区域环境现状及发展趋势，提出主要环境问题，明确环境保护目标。

（2）分析工程建设与国家及地方法律法规、相关政策、流域水资源开发利用规划、生态环境保护规划、环境功能区划等相关规划的协调性和符合性，从预防保护角度提出环境优化调整要求及限制条件。

（3）预测、评价工程施工、移民安置等工程活动及工程运行对环境造成的不利影响，在此基础上制定科学有效的环境影响预防减缓对策措施，充分发挥工程经济效益、社会效益及环境效益，促进工程所在区域环境的良性循环。

（4）从环境保护角度论证工程建设的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.3 编制依据

1.3.1 法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015.1）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2019.1）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016.7）；

（4）《中华人民共和国防洪法》（2016.7）；

（5）《中华人民共和国水土保持法》（2011.3）；

（6）《中华人民共和国水污染防治法》（2018.1）；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10）；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018.12）；

（9）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2019.6）；

（10）《中华人民共和国森林法》（2017.11）；

（11）《中华人民共和国野生动物保护法》（2018.10）；

（12）《中华人民共和国土地管理法》（2004.8）；

（13）《中华人民共和国渔业法》（2013.12）；

（14）《中华人民共和国可再生能源法》（2010.4）；

（15）《中华人民共和国节约能源法》（2018.10）；

（16）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.1）；

（17）《中华人民共和国传染病防治法》（2013.6）；

（18）《建设项目环境保护管理条例》（2017.10）；

（19）《中华人民共和国河道管理条例》（2017.10）；

（20）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014.7）；

（21）《中华人民共和国水土保持法实施条例）》（2011.1）；

（22）《土地复垦条例》（2011.3）；

（23）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016.2）；

（24）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013.12）；

（25）《中华人民共和国渔业法实施细则》（1987.10）；

（26）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017.10）。

1.3.2 相关政策及规范性文件

（1）《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号，2018.4）；

（2）《全国主体功能区规划》（国发[2010]46 号，2011.6）；

（3）《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的批复》（国函[2011]167 号，2011.12）；

（4）《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（2018.6）；

（5）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共办公厅、国务院办公厅，2017.2）；

（6）《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，2018.10）；

（7）《全国生态功能区划（修编版）》（原环境保护部公告 2015 年第 61 号，2015.11）；

（8）《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环环评[2018]11 号，2018.1）；

（9）《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，2015.12）；

（10）《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，2016.10）；

（11）《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，2014.5）；

（12）《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》（环规财[2017]88 号，2017.7）；

（13）《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，2013.8）；

（14）《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，2012.7）；

（15）《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，2012.8）；

（16）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号，2019.1）；

（17）《国家重点保护野生动物名录（调整）》（国家林业局令第 7 号，2003.2）；

（18）《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（国家林业局农业部令第 53 号，2001.8）；

（19）《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令第 20 号，2009.5）；

（20）《长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》（农长渔发〔2019〕1 号，2019.1）。

1.3.3 地方法规及规范性文件

（1）《四川省环境保护条例》（四川省人大，2018.1）；

（2）《四川省<中华人民共和国环境影响评价法>实施办法》（四川省人大2019.9）；

（3）《四川省河道管理实施办法》（四川省人民政府令第40号，1994.1）；

（4）《四川省〈中华人民共和国渔业法〉实施办法》（2016.11）；

（5）《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》（2009.3）；

（6）《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（2012.9）；

（7）《四川省重点保护野生动物名录》（1990.3）

（8）《关于公布〈四川省新增重点保护野生动物名录〉的通知》（川府发[2000]37号）；

（9）《四川省生态功能区划》（2010.7）；

（10）《关于印发四川省主体功能区规划的通知》（川府发[2013]16号，2013.4）；

（11）《关于划分水土流失重要防治区的公告》（四川省人民政府，1998.12）；

（12）《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的实施意见》（中共四川省委 四川省人民政府，2018.11）；

（13）《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发[2018]24 号，2016.9）；

（14）《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，2016.10）；

（15）《关于印发〈促进水电建设与旅游开发融合发展的指导意见〉的通知》（川发改能源[2019]66号，2019.2）；

（16）《长江经济带战略环境评价乐山市“三线一单”文本》（阶段成果）（2019.1）

（17）其他四川省有关环境保护的法规及规范性文件。

1.3.4 技术导则与规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》（HJ 2.1-2016）

（2）《环境影响评价技术导则　地面水环境》（HJ2.3-2018）

（3）《环境影响评价技术导则　地下水环境》（HJ610-2016）

（4）《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2009）

（5）《环境影响评价技术导则　大气环境》（HJ2.2-2018）

（6）《环境影响评价技术导则　土壤环境（试行）》（HJ964-2018）

（7）《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ19-2011）

（8）《环境影响评价技术导则　水利水电工程》（HJ/T88-2003）

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）

（10）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）

（11）《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）

（12）《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）

（13）《环境空气质量监测规范（试行）》（原国家环保总局，公告 2007 年第 4 号）

（14）《环境噪声监测技术规范 城市声环境常规监测》（HJ 640-2012）

（15）《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）和《城市区域环境振测量方法》（GB10071-88）

（16）《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）

（17）《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）

（18）《水电工程水生生态调查与评价技术规范》（NB/T10079-）

（19）《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》（NB/T 10080-2018）

（20）《水电工程水温计算规范》（NB/T 35094-2017）

（21）《水电工程生态流量计算规范》（NB/T35091-2016）

（22）《水电工程过鱼设施设计规范》（NB/T 35054-2015）

（23）《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T35037-2014）

（24）《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）

1.3.5 相关技术报告及文件

（1）《长江流域综合规划》（水利部长江水利委员会，2012.11）

（2）《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告（第一阶段成果）》（原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院，2012.9）及原环境保护部意见（环函[2012]230 号）

（3）《四川省大渡河干流水电规划调整报告》（原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院，2005.7）及审查意见（川办函[2004]196 号）；

（4）《四川省大渡河干流水电规划调整环境影响报告书》（原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院，2005.11）及审查意见（川环建函[2005]472 号）；

（5）《大渡河水电规划水生生态及水生生物多样性调查与评价报告》（四川省水产研究所，2005.3）

（6）《大渡河流域水电规划陆生生态影响评价报告》（四川大学生命科学学院、原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院，2005.12）

（7）《大渡河中游河段枕头坝梯级（深溪沟厂址～沙坪电站库尾河段）开发方式研究报告》（原中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院，2007.2）

（8)《四川省大渡河枕头坝～沙坪河段水电开发方式研究环境影响报告书》（原中国水电顾问集团华东勘测设计研究院，2009.3）及审查意见（川环函[2009]387 号）

（9）《大渡河枕头坝二级水电站预可行性研究勘测设计科研大纲》，（原中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院，2007 年 7 月）；

（10）《四川省大渡河枕头坝一级水电站环境影响报告书》（原中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院，2011.1）及批复（环审[2011]136 号）

（11）《四川省大渡河沙坪二级水电站环境影响报告书》（原中国水电顾问集团华东勘测设计研究院，2011.1）及批复（环审[2011]134 号）

（12）《四川省大渡河枕头坝一级水电站鱼道工程专项设计报告》（原中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院，2012.6）及审查意见（水电规环保[2012]32 号）

（13）《大渡河枕头坝一级水电站鱼道工程过鱼效果研究报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.3）

（14）《四川省大渡河沙坪二级水电站鱼道设计研究专题报告》（原中国水电顾问集团华东勘测设计研究院，2012.3）及审查意见（水电规环保〔2013〕6 号）

（15）《大渡河沙坪二级水电站鱼道工程诱鱼及过鱼效果研究》（武汉中科瑞华生态科技股份有限公司，2019.3）

（16）《大渡河枕头坝至沙坪河段鱼类栖息地保护方案建议报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院，2014.12）

（17）《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》及验收意见（川环验[2017]151 号）

（18）《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》及验收意见

（19）《乐山市金口河区总体规划（2011-2030）（2017 年版）》及批复（川建规函[2018]1058 号）

（20）《四川省大渡河枕头坝二级水电站预可行性研究报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.2）

（21）《四川省大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段坝址、坝型及枢纽布置格局专题报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.4）

（22）《四川大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.4）

（23）《四川省大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.4）

（24）《四川省大渡河枕头坝二级水电站环境影响评价大纲》（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，2019.4）

（25）《关于报送<四川省大渡河枕头坝二级水电站环境影响评价大纲咨询报告>的函》（水电咨环保[2019]15 号）

（26）其它有关设计资料

1.4 评价工作等级

1.4.1 地表水环境

工程施工期产生污废水，运行期对河道水文情势产生影响，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本工程地表水环境影响属于水污染影响型（施工期）和水文要素影响型（运行期）两者兼有的复合影响。

施工期，本工程高峰期污废水产生量约 11886m³/d，污废水经处理后优先回用，因此，在正常状况下基本不存在工程直接排放污废水的情况。根据《环境影

响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）表 1，按照水污染影响型建设项目判定本项目水环境评价等级为三级 B。

运行期，本工程年径流量与水库总库容的比值 α 为 3515，为混合型水库结构；水库兴利库容为 0.015 亿 m^3，兴利库容占年径流量百分比 β%为 0.009%，水库无调节性能；工程过水断面宽度占用比例为 100%≥10%，根据 HJ2.3-2018 规定，本工程地表水环境评价等级为一级。

根据环评导则中“同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级”，故本工程地表水环境影响评价工作等级定确定为一级。

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）的附录 A，本工程的项目类别为III类项目；本工程所在区域不涉及集中式饮用水水源，不涉及国家或地方政府设定的地下水环境相关的其他保护区，本工程环境敏感程度为不敏感。因此，根据环评导则中评价工作等级分级表，本次地下水评价等级为三级。

表 1.4.2-1　　地下水工作等级分级表

项目类型 / 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

1.4.3 生态环境

本工程枢纽工程建设区占地总面积 210.88hm^2，水库淹没影响区 102.43hm^2，工程合计占地 108.45hm^2（1.08km^2），小于 2km^2。本工程场内主要施工道路全长 10.8km，小于 50km。工程不涉及生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）评价等级分级原则，评价等级应为三级。工程拦河筑坝明显改变河段水文情势，生态环境影响评价等级应上调一级。综合以上确定生态环境评价工作等级为二级。

1.4.4 大气环境

本项目大气污染源主要来源于施工期砂石料加工、拌合系统产生、大坝施工、

道路运输等产生的粉尘，主要污染物为 TSP 及 NO_2；运行期大气污染物主要来自业主营地管理人员用餐产生的食堂油烟，对大气环境的影响甚微。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），采用 AERSCREEN 估算模型计算确定评价等级，估算模型参数选取见表 1.4.4-1，评价等级判定依据见表 1.4.4-2，计算结果见表 1.4.4-3。工程所有粉尘排放污染源中，砂石料加工系统中混凝土拌和工序排放粉尘排放的最大地面空气质量为 19.96ug/m³，最大占标率为 2.22%，确定本工程大气环境影响评价等级为二级。

表 1.4.4-1　　AERSCREEN 估算模型参数一览表

参数		取值
城市农村/选项	城市/农村	城市
	人口数（城市选项时）	2.13 万人
最高环境温度/℃		38.4℃
最低环境温度/℃		-3.4℃
土地利用类型		阔叶林地
区域湿度条件		潮湿/Wet Condition
是否考虑地形	考虑地形	■是　□否
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	□是　■否
	岸线距离/km	/
	岸线方向/°	/

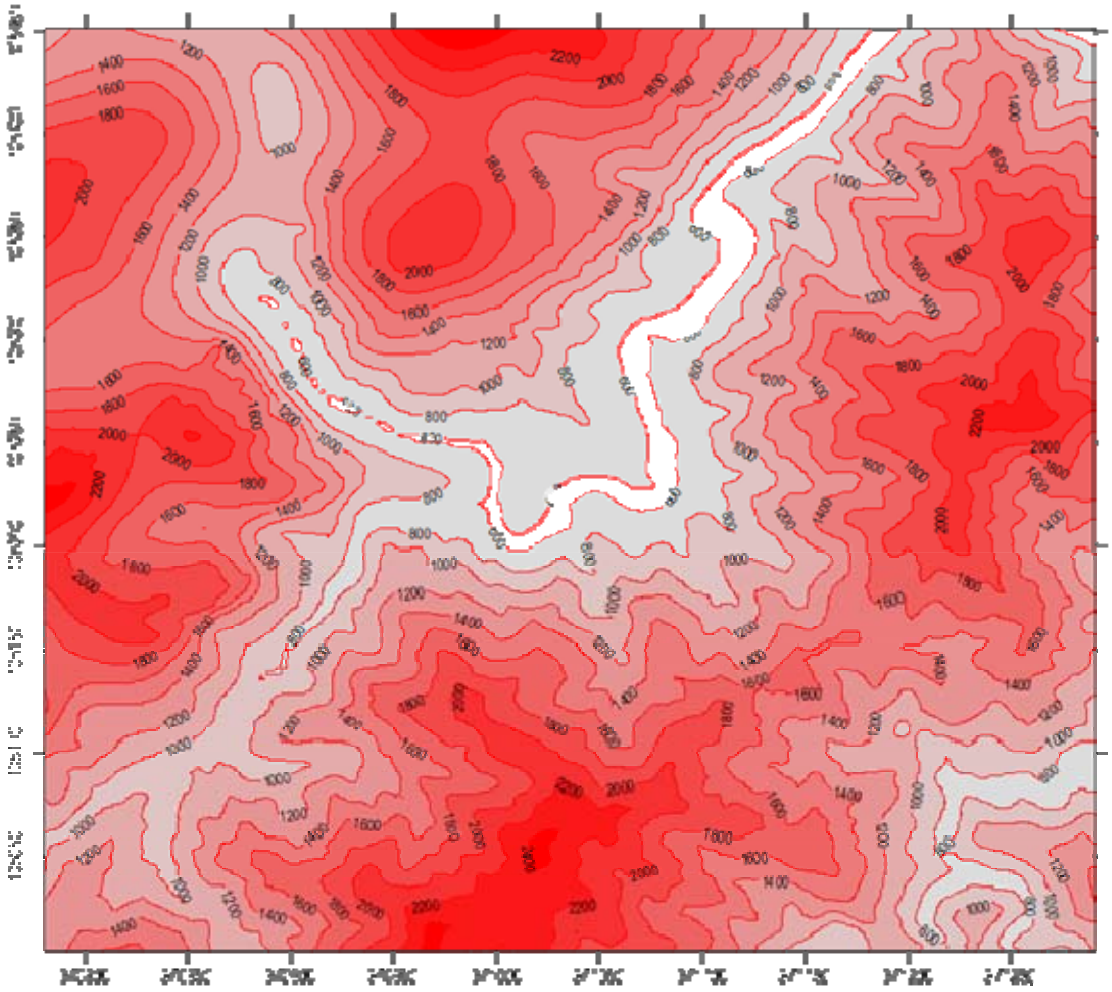


图 1.4.4-1　　评价区地形图

表 1.4.4-2　　大气环境评价等级判定表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	P_{max}≥10%
二级评价	1%≤P_{max}＜10%
三级评价	P_{max}＜1%

表 1.4.4-3　　主要污染源估算模型计算结果一览表

下方向距离	砂石料加工粗破工序		砂石料加工中破工序		砂石料加工细破工序	
	小时质量浓度（ug/m³）	小时浓度占标率（%）	小时质量浓度（ug/m³）	小时占标率（%）	小时质量浓度（ug/m³）	小时占标率（%）
10	2.7974	0.31%	2.9352	0.33%	2.958	0.33%
25	15.545	1.73%	12.553	1.39%	14.625	1.63%
50	15.186	1.69%	10.336	1.15%	13.119	1.46%
75	13.699	1.52%	9.3239	1.04%	11.834	1.31%

100	14.662	1.63%	9.9794	1.11%	12.666	1.41%
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
300	6.1734	0．69%	4.2018	0.47%	5.333	0.59%
400	4.5123	0.50%	3.0712	0.34%	3.898	0.43%
600	2.7636	0．31%	1.9638	0.20%	2.4516	0.27%
800	2.083	0.23%	1.4302	0.16%	1.8201	0.20%
下风向最大浓度及占标率	16.863	1.87%	13.871	1.54%	15.614	1.73%
D10%最远距离	18m	/	20m	/	21m	/
下方向距离	混凝土拌和站 1（240 m³/h）		混凝土拌和站 2（90 m³/h）			
	小时质量浓度（ug/m³）	小时浓度占标率（%）	小时质量浓度（ug/m³）	小时占标率（%）		
10	0.8946	0.10%	0.49162	0.05%		
25	18.667	2.07%	9.1584	1.02%		
50	11.433	1.27%	5.1339	0.57%		
75	18.706	2.08%	7.0149	0.78%		
100	14.438	1.60%	5.4143	0.60%		
.....	.....	.....	.....	.....		
300	12.225	1.36%	4.0351	0.51%		
400	9.501	1.06%	3.563	0.40%		
600	6.460	0.68%	2.3073	0.26%		
800	4.365	0.48%	1.6368	0.18%		
下风向最大浓度及占标率	19.96	2.22%	9.1622	1.02%		
D10%最远距离	83	/	24m	/		

1.4.5 声环境

本工程施工期噪声主要来自开挖爆破、砂石料加工系统、交通运输，施工噪声造成敏感目标处噪声增高量在 5dB 以上，受噪声影响人口数量较多；运行期主要噪声源为枢纽区发电厂房噪声，经预测分析，对声环境质量影响小于 3dB。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）有关规定，本工程声环境影响评价工作等级确定为一级。

1.4.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本工程属于生态影响型项目，是附录 A 中的 II 类项目；所在地干燥度约为 1.44（多年平均蒸发量 1209mm，多年平均降雨量 837.5mm）工程所在的地区土壤含盐量＜2g/kg，

pH 在 5.5～8.5 之间，地下水水位埋深在 3m 左右，土壤环境属于不敏感程度。根据评价工作等级划分表，本工程土壤环境影响评价工作等级定为三级。

1.4.7 环境风险

根据《假设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），对工程环境风险潜势进行初步判断，并按照附录 B 中的要求对本项目的危险物质进行对比分析。本项目存在潜在的事故风险和环境风险主要包括：油库环境风险，风险源 Q 值小于 1，风险潜势为 1，评价工作等级为简单分析。

1.5 评价范围

根据相关导则综合确定枕头坝二级水电站工程环境影响评价范围，详见表 1.5-1。

表 1.5-1　　枕头坝二级水电站环境影响评价范围表

环境要素	评价范围
地表水环境	水文情势影响评价范围为：上游已建深溪沟水电站坝址至下游拟建沙坪一级水电站坝址，评价河段总长 36km。
	水质影响评价范围为：上游已建枕头坝一级水电站坝址至下游拟建沙坪一级水电站坝址及区间主要支流江沟，干流评价河段总长 15km。
地下水环境	主要为工程枢纽、施工临时设施、移民安置区所在范围，本工程为三级评价，调查范围≤6km²。
水生生态	水生生态影响重点评价范围为：工程上游已建枕头坝一级水电站库尾（深溪沟坝址）至下游沙坪二级水电站坝址及区间主要支流江沟、金口河（含支流野牛河、顺水河），干流评价河段总长 45km。考虑到工程河段回顾性评价工作需要，将水生生态总体评价范围延伸至下游已建龚嘴水电站坝址及区间主要支流，干流评价河段总长 91km。
陆生生态	枕头坝一级水电站坝址至枕头坝二级下游河道整治河段末端之间两岸第一道山脊线内的区域及施工区和移民安置区，重点评价水库淹没区、施工占地区和移民安置区。评价范围总面积 4039.85hm²。
大气环境	总体以坝址施工区为中心，边长为 5km 的矩形区域，并考虑大渡河两岸峡谷地形限制。
声环境	施工期：弃渣场、砂石料加工、混凝土拌和及大坝施工区红线外 400m，其余施工设施周边红线外 200m 范围，重点是周围居民点、学校、行政企事业单位等。 运行期：枢纽区场界外侧 200m 范围。
土壤环境	工程枢纽及施工占地范围、水库淹没范围、迁移人口安置区及其周边 1km 内。

1.6 评价标准

根据《乐山市生态环境局关于四川省大渡河枕头坝二级水电站工程环境影响评价标准的函》（乐市环函[2019]319 号），本项目采用的评价标准如下：

1.6.1 环境质量标准

（1）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。

表 1.6.1-1　　地表水环境质量标准一览表（摘录）　　单位：mg/L

项目	标准限值	项目	标准限值
pH（无量纲）	6～9	砷	≤0.05
溶解氧	≧5	汞	≤0.0001
化学需氧量（COD）	≤20	硒	≤0.01
五日生化需氧量（BOD_5）	≤4.0	石油类	≤0.05
氨氮（NH_3-N）	≤1.0	挥发酚	≤0.005
总磷（以 P 计）	≤0.2	六价铬	≤0.05
高锰酸盐指数	≤6	硫化物	≤0.2
总氮	≤1.0	氰化物	≤0.2
铜	≤1.0	氟化物	≤1.0
锌	≤1.0	阴离子表面活性剂	≤0.2
镉	≤0.005	粪大肠杆菌	≤10000（个/L）
铅	≤0.05		

（2）地下水：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

表 1.6.1-2　　地下水环境质量标准一览表（摘录）　　单位：mg/L

项目	标准限值	项目	标准限值
pH	6.5~8.5	氟化物（以 F^-计）	≤1.0
钾	/	镉	≤0.005
钠	≤200	铁	≤0.3
钙	/	锰	≤0.10
镁	/	溶解性总固体	≤1000
碳酸根	/	高锰酸盐指数	≤3.0
碳酸氢根	/	总大肠菌群	≤3.0
氯化物（以 Cl^-计）	≤250	粪大肠菌群	/
硫酸盐（以 $SO4^{2-}$计）	≤250	磷酸盐	/
氨氮	≤0.50	林丹	≤0.00200
硝酸盐（以 N 计）	≤20.0	滴滴涕	≤0.00100
亚硝酸盐（以 N 计）	≤1.00	环氧七氯	≤0.00040

挥发酚	≤0.002	敌敌畏	≤0.00100
氰化物	≤0.05	敌百虫	/
砷	≤0.01	内吸磷	/
汞	≤0.001	乐果	≤0.0800
六价铬	≤0.05	甲基对硫磷	≤0.0200
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	≤450	马拉硫磷	≤0.250
铅	≤0.01	对硫磷	/
备注： pH 无量纲，粪大肠菌群、总大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。“/”表示无标准限值。			

（3）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

表 1.6.1-3　　环境空气质量标准一览表（摘录）　　单位：μg/m³

项目	取样时间	标准值（二级）
SO_2	日平均	150
	1 小时平均	500
NO_2	日平均	80
	1 小时平均	200
TSP	24h	300
PM_{10}	日平均	150

（4）声环境：声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，交通干线两侧 35m 范围内执行 4a 类标准；

表 1.6.1-4　　声环境质量标准一览表（摘录）　　单位：dB（A）

类　别	昼　间	夜　间
2 类标准	60	50
4a 类	70	55

1.6.2 污染物排放标准

（1）废水：施工期和运行期污废水排放执行《污水综合放标准》（GB8798-1996）一级标准。鉴于工程区河段穿过金口河城区，水质压力较大，工程废污水应优先经处理回用不外排。

表 1.6.2-1　　污水综合排放标准一览表（摘录）　　单位：mg/L

项目	标准限值	项目	标准限值
pH	6～9	总锰	2.0
悬浮物	70	有机磷农药	不得检出
BOD_5	30	总汞	0.05

COD	100	烷基汞	不得检出
石油类	10	总镉	0.1
动植物油	20	总铬	1.5
挥发酚	0.5	六价铬	0.5
硫化物	1.0	总砷	0.5
磷酸盐	0.5	总铅	1.0
硝基苯类	2.0	总镍	1.0
总铜	0.5	总铍	0.005

（2）废气：施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）表 2 中的无组织排放浓度限值。

表 1.6.2-2　　大气污染物排放标准一览表（摘录）　　单位：mg/m³

项目	无组织排放监控浓度限值
TSP	1.0
NO_2	0.12
SO_2	0.4

（3）噪声：施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）限值，运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348－2008）中 2 类标准。

表 1.6.2-3　　噪声排放标准一览表　　单位：dB（A）

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）		《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348－2008）	
时段	标准限值	时段	标准限值
昼间	70	昼间	60
夜间	55	夜间	50

（4）固体废物：一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置的污染控制标准》（GB18599－2001）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597－2001）、《环境保护图形标志固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2－1995）。

（5）土壤：执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）。

表 1.6.2-4　　农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）　　单位：mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5≤pH≤6.5	6.5≤pH≤7.5	pH＞7.5
1	镉	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	其他	40	40	30	25
4	铅	其他	70	90	120	170
5	铬	其他	150	150	200	250
6	铜	其他	50	50	100	100

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。

②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

表 1.6.2-5　　建设用地土壤污染风险筛选值（基本项目）　　单位：mg/kg

污染物项目	筛选值		污染物项目	筛选值	
	第一类用地	第二类用地		第一类用地	第二类用地
砷	20①	60①	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5
镉	20	65	氯乙烯	0.12	0.43
铬（六价）	3.0	5.7	苯	1	4
铜	2000	18000	氯苯	68	270
铅	400	800	1,2-二氯苯	560	560
汞	8	38	1,4-二氯苯	5.6	20
镍	150	900	乙苯	7.2	28
四氯化碳	0.9	2.8	苯乙烯	1290	1290
氯仿	0.3	0.9	甲苯	1200	1200
氯甲烷	12	37	间二甲苯+对二甲苯	163	570
1,1-二氯乙烷	3	9	邻二甲苯	222	640
1,2-二氯乙烷	0.52	5	硝基苯	34	76
1,1-二氯乙烯	12	66	苯胺	92	260
顺-1,2-二氯乙烯	66	596	2-氯酚	250	2256
反-1,2-二氯乙烯	10	54	苯并[a]蒽	5.5	15
二氯甲烷	94	616	苯并[a]芘	0.55	1.5
1,2-二氯丙烷	1	5	苯并[b]荧蒽	5.5	151
1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	苯并[k]荧蒽	55	151
1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	䓛	490	1293
四氯乙烯	11	53	二苯并[a,h]蒽	0.55	1.5
1,1,1-三氯乙烷	701	840	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15
1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	萘	25	70
三氯乙烯	0.7	2.8			

注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或者低于土壤环境背景值水平的，不纳入污染地块管理。

1.6.3 生态环境

（1）生态环境以不减少区域内珍稀濒危动植物种类和不破坏生态系统完整性为标准。

（2）水土流失以不改变土壤侵蚀类型为标准。

1.7 评价重点

根据工程河段水电开发现状、环境特征及拟建枕头坝二级水电站工程特点分析，确定本项目评价重点为：

（1）深入回顾上游主要控制性梯级瀑布沟水电站及工程河段已建的深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级水电站开发建设对区域水文情势、水环境、水生生态、陆生生态等造成的实际影响，并对目前采取的生态流量泄放措施、过鱼设施、鱼类增殖放流、栖息地保护、生态恢复等措施的实施效果进行评估，分析现有环保措施的有效性，总结取得的环境保护经验教训，以科学指导枕头坝二级水电站等后续梯级开发建设。

（2）结合枕头坝二级水电站工程特点及运行方式，在回顾性评价工作基础上，分析评价上游瀑布沟、深溪沟、沙坪一级电站与本工程联合运行条件下，对工程河段水文情势的累积性影响，并根据生态环境保护要求对上游梯级运行方案提出优化建议。

（3）工程建设对水生生态的影响，重点是大坝阻隔、水库蓄水及工程运行对河段水生生境条件的累积性影响，分析评价工程对鱼类资源及河段生态功能的影响。

（4）结合工程河段已建梯级的过鱼设施运行经验及效果、增殖放流、生态流量泄放措施等主要环保措施经验，深入开展过鱼设施、栖息地保护、生态流量保障措施等重点环保专项设施的技术经济可行性及方案论证，进一步提升环保措施效果。

（5）预测评价工程施工期扬尘、噪声对周边敏感点及区域环境质量造成的影响，根据预测结果采取有针对性的污染影响减缓措施，强化绿色施工管控要求，确保施工期间区域环境质量可控。

1.8 评价因子

本工程主要环境影响评价因子见表 1.8-1。

表 1.8-1　　本工程主要环境影响评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	预测评价因子
施工期	声环境	等效连续 A 声级（L_{Aeq}）	等效连续 A 声级（L_{Aeq}）
	大气环境	SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}	TSP
运行期	地表水环境	水面面积、水量、水温、径流过程、水位、水深、流速	水面面积、水量、水位
		水温（℃）、pH 值、溶解氧、透明度、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、总磷、总氮、铜、锌、镉、铅、砷、汞、硒、石油类、挥发酚、六价铬、硫化物、氰化物、氟化物（以 F-计）、阴离子表面活性剂、悬浮物（SS）、粪大肠菌群（个/L）、叶绿素 a	COD、NH_3-N、TP、TN
	地下水环境	pH、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、粪大肠杆菌、磷酸盐、林丹、滴滴涕、环氧七氯、敌敌畏、敌百虫、内吸磷、乐果、甲基对硫磷、马拉硫磷、对硫磷	类比分析
	土壤环境	包括《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）基本项目、pH 值	定性评价
	生态环境	水生生态：浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物、鱼类； 陆生生态：动植物区系、植被类型、物种多样性、珍稀濒危保护动植物、古树名木、外来入侵植物、生态系统类型、景观生态、生态敏感区。	水生生态：浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物、鱼类； 陆生生态：动植物区系、植被类型、物种多样性、珍稀濒危保护动植物、古树名木、外来入侵植物、生态系统类型、景观生态、生态敏感区。

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境功能保护目标

（1）大气环境和声环境

施工期：做好各项防治工作，减小施工建设对敏感保护目标的影响。保护区域环境空气质量不因施工而下降，环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；保护施工区声环境，施工场地边界的声环境质量不超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的相应标准，枢纽区周边敏感目标声环境不超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类及 4a 类标准。

运行期：评价区域环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，厂界噪声要求达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（2）地表水环境

合理开发利用和保护水资源，保障库区红华实业用水需求，减少工程实施对水资源利用的不利影响。保护评价河段水环境，水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水标准，工程涉及水域水质满足水域基本功能要求。

（3）地下水环境

本工程评价范围无特殊地下水资源保护区等敏感对象，地下水环境保护目标水质不低于现状。

（4）生态环境

1）陆生生态

①维护工程影响区生态系统的完整性和稳定性；②严格控制施工占地，开展施工迹地生态修复，尽量减小工程建设对评价区植被植物的破坏程度；③保护当地野生陆生动植物，禁止引进外来物种，维护评价区陆生生物多样性。

2）水生生态

①维持工程河段水生生态功能，修复鱼类受损栖息生境；②选择适宜过鱼设施，降低工程建设对鱼类的阻隔影响；③制定适宜增殖放流方案，补充工程影响河段鱼类资源，维护评价区水生生态平衡。

（5）土壤环境

保护工程建设及淹没影响区土壤环境，不因工程建设造成土壤环境质量下降，维持地表植被生长所需的基本条件。

（6）景观环境

提升运行期枕头坝二级水电站的景观吸引力，打造景观化、生态化、科普化和旅游化的水电工程。

（7）移民安置环境

移民安置和专项复建过程中采取各项环保措施，减少对周边环境和生态的影响。

1.9.2 环境敏感保护目标

根据设计方案和现场调查、收集资料分析，本工程环境敏感保护目标主要分为大气环境、声环境、水环境、水生生态、陆生生态和社会环境，具体见表 1.9.2-1～1.9.2-3。.

表 1.9.2-1　　枕头坝二级水电站环境敏感保护目标一览表

环境要素	环境敏感保护对象	与工程的位置关系	规模及特征	主要影响源	保护要求
水文情势	下游河段生态流量	坝址下游与沙坪一级水电站库尾之间的回水变动区		工程运行	维持最小下泄流量不低于 327m^3/s
水环境	库区及坝下河段水质	枕头坝一级坝址至沙坪一级坝址之间 15km 河段		工程运行及施工期废污水排放、河道整治影响	确保工程影响河段满足（GB3838-2002）III 类水质
水生生态	珍稀保护及特有鱼类	评价河段干流及支流江沟、金口河	16 种具有保护价值的鱼类：四川省级保护鱼类有 5 种，列入《中国濒危动物红皮书》易危种（VU）有 1 种列入《中国物种红色名录》有 4 种，长江上游特有鱼类 14 种，详见表 1.9.2-3	大坝阻隔及水库蓄水，改变水生生境条件，影响坝址上下游鱼类种群交流	维持河段水生生态功能降低，鱼类资源数量不下降
	鱼类产卵场	工程影响河段未发现成规模的鱼类产卵场分布，相对较为集中的有坝址上游 5km 库尾、江沟汇口、坝址下游 5km 等三处	均为产粘沉性卵鱼类产卵场，规模较小（最大产卵场长度 100m）、分布较为分散；随着丰枯年的不同，河流水文条件改变，产卵场位置及规模亦随之变化。	水库淹没及工程运行影响	
陆生生态	古大树	均位于本工程占地及水库淹没区范围外，与施工场地最近距离为 110m	古树 2 种 12 株，分别为柞木、黄葛树，详见表 4.3.4-5	工程施工影响	维护陆生生态系统功能稳定，确保生物多样性不降低
	国家Ⅱ级重点保护野生动物	主要分布于林木较为丰富的峡谷、支沟及高山有林地。	7 种，分别为大鲵、红腹角雉、普通鵟、雀鹰、红隼、猕猴、藏酋猴、	工程施工、水库淹没	
	四川省省级重点保护动物	主要分布于评价区内植被丰富的有林地附近	4 种，分别为尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟、豹猫		

大气环境和声环境	施工活动影响范围内的学校、医院及集中居民点	主要集中分布在坝址上游左岸的枕头坝半岛（邻近砂石料加工系统及弃渣场），坝址上游右岸的新村（邻近砂石料加工系统），坝址下游右岸的金口河区人民医院、检察院、养老院（邻近坝址施工区），以及坝址下游右岸滨河路沿河一带城区居民点（邻近河道整治河段）	大气环境敏感点情况详见表 6.5.1-1，声环境敏感点情况详见表 6.6.1-1	砂石料加工、混凝土拌合、弃渣运输及堆渣、坝址开挖及施工、河道整治施工等产生的扬尘及噪声污染	区域环境空气质量满足（GB3095-2012）二级、声环境质量满足（GB3096-2008）2 类及 4a 类标准
社会环境	乐山市金口河城区	位于坝址上下游两岸，重点是下游右岸的金口河城区	城区人口 2 万人	施工人员大量聚集对人群健康的不利影响	防止施工活动造成传染病、疫病传播
	红华实业生活用水取水口	枕头坝二级水电站坝址上游 4.4km 处左岸台地	红华实业 35#、35-1#取水泵站，35#取水高程 587m，35#-1 取水高程 589m	水库蓄水影响取水口正常取水	在原址上游 30m 处复建取水泵站，不影响取水口功能

表 1.9.2-2 **重要保护鱼类种类一览表**

序号	保护级别	种类及种数
1	四川省省级保护鱼类	5 种：鲈鲤、重口裂腹鱼、裸体异鳔鳅鮀、侧沟爬岩鳅、青石爬鮡
2	《中国濒危动物红皮书》	1 种：长薄鳅，为易危种（VU）
3	《中国物种红色名录》	4 种，其中易危种（VU）2 种：长薄鳅、鲈鲤、青鳉；濒危种（EN）1 种：白缘鮁；极危种（CR）1 种：青石爬鮡。
4	长江上游特有鱼类	14 种：分别为山鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、长鳍吻鮈、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、鲈鲤、齐口裂腹鱼、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、短身金沙鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡。

表 1.9.2-3 产沉粘性卵鱼类产卵场分布

产卵场位置	产卵鱼类	产卵场长度
枕头坝二级以上 5km 处	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮕、泉水鱼、白甲鱼、黄颡鱼、唇鲷、花鲷、鲶和大口鲶等	60m
江沟汇口		100m
沙坪一级库中桠溪村及老厂房段（枕二坝址下游约 4km）		80m
沙坪二级库中拐弯处（枕二坝址下游约 18km）		60m
核桃坪村（枕二坝址下游约 27km）		60m
马嘶溪村（枕二坝址下游约 30km）		70m
雪村（枕二坝址下游约 34km）		80m
金口河汇口（枕二坝址下游约 10km）		100m
龙池河汇口（枕二坝址下游约 40km）		80m
黑水河汇口（枕二坝址下游约 50km）		60m

1.10 环境影响评价程序

按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《环境影响评价技术导则 总纲》的要求，本工程环境影响评价工作分以下三个阶段。

（1）准备阶段

配合建设单位开展首次公众参与工作；完成工程区环境状况初步调查工作；进行初步工程分析，明确评价等级、评价范围、评价标准、评价重点和评价因子，拟定环境影响评价工作的内容、方法与计划。

（2）分析论证和预测评价阶段

对工程施工前、运行期的全过程环境影响因素、影响特征、程度进行分析与说明，并从环境保护目标出发，分析工程方案的环境合理性；开展各环境要素现状调查和监测工作；开展工程河段水电开发环境影响回顾性评价，重点对工程河段枕一、沙二梯级环境保护措施进行回顾评价，对工程河段主要环境要素环境影响进行了详细回顾。在此基础上，对本工程施工期及运行期可能产生的环境不利影响进行分析、预测与评价，特别是水环境、水生生态、施工期环境影响、陆生生态影响。

（3）报告书编制阶段

针对不利影响制定相应的环境保护措施，制定环境监测、环境管理和环境监理工作计划，进行环保投资概算和经济损益分析，配合建设单位开展二次公众参与工作，给出建设项目环境可行性的评价结论，编制完成《四川大渡河枕头坝二级水电站环境影响报告书》。

枕头坝二级水电站工程环境影响评价程序见图 1.10-1。

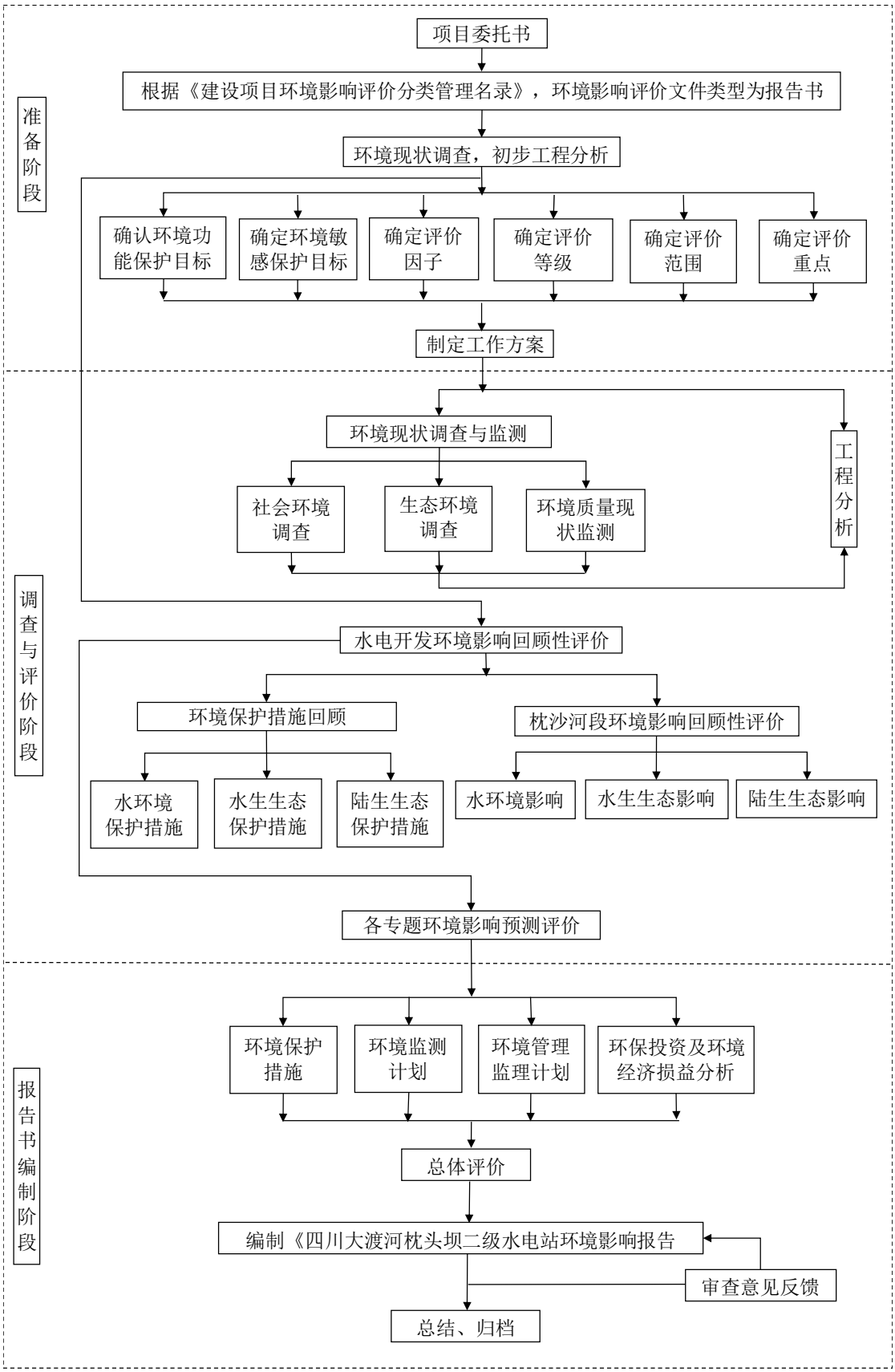


图 1.10-1　枕头坝二级水电站工程环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 流域概况及水电开发现状

2.1.1 流域概况

（1）干流

大渡河流域位于青藏高原东南边缘向四川盆地西部的过渡地带，是长江上游岷江水系最大支流，发源于青海省果洛山东南麓，主源为足木足河，次源是绰斯甲河，两源于双江口汇合后始称大渡河。干流由北向南流经金川、丹巴、泸定等县至石棉折向东流，再经汉源、峨边、龚嘴、铜街子、沙湾等地，于草鞋渡接纳青衣江后，在乐山市城南注入岷江。大渡河干流全长 1062km，天然落差 4175m，流域面积 77400km²（不含青衣江），河口多年平均流量 1500m³/s，多年平均年径流量 470 亿 m³。大渡河按河道特征及降水特性区分，一般以泸定以上河段为上游，泸定至铜街子河段为中游，铜街子以下河段为下游（附图）。

大渡河流域形状较狭长，略呈“L”型，流域平均宽度约 73km，地势总体北部高、中部隆起、西南部最高、东南部最低。大渡河河流下切剧烈，河谷深狭，落差大，水流湍急，是典型的山区型河流。其中，大金至泸定段河道平均坡降为 3.6‰；泸定至石棉段右岸流域内有贡嘎山，河谷深切，河道平均坡降 4.2‰；石棉至瀑布沟段河道迂回曲折，河道平均坡降为 2.5‰；瀑布沟至铜街子段穿行于高山峡谷中，河道平均坡降为 1.8‰；铜街子至河口段属四川盆地边缘的丘陵宽谷区，水面宽可达 400～1000m，水流较平缓，漫滩阶地比较发育，大量泥沙开始沉降，沙洲和岔流极为发育，河道平均坡降为 1.3‰。

工程河段位于大渡河中游河段，是大渡河干流水电开发最早河段，从上至下依次为深溪沟（已建）、枕头坝一级（已建）、枕头坝二级（未建）、沙坪一级（未建）、沙坪二级（已建）、龚嘴水电站（已建）。其中，本工程所处枕头坝～沙坪河段全长 52km，天然落差约 90m，平均比降 1.8‰，属于青藏高原向四川盆地过渡的高山过渡区，主要山脉属大凉山和峨眉山系，由西向东逐次降低。枕头坝～沙坪河段海拔较低，涉及金口河城区海拔约为 803m、涉及峨边县城海拔约为 761.5m，区域日照充足，气温相对较高而湿度小，降水量小而蒸发量大。

（2）主要支流

本项目评价范围所涉及大渡河支流为江沟、金口河、野牛河及顺水河，其中野牛河、顺水河为金口河的一级支流。

1）江沟

江沟系大渡河右岸一级支流，汇口位于枕头坝二级坝址上游 4km 处，流域面积 147km²，多年平均流量为 3.43m³/s。江沟干流发源于老鹰嘴，发源地高程 2675m，由西南向东北流经共安乡彝族乡诸村后，在共安彝族乡新村汇入大渡河。江沟河口高程 587.89m，河道全长 24km，平均坡降 23.9‰。

2）金口河

金口河系大渡河下游左岸一级支流，汇口位于枕头坝二级坝址下游 9.8km 处。金口河河系呈“y”字形分布，干流短而支流长，在金河镇以上分左右两支：其中右支主流为顺水河，左支为野牛河。右支顺水河发源于老贡山，发源地高程 3109m，由北至南流经永胜乡大坪村、花茨村后折向东南，流经建设村、顺河村、灯塔村，于金河镇金河市场处汇入金口河，主河道长 23km；左支野牛河发源于城墙梗，自南向北流经金河镇大杠村、吉丰村后折向西南，流经五一村，于金河镇金河市场处汇入金口河，野牛河长 19km。顺水河与野牛河汇入金口河后向南流 1.5km，于成昆铁路桥下游汇入大渡河。金口河流域面积 239km²，多年平均流量 6.4m³/s，平均坡降 81.3‰，河口高程 566m。

2.1.2 流域规划情况

（1）长江流域综合规划

根据《长江流域综合规划（2012-2030 年）》，大渡河流域治理开发与保护的主要任务是“发电、防洪、供水与灌溉、跨流域调水、航运、水资源保护和水土保持”。“初拟大渡河干流采用 3 库 29 级方案开发水能资源，总装机容量 2.39 万 MW。在水电开发中，应处理好开发与保护的关系，发挥水库综合利用效益”。根据规划，枕头坝二级为规划 29 级方案开发方案中的第 23 个梯级电站。

（2）大渡河干流规划

1）大渡河干流规划报告

1992 年，四川省人民政府以“川府函[1992]640 号” 对《大渡河干流规划报告》进行了批复（附件 1），规划河段从双江口至铜街子长约 586km，开发任务以发电为主，兼顾漂木、防洪、航运、灌溉等，推荐采用以独松和瀑布沟两个

调节水库电站为控制性工程的两库 17 级开发方案，自上而下依次为：独松、马奈、丹巴、季家河坝、猴子岩、长河坝、冷竹关、泸定、硬梁包、大岗山、龙头石、老鹰岩、瀑布沟、深溪沟、枕头坝、龚嘴（高）和铜街子，总装机容量 2150 万 kW，其中，枕头坝为规划的第 15 个梯级电站。

2）大渡河干流水电规划调整报告

2003 年 7 月，原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院编制完成《大渡河干流水电规划调整报告》；2004 年 9 月，四川省人民政府办公厅以“川办函[2004]196 号”对规划调整报告进行了批复（附件 2），规划河段从足木足河下尔呷库尾至铜街子长约 732km，开发任务以发电为主，兼顾防洪、航运、供水等，推荐采用三库 22 级开发方案，自上而下依次为：下尔呷、巴拉、达维、卜寺沟、双江口、金川、巴底、丹巴、猴子岩、长河坝、黄金坪、泸定、硬梁包、大岗山、龙头石、老鹰岩、瀑布沟、深溪沟、枕头坝、沙坪、龚嘴、铜街子，总装机 2340 万 kW，其中枕头坝为规划的第 19 个梯级电站。

（3）大渡河枕沙河段开发方式研究

2007 年 5 月，我公司编制完成《四川省大渡河枕头坝河段开发方式研究报告》（以下简称“枕头坝河段研究报告”），2007 年 6 月，水电水利规划设计总院以“水电规规[2007]0053 号”印发了《关于印送<四川省大渡河枕头坝河段水电开发方式研究报告审查意见>和<四川省大渡河沙坪河段水电开发方式研究报告审查意见>的函》（附件 3）。研究范围从深溪沟厂址至沙坪水库库尾长 24.12km，明确枕头坝河段采取枕头坝一级、二级两级堤坝式开发，其中，枕头坝一级坝址位于原规划枕头坝坝址（核桃坪坝址），正常蓄水位 624m，死水位 618m，装机容量 640MV；枕头坝二级坝址位于金口河城区上游 500m，正常蓄水位 590m，死水位 588m，装机容量 230MW。

2.1.3 流域水电开发现状

2.1.3.1 干流

根据大渡河最终规划方案，梳理了大渡河干流各梯级开发现状，见表 2.1.3-1。截止 2019 年 12 月，大渡河干流规划的 29 个水电工程中已建成运行 14 个、在建 4 个、未建工程 11 个。已建成运行工程从上游至下游依次为猴子岩、长河坝、黄金坪、泸定、大岗山、龙头石、瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级、龚

嘴、铜街子、沙湾、安谷水电站。

表 2.1.3-1　　大渡河干流各梯级电站开发现状一览表

项目	建设地点	装机规模(MW)	调节性能	开发方式	建设情况
下尔呷	阿坝	540	多年	坝式	未建
巴拉	阿坝	738.6	日	混合式	在建
达维	马尔康	300	日	坝式	未建
卜寺沟	马尔康	360	日	坝式	未建
双江口	金川、马尔康	2000	年	坝式	在建
金川	金川	800	季	坝式	在建
安宁	金川	400	日	坝式	未建
巴底	丹巴	660	日	坝式	未建
丹巴	丹巴	1100	日	混合式	未建
猴子岩	康定	1700	季	坝式	已建
长河坝	康定	2600	季	坝式	已建
黄金坪	康定	850	日	坝式	已建
泸定	泸定	920	日	坝式	已建
硬梁包	泸定	1200	日	引水式	在建
大岗山	石棉	2600	日	坝式	已建
龙头石	石棉	700	日	坝式	已建
老鹰岩一级	石棉	220	日	河床式	未建
老鹰岩二级	石棉	270	日	河床式	未建
老鹰岩三级	石棉	160	径流式	河床式	未建
瀑布沟	汉源、甘洛	3300	季	坝式	已建
深溪沟	汉源、甘洛	660	日	河床式	已建
枕头坝一级	金口河	720	径流式	坝式	已建
枕头坝二级	金口河	300	径流式	坝式	未建
沙坪一级	金口河	360	日	坝式	未建
沙坪二级	峨边	345	日	坝式	已建
龚嘴	乐山	700	周	坝式	已建
铜街子	乐山	600	日	坝式	已建
沙湾	乐山	480	日	混合式	已建
安谷	乐山	772	日	混合式	已建

根据大渡河流域水电开发现状，枕头坝二级水电站所在河段水文情势、水生生态等主要受上游控制性梯级瀑布沟水电站及已建的深溪沟、枕头坝一级及下游沙坪二级水电站影响，工程河段已建的梯级电站情况如下：

（1）瀑布沟水电站

瀑布沟水电站是大渡河干流水电开发第 20 个梯级电站，上游为规划的老鹰岩三级，下游为已建的深溪沟水电站。工程位于四川省汉源县、石棉县和甘洛县境内，是大渡河中游水电开发的控制性工程。工程开发任务以发电为主，兼有防洪、拦沙等综合利用效益。电站总装机 3600MW（600MW×6 台机组），年发

电量 147.9 亿 kW•h。工程主要由大坝、引水发电系统和尼日河引水工程等组成。坝址以上流域面积 68512km²，多年平均流量为 1230 m³/s，水库正常蓄水位 850m、死水位 790m，水库总库容 50.11 亿 m³，调节库容 38.94 亿 m³ 。水库具有季调节性能，电站通过机组发电和下游深溪沟水电站的反调节作用，保障不低于 327m³/s 的下泄流量，尼日河引水工程通过生态放水渠和泄洪闸相结合方式下泄不低于 3m³ /s 的生态基流。瀑布沟水电站于 2010 年 12 月六台机组全部投入运行。

（2）深溪沟水电站

深溪沟水电站是大渡河干流梯级开发的第 21 个梯级电站，上游为已建的瀑布沟水电站，下游为已建的枕头坝一级水电站。深溪沟电站位于大渡河中游的四川省凉山州甘洛县和雅安市汉源县境内，开发任务以发电为主，兼有对瀑布沟水电站调峰下泄流量过程进行反调节。电站总装机 660MW，多年平均年发电量 32.35 亿 kW·h。工程枢纽主要由泄洪闸、河床式厂房、泄洪冲沙洞组成。坝址以上流域面积 72900km²，多年平均流量为 1350m³/s，水库正常蓄水位 660m、死水位 655m，水库库容 0.32 亿 m³.水库具有日调节性能，当上游入库流量大于等于 3700m³/s 时，深溪沟电站坝前水位降至排沙运行水位 655m 运行；当上游入库流量小于 3700m³/s 时，电站坝前水位保持在正常蓄水位 660m 运行。平枯水期（11 月~翌年 5 月）水库进行日调节运行，电站坝前水位在 660m~655m 之间变动，电站日内运行方式以不影响下游红华实业总公司用水为前提，在下泄流量不低于 327m³/s 的条件下，尽量保持与瀑布沟水电站同步运行。2009 年 12 月深溪沟首台机组发电，2010 年 12 月正式投产运行。

（3）枕头坝一级水电站

枕头坝一级水电站是大渡河干流水电开发的第 22 个梯级电站，上游为已建深溪沟水电站，下游为规划的枕头坝二级水电站。枕头坝一级水电站位于乐山市金口河区，坝址在拟建枕头坝二级水电站坝址以上 6km 处，工程开发任务以发电为主，兼顾下游用水。电站采用堤坝式开发，电站总装机 720MW（180MW×4 台机组），年发电量 32.90 亿 kW·h。工程枢纽主要由左岸非溢流坝、鱼道、河床式厂房、泄洪闸、右岸非溢流坝组成。坝址以上流域面积 73057km²，多年平均流量为 1360m³/s，水库正常蓄水位 624m、死水位 618m，水库总库容 0.435 亿 m³，调节库容 0.145 亿 m³，正常运行时为径流式调节，遇特枯时段具反调节作

用。枕头坝一级水电站正常情况下与上游深溪沟水电站保持同步发电运行，通过基荷形式下放不小于 327m^3/s 的生态基流。2011 年 10 月工程开工，2015 年 5 月工程下闸蓄水，2015 年 8 月首台机组投产发电试运行，2015 年 12 月四台机组全部投入运行，2016 年 2 月完工。

（4）沙坪二级水电站

沙坪二级水电站是大渡河干流规划的第 25 个梯级电站，上游为规划的沙坪一级水电站，下游为已建的龚嘴水电站。沙坪二级水电站位于乐山市峨边彝族自治县，坝址在枕头坝二级水电站坝址以下 22km 处，工程开发任务为发电。电站采用河床式开发，总装机 348MW（6 台×58MW），年发电量 16.10 亿 kW·h。工程由泄洪闸、鱼道、右岸挡水坝段、河床式厂房等建筑物组成。坝址以上流域面积 73632km^2，多年平均流量为 1396m^3/s，调节库容 0.0585 亿 m^3，电站有日调节性能。2011 年 6 月工程开工；2017 年 6 月，工程下闸蓄水、首台机组发电；2018 年 9 月，最后一台机组投入运行，2019 年 8 月工程完工。

a 瀑布沟水电站

b 深溪沟水电站

c 枕头坝一级水电站

d 沙坪二级水电站

图 2.1.3-1　工程河段已建梯级

2.1.3.2 **支流**

（1）江沟

江沟流域已建成 20 座水利水电拦河设施，总装机 2.55 万 kW，开发方式均为引水式。其中最下游小水电拦河坝为大林电站（新村电站厂房位于江沟最下游、其取水口位于山顶），装机 800kW，坝址距河口 4.6km。

从建设年代上看，除龙胆溪水电站建设年代较早在 1982 年，其余各水电站均建于 1990～2010 年之间。从分布河段上看，江沟及其一级支流上共建成 20 座水电站，其中江沟干流 8 座，支流 12 座。

表 2.1.3-2　　江沟流域已建水利水电工程主要技术经济指标表

序号	坝址位置		水电站名称	投产时间	开发方式	装机容量(kW)
1	干流		新村	1990 年	引水式	6400
2			大林	2001 年	引水式	800
3			象鼻	1996 年	引水式	1580
4			大象	2001 年	引水式	5000
5			林丰	2001 年	引水式	800
6			金小佛	1998 年	引水式	1260
7			小小佛	2006 年	引水式	200
8			鑫源	1993 年	引水式	4200
9	一级支流	龙胆溪	龙胆溪	1982 年	引水式	400
10			龙竹山	1995 年	引水式	800
11			龙胆沟	2006 年	引水式	400
12		盐井溪	盐井溪	1997 年	引水式	1260
13			熊河坝	2002 年	引水式	320
14		磨坊沟	自力	1992 年	引水式	500
15			磨坊沟	1996 年	引水式	640
16		白石沟	金满	2005 年	引水式	500
17			月耳山	1997 年	引水式	1000
18		鼓尔石沟	金华	2003 年	引水式	630
19		大佛屋基沟	大窝凼	2001 年	引水式	250
20			淼淼	1997 年	引水式	500

（2）金口河（及其支流顺水河、野牛河）

金口河 1.5km 河段内已建成 3 座水电站，总装机 5.17 万 kW，年发电量开发方式均为引水式，其中，最下游为河口电站，装机 3200kW，坝址距河口 1.1km。从建设年代上看，除龙胆溪水电站建设年代较早在 1982 年，其余各水电站均建

于 1990～2010 年之间。

顺水河 23km 河段内已建成 7 座水电站，总装机 1.80 万 kW，开发方式均为引水式，其中，最下游为龙力电站，装机 400kW，年发电量 120 亿 kw·h，坝址距顺水河河口 1.2km。

野牛河 19km 河段内已建成 10 座水电站，总装机 1.65 万 kW，开发方式均为引水式，其中，最下游为红岩电站，装机 2500kW，年发电量 2.3 亿 kw·h，坝址距野牛河河口 300m。

表 2.1.3-3　　金口河已建水利水电工程主要技术经济指标表

序号	坝址位置	水电站名称	投产时间	开发方式	装机容量（kW）
1	金口河干流	河口	1988 年	引水式	3200
2		金河	1973 年	引水式	640
3		顺水河	1986 年	引水式	12000
4	顺水河（金口河主流）	龙力	2001 年	引水式	400
5		龙洞	1998 年	引水式	1260
6		狮子洞	1993 年	引水式	1500
7		飞水	1994 年	引水式	12600
8		环山	1997 年	引水式	800
9		花茨	1998 年	引水式	680
10		大坪	1998 年	引水式	800
11	野牛河（一级支流）	红岩	1996 年	引水式	2500
12		桃金	1997 年	引水式	4000
13		五一	2005 年	引水式	320
14		两溪口	2005 年	引水式	500
15		峡门关	2007 年	引水式	400
16		金岩	2003 年	引水式	320
17		金竹岗	1997 年	引水式	5630
18		吉丰	2004 年	引水式	800
19		两河口	2004 年	引水式	1500
20		莲花岩	2005 年	引水式	500

2.1.4 流域规划环评要求及环保措施实施情况

2.1.4.1 流域规划环评

（1）《大渡河干流水电规划调整环境影响报告书》

2005 年 9 月，原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院编制完成《四川省大渡河干流水电规划调整环境影响报告书》（以下简称“规划调整环评”）；同年

12 月，原四川省环保局以“川环建函[2005]472 号”印发《关于转报<四川省大渡河干流水电规划调整环境影响报告书>及审查意见的函》（附件 4）。审查意见相关要求如下：

1）对“规划调整方案”的总体评价

审查意见同意 “规划调整方案”中的梯级开发方案作为环评推荐方案，认为“实施该规划方案带来的不利环境影响可采取相应的环保措施予以控制和减缓，基本不存在重大环境制约要素”。

2）对枕沙梯级方案的评价

枕头坝与沙坪间有约 7.3km 河道未布置梯级电站，15m 水头未利用，避开了金口河镇、814 厂宿舍的淹没，同时保持了该人口较密集段原始天然河道；沙坪与龚嘴间因无合适的建坝条件和受峨边县城的控制，有 2m 水头未利用。

3）环境保护措施要求

审查意见未专门针对枕头坝梯级提出具体环境保护措施要求。

4）枕沙河段梯级布置尚存的主要问题

深溪沟～峨边河段布置的枕头坝和沙坪 2 个梯级电站存在的主要问题是：沙坪梯级主要涉及直接淹没成昆铁路 11.0km，影响成昆铁路的正常运营，负面影响较大，应结合地形、地质条件及铁路设施分布情况，进一步研究该河段开发方案的合理性，以减轻对成昆铁路的淹没影响。

5）“规划调整方案”实施要重视的主要问题

A、从全流域角度考虑实施“规划调整方案”的生态环境保护问题；建立“规划调整方案”涉及各梯级电站的统一运行调度机制；

B、建立“规划调整方案”涉及各梯级电站的统一运行调度机制；

C、强化梯级电站施工期的环境管理；

D、流域内的各行政辖区、环境功能区划、自然保护区建设、产业布局、旅游规划、区域经济社会发展规划等，要与“规划调整方案”的实施、流域（区域）的环境承载力、以及生态环境保护要求协调考虑；

E、重视及强化支流水系的生态环境与水资源保护，以及既有自然保护区、生态功能区的有效保护和规划功能的发挥；

F、在项目环评中制订具体的异地移栽方案和人工繁育种植措施，并在各相

应梯级电站水库蓄水前予以落实；

G、根据环境限制性因素的影响及环境保护要求，建议优先开发地质条件、水能指标和工程建设条件较好，环境影响和水库淹没影响较小的梯级电站；

H、建立流域管理机构。

（2）《四川省大渡河枕头坝～沙坪河段水电开发方式研究环境影响报告书》

2009 年 2 月，原中国水电顾问集团华东勘测设计研究院编制完成《四川省大渡河枕头坝～沙坪河段水电开发方式研究环境影响报告书》（以下简称“枕沙河段开发方式环评”）；同月，原四川省环境保护局以“川环函[2009]387 号”印发《关于提交<四川省大渡河枕头坝～沙坪河段水电开发方式研究环境影响报告书>审查意见的函》（附件 5）。审查意见相关要求如下：

1）对“枕头坝河段研究报告”开发方案的总体评价

枕头坝河段开发方式研究的推荐方案与上游深溪沟发电尾水衔接，充分考虑红华实业总公司生产及生活用水，坝址位于大渡河峡谷国家地质公园范围之外，不影响金口河城区。

2）环境保护措施要求

对珍稀保护鱼类、库区内的人工栽培保护植物、珍稀保护动物的影响等，分别提出了相应的修复补救性措施。对省级保护鱼类和特有鱼类提出了利用瀑布沟黑马营地鱼类增殖站进行人工增殖放流和研究的措施；对下游红华实业总公司用水提出了泄放流量的要求。

（3）《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》

2012 年 9 月，原中国水电顾问集团成都勘测设计研究院编制完成《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》（以下简称“大渡河回顾性评价报告”）；同年 9 月，原环境保护部以“环函〔2012〕230 号”印发《关于四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》（附件 6）。根据大渡河回顾性评价报告，规划河段总长度 855.5km，共布置 29 个梯级，自上而下依次为：下尔呷、巴拉、达维、卜寺沟、双江口、金川、安宁、巴底、丹巴、猴子岩、长河坝、黄金坪、泸定、硬梁包、大岗山、龙头石、老鹰岩一级、老鹰岩二级、老鹰岩三级、瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、枕头坝二级、沙坪一级、沙坪二级、龚嘴、铜街子、沙湾、安谷水电站，总装机 2628 万 kW，

工程开发任务以发电为主，兼顾防洪、航运。回顾评价推荐将 15 个尚未开发的梯级按开发时序分为三类，其中，枕头坝二级属于第一类“五个不涉及环境制约因素的”梯级之一，可适时开发。规划枕头坝二级为第 23 个梯级，开发任务为发电，选址位于金口河城区，装机规模 230MW。审查意见相关要求如下：

1）对“大渡河回顾性评价报告”的评价

研究成果评价了梯级开发实施后对水文情势和水环境、区域生态环境和社会环境的影响，从流域层面系统地提出了环境保护对策和生态补救措施，明确了大渡河干流未建梯级的开发时序和布局，并规划了流域环境综合管理机构、信息和监测系统建设，《研究报告》内容全面，结论总体可信。

2）最终开发方案

大渡河流域干流未建梯级优化开发时序调整意见：金川、安宁、巴底、**枕头坝二级**和沙坪一级共 5 个梯级，**不涉及环境制约因素，可适时开发**；巴拉、达维、卜寺沟、双江口、丹巴、硬梁包共 6 个梯级，存在一定环境制约因素，待相关问题得到解决后可有序推进；下尔呷、老鹰岩一级、老鹰岩二级、老鹰岩三级共 4 个梯级，存在社会或生态环境制约因素，需进一步研究，应慎重开发。

3）环境保护措施要求

① 协调各梯级开发业主尽快建立流域梯级开发环境保护管理机构，强化流域环境监测和综合管理机制。机构成立后要及时制定行之有效的环境管理制度，组织落实流域环境保护措施和生态跟踪观测；采取全方位、全过程的环境管理，把生态优先的理念始终贯穿到梯级电站规划、设计、施工和运行中；配合有关部门加大开发与保护的协调力度，协调地方政府做好干支流开发与保护的统筹工作。

② 建立鱼类保护区，切实加强鱼类栖息地保护。在阿坝州人民政府划定的川陕哲罗鲑栖息地保护区基础上，将足木足河干流阿柯河汇口至规划的下尔呷梯级坝址河段、双江口库区支流梭磨河及其他适宜生境纳入到保护范围，商请配合有关部门重新划定鱼类保护区，提高保护区的级别，保护区的建设、管理、研究、生境修复及电站拆除补偿费用等由相关业主分摊。金川～丹巴、黄金坪～硬梁包区间未开发的 60 公里河段以及沙湾城区～青衣江汇合口等河段，应作为大渡河干流中下游河段鱼类栖息地的主要保护范围进行切实保护；研究东谷河、小金川等支流的鱼类栖息地保护，做好茶堡河、江沟、野牛河、顺水河、金口河、官料

河和白沙河等支流汇口段的鱼类栖息地保护。

③ 增设过鱼设施，确保鱼类生境连通。结合已建的铜街子、龚嘴和沙湾梯级的枢纽布置，增设 3 个梯级的鱼道或仿自然通道过鱼设施，确保深溪沟梯级以下河段鱼类生境连通；结合深溪沟及以上梯级的枢纽布置特性，研究梯级电站采取鱼道、升鱼机、集运鱼系统等不同过鱼方式的适宜性，落实过鱼措施的规划和建设；结合流域主要过鱼对象，开展过鱼导鱼关键技术研究，特别是做好高坝大库过鱼方式、形式、设施及效果的研究。

④ 统筹鱼类增殖放流，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用。结合流域鱼类资源状况及保护需要，做好大渡河干流 8 座鱼类增殖放流站的规划和建设，足木足河段建设以川陕哲罗鲑繁殖、驯养为主的鱼类增殖放流站，双江口（待建）、猴子岩（正在设计）、长河坝（正在设计）、泸定（已建）、龙头石（已建）、瀑布沟（一期已建，二期待建）和安谷梯级（正在设计）建设的鱼类增殖放流站应兼顾上下游梯级增殖放流需要，统筹鱼类增殖放流工作。做好鱼类增殖放流站建设和运行的费用分摊，继续优化鱼类增殖放流站的建设和运行管理，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用。

⑤ 落实下泄生态基流措施和分层取水措施，深化流域生态调度机制。开展流域梯级生态基流监控，落实各梯级电站的生态基流下泄措施，长期进行双江口、瀑布沟水电站坝前和下泄水温及影响观测；从流域生态保护和水资源需求的角度，建立与生态关联的统筹调度机制，科学制定调度方案，模拟适宜鱼类生长繁殖的河流天然水文过程，尽快开展梯级电站生态联合调度研究。

⑥ 落实陆生生态保护，建立流域生态补偿机制。加强施工期环境管理，落实水土保持措施，减缓对野生动物、自然植被和景观的影响。禁止在墨尔多山省级自然保护区、金汤孔玉自然保护区和贡嘎山国家级风景名胜区内设置弃渣场、料场和其他施工场地；对受影响的红豆杉、岷江柏等珍稀植物或有价值的古树名木，应通过异地移栽、苗木繁育和建立种质资源库等方式进行保护，并做好移栽后珍稀保护植物和古树名木的维护和管理。探索建立流域水电“环境保护基金”制度，积极开展“干支流开发与保护”生态补偿研究。

⑦ 长期进行生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。结合流域环境管理信息和监测系统的建设，构建流域生态监测体系和流域生态环境数据库，跟

踪观测流域重要珍稀鱼类“三场”、重要物种栖息环境和分布变化；动态观测增殖放流、过鱼导鱼、生态修复措施实施的效果，优化各梯级的调度运行方式，最大程度减缓对流域生态环境的影响。

⑧ 进一步深化老鹰岩河段开发方式的研究，结合经济社会发展和新的环境管理要求，研究优化绰斯甲河水电开发方案。强化移民安置的环境保护管理，开展水库移民安置的环境保护和社会影响研究，加快落实移民安置区的环境保护专项措施，强化移民的文化、习俗和传统保护，减缓不利社会影响。

⑨ 要从服务于流域生态保护的角度做好安谷水电站水生生态保护试验场的规划，提出工作方案，明确工作目标、内容和进度要求，落实试验场的建设。继续深入做好水生生境修复、水温影响观测、其他过饱和、环境保护措施实施效果评估等专题研究。

2.1.4.2 工程河段水电开发环保措施实施情况

1、干流

根据以上分析，枕头坝二级水电站开发建设符合《大渡河干流水电规划调整环境影响报告书》及审查意见、《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》审查意见的相关要求，并且在工程设计过程中，按照规划环评要求开展了鱼道专项设计研究、鱼类增殖放流、栖息地保护、生态流量泄放措施等环保措施设计，以减缓工程造成的不利影响。根据工程河段水电开发现状，受上游已建的控制性梯级瀑布沟水电站及深溪沟水电站、枕头坝一级水电站，下游沙坪二级水电站影响，工程所在河段水文情势、水生生境条件等已经产生了明显的变化。在上述电站的建设过程中，为减缓这些不利影响，按照规划环评及项目环评文件的要求，分别采取了生态流量泄放、过鱼、鱼类增殖放流、栖息地保护、陆生生态保护等主要环境保护减缓措施，通过多年的运行，已经取得了明显效果。本次评价对工程河段水电开发过程中采取的主要环保措施及其效果进行了深入调查及评估，总结取得的经验教训，亦为枕头坝二级的开发建设提供宝贵借鉴。

（1）生态流量泄放及保障措施

瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级运行后，分别按照环评批复要求落实了生态流量保障措施及在线监控措施。

表 2.1.4-1　　工程河段已建梯级生态流量保障措施落实情况

梯	环评批复要求	措施实施情况

级		
瀑布沟	进一步优化电站蓄水与运行方案，保证下游生态环境用水。落实红华实业总公司和汉源火车站等用水补偿措施；应限制枯水期尼日河引水水量，确保尼日河坝下下泄 3m^3/s 生态基流，设计中要落实下泄生态环境用水的工程保障措施。	电站通过机组发电和下游深溪沟水电站的反调节作用，保障不低于 327m³/s 的下泄流量；尼日河引水工程通过生态放水渠和泄洪闸相结合方式下泄不低于 3m³/s 的生态基流，以满足环评及批复要求。工程建有坝下水位在线自动测报系统，设置了出库流量在线自动监控系统，制定了水库调度方案、下泄供水应急处置方案。
深溪沟	进一步优化电站截流、初期蓄水与运行方案，确保下游生态和环境用水。充分发挥反调节水库的作用，优化调度尽量避免出现下泄流量的急剧变化情况。水库截流时，下泄流量维持在 1080m^3/s 左右。初期蓄水期间适当调节泄水闸延长蓄水时间，向下游泄放不小于 327m^3/s 基流。电站运行除调峰发电外，应保证电站承担 95MW 基荷发电任务，发电引用流量不小于 327m^3/s。加强大坝生态泄水监控，给出坝下断面水位流量关系，建立坝下水位在线自动测报系统。	工程承担 95MW 发电基荷，常年下泄流量不低于 327m^3/s，制定了水库调度方案、下泄供水应急处置方案，设置了坝下水位在线自动测报系统和出库流量在线自动监控系统。
枕头坝一级	制定水库蓄水和运行调度环保方案，建立坝下生态流量在线自动监测系统，通过必要的工程措施和梯级电站合理调度保证初期蓄水和运行期下泄不低于 327m^3/s 的生态流量。	水库蓄水前编制完成《四川省大渡河枕头坝一级水电站水库蓄水及运行调度环保方案》，确保在蓄水及运行阶段下泄不低于 327m³/s 流量。2014 年，坝下生态流量在线自动监测系统上线试运行，并通过专项验收。
沙坪二级	制定水库蓄水和运行调度环保方案，建立坝下生态流量在线自动监测系统，通过必要的工程措施和梯级电站合理调度保证初期蓄水和运行期下泄不低于 345m^3/s 的生态流量。	水库蓄水前编制完成《工程水库蓄水和运行调度环保方案》，水库蓄水及运行调度严格按照调度方案执行，并同步建成了坝下生态流量在线自动监测系统。

（2）低温水影响观测研究

瀑布沟水电站属于水温分层型水库，存在下泄低温水影响问题。根据环评批复要求，2012 年 8 月，建设单位委托成都院开展瀑布沟水库水温结构及其对下游河道水温影响观测研究工作。主要工作内容包括：瀑布沟水库水温及下泄水温特性观测分析、规划及项目环评水温预测结果对比分析、瀑布沟水库立面二维水温模拟分析、瀑布沟水库坝前及坝下水温在线监测。成都院在 2012 年至 2013 年对水库坝前至库尾共 11 个常规水温观测断面进行水温观测。另外，在对库区

及坝下水温进行原型观测的基础上，开展了库尾、坝前、坝下在线监测断面、垂线、测点位置布设的研究，以控制坝前温跃层水温变化及同步观测入库、出库水温为原则，进行水温在线监测方案设计。2013 年 4 月，完成了瀑布沟水电站坝前及坝下的水温自动监测系统的安装及调试工作，自动监测系统中心站由信息接收前置机、GSM 通信模块、UPS、稳压电源等硬件设备的安装及操作系统、数据库系统、信息接收软件等软件系统的调试两部分组成。

（3）水环境保护措施

瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级水电站运行后，分别按照环评批复要求落实了相关水环境保护措施，详见表 2.1.4-2。

表 2.1.4-2　　水环境保护措施落实情况一览表

梯级	环评报告及批复文件主要要求	措施实施情况
瀑布沟	加强污染防治工作。协同地方有关部门治理尼日河污染，河流水质总体达标后方可引水入瀑布沟水库；采取工程措施对石棉尾矿治理；加强库周区环境管理。	甘洛县政府关停了尼日河没有矿源和不适应环境保护监督管理的工矿企业，库区库周的汉源县、石棉县调整了产业结构，限制重污染企业。2008 年 10 月，石棉尾矿治理工程开始施工，2009 年 3 月完工通过石棉县移民局验收。瀑布沟电厂生活污水系统采用地埋式一体化污水处理设备。
深溪沟	电厂生活区生活污水需采取成套设备处理后达标排放，生活垃圾纳入乌斯河镇生活垃圾一并处理。	电厂生活区生活污水采用成套设备处理后达标排放，生活垃圾纳入乌斯河镇生活垃圾一并处理。
枕头坝一级及沙坪二级	协调相关单位成立流域环境保护协调管理机构，尽快开展流域水环境保护与生态安全综合技术研究，统一开展生态环境保护工作。	2017 年 4 月，省发展和改革委员会和四川省能源局发布了《四川关于开展大渡河流域水电综合管理试点研究工作的通知》(川发改能源函〔2017〕412 号)；2017 年 7 月，成都院编制完成《大渡河流域梯级开发全过程管理专题研究报告》，目前大渡河流域水电综合管理试点工作正在稳妥推进。枕一、沙二均在厂房设置一体化污水处理设备；沙坪二级坝前 200 米前设置了拦污漂、机组进水口前设置拦污栅，采用人工清理的方式及时将拦污漂前堆积的漂浮物进行清理和转运，漂浮物转运至金口河垃圾处理厂处理。两工程在实施前后均开展了水质跟踪监测工作。

（4）过鱼措施

枕头坝一级、沙坪二级电站均按照要求建设了过鱼设施，并同步开展过鱼观

测及效果评估工作。

1）枕头坝一级鱼道

2013 年 10 月，枕头坝一级鱼道开工建设；2014 年 12 月基本完工；2015 年 6 月 18 日，水库正式下闸蓄水，鱼道同步启动运行。2016 年 3 月 22 日，鱼道工程通过竣工验收。2017 年～2018 年期间，建设单位委托贵阳院开展了枕头坝一级鱼道监测，初步评估了枕头坝一级水电站鱼道过鱼效果，2019 年 3 月编制完成《大渡河枕头坝一级水电站鱼道工程过鱼效果研究报告》。

① 过鱼对象：枕头坝一级鱼道设计过鱼对象分为三类，第一类，如齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼等资源量较大鱼类，是主要过鱼对象；第二类，如青石爬鮡、裸体鲅鮀、大渡白甲鱼、侧沟爬岩鲅，在该河段资源量较低，为四川省保护鱼类，作为兼顾过鱼种类；第三类，区域河段分布的其它鱼类。

② 过鱼时段：鱼道运行期为每年 3 月～9 月（目标鱼类繁殖季节），每年主要过鱼季节为春季 3 月～4 月及秋季 8 月～9 月。

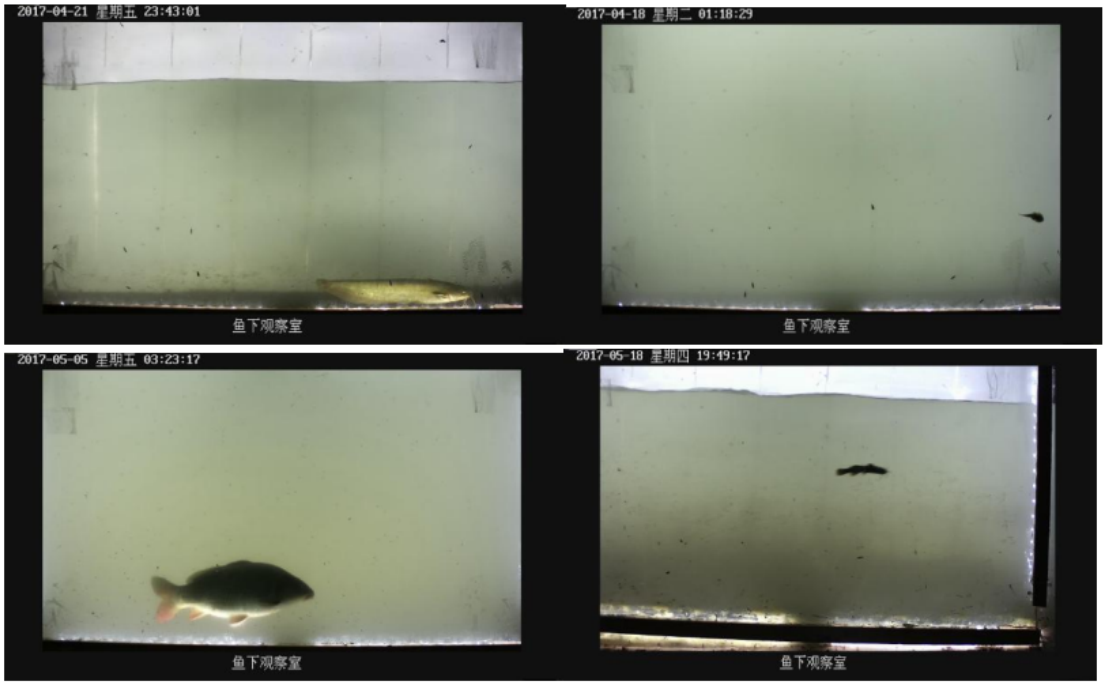
③ 鱼道布置方案：枕头坝一级水电站过鱼设施为竖缝式鱼道，鱼道沿大坝左岸布置，全长 1228.25m，上下水头差 34m，坡度 3.3%。鱼道工程由鱼道进口、诱鱼系统、鱼道梯身、休息池、观察室、鱼道出口和附属设施组成。其中，鱼道进口三个，底板高程分别为 591.0m、590.0m、589.0m，工作水深 1.0m～2.5m；诱鱼系统布置于距鱼道次进口 200m 处鱼道边墙上 50cm 高程处，具体为一根 φ50mmPVC 诱鱼喷水管；鱼道梯身段采用钢筋混凝土结构，池室坡度为 i=0.033，各级水池长 2.5m，宽 2.0m、竖缝宽度 0.3m、导板长度 0.5m、导向角度取 45º；鱼道每隔 24 个池室即 60m 长设一个休息池，休息池长度为 5m，共计 12 个标准休息池，8 个大容量休息池；在鱼道进口和出口分别设置 1 个观察室；鱼道出口三个，底板高程分别为 622m、621.0m、620.0m。工作水深均为 1.0m～2.5m。

④ 鱼道运行规程：过鱼季节为每年 3～9 月，鱼道进口水位不高于 593.5m 时，应保证鱼道正常运行；鱼道运行期间，打开上游观察室的的诱鱼喷水阀 02601，确保诱鱼系统正常投运；鱼道运行期间，应保证鱼道每天 24h 连续运行。在过鱼季节，上游水位在 623.0～624.5m 时，1 号出口闸门开启；上游水位在 622.0～623.0m 时，2 号出口闸门开启；上游水位低于 622.0m 时，3 号闸门出口开启。下游水位高于 592.5m 时，1 号进口闸门开启；下游水位在 591.5～592.5m 时，2

号进口闸门开启；下游水位低于 591.5m 时，3 号闸门开启。

⑤ 过鱼效果观测：建设单位委托贵阳院于 2017 年～2018 年开展了枕头坝一级水电站鱼道工程过鱼效果调查研究，并完成了《大渡河枕头坝一级水电站鱼道工程过鱼效果研究报告》。根据《研究报告》，主要开展了坝下鱼类种类组成及时空分布、鱼道进口区域鱼类监测、鱼道出口区域鱼类监测、鱼类通过性试验等方面研究。

a 枕头坝一级鱼道（左岸）



b 枕头坝一级过鱼效果观测

2）沙坪二级鱼道

2015 年 3 月沙坪二级水电站鱼道开工建设，2017 年 12 月鱼道土建工程全部施工完成，2018 年 6 月下旬鱼道投入试运行；2019 年 3 月正式投运，2019 年 7 月鱼道工程完工验收。

① 过鱼对象：沙坪二级鱼道设计过鱼对象为裸体鲅鲅、重口裂腹鱼、青石爬鮡、大渡白甲鱼、侧沟爬岩鳅、齐口裂腹鱼。

② 过鱼时段：鱼道运行期为每年 3 月～9 月。

③ 鱼道布置方案：沙坪二级水电站过鱼设施为竖缝式鱼道，进口段位于尾水渠出口下游，沿大渡河左岸岸坡布置，在厂房尾水闸门下游采用渡槽横跨尾水渠向右至泄洪闸与厂房间下游厂坝间导墙，转向上游通过泄水闸左边墩至泄洪闸与厂房间上游厂坝间导墙，出口段布置在上游厂坝间纵向导墙泄洪闸侧，全长 980.28m。鱼道由下至上由进口、鱼道池室、休息池、观测室、出口等组成。鱼道设置 2 个进口，主要进口底板高程为 532.00m，辅助进口底板高程为 534.00m，工作水深均为 1.0m～3.0m；鱼道设置 2 个出口，每个出口分别设置一个拦污栅，底板高程分别为 552.50m（1#出口）、548.80m（2#出口）。

④ 鱼道运行规程：过鱼季节为每年 3～9 月，在满足防洪调度及工程安全的

条件下，过鱼季节应保证鱼道正常运行；在过鱼季节期间，当下游水位低于 535m 时，鱼道 1#进口闸门应保持开启状态，2#进口闸门关闭；当下游水位高于 535m 时，鱼道 1#进口闸门关闭，2#进口闸门开启。1#出口闸门在过鱼季节应保持开启状态。2#出口闸门在库区水位低于 550.50m 时全开，库区水位高于 553.5m 时关闭。在 550.50m 到 553.50m 之间的库区水位过渡段，550.50m~551.50m 之间时，局开 15cm；551.50m~553.50m 之间时，局开 3cm。鱼道检修期间，进口和出口闸门均应关闭。鱼道运行期，应开启观测设备，记录过鱼的种类、数量、时间等数据。鱼道正常运行期间，保持进口诱鱼喷水设施处于开启状态，夜间应保持灯光诱鱼设施处于开启状态。

⑤ 过鱼效果观测：

截止 2019 年 6 月，沙坪二级鱼道主要已开展了坝下鱼类集群效应研究、鱼道智能诱导系统实施及诱鱼效果研究、鱼类通过性试验和过鱼效果监测及评估工作，已有阶段性研究成果。

沙坪二级鱼道（左岸）

（5）鱼类增殖放流

根据大渡河流域回顾性评价研究报告及相关梯级环评报告及批复要求，瀑布沟黑马鱼类增殖放流站（一期、二期）应兼顾上下游梯级增殖放流需要，统筹鱼类增殖放流工作，具体承担瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、枕头坝二级、沙坪一

级、沙坪二级水电站的增殖放流任务，目前黑马增殖站一期、二期工程均已建成。

1）黑马增殖站一期工程

黑马增殖站一期工程是满足瀑布沟水电站和深溪沟水电站鱼类增殖放流要求，近期放流对象为稀有鮈鲫、重口裂腹鱼、鲈鲤、齐口裂腹鱼、长薄鳅、中华倒刺鲃和长吻鮠，设计年放流量为 55.5 万尾。2007 年 5 月黑马增殖站一期工程正式开工建设；2008 年 5 月，鱼类增殖放流站的相关设备、仪器陆续运输至建设场地，并完成设备、仪器调试；2008 年 9 月，完成竣工验收并投入使用，2010 年 4 月进行了初次放流。

一期工程占地 3.02hm²，水域面积合计 9000m²，工程内容包括 1 栋综合楼、1 栋人工繁育车间、1 座蓄水池、28 个室外配套鱼池及相应配套的水电设施，增殖站高程在 930m～897m 之间，相对高差 33m。其中，综合办公楼占地面积约 245m²、高程 923.67m；人工繁育车间占地面积约 1230m²、高程 919.50m；一级平台苗种鱼池高程 919.20m，共 10 口，呈“一”字型布置，单个鱼池为长方形，尺寸 13.5m×9m（长×宽））；二级平台 1 号亲鱼池高程 916.00m，共 5 口，呈“一”字型布置，单个鱼池为长方形，尺寸 25m×15m（长×宽）；三级平台 2 号亲鱼池高程 911.20m，共 4 口，其布置及结构型式及尺寸同 1 号亲鱼池；四级平台 3 号亲鱼池高程 907.25m，其余同二级平台亲鱼池；五级平台 4 号亲鱼池高程 904.20m，其余同三级平台 2 号亲鱼池。另外，增殖站中配置有鱼苗孵化设备、鱼苗水花饲养设备、实验室鱼类研究设备等生产设施设备。

a 黑马一期工程全貌

b 亲鱼池

c 孵化车间

2）黑马增殖站二期工程

黑马增殖站二期工程是满足大岗山、枕头坝一级、二级和沙坪一级、二级 5 座水电站增殖放流任务，近期放流对象为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、华鲮、长薄鳅和白甲鱼等 5 种鱼类，年放流量为 41.8 万尾，中远期放流对象为虎嘉鱼、青石爬鮡、大渡白甲鱼、红唇薄鳅、长鳍吻鮈。二期工程 2015 年 1 月开工建设，2016 年 6 月完工，同年 8 月土建工程、鱼类养殖设施设备工程等主体工程通过验收，2017 年建成并投入使用，2017 年 12 月通过完工验收（附件 12）。

根据现场调研，二期工程包括原一期工程升级改造以及新建部分，占地面积 2.2hm²。其中，一期升级改造工程包括：a、改造原孵化车间内部 44 个玻璃钢培养缸、增加循环水处理系统 1 套，完善生产工具与物资仓库、鱼药仓库与操作间；b、所有苗种培育池和亲鱼培育池增设遮阳棚；b、改造二级、三级、四级平台亲鱼池为 30 个亲鱼池和 30m×25m 蓄水池一个。二期新建工程包括：a、36m×12m 的催产孵化及开口苗培育车间，内部布置 2 个催产池、5 个玻璃钢孵化槽、5 个尤先科孵化器、10 个孵化桶、30 个 Φ1m 开口苗培养缸和 1 套循环水处理系统；b、35m×12m 的苗种培育车间 1，内部布置 40 个 Φ2m 的玻璃钢苗种培养缸；c、47m×15m 的苗种培育车间 2，内部布置 26 个 Φ3m 的玻璃钢培养缸和 1 套循环

水处理系统；d、47m×15m 的亲鱼培育车间 2 个，内部分别布置 26 个 Φ3m 玻璃钢培养缸和 1 套循环水处理系统；e、在站区南边建仿生态水渠，水渠宽度依地形而定，宽度一般在 1m 至 2.5m，水渠总深度 1m 左右，根据地势坡降进行分段控制水位，控制水深 40cm~50cm；f、综合楼和宿舍楼；g、2 个防疫隔离池和 2 个活饵培育池、1 套污水处理系统；h、取水工程。

a 黑马二期工程全貌

b 苗种培育池

3）鱼类放流情况

黑马增殖站 2010 年~2018 年，共实施了 20 次放流，共计放流齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白甲鱼、长吻鮠、中华倒刺鲃、长薄鳅、稀有鮈鲴、鲈鲤、华鲮等 9 种鱼苗 614.15 万尾，放流地点为瀑布沟库区、深溪沟库区、大岗山库区、枕头坝库区、沙坪库区及坝下（含瀑布沟、深溪沟、大岗山、枕头坝一级、沙坪二级等 5 个电站放流）。

结合近年放流情况，经四川省成都市律政公证处公证，2018～2019 年黑马鱼类增殖站共放流 56.8 万尾，均为野生亲本一代：2018 年共放流鱼类 29.2 万尾，其中，在大岗山及以下河段放流 20.7 万尾、枕头坝一级河段放流 4.5 万尾、沙坪二级河段放流 4 万尾；2019 年共放流鱼类 27.6 万尾，其中在大岗山及以下河段放流 21.4 万尾、枕头坝一级河段放流 6.6 万尾、沙坪二级河段放流 5.2 万尾。

a 2018 年沙坪二级放流现场

b 2018 年枕头坝一级放流现场

a 2019 年沙坪二级库区放流现场

b 2019 年枕头坝一级放流现场

表 2.1.4-3　　近年黑马增殖站鱼类增殖放流实施情况

年份	放流时间	涉及水电站	放流种类	规格（cm）	放流尾数（尾）
2019 年	6 月 12 日	枕头坝一级水电站	齐口裂腹鱼	8.8	15392
			重口裂腹鱼	6.3	15218
			长薄鳅	7	10053
			华鲮	9.8	15256
			白甲鱼	10	10202
			小计		66121
	6 月 12 日	沙坪二级水电站	齐口裂腹鱼	8.5	15264
			重口裂腹鱼	8.8	15257
			长薄鳅	5.8	9046
			华鲮	7.8	6112
			白甲鱼	10.5	6130
			小计		51809
2018 年	6 月 27 日	枕头坝一级水电站	齐口裂腹鱼	5.81～15	15017
			重口裂腹鱼	5.81～15	15174
			长薄鳅	3	6208
			华鲮	5～8	2203
			白甲鱼	5～8	6075

			小计		44677
	6 月 27 日	沙坪二级水电站	齐口裂腹鱼	5.8～7.15	15437
			重口裂腹鱼	5.8～7.15	15412
			长薄鳅	3	5295
			白甲鱼	5～8	4104
			小计		40248

（6）鱼类栖息地保护措施

根据原环境保护部《关于四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》（环函〔2012〕230 号），要求：建立鱼类保护区，切实加强鱼类栖息地保护。将适宜生境纳入到保护范围，商请配合有关部门重新划定鱼类保护区，提高保护区的级别，保护区的建设、管理、研究、生境修复及电站拆除补偿费用等由相关业主分摊。研究东谷河、小金川等支流的鱼类栖息地保护，做好茶堡河、**江沟、野牛河、顺水河、金口河**、官料河和白沙河等支流汇口段的鱼类栖息地保护。枕头坝一级环评批复（环审[2011]136 号）及沙坪二级环评批复（环审〔2011〕134 号）：商请并配合地方政府做好沙坪二级水电站坝址下游至龚嘴库尾 7 公里流水河段、深溪沟至龚嘴坝址河段的 6 条支流汇口、龚嘴库区主要支流龙池河和黑水河汇口以上各 2 公里河段的鱼类栖息地保护工作；将沙坪二级水电站坝址下游至龚嘴库尾约 7 公里河段划定为水产种质资源保护区，全年禁止捕鱼。

2014 年 10 月，建设单位委托贵阳院编制完成《大渡河枕头坝至沙坪河段鱼类栖息地保护方案建议报告》（以下简称“栖息地方案建议报告”），提出将沙坪二级水电站坝址至龚嘴坝址区间长 42km 河段范围划为鱼类种质资源保护区，其中沙坪二级坝址至火烧营弃渣场冲沟口处之间 4.2km 大渡河河段划为核心区，火烧营弃渣场冲沟口处至峨边县城规划区下游象鼻子之间长 7km 大渡河河段划为实验区，将象鼻子至龚嘴库尾 30.8km 库段划为实验区。

2016 年 10 月，成都耶拿环保科技有限公司编制完成《大渡河沙坪至龚嘴河段省级水产种质资源自然保护区规划方案》，方案同意《大渡河枕头坝至沙坪河段鱼类栖息地保护方案建议报告》的建议。报告提出设置重点保护区域，主要包括：沙坪二级水电站坝下至龚嘴库尾之间 7km 河段，官料河河口上游 0.1km 至下游 1km、白沙河上游 1km 至下游 1km、龙池河汇口上游 1km 至下游 1km、黑

水河汇口上游 1km 至下游 1km。重点保护区域设置为常年禁渔区，常年禁止一切捕捞活动，保障鱼类繁衍生息，设置警示标志，并加强一切破坏水生生境的活动的治理。

2017 年 3 月，四川省水产局组织对专家和有关部门代表对大渡河沙坪至龚嘴河段省级水产种质资源自然保护区的《综合考察报告》和《规划方案》材料进行了审查，并出具了评审意见。目前该项工作正在稳步推进阶段。

（7）流域生态调度研究

2016 年，建设单位启动大渡河大岗山以下河段的梯级电站生态调度研究的计划，并组织开展相关研究工作。2020 年 2 月，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成《大渡河大岗山至河口段梯级电站生态调度研究成果报告（初稿）》。根据《研究报告》，生态调度研究范围为大渡河干流大岗山水电站库尾至大渡河口段。重点研究河段为石棉到瀑布沟河段和大渡河口区、沙坪至龚嘴段，重点研究典型工程为瀑布沟水库。大渡河大岗山至河口段调度首先应满足生态基流要求，符合环评报告要求下泄的最小生态流量，在此基础上，应结合水文流量过程和生态需水要求，针对瀑布沟水库等开展联合调度，制造人造洪峰过程，主要体现为水量调度方面，使得人造洪峰的峰值达到 75%适宜的鱼类产卵场面积所需要的流量值。研究重点针对瀑布沟河段、沙坪二级河段、河口河段生态需水量和人造洪峰开展了研究。其中，沙坪二级下泄起始流量控制在 350~400 m^3/s，流量日上涨率控制在 30~50 m^3/s /d。若在产粘性卵鱼类繁殖季节（如 3 月至 4 月）进行典型日调度时，应控制典型日内流量变幅不超过天然状况下各月逐日流量最大降幅和升幅，以尽量保持水位的稳定，避免水位涨落频繁导致鱼卵搁浅死亡。

另外，报告还针对瀑布沟及以下已建梯级的联合生态调度提出了调度的试验方案和监测方案，主要通过两种流量起始点下，制造不同时期的特定时段的流量涨水过程，在此过程前、过程中和过程后，从 3-7 月针对性的开展水文、水温、鱼类资源等观测。

（8）陆生生态保护措施

瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级运行后，分别按照环评批复要求落实了陆生生态保护措施，详见表 2.1.4-4。

表 2.1.4-4　　工程河段已建梯级陆生生态保护措施实施情况

梯级	环评要求	实施情况
瀑布沟	植被恢复措施；避免砍伐植被；加强施工管理与宣传教育；对库区火厂坝～官地沱段进行绿化建设，绿化带长30km，平均宽度50m，栽种面积150hm²。	建设单位与雅安市林业局签订《瀑布沟水电站库周防护林工程委托协议》，雅安市林业局委托汉源县林业局和石棉县开始进行库周防护林建设，2010年10月底完成全部库周防护林建设；汉源县移民局对汉源库区的古树名木进行移栽、管理和后期维护，实际移栽古树名木74株。石棉县移民局委托石棉县建设规划局对石棉库区的古树名木进行移栽、管理和后期维护，共计移栽名木古树14株。
深溪沟	施工区设置警示牌标明施工活动区，加强宣传教育；根据本工程运行期可能的塌岸区范围，采取营造防护林、封育管理的措施改善其生态环境。优化施工布置，将占地较大的渣场和砂石加工系统布置于地质公园以外的深溪沟内，渣场和砂石加工系统与坝址工区采用隧道相连，避免弃渣和地表筑路对地质公园地质景观和地表植被的破坏。深入开展景观恢复设计，使枢纽建筑物和施工迹地生态恢复治理与峡谷景观风貌相协调。	枢纽区开挖边坡种植爬山虎；弃渣场、施工道路以及施工工厂场地进行植被恢复；施工期间设置警示牌，加强宣传教育；黄草坪坐落体采取封育管理。优化施工布置，采用隧洞与坝址工区相连，避免弃渣和地表筑路对地质公园景观和地表植被的破坏。坝顶部分进行景观设计和装修，施工迹地进行了生态恢复，总体上与峡谷景观风貌相协调。
枕头坝一级	开展宣传和教育，水库蓄水前采取驱赶野生动物和辅助迁移等措施，并设三处野生动物监测点。对黄葛树采取围栏保护和抚育管理措施。控制施工作业范围，严禁施工人员进入大渡河大峡谷地质公园内景点，优化S306施工布置与施工工艺，采取景观和生态恢复措施。	2014年8月，枕头坝公司与中水八局签订S306线公路复建工程补充合同，由中水八局承担生态恢复工程建设，2014年10月完工，完成现场清理和场地平整3.03万 m²、撒播草种1.51万m²、乔木种植1524株。对江沟沟口黄葛树采取围栏防护与立碑宣传措施。
沙坪二级	做好陆生生态保护和景观设计工作。落实水土保持工程和植物措施，重点对渣场、料场、施工临时占地区、施工道路及其影响区和枢纽建筑物占地区进行水土流失防治。收集和存放施工区表土，并对表土堆放场采取临时植物措施加以防护。渣场应做到先挡后弃，工程弃渣应运至规定的弃渣场。施工结束后及时恢复植被，选择乔灌草结合，并优先选择当地乡土种。	火烧营弃渣场、干河沟弃渣场在建设过程中均完成了表土剥离与防护，截排水沟、排洪渠、挡墙和潜坝等工程措施，符合“先挡后弃”原则，在弃渣高峰期结束后对堆渣体进行了削坡减载，浇筑抗滑桩，保证了渣场稳定，目前火烧营弃渣场、干河沟弃渣场已完成弃渣并已移交地方。营地场地平整前剥离表层土作为后期绿化覆土使用，营地建成后对场内空地进行覆土绿化；公路排水设置沉砂池，道路两侧进行了覆土绿化。

（9）成立流域环境综合管理机构

2017 年 4 月，四川省发展和改革委员会和四川省能源局发布了《四川关于开展大渡河流域水电综合管理试点研究工作的通知》(川发改能源函〔2017〕412号)；2017 年 7 月，成都院编制完成《大渡河流域梯级开发全过程管理专题研究报告》，作为全流域环保工作统筹管理的指导性文件，专题报告提出建立流域安全综合管理办公室、流域环境保护中心、流域信息管理中心、流域流域防汛领导

小组、流域发电协会等多个专业性流域协调管理机构，建议成立大渡河流域管理中心，在统一的流域管理机构组织框架体系内，设立职责明确、有操作性的下属管理机构。目前，大渡河流域水电综合管理试点工作正依据上述报告要求稳妥推进。

2、支流

区间支流江沟、金口河各自已形成 20 座小水电开发格局，两支流现状条件下分别仅剩最下游 1km、1.1km 水域与干流连通。2018 年 5 月，四川省水利厅、发展和改革委员会、环境保护厅、农业厅、林业厅以（川水函[2018]720 号）联合印发《关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知》，要求开展水电站下泄生态流量整改专项检查，并在 2019 年 12 月底前全面完成整改工作，自此，四川省小水电生态流量整改工作加速推进。

2019 年 7 月，乐山市水务局以乐水函[2019]248 号印发《关于加快下泄生态流量监测设施整改的通知》，提出全市水电站下泄生态流量问题整改要求，并限定 2019 年 9 月底前整改完成。为落实中央、省、市各级政府对小水电清理整改的要求，金口河区针对全区小水电进行了排查整改，其中涉及江沟、金口河流域的各小水电均在 2019 年 10 月底完成水电站生态流量“一站一策”整改验收工作。

根据金口河区水务局提供资料，金口河、江沟共 40 座小水电中，37 座按照相关要求实施了水电站生态流量“一站一策”整改工作并已在 2019 年通过验收，其中 35 座采用底格拦栅坝顶开槽并设置钢板槽下泄生态流量、2 座采用冲沙闸下泄生态流量，并相应安装了监控设施。

2.2 工程概况

2.2.1 地理位置

枕头坝二级水电站为大渡河干流水电开发的第 23 个梯级、坝址位于四川省乐山市金口河区大渡河中游段张村沟沟口上游 300m 处，距上游已建枕头坝一级 6km，距下游已建沙坪二级 22.5km，距大渡河河口 152km。

2.2.2 工程任务

枕头坝二级水电站为径流式电站，开发任务以发电为主，兼顾库区供水。

（1）发电

枕头坝二级水电站总装机容量 300MW，多年平均发电量 15.03 亿 kW·h，电站建成运行后为金口河提供电能、其余电力供往四川电网，满足受电区经济社会发展对能源的需求。

（2）供水

枕头坝二级水电站为库区的红华实业公司供水。

2.2.3 工程规模

枕头坝二级水电站为径流式电站，正常蓄水位 592m，死水位 589m，水库总库容 0.122 亿 m³，电站总装机容量 300MW，最大坝高 54m。根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180-2003），本工程等别为二等大（2）型工程，挡水建筑物、泄水建筑物、引水发电建筑物等主要建筑物为 2 级建筑物，相应水工建筑物结构安全级别为Ⅱ级；次要建筑物为 3 级建筑物，相应水工建筑物结构安全级别为Ⅱ级。

2.2.4 工程组成

枕头坝二级水电站工程由枢纽建筑物、河道整治工程、边坡工程、库区防护工程、施工辅助工程、环境保护专项工程、建设征地及移民安置复改建工程组成。

表 2.2.4-1　　枕头坝二级水电站工程项目组成简表

工程项目		工程组成主要内容
枢纽建筑物工程	挡水建筑物	由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、厂房坝段及右岸非溢流坝段组成，坝顶高程 595.00m，最大坝高 54m，坝顶总长 322.6m。
	泄水建筑物	布置于厂房左侧，为开敞式 5 孔泄洪闸，泄洪闸坝顶高程 595.00m，最大闸高 48m，坝段长 104m。
	引水发电建筑物	布置于河床右侧，由引水渠、进水口、发电厂房等建筑物组成。
河道整治工程		河道整治河道自厂房尾水出口反坡段末端至坝址下游约 2.6km 断面，河道整治开挖量 151.28 万 m³，河道清挖深度 3m，河道整治纵坡 0.77‰。包括河道整治开挖、护坡混凝土及灌注桩防护。
边坡工程		左岸上游铺盖、坝肩和下游消力池边坡、右岸引水渠、坝肩和尾水渠边坡以及库区上游左岸元木沟堆积体边坡。
库区防护工程		库区防护点共计 14 个，根据各防护点位置划分为 7 个防护区。
施工工程	施工交通	场内道路总长为 10.8km，全部为新建道路，其中新建临时道路 10.3km，新建永久道路 0.5km。
	施工导流	一期纵向土石围堰挡水、右岸束窄河床泄流、左岸 3 孔泄洪闸及二期纵向混凝土导墙施工；二期上下游围堰及纵向混凝土导墙挡水、左岸 3 孔泄洪闸泄流，右岸厂房坝段和河床中间剩余 2 孔泄洪闸施工。
	弃渣场	共规划 1 个弃渣场，位于坝址左岸上游 2km 处 G245 国道公路靠河侧

		河湾半岛处，最大堆渣量 284m³，占地面积 15.6 hm²。
	施工辅助设施	主要包括砂石加工系统、混凝土拌和系统、施工营地、河道整治工程施工场地、综合加工厂、机械修配厂和设备停放场、机电仓库、金结及机电拼装场、风水电及通讯系统、油库及炸药库
环境保护专项工程	下泄流量	蓄水初期或闸门检修时，开启 3#泄洪闸保障最小下泄流量 327m³/s；运行期通过机组发电保障最小下泄流量 327m³/s。
	鱼类栖息地保护	重点保护范围：江沟河口、金口河河口。 一般保护范围：江沟最下游拦渣坝以下 1km 河段、金口河最下游拦河坝河口坝址以下 1.1.km 河段。
	过鱼设施	贴右岸靠发电尾水管布置竖缝式鱼道，建筑物主要由鱼道进口、鱼道池室、观测室、鱼道出口等组成，鱼道全长 760.8m，鱼道平均纵坡 i=2.5%，池室净宽 2.0m、长度 2.4m，共 263 个池室，平均 15 个池室设置一个休息池，2 个进口、2 个出口。过鱼对象包括齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮡和河段其他鱼类。
	鱼类增殖放流	依托黑马鱼类增殖放流站二期工程开展。
	水土保持工程	工程措施（土地整治、种植槽、表土剥离、截排水沟、沉沙池）；植物措施（绿化等）
	景观提升工程	施工期：围挡美化、道路植物景观提升； 运行期：一带四区的景观结构（大渡河滨河景观带、枢纽工程景观区、生态景观示范区、工业景观展示区、河道景观恢复区）
建设征地及移民安置复改建工程		本工程涉及生产安置人口 66 人，搬迁安置人口 593 人，其中 429 人采用集中安置，其余采用分散安置。专项设施改（迁）建涉及企事业单位、库周公路、输电线路、通讯线路、广播电视线路及水电站等。

2.2.5 工程特性

工程名称：四川大渡河枕头坝二级水电站工程；

建设地点：四川省乐山市金口河区；

工程任务：以发电为主，兼顾库区供水；

建设性质：新建；

工程规模：二等大（2）型工程。

本工程主要特性指标见表 2.2.5-1。

表 2.2.5-1　　枕头坝二级水电站工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	**水文**			
1	流域面积			
	全流域	km²	77400	
	坝址以上流域	km²	73197	

序号	名称	单位	数量	备注
2	利用的水文系列年限	年	79	1937 年 5 月～2017 年 4 月
3	流量			
	多年平均年径流量	亿 m^3	428.90	
	多年平均流量	m^3/s	1360	
	设计洪水流量（P=1%）	m^3/s	9430	
	校核洪水流量（P=0.1%）	m^3/s	11500	
	施工导流流量（P=10%）	m^3/s	7180	
4	泥沙（天然情况）			
	多年平均悬移质年输沙量	万 t	3622	天然情况
	多年平均含沙量	kg/m^3	0.865	天然情况
	实测最大含沙量	kg/m^3	31.4	天然情况
	多年平均推移质年输沙量	万 t	72.4	天然情况
二	**水库**			
1	水库水位			
	大坝校核洪水位	m	592.85	
	大坝设计洪水位	m	592.00	
	正常蓄水位	m	592.00	
	死水位	m	589.00	
2	回水长度	km	6	
3	水库容积			
	总库容	亿 m^3	0.122	
	正常蓄水位库容	亿 m^3	0.112	
	调节库容	亿 m^3	0.041	
	死库容	亿 m^3	0.097	
4	调节特性		无	
5	水量利用系数	%	99.52	
三	**工程效益指标**			
1	装机容量	MW	300	
	保证出力（P=95%）	MW	98	
	多年平均年发电量	亿 kW·h	15.03	
	装机年利用小时数	h	5010	
四	**下泄流量及相应下游水位**			
1	设计洪水位时最大泄量	m^3/s	9430	P=1%
	相应下游水位	m	586.85	
2	校核洪水位时最大泄量	m^3/s	11500	P=0.1%
	相应下游水位	m	588.46	
3	机组满发最大引用流量	m^3/s	2755	
	相应下游水位	m	581.35	
五	**建设征地和移民安置**			
1	水库区			
	淹没耕地	hm^2		

序号	名称	单位	数量	备注
	淹没林地	hm²		
	迁移人口	人		
	生产安置人口	人		
2	枢纽区			
	施工占地	hm²		
	迁移人口	人		
	生产安置人口	人		
六	**主要建筑物及设备**			
1	挡水建筑物			
	坝型			混凝土重力坝
	坝顶高程	m	595.00	
	最大坝高	m	54	
	坝顶长度	m	322.6	
2	泄水建筑物（泄洪闸）			
	设施型式		闸坝	开敞式
	进口底板高程	m	573.00	
	孔数	孔	5	
	单孔尺寸	宽×高	14×21m	
	坝段长	m	104	
	坝顶高程	m	595.00	
	最大闸高	m	32.5	
	消能方式		底流消能	
3	引水发电建筑物			
（1）	引水渠			
	长度	m	54	
	底板坡度		1:3	
（2）	进水口			
	底板高程	m	551.55	
	设计引用流量	m³/s	2755	
（3）	发电厂房			
	型式			河床式厂房
	厂房尺寸（长×宽）	（m×m）	（131.6×81.8）	
	水轮机台数	台	6	灯泡贯流式水轮发电机组；型号为 GZ936.5-WP-720
	最大水头	m	15	
	额定水头	m	12.1	
	最小水头	m	6.3	
	单机容量	MW	50	
4	鱼道			
	型式			竖缝式鱼道
	进口数		2	

序号	名称	单位	数量	备注
	出口数		2	
	进口底板高程	m	1#为 573.94， 2#为 575.55	
	出口底板高程	m	1#为 588.2， 2#为 589.7	
	长度	m	760.8	
	平均纵坡	%	2.5	
	池室规格（长×宽×厚）	m	2.4×2.0×0.5	
七	**施工**			
1	主体工程量			
	土石方开挖	万 m^3	346.73	自然方
2	施工导流			
	导流方式		分期拦断河床导流，其中一期施工左岸泄洪闸坝段，二期施工右岸厂房坝段。	
	挡水建筑物型式		两期均为土石围堰	
	导流时段		全年导流	
4	施工工期及人数			
	施工工期	月	64	
	施工人数	人	2500	高峰期
八	**主要生态环境保护工程**			
1	生态泄水设施与生态流量在线监测系统		1	
2	鱼类栖息地保护 与修复工程			江沟、金口河河口生境修复
3	过鱼设施		1	右岸竖缝式鱼道
4	增殖放流			依托黑马 增殖放流站
九	**经济指标**			
1	工程总投资	万元		
2	环保投资	万元		

2.3 工程布置及主要建筑物

枕头坝二级水电站枢纽方案为右岸河床式厂房＋左岸 5 孔泄洪闸，具体由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、河床式厂房坝段、右岸非溢流坝段、过鱼设施组成，泄洪闸坝段及厂房坝段与两岸岸边均采用混凝土重力坝连接。工程枢纽布置图见附图 6。

2.3.1 挡水建筑物

挡水建筑物由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、厂房坝段及右岸非溢流坝段组成，坝顶高程 595.00m，最大坝高 54m，坝顶总长 322.6m。其中左岸非溢流坝顶高程为 595.00m，最大坝高 25m，坝段长 29.50m；泄洪闸坝段布置于左岸，为开敞式泄洪闸，坝顶高程 595.00m，最大闸高 48m，坝段长 104m；厂房坝段与泄洪闸相邻，布置于河床右侧，建基面最低高程 539.50m，坝段基础长 131.6m；右岸非溢流坝顶高程为 595.00m，最大坝高 30m，坝段长 57.50m，。

2.3.2 泄水建筑物

泄水建筑物布置于厂房左侧，为开敞式 5 孔泄洪闸，每 2 孔泄洪闸为一个坝段，另一个泄洪闸为独立坝段。泄洪闸坝顶高程 595.00m，最大闸高 48m，坝段长 104m；单孔孔口尺寸 14m×21m（宽×高），闸孔底板高程 571.00m，闸室顺水流方向长度 52.00m。泄洪闸进口设一扇平板事故闸门和一扇弧形工作门，出口设一扇平板事故闸门，尺寸均为 14m×21m（宽×高）。泄洪闸上游设置长 50m 的混凝土水平铺盖；闸室下游设置长 100m 的混凝土消力池，消力池底板高程 569.00m，采用底流消能；消力池下游设长 75m 的钢筋混凝土框格海曼。

2.3.3 引水发电建筑物

引水发电建筑物布置于河床右侧，由引水渠、进水口、发电厂房等建筑物组成。

①引水渠

引水渠长 55.76m，底板坡度 1:3，按平顺引水并拦导泥沙的原则布置。引水渠左侧为厂房坝段与泄洪闸坝段间上游导墙，墙顶高程 595.00m。引水渠底板为 1.0m 厚钢筋混凝土结构，由原河床高程 571.00m 以 1:3 的坡度变坡比 1:1.5 后降至高程 541.00m 与厂房进水口底板衔接。引水渠前端设一横向拦沙坎，拦沙坎右侧与右岸开挖护坡连接，左侧与上游导墙连接，坎顶高程 580.00m，建基高程 571.00m，坎高 8m。

②进水口

进水口建筑物顺水流方向分别设有拦污栅、胸墙、检修闸门、通气孔、坝顶工作桥及启闭设备。进水口布置在厂房上游墙前，进口闸门后为混凝土流道，采

用两孔一机供水方式，6 台机成一字型布置，进水口底板底高程 554.00m，坝顶部高程为 595.00m；拦污栅布置在进水口前缘，每台机组设 2 孔拦污栅，共设 12 片拦污栅，拦污栅孔口尺寸为 2-7×41m（扇-宽×高），底坎高程 554.00m；拦污栅后设置胸墙，胸墙后为闸门段，每台机顺水流方向布置一道检修闸门，检修闸门孔口尺寸 1–16×17.2m（孔-宽×高），底高程为 554.00m；检修闸门布置在顶部高程为 595.00m 平台上的双向门机进行启闭，每台机闸门后设置一个通气孔。

③发电厂房

河床式厂房布置在河床右侧，总长度 131.6m，主要由主机间坝段、安装间坝段、下游副厂房、引水渠、尾水渠等建筑物组成。主机间内装有 6 台单机容量为 50MW 的卧式灯泡贯流机组；安装间布置在厂房左端岸边，安装间下部布置 2 层副厂房；下游副厂房布置在主机间下游侧，共 7 层；尾水出口底板高程 556.60m，高度 11m，尾水渠水平投影长 62.9m，以 1:5 的坡比从尾水出口底板高程 556.60m 升至 569.00m 高程，并与下游河床衔接。

2.3.4 过鱼设施

过鱼设施方案推荐竖缝式鱼道。鱼道过鱼对象包括齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮡和河段其他鱼类。鱼道结合大坝贴右岸靠发电尾水管布置，建筑物主要由鱼道进口、鱼道池室、观测室、鱼道出口等组成。

鱼道全长 760.8m，克服最大水头落差 15m，鱼道平均纵坡 i=2.5%，池室净宽 2.0m、长度 2.4m，边厚 0.5m，共 263 个池室，平均 15 个池室设置一个休息池。池室内部采用同侧竖缝式结构型式，池室采用“L”型挡墙，挡墙高 3.0m，厚度为 30cm，竖缝净宽 0.3m。

鱼道设置 2 个进口，1#进口布置于尾水渠出口下游约 155m 处、进口底板高程为 573.94m；2#进口布置于尾水渠出口下游约 85m 处、进口底板高程为 575.55m。鱼道进口设置 2 道闸门，采用垂直升降平面闸门。

鱼道设置 2 个出口，1#出口底板高程 588.2m，2#出口底板高程 589.7m。鱼道出口设置 2 道闸门，采用垂直升降平面闸门，其中 1#出口闸门底槛高程为 588.20m，2#鱼道出口闸门底槛高程为 589.70m。为防止上游残渣废弃物堵塞鱼道池室，在鱼道出口处设置拦污栅。

鱼道附属设施包括水流诱鱼设施、观察设施、闸门、拦污设施、防护设施等。

2.4 工程施工规划

2.4.1 施工总布置

本工程采用相对集中布置方式，在坝址上游左岸枕头坝半岛、坝址下游左岸（金口河城区对岸）台地集中布置主要施工辅企及其它施工临建设施。施工设施布置主要分为三部分：①枢纽工程施工区；②坝址上游左岸半岛施工区；③坝址下游左岸台地施工区。

① 枢纽工程施工区

枢纽工程施工区位于坝址两岸及左岸上游约 0.8km 范围内，布置高程范围为 594～600 m，布置有混凝土生产系统、机械修配厂、机电/金结拼装场、河道整治设备停放场等。

②坝址上游左岸半岛施工区

坝址上游左岸半岛施工区位于坝址上游 2~4km 范围内，布置高程范围为 580～620 m，场地坡度较平缓，布置有砂石加工系统、弃渣场、耕植土堆存场等。

③坝址下游左岸台地施工区

坝址下游左岸台地施工区位于坝址下游 0.5~1.2km 范围内，布置高程范围为 590～680 m，场地坡度较平缓，布置有供水厂、施工变电站、机电物资仓库、综合加工厂等。

2.4.2 施工交通

2.4.2.1 对外交通

根据工程施工组织设计，枕头坝二级水电站对外交通方案为：

（1）大宗物资运输方案

本电站大宗物资运输主要为水泥、钢材，其中水泥供应厂家可由电站下游的四川嘉华企业（集团）股份有限公司嘉华水泥厂和四川峨胜水泥股份有限公司中选取或由两厂家联合供应，推荐公路运输，运输距离分别为 128km 和 90km；钢材采购地点为成都和攀枝花，推荐公路运输方案，运输距离分别为 256km 和 485km。

（2）重大件运输方案

重大件运输主要涉及电站水轮发电机组等的运输。

1）从德阳出发，经成绵高速公路、成雅高速公路、国道 108 线雅安～汉源段、国道 245 线汉源～乌斯河公路至电站厂房；

2）沿德阳～乐山大件运输公路至新津、转国道 G108 线（新津）～雅安～汉源段、国道 245 线汉源～乌斯河公路至电站厂房；

3）沿德阳～乐山大件路至夹江、经 S305 省道至雅安，转国道 G108 线雅安～汉源段、国道 245 线汉源～乌斯河公路至电站厂房。

2.4.2.2 场内交通

本工程场内道路总长为 10.8km，全部为新建道路，其中新建临时道路 10.3km，新建永久道路 0.5km。

本工程施工期以 G245 国道公路为主干线，在合适的位置布置支线至各工作面。①坝区左右岸沟通采用坝址上游约 1.6km 卡子岗片区规划的峨汉高速金口河互通跨河桥，作为本工程二期施工时连接两岸交通桥梁；②大坝开挖中左岸坝肩布置 G245 国道公路、上坝公路和 1#基坑公路，右岸坝肩布置 2#基坑公路、进厂公路、滨河路（枕头坝一级 3#公路）；③大坝混凝土浇筑交通利用右岸进厂公路、1#基坑公路、2#基坑公路、左岸 G245 国道公路及金口河互通跨河桥；④砂石加工系统和渣场布置 2#公路与 G245 国道连接，混凝土生产系统布置 1#公路与 G245 国道连接；⑤大坝开挖渣料和下游河道整治开挖渣料利用 G245 国道公路转 2#公路运至砂石加工系统；⑥河道整治河段利用施工便道与 G245 国道公路连接。

表 2.4.2-1　　场内施工线路参数表

序号	场内线路	道路等级	汽车类别	汽车小时单向交通量(辆)	长度(km)	路面宽度(m)	起讫地点	用途	备注
1	1#公路	场内二级	25t~32t	35~45	0.25	7.5	混凝土生产系统至 G245 国道	连接混凝土生产系统 G245 国道	临时，混凝土路面，新建
2	2#公路	场内二级	25t~32t	35~45	0.55	7.5	金河硅厂、砂石加工系统至 G245 国道	连接砂石加工系统、渣场与 G245 国道	临时，混凝土路面，新建
3	左岸上坝公路	场内二级	--	--	0.30	7.5	由 G245 过左岸坝肩至 G245	大坝开挖左岸交通	永久，混凝土路面，新建
4	进厂公路	场内一级	--	--	0.2	8.0	右岸滨河路至厂房	大坝开挖右岸交通	永久，混凝土路面，新建
5	1#基坑公路	场内二级	25t~32t	29~37	1.2	8.5	左岸 G245 公路至一期基坑	一期基坑开挖出渣交通	临时，新建

6	2#基坑公路	场内二级	25t~32t	29~37	1.3	8.5	右岸滨河路至二期基坑	二期基坑开挖出渣交通	临时，新建
7	施工便道	--	25t~32t	14~18	7.0	3.5	下游河道治理至 G245 国道	河道整治两岸施工道路	临时，新建

2.4.3 施工导流

2.4.3.1 导流

（1）导流方式及导流标准

1）导流方式

根据坝址地形地质条件、洪水特性以及枢纽布置特点，本工程施工采用分两期拦断河床的导流方式：导流一期由一期纵向土石围堰挡水、右岸束窄河床泄流、进行左岸 3 孔泄洪闸及二期纵向混凝土导墙施工；导流二期由二期上下游围堰及纵向混凝土导墙挡水、左岸 3 孔泄洪闸泄流，进行右岸厂房坝段和河床中间剩余 2 孔泄洪闸施工。

2）导流标准

导流一期建筑物保护对象为 2 级建筑物（左岸 3 孔泄洪闸），围堰高度 20m，库容小于 0.1 亿 m^3，导流建筑物级别为 4 级；导流二期建筑物保护对象为 2 级建筑物（右岸 2 孔泄洪闸及厂房），围堰高度 23m，库容小于 0.1 亿 m^3，建筑物级别为 4 级。一期围堰采用土石结构，设计洪水标准选用 10 年一遇，全年时段洪水流量为 6150m^3/s。二期上下游围堰为土石结构，设计洪水标准选用 10 年一遇，全年时段洪水流量为 6150m^3/s。纵向混凝土导墙同二期上下游围堰一起挡水，其设计洪水标准与二期上下游围堰相同，选用 10 年一遇，全年时段洪水流量为 6150m^3/s。

（2）导流程序

1）第零年 4 月～12 月，主要进行左 G245 改复建及近坝库岸处理工程施工，该时段原河床过流，洪水标准为该枯期时段 5 年一遇，流量为 3318 m^3/s。

2）第一年 1 月～第一年 9 月，主要进行右岸 3#路加高复建及库岸和边坡处理施工，原河床过流度汛，洪水标准为全年时段 5 年一遇，流量为 5590 m^3/s。

3）第一年 10 月～第三年 1 月，由一期纵向土石围堰挡水，右岸束窄河床泄流，进入施工导流一期，洪水标准为全年时段 10 年一遇，流量为 6150 m^3/s。

4）第三年 2 月～第五年 1 月，左岸 3 孔泄洪闸过流，二期上下游围堰及纵

向混凝土导墙挡水，进入施工导流二期，洪水标准为全年时段 10 年一遇，流量为 6150 m³/s。

表 2.4.3-1　　施工导流特性表

导流分期	导流时段	挡水建筑物	泄水建筑物	保护对象	设计洪水标准及流量	上游水位	下游水位
导流一期	第一年 10 月～第三年 1 月	一期纵向土石围堰	右岸束窄河床	左岸 3 孔泄洪闸	全年时段 10 年一遇，Q=6150m3/s	587.39 m	583.63m
导流二期	第三年 2 月～第五年 1 月	二期纵向土石围堰	左岸 3 孔泄洪闸	右岸 2 孔泄洪闸及厂房坝段	全年时段 10 年一遇，Q=6150m3/s	591.03 m	583.63m

（3）导流建筑物

导流挡水建筑物包括一期纵向土石围堰、二期上下游土石围堰和纵向混凝土导墙，导流泄水建筑物包括右岸束窄河床、左岸 3 孔泄洪闸，其中泄洪闸为永久泄洪建筑物。

1）一期土石围堰

一期纵向土石围堰上游端顶高程 589.00m，下游端顶高程 587.00m，长度约为 641.30m，顶宽 8m，利用预留的土坎+土石填筑加高挡水。枯水位 581.50m 以下抗冲刷措施采用抛投大块石+预制混凝土柔性面板，枯水位 581.50m 以上采用钢筋石笼+喷混凝土 10cm 防护。

2）二期上下游围堰

二期上下游围堰采用土石结构，堰顶高程分别为 593.0m、585.5m。上游围堰 583.00m 以下采用混凝土防渗墙防渗，583.00m 以上堰体采用土工膜防渗；下游围堰 580.00m 以下采用混凝土防渗墙防渗，580.00m 以上堰体采用土工膜防渗。

3）纵向混凝土导墙

纵向混凝土导墙结合地形及枢纽进行布置，与泄洪闸闸墩相结合布置，上下游段与 3#泄洪闸右闸墩连接。纵向混凝土导墙上游段长 138.94m、顶高程 593.00m，下游段长 180.29m、顶高程 591.00m，采用“L”型混凝土结构；闸室段利用泄洪闸结构。

2.4.3.2 **截流**

一期导流不存在河道截流，导流二期截流安排在 11 月初，截流设计流量标

准采用考虑上游深溪沟水电站 2 台机发电流量 1300m³/s 与区间 10 年一遇的 11 月月平均流量 8.23m³/s 之和，相应流量为 1308.23m³/s。

2.4.3.3 初期蓄水

本工程下闸蓄水时间为 12 月初，下闸设计流量标准采用考虑上游深溪沟水电站 2 台机发电流量 1300m³/s 与区间 10 年一遇的 12 月月平均流量 3.86m³/s 之和，相应流量为 1303.86m³/s，水库蓄水期来水保证率按 80%计算。下闸蓄水期间采用单孔泄洪闸控制下泄，满足下游供水需求。

2.4.4 料场规划

本工程所需混凝土总量约 123.80 万 m³，其中，前期库岸防护混凝土浇筑工程在本工程开挖之前，所需 10.13 万 m³混凝土采取外购形式；其余 113.67 万 m³混凝土考虑开采、加工、运输、存储等各环节损耗系数 1.25，设计需要量为 142.09 万 m³，规划开采量再按照设计需要量的 1.25 倍考虑，为 177.61 万 m³，坝区枢纽工程开挖及下游河道整治有用料 255.13 万 m³，满足规划开采需要。

本工程料源开采顺序为：坝址区工程开挖有用料→下游河道整治开挖有用料。

表 2.4.4-1　　料源规划计算表

料源名称	混凝土量（万 m³）	成品骨料（万 t）	砂石料设计需要量（万 m³）	料场规划开采（万 m³）	备注
近坝库岸防护工程	10.13				外购商品混凝土
导流、坝区枢纽、下游河道工程	113.67	250.07	142.09	177.61	坝区枢纽工程开挖及下游河道整治有用料
总量	123.80				

2.4.5 土石方平衡及弃渣场设置

（1）枕头坝二级水电站工程土石方平衡

枕头坝二级水电站工程主体土石方开挖共计 353.20 万 m³（自然方，下同。其中枢纽工程开挖 196.45 万 m³，下游河道整治工程开挖 151.28 万 m³，库岸防护工程开挖 5.46 万 m³），回填利用总量 157.35 万 m³，余方总量 195.85 万 m³（折合成松方 244.81 万 m³）。

（2）沙坪一级水电站工程土石方调配

沙坪一级电站在工程实施过程中累计向枕头坝二级堆料弃渣场存放有用料73.14万m³（自然方，下同），借用有用料63.92万m³，最终存料9.22万m³；累计存放无用料103.24万m³，最终堆渣料量约112.45万m³（折合成松方151.81万m³）。

（3）枕头坝二级、沙坪一级土石方动态平衡

按建设单位总体安排，枕头坝二级和沙坪一级两工程同步推进，受建设条件客观因素限制，枕头坝二级渣场、砂石加工系统、机电物资仓库需要和沙坪一级共用，考虑两工程初期均存在开挖有用料不足，需外购砂石骨料的情况，对两电站进行不同建设时序的土石方动态平衡分析，以期充分利用开挖料、降低弃渣量。

根据动态成果，此处按照两工程同时开工进行土石方动态平衡分析，工程实施第3年5月，进入导流二期施工开挖高峰期，8月份达到最大值，随后逐渐降低。因此，为保持堆渣不超出G245公路高程，渣料转运工作需提前开展以消减堆渣量峰值，计划从第2年10月份开始转运，施工期转运渣量按80万m³（折合成松方100万m³）考虑，平均每月转运8万m³。在枕头坝二级完工后对河湾施工场地进行拆除转运。

（4）政府综合利用

上述半岛弃渣（储料）场在施工期有约80万m³（折合成松方100万m³）进行转运由政府综合利用，河湾施工场地在施工结束后进行拆除有约104万m³（折合成松方130万m³）进行转运由政府综合利用，上述合计政府综合利用共计184万m³（折合成松方230万m³）。

综合分析，本工程挖方353.20万m³（自然方，下同），回填利用157.35万m³，余方总量195.85万m³，沙坪一级水电站堆存渣料112.45万m³，政府综合利用184万m³，半岛弃渣（储料）场最终堆渣124.30万m³（折合成松方166.62万m³）。

（5）土石方平衡及半岛弃渣（储料）场堆渣量

枕头坝二级水电站开挖总量为414.89万m³（含表土11.94万m³，自然方，下同），回填利用218.93万m³（含表土11.94万m³），余方总量195.96万m³；沙坪一级水电站堆存渣料112.45万m³，政府综合利用184万m³，半岛弃渣（储料）场最终堆渣124.41万m³（折合成松方163.24万m³）。渣料转运处理工作

由地方政府负责并进行综合利用。见表 2.4.5-2～2.4.5-3。

本工程表土剥离量为 11.94 万 m³，其中施工生产生活设施区域剥离量 5.04 万 m³、弃渣场剥离量 6.29 万 m³、施工道路剥离量 0.19 万 m³、专项设施改（迁）建区域剥离量 0.42 万 m³ 。表土规划全部利用于施工区复耕、恢复园地、绿化等，其中枢纽工程区域覆土量 0.11 万 m³、施工生产生活设施区域覆土量 5.13 万 m³、弃渣场覆土量 6 万 m³、施工道路区域覆土量 0.27 万 m³、专项设施改（迁）建区域覆土量 0.42 万 m³。

（6）渣场规划

枕头坝二级水电站共规划 1 个弃渣场，为半岛渣场，位于坝址左岸上游 2km 处 G245 国道公路靠河侧河湾半岛处。

表 2.4.5-1　　渣场及堆存场堆渣特性表

弃渣场名称	占地面积(hm²)	堆渣高程(m)	容渣量(万 m³)	堆渣量(万 m^3)			是否受水库淹没影响
				最大堆渣量	中转总量	最大堆存量	
半岛渣场	15.6	626	330	284	100	184	否

表 2.4.5-2　　枕头坝二级水电站工程土石方平衡及流向一览表　　单位：万 m^3

序号	项目	开挖	回填/利用	调入		调出		余方		
				小计	来源	小计	去向	小计	其他土方	石方
1	枢纽工程区	196.46	119.81	43.32	弃渣（储料）场区、河道整治工程区	30.51	库岸防护工程区	89.46	26.08	63.38
2	施工生产生活区	36.72	36.81	0.09	弃渣（储料）场区					
3	弃渣（储料）场区	6.29	6.01			0.28	枢纽工程区、施工生产生活区及施工道路区			
4	施工道路区	9.64	9.72	0.08	弃渣（储料）场区					
5	河道整治工程区	151.28	1.57			43.21		106.50	30.02	76.48
6	库岸防护工程区	5.46	35.97	30.51	枢纽工程区					
7	专项设施改（迁）建区	9.04	9.04							
	合计	414.89	218.93	74.00		74.00		195.96	56.10	139.86

表 2.4.5-3　　半岛弃渣场（储料）场最终堆渣平衡表　　单位：万 m^3

项目	本工程余方			沙坪一级水电站余方			政府综合利用			最终堆渣量		
	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方	小计	土方	石方
最终堆渣量	195.96	56.10	139.86	112.45	98.70	13.75	184.00	57.96	126.04	124.41	96.85	27.57

2.4.6 施工辅助设施

2.4.6.1 砂石加工系统

本工程砂石加工系统加工料源来自枕头坝二级水电站及沙坪一级水电站坝基河床开挖渣料及河道整治开挖料，以含漂石、砂卵砾石层为主。统筹考虑枕二和沙一施工规划，主要承担枕二站及沙一工程混凝土总量约 226.9 万 m³所需砂石骨料的加工任务，其中枕二 123.8 万 m³（其中碾压混凝土 16.40 万 m³，常态混凝土 107.40 万 m³），沙一 103.1 万 m³（全部为常态混凝土）。设置一个砂石加工系统，位于坝址上游 2km 左岸有用料堆场上游的半岛，高程 596~627m 之间，占地面积约 7 万 m²。

表 2.4.6-1　　砂石加工系统建设概况

名称	成品料供应对象	料源及回采渣场	生产能力	砂石料供应要求	系统布置位置
砂石加工系统	枕二及沙一主体及临建工程	坝区及河道整治河段开采料，从有用料堆料区回采	1030t/h	三级配、二级配、一级配混凝土骨料	坝址上游 2km 左岸有用料堆场上游的半岛

2.4.6.2 混凝土拌和系统

本工程设置一个混凝土拌和系统，位于坝址上游左岸约 850m～650m 区域 G245 国道靠山侧台地，地面高程 595~605m。本工程混凝土总产量为 124 万 m³。常态混凝土最高月浇筑强度为 6.35 万 m³/月，生产规模为 191m³/h；碾压混凝土最高月浇筑强度为 5.25 万 m³，生产规模为 158 m³/h。系统选用 1 座 HL240-2S3000L 型拌和楼，1 座 HL90-2F1500 型拌和楼，铭牌产量分别为 240m³/h 和 90m³/h。混凝土从混凝土生产系统经 G245 国道至枕头坝二级坝址左岸位置运距 0.8km，经 G245 国道、枕头坝二级跨河桥、3#公路滨河路段至枕头坝二级坝址右岸位置运距 2km。

表 2.4.6-2　　混凝土拌和系统建设概况

名称	供应对象及规模	系统配置	生产强度	系统布置位置
混凝土拌和系统	主体工程、临建工程（导流工程）混凝土，混凝土生产	配置 1 座 HL240-2S3000L 型拌和楼、1 座 HL90-2F1500 型	3 班制生产，常态混凝土生产规模为 191m³/h，碾压混凝土	位于坝址上游左岸约 850m～650m 区域 G245 国道靠山侧台

名称	供应对象及规模	系统配置	生产强度	系统布置位置
	总量为 124 万 m^3	拌和楼	生产规模为 158 m^3/h	地

2.4.6.3 施工营地

前期工程标营地布置利用金结及机电拼装场，闸坝及发电厂房工程标、机电安装标和下游河道治理标不专门规划营地，考虑从左岸社会（红华实业公司闲置的办公楼、宿舍楼）租赁方式解决；枕头坝一级水电站建设时业主营地规划建设已兼顾本工程需求，布置在金口河区城边，距离枕头坝二级电站 400m 左右。

2.4.6.4 河道整治工程施工场地

（1）河道整治渣料转运场

在本工程坝址下游布置 3 个河道整治渣料转运场，分别为金口河区体育场对岸（左岸）下游侧转运场、彩虹桥右岸漫滩转运场及河道整治河段下游末端左岸转运场。其中，金口河区体育场对岸（左岸）下游侧转运场及彩虹桥右岸漫滩转运场用于彩虹桥上游段渣料转运，河道整治河段下游末端左岸转运场用于彩虹桥下游段渣料转运。

①金口河区体育场对岸下游侧转运场：出渣道路从金口河区体育场对岸沿岸边自 G245 国道公路高程向下游垫路至河床水面高程。

②彩虹桥右岸漫滩转运场：该位置漫滩场地较宽，位于弯道内侧，流速较小，高程较高，枯期在常水位以上，通过开挖渠槽形成临时航道用于驳船停靠，与右岸陆上开挖出渣道路连接，反铲开挖渣料转运方便。

③河道整治河段下游末端左岸转运场：该位置场地及水流条件和②彩虹桥右岸漫滩类似，与左岸陆上开挖出渣道路连接，主要用于彩虹桥下游河道整治出渣。

（2）河道整治船舶拼装场

鉴于评价河段不具备通航条件，因此拼装场地只能布置在河道整治施工河段内。拟将船舶拼装场布置于业主营地下游 200m~300m 处左岸。

（3）船舶拆解场

河道整治完成后，将船舶牵引至河道整治河段下游末端右岸河湾处解体分块，由汽车运输退场。

2.4.6.5 综合加工厂

综合加工厂包括木材加工厂、钢筋加工厂、混凝土预制件厂，主要负责主体工程和临建工程所需的模板、房建木结构件、钢筋的加工和生产及混凝土预制件加工，同机电物资仓库共同布置于坝址上游左岸 600~850m 处 G245 国道公路内侧台地。

2.4.6.6 机械修配厂和设备停放场

机械修配厂主要负责整个工程的施工机械的各级保养、小修、更换零部件及少量零部件和部分非标准零件的加工任务，实行两班制生产；设备停放场布置考虑与机械修配厂一起，布置在坝址上游左岸 600~850m 处 G245 国道公路内侧台地。

2.4.6.7 机电仓库

布置在坝址下游左岸约 700m 附近 G245 国道公路靠山侧。

2.4.6.8 金结及机电拼装场

布置在坝轴线上游左岸约 500m~700m 附近沿 G245 国道外侧狭长形平地。

2.4.6.9 风、水、电及通讯系统

（1）施工用风

本工程设计系统供风总容量为 1020m³/min。采用固定空压站与移动式空压机相结合的方式，共设置 3 个固定空压站，分别布置于左坝肩、右坝肩和混凝土系统；移动式空压机考虑 9 m³/min 与 12 m³/min 两种。

表 2.4.6-3　　施工供风规模及设备型号

编号	单位	规模	设备	承担任务
1#空压站	m^3/min	440	7L-100/8 型 3 台，L8-60/8 型 3 台，BYH-10/7 型 2 台	左坝肩及 3~5#泄洪闸、综合加工厂
2#空压站	m^3/min	500	7L-100/8 型 3 台，L8-60/8 型 2 台，BYH-10/7 型 2 台	右坝肩、厂房及 1#2#泄洪闸基坑
3#空压站	m^3/min	80	5L-40/8 型 2 台	混凝土生产

（2）施工用水

本工程施工高峰时段用水规模为 32500m³/d，其中生产用水规模为 32000 m³/d，生活用水规模为 500 m³/d。施工用水水源从大渡河取水，供水厂布置在坝址下游左岸约 600m 处的 3 级台地上、高程约 690m，取水泵站布置在 G245 国道

旁、高程约 590m。各施工区各用户用水点均从供水厂出水口接入，采用重力自流配水，配水管道采用 DN420 钢管。

（3）施工用电

本工程施工高峰用电负荷为 15000kVA，用电来源考虑接当地电网。施工变电站布置在在坝址下游左岸约 600m 处的 3 级台地上的供水厂旁，高程约 690m，从坝址左岸上游侧的原红华公司变电站接线。变电站容量选用 15000kW，接入线路采用 35kV。

2.4.6.10 油库及炸药库

本工程油料年高峰用量为 5.57×10^4t，高峰年运输量约 1.87 万 t，由乌斯河中转站供应，仅考虑储存柴油，布置在半岛河湾附近 G245 公路一侧。

本工程不涉及爆破施工，不考虑规划设置炸药库。

2.4.7 河道整治

河道整治工程位于坝址下游河道，以厂房发电尾水处为起点，河道整治全长约 2.6km，安排第二年 11 月至第五年 4 月期间的三个枯期时段（11 月~次年 4 月）施工。

河道整治基本上是在河床水下冲积含漂石砂卵砾石层中开挖。河道整治纵坡设计为 0.77‰，河道整治基点为坝址下游约 2.6km 断面，基点清挖高程为 567.00m，上游至厂房尾水出口反坡段末端，开挖高程为 569.0m，河道清挖深度 3m 左右；河道右岸开挖起点离原防洪堤坡脚距离不小于 10m，左岸开挖起点根据河道断面形状需保证过流能力要求及边坡稳定进行开挖，两岸开挖边坡坡比为 1:2.5，边坡采用 1m 厚的 C15 混凝土进行护坡；对右岸防洪堤边坡抗滑稳定安全系数较低的边坡采用混凝土灌注桩进行抗滑防护，混凝土灌注桩桩径为 1.2m，桩深不小于 20m。

本工程河道整治开挖量 151.28 万 m³，C15 护坡混凝土 14.56 万 m³，混凝土灌注桩 500 根。其中，陆上开挖部分包含水面以上部分及浅水处开挖，直接采用 2~3m^3 反铲开挖、25~32t 自卸汽车运输至堆料弃渣场，平均运距 11km。水下河道整治部分由于不具备采用反铲直接开挖施工的条件，参照航道类似工程，采用铲斗式或抓斗式挖泥船（斗容 2.5~4m³）开挖，驳船运至河岸转 25~32t 自卸汽车运至堆料弃渣场，平均运距 11km。

2.4.8 边坡工程

边坡工程由枢纽区左岸上游引水渠、铺盖段、坝肩和下游消力池边坡、右岸引水渠、基坑和尾水渠边坡以及库区上游左岸元木沟堆积体边坡组成。

①左岸开挖边坡需要对开挖区域外部覆盖层进行加固处理后，再对左岸河床内覆盖层进行开挖，左岸上游引水渠覆盖层开挖至 571m 高程，铺盖段挖至 569.5m 高程，左岸非溢流坝段挖至基覆分界线处，下游消力池覆盖层挖至 565.5m 高程。

②为减少右岸边坡开挖及开挖对 3#公路的影响，右岸边坡开挖前，先采取灌注桩加固覆盖层边坡及挡墙基础，再进行基坑、上游引水渠、下游尾水渠的开挖。右岸引水渠边坡指坝轴线上游引水渠开挖、上游铺盖边坡及医院防护区边坡，桩顶高程为 580m，桩外侧覆盖层开挖至 571m 高程，3#公路回填加高至 592.50m 高程；厂房基坑边坡桩顶高程 578m，桩外侧覆盖层开挖至 545.5m 高程；下游尾水渠边坡指厂房尾水管出口下游开挖边坡，桩顶高程 580m，桩外侧覆盖层开挖至 569m 高程，回填后连接 3#公路至厂房尾水平台 588.00m 高程。

③元木沟缓坡堆积体地处枕头坝二级水电站坝址上游 3.0km 处，水库蓄水后，由于库水位抬升对元木沟滑坡堆积体前缘的淹没幅度有限，对堆积体稳定的影响较小。滑坡堆积体Ⅱ区存在局部滑塌的可能性，且以缓慢塌滑为主，将元木沟滑坡堆积体Ⅱ区作为待观区，布置相应监测设施。

2.4.9 库区防护工程

库区防护点共计 14 个，根据各防护点位置划分为 7 个防护区。

表 2.4.9-1　　库区防护点划分

序号	防护点	位置	高程		防护区	防护措施
			电站回水高程	防护点高程		
1	金口河区医院	坝址上游 50m 处	20 年一遇回水采用线 593.00m	592.0～592.5m	近坝右岸防护区	防护区沿河长度约 800m。对原有临河侧挡墙进行加高，并采取防渗处理措施，同时对低于正常蓄水位 592.00m 高程的场地进行回填。
2	3#公路	原枕头坝一级水电站场内二级公路	50 年一遇库区相应路段的洪水采用线 593.00m	589.3~591.5m		
3	养老院	坝轴线上游 350m 处	正常蓄水位 592.00m	地面高程 591.5m		
4	康宁硅业	坝址上游 100m 处	正常蓄水位 592.00m	生产车间高程为 587.00m～592.00m 之间	近坝左岸防护区	总长 480.00m。采取防洪堤进行保护，防洪堤断面为混凝土重力式断面，挡水侧铅直，背水侧坡比 1:0.7，顶宽 1m，最大堤高 12m。
5	公路养护段	坝址上游约 300m 处	正常蓄水位 592.00m	588.3～591.2m		
6	G245 公路	国道 G245 约有 3.9km 位于库区左岸	50 年一遇库区相应路段的洪水采用线 593m	（K122+980~ K123+480）、（K123+860~K125+260）、（K125+840~K126+660）路面高程		
7	民族吊唁厅	库区大旋头村二组	正常蓄水位 592.00m	590.00m	卡子岗工业园区	沿河防护长度约 1000m。沿河增建防洪墙和加高原有防洪墙，场地抬填至防洪及浸没影响高程以上，原地复建相关设施。
8	木材加工厂	库区右岸大旋头村和罗回村交界处	正常蓄水位 592.00m	全厂高程为 584.4～591.6m		
9	硅材研发中心	库区右岸大旋头村	正常蓄水位 592.00m	厂房高程 590.00m		
10	森宝公司天麻厂	库区右岸大旋头村	正常蓄水位 592.00m	585.2～590.1m		
11	大旋头村居民点	库区右岸大旋头村居民点	回水高程约为 593.5m	地面高程 583～585m	大旋头村居民点	防护线长度为 165m。采用临河侧建防洪墙进行防护。

序号	防护点	位置	高程		防护区	防护措施
			电站回水高程	防护点高程		
12	金河硅厂		回水高程 594.30m	前沿平台高程为 596.50m	金河硅厂	处理长度为 250m。对该厂防洪河堤进行加高
13	新村电站	位于坝址以上 4km 处的库区右岸	50 年一遇洪水回水高程约为 595.19m	厂房平台高程 594.90m	新村电站	防护加高范围约 100m。
14	新村居民点	坝轴线右岸上游约 4km 处	回水线高程为 595.5m	前沿部分高程为 592.3～593.7m	新村居民点	处理长度为 518m。采用原有防洪墙墙加高，和新建防洪墙的方式进行防护。

2.4.10 施工进度

本工程施工进度可分为 4 期，即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期。不计工程筹建期，安排施工总工期为 64 个月。工程建设第五年 4 月初，由已完建的 5 孔泄洪闸下闸开始蓄水 8h 满足首台机组低水头发电，至第五年 6 月首台机开始低水头发电；第五年 6 月，从死水位蓄至正常蓄水位 592 m 高程，在平水年（50%保证率）情况下，水库蓄水后 12h 满足 6 台机全部正常水位发电，电站正式投入运行。

本工程总人数 3000 人，包括直接生产、间接生产、干管及缺勤人员；生产高峰出工人数 2500 人，施工总工日数约 330 万工日。

2.5 建设征地及移民安置

本工程建设征地总面积为 210.88hm²。其中，枢纽工程建设区 108.45hm²，水库淹没影响区 102.43hm²。涉及和平乡解放村、迎春村，永和镇新光村、新乐村，共计 2 个乡镇 4 个村 5 个组。至规划水平年，搬迁安置 593 人，生产安置 67 人。

2.5.1 建设征地实物指标

枢纽工程建设区总面积 108.45hm²，其中永久占地 23.12 hm²，临时占地 85.33 hm²；水域及水利设施用地 48.87hm²，陆地面积 59.58 hm²。

水库淹没区总面积 102.43hm²，全部为永久占地。其中水域及水利设施用地 85.50 hm²，陆地面积 16.63hm²。

表 2.5.1-1　　项目占地情况表　　单位：hm²

地类	水库淹没区	枢纽工程建设区			总计		
	永久	永久	临时	合计	永久	临时	合计
旱地	0.76	0.73	6.53	7.26	1.49	6.53	8.02
园地	5.68	1.05	11.64	12.69	6.73	11.64	18.37
林地	9.84	2.10	6.29	8.39	11.94	6.29	18.23
草地		1.91	0.14	2.05	1.91	0.14	2.05
商服用地	0.22	0.33		0.33	0.55		0.55
工矿仓储用地		8.87	2.85	11.72	8.87	2.85	11.72
住宅用地	0.43	0.69	8.34	9.03	1.12	8.34	9.46
公共管理与公共服务用地		0.39	1.04	1.43	0.39	1.04	1.43

地类	水库淹没区	枢纽工程建设区			总计		
	永久	永久	临时	合计	永久	临时	合计
特殊用地			0.39	0.39		0.39	0.39
交通运输用地		1.80	0.17	1.97	1.80	0.17	1.97
水域及水利设施用地	85.50	4.34	44.53	48.87	89.84	44.53	134.37
其它土地		0.91	3.41	4.32	0.91	3.41	4.32
合计	102.43	23.12	85.33	108.45	125.55	85.33	210.88

2.5.2 移民安置规划

2.5.2.1 移民搬迁安置规划

根据移民专业最新资料，枕头坝二级水电站枢纽工程建设区搬迁安置人口496人，其中集中安置411人，分散安置85人。水库淹没区搬迁人口97人，其中集中安置18人，分散安置79人。

根据移民专业最新资料，本工程推荐设置1个集中安置点，位于库区右岸卡子岗，距离坝址2.2km，属于金迅硅业和森宝天麻厂两家企业厂区，根据企业意愿，采取一次性货币补偿处理。该地块用地规模共130亩，满足本工程集中安置429人需求。

2.5.2.2 生产安置规划

枕头坝二级水电站枢纽工程建设区基准年生产安置人口27人，到规划水平年生产安置人口27人，均位于永和镇新乐村，初步规划全部在本村调整土地就近有土安置。水库淹没区基准年生产安置人口39人，到规划水平年生产安置人口40人，初步规划全部在本村调整土地就近有土安置。

2.6 工程运行

2.6.1 水库运行

枕头坝二级水电站无防洪任务，电站洪水调度主要满足自身防洪安全。洪水调节起调水位为正常蓄水位592m，当来流量小于起调水位相应的泄流能力时，来多少泄多少，基本维持水库水位在起调水位；当来流量大于起调水位相应的泄流能力时，按泄洪建筑物的泄流能力泄洪，水库水位开始上涨，直至来流量与泄流量相等，水库水位达到最高点；当来流量小于水库水位相应的泄流能力时，水

库水位开始下降，直至水库水位下降至起调水位。枕头坝二级建库后，坝址水面宽由建库前的平均约 165m 增加到约 327m，库区年均流速分别由丰、平、枯水年的 2.42、2.08、2.15m/s 减缓至 0.53、0.45、0.38m/s。

2.6.2 发电运行

枕头坝二级为径流式电站，枕头坝一级和二级水电站之间的区间面积仅占枕头坝二级水电站坝址以上集水面积的 0.2%，枕头坝二级水电站的入库基本上为上游枕头坝一级水电站的出库。发电运行时，按照与上游同步运行的方式进行发电运行。即枕头坝一级水电站发电运行时，枕头坝二级保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行同步发电运行。发电运行时上游水位在正常蓄水位至死水位之间变化。

2.6.3 排沙运行

枕头坝二级水电站上游已经建成瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级水电站，上游水电站均未设置冲沙底孔，各电站坝址以上推移质基本上拦蓄在库中，经过三个水电站梯级电站的拦蓄后，出库的悬移质泥沙颗粒较细。

为了多泄水、多冲沙，堰顶高程宜与天然河床底高程齐平，堰顶高程过高则会加剧对下游河床的冲刷，对排沙不利；过低增加泄量不大，而增加闸身结构高度和容易造成闸门前的淤积。根据坝址河道宽度、泄洪建筑物规模、闸门金属结构要求、水库运行及冲排淤沙的要求，经过综合分析采用 5 孔泄洪闸，采用平底胸墙式泄洪闸，孔口尺寸 14m×12m，泄洪闸堰顶高程根据河床高程、水流、泥沙、闸址地形、地质条件，结合选定的堰型经综合分析确定为 571m。

枕头坝二级水电站为低闸坝电站，泄洪布置具有泄洪排沙作用，根据上游梯级电站排沙调度运行情况，在上游梯级下泄洪水排沙时，枕头坝二级电站同步按照相应流量开闸泄洪排沙。

3 工程分析

3.1 工程建设必要性

根据《长江流域综合规划（2012～2030）》明确了大渡河 3 库 29 级水电开发方案，枕头坝二级水电站为第 23 个梯级。因此，本工程的建设对于落实《长江流域综合规划（2012~2030）》要求、促进区域水电可再生能源开发、优化地方产业经济结构具有积极作用。

枕头坝二级水电站的建设，必将带动区域工、商、旅游业及地区城镇化发展，给当地提供大量就业机会，在实现社会各界共享水电资源开发成果、助力区域脱贫攻坚方面意义重要。

枕头坝二级水电站的建设，是落实“水电+旅游”深度融合指导意见的具体实践。2019 年 2 月，四川省发展和改革委员会、能源局联合印发了《促进水电建设与旅游开发融合发展的指导意见》（川发改能源[2019]66 号），明确将“重点开发大渡河金口大峡谷—瀑布沟库区旅游”作为“结合民族地区全域旅游规划和攀西地区旅游规划，促进流域水电旅游开发与现有精品旅游区、精品旅游线路融合发展”的重要组成部分。本项目规划建设“大渡河滨河景观带、枢纽工程景观区、生态景观示范区、工业景观展示区”一带四区景观格局，构建城区新的景观节点，将与金口大峡谷、大瓦山湿地公园、“三线记忆生态绿廊”等串联形成更为完整的旅游体验路线。本工程是落实意见有关“水电+旅游深度融合，打造沿江经济带、培育区域特色产业发展”的具体实践。

3.2 工程符合性及协调性分析

3.2.1 与法律法规符合性分析

《中华人民共和国水法》规定：“国家鼓励开发、利用水能资源。在水生生物洄游通道、通航或者竹木流放的河流上修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼、过船、过木设施”，“在水能丰富的河流，应当有计划地进行多目标梯级开发。”枕头坝二级水电站是大渡河干流规划的第 23 个梯级电站，工程设计中采取鱼道形式过鱼，因此工程建设符合《中华人民共和国水法》规定。

3.2.2 与国家相关政策符合性分析

3.2.2.1 与国家产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），大中型水力发电站被列为电力鼓励类，因此枕头坝二级水电站建设符合国家产业政策。

3.2.2.2 与国家能源发展政策符合性分析

《国民经济和社会发展十三五规划纲要》中明确提出“统筹水电开发与生态保护，坚持生态优先，以重要流域龙头水电站建设为重点，科学开发西南水电资源”。

2016 年 12 月，国家发展改革委发布了《可再生能源发展“十三五”规划》，提出了继续做好大渡河水电基地建设工作的要求，明确了枕头坝二级水电站为“十三五”常规水电重点项目。同年，国家能源局发布了《水电发展“十三五”规划》，规划根据我国水能资源的区域分布特点和开发现状，对西部常规水电开发作出了统筹规划和布局：西南地区以川、滇、藏为重心，以重大项目为重点，结合受端市场和外送通道建设，积极推进大型水电基地开发，继续做好大渡河水电基地建设工作。枕头坝二级水电站明确列入“十三五”常规水电重点项目中，为重点开工项目。

本工程拟建于我国十三大水电基地之一大渡河干流中游段，是大渡河干流 29 级水电开发方案中的第 23 个梯级，电站装机容量 300MW，为二等大（2）型工程，多年平均发电量 15.38 亿 kWh，留存地方用电后供电四川电网。因此，枕头坝二级水电站作为优质的水能资源和可再生能源，在保护好生态环境的前提下开发，符合国家能源规划的相关要求。

3.2.2.3 与长江经济带发展与保护相关政策符合性分析

《长江经济带生态环境保护规划》提出了“建设和谐长江、健康长江”的主要目标，明确了包括“确立水资源利用上线，妥善处理江河湖库关系”在内的六大重点任务。

本工程属于《长江流域综合规划（2012～2030）》、《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》明确的大渡河 3 库 29 级水电开发方案中的第 23 个梯级，遵循“规划引领”的生态优先开发思路；项目位于长江上游区，不属于禁止开发类项目；在纳入大渡河大岗山至河口段梯级电站生态调度

研究的同时，确定了最小 327m³/s 下泄流量保障及监控措施（占坝址多年平均流量的 24%）；项目将依托黑马增殖站实施鱼类增殖放流、建设过鱼实施、实施鱼类栖息地保护措施，同时环评提出了在栖息地保护河段“全年禁捕及管理措施”要求，以水资源有效保护和合理利用、生态保护为前提开展工程建设，符合“建设和谐长江、健康长江”的主要目标和主要保护任务要求。因此，本工程与《长江经济带生态环境保护规划》相符合。

3.2.3 与相关规划符合性分析

3.2.3.1 与国家及地方社会经济发展规划符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》就建设现代能源体系提出了“深入推进能源革命，着力推动能源生产利用方式变革，优化能源供给结构，提高能源利用效率，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，维护国家能源安全。”的总体要求。其中将“统筹水电开发与生态保护，坚持生态优先，以重要流域龙头水电站建设为重点，科学开发西南水电资源。”作为推动能源结构优化升级的重要内容。

《四川省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出加快清洁能源产业发展，具体措施是优先发展水电，科学有序推进风能、太阳能等新能源开发，加大煤气、页岩气、沼气等新能源勘探开发；提出“以金沙江、雅砻江、大渡河“三江”水电开发为重点，建成全国最大水电开发基地。积极发展生态文化旅游、特色农牧业等适宜产业，有序开发水电资源。加强高原生态安全屏障建设，有效修复和提升生态功能。”

《乐山市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》着力构建相对集中、各具特色、分工协作、优势互补的“一极两轴三区”产业布局，其中，大渡河属于“两轴”之一，在大渡河沿线重点布局冶金建材、装备制造、水电等产业，形成大渡河沿线产业轴，并明确了加快推进大渡河沙坪一级、沙坪二级水电站、枕头坝二级水电站等水电开发项目。

枕头坝二级水电站的建设是响应国家到地方各级政府十三五规划纲要中有关西南水电开发、大渡河水电基地建设的具体要求，是乐山市十三五规划重点推进水电项目之一，与国家及地方国民经济和社会发展规划相符。

3.2.3.2 与生态功能规划符合性分析

（1）全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划》，本工程所在乐山市属于岷山—邛崃山—凉山生物多样性保护与水源涵养重要区，该区域主要生态问题是“水土流失严重、山地灾害频发和野生动植物栖息地退化与破碎化加剧”；生态保护主要措施要求是“加大天然林的保护和自然保护区建设与管护力度；禁止陡坡开垦和森林砍伐， 继续实施退耕还林工程；恢复已受到破坏的低效林和迹地；发展林果业、中草药、生态旅游及其相关产业；开展生态移民，降低人口对森林生态系统与栖息地的压力”。据分析，本工程不涉及生态保护红线中的天然林，将通过景观规划设计促进当地生态旅游量质齐升、通过移民安置规划促进当地生态移民建设，并在工程实施过程中提出鱼类栖息地保护措施规划。

因此，本工程的实施与《全国生态功能区划》相符。

（2）四川省生态功能区划

根据《四川省生态功能区划》，工程所属区域为“II-2-1 川西南山地亚热带半湿润气候生态区—川西南山地常绿阔叶林生态亚区—峨眉山—大风顶生物多样性保护与水源涵养生态功能区”和“II-2-2 汉源—甘洛矿产业—农林业与土壤保持生态功能区”的交界地带。大渡河干流以北区域属于 II-2-1 区，大渡河干流以南区域属于 II-2-2 区。

II-2-1 区和 II-2-2 区的生态问题均以“水土流失严重，滑坡泥石流崩塌强烈发育”为主；II-2-1 区和 II-2-2 区的生态环境敏感性均以“土壤侵蚀极敏感，野生动物生境极敏感，水环境污染高度敏感，酸雨中度敏感，沙漠化轻度敏感”为主；II-2-1 区的生态保护和发展方向为“保护森林植被和生物多样性，巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。防治地质灾害和水土流失。调整农业产业结构，发挥山区优势，以林为主，发展林农牧多种经营。依托峨眉山等丰富的自然景观资源发展旅游业。科学合理开发自然资源，防止资源开发对生态环境的破坏、污染和不利影响”， II-2-2 区的生态保护和发展方向为“巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。采取生物与工程措施，治理水土流失，防治地质灾害。调整农业结构，发展节水农业和生态农业。建设水电能源工业基地。规范和严格管理矿产和水力资源开发，整治资源开发对生态环境的破坏和污

染”。

本工程评价范围有珍稀保护及特有鱼类 16 种、国家Ⅱ级重点保护 11 种。针对工程对重点保护动物可能产生的不利影响，本项目提出了鱼类栖息地保护、建设过鱼设施、鱼类增殖放流、加强科学研究以及陆生保护动物保护措施，切实落实相关措施的前提下可有效减缓工程实施对保护动物的不利影响；通过工程措施和植物措施制定了水土保持措施以防治工程造成的水土流失。

因此，本项目与《四川省生态功能区划》相符。

3.2.3.3 与金口河城市总体规划符合性分析

（1）项目开发符合性

《乐山市金口河区城市总体规划（2011-2030）》分析认为，金口河区水资源、矿产资源丰富，随着调整产业结构，优化产业布局，已形成水电、冶炼、化工、棉纺、矿业等五大支柱产业。规划提出要重点发展支柱产业，加快工业化进程，明确了“依托国电公司加快境内大渡河流域水电资源开发，加快枕头坝二级前期工作……着力打造乐山市水电能源基地，构建经济特色增长点。”

枕头坝二级水电站是《乐山市金口河区城市总体规划（2011-2030）》明确提出的应加快前期工作进度的水电工程，本工程实施有助于金口河区加快建成水电能源基地，电站选址符合金口河区城市总体规划空间布局要求。

（2）河道整治工程符合性

城市综合防灾规划是《乐山市金口河区城市总体规划（2011-2030）》中的重要组成部分。在总规中，明确了以“治河与治坡相结合，工程措施与非工程措施相结合，整治方法的重点是整治河道，加固河堤基础，清障、疏导、消灭倒滩横流与适当修建河堤相结合以提高行洪能力”、“加强排洪渠及河道的疏通、清理，严禁向河床倾倒垃圾和弃放土石，保证河床泄洪断面顺畅”为主的防洪规划措施。

本工程拟对坝址下游 2.6km 河段实施河道整治工程，河道整治纵坡设计为 0.77‰，整治深度为 3m 左右。本工程通过对下游河道行洪断面进行清理整治，增加水体深度、减小断面宽深比，河道整治后金口河城区河段河道相比现状将趋于窄深、流路趋向更加稳定，有利于提高河段行洪能力。

因此，本项目与乐山市金口河区城市总体规划是相符合的。

3.2.4 与“三线一单”管控要求符合性分析

2019 年 10 月，生态环境部组织审核验收通过四川省“三线一单”编制成果，目前该成果尚未发布。

（1）与生态保护红线的符合性分析

2018 年 7 月，四川省人民政府以川府发[2018]24 号印发《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》，发布了四川省生态保护红线。2019 年 7 月，四川省自然资源厅、生态环境厅联合启动开展生态保护红线评估工作，拟对四川省生态保护红线划定成果进行调整完善。2019 年 12 月，我公司再度前往乐山市金口河区自然资源局对接生态保护红线相关事宜，经复核，枕头坝二级水电站建设征占地范围不涉及四川省生态保护红线。

（2）与环境质量底线的符合性分析

根据金口河区生态环境局常规水质监测结果，大渡河干流金口河区出、入境断面水质能稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。根据本项目水质监测结果，大渡河干流丰水期水质存在超标现象，主要原因是丰水期面源污染；支流江沟和金口河水质超标主要原因为周边居民生活污水影响。本项目环评提出在工程实施过程中污废水经处理后全部回用不外排，不会影响大渡河水环境功能类别。

另外，本项目提出了施工迹地恢复、含油废水分类处理、垃圾分类处置等保护措施。

综合分析，本工程能保证环境质量底线目标得以实现。

（3）与资源利用上线的符合性分析

工程建设符合水资源利用上线要求。本工程发电取用水基本不消耗水量，不增加区域用水总量，工程保障不小于 327m³/s 下泄流量，不影响下游水生态环境和其他用水户取水等方面的用水需求。因此，本工程开发与资源利用上线相符合。

（4）与环境准入清单的符合性分析

《长江经济带战略环境评价乐山市“三线一单”文本（阶段成果）》对乐山市工业布局是形成“两江一区”的产业发展格局，其中本工程所处大渡河属于“两江”之一，“以大渡河为依托，构建冶金建材及水电产业走廊”。因此本工程与环境准入清单相符合。

3.3 工程方案环境合理性分析

3.3.1 正常蓄水位选择合理性

可研阶段，以枕头坝一级电站厂址处多年平均流量对应的水位 591m 作为枕头坝二级电站正常蓄水位的下限方案，以枕头坝一级水电站满发水位 593m 作为枕头坝二级水电站正常蓄水位的上限方案，按照 0.5m 的等差，在上下限范围内拟定正常蓄水位方案 591m、591.5m、592m、592.5m、593m 五个正常蓄水位方案进行环境影响综合比选。结果表明，各正常蓄水位方案之间的环境影响差异不明显，均不存在制约正常蓄水位选择的重要环境因素。

2019 年 5 月，水电水利规划设计总院以“水电规规[2019]49 号”出具了《四川大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告审查意见》，同意枕头坝二级水电站正常蓄水位 592m 方案。

表 3.3.1-1　　各正常蓄水位方案环境影响比较表

方案 项目	方案一 591m	方案二 591.5m	方案三 592m	方案四 592.5m	方案五 593m	比较结果
水文情势	水域面积 1.40km^2，库容 0.093 亿 m^3，库区水体流态趋缓，电站为径流式运行，不改变坝址下游流量	水域面积 1.53km^2，库容 0.104 亿 m^3，库区水体流态趋缓，电站为径流式运行，不改变坝址下游流量	水域面积 1.59km^2，库容 0.112 亿 m^3，库区水体流态趋缓，电站运行方式为径流式，不改变坝址下游流量	水域面积 1.68km^2，库容 0.129 亿 m^3，库区水体流态趋缓，电站为径流式运行，不改变坝址下游流量	水域面积 1.73km^2，库容 0.137 亿 m^3，库区水体流态趋缓，电站为径流式运行，不改变坝址下游流量	各方案水库淹没区面积和库容随水位升高略有增大，对库区水文情势影响差别不大
水环境（水温、水质）	水库水温分布类型判别 α=4614，>20 为混合型，为低坝径流式运行，水体交换频繁	水库水温分布类型判别 α=4113，>20 为混合型，为低坝径流式运行，水体交换频繁	水库水温分布类型判别 α=3843，>20 为混合型，为低坝径流式运行，水体交换频繁	水库水温分布类型判别 α=3335，>20 为混合型，为低坝径流式运行，水体交换频繁	水库水温分布类型判别 α=3137，>20 为混合型，为低坝径流式运行，水体交换频繁	各方案水库均为混合型，水库蓄水不影响水温，各方案基本不会影响水库总体水质类别。各方案水环境影响差别不大
陆生生态	淹没陆地面积 0.14km^2，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地	淹没陆地面积 0.15km^2，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地	淹没陆地面积 0.17km^2，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地	淹没陆地面积 0.20km^2，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地	淹没陆地面积 0.20km^2，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地	随水位的升高，各方案淹没面积有所增大，均不涉保护植物、古树名木及保护动物繁殖和重要栖息生境，各方案陆生生态影响差别不大
水生生态	涉及库区河段零星鱼类产卵场，不涉及其他水生生物重要栖息地	涉及库区河段零星鱼类产卵场，不涉及其他水生生物重要栖息地	涉及库区河段零星鱼类产卵场，不涉及其他水生生物重要栖息地	涉及库区河段零星鱼类产卵场，不涉及其他水生生物重要栖息地	涉及库区河段零星鱼类产卵场，不涉及其他水生生物重要栖息地	不同方案水库淹没区面积略有增加，对水生生态及鱼类的影响差别不大
景点和区域景观	建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	基本相当

方案 项目	方案一 591m	方案二 591.5m	方案三 592m	方案四 592.5m	方案五 593m	比较结果
土地淹没	淹没面积 1.01km^2，其中淹没耕地 0.71hm^2、园地 4.56 hm^2、林地 7.82hm^2 等	淹没面积 1.03km^2，其中淹没耕地 0.74hm^2、园地 5.24 hm^2、林地 8.88hm^2 等	淹没面积 1.05km^2，其中淹没耕地 0.76hm^2、园地 5.68 hm^2、林地 9.84hm^2 等	淹没面积 1.08km^2，其中淹没耕地 0.79hm^2、园地 7.13 hm^2、林地 11.71hm^2 等	淹没面积 1.08km^2，其中淹没耕地 0.79 hm^2、园地 7.13 hm^2、林地 11.71hm^2 等	随水位抬高，各方案淹没耕地、园地、林地数量略有增加
移民安置	拆迁房屋面积 12746.2 m^2，至规划水平年搬迁安置人口 109 人	拆迁房屋面积 14305m^2，至规划水平年搬迁安置人口 125 人	拆迁房屋面积 15981m^2，至规划水平年搬迁安置人口 145 人	拆迁房屋面积 22098.4m^2，至规划水平年搬迁安置人口 218 人	拆迁房屋面积 22098.4m^2，至规划水平年搬迁安置人口 218 人	随水位抬高，各方案拆迁房屋和移民安置量有所增加，移民安置环境影响有所增大
主要复建工程	G245 国道复建 0.4km、防护 2.0km，淹没红华实业取水设施 2 处，择地复建 1 处	G245 国道复建 0.5km、防护 2.0km，淹没红华实业取水设施 2 处，择地复建 1 处	G245 国道复建 0.6km、防护 2.0km，淹没红华实业取水设施 2 处，择地复建 1 处	G245 国道复建 0.7km、防护 2.0km，淹没红华实业取水设施 2 处，择地复建 2 处	G245 国道复建 0.7km、防护 2.0km，淹没红华实业取水设施 3 处，择地复建 2 处	各方案均复建 G245 国道及红华实业取水设施，方案一、二、三迁复建影响基本相当，方案四、五影响略大
施工环境影响	随水位抬高，大坝增高，施工工程量增加，环境影响增大					方案一、二、三影响略小，方案四、五影响略大
其他	各方案均不涉水源保护区、文物保护单位、矿产压覆等，无重大环境敏感制约因素					无影响

3.3.2 坝址坝型选择环境合理性

可研阶段，设计选择陡崖～张村沟河段作为枕头坝二级选坝河段，其中，以卡子岗天然砂砾料场至马落桥沟上游木材场附近作为上坝址，张村沟沟口上游约300m 作为下坝址，上、下两坝址相距约 1.20km，水面高差约 2m，对两个坝址方案进行环境影响综合比选。上下坝址方案均不涉及四川省生态保护红线及其他禁止开发的保护区域，水库淹没、施工占地、设施复建以及施工环境影响相当。从环境角度综合来看，上下坝址方案对环境影响基本相当，均不存在重大环境制约因素。

2019 年 4 月，中国水利水电建设工程咨询有限公司以“水电咨水工[2019]28号”报送《四川省大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段坝址、坝型及枢纽布置格局比选专题咨询报告》，认为项目推荐坝址、坝型合适，并推荐“两岸混凝土重力坝、右岸厂房+左岸泄洪闸”（方案四）的枢纽布置作为可行性研究阶段的代表枢纽布置格局方案。

表 3.3.2-1　　上、下坝址方案环境影响比较表

项目 \ 坝址		上坝址	下坝址	比较结果
工程概况		工程为坝式开发，枢纽布置为左岸非溢流坝段、左岸泄洪闸坝段、右岸河床式厂房坝段以及右岸非溢流坝段，水库正常蓄水位 592m，装机容量 305MW，年发电量 14.27 亿 kW·h。	工程为坝式开发，枢纽布置为左岸非溢流坝段、左岸泄洪闸、右岸河床厂房坝段及右岸非溢流重力坝坝段，水库正常蓄水位 592m，装机容量 300MW，年发电量 15.38 亿 kW·h。	上、下坝址规模相当，工程开发对水文情势影响相当
环境比选	水文情势	库区水体流态趋缓，电站运行方式为径流式，不改变坝址下游流量	库区水体流态趋缓，电站运行方式为径流式，不改变坝址下游流量	上、下坝址工程运行方式一致，水文情势影响相当
	水环境	库区有硅厂、钙厂生产废水排入，居民点较分散，生活污水及农业面源影响负荷较小；α>20 水库水温分布类型判别为混合型水库	污染源分布与上坝址基本一致；α>20 水库水温分布类型判别为混合型水库	影响基本相当
	陆生生态	不涉及地质公园，无保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地。	不涉地质公园、保护植物和古树名木，无保护动物主要繁殖和栖息地。	影响基本相当
	水生生态	不涉及水生生物重要栖息地	不涉及水生生物重要栖息地	影响基本相当
	景点和区域景观	不涉及地质公园、自然保护区、风景名胜区等，建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	不涉及地质公园、自然保护区、风景名胜区等，建库后形成人工湖面，有利于改善区域景观	下坝址库区面积更大，更有利于库区景观塑造
	水库淹没	淹没面积 0.92 km^2，其中包括耕地 3.35hm^2、园地 5.68 hm^2、9.84hm^2	淹没面积 1.05 km^2，其中包括耕地 3.35hm^2、园地 5.68 hm^2、9.84hm^2	上坝址淹没影响略小，但两方案差别不大
	施工占地	枢纽工程建设占地 0.30km^2，其中包括耕地 15.42hm^2、园地 1.86 hm^2、林地 4.07hm^2 等	枢纽工程建设占地 1.28km^2，其中包括耕地 41.64hm^2、园地 39.71hm^2、林地 26.84hm^2 等	上坝址建设占地影响略小，但两方案差别不大
	主要复建工程	影响 G245 国道约 1.98km 及红华实业取水设施 2 处	涉及影响 G245 国道约 2.6km 及复建红华实业取水设施 2 处	影响基本相当

项目 \ 坝址		上坝址	下坝址	比较结果
	施工环境影响	靠近卡子岗居民点和四川红华实业有限公司厂区，施工会对其产生一定影响，但距离金口河城区较远	距离红华实业有限公司等环境敏感单位较远，但距离观音庙居民点以及金口河城区较近，施工会对其产生一定影响，距离金口河城区较近	外部环境敏感因素相当
	其他	上下坝址不涉环境敏感区，无重大环境敏感制约因素		上下坝址相当
环境比选结论		上、下坝址均不涉及环境敏感区，对水文情势、水温、水质、陆生生态、水生生态等方面的环境影响差别较小，没有本质的区别；下坝址形成库区面积更大，更有利于优美协调的景观塑造。从环境角度综合比选推荐下坝址方案二。		

3.3.3 施工总布置环境合理性

2019 年 8 月，水电水利规划设计总院以“水电规施[2019]33 号”出具《四川大渡河枕头坝二级水电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告审查意见》，基本同意工程的施工总布置方案。

（1）施工总布置环境合理性分析

本工程施工分区可划分为三部分：①枢纽工程施工区；②坝址上游左岸半岛施工区；③坝址下游左岸台地施工区。其中，枢纽工程施工区位于坝址两岸及左岸上游约 0.8km 范围内，布置有混凝土生产系统、机械修配/停放场、机电/金结拼装场、河道整治设备停放场等；坝址上游左岸半岛施工区位于坝址上游 2~4km 范围内，布置有砂石加工系统、弃渣场、耕植土堆存场等；坝址下游左岸台地施工区位于坝址下游 0.5~1.2km 范围内，布置有供水厂、施工变电站、机电物资仓库、综合加工厂等。

施工总布置以尽量重复利用土地、少占耕地、节约投资，尽量利用坝址上下游附近场地、不用枕头坝一级施工临时场地为原则，采用相对集中布置方式分 3 处实施施工总布置，施工区布置无环境制约性因素，不涉及环境敏感区，总体布局从环境角度是合理的。

（2）渣场选址环境合理性分析

枕头坝二级水电站施工期土石方开挖总量 347.73 万 m^3（自然方）。弃渣场位于坝址上游 2km 河湾处 G245 国道靠河侧，该区域地形相对平缓，为河湾地带台地，占地约 15.6hm^2，占地类型主要为灌草地和未利用地，规划堆渣高程以不超过 G245 公路高程 626m 控制，容渣量 200 万 m^3，最大堆渣量 284 万 m^3。

本工程弃渣场不涉及环境敏感区等重大环境制约因素，环境合理性分析主要从以下几方面进行：

①环境敏感目标

渣场作业对环境敏感目标的影响可控。本工程渣场以 2#公路为界，西北侧有 50 户近 200 人农村居民点，其中最近第一排居民与 2#公路距离为 20m，距离双安钙厂 90m，渣场扬尘及施工作业噪声将对环境敏感目标产生一定不利影响。根据环评要求，通过大气污染治理措施及噪声治理措施，将大气及噪声排放量降至达标范围，以上不利影响得到有效减缓，渣场对环境敏感目标的影响可接受。

②占用土地

渣场最大程度避免征用有用地，以动态调配保障渣场最大利用率。本工程渣场占地面积 15.6hm²，以灌草地和未利用地为主；为以 200 万 m³容量满足枕二沙一两工程动态渣料 433 万 m³的弃渣空间需求，施工期利用部分渣料填筑在河湾区域形成施工场地，对渣场容量进行动态调配，使其既能满足工程回采利用、又能满足堆渣不超过 G245 公路高程的要求。渣场占用土地类型合理，空间利用方式对环境影响小。

③渣场防护

渣场水土保持措施合理，挡渣体系完善。本工程渣场经土石调运最终形成后，整个堆渣坡面采用混凝土框格梁护坡，在渣顶平台和框格梁空隙内覆盖表土，种植草皮、灌木或复垦，最大程度减少渣场造成的水土流失影响；选用与地基结合较好的混凝土挡渣墙，其整体稳定性高，可靠度、耐久性较佳、断面小、工程量小，有效防止堆渣料泄漏进入河道产生的污染影响。

综合来看，本工程渣场布置及利用具备环境合理性。

（3）施工道路规划环境合理性分析

本工程施工期以 G245 国道公路为主干线，在合适的位置布置支线至各工作面。其中，在坝址下游约 450m 处布置一座跨大渡河桥作为坝区左右岸交通运输通道；左岸坝肩布置有 G245 国道公路、上坝公路和 1#基坑公路；右岸坝肩布置有 2#基坑公路、进厂公路、滨河路；大坝混凝土浇筑利用右岸进厂公路、1#基坑公路、2#基坑公路、左岸 G245 国道公路及枕头坝二级跨河桥；混凝土路面的公路与 G245 国道公路连接；砂石加工系统通过 2#公路与 G245 国道连接；弃渣场至大坝施工区通过左岸 G245 国道连接；下游河道治理在河段两侧岸边布置施工便道与 G245 国道公路连接。

本工程施工道路布置不涉及环境敏感区，新建道路充分利用地形条件，符合运距短，工程量小的原则，减小了新建公路造成的水土流失和生态破坏，但施工建设过程中的开挖和弃渣控制，生态扰动和水土流失等仍应引起高度重视。同时由于枕头坝二级水电站坝址距离金口河城区较近，公路沿线居民点较多，将对沿线的居民造成一定的影响，在采取相关防护措施后，能在最大程度上缓解道路建设对居民点产生的不利环境影响。综上，从环保角度看，枕头坝二级水电站施工

道路布置具备环境合理性。

（4）施工工厂及施工营地

1）砂石加工系统

枕头坝二级水电站砂石加工系统规划布置在大渡河左岸半岛渣场上游侧，地形分布 596~616m 高程，砂石系统沿工程场内 2#公路与 G245 国道连接，交通较为便捷。砂石加工系统北侧分布有约 50 户居民点，其中与最近的第一排居民距离为 20m，南侧有金洋硅厂和双安钙厂厂区，与砂石加工系统设施最近距离约 20m。砂石加工系统不涉及环境敏感区等重大环境制约因素，在采取相关大气、噪声污染防治防护措施后，能在最大程度上缓解砂石系统对居民点和工厂运营产生的不利环境影响。

2）混凝土拌和系统

本工程混凝土拌和系统布置于坝轴线上游左岸约 850m～650m 区域 G245 国道内侧可用台地，该位置为红华实业用地、目前由当地居民和企业租用。混凝土从混凝土生产系统经 G245 国道至枕头坝二级坝址左岸位置运距 0.8km，经 G245 国道、枕头坝二级跨河桥、滨河路段至枕头坝二级坝址右岸位置运距 2km，交通便利，且远离居民点。混凝土拌和系统不涉及环境敏感区等重大环境制约因素，在采取相关大气、噪声污染防治防护措施后，最大程度缓解混凝土拌和系统对位于系统东北侧约 60m 处的康宁硅厂产生的不利环境影响。

3）施工营地

本工程施工营地利用金结及机电拼装场，布置在坝轴线上游左岸约 500m~700m 附近沿 G245 国道外侧狭长形平地，最近居民点距离为 130m，施工营地不涉及环境敏感区等重大环境制约因素，在采取相关大气、噪声污染防治防护措施后，不利环境影响可接受。

4）油库、炸药库

本工程设置 1 处油库，布置在坝址上游左岸约 2.3km 河湾附近 G245 国道公路靠河侧，占地类型为未利用地，占地约为 3000m²，位于 G245 国道旁，便于车辆往返加油。该油库距离大渡河较远，且有地势阻隔，减少了事故情况下油料泄漏可能造成的对大渡河水体的危害。从环境保护角度看，本工程的油库布置较为合理。

根据施工总布置规划，本工程不涉及爆破工程，从环境保护角度看，较为合理。

3.3.4 移民安置环境合理性

（1）移民安置环境合理性分析

至规划水平年，规划 1 个集中安置点，位于库区右岸卡子岗（金迅硅业和森宝天麻厂两家企业厂区），距离坝址 2.2km。该地块共 130 亩，已包含在企业补偿处理投资中，不需增加土地、房屋、人口调查登记，不需重复计列安置点新址征地投资。安置点占地不涉及自然保护区、风景名胜区和生态保护红线等生态敏感区，占地范围内无珍稀保护动植物分布。根据分析，施工扬尘和噪声可能对周边居民点产生影响，但影响程度有限，施工结束后不会对敏感点产生明显不利影响；施工废水经处理后回用，运行期居民生活用水可接入城镇污水管网，对地表水环境影响较小；安置点生活垃圾通过设于规划区内的垃圾分类收集点收集，对周围环境影响较小。因此，卡子岗集中安置点选址从环境角度分析是合理的。

（2）生产安置环境合理性分析

至规划水平年，枢纽工程建设区规划生产安置人口 27 人，水库淹没区生产安置人口 40 人，初步规划全部在本村调整土地就近有土安置。永和镇现有耕地 8760.10 亩，现有人口 7009 人，其中农村居民 6900 人，农村居民人均耕地为 1.27 亩，征用耕地后人均为 1.265 亩，人均减少 0.005 亩。新乐村现有农村居民 1235 人，耕地 1334 亩，人均耕地 1.08 亩，被征收耕地 28.89 亩，征收土地占总面积比率为 2.17%，征收后人均耕地为 1.057 亩，人均耕地减少 0.023 亩，影响程度较小。通过环境容量初步分析，因建设征地区征收耕园地数量较少，库周剩余农业环境容量较充足。因此本工程生产安置规模在当地土地资源承载力范围内。

3.4 工程影响源分析

3.4.1 施工期

3.4.1.1 地表水污染源

（1）砂石加工系统冲洗废水

砂石加工系统在筛分、冲洗及降尘过程中产生大量生产废水，其特点主要为水量大、悬浮物含量高，砂石料加工系统料源为河道沙砾石，根据《水利水电工

程施工组织设计手册》中施工铺助企业生产用水计算公式：

$$q_f = \frac{N_3 q_0 K_2}{1000}$$

式中：q_f——某辅助企业日最高用水量，m^3/d；

N_3——该辅助企业每日生产能力；

q_0——该辅助企业单位产品用水指标，天然砂石筛洗 1500L/m^3～2500L/m^3

K_2——未预见水量修正系数，取 1.05～1.10。

砂石加工系统生产能力为 1030t/h，施工高峰期用水量 1300m^3/h，每日生产 20h，废水产生率为 0.55m^3/t，废水污染物源强 SS 浓度约为 44000mg/L，砂石加工系统废水产生量约为 566.5m^3/h、11330m^3/d。

（2）混凝土拌和系统废水

本工程混凝土拌和楼冲洗废水为间歇式排放，用水规模为 50m^3/h，废水量主要取决于拌和楼的规模和数量，废水 pH 大于 10，并含有较多悬浮物，浓度为 5000mg/L 左右。拌和楼按照 3 班制生产，产生的废水量按 6m^3/班计，废水产生量为 18m^3/d。废水经沉淀后可回用或用于场地洒水，不外排，对大渡河水质影响较小。

（3）修配系统废水

修配系统废水的主要来源是机械修配厂的车辆保养、清洗等过程。本工程机械修配系统用水量 20m^3/d，废水产生量按用水量的 80%计，则含油废水产生量为 16m^3/d。含油废水主要污染物为石油类和 SS，其浓度分别为 100mg/L、1000mg/L。含油废水经处理后可用作洗车用水、道路喷洒不外排，对大渡河水质基本无影响。

（4）施工营地废水

本工程施工营地施工高峰期人数为 2500 人，施工人员生活用水量取 180L/人•d，废水产生量为用水量的 80%，则每人日产生污水量为 144L，高峰期施工人员生活污水产生量为 360m^3/d。施工期业主营地常驻人员 125 人，生活污水产生量为 18m^3/d。生活污水主要包括食堂废水、洗涤污水、淋浴污水、粪便污水等，所含污染物主要为 COD、氨氮，其浓度分别是 300mg/L、100mg/L。

（5）基坑废水

基坑废水包括初期废水和经常性废水，其中初期废水由基坑积水和降雨形成的地表径流组成，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，对大渡河水体水质基本无影响。

经常性废水由降水、渗水和施工用水组成。施工用水主要包括混凝土养护碱性废水、帷幕灌浆和固结灌浆废水等，其中以混凝土养护碱性废水为主。混凝土养护碱性废水来源于混凝土浇筑过程，平均养护 1m³混凝土约产生 0.35m³碱性废水；施工高峰期混凝土月浇筑强度为 6.35 万 m³/月，发生在第四年 1 月至 4 月，高峰期养护废水产生量为 740.83m³/d。主要污染物是 SS 和 pH，SS 浓度约为 2000mg/L，pH 为 9～11。

（6）河道整治废水

本工程以厂房发电尾水处为起点，河道整治全长约 2.6km。河道整治开挖量 151.28 万 m³，施工时间为第二年 11 月至第五年 4 月期间的三个枯期时段（11 月~次年 4 月）。

河道整治工程采用船型为 400m³/h 反铲式挖泥船，河道整治作业产生的悬浮物发生量按《内河航运建设项目环境影响评价规范》(JTJ227-2001)中推荐的公式进行测算。

河道整治过程产生的悬浮物源强为 3.34kg/s。根据同类工程实测资料，抛泥作业时，抛泥点处 SS 的浓度达到 100~200mg/L，其影响范围一般局限在抛泥点下游 200m 内水域，且本工程河道整治工程量较小，对水环境的影响有限，由于河道整治工程所在大渡河河段无生活饮用水取水口分布，因此河道整治对区间水质影响很小。

综合分析，本工程施工期各类污废水总产生量约为 11886m³/d，具体见表 3.4.1-1。

表 3.4.1-1　　枕头坝二级水电站施工期水污染源

污染源类型	产污特性	排放点位置	产生量（m³/d）	主要污染物排放浓度
砂石料冲洗废水	连续	砂石系统	11330	SS：50000mg/L
混凝土拌和冲洗废水	间歇	混凝土系统	18	SS：5000mg/L
机修含油废水	间歇	机械修配厂	16	石油类：100mg/L SS：1000mg/L

生活污水	连续	业主营地	18	BOD_5：200mg/L COD：400mg/L
		施工营地	360	
基坑废水	连续	基坑	144	SS：2000mg/L

3.4.1.2 地下水污染源

工程施工期间，生产废水和生活污水均经处理后回用，基本不会对地下水水质造成污染。本工程不涉及地下工程，坝址处开挖对枢纽区局部地段地下水位和地下水渗流场产生一定影响。

3.4.1.3 大气污染源

本工程施工期大气污染主要来自机械及车辆燃油尾气、交通扬尘尾气、砂石加工系统粉尘、面源施工扬尘等。

（1）机械及车辆燃油尾气

本工程施工期使用的机械设备较多（挖掘机、推土机和自卸汽车等），运输设备大多是重型车辆，施工期共需要油料 5.61 万 t，根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010），油料的大气污染物排放系数 CO 为 29.35kg/t、NO_x 为 48.261kg/t、SO_2 为 3.522kg/t。机械及车辆燃油产生的污染物及数量见表 3.4.1-2。

表 3.4.1-2　　枕头坝二级工程施工期交通运输车辆尾气排放源强

项 目	燃油（t）	CO（t）	NOx（t）	SO_2（t）
油料总用量	56100	1464.54	2707.39	197.58
高峰日用量	106	3.11	5.12	0.37

（2）交通扬尘

施工区交通扬尘主要来源于进场公路和场内公路，在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘，工程施工设计时已考虑交通扬尘影响情况，左右岸主要施工道路主要依托区域现有国道 G245，此外还包括混泥土拌合及砂石料加工系统连接国道 G245 的 1#和 2#公路，均采用混凝土路面，可较好地减少扬尘产生。根据相关文献，确定不同道路类型的粉尘排放因子，各路段粉尘排放速率计算结果见表 3.4.1-3。

表 3.4.1-3　　各路段粉尘排放量一览表

序号	名 称	路面形式	车流量	路面宽(m)	排放因子	排放速率(g/km.h)

			(辆/h)		(g/km.辆)	
1	国道 G245	混凝土	116	7	4.1	475.6
2	1#公路	混凝土	48	7	4.1	196.8
3	2#公路	混凝土	45	7	4.1	184.5

（3）砂石加工系统粉尘

根据本工程施工特点，枢纽区布置了砂石加工及拌合系统各 1 套；枢纽区所布置的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。

砂石料加工系统在破碎、筛分及输送等过程中会产生粉尘，根据《环境影响评价技术手册　水利水电工程》（中国环境科学出版社，2009 年 4 月第 1 版）中的技术资料，砂石料加工粗破、中破及筛分、细破及筛分粉尘产生量分别为 0.25 kg/t 产品、0.5kg/t 产品、0.77kg/t 产品，混凝土拌合系统粉尘产生量约为 0.91kg/t 产品，各产尘工序拟采用布袋除尘工艺，除尘效率按照 99.9%进行考虑，根据各工序实际生产能力，污染物产生及排放源强具体见表 3.4.1-4，污染物产生及排放情况具体见表 3.4.1-5。

表 3.4.1-4　　砂石料加工系统粉尘产生量一览表

序号	工程名称		生产规模	产生源强	处理措施	排放源强
1	砂石料加工	粗碎工序	1100t/h	76.39g/s	布袋除尘	0.0764g/s
2		中碎工序	373t/h	51.80g/s		0.052 g/s
3		细碎工序	310 t/h	66.31g/s		0.066 g/s
4	混凝土拌合	拌合站 1	240m^3/h	151.67g/s	布袋除尘	0.152g/s
5	混凝土拌合	拌合站 2	90m^3/h	56.88g/s		0.057g/s

表 3.4.1-5　　污染物产生及排放情况表

污染源名称	排气筒坐标	排气筒内径	排气筒高度	污染物		处置措施	污染物	
				产生量 kg/h	浓度 mg/m^3		排放量 kg/h	浓度 mg/m^3
砂石料加工粗破粉尘	E:29.2259 N:103.057	0.4m	15m	275	43442	布袋除尘	0.275	43.44
砂石料加工中破粉尘	E:29.2263 N:103.0573	0.3m	15m	186.5	52376		0.187	52.38
砂石料加工细破粉尘	E:29.2261 N:103.0565	0.35m	15m	238.7	49251		0.239	49.25
混凝土拌合站 1	E:29.2302 N:103.0765	0.5m	20m	546.0	55202	布袋除尘	0.546	55.20
混凝土拌合站 2	E:29.2298 N:103.0752	0.35m	20m	204.75	42246		0.205	42.25

（4）面源施工扬尘

施工期坝基开挖施工机具作业及大风天气情况下，会产生风起扬尘，但由于坝基工程区位于大渡河河床上，受到导流工程渗水影响，坝基开挖产生粉尘量较小，在采取洒水降尘措施后，基本不会对区域大气环境产生影响。此外，工程开挖及河道整治产生的土石方其中运往坝基工程区上游的弃渣场集中堆存，弃渣堆存及卸车时会产生粉尘污染，但在采取洒水降尘措施后对周边环境的影响较小。

3.4.1.4 噪声污染源

本工程施工期噪声主要源于交通噪声、砂石骨料加工系统噪声、混凝土拌和系统及辅助企业噪声、枢纽主体工程施工噪声。

（1）交通噪声

交通噪声为流动式噪声，主要来自工地上来往行驶的运输车辆的引擎声和喇叭声，具有流动、声源强等特点，大型运输机械噪声源强度多在 90 dB(A)以上，参照国内已建水电工程施工机械噪声实测值，10～20t 汽车 1m 处 10s 内的噪声强度为 100～101 dB(A)。

表 3.4.1-6　　运输汽车噪声实测值

噪声源	测试点位置	噪声级/dB(A)
10～20t 运输汽车	1m，10s	100～101

注：数据来源《环境影响评价技术手册水利水电工程》

（2）砂石骨料加工系统噪声

根据本工程砂石加工系统设备组成，砂石骨料主要加工机械主要有重型振动给料机、破碎机、棒磨机、振动筛、洗石机和洗砂机等。参照国内已建水电工程施工机械噪声实测值，破碎机和棒磨机噪声可达 95~115dB(A)；筛分机可达到 114dB(A)。

表 3.4.1-7　　砂石加工系统设备噪声实测值表

噪声源	测试点位置	噪声级/dB(A)
砂石料加工系统	破碎机，人工作业点	95
	棒磨机 1m	115
	筛分楼，砂石筛分 1m	114

注：数据来源《环境影响评价技术手册 水利水电工程》

（3）混凝土拌和系统及辅助企业噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料的制冷系统、冲洗、脱水、运输过程也将产生一定强度的噪声。参照已建工程混凝土系统噪声源强，拌和楼在未采取隔音降噪措施时搅拌层噪声与出料口噪声实测值均大于99dB(A)；出料口不出料时噪声值仅为77dB(A)，据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为96~99dB(A)。本工程枢纽区混凝土生产系统叠加噪声级按99dB(A)考虑。混凝土拌和系统设备噪声实测值统计见表3.4.1-8。

表3.4.1-8　　混凝土系统噪声监测结果统计表　　单位：dB(A)

噪声源	测试点位置	噪声级/dB(A)
拌合楼	距控制室1m，1min	81～87
	距风机房1m，1min	88～99
	距搅拌罐1m，1min	85～86

注：数据来源《环境影响评价技术手册 水利水电工程》

（4）枢纽主体工程施工噪声

枢纽主体工程施工噪声主要来自钻孔、开挖与出渣、大坝浇筑等，根据已建工程实测资料表明，施工主要的噪声设备的噪声级较高，源强均大于90 dB。类比岷江流域已建水电站工程监测资料，结合龙溪口航电枢纽工程主体工程施工噪声特点，主体工程施工噪声源强将达到95dB（A）。

3.4.1.5 固体废物

工程施工期固体废物主要包括人员生活垃圾、建筑垃圾、辅助企业生产垃圾以及工程弃渣等。

（1）生活垃圾

1）生活垃圾成分及特性

本工程生活垃圾成分受生活水平、生活习惯和能源结构等因素的影响，以有机厨余为主，此外草木、塑料包装袋、纸类和砖渣相对含量较高。

2）生活垃圾产生量

根据对溪洛渡水电站工程以及锦屏二级水电站施工区生活垃圾产生量调查结果，确定水电站施工人员生活垃圾产生量按0.6kg/人·d计，业主营地办公人员按1.0kg/人·d计。

根据施工安排，主体工程施工期平均人数为1800人，高峰人数约为2500人，业主营地人数约为125人。本工程生活垃圾日均产生量1.21t，最大日产量约1.63t，工程总工期为64个月，则施工期共产生垃圾约2323t。

（2）生产垃圾

本工程建筑垃圾主要是临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块、弃土等。这些建筑垃圾的来源主要是场平、道路铺设和其它施工现场。施工辅助企业生产过程中产生一定数量的废弃物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

（3）工程弃渣

本工程土石方挖填及弃渣部位主要包括场内交通线路和大坝等主体工程。工程土石方开挖总量346.73万m^3(自然方)，其中土方345.9万m^3，石方0.83万m^3。填筑总量为77.94万m^3，全部为砂卵砾石。弃渣总量为284万m^3，全部为砂卵砾石。工程弃渣运至工程所设弃渣场进行处置。

3.4.1.6 生态影响源

（1）水生生态影响源

大坝截流后，随着过流面积的减小，流速增大，可能会对短距离洄游鱼类的上溯产生一定影响。河道整治噪音对鱼类产卵、摄食不利；河道整治产生的悬浮物对鱼类鳃器官的吸附和堵塞，减少对水体中氧量的吸收，造成体内缺氧从而降低鱼类存活率；河道整治水体混浊，微粒泥沙将附着表面，鱼卵缺氧降低孵化率。

（2）陆生生态影响源

1）施工占地、扰动

工程所在区域植被以农业植被、马尾松林、杉木林和毛竹林为主，工程施工开挖、回填、工程场平、占地等均将扰动占地区植被，本工程施工期临时占地面积为119.2hm^2。工程占地将使区域植被面积减少，植被面积的减少和各类施工活动干扰影响工程区原有野生动物的正常活动，对其造成一定影响。

根据现状调查，评价区共有12株古树，其中与工程施工区较近、可能受施工影响的有4株，各古树与施工区距离在0.11～0.29km之间，施工活动中管理不力可能会对古树产生不利影响。

2）土石方开挖、弃渣

各类施工活动将扰动占地区的地表，损坏部分水土保持设施，增加水土流失强度。工区场地各类建筑材料和土石方堆放，容易引发新的水土流失。

本工程土石方开挖总量 346.73 万 m³（自然方），其中土方 345.9 万 m³，石方 0.83 万 m³，弃渣 284 万 m³。弃渣和表土堆置将损坏现有植被，雨水冲刷下易造成水土流失。

3.4.1.7 景观影响源

工程施工期施工场地改变原有土地用地性质，可能对金口河区城市景观风貌造成一定不利影响。

3.4.1.8 人群健康影响源

工程施工期间施工人员骤增，居住集中，临时生活区居住环境及卫生设施条件较差，对施工人员及当地居民人群健康可能产生一定的影响。

3.4.2 运行期

3.4.1.1 水文情势

（1）初期蓄水期

根据施工总进度安排，蓄水发电计划分 2 个阶段，第一阶段（第五年 4 月初）由已完建的 5 孔泄洪闸下开始蓄水至 589 m 高程（死水位），在平水年，水库蓄水后 8h 即可满足首台机组低水头发电；第二阶段：在第五年 6 月，下闸蓄水从死水位至正常蓄水位 592 m 高程，在平水年，水库蓄水后 12h 即可满足 6 台机全部正常水位发电。蓄水期间，通过 5#泄洪闸保障最小流量的泄放，采取弧形闸门控制下泄流量不小于 327m³/s。枕头坝二级水电站蓄水时间较短，初期蓄水对下游水文情势影响表现为短暂流量减少，能保持最小下泄流量 327m³/s 的下放。在沙坪一级建成蓄水后其水位将与枕头坝二级尾水位衔接，本工程下游水文情势主要受沙坪一级影响。

（2）运行期

1）库区河段

本项目河段主要受瀑布沟、深溪沟、枕头坝联合运行影响。水库蓄水后，形成回水长度 6km，回水至枕头坝一级坝下，正常蓄水位 592m 相应库容 0.112 亿 m³，总库容 0.122 亿 m³，死库容 0.097 亿 m³，无调节性能。水库形成后，库区河段水深变大，流速变缓，水库面积有所增加，相比天然状态，库区水文情势将

发生改变。

2）坝下河段

枕头坝二级水电站无调节性能，工程运行后，在上游瀑布沟等主要调节水库调节影响下，枕头坝二级水电站运行期径流年内分配将发生很大变化，主要表现为枯水期（11 月~4 月）平均流量较天然状态明显增加，丰水期（5 月~10 月）平均流量较天然状态明显减少。

3.4.1.2 大气污染源

本工程为水电站工程，运行期大气污染物主要来自业主营地排放的食堂油烟，由于枕头坝一级和二级水电站工程直线距离约为 3.3km，根据拟建工程可研方案，枕头坝二级工程业主营地与枕头坝一级共用，产生的大气污染物利用枕头一级工程已经建成投运的食堂油烟净化设施处理后排放。

3.4.1.3 噪声污染源

运行期噪声污染源主要为枢纽区水力发电噪声和泄洪消力池噪声，发电设备位于发电厂房内，产生的噪声对外界环境的影响很小；泄洪消力池噪声为偶发噪声，仅在泄洪时才会产生，对周边环境的影响有限。

3.4.1.4 水环境影响源

（1）水质

本工程运行期生活污水主要产生于业主营地。业主营地规划人数 125 人，人均日用水量按 250L/d 计算，污水排放系数取 0.8，时变系数取 2.0，则业主营地生活污水排放量约为 25m³/d、0.91 万 m³/a。

（2）水温与水文

本工程与上游梯级联合运行时，受上游梯级的累积影响，会对下游河道产生低温水的影响。

3.4.1.5 固体废物

电站运行期产生的固体废物主要为电站生活办公区的生活垃圾，业主营地接纳量为 90 人，生活垃圾以每人每天产生垃圾 0.55kg 计，则电站生活办公区日产生固体废物量为 0.05t/d。

3.4.1.6 生态影响源

本工程建设最直接生态影响是大坝修建对鱼类洄游通道的阻隔。枕头坝二级

水电站最大坝高 54m，工程建成后，鱼类洄游通道将被进一步阻隔。

本工程蓄水成库后，库区河段水流变缓、水深加深、河流的水动力学过程发生变化，淹没改变库区河段鱼类产卵、栖息条件。

（2）陆生生态

本工程水库淹没涉及 2 个乡镇、4 个村 5 个组，淹没影响区总面积为 102.43 hm^2，其中水域及水利设施用地 85.50 hm^2，陆地面积 16.63hm^2。水库淹没改变了土地利用方式，对当地部分土地资源利用方式产生一定影响。

本工程建成运行后，水库蓄水淹没改变原有库区段生态景观，景观斑块数量将增加，原生景观斑块的数量将减少，水体景观将增加。

3.4.3 移民安置

3.4.3.1 废（污）水

（1）施工期

1）生活污水

枕头坝二级水电站工程移民安置区工程施工人员均以租住当地居民楼为主，其生活污水进入当地污水收集与处理系统。因此，移民安置过程中施工人员生活污水在本报告中均不考虑。

2）集中安置区施工废水

类比同类移民迁建区建设工程，每平方米建筑面积用水量约为 0.6m^3，卡子岗集中安置点建筑面积为 34320m^2，用水量为 20592m^3，废水产生量按用水量的 80%计、为 16473.6m^3，安置点建设周期为两年，因此，废水产生量为 22.56m^3/d，即 0.94m^3/h，废水中的污染物主要为 SS。

（2）运行期

集中安置区安置居民 429 人，安置区居民生活用水量按 180L/人•d 计，污水产生量按用水量的 80%计。则每天用水量为 77.22L、污水产生量为 61.78L，单位时间污水产生量为 2.6m^3/h。污水中含有的主要污染物及浓度分别为 COD300mg/L、 BOD5200mg/L。

3.4.3.2 环境空气

移民安置过程中，施工土石方开挖、回填以及交通运输均会产生一定的扬尘和粉尘，污染物为 TSP；各类燃油施工机械产生尾气，污染物包括 CO、HC、NO2。

移民安置过程中的主要污染物为 TSP。

3.4.3.3 噪声

移民安置过程中的噪声主要来源于移民迁建区打桩机以及安置区工程施工机械。根据相关资料，打桩机的噪声源强可达到 95~105dB（A），各类施工机械的噪声级为 75~90dB（A）。

3.4.3.4 固体废物

城镇移民迁建区的生活垃圾包括居民生活垃圾和迁建企业生活垃圾，居民生活垃圾按人均 1kg/d 的生活垃圾产生量计算，则安置点生活垃圾产生量为 0.43t/d。

3.4.3.5 生态环境

本工程推荐安置点为卡子岗村金迅硅业和森宝天麻厂两家企业建设土地，根据企业意愿，采取一次性货币补偿处理。从用地类型上看，征占该地块后未改变土地利用类型，依然为建设用地，安置点的征用对当地生态环境的影响甚微。

4 环境现状

4.1 自然环境概况

4.1.1 地形地貌

大渡河流域形状较狭长，略呈“L”型，流域平均宽度约 73km，其中以中部康定附近最窄，宽仅 39km，最宽处在双江口附近，宽约 220km。流域地势西北高，东南低：石棉以北河流与山脉走向一致，构成平行岭谷，左侧邛崃山，主峰四姑娘山海拔 6250m，右侧大雪山山峰海拔都在 5000m 以上，主峰贡嘎山高达 7556m。大渡河被夹持其间，侵蚀下切约 2000 余米。区内高山峡谷，巍峨险峻。特别是贡嘎山与大渡河相距不足 30km，高差竟达 6500m，地势险要壮观。石棉以东河流进入川西南中高山区，河流左侧为大相岭、峨眉山中山区，山峰海拔一般为 3000～4000m，并由西而东渐次降低。

枕头坝二级河段属于大渡河中游金-乌大峡谷出口段的下游，河流发育方向迂回曲折，河流流向 N20°W，河谷平直、呈宽谷形态；河床水深 4～7m，河水面宽 80～150m，其中枯期水面宽 100～120m，枯水期水面高程 577.0～578.0m，水库正常设计蓄水位高程，河谷宽 360m，坝前最大水深约 14.0m；两岸山体较雄厚，岸坡较陡峻，左岸地形坡度 15°～25°，右岸地形坡度 25°～35°；河流漫滩、阶地较为发育。枕头坝二级河段沿岸较大的支流主要有库区右岸一级支流——江沟，江沟两岸岩性极为复杂，既有岩浆侵入岩类、火山岩喷出岩类，又有变质岩类，岩体节理、裂隙发育，风化带相对较深。

4.1.2 气候气象

大渡河流域地跨五个纬度，四个经度，海拔高程相差很大，加之地形变化复杂致使流域内气候差异很大。按气候区划，流域上游属川西高原气候区，中下游属四川盆地亚热带湿润气候区。

本工程所处中游属亚热带湿润气候区，气候随高程的变化明显。河谷地区四季明显，年平均气温一般为 13～18℃，最低气温一般-5℃左右，最高气温多发生在 7、8 月，年蒸发量达 1200～1600mm，年平均相对湿度为 70%左右。其中，金口河多年平均年降水量在 1000mm 左右，峨边一带又为一低值区仅为 800mm

左右，龚嘴以下降水量较丰，多年平均年降水量在 1250～1600mm。

枕头坝二级坝址处无气象站，坝址区气象要素以距离坝址 17km 的峨边气象站地面气象要素统计为依据。多年平均气温 16.4℃，各月平均气温在 6.5℃～25.1℃之间，极端最高气温在 35.7℃，出现在 5 月，极端最低气温-3.2℃，出现在 12 月。多年平均年蒸发量 1209.8mm（口径 20cm 蒸发皿观测值），多年平均相对湿度 76%，年平均风速 2.0 m/s，最大风速 17.3m/s，发生在 8 月份，相应风向为 NNE。多年平均年降水量 837.5mm，1 月平均降水量最小为 3.5mm，7 月平均降水量最大为 199.9mm，历年最大日降水量 157.4mm，降水量主要集中在 5～9 月，占全年总降水量的 78.2%。

4.1.3 水文

（1）径流

1）干流

大渡河流域的径流主要来自降水，其次是地下水和融雪水补给，仅有发源于贡嘎山东坡的田湾河等少数支沟有冰川补给。由于流域面积大，流域内植被一般较好，地表岩层大多较破碎，裂隙发育，有利于降水下渗，故流域调蓄能力较大，因此大渡河流域径流具有丰沛稳定和年际变化小的特点。

枕头坝二级坝址以上 36.3km 有毛头码水文站，坝址以下 29.7km 有沙坪水文站。对 1937～2018 年共 81 年径流系列进行统计分析，按照毛头码、沙坪站月径流面积关系内插，计算得到枕头坝二级坝址径流成果，多年平均流量为 1360m³/s，年径流深 586mm，年径流总量 428.9 亿 m³，年径流模数 18.6L/（s.km²）。年内径流主要集中在汛期，5～10 月约占全年径流的 79.9%，特别是 6～9 月，其径流量占全年的 61.8%，枯水期为 11 月～翌年 4 月，其径流仅占年径流的 20.2%，最枯期 1～3 月占年径流的 7.34%。多年平均流量年内分配如表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1　　枕头坝二级坝址径流年内分配（多年平均月平均流量）

项目 \ 月份	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年
多年平均流量 (m^3/s)	1130	2910	2910	2340	2460	1770	936	588	442	386	405	577	1360
百分比(%)	7.0	14.2	18.1	14.6	14.8	11.0	5.6	3.7	2.8	2.2	2.5	3.5	100

注：资料系列：1937 年 5 月～2018 年 4 月

2）支流

枕头坝二级评价河段较大支流为库区右岸的江沟及坝下金口河。其中江沟河口位于枕头坝二级坝址上游右岸 4km 处，金口河位于枕头坝二级坝址下游左岸 10km 处。以深溪沟库区支流尼日河上的岩润水文站成果进行径流计算，江沟基本水文情况见表 4.1.3-2，河口径流年内分配情况见表 4.1.3-3。

表 4.1.3-2　　枕头坝河段主要支流基本水文情况一览表

河流名称	河长（km）	集水面积（km^2）	河口多年平均流量（m^3/s）	河口距坝址距离（km）
江沟	24.0	147	4.46	4
金口河	24.5	239	7.25	10

表 4.1.3-3　枕头坝河段主要支流河口径流年内分配情况表（多年平均月均流量）

月份	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	年
江沟	1.25	1.05	1.08	1.61	3.35	7.67	9.59	8.21	8.65	6.02	3.03	1.77	4.46
金口河	5.45	12.5	15.6	13.4	14.1	9.79	4.93	2.87	2.04	1.70	1.75	2.62	7.25

（2）泥沙

坝址多年平均天然悬移质输沙量 3594 t、推移质输沙量 71.9 万 t。考虑瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级水电站拦沙作用后，枕头坝二级坝址的入库悬移质多年平均输沙量为 876 万 t，推移质多年平均年输沙量为 0.48 万 t。汛期 6～9 月输沙量占全年输沙量的 89.7 %，其中又以 7 月份输沙最大，多年平均约占年输沙的 32.6 %。枕头坝二级坝址多年平均含沙量 0.863kg/m^3，年平均含沙量变幅在 0.419kg/m^3～1.81kg/m^3 之间。

（3）洪水

本工程所属大渡河中游地区处于青衣江、马边河暴雨区的波及范围，暴雨出现机会较多，是大渡河流域暴雨洪水的主要来源地区之一。年最大洪峰的发生时间主要集中在 6～7 月，约占总数的 64 %，其余 36%发生在 8 月和 9 月。百年一遇洪峰流量达 9430 m^3/s。

4.1.4 地质条件

4.1.4.1 区域地质

枕头坝工程场地处于青藏高原与四川盆地的过渡地带，主要位于大凉山中升区内。区域地跨西部活动构造区和东部相对稳定区两个构造单元，断裂构造发育，活动性强，地震活动频繁且具有强度大、频度高的特点。近场区处于凉山断块的边缘地带，断裂构造较为复杂，南北向、北西向、北东向、东西向断裂均有发育。枕头坝二级水电站工程位于川滇南北向构造带北段东侧的瓦山断块上，该断块构造破坏微弱，第四纪晚更新世以来，具有整体缓慢抬升的地质地貌特征。受形地貌条件及岩性差异的影响，工程区内无活动性断裂通过，地质构造条件相对较简单，不具备发生强震的构造条件。区域构造稳定性较差。

根据经四川省地震局批复（川震发防[2007]262 号）的《大渡河枕头坝一、二级水电站工程场地地震安全性评价报告》，工程区场地 50 年超越概率 10%的基岩水平地震动峰值加速度为 117cm/s²，相应地震基本烈度为Ⅶ度。

4.1.4.2 工程地质

（1）水库区

水库区出露地层主要为震旦系下统苏雄组（Z_{1s}）、开建桥组（Z_1k）火山碎屑岩、火山熔岩和前震旦系峨边群（Pt_eb）之烂包坪组（Pt_2l）、枷担桥组（Pt_2j）和茨竹坪组（Pt_2c）浅变质海相砂板岩类夹中基性火山岩系。枕头坝二级水库区位于苏雄、大营盘等复式背斜核部。库首、库中及坝址区主要由变质岩系组成，岩层层理发育，产状较陡，倾角 50°~80°，库尾段主要由火山岩、岩浆侵入岩为主，岩体延伸不稳定，岩性岩相变化大；库区内无区域性大断裂通过，在水库区附近的瓦山断块内部发育有次级断层。金口河断裂斜穿整个水库区。

库区地形和地层岩性分布不同，其物理地质现象亦有明显差异。库区支流江沟两岸岩性主要为火山岩、岩浆侵入岩及变质岩类，物理地质现象表现为岸坡浅表部岩体卸荷拉裂，小型崩塌和坠落等，沿沟两岸多分布有一定数量规模不等的第四系崩坡堆积体，目前整体稳定性较好。枕头坝河湾地带及上游库段，两岸地层岩性以火山岩、岩浆侵入岩及变质岩类为主，右岸在元木沟~岩木林沟河段发育一个第四系大型松散堆积体—元木沟滑坡堆积体，整体处于稳定状态。枕头坝河湾地带以下，两岸地层岩性以变质岩类为主，第四系松散堆积层内小型滑坡、

崩塌及泥石流等物理地质现象亦较发育，但规模均不大，多数已处于稳定状态。

（2）坝址区

坝址区基岩露头不多，第四系覆盖层广泛分布，区内涉及地层岩性为峨边群（Pteb）茨竹坪组（Pt2c）互层状粉砂岩及粉砂质板岩，基岩埋藏较深，主要发育裂隙为N50°E/NW∠85°，②N30°E/SE∠20°，③N45°E/NW∠20°~30°，坝址区无大的断裂及褶曲构造发育，构成并影响坝基抗滑稳定的地质边界条件不充分，坝基不存在深部抗滑稳定问题。坝址区左、右岸坡稳定良好，无滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象发育分布，物理地质现象主要表现为岩体风化及卸荷。

4.1.4.3 水文地质

（1）地下水类型

坝址区地下水类型为基岩裂隙水和第四系松散层孔隙水两类。

1）基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于岩体节理、裂隙及构造破碎带和风化带中，岩体的含水性主要受岩性、构造及风化发育程度的控制。坝址区岩体属非可溶性岩石，地下水的补给、径流储水空间主要为岩体中的节理、裂隙，其地下水径流条件差，储水空间狭小，地下水不丰，一般是以渗水、滴水和小泉的形式排泄于地表沟谷和低洼地带，并多为季节性间歇出流，且动态变化大。

2）第四系松散堆积层孔隙水

第四系松散堆积层孔隙水主要埋藏于河床、漫滩、阶地的冲积层和两岸谷坡残坡积层，以及支沟冲洪积层的空隙之中。其中河谷底部河床、漫滩及I级阶地冲积层中的孔隙水主要接受河水的补给，其赋水性、径流和排泄条件好，水量丰沛；而两岸高高程阶地冲积层以及残坡积层中的孔隙水则主要接受大气降水补给，其次接受基岩裂隙水补给，其具有补给、径流途径短、赋水性差等特点，地下水较为匮乏，一般也是以渗水和小泉的形式排泄于地表沟谷和低洼地带，并多为季节性间歇出流，且动态变化大。根据地质测绘调查，坝址区未发现明显的泉水点。

（2）地下水补给、径流、排泄特征

坝址区基岩为变质岩类非可溶岩，地下水主要赋存于岩体裂隙（包括构造裂隙、风化裂隙）中，裂隙是区内地下水补给、径流、排泄运移的主要场所，其赋水性和透水性与裂隙发育程度、连通性和张开度等密切相关。区内地下水主要接

受大气降水补给。

本电站坝址区河谷两岸山高谷深，在雨季地下水接受大气降水补给后，两岸分水岭地带的地下水一般以垂直渗流的形式下渗至潜水带（饱水带），又以水平渗流的形式就近向邻近河谷、沟谷地带排泄，最终以泉水的形式出流于地表。因此河谷在两岸深切冲沟内，一般都见有常年流水存在。在右岸观音寺沟和张村沟内亦有常年流水，但其流量甚小。

大渡河是区内地表水和地下水的最低侵蚀排泄基准面，沿途两岸冲沟流水以及地下水最终均向大渡河排泄。枕头坝二级水库属地下水补给型水库。

4.1.5 土壤

项目区成土母质主要有紫色岩类、石灰岩类和第四系新老冲积物类，主要土壤类型为黄壤，集中分布于山麓坡积带下部和河沟的阶地及冲积、洪积扇上，多为经自然营力搬运和人类耕作后的土壤，土层较厚，长期施用草肥，有机质含量较高，结构良好，耕作方便，适种度广。

黄壤：黄壤处于温和湿润地带，土层深厚，土壤中含有机质中等，富铝铁，缺磷，质地重壤至轻粘，酸性重，通透性较差，pH 值 4.5~5.5，土层厚度约 0.5~1m。自然土宜种松、杉、白杨、桦木、生漆、油茶等植物。

项目占地范围内表层土壤较薄。耕地及园地区域表层土厚度 40~50cm，林地区域表层土厚度 30~40cm，草地区域表层土厚度 20~30cm。

4.2 水生生态

4.2.1 调查时间、范围及断面

（1）调查时间

受我公司委托，水利部中国科学院水工程生态研究所分别于 2019 年 7～8 月（鱼类繁殖期）和 2019 年 10～11 月（一般生长期）对评价区水生生态现状进行了现场调查。每次调查不少于 20 天。

（2）调查范围

考虑到对工程河段水生生态回顾性评价要求，本次水生生态总体调查评价范围与枕头坝一级、沙坪二级环评阶段调查范围保持一致，即深溪沟坝址至龚嘴坝址之间 91km 河段，及区间主要支流江沟、金口河（及其支流顺水河、野牛河）、

官料河、白沙河、龙池河、黑水河等。

另外，考虑到工程河段已建成的枕头坝一级及沙坪二级水电站对水生生境造成的实际影响以及本工程实际影响，本次水生生态重点评价范围为上游已建枕头坝一级库尾至下游沙坪二级坝址之间 45km 河段及区间支流江沟、金口河（及其支流野牛河、顺水河）。

（3）调查断面设置

共布设 18 个水生生态监测断面，其中大渡河干流布设 10 个，支流布设 8 个，断面设置见表 4.2.1-1。鱼类资源调查采取区域调查的方式，分为不同调查河段及主要支流水域。

表 4.2.1-1　　评价范围水生生态调查断面设置

序号	河段	监测断面	坐标	调查要求
SS1	干流	枕头坝一级坝址以上 17km 处库尾	N29°18'18"，E102°56'49"	水生生境及水体理化性质
SS2		枕头坝一级坝址以上 8km 处库中	N29°17'24"，E103°1'11"	
SS3		枕头坝二级坝址以上 5km 处库尾	N29°13'51"，E103°3'16"	
SS4		枕头坝二级坝址	N29°13'56"，E103°4'41"	
SS5		枕头坝二级坝址下游 1km 处	N29°14'19"，E103°4'35"	
SS6		沙坪一级坝址以上 4.2km 处库中	N29°16'1"，E103°5'13"	
SS7		沙坪一级坝址	N29°16'8"，E103°5'2"	鱼类早期资源
SS8		沙坪二级坝址以上 2.5km 处库中	N29°16'30"，E103°9'26"	水生生境及水体理化性质
SS9		龚嘴库尾	N29°14'6"，E103°12'42"	
SS10		龚嘴库中（龙池河汇口下游 6.5km 处）	N29°17'46"，E103°19'35"	
SS11	支流	支流江沟汇口以上 100m 处	N29°13'33"，E103°2'55"	鱼类早期资源、水生生境及水体理化性质
SS12		支流金口河汇口以上 100m 处	N29°18'3"，E103°6'47"	
SS13		支流野牛河汇口以上 50m 处	N29°18'44"，E103°4'36"	
SS14		支流顺水河汇口以上 50m 处	N29°18'41"，E103°6'44"	
SS15		支流官料河汇口以上 100m 处	N29°14'1"，E103°12'22"	
SS16		支流白沙河汇口以上 100m 处	N29°13'54"，E103°15'28"	

序号	河段	监测断面	坐标	调查要求
SS17		支流龙池河汇口以上 100m 处	N29°17'55"，E103°17'59"	
SS18		支流黑水河汇口以上 100m 处	N29°18'23"，E103°19'35"	

图 4.2.1-1　　重点评价范围调查断面图（1）

图 4.2.1-2　　重点评价范围调查断面图（2）

4.2.2 调查方法

按照《水库渔业资源调查规范》（SL 167-2014）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》等标准和技术规范进行样品的采集和检测。

4.2.3 水生生境

本项目重点评价河段自枕头坝一级库尾（深溪沟坝址）至沙坪二级坝址约45km河道，从气候上看，属于四川盆地亚热带湿润气候区，气候随高程的变化较为明显；从地形地貌上看，属于大渡河中游金-乌大峡谷出口段的下游，河流发育方向迂回曲折，河谷平直、呈宽谷形态；从河床底质上看，流水河段以乱石和巨石为主单一底质条件为主，库区段以泥沙底质为主。区间主要支流主要有江沟、金口河（及其支流野牛河、顺水河）。

（1）干流

对重点评价范围深溪沟～沙坪二级河段干、支流水生生境进行介绍。

1）深溪沟坝址～枕头坝一级坝址

深溪沟坝址至枕头坝一级坝址区间河段共15km，自深溪沟坝址自西向东古路村、胜利村，在水井槽处折向南，流经大沙坝，在新光村处即为枕头坝一级坝址。区间河段河床底质以沙砾石、沙泥质为主。河床高程在610~618m之间，天然水深在2~6m、河宽约60m。枕头坝一级水库正常蓄水位时水位抬升4～6m、水域面积较建设前增加1.07km²，平均河宽增加29m。深溪沟梯级通过机组发电保障下泄最小流量327m³/s。

a 枕头坝一级库尾河段　　b 枕头坝一级库中河段

图4.2.3-1　枕头坝一级典型河段

表 4.2.3-1　　区间河段已建拦河坝概况

序号	拦河坝名称	与枕头坝二级坝址距离（km）	建设年代	最大坝高（m）	开发方式	库区长度（km）
1	深溪沟电站	位于枕头坝二级坝址上游17km	2010年	50	河床式	13.0
2	枕头坝一级电站	位于枕头坝二级坝址上游6km	2015年	86.5	坝后式	17

2）枕头坝一级坝址～沙坪二级库尾

枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾共 17km，为金-乌大峡谷出口段，河流蜿蜒曲折，河谷多呈宽谷形态，河水面宽 80～150m，两岸山体较雄厚，岸坡较为陡峻，但河流漫滩、阶地发育，两岸多见有多级河流阶地构成的宽缓平台，枯水期河面高程 582m～590m，河水面宽 70m～130m，水深 7m～9m。河道两岸村寨较多，受人为活动干扰较多。该河段河床底质以沙砾石、沙泥质为主，在江沟汇口及下游河道拐弯处存在砾石沙滩，形成了鱼类产卵场。枕头坝一级水电站下泄最小流量为 327m³/s，保障区间河段流水特征并且不断流。

a 枕头坝二级库区段　　b 枕头坝二级坝址段

图 4.2.3-2　枕头坝二级典型河段

3）沙坪二级库区河段

沙坪二级库区河段共 11km，总体由西北向东南流，河流较为顺直，沙坪二级水电站坝前抬高水位 18m，电站蓄水后形成河道型水库，库区入库最小流量为 327m³/s 加上区间流量，使得库区断面仍有一定流速。沙坪二级水电站水库一般情况下维持在正常蓄水位 554m 运行，在汛期入库流量大于 3000m³/s 时降至库区防洪运行控制水位 550m 运行。沙坪二级水电站回水长度短，库区河段较平直。

电站满发时整个库区水流较快，与原河道类似。随发电流量变小，水流变慢，从库尾至坝前流速逐渐变小。

a 沙坪二级库尾段

b 沙坪二级坝址段

图 4.2.3-3　沙坪二级典型河段

（2）支流

1）江沟

江沟系大渡河右岸一级支流，汇口位于枕头坝二级坝址上游 4km 处，流域面积 147km²，多年平均流量为 3.43m³/s，河道全长 24km，平均坡降 23.9‰。从岩性上看，江沟两岸极为复杂，既有岩浆侵入岩类、火山岩喷出岩类，又有变质岩类，岩体节理、裂隙发育，风化带相对较深。

江沟水生生境破碎化明显、下游河段生境破坏较为严重：江沟干支流已建成 20 座水利水电拦河设施，总装机 2.74 万 kW，各水电站均为引水式开发，在阻隔鱼类洄游通道的同时造成河道减水较为明显；距江沟河口 1～3.3km 河段被阻断用作枕头坝一级水电站工程渣场，分别在最下游（距河口 1km 处）设置拦渣坝、在最上游（距河口 3.3km 处）设置挡水坝，上游来水通过右岸山体排水洞引自拦渣坝处下泄至河道；江沟渣场截断河流长度共 2.3km，渣场占地 39.18hm²，容量达 1000 万 m³，进一步阻隔水生生境。

2）金口河

金口河系大渡河下游左岸一级支流，汇口位于枕头坝二级坝址下游 9.8km 处。流域面积 239km²，多年平均流量为 6.4m³/s，河道全长 24.5km，平均坡降 81.3‰。金口河河短流急，坡降较大，而水量较小，其中下游河段堆积有较多的小型块石，河床高度明显高于大渡河干流，河内水深较浅，鱼类资源量很少，未发现鱼类“三

场”分布。金口河干流、支流顺水河和野牛河开发强度较高，共建成 20 座小型水电站，总装机 8.62 万 kW，年发电量亿 kw·h，其中最下游一级河口电站距河口 1.1km，电站厂坝区间河段河床暴露，基本上呈干涸状态，河床上块石裸露，河段无鱼类“三场”分布。

图 4.2.3-5　顺水河、野牛河汇口段

4.2.4 浮游植物

（1）种类分布

2019 年 7 月和 2019 年 10 月两次调查共检出浮游植物 7 门 68 属 148 种。其中硅藻门最多 76 种、占检出种类的 51.35%；其次为绿藻门 47 种、占检出种类的 31.76%；蓝藻门 16 种、占检出种类的 10.81%。常见种有变异直链藻、肘状针杆藻、扁圆卵形藻、曲壳藻、谷皮菱形藻等。

干流共检出浮游植物 5 门 128 种，其中硅藻门最多 67 种、占检出种类的 52.34%。干流河段中各断面检出浮游植物种类数的水平分布从调查河段上游至下游波动较大，以龚嘴库尾断面检出浮游植物种类数最高，沙坪一级坝址断面最低。支流共检出浮游植物 7 门 90 种，其中硅藻门最多 54 种、占检出种类的 60%，支流中各断面检出浮游植物种类以龙池河最高，江沟最低。

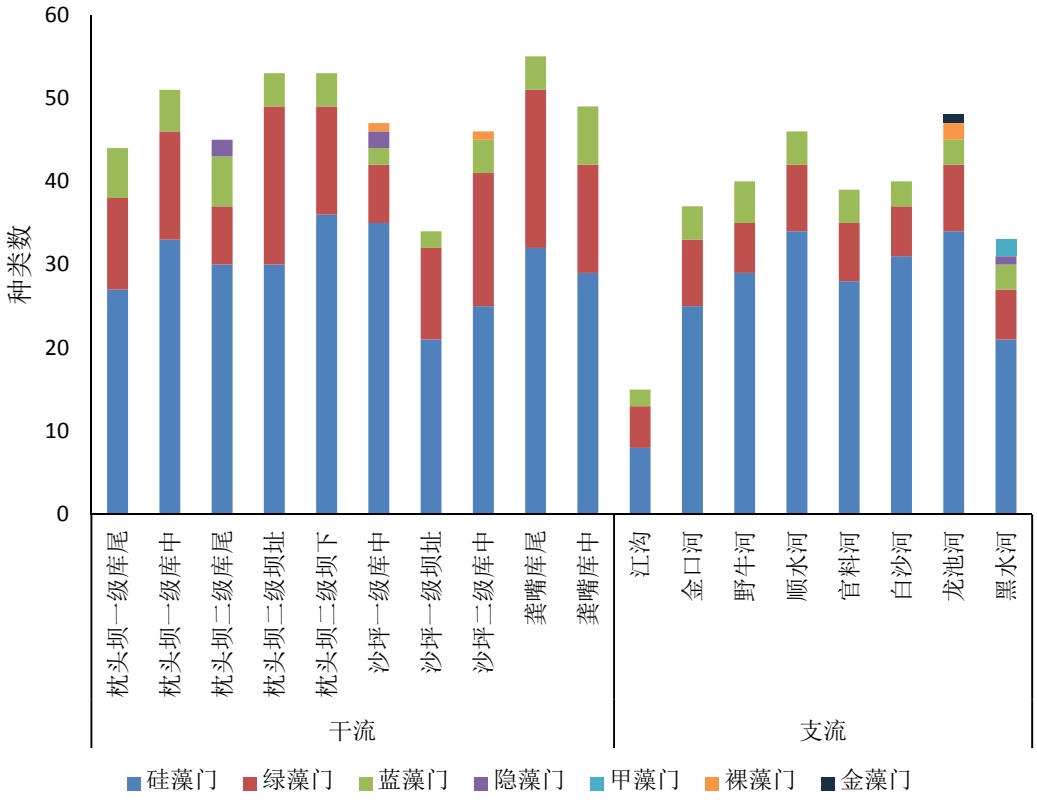


图 4.2.4-1　　评价河段各断面浮游植物种类水平分布

（2）现存量

1）密度

评价河段检出浮游植物密度平均为 287609ind./L。其中硅藻门最多占 76.11%，

其次为绿藻门占 13.23%、蓝藻门占 10.59%。

表 4.2.4-1　　评价河段浮游植物密度组成一览表　　（单位：ind./L）

密度组成	干流		支流		调查水域	
	密度	密度%	密度	密度%	密度	密度%
硅藻门	270030	78.12	154954	72.05	218885	76.11
绿藻门	65863	19.05	3258	1.51	38039	13.23
蓝藻门	9710	2.81	56379	26.22	30452	10.59
隐藻门	40	0.01	38	0.02	39	0.01
甲藻门	0	0.00	400	0.19	178	0.06
裸藻门	10	0.00	25	0.01	17	0.01
合计	345653	100.00	215054	100.00	287609	100.00

评价河段干流枕头坝二级坝址断面浮游植物密度最高（658700 ind./L），自枕头坝二级往下游呈现递减趋势，在沙坪一级坝址断面达到最低水平（5400 ind./L）。评价河段干流检出浮游植物密度（345653ind./L）高于支流浮游植物密度（215054ind./L），干流和支流河段浮游植物密度组成均以硅藻门为主，其次是绿藻门或蓝藻门，其他门类偶见。

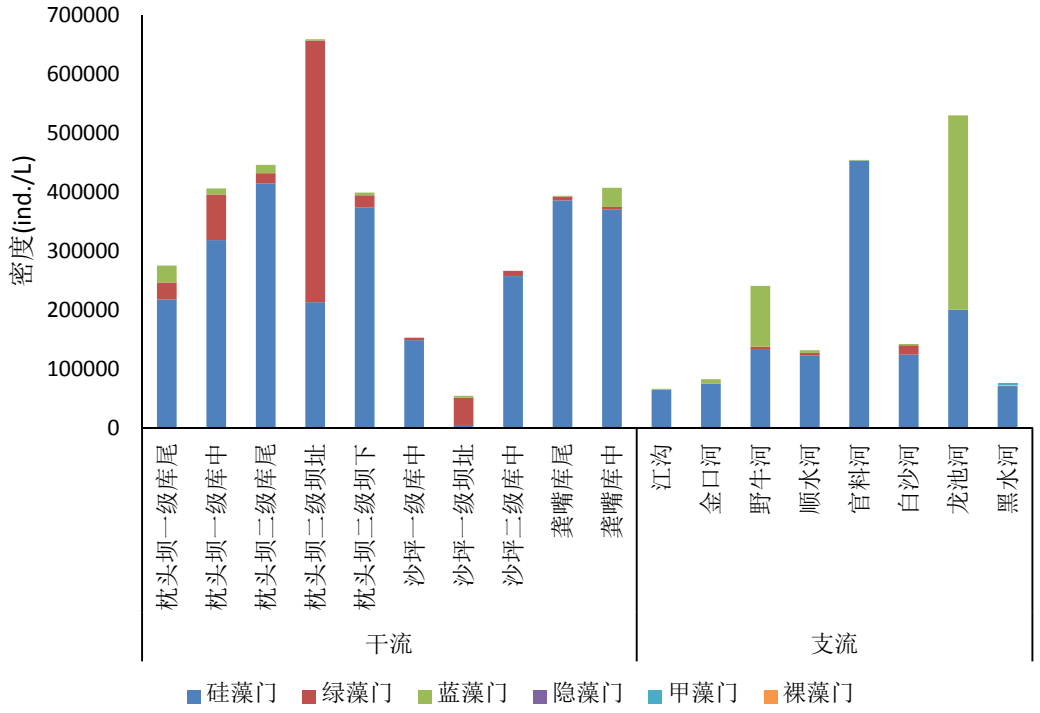


图 4.2.4-2　　评价河段各断面藻类种类水平分布

2）生物量

评价河段检出浮游植物生物量平均为 0.070mg/L。其中硅藻门最多占 68.57%、

其次为绿藻门占 28.57%。

表 4.2.4-2　　评价河段浮游植物生物量组成一览表　　（单位：mg/L）

生物量组成	干流		支流		调查水域	
	生物量	生物量%	生物量	生物量%	生物量	生物量%
硅藻门	0.03	45.45	0.07	94.59	0.048	68.57
绿藻门	0.036	54.55	0.001	1.35	0.02	28.57
蓝藻门	0.001	1.52	0.001	1.35	0.001	1.43
隐藻门	0	0.00	0	0.00	0	0.00
甲藻门	0	0.00	0.002	2.70	0.001	1.43
裸藻门	0	0.00	0	0.00	0	0.00
合计	0.066	100.00	0.074	100.00	0.07	100.00

评价河段干流浮游植物生物量平均为 0.066mg/L，支流浮游植物生物量平均为 0.074mg/L。支流检出浮游植物生物量稍高于干流。干流和支流河段浮游植物生物量组成均以硅藻门为主，其次是绿藻门和蓝藻门，其他门类偶见。

（3）生物多样性

浮游植物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数公式计算，评价河段各断面浮游植物生物多样性指数见表 4.2.4-3。浮游植物的生物多样性指数范围为 0.3977~1.7480，各断面浮游植物多样性指数均小于 2.0，说明评价河段浮游植物种类分布不均匀。

表 4.2.4-3　　评价河段浮游植物多样性指数

断面		多样性指数
干流	枕头坝一级库尾	0.3977
	枕头坝一级库中	0.9126
	枕头坝二级库尾	0.4612
	枕头坝二级坝址	1.3720
	枕头坝二级坝下	0.9656
	沙坪一级库中	0.6002
	沙坪二级库中	0.7029
	龚嘴库尾	1.6890
	龚嘴库中	1.3110
支流	江沟	0.6931
	金口河	0.6837
	野牛河	0.6465
	顺水河	1.3540
	官料河	1.7480
	白沙河	1.3860
	龙池河	1.1350
	黑水河	0.8954

（4）现状评价

评价区共检出浮游植物 148 种，平均密度和平均生物量分别为 287609ind./L、0.070mg/L，多样性指数在 0.3977~1.7480 之间。整体上，评价河段检出浮游植物种类、密度、生物量均较贫乏。

水平分布上看，干流河段中各断面浮游植物种类和现存量以枕头坝二级坝址断面较高，以枕头坝一级坝址较低；支流中各断面浮游植物种类和现存量均以龙池河、官料河较高，江沟较低。

7 月份采集到的浮游植物种类和密度明显低于 10 月份，10 月份浮游植物中静缓流种类绿藻门和蓝藻门所占比例高于 7 月份，而 7 月份浮游植物组成中流水种类硅藻门所占比例更高。

评价河段干流和支流各断面检出的浮游植物种类和现存量组成均以硅藻门为主，其次为绿藻门和蓝藻门，其它种类偶见。

4.2.5 浮游动物

（1）种类分布

2019 年 7 月、10 月共检出浮游动物 32 属 39 种，其中原生动物种类最丰富为 16 种、占总种数的 41.03%，其次为轮虫 10 种、占总种数的 25.64%，桡足类 8 种、占 20.51%，枝角类 5 种，占 12.82%。

表 4.2.5-1　　评价河段浮游动物种类组成

项目	干流				支流				总体			
	7月	10月	合计	百分比（%）	7月	10月	合计	百分比（%）	7月	10月	合计	百分比（%）
原生动物	9	8	13	40.63	6	10	14	46.67	11	11	16	41.03
轮虫	3	6	7	21.88	1	8	8	26.67	4	9	10	25.64
枝角类	4	3	5	15.63	1	2	3	10.00	4	4	5	12.82
桡足类	6	6	7	21.88	2	3	5	16.67	6	7	8	20.51
合计	22	23	32	100.00	10	23	30	100.00	25	31	39	100.00

总体上看，评价河段干流浮游动物种类基本呈现从上游至下游减少、干流多于支流的特征。干流中枕头坝一级库尾最多为 18 种，沙坪一级坝址最少为 8 种；支流种类较为单一，除野牛河、龙池河相对较多为 12 种、10 种外，其余各支流

间差异较小均在 10 种或以下。

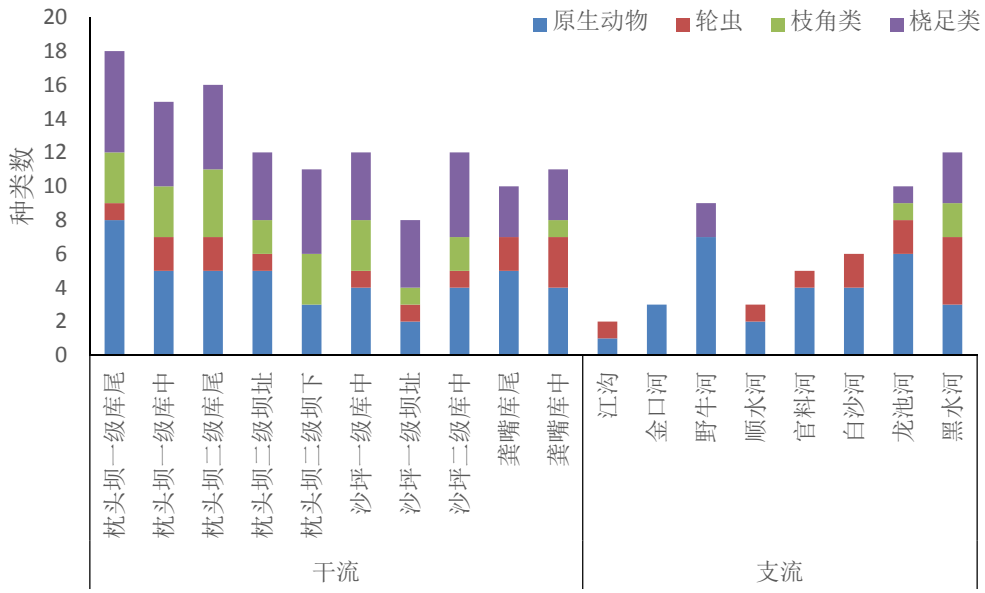


图 4.2.5-1　评价河段各断面浮游动物种类组成分布图

（2）现存量

1）密度

7 月、10 月检测浮游动物密度在在 0～1665ind./L，平均是 1099ind./L。其中原生动物 1091ind./L、占 99.31%；轮虫 7ind./L、占 0.64%；枝角类 0.12ind./L、占 0.01%；桡足类 0.5ind./L、占 0.05%。

表 4.2.5-2　评价河段浮游动物密度组成　单位:ind./L

项目	干流			支流			调查水域		
	7 月	10 月	平均	7 月	10 月	平均	7 月	10 月	平均
原生动物	793	920	856	1100	1650	1375	937	1244	1091
轮虫	13	0	7	0	15	8	7	7	7
枝角类	0.41	0.01	0.21	0	0.03	0.01	0.22	0.02	0.12
桡足类	1.25	0.6	0.92	0	0.02	0.01	0.66	0.34	0.5
合计	808	921	864	1100	1665	1383	945	1251	1099

总体上看，评价河段干流未呈现出明显的空间分布特征，支流间浮游动物密度差异较大，支流浮游动物密度大于干流水平。干流浮游动物密度平均是 864ind./L，其中龚嘴库中断面最高（1400ind./L），枕头坝一级库中最低（469ind./L）；支流浮游动物密度平均是 1383ind./L，江沟密度最低为 200 ind./L，官料河密度最高为 2200 ind./L。

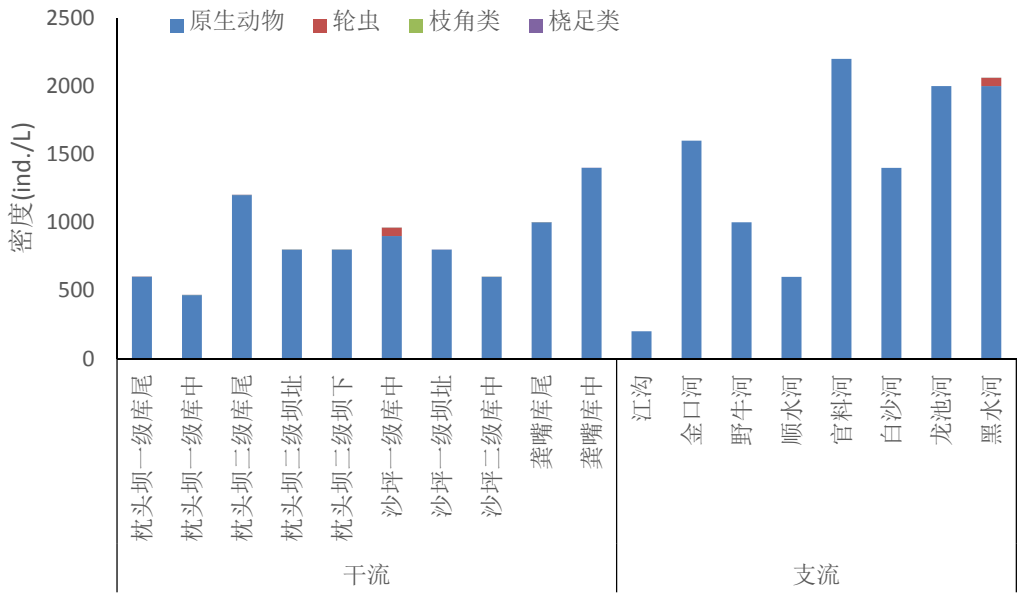


图 4.2.5-2　评价河段各断面浮游动物密度组成分布图

2）生物量

7 月、10 月检出浮游动物生物量平均为 0.0440mg/L。其中原生动物 0.0033mg/L、占 7.50%，轮虫 0.0128mg/L、占 29.09%，枝角类 0.0007mg/L、占 1.59%，桡足类 0.0272mg/L、占 61.82%。

表 4.2.5-3　　评价河段浮游动物生物量组成　　单位:mg/L

项目	干流			支流			调查水域		
	7 月	10 月	平均	7 月	10 月	平均	7 月	10 月	平均
原生动物	0.0016	0.003	0.0023	0.0035	0.0055	0.0045	0.0025	0.0041	0.0033
轮虫	0.0101	0	0.0051	0	0.0454	0.0227	0.0054	0.0202	0.0128
枝角类	0.0023	0.0001	0.0012	0	0.0003	0.0001	0.0012	0.0002	0.0007
桡足类	0.0113	0.0869	0.0491	0	0.0002	0.0001	0.0060	0.0484	0.0272
合计	0.0253	0.0900	0.0577	0.0035	0.0514	0.0274	0.0151	0.0729	0.0440

总体上看，评价河段沙坪一级库中断面浮游动物生物量明显大于其他河段，而支流低于干流河段浮游动物生物量水平。沙坪一级库中断面浮游动物生物量最大为 0.3448 mg/L，明显高于干流平均水平 0.0577mg/L；干流浮游动物生物量明显高于支流平均水平（0.0274 mg/L）。

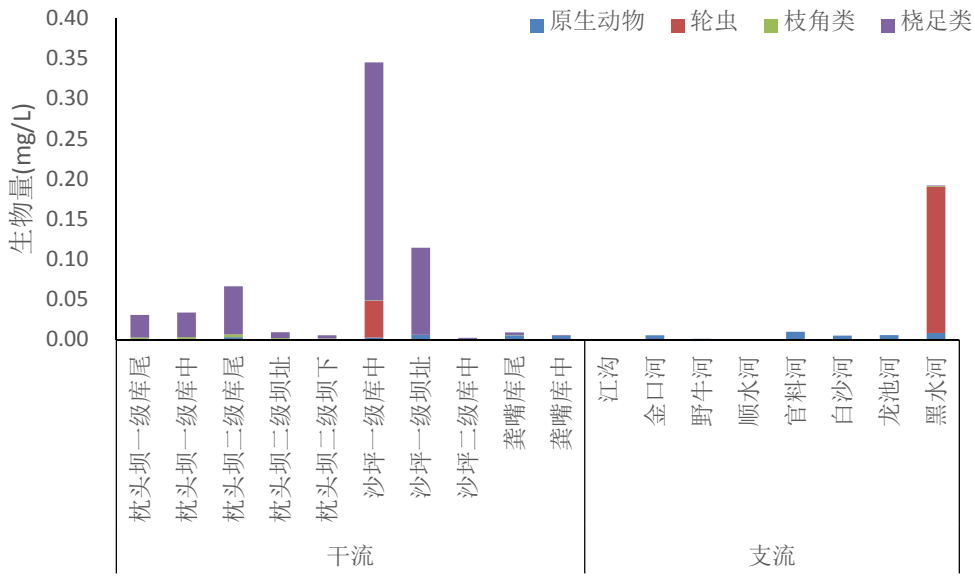


图 4.2.5-3　　评价河段各断面浮游动物生物量组成分布图

（3）生物多样性

采用 Shannon-Wiener 生物多样性指数计算出各监测点的浮游动物多样性指数。7 月调查水域多样性指数平均是 0.2588，干流多样性指数在 0.0024~0.9212 之间，多样性指数较低；支流浮游动物种类组成单一，多样性指数极低。10 月调查水域多样性指数平均是 0.5079，干流多样性指数在 0.0032~1.0074 之间，多样性指数偏低。

表 4.2.5-4　　评价河段各监测点 Shannon-Wiener 多样性指数

调查断面		7 月		10 月	
		多样性指数	定量种类数	多样性指数	定量种类数
干流	枕头坝一级库尾	0.1043	5	0.0045	4
	枕头坝一级库中	0.0858	5	0.0114	5
	枕头坝二级库尾	0.0345	5	0.9244	6
	枕头坝二级坝址	0.0146	4	0.0032	3
	枕头坝二级坝下	0.0203	5	0.0018	3
	沙坪一级库中	0.6586	5	0.9508	5
	沙坪一级坝址	/	/	1.0074	5
	沙坪二级库中	0.0024	3	0.0043	3
	龚嘴库尾	0.9212	4	1.0018	4
	龚嘴库中	0.9183	2	0.8757	3
支流	江沟	0.0000	0	0.0000	1
	金口河	0.0000	1	0.6500	2
	野牛河	0.0000	1	0.0000	1
	顺水河	0.0000	1	0.0000	1
	官料河	0.7219	2	0.0000	1

	白沙河	0.9183	2	0.8113	2
	龙池河	0.0000	1	0.8113	2
	黑水河	0.0000	1	2.0845	7

（4）现状评价

2019 年 7 月、10 月评价河段共检出浮游动物 39 种，密度和生物量平均分别是 1098.62ind./L、0.0440mg/L，浮游动物种类组成简单，多样性指数偏低。

本次评价河段干流属于高山峡谷地带，整体上看浮游动物较为贫乏，各已建梯级库区较其他河段浮游动物丰富。其中，浮游动物种类方面枕头坝一级库尾最丰富，浮游动物密度方面龚嘴库中最高，生物量方面沙坪一级库中最高。8 条支流属于高山峡谷河流，水流湍急，泥沙含量大，不利于浮游动物生长繁殖，浮游动物种类组成单一，密度和生物量相对较低。

4.2.6 底栖动物

（1）种类分布

评价区底栖动物 31 种，其中环节动物 1 种，占 3.23%；软体动物 4 种，占 12.90%；节肢动物 25 种，占 80.64%；线形动物 1 种，占 3.23%，优势种有四节蜉、二翼蜉、小蜉、扁蜉、纹石蛾、侧枝蚊石蛾、摇蚊、多足摇蚊、米虾等。

表 4.2.6-1　　底栖动物季节分布

水域	7 月			10 月		
	种数	密度（ind./m2）	生物量（g/m2）	种数	密度（ind./m2）	生物量（g/m2）
干流	11	108	0.4602	10	101	0.4372
支流	12	14	0.1312	19	50	0.211
评价区	16	66	0.314	23	78	0.3366

干流底栖动物种类未呈现出明显的空间分布特征，支流底栖动物种类较干流丰富。干流底栖动物 15 种，主要种类有石蛭、四节蜉、二翼蜉、小蜉、纹石蛾、侧枝蚊石蛾、多足摇蚊、米虾等，其中枕头坝一级库中最多为 6 种。支流底栖动物 26 种，主要为节肢动物，其中龙池河最多为 15 种。

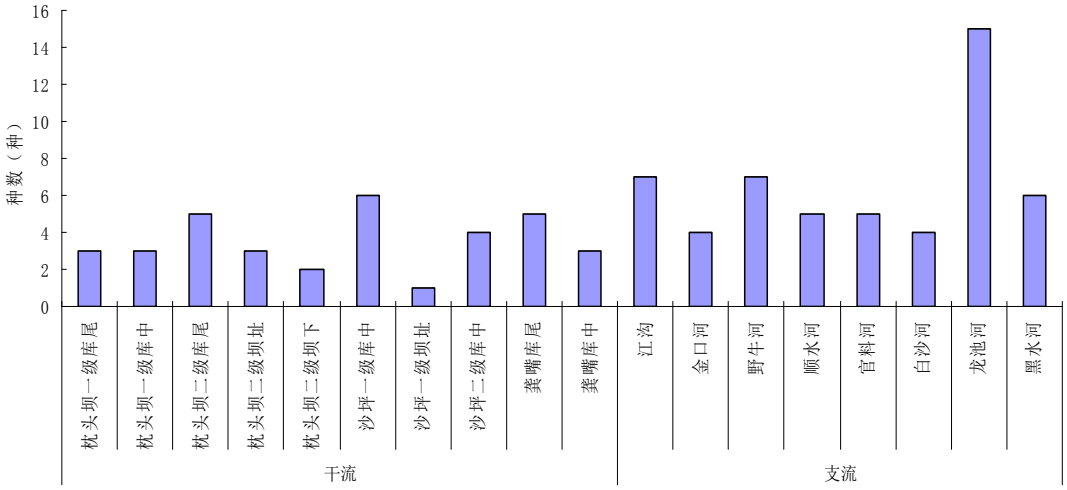


图 4.2.6-1　评价河段各断面底栖动物种类组成分布图

（2）现存量

1）密度

评价河段底栖动物密度 74ind./m²，其中环节动物 1ind./ m²，占 1.35%；软体动物 1ind./ m²，占 1.35%；节肢动物 71ind./ m²，占 95.95%。

干流底栖动物密度（104.4 ind./ m²）较支流（31.63 ind./ m²）大，干流中龚嘴库中断面底栖动物密度最大 989 ind./m²，密度最高，枕头坝一级库尾河段底栖动物密度最小，为 2 ind./ m²。支流中龙池河底栖动物密度最高为 0.4014 ind./ m²，官料河、白沙河密度较低为 0.0244ind./ m²。

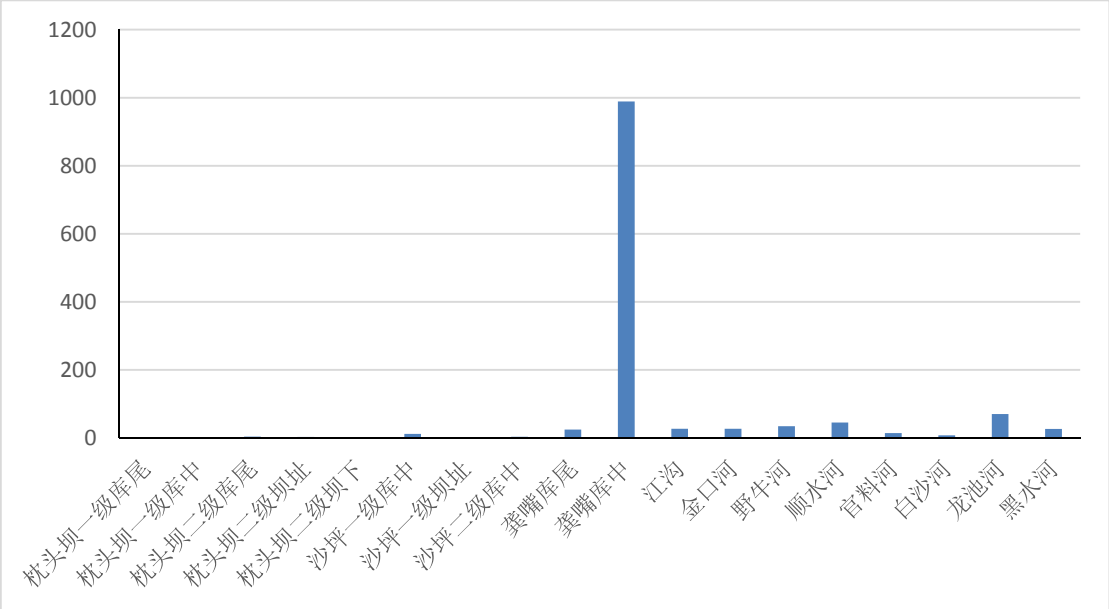


图 4.2.6-2　评价河段各断面底栖动物密度组成分布图

2）生物量

评价河段干流底栖动物生物量（0.4487g/ m²）较支流（0.1711 g/ m²）高，干流中龚嘴库中断面底栖动物生物量明显高于其他各断面，为 4.0364g/ m²；枕头坝一级库尾断面底栖动物生物量最低为 0.4013 g/ m²。支流中黑水河底栖动物生物量最高为 0.4203 g/ m²，官料河、白沙河生物量最低为 0.0244 g/ m²。

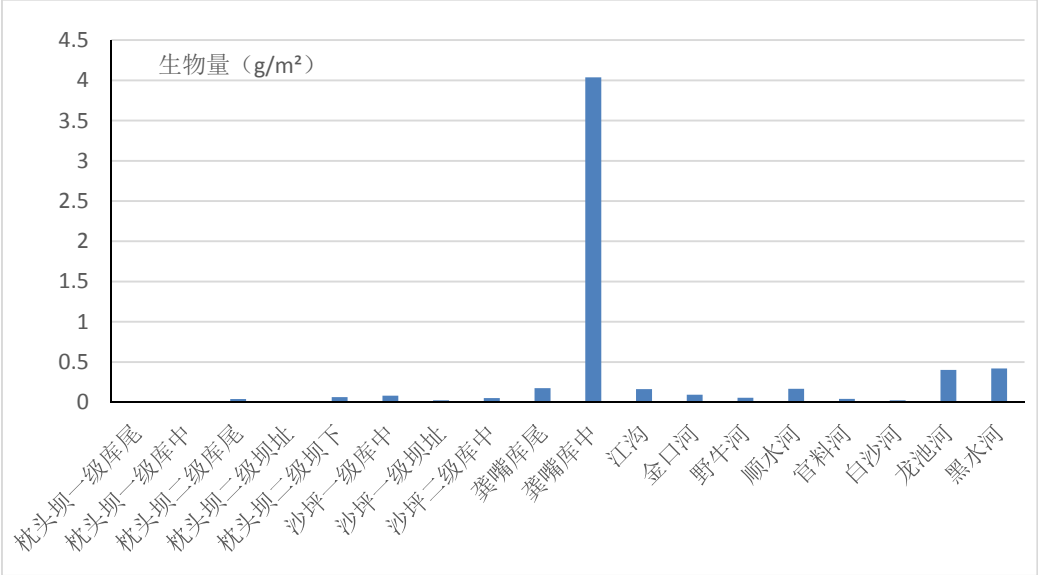


图 4.2.6-3　评价河段各断面底栖动物生物量组成分布图

（3）生物多样性

评价区干流水流湍急，底栖动物定量种类少，绝大多数断面 Shannon-Wiener 指数在 1.0 以下，Shannon-Wiener 指数整体偏低。支流生物多样性整体高于干流，因坡降比有一定差异，上游支流多样性指数多在 1.0 以下，下游支流相对较高，龙池河底栖动物 Shannon-Wiener 指数两次调查平均为 1.990，为评价区底栖动物生物多样性最高站点。

表 4.2.6-1　　底栖动物多样性指数

断面	时间	S	N	Shannon-Wiener 指数
枕头坝一级库尾	7 月	1	2	0.0000
	10 月	2	2	0.6931
枕头坝一级库中	7 月	2	4	0.6931
	10 月	1	1	0.0000
枕头坝二级库尾	7 月	2	4	0.6931
	10 月	3	4	1.0397
枕头坝二级坝址	7 月	1	2	0.0000
	10 月	2	4	0.5623

枕头坝二级坝下	7 月	1	4	0.0000
	10 月	1	1	0.0000
沙坪一级库中	7 月	2	14	0.6829
	10 月	1	2	0.0000
沙坪一级坝址	7 月			
	10 月	2	1	0.0000
沙坪二级库中	7 月	3	6	1.0990
	10 月	1	1	0.0000
龚嘴库尾	7 月	3	21	0.5940
	10 月	4	28	1.0096
龚嘴库中	7 月	2	1024	0.0142
	10 月	3	954	0.7342
江沟	7 月	2	14	0.5983
	10 月	5	12	1.3522
金口河	7 月	1	4	0.0000
	10 月	3	15	0.8532
野牛河	7 月	1	2	0.0000
	10 月	6	20	1.0666
顺水河	7 月	2	18	0.3488
	10 月	4	22	0.8618
官料河	7 月	1	6	0.0000
	10 月	4	7	1.2770
白沙河	7 月	3	12	1.0110
	10 月	1	1	0.0000
龙池河	7 月	5	12	1.5610
	10 月	13	38	2.4369
黑水河	7 月	5	40	1.1630
	10 月	3	4	1.0397

（4）现状评价

评价河段底栖动物 31 种，环节动物、软体动物、节肢动物、线形动物分别有 1、4、25、1 种，优势种有四节蜉、二翼蜉、小蜉、扁蜉、纹石蛾、侧枝蚊石蛾、摇蚊、多足摇蚊、米虾等。底栖动物密度、生物量分别为 74ind./m²、0.3254g/m²，密度、生物量组成中节肢动物所占比重较大。

干流评价区底栖动物 15 种，底栖动物以蜉蝣目、毛翅目、摇蚊科生物为主，种类分布少，密度、生物量较低。支流底栖动物 26 种，主要种类有四节蜉、二翼蜉、小蜉、短丝蜉、侧枝纹石蛾、真开氏摇蚊、多足摇蚊等，较干流段底栖动物丰富。

干流评价河段底栖动物定量种类少，底栖动物 Shannon-Wiener 指数整体偏低。支流 Shannon-Wiener 指数整体高于干流，其中龙池河、黑水河底栖动物种类分布较多，Shannon-Wiener 指数较高。总体看，评价河段底栖动物生物多样性

指数整体偏低。

4.2.7 水生维管束植物

评价河段属高山峡谷河段，坡陡流急，两岸多为石头、砾石、岩石基质，以及河道整治、护坡等工程修建的水泥坡岸，此外，干、支流梯级开发导致河流水位涨落明显，部分河段消落带超过 10m，大型维管束植物适宜生境缺失。本项目两次调查中均为采集到大型维管束植物。

4.2.8 鱼类

4.2.8.1 种类组成

本项目主要通过现场捕捞、鱼类早期资源鉴定、在捕鱼者渔获物中见到实物或照片、参考相关调查报告和文献资料等四种方法，共调查到 56 种鱼类。

现场捕捞到 21 种：分别为红尾副鳅、山鳅、泥鳅、高体鳑鲏、鲴、翘嘴鲌、鲈鲤、中华倒刺鲃、白甲鱼、重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、凹尾拟鲿、白缘鮡、青石爬鮡、犁头鳅、黄颡鱼、棒花鱼、蛇鮈、鲢、鲤、子陵吻鰕虎鱼；

鱼类早期资源鉴定 3 种：紫薄鳅、红唇薄鳅、短身金沙鳅（本次早期资源调查中分别在 7 月 30 日 10:40-11:40 的第二网采集到 3.5mm 漂流性卵 3 粒，其中 2 粒为囊胚早中期，1 粒为未受精卵，鉴定种类分别为紫薄鳅及红唇薄鳅；8 月 2 日 11:20—12:00 第一网采集到 3mm 漂流性卵 4 粒，为囊胚早中期，鉴定为短身金沙鳅。以上 3 种鱼类均为非典型产漂流性卵鱼类，鱼卵漂流距离较四大家鱼短，说明在洪水季节上游电站泄洪等部分时段，非典型产漂流性鱼卵可能随水流漂至本河段；值得注意的是，以上 3 种鱼在本次渔获物中无采集记录，表明在评价河段资源量较少）；

在捕鱼者渔获物中见到实物或照片 5 种：杂交鲟、鳙、马口鱼、鳊、大口鲶；

从渔民调查访问到该水域存在但未见到实物或照片的 27 种：长薄鳅、宽鳍鱲、草、唇鲹、花鲹、麦穗鱼、银鮈、长鳍吻鮈、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、泉水鱼、鲫、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、四川华吸鳅、峨嵋后平鳅、鲶、瓦氏黄颡鱼、黄石爬鮡、福建纹胸鮡、粗吻鮠、斑点叉尾鮰、青鲖、黄鳝、大眼鳜、斑鳜、乌鳢。

本次调查到的 56 种鱼类，隶属于 6 目、14 科、47 属。其中，鲤形目种类最多，有 3 科、33 属、38 种，占总种数的 67.9%；鲇形目有 4 科、8 属、11 种，

占 19.7%；鲈形目 3 科、3 属、4 种，占 7.1%；鲟形目、鳉形目、合鳃鱼目各 1 科、1 属、1 种，分别占 1.79%。

表 4.2.8-1　　评价河段鱼类种类组成一览表

目	科	属	种	%	省级保护鱼类	红皮书	红色名录	特有种
鲟形目	鲟科	1	1	1.79				
鲤形目	鳅科	4	6	10.71		1	1	2
	鲤科	26	28	46.43	2			4
	平鳍鳅科	5	6	10.71	1			4
鲇形目	鲇科	1	2	3.57				
	鲿科	3	4	7.14				
	钝头鮠科	1	1	1.79			1	
	鮡科	2	3	5.36	1		2	2
	鮨科	1	1	1.79				
鳉形目	青鳉科	1	1	1.79			1	
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	1	1.79				
鲈形目	鮨科	1	2	3.57				
	虾虎鱼科	1	1	1.79				
	鳢科	1	1	1.79				
合计	14	47	56	100	5	1	5	14

4.2.8.2 区系组成

评价河段分布的鱼类可分为以下 5 种区系复合体：

（1）中国平原（江河平原）区系复合体

该区系复合体鱼类分布广泛，大多善于游泳。特点是产漂流性卵，如评价区分布的草、鲢、鳙、蛇鮈、长鳍吻鮈、银鮈、长薄鳅、紫薄鳅、红唇薄鳅等；或产粘性不强的卵，卵产出后附着于物体上不久即脱离，并顺水漂流发育。该复合体的鱼类都对水位变动敏感，许多种类当水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产过卵的亲鱼于秋天入湖泊肥育。许多种类食性单纯，并能适应较高的温度。除上述提到的鱼类外，工程影响河段存在的该区系鱼类还包括马口鱼、宽鳍鱲、裸体异鳔鳅鮀、异鳔鳅鮀、翘嘴鲌、唇鲹、花鲹、鳊、鳡、大眼鳜、斑鳜等鱼类。综上，该复合体鱼类在工程影响河段共分布比最高，共 20 种，占总种数的 36.36%。该区系复合体鱼类主要分布在沙坪二级以下干、支流水体中。

（2）南方山地区系复合体

本复合体种类有平鳍鳅科、鲇头鮠科、鮡科。此类鱼有特化的吸附构造，适

应于南方山区急流的河流中生活。分布于我国南部山区及东南亚山区河流中。多为底栖型鱼类，有特化的吸附构造，通常为特殊的“吸盘”结构，多分布于河流的中上游，适应于南方山区的急流生境，以扁平的腹部和胸部的腹面附贴于水底的石头上，常用匍匐的方式移动。以水生昆虫及其幼虫为主要食物，其次为水生植物碎片和有机碎屑。本区系复合体主要包括平鳍鳅科、钝头鮠科、鮡科鱼类，调查河段该区系复合体鱼类包括青石爬鮡、黄石爬鮡、白缘鮡、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、四川华吸鳅、犁头鳅、短身金沙鳅、泉水鱼、红尾副鳅、山鳅、峨眉后平鳅、福建纹胸鮡等 13 种，占总种数的 23.64%。

（3）南方平原区系复合体

本区系的鱼类，体型较小，游泳能力较弱，分布区河床逐渐加宽，比降减小，水流渐缓，水域宽阔。这类鱼喜暖水，在较高水温的夏季繁殖，多有护卵、护幼习性。在东亚愈往低纬度地带种类愈多。分布至东南亚，少数种类至印度。此类鱼适合在炎热气候、多水草易缺氧的浅水湖泊、池沼中生活。在长期的生活过程中，由于适应周期性的局部缺氧的环境条件，致使某些种类产生特殊的适应性特征，常具保护色和辅助呼吸器官。工程影响河段该区系代种类主要有白甲鱼、粗吻鮠、斑点叉尾鮰、黄鳝、青鳉、凹尾拟鲿、乌鳢、鲈鲤、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、中华倒刺鲃、子陵吻鰕虎鱼等 12 种，占 21.82%。

（4）晚第三纪早期区系复合体

这些鱼类是更新世以前北半球亚热带动物的残余，由于气候变冷，该动物区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚，但在西伯利亚已绝迹，故这些鱼类被视为残遗种类。它们的共同特征是视觉不发达，嗅觉发达，多以底栖生物为食，适应于在浑浊水体中生活。分布地区在干流中游、中下游。水流较平缓，河床底质复杂，流量和水深较大，河谷开敞，水面宽阔，水体营养物质和饵料丰富，促使这些种类形成优势种群。其代表性种类有泥鳅、高体鳑鲏、鲤、鲫、棒花鱼、麦穗鱼、鲶、大口鲶等 8 种，占 14.55%。

（5）中亚山地区系复合体

本复合体种类集中分布在中亚高原山区，主要是裂腹亚科和条鳅亚科鱼类，为中亚高寒地带的特有鱼类。这些鱼类均具备特殊的适应条件，以耐寒、耐碱、性成熟晚、生长慢、食性杂为特点，能栖居于急流水底，故种类比较少，但有些特珠适应生存环境的属，种类特别多，成为优势类群。主要分布于我国西南部、

新疆、青海、甘肃、陕西等高原和山地。工程影响区分布的该区系复合体鱼类主要有齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼等 2 种，占 0.36%。该两种鱼因个体较大，虽然资源量有限，但常被视为捕捞对象，为该地区的主要经济鱼类。

4.2.8.3 渔获物统计

本次在深溪沟至龚嘴干、支流河段共采集到鱼类 21 种。其中，珍稀保护和长江上游特有鱼类有重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮡、山鳅、鲈鲤 6 种，占 28.57%。短距离洄游鱼类有重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼 2 种。

按流水依赖习性划分：流水依赖类群 8 种，占 38.10%；半流水依赖类群 6 种，占 28.57%；非流水依赖类群 7 种，占 33.33%。

按产卵类型划分为 4 种类群：产漂流性卵鱼类 3 种，占 14.29%；产沉粘性卵鱼类 15 种，占 71.43%；筑巢鱼类 2 种，占 9.52%；产卵于软体动物 4.76%。

表 4.2.8-2　　深溪沟～龚嘴河段渔获物一览表

编号	鱼种	体重（g）	重量百分比（%）	样本量	数量　百分比（%）
1	重口裂腹鱼	5275.1	21.82	17	3.60
2	齐口裂腹鱼	8204.4	33.94	29	6.14
3	青石爬鮡	1322.4	5.47	43	9.11
4	白缘鮡	599.3	2.48	34	7.20
5	鲿	2355.7	9.75	110	23.31
6	山鳅	580.65	2.40	126	26.69
7	翘嘴鲌	420.7	1.74	5	1.06
8	凹尾拟鲿	323.7	1.34	2	0.42
9	白甲鱼	12	0.05	1	0.21
10	棒花鱼	25.1	0.10	3	0.64
11	红尾副鳅	187.2	0.77	14	2.97
12	黄颡鱼	233.6	0.97	4	0.85
13	犁头鳅	144	0.60	1	0.21
14	鲤	1217.5	5.04	3	0.64
15	鲈鲤	1750.8	7.24	3	0.64
16	泥鳅	30	0.12	2	0.42
17	蛇鮈	750	3.10	68	14.41
18	鲢	696.8	2.88	2	0.42
19	高体鳑鲏	2.6	0.01	2	0.42
20	子陵吻鰕虎鱼	8.9	0.04	2	0.42
21	中华倒刺鲃	30.6	0.13	1	0.21

合计	24171.05	100.00	472	100

（1）干流

1）深溪沟至枕头坝一级坝址河段

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在该河段共采集到鱼类 114 尾，总重 6308.9g，经鉴定分属 11 种，分别为红尾副鳅、山鳅、鲿、翘嘴鲌、棒花鱼、蛇鮈、中华倒刺鲃、鲈鲤、重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、子陵吻鮈虎鱼。从重量百分比来看，齐口裂腹鱼最高，占总重的 52.01%；其次为重口裂腹鱼、蛇鮈和鲿，分别占 18.45%、11.89%和 11.76%，其他鱼类重量百分比较小。从数量百分比来看，蛇鮈数量最多，占总数的 53.51%；其次为鲿，占 27.19%，依次为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼，分别占 6.14%和 3.51%，其他鱼类数量百分比较小。

表 4.2.8-3　　深溪沟至枕头坝一级坝址河段渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	鲿	102-150	129.97	10-43.6	23.94	742	11.76	31	27.19
2	棒花鱼	90	90	13.8	13.8	13.8	0.22	1	0.88
3	红尾副鳅	78-100	89	3.3-6.5	4.9	9.8	0.16	2	1.75
4	鲈鲤	213	213	120	120	120	1.90	1	0.88
5	齐口裂腹鱼	110-505	215.43	21.1-2794.2	468.73	3281.1	52.01	7	6.14
6	重口裂腹鱼	102-350	219.5	19.3-635.5	291.08	1164.3	18.45	4	3.51
7	蛇鮈	78-169	96.21	25.3-54	11.39	750	11.89	61	53.51
8	翘嘴鲌	224-227	225.5	85.5-94.2	89.85	179.7	2.85	2	1.75
9	山鳅	69-71	70	4-4.5	4.25	8.5	0.13	2	1.75
10	子陵吻虾虎鱼	65-68	66.5	4.2-4.7	4.55	9.1	0.14	2	1.75
11	中华倒刺鲃	140	140	30.6	30.6	30.6	0.49	1	0.88
合计						6308.9	100.00	114	100.00

2）枕头坝一级至沙坪二级库尾河段

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在该河段共采集到鱼类 169 尾，总重 10256.6g，经鉴定分属 14 种，分别为鲿、红尾副鳅、凹尾拟鲿、黄颡鱼、犁头鳅、白缘鮈、山鳅、翘嘴鲌、蛇鮈、青石爬鮡、鲈鲤、鲤、齐口裂腹鱼、白甲鱼。从重量百分比来看，齐口裂腹鱼最高，占总重的 34.35%；其次为鲈鲤、鲿、鲤和青石爬鮡，分别占 15.85%、13.58%、11.87%和 10.86%，

其他鱼类重量百分比较小。从数量百分比来看，鯊数量最大，占总重的 40.83%；其次为青石爬鮡，占 23.67%，依次为白缘、齐口裂腹鱼，分别占 15.38%和 5.92%，其他鱼类数量百分比较小。

表 4.2.8-4　　干流枕头坝一级至沙坪二级库尾河段渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量 百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	鯊	88-156	122.12	7.5-48.4	21.57	1393.1	13.58	69	40.83
2	凹尾拟鲿	179-296	238	69.7-254	161.9	323.7	3.16	2	1.18
3	白甲鱼	87	87	12.0	12.0	12.0	0.12	1	0.59
4	白缘鮈	77-150	110.46	6.8-58.6	18.5	481.1	4.69	26	15.38
5	黄颡鱼	126-170	148	26.1-61	43.6	87.1	0.85	2	1.18
6	红尾副鳅	134-150	139.67	17.4-20.0	19.13	57.4	0.56	3	1.78
7	鲤	232-272	257	321.3-495.5	405.83	1217.5	11.87	3	1.78
8	鲈鲤	492	492	1625.5	1625.5	1625.5	15.85	1	0.59
9	齐口裂腹鱼	51-493	185.5	2.5-1729.3	352.28	3522.8	34.35	10	5.92
10	蛇鮈	65-129	86.57	2.8-22.7	7.91	55.4	0.54	7	4.14
11	翘嘴鲌	200-220	210	76.6-109.3	92.95	185.9	1.81	2	1.18
12	泥鳅	115-133	124	10.0-20.0	15	30	0.29	2	1.18
13	青石爬鮡	82-157	111.53	8.5-178	27.85	1114.1	10.86	40	23.67
14	犁头鳅	133	133	151	151	151	1.47	1	0.59
合计						10256.6	100.00	169	100.00

3）沙坪二级库区河段

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在该河段共采集到鱼类 12 尾，总重 3337.7g，有重口裂腹鱼、鯊、山鳅、红尾副鳅等 4 种。从重量百分比来看，重口裂腹鱼的重量百分比最高，为 94.21%，其他鱼类重量百分比较小。从数量百分比来看，样本量最多的为鯊，占总数的 58.33%，其次为红尾副鳅，占总数的 25.00%，山鳅和重口裂腹鱼各 1 尾，占总数的 8.33%。

表 4.2.8-5　　沙坪二级库区河段渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	鯊	92-134	111.7	8.5-35.1	19.66	137.6	4.12	7	58.33
2	红尾副鳅	144-157	149	14.8-17	16.1	48.2	1.44	3	25.00
3	山鳅	80	80	7.6	7.6	7.6	0.23	1	8.33
4	重口裂腹鱼	535	535	3144.3	3144.3	3144.3	94.21	1	8.33
合计						3337.7	100.00	12	100.00

4）沙坪二级至龚嘴坝址河段

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在该河段共采集到鱼类 21 尾，总重 2840.5g，有白缘鮈、凹尾拟鲿、重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、黄颡鱼、翘嘴鲌、鲴、红尾副鳅、鲢等 9 种。重量百分比来看，齐口裂腹鱼的重量百分比最高，为 47.72%，其次为重口裂腹鱼，占 23.59%，其他鱼类重量百分比较小。从数量百分比来看，样本量最多的为白缘鮈，占总数的 33.33%，其次为齐口裂腹鱼和鲴，均占总数的 14.29%，其后依次为红尾副鳅和鲢，均占总数的 9.52%，其他鱼类数量较少。

表 4.2.8-6　　干流沙坪二级至龚嘴坝址河段渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	鲴	128-136	131.3	23.4-32.7	23.67	83	2.92	3	14.29
2	凹尾拟鲿	209	209	89.1	89.1	89.1	3.14	1	4.76
3	白缘鮈	86-138	107.86	7.9-32.2	16.39	114.7	4.04	7	33.33
4	红尾副鳅	118-119	119	8.8-10.0	9.4	18.8	0.66	2	9.52
5	黄颡鱼	164	164	57.4	57.4	57.4	2.02	1	4.76
6	鲢	269-272	270.5	317.8-379	348.4	396.8	13.97	2	9.52
7	齐口裂腹鱼	98-390	257.67	16.8-927.2	451.87	1355.6	47.72	3	14.29
8	翘嘴鲌	171	171	55.1	55.1	55.1	1.94	1	4.76
9	重口裂腹鱼	285	285	670	670	670	23.59	1	4.76
合计						2840.5	100.00	21	100.00

（2）支流

支流鱼类种类较少，除黑水河外其他支流均以流水依赖型鱼类为主，包括齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白缘鮈、山鳅、红尾副鳅及青石爬鳅，黑水河以静缓流水鱼类为主，主要有高体鳑鲏、子陵吻虾虎鱼、棒花鱼等。从产卵类型来看，全部为产沉粘性卵鱼类。

1）江沟

现场采集到鱼类 23 尾，总重 108g，包括重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、白缘鮈、鲈鲤、山鳅等 5 种。其中，7 月份采集到 4 种，10 月采集到 2 种。从重量百分比来看，齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼的重量百分比最高，分别为 41.58%和 39.81%，其次为山鳅，占 10.46%，其他鱼类重量百分比较小。从数量百分比来看，样本量最多的为齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼，分别占总数的 39.13%、39.13%，其次为山鳅，占总数的 13.04%，鲈鲤和白缘鮈各 1 尾，占总数的 4.35%。

表 4.2.8-7　　支流江沟渔获物组成

月份	编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
			范围	均值	范围	均值	合计			
7月	1	鲈鲤	73	73	5.3	5.3	5.3	4.91	1	4.35
	2	白缘	61	61	3.5	3.5	3.5	3.24	1	4.35
	3	齐口裂腹鱼	49-67	58	2.3-14.7	3.4	23.8	22.04	7	30.43
	4	重口裂腹鱼	45-88	62.89	1.7-11.5	4.78	43	39.81	9	39.13
10月	1	齐口裂腹鱼	70-91	80.5	6.4-14.7	10.55	21.1	19.54	2	8.70
	2	山鲃	61-67	63.33	3.2-4.4	3.77	11.3	10.46	3	13.04
	合计						108	100.00	23	100.00

2）金口河（顺水河、野牛河）

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在现场采集到鱼类 41 尾，总重 425.7g，有山鲃、红尾副鲃、青石爬鮡等 3 种。从重量百分比来看，青石爬鮡和山鲃的重量百分比最高，分别为 48.93%和 42.71%，山鲃最少，占 8.36%。从数量百分比来看，样本量最多的为山鲃，均占总数的 85.37%，青石爬鮡和红尾副鲃均有 3 尾，占总数的 7.32%。

表 4.2.8-8　　支流金口河（顺水河、野牛河）渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	青石爬鮡	142-210	178.33	34.8-96.6	69.43	208.3	48.93	3	7.32
2	红尾副鲃	66-146	118	16.2-17.1	11.9	35.6	8.36	3	7.32
3	山鲃	54-91	72.09	1.6-11.6	5.19	181.8	42.71	35	85.37
合计						425.7	100.00	41	100.00

3）官料河

2019 年 7 月为洪水期，河流流速大，未采集到鱼类。10 月在现场采集到鱼类 12 尾，有山鲃、红尾副鲃等 2 种。

表 4.2.8-9　　支流官料河渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	红尾副鲃	135	135	17.4	17.4	17.4	22.22	1	7.69
2	山鲃	65-85	74.55	3.6-7.7	5.54	60.9	77.78	12	92.31
合计						78.3	100.00	13	100.00

4）白沙河

2019 年 7 月在现场采集到鱼类 67 尾，分别为重口裂腹鱼、白缘鮈、山鳅等 3 种。

表 4.2.8-10　　支流白沙河渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	重口裂腹鱼	179-205	192	106-147	126.8	253.5	48.41	2	2.99
2	山鳅	55-85	71.92	1.7-9.6	4.16	270.2	51.59	65	97.01
合计						523.7	100.00	67	100.00

5）龙池河

现场采集到鱼类 8 尾，仅 1 种，全部为山鳅，体长范围为 53-91mm，均值为 66.25mm，体重范围为 2.1-9.5g，均值为 4.3g，总重 34.4g。

6）黑水河

现场采集到鱼类 5 尾，包括 3 种，分别为高体鳑鲏、棒花鱼、山鳅。

表 4.2.8-11　　支流黑水河渔获物组成

编号	鱼种	体长（mm）		体重（g）			重量百分比（%）	样本量	数量百分比（%）
		范围	均值	范围	均值	合计			
1	高体鳑鲏	37	37	1.2-1.4	1.3	2.6	18.71	2	40.00
2	棒花鱼	61-67	64	4.7-6.6	5.65	11.3	81.29	2	40.00
3	山鳅	53	53	2.1	2.1	2.1	15.11	1	20.00
合计						13.9	100.00	5	100.00

4.2.8.4 生态习性

（1）流水依赖性

根据鱼类对水流要求，可将该水域分布鱼类大致分为以下三种类群：

（1）流水依赖类群

此类群完全或主要生活在河流的流水环境中，且流速一般较大，对流水或急流生境的依赖度很高，基本上整个生命史都在流水生境中完成，这些种类一般体长形，体柱状或略侧扁，均呈流线形，游泳能力强，适应于流水生活，以产沉粘性卵为主。平鳍鳅科、野鲮亚科、鮡科、钝头鮠科、鲃亚科等大部分种类为此类型。工程影响河段该类型鱼类包括长薄鳅、紫薄鳅、红唇薄鳅、峨嵋后平鳅、福建纹胸鮡、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡、中华倒刺鲃、白甲鱼、白缘鮈、犁头鳅、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、裸体异鳔鳅鮀、异鳔鳅鮀、短

身金沙鰁、蛇鮈、长鳍吻鮈、四川华吸鰁等 21 种，占 37.50%。

（2）半流水依赖类群

此类群既能适应流水生境，又能适应宜生活于静缓流水体中，但生命史的部分阶段需要在流水生境中完成，如必须在流水生境中产卵繁殖。这一类群种类包括产漂流性卵的鲴、鲢、草等，以及一些在静水或缓流生长，但需在流水生境中繁殖的种类，如蛇鮈等。此外，还有一些喜栖于江河或溪流底层的鱼类，如鲿科、条鳅亚科、副鳅亚科等鱼类。工程影响河段该类型鱼类包括红尾副鳅、山鳅、草、鲢、鲴、翘嘴鲌、唇鲹、花鲹、宽鳍鱲、马口鱼、银鮈、泉水鱼、鲈鲤、凹尾拟鲿等 14 种，占 25.00%。

（3）典型静、缓流水类群

此类群种类对流水生境无依赖度，整个生命史都可在静缓流生境中完成，也可在流水生境中完成。这些种类主要包括杂交鲟、泥鳅、高体鳑鲏、鳊、鲦、麦穗鱼、棒花鱼、鲤、鲫、鲶、大口鲶、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、斑点叉尾鮰、青鳉、斑鳠、大眼鳠、黄鳝、子陵吻鰕虎鱼、乌鳢、粗吻鮠等 21 种，占 37.50%。

（2）繁殖习性

根据鱼类的产卵场环境条件、产卵习性及卵粒特点，评价河段鱼类的繁殖习性大致分成以下 4 个类型：

1）产粘、沉性卵

此类型鱼的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。此类鱼往往选择在近岸浅水区（水深 0.5~1.5m）产卵，产出的卵比重大于水或具有一定的粘性，受精卵粘附于卵石、砾石、水草，或落于石缝间在激流冲击下孵化发育。工程影响河段以该产卵类型鱼类为主，包括鲤科的齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、鲤、鲫、泉水鱼、鲦、白甲鱼、鲈鲤、麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等；鳅科的红尾副鳅、山鳅、泥鳅、四川华吸鳅、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅等；鲶形目的瓦氏黄颡鱼、粗唇鮠、凹尾拟鲿、白缘鮡、青石爬鮡、黄石爬鮡、宽鳍鱲、马口鱼、杂交鲟、鳊、唇鲹、花鲹、峨嵋后平鳅、福建纹胸鮡、青鳉、翘嘴鲌、鲶、中华倒刺鲃和大口鲶等 35 种，占 62.50%。

2）产漂流性卵

此类型鱼产卵需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰后产卵。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，受精卵悬浮在水层中顺水漂流孵化并发育，待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、摄食。这些鱼类的产卵期多在 4～8 月，水温在 16～32℃之间，产卵高峰期在 20～24℃间。产卵时除要求达到一定水温外，还需要一定的涨水刺激。工程影响河段该类型鱼类主要有长薄鳅、紫薄鳅、红唇薄鳅、短身金沙鳅、鲢、鳙、草、长鳍吻鮈、蛇鮈、银鮈、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、犁头鳅等 13 种，占 23.21%。

3）筑巢产卵

常产卵于水库等静水水体的草间，产出的卵具油球，卵粒浮于水面，在水中漂浮孵化发育，如乌鳢、黄鳝、斑鳠、大眼鳠等；也有在泥质底部掘泥筑巢的，如黄颡鱼、斑点叉尾鮰、棒花鱼。此类型鱼类一般具有亲鱼护卵护幼的习性。工程影响河段该类型鱼类有上述 7 种，占 12.50%。

4）产卵于软体动物体内

产卵于蚌、蚬、淡水壳菜等软体动物壳内。工程影响河段此类型鱼类有高体鳑鲏类 1 种，占 1.79%。

（3）食性

1）鱼虾类食性

以摄食鱼虾类等游泳生物为主，有的甚至捕食较大的哺乳动物。这类鱼通常游泳活泼，口裂大、牙齿锐利，而且性格凶猛，所以又称凶猛鱼类。此类群鱼类包括翘嘴鲌、鲈鲤、凹尾拟鲿、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、大口鲶、斑点叉尾鮰、乌鳢、长薄鳅、鲶、粗吻鮠、斑鳠、大眼鳠、黄鳝。工程影响河段此类型鱼类有高体鳑鲏类 14 种，占 25.00%。

2）草食性

以水生高等植物或浮游植物为主要食物。此类群包括草、鲢、鳊 3 种，占 5.36%。

3）底栖动物食性

以摄食底栖的无脊椎动物为主，如水生昆虫、水蚯蚓、淡水壳菜等。这类鱼有的采食底面上的动物，有的挖食埋栖在底泥中的动物。此类群包括重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、白缘鮕、长鳍吻鮈、唇鲷、花鲷、福建纹胸鮡、黄石爬鮡、青石爬鮡、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、红唇薄鳅、棒花鱼、子陵吻鰕虎鱼等 14 种，占 25%。

4）杂食性

这是一类兼食各类食物的鱼类，它们的食物种类广泛，食性的适应能力强。此类群包括杂交鲟、宽鳍鱲、马口鱼、峨嵋后平鳅、青鳉、红尾副鳅、山鳅、泥鳅、鲬、中华倒刺鲃、鲤、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、四川华吸鳅、紫薄鳅、鳙、蛇鮈、短身金沙鳅、银鮈、鲫、高体鳑鲏、白甲鱼、犁头鳅、泉水鱼、麦穗鱼等25 种，占 44.64%。

4.2.8.5 珍稀保护及特有鱼类

本项目评价河段水生生态调查共调查到珍稀保护及特有鱼类 17 种。

①四川省级保护鱼类有 5 种，鲈鲤、重口裂腹鱼、裸体异鳔鳅鮀、侧沟爬岩鳅、青石爬鮡；

② 列入《中国濒危动物红皮书》易危种（VU）有 1 种：长薄鳅；

③列入《中国物种红色名录》有 5 种，其中易危种（VU）2 种：长薄鳅、鲈鲤、青鳉；濒危种（EN）1 种：白缘鮈；极危种（CR）1 种：青石爬鮡。

④长江上游特有鱼类 14 种：分别为山鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、长鳍吻鮈、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、鲈鲤、齐口裂腹鱼、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、短身金沙鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡。

（1）重口裂腹鱼

曾名重弓鱼，俗称重口细鳞鱼、重口、细甲鱼。隶属于鲤形目、鲤科、裂腹鱼属，四川省重点保护鱼类，也是长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-1　　重口裂腹鱼

形态特征：体延长，侧扁；头呈锥形，背面稍宽。吻端圆钝，吻皮下垂游离，仅盖住上颌前端的 1/2 左右，吻须基部的吻皮有一向头前方延伸的浅沟。口下位弧形，下颌内侧稍微角质化，不形成锐利的角质层。下唇发达，分为左、右两叶，较大个体中间叶被左右下唇叶所遮盖，较小个体中间叶明显；唇后沟连续，须 2 对，约等长或后须稍长，其长度大于眼径。

身体被细鳞，鳃峡以后的胸、腹部有明显的鳞片；较大个体的臀鳞较侧线鳞大，较小个体的臀鳞几与侧线鳞相等；腹鳍基具有稍长的腋鳞。侧线完全平直。生殖季节成熟雄鱼个体，吻部有珠星，胸、腹鳍较雌性个体为大、稍厚。

身体背部青蓝色或暗灰色，腹侧银白色，尾鳍浅红色；部分小个体的体侧上部分具有细小的黑色斑点。

生活习性：重口裂腹鱼属冷水性鱼类，常栖息于水体中下层，一般生活在峡谷河流，常在底质为砂或砾石且水流湍急的环境中活动，秋后移向河流的深潭或岩洞中越冬。

食性：重口裂腹鱼为动物食性鱼类，主要以底栖无脊椎动物为食，也食小型鱼类如鲴类等。评价河段内解剖的重口裂腹鱼主要是食水生昆虫幼虫，如蜉蝣和石蚕等水生昆虫，有少数鱼的肠道中有鲴类。

生长：重口裂腹鱼生长较缓慢。调查区内的重口裂腹鱼，1 龄鱼体长 72mm，体重 18g；2 龄鱼体长 88～117mm，体重 15.5～37g；3 龄鱼体长 129～228mm，体重 44.7～299.8g；4 龄鱼体长 201～265mm，体重 132.9～363.2g；5 龄鱼体长 234～310mm，体重 230.4～595.6g；6 龄鱼体长 336mm，体重 715.7g，

繁殖：重口裂腹鱼雄性最小成熟年龄为 4 龄，雌性为 6 龄。繁殖季节一般在 8-9 月，产卵水温在 12-15℃，卵产在水流较急的砾石河底。在繁殖期间，雄鱼头部出现白色珠星。体长 44cm，体重 1400g 的个体，怀卵量为 14000 粒左右；体长 50cm，体重 2750g 的个体，怀卵量为 16000 粒左右；体长 53cm，体重 2575g 的个体，怀卵量为 24800 粒左右。卵呈橙黄色，沉性。

分布：主要分布在长江干支流，金沙江、岷江、大渡河、嘉陵江、乌江、沱江水系的峡谷河流中。目前在四川境内的江河中除大渡河还有一定种群外，其余水域该鱼种群分布越来越少。

（2）齐口裂腹鱼

别称雅鱼、齐口、细甲鱼、齐口细鳞鱼，隶属于鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科，裂腹鱼属，裂腹鱼亚属，长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-2　齐口裂腹鱼

形态特征：体延长，稍侧扁，吻钝圆，口下位，横裂。下颌前缘有锐利的角质；下唇完整，表面有乳突；唇后沟连续。须 2 对，约等长，其长度约等于眼径。身体被细鳞，胸部自鳃峡部以后具有明显的鳞片。臀鳍和肛门两侧各具大鳞一排;鳃孔后方、侧线之下有数片大鳞。侧线平直，横贯于体的中轴。体背暗灰色，腹侧银白色，背鳍、胸鳍和腹鳍呈青灰色，尾鳍红色。

生活习性：齐口裂腹鱼是底层鱼类，要求较低的水温环境并喜生活于急、缓流交界处。产卵季节有短距离的洄游，秋季则到深处或水下岩洞中越冬。

食性：齐口裂腹鱼以着生藻类为主要食物，其次为水生昆虫、肉足虫。从解剖材料食性分析，肠道中硅藻类占主要，其次是蓝藻和绿藻，也发现一些水生昆虫和植物种子。食物的组成与鱼体的大小有关。这些情况与肠管的发育相适应：大个体肠管长，食物主要为藻类；小个体肠管较短，则以底栖无脊椎动物为主。摄食时以发达的下颌角质边缘在岩石上刮取着生藻类，随刮随吸。

生长：齐口裂腹鱼生长缓慢。渔获物体长范围为 49-395mm，以 101-220mm 占优势；体重范围为 2.1-926.8g，主要分布在 2.1-160g 之间，体长体重关系式为 W=2×105L2.9678，渐进体长为 624.1mm，渐进体重为 3951.71g，生长拐点年龄为 6.38 龄，对应体长为 413.81mm，体重为 1167.26g。

繁殖：齐口裂腹鱼雌性 4 龄成熟，雄性 3 龄成熟，产卵季节在 3~6 月，产卵水温 10~14℃，雄鱼 0.5~1.5kg，精巢成熟系数为 1%~2.5%，雌鱼 1.3~2.5kg，卵巢成熟系数 2.1~3%。绝对繁殖力在 16031～35217 粒之间，平均为 2.56 万粒；相对繁殖力为 7.99±4.23 粒/g-1。齐口裂腹鱼为同批产卵类型，繁殖群体在繁殖季节进行短距离的产卵洄游，产卵场一般在急流砂砾的浅滩上，卵具微粘性，沉于水底，易被流水带入砾石间隙，并继续孵化发育。

分布：齐口裂腹鱼在长江上游、金沙江、雅砻江、岷江、大渡河、乌江、云南洱海及其附属水系等，四川雅安为其主要产区。

（3）青石爬鮡

曾名外口鮡，俗称石爬子、青石爬子。属鲶形目，鮡科，石爬鮡属。四川省重点保护鱼类，在红色名录中被列为极危种（CR），长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-3　　青石爬鮡

形态特征：体长形，背鳍前身体扁平，向后逐渐侧扁，胸、腹部平坦。头宽阔，背面弧形，腹面平坦，有许多颗粒状乳突。吻较长，前端圆，向前突出。口稍小，下位，口裂呈横裂状，周围有许多乳突。须 4 对，鼻须 1 对，扁平，后伸达眼前缘；上颌须 1 对，甚宽，末端稍延长，后伸达鳃孔下角；下颌须 2 对，较短小，外侧下颌须后伸达胸鳍起点。唇后沟不连续。上、下颌均有细齿，排列呈带状。齿尖型，排列紧密。眼很小，位于头背面。胸鳍发达、宽大、较长，末端接近或达到腹鳍起点。身体裸露无鳞，侧线完全，平直。体呈青灰色，背部色深，腹部黄白色。

生活习性：青石爬鮡是吸附在砾石等物体上生活的底栖性鱼类。常生活在山区河流，河床多砾石，水流湍急，以扁平的腹部和胸部的腹面附贴于水底的石头上，用匍匐的方式移动。因此，用网很难捕到，一般是用钩钓。

食性：青石爬鮡属于以动物食性为主的杂食性鱼类。以水生昆虫及其幼虫为主要食物，其次为水生植物碎片鲫有机碎屑。

生长：由于样本量较少，无法对其生长进行研究，也未见其生长特性方面的研究报道。青石爬鮡生长缓慢，调查区内青石爬鮡实测体长 96mm～100mm，体

重为 9.5～10g；体长 100～130mm，体重为 12～29g；体长 140～150mm，体重为 45～76g；体长 170mm，体重为 73g；体长 193mm，体重为 118g。

繁殖：青石爬鮡繁殖期在 6~7 月，水温 13℃~15℃。青石爬鮡生殖腺为一个，呈椭圆形，囊状。一般个体怀卵量较小，通常为 100~500 粒，呈黄色，卵径为 4~5mm。常在急流多石的河滩上产卵。

分布：主要分布于青海、四川、云南、西藏的金沙江、岷江水系的干支流等水系。

（4）黄石爬鮡

俗称石爬子、石斑鮡，属鲶形目，鮡科，石爬鮡属。是长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-4　黄石爬鮡

形态特征：全身裸露无鳞，侧线完全，平直。成熟雄鱼在肛门后方的生殖突起明显。体色棕黄色带浅绿色，腹部黄白色。各鳍为灰棕色，背、尾鳍上有 1-2 个黄色大斑。尾鳍颜色较深。

生活习性：黄石爬鮡属底栖性鱼类，常生活在河流的支流、河床多砾石、水流湍急段，多以腹部紧贴石上或在石缝中活动。

食性：杂食性鱼类，主要是动物性食料，以水生昆虫及其幼虫为主，其次为有机腐屑及水生植物碎片。

生长：黄石爬鮡个体比较小，常见个体体重 50~150 g ，体长 15~20 cm 以下。

繁殖：生殖季节在 9-10 月，生殖腺为一个，呈卵圆形，囊状。一般个体怀卵量较小，通常不足 1000 粒，呈黄色，卵径为 4-5mm。常在急流乱石滩上产卵，受精卵具粘性，粘附在石上发育孵化。

分布：主要分布于长江上游干流、金沙江及其支流、岷江、嘉陵江、乌江、大渡河。

（5）长薄鳅

地方名：花鱼、花斑鳅、花泥鳅、花鳅、红沙鳅钻、火军，俗称花鳅。隶属于鲤形目、鳅科、薄鳅属。在红皮书及红色名录中均被列为易危种（VU），长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-5　　长薄鳅

形态特征：体长，侧扁，尾柄高而粗壮。头侧扁而尖，头长大于体高。吻圆钝而短，口较大，亚下位，口裂呈马蹄形。上下唇肥厚；唇褶与颌分离，颐下无钮状突起。须 3 对，吻须 2 对，口角须 1 对。眼很小，眼下缘有 1 根光滑的硬刺，末端超过眼后缘。尾鳍深叉状。头部背面具有不规则的深褐色花纹，头部侧面及鳃盖部位为黄褐色，身体浅灰褐色。较小个体有 6-7 条很宽的深褐色横纹，大个体则呈不规则的斑纹。腹部为淡黄褐色。背鳍基部及靠边缘的地方，有两列深褐色的斑纹，背鳍带有黄褐色泽。胸鳍及腹鳍呈橙黄色，并有褐色斑点。臀鳍有 2 列褐色的斑纹；尾鳍浅黄褐色，有 3-4 条褐色条纹。

生活习性：长薄鳅属底栖性鱼类，生活于江河中上游，水流较急的河滩、溪涧。喜在急流浅滩的江底活动。常集群在水底砂砾间或岩石缝隙中活动。江河涨水时有溯水上游的习性。春夏季节活动范围广泛，常在急流险滩觅食，秋冬季节，逐渐游向峡谷深沱越冬。

食性：是一种凶猛性的鱼类，主要食物是底层小鱼、虾、水生昆虫，尤其以底层小型鱼类出现率最高。食物中常见的有平鳍鳅、鮈类等。

生长：长薄鳅是鳅科鱼类中最大的一种，常见个体重 0.5～1.0kg，最大个体可达 3.0kg。近年来，由于过度捕捞引起资源下降，个体小型化趋势明显，常见个体重 0.05kg 以下。

繁殖：长薄鳅 3 龄成熟，生殖季节 4～6 月，产漂流性卵，受精卵随水漂流孵化，在水温为 22～23.5℃时，从受精至孵出需 34h。

分布：长薄鳅主要分布于金沙江、长江干流（中、上游）、岷江、大渡河中、

下游，嘉陵江中、下游。

（6）鲈鲤

地方名金甲鱼、花鱼、江鲤、青脖，隶属于鲤形目、鲤科、鲃亚科、鲈鲤属。四川省重点保护鱼类，在红色名录中被列为易危种（VU），长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-6　鲈鲤

形态特征：体略侧扁，头较大，前端较尖，头背面平而宽，头后背部隆起。口亚上位，斜裂，下颌突出。须 2 对，吻须略短于颌须。鳃裂大，两侧鳃膜联于鳃峡处极接近。背鳍刺弱，后缘具细齿。鳞较小，胸、腹部鳞更小，浅埋皮下，侧线略下弯。体背面青灰色，侧面及腹部白色；体侧鳞绝大部分有一黑色边缘，因此联成体侧整齐的直条纹，头、背部有分散的小黑点；背鳍、胸鳍、尾鳍微黑。

生活习性：幼鱼多在支流或干流的沿岸，成鱼则在敞水区水体的中上层游弋。行动迅速，为凶猛性鱼类，专门猎食小型鱼类。

食性：为肉食性鱼类，幼鱼以甲壳动物和昆虫幼虫为主食，成鱼主要捕食其他鱼类，也食大型甲壳动物、昆虫及其幼虫等。

生长：鲈鲤为大型鱼类，个体较大，常见个体为 1~1.5kg，最大个体可达 18.2kg，雌性的生长速度快于雄性。

繁殖：3 冬龄鱼可达性成熟，生殖季节在 5～6 月，在水深、水面开阔流态紊乱的流水中产卵。个体怀卵量一般为 3～8 万粒。

分布：分布于主要分布在长江上游的四川岷江、马边河（岷江支流）、青衣江、安宁河、细砂河（雅砻江支流）以及云南澜沧江水系。

（7）白缘鮈

俗称为水蜂子、河蜂子和鱼蜂子，隶属于鲶形目、钝头鮠科、鮈属。在红色名录中被列为濒危种（EN）种。

图 4.2.8-7　白缘鮈

形态特征：背缘拱形，自吻端向后上斜，背鳍至脂鳍起点较平缓，向后逐渐下斜，腹面在腹鳍以前略平直。头部向吻端逐渐纵扁，背面有一纵沟，两侧鼓起。吻端钝圆，眼小，背位，眼缘模糊。口大，端位，横裂。须 4 对，均甚发达。腮孔大，鳃盖膜不与鳃峡相连。

背鳍硬刺包覆于皮膜之中，背鳍外缘圆凸。脂鳍基较长，起点不甚明显，后端以一缺刻与尾鳍明显分开。臀鳍外缘圆凸。胸鳍具短刺，顶端尖，包覆于皮膜之中，其长度不及最长鳍条之半，前缘光滑，后缘靠近基部有锯齿 3-4 枚，基部有毒腺。胸鳍后缘圆凸，起点略前与腮孔上角的垂直下方。腹鳍起点约位吻端至尾鳍基的中点，肛门靠前，距腹鳍基后端较距臀鳍起点为近。尾鳍接近平截，有时后缘微凸。全身灰黑，腹面色较浅。各鳍具灰白或淡黄色边缘。

生活习性：小型冷水性底层鱼类，生活于多石流水溪河。耐低温，生存水温为 0~25 摄氏度，最适温度为 6~15 摄氏度；冰点状态下 1 小时后，虽停止部分活动，但仍可在最适温度下恢复生机。耐低氧，皮肤和鳃的呼吸功能强。

食性：主要摄食虾蟹类、枝角类、桡足类、底栖动物等共计 9 类饵料生物，其中虾蟹类的出现率最高。可以推断，白缘鱼央是以淡水无脊椎动物为主的底层的杂食性鱼类。

生长：渔获物体长范围在 40.5~72.0mm，以 55.0~65.0mm 为主，占标本总数的 81.31%；体重范围为 1. 3~7.5g，以 2.5~5.5g 为主，占总标本数的 85.50%。雌雄个体各龄的体长、体重生长不存在显著差异。雌性的肥满度较雄性大，且肥满度与年龄有关。

繁殖：白缘鮈繁殖期 4~5 月，绝对生殖力为 70.42（32~118）粒，相对生殖力 F /L 为 0.86（0. 52~1. 84）粒/mm，F/W 为 23. 25（9.47~ 38.89）粒/g。绝对生殖力和相对生殖力都与体长（L）、体重（W）等形态学指标成线性相关。绝对生殖力随年龄的增大而增大, 但增大的趋势逐渐减小。相对生殖力随年龄的增大呈现减小趋势。属于分批产卵类型鱼。

分布：分布于长江上游各支流、金沙江水系。

（8）青鳉

又名阔尾鳉鱼、大眼贼鱼。隶属颌针鱼目、怪颌鳉科、青鳉属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-8　青鳉

形态特征：身体长约 20mm，体侧扁，背部平直。头略平扁，被鳞。眼大。口上位，横裂。无侧线。背、腹鳍均小。背鳍位于体后部，几与臀鳍相对。尾鳍近截形。无侧线。背鳍条 6，位很后；臀鳍条 16～19。尾鳍截形。体背侧淡灰色，体侧及腹面银白色，臀鳍及尾鳍散布黑色小斑点，其他各鳍淡色。

生活习性：中国是青鳉的原产国之一，它常成群地栖息于水生植物浓密、水质清澈的静水或缓流水的表层。在稻田及池塘、沟渠中常见。

食性：杂食，以昆虫幼虫、小软体动物为食。据观察，如孑孓、红虫、线虫、水蚤、绿藻都是它的食物，对自己本种小鱼也会追食，受精卵也会被其他的成鱼吃掉。

繁殖：产卵期为 4 月下旬到 7 月中旬。分批产卵。体长在 17 毫米左右的个体怀卵量为 180～250 粒。一次可产 6～30 粒。卵具油球，卵径约 0.9 毫米，吸水后膜径 1.1 毫米。卵膜上具有长、短两类丝状物，短丝数目多，均匀地分布在

整个卵膜上；长丝 20 余根，集中一处，形成一束。产卵时，长丝不完全产出，一头附在卵巢膜上，另一头仍固着在卵膜上。这样，产出的卵不会脱离母体而落入水中，使卵悬挂在母体生殖孔的后面。受精后，卵就带在母体上发育。水温 21℃时，12 天半即可孵化。

分布：分布于辽河至华南各平原地区水系、台湾、朝鲜、日本 。中国辽河到海南省，西到关中及四川均有分布。

（9）长鳍吻鮈

俗称土耗儿。隶属鲤形目，鲤科，鮈亚科、吻鮈属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-9　　长鳍吻鮈

形态特征：体长且高，稍侧扁，头后背部至背鳍起点渐隆起，腹部圆，尾柄宽而侧扁。头较短，钝锥形。吻略短，圆钝，稍向前突出。口小，下位，呈深弧形。唇较厚，光滑，上唇有深沟与吻皮分离，下唇狭窄，自口角向前伸，不达口前缘。下领厚，肉质。唇后沟中断，间距宽。须 1 对，位于口角，长度略大于眼径。眼小，侧上位，距吻端较至鳃盖后缘的距离为大或相等。眼间宽，略隆起。体鳞较小，腹部鳞片较体侧鳞小，腹鳍前鳞片向前逐渐细小。侧线完全、平直。

生活习性：长鳍吻鮈喜生活于河流底层，是一种小型鱼类。春、夏季活动范围广泛，常在急流险滩，峡谷深沱、支流出口觅食活动。秋冬季节，因水温降低，逐渐游向峡谷深沱越冬。

食性：主要摄取底栖动物为食，如摇蚊幼虫和水生昆虫的幼虫以及藻类等。

生长：生长较慢。

繁殖：产卵期为 3 月下旬至 4 月下旬，产卵水温 17～19.2℃。生殖群体集群在浅水滩处产卵，产卵场底质为沙、卵石，水深 0.5～1 米。其成熟卵粒呈灰白

色，卵径 0.5～1 毫米。受精卵膜透明，无黏性，产卵类型和特性与铜鱼相似，属漂流性卵类型，受精卵随水漂流发育。

分布：在四川分布于长江干流、岷江、沱江、嘉陵江、大渡河、金沙江等水系。

（10）山鳅

俗称瓦鱼子、前腹条鳅、麻鱼子，隶属鲤形目、鳅科、条鳅亚科、山鳅属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-10　山鳅

形态特征：体色变化较大，随栖息环境不同而有明显的差异。成体头背部、体侧上部和背部通常为浅棕色，腹部为浅棕黄色。头部和体侧及背部有许多不规则黑褐色云状斑纹。小个体的斑纹界线较清晰。各鳍均为浅棕黄色，背鳍前缘和外部边缘有黑色斑纹。尾鳍基部中间有一较大的黄色横斑纹，尾鳍上有一列较宽的黄色横斑纹。

生活习性：多生活在水流湍急，水质清澈有石砾、岩缝和洞穴的河段。

食性：主要食物是水生昆虫和底栖无脊椎动物，也食植物碎屑。

生长：生长速度较慢，个体小，目前已知最大个体长 140mm。

繁殖：在 4~7 月繁殖。怀卵量少，一般在 300~1000 粒。卵较大，黄色，直径约 2mm。

分布：在四川省境内已知分布于青衣江，岷江，嘉陵江，涪江上游，大渡河，雅砻江和金沙江中、下游。在云南北部，贵州的乌江上游和湖北的清江中、上游也有分布。

（11）异鳔鳅鮀

俗称燕尾鱼、沙鬍子。在长江干流、嘉陵江、岷江、大渡河、乌江上下游、大宁河、青衣江、金沙江等水系均有分布。

图 4.2.8-11　异鳔鳅鮀

形态特征：全身被有鳞片，较小，腹部裸露无鳞。侧线鳞较体侧鳞片大。侧线完全，平直。体背部褐色，腹部灰白色。头背部灰黑色，鳃盖中部有一灰黑色斑块，横跨背部有 6—7 个黑色斑块，体侧正中侧线偏上方有 6—8 个大小不等的黑色斑块。背鳍、尾鳍基部灰黑色，其余各鳍均为灰白色。

生活习性：小型底层鱼类，生活于江河的流水环境中。

食性：主食无脊椎动物。

生长：长江上游异鳔鳅　由 4 个年龄组组成，其中优势年龄组为 1~2 龄；体长与体重关系为 W = 5×10-6 L3. 2943；von Bertalanffy 方程描述的生长方程为 Lt=179. 49(1-e-0. 2498(t+0. 2898))、Wt=133.18(1-e-0. 2498(t+ 0. 2898)) 3. 2943，体重生长拐点年龄为 4.48 龄。

繁殖：雌雄性成熟最小年龄均为 1 龄，多数初次性成熟年龄在 2 龄，有部分个体要到第 3 年才完全成熟。雌性最小体长为 84mm，体重 9.4g。雄性最小体长为 80mm、体重 8.8g。绝对繁殖力为 1112-15805 粒；相对繁殖力为 85.54-634.31 粒/g 体重。

分布：在长江干流、嘉陵江、岷江、大渡河、乌江上下游、大宁河、青衣江、金沙江等水系均有分布。

（12）裸体异鳔鳅鮀

地方名燕尾鱼。隶属鲤形目、鲤科、鳅鮀亚科。四川省重点保护鱼类，也是长江上游特有鱼类。

形态特征：体近圆筒形，前部粗圆，向后渐细，且稍侧扁，胸部之前的腹面平坦；头圆钝，吻较短；口下位，弧形或马蹄形；眼侧上位，瞳孔圆形或呈垂直椭圆形；体完全裸露，侧线完全，背鳍无硬刺，胸鳍平展，位近腹面；鳔小，2 室，前室包于骨囊或膜囊中，后室细小，游离。须仅 3 对、细小，口角须末端达眼前缘下方，颐须 2 对，尾鳍深叉。

生活习性：为主要生活于河流底层的小型鱼类，通常栖息于水体底层的砂石面上。

食性：以底栖无脊椎动物及藻类为食。

生长：常见体长为 60～100mm。

分布：主要产于岷江水系。

（13）侧沟爬岩鳅

隶属于鲤形目，平鳍鳅科、爬岩鳅属。分布于岷江和大渡河。为四川省重点保护鱼类。

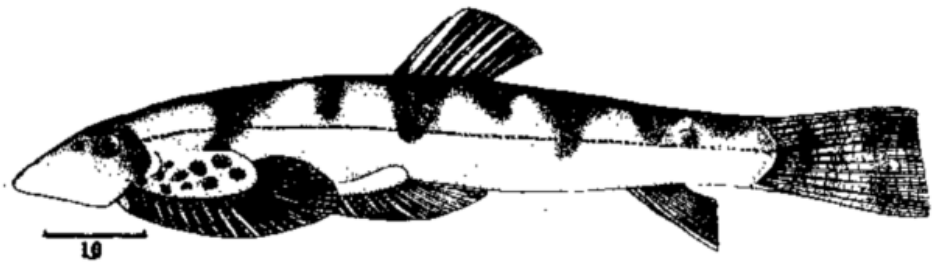


图 4.2.8-12　侧沟爬岩鳅

形态特征：体前部平扁，体宽显著大于体高。头部扁平。吻扁凿形。吻皮下包形成吻褶。吻褶分 3 叶，叶间具 2 对小吻须。吻后侧具侧沟与头侧相通。口前具吻沟。口下位，口裂甚小，弧形。唇肉质，无乳突，具口角须一对。鳃裂很小，仅限于头背侧。背鳍起点至吻端较具尾鳍基稍近，背鳍无硬刺，外缘平截。偶鳍向左右平展。胸鳍起点约与眼后缘垂线平，末端稍超过腹鳍起点。腹鳍起点至臀鳍起点较至吻端稍远，后缘左右相连成吸盘状，末端不及肛门。尾柄短，尾柄长小于尾柄高。肛门至腹鳍末端与至臀鳍起点约相等。体被细鳞。头、胸和腹部裸露无鳞。侧线完全。体背和侧面呈褐色，各鳍均有不规则褐色斑纹。

生活习性：底层鱼类，白天多隐藏在鹅卵石下，借助其特化的胸鳍和腹鳍吸附在卵石和鱼池壁的表面。晚八点左右开始出来活动觅食，觅食时依靠胸鳍匍匐

前进。

食性：杂食性，利用其角质化的下颌刮食固着的藻类和捕捉水体底层及水草周围的无脊椎动物，如摇蚊幼虫和水蚯蚓等。 在动物性食物充足时偏食无脊椎动物，仅采食少量藻类；当动物性食物匮乏时，就采食藻类植物。

繁殖：繁殖季节 2-4 月，成熟卵呈卵圆形，卵径约 0.8 mm，淡黄色，微黏性。

分布：分布于岷江和大渡河。

（14）四川爬岩鳅

隶属于鲤形目，平鳍鳅科，爬岩鳅属。长江上游特有鱼类。

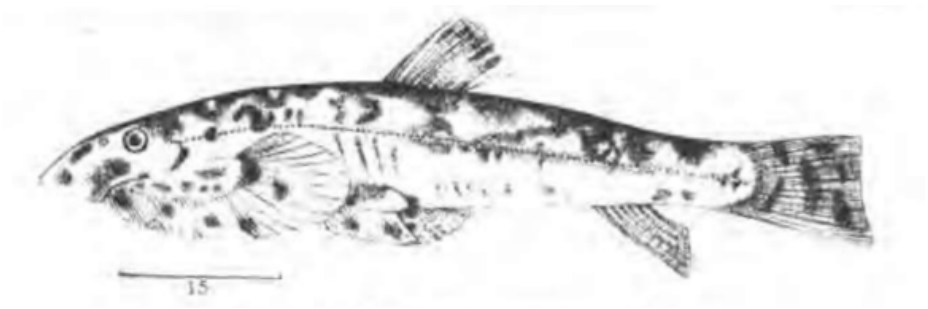


图 4.2.8-13　四川爬岩鳅

形态特征： 体前部扁平，体宽显著大于体高。头扁平。吻圆钝。吻皮下包形成吻褶。吻褶分 3 叶，叶间具 2 对小吻须。口下位，口裂甚小。口与吻褶间有吻沟，具口角须 1 对。唇角质，无乳突。眼侧上位。鳃裂甚小，仅限于头背侧。背鳍无硬刺；偶鳍左右平展；胸鳍起点超过眼前缘垂直线，末端超过腹鳍起点；腹鳍起点至臀鳍起点较至吻端为远，末端远不及肛门；臀鳍无硬刺，末端不达尾鳍基；尾鳍平截形。肛门至腹鳍末端与至臀鳍起点等长。体被细鳞。头、胸和腹部裸露无鳞。侧线完全。头和尾鳍基背面有褐色斑块，体背中央具横斑，各鳍均有不规则褐色斑块。

生活习性：主要栖息于山溪激流环境。

分布：在长江干流、岷江、乌江、大宁河和雅砻江下游有分布。

（15）四川华吸鳅

隶属于鲤形目，平鳍鳅科，华吸鳅属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-14　四川华吸鳅

形态特征：体宽短，平扁。吻须、口角须各 2 对。鳃裂稍扩展至头部腹面。胸鳍基部的背面及其后缘至腹鳍基部的体侧裸露。胸、腹鳍左右平展，胸鳍起点在眼的前方，末端超过腹鳍起点,腹鳍左右相连成吸盘状，尾鳍凹形。

生活习性：主要栖息于山溪激流环境

繁殖：每年的 5 月份，在急流石滩上产卵，卵粘附于砾石上发育。四川华吸鳅的受精卵呈浅黄色，卵膜径较小（1.85 mm±0.23 mm）,具粘性。在水温 26.3~27.8℃下，胚体经历 22 h34 min 发育成仔鱼出膜。

分布：分布于长江上游各支流等，模式产地在四川。

（16）短身金沙鳅

隶属于鲤形目，平鳍鳅科，金沙鳅属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-15　短身金沙鳅

形态特征：体前部扁平，腹鳍基部之后呈圆筒形，背部隆起，腹面平坦，体高显著小于体宽.头扁平。吻扁平，前端圆.吻皮下包形成吻褶并与上唇间形成吻沟.吻褶叶间具 2 对小吻须.口下位，弧形，具口角须 2 对，内侧一对甚细小.唇具乳突，上唇乳突较发达，下唇乳突不明显。额部有 1-2 对乳突。眼侧上位.鳃裂下

角延伸至头腹面.背鳍起点至吻端显著小于至尾鳍基。偶鳍左右平展。胸鳍起点在眼后缘垂直线之后，末端可达腹鳍起点。腹鳍左右分离不连成吸盘状。末端远不及肛门.臀鳍小，无硬刺.尾鳍深分叉，下叶长于上叶。尾柄圆形.肛门近臀鳍起点。体被细鳞，鳞片光滑，偶鳍基部上方无鳞，头及肛门前腹面裸露无鳞。侧线完全，背面灰色或深灰邑，背中轴有褐包斑块。各鳍灰至深灰色。

生活习性：游泳能力强.多生活于大江激流中

分布：分布于岷江和大渡河。

（17）红唇薄鳅

隶属于鲤形目、鳅科、薄鳅属。为长江上游特有鱼类。

图 4.2.8-16　红唇薄鳅

形态特征：颐下有 1 对钮状突起。须 3 对。眼下刺不分叉。腹鳍末端超过肛们，体色变化较大，全身具不规则的斑块，或仅背部具斑纹，或全身无斑纹而呈褐色。

生活习性：栖息在江河底层。

食性：红唇薄鳅为偏食较小型底栖动物的肉食性鱼类，以小型鱼类、甲壳类、软体类和昆虫类为食，钩虾和蜓科幼虫为红唇薄鳅的主要食物来源。

生长：红唇薄鳅个体较大，仅次于长薄鳅，年龄一般低于 7 龄，体长小于 200mm，体重小于 60g。生长方程为 Lt=220.17（1-e-0.232(t+0.053)）。

繁殖：红唇薄鳅的繁殖时间集中在 6-7 月。初次性成熟年龄为 3.5 龄，体长为 123.04mm。成熟个体平均卵径为 1361.40±214.40μm，属一次性产卵类型鱼类。绝对怀卵量和相对怀卵量分别为 4513±1411 粒和 161.6±26.2 粒/g。

分布：为长江上游干、支流的常见鱼类。

4.2.8.6 鱼类早期资源

鱼类早期资源调查主要放网点在沙坪一级坝址处。分别于 7 月 30 日，8 月 1 日，8 月 2 日在上午在该点各放两网，每网持续时间 60min。其中，7 月 30 日 10:40-11:40 的第二网采集到 3.5mm 漂流性卵 3 粒，其中 2 粒为囊胚早中期，1 粒为未受精卵，经鉴定种类分别为紫薄鳅及红唇薄鳅；8 月 2 日 11:20—12:00 第一网采集到 3mm 漂流性卵 4 粒，亦为囊胚早中期，经鉴定均为短身金沙鳅。在几条支流踏勘及采样时均未发现有适宜产漂流性卵鱼类产卵的水文特征水域。

表 4.2.8-12　　早期资源调查记录

日期	地点	水温	透明度	网口流速	起始时间	持续时间	卵数	发育期	卵径
20190730	沙坪一级坝址	18.5℃	3cm	0.8～1.0m/s	10:40	60min	3	囊胚早中期	3.5mm
20190802		18.1℃	30cm	1.0～1.2m/s	11:20	60min	4	囊胚早中期	3.0mm

囊胚早中期（紫薄鳅和红唇薄鳅）　　囊胚早中期（短身金沙鳅）

图 4.2.8-17　沙坪一级坝址采集的鱼卵及其发育阶段

参考四大家鱼在水温 18～24.2℃时，从鱼卵受精至破膜约 35h，如果以平均漂流速度 1.0m/s 计，约需漂流距离 126.0km；如果以平均漂流速度 1.5m/s 计约需漂流距离 189.8km。本调查自深溪沟坝址～龚嘴水电站坝址河段全长 91km，中间已建有枕头坝一级及沙坪二级电站，加之龚嘴水电站坝前河段流速均小于 0.2m/s，漂流性卵开始沉降。另外，典型产漂流性卵鱼类产卵需要水位升高，流量增大，流速加快，涨水持续一定的时间等水文变化过程。由于大渡河梯级的梯级开发，其水文过程受人工控制，调查河段已不存在典型产漂流性卵鱼类的生境条件。

本次调查的采集到的漂流性卵，均为囊胚早中期。本次调查时水温在 18℃，参考侧沟爬岩鳅 15~20℃时的胚胎发育时序（谭刚等，2019），从受精卵发育至囊胚早中期需要约 10.17~11.5h。根据现场调查，评价河段的平均流速在 2.0m/s 以上，因此推算受精卵的漂流距离约为 73.2～82.8km。换言之，产卵水域大致位于采集点沙坪一级坝址以上 73.2～82.8km，深溪沟坝址以上河段，在工程影响河段之上。因此，推测本次早期资源调查到的紫薄鳅、红唇薄鳅、短身金沙鳅可能在上游产卵后，在泄洪开闸条件下随水流漂至采集点位置。

4.2.8.7 **鱼类“三场”**

（1）产卵场

1）产沉粘性卵鱼类产卵场

评价河段产沉粘性卵鱼类主要包括齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈、泉水鱼、白甲鱼、黄颡鱼、唇鲷、花鲷、鲶和大口鲶等。此类鱼喜好水浅流急的砾石、砂砾、卵石或基质上或水草丰富的水域产卵，受精卵或粘附在石砾卵石及水草上发育，或落入石砾缝中，在流水的不断冲刷中孵化。河道中浅水的心滩、边滩及支流汇口等是裂腹鱼类比较理想的产卵场所。产卵时一般需要一定的涨水刺激，对产卵环境要求不是很严格，工程影响水域该种生境类型的河段较多，产卵场较为分散。

枕头坝二级以上 5km 处库尾

江沟汇口

图 4.2.8-18　枕头坝二级产卵场调查

评价河段适宜裂腹鱼类、青石爬鮡、白缘鮈等产粘沉性卵类群产卵水域主要有枕头坝二级以上 5km、江沟汇口和沙坪一级库中桠溪村及老厂房段（枕头坝二级坝址下游约 5km），以及各支流江沟、金口河最下级拦河坝阻隔以下的部分河段也可成为干流产粘沉性卵鱼类的产卵水域。随着丰枯年的不同，河流流速、流

量及水位等水文情势改变及产卵群体数量变化，产卵场的位置及规模亦随之改变。

表 4.2.8-13　　产沉粘性卵鱼类主要产卵场分布

产卵场位置	产卵鱼类	产卵场长度
枕头坝二级以上 5km 处	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈、泉水鱼、白甲鱼、黄颡鱼、唇鲷、花鲷、鲶和大口鲶等	60m
江沟汇口		100m
沙坪一级库中桠溪村及老厂房段（枕二坝址下游约 4km）		80m
沙坪二级库中拐弯处（枕二坝址下游约 18km）		60m
核桃坪村（枕二坝址下游约 27km）		60m
马嘶溪村（枕二坝址下游约 30km）		70m
雪村（枕二坝址下游约 34km）		80m
金口河汇口（枕二坝址下游约 10km）		100m
龙池河汇口（枕二坝址下游约 40km）		80m
黑水河汇口（枕二坝址下游约 50km）		60m

2）产漂流性卵鱼类产卵场

评价河段产漂流性卵鱼类主要有鲢、鳙、草、长薄鳅、长鳍吻鮈、翘嘴鲌、银鮈、蛇鮈、犁头鳅、短身金沙鳅、紫薄鳅，红唇薄鳅、短身金沙鳅、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀等。其中，鲢、草、鳙、长薄鳅等为典型的产漂流性卵鱼类。

评价河段及临近上下游河段已建有瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级、龚嘴、铜街子、沙湾、安谷等多个梯级水库，库区河段原有产卵场被淹没，坝前河段水流流速变缓，已不具备典型的产漂流性卵鱼类受精卵漂流发育的条件，调查中未发现成规模产漂流性卵鱼类产卵场。

（2）索饵场

评价河段鱼类以流水、半流水鱼类为主，多以底栖无脊椎动物、着生藻类、和有机碎屑等为主要食物的杂食性鱼类，浅水区光照条件好，礁石或砾石滩适宜着生藻类生长，相应地底栖无脊椎动物也较为丰富，往往成为鱼类重要的索饵场所。大渡河干、支流部分河段滩潭交替，具有众多的浅水砾石滩，为鱼类提供了较好的索饵场所。在水流较缓、河道回湾区、岸边浅水卵石漫滩区均是鱼苗的索饵场。符合这些条件育幼水域在评价河段零散分布。

干流河段鱼类索饵场主要枕头坝二级以上 5km 处等处，以及各支流江沟、金口河汇口处，河面宽阔，水流缓慢，水质条件好，从支流冲下来丰富的水生生物为鱼类提供了充足的饵料来源。下游河段因水流相对缓慢、河叉、倒壕多，适

合的索饵场较多且分散。

江沟汇口

金口河汇口

图 4.2.8-19　枕头坝二级索饵场调查

（3）越冬场

评价河段裂腹鱼类在枯水期水量小、水位低的情况下，进入缓流的深水河槽或深潭中越冬，这些水域多为岩石、砾石、沙砾底质，冬季水体透明度高，着生藻类等底栖生物较为丰富，为其提供了适宜的越冬场所，因此，水位较深的主河道江段都是裂腹鱼类适宜越冬场所；对于青石爬鮡等急流型鱼类，坝下水流冲击形成的深潭，可以作为其良好的越冬水域。

评价河段适宜鱼类越冬的场所主要有枕头坝一级库区和坝前、沙坪一级库中桠溪村及老厂房等河段。

枕头坝一级库区

沙坪一级库中桠溪村及老厂房段

图 4.2.8-20　枕头坝二级越冬场调查

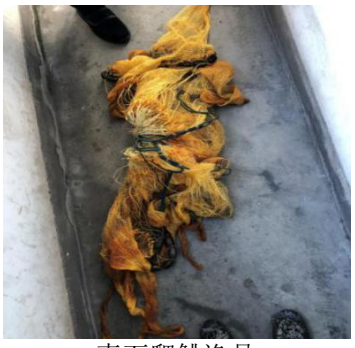
4.2.8.8 渔业资源

评价河段无专业的捕捞团队，以个体捕捞为主，多数为世代以捕鱼为生的渔民，随着渔业资源量显著下降，以及长江大保护工作的开展，禁渔力度的不断提

升，目前该地区的渔民也从事一些其他的工作，或者务农，而以捕鱼作为副业。

捕捞对象以一些经济价值较高的种类为主，如青石爬鮡，市场价格达到了800-1000 元/斤；白缘鮠，市场价格为 200-300 元/斤；齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼市场价格约 60 元/斤；此外，鲿、翘嘴鲌、蛇鮈等，市场价格为 20 元/斤，个体小、资源量较大，也是渔获物中的常见种类；鲢、鳙、鲤、鲈鲤等个体较大的鱼类，市场价格在 20-30 元/斤左右，资源量不大，据当地渔民讲，评价河段中的鲢、鳙等产漂流性卵鱼类主要来自于上游人工放流。此外，还有黄颡鱼、凹尾拟鲿、鲶、大口鲶等，也是渔获物中的常见种。

前些年电鱼、毒鱼、炸鱼现象时有发生，而近几年，随着渔政等相关管理部门监察力度的提升，这些非法的捕捞方式得到了有效遏制，目前常用的捕捞工具主要包括刺网、地笼、撒网、钩钓、延绳钓等（表 5.4.7-1）。



青石爬鮡渔具

延绳钓（底栖型鱼类渔具）

撒网

不同网目刺网

钓具

地笼

图 4.2.8-21　评价河段渔民主要渔具

4.2.8.9 鱼类资源现状分析评价

根据历史调查资料，大渡河中游河段具有上、下游过渡的特征，以大渡河四川境内 41%的河段内分布了流域 40%~45%的鱼类，鱼类种数在 51~60 种之间。本项目评价河段总长 91km，位于大渡河中游，基本保持着流水生境条件，在鱼类资源种类组成结构上以产粘沉性卵、流水依赖型鱼类为主。根据本次调查成果，

鱼类种类中产粘沉性卵种类占比 62.5%，而渔获物中产粘沉性卵种类占比高达 71.43%；鱼类种类中流水依赖类群占比 37.5%，而渔获物中流水依赖类群占比为 38.10%。

滥捕、炸鱼、毒鱼、电鱼等过度捕捞及河道挖沙问题凸显，是威胁鱼类资源下降的主要原因：根据历时走访调查记录，上世纪 80～90 年代，评价河段渔民日渔获量在 3kg～5kg 左右，2008 年前夕即使在捕鱼高峰期也不足 1kg，下滑趋势较为明显。过去由于采沙活动较为频繁，引起河道内沙洲破坏、搅动底质、破坏生境组成的稳定性，从而导致水文条件、河床演变自然进程变化以及水质改变，对产粘沉性卵鱼类造成不利影响。近年来，随着打击滥捕滥捞的力度加大、挖沙工程的减少，渔业量下降趋势有所缓解，但仍存在非法电、捕鱼的现象。

水电梯级开发造成生境阻隔、改变区间河段天然水文情势、压缩天然流水生境，降低鱼类物种多样性。工程河段水电开发年代较早，其中，最下游龚嘴于上世纪 70 年代投产运行，原上溯到龚嘴电站以上峨边斑鸠嘴河段的胭脂鱼、铜鱼、圆口铜鱼、岩原鲤等鱼类至今未捕获过，评价河段已无长距离洄游鱼类分布，仅有齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼等短距离洄游鱼类分布。在枕头坝一级、沙坪二级开发建设前，评价河段已不具备典型产漂流性卵鱼类（如长薄鳅、四大家鱼）产卵条件，鱼类产卵场均为产粘沉性卵鱼类产卵场，具有规模小、分布较为分散的特点，在水生生态功能上不属于大渡河流域层面的重要河段。

综合分析，评价河段保留有较大比例流水生境，鱼类组成上以产粘沉性卵、流水依赖型鱼类为主。早在枕头坝一级、沙坪二级开发之前，评价河段已无完整的典型产漂流性卵鱼类的产卵条件、无长距离洄游鱼类分布，现状鱼类资源主要受过度捕捞、挖沙作业、水电梯级开发的累积影响，呈现下降趋势。

4.3 陆生生态

4.3.1 调查方案

4.3.1.1 调查时间及范围

受我公司委托，武汉市伊美净科技发展有限公司于 2019 年 7 月对评价区陆生生态现状进行了现场调查。调查范围为枕头坝一级水电站坝址至枕头坝二级坝址下游河道整治河段末端之间两岸第一道山脊线内的区域及施工区和移民安置区，重点为本工程水库淹没区、施工占地区和移民安置区。

4.3.1.2 调查方法及方法

（1）基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括金河口区生态敏感区、生态红线、土地利用规划、林地保护规划等。整理和阅读四川省、金河口区动植物志史、文献。

（2）陆生生物资源调查

1）GPS 地面类型及植被调查取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型图，现场核实判读的正误，并根据现场核实情况再次判读校对，提高解译准确率。对每个 GPS 取样点作记录：①读出测点的海拔值和经纬度；②记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度；③记录样点优势植物以及观察动物活动的情况；④拍摄典型植被外貌与结构特征。

2）植被和陆生植物调查

在对评价区陆生生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间，进行现场调查。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、民间访问和市场调查相结合的方法进行。对有疑问植物采集了凭证标本并拍摄照片带回进行鉴定。

①调查路线选取

枢纽工程区调查：调查时以枢纽工程区为中心，向四周辐射调查，重点调查枢纽工程建设区、淹没区等。

针对以上区域采取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、平地、河流等区域选择几条具有代表性的线路进行调查，山区内在林中穿行，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范围植被的总体，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。在对评价范围的植被进行样方调查中，采取的原则是：

A、尽量在重点工程区域（如枢纽区、弃渣场、施工生产生活区、施工道路

等）、淹没区域以及植被良好的区域设置样方点，并考虑评价区样方布点的均匀性。

B、所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型。

C、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。

D、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。

以上原则保证了样方的布置具有代表性，调查结果中的植被应包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

③样方调查内容

样方调查采用典型样方记录法，群落样方面积为 20m×20m，灌木样方为 5m×5m，草本样方为 1m×1m，记录样方内的所有植物种类，并利用 GPS 确定样方位置。实地调查在评价区内共设 15 个样方。

表 4.3.1-1　　植物群落调查点位布置情况一览表

区域	点位个数	备注
枢纽工程区	6	坝址、临时施工道路、弃渣场、混泥土拌合站等
淹没区	2	植被较好地段为重点
施工工厂设施	5	砂石加工厂、供水厂、钢筋木材加工厂
典型植被较好区域	2	评价区内受人为活动影响较小且为典型植被
总计	15	以工程直接影响区、植被较好地段为重点

项目组进行了为期 5 天的现场实地调查，共设置了 15 个植物样方（2 个针叶林样方、2 个阔叶林样方、5 个灌丛样方、6 灌草丛样方）。其中 2019 年 7 月 5 日到乐山市林业园林局收集评价区内古树、生态公益林、敏感区的相关资料、乐山市生态环境局收集评价区内生态红线等相关资料。2019 年 7 月上旬在评价区进行了 15 个植物样方的调查并对沿途的动物进行调查同时对附近的村民进行访问调查，同时根据施工布置图对评价区内的坝址、弃渣场、临时施工场地道路等区域进行无人机视频拍摄。

3）陆生动物调查

调查过程中，确定评价区内动物的种类、资源状况及生存状况，尤其是重点保护种类。调查方法主要有实地调查、访问调查和资料查询。

①实地调查

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、水域及水利设施状态等设置样线，样线尽可能涵盖不同生态系统类型。在湿地或草丛生态系统中，采用长样线，长度 500~1000m，在森林生态系统中，采用多条短样线，长度 20~100m 之间，每个观测样地选择至少 7 条样线，短样线可以适当增加。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，一般样线长度在 1km~3km 为宜。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、尿迹等。

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农民访问和座谈，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。

（3）主要评价方法

1）生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面调查和历史植被基础上进行综合判

读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用 SPOT-7 卫星 2018 年 8 月的数据，地面精度为 2m，以反映地面植被特征的 6、5、4 波段合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合不同植被类型分布的生态学特征，不单纯依靠色彩进行划分，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。

遥感处理分析的软件采用 ERDASImagine9.2；制图、空间分析软件采用 ArcGIS10.2、AI。

2）生物量的测定和估算

评价区内植被类型生物量数据主要借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，并以其对四川森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础，参考四川省森林资源连续调查报告及《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄，1996 年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999 年）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005 年）、《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究，2014 年）、《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012 年）、《中国主要森林类型生物生产力格局及其数学模型》（罗天祥等，1996 年）、《四川盆地浅丘区农林复合系统模式区主要植被类型及生物量研究》（费世民等，1993 年）、《四川盆地西部亚热带山地灌草地植物生物量季节动态的研究》（周寿荣等，1989 年）、《川西北地区主要灌丛类型生物量及其模型的研究》（王玲，2009 年）等资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价区内各植被类型的平均生物量。

3）生态影响预测

通过现状植被和土地利用类型分析，确定景观要素、基质和廊道，以及斑块类型，类斑数量、纹理规模等反映景观质量和特征的参数，分析景观格局、多样性、优势度等特征，以评价景观与生态环境质量，预测分析工程建设区、建成库区的景观变化。

植物影响预测：在获得植物现状资料之后，根据工程特点分区和分时段进行

分析。预测包括两个部分，即施工期和运营期对植物的影响。施工期对植物的影响包括施工区和移民安置区对植物的影响。工程运营期对植物影响的预测包括水库蓄水运行对植物的淹没，大坝下游河段水量减少对植物的影响，移民安置区移民日常活动对植物的影响。

动物影响预测：根据环境及植被变化趋势，采用生态机理分析方法预测。

4.3.2 陆生植物、植被

4.3.2.1 植物区系及种类组成

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年）中的中国植物区系分区系统示意图与中华政区分类全图叠图可知，评价区为中国—日本森林植物亚区与中国—喜马拉雅植物亚区的交接地带。评价区的东北区域为东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—华中地区—四川盆地亚地区；西南区域为东亚植物区—中国-喜马拉雅植物亚地区—横断山脉地区—南横断山脉亚地区。

（1）植物区系地理成分数量统计分析

评价区野生维管植物 291 属，其中蕨类植物属按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004 年），种子植物属按照吴征镒《中国种子植物属的分布区类型系统（1991 年、1993 年）》，将评价区野生维管植物 291 属划分为 15 个分布区类型（4.3.2-1）。

评价区野生维管植物包含有世界分布属、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 个大类，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 49.80%、49.39%、0.81%。在热带分布属中，以泛热带分布属最多，其次是至热带非洲分布、热带亚洲分布，其他的热带分布属所含比例相对较少；在温带分布属中，北温带分布属居首位，其次是旧世界温带分布、东亚分布，其他的温带分布属所含比例相对较少。

表 4.3.2-1　　评价区野生维管植物属的分布区类型

属的分布区类型	评级区内属数	占评价区非世界分布总属数比例
1.世界分布	44	/
2.泛热带分布	70	28.34%
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	7	2.83%
4.旧世界热带分布	9	3.64%
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	6	2.43%
6.热带亚洲至热带非洲分布	18	7.29%
7.热带亚洲分布	13	5.26%

第 2-7 项热带分布	**167**	49.80%
8.北温带分布	64	25.91%
9.东亚和北美洲间断分布	12	4.86%
10.旧世界温带分布	21	8.50%
11.温带亚洲分布	2	0.81%
12.地中海、西亚至中亚分布	1	0.40%
13.中亚分布	1	0.40%
14.东亚分布	21	8.50%
第 8-14 项温带分布	**122**	49.39%
15.中国特有分布	2	0.81%
合　　计	291	100%

1）属的分布类型分述

①世界分布属

评价区属于本类型的野生维管植物有 44 属，主要有卷柏属（*Selaginella*）、木贼属（*Equisetum*）、蕨属（*Pteridium*）、粉背蕨属（*Aleuritopteris*）、旱蕨属（*Pellaea*）、铁线蕨属（*Adiantum*）、蹄盖蕨属（*Athyrium*）、石韦属（*Pyrrosia*）、酸模属（*Rumex*）、藜属（*Chenopodium*）、繁缕属（*Stellaria*）、茅瓜属（*Solena*）、铁线莲属（*Clematis*）、商陆属（*Phytolacca*）、苋属（*Amaranthus*）、碎米荠属（*Cardamine*）、独行菜属（*Lepidium*）、蔊菜属（*Rorippa*）、悬钩子属（*Rubus*）、大戟属（*Euphorbia*）、老鹳草属（*Geranium*）、酢浆草属（*Oxalis*）、远志属（*Polygala*）、鼠李属（*Rhamnus*）、堇菜属（*Viola*）、金丝桃属（*Hypericum*）、芹属（*Apium*）、锥柱草属（*Conostylis*）、鼠尾草（*Salvia japonica*）、茄属（*Solanum*）、车前属（*Plantago*）、拉拉藤属（*Galium*）、鬼针草属（*Bidens*）、飞蓬属（*Erigeron*）、鼠麴草属（*Gnaphalium*）、剪股颖属（*Agrostis*）、千里光属（*Senecio*）、苍耳属（*Xanthium*）、马唐属（*Digitaria*）、苔草属（*Carex*）、、莎草属（*Cyperus*）、芦苇属（*Phragmites*）、早熟禾属（*Poa*）、灯心草属（*Juncus*）。

②热带分布属

评价区野生维管植物热带分布属有 167 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 49.80%，主要有 6 个分布型。

A、泛热带分布：评价区属于本类型的野生维管植物有 70 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 28.34%，主要有海金沙属（*Lygodium*）、乌蕨属（*Stenoloma*）、凤尾蕨属（*Pteris*）、金粉蕨（*Onychium intermedia*）、毛蕨属（*Cyclosorus*）、榕属（*Ficus*）、冷水花属（*Pilea*）、苎麻属（*Boehmeria*）、

雾水葛属（*Pouzolzia*）、牛膝属（*Achyranthes*）、土人参（*Talinum paniculatum*）、黄檀属（*Dalbergia*）、羊蹄甲属（*Bauhinia*）、猪屎豆属（*Crotalaria*）、木蓝属（*Indigofera*）、鹿藿属（*Rhynchosia*）、银合欢属（*Leucaena*）、豇豆属（*Vigna*）、铁苋菜属（*Acalypha*）、山麻杆属（*Alchornea*）、油桐属（*Vernicia*）、乌桕属（*Sapium*）、叶下珠属（*Phyllanthus*）、花椒属（*Zanthoxylum*）、冬青属（*Ilex*）、南山藤属（*Dregea*）、卫矛属（*Euonymus*）、凤仙花属（*Impatiens*）、黄花稔属（*Sida*）、地桃花属（Urena）、柞木属（*Xylosma*）、天胡荽属（*Hydrocotyle*）、密花树属（*Rapanea*）、柿属（*Diospyros*）、山矾属（*Symplocos*）、素馨属（*Jasminum*）、醉鱼草属（*Buddleja*）、菟丝子属（*Cuscuta*）、牵牛属（*Pharbitis*）、紫珠属（*Callicarpa*）、大青属（*Clerodendrum*）、马鞭草属（*Verbena*）、牡荆属（*Vitex*）、曼陀罗属（*Datura*）、假酸浆属（*Nicandra*）、假杜鹃属（*Barleria*）、铜锤玉带属（Pratia）、蓝花参属（*Wahlenbergia*）、白酒草属（*Conyza*）、泽兰属（*Eupatorium*）、豨莶属（*Siegesbeckia*）、须芒草属（*Andropogon*）、野古草属（*Arundinella*）、虎尾草属（*Chloris*）、狗牙根属（*Cynodon*）、穇属（*Eleusine*）、黄茅属（*Heteropogon*）、白茅属（*Imperata*）、狗尾草属（*Setaria*）、棒头草属（*Polypogon*）、狼尾草属（*Pennisetum*）、飘拂草属（*Fimbristylis*）、砖子苗属（*Mariscus*）、扁莎属（*Pycreus*）、鸭跖草属（*Commelina*）、吊兰属（*Chlorophytum*）、薯蓣属（*Dioscorea*）、山麻黄属（*Trema*）、马齿苋属（*Portulaca*）、算盘子属（*Glochidion*）。

B、热带亚洲和热带美洲间断分布：评价区属于本类型的野生维管植物有 7 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 2.83%，主要有木姜子属（*Litsea*）、山蚂蝗属（*Desmodium*）、雀梅藤属（*Sageretia*）、柃木属（*Eurya*）、仙人掌属（*Opuntia*）、过江藤属（*Phyla*）、藿香蓟属（*Ageratum*）。

C、旧世界热带分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 9 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 3.64%，主要有合欢属（*Albizia*）、楝属（*Melia*）、飞蛾藤属（*Porana*）、香茶菜属（*Rabdosia*）、爵床属（*Rostellularia*）、马咬儿属（*Zehneria*）、细柄草属（*Capillipedium*）、拟金茅属（*Eulaliopsis*）、天门冬属（*Asparagus*）。

D、热带亚洲至热带大洋洲：评价区属于本类型的野生维管植物共 6 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 2.43%，主要有臭椿属（*Ailanthus*）、荛花属（*Wikstroemia*）、桉属（*Eucalyptus*）、栝楼属（*Trichosanthes*）、槲蕨属

（*Drynaria*）、梁王茶属（*Nothopanax*）。

E、热带亚洲至热带非洲分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 18 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 7.29%，主要有铁仔属（*Myrsine*）、蓝雪花属（*Ceratostigma*）、赤飑属（*Thladiantha*）、野茼蒿属（*Crassocephalum*）、鱼眼草属（*Dichrocephala*）、苣草属（*Arthraxon*）、香茅属（*Cymbopogon*）、莠竹属（*Microstegium*）、芒属（*Miscanthus*）、类芦属（*Neyraudia*）、菅属（*Themeda*）、肿足蕨属（*Hypodematium*）、贯众属（*Cyrtomium*）、瓦韦属（*Lepisorus*）、水麻属（*Debregeasia*）、假楼梯草属（*Lecanthus*）、蝎子草属（*Girardinia*）、蓖麻属（*Ricinus*）。

F、热带亚洲分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 13 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 5.25%，主要有石蝴蝶属（*Petrocosmea*）、蛇根草属（*Ophiorrhiza*）、鸡矢藤属（*Paederia*）、绞股蓝属（*Gynostemma*）、苦荬菜属（*Ixeris*）、箬竹属（*Indocalamus*）、芋属（*Colocasia*）、青冈属（*Cyclobalanopsis*）、糯米团属（*Gonostegia*）、蛇莓属（*Duchesnea*）、葛属（*Pueraria*）、石椒草属（*Boenninghausenia*）、茶属（*Camellia*）。

③温带分布属

评价区野生维管植物温带分布属有 122 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数 49.39%，主要有 7 个分布型。

A、北温带分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 64 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 25.91%，主要有属（*Pinus*）、刺柏属（*Juniperus*）、杨属（*Populus*）、柳属（*Salix*）、胡桃属（*Juglans*）、桤木属（*Alnus*）、栎属（*Quercus*）、桑属（*Morus*）、细辛属（*Asarum*）、山蓼属（*Oxyria*）、蓼属（*Polygonum*）、卷耳属（*Cerastium*）、漆姑草属（*Sagina*）、唐松草属（*Thalictrum*）、紫堇属（*Corydalis*）、荠属（*Capsella*）、葶苈属（*Thlaspi*）、景天属（*Sedum*）、虎耳草属（*Saxifraga*）、龙芽草属（*Agrimonia*）、樱属（*Cerasus*）、路边青属（*Geum*）、草莓属（*Fragaria*）、委陵菜属（*Potentilla*）、蔷薇属（*Rosa*）、地榆属（*Sanguisorba*）、绣线菊属（*Spiraea*）、野豌豆属（*Vicia*）、马桑属（*Coriaria*）、盐肤木属（*Rhus*）、槭属（*Acer*）、葡萄属（*Vitis*）、锦葵属（*Malva*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、柳叶菜属（*Epilobium*）、柴胡属（*Bupleurum*）、棣木属（*Swida*）、杜鹃属（*Rhododendron*）、越桔属（*Vaccinium*）、琉璃草属（*Cynoglossum*）、紫草属

（*Lithospermum*）、活血丹属（*Glechoma*）、风轮菜属（*Clinopodium*）、茜草属（*Rubia*）、忍冬属（*Lonicera*）、接骨木属（*Sambucus*）、荚蒾属（*Viburnum*）、风铃草属（*Campanula*）、香青属（*Anaphalis*）、蒿属（*Artemisia*）、蓟属（*Cirsium*）、还阳参属（*Crepis*）、紫菀属（*Aster*）、火绒草属（*Leontopodium*）、蒲公英属（*Taraxacum*）、看麦娘属（*Alopecurus*）、野青茅属（*Deyeuxia*）、画眉草属（*Eragrostis*）、稗属（*Echinochloa*）、羊胡子草属（*Eriophorum*）、天南星属（*Arisaema*）、黄精属（*Polygonatum*）、鸢尾属（*Iris*）、绶草属（*Spiranthes*）。

B、东亚和北美间断分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 12 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 4.86%，主要有柯属（*Lithocarpus*）、五味子属（*Schisandra*）、山胡椒属（*Lindera*）、绣球属（*Hydrangea*）、两型豆属（*Amphicarpaea*）、胡枝子属（*Lespedeza*）、勾儿茶属（*Berchemia*）、蛇葡萄属（*Ampelopsis*）、灯台树属（*Bothrocaryum*）、楤木属（*Aralia*）、六道木属（*Abelia*）、木犀属（*Osmanthus*）。

C、旧世界温带分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 21 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 8.50%，主要有荞麦属（*Fagopyrum*）、狗筋蔓属（*Cucubalus*）、栒子属（*Cotoneaster*）、火棘属（*Pyracantha*）、苜蓿属（*Medicago*）、草木犀属（*Melilotus*）、水芹属（*Oenanthe*）、窃衣属（*Torilis*）、丁香属（*Syringa*）、夏至草属（*Lagopsis*）、野芝麻属（*Lamium*）、益母草属（*Leonurus*）、牛至属（*Origanum*）、香薷属（*Elsholtzia*）、川续断属（*Dipsacus*）、沙参属（*Adenophora*）、牛蒡属（*Arctium*）、天名精属（*Carpesium*）、菊属（*Dendranthema*）、旋覆花属（*Inula*）、鹅观草属（*Roegneria*）。

D、温带亚洲分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 2 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.81%，主要有杭子梢属（*Campylotropis*）、附地菜属（*Trigonotis*）。

E、地中海区、西亚至中亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 1 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.40%，主要有角蒿属（*Incarvillea*）。

F、中亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 1 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.40%，主要有侧柏属（*Platycladus*）。

G、东亚分布：评价区属于本类型的野生维管植物共 21 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 8.50%，主要有野丁香属（*Leptodermis*）、党参属

（*Codonopsis*）、黄鹌菜属（*Youngia*）、蜘蛛抱蛋属（*Aspidistra*）、沿阶草属（*Ophiopogon*）、山兰属（*Oreorchis*）、蕺菜属（*Houttuynia*）、枫杨属（*Pterocarya*）、木通属（*Akebia*）、棣棠花属（*Kerria*）、绣线梅属（*Neillia*）、鸡眼草属（*Kummerowia*）、枳椇属（*Hovenia*）、猕猴桃属（*Actinidia*）、旌节花属（*Stachyurus*）、五加属（*Acanthopanax*）、青荚叶属（*Helwingia*）、紫苏属（*Perilla*）、阴行草属（*Siphonostegia*）、珊瑚苣苔属（*Corallodiscus*）、败酱属（*Patrinia*）。

④中国特有分布属

评价区属于本类型的野生维管植物共 2 属，占评价区野生维管植物非世界分布总属数的 0.81%，主要有杉木属（*Cunninghamia*）、马蹄芹属（*Dickinsia*）。

（3）植物区系主要特征

通过对评价区内野生维管植物统计分析的基础上，将评价区内维管植物区系的主要性质和特点概述如下：

1）植物区系组成成分较丰富

评价区，植物区系组成成分较丰富。据统计，评价区有维管植物 113 科 351 属 478 种（含种下分类等级，下同）（评价区维管植物名录见附录 1），其中野生维管植物 398 种，隶属于 107 科，291 属，评价区维管植物科、属、种数分别占四川省维管植物总科数、总属数和总种数的 46.12%、17.95%和 4.30%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数的 25.48%、8.45%和 1.27%，植物区系组成成分较丰富。

2）具有较多古老和原始的植物区系成分

评价区地理起源古老，具有较多古老和原始的植物区系成分。其中古老的科如壳斗科、樟科、五加科、忍冬科、冬青科、山茱萸科、胡桃科等；古老的属如松属、构属、卫矛属、花椒属等。

3）地理成分复杂

从属的分布型来看，评价区维管植物区系的地理成分是很复杂的。按照中国蕨类植物及中国种子植物属的分布区类型系统，中国维管植物属有 15 个分布区类型，评价区野生维管植物属在我国维管植物属的分布区类型系统中有 15 个，包含有世界分布、热带分布、温带分布和中国特有分布 4 个大类，评价区维管植物的区系地理成分较复杂。

4）地理联系广泛

评价区维管植物区系与世界其它各地的维管植物区系有着广泛地联系，主要表现在各种连续和间断分布上。从属的分布型统计中可以看出，在与热带地区的联系上，与泛热带最为密切；在与温带地区的联系上，与北温带地区联系最为密切，其次是东亚分布，东亚分布在评价区植物区系中具有重要的意义，这说明了评价区植物区系与喜马拉雅和日本区系间存在一定的联系。在间断分布地区的联系上，由于东亚和北美分布成分所占比例最高，因而与东亚和北美联系最为密切。

5）植物区系具有热带和温带双重性质

在评价区的 323 属中，温带分布属共 122 属，占非世界分布总属的 49.39%，热带分布属共 167 属，占非世界分布总属的 49.80%。评价区内热带性属略大于温带性属。但在评价区内热带分布属、温带分布属所占比例大体相同所以评价区植物区系具有温带和热带双重性质。

（2）植物种类组成及现状分析评价

通过对现场调查采集的植物标本鉴定，以及对评价区历年积累的植物区系资料系统的整理，评价区有维管植物 113 科 352 属 478 种（含种下分类等级，下同）（评价区维管植物名录见附录 1），其中野生维管植物 398 种，隶属于 107 科，291 属，评价区维管植物科、属、种数分别占四川省维管植物总科数、总属数和总种数的 46.12%、17.95%和 4.30%，占全国维管植物总科数、总属数和总种数的 25.48%、8.45%和 1.27%（详见 4.3.2-2）。

表 4.3.2-2　　评价区野生维管植物统计表

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	14	17	25	3	3	3	90	271	370	107	291	398
四川省	41	120	708	9	27	88	182	1474	8453	232	1621	9249
全 国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占四川省（%）	34.15	14.17	3.53	33.33	11.11	3.41	49.45	18.39	4.38	46.12	17.95	4.30
占全国（%）	22.22	7.59	0.96	27.27	8.33	1.58	26.01	8.51	1.30	25.48	8.45	1.27

注：表中数据四川省野生维管植物数据来源《四川植被》（1980），中国野生维管植物数据来源《中国种子植物》（吴征镒，2011）。

（3） 重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》（第一批）（农业部、国家林业局令 2001 年 8 月 4 日调整），参考《四川珍稀濒危植物的地理分布及区系特征研究》（曾进等，1995 年）、《四川珍稀濒危植物区系特征分析》（黎云祥等，1995 年）、《四川省珍稀濒危植物及其保护》（张桥英等，2002 年）、《四川省国

家重点保护野生植物资源与保护》（宋会兴等，2002 年）、《四川省重点保护野生植物名录》（四川省人民政府，2015 年 3 月）等著作和文献及对金河口区林业局进行访问调查，根据对评价区居民进行访问调查及现场实地调查评价区内暂未发现国家重点保护野生植物、四川省重点保护野生植物。

（4） 古树名木

根据全国绿化委员会、国家林业局（全绿字[2001]15 号）文的规定，评价区古树有 2 种 12 株，分别为柞木、黄葛树，古树树龄在 100～500 年之间；除柞木保护等级为一级外，其余古树均为三级。详见表 4.3.2-3。

表 4.3.2-3 评价区古树资源一览表

序号	种名	分布位置	生长状况	GPS点位	树龄	保护级别	位置关系
1	柞木（*Xylosma congestum*）	永和镇新乐村长腰岗	树高：14m 胸围：220cm 冠幅：10m×12m 生长情况：良好	103° 3'53.32"E，29°14'26.01"°N，H：860m	500年	一级	水平距离施工营地约0.58km
2	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新民村天星桥	树高：11m 胸围：267cm 冠幅：22m×18m 生长情况：良好	103° 4'50.00"E，29°16'2.73"°N，H：732m	100年	三级	水平距离弃渣场转运场约1.62km
3	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新民村黄桷树	树高：7m 胸围：157cm 冠幅：7m×12m 生长情况：良好	103° 4'59.49"E，29°15'35.19"N，H：962m	120年	三级	水平距离弃渣场转运场约0.78km
4	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新民村峨金路道班	树高：16m 胸围：628cm 冠幅：33m×28m 生长情况：良好	103° 5'7.89"E，29°15'19.99"N，H：591m	130年	三级	水平距离河道整治船舶拆解场约0.58km
5	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇和平社区和平小学	树高：12m 胸围：565cm 冠幅：26m×32m 生长情况：良好	103° 4'33.81"E，29°14'41.07"N，H：596m	150年	三级	水平距离河道整治施工便道约0.11km
6	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇和平社区观音庙	树高：8m 胸围：188cm 冠幅：8m×8m 生长情况：良好	103° 4'46.08"E，29°13'53.57"N，H：598m	120年	三级	水平距离淹没区约0.11km
7	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村枕头坝	树高：11m 胸围：361cm 冠幅：33m×30m 生长情况：良好	103° 3'22.09"E，29°13'41.30"N，H：611m	100年	三级	水平距离砂石加工系统约

							0.11km
8	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村	树高：15m 胸围：408cm 冠幅：20m×15m 生长情况：良好	103.346628.64" E，29°13'45.50" N，H：649m	120年	三级	水平距离砂石加工系统约0.29km
9	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村	树高：12m 胸围：314cm 冠幅：24m×8m 生长情况：良好	103° 3'28.64" E，29°13'45.50" N，H：649m	120年	三级	水平距离砂石加工系统约0.29km
10	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村大石板	树高：11m 胸围：370cm 冠幅：14m×20m 生长情况：良好	103° 3'1.75" E，29°14'18.70" N，H：755m	200年	三级	水平距离淹没区约0.29km
11	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村大石板	树高：8m 胸围：330cm 冠幅：30m×13m 生长情况：良好	103° 3'0.42" E，29°14'19.54" N，H：775m	200年	三级	水平距离淹没区约0.32km
12	黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）	永和镇新光村大石板	树高：12m 胸围：385cm 冠幅：25m×30m 生长情况：良好	103° 2'58.78" E，29°14'22.74" N，H：745m	200年	三级	水平距离淹没区约0.43km

注：表中古树树龄来源四川省乐山市林业局。

拍摄人：王述潮

拍摄时间：2019年7月5

黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）左岸新民村

黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）永乐电场后山腰

黄葛树（*Ficus virens* var. *sublanceolata*）金河口二桥旁

4.3.2.2 植被类型

评价区位于四川省西南部，区域地势较高，坡陡谷狭，地形多样。根据《四川植被》（1980），属于川东盆地及西南山地常绿阔叶林地带—盆地南部中山植被地区—黄茅埂东侧植被小区。

（1）主要植被类型

1）自然植被

评价区自然植被初步划分为 3 植被型组、5 植被型、16 个群系（评价区内主要植被类型及其分布见**错误！未找到引用源。**4.3.2-4）。

表 4.3.2-4　　评价范围内主要植被类型及分布

植被型组	植被型	群系	分布
I. 针叶林	一、暖性针叶林	1. 杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）	左岸山顶
		2. 柳杉林（Form.*Cryptomeriajaponica* var *sinensis*）	右岸山顶
II. 阔叶林	二、竹林	3. 慈竹林（Form. *Bambusa emeiensis*）	左岸山腰
	三、落叶阔叶林	4. 桤木林（Form. *Alnus cremastogyne*）	山顶及路旁
		5. 滇杨林（Form. *Populus yunnanensis*）	路旁、村落零散分布
III. 灌丛及灌草丛	四、灌丛	6. 小梾木灌丛（Form. *Cornus quinquenervis*）	河道两岸
		7. 银合欢灌丛（Form. *Leucaena leucocephala*）	广泛分布
		8. 鞍叶羊蹄甲灌丛（Form. *Bauhinia brachycarpa*）	广泛分布
		9. 长波叶山蚂蝗灌丛（Form. *Desmodium sequax*）	河道两岸
		10. 水麻灌丛（Form. *Debregeasia orientalis*）	河道两岸
	五、灌草丛	11. 五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）	广泛分布
		12. 节节草灌草丛（Form. *Equisetum ramosissimum*）	林下分布
		13. 类芦灌草丛（Form. *Neyraudiarey naudiana*）	河道两岸
		14. 序叶苎麻灌草丛（Form. *Boehmeria clidemioides* var.*diffusa*）	林下及路边
		15. 蝎子草灌草丛（Form. *Girardinia diversifolia* subsp. *suborbiculata*））	路边零散分布
		16. 藿香蓟灌草丛（Form. *Ageratum conyzoides*）	路边零散分布

注：“√”表示该评价区域内有分布。

2）人工植被

评价区内人工植被主要为经济林和农作物，区域广泛分布详见表（4.3.2-5）。

表 4.3.2-5　　评价区人工植被主要为经济林和农作物

系列	植被型组	植被型	群系
人工植被	人工林	经济林	核桃等
		用材林	杉木、柳杉等
	农作物	粮食作物	水稻、玉米、薯类等；
		经济作物	油菜、蔬菜等

（2）主要植被描述

1）自然植被

①针叶林

针叶林是指以针叶树种为建群种所组成的各种森林群落的总称，评价区处于亚热带常绿阔叶林北部亚地带，区内针叶林面积较小，主要为暖性针叶林，暖性针阔叶混交林零散分布。

A、暖性针叶林

评价区内暖性针叶林是由亚热带分布的常绿松、杉类乔木所组成的森林群落，主要分布在评价区内的低山、丘陵地带，分布较为零散，面积较小。评价区主要有杉木林、柳杉林。

a. 杉木林（*Form.Cunninghamia lanceolata*）

评价区内天然杉木较少，多为人工种植，呈半自然生长状态。评价区内杉木林较为稀疏，林系的组成和层次结构较为简单，在评价区内主要分布在左岸山顶及山腰处。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 12m，杉木林主要分布在江沟，为人工栽培，少量野生，杉木（*Cunninghamia lanceolata*）高度为 8-10m，胸径 15-20cm，乔木层无伴生种；灌木层盖度 25%，层均高 1m，灌木层植物种类较少，无明显优势种，常见的植物种类有金丝梅（*Hypericum patulum*）、马桑（*Coriaria sinica*）、火棘（*Pyracantha fortuneana*）等；草本层盖度 12%，草本层高度为 0.5m 无明显优势种，常见的植物种类有蕺菜、冷水花（*Pileanotata*）、须芒草、苎草等。

样方地点：新华村（103°3'3.19"E，29°15'2.94"N，H：1283m）。

杉木林
（Form.*Cunninghamia lanceolata*）

柳杉
（Form.*Cryptomeriajaponica* var.*sinensis*）

b. 柳杉林（Form.*Cryptomeriajaponica* var.*sinensis*）

评价区内柳杉多是人工种植，分布较为零散，现为半自然生长状态。在右岸山顶及山腰处零散分布。

乔木层郁闭度 0.6，层均高 8m，优势种为柳杉（*Cryptomeria japonica* var.*sinensis*）盖度 35%，高 10-15cm，胸径 23~25m，群落内无伴生种；灌木层盖度 45%，灌木层高度在 0.5-2m，无明显优势种，常见的植物有火棘（*Pyracantha fortuneana*）、马桑（*Coriaria nepalensis*）、金丝梅、红花悬钩子（*Rubus inopertus*）、醉鱼草（*Buddleja lindleyana*）等；草本层盖度 20%，层均高 0.6m，无明显优势种，常见的植物有蕺菜（*Houttuynia cordata*）、藿香蓟（*Ageratum conyzoides*）、冷水花（*Pilea notata*）、紫萁（*Osmunda japonica*）、西南毛茛（*Ranunculus ficariifolius*）、羊齿天门冬（*Asparagus filicinus*）、夏枯草（*Prunella vulgaris*）等。

样方地点：吴安槽附近（103°5'37.85"E，29°14'10.35"N，H：1280m）。

②阔叶林

评价区内阔叶林主要为竹林、落叶阔叶林。

A、竹林

慈竹林（Form.*Bambusa emeiensis*）

评价区内的竹林主要为单轴散生型竹林，竹林以慈竹林为主。慈竹林群落外貌浅绿色，群系组成较为简单，在评价区内主要分布在左岸山腰。乔木层郁闭度 0.4，层均高 12m，慈竹为群落建群种，高度为 8-12m，胸径为 5-6cm 为单优势种；灌木层盖度 35%，层均高 1.3m；灌木层植物种类较少，无明显优势种，常

见的植物有喜阴悬钩子（Rubus mesogaeus）、蔷薇属（Rosa）、阔叶十大功劳（*Mahonia bealei*）等；草本层盖度 15%，无明显优势种常见植物有狗牙根（*Cynodon dactylon*）、酢浆草（*Oxalis corniculata*）、堇菜（*Viola verecunda*）、浆果薹草（*Carex baccans*）等。

B、落叶阔叶林

评价区内的落叶阔叶林是区域内常绿阔叶林等遭受破坏后在迹地上出现的过渡性次生林。评价区内主要有桤木林、滇杨林等。

a. 桤木林（Form.*Alnus cremastogyne*）

乔木层郁闭度 0.6，层均高 8m，以桤木（*Alnus cremastogyne*）为单优势的树林，高度在 8～10m，胸径 15～18cm，群落乔木层植物种类较为单一，少数半生有杉木（*Cunninghamia lanceolata*），其余为纯林；灌木层盖度 20%，层均高 1.2m，灌木层植物种类较少，常见的只有悬钩子属（*Rubus*）、桦叶荚蒾（*Viburnum betulifolium*）等；草本层盖度 15%，层均高 0.4m，主要种类有牛筋草（*Eleusine indica*）、车前（*Plantago asiatica*）、堇菜（*Viola alata*）、夏枯草（*Prunella vulgaris*）、爵床（*Justicia procumbens*）等。

样方地点：进场公路附近（103°4'44.32"E，29°14'10.66"N，H：598m）。

桤木林（Form. *Alnus cremastogyne*）

b. 滇杨林（Form. *Populus yunnanensis*）

乔木层郁闭度 0.8，层均高 10m，层均高 10m，滇杨林评价区内分布较少，主要为人工林，分布在大渡河边，高度在 25m 以上，胸径 25-40cm，在滇杨（*Populus yunnanensis*）林边缘一般间种核桃；灌木层盖度 20%，层均高 1.2m，灌木层优势种为阔叶箬竹（*Indocalamus latifolius*），高度为 1.5m，无伴生种，草本层盖度 5%，层均高 0.4m，草本层植物种类较少，无明显优势种，可见芒草（*Arthraxon*

hispidus）、小藜（*Chenopodium serotinum*）等。

样方地点：机电/河道整治组件停放场（103°4'33.77"E，29°13'44.59"N，H：589m）。

滇杨林（Form. *Populus yunnanensis*）

③灌丛及灌草丛

A、灌丛

评价区内灌丛分布的面积较大，是评价区最为常见、最重要的植被类型之一。其形成多是当地森林砍伐后次生演替产生的。

a. 小梾木灌丛（Form. *Cornus quinquenervis*）

灌木层盖度 35%，层均高 1.3m，小梾木为优势种，高度 1.1~1.5，盖度 30%。伴生种主要有水麻、野蔷薇、苎麻（*Boehmeria nivea*）、构树（*Broussonetia papyrifera*）、女贞（*Ligustrum lucidum*）、枫杨（*Pterocarya stenoptera*）等；草本层盖度 18%，层高约 0.4m，无明显优势种，常见的伴生种主要有琉璃草（*Cynoglossum furcatum*）、荩草（*Arthraxon hispidus*）、白草（*Pennisetum flaccidum*）、五月艾（*Artemisia indica*）、白花鬼针草（*Bidens pilosa* var. *radiata*）等。

样方地点：坝址附近（103°4'38.89"E，29°14'4.66"N，H：585m）。

b. 银合欢灌丛（Form. *Leucaena leucocephala*）

灌木层盖度 60%，层均高 1.3m，银合欢为优势种，高度 1.2~1.5m，盖度 60%伴生种主要有构树、黄连木（*Pistacia chinensis*）、黄荆（*Vitex negundo*）、岷江蓝雪花（*Ceratostigma willmottianum*）等；草本层盖度 10%，层均高 0.2m，五节芒（*Miscanthus floridulus*）为优势种，常见的伴生种主要有蔓生莠竹（*Microstegium fasciculatum*）、荩草、蜈蚣草（*Pteris vittata*）、铁苋菜（*Acalypha australis*）、狗尾草（*Setaria viridis*）等。

样方地点：库区左岸淹没线以下（103°4'8.97"E，29°13'52.68"N，H：598m）。

小梾木灌丛
（Form. *Cornus quinquenervis*）

银合欢灌丛
（Form. *Leucaena leucocephala*）

c. 鞍叶羊蹄甲灌丛（Form. *Bauhinia brachycarpa*）

灌木层盖度 70%，层均高 1.1m，鞍叶羊蹄甲为优势种，高度 0.8~1.2，盖度 65%。伴生种主要有山麻杆（*Alchornea davidii*）、银合欢、女贞、胡枝子（*Lespedeza bicolor*）等；草本层盖度 10%，层均高 0.1m，冷水花为优势种，常见的伴生种主要有熊耳草（*Ageratum houstonianum*）、车前、狗牙根、粉背蕨（*Aleuritopteris pseudofarinosa*）等。

样方地点：库区右岸淹没线以下（103°3'15.45"E，29°13'27.32"N，H：609m）。

d. 长波叶山蚂蝗灌丛（Form. *Desmodium sequax*）

灌木层盖度 60%，层均高 0.8m，优势种为长波叶山蚂蝗（*Desmodiumsequax*），高度 0.6~1.2m，盖度 45%。群落中伴生种较少，常见的植物有盐肤木（*Rhus chinensis*）、山黄麻（*Trema tomentosa*）、牡荆（*Vitex negundo* var. *cannabifolia*）等；草本层盖度 10%，层均高 0.3m，无明显优势种，常见植物有翠云草（*Selaginella uncinata*）、石韦（*Pyrrosia lingua*）、扇叶铁线蕨（*Adiantum flabellulatum*）、五月艾等。层间植物有臭鸡矢藤（*Paederia foetida*）、薯蓣（*Dioscorea polystachya*）等。

样方地点：砂石加工系统（103°3'20.66"E，29°13'32.40N，H：599m）。

鞍叶羊蹄甲灌丛
（Form. *Bauhinia brachycarpa*）

长波叶山蚂蝗灌丛
（Form. *Desmodium sequax*）

e. 水麻灌丛（Form. *Debregeasia orientalis*）

灌木层盖度 60%，层均高 1.1m，水麻为优势种，高度 1.0~1.3，盖度 66%，伴生种主要有盐肤木、楝（*Melia azedarach*）、牡荆、假杜鹃（*Barleria cristata*）、长波叶山蚂蝗等；草本层盖度 20%，层均高 0.3m，鬼针草（*Bidens pilosa*）为优势种，盖度 10%，高 0.1~0.2m，常见的伴生种主要有芒（*Miscanthus sinensis*）、白茅（*Imperata cylindrica*）、紫茎泽兰（*Ageratina adenophora*）、风轮菜（*Clinopodium chinense*）、酢浆草、皱叶狗尾草（*Setaria plicata*）等。

样方地点：河道整治施工便道（103°4'24.91"E，29°15'5.52"N，H：596m）。

水麻灌丛（Form. *Debregeasia orientalis*）

B、灌草丛

灌草丛在评价区分布广泛，是评价区内植被类型的重要组成部分，评价区内典型的灌草丛主要有以下几个群系。

a. 节节草灌草丛（Form. *Equisetum ramosissimum*）

草本层盖度 30%，层高约 0.8m，节节草为优势种，盖度约 12%，高约 0.6~0.9m，常见的伴生种主要有白花鬼针草、铁苋菜、饭包草（*Commelina benghal*

ensis）等。

样方地点：河道整治弃渣转运场（103°4'49.31"E，29°15'8.70"N，H：580m）。

b. 类芦草丛（Form. *Neyraudiarey naudiana*）

草本层盖度 60%，层高约 0.7m，类芦为优势种，盖度 45%，高 0.8~1.1m，常见的伴生种主要有白花鬼针草、艾、苦荬菜（*Ixeris polycephala*）、附地菜（*T rigonotis peduncularis*）等。

样方地点：右岸库区淹没线以下（103°4'45.23"E，29°13'47.41"N，H：591m）。

节节草灌草丛
（Form. *Equisetum ramosissimum*）

类芦灌草丛
（Form. *Neyraudia reynaudiana*）

c. 序叶苎麻灌草丛（Form. *Boehmeria clidemioides* var.*diffusa*）

草本层盖度 35%，层高约 0.3m，盖度 30%，高 0.2~0.5m，序叶苎麻为优势种，常见的伴生种主要有长鬃蓼（*Polygonum longisetum*）、渐尖毛蕨（*Cycloso rus acuminatus*）、土牛膝、苣草等。

样方地点：混凝土拌合系统附近（103° 4'3.48"E，29°13'43.76"N，H：603m）。

d. 蝎子草灌草丛（Form. *Girardinia diversifolia* subsp.*suborbiculata*）

草本层盖度 60%，层高约 0.5m；优势种为蝎子草，盖度 75%，高 0.1~0.2m，常见的伴生种主要有蜈蚣草、白花鬼针草、青蒿（*Artemisia carvifolia*）、狗尾草等。

样方地点：河湾弃渣场附近（103°3'40.38"E，29°13'42.76"N，H：617m）。

序叶苎麻灌草丛
（Form. *Boehmeria clidemioides* var. *diffusa*）

蝎子草灌草丛
（Form. *Girardinia diversifolia* subsp. *suborbiculata*）

e. 五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）

草本层盖度 65%，层高约 1.1m，五节芒为优势种，盖度 53%，高 1.2~1.4m，伴生种有钻叶紫菀（*Aster subulatus*）、苋（*Amaranthus tricolor*）、蜈蚣草、白英（*Solanum lyratum*）等。层间植物有葛（*Pueraria montana*）等。

样方地点：机电物资仓库附近（103° 4'25.91"E，29°14'33.31"N，H：591m）。

五节芒灌草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）

f. 藿香蓟（Form. *Ageratum conyzoides*）

草本层盖度 40%，层高约 0.3m，藿香蓟为优势种，盖度 38%，高 0.2~0.4m，伴生种较少，常见的植物有狗尾草（*Setaria viridis*）、马唐（*Digitaria sanguinalis*）、刚莠竹（*Microstegium ciliatum*）、白花鬼针草（*Bidens pilosa* var. *radiata*）等。

2）人工林

评价区经济林主要为核桃，用材林主要的树种有杉木、柳杉林等。

3）农作物

评价区主要的粮食作物有水稻、玉米、薯类等；主要的经济作物有油菜、蔬菜等。

（3）植被分布特征

评价区位于四川省西南部，区域地势较高，坡陡谷狭。评价区面积较小，地形为单一的河谷地貌，人为干扰较大，地带性植被破坏殆尽，现多为次生林及人工林。

评价区内植被的水平分布不明显。评价区内的地势有一定的差异，在海拔560-800m 人为干扰较为严重常见植物群系主要为桤木林、滇杨林、小梾木灌丛、银合欢灌丛、水麻灌丛、类芦灌草丛、序叶苎麻灌草丛等，常见的植物有桤木、滇杨、桉树、银合欢、水麻、女贞、类芦等。在海拔 800-1000m 之间常见植物群系主要为慈竹林、鞍叶羊蹄甲灌丛、节节草灌草丛、蝎子草灌草丛等，常见的植物有慈竹、马桑、鞍叶羊蹄甲、节节草、蝎子草、类芦、苎草等。海拔 1000m 以上人为活动相对较少常见植物群系主要为杉木林、柳杉林、长波叶山蚂蝗灌丛、五节芒灌草丛等，常见的植物有柳杉、杉木、长波叶山蚂蝗、火棘、悬钩子、粉背蕨、白茅等。

4.3.2.3 植被生物量

根据工程评价区土地利用现状调查数据，以森林、灌丛、灌草丛等的植被生物量及农作物近年平均粮食产量等参数来推算其实际生物量。

表 4.3.2-6　　评价区植被生物量一览表

生态类型	代表植物	面积（hm^2）	占总面积（%）	平均生物量（t/hm^2）	总生物量（t）	占总生物量（%）
针叶林及阔叶林等森林	杉木、滇杨	1581.95	42.80	100.59	159128.28	68.02
灌丛	银合欢、牡荆	901.57	24.39	62.43	56284.88	24.06
灌草丛	五节芒、类芦	670.77	18.15	23.75	15930.75	6.81
农作物	玉米	408.98	11.07	6	2453.91	1.05
水生植被	藻类、水蓼	132.59	3.59	1.2	159.11	0.07
总计		3695.86	100	—	233956.93	100

注：（1）表中未计算评价区的建筑用地 310.38hm^2、其他用地 33.61hm^2。（2）各植被类型平均生物量数据来源于：方精云，刘国华，徐嵩龄．我国森林植被的生物量和净生产量[J]．生态学报，1996，16（5）：497~508。

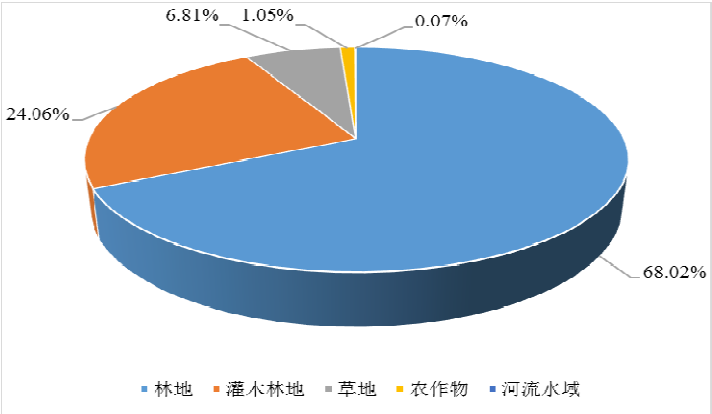


图 4.3.2-1　评价区各生态类型生物量所占比重

评价区总生物量 23.40×10^4t，每公顷生物量 60.30t。评价区植被以森林类型为主，面积为 1581.95hm²，占评价区总面积的 42.80%。各植被生物量中乃以森林植被生物量为主，为评价区总生物量的 68.02%。评价区森林、灌丛等植被生物量较高，其余植被类型生物量较低。

从生态体系生物量数值看，森林、灌丛为评价区的主要生态类型，对生态系统的稳定和变化起到很重要的作用。

4.3.3 陆生动物

4.3.3.1 动物区系及种类组成

本工程评价区动物区划属于东洋界—西部山地高原亚区。

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的 1～10%之间，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的 1%及以下，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数量等级评价标准见（表 4.3.3-1）。

表 4.3.3-1　动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10%以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1~10%之间
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1%及以下

评价范围内分布的陆生脊椎动物有 4 纲 20 目 61 科 132 种；其中东洋种 73 种，古北种 33 种，广布种 26 种；评价范围内未发现国家Ⅰ级重点保护野生动物的分布，有国家Ⅱ级重点保护野生动物 7 种，四川省重点保护野生动物 4 种。陆

生动物在各纲中的种类组成、区系和保护等级具体见（表 4.3.3-2）。

表 4.3.3-2　　评价范围内陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

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	国家级		四川省级
							Ⅰ级	Ⅱ级	
两栖纲	2	7	14	11	0	3	0	1	0
爬行纲	1	5	12	11	0	1	0	0	1
鸟纲	12	37	87	39	30	18	0	4	2
哺乳纲	5	12	19	12	3	4	0	2	1
合计	20	61	132	73	33	26	0	7	4

4.3.3.2 陆生动物多样性现状

（1）两栖类

1）种类、数量及分布

通过野外调查并结合历史资料，评价区共有野生两栖动物 2 目 7 科 14 种。其中蛙科种类最多，共有 6 种，占评价区野生两栖类总数的 42.86%。国家Ⅱ级重点保护野生两栖动物有 1 种，为大鲵（*Andrias davidianus*）；无四川省重点保护野生两栖动物。评价区范围的野生两栖类中，优势种为中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）和泽陆蛙（*Fejervarya limnocharis*）等，它们适应能力强，分布较广泛。

拍摄时间：2019 年 7 月 5 日　拍摄人：王述潮

泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）

泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）

2）区系类型

从区系成分来看，评价区内分布的 14 种两栖动物主要以东洋界物种为主，共 11 种，占评价区野生两栖动物总数的 78.57%；广布种 3 种，占评价区野生两栖动物总数的 21.43%。可见，评价区内东洋界成分占绝对优势，这与评价区处于东洋界相符，两栖类的迁移能力弱，因此古北界成分难以跨越地理阻障而向东

洋界渗透。

3）生态类型

根据两栖类生活习性的不同，将评价区的两栖类分为以下 4 种生态类型：

溪流型（山区干流、溪流中生活）：大鲵、绿臭蛙（*Odorrana margaretae*）、无指盘臭蛙（*Odorrana grahami*）、花臭蛙（*Odorrana schmackeri*）、棘腹蛙（*Paa boulengeri*）和棘皮湍蛙（*Amolops granulosu*）共 6 种，分布在大渡河干流及支沟、溪流水域中。

静水型（在静水或缓流中觅食）：仅黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculatus*）1 种。主要分布于大渡河干流、支沟和溪流周边的水潭等静水处以及农田、池塘等区域，与人类活动关系较密切。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：中华蟾蜍、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）、昭觉林蛙（*Rana chaochiaoensis*）、峨眉林蛙（*Rana omeimontis*）、泽陆蛙共 5 种。峨眉林蛙、昭觉林蛙主要活动在调查区水源林地，其他 3 种活动范围较广，草丛灌草丛、林地均有分布，与人类活动关系较密切。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：包括华西雨蛙（*Hyla annectans*）和斑腿泛树蛙 2 种，它们主要在评价区内离水源不远的树上、庄稼叶片上或水塘周边矮灌丛上活动。

（2）爬行类

1）种类、数量及分布

根据野外调查并结合历史文献资料，枕头坝二级水电站评价区内共有爬行动物 1 目 5 科 12 种（详见表 2），其中游蛇科的种类最多，有 5 种，占评价区野生爬行类总数的 41.67%。剧毒蛇类有 3 种：尖吻蝮（*Deinagkistrodon acutus*）、原矛头蝮（*Protobothrops mucrosquamatus*）和竹叶青蛇（*Trimeresurus stejnegeri*）。未发现国家重点保护野生爬行类分布，有四川省重点保护野生爬行类 1 种，为尖吻蝮。

中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）
拍摄人：王述潮
拍摄时间：2019 年 7 月 5 日

2）区系类型

按照区系类型分，将评价区内的野生爬行类分为 2 种区系类型：东洋种 11 种，占评价区内野生爬行类总种数的 91.67%；广布种 1 种，占评价区内野生爬行类总种数的 8.33%。与两栖类类似，东洋界成分依然占绝对优势，因为爬行类的迁移能力较弱，所以古北界成分难以跨越地理阻障而向东洋界渗透。

3）生态类型

评价区内爬行动物分为以下 4 种生态类型：

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：仅蹼趾壁虎（*Gekko subpalmatus*）1 种，主要在评价区中的建筑物如居民区附近活动、亦可偶在草堆及石缝等处发现。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：草绿攀蜥（*Japalura flaviceps*）、丽纹攀蜥（*Japalura splendida*）和中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）、尖吻蝮、原矛头蝮和竹叶青蛇共 6 种。主要在调查区的灌丛、支沟溪流乱石隙等生境中活动。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）、王锦蛇（*Elaphe carinata*）、乌梢蛇（*Ptyas dhumnades*）、双斑锦蛇（*Elaphe bimaculata*）、翠青蛇（*Cyclophiops major*），共 5 种。主要在评价区潮湿多草的林地、河流、支沟、溪流等处活动。评价区林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价区中爬行类的主体。

（3）鸟类

1）种类、数量及分布

根据野外调查并结合历史文献资料，评价区内共分布有鸟类 87 种，隶属于 12 目 37 科（详见表 3）。其中，以雀形目鸟类最多，共 69 种，占评价区鸟类种类总数的 79.31%。评价区内未发现国家Ⅰ级保护鸟类分布；有国家Ⅱ级保护鸟类 4 种，即红腹角雉（*Tragopan temminckii*）、雀鹰（*Accipiter nisus*）、普通鵟（*Buteo japonicus*）和红隼（*Falco tinnunculus*）；有四川省重点保护鸟类 2 种，为白鹭（*Egretta garzetta*）和大拟啄木鸟（*Psilopogon virens*）。其中，家燕（*Hirundo rustica*）、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、喜鹊（*Pica pica*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）等为评价区内的优势种，数量较多。

拍摄时间：2019 年 7 月 6 日　拍摄人：王述潮

白鹡鸰（*Motacilla alba*）

白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）

2）生态类型

按鸟类生活习性的不同，将评价区内的鸟类分为以下六类：

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）。有绿头鸭（*Anas platyrhynchos*）和红嘴鸥（*Chroicocephalus ridibundus*）2 种。主要活动于调查区大渡河干流河段。

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）。有白鹭、矶鹬（*Tringa hypoleucos*）和白胸苦恶鸟（*Amaurornis phoenicurus*）3 种。常见于大渡河干流浅滩乱石、农田等区域。

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）。有红腹角雉、环颈雉（*Phasianus colchicus*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）和珠颈斑鸠 4 种。前 2 者主要活动于调查区生境较好的灌丛、林地等区域；后 2 者分布较广，调查区的生境均有分布。

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）。有雀鹰、普通鵟和红隼 3 种。主要活动于调查区林地、林缘、峡谷岩壁等区域，范围较广。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）。有白腰雨燕（*Apus pacificus*）、戴胜（*Upupa epops*）、大拟啄木鸟、灰头绿啄木鸟（*Picus canus*）、斑姬啄木鸟（*Picumnus innominatus*）和黄颈啄木鸟（*Dendrocopos darjellensis*）6 种。分布于各种树林中，有部分也在林缘村庄内活动。。

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）。雀形目的所有鸟类都为鸣禽，共 69 种，广泛分布于评价区，主要生境为林地、灌丛或农田，部分种类如麻雀（*Passer montanus*）、家燕、白头鹎等常进入人为活动较为密集的区域。

3）区系类型

按照区系类型分，将评价区内的鸟类分为 3 种区系类型：东洋种 39 种，占评价区鸟类总数的 44.83%；广布种 18 种，占评价区鸟类总数的 20.69%；古北种 30 种，占评价区鸟类总数的 34.48%。

4）居留型

在评价区范围内的鸟类中，有留鸟 59 种，占评价区鸟类总数的 67.82%；夏候鸟 11 种，占评价区鸟类总数的 12.64%；冬候鸟 9 种，占评价区鸟类总数的 10.34%；旅鸟 8 种，占评价区鸟类总数的 9.20%。在评价区范围内繁殖鸟（留鸟和夏候鸟）有 70 种，占评价区鸟类总数的 80.46%，非繁殖鸟（冬候鸟和旅鸟）17 种，占鸟类总数的 19.54%。表明评价区中繁殖鸟占大多数，本区域林地繁茂，水源丰富，气候适宜，有很多适宜鸟类栖息繁殖的生境，故大多数鸟类在本地区繁殖生活。

表 4.3.3-3　　枕头坝二级水电站评价区鸟类调查表

	数量	状态	生境	海拔（m）	来源	相对数量
1、红腹角雉	1	觅食	溪边	600	调查	+
2、山斑鸠	16	鸣叫	树林	1200、850	调查	++
3、珠颈斑鸠	12	鸣叫	树林	1000、500	调查	++
4、白鹭	2	停歇	河流	635	调查	++
5、戴胜	6	觅食	灌丛、乔木	760	调查	++
6、大拟啄木鸟	2	觅食	乔木	650	调查	+
7、棕背伯劳	2	停歇	灌丛	770	调查	++
8、家燕	50	觅食	空中	635	调查	+++

9、金腰燕	30	觅食	空中	635	调查	++
10、白鹡鸰	30	觅食、鸣叫	河边	525－620	调查	+++
11、领雀嘴鹎	2	鸣叫	灌丛、乔木	635	调查	++
12、黄臀鹎	2	停息	灌丛、乔木	750	调查	++
13、白头鹎	24	觅食、停歇	灌丛、乔木	765	调查	+++
14、红嘴蓝鹊	2	觅食	乔木	935	调查	+
15、喜鹊	30	停歇、鸣叫	灌丛、农田	560－1300	调查	+++
16、大嘴乌鸦	1	飞行	灌丛	675	调查	+
17、红尾水鸲	29	觅食、停息	溪边	550－640	调查	+++
18、白顶溪鸲	2	觅食	溪边	550－650	调查	+
19、小燕尾	1	飞行	溪边	780	调查	++
20、乌鶲	13	停歇、鸣叫	灌丛、乔木	560、750	调查	++
21、橙胸姬鹟	1	停歇	灌丛	590	调查	+
22、方尾鹟	15	觅食	灌丛	760	调查	+
23、红嘴相思鸟	1	停歇	灌丛	850	调查	+
24、画眉	1	鸣叫	灌丛	635	调查	++
25、白颊噪鹛	1	鸣叫	灌丛	720	调查	+++
26、橙翅噪鹛	21	鸣叫、觅食	灌丛、乔木	590、660	调查	+
27、棕头鸦雀	6	觅食	灌丛	590－770	调查	++
28、强脚树莺	12	觅食	灌丛	760	调查	+++
29、黄腹树莺	3	觅食	灌丛	800	调查	+
30、黄眉树莺	12	觅食	灌丛	790	调查	+++
31、黄腹柳莺	9	觅食	灌丛	750	调查	++
32、冠纹柳莺	30	觅食	灌丛、竹林	760	调查	+
33、暗绿绣眼鸟	50	觅食	灌丛、竹林	750	调查	++
34、大山雀	17	觅食	灌丛	540－760	调查	++
35、麻雀	59	觅食、停歇	灌丛	590－860	调查	+++
36、金翅雀	2	停息	灌丛	750	调查	++
37、三道眉草鹀	5	觅食、停歇	灌丛	730、790	调查	++

注：+可见但种群数量很少，++种群数量一般，+++种群数量较多

（4）兽类

1）种类、数量及分布

次兽类调查主要采用访问调查，对调查区常住居民进行走访，根据其描述确定种类、相对数量，并结合样线调查进行野外实地调查以及参考历史文献资料。

根据本次调查结果，并结合以往相关资料，枕头坝二级水电站评价区有兽类 5 目 12 科 19 种（详见表 4）。其中，啮齿目最多，有 7 种，占评价区野生兽类总数的 36.84%，其次是食肉目，共有 5 种，占评价区内野生兽类总数的 26.32%。评价区内有国家Ⅱ级重点保护兽类 2 种，分别为猕猴（*Macaca mulatta*）、藏酋猴（*Macaca thibetana*）；四川省重点保护动物 1 种，为豹猫（*Prionailurus bengalensis*）。

2）区系类型

按照区系类型划分，将评价区的兽类分为以下 3 类：东洋种 12 种，占评价区兽类总数的 63.16%，广布种 4 种，占评价区兽类总数的 21.05%，古北种 3 种，占评价区兽类总数的 15.79%。兽类的迁移能力比两栖爬行类稍强，评价区属于东洋界与古北界的过渡区域，因此，部分出现部分古北界种向东洋界渗透的现象。

3）生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，将上述种类分为以下 5 种生态类型：

地下生活型（主要在地下打洞生活，较少到地面活动）：有长吻鼹（*Euroscaptor longirostris*）、中华竹鼠（*Rhizomys sinensis*）2 种。主要分布在调查区树林、竹林，选择干燥的地段掘洞营巢。

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括鼬獾（*Melogale moschata*）、黄鼬（*Mustela sibirica*）、黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）、褐家鼠（*Rattus novegicus*）、中华姬鼠（*Apodemus draco*）、北社鼠（*Niviventer confucianus*），共 6 种。主要分布在调查区山林、村落周边林地、灌丛中。

地面生活型（在地面上觅食、栖息的动物，部分物种偶尔上树）：豹猫、野猪（*Sus scrofa*）、小麂（*Muntiacus reevesi*），共 3 种。主要分布在调查区林地、峡谷两侧坡度较缓崖壁等区域。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的哺乳类）：赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、岩松鼠（*Sciurotamias davidianus*）2 种。主要栖息于调查区的林地区域。

半树栖型（既在地上活动、又善于树上攀援的食肉哺乳类）：猕猴、藏酋猴 2 种。主要活动于调查区的植被相对较好、范围较大的林地区域。

4.3.3.3 重点保护野生动物

评价区内无国家Ⅰ级重点保护野生动物；国家Ⅱ级重点保护 7 种，其中两栖动物 1 种，大鲵；鸟类 4 种，分别为红腹角雉、普通鵟、雀鹰和红隼；兽类 2 种，分别为猕猴、藏酋猴。四川省级重点保护动物 4 种，分别是尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟和豹猫。各物种在调查区主要分布、生境、数量详见表 4.3.3-4。

表 4.3.3-4　　枕头坝二级水电站评价区重点保护动物名录

种名	调查区分布及生境	数量级	保护级别
1. 大鲵 *Andrias davidianus*	大渡河干流分布。	+	国家Ⅱ级
2. 红腹角雉 *Chrysolophus pictus*	单独或成小群活动，喜有矮树的山坡及次生的亚热带阔叶林及落叶阔叶林。	+	国家Ⅱ级
3. 普通鵟 *Buteo japonicus*	大渡河峡谷、高山林地分布。	+	国家Ⅱ级
4. 雀鹰 *Accipiter nisus*	大渡河峡谷、支沟、高山林地分布。	+	国家Ⅱ级
5. 红隼 *Falco tinnunculus*	大渡河峡谷、支沟、高山林地分布，留鸟。	+	国家Ⅱ级
6. 猕猴 *Macaca mulatta*	主要分布在海拔 1000m 以上林木较为丰富的峡谷、支沟及高山林地。	++	国家Ⅱ级
7. 藏酋猴 *Macaca thibetana*	主要分布在海拔 1000m 以上林木较为丰富的峡谷、支沟及高山林地。	++	国家Ⅱ级
8. 尖吻蝮 *Deinagkistrodon acutus*	主要分布于海拔 1500m 以下的溪沟、灌丛灌草丛等区域。	++	省级
9. 白鹭 *Egretta garzetta*	大渡河干流水域，迁徙过境或留鸟。	+	省级
10. 大拟啄木鸟 *Megalaima virens*	主要分布于植被丰富的林地。	++	省级
11. 豹猫 *Felis bengalensis*	生境广泛，海拔分布梯度大，常见。	++	省级

4.3.4 典型工程区动植物分布情况

评价区典型区域，是指评价区内工程占地区域。包括枢纽工程区（坝址区、淹没区）、渣场等。

表 4.3.4-1　　工程区陆生生态环境现状

类型		植物现状	动物现状	现场照片
渣场	河道整治开挖渣料转运厂	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌草地。常见植物群系有银合欢灌丛、类芦灌草丛等，常见植物有桉树、滇杨、银合欢、黄连木、构树、蔓生莠竹、狗尾草等。	常见动物有泽陆蛙、白头鹎、红尾水鸲、家燕、金腰燕、白鹡鸰、褐家鼠等。	
施工工厂设施	砂石加工厂	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌草地。常见植物有狗尾草、鬼针草、马唐、青蒿、蜈蚣草等。	常见动物有褐家鼠、麻雀等。	

	供水厂	土地类型以耕地为主，零星分布有灌灌草地。常见的农业植被为玉米，植物杨树、葎草、狗尾草等。	常见动物有褐家鼠、麻雀、家燕、喜鹊、中华石龙子、白头鹎等。	
	钢筋加工厂	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌灌草地。常见植物有桉树、构树、芭蕉、类芦、雪松等。	常见动物有褐家鼠、麻雀、家燕、喜鹊、中华石龙子、白头鹎、金腰燕、白鹡鸰等。	
	木材加工厂			
	机电及金属结构安装场			
	机械修配、汽车修配厂及机械停放场			
施工道路	1#公路	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌灌草地。常见植物有黄葛树、梧桐、葎草、构树、五月艾等。	常见动物有乌鸫、褐家鼠、麻雀、白鹡鸰、喜鹊等。	
	2#公路	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌灌草地。常见植物有柑橘、女贞、鬼针草、马唐、苎草、铁苋菜等。	常见动物有中国石龙子、褐家鼠、麻雀、家燕、喜鹊、乌梢蛇、白头鹎、珠颈斑鸠、白鹡鸰等	
	进厂公路	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌灌草地。常见的植物有黄葛树、女贞、红花檵木、狗牙根等。	常见动物有白鹭、棕尾伯劳、红尾水鸲、白顶溪鸲、白鹡鸰等。	

	施工便道	土地类型以建设用地为主，零星分布有灌灌草地。常见的植物主要为黄葛树等	常见动物有家燕、白鹭、金腰燕、棕尾伯劳、红尾水鸲、白顶溪鸲、白鹡鸰等。	
坝址	枕头坝二级主体工程	土地类型以建设用地、水域为主，零星分布有灌灌草地。常见植物有桉树、滇杨、鞍叶羊蹄甲、山麻秆、狗牙根、熊耳草、车前等。	常见动物有金腰燕、乌鸫、白鹡鸰、红尾水鸲、白顶溪鸲等。	
淹没区	水库淹没区	土地类型以灌草地为主。常见植物群系有银合欢、鞍叶羊蹄甲灌丛、类芦灌草丛等，常见植物有银合欢、黄连木、鞍叶羊蹄甲、黄荆、蔓生莠竹、蜈蚣草等。	常见动物有中国石龙子、金腰燕、家燕、喜鹊、白鹡鸰、红尾水鸲、白顶溪鸲、北社鼠等。	

4.3.5 陆生生态系统类型及结构功能特点

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，可分为自然的森林生态系统、灌丛生态系统、灌草丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城市生态系统。

根据遥感解译数据，评价区内各生态系统面积（详见表 4.3.5-1）。评价区内生态系统以森林生态系统、灌丛生态系统为主，城市生态系统、湿地生态系统所占面积相对较小。

表 4.3.5-1　　评价区各生态系统面积及比例

生态系统类型	面积（hm^2）	所占比例（%）
森林生态系统	1581.95	39.49%
灌丛生态系统	901.57	22.50%
草地生态系统	670.77	16.74%
农田生态系统	408.98	10.21%
城市生态系统	310.38	7.75%
湿地生态系统	132.59	3.31%
总计	4006.24	100.00%

注：表中的生态系统中未统计其他用地的面积 33.61hm^2。

4.3.2.1 森林生态系统

根据卫片解译，评价区森林生态系统面积为 1581.95hm²，占评价区生态系统总面积的 39.49%，根据现场调查，评价区森林生态系统主要分布于评价区左右岸山体的中上部。

（1）生态系统结构

1）植被现状

评价区内山体中上部人为干扰较为小，有林地主要分布于评价区左右岸山体的中上部。评价区森林生态系统内植被以阔叶林、针叶林为主，评价区内阔叶林广泛较为零散，常见的群系有桤木林（Form. *Alnus cremastogyne*）、滇杨林（Form. *Populus yunnanensis*）；针叶林在评价区内零星分布，常见的群系有柳杉林（Form. *Cryptomeria japonica* var.*sinensis*）、杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）等。

2）动物现状

森林生态系统是各种动物的良好避难所，也是评价区内野生动物的主要活动场所，如两栖类中的树栖型：华西雨蛙（*Hyla annectans*）和斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）；爬行类中的灌丛石隙型：中国石龙子（*Eumecus chinensis*）、尖吻蝮（*Deinagkistrodon acutus*），林栖傍水型：王锦蛇（*Elaphe carinata*）、乌梢蛇（*Ptyas dhumnades*）、双斑锦蛇（*Elaphe bimaculata*）、翠青蛇（*Cyclophiops major*）等；鸟类中的猛禽：雀鹰（*Accipiter nisus*）、普通鵟（*Buteo japonicus*）和红隼（*Falco tinnunculus*）等，鸣禽：黑卷尾（*Dicrurus macrocercus*）、松鸦（*Garrulus glandarius*）、大山雀（*Parus cinereus*）等；以及隐纹花松鼠（*Tamiops swinhoei*）、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）、野猪（*Sus scrofa*）等兽类。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能主要有：光能利用、调节气候、涵养水源、改良土壤、净化空气、保持水土、防风固沙、吸烟滞尘、改变区域水热状况、孕育和保存生物多样性等方面。

2）生态系统特点

评价区森林生态系统分布较为零散，其主要特点有：①森林生态系统内植被

受人为干扰严重，在山坡中上部植被多为次生林为主，在山坡下部植被多以人工林为主；②森林生态系统内群系结构简单，动植物种类组成相对贫乏，食物网结构、营养结构相对较简单。

4.3.2.2 灌丛生态系统

根据卫片解译，评价区灌丛生态系统面积为 901.57hm²，占评价区生态系统总面积的 22.50%，根据现场调查，评价区灌丛生态系统在评价区内主要分布两岸山体的中下部。

（1）生态系统结构

1）植被现状

灌丛多是森林遭到毁坏后次生演替形成。评价区灌丛生态系统内植被类型有灌丛、灌草丛。在评价区内常见的群系有小梾木灌丛（Form. *Cornus quinquene rvis*）、银合欢灌丛（Form. *Leucaena leucocephala*）、鞍叶羊蹄甲灌丛（Form. *Bauhinia brachycarpa*）、长波叶山蚂蝗灌丛（Form. *Desmodiumsequax*）、水麻灌丛（Form. *Debregeasia orientalis*）等。

2）动物现状

陆生动物主要有两栖类的中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）等；爬行类的、中国石龙子、尖吻蝮（*Deinagkistrodon acutus*）等；鸟类的环颈雉（*Phasianus colchicus*）、强脚树莺（*Horornis fortipes*）、棕头鸦雀（*Paradoxornis webbianus*）等，兽类的中华竹鼠（*Rhizomys sinensis*）等。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

灌丛生态系统形态结构及营养结构相对简单，分布范围广，适应性强。其生态服务功能主要有：涵养水源、保持水土、防风固沙和改变区域水热状况等方面。

2）生态系统特点

评价区灌丛生态系统分布广泛，其主要特点是：①评价区灌丛生态系统多由于森林、灌丛被反复砍伐破坏，土壤日益贫瘠，生境趋于干旱化所形成的次生类型；②评价区灌丛生态系统受人为干扰较强烈，植被类型及群系种类组成较贫乏，群系结构和动植物种类组成较简单；③评价区灌丛生态系统内种群密度、群落结构和生产力的时空变化较大，主要是受到水分的限制。

4.3.2.3 草地生态系统

根据卫片解译，评价区草地生态系统面积为 670.77hm²，占评价区生态系统总面积的 16.74%。根据现场调查，评价区草地生态系统主要沿河流、村落、道路等分布。

（1）生态系统结构

1）植被现状

评价区草地生态系统内植被以山地草丛为主，主要分布于中低山区，常见的群系有五节芒草丛（Form. *Miscanthus floridulus*）、类芦草丛（Form. *Neyraudia reynaudiana*）、蝎子草草丛（Form. *Girardinia diversifolia* subsp. *Suborbiculata*）等。

2）动物现状

评价区内草地生态系统包括陆栖型两栖类如：中华蟾蜍、泽陆蛙等；林栖傍水型爬行类如：双斑锦蛇（*Elaphe bimaculata*）、虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）等；鸟类中的陆禽如：环颈雉（*Phasianus colchicus*）等、攀禽如：戴胜（*Upupa epops*）等、部分鸣禽如：白颊噪鹛（*Garrulax sannio*）等；兽类中穴居型种类如：中华姬鼠（*Apodemu sdraco*）等。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

评价区草地生态系统多分布山坡下部，多由森林生态系统退化形成，生态系统内植被类型及群系组成简单，动植物种类贫乏，其生态服务功能不强，主要体现在涵养水源、保持水土、防风固沙等方面。

2）灌草地生态系统特点

评价区灌草地生态系统分布面积相对较小，灌草地类型较简单，其主要特点是：评价区灌草地生态系统受人为活动影响较强烈，灌草地生态系统内群系结构及动植物种类组成较为单一。

4.3.2.4 湿地生态系统

根据卫片解译，评价区湿地生态系统面积为 132.59hm^2，占评价区生态系统总面积的 3.31%。根据现场调查，评价区湿地生态系统主要为大渡河及其汇入的支流。

（1）生态系统结构

1）植被现状

评价区湿地主要为大渡河，大渡河水位较高且水流较急不适宜水生植物的生长，现场调查河道两岸均有采砂活动人为干扰较大。评价区湿地生态系统植被类型较为简单。常见的湿地植被主要为水麻灌丛、水蓼灌草丛（Form. *Polygonum hydropiper*）等。

2）动物现状

湿地生态系统分布的野生动物有两栖爬行类中的黑斑侧褶蛙（*Pelophylax nigromaculata*）、泽陆蛙（*Fejervarya limnocharis*）等；鸟类中的白鹭（*Egretta garzetta*）、红嘴鸥（*Chroicocephalus ridibundus*）矶鹬（*Tringa hypoleucos*）和白胸苦恶鸟（*Amaurornis phoenicurus*）等涉禽以及红尾水鸲（*Rhyacornis fuliginosa*）等傍水型种类。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

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

2）湿地生态系统特点

评价区湿地生态系统分布面积相对较小，湿地类型较简单，其主要特点是：评价区湿地生态系统受人为活动影响较强烈，湿地生态系统内群系结构及动植物种类组成较简单。

4.3.2.5 农田生态系统

根据卫片解译，评价区农业生态系统面积为 408.98hm²，占评价区生态系统总面积的 10.21%，根据现场调查，评价区农田生态系统多分布于两岸山体的中下部。

（1）生态系统结构

1）植被现状

评价区农业生态系统内植被以农作物、经济作物为主，常见的农作物有玉米、薯类等，常见的经济作物有油菜、花生等。

2）动物现状

农田生态系统分布的野生动物主要有两栖爬行类中的中华蟾蜍、泽陆蛙、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）等，鸟类的棕背伯劳（*Lanius schach*）、喜鹊（*Pica pica*）、家燕（*Hirundo rustica*）、麻雀（*Passer montanus*）等；兽类中的黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）、褐家鼠（*Rattus novegicus*）等小型啮齿目种类。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

农田生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料，以及提供生物生源等。此外，农田生态系统也具有大气调节、环境净化、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

2）生态系统特点

农田生态系统是评价区最常见的生态系统之一，其主要特点是：①由于评价区地理环境等特点，区域内农田生态系统不均匀分布，在评价区内农田生态系统多分布两岸山体的中下部；②评价区农田生态系统内群落结构及种类组成较简单，常为单优群落，伴生有杂草、昆虫、土壤微生物、鼠、鸟等其他小动物。

4.3.2.6 城市生态系统

根据卫片解译，评价区城市生态系统面积为310.38hm²，占评价区生态系统总面积的7.75%。根据现场调查，评价区城市生态系统主要沿着区域内的大渡河河道两岸呈狭长型集中分布。

（1）生态系统结构

1）植被现状

评价区城市生态系统内植物多零散分布，以绿化树种和经济树种为主，常见的树种有黄葛树、核桃、花椒等。

2）动物现状

城市生态系统中人为扰动大，且植被面积少，人工绿化植物多，供动物觅食、栖息、繁殖的生境很少，因此此种生态系统里生活的动物很多是广布的，适应能力很强的物种。同时，由于有人类的庇护，动物可以逃避其天敌，因此也有一部分动物是喜傍人生活的，对人类的依赖性较大，这类动物也占有一定的比例。城市生态系统中分布的动物以与人类伴居的种类为主，常见有麻雀、喜鹊、棕背伯劳和各种鼠类等。

（2）生态系统功能及特点

1）生态系统功能

城市是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城市生态系统的生态服务功能主要是提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产以及满足人类精神和物质生活需求的功能。

2）生态系统特点

评价区城市生态系统分布零散，其主要特点是：①受评价区地势地貌、水分影响，评价区城市生态系统分布较为集中；②评价区城市生态系统内动植物种类较少，植被面积较小，生物量及生产力低下。

4.3.6 景观生态体系

4.3.6.1 景观生态体系组成

评价区景观生态体系组成杉木、柳杉等针叶林组成的森林景观为主，面积为1581.95hm^2，占评价区总面积的39.16%，其次为以银合欢、牡荆等为主的灌丛，面积为901.57hm^2，占评价区总面积的22.32%，评价区其它拼块面积相对较小，其景观生态体系组成及规模详见表4.3.6-1。

表4.3.6-1　　评价区景观拼块的面积统计表

斑块类型	面积（hm^2）	所占比例（%）
1.以杉木、柳杉等为主的针叶林森林景观	1581.95	39.16
2.以银合欢、牡荆等为主的灌丛景观	901.57	22.32
3.以五节芒、类芦等为主的灌草丛景观	670.77	16.60
4.以玉米等为主的农作物景观	408.98	10.12
5. 以大渡河为主的水域景观	132.59	3.28
6.以交通、居住区用地为主的建筑景观	310.38	7.68
7.其他	33.61	0.83
合计	4039.85	100.00

注：表中未计算评价区的其他用地33.61hm^2。

4.3.6.2 景观体系生物生产力

（1）区内土地自然生产力

土地的自然生产力是指单位面积土地在当地自然环境的水热条件下，在单位时间内生产有机物质的重量（干重），通常用t/hm^2.a表示。采用H.lieth生物生产力的经验公式，可估算出库区库周土地的自然生产力：

$Y_1=3000/(1+e^{1.315-0.119t})$

$Y_2=3000\ (1-e^{-0.000664p})$

式中：Y_1——根据年平均温度（t，℃）估算的热量生产力，单位为 $g/m^2 \cdot a$；

Y_2——根据年平均降水量（p，mm）估算的水分生产力，单位同上。

本工程大部分区域位于乐山市内，根据乐山市相关资料介绍，评价区所在地多年平均降水量 1300mm，多年平均气温 16.5℃，区内热量生产力为 15949.81$g/m^2 \cdot a$，水分生产力为 2808.33$g/m^2 a$，区内热量生产力大于水分生产力，土地自然生产力受水分条件限制稍大，因此本区土地自然生产力以其平均的水分生产力 2808.33$g/m^2 \cdot a$ 来表示。即评价区生物生产力本底值为 28.0833$t/hm^2 \cdot a$。

（2）各斑块的实际生产力

斑块实际生产力是指斑块在现实生态环境中，由于受到水分、热量以外的其他环境因素以及人为活动的影响而具有的实际生产能力。根据评价区域各类土地的现状调查数据，以森林、灌丛、灌草丛等的生物量、耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生产力。由于在实际取样中难以对土地所生产出来的全部物质加以全部采集，故仅以其有效部分的生物量为依据，称之为净生产力。通过野外调查获得灌丛、灌草丛斑块的实测净生物量（包括地下部分），从而得到金河口区枕头坝二级评价区内各景观斑块的实际净生产力，结果见表 4.3.6-2。

表 4.3.6-2　枕头坝二级水电站工程评价范围各类斑块的实际净生产力

斑块类型	实际净生物量（t/hm²）	生长期（a）	平均净生产力（t/hm².a）	各类斑块面积		各类斑块总净生产力	
				面积（hm²）	比重（%）	总净生产力（t/a）	比重（%）
森林景观	100.59	15	6.71	1581.95	39.16	10614.88	32.98
灌丛景观	62.43	5	12.48	901.57	22.32	11251.59	34.96
灌草丛景观	23.75	3	7.92	670.77	16.60	5312.498	16.51
农作物景观	11.07	1	11.07	408.98	10.12	4527.409	14.07
水域景观	3.59	1	3.59	132.59	7.68	475.70	1.48
建筑景观	—	—	—	310.38	3.28	—	—
其他	—	—	—	33.61	0.83		
合计	—	—	（7.97）	4039.85	100.00	32182.38	100.00

评价区内各斑块的生产力具有以下特征：

1）在评价区所有斑块中，以灌丛斑块的总净生产力最高。其总净生产力为 11251.59t/a，占评价区总净生产力的 34.96%。森林斑块面积仅次于灌丛斑块，其总净生产力为 10614.88t/a，占总净生产力的 32.98%，居第 2 位。

2）评价区中，自然斑块的总净生产力为：灌丛>森林>灌草丛。

3）评价区内各斑块的平均净生产力为 7.97t/hm².a，仅为自然生产力的 28.38%，说明本区河谷地貌、地势陡峭以及人类不良的行为活动干扰的影响较大，加之评价区农业生产水平低下，使得区域的平均净生产力处在较低水平。

4.3.6.3 自然体系生态稳定性分析

优势度值（D_o）=$\{(R_d+R_f)/2+L_p\}/2\times100$

密度（R_d）＝嵌块 i 的数目/嵌块总数×100

频度（R_f）＝嵌块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例（L_p）=嵌块 i 的面积/样地总面积×100

表 4.3.6-3　　评价区各类斑块优势度值表

斑块类型	R_d（%）	R_f（%）	L_p（%）	D_o（%）
森林景观	31.37	27.31	39.49	34.42
灌丛景观	20.84	20.34	22.50	21.55
灌草丛景观	22.20	20.65	16.74	19.08
农作物景观	8.46	13.04	10.21	10.48
水域景观	2.01	7.45	3.31	4.02
建筑景观	15.12	13.56	7.75	11.05

评价区各斑块类型中，森林是环境资源斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。森林的优势度 Do 最高，达 34.42%，说明有林地是该地区的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

4.4 区域环境质量现状调查及监测

4.4.1 地表水环境质量

4.4.1.1 污染源现状

本次污染源调查范围包括枕头坝一级坝址至拟建沙坪一级坝址之间的大渡河干流河段。污染源包括点污染源和面污染源。

（1）点污染源

从污染源形式上看，评价河段点污染源由工业污染负荷和城镇生活污染负荷两部分组成；库区河段和坝址下游河段。

1）库区段点污染源

库区段内现状有 1 处城镇污水处理厂，2 处企业集中式污水处理设施，其中 1 处城镇污水处理厂为共安乡污水处理厂，设计处理能力 50m³ /d,采用 A2/O 生化

处理工艺，污水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标， 2 处企业集中污水处理设施为铁合金工业企业污水处理厂，自行处理达标后排放。本次工业污染排放状况以各区县统计上报数据为基础，结合环境统计数据及典型行业实地调查，并参考《铁合金工业污染物排放标准》(GB 28666-2012)、《排污许可证申请与核发技术规范 铁合金冶炼工业（征求意见稿）》（环办标征函〔2019〕44 号）等相关要求。

表 4.4.1-1　　现状年（2017 年）水库库区点污染源统计表

序号	排污单位	乡镇	污染负荷（t/a）			
			COD	NH_3-N	TP	TN
1	共安污水处理厂	共安	64.79	6.48	0.65	19.4
2	四川金河硅业有限责任公司	永和镇	0.2	0.03	0	0
3	康宁有限责任公司		1.66	0.25	0	0
合计			66.7	6.8	0.7	19.4

2）坝址下游河段

枕头坝二级坝址下游河段涉及工业企业较多，主要是食品加工（腊肉）、金属压延加工（铁合金产品深加工）、轻工业（木材加工）、建材（混凝土拌合站）等生产废水产生量小的企业，大部分可实现废水综合利用的行业，少量企业（乐山市金口河区和平张村沟生猪定点屠宰场）废水自行处理达标后进入城镇污水处理厂处理后排放。现状条件下，坝址下游河段 2 个污水处理厂，分别为永和镇污水处理厂和金口河区污水处理厂（执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标）。

表 4.4.1-2　　现状年（2017 年）坝下河段点污染源统计表

污水处理厂名称	规模	COD（t/a）	NH_3-N（t/a）	TP（t/a）	TN（t/a）
永和镇污水处理厂	200t/d	3.65	0.365	0.0365	1.095
金口河区污水处理厂	2500t/d	45.63	4.56	0.46	13.69
合计		49.28	4.93	0.49	14.78

（2）面污染源

评价河段面源污染包括农村生活污水面源排放、畜禽养殖排放、农田径流污染排放。枕头坝二级库区主要涉及的共安彝族乡，坝下主要涉及和平彝族乡、永

河镇和金河镇。

1）农村生活污水面源排放

根据统计年鉴，以枕头坝二级水电站评价范围内人口数为基准，采用产污系数法计算规划区农村生活污水的产生量。评价河段各乡镇现状年农村生活污水污染负荷计算结果见下表。

表 4.4.1-3　现状水平年（2017 年）库区农村生活污水污染负荷统计表

城镇	农村生活污染物排放量(t/a)			
	COD	NH_3-N	TP	TN
和平彝族乡	204.27	32.94	3.76	46.66
共安彝族乡	22.56	8.81	1.1	2.44
永和镇	10.37	1.82	0.21	2.59
金河镇	27.83	4.6	0.52	6.54
小计	265.03	63.2	16.4	85.41

2）畜禽养殖排放

根据统计年鉴、《畜禽养殖业污染物排放标准》、《四川省重点小流域水污染防治规划》、（四川省环境保护科学研究院）、《全国规模化畜禽养殖业污染情况调查及防治对策》（2002 年）、2010 年度普查动态更新——畜禽养殖业产污系数（眉山市）、《畜禽养殖业污染物排放标准》（GB 18596-2001）、《长江上游非点源污染特征及其变化规律》，综合去确定畜禽污染物排放量取值，畜禽养殖污染负荷计算结果如下表。

表 4.4.1-4　现状水平年（2017 年）库周乡镇畜禽养殖污染负荷统计表

河流	城镇	畜禽养殖现状				COD	NH_3-N	TP	TN
		猪	牛	羊	家禽				
大渡河	和平彝族乡	6883	198	843	28906	213.44	7.75	2.46	23.80
	共安彝族乡	4665	134	571	19592	144.64	5.25	1.67	16.13
	永和镇	1377	40	169	5782	42.75	1.55	0.49	4.77
	金河镇	1282	37	157	5384	39.77	1.44	0.46	4.43
小计		14208	408	1740	59665	440.50	15.99	5.08	49.11

3）农田径流污染排放

评价区影响区域内的农业污染以面源污染为主，污染源主要来自于河段两岸土壤中残存的化肥、农药，通过地表径流进入河道。根据乐山 2018 统计年鉴确定现状水平年库周及坝下研究范围内涉及乡镇耕地面积，参考《全国水环境容量

核定技术指南》、《不同降雨条件下非点源污染氮负荷入河系数研究》确定农田径流入河系数，综合确定农田径流污染负荷见下表。

表 4.4.1-5　　现状年（2017 年）库周农田径流污染负荷统计表

河流	城镇	COD	NH_3-N	TP	TN
大渡河	和平彝族乡	22.02	0.88	0.35	5.20
	共安彝族乡	16.65	0.67	0.27	3.93
	永和镇	0.97	0.04	0.02	0.23
	金河镇	8.32	0.33	0.13	1.96
	小计	47.95	1.92	0.77	11.32

（3）综合评价

评价范围以污染负荷主要源于面污染源。据统计，评价范围污染源各污染因子负荷量分别为 COD869t/a、NH_3-N92t/a、TP23t/a、TN180t/a。从污染形式上看，评价河段以面源污染源为主，点污染源主要来源于共安乡污水处理厂、四川金河硅业有限责任公司、康宁有限责任公司两家企业和坝下永和镇污水处理厂、金口河区污水处理厂。 面污染源以畜禽养殖、农村散排为主。面污染源具有分散性、隐蔽性、随机性、潜伏性、累积性等特点，其中，农村散排与畜禽养殖之和占总量超过八成。

表 4.4.1-6　　评价范围现状年（2017 年）污染负荷汇总表

污染类别		COD (t/a)	NH_3-N (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
点源	工业	1.86	0.28	0	0
	城镇	114.07	11.41	1.14	34.18
面源	农村散排	265. 03	63.2	16.4	85.41
	畜禽养殖	440.5	15.99	5.08	49.11
	农田径流	47.95	1.92	0.77	11.32
点源小计		115.93	11.69	1.14	34.18
面源小计		753.48	81.11	22.25	145.84
合计		869.41	92.8	23.39	180.02
点源占比(%)		13.33%	12.60%	4.87%	18.99%
面源占比(%)		86.67%	87.40%	95.13%	81.01%

4.4.1.2 地表水质监测资料调查收集

（1）监测断面

金口河区监测站常规水质监测断面分别为大渡河入境（关村坝）和出境处（宜坪），干流水质目标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

（2）监测时间

常规监测分别在每年的 3 月、8 月及 11 月开展一次，本项目选取近三年（2017～2019 年）监测资料进行分析，

（3）监测指标

常规监测指标主要有水温、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、六价铬、挥发酚。

（4）监测结果

采用极值法在每期监测资料中选出较差的数据，根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），用单因子评价法评价地表水水质类别，根据评价时段内该断面参评的指标中类别最高的一项来确定。

从整体水质水平来看，2017～2019 年大渡河在金口河区入境断面（关村坝）和出境断面（宜坪）各主要水质因子能够稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水标准要求。因此，大渡河干流金口河段常规水质较为稳定。

4.4.1.3 地表水质现状监测

我公司委托四川省核工业辐射测试防护院对评价范围水质进行监测。

（1）采样时间、频率及监测分析方法

枯水期、平水期、丰水期各 1 期，即 2019 年 3 月、2019 年 5 月、2019 年 7 月各监测 1 期，每期连续监测 3 天。水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）规定执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《地表水和污水监测技术规范》等执行。

（2）监测断面

2019 年 3 月（枯水期）共在工程河段布置 6 个水质监测断面，分别为对 W1 枕头坝二级库尾断面、W2 枕头坝二级坝址上游 0.5km 断面、W3 枕头坝二级坝址下游 1.8km 跨河桥断面、W4 枕头坝二级坝址下游 5km 断面、W5 沙坪一级坝址断面、W6 支流金口河断面（支流金口河河口上游 0.5km）、W7 支流江沟断面（支流江沟河口上游 0.5km），见表 4.4.1-7。

表 4.4.1-7　　本项目地表水监测断面布设情况

序号	枯水期监测断面（2019 年 3 月）	丰、平水期监测断面（2019 年 5、7 月）
1	W1 枕头坝二级坝址上游 5km 库尾断面	W1 枕头坝一级坝址上游 2.5km

2	W2 枕头坝二级坝址上游 0.5km	同枯水期
3	W3 枕头坝二级坝址下游约 1.8km 跨河桥	同枯水期
4	W4 枕头坝二级坝址下游 5km 断面	同枯水期
5	W5 枕头坝二级坝址下游 9km 断面（沙坪一级坝址）	同枯水期
6	W6 支流金口河上游 0.5km	同枯水期
7	无	W7 支流江沟河口上游 0.5km

3）监测指标

监测指标按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定的基本项目并根据本工程特点确定，包括水温（℃）、pH 值、溶解氧、透明度、高锰酸盐指数、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD_5）、氨氮（NH_3-N）、总磷、总氮、铜、锌、镉、铅、砷、汞、硒、石油类、挥发酚、六价铬、硫化物、氰化物、氟化物（以 F-计）、阴离子表面活性剂、悬浮物（SS）、粪大肠菌群（个/L）、叶绿素 a 共 27 项指标。

4）监测结果

本项目 2019 年丰平枯各水期水质监测数据及单因子指数评价结果见表 4.4.1-8～4.4.1-10。根据监测结果，评价河段不同时期水质状况有所差异：枯水期，除 W6 支流金口河断面的五日生化需氧量和总磷分别超标 1.15 倍和 4 倍外，其余各断面水质均达标；平水期，除 W6 支流金口河断面的总磷超标 2.9 倍外，其余各断面水质均达标；丰水期，W2、W3、W4、W6、W7 断面均存在总磷超标情况，最大超标 0.79 倍（W6 断面）。

表 4.4.1-8　　2019 年 3 月枯水期水质现状监测表

监测指标	W1 枕二库尾	W2 枕二上游 0.5km	W3 枕二下游 1.8km	W4 枕二级下游 5km	W5 枕二下游 9km	W6 支流金口河 上游 0.5km
水温	10.2	10.8	10.6	10.5	10.5	13
pH	8.21	8.19	8.23	8.34	8.45	8.4
溶解氧	8.07	7.26	7.38	7.61	7.51	7.01
透明度	79	/	/	/	/	/
高锰酸盐指数	0.9	0.9	0.9	1	0.9	5.9
化学需氧量	9	8	9	8	8	17
五日生化需氧量	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	***4.6***
氨氮	0.09	0.048	0.125	0.066	0.093	0.402
总磷	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	***0.8***
六价铬	未检出	0.005	0.006	0.00144	0.005	0.005

挥发酚	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铜	0.00126	0.00194	0.00996	0.00144	0.00273	0.00159
锌	0.00906	0.0126	0.0212	0.00959	0.0126	0.0152
镉	0.00023	0.0021	0.00021	0.00023	0.0002	0.00005
铅	0.00204	0.0024	0.00448	0.00147	0.0016	0.0071
砷	0.0008	0.0009	0.0008	0.0009	0.0008	0.0018
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
硒	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
硫化物	0.036	0.042	0.047	0.051	0.053	0.059
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	0.14	0.13	0.08	0.1	0.18	未检出
阴离子表面活性剂	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
悬浮物	15	21	20	15	21	50
粪大肠菌群	270	220	270	210	170	460
叶绿素 a	0.491	/	/	/	/	/

备注：水温单位为℃，pH 无量纲，粪大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。

表 4.4.1-9　　2019 年 5 月平水期水质现状监测表

监测指标	W1 枕一上游 2.5km	W2 枕二上游 0.5km	W3 枕二下游 1.8km	W4 枕二级下游 5km	W5 枕二下游 9km	W6 支流金口河上游 0.5km	W7 支流江沟河口上游 0.5km
水温	16.9	17.2	16.9	16.9	16.9	14.3	16.8
pH	7.92	7.92	7.86	7.83	7.79	8	7.98
溶解氧	8.72	8.84	8.86	8.83	8.98	9.97	9.17
透明度	59	/	/	/	/	/	/
高锰酸盐指数	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	2.1
化学需氧量	9	8	9	9	10	7	6
五日生化需氧量	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1	1.1
氨氮	0.166	0.118	0.256	0.181	0.171	0.203	0.283
总磷	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	***0.58***	0.08
六价铬	0.005	0.006	0.006	未检出	0.006	0.008	0.014
挥发酚	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铜	0.00205	0.00296	0.00243	0.00232	0.00226	0.00099	0.00212
锌	0.00913	0.0126	0.0137	0.0118	0.0121	0.00455	0.00945
镉	0.0002	0.0002	0.0002	0.00021	0.00019	未检出	0.00015
铅	0.00706	0.0134	0.0104	0.0102	0.0014	0.00185	0.00636
砷	0.0015	0.0015	0.0015	0.0016	0.0014	0.0017	0.0024
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
硒	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
石油类	未检出	0.02	0.02	未检出	0.02	0.03	0.01
硫化物	0.043	0.072	0.065	0.064	0.072	0.077	0.167

氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	0.15	0.16	0.13	0.13	0.13	0.07	未检出
阴离子表面活性剂	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
悬浮物	18	28	20	25	16	29	260
粪大肠菌群	270	220	270	270	330	260	170
叶绿素 a	0.598	/	/	/	/	/	/

备注：水温单位为℃，pH 无量纲，粪大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。

表 4.4.1-10　　2019 年 7 月丰水期水质现状监测表

监测指标	W1 枕一上游 2.5km	W2 枕二上游 0.5km	W3 枕二下游 1.8km	W4 枕二级下游 5km	W5 枕二下游 9km	W6 支流金口河上游 0.5km	W7 支流江沟河口上游 0.5km
水温	18.7	18.3	18.3	18.3	18.7	16.6	19.5
pH	8.41	8.4	8.33	8.38	8.4	8.61	8.68
溶解氧	8.32	8.92	9.33	9.15	9.05	8.86	8.49
透明度	17	/	/	/	/	/	/
高锰酸盐指数	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.8
化学需氧量	7	8	8	7	6	8	7
五日生化需氧量	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.9	0.7
氨氮	0.33	0.625	0.67	0.718	0.675	0.532	0.991
总磷	0.07	***0.24***	***0.27***	***0.21***	0.15	***0.79***	***0.22***
六价铬	0.005	0.006	0.005	0.005	0.007	未检出	0.01
挥发酚	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铜	0.00111	0.0084	0.00102	0.0011	0.00134	0.00113	0.00076
锌	0.00225	0.00436	0.00112	0.00463	0.00287	0.00518	0.00211
镉	0.0001	0.00007	0.00014	0.00013	0.00009	0.00005	未检出
铅	0.00066	0.00047	0.00086	0.00128	0.00072	0.00155	0.00028
砷	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0015	0.0021	0.0016
汞	0.00006	未检出	未检出	0.00008	0.00005	未检出	未检出
硒	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
硫化物	0.044	0.032	0.032	0.037	0.019	0.031	0.023
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	0.12	0.12	0.1	0.08	0.1	0.08	未检出
阴离子表面活性剂	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
悬浮物	310	624	672	531	313	29	555
粪大肠菌群	340	460	490	330	260	340	220
叶绿素 a	0.511	/	/	/	/	/	/

备注：水温单位为℃，pH 无量纲，粪大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。

4.4.1.4 地表水质现状评价

根据监测结果，评价河段不同时期水质状况有所差异：枯水期，除 W6 支流金口河断面的五日生化需氧量和总磷分别超标 1.15 倍和 4 倍外，其余各断面水质均达标；平水期，除 W6 支流金口河断面的总磷超标 2.9 倍外，其余各断面水质均达标；丰水期，W2、W3、W4、W6、W7 断面均存在总磷超标情况，最大超标 0.79 倍（W6 断面）。

分析表明，水质超标时期主要为丰水期，超标因子主要为总磷，超标原因主要是丰水期面源污染所致；另外，支流金口河存在五日生化需氧量超标现象，是其上游农村居民生活污水散排所致。

4.4.2 地下水环境质量

我公司委托四川省核工业辐射测试防护院对工程所处区域地下水水质进行了监测。

（1）采样时间、频率及监测分析方法

共监测 2 期，分别 2019 年 5 月（平水期）和 2019 年 7 月（丰水期），每期连续监测 2 天，监测方法按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）的规定执行。

（2）监测断面

布设 1 个地下水监测点位，为枕头坝库区共安乡公安村二河村附近地下水出露点。

（3）监测指标

监测项目按照《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)规定的基本项目并根据本工程特点确定。包括 pH、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、粪大肠杆菌、磷酸盐、林丹、滴滴涕、环氧七氯、敌敌畏、敌百虫、内吸磷、乐果、甲基对硫磷、马拉硫磷、对硫磷，共 38 项。

（4）监测结果

根据监测结果，2019 年丰水期及平水期监测点位地下水各监测指标均达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）表 1 中Ⅲ类标准限值要求。

表 4.4.2-1　　2019 年丰水期地下水监测结果一览表

监测项目	监测地点、时间及结果				标准限值
	GW1 枕头坝库区共安乡二河村（E103°02'14.25″，N29°14'14.43"）				
	07 月 17 日		07 月 18 日		
	监测数据	标准指数	监测数据	标准指数	
pH	8.05	0.525	8.01	0.505	6.5~8.5
钾	0.94	--	0.91	--	/
钠	1.22	0.0061	1.22	0.0061	≤200
钙	42.2	--	40.8	--	/
镁	28.3	--	27.7	--	/
碳酸根	未检出	--	未检出	--	/
碳酸氢根	228	--	215	--	/
氯化物（以 Cl^-计）	未检出	--	未检出	--	≤250
硫酸盐（以 SO_4^{2-}计）	38	0.152	38	0.152	≤250
氨氮	0.244	0.488	0.211	0.422	≤0.50
硝酸盐（以 N 计）	2.90	0.145	2.94	0.147	≤20.0
亚硝酸盐（以 N 计）	未检出	--	未检出	--	≤1.00
挥发酚	未检出	--	未检出	--	≤0.002
氰化物	未检出	--	未检出	--	≤0.05
砷	0.0009	0.09	0.0010	0.1	≤0.01
汞	未检出	--	0.00005	--	≤0.001
六价铬	未检出	--	未检出	--	≤0.05
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	204	0.45	204	0.45	≤450
铅	0.00010	0.01	未检出	--	≤0.01
氟化物（以 F^-计）	未检出	--	未检出	--	≤1.0
镉	未检出	--	未检出	--	≤0.005
铁	未检出	--	未检出	--	≤0.3
锰	未检出	--	未检出	--	≤0.10
溶解性总固体	242	0.24	243	0.24	≤1000
高锰酸盐指数	0.7	0.23	0.7	0.23	≤3.0
总大肠菌群	未检出	--	未检出	--	≤30
粪大肠菌群	未检出	--	未检出	--	/
磷酸盐	0.03	0.03	0.03	0.03	/
林丹	未检出	--	未检出	--	≤0.00200
滴滴涕	未检出	--	未检出	--	≤0.00100
环氧七氯	未检出	--	未检出	--	≤0.00040
敌敌畏	未检出	--	未检出	--	≤0.00100
敌百虫	未检出	--	未检出	--	/
内吸磷	未检出	--	未检出	--	/
乐果	未检出	--	未检出	--	≤0.0800
甲基对硫磷	未检出	--	未检出	--	≤0.0200
马拉硫磷	未检出	--	未检出	--	≤0.250
对硫磷	未检出	--	未检出	--	/

备注： pH 无量纲，粪大肠菌群、总大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。“/”表示无标准限值。

表 4.4.2-2　　2019 年平水期地下水监测结果一览表

监测项目	监测地点、时间及结果				标准限值
	GW1 枕头坝库区共安乡二河村				
	5 月 24 日		5 月 25 日		
	监测数据	标准指数	监测数据	标准指数	
pH	7.77	0.385	7.75	0.375	6.5~8.5
钾	0.97	--	0.92	--	/
钠	1.02	0.005	1.04	0.005	≤200
钙	53.3	--	51.3	--	/
镁	29.5	--	27.5	--	/
碳酸根	未检出	--	未检出	--	/
碳酸氢根	282	--	255	--	/
氯化物（以 Cl^-计）	未检出	--	未检出	--	≤250
硫酸盐（以 $SO4^{2-}$计）	34	0.14	32	0.13	≤250
氨氮	0.163	0.33	0.181	0.36	≤0.50
硝酸盐（以 N 计）	3.62	0.18	3.61	0.18	≤20.0
亚硝酸盐（以 N 计）	未检出	--	未检出	--	≤1.00
挥发酚	未检出	--	未检出	--	≤0.002
氰化物	未检出	--	未检出	--	≤0.05
砷	0.001	0.1	0.001	0.1	≤0.01
汞	未检出	--	未检出	--	≤0.001
六价铬	未检出	--	未检出	--	≤0.05
总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	255	0.57	240	0.53	≤450
铅	未检出	--	未检出	--	≤0.01
氟化物（以 F^-计）	未检出	--	未检出	--	≤1.0
镉	未检出	--	未检出	--	≤0.005
铁	未检出	--	未检出	--	≤0.3
锰	未检出	--	未检出	--	≤0.10
溶解性总固体	272	0.27	250	0.25	≤1000
高锰酸盐指数	0.7	0.23	0.6	0.2	≤3.0
总大肠菌群	未检出	--	未检出	--	≤30
粪大肠菌群	未检出	--	未检出	--	/
磷酸盐	0.02	--	0.03	0.03	/
林丹	未检出	--	未检出	--	≤0.00200
滴滴涕	未检出	--	未检出	--	≤0.00100
环氧七氯	未检出	--	未检出	--	≤0.00040
敌敌畏	未检出	--	未检出	--	≤0.00100
敌百虫	未检出	--	未检出	--	/
内吸磷	未检出	--	未检出	--	/
乐果	未检出	--	未检出	--	≤0.0800
甲基对硫磷	未检出	--	未检出	--	≤0.0200
马拉硫磷	未检出	--	未检出	--	≤0.250
对硫磷	未检出	--	未检出	--	/

备注： pH 无量纲，粪大肠菌群、总大肠菌群单位为个/L，其余单位为 mg/L。“/”表示无标准限值。

4.4.3 大气环境质量

4.4.3.1 气象统计分析

本项目采用峨边气象站（56387）资料。峨边气象站距离本工程最近距离约为 17.44km，为国家气象站，拥有长期的气象观测资料，地理坐标为（东经 103.2614°，北纬 29.228°），海拔高度 642.2 m。气象站始建于 1959 年并正式进行气象观测。该气象站 1999-2018 年气象数据统计资料具体见表 4.4.3-1。

表 4.4.3-1　　峨边气象站常规气象项目 20 年统计表（1999-2018）

统计项目		*统计值	极值出现时间	**极值
多年平均气温（℃）		17.1		
累年极端最高气温（℃）		36.3	2011-06-24	38.4
累年极端最低气温（℃）		-0.5	2008-01-29	-3.4
多年平均气压（hPa）		940.8		
多年平均水汽压（hPa）		15.8		
灾害天气统计	多年平均相对湿度(%)	76.5		
	多年平均降雨量(mm)	792.6	2009-06-28	172.2
	多年平均沙暴日数(d)	0.0		
	多年平均雷暴日数(d)	26.3		
	多年平均冰雹日数(d)	0.0		
	多年平均大风日数(d)	0.1		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		14.2		
多年平均风速（m/s）		1.4	2014-10-07	16.4NNE
多年主导风向、风向频率(%)		C27.9%		
多年静风频率(风速<=0.2m/s)(%)		27.9		
*统计值代表均值 **极值代表极端值		举例：累年极端最高气温	*代表极端最高气温的累年平均值	**代表极端最高气温的累年最高值

（1）年平均气温及风速月变化

根据气象统计资料，拟建工程区域年平均气温及风速月变化情况具体见表 4.4.3-2。

表 4.4.3.-2　　年平均气温及风速月变化表

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
温度（℃）	6.83	8.83	16.09	19.38	21.51	23.40	26.00	26.40	21.87	15.87	11.78	7.70
风速（m/s）	1.84	1.66	1.60	1.69	1.47	1.33	1.39	1.41	1.35	1.08	1.54	1.85

（2）季小时平均风速的日变化

根据气象统计资料，工程区域季小时平均风速的日变化具体见表 4.4.3-3。

表 4.4.3-3　　季小时平均风速的日变化表

小时(h) / 风速(m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
春季	0.83	0.80	0.75	0.84	0.91	0.90	0.85	0.95	1.14	1.43	1.72	2.27
夏季	0.68	0.74	0.73	0.80	0.75	0.69	0.70	0.87	1.20	1.36	1.55	2.06
秋季	0.65	0.61	0.68	0.63	0.70	0.64	0.75	0.84	1.01	1.23	1.53	1.99
冬季	1.09	1.00	1.00	1.05	1.06	1.07	1.07	0.96	1.17	1.35	1.71	2.09
小时(h) / 风速(m/s)	13	14	15	16·	17	18	19	20	21	22	23	24
春季	2.67	2.91	3.07	3.23	2.89	2.57	2.14	1.44	1.08	0.95	0.86	0.89
夏季	2.57	2.82	2.95	2.77	2.47	2.00	1.38	0.90	0.82	0.85	0.70	0.67
秋季	2.29	2.45	2.75	2.58	2.38	1.98	1.47	1.25	0.91	0.87	0.78	0.69
冬季	2.63	3.03	3.42	3.34	3.10	2.87	2.58	2.00	1.60	1.44	1.15	1.11

（3）风频的月、季度及年度变化表

根据气象统计资料，本工程区域风频的月、季度及年度变化表具体见表 4.4.3-4 和表 4.4.3-5，污染系数月、季度及年变化情况具体见表 4.4.3-6。风玫瑰具体见图 4.4.3-1，污染系数玫瑰图具体见图 4.4.3-2。

（4）稳定度的月、季度及年度变化表

根据气象统计资料，拟建工程区域稳定度的月、季度及年度变化表具体见表 4.4.3-7。

表 4.4.3-4　　年平均风频月变化表

风向风频(%)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
一月	7.53	11.96	33.06	8.47	3.76	1.21	2.15	3.90	6.85	5.65	3.49	2.02	0.81	0.54	0.40	0.67	7.53
二月	9.23	14.58	23.36	10.27	3.42	2.53	2.53	3.72	8.04	7.14	3.27	2.83	2.38	1.19	0.15	1.49	3.87
三月	9.81	15.19	20.56	7.26	4.17	2.02	2.69	3.49	6.32	8.74	7.80	2.55	2.82	1.48	1.48	1.88	1.75
四月	9.86	15.14	18.89	10.56	4.31	1.94	1.25	3.19	6.53	6.81	6.81	7.08	3.47	1.94	0.83	1.11	0.28
五月	9.14	12.37	16.67	10.35	4.97	1.48	1.08	3.36	5.51	9.14	7.53	5.65	5.51	2.02	2.82	1.75	0.67
六月	14.44	12.64	18.47	8.33	3.89	2.92	2.36	2.22	4.72	5.97	6.11	6.25	5.28	2.08	1.81	1.94	0.56
七月	10.89	17.88	18.28	7.12	4.84	2.02	1.08	1.48	5.78	5.51	7.26	5.78	5.65	1.75	2.02	2.28	0.40
八月	10.22	15.59	14.52	7.93	4.44	3.09	1.34	3.23	6.18	8.60	7.12	5.51	5.24	2.82	2.02	1.48	0.67
九月	11.25	14.58	18.75	5.97	3.06	2.08	1.11	2.78	6.25	5.28	6.94	6.53	8.33	2.50	1.67	1.67	1.25
十月	13.04	11.02	15.19	4.70	4.17	1.88	2.02	2.69	7.26	8.60	9.41	6.72	5.51	2.82	0.94	1.61	2.42
十一月	9.31	12.64	24.58	9.31	5.69	1.81	2.08	3.89	6.67	7.50	5.69	3.75	2.22	1.11	0.83	0.83	2.08
十二月	6.72	13.84	37.50	10.48	3.09	2.15	0.67	2.15	5.24	5.24	3.76	2.42	1.08	1.34	0.94	0.54	2.82

表 4.4.3-5　　年平均风频季变化及年均风频表

风向 风频(%)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春季	9.60	14.22	18.70	9.38	4.48	1.81	1.68	3.35	6.11	8.24	7.38	5.07	3.94	1.81	1.72	1.59	0.91
夏季	11.82	15.40	17.07	7.79	4.39	2.67	1.59	2.31	5.57	6.70	6.84	5.84	5.39	2.22	1.95	1.90	0.54
秋季	11.22	12.73	19.46	6.64	4.30	1.92	1.74	3.11	6.73	7.14	7.37	5.68	5.36	2.15	1.14	1.37	1.92
冬季	7.78	13.43	31.57	9.72	3.43	1.94	1.76	3.24	6.67	5.97	3.52	2.41	1.39	1.02	0.51	0.88	4.77
全年	10.11	13.95	21.66	8.38	4.16	2.09	1.69	3.00	6.27	7.02	6.29	4.76	4.03	1.80	1.34	1.44	2.02

表 4.4.3-6　　污染系数月、季度及年变化

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	平均
一月	12.98	5.22	10.80	3.10	2.71	1.51	3.36	4.64	8.15	6.14	4.85	2.89	1.13	0.77	0.30	0.93	4.34
二月	10.61	6.48	8.37	4.00	3.49	3.16	3.24	3.96	8.29	7.93	4.09	3.93	3.55	2.02	0.15	1.52	4.67
三月	6.21	6.28	7.91	3.65	3.42	2.73	3.20	3.88	7.35	9.20	9.18	3.15	4.27	2.51	2.51	1.96	4.84
四月	8.08	5.59	6.84	4.61	2.75	3.18	1.84	4.31	7.18	7.32	7.65	9.32	5.60	2.62	1.08	1.59	4.97
五月	8.46	5.05	6.62	5.75	4.69	2.18	1.64	3.91	5.46	7.95	8.27	6.57	8.22	3.16	3.28	2.03	5.20
六月	18.05	6.05	7.76	4.90	3.93	4.17	3.19	2.71	5.02	6.22	7.27	8.80	7.65	3.25	3.29	2.62	5.93
七月	12.52	8.81	7.68	4.29	5.56	2.85	0.81	2.69	6.96	4.79	7.98	7.92	9.42	2.61	3.11	2.89	5.68
八月	9.13	6.42	5.95	4.58	4.44	4.61	1.94	4.19	6.94	7.96	8.58	7.06	6.89	4.41	2.85	2.69	5.54
九月	13.08	6.28	8.08	3.03	2.27	2.70	2.27	3.92	8.01	6.68	9.77	9.60	13.44	4.03	2.26	2.57	6.12
十月	23.29	6.02	6.60	3.53	5.64	2.98	2.73	3.36	9.08	10.00	12.72	9.46	9.03	5.13	1.49	2.24	7.08
十一月	13.30	6.65	9.04	3.61	6.05	2.83	3.59	5.33	8.34	9.26	7.59	5.28	3.36	1.91	1.08	1.04	5.52
十二月	7.07	6.75	14.42	3.95	2.32	2.65	1.12	2.65	5.52	6.02	4.59	3.72	1.93	2.13	1.54	0.69	4.19
全年	10.99	6.23	8.27	3.92	3.78	2.94	2.32	3.75	7.13	7.31	7.67	6.43	6.20	2.86	1.86	1.85	5.22
春季	7.38	5.62	7.11	4.62	3.53	2.66	2.21	3.99	6.64	8.08	8.39	6.34	6.06	2.74	2.23	1.85	4.97
夏季	12.85	7.06	7.11	4.61	4.62	3.87	1.85	3.12	6.33	6.32	7.95	7.89	7.93	3.42	3.05	2.68	5.67
秋季	16.03	6.24	7.85	3.18	4.43	2.82	2.81	4.20	8.41	8.60	10.10	8.11	8.65	3.71	1.58	1.93	6.17
冬季	9.85	6.13	11.23	3.67	2.74	2.43	2.55	3.72	7.25	6.63	4.51	3.49	2.14	1.62	0.60	1.01	4.35

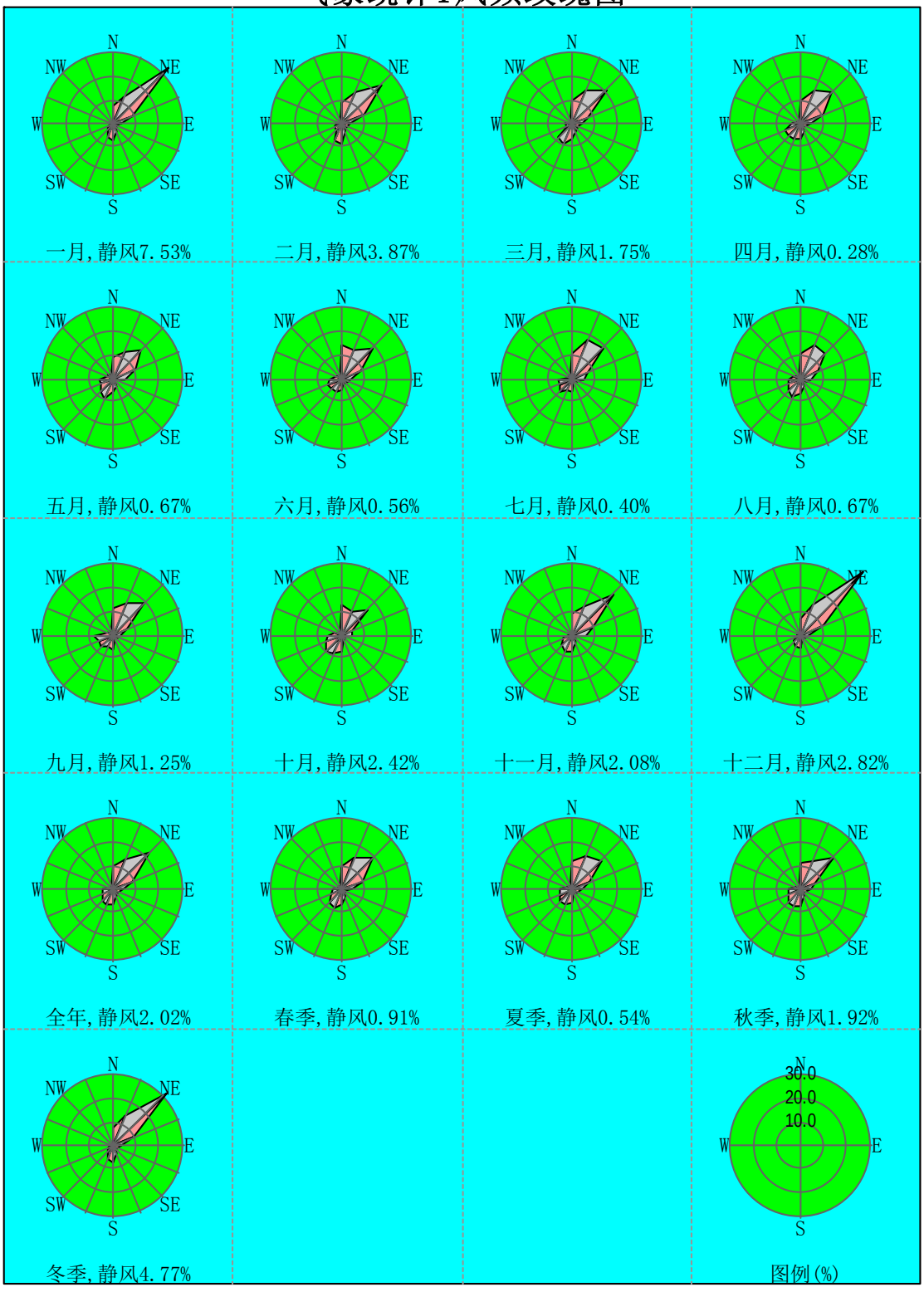


图 4.4.3-1　　工程区域风频玫瑰图

气象统计1污染系数玫瑰图

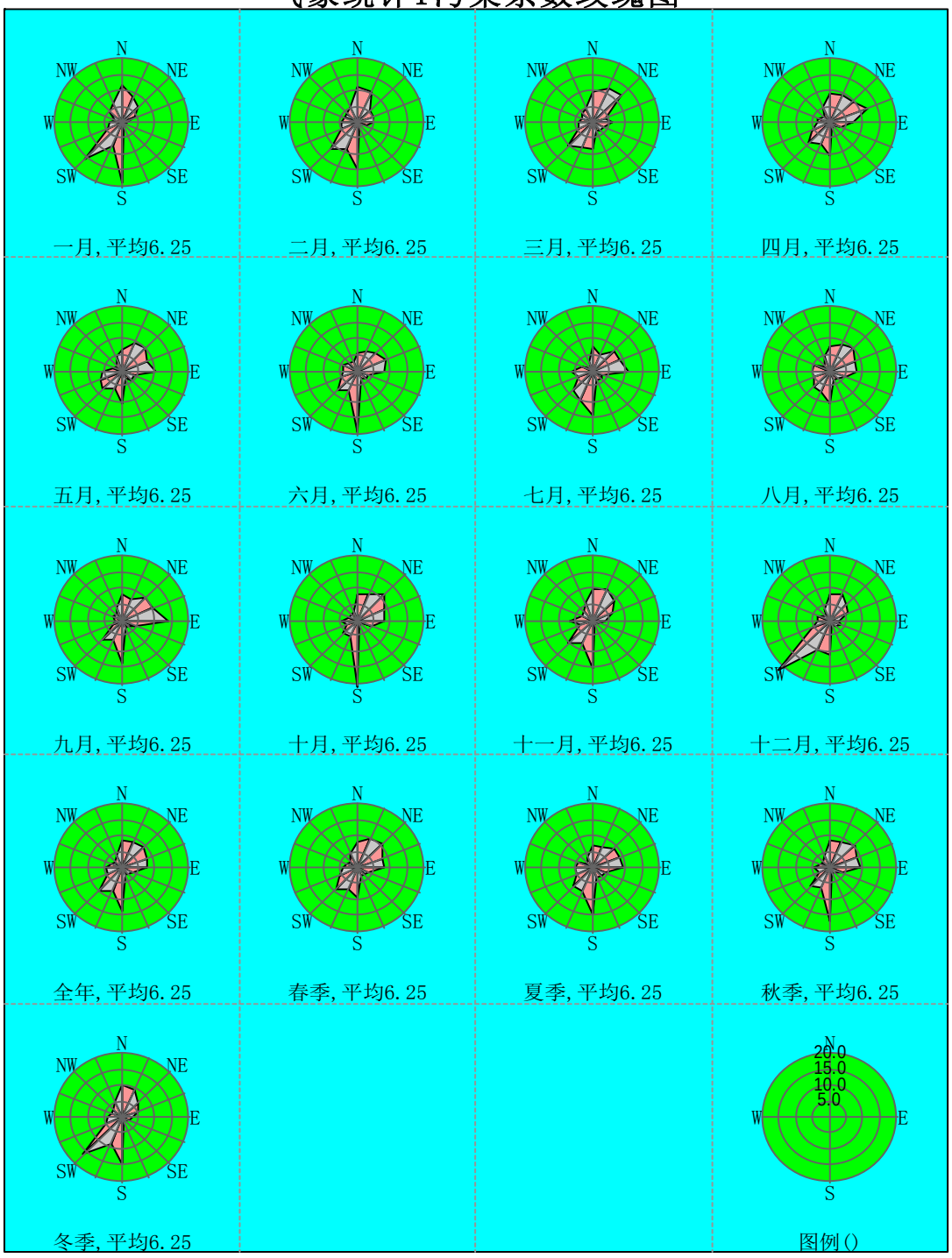


图 4.4.3-2　　工程区域污染系数玫瑰图

表 4.4.3-7　　稳定度的月、季度及年度变化表

月份	A	B	B-C	C	C-D	D	D-E	E	F
一月	0.00	3.49	1.48	1.48	0.13	72.58	0.00	3.63	17.20
二月	0.00	6.40	3.42	2.68	0.00	56.40	0.00	4.91	26.19
三月	0.00	5.51	3.63	1.75	0.27	69.35	0.00	2.96	16.53
四月	0.00	8.61	2.64	1.53	0.56	70.97	0.00	3.06	12.64
五月	0.00	5.51	1.48	0.40	0.54	80.24	0.00	1.61	10.22
六月	0.14	5.97	0.83	0.83	0.14	84.72	0.00	1.67	5.69
七月	0.27	9.41	2.28	2.28	0.27	69.62	0.00	2.82	13.04
八月	0.67	15.32	2.55	2.55	0.00	50.40	0.00	3.90	24.60
九月	0.00	4.31	3.61	1.11	0.00	81.11	0.00	1.67	8.19
十月	0.00	4.03	0.54	1.75	0.00	70.16	0.00	1.48	22.04
十一月	0.00	4.03	1.53	1.53	0.00	64.03	0.00	3.47	25.42
十二月	0.00	1.21	0.13	0.81	0.00	84.95	0.00	2.15	10.75
全年	0.09	6.15	2.00	1.55	0.16	71.29	0.00	2.76	15.99
春季	0.00	6.52	2.58	1.22	0.45	73.55	0.00	2.54	13.13
夏季	0.36	10.28	1.90	1.90	0.14	68.07	0.00	2.81	14.54
秋季	0.00	4.12	1.88	1.47	0.00	71.75	0.00	2.20	18.59
冬季	0.00	3.61	1.62	1.62	0.05	71.81	0.00	3.52	17.78

4.4.3.2 污染源及环境功能区划

（1）污染源概况

金口河区城区主要分布有红华实业有限公司、金河硅厂、双安钙厂、康宁硅厂等工矿企业，除红华实业有限公司外，现状基本处于停产，工程区大气污染物主要来自过往车辆排放的汽车尾气、建筑及道路施工产生的扬尘污染等。

（2）环境功能区划概况

根据乐山市生态环境局《关于四川省大渡河枕头坝二级水电站工程环境影响评价标准的函》（乐市环函[2019]319 号），本项目评价范围大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

4.4.3.3 环境空气质量现状监测

（1）区域环境质量达标情况

为评价工程区域环境质量达标状况，我公司向生态环境部环境工程评估中心下属的国家环境保护环境影响评价数值模拟重点实验室购买了区域的 2018 年的环境空气质量数据，利用《环境空气质量逐日数据分析报告》中的具体数据，工程区域环境达标情况分析结果具体见表 4.4.3-8。

表 4.4.3-8　　2018 年乐山市金口河区基本大气污染物区域环境空气质量现状评价表

点位名称	监测点坐标		污染物	评价指标	评价标准（um/m^3）	现状浓度（um/m^3）	占标率（%）	超标频率（%）	达标情况
	东经	北纬							
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	SO_2	年平均质量浓度	60	7	11.67%	/	达标
				24h 平均第 98 百分位	150	16	10.67%	0	达标
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	SO_2	年平均质量浓度	40	26	65.0%	/	达标
				24h 平均第 98 百分位	80	50	62.5%	0	达标
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	PM_{10}	年平均质量浓度	70	68	97.14%	/	达标
				24h 平均第 95 百分位	150	139	92.67%	3.16	达标
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	35	48	137.14%	/	**超标**
				24h 平均第 95 百分位	75	105	140%	16.29	**超标**
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	CO	24h 平均第 95 百分位	4000	1300	32.5%	0	达标
乐山市（城市点）	103.757	298.5634	O_3	日最大 8h 滑动平均值的第 90 百分位数	160	121	75.62%	1.99	达标

由表 4.4.3-8 可知，乐山市金口河区区域环境质量中 $PM_{2.5}$ 超标，即工程区区域环境质量超标。鉴于本项目施工期砂石料加工及拌合系统主要排放的大气污染物为 TSP，不排放 $PM_{2.5}$，工程运行期大气污染物主要是食堂油烟，不排放 SO_2、NO_2 及 VOC_S 等污染物。综合分析，本项目实施不会新增二次污染物 $PM_{2.5}$ 的排放。

（2）项目环境质量现状监测

1）采样时间

为掌握工程区环境空气质量现状，我公司委托四川省核工业辐射测试防护院于 2019 年 7 月 14 日至 7 月 20 日对工程所处区域环境空气连续 7 天进行了监测。

2）监测点位及因子

本次现状监测共布置 4 个监测点位，具体情况见表 4.4.3-9。

表 4.4.3-9　　本工程现状监测点位布置情况表

点位名称	监测点坐标		监测因子	监测时段	相对大坝工程方位	相对大坝工程距离
	东经	北纬				
和平乡镇府（G1）	103.079036	29.239130	SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}	夏季	北侧	670m
金口河区人民医院（G2）	103.081537	29.230648		夏季	南侧	300m
公路养护站（G3）	103.079063	29.228583	SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}	夏季	南侧	540m
双安钙厂旁（G4）	103.060780	29.220533		夏季	西南侧	2283m

3）监测时间及单位

监测时间：2019 年 7 月 14 日~20 日

监测单位：四川省核工业辐射测试防护院

4）采样及分析方法

采样环境、采样高度等按照《环境监测技术规范》（大气部分执行），分析方法执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的方法。

5）监测结果及评价

各监测因子环境质量现状评价具体见表 4.4.3-10~表 4.4.3-13，监测报告具体见附件 20。根据监测结果，各监测指标均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 及表 2 中二级标准限值要求。

表 4.4.3-10　　G1 点大气监测现状监测评价结果统计表　　单位：ug/m³

点位名称	污染物	平均时间	评价标准	浓度范围	最大浓度占标率	超标率	达标情况
和平乡镇府（G1）	SO_2	24h	150	8-15	10%	/	达标
		1h	500	18-54	10.80%	/	达标
	NO_2	24h	80	18-27	33.75%	/	达标
		1h	200	15-136	68.00%	/	达标
	TSP	24h	300	73-95	31.67%	/	达标
	PM_{10}	24h	150	62-82	54.67%	/	达标

表 4.4.3-11　　G2 点大气监测现状监测评价结果统计表　　单位：ug/m³

点位名称	污染物	平均时间	评价标准	浓度范围	最大浓度占标率	超标率	达标情况
金口河区人民医院（G2）	SO_2	24h	150	8-15	10.0%	/	达标
		1h	500	8-71	14.20%	/	达标
	NO_2	24h	80	19-44	55.0%	/	达标
		1h	200	32-115	57.50%	/	达标
	TSP	24h	300	69-92	30.67%	/	达标
	PM_{10}	24h	150	61-71	47.33%	/	达标

表 4.4.3-12　　G3 点大气监测现状监测评价结果统计表　　单位：ug/m³

点位名称	污染物	平均时间	评价标准	浓度范围	最大浓度占标率	超标率	达标情况
公路养护站（G3）	SO_2	24h	150	4-13	8.67%	/	达标
		1h	500	9-36	7.20%	/	达标
	NO_2	24h	80	21-31	38.75%	/	达标
		1h	200	32-122	61.00%	/	达标
	TSP	24h	300	90-98	32.67%	/	达标
	PM_{10}	24h	150	61-67	44.67%	/	达标

表 4.4.3-13　　G4 点大气监测现状监测评价结果统计表　　单位：ug/m³

点位名称	污染物	平均时间	评价标准	浓度范围	最大浓度占标率	超标率	达标情况
双安钙厂旁（G4）	SO_2	24h	150	5-22	14.67%	/	达标
		1h	500	8-36	7.20%	/	达标
	NO_2	24h	80	17-31	38.75%	/	达标
		1h	200	22-122	61.00%	/	达标
	TSP	24h	300	85-186	62.00%	/	达标
	PM_{10}	24h	150	47-129	86.00%	/	达标

4.4.3.4 环境空气质量现状评价

依据区域环境质量评价现状及项目环境质量现状监测结果可知，工程区域大气中 SO_2、NO_2、TSP、PM_{10} 等因子满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，$PM_{2.5}$ 不满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

4.4.4 声环境质量

4.4.4.1 声环境质量现状监测

（1）监测点位

为了解工程评价区域内的声环境质量现状，本次评价在评价区内布设了 13 个噪声监测点位，具体见表 4.4.4-1。

表 4.4.4-1　　声环境现状监测点布置情况一览

序号	监测点名称	布点位置	布点原因
N1	新村小学	新村小学入口处	了解学校及居民区噪声现状
N2	新村居民点	新村居民区内	
N3-1	枕头坝居民点	临近 G245 侧第一排建筑物	了解 G245 交通噪声、环境噪声现状
N3-2	枕头坝居民点	G245 国道 35m 以外建筑物处	
N4	大旋头居民点	居民区内	了解居民点声环境质量现状
N5	卡子村居民点	居民区内	
N6-1	人民医院（1 楼）	临近滨河路侧主楼 1 楼	了解滨河路交通噪声对人民医院主楼建筑物的影响，测量垂向噪声分布情况
N6-2	人民医院（3 楼）	人民医院主楼 3 楼	
N6-3	人民医院（5 楼）	人民医院主楼 5 楼	
N7	罗回居民点	居民区内	了解居民点声环境质量现状
N8	业主营地	临近滨河路侧第一排建筑物	了解滨河路交通噪声影响现状

N9-1	政府机构（妇幼保健院）	临近滨河路侧第一排建筑物	了解滨河路交通噪声及居民区环境现状噪声
N9-2	政府机构（妇幼保健院）	滨河路侧 35m 外建筑物处	
N10	区人民政府	临近和平路侧第一排建筑物处	了解区域交通环境现状
N11-1	新乐村居民点	临近双金公路侧第一排建筑物	了解双金公路交通噪声及居民区环境现状噪声
N11-2	新乐村居民点	双金公路 35m 外建筑物处	
N12	滚牛坡居民点	居民区内	了解居民点声环境质量现状
N13-1	金山宾馆（1 楼）	城区入口处 G245 国道侧第一排建筑物	了解城区入口段交通噪声对金山宾馆的影响，测量垂向噪声分布情况
N13-2	金山宾馆（4 楼）		
N13-3	金山宾馆（7 楼）		

（2）监测因子、单位及时间

监测因子：等效连续 A 声级（L_{Aeq}）、L_{10}、L_{50}、L_{90}、SD；

监测单位：四川省核工业辐射测试防护院；

监测时间：2020 年 4 月 28~29 日。

（3）监测方法

监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的具体规定执行；根据声环境现场监测情况，明确主要噪声源，对于受交通运输噪声影响的监测点，明确监测时段内大中小型车交通量。

（4）监测结果

依据监测数据，各噪声监测点位评价结果具体见表 4.4.4-2，监测报告具体见附件 20。

表 4.4.4-2　　声环境质量现状监测结果　　单位：dB（A）

序号	监测名称	监测结果最大值		评价标准		超标值		达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
N1	新村小学	54.8	51.0	60	50	/	1.0	达标	**超标**
N2	新村居民点	53.3	46.4	60	50	/	/	达标	达标
N3-1	枕头坝居民点	72.0	68.9	70	55	**2.0**	**13.9**	**超标**	**超标**
N3-2	枕头坝居民点	49.5	45.6	60	50	/	/	达标	达标
N4	大旋头居民点	53.9	44.2	60	50	/	/	达标	达标
N5	卡子村居民点	44.9	45.7	60	50	/	/	达标	达标

N6-1	人民医院（1 楼）	67.8	59.9	60	50	**7.8**	**9.9**	**超标**	**超标**
N6-2	人民医院（3 楼）	64.1	54.4	60	50	**4.1**	**4.4**	**超标**	**超标**
N6-3	人民医院（5 楼）	63.8	61.0	60	50	**3.8**	**11.0**	**超标**	**超标**
N7	罗回居民点	56.7	48.4	60	50	/	/	达标	达标
N8	业主营地	64.3	60.6	70	55	/	5.6	达标	**超标**
N9-1	政府机构（妇幼保健院）	65.4	61.3	60	50	**5.4**	**11.3**	**超标**	**超标**
N9-2	政府机构（妇幼保健院）	54.8	44.3	60	50	/	/	达标	达标
N10	区人民政府	63.8	63.5	60	50	**3.8**	**13.5**	**超标**	**超标**
N11-1	新乐村居民点	68.9	59.6	70	55	/	4.6	达标	**超标**
N11-2	新乐村居民点	57.7	48.1	60	50	/	/	达标	达标
N12	滚牛坡居民点	53.3	36.9	60	50	/	/	达标	达标
N13-1	金山宾馆（1 楼）	72.0	67.5	70	55	**2.0**	**12.5**	**超标**	**超标**
N13-2	金山宾馆（4 楼）	66.5	63.2	70	55	/	8.2	达标	**超标**
N13-3	金山宾馆（7 楼）	66.0	62.3	70	55	/	7.3	达标	**超标**

4.7.4.2 声环境质量现状评价

由表 4.4.4-2 中的单因子对比结果可知，新村、大旋头、卡子村、罗回、滚牛坡等居民点满足 2 类声环境功能区划标准要求。

新村小学夜间出现超标，超标的主要原因是受到大渡河流水声的影响；枕头坝居民点环境噪声满足 2 类声环境功能区划标准要求，受 G245 交通噪声的影响，枕头坝居民点临路侧第一排建筑物超标；受交通噪声的影响，金山宾馆昼间和夜间均有超标现象。

受滨河路交通噪声及大渡河流水声的影响，金口河区人民医院地面及垂向噪声均不满足 2 类声环境功能区划标准要求，昼间最大 7.8 dB（A），夜间最大超标 11.0 dB（A）；受滨河路交通噪声影响，业主营地临近滨河路侧第一排建筑夜间出现超标。

受滨河路交通噪声的影响，妇幼保健院临路侧第一排建筑物噪声出现超标；受和平路交通噪声的影响，金口河区人民政府临路侧第一排建筑物超标。

4.4.5 土壤环境质量

（1）采样时间及频率

我公司委托四川省核工业辐射测试防护院于2020年3月11日对枕头坝二级水电站项目开展了一期土壤监测。

（2）监测点位

共设置3个土壤监测点位，分别是TR1坝址上游4km江沟河口处、TR2坝址左岸场地土壤、TR3坝址上游3.7km处农用地。

（3）监测指标及执行标准

TR1、TR2土壤监测指标包括《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的基本项目、pH值、全盐量，TR3土壤监测指标包括《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）基本项目、pH值、全盐量。

TR1、TR2执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表1中第二类用地筛选值，TR3执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）对应的风险筛选值，监测结果见表4.4.5-1、4.4.5-2。

（4）监测结果评价

TR1、TR2土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第二类用地筛选值限值要求，TR3土壤环境质量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）对应的风险筛选值限值要求。项目区土壤环境质量良好。

表4.4.5-1　　项目区土壤环境现状评价结果一览表1

序号	监测项目	单位	监测地点、时间及结果		标准限值	超标率/%
			2020年03月11日			
			TR1坝址上游4km江沟河口处	TR2坝址左岸场地		
1	pH	--	8.54	8.46	/	
2	全盐量	g/kg	0.4	0.59	/	
3	砷	mg/kg	39.1	21.9	≤60	0
4	镉	mg/kg	0.19	0.38	≤65	0
5	铜	mg/kg	33.7	60.9	≤18000	0
6	铅	mg/kg	37.7	40.2	≤800	0

7	汞	mg/kg	0.118	0.249	≤38	0
8	镍	mg/kg	27	110	≤900	0
9	六价铬	mg/kg	未检出	未检出	≤5.7	0
10	苯并[a]芘	mg/kg	未检出	未检出	≤1.5	0
11	四氯化碳	mg/kg	未检出	未检出	≤2.8	0
12	氯仿	mg/kg	未检出	未检出	≤0.9	0
13	氯甲烷	mg/kg	未检出	未检出	≤37	0
14	1,1-二氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤9	0
15	1,2-二氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤5	0
16	1,1-二氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤66	0
17	顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤596	0
18	反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤54	0
19	二氯甲烷	mg/kg	未检出	未检出	≤616	0
20	1,2-二氯丙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤5	0
21	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤10	0
22	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤6.8	0
23	四氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤53	0
24	1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤840	0
25	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤2.8	0
26	三氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤2.8	0
27	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	未检出	未检出	≤0.5	0
28	氯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤0.43	0
29	苯	mg/kg	未检出	未检出	≤4	0
30	氯苯	mg/kg	未检出	未检出	≤270	0
31	1,2-二氯苯	mg/kg	未检出	未检出	≤560	0
32	1,4-二氯苯	mg/kg	未检出	未检出	≤20	0
33	乙苯	mg/kg	未检出	未检出	≤28	0
34	苯乙烯	mg/kg	未检出	未检出	≤1290	0
35	甲苯	mg/kg	未检出	未检出	≤1200	0
36	间-二甲苯+对-二甲苯	mg/kg	未检出	未检出	≤570	0
37	邻二甲苯	mg/kg	未检出	未检出	≤640	0
38	硝基苯	mg/kg	未检出	未检出	≤76	0
39	苯胺	mg/kg	未检出	未检出	≤260	0
40	2-氯酚	mg/kg	未检出	未检出	≤2256	0
41	苯并[a]蒽	mg/kg	未检出	未检出	≤15	0
42	苯并[b]荧蒽	mg/kg	未检出	未检出	≤15	0
43	苯并[k]荧蒽	mg/kg	未检出	未检出	≤151	0
44	䓛	mg/kg	未检出	未检出	≤1293	0
45	二苯并[a,h]蒽	mg/kg	未检出	未检出	≤1.5	0
46	茚并[1,2,3-cd] 芘	mg/kg	未检出	未检出	≤15	0

47	萘	mg/kg	未检出	未检出	≤70	0

表 4.4.5-2　　项目区土壤环境现状评价结果一览表 2

序号	监测项目	单位	监测时间、地点及结果 2020 年 03 月 11 日 TR3 坝址上游 3.7km 处农用地	标准限值	超标率/%
1	pH	--	8.12	/	
2	全盐量	g/kg	0.59	/	
3	铜	mg/kg	33.6	≤100	0
4	铅	mg/kg	50.7	≤170	0
5	锌	mg/kg	109	≤300	0
6	镉	mg/kg	0.31	≤0.6	0
7	铬	mg/kg	79	≤250	0
8	镍	mg/kg	35	≤190	0
9	砷	mg/kg	11.9	≤25	0
10	汞	mg/kg	0.550	≤3.4	0

4.5 社会环境

4.5.1 行政区划及人口

工程所处地区人口总量少、幅员面积小。本工程涉及四川省乐山市金口河区中的和平彝族乡、共安彝族乡、永和镇以及金河镇共 4 个乡镇，其中枢纽工程区所在的和平彝族镇属于金口河区城区、政府所在地。金口河区行政区域面积 598km²，仅占乐山市行政区域总面积的 4.7%，在乐山市 11 个区县中排名第 10；城镇化率 46.20%，人口 5.39 万人，其中主要少数民族彝族人口占全区人口总量的 15%，金口河区人口仅占乐山市总人口的 1.55%，在乐山市 11 个区县中人口最少。

4.5.2 社会经济

工程区所处地区经济总量小，发展潜力大、发展需求强烈。2018 年，金口河区地区生产总值（GDP）377305 万元，较上年增长 6.5%，人均地区生产总值为 81668 元，比上年增加 4617 元。其中，第一产业增加值 22569 万元，增长 3.6%；第二产业增加值 233821 万元，增长 6.2%；第三产业增加值 120915 万元，增长

8.5%，各产业增速分别在乐山市十一个区县中排在第九、第九、第八；三次产业分别拉动 GDP 增长 0.2、4.4 和 1.9 个百分点，对经济增长的贡献率分别为 3.2%、68.1%和 28.7%。城镇居民人均和农村居民人均可支配收入分别排乐山市各区县中第七和第九。

从地区生产总值、各产业增速、居民收入等经济关键指标来看，金口河区社会经济发展在乐山市区域较为滞后；另一方面，金口河区是攀西地区通往成都平原经济区、川南经济区的交通咽喉，是享受民族地区待遇的区县，是全省“四大片区”连片扶贫区县，具有较大的经济发展潜力和较强的发展需求。

4.5.3 区域能源现状

金口河区自然资源丰富，其中大渡河水能资源丰富，是金口河区三大资源“大渡河、大峡谷、大瓦山”之一，大渡河金口河段水电资源理论蕴藏量 220 万千瓦，枕头坝一级电站、沙坪二级电站已建成投产，为区域能源供应、经济增长、人口就业提供了较强支撑。

4.5.4 人群健康

截止 2018 年，金口河区共有哦卫生机构 59 个，其中医院 1 个、卫生院 6 个、门诊部所 7 个、妇幼保健站 1 个、村卫生室 42 个、其他卫生机构 2 个，形成了区、乡镇、村多级医疗卫生网络，工程涉及乡镇的人群健康状况良好，各类传染病发病率均控制在国家要求之内，无突出的地方病发生。

4.6 区域主要环境问题

（1）工程河段水文情势较天然状态已发生改变

枕头坝二级所处中游河段是大渡河干流开发最早的河段，自上世纪 70 年代龚嘴水电站投产以来，107km 河段已形成瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级、龚嘴 5 级水电梯级开发格局，河段水文情势主要受控制性水库瀑布沟水库调节影响，各水库库区段水位抬高、水深加深、水面变宽、水流趋缓，水文情势与天然条件相比已发生明显变化，已无较完整的典型产漂流性卵鱼类的产卵条件。

（2）鱼类资源呈现下降趋势

人为过度捕捞、挖沙工程是评价河段鱼类资源降低的主要原因，近年来人为打击滥捕滥捞的力度加大、挖沙工程减少，但仍存在非法电、捕鱼的现象。工程

河段水电梯级开发阻隔河流连通性，水生生境进一步片段化、破碎化；水电梯级压缩流水生境，进一步对鱼类生物多样性构成威胁，须针对鱼类资源采取合理保护措施。

5 工程河段水电开发环境影响回顾性评价

拟建枕头坝二级水电站位于大渡河干流中游河段，工程河段从上至下游依次已建成瀑布沟水电站（上游最近的控制性工程）、深溪沟水电站、枕头坝一级水电站（坝址上游电站）、沙坪二级水电站（坝址下游电站）。其中，最上游瀑布沟水电站为本河段控制性梯级，深溪沟水电站通过机组发电对上游瀑布沟进行反调节；枕头坝一级、沙坪二级调节能力较弱，区间河段主要受上游梯级调控影响。

工程河段已建各梯级建成前后，分别按照规划环评和项目环评批复要求落实了环保措施。本章节对与本工程相关的主要环保措施（如下泄生态流量保障措施、过鱼措施、鱼类增殖放流、陆生生态保护措施等）的实施效果进行评估，对主要环境要素（水环境、水生生态、陆生生态）所受影响进行回顾，其中，水环境部分主要考虑瀑布沟等上游电站调控影响前后产生的影响，水生生态、陆生生态主要考虑枕头坝一级、沙坪二级实施前后产生的影响。

本章节基于以上工作，将明确回答工程河段水电开发产生的主要环境影响程度，以期为本项目环境影响预测提供借鉴和基础、为环保措施拟定提供依据。

5.1 水文情势影响回顾

5.1.1 工程河段天然情况水文条件

大渡河流域径流主要以降水补给为主，上游有少量的融雪水及流域地下水补给。河段天然条件下多年平均流量为 1360m³ /s，年径流深 586mm，年径流总量 428.9 亿 m³ ，年径流模数 18.6L/(s.km²)。径流变化与降水变化一致，年内变化大。年内径流主要集中在汛期，5～10 月约占全年径流的 79.9%，特别是 6～9 月，其径流量占全年的 61.8%，枯水期为 11 月～翌年 4 月，其径流仅占年径流的 20.2%，最枯期 1～3 月占年径流的 7.34%。径流年际变化小，最丰、最枯年平均流量分别为 1800 m³/s（1949.5～1950.4）和 1010 m³/s（2002.5～2003.4），两者之比为 1.79，分别为多年平均流量的 1.33 倍和 0.74 倍。

表 5.1.1-1　　枕头坝河段天然情况下多年逐月平均流量表（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	全年
径流量	428	376	395	563	1120	2310	2910	2340	2470	1760	940	583	1360

5.1.2 瀑布沟水电站建成运行对枕头坝河段水文情势的影响回顾

工程河段上游来流主要受瀑布沟水电站影响。由于枕头坝一级水电站正常情况下为径流式，其运行对流量的分配和坝址下游的水位基本没有影响。现阶段主要根据瀑布沟验收报告，对瀑布沟水电站建成运行后（与深溪沟联合运行）对工程河段水文情况影响进行分析，主要对枕头坝一级水电站坝址下游河段月内、日内水文情势变化进行分析。

（1）月平均变化情况

瀑布沟水库具有季调节性能，改变了年内径流量的分配，选取 2010 年作为平水年代表年进行分析月平均出库流量与天然流量的变化情况见表 5.1.2-1 及图 5.1.2-1。根据其入库和出库流量比较，主要呈现丰水期出库较天然和入库流量减少，枯水期较天然和入库流量增加，即 12 月~翌年 4 月平均出库流量大于入库流量，水库水位下降；5~11 月平均出库流量小于入库流量，水库蓄水；8 月份进行水库泄洪；11 月水库维持在正常蓄水位运行，入库流量略大于出库流量。

表 5.1.2-1　　典型年平水年月平均入库/出库流量变化表　　（单位：m^3/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
天然流量（m^3/s）	429	388	379	484	911	2570	2395	2571	1704	1325	886	577
入库流量（平水年）	401	347	361	447	934	2346	2749	1791	1834	1286	743	518
出库流量（平水年）	422	330	365	457	753	1843	2416	1518	1772	1259	635	714

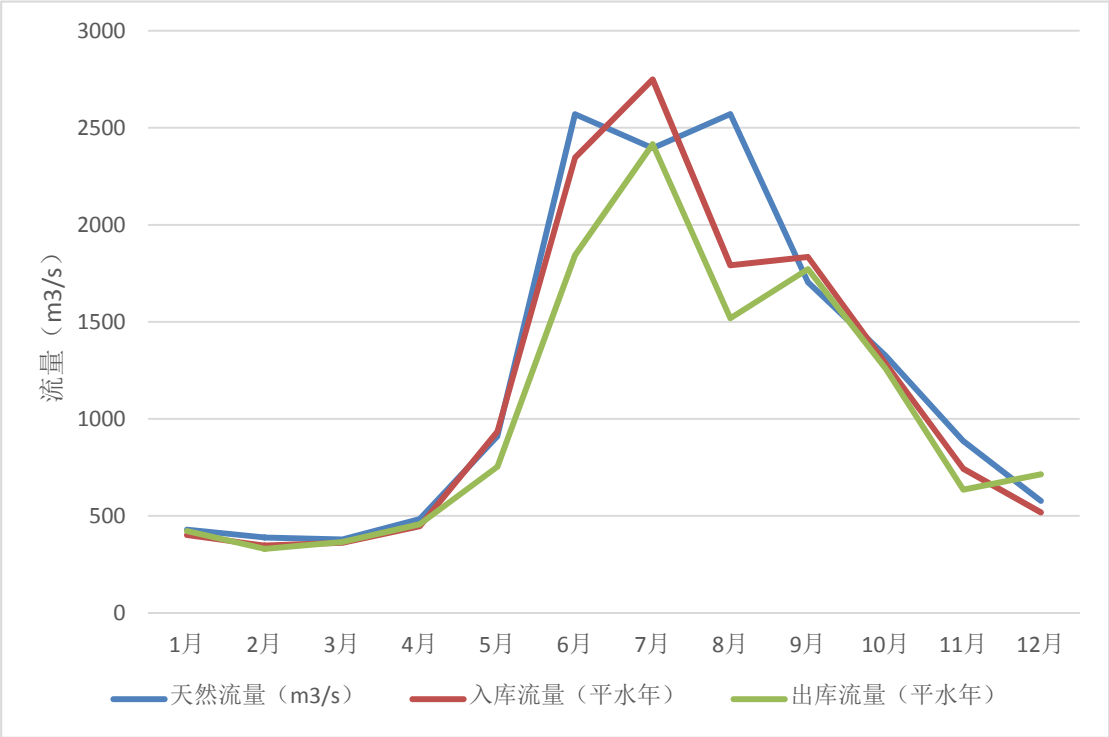


图 5.1.2-1　瀑布沟水电站平水年逐月平均出库流量与入库流量变化图

（2）日平均变化情况

1）瀑布沟水电站

本次调查统计瀑布沟水电站从 2011 年（平水年）1 月、6 月的逐日出库流量及坝下水位变化情况，由图可见 1 月、6 月最低出库流量为 469 m³/s，最大流量为 2490 m³/s。1 月份水库坝址下游日均水位在 670.28~671.01m 之间波动起伏，日均出库流量在 469~1020m^3/s 之间变化；6 月份水库坝址下游日均水位在 670.28~671.01m 之间波动起伏，日均出库流量在 1300~2490m^3/s 之间变化。

表 5.1.2-2　瀑布沟水电站平水年逐日出库流量及坝下水位变化情况表

日期	一月		六月	
指标	出库流量	坝下水位	出库流量	坝下水位
1	722	670.31	1300	671.07
2	660	670.63	1570	671.36
3	725	670.67	1810	671.74
4	835	670.44	1790	672.28
5	470	671	1670	672.28
6	475	670.89	1800	672.28
7	884	670.32	1880	672.27
8	863	670.3	1990	672.27
9	900	670.35	1920	672.27

10	826	670.5	1970	672.27
11	811	670.42	1970	672.74
12	887	670.55	1990	673.3
13	860	670.6	2040	673.26
14	996	670.49	1990	673.2
15	929	670.7	2100	673.33
16	1020	670.66	2130	673.3
17	964	670.64	2110	674.26
18	995	670.61	2300	673.8
19	1020	670.62	2010	673.22
20	851	670.43	1910	672.97
21	956	670.53	1870	672.92
22	888	670.28	1750	672.79
23	712	670.58	1800	672.93
24	835	670.49	1840	672.87
25	1020	670.45	2070	673.14
26	974	670.49	2000	673.01
27	926	670.44	1870	672.95
28	730	670.5	2290	673.46
29	471	671	2230	673.34
30	518	670.89	2490	673.62
31	469	671.01		
最大	1020	671.01	2490	671.01
最小	469	670.28	1300	670.28
变幅	551	0.73	1190	0.73

2）枕头坝一级水电站

枕头坝一级坝下河段水文情势变化主要受枕头坝一级水电站上游来水及瀑布沟电站的调蓄影响，本次调查统计丰枯典型月(2016 年 8 月和 2017 年 1 月)逐日水位变化和出入库流量统计和对比，从图 5.1.2-4 和 5.1.2-5 中可知，2016 年 8 月份水库日均水位在 620.8~622.3m 之间波动起伏，日均入库流量在 1346.7~2131.1m^3/s 之间变化，日均入库流量与出库流量基本持平；2017 年 1 月份水库日均水位在 619.5~622.8m 之间波动起伏，日均入库流量在 317.4~1491.5m^3/s 之间变化，日均入库流量与出库流量基本持平。

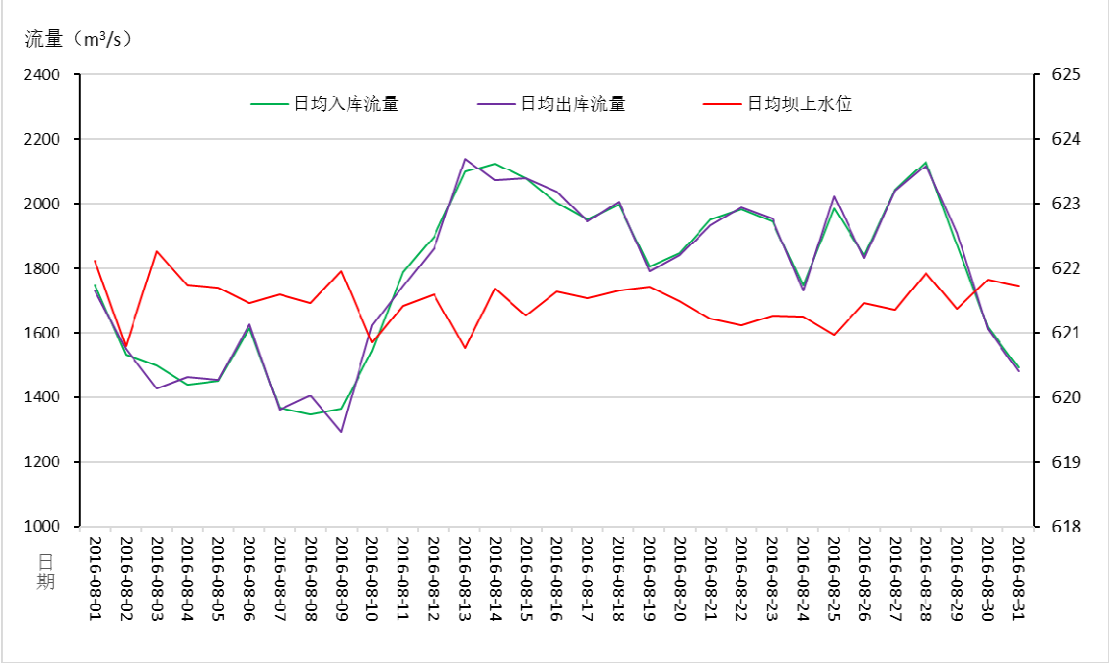


图 5.1.2-4　枕一水库丰水期典型月(2016 年 8 月)日均水位和出入库流量

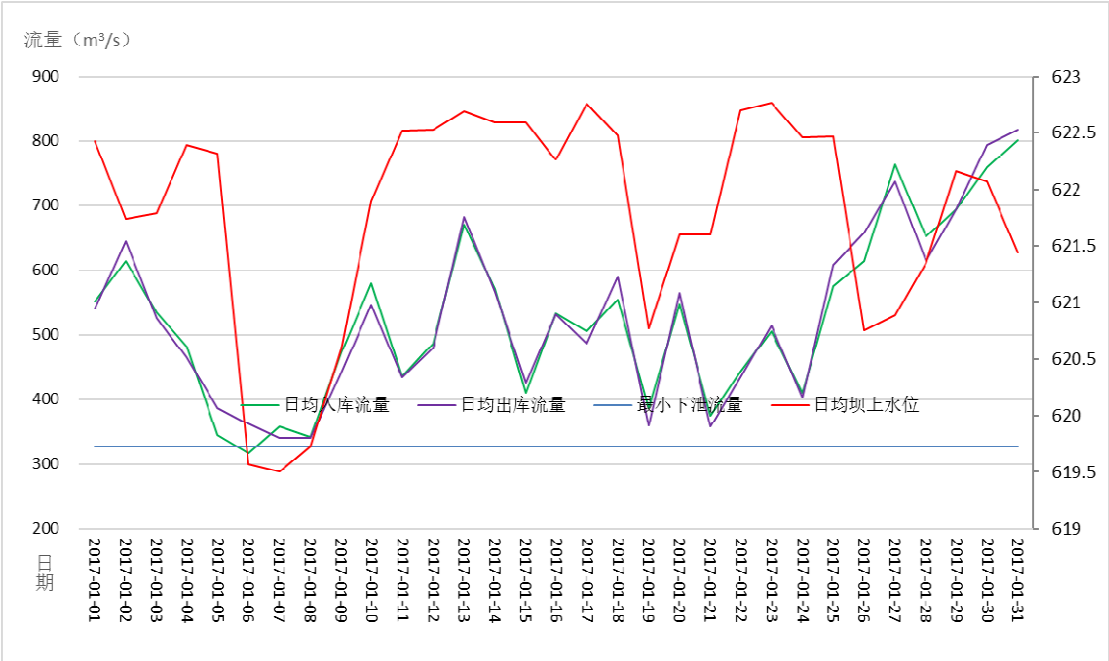


图 5.1.2-5　枕一水库枯水期典型月(2017 年 1 月)日均水位和出入库流量

（3）典型日变化情况

1）瀑布沟水电站

瀑布沟水电站下游 16km 处为深溪沟水电站，于 2010 年 6 月底首台机组开始试运行，深溪沟水电站为瀑布沟水电站的反调节梯级，其运行方案主要为与瀑布沟水电站同步运行，并在枯水年加大下泄流量，对瀑布沟水电站下泄的不稳定流进行反调节，确保下游红华实业总公司用水需求。

为说明电站在日调峰运行时下泄流量情况及对下游水文情势的影响，本次选择2012年枯水期（1月23日）、平水期（5月5日）、丰水期（8月17日）三个典型日进行分析，瀑布沟水电站在枯水期日调节运行时，出库流量在 279m³/s~305m³/s之间变化，小时变幅26m³/s；平水期日调节运行时出库流量在928m³/s~1870m³/s 间变化，小时变幅 1060m³/s；丰水期日调节运行时出库流量在1490m³/s~2930m³/s之间变化，小时变幅1440m³/s。瀑布沟水电站在枯水期日调节运行时，坝下（深溪沟库尾）水位在 669.39m~671.27m 之间变化，小时变幅1.88m；平水期日调节运行时坝下（深溪沟库尾）水位在670.99m~672.57m之间变化，小时变幅 1.58m；丰水期日调节运行时坝下（深溪沟库尾）水位在670.06m~672.62m之间变化，小时变幅2.56m。

5.1.3 枕头坝一级建成运行对水文情势的影响回顾

枕头坝一级坝下河段水文情势变化主要受枕头坝一级水电站上游来水及瀑布沟电站的调蓄影响，水库对径流分配无调节作用，遇特枯时段具反调节作用。枕头坝一级水电站水库 2015~2017 年日均入库和出库流量统计和对比见图5.1.3-1。试运行期丰枯典型月（2016年8月和2017年1月）逐日水位变化和出入库流量统计和对比见图5.1.3-2和5.1.3-3。

图 5.1.3-1 中可知，电站运行后年内入库和出库流量基本持平，日均出入库流量基本持平，说明坝下河段流量较天然状态下变化很小，基本与天然状况接近。

从图5.1.3-2和5.1.3-3中可知，2016年8月份水库日均水位在620.8~622.3m之间波动起伏，日均入库流量在 1346.7~2131.1m³/s 之间变化，日均出库流量在1294.3~2140.6m³/s之间变化，均大于最小下泄流量327m³/s，日均入库流量与出库流量基本持平；2017年1月份水库日均水位在619.5~622.8m之间波动起伏，日均入库流量在 317.4~1491.5m³/s 之间变化，日均出库流量在 339.6~1480.4m³/s之间变化，均大于最小下泄流量327m³/s，日均入库流量与出库流量基本持平。

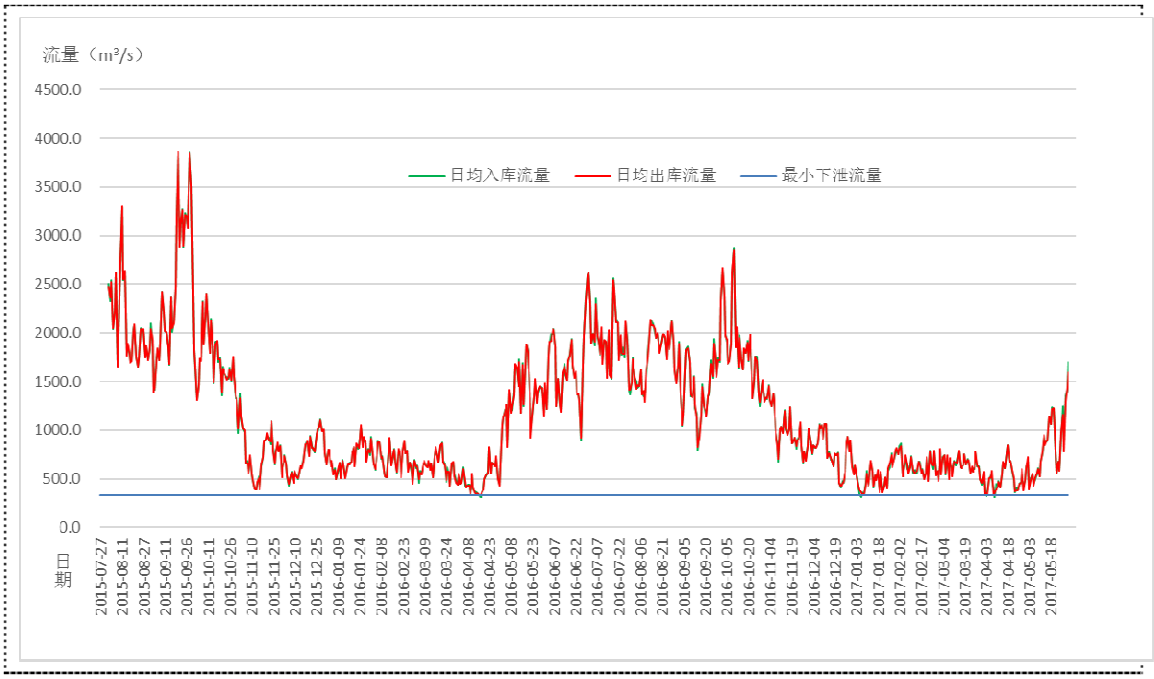
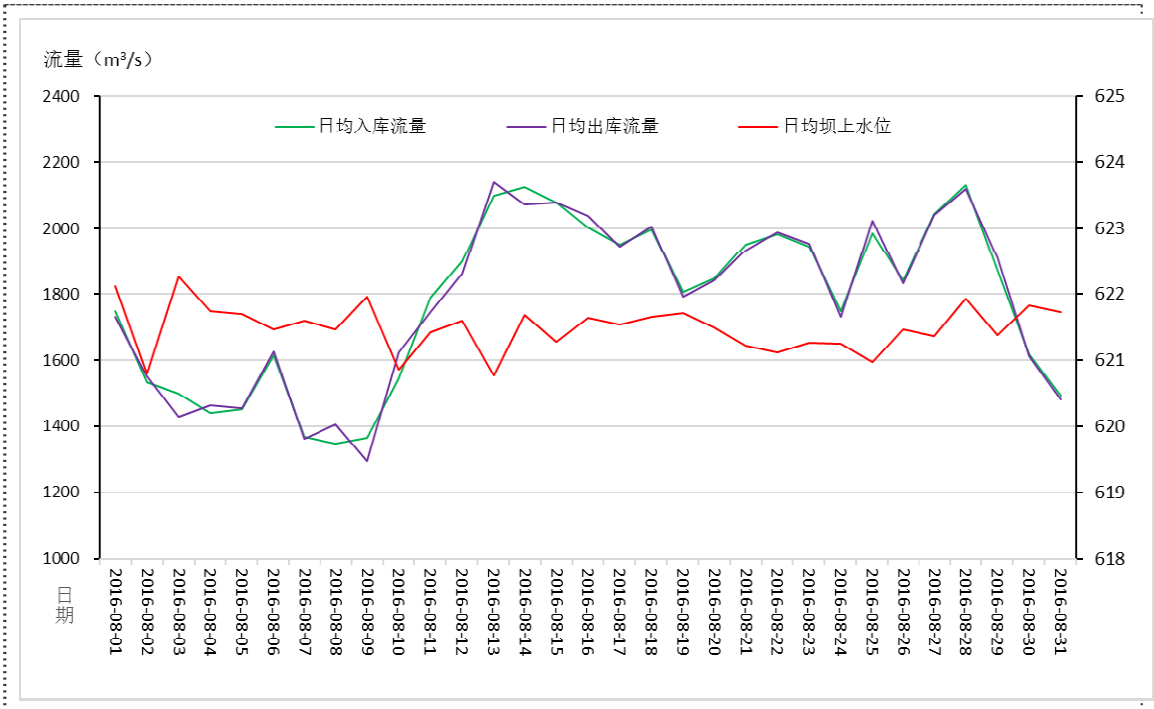
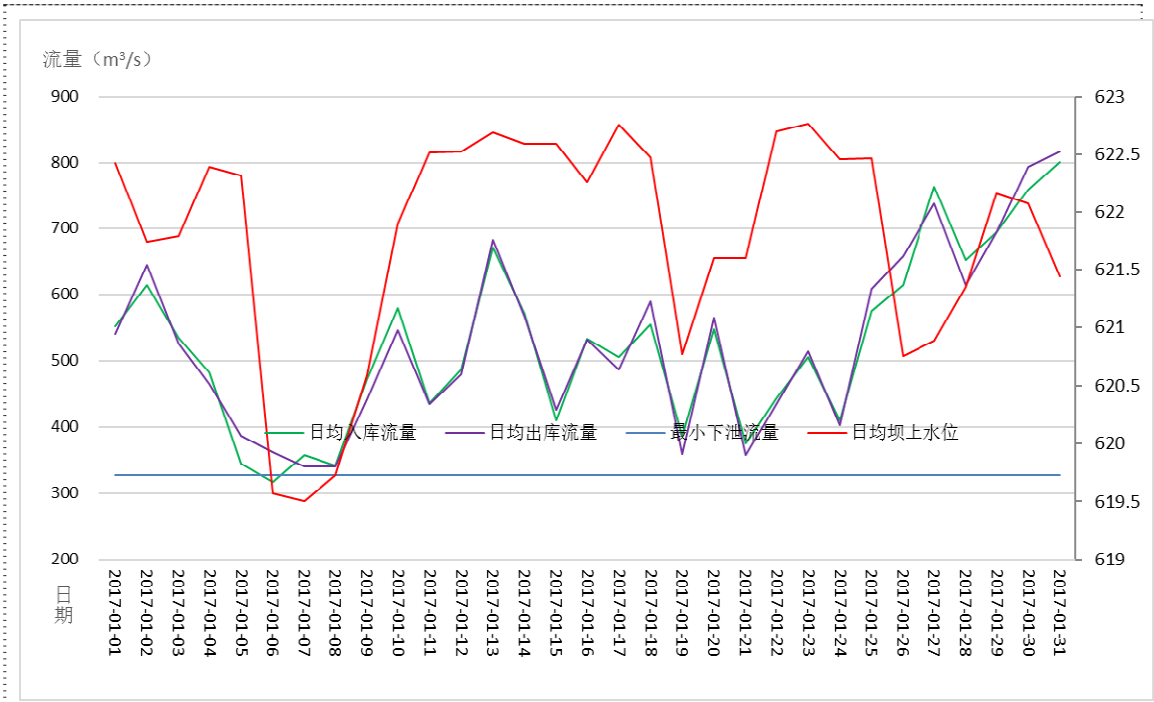


图 5.1.3-1　　枕头坝一级水电站水库 2015~2017 年日均出入库流量变化曲线



典型月(2016 年 8 月)

图 5.1.3-2　　枕头坝一级丰水期日均水位和出入库流量对比曲线



典型月(2017 年 1 月)

图 5.1.3-3　枕头坝一级枯水期日均水位和出入库流量对比曲线

5.1.4 小结

根据以上分析，工程河段水文情势主要受上游瀑布沟来流影响，较天然情况下 12 月~翌年 4 月下泄流量增加；5~7 月及 9~10 月下泄流量减少，日均及日内直接受瀑布沟水电站调度影响，但由于下游深溪沟反调节作用，对日内下泄流量具有一定减缓作用，并维持最低下泄流量 327m³/s。

由于工程河段中枕头坝一级调节能力较弱，基本维持了瀑布沟水电站来流情况，根据生态流量监测系统数据显示，工程河段生态流量基本能保障 327m³/s 以上流量。

5.2 水环境影响回顾

5.2.1 水温结构

瀑布沟下游深溪沟电站、龚嘴电站、铜街子电站、枕头坝一级、沙坪二级已经建成。通过已建的电站基本资料用经验公式推算，深溪沟、龚嘴、铜街子、枕头坝一级、沙坪二级等已建的电站均为混合型水库，库区内没有存在分层现象，因此，说明坝址下游各梯级电站的水温基本受瀑布沟水电站下泄水温控制，不会

因水温分层进一步产生累积影响，各电站的修建后对水温沿程恢复程度有一定减缓作用。

5.2.2 瀑布沟下泄低温水影响

根据瀑布沟水电站验收报告，2011 年 11 月 16 日，瀑布沟电站下泄水温 12.3℃，通过沿程观测，该时期瀑布沟水电站下泄的水温受到下游已建的深溪沟水电站滞温效应的影响，瀑布沟下泄水温沿程水温变幅很小，沿程增温效果较弱，瀑布沟电站下泄的水温至沙坪二级电站时水温仅恢复 0.1℃，增温率 0.0022℃/km。

2012 年 4 月 25 日第二次调查时，将监测断面扩展至下游的龚嘴电站、铜街子电站、沙湾电站。本次调查结果显示：瀑布沟电站下泄水温 10.0℃，深溪沟电站坝下水温 10.1℃，枕头坝一级河道表层水温 10.4℃，龚嘴电站坝下水温 10.9℃，铜街子电站坝下水温 11.0℃，表层水温从瀑布沟坝下至沙湾电站坝下升高 1℃，增温率 0.007℃/km；

2012 年 8 月 7 日，瀑布沟电站下泄水温 16.1℃，该时间段内下泄的水温受夏季气温影响作用强烈。该时期内沿程水温增温效果明显，至沙湾电站附近河道水温恢复为 21.0℃，水温增温率 0.03℃/km。

根据《大渡河干流水电开发环境影响回顾性评价水温影响研究专题报告》。瀑布沟电站尾水年内水温差异较天然水温差异变小。坝址天然水温变化范围为 6.9℃~18.6℃，年内温差为 11.7℃；瀑布沟电站尾水实测水温在 9.0℃~17.6℃之间变动，年内温差为 8.6℃，较天然情况下减小了 3.1℃；同时可见，年内最大值降低 1.0℃，同时年内最低值升高了 2.1℃。从全年来看，实测水温年内分布较坝址天然水温分布呈现平坦化的趋势。瀑布沟下游为深溪沟梯级，深溪沟水库为典型的混合型水库，深溪沟水库水温监测结果表明，下泄水温（深溪沟坝下）与来水水温（瀑布沟坝下）温差小于 0.3℃，水库水温分层现象和下泄低温水影响不明显。深溪沟河段未产生进一步低温水累积影响。深溪沟尾水 3 月~8 月，实测值较坝址天然有所偏低，平均偏低 1.2℃；9 月~2 月有所偏高，平均偏高 1.7℃。

监测结果表明，瀑布沟水电站影响水温升温的因素主要是气象因素（气温、太阳辐射、相对湿度、风速）。冬季初春时，由于气温较弱，光照较弱，水温沿程恢复较慢，夏季受到强太阳辐射，瀑布沟下游河段沿程水温恢复较快。仅根据现有监测资料，瀑布沟下泄低温水对工程河段起到主导作用，使得工程河段 3

月~8 月水温较天然有所偏低，偏低约在 0.8~2.0℃左右；9 月~2 月有所偏高，偏高约 0.5~2.4℃左右，区间增温率为 0.0022~0.3℃/km，夏季气温较高情况下工程河段恢复低温水具有较大作用。

表 5.2.2-1　　观测期瀑布沟下泄水温变化情况　　（单位：℃）

断面 / 时间	瀑布沟坝下	深溪沟坝下	枕头坝一级河道	沙坪二级河道	龚嘴电站坝下	铜街子电站坝下	沙湾电站坝下
2011-11-16	12.3	12.3	12.4	12.4	——	——	——
2012-4-25	10.0	10.1	10.4	10.4	10.9	11.0	11.0
2012-8-7	16.1	16.3	17.0	17.9	19.5	20.0	21.1

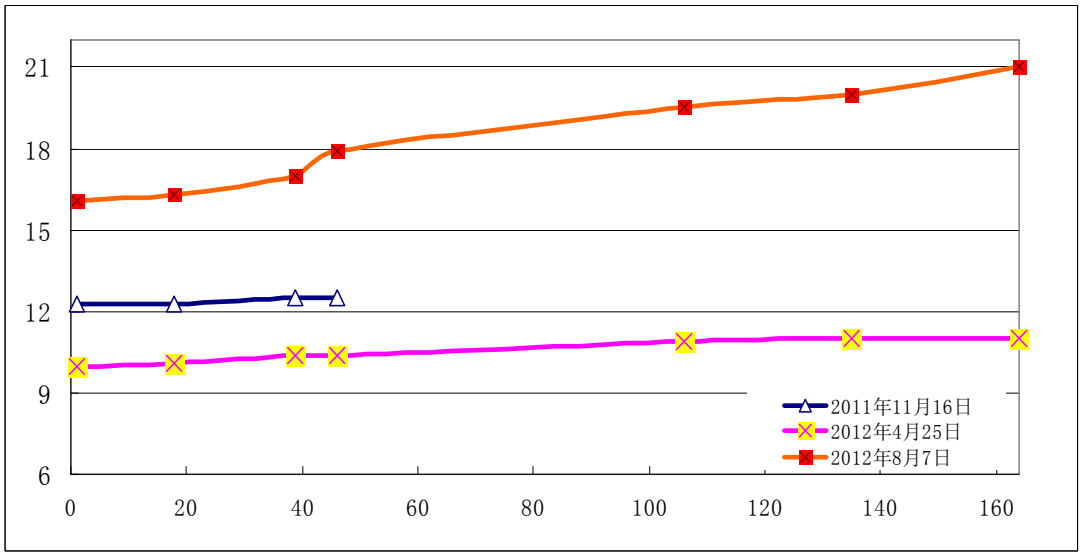


图 5.2.2-1　　瀑布沟坝下水温沿程变化图

表 5.2.2-2　瀑布沟下游河段各梯级坝址实测水温与天然水温的差值　（单位：℃）

梯级电站坝址		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	均值
瀑布沟	坝址天然	6.9	8.3	11.9	15.2	16.9	16.8	18.3	18.6	17.0	14.2	10.9	7.8	13.6
	实测下泄	10.0	9.0	10.5	13.5	15.8	16.1	16.7	17.6	17.4	15.3	14.0	11.1	13.9
	温差	3.1	0.7	-1.4	-1.7	-1.1	-0.7	-1.6	-1.0	0.4	1.1	3.1	3.3	0.3
深溪沟	实测水温	9.5	9.0	10.3	13.3	16.2	16.2	17.5	18.1	17.7	15.9	13.3	11.1	14.0
	天然水温	7.1	8.5	12.1	15.3	17.1	17.0	18.5	18.9	17.2	14.3	11.1	8.0	13.8
	差	2.4	0.5	-1.8	-2.0	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	0.5	1.6	2.2	3.1	0.3

5.2.3 水质影响回顾

5.2.3.1 工程河段主要取用水对象

工程河段除红华实业总公司生产、生活用水外，仅有金洋康宁有限责任公司和四川金河硅业有限责任公司两家企业用水在大渡河直接取水，区间没有农业取水设施和生活用水取水设施。根据四川红华实业总公司“红实机发〔2008〕5 号文”，明确枕头坝一级水电站在保证下泄 327m³/s 时，可满足红华实业总公司的生产、生活用水取水口高程取水的要求。金洋康宁有限责任公司和四川金河硅业有限责任公司取水口位于四川红华实业总公司的生产用水取水口的下游，高程均为 587.0m，低于四川红华实业总公司的生产用水取水口高程，取水量 61.6m³/h 和 28.5m³/h，取水量相对较小，在满足四川红华实业总公司生产用水的情况下，完全满足其取水要求。

5.2.3.2 主要污染源变化情况

少量工业企业污染源排放量逐年减少。根据金口河区生态环境局了解，近几年区域内无新增工矿企业，同时对落后企业进行了关停，陆续有 3 家化工厂停产。其中通宇化工厂已于 2012 年 6 月停产，黄磷厂已于 2013 年 11 月停产，金广公司高碳铬铁厂已于 2015 年 2 月停产；此外，金口河区还有 3 家正在运营的工业硅生产企业，其生产过程仅有少量冷却水产生，生产过程中已做到了回用，未对区域水环境产生不良影响。总体来说，工程河段沿岸各工业企业环境保护和环境管理措施到位，截至目前未发现有污染水体事件发生。

城镇生活污染源收集处理规模扩大。枕头坝一级建成前，金口河区县城向大渡河排污以生活污水为主，县城现无集中污水处理设施，生活污水经沿岸设置的化粪池处理后直接排放大渡河。近年来，工程河段将改扩建污水厂 2 座，分别是金口河区城区污水处理厂、永和组团污水处理厂，主要收集金口河区城镇和工业废水，其中永和镇污水处理厂和金口河区污水处理厂均为改扩建。永和镇污水处理厂处理规模从 200t/d 扩建至 2000t/d，金口河区污水处理厂处理规模从 2500t/d 扩建至 5000t/d，生活生产污水处理后达标排放，其余大多数农村地区，各居民房屋基本自建有旱厕，及时清掏后用作农家肥，向大渡河直接排放的情况较少。

农业污染源以面源为主，主要来自工程开发河段两岸土壤中残存的化肥、农药通过地表径流带入河道。经现场调查，工程河段无大规模畜禽养殖、鱼类网箱

养殖活动存在。

总体而言，工程河段沿岸污染源主要由于金口河区人口积聚和经济发展，生产生活污染物产生量有所增加，但经过污水处理处理后，污染物得到一定削减，河流污染负荷不大。

5.2.3.3 工程开发建设前后水质变化情况

本次回顾性评价主要选取各电站梯级断面水质变化情况。

（1）瀑布沟水电站断面

2002 年，根据瀑布沟水电站环评阶段坝址处监测资料，除总磷、总铅、总镉外，其余各监测水期断面指标满足地表水 III 类标准，总磷枯水期超标倍数为 2.38 之间；总镉丰水期超标倍数在 2.66，总铅枯水期超标倍数为 2.38-2.42。

2011 年至 2012 年，根据竣工环保验收监测，对坝前断面 COD、BOD_5、TN、TP 共 4 项因子进行分析。除总磷不能满足湖库标准限值外，各项监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准，总磷最大超标 1.6 倍。

瀑布沟水电站超标原因主要是瀑布沟水电站库区汉源、石棉两县工业、矿业废水量排放以及支流尼日河铅锌洗选企业生产废水排放。经过近几年的整治后，水环境污染情况已有大幅度好转。

（2）枕头坝一级水电站

2008 年，根据枕头坝一级水电站环评阶段坝址断面监测数据， 该断面各项监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

2016 年，根据枕头坝一级水电站工程竣工环保验收阶段的坝前断面地表水环境质量监测。坝前断面总磷不能满足湖库标准限值，最大超标 0.2 倍，除此之外，各项监测指标均达到验收标准《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。

坝前断面总磷不能满足湖库标准限值主要原因是上游来水的总磷本底值高，库尾断面水质的平均总磷浓度为 0.09mg/L，水库平均总磷浓度偏高。

（3）沙坪二级水电站

2008 年，根据环评阶段坝址断面监测资料，坝址断面的水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类水标准。

2017 年~2019 年，根据沙坪二级水电站验收阶段坝址断面监测资料，坝址断

面各监测因子浓度均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求。

5.2.3.4 地表水质保护措施有效性评估

施工期、运行初期通过采取水污染防治措施，生产废水和生活污水均得到了有效处理，处理设施出水中各项水质监测指标基本达到了相应标准要求，采取的废（污）水处理措施有效减缓了对地表水水质的影响。

各水电站各断面地表水水质监测结果表明，工程河段个别断面和时段出现总氮、总磷超标情况，其余时段各监测因子浓度均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，超标情况随着上游污染源治理以及沿河降解逐步缓解，至沙坪二级水电站坝址处基本满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求。

5.2.3.5 小结

总体上分析，工程施工期、运行初期调查河段水质总体良好，工程河段水质中主要污染物浓度并无明显增加现象，工程对地表水水质影响较小，所采取的废（污）水处理措施有效减缓了工程施工对水环境的影响。

工程河段主要受瀑布沟下泄水质影响，总磷、总氮存在一定程度的超标现象，部分库区存在一定富营养化风险，但由于该河段水电站调节能力较弱，随着瀑布沟水电站上游污染源治理以及沿河降解，区间水质逐步好转，富营养化风险逐步降低。

5.3 水生生态影响回顾

5.3.1 工程开发建设前水生生态概况

枕头坝一级和沙坪二级建设前，深溪沟坝址至龚嘴坝址区间 91km 干流河段是开放的连通水域。水体营养负荷主要由上游来水和地表径流输入；大量营养盐和有机碎屑随水流向下游，未转化为水体生产力；着生藻类和底栖动物构成该生境中水体生产力的重要组成，是生活于该水域鱼类的饵料基础。

深溪沟坝址～龚嘴库尾 52km 河段保留天然流水生境条件，占深溪沟～龚嘴河段总长度的 57.14%。该河段河谷形态主要为的“V”形，河道曲折，滩沱相间，水流缓急交替，流态复杂，鱼类“三场”零星分布。

5.3.2 工程河段开发建设水生生态影响回顾评价

5.3.2.1 水生生境变化

（1）大坝阻隔

由于新增枕头坝一级、沙坪二级大坝阻隔，深溪沟～龚嘴 91km 河段生境进一步破碎化。区间河段形成了枕头坝一级库区段、枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾段、沙坪二级库区段、沙坪坝址至龚嘴库尾段、龚嘴库区段等静缓流～流水生境交替分布的水生生境格局。

（2）水质变化

根据“5.2.2 水环境影响回顾”章节，枕头坝一级、沙坪二级建设前后各水库库区水体交换相对频繁、水体混合较完全。两工程施工期、运行初期调查河段水质总体良好，水质中主要污染物浓度并无明显增加现象，工程对地表水水质影响较小。

（3）水温变化

枕头坝一级、沙坪二级水电站均为混合型水库，库区无水温分层现象，坝址下游各梯级电站的水温基本受瀑布沟水电站下泄水温控制，不会因水温分层产生进一步累积影响。

5.3.2.2 鱼类重要生境变化

两工程建设前，深溪沟～龚嘴河段鱼类产卵场主要为裂腹鱼类、鲇类等产粘性卵鱼类，具有规模较小、零星分布的特点，此类产卵场要求流水滩生境，水深 0.5m 左右，卵石或砾石底质。深溪沟～龚嘴河段鱼类产卵场主要分布在枕头坝一级坝址以下至龚嘴库区河段。

两工程建成运行初期，由于枕头坝一级、沙坪二级蓄水成库，库区河段已不具备产粘沉性卵鱼类产卵条件，深溪沟～龚嘴河段产沉性卵鱼类产卵生境有所压缩，仍呈现规模小、零星分布特点，主要分布在枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾河段。对比可见，两工程建设前后，江沟河口、金口河河口均为此类鱼类相对偏好的产卵河段。

5.3.2.3 水生生态影响回顾总结

（1）水生生境

枕头坝一级、沙坪二级水电站的新建，进一步阻隔鱼类生境，深溪沟～龚嘴

流水河段由 52km 减少至 24km、占河段总长度比例由 57.14%降至 26.37%。两工程蓄水使原有流水河段变为缓流库区生境，库区段水动力学形态总体上发生了较大变化：其中，枕头坝一级 8 月份水库日均水位在 620.8~622.3m 之间波动起伏，日均入库流量在 1346.7~2131.1m³/s 之间变化，日均出库流量在 1294.3~2140.6m³/s 之间变化；沙坪二级水库日均水位在 552.6~553.65m 之间波动起伏，日均入库流量在 1940~3700m³/s 之间变化，日均出库流量在 1960~3690m³/s 之间变化，均能保证最低 327m³/s 的生态流量。

（3）鱼类资源

两工程建设前、建成初期及运行初期，深溪沟至龚嘴河段鱼类繁殖习性结构变化不大。

（4）鱼类产卵生境

受枕头坝一级、沙坪二级淹没影响，产粘沉性卵鱼类产卵生境压缩，产卵场退至库区以外的深溪沟～龚嘴河段。深溪沟～龚嘴河段已无完整的典型产漂流性卵鱼类产卵场；洪水季节上游电站泄洪等部分时段，非典型产漂流性鱼卵可能随水流漂至本河段。

5.3.4 小结

（1）深溪沟～龚嘴河段鱼类资源总体呈下降趋势

上世纪 80～90 年代，深溪沟～龚嘴河段渔业资源较为丰富，日渔获量为 3kg 左右，最多时可达 5kg。随着当地渔民捕鱼手段日益多样化（捕鱼方式有刺网、地笼、撒网、钩钓、延绳钓等），鱼类资源量急剧下降。据 2008 年枕头坝一级、沙坪二级环评阶段走访调查，即使在渔期，在当地采用常规捕鱼手段的日渔获量仅为 1kg 左右。近年来，当地政府对长江流域生态环境的重视程度不断提升，乐山市在市域统一禁渔的天然水域范围规定禁渔期（每年 3 月 1 日至 6 月 30 日）。当地鱼类过度捕捞、挖沙工程也得到遏制，但尚未根除，仍然存在不法分子为牟取暴利，使用电鱼、毒鱼、炸鱼等非法手段捕鱼的现象。

（2）枕头坝一级、沙坪二级梯级开发前后鱼类资源未发生明显改变

枕头坝一级、沙坪二级梯级开发前后，上下游主要鱼类能借助鱼道进行交流，鱼类生态类群结构未受梯级开发的明显影响。枕头坝一级、沙坪二级梯级开发前后，原有流水生境进一步压缩，削弱深溪沟～龚嘴河段原有流水生境的生态功能，

该河段在枕一、沙二梯级开发前即已不具备完整的典型产漂流性卵鱼类（以长薄鳅、四大家鱼为代表）的产卵条件。该河段已无鲢的自然繁殖条件，本次渔获物调查捕获的 2 尾鲢可能是河段人工放流外来种。

总体上看，在导致鱼类资源下降的主要问题（过度捕捞、挖沙工程、水电梯级蓄水改变水生生境条件）尚未根除的背景下，深溪沟～龚嘴河段已不具备完整的典型产漂流性卵鱼类的产卵条件，产漂流性卵鱼类资源量占比较小。枕头坝一级、沙坪二级先后实施了过鱼设施、增殖放流等鱼类保护措施，在减轻上下游鱼类基因交流障碍、补给水电开发可能造成的鱼类资源量减少等方面发挥了作用，深溪沟～龚嘴河段主要生态类群未发生明显改变，产卵生境仍呈现分散分布特征且主要分布于江沟和金口河河口段。因此，深溪沟～龚嘴河段受枕头坝一级、沙坪二级开发的水生生态影响较小。

5.4 陆生生态影响回顾

5.4.1 工程河段开发建设前陆生生态概况

（1）植物植被

1）植物种类组成及评价

根据工程河段开发前调查生态调查资料，工程河段评价区共有维管植物 814 种，隶属 122 科 374 属。由于评价区地处大渡河干旱河谷地段，河谷两侧的植被类型都以灌丛为主，导致生境种类变化不大，可分为阔叶林生境、灌草丛生境及人工生境，维管植物数量不丰富，约占大渡河流域的 22.9%。枕头坝～沙坪河段评价区维管植物物种组成见表 5.4.1-1。

表 5.4.1-1　　工程河段生态评价区维管植物物种组成

门类		科数	所占比例	属数	所占比例	种数	所占比例
蕨类植物		14	11.5%	20	5.3%	36	4.4%
种子植物	裸子植物	6	4.9%	6	1.6%	7	0.9%
	被子植物	102	83.6%	348	93.1%	771	94.7%
合计		122	100.0%	374	100.0%	814	100.0%

2）珍稀保护植物

工程河段生态评价区地处干旱河谷地段，人口密度大垦植指数高，植被以灌丛为主，原生阔叶林分布极少。依据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》，通过对评价区内的实地调查并查阅大渡河流域规划资料，在工程河段评价区内未发现野生国家重点保护野生植物。

3）古树名木

根据《全国古树名木普查建档技术规定》，峨边县和金口河区对古树名木进行了挂牌，通过现场调查，评价区内有经过当地林业主管部门认定的古树名木13株，均为黄葛树（*Ficus virens var. sublanceolota*）。大部分黄葛树分布于远离本河段规划电站的地方，其中 4#、5#、7#点上的黄葛树位于大渡河河边或者支沟口，但高程分别为602m、595m和619m，均位于水库淹没线以上，水电工程建设不对其造成直接不良影响。具体位置、数量、生长情况见表5.4.1-2。

表 5.4.1-2　　**工程河段生态评价区古树名木分布情况**

编号	位置	经纬度	海拔（m）	数量及生长状况	树龄（年）	数据来源
1	峨边县城河边	29.23792N，103.25897E	534	沿河分布4棵，基径2m左右，高12～16m，冠幅80～120m^2，生长良好	约100～400	已挂牌
2	峨边县城体育馆旁	同上	同上	1棵		访问，已挂牌
3	东风木材加工厂内	同上	同上	1棵	>100	访问，已挂牌
4	官村坝对岸	29.25578N，103.08555E	602	河边分布1棵，基径2.5m左右，高15m，冠幅750m^2，生长良好	约300	已挂牌
5	鲤鱼浩河边	29.27850N，103.09697E	595	1棵，基径1m左右，高12m，冠幅100m^2，生长良好	约100	访问
6	官村坝背后山坡	29.26763N，103.08054E	713	1棵，基径0.8m，高11m，冠幅90m^2，生长良好	约100	现场调查
7	小河口居民区	29.22799N，103.05271E	619	4棵，其中最大一株高约13m，胸径达2.5m，冠幅达24090m^2，其他三株相对较小，胸径在1～2m之间	约100	现场调查

4）植被植被组成及分布特征

根据《四川植被》的植被分区结果，工程河段生态评价区属于“川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带——川东盆地偏干性常绿阔叶林亚带——盆地南部中山植被地区——黄茅埂东侧植被小区”。黄茅埂东侧植被小区位于盆地西南边缘山地黄茅埂的东侧，包括马边、峨边等县的全部及屏山、沐川、雷波、峨眉等

县的部分地方。地势西南高东北低，中山地貌为主，一般山峰海拔在 2700～3300m 之间，黄茅埂耸峙西部，最高可达海拔 4000m 左右。

工程河段地貌、气候、土壤、水文等自然条件错综复杂，植物种类较丰富，组成的植物群落多种多样。随着山地升高，形成山地水热条件的变化，植被相应出现有规律的垂直变化。植被呈现出不同的特点：

海拔 500m～1000m 的大渡河河谷两侧及支沟内主要是干旱河谷灌丛的集中分布区，这段海拔范围内，除了部分平缓地段有农田、居民点及少量人工植被以外，几乎为河谷灌丛分布，主要种类有金合欢灌丛，杭子梢灌丛，马鞍叶羊蹄甲灌丛，油桐、山麻杆、盐肤木杂灌丛等，现有公路两侧种有女贞、榕树作为行道树。

在海拔 500m～1200m 的大渡河及其支流平缓坡地及山脊是农田、居民点及经济林的主要分布海拔段。在大渡河沿线可见农田、竹林及经济林连续呈小片分布，而在一些支沟如官料河内的山脊也大片开垦为农田，人口密度较大。

海拔 800m～1500m 范围为亚热带常绿阔叶林和落叶阔叶林，以栲树林、青冈林、峨眉栲+华木荷林、桤木林、山杨林以及一些杂木林构成，伴生植物中还有许多樟科、山茶科、五加科植物，分布于阴湿沟谷、山麓缓坡等环境条件较好的地方。

在海拔 1600～2300m 一带则出现峨眉栲、包石栎、香桦为主的常绿与落叶阔叶混交林林型。

灌丛在工程河段两侧广泛分布，组成种类变化不大，只是在不同地段以不同的优势种形成不同的群丛，这种不同植物组合形成的群丛在评价区极为丰富。总之，灌丛在评价区广泛分布，原生的阔叶林类型极为少见。农田和经济林在评价区呈密集片状分布，这种人工植被加剧了评价区自然植被的破碎度。

整体而言，干旱河谷灌丛在评价区分布面积较广，而农田等人类活动频繁的区域主要在金口河区以下河段，阔叶林分布都远离河谷地段，分布于支沟及山体中上部海拔相对较高处。

（2）动物种类组成及分布

1）动物种类组成及评价

根据工程河段开发前调查生态调查资料，工程河段评价区共有陆生动物 177

种，隶属 63 科 132 属，详见表 5.4.1-3。

表 5.4.1-3　　工程河段生态评价区陆生脊椎动物的科、属、种数情况

类　　群			科	属	种
动　　物	陆生脊椎动物	两栖类	6	12	15
		爬行类	7	10	13
		鸟类	33	80	113
		兽类	17	30	36
		合计	63	132	177

2）两栖动物

① 种类组成

大渡河枕头坝～沙坪河段评价区内共分布有两栖动物 2 目 6 科 15 种（依据《四川两栖类原色图鉴》），其中有尾目 1 科 1 种，占评价区两栖动物总数的 6.7%；无尾目 5 科 14 种，占 93.3%。

② 分布

从两栖动物的分布地带看，分为河流峡谷区、低山农业区和中山林灌区三种类型。其中，河流峡谷区海拔低，干流河流湍急，难见两栖动物。在支沟河流平缓处、农田、小水坑或小水塘，分布有峨嵋林蛙、棘腹蛙、花臭蛙、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙和饰纹姬蛙。

低山农业区处于峡谷以上，是主要的农业区，这个区域内生活有崇安湍蛙、中华蟾蜍华西亚种、峨眉林蛙、日本林蛙昭觉亚种、棘腹蛙、棘皮湍蛙、花臭蛙、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、饰纹姬蛙、四川湍蛙和华西雨蛙川西亚种。

中山林灌区有中华蟾蜍华西亚种、峨眉林蛙、无指盘臭蛙、日本林蛙昭觉亚种、棘腹蛙、棘皮湍蛙、崇安湍蛙、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙、饰纹姬蛙、四川湍蛙和华西雨蛙川西亚种。

3）爬行动物

① 种类组成

大渡河枕头坝～沙坪河段评价区内共分布有爬行动物 14 种，全部为有鳞目，分属于蜥蜴亚目和蛇亚目（依据《四川爬行类原色图鉴》）。其中蜥蜴亚目有 5 科 5 种，蛇亚目有 2 科 9 种。

② 分布

河流峡谷区和低山农业区一般分布有北草蜥、蓝尾石龙子、王锦蛇、玉斑锦

蛇、黑眉锦蛇、九龙颈槽蛇、翠青蛇、中国钝头蛇、脆蛇蜥和原矛头蝮等。

中山林灌区的海拔相对较高，有草绿攀蜥、北草蜥、王锦蛇、黑眉锦蛇、翠青蛇、脆蛇蜥和原矛头蝮等物种。

4）鸟类

① 种类组成

大渡河枕头坝～沙坪河段评价区共有鸟类 113 种，隶属 12 目 33 科（依据《四川鸟类原色图鉴》），其中雀形目 88 种，非雀形目 25 种。

② 分布

河流峡谷区有 70 余鸟类种，峡谷生境较为单一，灌丛和草丛面积较大，农田、树林、道路和河流面积相对较小。区内人类活动频繁，除了当地居民的农业生产活动外，还有城镇、繁忙的省道、外来人口的活动，对鸟类生存干扰大。

低山农业区有鸟类 99 种，除了有农田外，还有各种小树林、灌丛、小城镇。人类干扰较小。在水源较好的地方，还有水稻田，小型鱼塘，因此，也有水域鸟类，区内具有评价区内的大多数鸟类物种。

中山林灌区有 71 种鸟类，区内主要生境是小片的森林和灌丛。海拔在评价区内相对较高，气温较低，区内农田很少，也无公路经过，因此人类干扰在 3 个生态功能区中最小，尽管总面积不大，仍有较高的鸟类物种多样性。

5）兽类

① 种类组成

大渡河枕头坝～沙坪河段评价区内分布有兽类 6 目 19 科 36 种。兽类物种中，鼠科的物种数最多，有 8 种，其次是鼬科，有 5 种。其余每科只有 1 或 2 种。

② 分布

兽类在各功能区分布总的特点是：大中型兽类主要分布在中山林灌区，河流峡谷区主要分布着中小型兽类。从低海拔到较高海拔，兽类物种数逐渐增加。

河流峡谷区主要是中小型兽类物种。主要为食虫目、啮齿目和兔形目的物种。它们的种群数量较多。

低山农业区主要为食虫目、啮齿目、兔形目，以及中型兽类和以中小型兽类为食物的动物。

中山林灌区大中型兽类较多，但从总地来讲种群数量都比较低。

6）珍稀保护物种及其分布情况

工程河段评价区，分布的重点野生保护动物种类详见表 5.4.1-4。

表 5.4.1-4　　工程河段评价区保护动物种类

项目	国家Ⅰ级保护动物	国家Ⅱ级保护动物	省级保护动物
两栖动物	无	1 种。大鲵	无
爬行动物	无	无	1 种。尖吻蝮、
鸟类	无	6 种。***普通鵟***、***雀鹰***、红隼、游隼、红腹角雉、白腹锦鸡	3 种。白鹭、大拟啄木鸟、栗苇鳽
兽类	无	9 种。***猕猴***、***藏酋猴***、豺、金猫、小熊猫、黑熊、鬣羚、斑羚、水獭	2 种。豹猫、赤狐

注：标黑斜体的为在工程河段的干流峡谷内有分布。

5.4.2 工程河段开发建设对陆生生态影响回顾

河段规划的枕头坝一级、枕头坝二级、沙坪一级、沙坪二级等四级水电梯级开发中，已建成并投运的为枕头坝一级、沙坪二级。现结合枕头坝一级、沙坪二级水电站竣工环保验收调查成果，总结工程河段水电开发造成的陆生生态影响。

5.4.2.1 对植物植被的影响

（1）植物物种多样性

1）物种组成影响分析

根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》调查成果，枕头坝一级、沙坪二级水电站建设占地虽然破坏了一部分植物，但是由于这些受影响的植物种类都是较为常见的种类，在当地分布较为广泛，因此枕头坝一级、沙坪二级水电站工程建设并没有使这些植物种类消失，不会当地植物物种多样性造成明显影响。

2）珍稀保护植物及古树影响分析

国家重点保护植物：根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》的调查成果，结合《国家重点保护野生植物名录(第一批)》（1999 年 8 月 4 日）的规定，工程建设评价区，尚未发现国家重点野生保护植物分布，故工程建设未对国家重点保护野生植物造成影响。

古树名木：根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》的调查成果，

枕头坝一级电站调查区内分布有 2 株古树，均为黄葛树（*Ficus virens* var.*sublanceolota*）。沙坪二级电站调查区分布有 6 棵古树，均为黄葛树。由于这些古树的分布地均远离工程淹没区和施工区，故水电站建设对其影响不大，目前长势均良好。

（2）植被类型多样性

工程建设对陆生植被的影响最为明显的是永久占地。由于施工建设和水库淹没，枢纽工程区和淹没区的植被将受到不可逆的影响而消失，从而被工程建设的水面、厂房、料场、道路及其他工程设施所取代。根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》调查成果，相应环评阶段研究成果，枕头坝一级水电站建设后，被破坏的植被主要为水麻灌丛、水竹林、鞍叶羊蹄甲灌丛、小鞍叶羊蹄甲灌丛、须芒草灌草丛等，沙坪二级水电站建设后，受到破坏的植被主要为农田作物和川楝、核桃、盐肤木杂木林，河滩灌草丛，合欢、羊蹄甲灌丛等次生植被等。由于受影响的这些植被类型都是在工程直接影响区外调查区内分布较广的类型，工程建设前的植被类型在验收调查阶段均依然有分布，受影响的植被类型仅在分布面积规模上因工程建设占用而减少，造成不良影响，且对生态环境质量起着重要作用的森林植被类型受损面积不大，同时调查区域内的主要植被类型并未发生明显变化，更没有造成某一植被类型消失，故工程建设对植被类型多样性的影响不大。

5.4.2.2 对陆生脊椎动物的影响

根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》的调查成果，总体上来看，水电工程建设前后的陆生动物从物种组成上来说差异不大，工程建设主要对工程施工区的陆生动物有一定程度的影响，其影响主要体现在工程施工时迫使施工区域陆生动物向周边迁移，增加周边区域生态压力，但没有造成评价区某一类野生动物消失，故对整个调查区的动物物种多样性影响不大。

根据《四川省大渡河枕头坝一级水电站竣工环境保护验收调查报告》和《四川省大渡河沙坪二级水电站竣工环境保护验收调查报告》的调查成果，枕头坝一级和沙坪二级水电站调查区无国家Ⅰ级重点保护野生动物分布，共有重点保护动

物 17 种，其中国家Ⅱ 级重点保护动物 13 种，分别为大鲵、普通鵟、雀鹰、红隼、游隼、红腹角雉、白腹锦鸡、猕猴、藏酋猴、豺、黑熊、斑羚、鬣羚等，四川省重点保护动物 5 种，分别为尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟、栗苇鸦、豹猫等。经调查分析，水电工程建设对其不利影响均不大。

5.4.3 陆生生态保护措施效果评估

枕头坝一级和沙坪二级水电站在开发建设过程中，建设单位均按照环评及其批复的要求基本落实了生态保护措施：对要求立牌保护的古树予以落实，委托八月林自然保护区管理处在工程蓄水前对野生保护动物开展搜救措施，采用鸣笛敲鼓等措施驱逐野生动物。调整库底清理工作开展时间，有效避开两栖类、爬行类动物的冬眠期。在水库清库期间，加强对两栖动物的保护，定期组织人员进行巡视。水电工程施工过程未发生植物植被滥砍乱伐事件，未发生猎杀乱捕野生动物事件，渣场、料场、业主营地、道路边坡等绿化效果良好。总体来说，枕头坝一级和沙坪二级水电站建设，未对工程评价区动植物物种多样性及生态系统功能造成明显不利影响，生态保护措施效果良好。

图 5.4.3-1　枕头坝一级电站绿化现状部分照片

图 5.4.3-2　沙坪二级水电站绿化现状部分照片

5.4.4 小结

（1）工程河段开发建设前生态状况

根据《四川植被》的植被分区结果，工程河段生态评价区属于“川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带——川东盆地偏干性常绿阔叶林亚带——盆地南部中山植被地区——黄茅埂东侧植被小区”。

工程河段生态评价区共有维管植物 814 种，隶属 122 科 374 属，其中蕨类植物 14 科 20 属 36 种、裸子植物 6 科 6 属 7 种，被子植物 102 科 348 属 771 种。由于评价区地处大渡河干旱河谷地段，河谷两侧的植被类型都以灌丛为主，导致生境种类变化不大。评价区未发现国家重点保护植物，分布有 13 株古树，均为黄葛树，水电工程建设不对其造成直接不良影响。

枕头坝～沙坪河段生态评价区共分布有野生动物 63 科 132 属 177 种，其中两栖动物 6 科 12 属 15 种，爬行类 7 科 10 属 13 种，鸟类 33 科 80 属 113 种，兽类 17 科 30 属 36 种。分布有国家二级重点野生保护动物 16 种，分别为大鲵、白腹锦鸡、红腹角雉、红隼、游隼、普通鵟、雀鹰、小熊猫、黑熊、金猫、鬣羚、

斑羚、水獭、猕猴、藏酋猴、豺。省级重点保护动物 6 种，尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟、栗苇鸦、豹猫、赤狐。

（2）工程河段开发建设对陆生生态影响回顾

在工程河段规划的枕头坝一级、枕头坝二级、沙坪一级、沙坪二级等四级水电梯级开发中，已建成并投运的是枕头坝一级、沙坪二级。梯级水电工程建设对动植物影响不大。

（3）生态保护措施效果评估

梯级水电工程建设施工过程中，未发生植物植被滥砍乱伐事件，未发生猎杀乱捕野生动物事件，渣场、料场、业主营地、道路边坡等绿化效果良好。总体来说，枕头坝一级和沙坪二级水电站生态保护措施良好。

5.5 回顾评价结论

（1）工程河段水文情势主要受上游瀑布沟水电站运行影响，较天然情况下年内径流分布已发生明显改变，12 月~翌年 4 月下泄流量增加，5~7 月及 9~10 月下泄流量减少；瀑布沟水电站日内径流下泄过程受下游深溪沟水库反调节作用，可在一定程度上均化日内径流过程，并维持深溪沟最低下泄流量不低于 327m³/s。深溪沟下游枕头坝一级水电站为径流式电站，正常情况下保持与上游深溪沟水电站同步发电运行，采取基荷方式下泄生态流量。根据枕头坝一级水电站运行以来的生态流量监测数据，最小下泄生态流量能够满足 327m³/s 的要求。

（2）上游除瀑布沟水电站为水温分层型水库外，深溪沟、枕头坝一级水电站都属于水温混合型水库，工程河段水温主要受上游瀑布沟水电站下泄低温水影响，瀑布沟水电站下游梯级未进一步产生低温水累积影响。拟建沙坪二级水电站距瀑布沟水电站坝址约 44.9km，经过沿程升温作用，瀑布沟水电站下泄低温水影响有所缓解。

（3）根据枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后地表水水质监测数据，工程河段开发建设前后地表水主要监测指标变化不明显，总体满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类标准，工程河段水电开发建设对地表水环境质量未产生明显影响。

（4）工程所在的大渡河中游属于大渡河干流开发时序较早的河段，目前从上至下已形成瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级等 4 级开发格局，已经造

成了明显的水生生境阻隔影响。瀑布沟、深溪沟水电站由于开发较早，未采取过鱼设施，但运行以来通过黑马鱼类增殖站开展了人工增殖放流工作；枕头坝一级、沙坪二级水电站按要求建设了过鱼设施并开展了过鱼效果监测评估，依托黑马鱼类增殖站开展人工增殖放流工作，并实施了鱼类栖息地保护相关工作。根据有关监测数据及枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后水生生态调查成果对比研究，工程河段采取水生生态保护措施效果逐步显现，过鱼设施运行效果稳定，鲶、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白缘鮈等目标种类均能顺利通过鱼道，基本符合鱼道设计要求；工程河段水电梯级开发未对鱼类生态类群结构产生明显影响，枕头坝一级、沙坪二级水电站建设前后鱼类组成以产粘沉性卵鱼类为主体，其中珍稀濒危特有种中仍以重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈等产粘沉性卵鱼类为优势种，渔获物种类及数量未发现明显下降趋势。

（5）枕头坝一级、沙坪二级水电站在开发建设过程中，均按要求落实了相关陆生生态保护措施，梯级水电开发建设对区域生物多样性及珍稀保护物种等均没有产生明显影响。

6 环境影响预测评价

6.1 水文情势影响预测

枕头坝二级水电站为无调节性能的径流式电站，上游为已建枕头坝一级水电站，下游为拟建沙坪一级水电站；拟建沙坪一级水电站死水位与枕头坝二级水电站发电尾水位相衔接，枕头坝二级至沙坪一级水电站区间有主要为季节性冲沟，流量较小。枕头坝二级水电站主要根据枕头坝一级水电站发电流量控制进行同步发电运行。根据枕头坝一级水电站环境影响报告书及批复文件要求，上游枕头坝一级水电站最小下泄生态流量为 327m³/s。枕头坝二级运行期根据上游枕头坝一级来流情况，保持同步发电运行，即“来多少、放多少”。因此，枕头坝二级水电站运行期水文情势主要受上游梯级来流影响。

6.1.1 下泄生态流量需求分析

6.1.1.1 坝址下游河段生态流量需求分析

根据“环评函[2006]4 号”关于印发《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》的函以及“环办函[2006]11 号”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议纪要》的函的规定，水利水电工程必须下泄一定的生态流量。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），河流生态环境需水包括水生生态需水、水环境需水、湿地需水、景观需水、河口压咸需水、其他需水等，其中其他需水包括冲沙需水、河道蒸发和渗漏需水等。

（1）维持水生生态系统稳定所需水量

研究江段共分布有 17 种珍稀濒危或特有鱼类，其中，省级保护鱼类有 5 种，分别为鲈鲤、重口裂腹鱼、裸体异鳔鳅鮀、侧沟爬岩鳅、青石爬鮡；列入《中国濒危动物红皮书》易危种（VU）的有 1 种：长薄鳅；被列入《中国物种红色名录》的有 5 种，包括易危种（VU）3 种：长薄鳅、鲈鲤、青鳉；濒危种（EN）1 种：白缘鮕；极危种（CR）1 种：青石爬鮡。长江上游特有鱼类 14 种：分别为山鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、长鳍吻鮈、异鳔鳅鮀、裸体异鳔鳅鮀、鲈鲤、齐口裂腹鱼、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、短身金沙鳅、四川华吸鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡。粘沉性产卵类群产卵场生境广泛分布，因此，坝址下游需要维持水生生态系

统基本稳定所需的流量以及产卵期径流过程要求。

（2）维持河道水质的最小稀释净化水量

枕头坝二级坝址下游右岸为金口河城区，左岸为永和镇。根据调查，坝址下游左右岸均修建有污水处理厂，生活污水经过处理后达标排入大渡河，除此外无其他无大中型污染企业排污口入汇。工程河段水质监测结果能满足《地表水环境质量标准》中Ⅲ类水域标准要求。经初步计算，在上游枕头坝一级水电站最小下泄流量 23m³/s，来流水质按现状枯水期水质条件下，考虑 10%的环境安全余量，枕头坝二级坝址下游河段各断面水质均能达到该区域执行的目标水质标准——Ⅲ类标准。

（3）湿地需水

枕头坝二级水电站坝下河段两岸为河谷深切的高山峡谷，无湿地分布，两岸植被需水往往通过地下水、降水补给，无河岸相连湿地补给植被需水，因此，不考虑坝址下游河道湿地需水。

（4）景观和水上娱乐环境需水量

枕头坝二级位于金口河区县城河段，根据调查，目前没有旅游设施等景观或水上娱乐环境用水需求。由于枕头坝二级水电站工程为径流式电站无调节性能，电站下泄流量与上游枕头坝一级水电站坝址一致，因此工程建设后基本维持现状，可以满足金口河城区段现有景观需求。

（5）河口压咸需水

枕头坝二级不存在咸潮上溯问题，不需要考虑河口压咸水量。

（6）工农业生产及生活需水量

根据调查，枕头坝二级水电站坝址至下游沙坪一级电站坝址之间分布有金口河区及永和镇，坝址下游沿岸主要由市政管网金口河区自来水厂供水，无其余工矿企业或居民于工程河段取水。自来水厂取水水源为大渡河右岸一级支流观音庙沟上，该支流位于枕头坝二级坝址下游。因此，不需要考虑坝址下游工农业及生活取水量。

（7）航运需水量

工程所在大渡河河段现状无通航条件，尚未规划航运设施，因此，不考虑航运用水要求。

（8）维持地下水位动态平衡补给需水

评价区域地下水丰富，主要来源于大气降水，大渡河河床为区域地表水和地下水共同的排泄基准面，汛期主要为地下水补给河水，枯期地下水位与大渡河水面基本平齐，因此不考虑维持地下水位动态平衡补给需水。

（9）河道外生态需水量

河岸植被需水往往通过地表径流、地下水、降水补给。枕头坝二级水电站工程为径流式调节，基本按照来水流量下泄，由于湿周对两岸的侵润作用，河岸相连湿地补给需水也相应得到满足，河道外生态需水量无需单独考虑。

（10）综合分析

综上所述，枕头坝二级水电站下泄生态流量主要为满足坝下天然河段水生生态需水要求。

6.1.1.2 枕头坝二级最小下泄流量计算论证

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、综合法及生态水力学法。根据枕头坝二级所在河段的水文情势特征，采用 Tennant 法、湿周法、生态水力学法 3 种不同方法计算枕头坝二级水电站所需下泄流量。

（1）Tennant 法

以水文资料年平均径流量百分数来描述河道内流量状态，详见表 6.1.1-1。Tennant 法在考虑保护鱼类、野生动物和有关环境资源的河流流量状况下，将全年分为汛期和非汛期两个部分，按照年平均流量的百分数来推荐河流基流，Tennant 法认为 10%是保持大多数水生生物在全年生存所需的最低径流量。

表 6.1.1-1　保护鱼类、野生动物和有关生态环境资源的河流流量要求

流量状况描述	推荐的基流（10 月～3 月）（%平均流量）	推荐的基流（4 月～9 月）（%平均流量）
泛滥或最大		200（48～72 小时）
最佳范围	60～100	60
很好	40	60
好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	10	10
极差	0～10	0～10

枕头坝二级坝址现状多年平均流量为 1360m³/s，考虑到下游分布有长江上游特有鱼类和鱼类产卵场生境，河道内流量应达到一般状态，应下泄至少 10%坝址多年平均流量，即 136m³/s。

（2）湿周法

根据河道大断面实测资料，建立一维水力学模型，枕头坝二级坝址下游河床深泓线拟合情况见图 6.2.1-1，选择坝下天然河段 3.4km(D1)、4.4km(D2)、9.2km(D3)作为典型浅滩断面。典型断面相对湿周~相对流量的关系曲线见图 6.2.1-2～4。

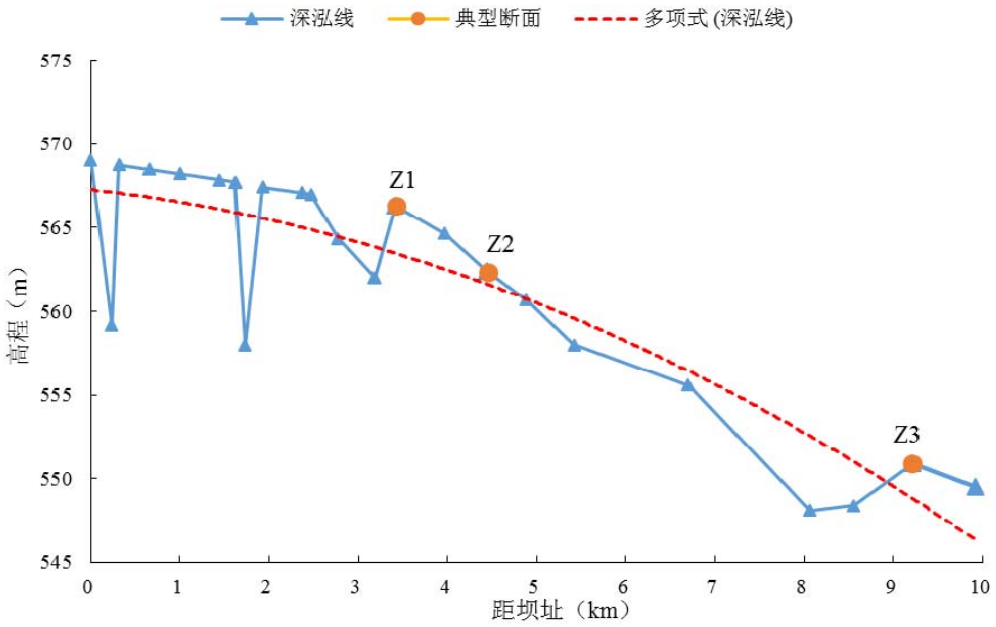


图 6.1.1-1　枕头坝二级坝址下游河段深泓线与典型浅滩断面位置分布图

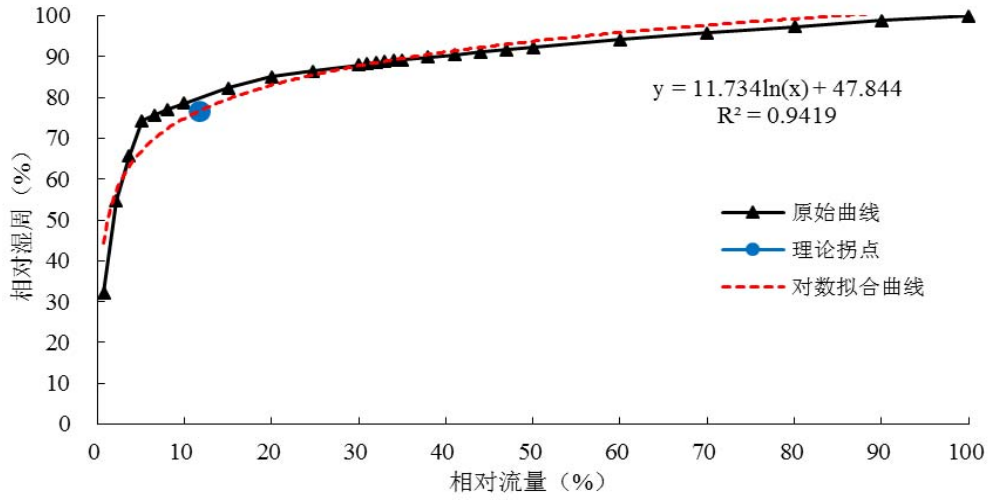


图 6.1.1-2　典型断面 D1 相对流量与相对湿周关系

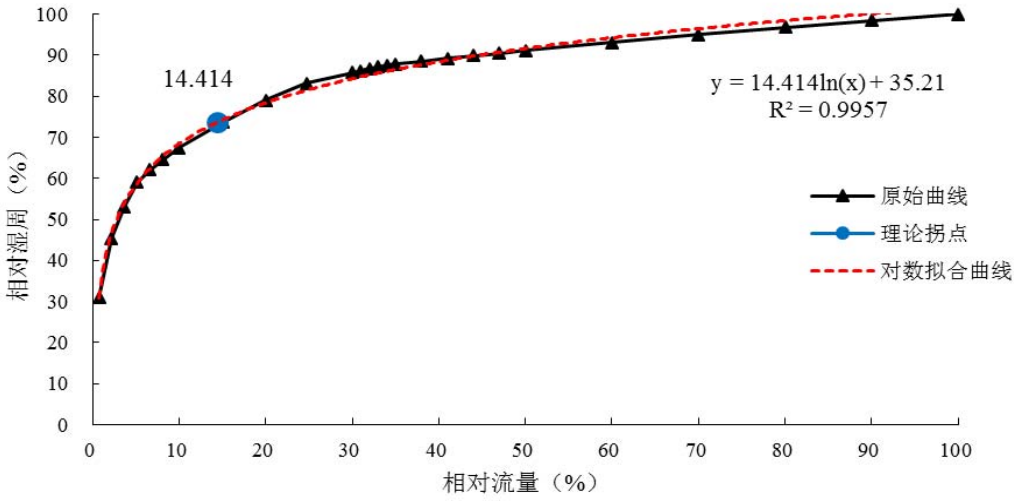


图 6.1.1-3　典型断面 D2 相对流量与相对湿周关系

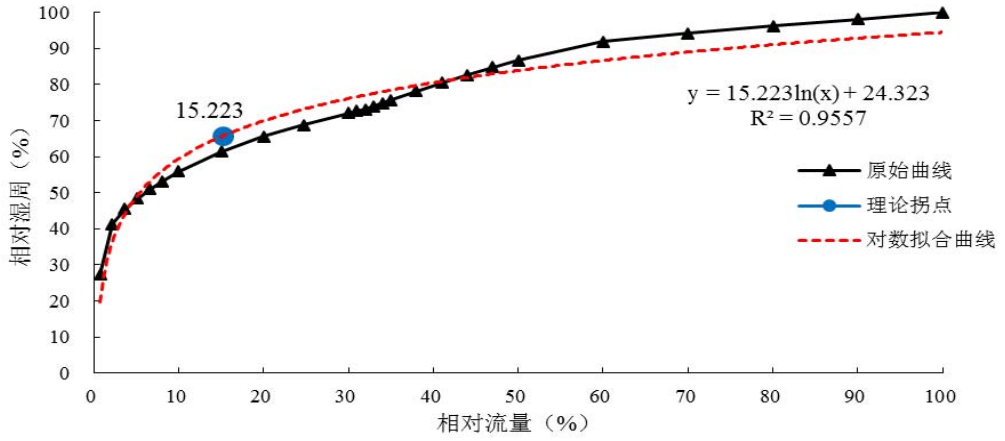


图 6.1.1-4　典型断面 D3 相对流量与相对湿周关系

根据计算，典型断面需要下泄最小生态流量见表 6.1.1-3。根据外包法，枕头坝二级水电站需下泄 207.03m³/s（占坝址处多年平均流量的 15.22%）作为湿周法推荐的最小生态流量。

表 6.1.1-3　　湿周法最小生态流量计算结果

断面	相对流量（%）	最小生态流量（m3/s）
10	11.73	159.58
8	14.41	196.03
2	15.22	207.03

3）生态水力学法

根据一维水力学模型计算结果，统计满足主要生境参数最低标准所需生态流

量，见表 6.1.1-4。枕头坝二级水电站在下泄 129m³/s 的情况下可满足主要生境参数标准。

表 6.1.1-4　　生态水力学法最小流量

生境参数指标	最低标准	累计河段长度的百分比（%）	所需生态流量（m³/s）
平均水深	≥0.3m	95	25.5
平均流速	≥0.3m/s	95	61.5
水面宽度	≥30m	95	29.5
湿周率	≥50%	95	129
过水断面面积	≥30m²	95	72

6.1.1.3 枕头坝二级最小下泄流量综合论证

1）维持水生生态系统稳定所需最小下泄水量

根据 Tennant 法、湿周法、生态水力学法等计算的维持水生生态系统稳定的最小下泄流量，综合以上 4 种计算方法，枕头坝二级最小下泄流量采取外包法取最大值 207m³/s(占多年平均流量的 15.2%)。

表 6.1.1-5　　枕头坝二级坝址最小下泄生态流量计算结果

计算方法	枕头坝二级坝址最小下泄生态流量（m³/s）
Tennant 法	136
湿周法	207
生态水力学法	129

2）政策要求

2017 年 7 月 13 日，原环境保护部、发展改革委、水利部联合发文《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》（环规财[2017]88 号），“保障长江干支流 58 个主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右，其中干流在 20%以上。”

2018 年 5 月 7 日四川省水利厅、四川省发展和改革委员会、四川省环保厅、四川省农业厅和四川省林业厅联合发文《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）可知，“原则上国家级自然保护区内的水电站的下泄生态流量不得低于河道天然同期多年平均流量的 18%，省、市（州）、县（市、区）级自然保护区内的水电站下泄生态流量不得低于河道天然同期多年平均流量的 15%，涉及国家和地方水生野生动物和珍稀濒危物种或开发区域等有

特殊用水要求的河段，应专题论证确定其生态流量”。枕头坝二级不涉及国家级及省级自然保护区，考虑到长江大保护要求，其生态流量应至少按河道天然同期多年平均流量的 15%考虑，即 204m³ /s。

3）枕头坝一级下泄流量复核

根据枕头坝一级水电站 2019 年实际运行资料，工程能够常年保障不低于 327m³ /s 的下泄流量要求（即枕头坝一级环评批复要求最小下泄流量），说明在上游梯级调控影响下，枕头坝二级以上来流能达到最小 327m³ /s 的要求。

4）特殊敏感期流量要求

根据水生生态调查结果，本工程下游河段鱼类产卵繁殖期为 4~7 月，需结合天然径流特性制造涨水过程，营造下游河段多样化的流水生境，刺激鱼类产卵繁殖。由于枕头坝二级水电站为径流式水电站，主要配置上游枕头坝一级开展生态调度，在生态调度期间，维持水位，按照上游来流下泄生态流量。

4）综合分析

因此，综合以上因素，按照外包线原则，枕头坝二级水电站最小下泄流量在与上游枕头坝一级水电站最小下泄流量（327m^3/s）保持一致的情况下，完全能够满足下游生态用水需求，亦即满足国家政策要求，因此枕头坝二级水电站最小下泄生态流量确定为 327m^3/s。在鱼类繁殖季节的 4~7 月，枕头坝二级按照上游控制性梯级生态调度来水下泄流量。

6.1.2 蓄水阶段水文情势影响预测

枕头坝二级水电站采用两期拦断河床的导流方式，不完全截断河段，一期进行左岸 3 孔泄洪闸施工，由右岸束窄河床泄流；二期进行右岸厂房坝段和河床中间剩余 2 孔泄洪闸施工，由左岸 3 孔泄洪闸泄流。根据施工进度安排，本工程下闸蓄水时间为第五年 4 月初，初期蓄水采取边蓄边放的方式进行，泄洪闸底板高程 566.0m，与原河床基本相同，因此不存在水库库底至泄洪闸底板蓄水过程，在蓄水的同时通过 5#泄洪闸保障最小流量的泄放，采取弧形闸门控制下泄，闸门开度根据不同水位实时控制，满足蓄水期间下泄流量不小于 327m³/s。初期蓄水发电计划分 2 个阶段：

第一阶段：第五年 4 月初，由已完建的 5 孔泄洪闸下开始蓄水至 589 m 高程（死水位），在平水年（50%保证率）、枯水年（75%保证率）情况下，水库蓄

水后 8h 即可满足首台机组低水头发电。

第二阶段：在第五年 6 月，下闸蓄水从死水位至正常蓄水位 592 m 高程，在平水年（50%保证率）情况下，水库蓄水后 12h 即可满足 6 台机全部正常水位发电。

枕头坝二级水电站蓄水时间较短，初期蓄水对下游水文情势影响表现为短暂流量减少，但仍能保持最小下泄流量 327m³/s 的下放。

表 6.1.2-1　　下闸蓄水对下游水文情势影响表（保证率 50%）

高程（m）	闸址流量（m³/s）	历时（h）	下泄流量（m³/s）	影响
570 至 589	410	8	327	下泄流量减少 83 m³/s
589 至 592	413	12	327	下泄流量减少 86 m³/s

表 6.1.2-2　　下闸蓄水对下游水文情势影响表（保证率 75%）

高程（m）	闸址流量（m³/s）	历时（h）	下泄流量（m³/s）	影响
570 至 589	578	12	327	下泄流量减少 251m³/s
589 至 592	569	18	327	下泄流量减少 242 m³/s

6.1.3 运行期库区水文情势影响

枕头坝二级水电站正常蓄水位 592m，死水位 589m，在运行过程中水库水位基本维持在正常蓄水位 592m，只有在汛期冲沙和特枯年份会将至死水位运行。枕头坝二级水电站建成后，由于大坝阻隔水位抬升，库区河段的水体面积、体积、水深及水面宽度均较天然情况下有一定的增加，而水库形成后较天然状态下流速减缓，水体流态由急流流态转为缓流流态，库区河段的水文情势有一定改变。

6.1.3.1 库区水位变化

根据枕头坝二级调度运行方式，枕头坝二级水库正常蓄水位 592m，死水位 589m。根据水库调度运行方式，在非汛期，水库水位尽量维持在正常蓄水位 592m，部分时段在死水位（589m）~正常蓄水位（592m）之间运行，库区水位最大变幅在 3m 之内；在汛期，枕头坝二级水电站没有防洪任务，电站洪水调度主要满足自身防洪安全。洪水调节起调水位为正常蓄水位 592m，当来流量小于起调水位相应的泄流能力时，来多少泄多少，基本维持水库水位在起调水位；当来流量大于起调水位相应的泄流能力时，按泄洪建筑物的泄流能力泄洪，水库水位开始上涨，直至来流量与泄流量相等，水库水位达到最高点，当来流量小于水库水位相应的泄流能力时，水库水位开始下降，直至水库水位下降至起调水位。建库后枕

头坝二级库区汛期水位情况见表 6.1.3-1。

枕头坝二级水电站工程建成运行后，在 20 年一遇洪水标准下，相比天然状况，枕头坝二级库区沿程水位雍高值在 0.16m~6.41m 之间；在 5 年一遇洪水标准下，水位雍高值在 0.29m~7.73m 之间；针对库区重要防护目标（耕地、人口），工程设计中已作了有针对性的措施，对其它重要防护目标修建防洪堤围护，标准为二十年一遇洪水。虽然工程建设造成库区防洪压力有所增加，但本工程也采取了相应措施解决，其影响在可接受范围之内。

表 6.1.3-1　　汛期枕头坝二级库区设计洪水标准库区水位计算结果　（单位：m）

断面编号	距离（m）	天然深泓	多年平均			p＝5%（7890m^3/s）			p＝20%（6420m^3/s）		
			天然	回水	雍高	天然	回水	雍高	天然	回水	雍高
坝址	0	571	578.5	592	13.4	585.59	592	6.41	584.27	592	7.73
dm2	808.45	571	579.9	592	12.0	586.49	592.1	5.61	585.33	592.07	6.74
dm3	1337.61	571.7	581.24	592.02	10.8	587.64	592.59	4.95	586.53	592.4	5.87
dm4	2497.81	577	583.52	592.05	8.53	590.55	593.42	2.87	589.29	593	3.71
dm5	3467.62	578	586.24	592.1	5.86	592.48	594.29	1.81	591.27	593.68	2.41
dm6	3967.34	582	587.89	592.14	4.25	593.61	594.79	1.18	592.51	594.12	1.61
dm7	4777.7	582.5	589.59	592.35	2.76	596.04	596.37	0.33	595.02	595.54	0.52
dm8	5414.21	582.2	590.22	592.52	2.3	597.54	597.7	0.16	596.36	596.65	0.29
一级	6059.37	582	590.58	592.69	2.11	598.53	598.53	0	597.16	597.38	0.22

6.1.3.2 库区流速变化

枕头坝二级水电站建成后，由于库区渠化抬高水位及水库调度运行方式的影响，造成建库前后库区各断面平均流速相比天然状态有一定变化，本次评价选取枕头坝二级坝前断面和江沟河口干流断面进行分析。结果表明，坝前断面水流流速在建库前后发生明显变化，枯水年降幅最大为 82%；江沟河口的大渡河干流断面水流流速在建库前后变化幅度相对较小，最大降幅 40%。

表 6.1.3-2　　枕头坝二级坝前断面建库前后平均流速变化情况

断面	水期	设计流量（m^3/s）	断面平均流速（m/s）		变化（m/s）	变化率（%）
			天然	建库后		
坝前断面	丰水期	1607.0	2.42	0.53	-1.90	-78
	平水期	1360.4	2.15	0.45	-1.71	-79
	枯水期	1133.7	2.08	0.38	-1.71	-82
库中	丰水期	1607.0	1.20	0.68	-0.51	43
	平水期	1360.4	1.05	0.58	-0.47	45
	枯水期	1133.7	0.92	0.48	-0.44	48
库尾	丰水期	1607.0	2.51	2.41	-0.09	4
	平水期	1360.4	2.35	2.18	-0.17	7
	枯水期	1133.7	2.04	1.92	-0.13	6

表 6.1.3-3　　江沟河口的大渡河干流断面建库前后平均流速变化情况

典型年	设计流量（m^3/s）	断面平均流速（m/s）		变化（m/s）	变化率（%）
		天然	建库后		
丰	1607.0	2.49	1.78	-0.71	-28
平	1360.4	2.33	1.53	-0.80	-34
枯	1133.7	2.15	1.29	-0.86	-40

6.1.4 上游主要控制性梯级对枕头坝二级水电站径流过程的影响

枕头坝二级水电站是径流式，上游有年、季调节能力的下尔呷、双江口、瀑布沟水库，对下游各梯级电站具有较好的补偿调节效益，各调节水库基本情况见表 6.1.4-1。

本次环评分别以丰水年、平水年、枯水年，计算至规划水平年 2030 年，不同典型年枕头坝二级坝址受上游调节水库影响下的径流过程与天然径流过程的对比情况。

表 6.1.4-1　　大渡河流域坝址以上主要水库参数

水库名称	调节库容(亿 m³)	多年平均流量(m³/s)	库容系数	调节性能	所在河流	建设进度
下尔呷	19.3	186	0.329	多年调节	大渡河干流	规划
双江口	19.1	512	0.118	年调节	大渡河干流	在建
瀑布沟	38.8	1270	0.097	季调节	大渡河干流	已建

6.1.4.1 枕头坝二级坝址径流年内分配变化

枕头坝二级运行期在上游双江口、瀑布沟等主要调节水库调节影响下，径流的年内分配发生了较大的变化，主要表现为枯水期（11 月~4 月）平均流量较天然状态明显增加，丰水期（5 月~10 月）平均流量较天然状态明显减少，现状情景下，径流年内分配已较天然径流发生了较大变化，汛期流量平均减少 222m³/s，枯期平均增加 219m³/s；至规划水平年 2030 年，汛期流量较天然流量平均减少 363m³/s，枯期平均增加 283m³/s，规划水平年、现状情景和天然流量的年内分配变化情况见表 6.1.4-2。

表 6.1.4-2　　枕头坝二级坝址逐月平均流量年内分配变化表　　（单位：m³/s）

状况		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
天然情况	丰水年	483	415	486	855	873	2896	3675	3317	3250	1785	1030	623	1641
	平水年	425	378	392	547	961	1924	2459	2204	3371	1843	918	597	1335
	枯水年	355	331	338	429	819	2246	2125	2354	1543	1117	767	487	1076
	平均	421	375	405	610	884	2355	2753	2625	2721	1582	905	569	1351
现状情景	丰水年	728	776	864	970	881	2856	3296	2729	2404	1748	996	704	1579
	平水年	665	708	781	887	1032	1856	2311	2433	2149	1647	909	646	1335
	枯水年	619	655	712	800	813	2129	1972	1742	1591	1171	775	601	1132
	平均	671	713	786	886	909	2280	2526	2301	2048	1522	893	650	1349
设计水平年	丰水年	907	967	1073	1230	1452	2931	2704	2275	2074	1668	1091	878	1604
	平水年	783	823	887	986	1030	1732	2472	2261	2035	1626	881	763	1357
	枯水年	746	782	836	945	1206	1656	1704	1597	1444	1095	845	726	1132
	平均	812	857	932	1054	1229	2106	2293	2044	1851	1463	939	789	1364
与现状比较变化量	丰水年	179	191	209	260	571	75	-592	-454	-330	-80	95	174	25
	平水年	118	115	106	99	-2	-124	161	-172	-114	-21	-28	117	22
	枯水年	127	127	124	145	393	-473	-268	-145	-147	-76	70	125	0
	平均	141	144	146	168	320	-174	-233	-257	-197	-59	46	139	15

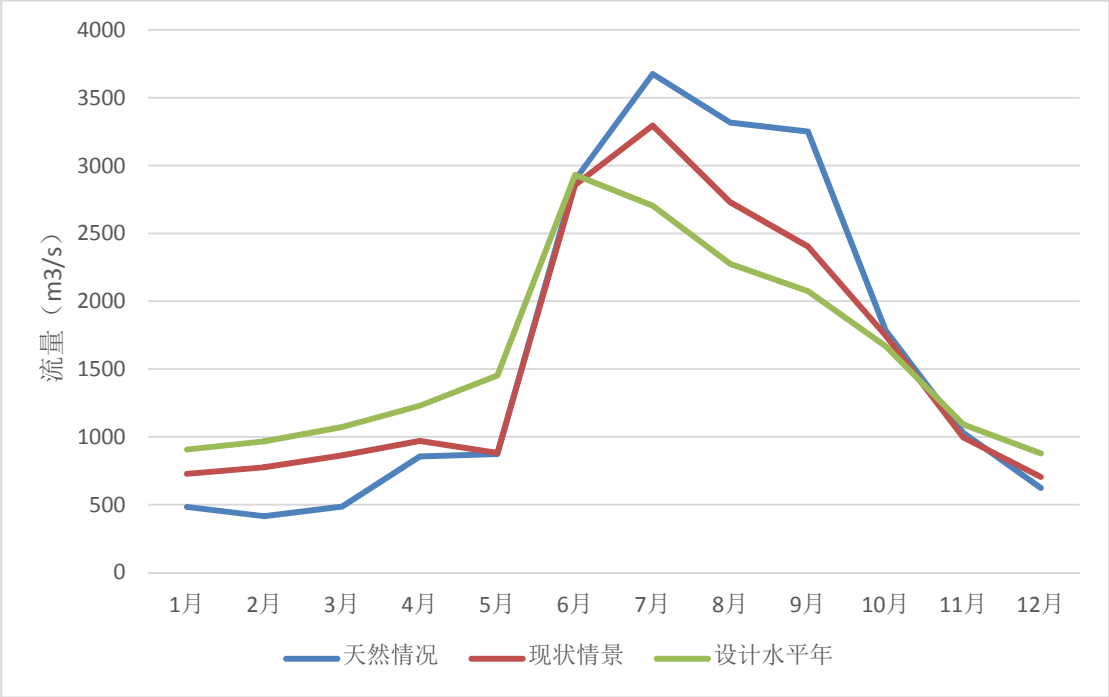


图 6.1.4-1　枕头坝二级闸址丰水年逐月平均流量年内分配变化图

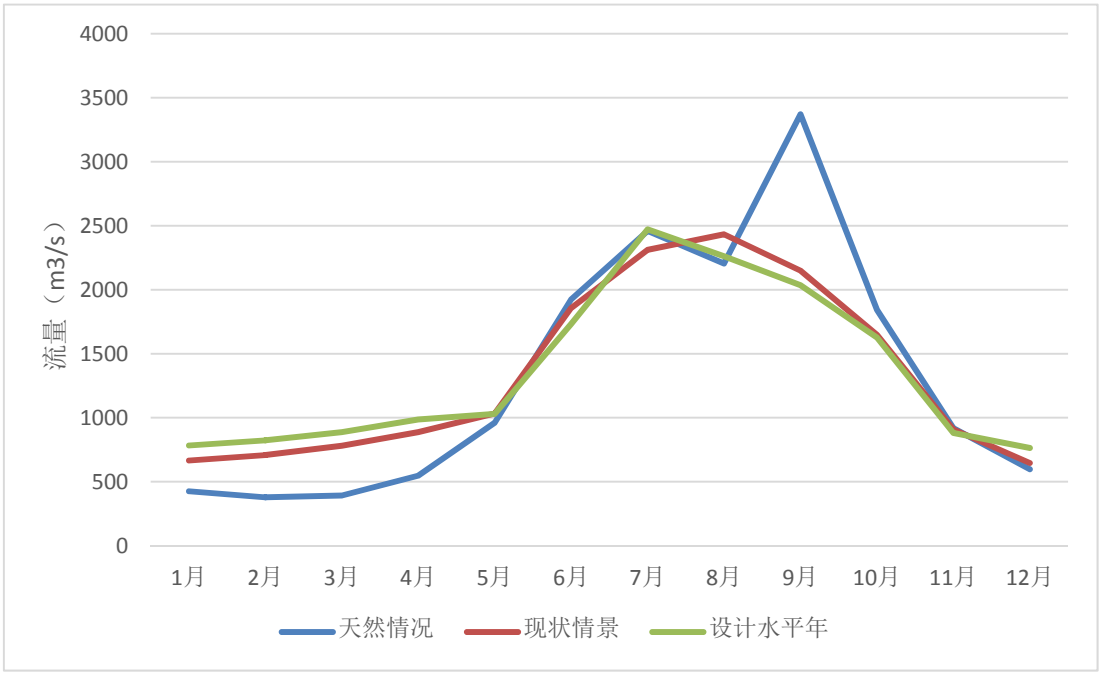


图 6.1.4-1　枕头坝二级闸址平水年逐月平均流量年内分配变化图

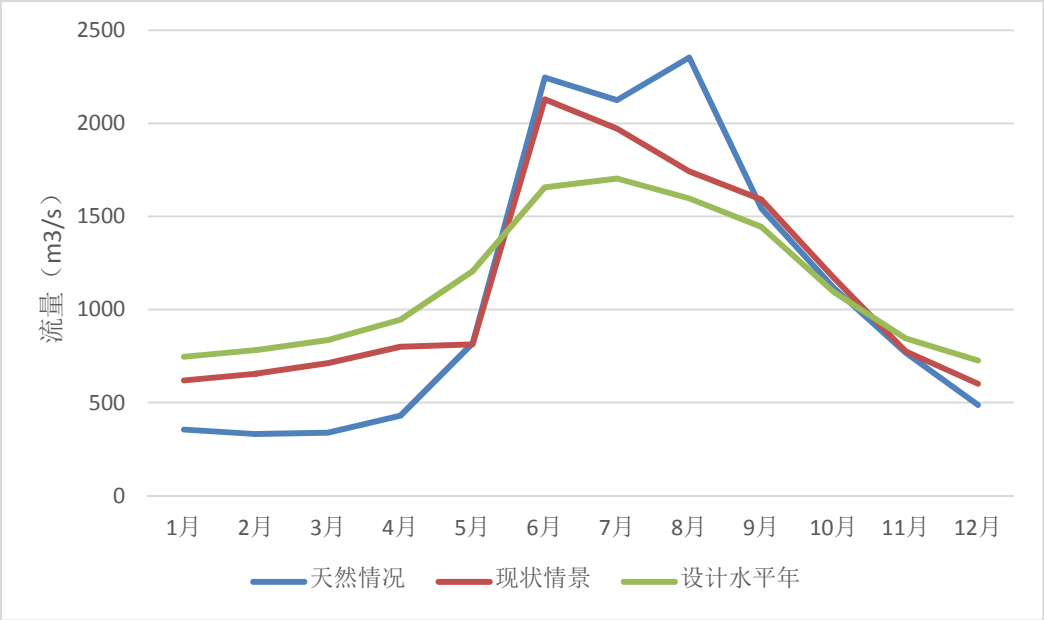


图 6.1.4-1　枕头坝二级闸址枯水年逐月平均流量年内分配变化图

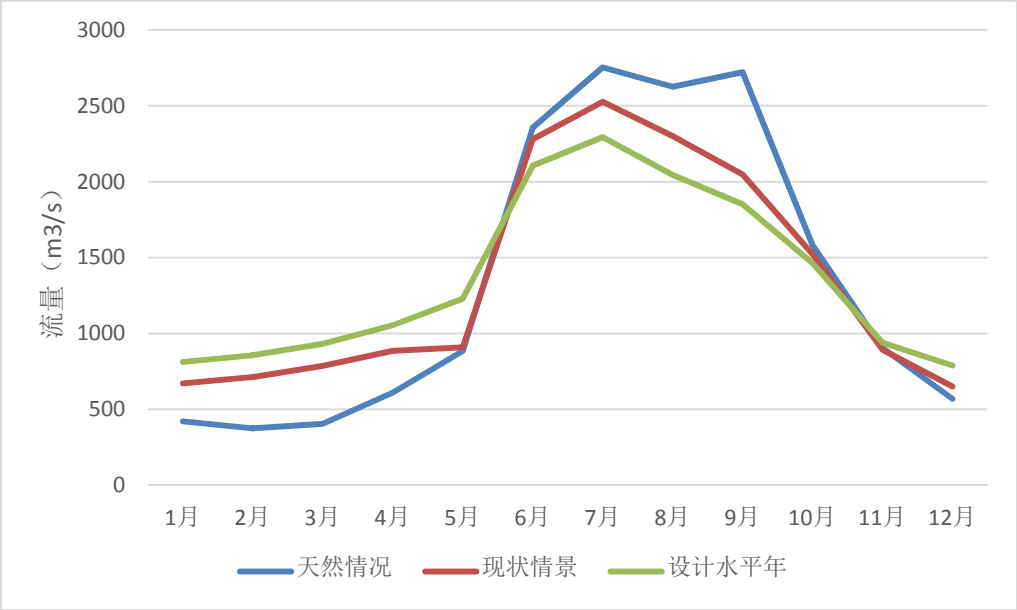


图 6.1.4-1　枕头坝二级闸址多年平均逐月平均流量年内分配变化图

6.1.4.2 枕头坝二级坝址逐日径流过程变化

设计水平年 2030 年，考虑研究河段以上各调节水库的联合作用下，计算得出枕头坝二级坝址丰、平、枯水年逐日流量过程，由于枕头坝二级为径流式调节，逐日入库流量等于出库流量。建库后丰平枯水年逐日流量均大于 327m³/s，经过上游各梯级调节后，有利于提高枯水期最低下泄流量的保障。

表 6.1.4-3　　枕头坝二级丰水年逐日入库、出库流量表　　（单位：m^3/s）

日期	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1	1355.4	2753.17	3265.91	2172.98	2074.5	1682.5	1155	881.11	908.2	968.37	1069.64	1218.23
2	1354.3	2746.17	3116.91	2144.98	2229.5	1665.5	1132	880.91	908.1	968.47	1070.44	1253.13
3	1353.4	2730.17	2937.91	2129.98	2391.5	1745.5	1125	880.71	907.9	968.27	1071.64	1312.13
4	1358.9	2715.17	2750.91	2117.98	2149.5	1682.5	1160	880.41	907.8	968.07	1071.24	1249.13
5	1360.7	2702.17	2695.91	2107.98	2071.5	1679.5	1174	879.81	907.7	967.77	1070.94	1242.13
6	1358.2	2706.17	2671.91	2106.98	2441.5	1682.5	1144	879.51	907.5	967.67	1071.14	1224.73
7	1357.2	2723.17	2819.91	2114.98	2297.5	1664.5	1125	879.41	907.4	967.87	1071.34	1222.93
8	1550	2773.17	2744.91	2114.98	2116.5	1651.5	1114	878.91	907.4	967.57	1071.54	1223.33
9	1414	2770.17	2663.91	2346.98	2047.5	1644.5	1100	878.71	907.4	967.27	1071.64	1241.13
10	1367	2782.17	2637.91	2221.98	2007.5	1644.5	1091	878.41	907.3	967.47	1072.04	1289.13
11	1375	2778.17	2597.91	2158.98	1981.5	1680.5	1087	878.21	907.2	967.37	1072.14	1251.13
12	1364.9	2766.17	2568.91	2195.98	2041.5	1676.5	1078	877.81	907.3	967.47	1072.84	1235.13
13	1361.3	2896.17	2544.91	2216.98	1980.5	1653.5	1073	878.11	907.1	967.57	1072.84	1224.93
14	1423	2834.17	2681.91	2338.98	2382.5	1636.5	1071.9	878.71	907	967.27	1073.54	1222.33
15	1502	2775.17	2781.91	2436.98	2146.5	1630.5	1071.2	878.31	906.9	967.17	1075.14	1222.63
16	1414	2738.17	2709.91	2520.98	2036.5	1699.5	1072	878.01	906.9	967.17	1075.44	1221.93
17	1657	2764.17	2619.91	2384.98	1998.5	1723.5	1072.9	877.81	906.9	966.87	1074.74	1221.33
18	1516	2743.17	2576.91	2309.98	1986.5	1706.5	1072	878.11	906.9	966.87	1074.44	1220.03
19	1473	2714.17	2550.91	2253.98	1993.5	1687.5	1070.7	877.81	906.9	966.97	1074.34	1219.43
20	1406	2819.17	2536.91	2450.98	1958.5	1673.5	1069.9	877.51	906.8	967.17	1073.94	1218.73
21	1395	3027.17	2636.91	2578.98	1938.5	1657.5	1069.7	877.51	907.7	966.87	1074.74	1218.33
22	1394	3058.17	2628.91	2519.98	2074.5	1642.5	1069.4	877.21	908.2	966.77	1076.14	1217.43
23	1641	3073.17	2603.91	2332.98	2007.5	1632.5	1069.3	876.91	908	966.47	1076.04	1216.13
24	1519	3004.17	2692.91	2326.98	1963.5	1627.5	1068.9	876.81	907.5	966.37	1074.84	1216.53
25	1498	3221.17	2704.91	2343.98	1943.5	1653.5	1068.6	876.71	907.3	966.57	1073.44	1216.33
26	1822	3518.17	2804.91	2269.98	1928.5	1687.5	1068.1	876.61	907.2	966.47	1072.74	1217.23
27	1595	3299.17	2729.91	2230.98	1911.5	1697.5	1067.5	876.71	906.9	966.47	1072.54	1216.73
28	1501	3522.17	2631.91	2228.98	2108.5	1664.5	1067.7	876.61	906.8	966.57	1072.24	1216.13
29	1464	3290.17	2729.91	2337.98	2027.5	1653.5	1067.6	876.41	906.6		1072.74	1216.33

30	1440	3683.17	2614.91	2239.98	1980.5	1633.5	1067.2	876.21	906.6		1074.14	1219.43
31	1423		2567.91	2260.98		1659.5		876.11	906.9		1077.64	
均值	1452.04	2930.90	2703.97	2274.85	2073.90	1668.40	1091.42	878.13	907.30	967.26	1073.17	1230.14

表 6.1.4-4　　枕头坝二级平水年逐日入库、出库流量表　　（单位：m^3/s）

日期	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1	1026.6	1680.8	2376.38	2491.09	2163.6	1749.98	884.1	763.95	783.39	823.32	887.59	983.22
2	1026.1	1683.5	2426.38	2434.09	2047.6	1722.98	883.8	763.95	783.49	823.32	887.59	983.22
3	1026.1	1683.3	2458.38	2351.09	1966.6	1716.98	883.8	763.75	783.39	823.32	887.69	983.22
4	1025.9	1683.2	2461.38	2304.09	2016.6	1693.98	883.7	763.65	783.29	823.22	887.69	983.22
5	1025.8	1683.8	2740.38	2284.09	1984.6	1672.98	883.4	763.55	783.19	823.02	887.79	983.22
6	1025.8	1813	2740.38	2261.09	1946.6	1924.98	883	763.45	783.19	823.02	887.79	983.22
7	1025.7	1735	2488.38	2467.09	1970.6	1844.98	882.7	763.35	783.29	823.02	887.69	983.62
8	1025.9	1691.6	2375.38	2257.09	1929.6	1738.98	883	763.25	783.29	823.02	887.69	983.72
9	1026	1687.1	2341.38	2192.09	1964.6	1692.98	882.5	763.25	783.19	823.12	887.69	984.12
10	1025.8	1684.7	2326.38	2155.09	1921.6	1660.98	882	763.15	783.09	823.22	887.49	984.02
11	1025.7	1683.8	2511.38	2138.09	1903.6	1645.98	881.5	762.75	783.09	823.12	887.39	984.02
12	1025.6	1682.7	2412.38	2139.09	1897.6	1649.98	881.3	762.75	782.99	823.22	887.49	985.22
13	1026	1686.7	2348.38	2132.09	1901.6	1635.98	881	762.75	782.89	822.92	887.39	985.22
14	1026.8	1692.7	2309.38	2225.09	1947.6	1612.98	881	762.85	782.79	822.92	887.39	986.32
15	1027.7	1691.4	2279.38	2163.09	2013.6	1599.98	880.7	762.85	782.59	822.72	887.39	987.12
16	1050.9	1687.8	2269.38	2126.09	2036.6	1587.98	882.3	762.95	782.69	822.62	887.39	986.22
17	1041.9	1686.5	2300.38	2100.09	2086.6	1577.98	883.7	762.65	782.59	823.02	887.29	986.22
18	1034.8	1687.4	2285.38	2093.09	2383.6	1568.98	881.8	762.35	782.79	823.02	887.39	986.82
19	1032.9	1692.7	3021.38	2099.09	2181.6	1565.98	881.1	762.45	782.69	822.92	887.39	986.02
20	1030.3	1691.5	3787.38	2142.09	2022.6	1560.98	881.2	762.25	782.59	822.92	887.29	986.22
21	1040	1689.1	2819.38	2115.09	1959.6	1554.98	880.9	762.25	782.69	822.72	887.19	986.22
22	1034	1686.5	2552.38	2417.09	1954.6	1550.98	880.5	761.95	782.49	822.72	887.19	986.92
23	1033.1	1688.6	2445.38	2307.09	1963.6	1546.98	880.2	761.85	782.49	822.72	887.09	987.12
24	1029.7	1706	2385.38	2246.09	2194.6	1549.98	879.9	761.75	782.49	822.62	887.39	987.52
25	1028.6	1798	2356.38	2269.09	2335.6	1543.98	879.3	761.75	782.29	822.82	887.39	987.62

26	1029.1	1832	2323.38	2185.09	2184.6	1540.28	878.7	761.75	782.19	822.72	887.29	992.02
27	1028.7	2056	2323.38	2620.09	2080.6	1540.38	878.7	761.55	782.19	822.62	887.19	991.12
28	1028.3	1912	2313.38	2391.09	2057.6	1539.98	878.7	761.35	782.09	822.52	887.09	989.62
29	1028.4	1836	2296.38	2234.09	2033.6	1538.18	878.7	761.35	782.09		887.09	988.42
30	1028.4	1836	2282.38	2172.09	1997.6	1538.28	878.7	761.05	781.89		886.99	987.02
31	1028.4		2266.38	2590.09		1537.88		761.15	781.89		886.99	
均值	1029.65	1731.65	2471.73	2261.35	2034.97	1626.08	881.40	762.57	782.75	822.95	887.40	985.93

表 6.1.4-5　　枕头坝二级枯水年逐日入库、出库流量表　　（单位：m^3/s）

日期	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1	1167.63	1636.38	1669.52	1581.94	1429.15	1121.17	844.8	722.76	746.74	782.25	834.7	918.29
2	1155.03	1597.88	1681.52	1624.94	1409.15	1115.17	844.8	723.46	746.54	780.55	835.6	917.89
3	1174.03	1643.28	1690.52	1592.94	1590.15	1110.17	844.8	723.96	746.54	780.15	836.5	918.09
4	1154.73	1688.88	1655.52	1568.94	1517.15	1106.17	844.8	723.96	746.14	780.65	833.6	918.39
5	1128.53	1660.18	1709.52	1549.94	1445.15	1104.17	844.8	723.56	747.04	780.85	832.2	917.59
6	1123.43	1621.58	1634.52	1544.94	1420.15	1099.17	844.8	723.86	745.94	778.75	833.5	914.79
7	1123.43	1605.18	1616.52	1561.94	1399.15	1095.17	844.8	725.06	745.24	778.75	835.6	914.79
8	1123.43	1590.98	1605.52	1538.94	1392.15	1096.17	844.8	724.66	745.64	780.45	835.2	914.79
9	1123.43	1578.08	1610.52	1528.74	1384.15	1110.17	844.8	724.36	746.64	781.35	835	918.09
10	1123.43	1580.18	1739.52	1598.94	1384.15	1103.17	844.8	724.96	744.14	781.35	835.6	918.69
11	1124.53	1633.38	1703.52	1565.94	1379.15	1103.17	844.8	725.46	743.04	781.65	835.1	920.69
12	1129.23	1620.48	1769.52	1550.94	1389.15	1098.17	844.8	726.26	744.14	782.45	835.3	923.99
13	1123.43	1598.68	1731.52	1609.94	1383.15	1095.17	844.8	725.36	743.54	783.25	836.5	933.99
14	1123.73	1584.28	2004.52	1592.94	1407.15	1091.97	844.8	725.76	744.24	783.25	837.5	932.79
15	1141.03	1573.18	1823.52	1641.94	1432.15	1088.37	844.8	726.46	745.04	783.55	837.8	945.59
16	1147.83	1590.28	1730.52	1640.94	1457.15	1086.97	844.8	726.76	746.84	782.85	838.1	939.39
17	1166.33	1634.28	1719.52	1696.94	1537.15	1086.97	844.8	727.16	747.74	783.65	838.3	938.09
18	1309.03	1616.28	1747.52	1652.94	1511.15	1086.97	844.8	726.66	748.24	783.35	838	934.39
19	1250.93	1695.68	1727.52	1758.94	1456.15	1086.97	844.8	725.46	748.24	782.95	835.7	933.69
20	1224.83	1801.28	1775.52	1625.94	1435.15	1086.97	844.8	726.16	747.64	782.95	835.6	934.79
21	1196.43	1974.28	1759.52	1581.94	1432.15	1086.97	844.8	727.56	747.04	782.95	838.6	934.69

22	1185.43	1797.28	1725.52	1566.94	1432.15	1086.97	844.8	727.26	747.14	782.15	838.5	933.89
23	1174.83	1690.28	1677.52	1553.94	1694.15	1086.97	844.8	727.26	746.64	782.25	838.5	934.19
24	1229.53	1698.28	1650.52	1546.94	1536.15	1086.97	844.8	728.56	746.34	782.25	838.5	939.69
25	1369.33	1783.28	1673.52	1549.94	1465.15	1086.97	844.8	728.76	746.14	782.25	837	943.59
26	1290.43	1691.28	1774.52	1544.94	1429.15	1086.97	844.8	728.76	746.74	782.15	836.9	1003.29
27	1453.83	1647.28	1694.52	1534.94	1404.15	1086.97	844.8	727.66	747.44	779.65	836.9	983.09
28	1379.13	1627.28	1654.52	1528.64	1389.15	1093.47	844.8	727.16	747.44	779.15	837.2	1136.59
29	1366.33	1614.28	1634.52	1757.94	1393.15	1093.27	844.8	726.86	747.24		836.7	1031.49
30	1321.63	1620.28	1626.52	1677.94	1376.15	1090.97	844.8	727.36	746.34		835.9	995.19
31	1278.13		1619.52	1620.94		1088.87		727.86	746.24		835.8	
均值	1205.90	1656.47	1704.42	1596.60	1443.65	1095.09	844.80	726.04	746.26	781.71	836.32	944.82

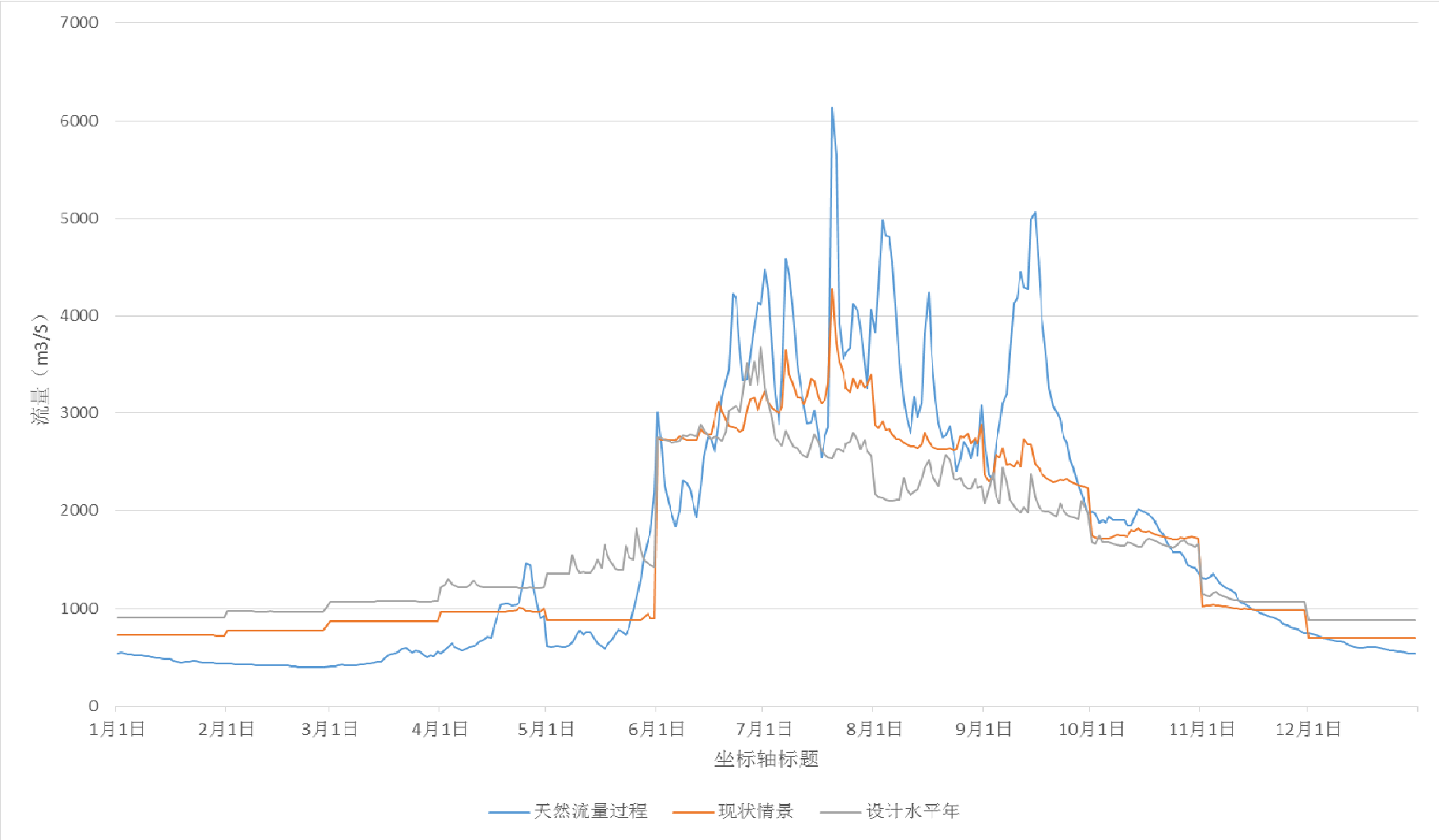


图 6.1.4-2　枕头坝二级坝址丰水代表年逐日流量与天然过程及现状情况对比图（入库、出库流量一致）

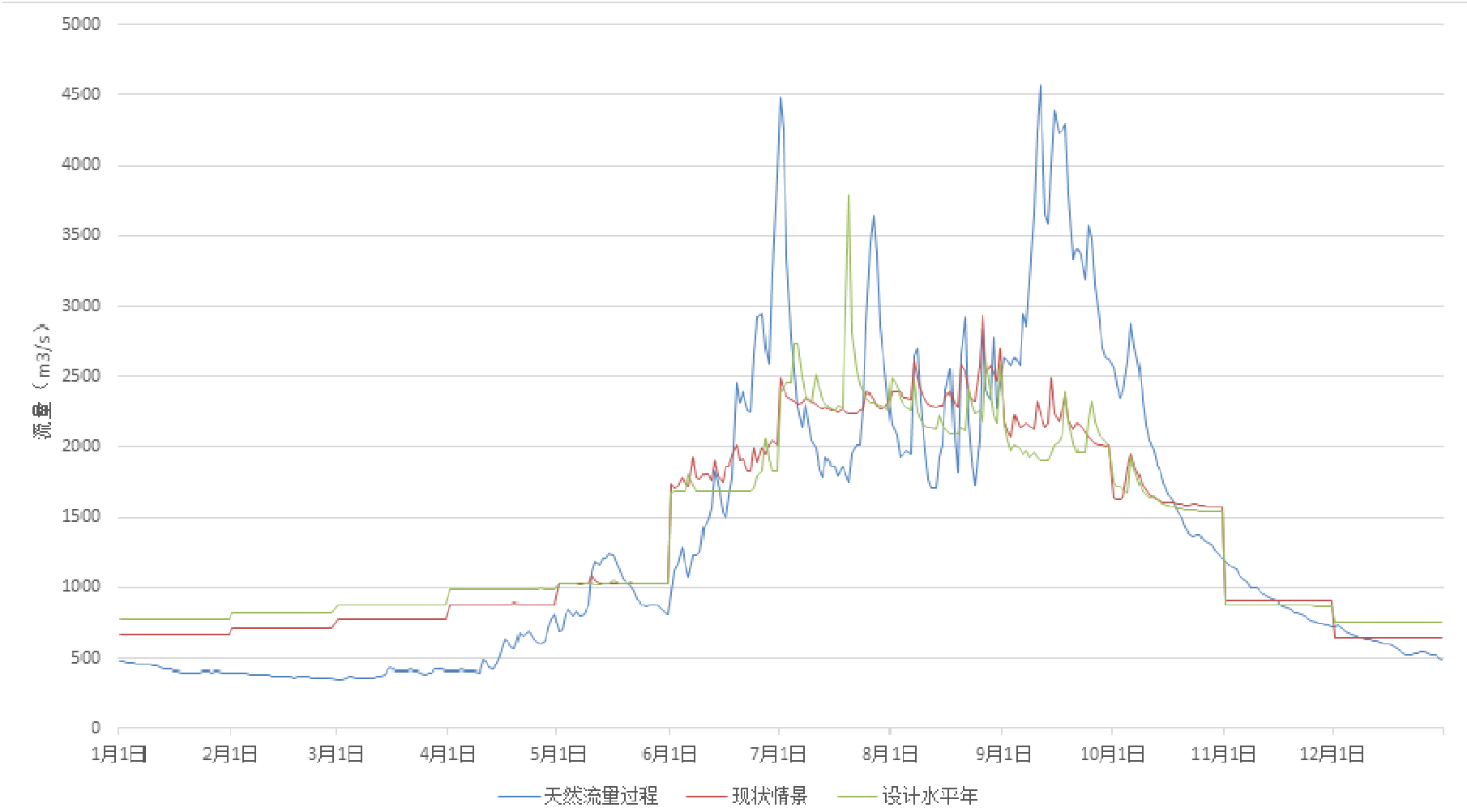


图 6.1.4-3　枕头坝二级平水代表年逐日流量与天然过程及现状情况对比图（入库、出库流量一致）

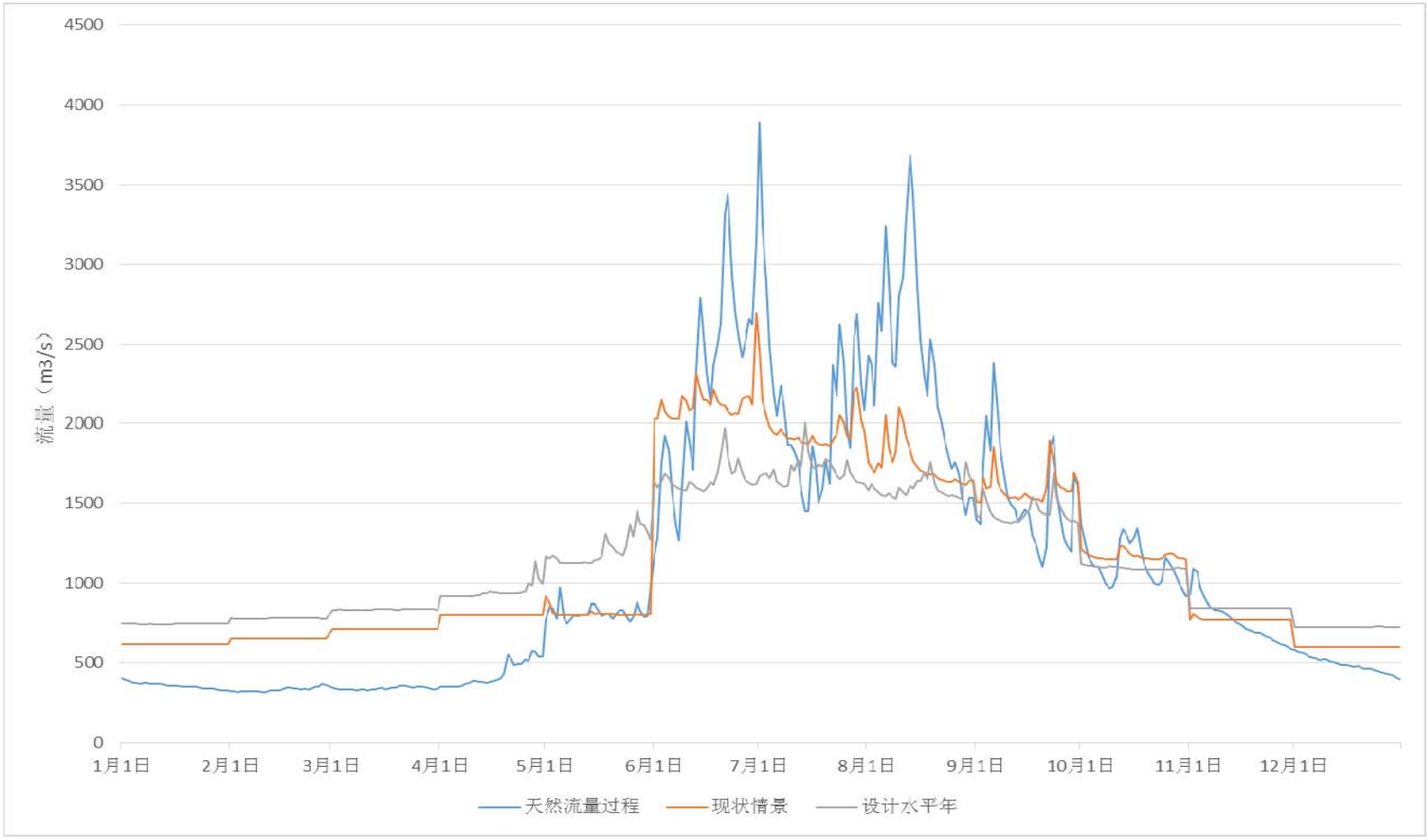


图 6.1.4-4　枕头坝二级枯水代表年逐日流量与天然过程及现状情况对比图（入库、出库流量一致）

6.1.4.3 与上游枕头坝一级水电站联合运行时逐时流量过程变化

根据枕头坝二级水电站发电调度运行原则，枕头坝二级水电站与上游枕头坝一级水电站保持同步发电运行，枕头坝二级水库无调节性能，不承担反调节任务，即枕头坝一级水电站发电运行时，枕头坝二级相应保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行发电运行，在上游梯级下泄洪水排沙时，枕头坝二级同步按照相应流量开闸泄洪排沙，因此其出入库流量基本一致，其平水年、枯水年5月（初汛期产卵高峰期）、7月（主汛期、产卵高峰期）、1月（非产卵期）逐时径流过程如下。详见表6.1.4-6。

表6.1.4-6　枕头坝二级坝址平水年、枯水年各典型日逐时流量过程（单位：m^3/s）

代表年	时段	5月	7月	1月
		流量	流量	流量
丰水年	1:00	1340	3340	333
	2:00	991	2970	333
	3:00	953	2960	333
	4:00	957	2970	479
	5:00	963	2970	632
	6:00	989	2690	694
	7:00	1150	2680	827
	8:00	1470	2690	1010
	9:00	1680	1750	1160
	10:00	1690	1510	1350
	11:00	1620	2430	1230
	12:00	1440	2940	1470
	13:00	1320	2600	782
	14:00	1550	2480	976
	15:00	1560	2560	778
	16:00	1620	2380	923
	17:00	1690	2480	1080
	18:00	2380	2920	1230
	19:00	1920	3260	1350
	20:00	1570	2320	1270
	21:00	1890	2490	1100
	22:00	1040	3050	783
	23:00	914	2580	341
	24:00:00	581	1800	336
	均值	1387	2618	867

	变幅	1799	1830	1137
	最大时变幅	850	940	688
平水年	1:00	2930	2250	321
	2:00	2210	2410	322
	3:00	2210	2410	341
	4:00	2220	2410	377
	5:00	2210	2130	323
	6:00	2240	1780	323
	7:00	2320	1750	362
	8:00	2290	1750	326
	9:00	2430	2590	824
	10:00	2540	3050	1360
	11:00	2540	2560	1210
	12:00	2540	2540	1200
	13:00	2550	2570	1090
	14:00	2570	2580	914
	15:00	2500	2580	883
	16:00	2350	2550	799
	17:00	2540	2530	672
	18:00	3130	2520	941
	19:00	3080	2470	1510
	20:00	2450	2460	1440
	21:00	2420	2470	1300
	22:00	2790	2480	1050
	23:00	2570	2480	684
	24:00:00	2290	3130	341
	均值	2497	2435	788
	变幅	920	1380	1189
	最大时变幅	720	840	569
枯水年	1:00	1190	947	366
	2:00	1170	860	329
	3:00	783	884	325
	4:00	744	1700	324
	5:00	744	1700	423
	6:00	808	1700	576
	7:00	1320	1650	670
	8:00	1160	1520	1020
	9:00	1190	1930	1080
	10:00	1610	2530	1490

	11:00	1870	1840	1310
	12:00	2150	2330	1170
	13:00	2070	2060	725
	14:00	2030	2030	397
	15:00	2310	2030	397
	16:00	1940	2150	395
	17:00	2160	2660	395
	18:00	2280	2640	501
	19:00	2210	2650	865
	20:00	1920	2520	1030
	21:00	2310	2490	1030
	22:00	1990	2420	736
	23:00	1490	2550	688
	24:00:00	1440	2740	439
	均值	1620	2022	695
	变幅	1566	1880	1166
	最大时变幅	512	816	445

6.1.5 运行期坝下河段水文情势影响

（1）流量

枕头坝二级水电站属于径流式电站，不会改变坝下河段年内、月内流量分配，基本不会改变日内流量分配，非汛期(11 月～翌年 5 月)枕头坝二级水电站根据电力系统用电要求按日调节运行，水库水位在正常蓄水位(592m)与死水位(589m)之间来回变动，为提高电站多年平均发电量，水库水位尽量维持在高水位运行，但由于其为径流式水电站，对下游日内流量基本没有影响；汛期(6 月～10 月)由于水库配合上游梯级电站同步洪水排沙，上游来流较大，对下游日内流量几乎没有影响。

综上所述，枕头坝二级水电站的基本不改变坝下河段流量过程，在上游保障下泄 327m^3/s 的情况下，坝址下游满足任意时刻最小下泄 327m^3/s 的流量要求。

（2）水位

枕头坝二级水电站属于径流式水电站，根据 9#断面数据，枯水年 1 月和 5 月日内最大变幅分别为 3.23m、3.05m。根据枕头坝二级水电站运行过程，枯水年典型枯水月来水基本全部下泄，因此枕头坝二级水电站运行对下游水文情势的影响主要与上游枕头坝一级下泄流量过程有关。

6.1.6 工程运行对泥沙情势的影响

6.1.6.1 上游水库对泥沙的拦挡影响

瀑布沟悬移质多年平均输沙量为 434 万 t；由尼日河岩润水文站进入枕头坝二级库区的泥沙，其悬移质多年平均年输沙量为 332 万 t；库区来沙为枕头坝二级坝址天然输沙量(3622 万 t)减去瀑布沟坝址的输沙量（据 1956～2003 年系列资料统计得多年平均输沙量为 3170 万 t），再扣除尼日河入库沙量，得区间悬移质多年平均输沙量约 120 万 t。因而，上游瀑布沟水电站建成后，枕头坝二级坝址的入库悬移质多年平均输沙量减少为 886 万 t。

6.1.6.2 库区泥沙淤积影响

瀑布沟和深溪沟水电站已建成，其上游推移质泥沙全部被拦蓄。枕头坝二级水库推移质泥沙综合按深溪沟坝址至枕头坝二级坝址区间分析。根据大渡河沙坪水文站和尼日河岩润水文站泥沙推悬比百分数，深溪沟坝址至枕头坝二级坝址区间推悬比取 4.6%，则枕头坝二级推移质多年平均年输沙量为 0.69 万 t。根据本工程可行性研究报告计算成果，枕头坝二级水电站建成运行后泥沙淤积情况见表 6.1.6-1。

总体看来，由于上游水库对泥沙的拦蓄作用，枕头坝二级水库入库沙量相对较小，坝址含沙量相对较小，悬移质颗粒相对较细，同时枕头坝二级电站雍水高度较低，因此水库入库泥沙基本随水流排出水库。对下游河段的泥沙影响小。

表 6.1.6-1　　枕头坝二级建成后泥沙淤积计算成果

断面编号	地名	距离（m）	天然深泓	10 年后深泓	20 年后深泓	30 年后深泓	40 年后深泓	50 年后深泓	100 年后深泓
dm1	下坝址	0	572.00	572.00	572.00	572.00	572.00	572.00	572.00
dm2	木材厂	808.45	571.70	572.04	571.85	571.89	572.15	572.16	572.06
dm3	天麻厂	1337.61	577.00	577.04	577.02	577.02	577.05	577.03	577.04
dm4	看守所	2497.81	578.00	578.04	578.03	578.03	578.05	578.04	578.06
dm5	金河硅厂	3467.62	582.00	582.01	582.01	582.01	582.01	582.01	582
dm6	新村电站	3967.34	582.50	582.5	582.51	582.51	582.51	582.51	582.53
dm7	永乐电站	4777.7	582.15	582.15	582.15	582.16	582.16	582.16	582.18
dm8		5414.21	582.00	582	582	582	582.01	582.01	582.01
dm9	一级厂址	6059.37	580.00	580	580	580	580	580	580

6.1.7 泄洪雾化影响

泄洪雾化是泄水建筑物泄洪时类似于降雨和水雾的现象，是指泄水建筑物泄

水时所引起的一种非自然降雨过程与水雾弥漫现象。泄洪雾化是一个非常复杂的水、气两相流物力现象，涉及到水舌的破碎、碰撞、激溅、扩散等众多物理过程，其影响因素大体上可归结为水力学因素、地形因素以及气象因素三大类。其中水力学因素包括：上下游水位差、泄洪流量、入水流速大小与入水角度、孔口挑坎形式、下游水垫深度、水舌空中流程以及水舌掺气特性等；地形因素包括下游河道的河势、岸坡坡度、岸坡高度、冲沟发育情况等；气象因素主要指坝区自然气候特征如风力、风向、气温、日照、日平均蒸发量等。

一般而言，水头越高，流量越大，泄洪雾化的降雨强度与影响范围也越大。本工程为低水头电站，泄洪能量有限，其采用底流消能的方式，泄洪雾化主要由水位波动影响产生，泄洪雾化区基本控制在消力池区域（消力池 30m~50m 区域），对下游城镇基本没有影响。其次，类比枕头坝一级水电站泄洪情况，下游基本没有产生水雾情况，雾化影响非常小，枕头坝二级规模、水头较枕头坝一级更小，由于泄洪造成的雾化不利影响更小。

6.1.7-1　枕头坝一级泄洪下游情况

6.1.8 气体过饱和影响

通常情况下，水利水电工程泄流导致水体总溶解气体（TDG）过饱和依托于 2 个必要条件——掺气和加压。高速下泄的水流将空气以气泡的形式带至水体深处，即掺气过程；同时，由于水压的作用，致使气泡周围水体 TDG 含量迅速升

高，即加压过程。之后在水流掺混作用下，生成的含高浓度溶解气体的水流被带入到下游水较浅处（水压较小），相对于当地压力而言，就出现了 TDG 水体过饱和现象。一般而言，在高坝大库挑流泄洪时下游气体过饱和影响较大。

枕头坝二级水电站属于低水头电站，最大水头仅 15m，洪水期采用 5 孔泄洪闸泄流，底流消能，泄水期间，水体压力差较小，基本无 TDG 过饱和影响。

6.1.9 水文情势影响小结

（1）枕头坝二级水电站为径流式电站，无调节性能，工程发电保持与上游枕头坝一级水电站同步运行；并且两个梯级之间距离很短，区间汇流基本可以忽略，故枕头坝一级水电站出库流量即为枕头坝二级入库流量。根据枕头坝一级水电站环境影响报告书及批复文件，枕头坝一级水电站最小下泄生态流量为 327m^3/s，因此枕头坝二级水电站最小下泄生态流量与枕头坝一级水电站保持一致。根据调查，枕头坝二级水电站下游无重要生产生活取水口、无环境稀释用水、景观娱乐用水等需求，下泄流量主要为保障下游水生生态系统需水，根据计算结果，最小下泄 327m^3/s 的生态流量完全可以满足下游用水需求。

（2）工程采取分期导流、不完全截断河床的施工导流方案，施工期间对上下游河段水文情势基本无影响；枕头坝二级水电站属于低坝小库容，初期蓄水时间很短，根据计算，在 75%保证率、同时确保下放 372m^3/s 生态流量的情况下，从起蓄水位（570m）蓄至死水位（589m）仅需用时 8h；从死水位（589m）蓄至正常蓄水位（592m）需用时 12h，初期蓄水期间通过泄洪闸下放生态流量，对下游河段水文情势影响较小。

（3）水库蓄水后，在洪水期，由于库区防护堤建设束窄了天然行洪断面，相比天然状态，库区水位及流速均有所提高。在非洪水期，库区水位抬升，过水断面大幅增加，相比天然状态，库区流速明显变小。

（4）在上游下尔呷、双江口、瀑布沟等主要调节水库调节影响下，枕头坝二级水电站运行期径流年内分配将发生很大变化，主要表现为枯水期（11 月~4 月）平均流量较天然状态明显增加，丰水期（5 月~10 月）平均流量较天然状态明显减少，现状情景下，径流年内分配已较天然径流发生了较大变化，汛期流量平均减少 222m^3/s，枯期平均增加 219m^3/s；至规划水平年 2030 年，汛期流量较天然流量平均减少 363m^3/s，枯期平均增加 283m^3/s。

（5）枕头坝二级水电站属于径流式水电站，基本不改变坝下河段流量过程，枯水年 1 月和 5 月日内最大变幅分别为 3.23m、3.05m，基本与现状变化相同，因此枕头坝二级水电站运行对下游水文情势的影响主要与上游枕头坝一级下泄流量过程有关。

6.2 地表水环境影响预测

6.2.1 施工期地表水环境影响

施工期对水环境的影响主要有砂石加工系统废水、混凝土生产系统冲洗废水、基坑排水、机械冲洗含油废水、施工营地生活污水排放等，根据“3.3 工程施工期环境影响源分析”，基坑废水、机械冲洗废水、混凝土拌和废水、含油废水和车辆冲洗废水废水量不大，污染物多为 SS，且经处理后基本回用于场内洒水降尘和绿化，对河段的水质影响较小。排放量较大的是砂石料加工系统废水和生活污水，如果直接排入大渡河，会对局部水质造成影响，因此，分正常排放和事故排放情景，对砂石料加工系统废水和生活污水的地表水环境影响进行预测。

6.2.1.1 砂石加工废水

（1）正常情况下砂石加工废水影响分析

施工期砂石加工废水占全部生产废水排放量 95%以上，砂石加工废水污染物是 SS，属于无毒无害废水，在正常情况下，均将进行有效处理，悬浮物浓度≤100mg/L，处理后的废水基本都回用于施工，回用率达到 95%以上，甚至可达 100%回用于生产，少量不能回用的废水达标放排，对下游水环境基本无影响。在正常情况下，本工程产生的生产废水对水环境影响很小。由于生产废水中砂石加工废水排放量很大，在此主要对砂石加工废水非正常排放（事故排放）情况下的下游近岸水质进行预测。

（2）事故排放情况下砂石废水影响预测

1）污染源分析

根据“3.3 工程施工期环境影响源分析”，选取砂石加工废水产生量进行预测，主要污染物为 SS，最大浓度达到 44000mg/L，废水排放强度约为 566.5m³/h、11330m³/d。

2）预测模型

由于大渡河干流河段流量大，河面较宽，在考虑砂石加工系统废水直接排放

时，应考虑岸边点源排放造成的污染带影响，不考虑沉降作用，预测模式采用河流二维稳态混合岸边排放模式，公式如下：

$$c(x,y)=c_h+\frac{c_pQ_p}{H\sqrt{\pi M_y xu}}\left\{\exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right)+\exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right]\right\}$$

式中：C（x,y）——（x,y）点污染物垂向平均浓度；

x,y——预测点 x，y 方向坐标值，m；

C_h ——河流上游污染物浓度，mg/L；

C_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，按高峰排放量计，m^3/s；

C ——废水与河流完全混合后污染物浓度，mg/L；

H ——河流平均水深，取排放口所在河段平均水深，m；

B ——河流宽度，取排放口所在河段平均河面宽度，m；

u ——x 方向平均流速，m/s；

L ——混合过程段长度，m；

M_y——横向混合系数，可采用下面经验公式计算：

$$M_y=(0.058H+0.0065B)\sqrt{gHI}\ ;$$

I—河流底坡，取值详见表 6.1.1-1；

g—重力加速度，取 $9.8m/s^2$；

混合过程段长度可由下式计算：

$$L=\frac{(0.4B-0.6a)Bu}{(0.058H+0.0065B)\sqrt{gHI}}$$

3）预测工况及参数

①预测工况

本次评价主要对砂石加工系统事故排放情况进行预测。

②预测水文参数

本次评价选取极端不利条件——枯水年最枯月平均流量（$Q=360m^3/s$）进行预测，上游来水取枯水期枕头坝一级监测值 15mg/L，砂石加工系统附近河流水文参数见下表。

表 6.2.1-1　　建库前最枯年最枯月排污口附近河流水文参数

污染源	流量（m^3/s）	平均流速（m/s）	平均水深（m）	水力坡降（‰）	平均河宽（m）
砂石加工系统	360	0.75	7	1.8	180

③污染源参数

砂石加工系统排污口流量 0.27m^3/s，SS 浓度为 44000mg/L。

4）预测结果及评价

砂石废水事故排放预测结果（贡献值）见表 6.2.1-2。

在砂石加工系统废水事故排放的情况下，废水排入大渡河干流，对坝址下游 10km 内水质影响较大，对沙坪二级库尾水质 SS 浓度贡献值达到 28.3mg/L。排污口下游无饮用水水源保护区、取水口、集中鱼类重要生境分布；评价河段执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质，对 SS 浓度未做相关要求。砂石加工系统废水会导致下游较大范围悬浮物有所升高，水质影响仍然存在。因此，在施工期间，应加强废水处理及回用系统的维护，保证其运行的可靠性，杜绝事故排放。

表 6.2.1-2　　砂石加工系统事故排放预测结果（贡献值）　（单位：mg/L）

距排放口纵向距离（m）	横向距离（m）									
	0	10	20	40	60	80	100	120	150	170
10	494.9	29.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
50	229.6	120.9	27.7	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
100	166.8	121.6	52.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
200	122.3	104.9	68.0	21.4	15.2	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
300	102.6	92.9	69.7	28.3	16.3	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
500	82.9	78.2	66.2	36.9	20.3	15.7	15.1	15.0	15.0	15.0
800	68.7	66.3	60.0	41.5	26.0	18.2	15.6	15.1	15.0	15.0
1000	63.0	61.3	56.7	42.3	28.5	20.0	16.4	15.3	15.0	15.0
1500	54.2	53.3	50.7	41.9	31.8	23.7	18.7	16.3	15.2	15.1
2000	48.9	48.3	46.6	40.6	33.0	26.0	20.8	17.7	15.7	15.4
3000	42.7	42.4	41.4	38.0	33.1	28.1	23.6	20.2	17.4	16.8
4000	39.0	38.8	38.2	35.8	32.5	28.7	25.1	22.1	19.3	18.7
5000	36.5	36.3	35.9	34.2	31.7	28.8	26.0	23.5	21.1	20.6
10000	30.4	30.4	30.4	30.0	29.3	28.5	27.6	26.9	26.1	25.9
13000	28.9	29.0	29.0	28.9	28.7	28.3	27.9	27.6	27.2	27.1

6.2.1.2 混凝土拌和系统冲洗废水

混凝土系统拌和楼废水产生量约 6m³/次。该废水经处理后回用或洒水降尘，在正常情况下不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

6.2.1.3 基坑排水

基坑废水包括初期废水和经常性废水，其中初期废水由基坑积水和降雨形成的地表径流组成，其特点是废水量大、以天然水体为主，污染物种类少、含量低，对大渡河水体水质基本无影响；经常性废水产生于大坝基础开挖和混凝土填筑的过程中，由降水、渗水和施工用水组成，废水量少，悬浮物浓度约为 2000mg/l，pH 值为 11~12，经常性废水产生强度为 6m³/h、144m³/d。经处理后的基坑废水可回用于生产或综合利用，不外排，对环境影响较小。

6.2.1.4 修配系统废水

含油废水排放强度为 16m³/d，石油类和 SS 浓度分别为 100mg/L、1000mg/L，按处理后石油类和 SS 浓度分别为 5mg/L 和 100mg/L。正常情况下，含油污水处理后回用作洗车用水、道路喷洒不外排；若事故排放，则在水体表面形成油膜，对溶解氧恢复和河流水质造成一定的影响。但由于废水量少而分散，其影响范围和程度均较小。此外，浮油和污泥如处理不当，将对周边土壤、水体水质产生较大影响。

6.2.1.5 生活污水

（1）污染源分析

由于本工程施工人员生活污水全部采取一体化设备进行处理，处理后的污水或综合利用，或达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准排放回用，对大渡河水质影响很小，主要对生活污水事故排放时的影响进行预测评价。施工生活废水产生量为 378m³/d，则高峰期最大生活污水产生量为 31.5m³/h（最大小时变化系数以 2.0 计）。生活污水污染物主要是 COD、氨氮，其浓度分别是 400mg/L、200mg/L。

（2）预测模型

根据本工程施工期生产污水特征污染物 COD、氨氮特性，预测模式采用《二维稳态混合衰减水质模型。

（3）预测参数

根据《全国水环境容量核定技术指南》（中国环境规划院，2003 年 9 月）推荐的污染物综合衰减系数，结合水环境和水文情势现状，本工程 COD、氨氮的综合衰减系数为 0.15/d、0.02/d。

预测水文条件：本次评价选取极端不利条件 ——枯水年最枯月平均流量（Q=360m³/s）进行预测。

排污口概化：由于本工程生活营地布置较为分散，考虑将各生活污水排污口概化为 1 个排污口，所有生活污水都集中在这一个排污口排放。排污口附近河段水文参数取计算河段平均值。

背景浓度：取坝址断面枯水期监测结果，COD9mg/L，氨氮 0.09mg/L。

（4）预测结果

COD 预测结果见表 6.2.1-3、 氨氮预测结果见表 6.2.1-4。

表 6.2.1-3　　生活污水事故排放预测结果（COD）　（单位：mg/L）

距排放口	横向距离（m）									
纵向距离（m）	0	10	20	40	60	80	100	120	150	170
10	9.01	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
50	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
100	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
200	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
300	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99
500	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99
800	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98
1000	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98	8.98
1500	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97	8.97
2000	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96	8.96
3000	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94
4000	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92	8.92
5000	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90
10000	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79	8.79
15000	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69	8.69
20000	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59	8.59

表 6.2.1-4　　生活污水事故排放预测结果（氨氮）　　（单位：mg/L）

距排放口纵向距离（m）	横向距离（m）									
	0	10	20	40	60	80	100	120	150	170
10	0.093	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
50	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
100	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
200	0.091	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
300	0.091	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
500	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
800	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
1000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
1500	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
2000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
3000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
4000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
5000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
10000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
15000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
20000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090

预测结果表明，在事故排放情况下，排放口下游 COD、氨氮略有升高，评价河段水质可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准要求。生活污水事故排放对下游水质影响极小。

6.2.1.6 河道整治对水质的影响

本工程河道整治开挖量 151.28 万 m³，C15 护坡混凝土 14.56 万 m³，混凝土灌注桩 500 根。其中，陆上开挖部分包含水面以上部分及浅水处开挖，直接采用 2~3m³反铲开挖、25~32t 自卸汽车运输至堆料弃渣场，平均运距 11km。水下河道整治部分由于不具备采用反铲直接开挖施工的条件，参照航道类似工程，采用铲斗式或抓斗式挖泥船（斗容 2.5~4m³）开挖，驳船运至河岸转 25~32t 自卸汽车运至堆料弃渣场，平均运距 11km。

河道整治过程中会对河底环境造成一定的扰动影响。本工程河道整治总长度 2.6km，整治范围内将有 151.28 万 m³原有土、碎石、巨石等被完全清除，工程区内的土、碎石、巨石会大量减少，而施工泥沙悬浮扩散也会对项目区及周边水体环境造成扰动影响，但这些影响都是暂时的，随着施工结束，悬浮物沉降后，影

响也将消失。本工程仅对原有水环境进行扰动，不会带来新的外来填充物，不会影响现有水环境。

6.2.2 初期蓄水期水质影响

水库蓄水初期，淹没区残留的腐烂物质(如杂草、树木和枝叶等)、土壤均会分解释放出有机质，有机质分解使水体中 BOD_5、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。

蓄水前未按照规范清库时，库底浸出物可能较多，会影响到初期蓄水的水质。工程位于平原丘陵区，集水区域内除库区点源排放口以外，蓄水期库区污染主要来自于面源和库周耕地、林地植物腐烂和土壤释放出的有机质。由于枕头坝二级水库淹没范围较小，淹没范围内无矿山、工业企业等潜在污染源，初期蓄水时间约 20h，时间较短，且蓄水时仍有较大流量下泄，保持了水体交换。因此蓄水初期库区水质有一定程度下降，但影响时间较短。

6.2.3 运行期库区水质影响预测

6.2.3.1 库区主要污染源预测

1、点源

库区段内现状有 1 处城镇污水处理厂，2 家工业企业污染源。1 处城镇污水处理厂为共安乡污水处理厂，设计处理能力 50m^3/d，采用 A2/O 生化处理工艺，污水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标；其余 2 家合金工业企业污水自行处理达标后排放，分别为四川金河硅业有限责任公司、金洋康宁有限责任公司。

根据城镇综合污水及工业废水污染负荷的调查分析，至预测水平年（2030 年），共安乡污水厂的规划扩建处理规模为 100t/d，从最不利角度考虑，各污水处理厂均满负荷排放（执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标），库区周边未有相关工业园区发展规划，根据该区域总体规划，该区域城镇、工业污染统一收集至坝址下游两处污水处理厂处理。库区工业污染排放基本维持现状。

表 6.2.3-1　　预测年（2030 年）枕头坝二级库周点源污染负荷统计表

污水厂/排污企业	排放标准	废水量(t/d)	污染物排放量(t/a)				备注
			COD	NH_3-N	TP	TN	
共安污水厂	一级 A	100	129.58	12.96	1.30	38.87	服务范围为共安镇
四川金河硅业	一级 A	间歇性排放	0.2	0.03	0	0	已建，主要为生活污水排放

金洋康宁	一级 A	间歇性排放	1.66	0.25	0	0	已建，主要为生活污水排放

2、面源

枕头坝二级库周面源污染分为农村生活污水污染、畜禽散养粪便污染及农田径流污染三个部分，对各部分选取相应的输出系数计算其污染负荷，以污染源普查规定的方法及各地污染源普查更新数据为主要依据，同步收集各部门对各类污染源的相关统计资料，资料实在不足部分则参照相关研究的成果，用经验系数法进行确定。最后将各单元的污染负荷汇总得出面源污染总负荷，库周面源计算范围包括库区涉及的 12 个乡镇。周面污染源中 COD、NH_3-N、TP、TN 的年负荷量分别为 864.12t、66.64t、12.321t、137.36t。

（1）农村生活污水

农村生活污水污染负荷计算公式如下：

$$W_{1i}=\alpha_1\times P_1\times L_1\times 365\times 10^{-6} \quad \text{(式 6.2.3-1)}$$

式中：i——代表某种水质参数；

W_{1i}——农村生活污水污染负荷，t/a；

P_1——非集中排水区人口数，人；

L_1——农村人均污染物排放量，g/人·d；

α_1——农村生活污水入河系数。

预测年农村生活污水入河系数同现状年，取 0.6。预测水平年，非集中排水区的人口数根据下式计算：

$$P_{t_2}=P_{t_1}(1+\eta)^{t_2-t_1} \quad \text{(式 6.2.3-2)}$$

式中：P_{t_2}——预测年非集中排水区人口数，人；

P_{t_1}——现状年非集中排水区人口数，人；

η——人口自然增长率，%；

t_1——现状水平年；

t_2——预测水平年。

根据乐山市金口河区 2016 年统计年鉴，考虑库周人口自然增长率和城镇化，人口增长率定为 3.4‰。各乡镇基本无迁出人口，预测年农村散排人口数不考虑水库淹没影响，见表 6.3.2-2。

表 6.3.2-2　　枕头坝二级库周非集中排水区人口数 P_2 取值表

河流	城镇	非集中排水区人口（人）
大渡河	和平彝族乡	9152
	共安彝族乡	6012
	永和镇	713
	金河镇	1453

根据上述参数选取，计算得到枕头坝二级水电站库区及坝下预测年各乡镇农村生活污水污染负荷结果，同现状年农村散排生活污水污染负荷结果相比，由于农业人口的增加，预测水平年库区及坝下涉及的区县农村散排生活污水的 COD、NH3-N、TP、TN 污染负荷均较现状年增长 0.48%。

表 6.2.3-3　预测水平年（2025 年）枕头坝二级库周农村生活污水污染负荷

城镇	农村生活污染物排放量(t/a)			
	COD	NH3-N	TP	TN
和平彝族乡	133.62	23.38	2.67	33.41
共安彝族乡	87.77	15.36	1.76	21.94
永和镇	10.42	1.83	0.21	2.60
金河镇	21.21	3.71	0.42	5.31
小计	253.02	44.28	5.06	63.26

（2）畜禽养殖污染负荷

畜禽养殖污染负荷计算公式如下：

$$W_{2i}=\alpha_2\times N\times L_2\times 10^{-3} \qquad \text{(式 6.2.3-3)}$$

式中：i——代表某种水质参数；

W_{2i}——畜禽养殖产生的污染负荷，t/a；

N ——畜禽存栏数，头或只；

L_2——单位畜禽的污染物排放量，kg/（头·a）；

α_2——畜禽养殖污染物入河系数。

预测水平年，畜禽存栏数根据下式计算：

$$N_{t2}=N_{t1}(1+\xi)^{t2-t1} \quad \text{(式 6.2.3-4)}$$

式中：现状年、预测年畜禽存栏数，头或只；

畜禽增长率，%；

t_1 、t_2——现状水平年、预测水平年。

根据乐山市金口河区 2016 年年鉴，畜禽增长率为 1.77%，枕头坝二级库区及坝下猪、牛、羊、马、家禽预测年畜禽存栏数见表 6.2.3-4。

表 6.2.3-4　　现状与预测年库区涉及乡镇畜禽存栏数汇总表　　单位：头

河流	城镇	畜禽存栏数（折合猪）	
		现状年（2017 年）	预测年（2030 年）
大渡河	和平彝族乡	9118	11656
	共安彝族乡	6178	7899
	永和镇	1826	2334
	金河镇	1699	2172

根据公式及上述各公式参数，计算得到预测年枕头坝二级水库畜禽养殖污染负荷，见表 6.2.3-5。同现状年畜禽养殖污染负荷结果相比较表明，由于畜禽养殖量的增加，预测水平年 COD、NH3-N、TP、TN 污染负荷均较现状年增长约 27.84%。

表 6.2.3-5　预测水平年（2025 年）枕头坝二级库周畜禽养殖污染负荷

河流	城镇	COD	NH_3-N	TP	TN
大渡河	和平彝族乡	272.87	9.91	3.14	30.43
	共安彝族乡	184.91	6.71	2.13	20.62
	永和镇	54.65	1.98	0.63	6.10
	金河镇	50.84	1.84	0.59	5.66
小计		563.15	20.44	6.49	62.78

（3）农田径流污染预测

农田径流污染负荷计算公式：

$$W_{3i}=\alpha_3\times A\times L_3\times 10^{-3} \qquad \text{(式 6.2.3-5)}$$

式中：i——代表某种水质参数；

W_{3i}——农田径流污染负荷，t/a；

A——耕地面积，hm²；

L_3——单位耕地面积污染物排放量，kg/（hm²·a）；

α_3——农田径流入河系数；

根据统计年鉴、统计公报及环统数据分析，2017 年-2030 年，农作物种植面积基本保持不变，由此预测到 2030 年，农作物种植面积保持不变。至预测水平年研究区域耕地面积变化不大。因此在本报告中认为到预测年耕地面积与现状年相同，并假定单位面积污染排放量不变，则在预测年中农田径流污染量与现状年相同，

表 6.2.3-6　　枕头坝二级库周农田径流污染负荷

河流	城镇	COD	NH3-N	TP	TN
大渡河	和平彝族乡	22.02	0.88	0.35	5.20
	共安彝族乡	16.65	0.67	0.27	3.93
	永和镇	0.97	0.04	0.02	0.23
	金河镇	8.32	0.33	0.13	1.96
小计		47.95	1.92	0.77	11.32

6.2.3.2 库区水质预测模型及参数选取

本次评价利用 MIKE21 计算软件，采用平面二维水质模型对枕头坝二级工程库区进行水质影响预测，并在此基础上分析库区富营养化趋势，以及预测水平年库区水环境容量。由于枕头坝二级电站库容小，回水长度短，且属于径流式电站，无调节能力，为此本次评价不考虑对零方案进行对比。

1、预测模型

采用平面二维数学模型由水动力学方程与水质方程：

连续方程：

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0$$

动量方程：

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}(\nu_e\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\nu_e\frac{\partial u}{\partial y})$$

$$u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}(\nu_e\frac{\partial v}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\nu_e\frac{\partial v}{\partial y})$$

式中：u、v——纵向和横向流速，m/s；

p——压力，Pa；

ρ——水体密度，kg/m³；

ν_e——综合扩散系数，m²/s，$\nu_e=\nu+\nu_t$，其中ν是分子粘性系数(m²/s)，ν_t为紊动涡粘系数(m²/s)。

采用 k～ε 紊流模型模拟紊动涡粘系数，紊流模型方程组为：

k 方程：

$$u\frac{\partial k}{\partial x}+v\frac{\partial k}{\partial y}=-\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\nu_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x}\right]-\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\nu_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial y}\right]+2\nu_t(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x})\frac{\partial u}{\partial y}-\varepsilon$$

ε 方程：

$$u\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}+v\frac{\partial \varepsilon}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial \varepsilon}{\partial y}\right]+2\nu_t C_{\varepsilon 1}\frac{\varepsilon}{k}(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x})\frac{\partial u}{\partial y}-C_{\varepsilon 2}\frac{\varepsilon^2}{k}$$

$$\nu_t=C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$$

水质浓度方程为：

$$u\frac{\partial C}{\partial x}+v\frac{\partial C}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(\frac{\nu_t}{\sigma_C}\frac{\partial C}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\frac{\nu_t}{\sigma_C}\frac{\partial C}{\partial y})+S_\phi$$

式中：k——紊动动能，m²/s²；

ε——紊动动能的耗散率，m²/s³；

σ_k、σ_ε——分别为紊动动能和紊动耗散率的普朗特数，一般取 1.0 和 1.3。

C_μ、$C_{1\varepsilon}$、$C_{2\varepsilon}$——模型常数，取值分别为 0.09、1.44、1.92。

C——水质浓度，mg/L；

σ_C——水质要素的普朗特数；

S_ϕ——源汇项，通常是由于水体生化作用导致污染物的降解量。

2、预测因子及工况

根据对历年径流过程分析，结合枕头坝二级工程运行情况，水库库区预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、TN。预测工况考虑大渡河平水年及枯水年的枯水期的最不利情况。其中各水期界定为：枯水期为 12 月～4 月。计算工况见表 6.2.3-7。

表 6.2.3-7　　运行期库区水质影响预测计算工况表

工况	流量	入库水质	污染源条件
平水年枯水期	12 月流量	枯水期监测资料	库区污染源正常排放
枯水年枯水期	12 月流量	枯水期监测资料	库区污染源正常排放

3、预测边界条件

（1）计算区域与网格划分

采用三角形网格划分库区计算区域，共 7958 个节点，网格数量 15050 个。计算区域地形及外环境关系见图 6.2.3-1。

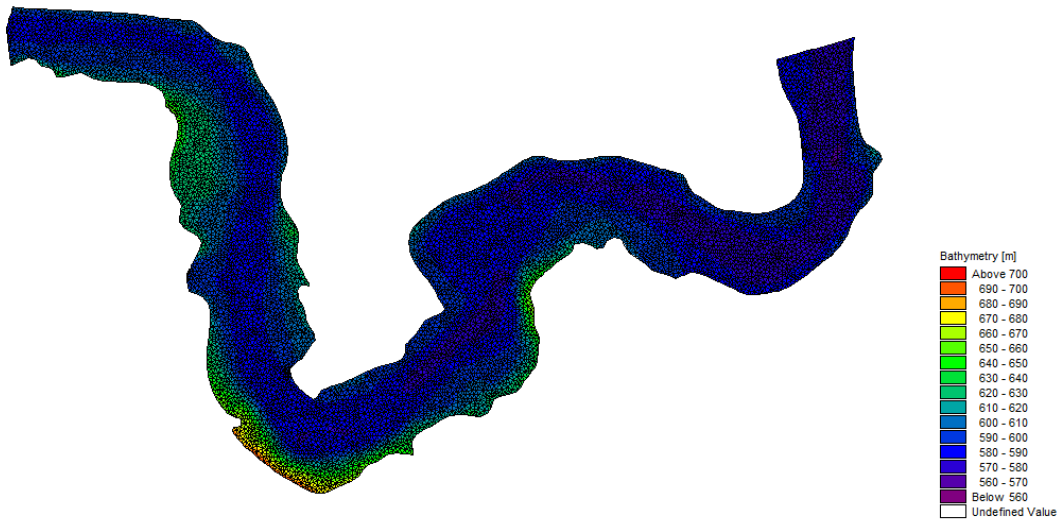


图 6.2.3-1　库区计算区域地形图

（2）计算区域与网格划分

研究区域的各流量及水位边界如表 6.2.3-8，流量根据多年水文资料推算的平水年和枯水年流量，选取 12 月平均流量代表枯水期代表流量，同时考虑共安乡

污水处理厂满负荷运行排放流量。水质边界如表 6.2.3-9 所示，干流水质采用库尾断面现状监测值，共安乡污水处理厂排放浓度按一级 A 标排放。

表 6.2.3-8　　各入库断面入流水质设置表　　（单位：mg/L）

预测工况	平水年枯水期	枯水年枯水期
干流来流（m^3/s）	762.5694	726.0374
共安乡污水（m^3/s）	0.001	0.001
坝址水位（m）	592	592

表 6.2.3-9　　水质边界表　　（单位：mg/L）

预测工况		COD	NH3-N	TP	TN
来流	枯水期	8	0.067	0.027	0.66
共安乡污水（mg/L）		50	5	0.5	15

（3）主要模型参数

本项目各水质参数的降解系数取值见表 6.2.3-10。

表 6.2.3-10　　各水质要素降解系数 *K* 取值表　　（单位：d^{-1}）

参数	COD	NH_3-N	TP	TN
数值	0.1	0.08	0.0018	0.0018

6.2.3.3 库区水质影响预测结果

（1）平水年枯水期

图 6.2.3-2～5 显示了平水年枯水期枕头坝二级库区 COD、NH_3-N、TP、TN 的分布规律。如图所示，枯水期点源汇入对干流 COD、NH_3-N、TP、TN 无明显影响。库区 COD 变化范围为 7.8～8mg/L，由于水库回水较短，仅约 5.7km，沿程降解不明显，浓度最大值出现在共安乡小河汇口处，由于受污水处理厂影响浓度较大，进入水库后迅速稀释。最小值出现在金口河区超限检测站断面上游约 500m 左岸河湾处，由于环流存在使其水体与主流水体交换较慢，故水质较好。均满足Ⅲ类水质标准。NH_3-N 干流来流浓度为 0.067mg/L 左右，沿程降解不明显，浓度最大值出现在共安乡小河汇口处，由于受污水处理厂影响浓度较大，进入水库后迅速稀释。最小值出现在金口河区超限检测站断面上游约 500m 左岸河湾处，库区最小值为 0.0657mg/L，出现在金口河区超限检测站断面上游约 500m 左岸河湾处，由于环流存在使其水体与主流水体交换较慢，总体库区满足Ⅲ水质标准。

库区 TP 为 0.027mg/L，沿程降解不明显，库区水质几乎无变化，属Ⅲ类。TN 干流来流浓度为 0.66mg/L 左右，库区沿程降解不明显，库区水质几乎无变化，满足Ⅲ类水质标准。

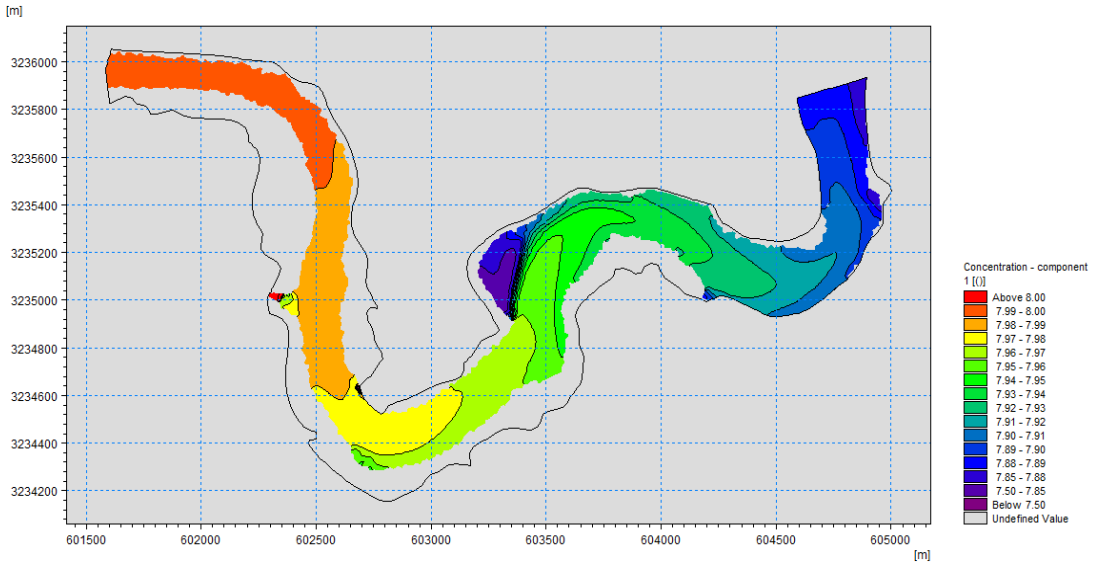


图 6.2.3-2　平水年枯水期 COD 浓度分布

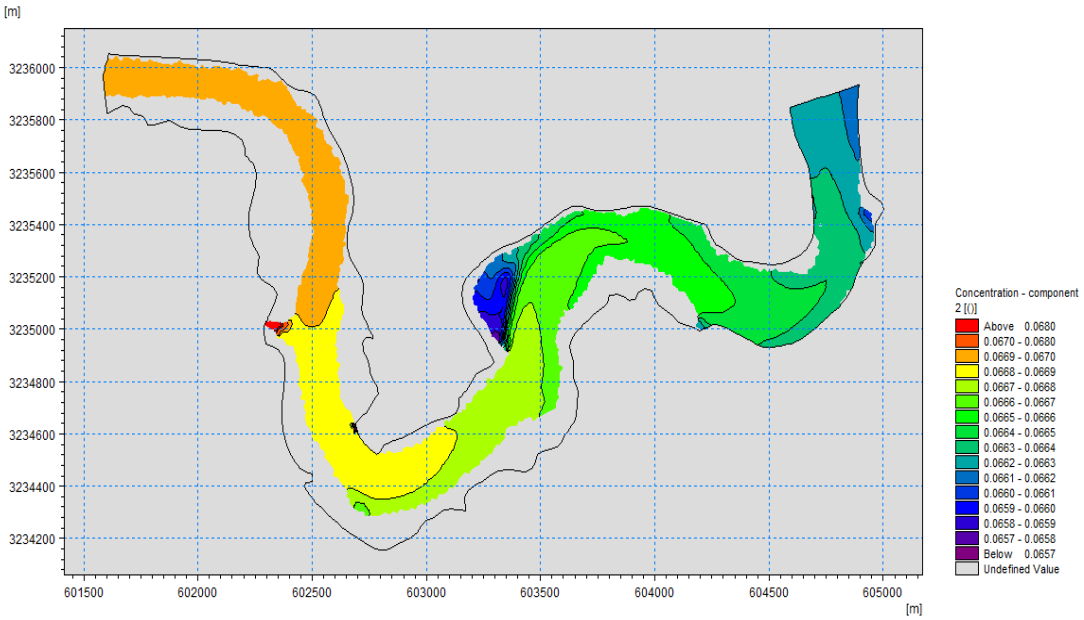


图 6.2.3-3　平水年枯水期 NH_3-N 浓度分布

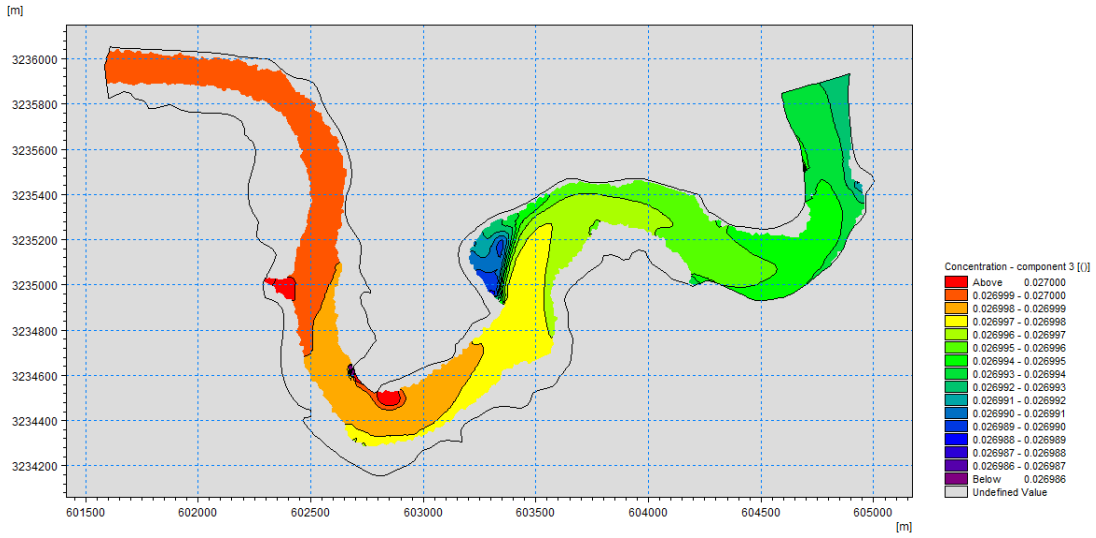


图 6.2.3-4 平水年枯水期 TP 浓度分布

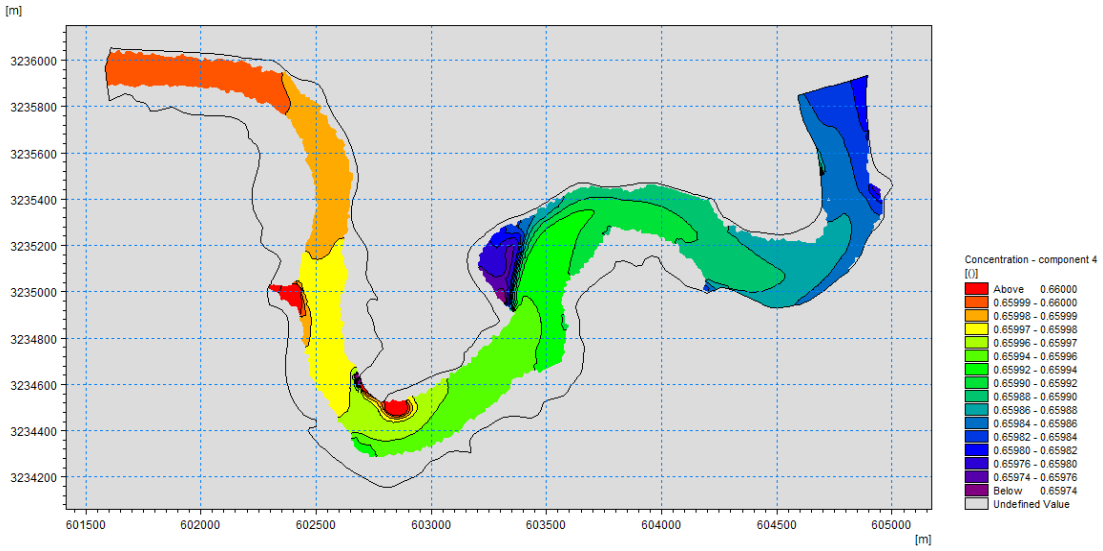


图 6.2.3-5 平水年枯水期 TN 浓度分布

（2）枯水年枯水期

图 6.2.3-6～9 显示了枯水年枯水期枕头坝二级库区 COD、NH_3-N、TP、TN 的分布规律。

如图所示，枯水期点源汇入对干流 COD、NH_3-N、TP、TN 无明显影响。库区 COD 变化范围为 7.8～8mg/L，沿程降解不明显，浓度最大值出现在共安乡小河汇口处，由于受污水处理厂影响浓度较大，进入水库后迅速稀释。最小值出现在金口河区超限检测站断面上游约 500m 左岸河湾处，由于环流存在使其水体与主流水体交换较慢，故水质较好，均满足Ⅲ类水质标准。NH_3-N 干流来流浓度为 0.0657-0.067mg/L 左右，沿程降解不明显，浓度最大值出现在共安乡小河汇口处，

由于受污水处理厂影响浓度较大，进入水库后迅速稀释。最小值出现在金口河区超限检测站断面上游约 500m 左岸河湾处，由于环流存在使其水体与主流水体交换较慢，故水质较好，总体库区满足Ⅲ水质标准。库区 TP 为 0.027mg/L，沿程降解不明显，库区水质几乎无变化，属Ⅲ类。TN 干流来流浓度为 0.66mg/L 左右，库区沿程降解不明显，库区水质几乎无变化，满足Ⅲ类水质标准。

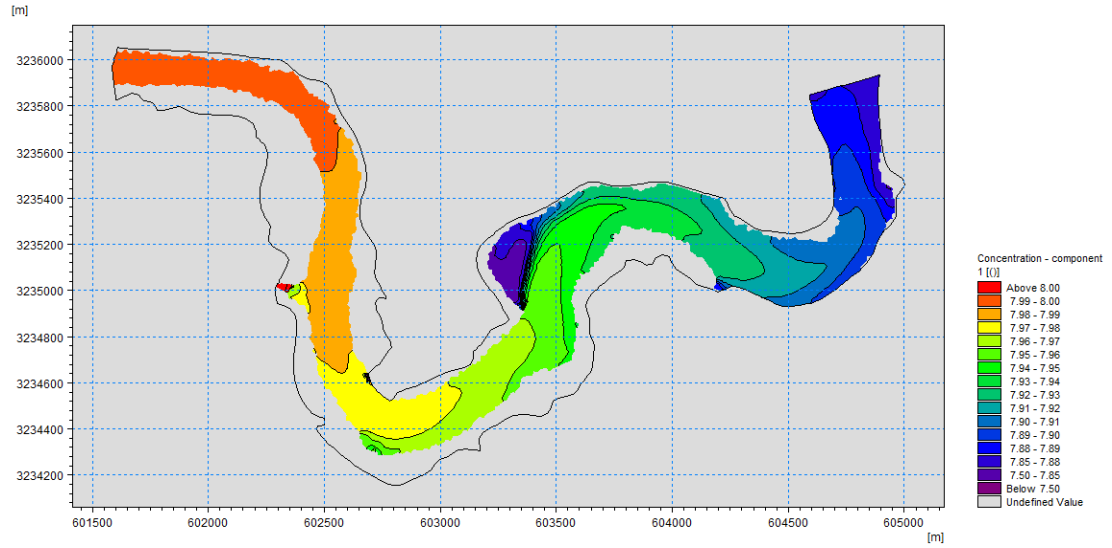


图 6.2.3-6　枯水年枯水期 COD 浓度分布

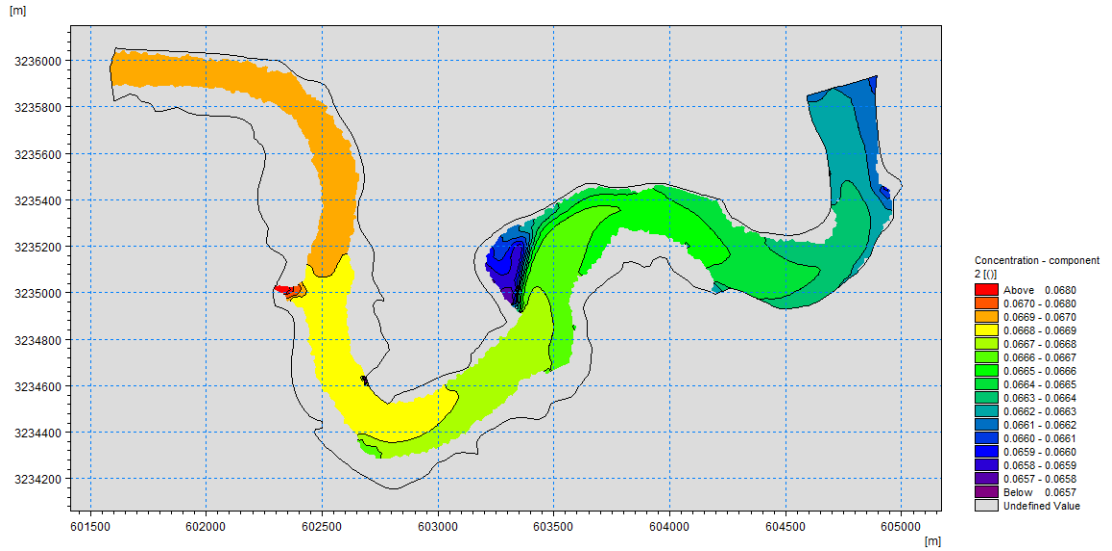


图 6.2.3-7　枯水年枯水期 NH_3-N 浓度分布

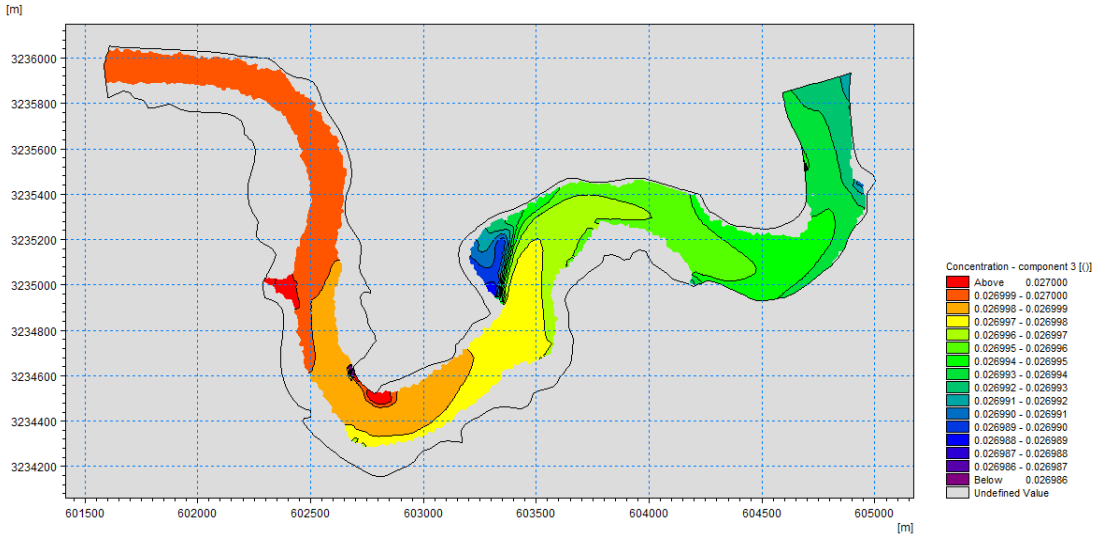


图 6.2.3-8　枯水年枯水期 TP 浓度分布

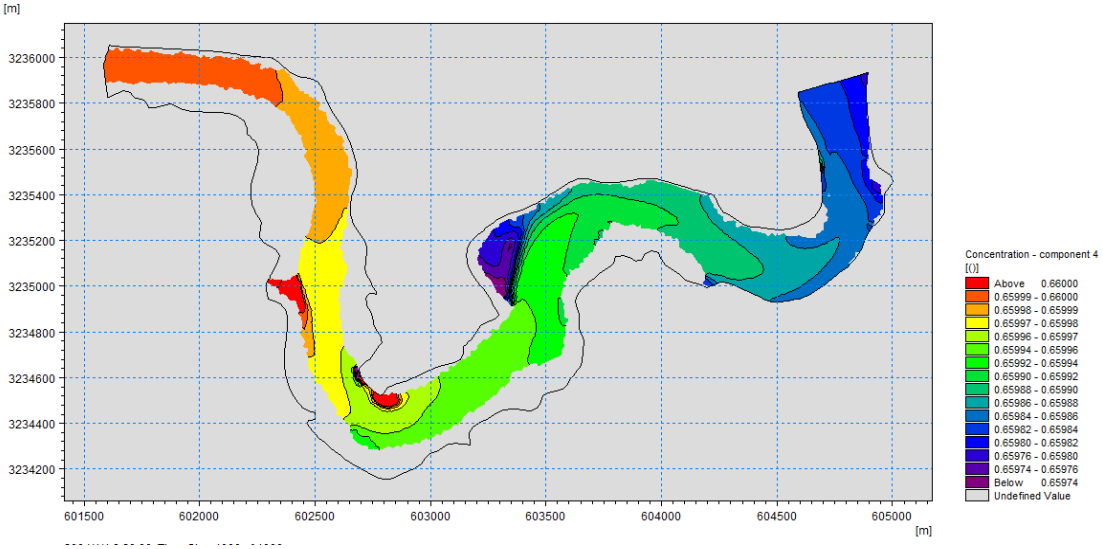


图 6.2.3-9　　枯水年枯水期 TN 浓度分布

6.2.3.4 库区水环境容量

预测年枕头坝二级工程评价河段水环境容量计算采用预测年枯水年枯水月流量。计算得到预测年库区 COD、氨氮和总磷的水环境容量，计算结果见表 5.1.2-11。在预测年的枯水年枯水月，COD 环境容量为 279039.77 吨，氨氮环境容量为 21629.27 吨，总磷环境容量为 526.83 吨，总氮环境容量为 7787.90 吨。

而现状年和预测年污染物排放总量占最不利情况下（枯水年枯水月）水环境容量的比例也不超过 3%。可见，区域水环境容量较大。

表 6.2.3-11　　水环境容量计算成果表

项目		COD	氨氮	总磷	总氮
水环境容量(t/a)		279039.77	21629.27	526.83	7787.90
现状年	污染物排放总量(t/a)	933.28	87.81	14.32	171.61
	所占环境容量的比例（%）	0.33%	0.41%	2.72%	2.20%
预测年	污染物排放总量(t/a)	983.9	82.4	14.6	171.94
	所占环境容量的比例（%）	0.35%	0.38%	2.77%	2.21%

6.2.3.5 库区富营养化预测

（1）富营养化判别标准

关于水体富营养化判别，至今仍是水库湖泊水质研究中的难点问题之一。研究表明，水体发生富营养化不仅需要充足的营养盐，还需要合适的水文和气象条件，三者缺一不可。

由于藻类一般无固氮能力，因此水体中高含量的 N 和 P 在富营养化形成中起着关键作用。从国内外研究来看，温度是引发水体富营养化发生的一个重要因素。美国生态学家研究了温度对微囊藻生长的作用，指出铜绿微囊藻生长的最适温度为 28.8～30.5℃。华锦彪、宗志祥等关于洋河水库水华发生的研究中发现，26℃最适于微囊藻的上浮聚集，25～30℃是微囊藻富营养化发生的最适温度。从国内外水体发生富营养化的季节来看，从晚春至初秋均可发生，一般情况下冬季很少发生。这是因为低水温和低光照都难以满足藻类生长的条件。流速也是影响河流、水库富营养化的一个关键因素，汉江富营养化多发生在流速 0.1～0.2m/s 之间，通常情况下水库(尤其在下段)的流速都低于 0.2m/s，所以水库更易发生富营养化。

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），湖库营养状态评价采用综合营养指数法（TLI（∑），具体步骤为：

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：

TLI（∑）＜30 贫营养

30≤TLI（∑）≤50 中营养

TLI（∑）＞50 富营养

50＜TLI（∑）≤60 轻度富营养

60＜TLI（∑）≤70 中度富营养

TLI（∑）＞70 重度富营养

综合营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(\sum) = \sum_{j=1}^{m} W_j gTLI(j)$$

式中：TLI（∑）——综合营养状态指数；

Wj——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^2}$$

式中：r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m——评价参数的个数。

中国湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系 rij 及 rij2 见下表。

表 5.1.2-12　　中国湖泊（水库）部分参数与 chla 的相关关系r_{ij}及r_{ij}^2值

参数	TP	TN
r_{ij}	0.84	0.82
r^2_{ij}	0.7056	0.6724

各项目营养状态指数计算

TLI（TP）=10（9.436+1.624lnTP）

TLI（TN）=10（5.453+1.694lnTN）

式中单位均为 mg/L。

本次研究采用《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号）对枕头坝二级工程库区富营养化进行预测。

（2）水库富营养化评价结果

水库蓄水后，库区回水区流速极小，污染物质不易快速扩散，造成氮、磷等大量营养物质富集，可能会出现富营养化现象。结合库区水质预测结果，对水库枯水期代表月 2 月的营养状况进行评价。

根据水质预测结果，枯水期库区合营养指数 TLI（Σ）为 41.45，属于中营养状态。由于库区流量大，水体流动相对较快，库尾在干流处流速在 2.5-3.0m/s

左右，库区至坝前平均流速为 0.02m/s，不适于藻类的大量繁殖，此外，枯水期气温较低，不适宜藻类的大量繁殖，因此枯水期发生富营养化的风险较小。

6.2.4 运行期下游影响河段水质预测

6.2.4.1 坝下河段主要污染源预测

1、点源

根据相关规划，坝下游 9km 江段内将改扩建污水厂 2 座，分别是金口河区城区污水处理厂、永和组团污水处理厂，主要收集金口河区城镇和工业废水，其中永和镇污水处理厂和金口河区污水处理厂均为改扩建。永和镇污水处理厂处理规模从 200t/d 扩建至 2000t/d，金口河区污水处理厂处理规模从 2500t/d 扩建至 5000t/d。

2、面源

面源部分采用与库区一致的估算方法，得到预测水平年面源总污染负荷为 COD 449.50t/a、NH_3-N 29.15t/a。

6.2.4.2 水质预测模型及参数选择

1、预测模型

坝下游水质预测模型仍采用平面二维紊流数学模型，模型方程同 6.2.3.2.1 节。

2、预测因子及工况

根据枕头坝二级工程评价河段水质与污染源分析，水库库区预测因子选择 COD、NH_3-N、TP、TN。预测工况考虑大渡河平水年及枯水年的枯水期。

3、预测边界条件

（1）水质边界条件

水质边界如表 6.2.4-1 所示，由于库区降解作用不大，因此干流水质采用坝址处预测数据，污水处理厂排放浓度采用一级 A 标。

表 6.2.4-1　　水质边界　　单位：m^3/s

预测工况		COD	NH_3-N	TP	TN
干流来流	枯水期	7.8	0.0657	0.027	0.66
和平组团污水（mg/L）		50	5	0.5	15
永和镇污水（mg/L）		50	5	0.5	15

（2）预测参数选取

坝下游河段各水质因子 20℃的降解系数 $k_{(20^{\circ})}$ 参考各系数取值详见表 6.2.4-2。

表 6.2.4-2　　各水质因子 20℃降解系数取值一览表　　单位：m^3/s

序号	水质因子	河段降解系数(1/d)
1	CODCr	0.1
2	NH_3-N	0.08
3	TP	0.0018
4	TN	0.0018

（3）水文边界条件

研究区域的各流量边界如表 6.2.4-3，流量根据多年水文资料推算的平水年和枯水年流量，选取 12 月平均流量代表枯水期代表流量，同时考虑坝下游各污水处理厂满负荷运行排放流量。

表 6.2.4-3　　流量与水位边界　　单位：m^3/s

预测工况	平水年枯水期	枯水年枯水期
干流来流	762.5694	726.0374
和平组团污水处理厂	6.29×10-5	6.29×10-5
永和镇污水处理厂	5.3×10-4	5.3×10-4

6.2.4.3 坝下水质影响预测结果

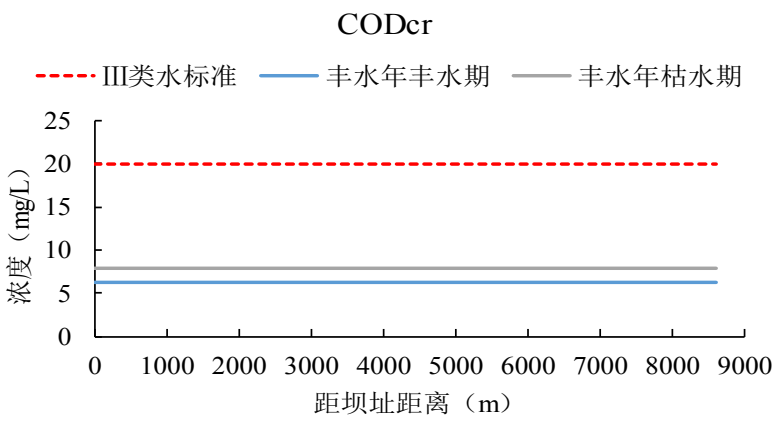
1、坝下水质基本情况及沿程分布规律分析

（1）平水年

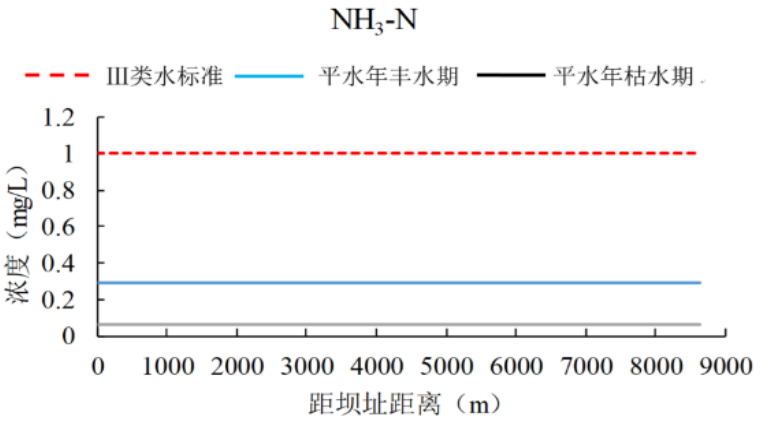
整体而言，由于研究河段较短，各污染物沿程变化较小。由于沿程各污水处理厂汇入流量较小，尽管其浓度较大但稀释较快，对干流水质影响轻微，COD、NH_3-N、TP、TN 在坝址处预测浓度条件下平水年能满足 III 类水质标准。

（2）枯水年

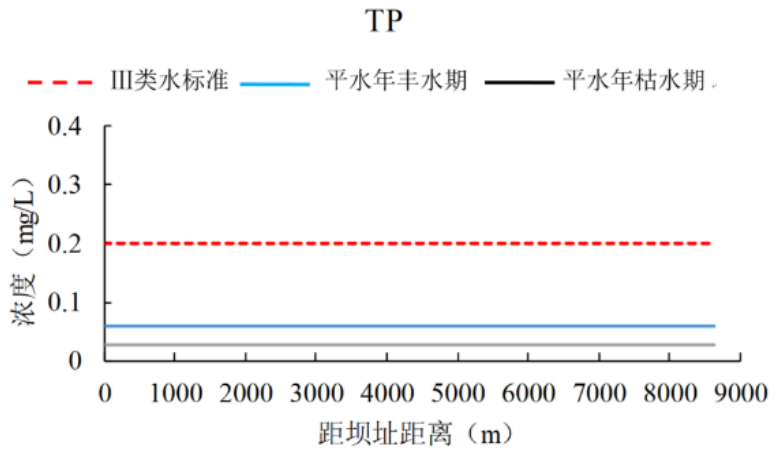
整体而言由于研究河段较短，各污染物沿程变化较小。由于沿程各污水处理厂汇入流量较小，尽管其浓度较大但稀释较快，对干流水质影响轻微，COD、NH_3-N、TP、TN 在坝址处预测浓度条件下枯水年能满足 III 类水质标准。



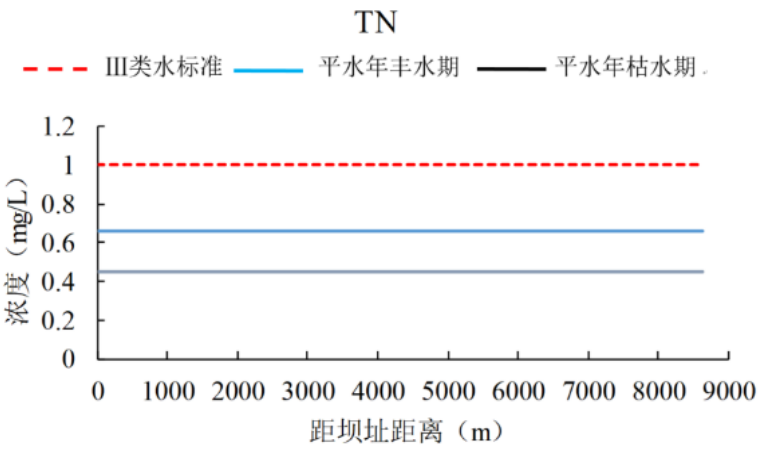
平水年坝下游 COD_{cr} 沿程变化图



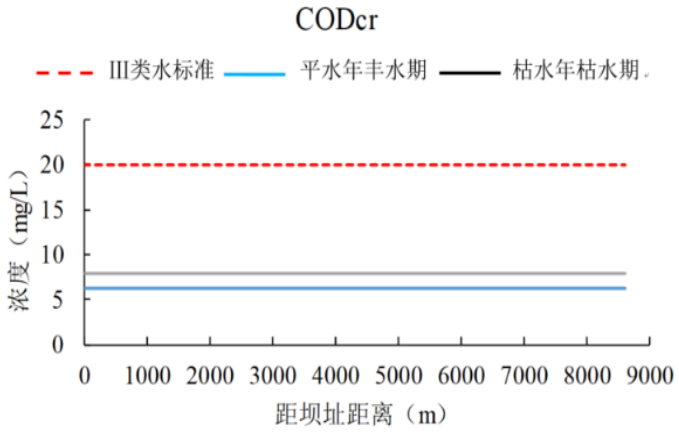
平水年坝下游 NH_3-N 沿程变化图



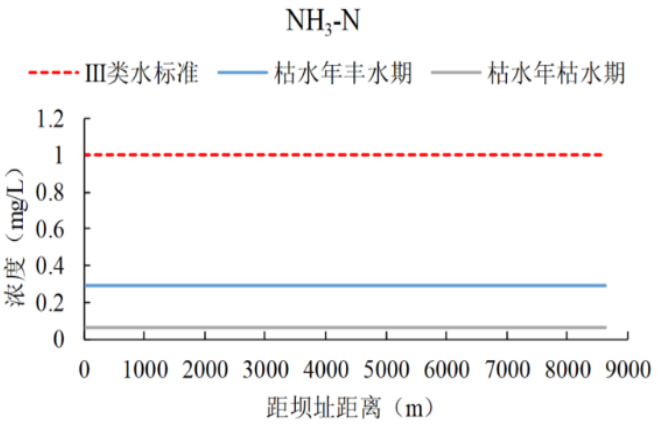
平水年坝下游 TP 沿程变化图



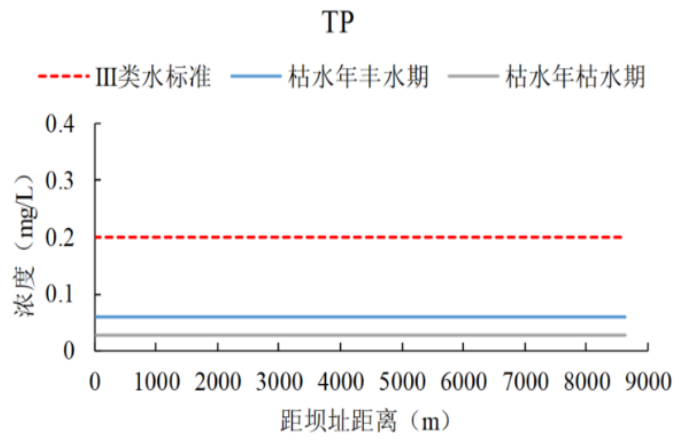
平水年坝下游 TN 沿程变化图



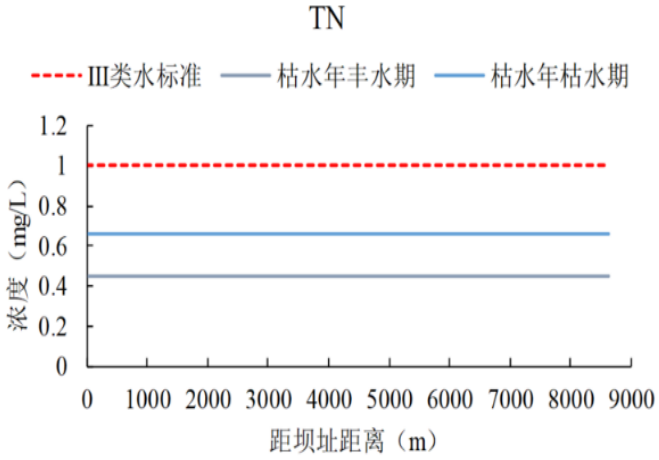
枯水年坝下游 COD_{Cr} 沿程变化图



枯水年坝下游 NH_3-N 沿程变化图



枯水年坝下游 TP 沿程变化图平水年



枯水年坝下游 TN 沿程变化图

2、事故状态下水质预测结果分析

（1）事故状态污染负荷预测

项目实施后，仅点源可能出现事故排放。坝下点源污染主要是城镇污水处理厂，多座污水处理厂同时出现事故排放的概率极低，为此，本次评价选择坝下最大点源——金口河区污水处理厂（处理规模 5000t/d）出现停运（净化效率降为0%）作为事故状态，予以评估分析事故状态下的影响。

本次评价采用金口河区污水处理厂竣工环保验收的废水进厂水质浓度（乐环监测字（2013）第 05 号）作为本次事故排放的排水浓度，见表 6.2.4-4。

表 6.2.4-4　　事故状态下污染源强（金口河区污水处理厂超标排放）　单位：mg/L

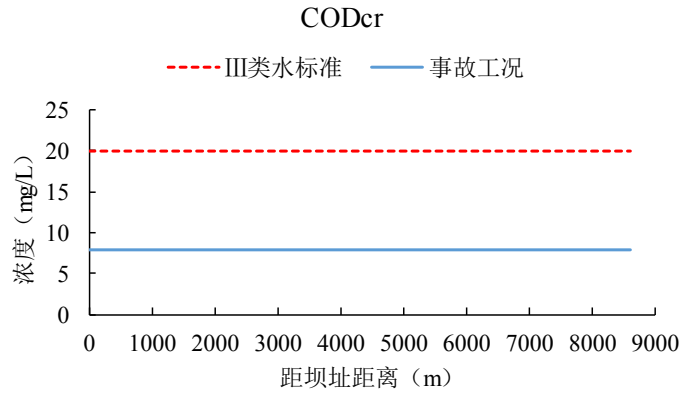
工况	规模	COD	NH_3-N	TP	TN
事故排放	5000t/d	350	30	3	30

（2）预测结果

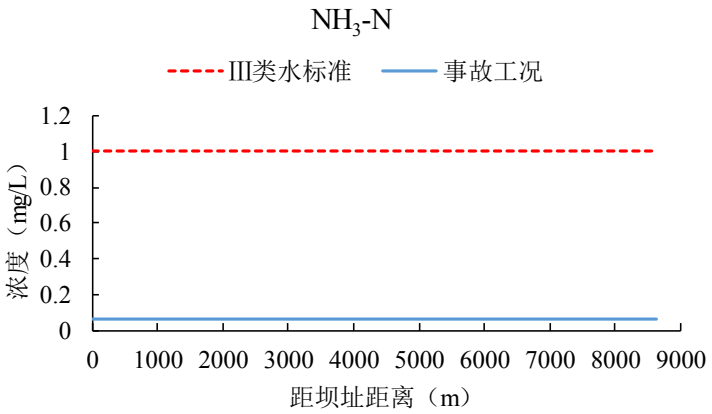
结果表明，尽管金口河区污水处理厂在事故工况下得排放浓度较大，但排放流量较小，使得污水进入河道后迅速稀释，对干流河道水质几乎不产生影响，由于河道流量较大，水流流速较大，河道水质沿程降解较小，可忽略不计。在事故工况下个预测因子均能满足Ⅲ类水标准。水质预测结果如下图所示。

综上，经预测，平水年和枯水年 COD、NH_3-N、TP、TN 在库区坝址处预测浓度条件下丰水期和枯水期均能满足 III 类水质标准。由于研究河段较短，各污染物沿程变化较小，沿程污染源汇入流量较小，相对于干流流量可忽略不计。因此对干流水质影响轻微。

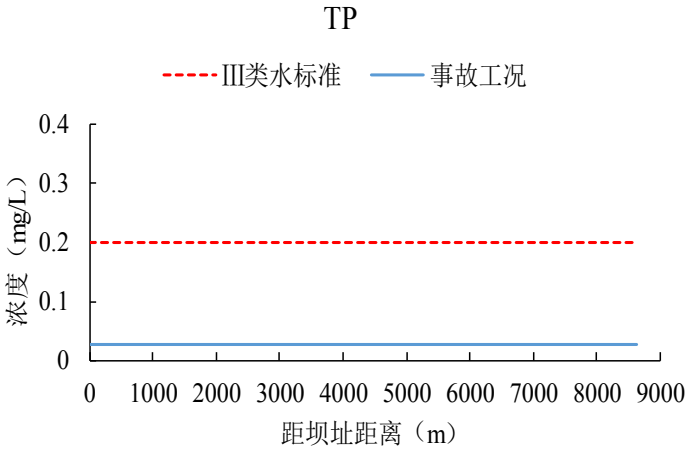
事故状态下（金口河区污水处理厂净化效率降低为零），金口河区污水处理厂在事故工况下得排放浓度较大，但排放流量较小，使得污水进入河道后迅速扩散，对干流河道水质几乎不产生影响。由于河道流量较大，水流流速较大，河道水质沿程降解较小，可忽略不计。在事故工况下个，各预测因子均能满足Ⅲ类水标准。



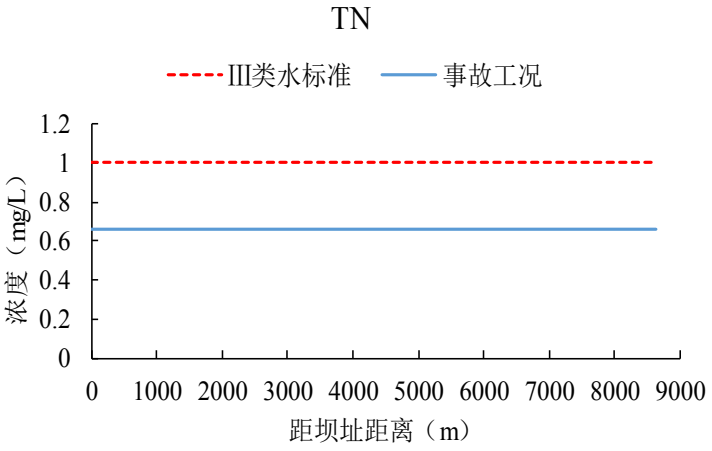
枯水年坝下游 COD 沿程变化图



枯水年坝下游 NH_3-N 沿程变化图



枯水年坝下游 TP 沿程变化图



枯水年坝下游 TN 沿程变化图

6.2.5 水温影响分析

枕头坝二级水库正常蓄水位 592m，最大坝高 54m，最大水头 15m，正常蓄水位以下库容 0.112 亿 m^3。采用《水利水电工程水文计算规范》（SL278-2002）中推荐的库水替换次数判别公式，判断水库水体水温结构：

α=多年平均年入库径流量/总库容

β＝一次洪水量/总库容

当 α<10 时水库为分层型；α>20 时水库为混合型；10<α<20 时水库为过渡型。对于分层型水库，如遇 β>1 时的洪水，则为临时性的混合型；β<0.5 的洪水，对于水温结构无多大影响。

枕头坝二级水电站坝址处多年平均年径流量为 428.9 亿 m^3，水库总库容为 0.122 亿 m^3，计算得 α≈3515.57≥20，因此水库水温结构为混合型。水库库区水温及下泄水温与天然情况类似，对水温影响很小。因此，枕头坝二级水电站的下泄水温与入库水温一致，主要受上游瀑布沟电站影响。

表 6.2.5-1　　枕二以上主要梯级水温结构状况

序号	梯级电站名称	α 值	水温结构	与枕二距离
1	瀑布沟	7.2	分层型	枕二坝址上游 40km
2	深溪沟	1319.3	混合型	枕二坝址上游 24km
3	枕头坝一级	914	混合型	枕二坝址上游 6km

（1）上游大渡河梯级的水温影响

根据 2012 年~2013 年开展大渡河干流水电开发环境影响回顾性评价对大渡河干流及瀑布沟水库水温分布的观测成果，瀑布沟坝下游河段已建梯级电站尾水实测水温与坝址天然水温相比（表 5.2.5-1），年均值基本不变，年内过程差异较大，自上而下依次为深溪沟 9.1℃、龚嘴 8.7℃、铜街子 8.9℃、沙湾 8.8℃。其中，沙湾电站尾水 3 月~9 月，实测值较坝址天然有所偏低，平均偏低 1.3℃；10 月~2 月有所偏高，最大偏高在 1 月为 2.2℃。

瀑布沟下游为深溪沟梯级，深溪沟水库为典型的混合型水库，深溪沟水库水温监测结果表明，下泄水温（深溪沟坝下）与来水水温（瀑布沟坝下）温差小于 0.3℃，水库水温分层现象和下泄低温水影响不明显。深溪沟河段未产生进一步低温水累积影响。

表 6.2.5-2 瀑布沟下游河段各梯级坝址实测水温与天然水温的差值（单位：℃）

梯级电站坝址		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	均值
深溪沟	实测水温	9.5	9.0	10.3	13.3	16.2	16.2	17.5	18.1	17.7	15.9	13.3	11.1	14.0
	天然水温	7.1	8.5	12.1	15.3	17.1	17.0	18.5	18.9	17.2	14.3	11.1	8.0	13.8
	温差	2.4	0.5	-1.8	-2.0	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	0.5	1.6	2.2	3.1	0.3
龚嘴	实测水温	9.7	9.6	11.1	13.8	16.4	16.4	17.5	18.3	17.8	15.9	13.3	11.2	14.3
	天然水温	7.6	9.2	13.0	16.2	17.6	18.0	19.6	19.6	18.1	15.1	12.0	9.0	14.6
	温差	2.1	0.4	-1.9	-2.4	-1.2	-1.6	-2.1	-1.3	-0.3	0.8	1.3	2.2	-0.3
铜街子	实测水温	9.5	9.6	11.1	13.8	16.4	16.4	17.5	18.4	17.8	15.9	13.3	11.1	14.2
	天然水温	7.6	9.3	13.1	16.3	17.5	18.2	19.8	19.6	18.2	15.2	12.1	9.1	14.7
	温差	1.9	0.3	-2.0	-2.5	-1.1	-1.8	-2.3	-1.2	-0.4	0.7	1.2	2.0	-0.4
沙湾	实测水温	9.8	9.9	11.6	14.4	16.8	16.8	18.0	18.6	18.0	16.1	13.5	11.3	14.6
	天然水温	7.6	9.4	13.2	16.4	17.4	18.3	19.9	19.6	18.3	15.3	12.2	9.2	14.7
	温差	2.2	0.5	-1.6	-2.0	-0.6	-1.5	-1.9	-1.0	-0.3	0.8	1.3	2.1	-0.2
安谷	实测水温	9.8	10.1	11.8	14.6	16.5	17.1	18.2	18.6	18.2	16.3	13.7	11.6	14.7
	天然水温	7.6	9.7	13.5	16.7	17.1	18.6	20.2	19.6	18.6	15.6	12.5	9.5	14.9
	温差	2.2	0.5	-1.6	-2.0	-0.6	-1.5	-1.9	-1.0	-0.3	0.8	1.3	2.1	-0.2

（2）工程河段的水温影响

工程河段的水温影响采用类比分析法，通过比较大渡河龚嘴水库与枕头坝二级枢纽的工程特性，见表 2.2.5-1，可类比龚嘴水库水温的出入库水温变化规律。

表 6.2.5-3　　大渡河龚嘴水库与枕头坝二级枢纽的工程特性对比表

工程名称	水温结构	调节性	坝址多年平均径流（亿 m³）	库容（亿 m³）
龚嘴梯级	混合型	日调节	472.5	3.1
枕头坝二级	混合型	径流式	428.9	0.122

龚嘴水库运行后，出库个与平均水温均比入库高，出库平均水温比入库高 0.7℃，水温最高的 8 月份升温 0.6℃，水温最低的 1 月份升温 1.0℃，春季出库水温升高较多，为 1.03℃。

根据类比分析，枕头坝二级枢纽建设运行后将对大渡河梯级开发和大渡河上游瀑布沟等水库下泄低温水有一定缓解作用。

6.2.6 地表水环境影响预测小结

（1）枕头坝二级水电站工程运行之后，库区水质浓度总体能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质要求，但部分区域由于上游来水总磷浓度较高以及建库后流速减缓，水流对污染物的对流扩散作用减弱，存在超标风险。

（2）库区水质分布受来流水质、库周点源和面源污染负荷、水动力学条件等因素的共同影响，且其中来流水质为主控因素。COD、NH_3-N 浓度自库尾到坝前逐步降低，主要排污口、支流汇口下游通常有水质的微小突变，但一般位于所在河岸近区 2～3km，建库后其水质状况与建库前几无差异，可保障区域水安全。

（3）由于研究河段较短，各污染物沿程变化较小，沿程污染源汇入流量较小，相对于干流流量可忽略不计。因此对坝址下游干流水质影响轻微。事故状态下（金口河区污水处理厂净化效率降低为零），金口河区污水处理厂在事故工况下得排放浓度较大，但排放流量较小，使得污水进入河道后迅速扩散，对干流河道水质几乎不产生影响。

（4）枕头坝二级库区枯水期综合营养指数 TLI（Σ）为 41.45，均属于中营养状态。由于库区水体流动相对较快，且枯水期温度较低，全库区发生富营养化的风险较低。

6.3 地下水影响预测

6.3.1 施工期影响

坝址区、河道整治河段、库区段地下水来源主要为大气降水，大渡河为区内地下水的最低排泄基准面，两岸地下水向大渡河排泄，属地下水补给型河流。本工程施工布置、坝址基坑、河道边坡、河道整治均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进行综合利用，不向地下水排放污染物。施工期污染物对地下水环境基本无影响。

坝址下游河道整治沿线出露地层为变质岩类，为非可溶岩类，属相对隔水岩层，其水文地质条件相对较简单。地下水类型为基岩裂隙水及第四系松散层孔隙水两类，其中，裂隙水主要接受大气降水补给，孔隙水主要接受大气降水及城区居民生产生活用水下渗补给，以及岸坡基岩裂隙水的补给。河道整治拟对河床整治深度为 3m，据钻孔勘察，河道整治沿线覆盖层深厚，并大于 20m，因此开挖深度范围内均为河流冲积含漂石砂卵砾石层。由于河道开挖深度有限，仅深 3m，故基本不存在地质问题，工程实施后依然表现为地下水补给河水。

6.3.2 运行期影响

6.3.2.1 水库蓄水对地下水环境影响

枕头坝二级库区内地下水按其赋存空间特征可分为碳酸盐岩溶水、基岩裂隙水和第四系松散堆积层孔隙水三种类型，其中，两岸岩溶不甚发育，主要储水构造连通性差，大气降水入渗量小，碳酸盐岩溶水多以面流形式排泄于沟谷中；基岩裂隙水含水量较小，并受地表降雨及入渗量影响，地下水露头少；第四系松散堆积层孔隙水主要受河流、冲沟、大气降水以及基岩裂隙水补给。地下水多以面流形式排泄于沟谷中。本工程施工期的生产废水和生活污水均经处理后回用，运行期仅产生少量的生活污水且采取措施处理后回用，库区范围地下水污染源分布少。

水库处于高山峡谷内，库段由火山岩、岩浆侵入岩及变质岩类岩体构成，两岸山体较雄厚，无低邻谷分布，库区左岸有枕头坝河湾地带，且金口河断裂斜穿该河湾地带通往坝址下游，存在可疑渗漏通道，但断裂带物质组成致密，隔水效果较好，正常蓄水位 592.0m 高程情况下，与下游渗漏出口处水力比降小，产生库水渗漏的可能性较小。

水库库岸主要由坚硬的火山岩、岩浆侵入岩及变质岩岩类构成，构造破碎带不发育，岸坡整体稳定。谷坡变形以局部岩体的小型崩塌、坠落为主，仅在坝址上游 3.0km 右岸分布有元木沟大型滑坡堆积体，经分析，该滑坡堆积体自然状态及蓄水条件下整体仍基本处于稳定状态，仅局部Ⅱ区前缘存在变形稳定问题。水库蓄水后水位壅高仅约 15m，对库岸整体稳定无影响，不存在发生大规模山崩的可能性，仅存在一定塌岸可能。

两岸山体高大雄厚，河谷深切，岸坡陡峻，河流两岸多分布冲洪积形成的阶地，其中，Ⅰ级阶地前缘局部存在浸没问题。主要包括康宁硅厂、天麻厂、看守所、枕头坝河湾地带等。工程主体设计考虑了对浸没地段实施相应的防护处理。因此，工程蓄水运行基本不会对库区地下水水质造成污染。

6.3.2.2 库区防护工程对地下水的影响

本工程在库区划分 7 个防护区共计 14 个防护点，拟修建防护工程。这改变了防护区原有的地表水（包括大气降水、居民区产生的污废水及部分季节性冲沟）排泄通道，造成防护区域地表径流排泄不畅，如不得到及时处理，这部分径流将

会缓慢入渗，补给区域地下水，造成地下水位逐渐升高。由于大气降水形成的地表径流一般携带有较多的污染物，一旦渗入地下水，将对地下水质产生不利影响。

6.3.2.3 对坝址区地下水的影响

枕头坝二级坝址区坝址区涉及岩石为变质岩类，属非可溶性岩类。坝址区地下水类型为基岩裂隙水和第四系松散层孔隙水两类。地下水补给源为大气降水和河水，一般是以渗水、滴水和小泉的形式排泄于地表沟谷和低洼地带，并多为季节性间歇出流，且动态变化大。大坝基坑涌水的主要来源有基坑砂卵砾石层土质边坡渗透、大气降水、河床基岩透水及岸坡地下水渗水，基坑开挖后将向基坑内产生大量的涌水，应采取有效防渗处理。枢纽区左坝肩边坡开挖高度为 27m，边坡大多位于地下水位以下；右坝肩边坡开挖总高度 64m，其中，坝顶 600m 高程以上约 8m 永久边坡处于地下水位之上，可能存在局部边坡稳定问题，应及时作好对边坡的支护处理，建议开挖坡比为 1:1.5，其余坡段均处于地下水位以下。总体上看，在实施切实有效的保护措施前提下，工程运行对坝址区地下水位和地下水流场影响较小，依然表现为地下水补给河水。

6.3.3 小结

（1）本工程各项施工内容均不涉及地下水饮用水源保护区，施工期的生产废水和生活污水均经处理后回用，河道开挖深度有限，河道整治后依然表现为地下水补给河水；运行期仅产生少量的生活污水且采取措施处理后回用，水库蓄水后Ⅰ级阶地前缘局部存在浸没问题，工程主体设计考虑了对浸没地段实施相应的防护处理；工程运行对坝址区地下水位和地下水流场影响较小，依然表现为地下水补给河水。。

（2）防护工程改变了防护区原有的地表水（包括大气降水、居民区产生的污废水及部分季节性冲沟）排泄通道，可能造成防护区域地表径流排泄不畅，对地下水质产生不利影响。

6.4 生态环境影响预测

6.4.1 水生生态影响预测

6.4.1.1 施工期影响

1、对浮游植物的影响

坝址下游河道整治施工对河流底质产生扰动，使河道含沙量增加，透明度降

低，由于泥沙的沉降，一些浮游植物将被一同裹挟沉降，导致浮游植物种类和数量减少，其影响在施工期后将会消除。

2、对浮游动物的影响

本工程河道整治施工使水体泥沙量增大，泥沙的裹挟磨槎、裹挟沉淀，对作为水体次级营养级、以浮游植物和有机碎屑为食物的浮游动物的生境造成一定不利影响，浮游动物种类和数量在施工期间降低，其影响在施工期后将会消除。

3、对底栖动物的影响

底栖动物栖息于河床的巨石、砾石和卵石，水生昆虫大多以扁形和流线形种为主，可利用体表、附肢上的结构，钩挂、贴附在石面上，以适应激流水体环境。本工程下游河段河道整治施工将部分底栖动物和生存土层一同挖出，泥沙将原有的石砾、卵石、沙泥覆盖，使河流底质改变，水体浑浊度增加。影响底栖动物的正常呼吸和视觉，沉积的泥沙会掩埋石砾，不利于昆虫的攀附，河道底部遭到破坏，底栖动物的栖息生境将受到不利影响。

4、对鱼类的影响

（1）大坝截流对鱼类的影响

大坝截流后，随着过流面积的减小，流速增大，可能会对短距离洄游鱼类的上溯产生一定影响。枕头坝二级水电站截流后采用两期拦断河床的导流方式，其中一期由一期纵向土石围堰挡水，右岸束窄河床泄流；二期由二期上下游围堰和纵向混凝土导墙挡水，左岸 3 孔泄洪闸泄流，右岸进、出口底部宽度达到 80m、72m，对洄游鱼类的上溯影响较小。

（2）河道整治施工对鱼类的影响

河道整治施工对鱼类的影响一般表现在施工噪音、悬浮物、施工对鱼类卵苗影响等三个方面。

施工噪音对鱼类的影响主要表现在：①在洄游、繁殖期间，施工噪声干扰会影响鱼类的产卵行为，甚至造成鱼类不进行生殖洄游、繁殖，导致鱼类没有繁殖或是繁殖能力下降，造成鱼类资源没有得到有效的补充和增长。据资料记载当声音达到 20 分贝时，鲤就会避开声音干扰游向其它地方。②当噪音超过鱼类耐受界限时，鱼类会产生背离性行为，离开原有的最适生活和摄食场所而被迫迁移到其他饵料生物并不丰富的场所，这样会造成鱼类饵料食物的供应不足，另一方面，

由于河道水流流速快，鱼类自身要克服水流阻力而消耗大量体能，在饵料生物摄食不足的情况下，鱼体生长受到制约，造成营养不良，甚至体重下降。

河道整治施工过程中由于挖掘、运输、淤泥和弃土、残土处置等原因，可能造成邻近河道水域水体悬浮物的增加，对水质要求较高的鱼产生不适，过多的悬浮物会造成鱼类鳃器官的吸附和堵塞，减少对水体中氧量的吸收，造成体内缺氧，许多生理机能受到损害，对鱼类的呼吸功能造成阻碍。

河道整治施工产生的泥沙、悬浮物、污水对鱼卵孵化过程造成威胁。由于水体混浊，微粒泥沙将附着表面，使鱼卵缺氧窒息死亡，同时，随着泥沙的沉淀，鱼卵将随之沉入河底死亡，水体浑浊孵化出的鱼苗鳃部被悬浮物堵塞而死亡。

（3）施工污染排放对鱼类的影响

施工废水若不加处理直排河道，将会对河道水质产生影响，迫使原栖息于此的鱼类离开工程区河段，进入其他河段栖息。

（4）人为捕捞对鱼类的影响

在施工区距离河道较近处，若管理不善，施工人员钓、网捕鱼、炸鱼等行为将对工程河段鱼类资源产生不利影响，尤其是具有保护价值的重要保护物种。以上影响局限于施工期，施工结束后将消失。

综合分析，根据施工规划，本工程河道整治工程安排第二年 11 月至第五年 4 月期间的三个枯期时段（11 月~次年 4 月），避开了河段鱼类主要产卵期（3～9 月），河道整治对鱼类产卵繁殖的影响很小。本工程整治河段限于坝址以下 2.6km 河段，占评价河段比例很小，在水生生境上无重要鱼类生境分布，原栖息于河道整治河段鱼类将迁移至评价河段其他水域。

6.4.1.2 运行期影响

现状条件下，评价河段干流 45km 河段已形成深溪沟、枕头坝一级、沙坪二级等三级开发格局，其中枕头坝一级已形成 17km 回水库区段、沙坪二级已形成 11km 库区河段，现状条件干流河段保留有 17km 天然流水河段；拟建枕头坝二级的库区右岸支流江沟、坝下左岸支流金口河均已形成多级开发格局。枕头坝二级及下游沙坪一级水电站建设后，工程河段 45km 范围内将形成 5 个首尾相接的水电梯级，现有枕头坝一级至沙坪二级之间的 17km 天然流水河段将不复存在，这进一步压缩了大渡河中游天然流水生境河段，区域水生生态将随之发生一定变

化。

1、对水生生境的影响

（1）库区生境变化

枕头坝二级水电站河段主要受瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级联合运行影响，本工程建成后，回水至枕头坝一级坝下（回水长度 6km），库区水面拓宽（坝址水面宽由建库前的平均约 165m 增加到约 327m）、流速变缓（丰水年、平水年、枯水年坝前流速分别较建库前减缓 78%、79%、82%；丰水年、平水年、枯水年江沟河口干流断面流速分别较建库前减缓 28%、34%、40%），库区从原有急流性河流生境转变为河道型水库生境。其中，水库库尾区域接近原天然河流，具有河流水文水动力学特征，坝前水域水深、面阔，水流相对较缓，中间水域介于河流段和水库段，属于过渡段。枕头坝二级发电运行时，按照与上游同步运行的方式进行发电运行，即枕头坝一级水电站发电运行时，枕头坝二级保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行同步发电运行，库区水位变幅很小。

枕头坝二级蓄水成库后，随着库区生境条件的改变，近坝区、库中区域形成静缓流深水区，水生生物由河流相向湖泊相演变，鱼类饵料结构发生变化，河流性的底栖动物、着生藻类减少、浮游生物增多，鱼类资源的种类结构也相应发生变化，以浮游生物为食的缓流、静水性鱼类增多，近坝区、库中区域基本不适宜河段原有喜流水产粘沉性卵鱼类的栖息条件。根据预测，江沟河口处流速降幅较小，在考虑生境提升措施的基础上，仍然具备喜流水产粘沉性卵为主鱼类的栖息生境条件。

（2）坝下生境变化

枕头坝二级为径流式电站，无调节能力，入库基本上为上游枕头坝一级水电站的出库，发电运行时，按照与上游同步运行的方式进行发电运行。即枕头坝一级水电站发电运行时，枕头坝二级保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行同步发电运行，常年保障不低于 327m³/s 的生态流量。工程运行后，将与下游同步实施的沙坪一级水电站完全衔接，下游水域即为沙坪一级库区。沙坪一级库区运行水位在 577m～574m 之间，库区水位最大消落 3m，坝前水面宽增加约为 38～42m 之间，流速减缓，坝前水深最大增加约 15.1m，水面面积增加 0.32～0.66km²，库区从原有急流性河流生境转变为河道型水库生境。整体上看，

沙坪一级库区生境状况趋于缓流生境，变化趋势与枕头坝二级库区类似；因无较大支流替代生境，原有喜流水产粘沉性卵鱼类主要聚集在库尾段。

2、对饵料生物的影响

（1）对浮游植物的影响

枕头坝二级水库蓄水将淹没正常蓄水位以下的土地和植被，土壤中溶解的营养物质和降雨对地表的冲刷所携带的有机物进入库区；同时，被淹没植物在水体浸泡作用下分解出有机质，营养物质汇集于库内，在总量上大于建库前状态。工程蓄水后水位提高、流速变缓，有利于浮游植物的生长繁殖，为浮游植物的生存和繁殖提供了营养物质，在沿岸的“滞水区”以及营养物相对丰富的库湾，绿藻门和蓝藻门的种群和数量将会有所增加，如绿藻门中的栅列藻、盘星藻、绿球藻、浮球藻、十字藻、新月藻、鼓藻，蓝藻门中的平列藻、颤藻、席藻、螺旋藻、微囊藻等都会出现。适宜缓流或静水中的硅藻都会保留下来，而硅藻门中的典型河流型种类将减少。坝下河道受电站发电和冲刷影响，泥沙淤积减轻，着生藻类的种类和数量可能会增加。另一方面，枕头坝二级水电站是径流式电站，运行后将形成河道型水库，浮游植物种类将趋于丰富。

（2）对浮游动物的影响

浮游植物增加后，以浮游植物为食的浮游动物相应增加，其变化趋势与浮游植物相似。从种类上看，一些静水敞水种类将出现并且可能成为库区优势种类，库湾及沿岸带水域增加的比例将大于库中敞水带；大坝建成后，库区河段流速减缓，水流停滞时间延长，营养盐类在库区滞留相应延长，泥沙沉积，水体透明度增大，加上库区淹没后给水体带来大量的有机碎屑和营养盐类，这些因素使植物性鞭毛虫生物量将会有一定的增加；植物性鞭毛虫生物量的增加，将会引起食藻和食菌的纤毛虫种类增多和生物量的增加，由于泥沙的沉降和纤毛虫的增加，有壳肉足虫的种类数和生物量可能下降。从密度和生物量上看，由于水流减缓，更适合于浮游甲壳动物的生存和繁殖，数量上会较建坝前有所增加，浮游动物种类尤其是大型浮游甲壳类的增加，将引起浮游动物生物量增加。总体上看，由于枕头坝二级水电站是径流式电站，浮游动物种类和赋存量增加有限。

（3）对底栖生物的影响

在枕头坝二级水电站库区形成初期，由于流速降低、泥沙沉积等因素，在一

段时期内导致原来适应河流生境的底栖生物的种类减少，种群数量下降，但随着水库生态系统的建立，库区水域面积扩大，底栖动物种类和生物量会相应增加，受水深和流速的影响，水库库区底栖生物的分布不均，预计在库湾等地，适应静水、沙生的软体动物和摇蚊幼虫的种类和生物量将增加。坝前深水区，流水性种类尤其是水生昆虫中的蜉蝣目、膜翅目等将会减少甚至消失。总体来看，水库形成后，对底栖动物的生长和繁殖有利，库区底栖动物种类和数量都将增加，其种类组成向缓流或静水类型演变。

3、对鱼类的影响

（1）大坝阻隔对鱼类的影响

现状条件下，工程河段从上至下游依次已建成瀑布沟水电站（上游最近的控制性工程）、深溪沟水电站、枕头坝一级水电站（坝址上游电站）、沙坪二级水电站（坝址下游电站）多级电站开发格局，拟建枕头坝二级的库区右岸支流江沟、坝下左岸支流金口河均已形成多级开发格局，其中江沟、金口河水电工程建设年代较早，多建于 20 世纪 90 年代，评价河段水生生境片段化较为明显。

枕头坝二级水电站将于沙坪一级水电站同步实施，工程最大坝高 54m，大坝建设将改变工程河段原有河道连通条件，特别是对于有短距离洄游需求的一些裂腹鱼种，大坝阻隔在鱼类产卵季节影响较为明显。因此，在工程实施阶段应充分结合上下游已建梯级过鱼设施设计运行经验，采取合适的过鱼措施，减缓对鱼类种群阻隔的影响，促进其基因交流。

（2）生境变化对鱼类的影响

①累积性影响

深溪沟坝址至龚嘴坝址之间河段梯级开发对鱼类洄游的影响主要是大坝阻隔，评价河段具有上游高原鱼类和下游江河平原鱼类过渡的特征。岷江干流的一些鱼类曾季节性上溯到大渡河中、下游，因大渡河下游已建铜街子、龚嘴、安谷等多级电站，原上溯到峨边的铜鱼、圆口铜鱼、岩原鲤等鱼类至今未捕获，已从中游鱼类区系中消失。评价河段已不存在典型产漂流性卵鱼类（如四大家鱼、长薄鳅）的生境条件。

由于梯级电站的阻隔，江河平原鱼类向下分布区域退缩，高原鱼类则会向上分布区域退缩。各梯级间分布的鱼类，主要为产粘沉性卵、完成生活史不需要大

的空间的群体，由原来的区域分布演变成点状分布，形成多个相互隔离的异质种群。据调查，评价河段不存在大范围洄游的鱼类，但存在短距离生殖洄游、索饵洄游、越冬洄游的鱼类（如重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼）。因此，枕头坝二级水电站的开发将使江河平原鱼类向下主分布区域退缩，高原鱼类向上主分布区退缩。结合本次环评水生生态回顾评价结论，在实施切实可行的过鱼、增殖放流、栖息地保护等综合性措施前提下，能够确保河段鱼类资源不下降、主要经济及保护鱼类能在坝址上下游之间完成基因交流。

②对鱼类重要生境的影响

A、对产卵场的影响

结合历史调查和本次水生生态调查成果，评价河段在大渡河流域层面无重要大型集中产卵场分布，适宜鱼类产卵的生境类型较多，产卵场较为分散，产卵水域主要分布于枕头坝一级坝下、拟建枕头坝二级坝下、拟建沙坪一级库中和沙坪二级库中拐弯处、各支流汇口也可成为产卵水域，因此，枕头坝二级水电站建成运行后，鱼类将退缩至以上适宜生境产卵，在统筹上下游梯级运行方式、实施局部河段生境提升改造的条件下，本工程建设对鱼类产卵生境的影响可接受。

B、对索饵场的影响

水库形成后，水面扩大、水体加深、水流速变缓，水库区有机质沉积增多，饵料生物将变得更丰富，库区的浅水区将成为新的索饵场。由于评价河段适宜索饵水域零散分布，水库建成后，对鱼类索饵影响不大。

C、对越冬场的影响

水库建成后，深水区、缓水深潭遍布库区，卵石间隙或洞穴等也将增加，因此，在水库库区鱼类可选择的越冬场所将增多。

（3）对重要珍稀保护鱼类的影响

评价河段重要保护物种共 17 种，占评价河段总种数的 30%。

枕头坝二级水电站建设对重要保护物种的影响主要表现在三个方面。一是大坝阻隔的影响：大坝阻隔将破坏鱼类生境连续性和完整性，栖息地的片段化和破碎化将形成大小不同的鱼类异质种群，坝址上下游种群间基因不能交流，长期演变条件下有鱼类群体间遗传分化的风险，17 种保护物种中，具有短距离洄游需求的鱼类有 2 种，分别为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅。二是电站建设对鱼

类产卵的影响：17 种保护物种中，产粘沉性卵鱼类有 11 种，分别为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、鲈鲤、山鳅、四川华吸鳅、侧沟爬岩鳅、四川爬岩鳅、青石爬鮡、黄石爬鮡、白缘鮈、青鳉，占 65%，本工程与沙坪一级水电站投运后区间基本形成库区生境，产粘沉性卵鱼类适宜生境进一步压缩，这些鱼类在库区河段的资源量有可能降低。

（4）对渔业资源的影响

评价河段无专业的捕捞团队，以个体捕捞为主，工程建设对渔业资源的影响主要表现在施工期乱捕滥捞等违法行为上。近年来，随着我国各级政府对长江流域水生生态保护升级，作为长江上游重要支流的大渡河也不例外。

2019 年 6 月，四川省农业农村厅、财政厅、人力资源社会保障厅联合发布《四川省长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》，方案指出，到 2020 年底前，四川省长江干流和重要支流除保护区外水域要完成渔民退捕，暂定实行 10 年禁捕，其中，支流包括金沙江、岷江、沱江、嘉陵江和大渡河干流等。

因此，本工程在建设至运行期间，应结合各级政府有关长江、大渡河重点水域禁捕要求，严格执行禁渔禁捕措施，在此基础上，本工程实施对渔业资源的不利影响可接受。

6.4.1.3 对水生生态功能的影响

本次环评水生生态总体评价范围为深溪沟至龚嘴 91km 河段，重点评价范围为枕头坝一级坝址至下游沙坪二级坝址 28km 河段。根据历次水生生态调查成果，评价河段鱼类过度捕捞、人为挖沙等导致鱼类资源下降的主要问题尚未根除，加之干支流水电开发改变了鱼类栖息地格局，在枕头坝一级、沙坪二级建设前即已不存在典型产漂流性卵鱼类（如四大家鱼、长薄鳅）的生境条件，河段分布的鱼类产卵场主要以产粘沉性卵鱼类产卵场为主，具有规模小、分布散的特点。

总体评价范围自上游至下游已形成库区～流水河段交替分布的河-库复合生态系统。水电梯级开发削弱了流水依赖鱼类的产卵场功能，但河段替代生境较多，目前在枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾 17km、沙坪坝址至龚嘴库尾 7km 维持流水河段特征，区间分布的江沟、金口河、龙池河、黑水河等支流汇口段分布有鱼类适宜产卵生境，为鱼类提供了较为优良栖息环境。另外，根据早期资源调查，评价河段仍能采集到一些非典型产漂流性卵鱼类的受精卵（如短身金沙鳅、紫薄

鳅），表明在洪水季节或电站泄洪等部分时段，这些鱼卵有可能在上游梯级开闸泄洪条件下随水流漂至本河段。

总体上看，评价范围无大渡河流域层面重要鱼类生境分布，枕头坝一级、沙坪二级已实施的水生生态保护措施在保护鱼类资源、维持水生生态功能方面也一定程度上发挥了效果。因此，在充分借鉴已有保护措施经验、长期开展相关科学研究的基础上，枕头坝二级水电站的实施对评价河段的水生生态功能影响较小。

6.4.1.4 小结

（1）本工程河道整治时段避开了河段鱼类主要产卵期，整治河段占评价河段河段比例很小，在水生生境上无重要鱼类生境分布，鱼类将迁移至其他水域；另外，在实施禁渔措施，施工期污废水处理措施的条件下，本工程施工活动对河段水生生态影响较小。

（2）工程蓄水运行对坝址上下游鱼类基因交流、鱼类生境及重要保护物种产生一定不利影响，对评价河段水生生态功能影响较小。一是原有 17km 流水河段将被枕二和沙一两工程进一步阻隔，评价河段水生生境进一步破碎化，不利于闸坝上下游间鱼类的基因交流；原河段江河平原鱼类向下主分布区域退缩，高原鱼类向上主分布区退缩，不会导致物种消失。二是生境格局的变化导致鱼类区系组成结构发生变化，干流河段成库后压缩流水依赖类群产粘沉性卵鱼类适宜生境；对非流水依赖类群鱼类有利，库区资源量将会增加。三是评价河段在大渡河流域层面无重要大型集中产卵场分布，索饵及越冬场生境分布较为零散，工程运行对鱼类“三场”的影响较小。

6.4.2 陆生生态影响预测

6.4.2.1 生态影响因子及对象分析

枕头坝二级水电站工程的施工及运营不可避免的会对评价区生态环境产生不利影响。施工期的主要影响因子包括征地拆迁、施工占地、水土流失、人为活动干扰及施工期施工活动产生的废水、废气、弃渣、扬尘、噪声、振动等；运营期的主要影响因素包括电站蓄水、坝下减水、移民安置区生产生活、新景观的形成等。影响对象为动植物多样性及其生境、生态系统类型及结构与功能、景观生态等。

6.4.2.2 对植物植被影响分析

1、施工期及初期蓄水期影响

（1）工程占地

工程建设占地不可避免的破坏占地区植物及植被。根据工程布置，工程区占地总面积 164.12 hm²，其中，永久占地 44.92 hm²，临时占地 119.2 hm²。占地类型及生物量损失详见下表。

表 6.4.2-1　　工程施工占地及生物量损失一览表

类型	永久占地面积(hm²)	临时占地面积(hm²)	平均生物量(t/ hm²)	永久占地生物量损失(t)	临时占地生物量损失(t)
林地	11.85	6.83	100.59	1191.99	687.03
灌丛和灌草丛	0.69	0.00	43.09	29.73	0.00
耕地	10.96	18.93	6	65.76	113.58
水域	88.11	7.06	1.2	105.73	8.47
合计	111.61	32.82	-	1393.22	809.08

注：永久占地未包括占用的建设用地面积 7.59 hm²，临时占地未包括占用的建设用地面积 12.63 hm²。

1）永久占地对植物的影响

永久占地对植物的影响是长期的、不可逆的。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。结合具体工程布置，根据现场调查，永久占地区域主要为坝址、淹没区域。

坝址区域大部分为水域，由于大渡河水位较高流速较急水生植被较为贫乏，工程占地对其影响较小，河流的两岸坝址区域多为人工林及灌草丛，常见的类型有滇杨林、银合欢灌丛、水麻灌丛、序叶苎麻灌草丛等，常见的植物主要有滇杨、桉树、黄荆、黄连木、水、楝、假杜鹃、长波叶山蚂蝗、白茅、皱叶狗尾草、苎草等。淹没区人为干扰较大，植被主要为人工林、次生林及灌草丛等，常见的植被类型有桤木林、棘木灌丛、鞍叶羊蹄甲灌丛、五节芒灌草丛、类芦灌丛丛等，常见的植物主要有小棘木、苎麻、枫杨、鞍叶羊蹄甲、女贞、胡枝子、白茅、鬼针草等。工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此工程永久占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量估算，工程建设区永久占地区植被损失的生物量约 1393.22t，占工程评价区总生物量的 0.51%，变化幅度不大。因此，工程建设区永久占地对占地区植物种类、植被类型及生物量的影响较小。

2）临时占地对植物及植被的影响

工程建设区临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。结合具体工程布置，根据现场调查，临时占地区植被以灌草丛为主，常见的植被类型有银合欢灌丛、鞍叶羊蹄甲灌丛、五节芒灌草丛、节节草灌草丛、苋草灌草丛等，常见的植物有苎麻、构树、银合欢、岷江蓝雪花、胡枝子、狗牙根、粉背蕨、铁苋菜、饭包草等。受工程区临时占地影响的植物均为常见种，植被也均为常见类型，因此工程区临时占地对植物影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。根据评价区内各植被类型平均生物量估算，临时占地区植被损失的生物量约639.22t，占枢纽工程评价区总生物量的0.60%，变化幅度不大，随着施工结束，临时施工区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复，因此，工程临时占地对占地区植物种类、植被类型影响较小。此外，工程施工结束后，对临时占地区土地平整、植被恢复，可使临时占地区植物种类多样性、植被类型及生物量均有所增加。

（2）施工活动影响

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。

1）施工期废气主要来源于燃油机械的尾气，其主要污染物为SO_2、NO_2、CO等。废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物光合生产受阻，生长发育变缓。燃油机械的废气排放量相对较低，再加上施工期机械尾气属移动线源排放，因此施工期废气对植物及植被的影响较小。

2）施工期废水分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于基坑废水、砂石料冲洗废水和机械检修场含油废水等，生活污水主要是工程施工时施工人员的生活产生的污水等。废水对植物的影响主要是废水的随意排放会改变土壤理化性质，改变植物生长发育环境，进而影响其正常生命活动。但这种影响可通过在施工区及生产生活区布置污水处理系统等进行缓解。

3）弃渣主要来源于基础开挖、河道整治、施工场地以及施工道路建设等，弃渣的随意堆放不仅会压覆区域内植物及植被，改变区域生境条件，还可能导致局部区域的水土流失。但这种影响可通过对弃渣等进行统一调配与处理等措施进行缓解。

4）扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，会使其生命活动受到一定影响。由于评价区处亚热带季风气候区，区域内空气湿度相对较大，土壤湿润，扬尘扩散范围相对较小，再加上施工期如能采取洒水抑尘等措施，可有效减轻扬尘对周围植物及植被的影响。

（3）人为干扰影响

本工程人为干扰对植物及植被的影响因素主要有人为砍伐、践踏、运输作业等。人为干扰对植物及植被的影响主要有：①施工期工程区人员增多，施工人员砍伐会破坏区域内植物及其生境，会影响群落结构及种类组成；②施工期施工人员践踏、施工机械碾压会对植物地上部分造成机械性伤害，从而影响植物的生长发育，同时践踏等造成的土壤结构变化会间接影响区域内植物的生长发育；③施工车辆的剐蹭等人为活动导致植物形成创伤，伤口暴露后易导致病虫害，进而会影响其生长发育；④施工期运输作业方便种子的传播可能导致评价区外来物种入侵，破坏原区域内植物及其生境。

由于本工程占地面积不大，占地区相对集中，施工期人为干扰等可通过加强宣传教育活动，加强施工监理，在施工前划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解，在相对措施得到落实后，人为干扰对植物及植被的影响较小。

（4）征地拆迁、安置影响

工程拆迁会产生建筑垃圾、扬尘等污染环境，对拆迁区植物及植被会产生一定影响；生产及移民安置会对安置区原有的植物及植被造成破坏，根据现场对征地拆迁区及安置区的调查，本工程征地拆迁及安置区植物及植被受人为干扰严重，自然植被多零星分布，以林地、灌草丛为主，常见的群系有银合欢灌丛、五节芒那灌草丛等，常见的植物有桉树、楮木、构树、苎麻、苎草、山黄麻、盐肤木、冷水花、节节草、青蒿、狗尾草等。受工程征地拆迁及安置影响的植物多为常见

种，植被多为常见类型，因此工程拆迁、安置对植物及植被的影响较小。

（5）水土流失影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响，同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，土壤的结构破坏，土地复垦工作的难度增加。只要切实落实水土保持方案，评价区发生水土流失的几率较小，本工程施工期水土流失对区域植物及植被的影响较小。

（6）蓄水期影响

水库蓄水前，处于库区正常蓄水位以下的植物将直接受到破坏。结合工程布置，本工程淹没区占地面积 107.16hm²，土地类型以灌草地为主，其次为森林，根据现场调查，淹没区库区人为干扰较大，多为人工林及次生林，植被较为单一，物种组成较为贫乏。常见的植被类型有滇杨林、杉木林、柳杉林、水麻灌丛、长波叶山蚂蝗灌丛、序叶苎麻灌草丛、五节芒灌草丛等。常见的植物有滇杨、杉木、柳杉、核桃、黄麻、冷水花、苔草、土牛膝、蜈蚣草等。

受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，淹没区植被损失的生物量约为 1146.59t，占评价区总生物量的 0.49%，变化幅度不大。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。

2、运行期影响

（1）下游河段影响

结合具体工程布置，根据现场调查可知，大渡河水位较高、流水较快不适宜水生植物的生长。库区及坝下的水生植被较为贫乏水位的上升下降对评价区内的水生植被影响较小。同时枕头坝二级水电站属于低水头径流式电站水位变化不明显对下游植物的影响较小。

（2）库区影响

工程库区蓄水后，库区水域面积将有所增加，对局部小气候会造成一定影响，由于水的热容性较大，升温降温缓慢，水库水面水分蒸发，可增加水库周围的空气湿度，对生物的分布、生境改良等影响趋于有利。

3、对古树名木的影响

评价区古树有 2 种 12 株，分别为柞木、黄葛树，均不在淹没区内。如果管理不善，工程施工建设人为活动将会对其产生一定的影响。

（1）人为干扰影响

施工期，施工区人员及机械增多，施工人员砍伐，施工机械及运输车辆剐蹭等可能会对距离工程较近的古树产生不利影响。根据现场调查，评价区古树多分布于永和镇道路旁及居民区，该区域人为干扰早已存在，本工程道路多沿用现有乡村道路，施工时间较短，施工人员较少，人为干扰对附近大树的影响较小。且这种影响可通过在施工前划定施工范围，严禁越界施工，对施工区附近大树采取围栏保护，设置警示牌等措施进行缓解，在相关措施得到落实后，人为干扰对附近古树的影响较小。

（2）弃渣、废水、扬尘等的影响

施工期，工程的开挖会产生弃渣，施工区会产生废水，施工活动、运输作业、场区平整等会产生扬尘，弃渣、废水、扬尘等可能会对附近古树及其生境产生不利影响。由于评价区位于我国中纬度亚热带地区，区域空气湿度大，扬尘扩散范围较小，其对附近大树的影响较小，且施工期扬尘可通过洒水抑尘等措施进行缓解，弃渣、废水可通过统一调配与处理，在相关措施得到落实后，弃渣、废水、扬尘等对附近大树的影响较小。

（3）水分条件改变的影响

评价区内与工程区水平距离 300m 内的古树有 1 种 6 株。本工程库区蓄水，库区水域面积将有所增加，库区周边地下水将得到补充，可促进库区及周边古树的生长发育，但由于古树分布零散，远离淹没区，库区水湿条件等变化程度较小，其对正常蓄水位以上古树的影响较小。与工程区水平距离 300m 外的古树有 2 种 6 株，由于远离库区，本工程建设对其影响较小。

总体来说，本次工程建设对评价区内分布的古树影响程度不大。

6.4.2.3 对陆生动物的影响

1、施工期影响

枕头坝二级水电站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）对两栖动物的影响

枕头坝二级水电站的两栖动物物种较为丰富，且主要分布在大渡河及其支流附近的河滩灌丛及大渡河两岸的山涧溪流处。施工期，枢纽工程建设区占地面积为 10.50m²。施工期间，永久及临时占地会占用部分两栖类的生境，导致其生境范围有所缩小。

施工期的机械含油废水、生产废水及生活污染等事故排放至大渡河中，对评价区的两栖类栖息活动生境造成污染。水质的破坏，如一些含铝酸盐、磷酸盐的水泥渣土溶于水会造成水体的 PH 值和无机盐浓度的改变，将破坏两栖类体内的水盐平衡，可能会导致其因为失水和积累盐分而死亡。由于枢纽建设区将设置污水处理设施，如在生产生活区设置可重复利用的成套生活污水处理设备处理施工人员生活污水，污水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准进行处理后回用或用于林地浇洒，因此，该类影响较小。另外，部分施工人员对较大型的蛙类和蟾蜍类进行捕食，捕食范围以施工生活区为中心向上下河段和周围地区扩展，特别是公路沿线将更为严重，其结果可能造成可食用蛙类动物种群数量的下降，如棘腹蛙。此外，施工人员活动等噪音会对两栖类造成惊吓，驱赶这些两栖类暂时离开栖息地。以及施工中新建和扩建原有公路，建设各种永久性建筑或临时性建筑，将使原有的两栖动物活动范围缩小，但影响十分有限。

（2）对爬行动物的影响

评价区的爬行类绝大部分为灌丛石隙型和林栖傍水型种类，它们在大渡河周边的林地灌丛中栖息活动。在修筑大坝、厂房、施工附属设施期间，其生境会被占用或污染，个体也会被噪声驱赶，因此，施工期间，它们将远离工程影响区，在枕头坝二级水电站工程受影响以外的区域寻找相似生境，由于工程区周围相似生境丰富，因此，生境破坏及噪声驱赶对其影响较小。

爬行动物的食物来源主要是啮齿类、蛙类和小型鸟类，虽然施工期间随着施工人员的聚集，啮齿类尤其是鼠类可能聚集在业主营地等附近，有可能吸引爬行动物到此觅食，但由于该区域活动的人员较多，人为干扰较大，爬行动物到此活动的可能性不大，因此对爬行动物种类和数量影响较小。此外，施工期间蛙类和

小型鸟类会因为施工干扰远离工程影响区，这些物种的迁离或种群数量的减少，都会增加爬行动物的捕食难度，食物的减少对其有间接影响，它们会向非工程区转移，将在一定程度上影响爬行类种群数量的变动和分布格局的变化。但随着工程施工的结束，临时占地区会进行植被恢复，其适宜生境会逐渐恢复，啮齿类、蛙类和小型鸟类又会回到原来的栖息地，爬行类又有了食物来源，它们也会回到原来的栖息地生活。

根据以往水电站施工情况，施工车辆和机械会轧死一定数量的穿越道路和施工作业区的爬行动物，施工期间应注意控制行车速度，多注意路况观察，避免此类情况发生，同时，也应该设置“控制行车车速，保护野生动物”等的类似标识牌。整个施工期间施工人员捕食蛇类的不良行为可能会兴起和蔓延，导致施工区附近大中型蛇类种群数量有所减少。

此外，堆渣形成碎石裸地，在新植被形成前，爬行类中喜阳、喜干燥的蜥蜴种群数量可能会增加，但喜阴的蛇类可能消失。施工期中，由于人口增多，人类活动范围及频率增大，工地、住宅区、仓库等的建设，将使工地上下沿岸的灌草丛覆盖度降低，地面的光照度更加充足，干燥度也会增大，蜥蜴类动物种群数量将可能增加，以建筑物为依存环境的壁虎类（如蹼趾壁虎）的种群数量可能会有一定的增长。

（3）对鸟类的影响

评价区的鸟类分涉禽、陆禽、猛禽、攀禽和鸣禽，其中游禽、涉禽种类及数量相对较少，主要分布在大渡河及其支流、沿岸滩涂和水田中，工程施工对其影响主要是噪声的驱赶。陆禽主要有环颈雉、红腹角雉、山斑鸠和珠颈斑鸠，主要活动在灌丛林地中，较惧生，对噪声敏感，施工对其影响主要是占用生境，噪声驱赶及人为猎捕。猛禽数量少，飞行能力强，活动范围广，偶有游荡至评价区的现象，现场调查未发现，工程施工对猛禽的直接影响主要是噪声驱赶，此外，施工对其他动物，如两栖类、爬行类、小型鸟类的影响，将对猛禽捕食产生间接影响，但由于施工区域周围相似生境较多，且猛禽活动范围大，因此这种影响甚微。攀禽和鸣禽多为森林活动的鸟类，行动能力较强，在工程区广泛分布，施工期间，永久及临时占地、施工噪声等会对其栖息活动产生一定的影响，但由于工程占地面积相对于枢纽工程区总面积较小，且周围相似生境较多，施工过程中的噪声在

施工结束后停止，临时占地区域进行植被恢复等措施，因此，占地及噪声对攀禽和鸣禽的影响也较小。总的来说，工程施工对鸟类的直接影响主要是占地、噪声及人为猎捕的影响，间接影响主要是施工活动造成工程区部分鸟类食物的变化，进而对其觅食产生影响。

（4）对兽类的影响

工程施工对兽类的影响主要是栖息生境占用、干扰和破坏，噪声的干扰以及施工人员的捕杀等，受工程影响的兽类会迁移至远离工程影响区的相似生境中，但不会导致枢纽工程区物种种类及数量的变化。

工程区的兽类以半地下生活型为主，多分布在大渡河干支流两岸的灌丛和森林中。工程施工期永久及临时占地可能会占用其局部生境，施工开挖破坏其巢穴，施工人员噪声、机械设备噪声等也会惊扰其正常活动，对其栖息活动觅食产生不利影响。此外，像褐家鼠、黄胸鼠等与人类关系密切，集中在居民点附近的啮齿类也会因施工人员的进驻、生活垃圾的堆放而引起部分种类种群密度上升，特别是那些作为自然疫源性疾病传播源的鼠类，将增加与人类及其生活物的接触。

此外评价区还分布有树栖型及陆栖型兽类。树栖型的岩松鼠和赤腹松鼠主要是受施工占地及施工噪声等的影响，由于其机警，且周围适宜的生境丰富，因此对其影响较为有限；陆栖型的兽类有豹猫和野猪等，主要分布在远离人类干扰，远离工程影响区的海拔相对较高的区域，本工程占用的林地多为大渡河及 G245 国道附近的受人为干扰明显的林灌区，不会占用其生境，工程区施工期间对它们的影响主要来自于机械噪声对它们的驱赶作用，一般动物都具有主动避害的能力，为避免施工期间的噪声和其他危害，这些兽类将被迫向工程影响区以外的适宜生境中迁移。当工程完工后，它们仍可以回到原来的栖息地。因此这种不利影响只是暂时的，等施工结束影响即可消失。

施工过程对中小型兽类造成的影响相对较大。由于修路、建房、筑坝等工程施工，对部分兽类的栖息地造成破坏，迫使它们迁移，种群数量减少。根据野外调查可知，工程规划的渣场、料场都处于人类活动频繁的区域，在此区域中活动的都是食虫目、啮齿目和食肉目鼬科的中小型兽类，工程的建设将会对其原有栖息地的植被造成破坏，但由于食虫目和啮齿目的兽类都具有较强的适应能力，加之施工人员的进入，生活垃圾的增多，为它们提供了新的食物来源，不会对它们

造成大的影响。

2、运行期影响

枕头坝二级电站采用堤坝式开发，正常蓄水位 592.0m，最大坝高 53m，水库正常蓄水位淹没面积 107.16hm²，将淹没原库区内部分生境，涉及生境类型多样，原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响，但由于淹没范围有限，淹没线上适宜的生境范围广泛，野生动物会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，导致局部分布格局的改变，但由于评价区相似的生境在评价区内较多，它们会向周围相似生境顺利转移，对区内物种多样性无影响，因此水库蓄水淹没对评价区陆生动物栖息和觅食影响较小。

（1）对两栖动物的影响

枕头坝二级水电站蓄水后，使评价范围内的两栖动物丧失一定面积的陆域栖息环境。由于电站淹没区处在峡谷地段，两岸坡度大，两侧仅有很小的支沟可能有两栖动物生存。整个库区水流湍急，不是两栖动物的栖息地，故淹没区范围内的两栖动物的种类和数量均较少，受蓄水影响较小。

（2）对爬行动物的影响

枕头坝二级水电站蓄水后，使评价范围内的爬行动物丧失一定面积的陆域栖息地，由于淹没区处在峡谷地段，两岸地势陡峭，爬行动物在此区域活动本就不多，因此受蓄水影响较小。

坝址以下河段是人类干扰较为严重的区域，蛇类等爬行动物在这个区域的活动较少，因此，河段水量变化不会对爬行动物造成大的影响。

（3）对鸟类的影响

电站蓄水将使水体生态系统面积扩大，深度增加，蓄水期大多数鸟类飞行能力较强，有足够多的时间迁移淹没区。蓄水期间对鸟类的影响是短暂的，在淹没区活动的多是白鹡鸰、红尾水鸲、蓝矶鸫、白顶溪鸲以及燕科的鸟类等，这些鸟类在评价范围以及周围区域分布广泛，种群数量都较大，且对人类的干扰有较好的适应，因此部分栖息地的丧失不会对它们造成很大的影响。

电站蓄水后，改变了原有生境的特征，出现了较大面积的水面，可能吸引部分游禽、涉禽在此区域停留、觅食。

（4）对兽类的影响

水库蓄水将淹没一些农耕地和灌草丛，但大部分兽类都能很快适应这种变化，不会对它们的生存造成威胁。生活在岸边的兽类将迁徙到海拔更高的地方，大型兽类栖息分布海拔较高，蓄水基本不会对其造成影响。

3、对重点保护野生动物的影响

（1）对两栖动物的影响

根据历史资料记载，评价区范围内有大鲵分布。在项目组工作人员的调查过程中，并未发现有大鲵的个体或活动痕迹。大鲵一般栖息于山区的溪流之中，其生境要求水质清澈，含沙量不大，周边干扰小且安静。但目前评价区内大渡河干流的水质常年都较为浑浊，主要支流江沟已有多级小水电，人类干扰较大，早已不是自然状态河流，已经不适于大鲵的生存环境，同时也根据对当地人的访问得知，很多年未见了，据此判断，工程河段可能已经没有大鲵分布了。

②对爬行类动物的影响

尖吻蝮主要生活于评价区潮湿多草的林地、灌丛中，由于尖吻蝮为剧毒蛇，具有一定的经济价值，人类一旦发现有可能会将其捕杀而造成其在评价区内的数量下降。

③对鸟类的影响

普通鵟、雀鹰和红隼等禽适应性强、飞行能力强、活动范围大，工程建设对它们产生的直接影响较小；而对于陆禽的红腹角雉，其飞行能力较弱，善于在地上行走奔跑，在工程施工期间会受到噪声干扰，另外其具有一定的观赏价值和食用价值，可能会受到人为捕猎。

④对兽类的影响

猕猴、藏酋猴的分布主要在评价区海拔较高的山地林中，只是偶尔可能会河边饮水、捕食，其活动能力较强，工程建设不会对它们造成直接影响。

豹猫，主要分布在远离人类干扰，远离工程影响区的海拔相对较高的区域，本工程占用的有林地多为大渡河及 S306 附近的受人为干扰明显的林灌区，不会占用其生境，故工程建设对其影响不大。

6.4.2.4 对生态系统结构与功能的影响

1、对森林生态系统的影响

森林生态系统在评价区分布广泛、面积较大。本工程建设对评价区森林生态

系统的影响有不利影响和有利影响两个方面：

（1）不利影响

本工程建设对评价区森林生态系统的不利影响主要有：①施工占地将占用评价区森林生态系统面积，使生产者减少，占地范围及附近区域的非生物环境发生改变，使局部区域能量流动和物质循环能力降低；②施工活动产生的弃渣、扬尘、废气、生活垃圾等带来的污染，会直接或间接影响附近植物生境及动物的栖息环境，会使得工程区附近森林生态系统中生产者生产能力降低，会导致森林生态系统内原有的一些植物及植被受到破坏，某些动物迁移；③施工过程中，如果管理不善，可能会对周围林地造成破坏，特别是对乔木、灌木的随意破坏，造成林地建群种的损失，群落层次缺失，垂直结构发生改变，进而导致生境变化，林下植物种类变化，森林植被发生逆行演替，群落多样性减小，稳定性降低，对环境的抵抗能力下降，使局部森林生态系统对环境的适应能力下降。

根据工程布置，本工程将占用森林生态系统总面积为 18.68hm²，占评价区森林生态系统总面积的 0.83%，其中永久占用森林生态系统面积为 11.85hm²（水库淹没面积 9.84hm²，工程建设占用 2.01hm²），占评价区森林生态系统面积的 0.53%，本工程建设占用评价区森林生态系统面积相对较小。根据现场调查，电站库区人为干扰较大，多为人工林及次生林，植被较为单一，物种组成较为贫乏。常见的植物群系有滇杨林、杉木林、柳杉林等。常见的植物有滇杨、杉木、柳杉、核桃等。

评价区森林生态系统内受工程影响的植物均为常见种，其对环境适应性强、抗逆性强、具有易恢复等特点，受工程影响的植被均为次生性植被，其为评价区广泛分布的类型，本工程施工建设对评价区森林生态系统中植物及植被的影响较小。且临时占地在施工结束后将采取一定的植被恢复措施，永久占地破坏的植被将采取异地种树或植草的方式进行生态补偿，在相关植被保护措施落实后，本工程建设对评价区森林生态系统内植物及植被的影响较小。

本工程建设会使评价区动物栖息地缩减，但由于施工区附近还有大面积类似生境，可以满足动物栖息需求。施工干扰等会驱使动物向其它地区迁移，导致施工区域附近动物分布的变化，但工程不会造成动物个体死亡，更不会使评价区森林生态系统中动物的种类组成和区系发生改变。

综上所述，本工程建设对评价区森林生态系统内动植物的影响较小，对森林生态系统结构及功能的影响较小。

（2）有利影响

库区水域面积的增加，地下水将得到补充，可促进森林植被的发育及更新。但由于库区内水域面积增加不大，地下水变化程度较小，因此，工程对评价区森林生态系统的有利影响不甚显著。

2、对灌丛生态系统的影响

灌丛生态系统在评价区内分布较为零散。本工程建设对评价区灌丛生态系统的影响有不利影响和有利影响两个方面：

（1）不利影响

本工程对评价区内灌丛生态系统的不利影响主要有：①施工占地：占地区施工将对评价区灌丛生态系统产生直接的破坏；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、生活垃圾等会影响灌丛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灌丛生态系统产生影响。

根据现场调查，本工程占地区及淹没区灌丛生态系统内植被以灌丛、灌草丛为主，常见的群系有银合欢灌丛、鞍叶羊蹄甲灌丛、水麻灌丛、长波叶山蚂蝗灌丛、序叶苎麻灌草丛等，常见的植物有黄连木、黄荆、构树、盐肤木、山黄麻等，灌丛生态系统内动物较少，受工程影响的灌丛生态系统内植被类型较单一，群系结构及种类组成较简单，灌丛生态系统内植物多以藤刺灌木为主，其生命力强、生长速度快、适应性范围广、竞争力强，种子产量多，萌发率高，因此工程占地、施工活动等对评价区灌丛生态系统影响较小，且随着施工结束，临时占地区灌丛生态系统将得到恢复，工程施工运营对灌丛生态系统影响较小。

（2）有利影响

本工程对灌丛生态系统的有利影响与森林生态系统一致，主要是对分布在库区及周边灌丛生态系统的有利影响，库区及周边水分条件改善，有利于灌丛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，工程对评价区灌丛生态系统的有利影响不甚显著。

3、对草地生态系统的影响

评价区草地生态系统面积为670.77hm²，占评价区生态系统总面积的16.74%。根据现场调查，评价区草地生态系统主要沿河流、村落、道路等分布。

本工程建设对评价区草地生态系统的影响有不利影响和有利影响两个方面：

（1）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：占地区施工将对评价区草地生态系统产生直接的破坏；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。

根据工程布置，本工程建设将永久占用草地生态系统面积0.69hm²，占评价区草地生态系统总面积的0.10%，工程建设占用草地生态系统面积相对较小。根据现场调查，本工程占地区及淹没区草地生态系统内植被以灌草丛为主，常见的群系有五节芒灌草丛、类芦灌草丛、序叶苎麻灌草丛等，常见的植物有五节芒、节节草、芒、类芦、鬼针草、序叶苎麻、艾等，草地生态系统内动物较少，受工程影响的草地生态系统内植被类型较单一，群系结构及种类组成较简单，草地生态系统内植物多以多年生草本植物为主，主要为禾草类及菊科植物，其生命力强、生长速度快、适应性范围广、竞争力强，种子产量多，萌发率高，因此工程占地、施工活动等对评价区草地生态系统影响较小，且随着施工结束，临时占地区草地生态系统将得到恢复，工程施工运营对草地生态系统影响较小。

（2）有利影响

本工程对草地生态系统的有利影响与森林生态系统一致，主要是对分布在库区及周边草地生态系统的有利影响，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。

4、对湿地生态系统的影响

评价区湿地生态系统主要为大渡河。本工程施工运营对评价区湿地生态系统的影响有不利影响和有利影响两个方面：

（1）不利影响

本工程对评价区湿地生态系统的不利影响主要有：①施工占地及施工活动：枢纽工程区主体施工及占地、占地等会对评价区湿地生态系统产生不利影响；②水位变化：库区蓄水，坝下河段减水对湿地生态系统的影响。

①施工占地及施工活动的影响

施工期，枢纽工程区涉水作业工程主要有坝址修建、围堰等。工程占地及施工活动对湿地生态系统的影响主要有：A.涉水工程施工时会扰动水体，破坏周边湿地植物及植被，驱散周边动物，使其栖息环境减少；B.涉水工程开挖及回填会产生较多泥浆水，施工区及周边水体悬浮物增加，区域内动植物生命活动受阻；C.施工过程中噪声、振动、灯光等会干扰湿地生态系统内的动物，施工活动产生的弃渣、废水、固废、扬尘等会污染湿地生态系统内水质和湿地环境，从而对湿地生产系统结构及功能产生影响。

结合具体工程布置，根据现场调查，大渡河水位较高、流水较快不适宜水生植物的生长。工程占地区湿地生态内植被类型单一，群系结构及动植物种类组成较简单，常见的群系有水蓼群系，常见的植物有水蓼等，均为常见种，本工程占地、施工活动等对评价区湿地生态系统影响较小。

②水位变化的影响

运营期库区蓄水将使坝址上游主要干支流河段水位上升，坝址下游河段水位下降，水位变化对湿地生态系统的影响主要有：A.水位上升，处在淹没线以下的植物主要进行无氧呼吸，营养物质消耗增大，有毒物质积累，生理异常；B.水位上升，处在淹没线以下的植物在水下获得的光辐射也相应减少，加之水体中低的气体交换速率和低的 CO_2 浓度，植物光合生产降低，生命活动受阻；C.水位下降，滩涂裸露，长期积水区域减少，湿地植物生命活动受阻，分布区域缩减。

结合具体工程布置，根据现场调查可知，大渡河水位较高、流水较快不适宜水生植物的生长。库区及坝下的水生植被较为贫乏，水位的上升下降对评价区内的水生植被影响较小。同时枕头坝二级水电站属于低水头径流式电站，水位变化不明显，对下游的水生植物影响较小。

（2）有利影响

本工程的建设，评价区水域面积增加，湿地面积变大，在一定程度上有利于湿生植物及植被的恢复，新的库区可为傍水生活的鸟类（如：游禽等）提供了更

广阔的栖息空间，也有利于两栖类及爬行类中的部分种类生活及觅食。

5、对农田生态系统的影响

评价区农业生态系统多分布于山体的中下部，工程周边的农业生态系统面积相对较小。

本工程建设对评价区农业生态系统的不利影响主要有为本工程施工占用耕地、库区蓄水淹没耕地会使评价区农业生态系统面积减少，农作物种植面积减少，农作物产量降低，对其中生存的动物也会有所影响。根据工程布置，本工程建设将占用农业生态系统总面积为 29.35 hm²，占评价区农业生态系统总面积的 7.18%，其中永久占用农业生态系统总面积为 10.96 hm²，占评价区农业生态系统总面积的 2.68%，本工程建设占用评价区农业生态系统面积较小，工程结束后将对占用的农业生态系统进行补偿。因此，工程施工占地及库区蓄水淹没对评价区农业生态系统影响较小。

6、对城市生态系统的影响

评价区城市生态系统多集中分布于大渡河两岸的金口河城区、永和镇等地。本工程建设对其影响有不利影响和有利影响两个方面：

（1）不利影响

本工程建设对城市生态系统的不利影响主要为库区蓄水及工程占地会在短期内使占地区及周边的社会经济受到一定的损失。本工程库区淹没及施工占地涉及的移民及搬迁房屋经过妥善安置后，对地方社会经济影响不大。但工程拆迁会产生建筑垃圾等污染环境，生产安置和移民安置会对安置区原有的生态环境造成破坏。

（2）有利影响

本工程建设后，评价区交通得到改善，区域内经济将得到更好的发展，城镇化速度加快，区域内自然与人为景观效果将会得到增加，可在一定程度上带动周边城市生态系统的发展。

6.4.2.5 区域生态完整性影响分析

对区域自然体系生态完整性的影响是由工程占地引起的，工程占地主要是灌木林地和草地。在工程建成和移民完成后，各种斑块类型面积发生变化导，景观破碎化和异质性程度的上升、景观连通性的降低以及生态系统功能和类型的变化，

影响评价区物质循环与能量流动等，致区域自然生态体系生产能力和稳定状况的发生改变，对本区域生态完整性具有一定影响。

1、景观生态体系生物量及生产力的影响

本工程施工建设及库区蓄水等会破坏评价区内植物及植被，会对区域自然体系生物量及生产力产生一定影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区、水库淹没区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，将导致自然体系生产力降低。

（1）对生物量的影响

评价区各植被类型损失的生物量见表 6.4.2-2。

表 6.4.2-2　　工程评价区各植被类型损失的生物量

植被类型面积变化		平均生物量（t/hm^2）	生物量变化（t）
类型	面积（hm^2）		
针叶林及阔叶林	-11.94	100.59	-1201.04
灌丛	-6.73	62.43	-420.15
灌草丛	-1.91	23.75	-45.36
农作物	-1.49	6	-8.94
水生植被	12.59	1.2	15.11
合计	——	——	-1660.39

注：表中未包括增加的建筑用地 10.39hm^2 及减少的其他用地 0.91hm^2，“-”表示减少。

由上表可知，工程评价区生物量总损失为 1660.39t，占评价区总生物量的 0.71%，所占比例不大。各植被类型中灌木林地植被损失的生物量所占比例最大，其余植被生物量损失均较小。

（2）对生产力的影响

工程永久占地和水库淹没的面积为 164.12hm²，永久占用和淹没损失的主要是林地、耕地上的植被。评价区各斑块类型和生产力变化情况见**错误！未找到引用源。**3。

表 6.4.2-3　　评价区工程实施后评价区生产力变化情况表

生态类型变化		平均生产力[tC/（hm^2.a）]	各生态类型减少生产力[tC/（hm^2.a）]
类型	面积（hm^2）		
针叶林及阔叶林	-11.94	6.71	-80.12
灌丛	-6.73	12.48	-83.99
灌草丛	-1.91	7.92	-15.13

农作物	-1.49	11.07	-16.49
水生植被	12.59	3.59	45.20
合计	——	——	-150.53

注：表中未包括增加的建筑用地 7.59 hm².a，“-”表示减少

由上表数据可知，本工程建设后，枢纽工程评价区的生产力有所下降，生产力减少了 150.53tC/（hm^2.a），减少的幅度不大，因此本工程建设对枢纽工程评价区植被生产力的影响较小。

2、对景观类型优势度变化影响

评价区各类景观斑块的优势度值预测情况见表 6.4.2-4。

表 6.4.2-4　　枢纽工程评价区工程实施前后评价区主要斑块类型优势度值

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
林地	31.37	31.36	27.31	17.26	39.49	39.19	34.42	31.75
灌木林地	20.84	19.97	20.34	22.35	22.50	21.41	21.55	21.28
草地	22.20	21.40	20.65	22.86	16.74	16.02	19.08	19.08
农作物	8.46	8.29	13.04	11.65	10.21	9.94	10.48	9.95
河流水域	2.01	3.37	7.45	11.02	3.31	5.51	4.02	6.35
建设用地	15.12	15.60	13.56	17.32	7.75	7.94	11.05	12.20

由上表数据可知，本工程建成后，评价区土地利用格局发生了变化，其中水域斑块因库区蓄水，其优势度值由蓄水前的 4.02%上升到 6.35%，建设用地优势度值由蓄水前的 11.05%上升到 12.20%，其他斑块优势度变化的幅度不大。作为模地的林地，其优势度值减少了 2.67%，优势度值变化不大，仍占绝对优势。由此可以判定工程建成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。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。

3、对自然体系稳定状况的影响

自然生态体系的稳定状况包括两个特征，即：恢复稳定性和阻抗稳定性。恢复稳定性与高亚稳定元素（如植被）的数量和生产能力较为密切，阻抗稳定性与景观异质性关系紧密。

（1）对恢复稳定性的影响分析

工程建成后，各土地类型发生变化，林地、灌木林地、草地和耕地面积减少，

水域面积增加。水库建成后水域面积增加以及水文条件的改善使水库湿地生态系统的生物量将会增加，但由于陆地生物量的减少量大于水域生物量的增加量，从而使区域自然体系的生物量减少了 1660.39t，占评价区总生物量的 0.71%。减少的幅度不大，因此其对自然体系恢复稳定性影响不大，在区域自然系统可以承受的范围之内。

（2）对阻抗稳定性的影响分析

自然系统的阻抗稳定性是由系统中生物组分异质性的高低决定的。异质性是指一个区域里（景观或生态系统）对一个种或更高级的生物组织的存在起决定作用的资源（或某种性质）在空间或时间上的变异程度（或强度）。由于异质性的组分具有不同的生态位，给动物物种和植物物种的栖息、移动以及抵御内外干扰提供了复杂和微妙的相应利用关系。另一方面，异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

从评价区的斑块类型数目和面积分析，工程实施后土地利用格局发生了变化。主体工程区建设用地的斑块面积增加，其它斑块类型均有所减少，增加的水域由自然的生态系统变为受人工调控的半自然生态系统，因此，主体工程区的建设用地斑块和库区的水域斑块均属于干扰斑块，这种干扰斑块的增加不利于自然系统生态平衡的维护。有针叶林和阔叶林、灌丛面积分别减少了 11.94m^2、6.73hm^2，这种变化影响了该区域抗御干扰的能力，影响了局部景观的稳定性，阻抗稳定性有所降低。从整个工程评价区来看，森林面积减少了 0.75%，减少后的林地在该区域仍占优势，说明景观的多样性、异质性变化不大。因此工程建成后对景观自然体系的生产能力和稳定状况及组分异质化程度影响不大，区域自然体系抗干扰能力仍较强，阻抗稳定性仍较好。

4、生态完整性综合影响分析

本工程建设将使得评价区土地利用格局发生变化，有林地、灌木林地、草地、耕地等面积减少，水域面积增加。由于库区蓄水，淹没区陆地生态系统转变成湿地生态系统，将导致评价区生态系统结构和功能在短时间内发生一定的变化，随着工程的运行，将在评价区范围内形成新的稳定的生态系统类型。

6.4.2.6 水土流失影响

1、新增水土流失预测分析

根据水土保持方案报告书，本工程占地分为 7 个区，分别为枢纽工程区、施工生产生活区、弃渣（储料）场区、施工道路区、河道整治工程区、库岸防护工程区、专项设施改（迁）建区，工程扰动面积为 74.27hm²，扰动面积中施工生产生活区最大，为 24.48hm²。项目区工程建设期产生水土流失总量为 39119t，新增水土流失量 36474t，其中弃渣（储料）场区新增水土流失量最大，为 14830t。

2、水土流失危害分析评价

对工程建设中产生的水土流失，如不采取有效的水土保持措施，将可能造成以下水土流失危害：

（1）对主体工程施工的影响

本工程建设过程中进行大坝枢纽建筑物开挖，开挖边坡施工过程中若不加强施工管理、及时支护，将有可能造成边坡局部破碎地带滑塌，造成重力侵蚀危害，给后续大坝施工带来安全隐患，影响主体工程施工进度和施工安全。

（2）对区域生态环境的影响

本工程位于金口河区城区，损坏的地表植被将严重影响城镇周边人文自然景观，对当地生态环境造成不利影响。工程施工形成的边坡及大量松散堆渣体、裸露迹地，特别是临河区域的开挖及堆渣，大渡河水流流量、流速较大，加之项目区地形条件，在水力侵蚀和重力侵蚀的双重作用下，破坏生态与环境，降低县城景观效果。

（3）对区域土地资源、农业的影响

工程施工管理区施工活动损坏地表植被，形成大面积裸露地表，改变土壤结构，降低或丧失水土保持功能。同时，工程区位于河谷区域，耕地资源较为稀缺，工程扰动期间表层土被剥离，侵蚀强度增大，土壤中的氮、磷、钾等有机养分流失量加大，使区域土壤日趋贫瘠，对当地的农业生产、生活生产带来一定的不利影响。

（4）对大渡河下游河段的影响

本工程下游有沙坪二级水电站和拟同步建设的沙坪一级水电站，工程建设过程中弃渣、边坡开挖、河道整治、施工场地平整等施工扰动活动将进一步加剧水

土流失、地质灾害发生的可能性，流失的渣料进入大渡河河道，雍高河道水位，增加下游段的泥沙含量，造成淤积，影响行洪及下游电站。

表 6.4.2-5　　本工程水土流失预测汇总表

项目区	占地面积（hm²）	水土流失量(t)	背景流失量（t）	新增水土流失量(t)
枢纽工程区	10.99	6381	131	6251
施工生产生活区	24.48	2839	490	2349
弃渣（储料）场区	20.48	16486	1656	14830
施工道路区	11.15	2465	294	2171
河道整治工程区	30.75	10148	0	10148
库岸防护工程区	1.08	130	11	119
专项设施改（迁）建区	6.09	670	64	606
合计	105.02	39119	2645	36474

6.4.1.7 陆生生态影响小结

工程区占地总面积 164.12 hm²，受影响植被类型主要包括林地、灌丛和灌草丛、耕地，其中林地受影响最大，减少面积 11.85hm²。工程建设区永久占地区植被损失的生物量约 1393.22t，占工程评价区总生物量的 0.51%；临时占地区植被损失的生物量约 639.22t，占枢纽工程评价区总生物量的 0.60%，变化幅度均不大。评价区内暂未发现国家重点保护野生植物、四川省重点保护野生植物。评价区共有 2 种 12 株古树，各古树均不在水库淹没区等工程占地区范围内，施工期人为干扰或施工排污可能对古树产生一定不利影响。

评价区重点保护野生动物中，现状条件下大鲵数量十分稀少，主要栖息于山区的溪流之中，受干流枕头坝工程影响较小；尖吻蝮主要生活于评价区潮湿多草的林地、灌丛中，人为捕杀可能造成其在评价区的数量下降；普通鵟、雀鹰和红隼等猛禽适应性强，活动范围大，工程建设对它们产生的直接影响较小；猕猴、藏酋猴主要分布在林地，偶尔会到河边河边饮水、捕食，工程建设对其影响较小。

6.5 环境空气影响预测

6.5.1 环境空气敏感目标

根据枕头坝二级水电站工程布置和周围环境特征，本工程环境空气保护目标具体情况见表 6.5.1-1。

表 6.5.1-1　　枕头坝二级水电站工程环境空气保护目标概况表

序号	敏感点名称	主要影响源	方位及距离	保护目标概况
1	城区居民点（区人民政府）	城区道路交通扬尘	紧邻城区和平路，距离约为 5m	金口河区政府所在地，办公人员约为 134 人，4-8 层建筑物为主
2	业主营地	大坝施工扬尘 滨河路交通扬尘	西侧/189m 右侧/25m	管理人员办公区，办公人员约为 138 人
3	城区居民点（文体活动中心）	大坝施工扬尘 滨河路交通扬尘 河道整治扬尘	东北侧/179m 右侧/3m 右侧/60m	评价范围内约 4800 户 19200 人，主要是 4-8 层建筑物，局部分布有 8-20 层建筑物
6	人民医院	混凝土拌和粉尘 大坝施工扬尘 滨河路交通扬尘	东北侧/368m 南侧/206m 右侧/18m	医护人员约为 126 人，床位数为 144 张，医院紧邻金口河区河滨路，由两栋建构筑物组成，建筑物最为 8 层。
5	新村小学	砂石料加工粉尘	东北侧/395m	全校师生约 390 人，无住宿人员，其中教师约 30 人，学生约 360 人，教学楼为 1-3 层建筑物。
6	新村居民区	砂石料加工粉尘	西侧/189m	评价范围内有居民 126 户 504 人，主要是 1-3 层建筑物。
7	金洋硅厂	混凝土拌合粉尘	西南侧/247m	生产企业，位于混凝土拌合系统下风向，厂区生产及管理人员约 42 人。
8	大旋头居民点	砂石料加工粉尘	东南侧/396m	评价范围内有居民 36 户 144 人，主要是 1-3 层建筑物。
9	卡子村居民点	砂石料加工粉尘 混凝土拌和粉尘	东侧/674m 西南侧/483m	评价范围内有居民 66 户 264 人，主要是 1-3 层建筑物。
10	枕头坝居民点	砂石料加工粉尘及 G245 交通扬尘	北侧/7.0m	评价范围内有居民 24 户 96 人，主要是 1-3 层建筑物。
11	罗回居民点	大坝施工扬尘 滨河路交通扬尘	东北侧/395m 右侧/40m	评价范围内有居民 66 户 264 人，主要是 1-3 层建筑物
12	新乐村居民点	河道整治扬尘 G245 交通扬尘	左侧/8m 左侧/3m	评价范围内约 256 户 1024 人，主要是 4-8 层建筑物
13	滚牛坡居民点	河道整治扬尘 G245 交通扬尘	左侧/118m 左侧/79m	评价范围内约 78 户 312 人，主要是 1-3 层建筑物

6.5.2 施工期大气环境影响

根据枕头坝二级水电站工程施工布置及大气污染物排放特点，本工程主要预测砂石加工、混凝土拌和系统及运输扬尘对敏感保护目标的影响；简要分析燃油

废气、面源施工扬尘对大气环境的影响。

6.5.2.1 砂石料及运输扬尘影响预测

（1）污染源特点及简化处理方法

本工程扬尘主要来自砂石料加工系统、混凝土拌合系统及车辆运输等污染源。根据污染源特征，对污染源进行简化处理，具体见表 6.5.2-1，工程施工布置环境保护目标分布见附图 10。

表 6.5.2-1　　枕头坝二级水电站工程区施工特性一览表

序号	污染源	枢纽区施工作业污染源特性	污染源处理方法
1	砂石料加工系统	主要是粗破、筛分、细破产生的扬尘污染	简化为点源进行处理
2	渣土及砂石料运输	主要是运输卡车产生的扬尘污染	简化为线源进行处理
3	国道 G245	主要通行车辆产生的扬尘	简化为线源进行处理
4	1#施工道路	主要通行车辆产生的扬尘	简化为线源进行处理
5	2#施工道路	主要通行车辆产生的扬尘	简化为线源进行处理

（2）预测模型

采用 EIAProA2018 预测软件预测工程扬尘对大气环境的影响，其预测过程简述如下：

①根据枕头坝二级水电站工程施工布置图，将其导入预测软件背景图及坐标系中，采用两点法确定相对坐标及进行全球经纬度定位。

②在 EIAProA2018 预测软件中确定污染源位置及源强，根据污染源特征，将污染源分为点源、线源。

③根据污染源所在位置、预测评价范围，以及评价区域地形数据，将其导入 EIAProA2018 预测软件中。

④将地面气象观测数据及探空数据导入 EIAProA2018 预测软件中。

⑤确定计算范围及预测因子背景值。

⑥运行 EIAProA2018 预测软件及制图。

（3）预测工况及预测因子

由于本项目运输公路为沥青混凝土路面，且工程位于乐山市金口河区城区，经常清扫及洒水降尘，为此，本次预测评价仅考虑公路清扫及洒水降尘处置措施后，叠加砂石料破碎及拌和系统采取除尘处理措施前后的综合影响，本项目预测工况及预测因子具体见表 6.5.2-2。

表 6.5.2-2　　枕头坝二级水电站工程预测工况及因子一览表

污染源名称		预测工况	预测因子
砂石料加工系统	粗碎工序	布袋除尘后	TSP
	中碎工序	布袋除尘后	TSP
	细碎工序	布袋除尘后	TSP
混凝土拌和系统	拌和站 1	布袋除尘后	TSP
	拌和站 2	布袋除尘后	TSP
国道 G245		道路清扫及洒水	TSP
1#公路		道路清扫及洒水	TSP
2#公路		道路清扫及洒水	TSP

（4）污染源特征及源强

本次预测点源及线污染源特征及源强具体见表 6.5.2-3。

表 6.5.2-3　　各污染源特征及源强一览表

污染源名称	排气筒坐标	污染源类型	排气筒内径	排气筒高度	未经处理排放速率	除尘处理后排放速率
砂石料加工粗破粉尘	E:29.2259 N:103.057	点源	0.4m	15m	76.39g/s	0.0764g/s
砂石料加工中破粉尘	E:29.2263 N:103.0573	点源	0.3m	15m	51.80g/s	0.052 g/s
砂石料加工细破粉尘	E:29.2261 N:103.0565	点源	0.35m	15m	66.31g/s	0.066 g/s
混凝土拌和站 1	E:29.2302 N:103.0765	点源	0.5m	20m	151.67g/s	0.152g/s
混凝土拌和站 2	E:29.2298 N:103.0752	点源	0.35m	20m	56.88g/s	0.057g/s
国道 G245	/	线源	/	/	/	475.6(g/km.h)
1#公路	/	线源	/	/	/	196.8(g/km.h)·
2#公路	/	线源	/	/	/	184.5(g/km.h)

（5）预测结果

根据 EIAProA2018 大气预测软件的计算结果，采取除尘措施后，砂石料加工、混凝土拌合及道路运输系统粉尘排放对区域环境的影响具体见表 6.5.2-4，污染物浓度分布具体见图 6.5.2-1~6.5.2-4。

由表 6.5.2-4 中的预测结果可知，污染物排放日均和年均质量浓度贡献率最大值出现在枕头坝居民点，最大贡献率分别为 34.45%和 15.55%，年均浓度贡献值的最大浓度占标率小于 30%。

叠加背景值后，日均和年均质量浓度出现在枕头坝居民点，最大占标率分别为 80.62%和 64.73%，各预测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

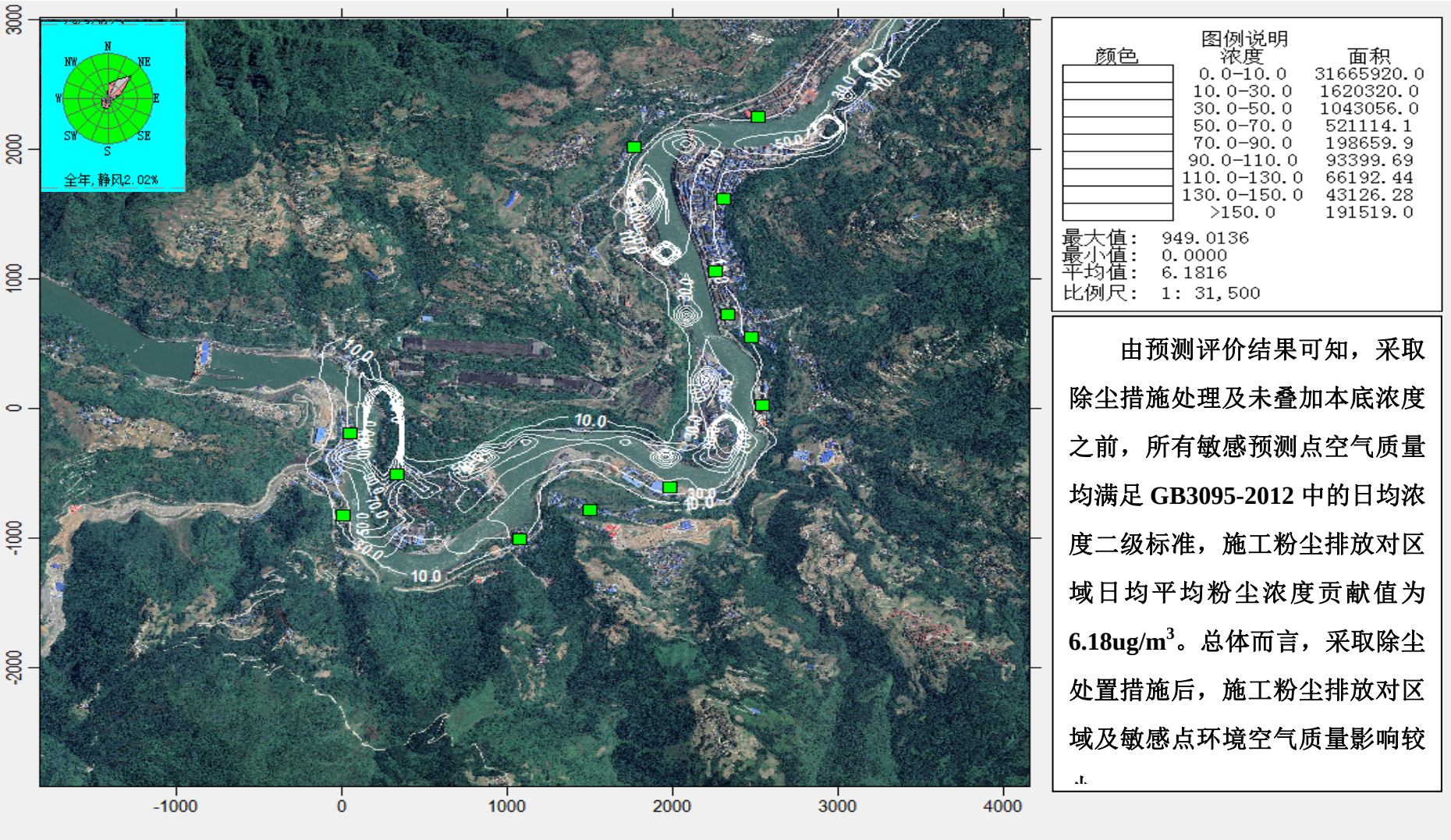
综上分析，枕头坝二级水电站工程砂石料加工、混凝土拌合及道路运输扬尘对区域大气环境的影响较小。

表 6.5.2-4　　评价范围内敏感点浓度预测值一览表（采取除尘措施后）　　浓度单位： ug/m³

序号	点名称	点坐标(x,y)	地面高程(m)	浓度类型	浓度增量(μg/m^3)	出现时间(Y/M/D/H)	背景浓度(μg/m^3)	叠加背景后的浓度(μg/m^3)	评价标准(μg/m^3)	占标率%(叠加背景以后)	贡献率（%）	是否超标
1	城区居民点（人民政府）	2304,1619	602.85	日平均	26.30	18/10/25	138.50	164.80	300	54.93	8.77	达标
				年平均	11.48	平均值	98.36	109.84	200	54.92	5.74	达标
2	业主营地	2330,727	593.92	日平均	43.72	18/11/11	138.50	182.22	300	60.74	14.57	达标
				年平均	17.05	平均值	98.36	115.40	200	57.70	8.52	达标
3	城区居民点（文体中心）	2259,1054	595.45	日平均	41.30	18/11/11	138.50	179.80	300	59.93	13.77	达标
				年平均	15.78	平均值	98.36	114.14	200	57.07	7.89	达标
4	人民医院	2538,25	599.91	日平均	46.68	18/07/31	138.50	185.18	300	61.73	15.56	达标
				年平均	13.22	平均值	98.36	111.58	200	55.79	6.61	达标
5	新村小学	52,-195	609.68	日平均	45.74	18/12/02	138.50	184.24	300	61.41	15.25	达标
				年平均	18.48	平均值	98.36	116.83	200	58.42	9.24	达标
6	新村居民点	6,-823	630.91	日平均	20.16	18/08/29	138.50	158.66	300	52.89	6.72	达标
				年平均	7.24	平均值	98.36	105.59	200	52.80	3.62	达标
7	金洋硅厂	1982,-612	587.39	日平均	59.50	18/02/19	138.50	198.00	300	66.00	19.83	达标
				年平均	18.28	平均值	98.36	116.63	200	58.32	9.14	达标
8	大旋头	1072,-1011	614.36	日平均	24.21	18/06/26	138.50	162.71	300	54.24	8.07	达标
				年平均	6.83	平均值	98.36	105.19	200	52.59	3.41	达标

续表 6.5.2-4　　评价范围内敏感点浓度预测值一览表（采取除尘措施后）　　浓度单位： ug/m³

序号	点名称	点坐标(x,y)	地面高程(m)	浓度类型	浓度增量(μg/m^3)	出现时间(Y/M/D/H)	背景浓度(μg/m^3)	叠加背景后的浓度(μg/m^3)	评价标准(μg/m^3)	占标率%(叠加背景以后)	贡献率（%）	是否超标
9	卡子村	1497,-780	686.09	日平均	1.68	18/04/21	138.50	140.18	300	46.73	0.56	达标
				年平均	0.63	平均值	98.36	98.99	200	49.49	0.32	达标
10	枕头坝	335,-506	623.24	日平均	103.36	18/02/19	138.50	241.86	300	80.62	34.45	达标
				年平均	31.09	平均值	98.36	129.45	200	64.73	15.55	达标
11	罗回居民点	2474,550	607.84	日平均	33.66	18/09/13	138.50	172.16	300	57.39	11.22	达标
				年平均	11.01	平均值	98.36	109.37	200	54.68	5.50	达标
12	新乐村居民点	2515,2250	589.85	日平均	39.44	18/10/25	138.50	177.94	300	59.31	13.15	达标
				年平均	14.34	平均值	98.36	112.70	200	56.35	7.17	达标
13	滚牛破居民点	1765,2014	691.28	日平均	2.51	18/03/22	138.50	141.01	300	47.00	0.84	达标
				年平均	0.71	平均值	98.36	99.06	200	49.53	0.35	达标



由预测评价结果可知，采取除尘措施处理及未叠加本底浓度之前，所有敏感预测点空气质量均满足 GB3095-2012 中的日均浓度二级标准，施工粉尘排放对区域日均平均粉尘浓度贡献值为 6.18ug/m^3。总体而言，采取除尘处置措施后，施工粉尘排放对区域及敏感点环境空气质量影响较小。

图 7.8.2-2　　新乐村、滚牛坡、城区居民点等敏感点**夜间**噪声预测结果图图 7.8.2-1　　新乐村、滚牛坡、城区居民点等敏感点**昼间**噪声预测结果图图 6.5.2-1　未叠加本底值的日均浓度预测值（采取除尘措施后）

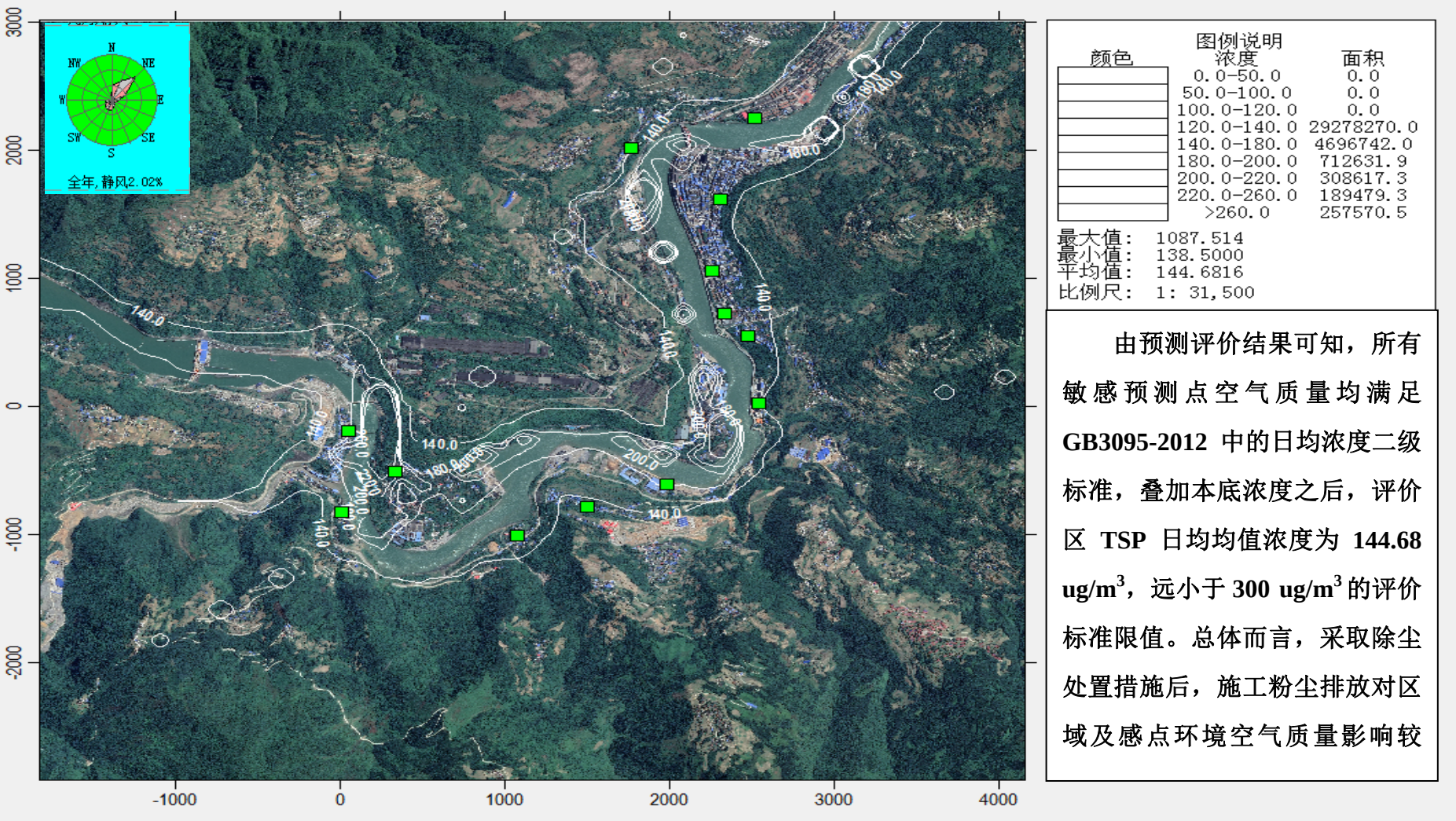
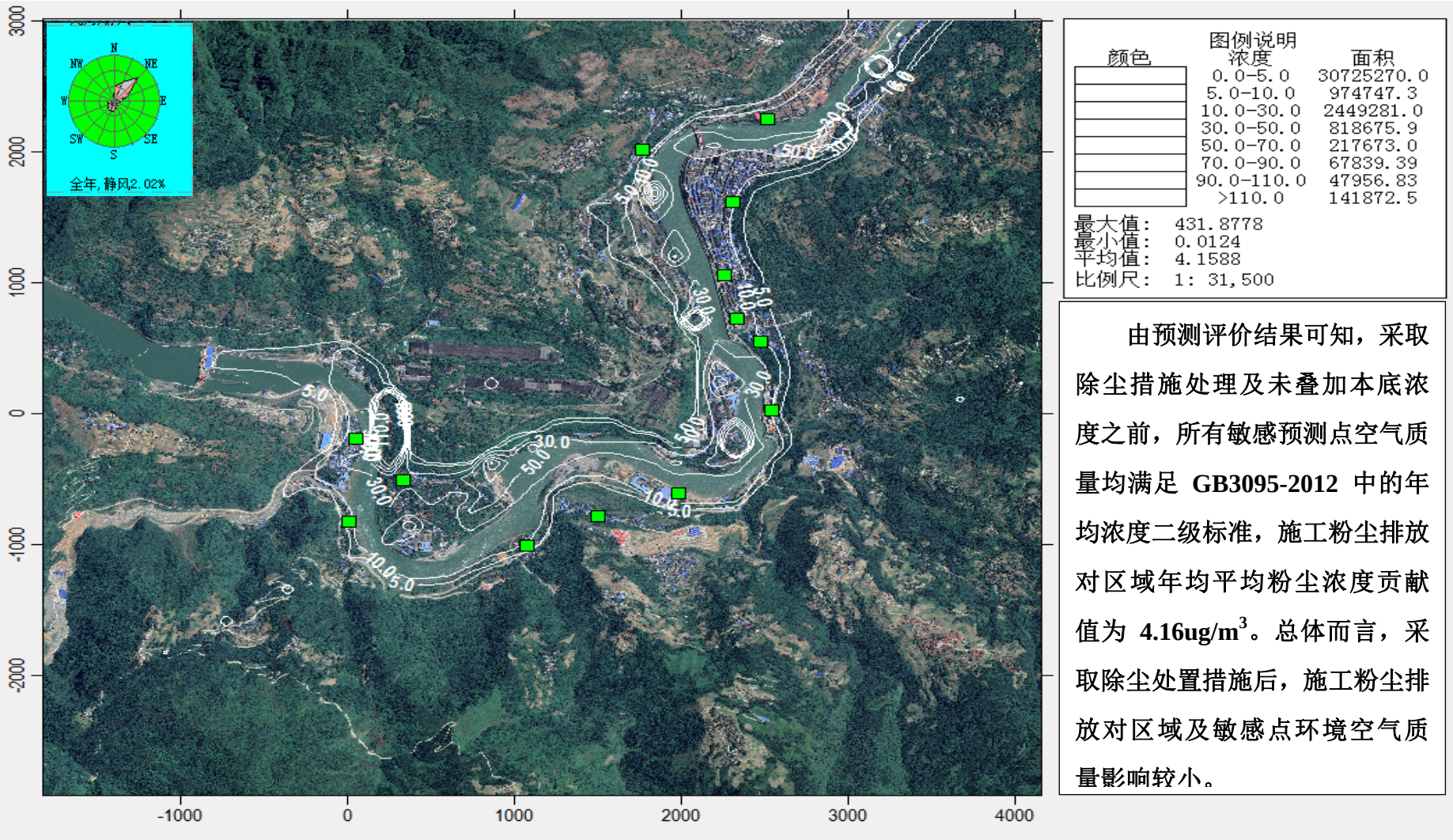
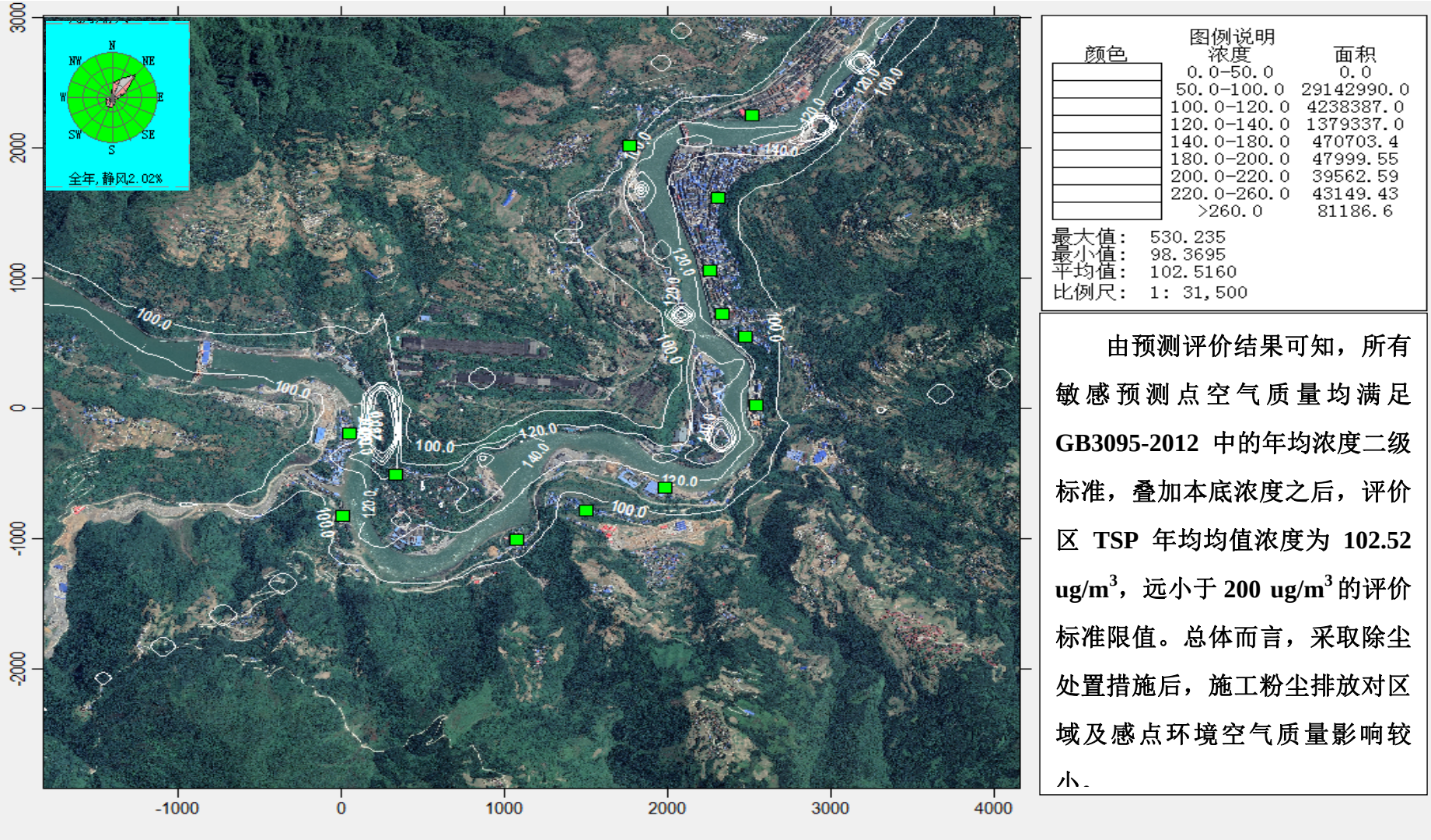


图 6.5.2-2　叠加本底值的日均浓度预测值（采取除尘措施后）



由预测评价结果可知，采取除尘措施处理及未叠加本底浓度之前，所有敏感预测点空气质量均满足 GB3095-2012 中的年均浓度二级标准，施工粉尘排放对区域年均平均粉尘浓度贡献值为 4.16ug/m^3。总体而言，采取除尘处置措施后，施工粉尘排放对区域及敏感点环境空气质量影响较小。

图 6.5.2-3　未叠加本底值的年均浓度预测值（采取除尘措施后）



由预测评价结果可知，所有敏感预测点空气质量均满足 GB3095-2012 中的年均浓度二级标准，叠加本底浓度之后，评价区 TSP 年均均值浓度为 102.52 ug/m^3，远小于 200 ug/m^3 的评价标准限值。总体而言，采取除尘处置措施后，施工粉尘排放对区域及感点环境空气质量影响较小。

图 6.5.2-4　叠加本底值的年均浓度预测值（采取除尘措施后）

6.5.1.2 燃油废气影响

根据工程分析内容，拟建工程施工期油料用量约为 5.61 万 t，最高日废气排放量分别为：CO（3.11t/d）、NO_X（5.12t/d）、SO_2（0.37t/d），按每日 16h 计算，则污染物的排放速率分别为：CO（54.0g/s）、NO_X（88.89g/s）、SO_2（6.42g/s），污染物排放量很小，基本不会对区域大气环境及周边环境保护目标产生影响。

6.5.1.3 面源施工扬尘影响

施工期坝基开挖施工机具作业及大风天气情况下，会产生风起扬尘，但由于坝基工程区位于大渡河河床上，受到河床渗水影响，坝基开挖产生粉尘量较小，在采取洒水降尘措施后，基本不会对区域大气环境产生影响。此外，工程开挖及河道整治产生的土石方其中运往坝基工程区上游的弃渣场集中堆存，弃渣堆存及卸车时会产生粉尘污染，但在采取洒水降尘措施后对周边环境的影响较小。

6.5.3 运行期大气环境影响

根据工程分析内容，枕头坝一二级水电站工程公用现有的业主营地，现有营地位于坝址工程区下游约 333m，两个电站同属一个建设单位，完全可以利用现有业主营地进行管理和营运。

业主营地现有工作人员约 120 人，现有食堂设置 3 个灶头，燃料为城市天然气，食堂油烟经静电式油烟净化装置处理后排放，满足达标排放的要求，对周边大气环境的影响很小；枕头坝二级水电站工程新增运行维护管理人员约 26 人，现有营地完全满足新增人员办公、住宿及就餐需要，不需要新建食堂、办公及住宿设施。由于现有食堂采用天然气为燃料，产生的食堂油烟经油烟净化处理之后排放，满足达标排放要求，总体而言，营运期大气污染物排放对大气环境的影响很小。

6.5.4 小结

（1）施工期

大坝施工区及弃渣场采取洒水降尘措施后，施工扬尘排放对大气环境的影响很小；由于施工道路均为硬化路面，在采取道路清扫、洒水降尘措施后，道路运输粉尘排放对周边环境的影响很小；

砂石料加工及混凝土拌合系统采取布袋除尘措施后，污染物排放日均和年均质量浓度贡献率最大值出现在枕头坝居民点，最大贡献率分别为 34.45%和 15.55%，年均浓度贡献值的最大浓度占标率小于 30%。叠加背景值后，日均和

年均质量浓度出现在枕头坝居民点，最大占标率分别为80.62%和64.73%，各预测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

综上分析，枕头坝二级水电站工程砂石料加工、混凝土拌合及道路运输扬尘对区域大气环境的影响较小。

（2）运行期

营运期大气环境影响主要来自电站运行管理维护人员生活排放的食堂油烟，管理人员生活利用现有的枕头坝一级水电站业主营地，据调查，现有食堂采用天然气为燃料，产生的食堂油烟经油烟净化处理之后排放，满足达标排放要求，总体而言，运行期大气污染物排放对大气环境的影响很小。

6.6 声环境影响预测

6.6.1 声环境敏感目标

声环境保敏感目标见下表。

表 6.6.1-1　　枕头坝二级水电站工程声环境保护目标概况表

序号	敏感点名称	声环境功能区划	主要噪声影响源	方位/距离（m）	保护目标概况
1	新村居民区	2 类	砂石料加工噪声	西侧/189m	评价范围内有居民 126 户 504 人，主要是 1-3 层建筑物。
2	新村小学	2 类	砂石料加工噪声	东北侧/395m	全校师生约 390 人，无住宿人员，其中教师约 30 人，学生约 360 人，教学楼为 1-3 层建筑物。
3	枕头坝居民点	2 类	砂石料加工及 G245 交通噪声	北侧/7.0m	评价范围内有居民 6 户 24 人，主要是 1-3 层建筑物。
		4a 类	砂石料加工及 G245 交通噪声	北侧/141m	位于金乌公路两侧，评价范围内有居民 18 户 72 人，主要是 1-3 层建筑物。
4	大旋头居民点	2 类	砂石料加工噪声	东南侧/396m	评价范围内有居民 36 户 144 人，主要是 1-3 层建筑物。
5	卡子村居民点	2 类	砂石料加工噪声 混凝土拌和噪声	东侧/674m 西南侧/483m	评价范围内有居民 66 户 264 人，主要是 1-3 层建筑物。
6	人民医院	2 类	混凝土拌和噪声 大坝施工噪声 滨河路交通噪声	东北侧/368m 南侧/206m 右侧/18m	医护人员约为 126 人，床位数为 144 张，医院紧邻金口河区河滨路，由两栋建构筑物组成，建筑物最为 8 层。
7	养老院	2 类	混凝土拌和噪声	东北侧/337m	为 7 层建筑物，紧邻金口河区河滨路，居住养老人员约为 243 人。

			大坝施工噪声 滨河路交通噪声	南侧/414m 右侧/3m	
8	人民检察院	2 类	混凝土拌和噪声 大坝施工噪声 滨河路交通噪声	东北侧/534m 东侧/154m 右侧/18	为 12 层建筑物，办公人员约 162 人。
9	金口河区烟草公司	2 类	混凝土拌和噪声 大坝施工噪声 滨河路交通噪声	东北侧/577m 东侧/140m 右侧/18m	为 7 层建筑物，办公人员约 62 人。
10	业主营地	2 类 4a	大坝施工噪声 滨河路交通噪声	西侧/189m 右侧/25m	主要是枕头坝一级和二级水电站营运管理人员办公区，办公人员约为 138 人，靠近滨河路侧 35m 范围内建筑执行 4a 类
11	罗回居民点	2 类	大坝施工噪声 滨河路交通噪声	东北侧/395m 右侧/40m	评价范围内有居民 66 户 264 人，主要是 1-3 层建筑物
12	城区居民点	2 类 4a 类	大坝施工噪声 滨河路交通噪声 河道整治噪声	东北侧/179m 右侧/3m 右侧/60m	河滨路左侧 200m 范围居民点或居民区，评价范围内约 3600 户 14400 人，主要是 4-8 层建筑物，局部分布有 8-20 层建筑物 滨河路左侧 35m 范围内居民点或居民区，评价范围内约 1200 户 4800 人，主要是 8 层建筑物，局部分布有 8-20 层建筑物
13	新乐村居民点	2 类 4a 类	河道整治噪声 G245 交通噪声	左侧/8m 左侧/3m	评价范围内约 256 户 1024 人，主要是 4-8 层建筑物 评价范围内约 18 户 72 人，主要是 4-8 层建筑物
14	滚牛坡居民点	2 类	河道整治噪声 G245 交通噪声	左侧/118m 左侧/79m	评价范围内约 78 户 312 人，主要是 1-3 层建筑物
15	政府机构	2 类	滨河路交通噪声 河道整治噪声	右侧/3m 右侧/60m	该区域集中分布有金口河区民宗局、交警大队、教育局、红十字会等单位，办公人员约为 186 人

注：道路和河流左右均以大渡河流水方向来划分。

6.6.2 施工期声环境影响

6.6.2.1 施工噪声特点

根据枕头坝二级水电站工程施工总布置图及同类项目类比分析，在工程建设过程中，噪声种类及特点具体见表 6.6.2-1。

表 6.6.2-1　　枕头坝二级水电站工程施工噪声特性一览表

序号	噪声源	噪声特性	噪声源处理方法
1	弃渣场及表土堆场	主要是挖掘机、装载机等施工作业噪声，作业点不固定，为流动性噪声	将施工作业区域简化为面声源处理
2	砂石料加工系统噪声	主要破碎、筛分设备噪声，砂石料系统内装运设备噪声	砂石料加工系统中的破碎和筛分噪声当做点声源，加工厂内部装运设备噪声当做面声源处理
3	混泥土拌合系统噪声	主要是拌合设备噪声，拌合系统内部装运设备噪声	混泥土拌合设备当做点声源处理，系统内部装运设备噪声当做面声源处理
4	运输车辆噪声	主要是材料、混泥土及废弃土石方运输车辆噪声	将运输车辆当做线声源处理，根据运输车辆数量计算噪声对周边环境的影响
5	坝体施工区噪声	主要是导流及坝体基础开挖施工机具产生的噪声，主要设备有挖掘机、装载机等	坝体施工作业包括导流槽及基础开挖，施工设备主要是挖掘机和装载机，将坝体施工区简化为面声源进行处理
6	河道整治作业噪声	主要是河道整治工程开挖机施工，设备主要有挖掘机、装载机等	将河道整治工程施工作业过程中产生的噪声简化为线声源处理
7	仓库及综合加工厂	主要是机械加工、制作等，	将作业区域简化为面声源处理

6.6.2.2 施工期噪声预测

1、预测方法

由于枕头二级水电站和沙坪一级水电站共用砂石料加工及拌合系统、弃渣场，为此，枕头坝二级水电站工程施工期噪声影响时，必须要叠加沙坪一级施工作业车辆量；为此，本次评价根据枕头坝二级水电站工程施工总平面布置图，在叠加沙坪一级水电站施工车流里的前提下，使用 CadnaA 噪声预测软件进行噪声预测，预测过程具体如下：

（1）根据区域地形地貌特征，建立区域三维地形图；

（2）确定大坝、砂石料加工、混凝土拌合、进出道路工程、道路、主坝体、拌合站、砂石料加工系统工程在三维图中的位置；

（3）将施工过程中的噪声源简化为点声源、面声源、线声源等噪声源，确定施工噪声源位置及源强；

（4）运行噪声预测软件，生成噪声预测结果；

（5）根据噪声预测结果，分析项目施工期噪声对敏感保护目标的影响，提出保护措施。

2、预测情景

由于施工噪声有很大的不确定性，各施工作业区或噪声源可能存在同步或非同步作业的情况，为了预测施工噪声的最不利影响，本次评价仅针对施工高峰期（砂石料加工、拌合系统、大坝基础开挖区、施工运输和河道整治同时作业）的噪声影响进行预测和评价。

6.6.2.3 预测结果

1、对敏感保护目标的影响预测及评价

综合考虑施工高峰期噪声源对环境敏感点的影响预测结果见表 6.6.2-2，昼间和夜间的预测分布图见图 6.6.2-1~6.6.2-6，

由于预测结果可知：

（1）砂石料加工区施工噪声主要对新村小学、新村居民点、大旋头、卡子村及枕头坝居民点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（2）大坝施工噪声主要对业主营地、罗回居民点、烟草公司、金口河检察院、金口河人民医院等敏感点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（3）金口河区入城段（滨河路一段）居民建筑主要受到现有 G245 国道交通噪声点的影响，沙坪一级施工运输车辆交通噪声贡献值较小，交通噪声对其产生的影响也相对较小。

（4）河道整治噪声主要对临近滨河路（滨河路二段）侧居民建筑带来一定的不利影响，受第一排建筑物的阻隔影响，河道整治噪声对处第一排建筑物外的居民建筑物基本没有影响，噪声影响基本维持在现有本底水平。

表 6.6.2-2　　施工高峰期噪声对敏感保护目标影响分析表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
新村小学	昼间	54.8	56.6	58.8	2 类	60	**达标**	4.0	主要受到砂石料加工噪声的影响，现状夜间超标，砂石料加工引起的噪声昼夜增加值分别为 4.0 和 2.7 dB(A)，夜间影响加重
	夜间	51.0	50.3	53.7		50	3.7	2.7	
新村居民区	昼间	53.3	61.4	62.0	2 类	60	2.0	8.7	主要受到砂石料加工噪声的影响，砂石料加工引起的噪声昼夜增加值分别为 8.7 和 12.8 dB(A)，导致昼夜噪声超标
	夜间	46.4	59.0	59.2		50	9.2	12.8	
枕头坝居民点	昼间	72.0	74.0	76.1	4a 类	70	6.1	4.1	主要受到砂石料加工和现有 G245 国道交通噪声的影响，昼夜噪声增加量分别为 4.1 和 4.2 dB(A)，现状噪声超标，施工噪声导致影响加剧
	夜间	68.9	71.0	73.1		55	18.1	4.2	
	昼间	49.5	68.0	68.1	2 类	60	8.1	18.6	主要受到砂石料加工和现有 G245 国道交通噪声的影响，昼夜噪声增加量分别为 18.6 和 22.4 dB(A)，砂石料加工噪声导致声环境质量严重超标
	夜间	45.6	68.0	68.0		50	18.0	22.4	
大旋头居民点	昼间	53.9	62.0	62.6	2 类	60	2.6	8.7	主要受到砂石料加工噪声的影响，昼夜噪声增加量分别为 8.7 和 14.6dB(A)，砂石料加工噪声导致声环境质量严重超标
	夜间	44.2	58.6	58.8		50	8.8	14.6	
卡子村居民点	昼间	44.9	53.3	53.9	2 类	60	**达标**	9.0	主要受到砂石料加工噪声的影响，昼夜噪声增加量分别为 9.0 和 7.2dB(A)，砂石料加工噪声导致夜间超标。
	夜间	45.7	52.0	52.9		50	2.9	7.2	
人民医院（1楼）	昼间	67.8	66.8	70.3	2 类	60	10.3	2.5	受滨河路噪声影响，现状噪声超标，施工引起的噪声昼夜增加值分别为 2.5 和 7.6dB(A)，夜间影响加重
	夜间	59.9	66.7	67.5		50	17.5	7.6	

续表 6.6.2-2　　施工高峰期噪声对敏感保护目标影响分析表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
金口河养老院	昼间	67.8	64.5	69.5	2 类	60	9.5	1.7	受滨河路噪声影响，现状噪声超标，大坝施工引起的噪声昼夜增加值分别为 1.7 和 5.2 dB(A)，夜间影响加重
	夜间	59.9	63.6	65.1		50	15.1	5.2	
金口河检察院	昼间	67.8	69.9	72.0	2 类	60	12.0	4.2	受滨河路噪声影响，现状噪声超标，大坝施工引起的噪声昼夜增加值分别为 4.2 和 10.4 dB(A)，夜间影响加重
	夜间	59.9	69.9	70.3		50	20.3	10.4	
烟草公司	昼间	67.8	69.7	71.9	2 类	60	11.9	4.1	受滨河路噪声影响，现状噪声超标，大坝施工引起的噪声昼夜增加值分别为 4.1 和 10.2dB(A)，夜间影响加重
	夜间	59.9	69.7	70.1		50	20.1	10.2	
业主营地	昼间	64.3	64.9	67.6	4a 类	70	**达标**	3.3	受滨河路及大坝施工中噪声的共同影响，昼夜噪声增加量分别为 3.3 和 5.3 dB(A)，施工噪声导致其影响加剧。
	夜间	60.6	64.4	65.9		55	10.9	5.3	
	昼间	54.8	56.5	58.7	2 类	60	**达标**	3.9	大坝施工及河道整治噪声受第一排建筑物的阻隔，业主营地内部昼夜噪声有所增加，但还是满足标准要求。
	夜间	44.3	47.5	49.2		50	**达标**	4.9	
罗回居民点	昼间	56.7	55.4	59.1	2 类	60	**达标**	2.4	受大坝施工噪声的影响，罗回居民间昼间和夜间噪声均有所增加，昼间满足声环境功能区标准要去，夜间影响加剧。
	夜间	48.4	52.5	53.9		50	3.9	5.5	

续表 6.6.2-2　　施工高峰期噪声对敏感保护目标影响分析表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
政府机构（妇幼保健院）	昼间	65.4	64.0	67.8	2 类（临路）	60	7.8	2.4	受河道整治噪声影响，临近滨河路侧昼夜噪声增加量分别为 2.4 和 2.2dB(A)，施工噪声贡献量不大，说明河道整治噪声对其产生的影响不大。
	夜间	61.3	59.4	63.5		50	13.5	2.2	
	昼间	54.8	47.4	55.5	2 类	60	**达标**	0.7	受临近滨河路侧居民建筑物的阻隔，第一排建筑后的昼夜噪声有所增加，但还是满足标准要求。
	夜间	44.3	44.6	47.5		50	**达标**	3.2	
城区居民点（金山宾馆段）	昼间	72.0	68.0	73.5	4a 类	70	3.5	1.5	由于现状噪声超标，说明现状交通影响较大，叠加沙坪一级交通噪声后，对金山宾馆路段昼夜噪声增加量分别为 1.5 和 0.8dB(A)，增加量不大，说明沙坪一级施工车辆交通噪声对其影响不大
	夜间	67.5	60.3	68.3		55	13.3	0.8	
新乐村居民点	昼间	68.9	66.5	70.9	4a 类	70	0.9	2.0	受河道整治噪声的影响，昼夜噪声增加量分别为 2.0 和 2.9dB(A)，但施工噪声贡献量均较小，对敏感点影响也较小。
	夜间	59.6	59.3	62.5		55	7.5	2.9	
	昼间	57.7	55.8	59.9	2 类	60	**达标**	2.2	受河道整治噪声的影响，昼间和夜间噪声有所增加，夜间超标，昼间满足标准要求。
	夜间	48.1	49.5	51.9		50	1.9	3.8	
滚牛坡居民点	昼间	53.3	51.5	55.5	2 类	60	**达标**	2.2	受河道整治及 G245 交通噪声影响，昼夜噪声增加量分别为 2.2 和 12.4dB(A)，昼夜均满足标准要求。
	夜间	36.9	49.0	49.3		50	**达标**	12.4	

2、施工场界噪声达标排放影响分析

根据噪声预测结果图 6.6.2-3~图 6.6.2-6 中的预测结果可知，各场界施工噪声排放情况具体见表 6.6.2-3。

表 6.6.2-3　　各主要施工场界噪声排放情况及达标分析表

施工场界名称	噪声排放值（dB(A)）		评价标准（dB(A)）		超标情况	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
砂石料加工系统	82.5	82.5	70	55	12.5	27.5
混凝土拌和系统	78.5	78.5	70	55	8.5	13.5
大坝工程作业区	80.0	80.0	70	55	10.0	25.0
弃渣场施工作业区	67.9	67.9	70	55	/	12.9

由表 6.6.2-3 中的预测结果可知，拟建工程主要施工场地周边场界噪声均不满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）中的标准要求，施工作业噪声会对周边环境产生不利影响，尤其是夜间影响更为严重，最大超标值约为 27.5dB(A)。

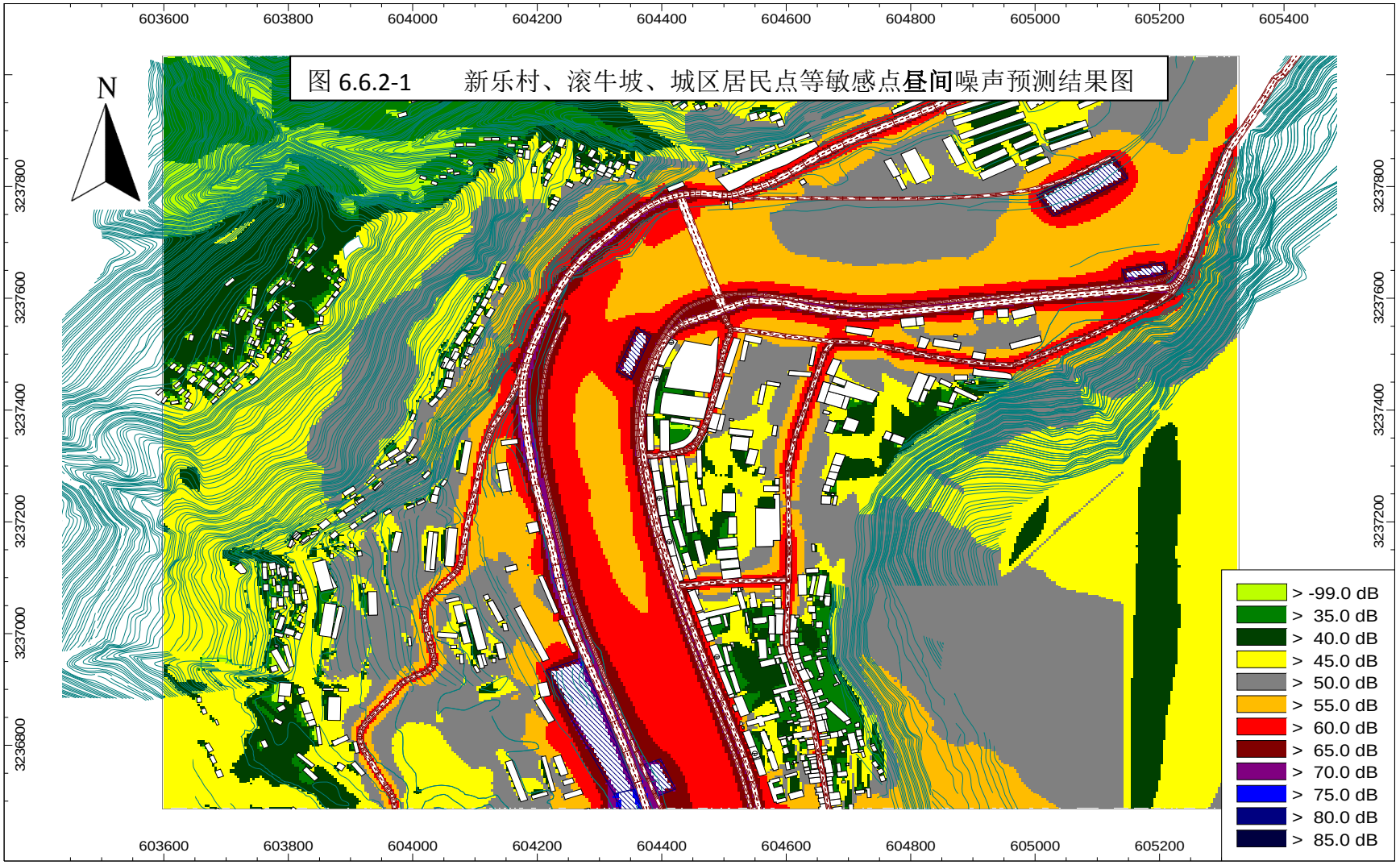


图 6.6.2-1 新乐村、滚牛坡、城区居民点等敏感点昼间噪声预测结果图
N
603600
603800
604000
604200
604400
604600
604800
605000
605200
605400
3237800
3237600
3237400
3237200
3237000
3236800
> -99.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB
> 85.0 dB

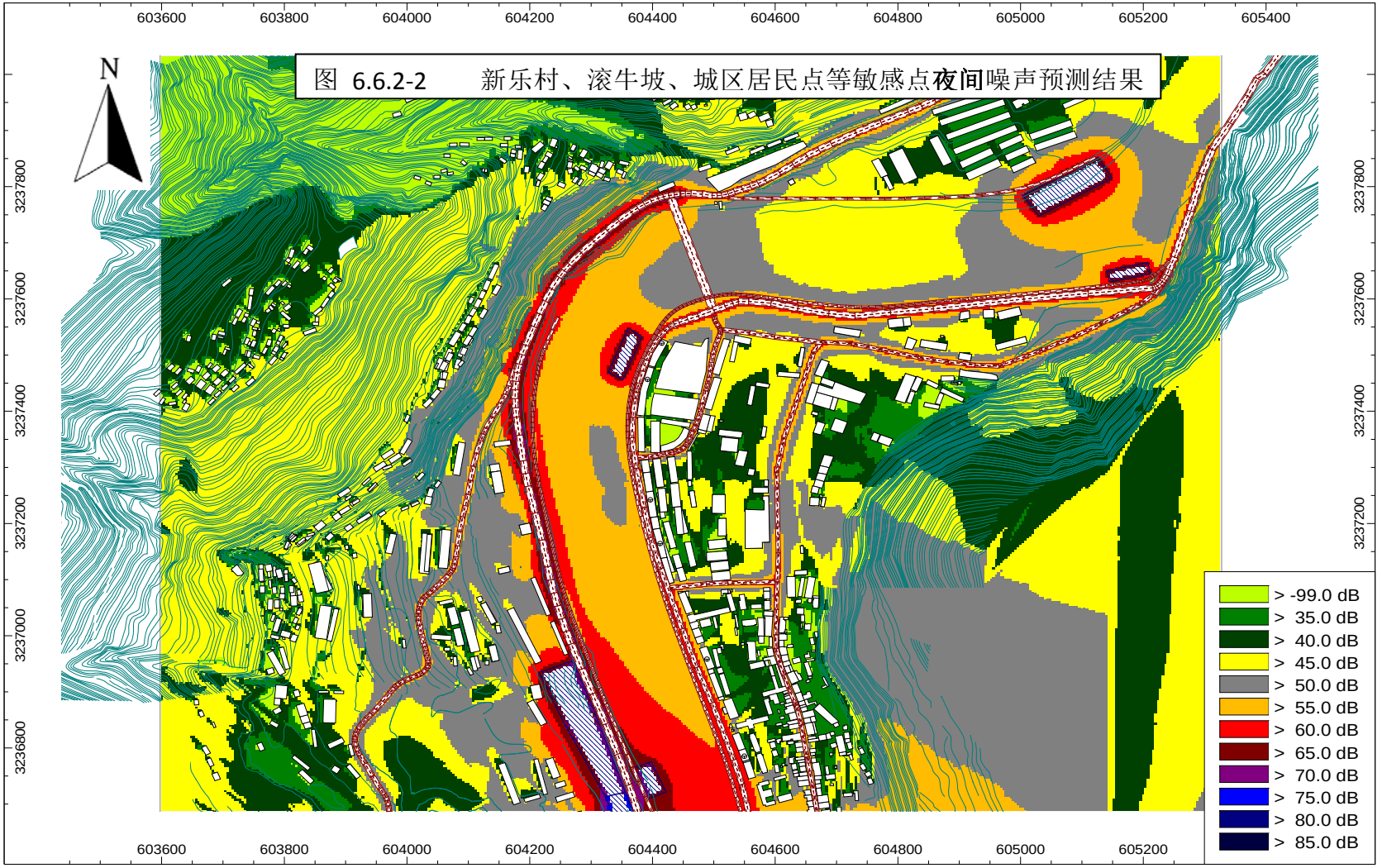
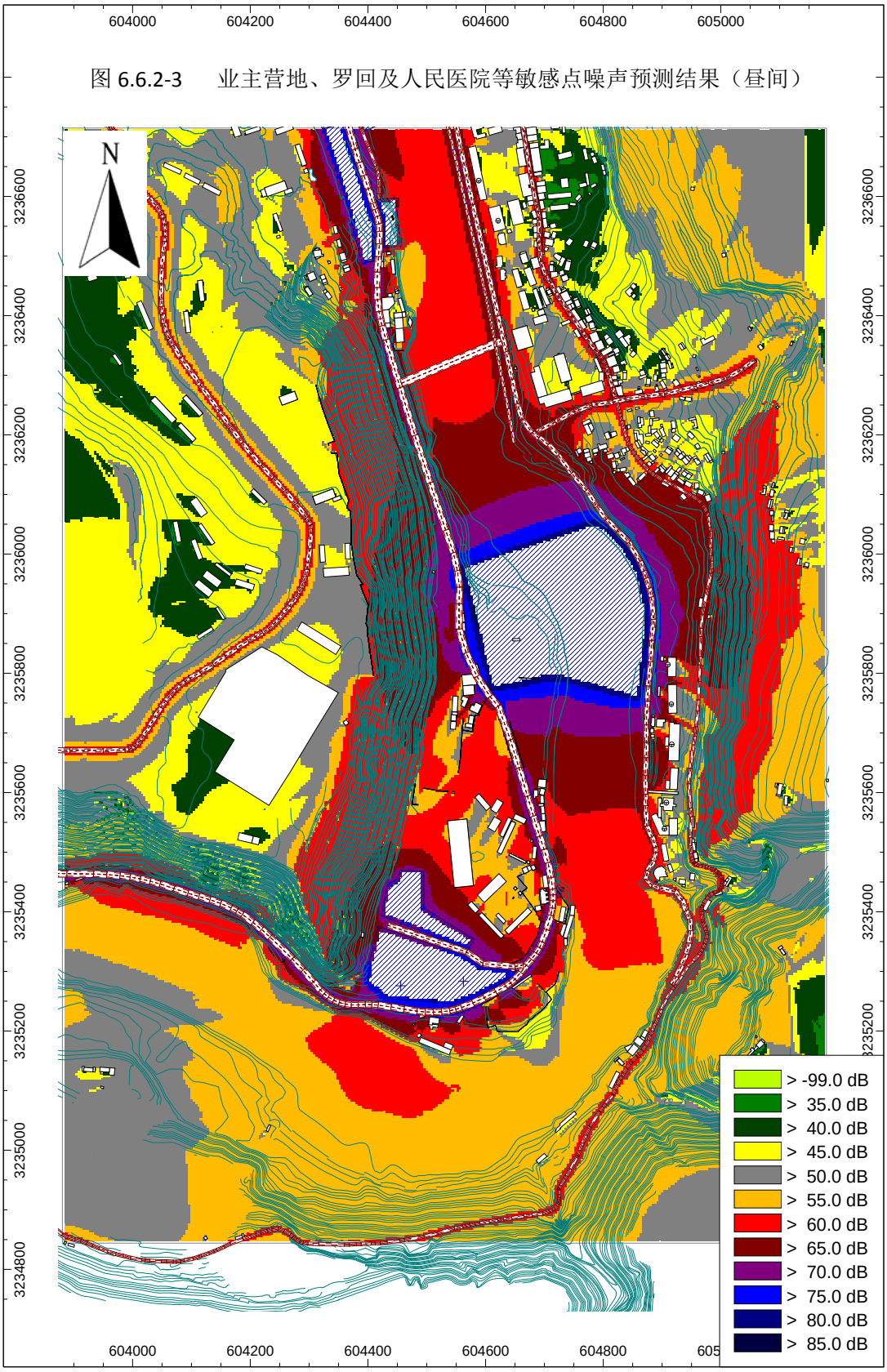


图 6.6.2-2　　新乐村、滚牛坡、城区居民点等敏感点**夜间**噪声预测结果

图 6.6.2-3　业主营地、罗回及人民医院等敏感点噪声预测结果（昼间）



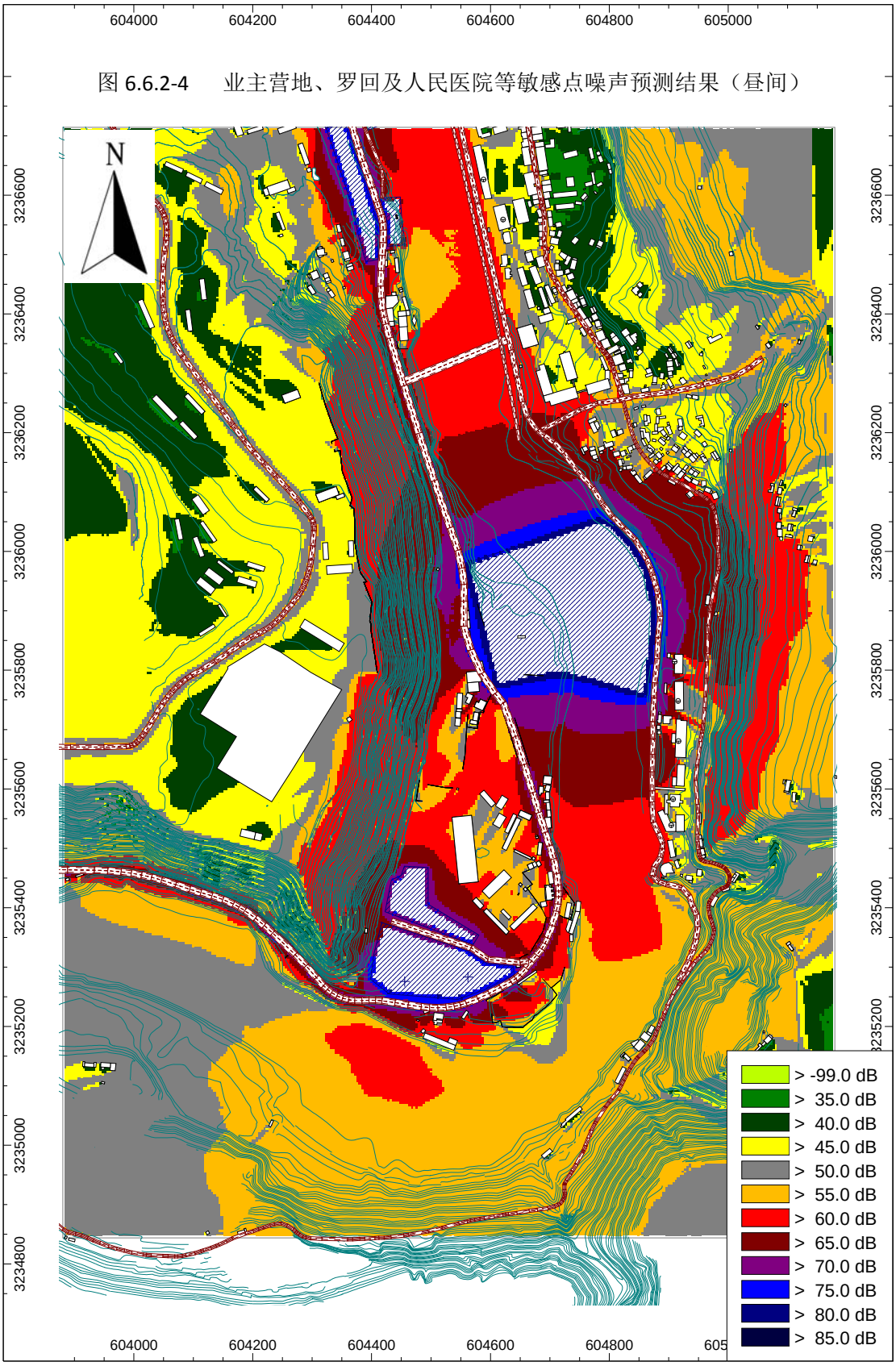


图 6.6.2-4　业主营地、罗回及人民医院等敏感点噪声预测结果（昼间）

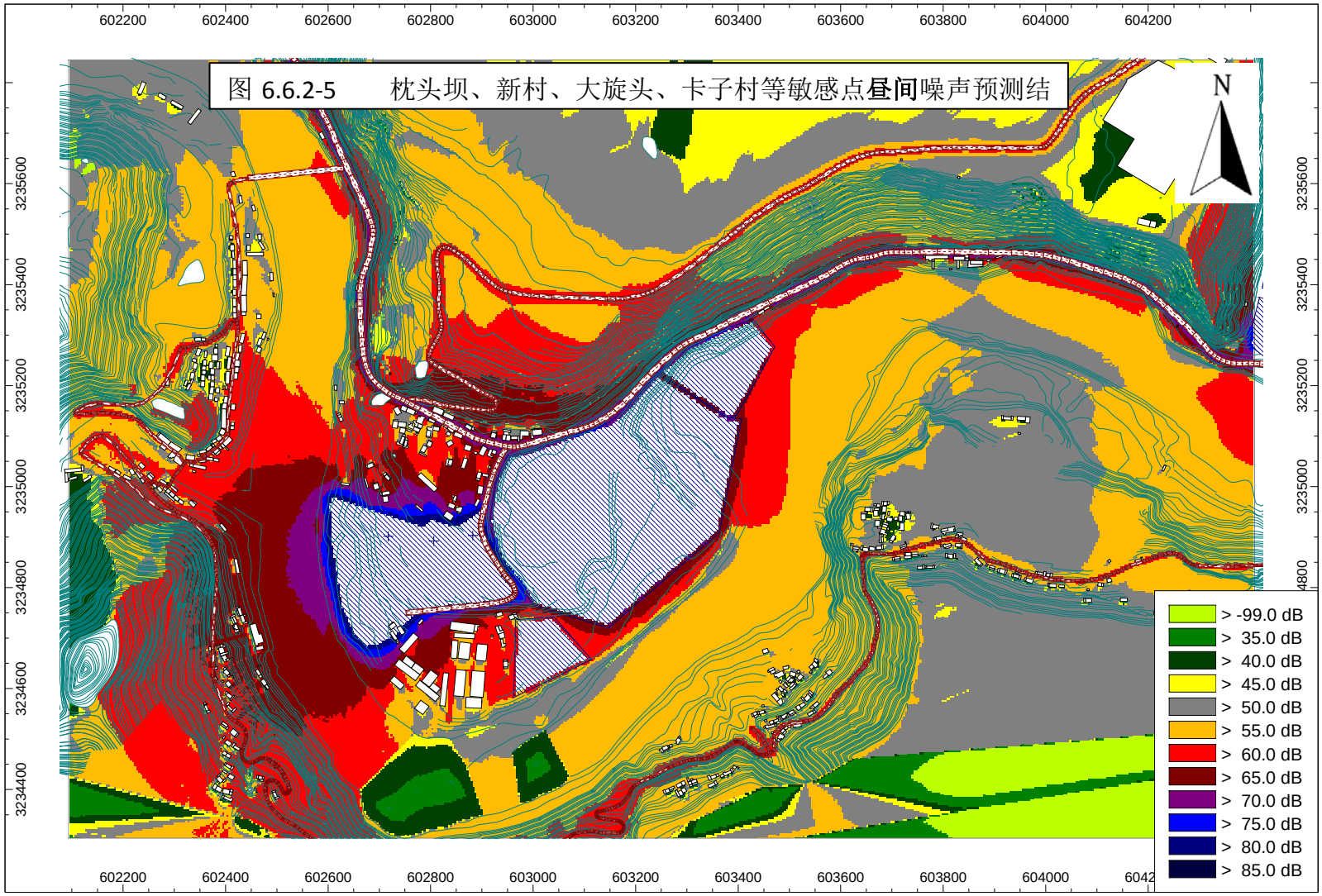


图 6.6.2-5　　枕头坝、新村、大旋头、卡子村等敏感点**昼间**噪声预测结

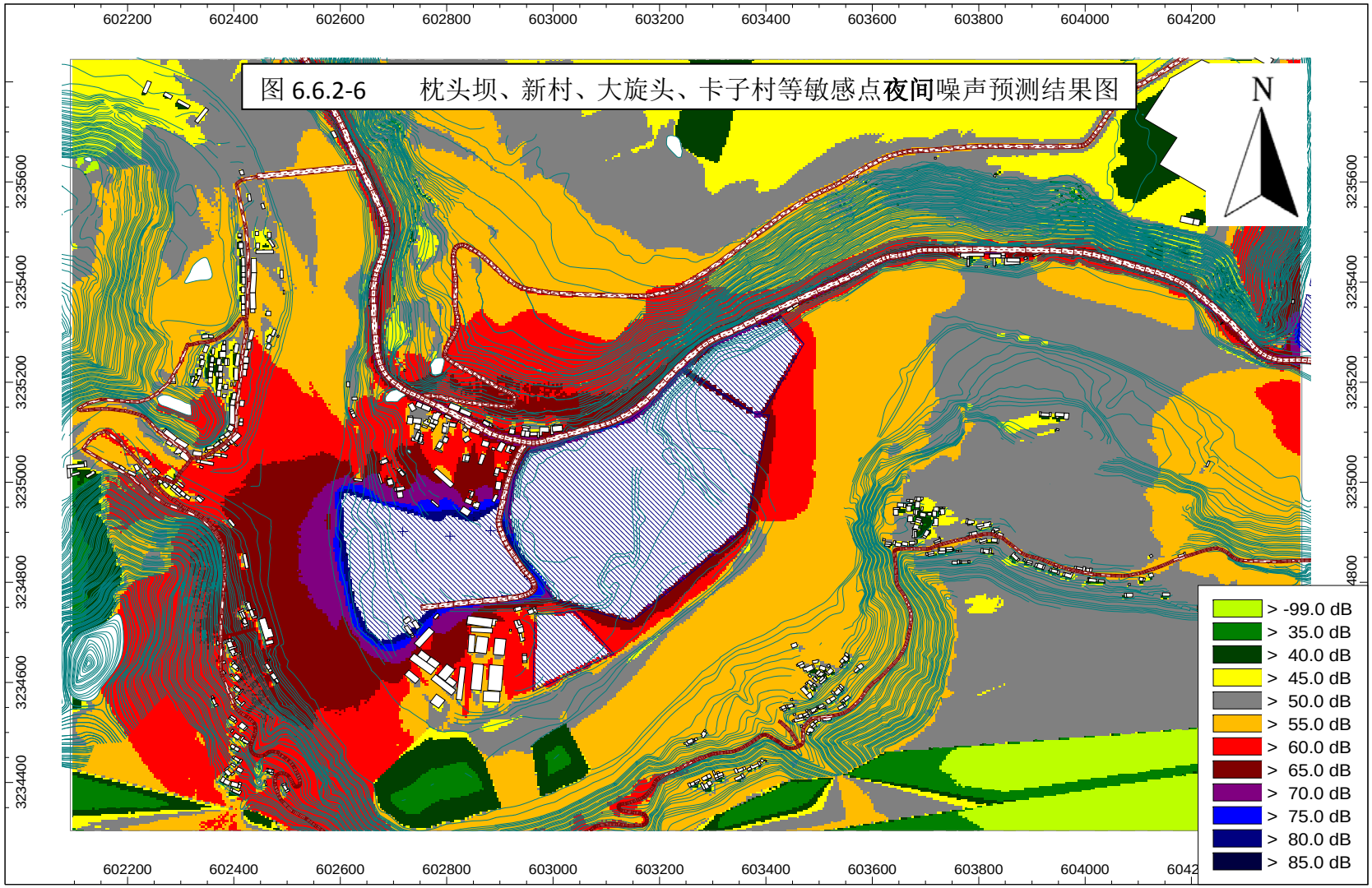


图 6.6.2-6　　枕头坝、新村、大旋头、卡子村等敏感点**夜间**噪声预测结果图

3、噪声建构筑物垂向影响分析

由于拟建工程位于金口河区市区，建筑物多为6-8层为主，少部分建筑物为8-15层，为了分析区域交通、社会生活及施工作业噪声在建筑物垂直方向的影响，拟选择金口河人民医院（受滨河路及大坝施工作业噪声影响）、金口河体育场紧邻滨河路侧建筑物（主要受滨河路交通噪声影响）等两个典型的断面进行分析阐述，。

根据噪声预测成果，人民医院及体育场居民建筑物垂向噪声影响预测成果具体见图6.6.2-7~图6.6.2-10。

由图6.6.2-7和图6.6.2-8可知，金口河人民医院主要受到大坝施工作业噪声的影响，昼夜垂向最大噪声均为70 dB(A)，主要是面向滨河路及大坝工程区侧受到的影响较大，昼间最大超标约为10 dB(A)，夜间超标约20 dB(A)；噪声垂向衰减最大值约为1~3dB(A)，建筑物高度约为24m，噪声垂向衰减率约为1/24~1/8之间，噪声垂向衰减值较小。综合分析，大坝工程区施工作业噪声会对金口河人民医院产生严重影响，由类比可知，大坝工程施工作业也会对金口河区烟草公司和检察院带来严重影响。

由图6.6.2-9和图6.6.2-10可知，体育场居民建筑物主要受到大坝施工作业噪声及滨河路交通噪声的影响，昼夜垂向最大噪声分别63和60 dB(A)，主要是面向滨河路侧受到的影响较大，由于临路侧居民建筑物执行4a类标准，昼间满足标准要求，夜间超标约10dB(A)；噪声垂向衰减最大值约为1~3dB(A)，建筑物高度约为18m，噪声垂向衰减率约为1/18~1/6之间，噪声垂向衰减值较小。综合分析，大坝工程区施工作业噪声夜间会对其产生一定影响。

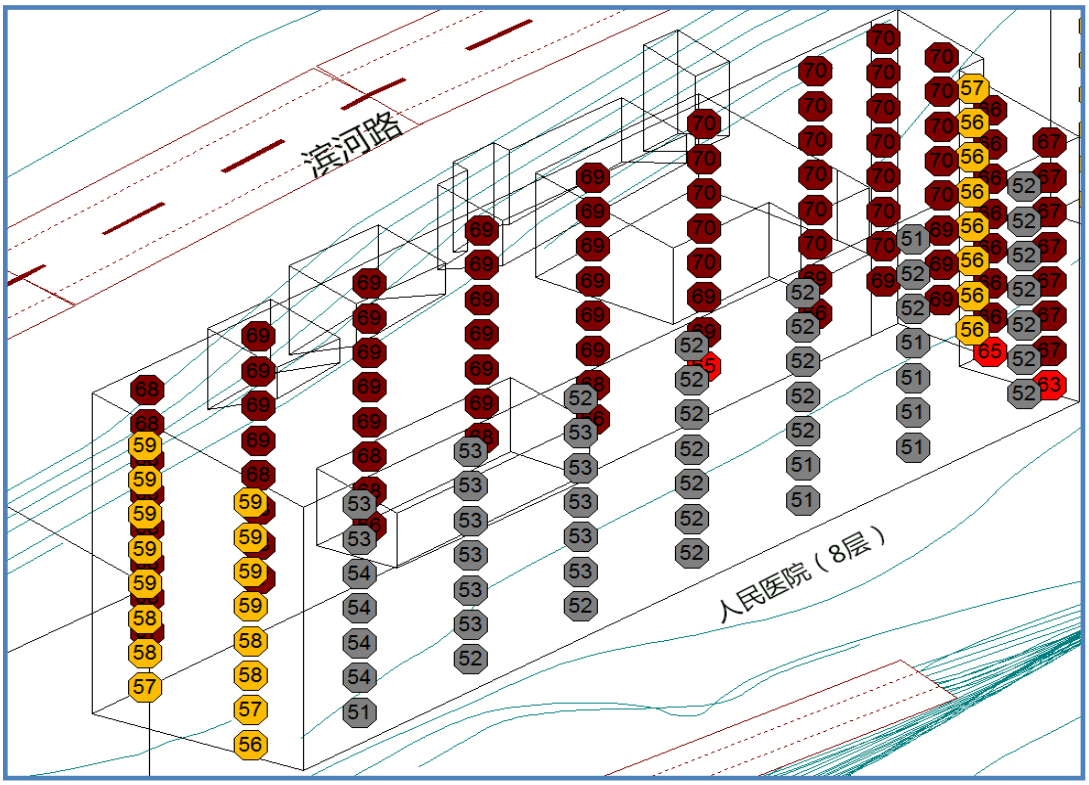


图 6.6.2-7　金口河人民医院垂向噪声预测结果图（昼间）

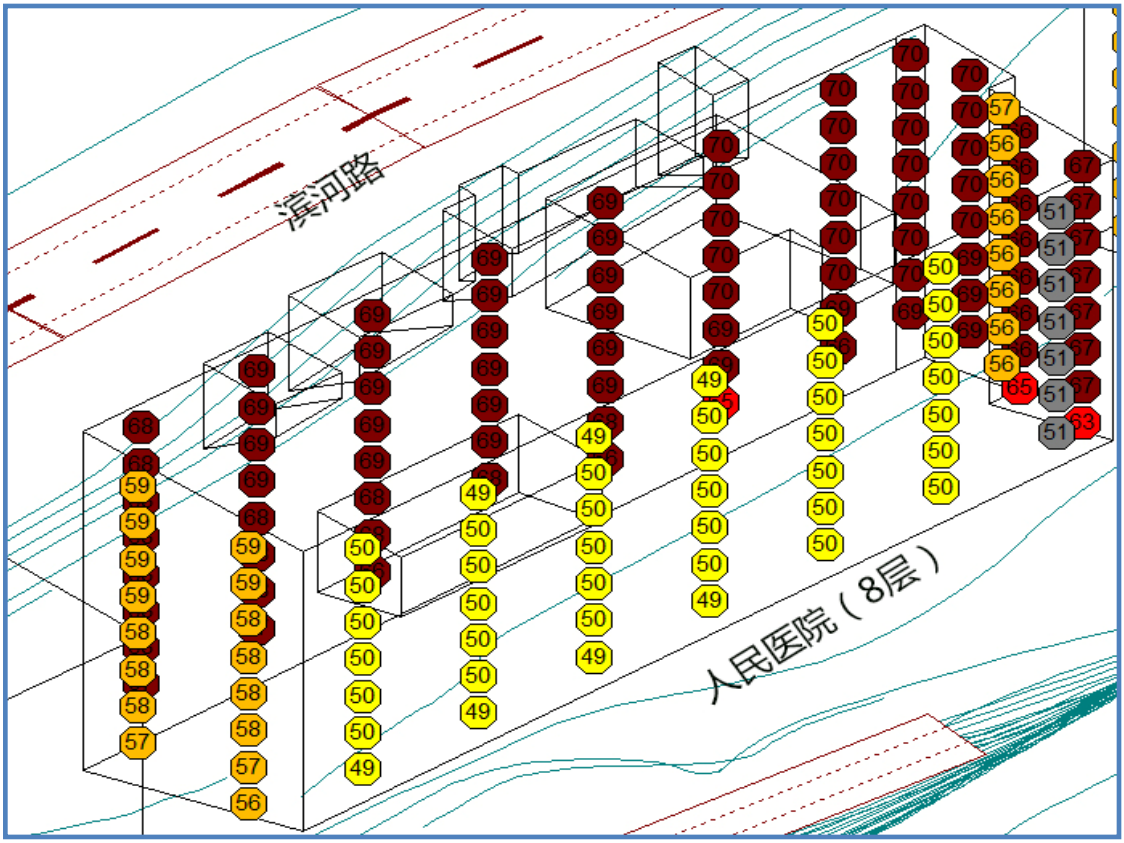


图 6.6.2-8　金口河人民医院垂向噪声预测结果图（夜间）

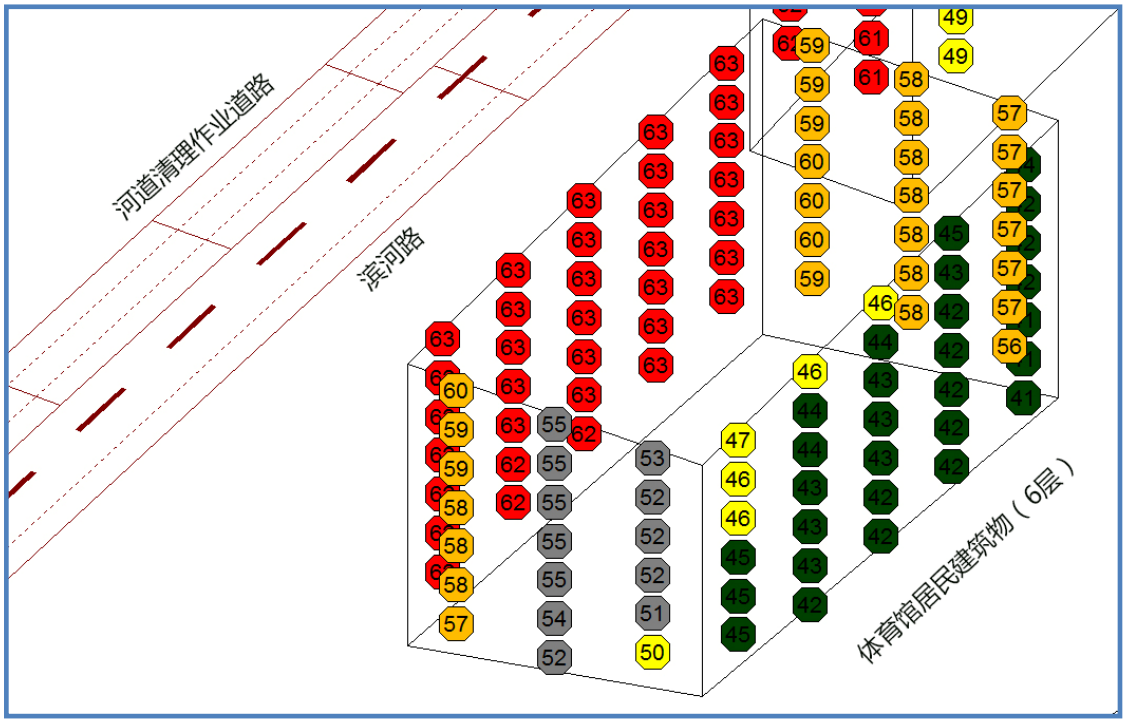


图 6.6.2-9　体育馆居民建筑物垂向噪声预测结果（昼间）

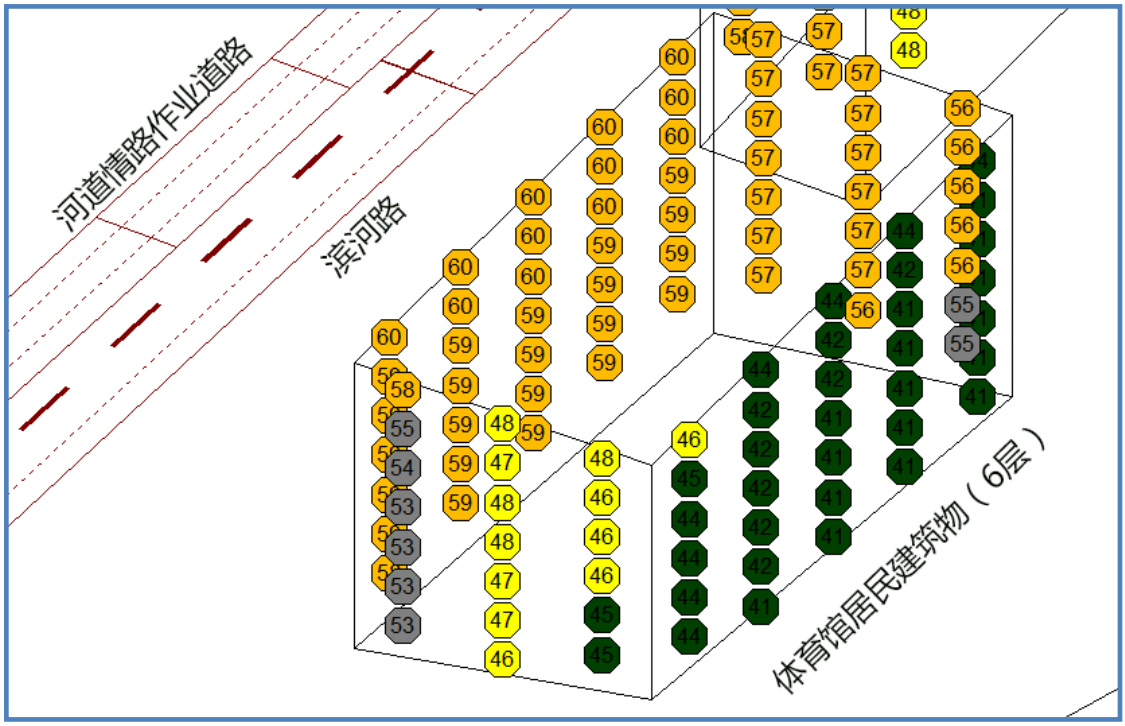


图 6.6.2-10　体育馆居民建筑物垂向噪声预测结果（夜间）

6.6.3 运行期声环境影响

运行期噪声污染源主要为枢纽区水力发电噪声和泄洪消力池噪声，发电设备位于发电厂房内，产生的噪声对外界环境的影响很小；泄洪消力池噪声为偶发噪声，仅在泄洪时才会产生，对周边环境的影响有限。

6.6.4 声环境影响评价小结

（1）砂石料加工区施工噪声主要对新村小学、新村居民点、大旋头、卡子村及枕头坝居民点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（2）大坝施工噪声主要对业主营地、罗回居民点、烟草公司、金口河检察院、金口河人民医院等敏感点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（3)金口河区入城段居民建筑主要受到现有 G245 国道交通噪声点的影响，沙坪一级施工运输车辆交通噪声贡献值较小，交通噪声对其产生的影响也相对较小。

（4）河道整治噪声主要对临近滨河路侧居民建筑带来一定的不利影响，受第一排建筑物的阻隔影响，河道整治噪声对处第一排建筑物外的居民建筑物基本没有影响，噪声影响基本维持在现有本底水平。

（5）运行期噪声污染源主要为枢纽区水力发电噪声和泄洪消力池噪声，经分析，对声环境质量影响较小。

6.7 固体废物影响评价

（1）生活垃圾

枕头坝二级水电站施工期高峰期施工人员 2500 人，生活垃圾产生量按 1.0kg/（人·天），则施工高峰期生活垃圾产生总量为 2.5t/d，生活垃圾乱堆乱放对施工区周围居民居住环境、身体健康产生不利影响，同时，生活垃圾的不适当堆置还会破坏周围环境景观，使堆置区土壤结构受到破坏或受到致病菌的污染，生活垃圾堆放产生的渗滤液可能影响地表水水质。

（2）土石弃渣

施工期工程总弃方 269.79 万 m^3，施工期产生的土石弃渣全部进入工程所设置的弃渣场，本工程所选弃渣场的容量均满足堆渣要求。本工程施工弃渣不含有害物质，对周边环境不会造成污染，但因数量较大，如弃渣规划不合理，防护措施不到位，将会影响土地利用、自然景观，产生的水土流失还会影响大渡河水质。

（3）河道整治产生的弃渣

本工程拟对坝下 2.6km 河段进行整治。河道整治纵坡设计为 0.77‰，整治基点为坝址下游约 2.6km 断面，河道整治开挖量 151.28 万 m^3。河道整治分为陆上开挖和水下整治，其中，陆上开挖包含水面以上部分及浅水处开挖，直接采用

2~3m^{3}反铲开挖、25~32t 自卸汽车运输至堆料弃渣场，平均运距 11km；河道整治部分由于不具备采用反铲直接开挖施工的条件，采用铲斗式或抓斗式挖泥船（斗容 2.5~4m^3）开挖，驳船运至河岸转 25~32t 自卸汽车运至堆料弃渣场，平均运距 11km。整治河段底质基本为砂石、泥沙，基本不含土壤，土石方开挖料基本不会对植物和环境造成危害和污染。

6.8 土壤环境影响评价

6.8.1 施工期影响

工程施工期各类污废水经处理后回用不外排，生活垃圾经过分类收集处理后运至垃圾填埋场处置，危险废物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不利影响。

6.8.2 运行期影响

工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

本工程为土壤生态影响型项目，运行期水库蓄水后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。

采用以下公式计算土壤盐化综合评分值（Sa）：

$$Sa = \sum_{i=1}^{n} Wx_i \times Ix_i$$

其中：

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。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 F，壤盐化影响因素赋值情况见表 6.8.2-1。

表 6.8.2-1　　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
土壤本地含盐量（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

本项目库区地下水位埋深 3m，土壤盐化影响赋值为 0 分；

工程区域多年平均降水量 837.5mm，多年平均蒸发量 1209mm，所在地干燥度约为 1.44，土壤盐化赋值为 2 分；

根据土壤环境现状监测结果，3 个土壤监测点位土壤含盐量最大值值为 0.59g/kg，SSC＜1，土壤盐化影响赋值为 0 分；

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性固体含量在 0.24～0.27g/L 之间，TDS＜1，土壤盐化影响赋值为 0 分；

工程区土壤主要为黄壤，土壤盐化影响赋值为 4 分。

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 Sa=2×0.25+4×0.10=0.9＜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（表 F.2），本项目建成后周边土壤不会发生盐化现象。

6.9 景观环境影响评价

工程施工会对金口河城区产生一定影响，包括施工场地、施工道路、施工材料的使用对景观的影响。

（1）施工场地的使用对景观的影响

本工程施工过程中修建主体工程、弃渣场、施工工厂设施、仓库系统、施工道路以及管线埋设、施工材料临时堆放、基础开挖过程中会对原始地貌景观产生

破坏，改变原始地貌，干扰破坏地表植被，部分地区可能形成裸露边坡。施工期各类场地修建的围挡若不经过美化处理易与周围环境不协调，影响视觉景观美感。

（2）施工道路的使用对景观的影响

施工过程中永久道路和临时道路的运行，可能产生大量粉尘和噪音，并对沿路景观产生影响，需要采取绿化提升等措施，降低影响。

（3）施工材料对景观的影响

施工过程中混凝土水泥浆和泥土散落、产生的废水废油及施工营地的生活污水随意排放，以及施工机械废油若发生漏油不慎排入大渡河中，会造成水体污染，从而对景区水域景观环境造成一定的影响。施工过程中的固体废物主要来自废土废渣和施工营地的生活垃圾两部分。如若弃土（渣）场选择不当，生活垃圾随意倾倒，将会对景观环境产生一定破坏。

6.10 移民安置环境影响评价

6.10.1 水环境

（1）施工期

经计算，移民安置区施工期施工生活污水将纳入当地污水收集与处理系统，集中安置区施工废水产生量为 22.56m³/d，即 0.94m³/h，废水中的污染物主要为 SS。拟采用沉淀池处理后回用于施工用水、场地洒水，对施工区附近地表水环境影响较小。

（2）运行期

经计算，移民安置区居民生活污水产生量为 2.6m³/h，主要污染物及浓度分别为 COD300mg/L、BOD5200mg/L。生活污水将纳入当地污水处理管网。

6.10.2 环境空气

根据对同类工程施工区及周边大气环境的监测资料分析，施工场地周边地区 TSP 浓度值在 40m 范围内呈明显下降趋势，50m 围之外 TSP 浓度值趋于稳定。在施工区处于良好管理的情况下，如对施工区采取洒水降尘措施后，距施工现场 40m 以外区域的 TSP24 小时平均浓度可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。由于本移民安置点工程规模小，在采取降尘措施后，施工期扬尘对环境空气质量及周边敏感点的影响程度有限。

6.10.3 噪声

移民搬迁建房屋建筑结构多为砖木或砖混结构，以人工为主，辅助小型机械施工，施工强度较弱，噪声小，影响时间短，对周围居民的影响程度有限。

6.10.4 固体废物

经计算，本工程移民安置点生活垃圾产生量为0.43t/d，居民生活垃圾经分类收集后统一（镇）环卫部分运至垃圾填场处理，对周围环境无明显不利影响。

6.11 社会环境影响评价

6.11.1 对社会经济的影响

（1）工程建设需要投入大量建筑物资与劳动力，其中部分人力、物力资源来自当地乡（镇），大量的原材料需求将成为当地工业强有力的推动力，刺激当地经济快速发展，同时大量劳动力的需求给当地居民创造了就业机会，将缓解当地的就业压力，增加收入，提高当地居民的生活水平。施工人员大量进驻，运输车辆增多，将促进当地副业的发展，有利于搞活当地乡村经济、增加群众经济收入，以 2018 年金口河区人均消费指出水平计算，施工人员年均消费支出 22471 元，则枕头坝二级水电站工程施工期间将给当地增加30335.85万元的生活消费。

（2）发电效益是本工程投入运行的直接经济效益。水能资源开发属于推动“五大万亿级支柱产业之一——能源化工产业”发展的重要引擎，对构建具有四川特色优势的现代产业体系具有举足轻重的作用。枕头坝二级水电站位于我国重点水电基地大渡河中游段，距离处于四川电网电力负荷中心附近，电站装机容量300MW，属于大型电站，在上游梯级电站的补偿调节作用下，可参与电网调峰。枕头坝二级水电站经济性较好，工程运行发电有利于水电产业形成集群优势产业链，进一步促进带动相关支柱产业的发展和经济增长，加快实现资源优势向产业和经济优势的转变。

电站运行不仅给当地带来直接的财政税收，还将带动该地相关产业，如运输业、原材料加工业等产业的发展，对地方经济发展具有较大的促进作用。移民安置过程中移民住房将得到一定程度的改善，并且为移民安置区域恢复和增加了水、电、路、通信等基础设施，改善了移民居住、生活条件，提高当地及周边地区人民的生活水平。随着电站的运行，电力行业的发展将改善地方燃料结构，使森林植被得到有效的保护，提高地表植被覆盖率，减少水土流失，有效保护生态环境。

同时，用电条件的改善，还将带动家用电器等销售市场，提高社会购买力，形成新的经济增长点。

6.11.2 对人群健康的影响

工程建设对人群健康的影响主要是大量外来施工人员进入施工场地，对当地居民的卫生状况带来不同程度的影响。通过对当地居民传染病发病状况的分析，结合临时生活区卫生医疗设施条件，分析大量人员的进入对当地原有人群健康的影响以及地方性疾病可能对施工人员造成的影响。

（1）病媒生态的预测

传染病是病原微生物作用于人体而引起传播流行的。能作为疾病传染源或病原微生物中间宿主的病媒生物，由于工程建设而发生迁移、改变的，最主要是老鼠和蚊子。

本工程水库淹没影响面积较小，未发现有集中的鼠类分布区，工程建设不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变。同时水库运行后水位变幅较小，库区为大渡河干流，不具备蚊子孳生的洼地，因此工程建设也不会带来蚊子密度的升高和蚊类构成比的变化。

（2）自然疫源性疾病影响

本工程区近年来均未出现血吸虫和鼠疫病例，也无血吸虫和鼠疫流行史。工程水库淹没面积相对较小，不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变，从而也不会扩大自然疫源地，不会影响自然疫源性疾病在人群间流行。

（3）介水传染病影响

介水传染病在地区传染病中占主导地位，主要有肝炎、痢疾、感染性腹泻等。肝炎是工程区周围村庄发病率最高的传染病，其原因与居民饮食、生活卫生习惯有关。肝炎是传染性较强、危害性较大的肠道传染病，与饮用水卫生状况密切相关，因此需要加强饮用水消毒、传染病隔离和外来施工人员的乙肝疫苗的接种工作。根据施工规划报告，施工期饮用水取自大渡河，并做适当的消毒净化处理。由于工程区饮用水源统一管理，有效保证了饮用水水质，确保施工人员的饮用水水质安全，介水传染病影响不大。

（4）虫媒传染病影响

虫媒传染病的发病情况与媒介动物的种群、密度以及季节消长有密切关系。

传播媒介主要是蚊子，常见传染病主要有乙脑、疟疾等，定期作好消毒消灭工作后影响不大。

（5） 地方病影响

地方病的发病情况与居民整体经济收入水平、卫生习惯、膳食结构合理性等因素直接相关。做好食用碘盐的推广，可有效控制碘缺乏病。对于施工人员，饮食中要用碘盐，并配备一定驱虫药，以防地方病在施工人群中传染。

6.11.3 对红华实业取水口的影响

四川红华实业有限公司取水口位于枕头坝二级水电站库区。其生产用水由泵站自河边竖井 24h 连续抽取，设计取水量 9000 m^3/h，取水最低高程 588m，泵站正常运行所需大渡河最小流量为 327 m^3/s；生活用水由大渡河边深井抽取，用水量 1000 m^3/h，由大渡河边的 10 口深井抽取，最低井深 30m，最低取水量高程 582m。

枕头坝二级水电站运行前，当水位低于 589m 时红华实业 35#、35-1#泵站联合运行。水库蓄水后，35-1#泵站的检修平台受水位影响，进一步将对联合运行的 35#、35-1#泵站产生一定影响。针对以上问题，本工程设计单位考虑将在原泵站取水口靠上游侧约 30m 处进行复建取水泵站，替代原 35#、35-1#泵站的取水功能，复建泵站的引水管路直接接入原 36#泵站的取水池。

7 环境保护措施及技术经济论证

7.1 设计原则及总体布局

7.1.1 设计原则

根据各环境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，遵循“预防为主”的原则，拟定环境保护对策与减缓措施。枕头坝二级水电站环境保护对策措施的规划设计原则为：

（1） 预防或减免环境影响原则：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的环保要求。

（2） 恢复环境功能的原则：通过采取生态恢复措施措施等进一步恢复地表植被。

（3）工程措施与管理措施相结合的原则：针对施工生产、生活污水、噪声等采取处理和防护措施，同时加强施工区环境管理，减少工程施工对人群健康的影响。

（4）多方案比选的原则：结合工程和环境特点，对废水处理、过鱼设施、栖息地保护等工艺进行多方案比选。

（5） 经济性、可行性、有效性的原则：通过多方案比选，因地制宜选择最佳方案，并对选择方案进行可行性和有效性分析。

（6）可持续性原则：所选定的方案必须具有可持续性，以确保环境功能逐步恢复。

（7）与主体工程周围环境相协调的原则：尽量发挥发挥主体工程和移民安置规划中具有环境保护和水土保持功能部分的作用。水土保持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。

7.1.2 总体布局

针对枕头坝二级水电站建设可能产生的不利环境影响，环评对水文情势、地表水环境、地下水环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境、固体废物、移民安置环境、社会环境等方面提出了系统、全面的环境保护对策措施体系；另外，为减缓施工期工程建设对城区景观的影响，确保工程运行后形成城区新的景观节点，提出了较为完善的景观保护及提升规划方案。总体布局如下：

表 7.1.2-1　　枕头坝二级水电站环境保护总体布局一览表

序号	项目名称	环境保护措施
1	生态流量保障及监控措施	初期蓄水采用泄洪闸泄放生态流量；运行期通过机组发电或泄洪闸保障生态流量。
2	地表水环境保护措施	砂石废水处理、混凝土系统废水处理、修配系统含油废水处理、生活污水处理、基坑废水、河道整治含泥废水处置措施，施工区生态型厕所。
3	地下水环境保护措施	水库渗漏防治、水库浸没影响对策措施、库岸稳定保护措施及废污水收集处理系统。
4	水生生态保护措施	栖息地保护、过鱼措施、增殖放流措施、生态调度研究、鱼类保护科学研究。
5	陆生生态保护措施	古大树保护、施工期宣传教育、库区库周野生保护动物救护。
6	环境空气保护措施	水雾喷淋系统（水鸟喷淋系统）、场内及道路交通扬尘污染控制措施、砂石料加工系统布袋除尘、混凝土拌合系统车辆冲洗系统及水雾喷淋系统、弃渣场及表土堆场扬尘污染控制措施、绿色施工及环境监测措施。
7	声环境保护措施	砂石料加工区和混凝土拌合区隔声围墙、破碎机隔声围挡、隔声屏障、隔声罩和隔声间，并设置隔音操作车间；大坝施工区靠近滨河路侧固定式声屏障，滨河路靠近大渡河侧移动声屏障；道路限速禁鸣；枕头坝居民点通风隔声窗。
8	固体废物处置	施工期生活垃圾分类收集处置、土石弃渣处置、工程弃渣处置措施。
9	移民安置环境保护措施	集中安置区沉淀池；施工期土石方施工湿法作业、封闭运输。
10	景观保护提升措施	施工期围挡美化、道路植物景观提升；运行期构建“大渡河滨河景观带、枢纽工程景观区、生态景观示范区、工业景观展示区、河道景观恢复区”的一带四区景观结构。
11	社会环境保护措施	施工期保护措施、人群健康预防与保护措施、库区取水保障措施。

7.2 水文情势影响减缓措施

7.2.1 初期蓄水阶段生态流量泄放措施

（1）泄放措施

本工程施工期间采用两期拦断河床的导流方式，不完全截断河段，一、二期导流均不蓄水，按天然来水量下泄。水库于第五年 4 月初开始下闸蓄水，在平水年（50%保证率）20h 左右即可保证蓄至正常蓄水位。在蓄水的同时通过 5#泄洪闸保障最小流量的泄放，采取弧形闸门控制下泄，闸门开度根据不同水位实时控制，满足蓄水期间下泄流量不小于 327m^3/s。

表 7.2.1-1　　初期蓄水期间水文情势减缓措施表（保证率 50%）

高程（m）	历时（时）	下泄流量（m³/s）	下泄措施
570 至 589	8	327	泄洪闸控泄
589 至 592	12	327	泄洪闸+发电机组控泄，

（2）实施可靠性分析

初期蓄水期间左岸 5 孔泄洪闸已完建，单闸设计泄洪能力为 2300m³/s，单闸开启 1.5m 即可满足下泄 327m³/s 流量要求。在蓄水至发电死水位后可启用发电机组+泄洪闸下泄生态流量，枕头坝二级水电站设 6 台发电机组，单机发电引用流量为 467.9m³/s，机组最小启用引用流量为 233 m³/s，即单台机组开启 69.9%发电可满足下泄 327m³/s 流量要求。

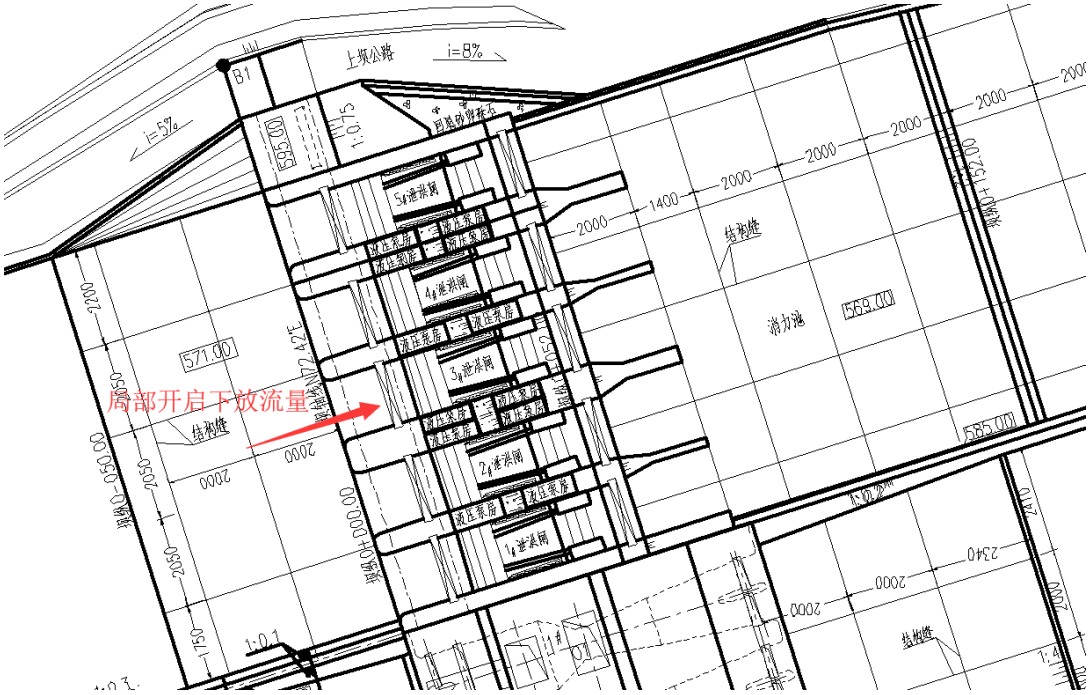


图 7.2.1-1　初期蓄水期间下泄流量保障措施示意图

7.2.2 运行期生态流量泄放措施

枕头坝二级水电站与上游枕头坝一级水电站保持同步发电运行，枕头坝二级水库无调节性能，不承担反调节任务，即枕头坝一级水电站发电运行时，枕头坝二级相应保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行发电运行，枕头坝一级水电站停机时，枕头坝二级相应停机。

运行期可关闭泄洪闸，通过机组发电保障 327m³/s 的最小下泄流量。由于枕头坝二级电站单机满发引用流量为 467.9m³/s，即开启单台机组的 69.9%可满足最

小下泄流量要求。在不发电时段，可通过单闸控泄最小下泄流量 327m³/s，泄洪闸单闸设计泄流能力为 2300m³/s，经计算，单闸开度 1.5m 即可满足下泄 327m³/s 流量要求。同时，本电站与下游沙坪一级水电站衔接，无脱水河段。

7.2.3 生态流量在线监测措施

建议建立环境保护主管部门与电厂之间的监控系统，结合水情自动测报系统实施生态流量在线监测，严格落实运行期生态流量泄放措施，下泄不小于 327m³/s 的生态流量。

在工程初期蓄水期，通过在闸门安装自动传感仪对泄水闸门开度的监控，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，通过对泄水闸门开度进行监控，确保最小发电流量满足生态流量要求。

运行期初拟采用缆道流速仪法和 H-ADCP 测流仪相结合的方式进行生态流量在线监控，数据传输与终端接收纳入水情自动测报系统，设计方案如下：

（1）设计目标

生态流量在线监测系统需要具备水文测量功能，以保证枕头坝二级水电站下泄生态流量在线监测的有效性。

（2）生态流量在线监测系统主要功能

1）测量水位、流速、流量。

2）具有数据实施采集、传输功能，控制操作功能，对时功能。

（3）系统组成

1）监控中心

主要硬件：服务器、数据线、路由器、传感器

主要软件：操作系统、数据库软件、生态流量实时监控系统软件。

2）通信网络

通过 GPRS 或 3G 无线通讯网络实现与远程控制中心交互控制，实现对现场状态参数传输。

3）终端设备

基站设备工作电压: DC12V

功率: 6W（瞬间 MAX：30W）

通信方式: GPRS、SMS\Internet 或性能更优越的通讯形式

4）测量设备

电子水位计、H-ADCP 等

7.3 地表水环境保护措施

7.3.1 施工期水环境保护措施

7.3.1.1 砂石废水处理

（1）废水特性

本工程共布置有 1 个砂石料加工系统，位于坝址上游左岸枕头坝半岛上游侧，废水排放强度约为 11330m³/d，主要污染物为 SS，浓度约为 44000mg/L。

（2）处理目标

工程涉及金口河区大渡河段为III类水环境功能，施工废水经处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后排放。由于砂石冲洗废水水量大、SS 浓度高，且从水资源合理利用和保护环境角度考虑，本工程砂石冲洗废水按处理后回用于砂石系统生产的要求进行设计，不外排。根据《水电工程砂石加工系统设计规范》（DL/T5098-2010）中有关砂石加工系统回用水水质要求，SS 的处理目标为：浓度≤100mg/L。

（3）处理方案

① 处理工艺比选

根据砂石料系统加工工艺的特点，本次针对砂石料废水设计时，重点考虑如何经济、高效地处置一次筛分过程中产生的大量含泥废水。从节约占地、投资费用、运行费用和出水稳定等角度考虑，本次设计拟定了 2 个方案进行工艺及其技术经济比较。

方案一：自然沉淀法

砂石料冲洗废水主要污染物 SS，颗粒较大，易于沉淀，因此通过对几种沉淀池类型特点的比较，采用平流式沉淀池工艺进行处理。砂石料废水集中收集后，经预沉池，除去大颗粒悬浮物，然后在沉淀池中进行自然沉淀，上清液回用。该处理方案的特点是工艺流程简单，基建技术要求不高，造价较低，处理效果好。但为达到较好的处理效果，沉淀池的占地较大。此外系统的沉砂量较大，泥渣处理的压力较大，将给生产带来一定风险。自然沉淀法处理工艺流程见图 7.3.1-1。

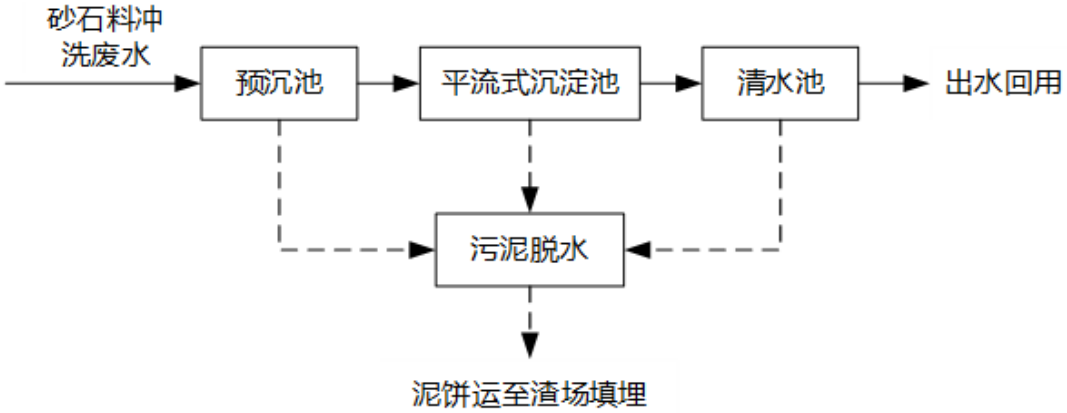


图 7.3.1-1　自然沉淀法工艺流程图

方案二：采用砂水机械分离＋沉淀池+DH 高效旋流澄清器

废水先经砂水分离器，使大颗粒泥砂得以快速从水中分离。分离后的出水经沉淀池处理后，进一步投加混凝剂，使细小颗粒悬浮物形成矾花，从而进入高效旋流澄清器后得以快速、有效地沉降分离去除。采用砂水分离器去除大颗粒泥砂，可减小沉淀池及高效旋流澄清器的处理负荷，采用高效旋流澄清器不仅减少工程占地，同时提高了处理效果，本方案占地面积小，处理效率高，土建工程量小；不足的是增加了设备和运行管理费用，同时运行管理要求较高。

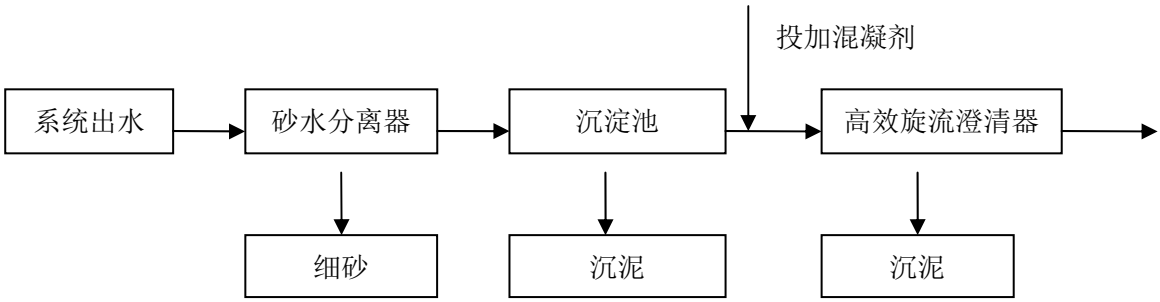


图 7.3.1-2　砂水机械分离＋沉淀池+高效旋流澄清器

从维护管理和运行费用来看，方案二运行维护费用较高，方案一较方案二具有较大的优势；从占地面积、技术工艺来看，方案二工艺成熟，处理效果好，占地面积较方案一小；方案二采用机械设备，处理效率高、耐冲击负荷能力强、运行情况稳定，运行管理方便，处理效果好，出水可满足 SS≤70mg/L，可直接回用于生产，高效净化器的污泥经脱水后可运送至弃渣场堆放，机械设备布置可不受地形条件限制，拆装灵活，重复利用率较高，且节省土建费用。

考虑本工程砂石料系统施工区用地较为紧张，地形条件特殊，为节约用地，提高废水处理效率，将方案二作为本阶段的推荐方案。

② 污泥脱水方案比选

由于砂石加工系统废水量大、SS 浓度高，废水处理后泥渣处理是系统正常运行的关键。本阶段拟定了重力过滤脱水、重力浓缩+重力过滤脱水、机械脱水等三个方案进行技术经济比较。

方案一：采用重力过滤脱水。这种方法是利用重力过滤使泥浆中一部分水过滤脱掉，同时利用风吹、日晒加速其自然干燥，干化后的泥渣外运至弃渣场。该方案工艺简单，处理费用低，缺点是占用场地相对较大，劳动强度较大，且容易受天气的影响。

方案二：采用重力浓缩+重力过滤脱水。重力浓缩后可使泥渣体积有效减小，再经滤池进一步脱水、干化处理后，可直接外运至弃渣场。该处理方案处理效率较高，处理费用低，缺点是劳动强度较大，且容易受天气的影响。

方案三：机械脱水。将沉淀池内的沉泥用泵直接抽至陶瓷过滤机进行机械脱水，脱水后的泥渣含水率小于 10%，可直接运至弃渣场堆放，滤液经收集抽回沉淀池继续处理。该方案占地小，管理方便，泥渣脱水后含水率较低，处理效果可以保证，但投资及运行费用较大。

方案一采用直接重力过滤脱水处理效率相对较低，较方案二、方案三占地大；方案二采用先重力浓缩，后重力过滤脱水相结合的方法，重力浓缩后污泥含水率较低，可提高污泥的脱水效率，同时节约一部分占地。方案三采用陶瓷过滤机脱水方法，占地小，处理效果好，但投资费用和运行费用较高。根据枕头坝二级水电站施工总布置方案，工程布置于中心城区，施工用地较为紧张，方案一、方案二占地相对较大，较难满足其要求，且该两方案容易受天气等条件限制。方案三处理效率高，管理方便，可节省土建费用和占地面积，且机械设备布置不受地形条件限制，拆装灵活，重复利用率较高，可作为本阶段的推荐方案。

③ 废水处理方案确定

经废水处理方案和泥渣处理方案的比选，选用砂水机械分离＋调节池+高效旋流澄清器+泥渣陶瓷过滤机机械脱水方案。废水先经砂水分离器除去绝大部分粒径较大的泥沙颗粒，以减少后续系统的负荷。分离后的出水经调节池处理后，由管道混合器与投加的混凝剂充分混合反应，细小颗粒悬浮物在混凝剂的作用下，形成较大絮凝体后，进入高效旋流澄清器快速沉淀，从而悬浮物得到沉降分离。

澄清器上清液出水自流入回用池，待回用于砂石料系统生产。砂水分离器的细砂由于含水率较低，可直接回收或送往弃渣场堆放；沉淀泥渣经陶瓷过滤机脱水后，运往弃渣场堆放，剩余液回流至沉淀池继续处理。

砂石料加工系统废水处理工艺流程示意见图 7.3.1-3，工艺流程图详见附图 26。

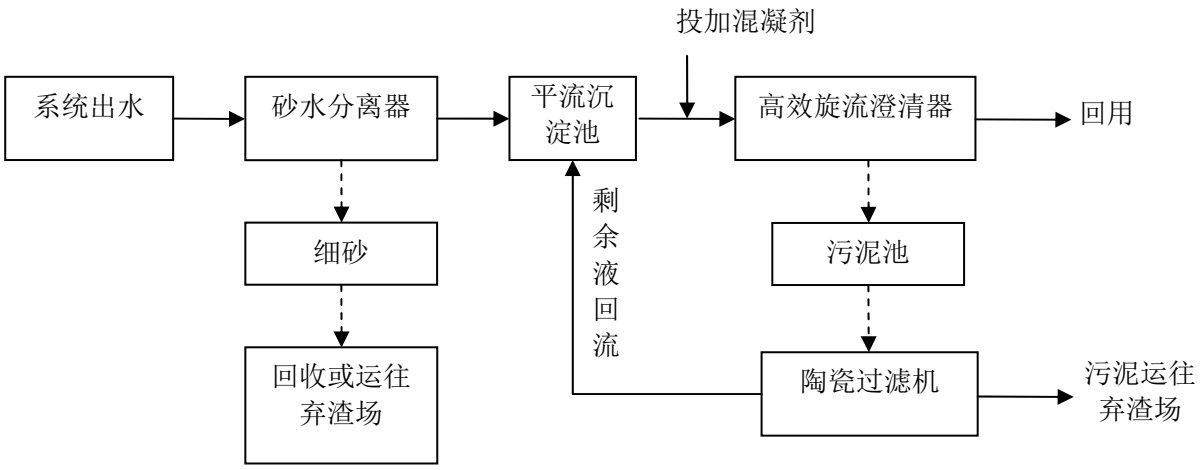


图 7.3.1-3　　砂石料系统废水处理流程图

（4）砂石加工系统主要设备及构筑物尺寸

① 砂水分离器

本次砂石加工废水产生量 566.5m³/h，因每台 ZX-300B 型砂水分离器处理能力为 300 m³/h，故选用 2 台 ZX-300B 可以满足处理要求，考虑处理系统的安全运行需要，另选用一台 ZX-300B 系统作为备用。

② 平流沉淀池

共设置 1 个平流沉淀池，采用钢混结构，停留时间 1.5h，有效尺寸（长×宽×高）为 30.0m×12.0m×3.0m，超高 0.5m。

设备配置：SHX-70 真空吸砂机 3 台（2 用 1 备，流量 70 m³/h）。

③ 调节池

调节池采用钢混结构，停留时间 0.5h，净尺寸（长×宽×高）为 10.0m×8.0m×4.0m，超高 0.3m。

④ DH 高效旋流净化器

将 PAC、PAM 絮凝液加入进水管道，絮凝液在管道内与废水充分混合，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离、动态把关过滤及污泥浓缩等过程从净

化器顶部排出经处理后的清水，清水进入回用水池后、经回用泵提升回用于筛分冲洗等。从净化器底部排出的浓缩污泥排入储泥池中。

设备配置：DH-SSQ-300 型高效旋流净化器 2 台（流量 300 m³/h，包含加药系统、高效混凝混合器及污水提升泵）。

⑤ 储泥池

储泥池采用钢混结构，有效容积 240m³，净尺寸（长×宽×高）10.0m×8.0m×3.5m，超高 0.5m，储泥池的污泥通过渣浆泵抽入陶瓷过滤机处理。

设备配置：40PV-SPR 型渣浆泵 4 台（三用一备，流量 17.28～39.6 m³/h，扬程 4～26m）。

⑥ 回用水池

回用水池采用钢混结构，有效容积 180m³，净尺寸（长×宽×高）9.0m×8.0m×2.8m，超高 0.3m。

设备配置：200WQ300-7-11 型潜水泵 3 台（2 用 1 备，能力 300 m³/h）。

⑦ 陶瓷过滤机

陶瓷过滤机处理能力为 0.6t/m²•h，过滤面积为 80m²，物料浓度：200 目粒达 60%～90%，产品含水率<10%。1 用 1 备，其中备用设备考虑主体工程砂石加工系统拟采用的设备。

砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸汇总至表 7.3.1-1，系统主要设备见表 7.3.1-2。

表 7.3.1-1　　砂石加工废水处理系统主要构筑物尺寸

构筑物名称	数量（座/间）	单池净尺寸（m）			结构	备注
		长	宽	高		
平流沉淀池	1	30.0	12.0	3.0	钢砼	
调节池	1	10.0	8.0	4.0	钢砼	
回用水池	1	9.0	8.0	2.8	钢砼	
储泥池	1	10.0	8.0	3.5	钢砼	
渣浆泵房	1	6.0	4.5	4.5	钢砼	
脱水车间	1	9.0	4.5	4.5	框架	
加药间	1	6.0	4.5	4.5	钢砼	

表 7.3.1-2　　砂石加工废水处理系统主要设备

设备名称	型号	数量（台）	技术参数	备注
砂水分离器	ZX-300B	2	300 m³/h	
DH 高效旋流澄清器	DH-SSQ-300	2	300 m³/h	
真空吸砂机	SHX-70	3	70 m³/h	2 用 1 备
渣浆泵	40PV-SPR	4	17.28～39.6 m³/h	3 用 1 备
潜水泵	200WQ300-7-11	3	300 m³/h	2 用 1 备
陶瓷过滤机	LH-80	2	0.6t/m²•h，过滤面积为 80m²，物料浓度：200 目粒达 60%～90%，产品含水率<10%。	
絮凝剂加药泵		3		
助凝剂加药泵		3		

（5）主要工程量

主要工程量见表 7.3.1-3。

表 7.3.1-3　　砂石加工废水处理系统主要工程量

序号	项目名称	单位	工程量
	砂石加工系统废水处理		砂石系统
1	土建工程		
1.1	总平工程	项	5
1.2	平流沉淀池	个	1
	土方开挖	m³	1200
	石方开挖	m³	按土层计算
	土石方回填	m³	200
	混凝土（C25）	m³	500
	钢筋	t	10
	砂浆	m³	2
1.3	调节池	个	1
	土方开挖	m³	350
	石方开挖	m³	按土层计算
	土石方回填	m³	50
	混凝土（C25）	m³	200
	钢筋	t	3
	砂浆	m²	0.5

序号	项目名称	单位	工程量
1.4	回用水池	个	1
	土方开挖	m³	250
	石方开挖	m³	按土层计算
	土石方回填	m³	20
	混凝土（C25）	m³	120
	钢筋	t	1.5
	砂浆	m³	0.3
1.5	储泥池	个	1
	土方开挖	m³	350
	石方开挖	m³	按土层计算
	土石方回填	m³	320
	混凝土（C25）	m³	200
	钢筋	t	3
	砂浆	m³	0.5

（6）运行管理和维护

高效污水净化处理系统自动化程度高，运行稳定、管理操作简单，设备维修量小，考虑到处理水量大，产生污泥多，需配置技术人员 2 人。

7.3.1.2 混凝土系统废水处理

（1）废水特性

本工程共布置有 1 个混凝土生产系统，位于坝址上游左岸约 850m～650m 区域 G245 国道靠山侧台地，采取三班工作制，排放方式为间歇式。类比同类工程，混凝土拌和系统冲洗废水产生量为 18m³/d。混凝土系统冲洗废水呈碱性，pH 为 12 左右，并含有高浓度的 SS，浓度可达 5000mg/L。

（2）处理目标

工程所处大渡河段环境功能为 III 类，为最大程度减轻工程建设造成的水质污染，根据《水电工程施工组织设计规范》(DL/T 5397-2007)规定，确定本设计的处理目标为出水 SS 浓度≤100mg/L，废水经处理后回用于混凝土生产系统用水。

（3）处理方案

根据混凝土拌和系统冲洗废水产生量少，间断且短时间排放的特点，选择了以下两套处理方案。

方案 1：竖流式沉淀池，其占地面积小，但是沉淀池要求较深，施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高。

方案 2：投加絮凝剂，矩形沉淀池处理。每台班末的冲洗废水排入池内，静置沉淀到下一班末放出，沉淀时间达 6h 以上。池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。

对比以上两个方案，方案 2 土建施工简单，造价低，泥渣可定期人工清理；相对于方案 2，方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性较差，造价较高，所以本工程推荐方案 2。

（4）推荐方案流程设计

① 流程设计

枕头坝二级水电站工程混凝土拌和系统冲洗废水处理流程：

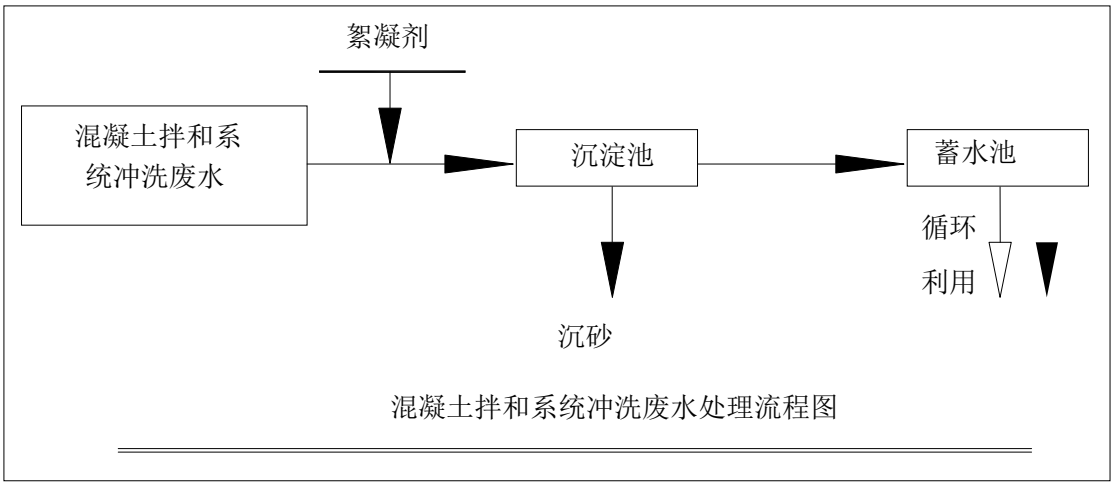


图 7.3.1-4　混凝土拌和系统冲洗废水处理流程图

每台班末的混凝土拌和系统冲洗废水，排放进入沉淀池，静置沉淀到下一台班末，沉淀时间在 6h 以上，处理后的废水自流入蓄水池，循环用于混凝土拌和，而不排入周边水体。根据废水处理效果，必要时投加絮凝剂；根据混凝土拌和对水质 pH 的要求，确定是否需要投加酸加以中和。池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。在沉淀池污泥沉淀到一定程度则换备用沉淀池。原沉淀池的污泥进行自然干化，干化后用抓斗机抓取装运载斗车运输至弃渣场。防护堤施工区产生的泥渣可根据实际情况，灵活加以综合利用，如用作抬填区的抬填料。

②构筑物设计

在枕头坝二级水电站工程混凝土拌和系统处修建一套混凝土拌和系统冲洗废水处理设施，修建 2 个沉淀池（交替使用）和一个蓄水池。混凝土拌和系统冲洗废水为每台班末定时排放，且排放时间很短，仅仅为几分钟，按每台班废水排放量设计沉淀池容积，废水停留时间设计为 6.0h，由于混凝土拌合废水具有间歇式排放特点，所以沉淀池容积只需稍大于每班废水排放量既可。

为了便于混凝土拌和系统冲洗废水的循环利用，在沉淀池一侧修建一个蓄水池，容纳经过处理的混凝土拌和系统冲废水，为混凝土拌和系统供给水源；蓄水池容积需满足一天的废水量、并且具有一定裕度。混凝土拌和系统主要构筑物尺寸见表 7.3.1-4，工程量估算见表 7.3.1-5。

表 7.3.1-4　　混凝土拌和系统废水处理措施主要构筑物尺寸

混凝土拌合系统名称	构筑物名称	数量（座）	单池尺寸：长×宽×高（m）	结构	占地面积（m²）
枢纽区左岸	沉淀池	2	2.0m×2.0m×2.0m	钢混	8
	蓄水池	1	4.0m×4.0m×2.0m	钢混	16

表 7.3.1-5　　混凝土拌和系统废水处理设施工程量

项　目	土石方开挖（m³）	混凝土（m³）	钢筋（t）
沉淀池	10	8	0.7
蓄水池	18	10	1
合计	28	18	1.7

7.3.1.3 修配系统含油废水处理

（1）废水特性

本工程机械修配系统含油废水排放强度为 16m³/d，含油废水主要污染物为石油类和 SS，其浓度分别为 100mg/L、1000mg/L。

（2）处理目标

施工废水经处理后需达到一级标准（SS 标准为 70mg/L、石油类标准为 10mg/L）后综合回用不外排。

（3）工艺流程

本工程施工区含油废水由布设于机械维修场周围的排水沟收集，汇集于调节池。经隔油池进行油水初级分离，上层浮油由浮油回收机回收，下层含油乳化油

的液体进入气浮装置。一个工作日所产生的含油废水经收集后，在夜间由污水泵抽至气浮装置进行深度处理，即在气浮分离室进行渣水分离。定期由刮渣机刮入浮渣槽，清水由集水管引出进入后续处理构筑物，其中部分清水，则经回流水泵加压，进入压力溶气灌；经多介质过滤器过滤，水质可满足中水回用水要求。枕头坝二级水电站施工区生产废水处理流程见图 7.3.1-5。

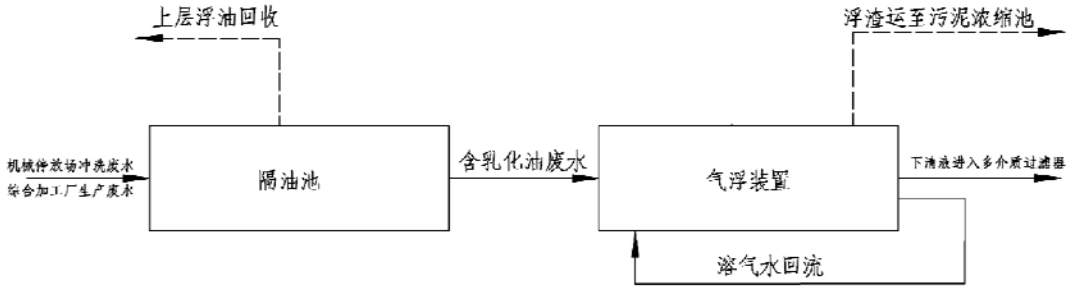


图 7.3.1-5　枕头坝二级水电站含油废水处理工艺流程图

（4）隔油池

隔油池排水沟断面为梯形，用浆砌石衬砌，隔油池基体由开挖筑成，四壁及池底先铺防渗膜，再用砖砌，并以水泥砂浆抹面，最后内衬树脂防腐涂料。隔油池池底挡板由砖砌构成，池壁挡板为钢板，池壁预先埋槽钢。本工程施工机械停放场 1 处，布置于坝址上游左岸 600~850m 处 G245 国道公路内侧台地，在机械停放场设置一座隔油池，隔油池规模按 16m³/d 设计 3.0m×1.0m×1.5m，机械停放场隔油池设计型号为《小型排水构筑物》04S519 中 GC-1QF 型。隔油池在空置时进行人工清渣。由于机械冲洗废水中可能含有一定量的泥沙，在隔油池中布设筛网，对大颗粒泥沙进行滤除。为保证隔油池的正常工作，池体表面加盖，盖板用 C25 混凝土和 A3 号钢钢筋预制，以防火、防雨、保温及防止油气散发。

（5）工程量

生产区含油废水处理主要工程量见表 7.3.1-6。

表 7.3.1-6　　枕头坝二级水电站施工区含油废水处理设施工程量

序号	项目名称	单位	数量
1	土石方开挖	m³	6
2	土石方回填	m³	1
3	C25 混凝土	m³	5

4	钢筋	t	1
5	井盖及支座	套	2

7.3.1.4 生活污水处理

（1）处理对象和处理目标

施工区生活污水主要来源于施工营地和业主营地。高峰期施工人员生活污水排放强度为 360m³/d，业主营地生活污水排放强度为 18m³/d。生活污水污染物指标按照典型中小城市生活污水常用指标：COD400mg/L、$BOD_5$200mg/L。

（2）设计处理目标

生活污水经过处理后，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后综合回用不外排，详见下表。

表 7.3.1-7　　生活污水处理的设计目标

序号	项目	《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）旱作	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准
1	COD	≤200mg/L	≤100mg/L
2	BOD_5	≤100mg/L	≤30mg/L
3	SS	≤150mg/L	≤70mg/L

（3）方案比选

① 方案 1：化粪池

运行期生活污水经过化粪池初步处理后排放的方法在以往的工程中广泛运用，其原因主要是化粪池具有造价低，运行费用少等特点，适用于污水量较小，污水排放标准要求不高的情况。

② 方案 2：一体化地埋式生活污水处理设备

该处理方式是目前国内较为成熟、可靠、技术先进的处理工艺。工程投资省，处理效果较好，占地面积少，可埋入地表下，全自动控制，不需人员管理 ，无污泥回流 、操作简单、维护方便 、噪声低，无异味，并可根据施工区地理位置的特殊性合理利用有限场地。

以上 2 个方案的比选，方案 1 处理效果达不到要求，方案 2 比方案 1 的投资高，但其处理效率高，目前在大型水电工程中应用较广泛。考虑到本工程的环保要求，本工程的生活污水处理采用地埋式一体化生活污水处理设备。

（4）推荐设计方案

一体化地埋式生活污水处理设备的工艺流程图见下图。

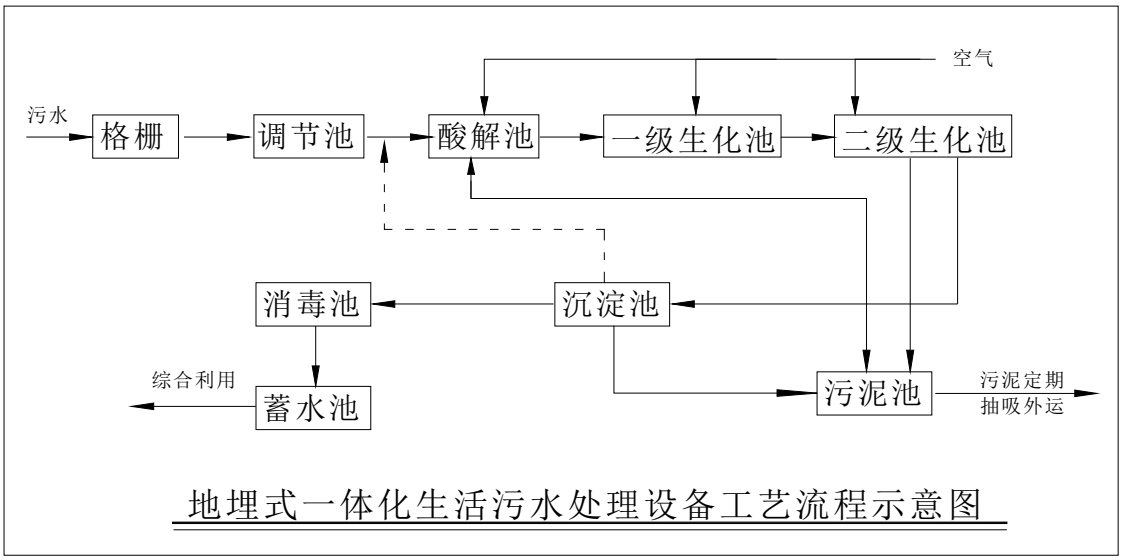


图 7.3.1-6　生活污水处理设备工艺流程

WSZ 型一体化设备是采用生化处理技术——接触氧化法。污水经过格栅去除大的悬浮物，经调节池后与含磷回流污泥同步进入一级生化池和二级生化池，在厌氧区内不曝气，好氧微生物处于抑制状态，部分有机物被氨化，同时含有聚磷菌的回流污泥完成磷的释放；混合液进入缺氧反应区，在缺氧反应区中反硝化菌成为优势菌种，反硝化菌利用有机物为电子供体，硝酸盐作为电子受体，将回流混合液中的硝态氮还原为氮气，从而达到脱氮目的；脱氮后的混合液最后进入好氧反应区，在好氧反应区内硝化菌完成硝化反应，好氧微生物去除剩余有机物，同时聚磷菌大量吸收溶解性磷在菌体内储存，经过沉淀分离后，将富磷的剩余污泥排放，从而达到除磷的目的。为了消除生活污水中致病微生物对水体的影响，防止疾病传染，处理后的出水应消毒。为了充分综合利用生活污水，修建一个蓄水池，蓄积经过消毒处理的生活污水，提高生活污水综合利用的可行性。

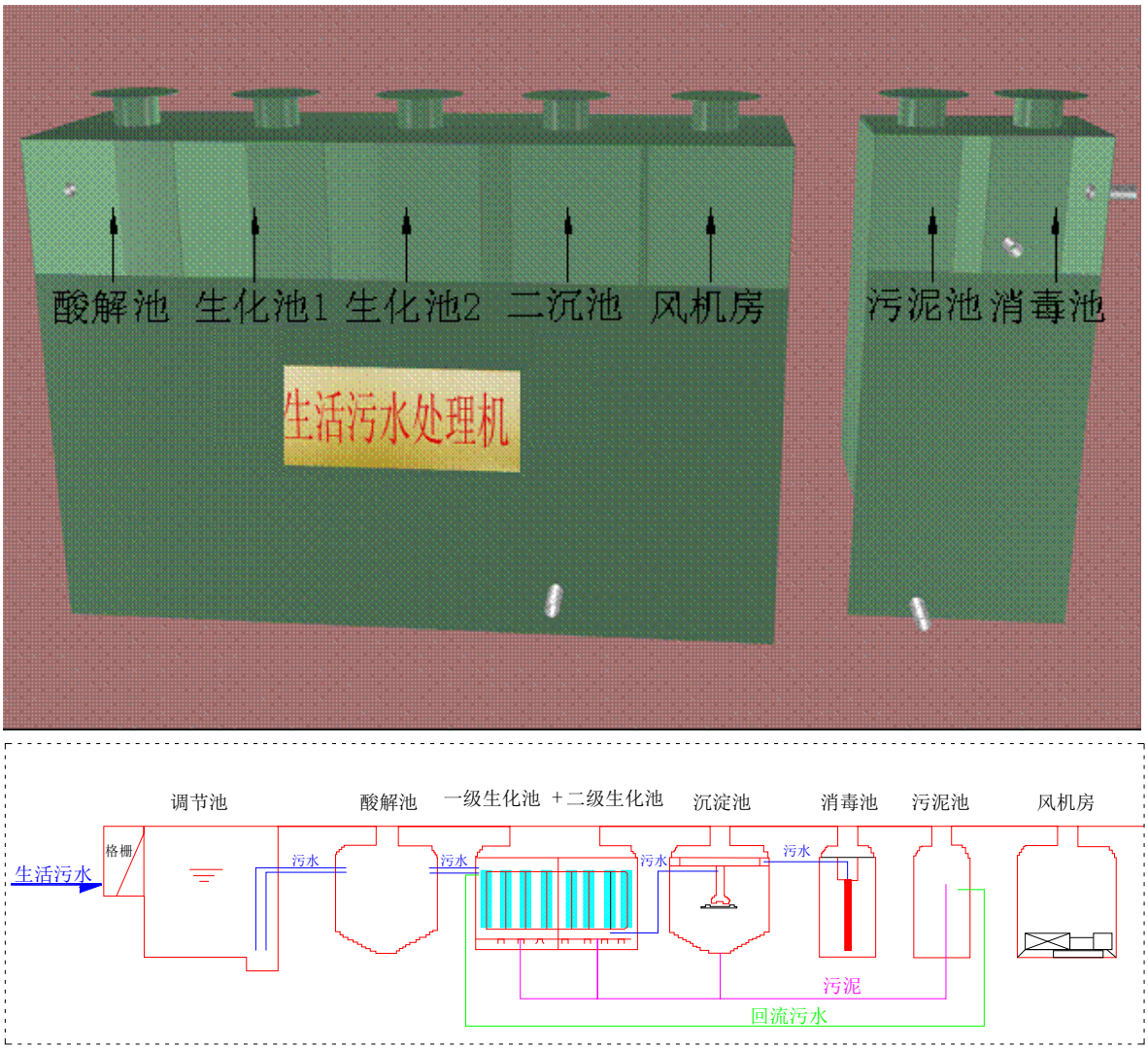


图 7.3.1-7　地埋式一体化污水处理设施剖面布置图

（5）生活污水处理设施布局规划

根据枕头坝二级水电站工程施工区生活营地布置情况，结合生活营地周围的地形条件，确定本工程布置 1 座生活污水处理站，即金结及机电拼装场施工营地污水处理站。

（6）生活污水处理构筑物及主要设备

生活污水处理设施基本由输水系统、调节池、成套生活污水处理设施、蓄水池等组成。根据枕头坝二级水电站工程生活污水处理站的设计规模，结合污水处理设备维护，确定各生活污水处理站规模、设计参数和工程量详见表 7.3.1-8～表 7.3.1-10。

表 7.3.1-8　　枕头坝二级水电站工程污水处理站设计规模

序号	生活污水处理站名称	最大小时污水量（m^3/h）	设计规模（m^3/h）	处理设备
1	枢纽区左岸营地污水处理站	18	12.5	12.5

表 7.3.1-9　　生活污水处理站设计参数表

项目		枢纽左岸营地、孝姑防护区营地
污水处理设施	型 号	WSZ-11
	处理量	12.5 m^3/h
	长×宽×高	15.0m×5.0m×4.0m（厂家不同尺寸不同）
调节池	停留时间	8h
	有效容积	100m^3
	长×宽×深	5.0m×5.0m×5.0m
蓄水池	停留时间	5h
	有效容积	70 m^3
	长×宽×深	5.0m×4.0m×4.0m
输水管	长度	200m（根据输水距离自行确定）
综合利用设备	离心泵	（根据输水距离自行确定）
	橡胶管	（根据输水距离自行确定）
风机	型号	
	参数	Q=2.5 m^3/min
	台数	2 台，1 用 1 备
水泵	型号	
	参数	Q=12.5 m^3/h，H=6m
设备总重（t）		300t（以厂家资料为准）
占地面积（m^2）		300 m^2

表 7.3.1-10　　生活污水处理设施工程量估算表　　（单位：m^3）

项目		枢纽左岸营地
污水处理设施	土石方开挖（m^3）	350
	混凝土（m^3）	100
	钢筋（t）	5
调节池	土石方开挖（m^3）	150
	混凝土（m^3）	60
	钢筋（t）	2
蓄水池	土石方开挖（m^3）	130
	混凝土（m^3）	50
	钢筋（t）	1.5

7.3.1.5 其他施工现场污水处理设施

由于地形限制，枕头坝二级水电站各施工作业面较分散，在各施工作业区现场，考虑设置移动式生态厕所处理粪便废水。

（1）污水特性

粪便污水又称黑水，含有较高的 COD、N、P 和病原菌，根据相关研究检测，黑水 COD、氨氮原水水质分别高达 6000～9000mg/L、氨氮 3000～4500mg/L。

（2）处理目标

黑水经生态厕所处理不外排，不对外环境产生不利影响。

（3）处理工艺

施工人员的粪便污水如随意排放将会对水体造成污染。为解决各个施工作业区粪便污水，需要设置移动型生态厕所，每个厕所配置 2 个蹲位。本工程考虑对两种类型移动生态厕所进行比选，分别为泡沫封堵型生态厕所和免水打包型生态厕所。

① 泡沫封堵型生态厕所

泡沫封堵型生态厕所的工作原理是利用发泡液混合液产生的泡沫代替厕所冲水，在全自动感应控制系统的作用下，泡沫装置产生的压缩空气经输送管传至泡沫激发器，发出的泡沫经厕具侧壁上的泡沫通道充满、覆盖并洗涤厕盆；同时使用泡沫封堵便器的排污口，封堵气味。施工人员的粪便污水进入储粪箱内，由当地市政部门的吸粪车定期清运，用于制作农家肥。

泡沫封堵型生态厕所的特点是用泡沫代替水来进行洗涤，泡沫混合液膨胀后体积扩大近 1000 倍，非常节约用水；泡沫充满厕盆，不仅无臭味，而且看不到污物，视觉效果好；使用时全自动洗涤，没有声音和振动，使用安全便利；洗涤液的成分是可以完全融化于水的无公害洗涤剂，可被微生物降解；厕所内的储粪池定期清运，不会污染环境。

a　　b

图 7.3.1-8　泡沫封堵型（a）和免水打包型（b）生态厕所

② 免水打包型生态厕所

免水打包型生态厕所原理：由可降解薄膜制成的包装袋，走动系统、机械装置（机芯）、外壳、储便桶组成，包装袋包装粪便，如厕者踩动传动杆，机械装置向下自动牵引包装袋，将粪便移入储便桶内，蹲面上的包装袋更新，封闭装置，再次封闭臭味不外泄，粪便统一处理，降解袋使用完毕后自动报警，不污染环境。免水打包型生态厕所的特点是不耗水，不耗电，适用于不具备通水通电条件的施工场地；粪便自动打包后移入储便箱内，无臭味；包装袋为可降解薄膜，环境友好；厕所内的储粪池定期清运，不会污染环境；移动方便，不需接上下水和化粪池。

（4）布置方案

本工程在施工分区上总体布局为三大区域，分别是枢纽工程施工区、坝址上游左岸半岛施工区及坝址下游左岸台地施工区。因此，考虑针对每个施工区分别设置移动式生态厕所。

根据《施工现场临时建筑物技术规范》（JGJ/T188-200），厕所的蹲位设置应满足男厕每 50 人一个蹲位，女厕每 25 人一个蹲位，考虑到施工场地以男性工人为主，本项目按照 50 人一个蹲位进行设置。本工程施工营地施工高峰期人数为 2500 人，因此，本工程总体上应布置至少 50 个蹲位的移动式生态厕所。拟在交通及水电方便的施工场地，布置泡沫封堵型生态厕所，对于部分施工场地角落，

布置免水打包型生态厕所。

表 7.3.1-11　　施工区生态厕所布设表

序号	施工区	厕所数量（座）
1	枢纽工程施工区	10
2	坝址上游左岸半岛施工区	8
3	坝址下游左岸台地施工区	7

7.3.1.6 基坑废水

（1）废水指标

本工程基坑排水分初期排水和经常性排水。其中，基坑初期排水水质与河道水质基本相同，无需处理可直接排放；施工高峰期基坑经常性排水以混凝土养护废水为主，产生量为 274052.95m³/a、740.83m³/d，主要污染物是 SS 和 pH，SS 浓度约 2000mg/L，pH 值为 9～11。

（2）设计标准

初期废水考虑将基坑废水处理后，SS 浓度降低到 70mg/L 以下，优先回用于大坝混凝土养护。

（3）设计处理方案

枕头坝二级水电站施工期间分两期导流，相应的有两个围堰基坑，分别是一期左岸三孔泄洪闸基坑，二期右岸两孔泄洪闸+厂房基坑。

基坑经常性排水悬浮物浓度高，水体呈碱性。根据国内有关水电工程项目对基坑废水的处理经验，一般在基坑内布置沉淀池，并投加絮凝剂和中和剂，静置沉淀 4h 后抽排至下游水体，剩余底泥定期人工清除。为减缓排水对下游水体可能造成的不利影响，本报告建议基坑经常性排水处理后优先回用。在一期和二期基坑进、出口围堰各设 1 座沉淀池，共 4 池。

（4）工程量

基坑废水沉淀池工程量见表 7.3.1-12。

表 7.3.1-12　　基坑废水沉淀池工程量

构筑物名称	数量	单池净尺寸（mm）L×B×H	结构	尾水去向
一期基坑排水沉淀池	1 座 2 池	10000×8000×1500	砖混	回用
二期基坑排水沉淀池	1 座 2 池	10000×8000×1500	砖混	

7.3.1.7 河道整治含泥废水处置措施

河道整治过程会产生含泥废水和清挖泥沙石料，其中含泥废水主要以悬浮泥沙为主，可能会对周边水体造成扰动，进而影响水质；河道清挖过程中产生的泥沙石料将转运至枕头坝半岛渣场。

建议在河道整治过程中采取以下措施减小悬浮泥沙的影响：

①采用成熟的施工工艺和设备（如采用对环境影响较小的绞吸式挖泥船作业），严格按照施工时期计划开展施工作业；

②根据实际施工产生的悬浮泥沙量及其扩散范围，须在施工混水区投放设置防污帘，控制 SS 扩散范围；

③为尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，做到文明作业，定期对绞吸设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态；

④施工过程中，挖泥船应精确定位后再开始开挖，选用 GPS 全球定位系统，精确确定需开挖位置、范围，结合施工需求进而合理开挖，避免超挖，从根本上减少对环境影响的悬浮物产生量和扩散范围；

⑤施工期船上生活污水统一收集后纳入本工程施工生活污水处理系统；针对施工船舶作业期间产生的含油污水，每个船舶设置油水分离器或装灌油污水的舱柜，经统一收集后统一纳入本工程修配含油废水处理系统。

7.3.1.8 污废水处理方案可行性分析

（1）从节约用水、节省投资的角度出发，本工程在进行污废水处理方案的设计时，首先考虑污水的回用，在进行砂石料冲洗废水、混凝土拌和系统废水、修配系统含油废水、生活污水及基坑废水处理方案设计时，均考虑处理后回用自身系统或用于施工场内洒水降尘。根据国内大中型水利水电工程施工期废污水处理经验，砂石加工系统冲洗废水采用 DH 高效旋流净化器处理后回用于砂石加工系统冲洗，混凝土系统冲洗废水采用中和沉淀池处理达标后回用于混凝土系统冲洗，生活污水采用一体化污水处理设施处理后用于场区绿化用水等，施工期施工废水在采取合适的处理设施后均能达到回用或综合利用，基坑废水在处理后回用于混凝土养护。

（2）在对各废污水处理工艺选择时，首先考虑技术可行、节约投资，然后再考虑施工环节衔接等问题，因此，本次在对各废污水处理工艺选择上，根据国

内各大型水利水电工程施工期废污水处理经验，提出适合本工程的处理工艺。各处理系统出水水质均可以达到排放标准，能够满足设计标准要求。根据以上分析，本设计对各废污水拟采取的处理措施是合理可行的。

7.3.2 蓄水前库底清理

（1）清理内容

根据《水电工程水库淹没处理规划设计规范》（DL/T5064-1996）的规定，为防止淹没于枕头坝二级水库内的树木、杂物及人畜粪便等对水体的污染和对水库安全运行的影响，在水库蓄水前须对库底进行清理。该项费用在水库淹没处理专项费用中列支。库底清理项目主要包括：建筑物的拆除与清理，污染物的卫生清理，森林砍伐与林地清理以及为发展各项事业而必须的特殊清理等。一般清理范围有正常蓄水位高程以下的房屋、各项建筑物拆除，森林砍伐和卫生清理；正常蓄水位至死水位以下 2m 高程范围内各项大体积建筑物残留物（如桥墩、电线杆、牌坊）和林地清理。

（2）清理要求

1）建筑物与构筑物

清理范围内所有房屋及附属建筑物均应拆除，墙体（除土质墙外）应推倒摊平，对无用且易漂浮的废旧材料就地烧毁。

清理范围内的公路（桥梁）、输电、电信、广播等线路和水利水电工程等地面建筑物及其一切附属设施，凡妨碍水库运行安全的必须拆除，设备和材料应运出库外；清理范围内残留的桥台、桥墩、寨墙等较大障碍物要炸除，其残留高度一般不得超过地面 0.5m；对确实难清理的较大障碍物，应设置蓄水后可见的明显标志，并在地形图上注明其位置与标高。

水库水位消落区内的水井（坑）、地窖、井巷等地下建筑物，应结合水库库区地质条件、水域利用和库区水体水质要求，采取填塞、封堵、覆盖等处理措施。

2）卫生防疫

卫生防疫清理应在地方卫生防疫部门指导下进行；对库区内的污染源地如厕所、粪坑（池）、畜厩、垃圾、坟墓等均应进行卫生防疫清理，将其污物运出库外，残留于地面的要进行曝晒消毒，并且对其坑穴应进行消毒，污水坑用净土填塞。

根据水库库区污染源分布、污染物种类及特点，应在当地卫生和环保部门指导下，采取专门的污染防治处理。

3）林木砍伐和迹地

森林及零星树木，应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；林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛以及秸杆等易漂浮的物质，在水库蓄水前，应就地烧毁或采取防漂措施。

7.3.3 运行期水环境保护措施

7.3.3.1 库区水质保护措施

2020 年 4 月，金口河区人民政府发布了《乐山市金口河区国家生态文明建设示范区创建规划（2017~2025 年）》，其中与枕头坝二级库区水环境保护相关的内容有：

（1）加强工业废水污染防治。规划期间，金洋康宁新建 1 套冲洗硅石废水处理设施及冷却水循环池，修建 1 套污水处理设施，确保废水达标排放。加强重要废水污染源的监控，对辖区内省、市控重点水污染源安装自动在线监测系统，并与环保主管部门联网，进行统一监督管理。

（2）加快城镇污水处理设施建设。加快城区生活污水处理厂二期建设和提标升级改造，采用改良型一体氧化沟处理工艺，安装脱磷设施建设，扩建日处理生活污水至 5000 吨，完成旧城区污水管网改造。加快推进永和镇、共安乡等污水处理站扩容提标升级，完善配套污水管网改造和建设，到 2020 年共改造老旧管网 5.52 公里，新建污水管网 15.5 公里。加强城市和乡镇污水处理厂运行管理，引入和推行第三方管理机制，污泥要根据《城镇排水与污水处理条例》有关规定处置，建立污泥转移联单制度。到 2020 年全区城镇污水处理率达到 90%。

（3）重点流域水环境综合整治。编制和实施《金口河区良好水体保护方案》，分析评估水环境保护风险，制定保持良好水体的目标和措施。以大渡河干流以及小河（即江沟）等河、湖为重点，开展大渡河（金口河段）流域水环境综合整治，截污、清淤、防洪综合治理河道 1 公里建设。

对库区流域范围污染源治理和管理的目标是控制流域新增污染源、使枕头坝二级库区水质达到 III 类水质要求，为此拟提出以下治理和管理要求：

①针对江沟下游两岸分布有农村居民生活污水散排问题，复核共安乡污水处

理厂稳定投运情况，研究将江沟居民生活污水纳入处理厂的可行性，加强共安乡污水处理厂运行管理，确保江沟沿岸居民生活污水纳入管网。

②加强库区水质监测，对金洋康宁工业企业污水处理设施排水口实施长期监测，确保出水达到设计标准要求。

7.3.3.2 业主营地污水处理措施

枕头坝二级和枕头坝一级水电站同属一家建设单位，建设单位工作人员在枕头坝一级业主营地开展两工程运行期间的有关工作。据调查，目前枕头坝一级业主营地电站厂房使用地埋式一体化处理设备，污水处理能力为 2m³/h。枕头坝二级建成运行后，业主营地生活污水排放量约为 25m³/d，该污水处理设备能满足运行期间生活污水处理要求。

7.3.3.3 水质富营养化防治措施

水库水体富营养化与营养物质、气候条件、水库水化学性质和生物性质、水库调度方式等各种因素有密切联系。根据水质预测结果，平水年丰水期 TP 在局部河段超标 0.18～0.26 倍，枯水年丰水期 TP 超标 0.2 倍，库区局部低流速区域发生富营养化的可能性，因此，有必要采取控制污染源为主的营养化防治措施，保护好枕头坝二级库区的水质，有效防止富营养化。

（1）加强水资源保护宣传教育，提高市民环境意识，大力宣传《水法》、《环境保护法》、《河道治理条例》和《水污染防治条例》等法规，增加宣传设施，组织宣传教育活动，向公众普及水资源保护知识。

（2）建议对库区实施水质在线监测，实时掌握水质动态，发现问题及时采取应对措施，避免发生污染事件。

（3）建议库区管理机构加强库区富营养化的巡查工作，制定富营养化处理应急预案；对有可能发生富营养化的局部区域开展生物生态性措施、物理工程性措施、化学方法等措施的试验研究工作。

（4）加强水土保持，减少水土流失，可采取工程措施、生态措施和农业垦耕相结合的方法，通过以小流域治理为单元的结合治理，形成水土保持的新格局，如对支流江沟实施小流域治理，提高库区周边和上游地区植被覆盖度的工作。

（5）建议当地政府禁止使用含磷的合成洗涤剂，可有效减少磷排放，降低富营养化水体 TP 含量。

7.4 地下水环境保护措施

（1）水库渗漏防治

坝基、坝肩岩体为粉砂岩与粉砂质板岩、泥质板岩及炭质板岩互层，属非可溶岩类，为相对隔水岩层，无集中渗漏通道存在，其岩体的渗漏形式主要以分散型裂隙性渗漏为主，其渗漏程度与裂隙的发育程度及其连通性，以及岩体的风化程度密切相关。经勘察，河床 60.0m 深度以下的微新岩体，透水率一般都小于 5.0Lu，可以作为坝基防渗帷幕底界。两坝肩防渗帷幕端点应与地下水衔接或置于微新岩体内。

（2）水库浸没影响对策措施

对存在浸没问题的地段进行相应的防护处理。共在库区设置 14 个防护点，分别为金口河区医院、3#公路、养老院、康宁硅业、公路养护段、G245 公路、民族吊唁厅、木材加工厂、硅材研发中心、森宝公司天麻厂、大旋头村居民点、金河硅厂、新村电站、新村居民点，根据各防护点位置划分为 7 个防护区。详见表 2.7.6-1。

（3）库岸稳定保护措施

对元木沟滑坡堆积体前缘河岸坡仍应采取混凝土挡墙护岸以及钢筋笼块石压脚护坡的工程处理措施，以避免或降低库水长期对其前缘坡脚产生的冲刷侵蚀影响，以及防止其前缘坡脚一带因库水的长期浸泡而发生垮塌，并继而引发其上部岸坡发生滑动失稳的危害，从而达到确保元木沟滑坡堆积体长期稳定的目的。

（4）污染防范措施

严格管理施工期和运行期的废污水收集、处理系统，处理后均回用，不对地下水水质造成影响，并加强废污水处理系统的风险管理及风险防范措施。

7.5 水生生态保护措施

7.5.1 栖息地保护

7.5.1.1 规划环评提出的鱼类栖息地保护方案

根据《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及审查意见，中评价河段的栖息地保护要求为：“建立鱼类保护区，切实加强鱼类栖息地保护。商请配合有关部门重新划定鱼类保护区，提高保护区的级别，保护区

的建设、管理、研究、生境修复及电站拆除补偿费用等由相关业主分摊。做好茶堡河、江沟、野牛河、顺水河、金口河、官料河和白沙河等支流汇口段的鱼类栖息地保护。”

本项目总体评价范围自深溪沟至龚嘴共91km河段中，无大规模集中鱼类产卵场，基本以裂腹鱼亚科鱼类、鲇、鳅科或鮈产卵场为主，具有分散分布的特点。根据历次水生生态调查成果，评价河段相对成规模的产卵生境主要分布在干流枕二库尾、沙一库中、沙二库中、龚嘴库区核桃坪村段，支流江沟、金口河、龙池河、黑水河汇口。枕二、沙一成库后，干流相应河段产卵生境将受淹没影响，因此，以上各支流汇口段将成为鱼类产卵繁殖的主要替代生境。枕头坝一级和沙坪二级实施阶段，已经考虑将沙坪二级水电站坝址至龚嘴坝址区间长42km河段范围划为鱼类种质资源保护区，其中将“沙坪二级水电站坝下至龚嘴库尾之间 7km河段，官料河河口上游0.1km至下游1km、白沙河上游1km至下游1km、龙池河汇口上游1km至下游1km、黑水河汇口上游1km至下游1km”列为重点保护区域。

根据规划要求，结合河段现有生境保护条件分析，评价范围尚有支流金口河、江沟河口等河段具备开展栖息地保护的条件和可行性。

7.5.1.2 栖息地保护范围

结合干支流生境特点及水电开发现状，对可能具备保护条件的河段进行深入比选论证。

1、干流

目前，从深溪沟坝址至沙坪二级坝址 45km 干流河段已形成库区～流水河段～库区生境，其中枕头坝一级、沙坪二级分别已形成17km、11km库区河段，枕头坝一级坝址至沙坪二级库尾尚保留17km天然流水河段。枕头坝二级、沙坪一级水电站建成投运后，最终17km流水河段将不复存在。因此，干流段已不适宜选作栖息地保护河段。

2、支流

评价河段主要支流包括枕头坝二级坝址以上4km处右岸支流江沟、坝下10km处左岸支流金口河。各支流水利水电开发及水生生境现状见2.1.3.1章节，在此基础上对各支流作为替代生境适宜性进行比选。

（1）江沟

江沟河道全长 24km，多年平均流量为 3.43m³/s，平均坡降 23.9‰，河口高程 587.89m。从现状生境状况上看，江沟可分为江沟拦渣坝以上河段、江沟拦渣坝以下 1km 河段、江沟河口段三段典型河段。

表 7.5.1-1　江沟流域小水电建设现状

①江沟河口段：江沟河口段是规划环评阶段明确提出要开展的支流汇口段鱼类栖息地保护河段。江沟河口段具有干、支流多样的流态条件，在底质条件上为产粘沉性卵鱼类保留了较为良好的砂砾石产卵条件，是评价河段为数不多的较成规模的产卵场；根据历次水生生态调查成果，江沟是评价河段裂腹鱼、鮡科鱼、白缘鮈等优势鱼种较为稳定的产卵场。由于枕头坝二级运行后，在江沟河口段涉及 200～280m 回水变动带，因此，该河口段存在较为良好的生境营造的条件和需求。

表 7.5.1-2　江沟河口生境现状

②江沟拦渣坝以下 1km 河段：拦渣坝以下 1km 两岸分布有居民，河道宽度在 10～15m 之间，河流底质以砂石为主、乱石为主。根据鱼类资源调查成果，该河段共捕获 23 尾，分属 5 种鱼种，分别为重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、白缘𩷶、鲈鲤、山鳅，鱼类资源明显少于干流。另一方面，除江沟河口段外，拦渣坝以下 1km 河段将成为原有干流流水依赖类群鱼类（如鮡科、钝头鮠科、鲃亚科等种类）仅存替代生境河段。

表 7.5.1-3　拦渣坝下游段生境现状

③江沟拦渣坝以上河段：枕头坝一级水电站建设过程中，将江沟河口 1～3.3km 河段阻断用作其渣场，分别在最下游（距河口 1km 处）设置拦渣坝、在最上游（距河口 3.3km 处）设置挡水坝，上游来水通过右岸山体排水洞引自拦渣坝处下泄至河道；江沟渣场截断河流长度共 2.3km，渣场占地 39.18hm²，容量 1000 万 m³，电站投运后，目前该渣场已移交政府。渣场拦渣坝以上形成了 2.3km 干涸段，挡水坝以上江沟河段已形成多级小水电开发的格局，水生生境受阻隔影响，呈现显著片段化特征，已不具备作为鱼类栖息地保护的条件。

表 7.5.1-4　拦渣坝以上生境现状

综合比选，本项目栖息地保护范围为江沟最下游拦渣坝以下 1km 河段及江沟河口段。

7.5.1.3 栖息地保护措施

1、江沟河口段生境修复

1）保护对象

以齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼为主的资源量较大的裂腹鱼类，以青石爬鮡、黄石爬鮡为主的鮡科鱼类，兼顾河段其他产卵类型鱼类。主要保护对象产卵季节主要在 3～9 月。

2）关键生境因子分析

①流速与水深

以河段主要产卵类群裂腹鱼、鮡科为例：齐口裂腹鱼类产卵河段平均水深1.18～1.76m、平均流速1.27～2.02m/s，平均流速梯度0.09～0.21s^{-1}；重口裂腹鱼繁殖的研究，繁殖期最适宜水深范围为0.5～1.5m，最适宜流速范围为1.5～2.5m/s；青石爬鮡产卵期6～7月，喜好急流、河滩上产卵，产卵河段最适宜流速为1～1.74m/s，最适宜水深为0.45～1m。

②底质

产卵场地或地处两江汇合口附近处、河道急转弯处; 或河面较宽，向阳、光照充足; 或有急流险滩，具沙和石砾硬质底质; 或地处顺流河槽，一侧深水流急，另一侧为沙滩或卵石滩，水流较缓; 或在丰水期河水流向急转，形成旋涡，在枯水期露出水面的沙滩或卵石滩，底质主要为卵石及泥沙。

裂腹鱼类及鮡类繁殖产卵均需要砾石、卵石基质，它们产的卵或直接粘附在卵石上发育，或在石头缝隙中发育。裂腹鱼类产卵期有集群行为，雄鱼有筑窝习性。裂腹鱼类有着特殊的臀鳞形态，可协助雄鱼在产卵过程中掘坑，并且在产卵过程中起到很好的保护作用。鮡通常生活在水流湍急、河床多砾石、块石的江河支流和山涧溪流中，以胸、腹鳍的腹面皱褶吸附在砾石或石块上营底栖生活，其产卵场底质以岩石和砾石为主，受精卵粘附在石块或岩石缝中发育。

③生境要求

根据相关文献查阅，以裂腹鱼、鮡科鱼为例，初步拟定河口生境基质、流速、水深的参数要求。

表7.5.1-1　　人工鱼类产卵场关键生境因子

生境类型	产卵鱼类	底质	水深（m）	流速（m/s）
裂腹鱼类	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼	卵石、沙混合（5∶1），卵石粒径30～120mm	0.5～1.8	0.5
鮡科鱼类	青石爬鮡、黄石爬鮡	块石，粒径150～400mm	0.5～1.0	1～1.8

④河口产卵场选址

根据工程设计方案，枕头坝二级水库蓄水后涉及淹没江沟的回水变动带在200～280m之间。因此，结合建库后江沟河口情况规划产卵场营造方案。

分别在江沟河口两岸各选择1处边滩作为产卵场营造地，其中场址A面积

为 0.1hm²、场址 B 面积为 0.19hm²，该区域水深与流速条件较好，周边主要以卵砾石料源为主，在清理较大块石及巨石后具有生境营造的条件。

图 7.5.1-2　　江沟河口鱼类生境选址图

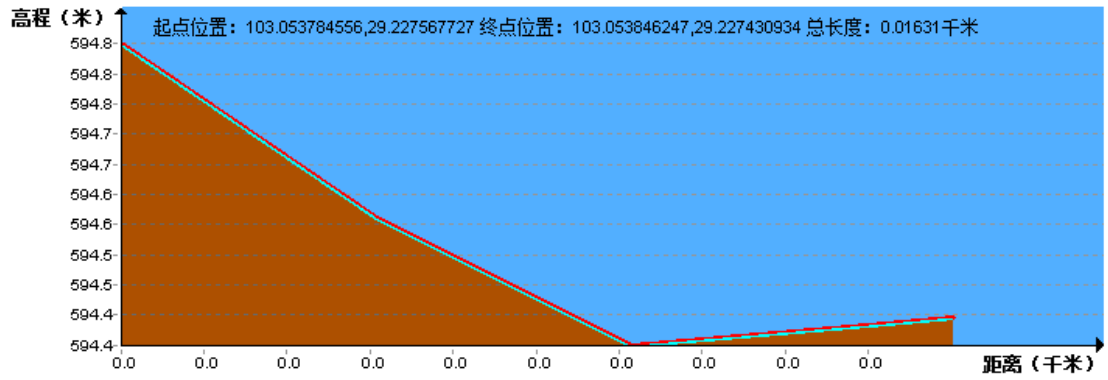


图 7.5.1-3　江沟沟口场址 A 典型断面 1

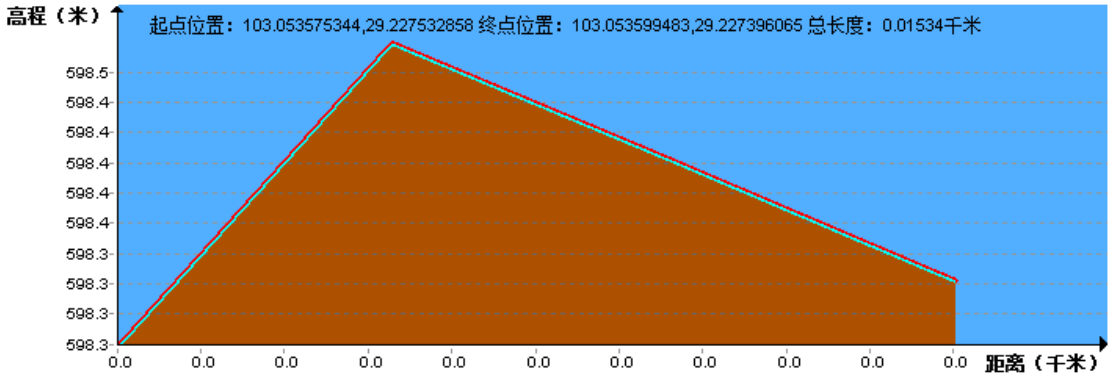


图 7.5.1-4　江沟沟口场址 A 典型断面 2

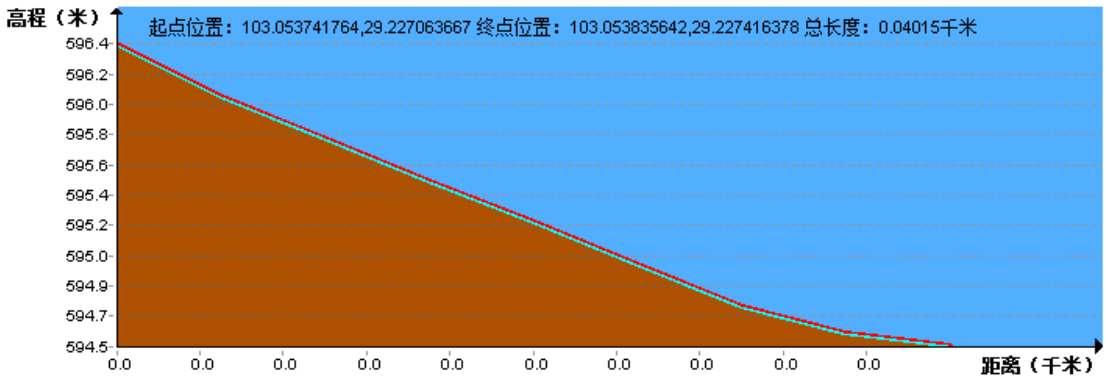


图 7.5.1-5　江沟沟口场址 B 典型断面 1

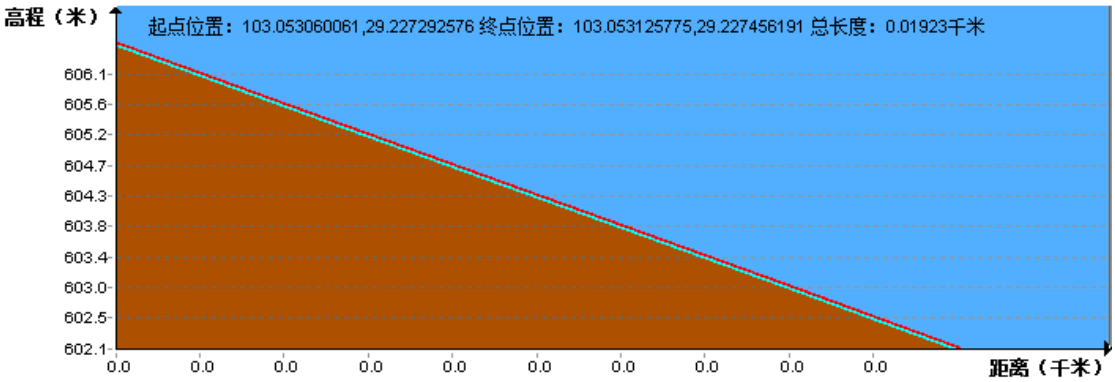


图 7.5.1-6　江沟沟口场址 B 典型断面 2

⑤河口产卵场设计方案

A、设计水位

在河口地面高程为一定值的情况下，河口段水深的变化幅度主要取决于枕头坝二级水库的运行工况。枕头坝二级水库涉及支流的回水水位在 592.2m～595.5m 之间，因此，将河口产卵场水深设计的水位参考值低限设为 592.2m，水位高限为 595.5m。其中，592.2m 为产卵场水深设计的控制性水位。

B、设计水深及底质

多年平均流量下，江沟河口水面高程为 587.89m；枕头坝二级水库形成后，江沟河口水位将抬升 4.3～7.7m。因此，应首先对江沟河口底质进行清理重塑，在低洼地区防止大型和中型卵石、砾石以形成新的阻水体，有利于增加河床环境复杂度、在局部区域营造出较高流速；在河口河滩上继续铺设中型卵、砾石，杂以小型卵砾石和砂砾石，人工抬高底质高程，保障产卵场水深满足 0.5～1.8m 的条件；按覆盖表面积计算，中型卵、砾石比例占 60%，小型卵砾石和砂砾石比例占 40%。施工所需卵、砂砾石可就地取材。

C、水生植物

在拟设计产卵场靠岸边适当种植当地沉水植被和挺水植被，为喜缓流产粘沉性卵鱼类提供良好的附着条件：具体选择当地代表性水生植物芦竹、芦苇、香蒲、菰、穗状狐尾藻，借助各种植物形态上的不同，在横向上构建由高到低多层次水生植物群；在纵向上沿岸边带构建亲水美景，同时可通过岸边带塑造改善江沟岸边景观现状，后期根据实施效果适当将措施延伸至江沟更广区域，有助于打造清水绿岸、鱼翔浅底的生态景观。

布置条件为沿场址 A 及场址 B 的岸边带，其中，场址 A（坡岸 B170m）种植的长度为 170m，宽度 1.2m，总面积为 204 m²，种植方式为在沿坡岸向水面延伸 30cm 区域内种植芦竹，种植密度为 12 丛/ m²、5 株/丛；沿芦竹种植区域向水面延伸 30cm 区域内种植芦苇，种植密度为 12 丛/ m²、5 株/丛；沿芦苇种植区域向水面延伸 30cm 区域内种植香蒲，种植密度为 10 株/ m²；沿香蒲种植区域向水面延伸 30cm 区域内种植菰，种植密度为 12 丛/ m²、4 株/丛；穗状狐尾藻种植在坡岸至菰的种植区域内，种植密度为 30 丛/ m²、5-6 芽/丛。右岸（坡岸 B130m）种植的长度为 130m，宽度 1.2m，总面积为 156 m²。种植模式与左岸相同。

<table>
<tr><td rowspan="5">坡岸
B
170m</td><td colspan="4">江沟</td><td rowspan="5">江沟</td><td colspan="4">江沟</td><td rowspan="5">坡岸
A
130m</td></tr>
<tr><td colspan="4">120cm</td><td colspan="4">120cm</td></tr>
<tr><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td><td>30cm</td></tr>
<tr><td colspan="4">穗状狐尾藻</td><td colspan="4">穗状狐尾藻</td></tr>
<tr><td>芦竹</td><td>芦苇</td><td>香蒲</td><td>菰</td><td>菰</td><td>香蒲</td><td>芦苇</td><td>芦竹</td></tr>
</table>

图 7.5.1-7　江沟河口段水生植物种植示意图

表 7.5.1-2　　**水生植物苗木种植数量一览表**

序号	种类	种植密度	种植面积	种植数量
1	芦竹	12 丛/ m²，5 株/丛	A：130x0.3+B：170x0.3=90 m²	1080 丛，5400 株
2	芦苇	12 丛/ m²，5 株/丛	A：130x0.3+B：170x0.3=90 m²	1080 丛，5400 株
3	香蒲	10 株/ m²	A：130x0.3+B：170x0.3=90 m²	900 株
4	菰	12 丛/ m²，4 株/丛	A：130x0.3+B：170x0.3=90 m²	1080 丛，4320 株
5	穗状狐尾藻	30 丛/ m²，5-6 芽/丛	A：130x1.2+B：170x1.2=360 m²	10800 丛

2、江沟最下游 1km 河段生境修复

在上游小水电保证足量生态流量下放的前提下，江沟河面相对拓宽、水流流速过缓、水深偏小、局部河床在枯水期连续性差等问题尚未根除，现状条件下河道乱石较多，对水生生物栖息生长形成一定不利影响。因此，有必要实施河道修复措施，通过束窄主河床，提高河道水生生境适宜性；同时考虑为减水河段营造多样的水生生境，梳理和河床治理的同时塑造一些深潭缓流区。

（1）人工构建阶梯-深潭系统

拟对江沟、金口河栖息地保护河段营造人工构建阶梯-深潭生境，构建陡坡～缓坡～深潭相间的纵向阶梯型水生生境，补足河床裸露过度、水生栖息生境单一的现状生境短板；另一方面，增加河床阻力，控制河床侵蚀下切，稳定河床和岸坡，维持相对稳定和多样性的水生栖息地环境。

人工阶梯-深潭系统是指将大小石块按照按叠瓦形式布置，同时在平面形态上布置成反拱形，从而相互嵌套形成一个牢固的整体。人工阶梯-深潭系统布置后，原本被破坏的河床底质、水深和流速条件均可得到改善，多样性提升。总的说来，河床底质会逐渐变化，底质多样性增加，包括石块、卵石、砾石和细沙、淤泥等。河道水深范围扩大，水流有深有浅，多样性显著提高。流速范围也得到扩展。在阶梯上游端可形成缓流、回流、滞水区，表面流速较低，在下游的深潭，可形成强烈紊动和螺旋流，水体掺入大量气泡，增加了水流的溶解氧浓度。深潭四周为水流难以冲动的大石块和漂石，螺旋流冲刷大石块和漂石底部，淘刷形成空穴，这些冲刷形成的空穴区域可形成相对平缓的静水区。流速多样性的显著提升，使得喜好静水、动水、旋滚、激流等不同水流条件的水生生物均能找到其适应的生存空间，在其中栖息生长。

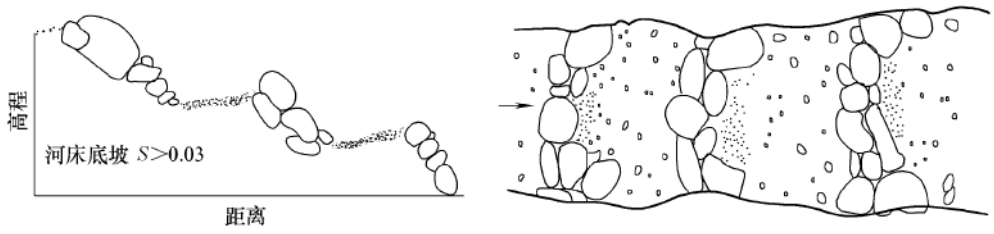
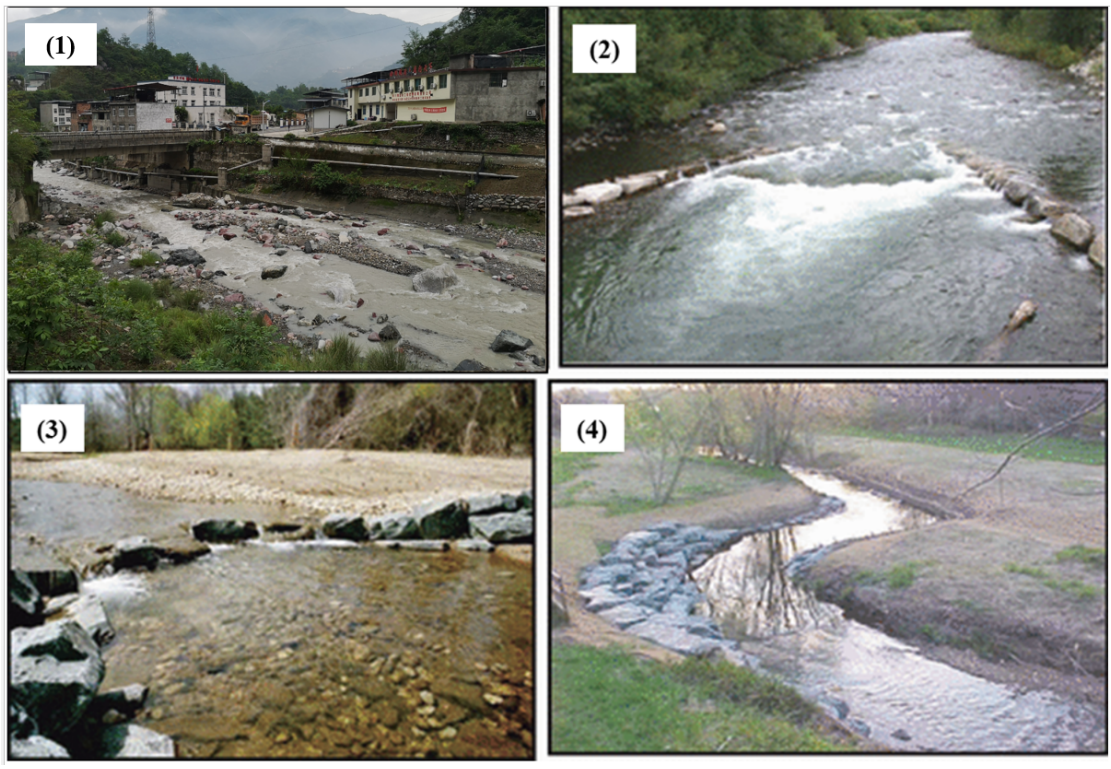


图 7.5.1-8　石块呈叠瓦式布置形成互锁结构的人工阶梯-深潭系统



7.5.1-9　鱼类栖息地生境破坏及修复方法

(1)江沟干流河道破坏现状；(2)人工小型石坝以转移流向和增加流态异质性；(3)人工漫滩；(4)人工岩石构造修复河道滩潭生境

（2）河床横向剖面设计

结合江沟、金口河栖息地保护河段河床宽窄不一的特点，在尽可能保留河床横断面原始形态的前提下，对于跌水较大或过水面积过大而造成断面水深过小的区域，根据情况进行河床整理，确保水流的连通性，保障一定的水深条件，同时营造亲自然的岸边带生境；对于非稳定河床结构进行局部加固。

江沟、金口河属山区性河流，工程区土、石材、植被等材料较为丰富，可因地制宜选作护岸基材，因此本次河道护岸工程将优先选择石材、植被等自然型生态护岸措施。具体可根据实际情况选择如下护岸形式：

1）抛石护脚

抛石护脚可在水流作用下实施，不仅能很好地防护水流的冲刷，防止抛石下部泥沙经石块间空隙被吸出，也有压载岸坡脚的抗滑作用。相较于其他护岸工程，抛石护岸方法具有施工方便、适应变形、高糙率、易修补、耐久性好等优点；然而，块石间整体性不强，其抗冲刷性与水流条件、块石粒径及形态等因素密切相

关，而且抛石工程石材用量往往相对较大。

2）砌石护岸

人工砌石护坡与抛石相比，受水上施工的限制，表面平整，受水流冲击较小。干砌块石间存在一定的孔隙，可实现土水交替的需求，对于滑坡式砌石护坡，通过在砌石间夹种草皮或扦插柳条解决绿化问题。

3）砌石结合木桩

对于崩塌河岸，亦可采用砌石与木桩结合的形式进行护坡。

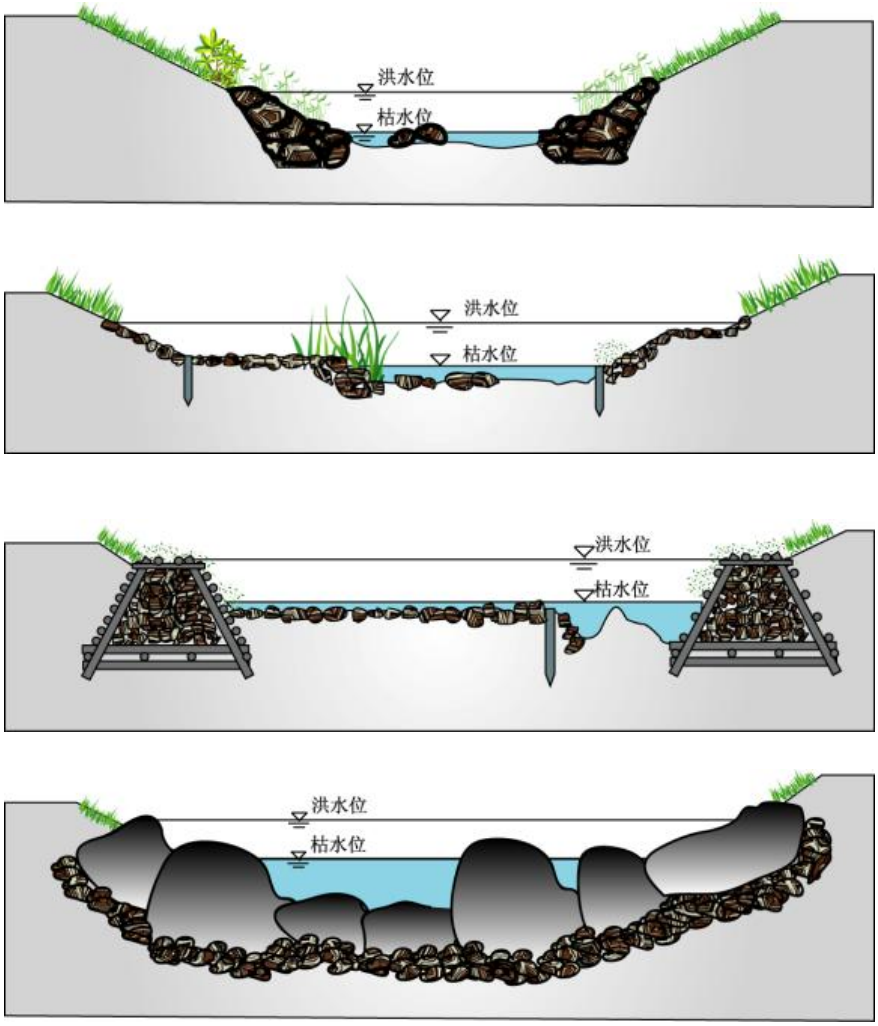


图 7.5.1-10　河床横向剖面设计示意图

3、渔政保护建议

根据《长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》（农长渔发〔2019〕1 号），长江流域水生生物保护区、长江干流和重要支流除保护区以外的水域、大型通江湖泊除保护区以外的水域、其他相关水域”四种情况，分类分阶段推进

禁捕工作，其中，长江干流和重要支流。2020 年底以前，完成长江干流和重要支流除保护区以外水域的渔民退捕，暂定实行 10 年禁捕。

2019 年 6 月，四川省农业农村厅、财政厅、人力资源社会保障厅联合发布《四川省长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》，方案指出，到 2020 年底前，四川省长江干流和重要支流除保护区外水域要完成渔民退捕，暂定实行 10 年禁捕，其中，支流包括金沙江、岷江、沱江、嘉陵江和大渡河干流等。

结合国家、地方政策要求，建议将枕头坝二级干流库区河段、江沟及金口河列为禁捕区域，设立标志界区，禁止在区域内进行任何捕捞作业：

①建立健全管理机构。建议由当地渔业主管部门负责栖息地的管理，制定相应的管理制度，配备专职人员进行栖息地保护河段的管理。

②发布鱼类栖息地保护公告，定期宣传保护法规，加强对沿河居民的宣传教育，让广大群众知法懂法、自觉地遵守法律法规，积极协助保护管理工作。

③为使鱼类栖息地保护河段的生态环境保持良好状态，应严禁在栖息地保护范围内进行采砂作业，减小对河床底质及水环境的破坏，保护水域生境。

④本项目选取的鱼类栖息地严禁新建拦河筑坝涉水工程。

⑤栖息地保护河段全年禁捕措施，禁止一切渔业捕捞活动，实施严格的鱼类资源保护措施。

7.5.2 过鱼措施

7.5.2.1 过鱼目的

枕头坝二级水电站建设将阻隔了坝上、下鱼类之间交流的通道，对洄游鱼类会阻断其洄游线路，使其无法完成生活史；对于在局部水域内能完成生活史的种类，则可能影响其在不同水域群体之间的遗传交流，导致种群整体遗传多样性下降，因此需要采用过鱼措施以沟通上下游的鱼类基因和种质资源交流。

7.5.2.2 过鱼对象及过鱼季节

（1）过鱼对象

过鱼对象应结合枕沙河段已建过鱼设施运行情况、评价河段水生生态现状和过鱼需求综合确定。

根据枕头坝一级、沙坪二级水电站环评及鱼道设计报告，两工程鱼道过鱼对象均以齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、裸体鲅鮠（即裸体异鳔鲅鮠）、大

渡河白甲鱼、侧沟爬岩鳅为主，兼顾区域河段分布的其他鱼类。

根据枕头坝一级水电站鱼道实际过鱼效果监测，2017～2018 年实际进入鱼道的鱼类占总种数的 52.38%、实际通过效率 71.7%。设计阶段主要过鱼对象齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡等均能通过鱼道，裸体鳅鲀、大渡白甲鱼、侧沟爬岩鳅无渔获物捕获记录、无过鱼观测记录。

根据沙坪二级水电站鱼道实际过鱼效果监测阶段成果，2019 年 3 月至 2019 年 5 月鱼道进口段总共过鱼 131 尾次，其中上行 108 尾次，下行 23 尾次，绝对上行 85 尾次。鱼道出口段总共过鱼 61 尾次，其中上行 53 尾次，下行 8 尾次，绝对上行 45 尾次，鱼类在鱼道中上行成功率约为 52.94%。

根据本项目水生生态调查成果，评价范围共调查到 56 种鱼类，其中现场捕捞到 21 种、根据采集到的漂流性卵鉴定出的 3 种、在捕鱼者渔获物中见到实物或照片的 5 种、从渔民调查访问到该水域存在但未见到实物或照片的 27 种，主要经济鱼类为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、鲶、青石爬鮡、白缘鮈、蛇鮈等。其中，裸体鳅鲀、大渡河白甲鱼未调查到，侧沟爬岩鳅为从渔民调查访问到存在但未见到实物或照片的种类。

综上所述，裸体鳅鲀、大渡河白甲鱼和侧沟爬岩鳅是枕头坝一级、沙坪二级水电站鱼道主要过鱼对象，但在枕头坝一级鱼道过鱼效果监测中未调查到，在本次水生生态调查工作中仅通过渔民调查访问到存在但未见到实物或照片的侧沟爬岩鳅。另一方面，齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡是枕头坝一级、沙坪二级设计阶段拟定的主要过鱼对象，是评价河段主要经济鱼类、主要保护物种，同时在枕头坝一级鱼道过鱼效果监测中均能顺利通过鱼道，应优先作为本项目过鱼对象；白缘鮈是实际过鱼效果监测中主要过鱼种，又是评价河段重要保护物种之一，有必要作为本项目过鱼对象。

因此，拟定枕头坝二级水电站过鱼设施主要过鱼对象为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈，兼顾河段其他鱼种。

表 7.5.2-1　　枕头坝二级水电站鱼道过鱼对象对比表

鱼种	枕头坝二级河段调查到的渔获物的种类	枕头坝一级鱼道设计过鱼对象	枕头坝一级鱼道实际过鱼种类	枕头坝二级水电站设计过鱼对象	省保护种	红皮书	红色名录	特有种
齐口裂腹鱼	√	√	√	√				√

重口裂腹鱼	√	√	√	√	√			
青石爬鮡	√	√	√	√			√	
白缘鮈	√		√	√			√	
鲈鲤	√		√		√		√	√
大渡河白甲鱼		√						√
侧沟爬岩鳅		√			√			√
注：“√”表示调查到，其余为未调查到								

（2）过鱼季节

已有成果证明鱼道运行效果以4～7月为最佳。根据2017～2018年监测成果，枕头坝一级水电站鱼道坝下鱼类上溯时间从3月底，4月初开始，5月、6月上溯数量达到最大，7月开始鱼类上溯数量逐渐减少，其中，5月份捕捞到的主要过鱼对象个体规格在各月份中最大，因此，鱼道运行重点保障时间应以4～7月较为适宜。

过鱼对象繁殖时间跨度较大。枕头坝二级水电站鱼道主要过鱼对象为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈，各鱼种繁殖时间分别为3～6月、8～9月、3～6月、6～7月。

综合分析，拟定3～9月为枕头坝二级鱼道的过鱼季节，其中，3~5月和8~9月为主要过鱼时期。

表 7.5.2-2　　2017～2018 年枕一鱼道主要过鱼监测情况

鱼种	枕头坝一级坝下鱼类资源监测结果				备注
	捕获数量（尾）	体长范围（cm）	上溯规律	活动规律	
齐口裂腹鱼	192	12.1~24.6	3、4、5月份有上溯需求的齐口裂腹鱼个体数量较多，6、7、8、9月份数量逐渐减少	坝下鱼类上溯时间从3月底，4月初开始，5月，6月上溯数量达到最大，7月开始鱼类上溯数量逐渐减少；夜间显著多于白天（P<0.05），各小时通过	3、4、5月份捕捞到的个体规格相对其他月份较大
泉水鱼	132	11.3~19.6	3、4、5、6月份有上溯需求的泉水鱼个体数量较多，7、8、9月份数量逐渐减少		4、5、6、7月份捕捞到的个体规格相对其他月份较大
鱎	317	4.8~14.5	4、5、6、7月份有上溯需求的鱎个体数量较多，3、8、9月份数量较少		5月份捕捞到的个体规格相对其他月份较大

青石爬鮡	82	3.8~15.3	5、6、7 月份有上溯需求的青石爬鮡个体数量较多，3、8、9 月份数量较少，6、7、8 月份的过鱼数量逐步减少	的个体数量表明 8:00~20:00 鱼类个体的数量先减少再增加，坝下鱼类昼夜活动节律与鱼道内活动规律相同	5 月份捕捞到的个体规格相对其他月份较大
白缘鮈	105	3.4~14.5	3、4、5、6 月份有上溯需求的白缘鮈个体数量较多，7、8、9 月份数量较少但也呈现逐步增加趋势		5 月份捕捞到的个体规格相对其他月份较大

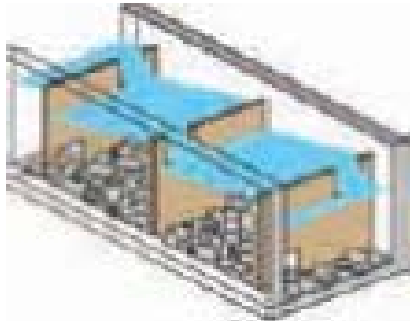
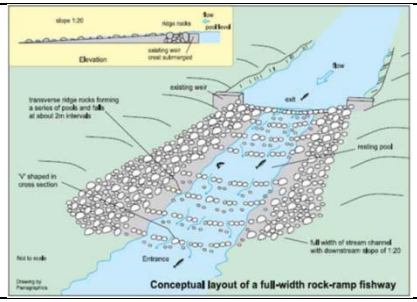
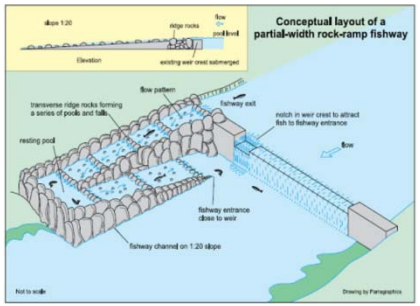
7.5.2.3 过鱼方案比选

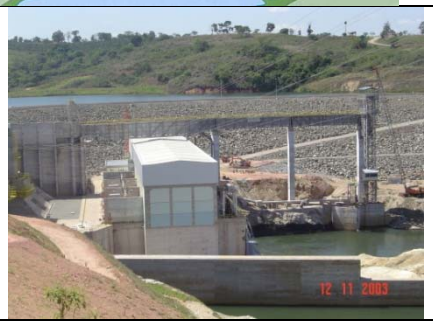
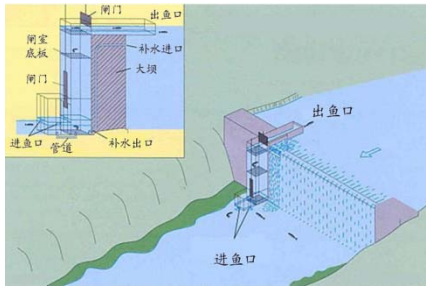
按照鱼类是否自主通过将过鱼设施类型划分为鱼类自主上溯型过鱼设施和鱼类非自主上溯型过鱼设施。一般而言，鱼类自主上溯型鱼道包括特定的池室和斜槽设计，如仿自然鱼道、池堰式鱼道、冰港式鱼道、竖缝式鱼道、丹尼尔式鱼道。鱼类非自主上溯型过鱼设施包括升鱼机、鱼闸和集运鱼船等集运鱼系统。各种类型的过鱼设施均有一定的应用条件，在特定的应用过程中体现出特有的优势，各类型过鱼设施优缺点及适用性如表 7.5.2-3。

水电工程修建鱼道具有连续上下过鱼和保证上下游水生生境连通的优点，一般而言，应根据工程的开发任务、枢纽布局、上下游水头差等工程特点优先考虑鱼道，鱼闸、升鱼机和集运鱼船等集鱼运鱼设施是在鱼类自主上溯型过鱼设施无法得到满足的条件下考虑。考虑到上游枕头坝一级水电站和下游沙坪二级水电站过鱼设施均为同侧竖缝式鱼道，两工程鱼道已在一定程度上发挥了过鱼效果；另一方面，枕头坝二级所在河段邻近金口河城区，无法布置仿自然通道这类占地面积大的过鱼设施，结合其他过鱼设施的优缺点，因此本工程推荐布置同侧竖缝式鱼道。

表 7.5.2-3　　过鱼设施比选一览表

上行过鱼设施类型	图例	优缺点	适应水头范围	枕头坝二级水电站适应性分析
丹尼尔式鱼道（Denil）		丹尼尔式鱼道设计成一系列折流梯槽（baffled-chute ladders），它利用块板（即折流板）来耗散流经水槽的水的动能，从而为洄游鱼类创造一个低速的通道区，针对鲑鱼类通过具有良好的效果。 **优点：**针对鲑鱼类通过具有良好的效果。 **缺点：**挡板使水流的一部分与水槽中的主流相对，导致水槽速度的下降，产生的紊流较大，生物容纳能力有限。	低水头	该鱼道类型产生的水流条件与枕头坝二级水电站过鱼设施过鱼对象生态习性不符合
池堰式鱼道（Pool&Weir fishway，包括带孔和不带孔情况）		池堰式鱼道的特点是一系列由挡墙形成的溢流堰和梯级水池，溢流堰将总水头分解成离散的、鱼类可通过的梯级水头。池堰式鱼道中的水流通过挡墙上层溢流态下泄，与下一级水池中的水垫形成冲撞，以此来消能。此类型隔板在国外早期使用较多，如英国的特鲁因姆(Truim)、卡拉哥(Craigo)及巴西伊泰普鱼道。 **优点：**鱼道内水流过流较平稳，适用于喜表层、跳跃的鱼类。 **缺点：**消能不充分，适应水位变动能力差，上游水位下降可能导致鱼道断流。	低水头	该鱼道类型产生的水流条件与枕头坝二级水电站过鱼设施过鱼对象生态习性不符合
冰港式鱼道（Ice Harbor fishway）		冰港式鱼道属于改良的池堰式鱼道，由一个非溢流中央挡板和左右溢流隔板（有两个位于溢流堰下方的水下底孔）组成。 **优点：**冰港式鱼道池室较大，鱼道生物容纳量大，适合洄游性强，洄游密度大的鱼种。 **缺点：**消能不充分，适应水位变动能力差。	中低水头	本工程过鱼对象包括鱊科、鳅科鱼类，溢流表面过鱼方式与鱼类过鱼对象生活习性不符合

同侧竖缝式鱼道（VSFs）			竖缝式鱼道是池式鱼道中的一种，其特征在于具有倾斜斜坡的矩形通道由一系列规则间隔的挡板隔成一级级的水池。水通过每个挡板上的垂直缝从上一级池室流到下一级池室。这种鱼道类型普遍用于中低水头水坝，但也有高坝建成竖缝式鱼道并运行效果较好的案例。 **优点：**竖缝式鱼道在国内应用较为广泛，可适应水库和尾水一定幅度的波动，提供了沿槽的整个深度的通道，理论上为更多喜不同水层的物种提供了上溯通道。 **缺点：**对施工要求高，造价相对较高。	一般用于中低水头挡水建筑物；国内外有高坝修建该过鱼设施的案例	根据枕头坝二级上游、下游梯级竖缝式鱼道设计、建设和运行经验，竖缝式鱼道适用于水头较低的工程，适合作为枕头坝二级水电站的过鱼设施。（枕二设计水头 15m）
仿自然鱼道	全河宽仿自然鱼道		全河宽岩石斜坡仿自然鱼道连接两个不同高程的水池（如河道障碍物上游和障碍物下游）的斜坡水道，建造在现有河道中，并横跨整个河流。 **优点：**鱼道宽就是河流宽度，从而消除了竞争流的影响，消除了鱼道吸引效果方面的顾虑。 **缺点：**适用范围有限，一般用于小型河流低水头障碍物。	用于低水头无发电要求的挡水堰；同时也用于坝堰拆除后河道修复	枕头坝二级位于城区，枢纽空间狭窄，布置紧凑，不适用仿自然鱼道
	部分河宽仿自然鱼道		类似于（全宽）岩石斜坡道，部分河宽岩石斜坡仿自然鱼道不跨越整个河流宽度。设计过程中应当进行详细的分析，以评估在各种水文条件（例如，低设计流量、高设计流量）下通过所有路径（例如，溢流、闸门、NLFs）的流量分布，以评估竞争流和吸引流的大小、持续性和位置关系。 **优点：**该鱼道满足所有鱼类洄游需求，可为水生生物提供栖息场所，具有设计和施工灵活性的特点。 **缺点：**鱼道占用场地面积较大，要求挡水建筑物周边有一定的布置空间。	一般用于低水头挡水建筑物；国外有高坝修建该过鱼设施的案例	枕头坝二级位于城区，枢纽空间狭窄，布置紧凑，不适宜应用部分河宽仿自然鱼道

	仿自然旁路		仿自然旁路设计用于输送水并绕过大坝或其他屏障，修建于现有河道河岸的外侧，具有仿自然的深潭、浅滩的序列。 **优点：**构建类自然河流的栖息洄游生境，可为多种水生生物提供通道。 **缺点：**适用于开阔地形条件下的中小型河流。	一般用于低水头挡水建筑物；同时在坝堰布置较密集的河道，旁路可以设计成绕过所有挡水建筑物的人工河道	枕头坝二级坝址右岸为滨河公路，左岸为紧靠金乌公路和居民楼，无空间布置低坡度、长跨度的仿自然旁路
升鱼机			**优点：**所需空间不大，投资省、灵活性好、对上游水位变化的敏感度低、鱼类过坝体力消耗小。 **缺点：**在设计和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；操作运行具有周期性，不利于大批鱼类连续过坝，并且运行管理费用偏高，同时不具备连接上下游生态廊道的功能。	中、高水头，要求坝下有一定的位置空间，不适合拱坝	过鱼自主性较差，在不具备鱼道布置条件时可作为备选方案
鱼闸			工作原理与船闸相似。由下水槽、闸室、上水槽 3 部分组成，利用上、下两座闸门调节闸室内水位变化而过鱼。工作时上闸门微开，下闸门全开，在下闸门口形成水流，吸引下游鱼类经下水槽进入闸室，然后关闭下闸门，等闸室内水位上升至上游水位时，打开上闸门，并通过使闸室中水流动，将鱼类引出闸室进入上游水域。最后关闭上闸门，开启下闸门放水，再次诱入。 **优点：**鱼类通过鱼闸时所需能量较少，对游泳能力差的鱼类尤为适用。 **缺点：**设施的运行费用较大。	中、高水头，要求坝下有一定的位置空间，不适合拱坝	过鱼自主性较差，在不具备鱼道布置条件时可作为备选方案

集运鱼船系统		**优点：**占用空间较小，可根据水位调整集鱼地点，灵活性强；投资成本较低。过鱼时间不连续，过鱼量较低，对鱼类伤害较大，对集鱼、运鱼操作要求相对较高，需要坝下有一定水深，流速在一定范围内。 **缺点：**过鱼量受人为因素控制，过鱼效果受诱鱼效果制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，同时噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	适用于水流较缓，有一定水深的坝下集鱼；其次主要用于库区集鱼	过鱼自主性较差，在不具备鱼道布置条件时可作为备选方案
其它类型集运鱼系统（集鱼通道+动力提升+运鱼船/运鱼车）		**优点：**布置灵活，受适应场地空间限制较小，其中集鱼通道的功能同鱼道，动力提升功能类似于升鱼机，可以通过运鱼车或者运鱼船在坝下进行收鱼运鱼，属于一种组合式的新型过鱼设施。 **缺点：**集鱼不连续，要求有专人进行运行管理。	一般用于坝下空间受限的高水头大坝，尤其是拱坝坝下过鱼设施布置受限制时。	过鱼自主性较差，在不具备鱼道布置条件时可作为备选方案

7.5.2.4 过鱼措施设计

（1）设计流速

根据《大渡河枕头坝一级、沙坪二级水电站鱼道过鱼对象游泳能力测试研究报告》，在主要过鱼对象中，重口裂腹鱼共测试 10 个样本，身长范围为 0.26～0.34m，测试水温为 16.8～20.1℃，测试溶氧为 5.5～7.78mg/L，测得其突进游泳速度范围为 0.8～1.59m/s，平均值为 1.23m/s；齐口裂腹鱼共测试 10 个样本，身长范围为 0.30～0.37m，测试水温为 16.5～21.6℃，溶氧为 5.32～6.79mg/L，测得其突进游泳速度范围为 0.85～1.53m/s；青石爬鮡共测试 10 个样本，身长范围为 0.16～0.22m，测试水温为 17～24.1℃，溶氧为 4.4～7.7mg/L，测得 10 尾青石爬鮡的突进游泳速度均大于 1.6m/s（装置测试段的流速上限值）。50%的齐口裂腹鱼突进速度大于 1.22m/s，50%重口裂腹鱼测试个体的突进游泳速度大于 1.25m/s，青石爬鮡由于胸部具有吸着器，可以吸附在水槽表面，所有测试个体的突进游泳速度均大于 1.6m/s。主要过鱼对象突进速度平均值大于 1.20m/s，考虑兼顾枢纽河段游泳能力较弱的鱼类，拟定枕头坝二级鱼道的设计流速为 1.20m/s。同时，枕头坝二级水电站鱼道主要过鱼对象的感应流速范围在 0.06~0.28m/s 之间，感应流速平均值约为 0.10m/s，即鱼道进口附近河道水流应尽可能有大于 0.10m/s 的流速。结合以上分析，枕头坝二级水电站鱼道水流流速宜在 0.10~1.20m/s。

（2）鱼道过鱼期间上下游水位

鱼道上下游的运行水位，直接影响到鱼道在过鱼季节中是否有适宜的过鱼条件。鱼道上下游的水位变幅，也会影响鱼道出口和进口的水面衔接和水池水流条件，使到达出口部位的鱼无法进入水库，也可使下游进口附近的鱼无法顺利进入鱼道。

枕头坝二级水电站为径流式电站，无调节性能。电站水库正常蓄水位 592.0m，死水位 589.0m，因此鱼道出口设计水位为：589.0m~592.0m，变幅 3.0m。下游沙坪一级水电运行水位按 576.2m 考虑；由于沙坪一级库区段穿越金口河城区，为安全考虑，沙坪一级在流量超过 3000m³/s 时，将水位降至 574m 运行。根据沙坪一级水电站相应坝前水位进行回水计算，枢纽最小下泄流量（流量为 327m³/s）时，对应枢纽坝下水位为 576.2m；六台机组满发时，对应枢纽坝下水位为 578.3m。

鱼道进口运行水位为576.2m~578.3m，变幅2.1m。根据进出口水位变幅和鱼道水深要求，拟定进出口各两个。

（3）鱼道进口位置

1）进口位置选择原则

鱼道的进口设计至关重要，进口能否为鱼类较快发现和顺利进入，直接影响过鱼的效果。根据鱼类坝下上溯规律，鱼道进口位置选择原则如下：

① 经常有水流下泄的地方，尽可能靠近鱼类能上溯到达的最前沿；

② 进口前水流不应有漩涡、水跃，进口下泄水流应使鱼类易于分辨和发现；

③ 水体新鲜、营养较为充足的水域，避开泥沙易淤积区，有油污、化学性污染和漂浮物的水域；

④ 进口应能适应拟定过鱼对象对水流的要求及运行水位变化范围；

⑤ 当下游水位变幅较大时，应设置两个或两个以上的不同位置和高程的进口，鱼道进口下游应设渐扩过渡段与下游河道相衔接。

⑥ 对于河床式、坝后式水电站，鱼道宜布置在电站旁侧。

⑦ 枢纽及其他建筑物下泄流量较大时，鱼道进口宜辅助必要的诱鱼、拦鱼及导鱼设施。

2）坝下流场分析

针对枕头坝二级枢纽的特点，建立枢纽下游河道水流数值仿真模型。根据枕头坝二级水电站枢纽工程运行调度状况，选取枢纽下游流场数值模拟典型计算工况进行模拟计算。

表 7.5.2-4　　枕头坝二级水电站枢纽下游流场数值模拟计算工况

序号	工况	水位（m）	流量（m^3/s）	工况说明
1	BJ6	576.2	327	6#机组发电（下泄流量为327 m^3/s），为最小下泄流量
2	J6	576.3	459	1台机组发电，6#机组满发
3	J16	576.5	918	2台机组对称发电，1、6#机组满发
4	J56	576.5	918	2台机组发电，5、6#机组满发
5	J135	576.9	1378	3台机组对称发电，1、3、5#机组满发
6	J123	576.9	1378	3台机组发电，1、2、3#机组满发
7	J1-4	577.3	1837	4台机组发电，1-4#机组满发

8	J1-6	578.3	2755	6 台机组发电，1-6#机组满发

由地形及鱼道运行资料可知，鱼道所有运行条件下，枢纽下游右侧水深均在3m 以上，满足进鱼口处水深大于 1~1.5m 的要求，故进鱼口水流条件主要与其附近的流场有关。采用二维水流数学模型模拟计算所得的各工况下枢纽下游流场结果见图 7.5.2-1~图 7.5.2-8。由图可知：

①工况 BJ6，最小下泄流量 327m³/s，6#机组开启时，枢纽下游右岸侧河道水流流速均小于 0.4m/s，存在贯通性低流速区，可供鱼类洄游。坝下初步布置的1、2#进鱼口侧，水流流速在 0.1~0.3m/s 之间，大于鱼类感应流速，有利于鱼类顺利找到进鱼口（图 7.5.2-1）。

②工况 J6，6#机组满发时，枢纽下游右岸侧河道水流流速均小于 1.2m/s，存在贯通性低流速区，可供鱼类洄游。初步布置的 1、2#进鱼口附近，水流流速为0.3~0.7m/s，大于鱼类感应流速，有利于鱼类顺利找到进鱼口（图 7.5.2-2）。

③工况 J16，1、6#机组满发时，枢纽下游右岸侧河道水流流速均小于 1.2m/s，存在贯通性低流速区，可供鱼类洄游。初步布置的 1、2#进鱼口附近，水流流速为 0.6~1.0m/s，大于鱼类感应流速，有利于鱼类顺利找到进鱼口（图 7.5.2-3）。

④工况 J56，5、6#机组满发时，枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 378m 范围内，河道水流流速小于 1.2m/s，初步布置的 1、2#进鱼口附近，水流流速为 0.4~1.0m/s，大于鱼类感应流速，有利于鱼类顺利找到进鱼口；枢纽下游右岸侧距坝纵轴线389m 再往下游处，存在贯通性低流速区，可供鱼类上溯；但枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 378~389m 范围内，河道水流流速在 1.2~1.5m/s，大于鱼道设计流速，鱼类上溯存在一定困难（图 7.5.2-4）。

⑤工况 J135，1、3、5#机组满发时，枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 364m 范围内，河道水流流速小于 1.2m/s，有利于鱼类顺利找到进鱼口；枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 364~397m 范围内，河道水流流速在 1.2~2.1m/s，大于鱼道设计流速，鱼类上溯存在一定困难（图 7.5.2-5）。

⑥工况 J123，1、2、3#机组满发时，枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 339m 范围内，河道水流流速小于 1.2m/s，有利于鱼类顺利找到进鱼口；枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 339~406m 范围内，河道水流多处出现流速大于 1.2m/s（局部大于 2.0m/s）

的区域，大于鱼道设计流速，鱼类上溯存在一定困难（图 7.5.2-6）。

⑦工况 J1-4，1-4#机组满发时，整个坝下河道流速较大，大部分区域水流流速大于1.2m/s，坝下右岸部分区域流速小于1.2m/s，鱼类上溯存在困难（图7.5.2-7）。

⑧工况 J1-6，1-6#机组满发时，枢纽下游河道流速整体较大，河段大部分区域水流流速大于 1.2m/s，坝下右岸侧部分区域流速低于 1.2m/s，鱼类上溯存在困难（图 7.5.2-8）。

综上分析，将上述工况下枢纽下游流场计算结果列于表 7.5.2-5。根据数值模拟和鱼道进口布置原则，只有近坝段右岸水流条件较为适合布置鱼道进口。通过二维数值模拟的方法对各工况条件下枢纽下游的水流流场结构进行模拟计算分析，计算结果显示，在 3 台及以下机组发电时（主要指在过鱼季节的 3~5 月份），枢纽下游河道水流条件相对较好，可满足鱼类上溯和鱼道进鱼要求；由各工况下游流场模拟结果可知，由于坝下游河道竖窄，导致河道水流流速整体偏高，在 4 台机及以上机组满发的情况下，枢纽下游整个河道流速偏大，大部分区域流速大于 1.2m/s，鱼类上溯会存在一定困难。但考虑到：①实际天然河道与数值模型可能略有差异，实际天然河道存在天然巨石、岸坡植被等因素，在靠岸侧和河道底层流速梯级较大，往往存在一定范围低流速区；②设计提供的鱼类游泳能力指标值偏保守，实际天然河道中鱼类上溯游泳能力与封闭量测装置中鱼类游泳能力可能存在差异；③在 4 台机及以上机组满发的情况下坝下河道大部分区域形成流速屏障，不利于鱼类上溯至坝下尾水管附近，但在坝下右岸沿岸侧和河底依然有低流速区可供鱼类上溯。

表 7.5.2-5　　枕头坝二级水电站枢纽下游流场计算结果

流量	工况	坝下水位	流场计算结果	说明
最小下泄流量 327m³/s	BJ6	576.2	枢纽下游右岸存在贯通性低流速区	满足过鱼要求
1 台机组满发	J6	576.3	枢纽下游右岸存在贯通性低流速区	满足过鱼要求
2 台机组满发	J16	576.5	枢纽下游右岸存在贯通性低流速区	满足过鱼要求
2 台机组满发	J56	576.5	枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 380m 附近，河道水流流速大于 1.2m/s	满足过鱼需求
3 台机组满发	J135	576.9	枢纽下游右岸侧距坝纵轴线 400m 附近，河道水流流速大于 1.2m/s；近坝段右岸侧流速	基本满足过鱼要求

			低于 1.2m/s，有利于鱼类上溯	
3 台机组满发	J123	576.9	枢纽下游右岸距坝纵轴线 400m 附近，河道水流流速大于 1.2m/s；近坝段右岸侧流速低于 1.2m/s，有利于鱼类上溯	基本满足过鱼要求
4 台机组满发	J1-4	577.3	枢纽下游河道流速整体较大，大部分区域水流流速大于 1.2m/s，坝下右岸侧部分区域流速低于 1.2m/s，鱼类上溯存在困难	鱼类上溯会存在一定困难
6 台机组满发	J1-6	578.3	枢纽下游河道流速整体较大，大部分区域水流流速大于 1.2m/s，坝下右岸侧部分区域流速低于 1.2m/s，鱼类上溯存在困难	鱼类上溯会存在困难

3）鱼道进口位置

鱼道上下游的运行水位，直接影响到鱼道在过鱼季节中是否有适宜的过鱼条件。鱼道上下游的水位变幅，也会影响鱼道出口和进口的水面衔接和水池水流条件，使到达出口部位的鱼无法进入水库，也可使下游进口附近的鱼无法顺利进入鱼道。

鱼道进口布置在近坝段右岸水流较缓的区域，1#进口布置在尾水渠出口下游约 155m 处，2#进口布置在尾水渠出口下游约 85m 处（图 7.6.2-13）。在过鱼季节，枢纽最小下泄流量时，对应坝下水位为 576.2m；枢纽 6 台机组满发情况下，对应坝下水位为 578.3m。因此，在本阶段鱼道设计，鱼道进口设计水位为：576.2m~578.3m，变幅 2.1m；1#进鱼口底高程 573.94m，适应水位为 576.2m~576.9m，1#鱼道进口水深在 2.3m~3.0m 之间；2#进鱼口底高程 575.55m，适应水位为 576.9m~578.3m，2#鱼道进口水深在 1.5m~2.8m 之间。1#鱼道进口重点考虑枢纽 3 台及以下机组发电工况下运行，2#进口考虑高流量高水位情况下运行。

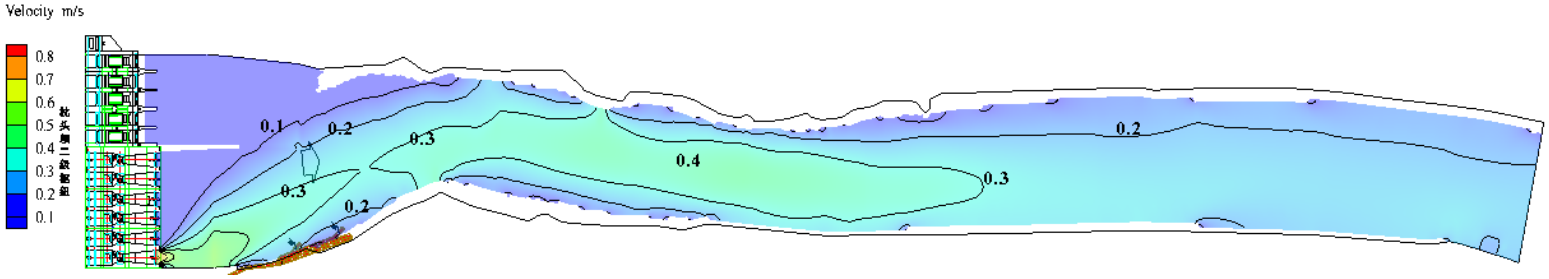


图 7.5.2-1　工况 BJ6 枢纽下游流场（最小下泄流量）

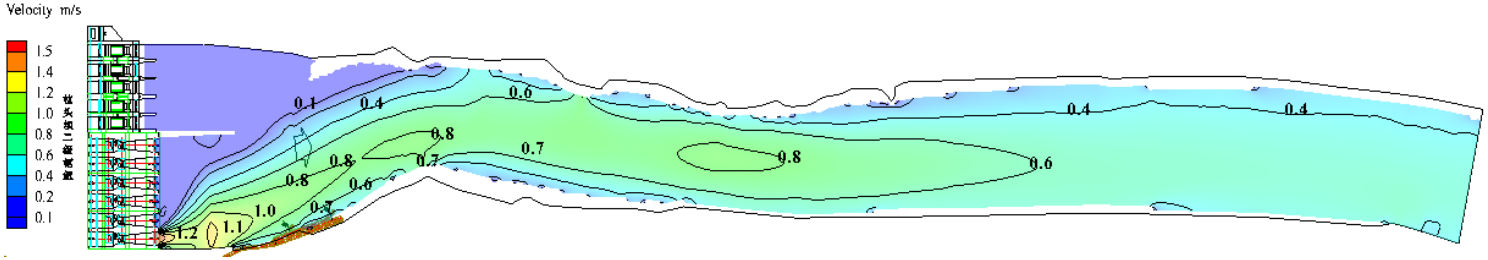


图 7.5.2-2　工况 J6 枢纽下游流场（6#机组满发）

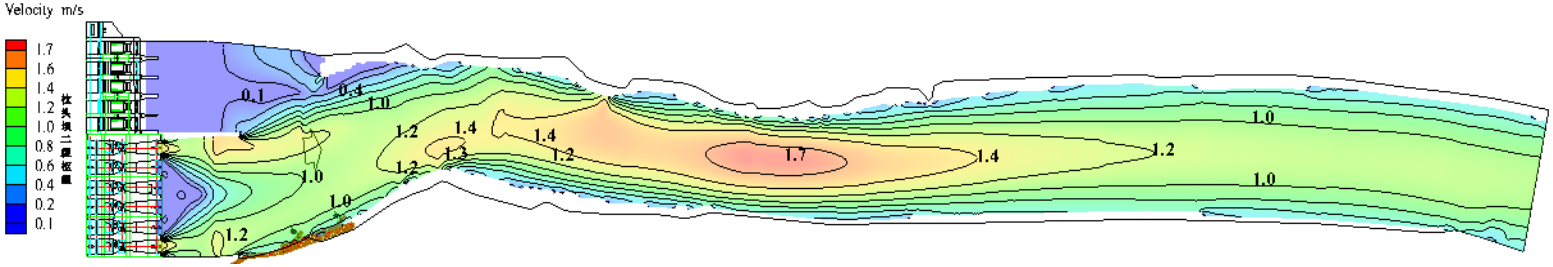


图 7.5.2-3　工况 J16 枢纽下游流场（1、6#机组满发）

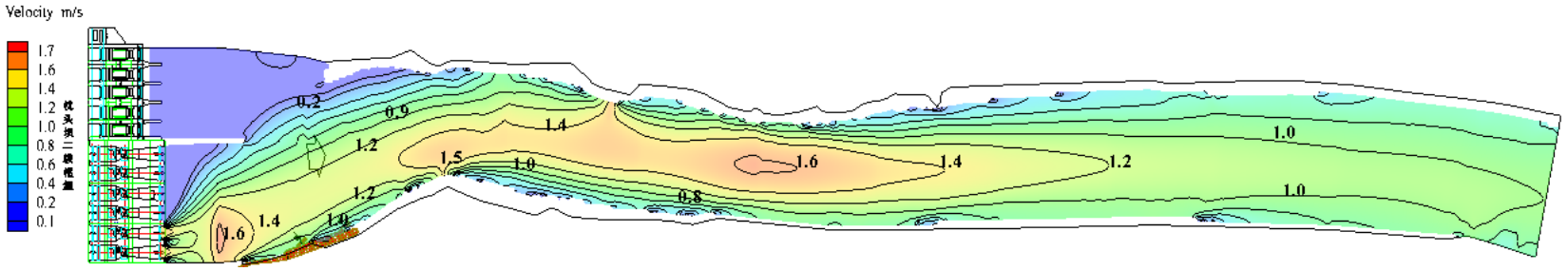


图 7.5.2-4　工况 J56 枢纽下游流场（5、6#机组满发）

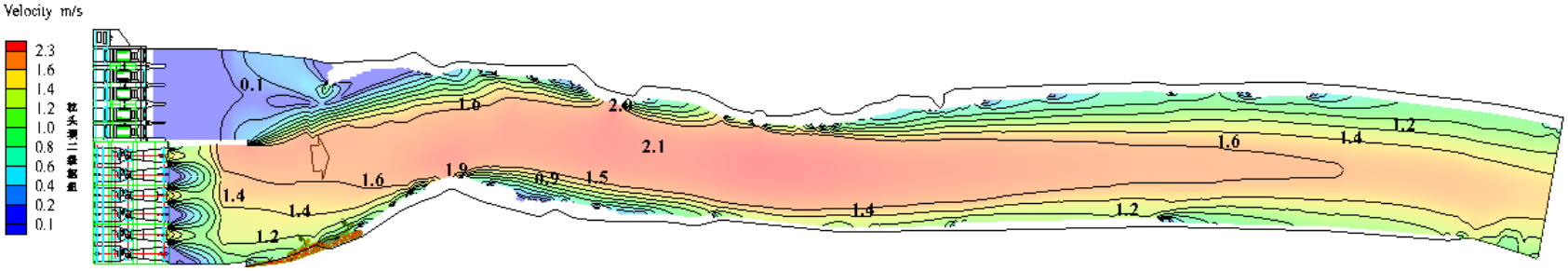


图 7.5.2-5　工况 J135 枢纽下游流场（1、3、5#机组满发）

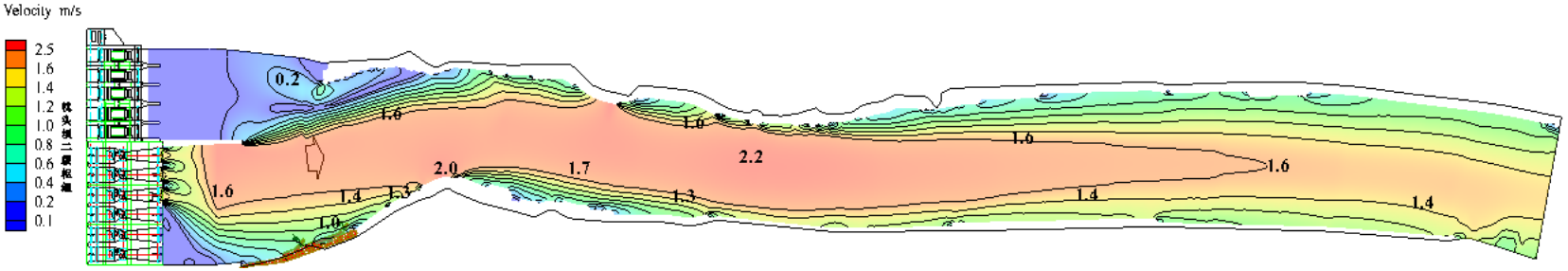


图 7.5.2-6　工况 J123 枢纽下游流场（1、2、3#机组满发）

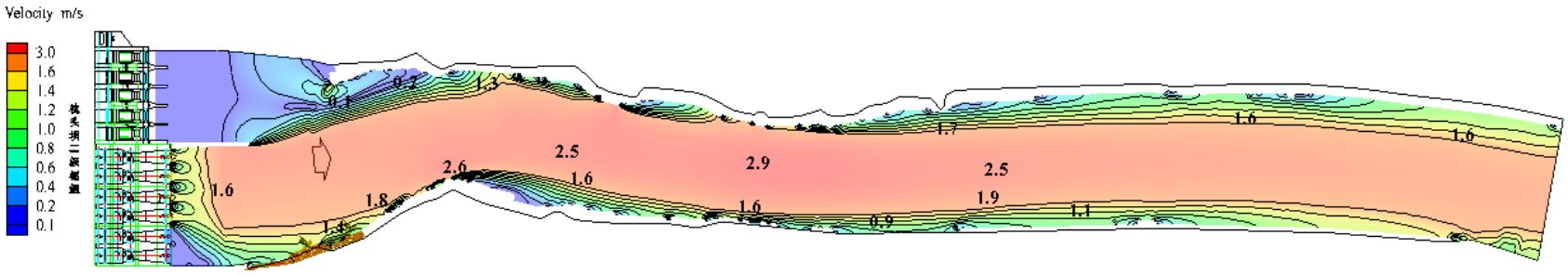


图 7.5.2-7　工况 J1-4 枢纽下游流场（1-4#机组满发）

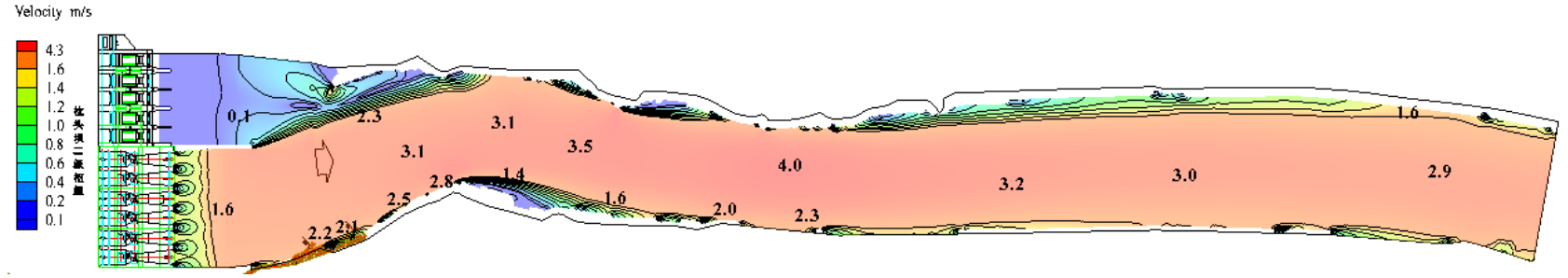


图 7.5.2-8　工况 J1-6 枢纽下游流场（1-6#机组满发）

（4）鱼道槽身设计

1）鱼道池室结构

根据枕头坝一级、沙坪二级和国内外同类型鱼道池室尺寸，拟定枕头坝二级鱼道池室长 2.4m，净宽 2m，竖缝宽 0.3m。结合《湘江长沙综合枢纽工程鱼道水工水力学模型试验研究报告》、《丹巴水电站可行性研究阶段鱼道模型试验研究报告》和《沙坪二级水电站鱼道设计研究专题报告》推荐的鱼道池室类型，通过综合对比，推荐在枕头坝二级水电站竖缝式鱼道中采用“L 型隔板”（图 7.6.2-9），通过对不同坡度（i=1:45、i=1:40、i=1:35）下 L 型隔板鱼道池室水流条件开展数值模拟研究，研究结果表明，当鱼道底坡为 1:40 时（枕头坝一级鱼道设计坡度为 1:30，沙坪一级鱼道设计坡度为 1:38.5），池室内流速最大的点流速值约 1.18m/s（图 7.6.2-10~图 7.6.2-11），已接近 1.20m/s 设计流速指标，因此建议鱼道底坡坡度为 1:40。

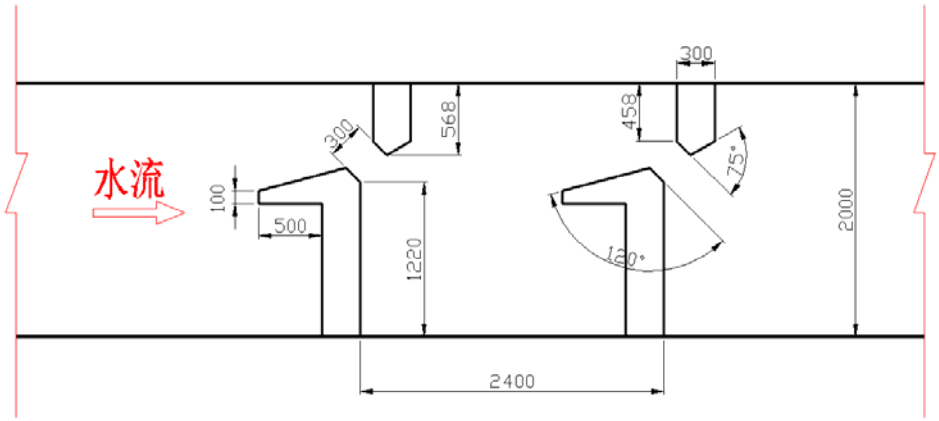


图 7.5.2-9　枕头坝二级鱼道常规池室尺寸（单位：mm）

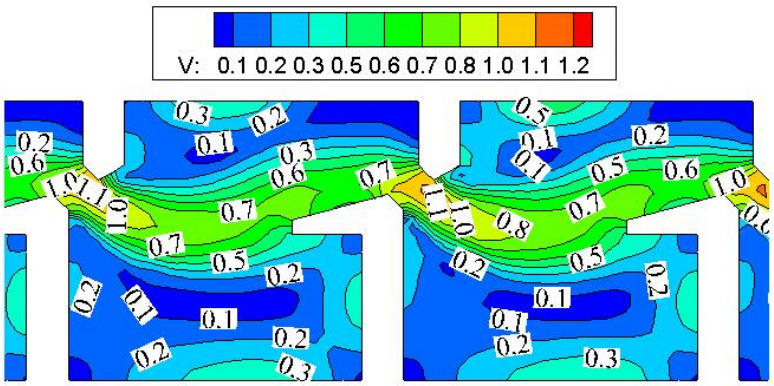


图 7.5.2-10　坡度为 1:40 时，L 型隔板表层流速等值线云图

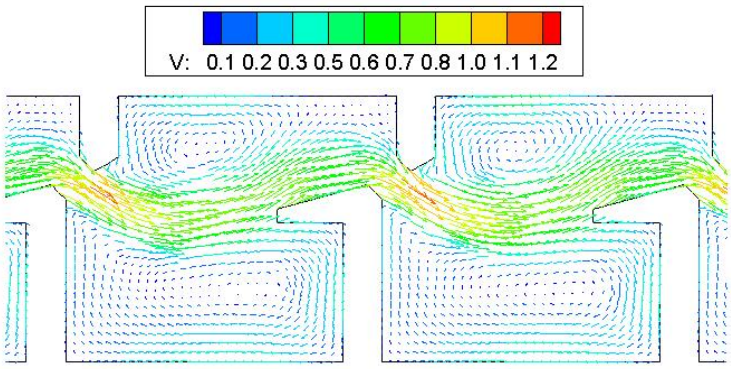


图 7.5.2-11　坡度为 1:40 时，L 型隔板表层流速等值线云图

2）鱼道休息池

在两个进出口交汇区和鱼道转角处设置休息池，休息池平底，池室长约 4.8m。其余鱼道中，按照每隔约 15 池室布置休息池。

（5）鱼道出口位置

1）出口位置选择原则

鱼道出口选择应考虑以下原则：

A、远离厂房进水口等，防止上溯成功的鱼被水流带回下游；

B、能适应上游水位的变动，在过鱼期间，当坝上水位变化时，能确保鱼道出口有足够的水深，且与水库水面很好的衔接；

C、出口应远离水质有污染及对鱼类有干扰和恐吓的区域。

2）出口位置选择

枕头坝二级水电站为径流式电站，无调节性能。电站水库正常蓄水位 592.0m，死水位 589.0m，因此鱼道出口设计水位为：589.0m~592.0m，变幅 3.0m。鱼道 1#出口底高程 588.2m，运行水位 589.0-590.5m；鱼道 2#出口底高程 589.7m，运行水位 590.5-592.0m。

（6）附属设施

枕头坝二级水电站鱼道附属设施包括水流诱鱼设施、观察设施、闸门、拦污设施、防护设施等。

1）辅助诱鱼水流系统

建议鱼道专题设计阶段，及时开展鱼道物理模型试验和鱼道进口补水试验，研究补水措施。

2）闸门及其起闭设备、拦污栅

枕头坝二级鱼道在靠近进出口处设置闸门，进口设置 2 道闸门，出口设置 2 道闸门。根据枕头坝二级和沙坪一级水电站智慧电厂的思路和实现无人电厂的目标，建议枕头坝二级鱼道闸门采用自动控制系统，通过自动控制系统，应实现鱼道各闸门可根据上下游水位的变化来实现远程自动控制的目标。1#鱼道进口闸门底槛高程为 573.94m，2#鱼道进口闸门底槛高程为 575.55m；1#鱼道出口闸门底槛高程为 588.20m，2#鱼道出口闸门底槛高程为 589.70m。同时，为防止上游残渣废弃物堵塞鱼道池室，在鱼道出口处设置拦污栅。

3）观测设施

观测设施是鱼道重要组成部分，在鱼道运行过程中，为对过鱼种类、数量等进行长期不间断监测，需在鱼道沿程合适位置处设置一个观察室，观察室主要配备观察、摄像、计数及其他监测仪器设备，用以记录不同时段的过鱼数量、种类、水位差、流速等。此外，考虑到鱼道生态教育功能，建议枢纽区景观设计考虑枕头坝二级鱼道主体和观察室，在保证鱼道基本功能的基础上，最大化其可参观性，打造城区水电枢纽生态景观教育基地。

4）防护设施

枢纽工程位于城区，枕头坝二级鱼道沿岸布置，考虑到居民和运行人员安全，应沿鱼道挡墙设栏杆和栏栅。

（7）鱼道整体布置方案

1#进口布置在尾水渠出口下游约 155m 处，2#进口布置在尾水渠出口下游约 85m 处，鱼道贴右岸布置，鱼道从下至上由鱼道进口池室、一般池室、休息池、观测室、出口等组成。在鱼道进口处各设一扇工作门。坝上段鱼道贴库区右岸防洪堤布置，在高程 588.2m 和 589.7m 处各设一鱼道出口，鱼道出口处各设一扇工作门。坝下鱼道段受布置限制，鱼道采取连续“绕弯”方式布置，坝上段采用单向布置，鱼道全长约 760.8m（图 7.6.2-13）。鱼道边墙采用混凝土重力式断面型式，鱼道池室净宽为 2.0m，边墙厚 0.5m，单个池室长度为 2.4m，坡降为 2.5%，共 263 个池室；平均 15 个池室设置一个休息池，休息池长约 4.8m，平坡，共 20 个休息池；鱼道内部采用同侧竖缝式结构型式，池室采用“L”型挡墙，挡墙高 3.0m，厚度为 30cm，竖缝净宽 0.3m。鱼道布置详见附图 13“枕头坝二级鱼道平

面布置图”。

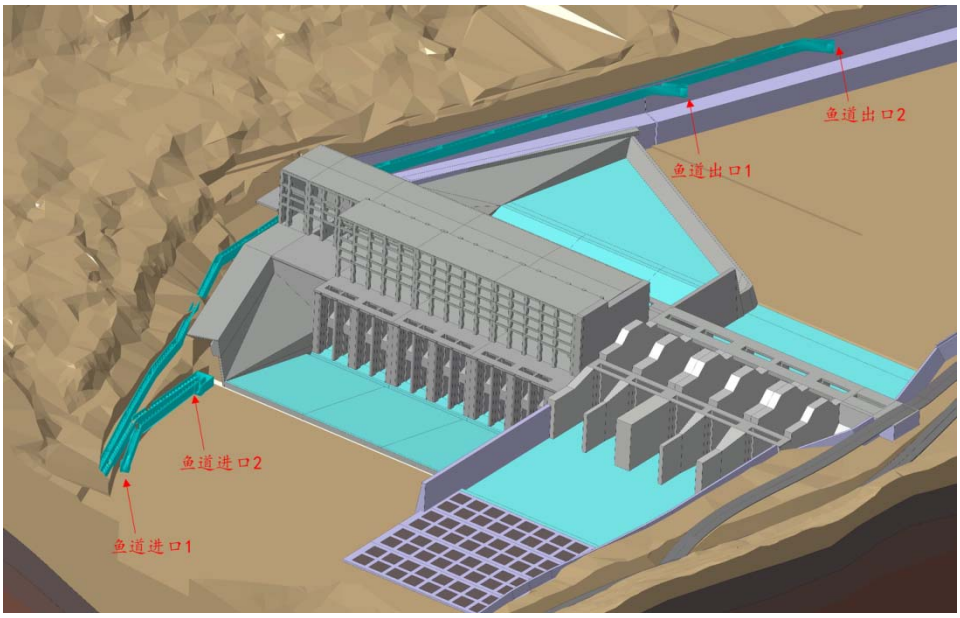


图 7.5.2-12　鱼道布置三维示意图

7.5.2.5 鱼道运行管理

（1）运行管理

鱼道管理的好坏，直接关系到过鱼效果，而鱼道运行专业性较强，涉及专业较多，需要相关的管理和技术依托，因此为了保证鱼道的正常运行，宜采用业主负责，渔业部门和环保部门监督，有关研究单位参与的形式进行。业主主要负责具体实施并提供相应费用，渔业部门和环保部门负责监督，过鱼效果观测及评估由具有技术攻关能力的科研单位协作。同时要充分借鉴枕头坝一级、沙坪二级水电站鱼道运行经验，建议业主方统一安排、制定河段梯级开发水电站鱼道运行管理办法，保障鱼道长期有效运行。

（2）运行时间

运行时间与过鱼季节相对应，重点保障主要过鱼时期（3~5 月和 8~9 月），同时为了最大程度上保障鱼类通过，3~9 月为鱼道运行期，在洪水期可选择停运。枕头坝一级鱼道运行结果表明鱼道内鱼类上溯昼夜规律为晚上进入鱼道上溯的数量显著大于白天上溯的数量，枕头坝二级鱼道应整天运行。

（3）运行方式及内容

在鱼道正式投入运行前，必须对鱼道及配套设备进行试验，对鱼道过鱼效果进行试运行期的监测评估，以便及时发现在实际使用中可能出现的问题，并提出

解决和改进方案。待鱼道试运行结束后，正式运行阶段应开展鱼道过鱼效果长期监测和统计，分析过鱼效果，积累基础资料；联合上下梯级鱼道建立监测评估数据库和数据共享平台。

（4）保养维修

鱼道运行期需加强设备检查，保证正常运行。经常检查各闸门及启闭机，经常清理泥沙、漂浮物和垃圾等。擦洗观测室玻璃窗，保持透明度。观测设备注意防潮。过鱼设施和观测设备如有损坏，应对损坏部位及时维修。在过鱼季节前后，应对过鱼通道进行清污、维护、保养及检修，保证在过鱼季节来临前鱼道可正常运行。同时在洪水期结束后，应过鱼通道及鱼道附属设备进行检修、清污、维护和保养。

7.5.3 增殖放流

根据规划环评要求，枕头坝二级水电站主要依托瀑布沟水电站黑马鱼类增殖站二期工程实施鱼类增殖放流工作。

7.5.3.1 放流对象

增殖放流对象应结合上下游梯级设计阶段放流要求、黑马增殖站实际科研运行能力、放流效果、本项目水生生态现状及工程建设运行后受影响较为明显的鱼类等多方面综合确定。

根据枕头坝一级、沙坪二级水电站环评批复要求，明确近期放流重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长薄鳅、白甲鱼、华鲮，中长期放流青石爬鮡、红唇薄鳅、长鳍吻鮈。根据近年来水生生态调查，华鲮在评价河段鱼类资源量极少，近几次调查均无实际渔获物，因此不建议将其作为放流对象。

除以上分析外，根据水生生态调查和回顾评价成果，白缘鮕属于《中国物种红色名录》濒危种，是河段主要渔获物，在过鱼效果评估过程中也发现有一定数量的过鱼记录，该种类有一定的保护价值、经济价值；另外，由于其属于产粘沉性卵、流水依赖类种类，在枕头坝二级工程实施后将成为主要受影响种类。

综合以上，建议将重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长薄鳅、白甲鱼、白缘鮕、青石爬鮡、红唇薄鳅、长鳍吻鮈作为本项目增殖放流对象。其中，重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长薄鳅、白甲鱼为近期放流对象，白缘鮕、青石爬鮡、红唇薄鳅、长鳍吻鮈作为中长期放流对象。

7.5.3.2 放流周期及放流地点

放流周期：近期放流暂按 10 年考虑。10 年以后，根据鱼类资源的恢复情况，对拟定的近期放流对象进行相应的调整，并制定长期的放流计划。

放流地点：干流枕头坝二级库尾段、支流江沟栖息地保护河段。

7.5.3.3 放流标准

放流的幼鱼必须是大渡河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。按渔业行政主管部门制定的《水生动物增殖放流技术规范》严格管理。

7.5.3.4 放流苗种数量和规格

《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》（NB/T 35037）中对放流规模计算的要求为：“放流规模应根据放流水域生境条件、生态承载力、放流对象的种群生存力等因素，综合分析确定；现阶段本工程采取目前使用较为广泛的渔产潜力估算法确定对本增殖站放流规模进行分析计算。

（1）渔产潜力估算

根据《水库鱼产力评价标准》渔产潜力估算计算方法如下：

$$F_{总}=F_{浮游植物}+F_{浮游动物}+F_{底栖动物} \quad （1）$$

式中：

$$F_{浮游植物}=B_G(P/B)aV\times 100/k \quad （2）$$

式中：

$F_{浮游植物}$——浮游植物提供的鱼产力，t；

B_G——浮游植物年平均生物量，mg/L；

P/B——(该饵料生物年生产量与年平均生物量之比；

a——鱼类对该饵料生物的最大利用率；

V——水库 10m 以内的库容，10^8m^3；

k——鱼类对该饵料生物的饵料系数。

$$F_{浮游动物}=B_{ZP}(P/B)aV\times 100/k \quad （3）$$

式中：

$F_{浮游动物}$——浮游动物提供的鱼产力，t；

B_{ZP}——浮游动物年平均生物量，mg/L；

P/B——P/B 系数（该饵料生物年生产量与年平均生物量之比）；

a——鱼类对该饵料生物的最大利用率；

V——水库 10m 以内的库容，108m³；

k——鱼类对该饵料生物的饵料系数。

$F_{底栖动物}$＝BZB(P/B)aS/k　　（4）

式中：

$F_{底栖动物}$——底栖动物提供的鱼产力，t；

B_{ZB}——底栖动物年平均生物量，g/m²；

P/B——P/B 系数(该饵料生物年生产量与年平均生物量之比)；

a——鱼类对该饵料生物的最大利用率；

S——养殖面积，km²；

k——鱼类对该饵料生物的饵料系数。

对照《水库鱼产力评价标准》本增殖站各项参数取值选取结果为：浮游植物 P/B 系数取值为 90，浮游动物 P/B 系数取值为 20，底栖动物 P/B 系数取值为 3；浮游植物饵料最大利用率为 0.3，浮游动物饵料最大利用率为 0.4，底栖动物饵料最大利用率为 0.25；浮游植物饵料系数为 100，浮游动物饵料系数为 10，底栖动物饵料系数以 5 计。

根据《大渡河枕头坝二级河段水生生态现状调查及影响评价专题》，枕头坝二级库尾以上河段浮游植物生物量平均为 0.016mg/L，浮游动物生物量平均为 0.0038mg/L，底栖动物生物量平均为 0.0744g/m²；支流江沟浮游植物生物量平均为 0.019mg/L，浮游动物生物量平均为 0.0008mg/L，底栖动物生物量平均为 0.018g/m²。按照公式（1）~（4）经计算，枕头坝二级影响区渔产潜力见下表：

表 7.5.3-1　　枕头坝二级水电站影响区渔产潜力

序号	位置	渔产潜力（t）
1	枕头坝库区-库尾段	0.1214
2	支流江沟下游	0.0019
3	总计	0.1233

（2）理论放流规模分析

电站的建设运行，引起工程河段水水文情势的变化，从而影响河流鱼类生境

适宜性，结合已有工程经验，选取生境折减系数为 0.7，则枕头坝二级电站运行后，影响区渔产潜力预测为 F 总×0.7=0.1233×0.7≈0.08631t。

根据《大渡河枕头坝二级河段水生生态现状调查及影响评价专题》，枕头坝二级水电站所在河段殖放流对象的渔获物量占总渔获物量的 80%，因此放流鱼种年渔产潜力合计为：

F 总放流=0.08631×80% =0.069048t。

根据《大渡河枕头坝二级河段水生生态现状调查及影响评价专题》渔获物统计，增殖放流鱼类渔获物平均体重（T）为 0.082 kg。存活率（r）为 5%，得出理论放养量：

Q 放流＝F 总放流÷T÷r≈1.65 万尾。

通过上述计算拟定本阶段枕头坝二级水电站影响区放流 1.65 万尾/年。

根据放流河段渔获物比例以及河段鱼类资源特性，按照“统筹兼顾、重点突出、技术可行”的原则，拟定近期放流对象分别为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅、白甲鱼，远期放流对象为青石爬鮡、长鳍吻鮈、红唇薄鳅。近期放流规模如下，远期放流规模根据后期增殖放流效果进行确定。

表 7.5.3-2　　枕头坝二级水电站近期放流数量及规格

计划	放流对象	数量（万尾）
近期	齐口裂腹鱼	0.7
	重口裂腹鱼	0.6
	长薄鳅	0.2
	白甲鱼	0.15
合计		1.65

7.5.3.5 依托黑马鱼类增殖站二期的可行性

黑马增殖站二期工程 2015 年 1 月开工建设，2016 年 6 月完工，同年 8 月土建工程、鱼类养殖设施设备工程等主体工程通过验收，2017 年建成并投入使用，2017 年 12 月通过完工验收。因此，本工程依托于黑马增殖站二期工程开展增殖放流工作是可行的。

7.5.3.6 标志及遗传档案的建立

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，即所有物种的人工增殖放流必须进行部分或全部标志或标记。

7.5.4 生态调度

枕头坝二级水电站为径流式电站，不具备调节性能，河段生态调度措施主要由上游控制性梯级确定。根据《大渡河大岗山至河口段梯级电站生态调度研究成果报告（初稿）》，通过对生态调度多方案的比较和指标体系构建，对生态调度执行标准进行了探讨，针对大渡河大岗山至河口段生态调度需求及过程进行了深入研究，明确调度首先应满足生态基流要求，符合环评要求下泄的最小生态流量；其次，在此基础上，结合水文流量过程和生态需水要求，对瀑布沟河段、沙坪二级河段、河口河段的生态需水量进行了重点研究，提出了生态基流量和人造洪水过程。

因此，枕头坝二级水电站运行后，在敏感时段根据上游来流量“来多少、泄多少”进行下泄，遵从上游梯级生态调度要求。

7.5.5 鱼类保护科学研究

（1）关键物种基础生态学研究

鱼类产卵场设计应以鱼类喜好的流速、水深、底质、水温等研究成果为基础。目前针对裂腹鱼类、鮡科鱼类的基础学生态学研究较多，但针对本项目栖息地保护中的其他主要保护对象如平鳍鳅科、钝头鮠科鱼类的基础研究较为薄弱，建议开展相关关键物种的基础生态学研究。

（2）枕沙河段水电梯级开发背景下过鱼设施运行环境影响回顾评价

枕沙河段处于大渡河中游段，是大渡河水电梯级开发背景下上下游鱼类基因交流、洄游阻隔影响研究的重点河段。另一方面，枕一、枕二、沙一、沙二以及“大渡河回顾性评价报告”审查意见中明确须补建过鱼设施要求的龚嘴梯级在未来将形成枕沙河段五级过鱼设施运行的上下游联动格局，建议开展枕沙河段水电梯级开发背景下过鱼设施运行环境影响回顾评价，研究过鱼设施实施对环境（尤其是鱼类资源）动态影响，有助于指导后续过鱼设施调整优化。

（3）珍稀特有鱼类人工繁殖技术研究

为保证鱼类增殖站增殖放流任务顺利完成，并达到放流苗种在自然环境中较好的生存、繁衍的目的，需加快对主要鱼类增殖放流对象进行相关的科技攻关研究。

根据调研国内现阶段鱼类增殖相关研究的成果，黑马鱼类增殖站在红唇薄鳅、

长鳍吻鮈、青石爬鮡人工驯养、人工繁殖、苗种培育和早期发育的研究中已取得部分成果，下一步还须加快相关科研成果集成和进一步攻关，为达到规模化增殖放流目的积累研究基础。另外，建议根据白缘鮡鱼类繁殖生物学特性，在受精卵孵化和胚胎发育苗种培育的不同阶段，分别从水温、溶解氧、水质、水交换量、微水流流态、培育容器的物理环境以及早期生活史行为等方面进行大量试验和观察，找到水温、水质、育苗容器的材料和制作工艺以及鱼苗的开口时机和开口方法，为进一步开展苗种培育和早期发育等研究奠定基础。另外，由于黑马增殖站承担的增殖放流任务是大渡河流域层面增殖放流研究体系的一部分，建议在鱼类繁殖技术基础研究方面，应当以整体性、长期性思路为主，加强与流域内其他增殖放流站之间的亲鱼资源共享机制，保障增殖放流任务和繁育子一代的珍稀、特有鱼苗的生物多样性，尽快掌握各种珍稀、特有鱼类的繁育技术。

（4）栖息地保护相关研究

开展鱼类适宜生境研究，针对栖息地保护河段进行保护方案设计，包括但不限于以下内容：

1）小流域尺度下鱼类适宜栖息生境研究；

2）近自然然修复技术研究；

3）岸坡防护生态工程与多样性生境营造技术研究；

4）人造产卵场模拟试验；

5）鱼类野化驯养基地生境改造方案研究；

6）河道整治及生境连通性研究。

7）结合鱼类栖息地水生调查结果，评估栖息地保护效果，建立栖息保护效果评价指标体系，为优化栖息地保护措施提供依据。

（5）过鱼效果观测及研究

在过鱼设施开始投入运转以及此后规律的间隔时期，开展过鱼系统的鱼类资源调查，明确辨认过鱼的种类、大小、体重、性别等生物学特征。长系列的数据累积还可得到过鱼对象随时间、季节及年度的变化规律。观测跟踪洄游鱼类在坝上坝下的洄游路径和出入过鱼设施的时间、产卵时间等生态学数据。分析鱼类洄游和产卵过程的延滞。

（6）鱼类增殖放流效果研究

为满足对苗种放流效果监测评价的需要，放流前需进行放流苗种标志技术的研究，该方面的研究可为建立标准化放流程序奠定基础。

为评估人工增殖放流效果，适时调整人工增殖放流计划，需要在苗种放流期间以及放流一段时间后进行相应监测。监测内容主要包括种群数量与遗传多样性变动两个方面。通过渔获物调查评价各放流鱼类种群数量的涨落，并通过鱼类早期资源调查获得放流鱼类自然繁殖状况的有关信息。通过渔获物调查所获得的DNA 材料，进行种群遗传结构与遗传多样性分析。具体研究包括分子标记的筛选、自然种群的遗传多样性水平和遗传结构研究、人工增殖放流对种群遗传多样性的影响评价等。

7.6 陆生生态保护措施

7.6.1 陆生植物植被保护措施

7.6.1.1 避让措施

（1）优化工程布置，工程选址应尽量避免占用区域林地，应尽量选择荒地、未利用地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

1）优化 3#公路的设计，尽量利用区域内已有的乡村道路进行布设。

2）优化河湾弃渣场，现规划的河湾弃渣场最大堆渣高度 40m，弃渣场临近大渡河且具有一定的坡度，安全事故风险较高。

3）优化整合施工工厂设施，机械修配厂/停放场、钢筋/木材加工厂等可进行优化整合减小占地面积。

4）施工区域临近城镇，施工的生产生活可租用当地的民房以减少本工程的临时占地和生活污水对环境的破坏。

（2）优化施工方案，项目弃渣场、河道整治开挖渣料、坝址等工程的设置要在最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

（3）对河道整治清理的淤泥应设置制定合理的处理方式，防止淤泥的堆积对工程区域内植被的破坏。

（4）保护区域农田植被，优化施工时序，在时建议在农作物收获后施工。

（5）加强森林防火工作，对施工人员和周边的居民进行宣传教育设置警示

牌，严禁携带火种进山，严防放火烧荒，避免对林地的损毁。

（6）在业主营地、发电作业等区域应聘请专职的环境卫生管理人员并配备垃圾桶每日及时清理生活垃圾再交由当地环卫部门统一进行处理，生活污水通过处理后用于营地的园林绿化，从而避免工程运营期对植物的影响。

7.6.1.2 减缓措施

（1）加强森林资源保护。本工程的砂石加工系统、供水厂、变电站附近森林资源相对较好，工程施工时应防止对其周边森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林等不良现象发生同时应保护好评价区内现有的森林。

（2）划定施工活动范围，加强施工监理工作。本工程的施工区域主要集中在永和镇的新光村、和平社区等地，在此区域内应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。

（3）设置警示牌，施工期间，在坝址区域、生产生活区域、施工工厂设施区域、砂石加工系统、混凝土拌和系统等各主要施工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。

（4）防止外来入侵种的扩散。评价区域已发现的外来入侵植物有野茼蒿、藿香蓟等对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。同时应加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传。

（5）加强宣传教育活动，强化生态保护意识。施工前印发生态保护手册，加强对施工人员的法律和生态保护知识的宣传教育。

（6）加强植物检疫。在施工建设过程中要加强包装材料的检疫工作，防止森林病虫害的爆发。

（7）定期洒水除尘。工程施工建设中运输车辆引起的二次扬尘会对周边植物的生命活动产生一定的影响，定期对工程周边进行洒水除尘可减缓扬尘对周边植物的影响。

（8）加强水土流失的治理工作。对于施工过程中扰动的地表应及时的进行植被恢复，因工程不能及时恢复的应做好相应的临时措施进行遮挡防护等。

7.6.1.3 恢复与补偿措施

（1）植树造林，通过植树造林，提高评价区内植被覆盖，促进区域内植被类型多样化，群系结构及物种丰富化。因此，运营期建议在业主营地、渣场等区域进行植树造林活动。

（2）植被修复

施工结束后，对临时占地耕地及灌草地区域应进行场地清理、土地整治后采取复垦或者抚育的方式恢复生境。林地上植被恢复时应遵循“适地适树、适地适草”的原则下。在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

1）保护原有生态系统：在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

2）选择适宜的恢复物种：尽量选用适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土植物进行植被恢复，同时为提高区域生物多样性，应适当引进新的优良植物，在恢复物种选择时应防止外来入侵种的扩散。

3）根据立地条件进行植被恢复：植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌草的合理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。

7.6.1.4 管理措施

（1）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。

（2）在工程管理机构应设置生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度。

（3）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。

（4）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。

7.6.1.5 对古树的保护措施

评价区古树有 2 种 12 株，与工程区水平距离 300m 内的古树有 1 种 6 株，

300m 外的古树有 2 种 6 株，工程建设对其影响较小，建议对评价区内的古树进行挂牌就地保护，分别作好登记、编号、造册。

对评价区内 12 株古树的生长状况进行详细的调查，并对其生长状况进行定期的监测，如有生长异常情况，及时查找原因，进行营救。工程施工时应定期进行洒水除尘，以减小扬尘对古树的影响。

7.6.2 陆生动物保护措施

7.6.2.1 避让措施

（1）弃渣场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避开评价区内植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

（2）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。

7.6.2.2 减缓措施

（1）广泛开展宣传和教育

在认真做好库区库周生态环境建设和对动物栖息地很好保护的同时，还必需通过多种途径广泛开展保护野生动物的宣传和法制教育。充分利用当地赶集机会，采用广播、电视、墙报和黑板报、张贴标语、散发宣传单、出动宣传车、印制动物保护小册子等多种形式，开展 3 年的媒体宣传教育，在库区库周涉及乡镇宣传有关野生动物的知识及保护的意义，保护野生动物的栖息环境，禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物，有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动，使当地的居民能够自觉地保护当地的重点保护动物。

根据本工程施工人员数量、移民安置人口，印发环境保护宣传手册 500 本，分发给本工程施工人员、部分移民及移民安置区的居民，其具体内容包括：①有关环境保护法律法规；②库区库周可能存在的需要保护的动植物，并且附加彩色图片；③介绍相关的保护措施，包括动植物保护措施、鱼类保护措施、水土保持措施、传染性疾病预防措施、文物保护措施等；④明确当地环境保护、林业、农业、渔业等相关主管部门和本工程环境保护部门的负责人，并且注明联系电话。

（2）施工期间加强料场、弃渣场防护，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。

（3）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。施工期间的废水达标处理后回用或排放。生活污水采用一体化处理设备进行处理，委托地方环卫部门定期清运，不外排；含油污水收集后经隔油池处理，出水排放，废油由有相关资质的单位回收处理；基坑废水采用向基坑中投加絮凝剂进行絮凝沉淀和酸性中和的方法，基坑废水静置沉淀后外排。

（4）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。防治施工噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。

（5）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）蓄水前搜救措施

由于水库蓄水历时较短，根据库周重点保护动物分布情况，对由于水库蓄水造成人为活动的干扰而受伤或食物暂时性短缺受影响的重点保护动物采取统一搜救措施。

1）搜救原则

本次工程库区库周重点野生保护动物救护应遵循以下原则：

a 以国家重点保护动物为主，兼顾其余野生动物救护的原则。

b 科学救护原则。救护野生动物的目的是使野生动物资源得到最大限度的保护，从救治、饲养、放归各环节都要采取科学措施，减少对野生动物的人为干扰和伤害。

c 统一协调原则。成立专业的野生动物救护队伍，统一协调库区库周涉及区域的搜救任务，各单位及人员服从统一协调安排，充分发挥各单位及人员的优势。

d 属地管理和就近、及时救护相结合的原则。野生动物救护原则上实行属地管理原则，特殊情况可遵循就近、及时救护原则。

2）搜救目标

根据国家重点保护动物的繁殖期，结合水库蓄水规划，确定本方案的搜救目标。主要为国家重点保护动物，兼顾其余受伤或年幼野生动物的搜救。

3）搜救方案：

a 组织及成员组成

鉴于国家重点保护动物搜救的繁杂性，本项任务主要依托水库库底清理计划，由建设单位委托具有相关资质及技术水平的单位（例如林业主管部门）开展工作；在水库库底清理人员组成中，由当地林业部门负责动物搜救，还应该包括环保部门、动物专家、兽医人员、设计单位及其它单位或人员。

b 搜救人员技术培训

国家重点保护动物识别：采取集中培训或编写、发放重点保护动物图册方式，介绍国家及省重点保护动物的特征，能够识别国家及省级重点保护动物；国家重点保护动物的应急救治方法；对讲机等通讯设备的使用；搜救人员的安全培训等。

c 搜救时间安排

野生动物的搜救工作时间结合水库库底清理随时启动进行。这是由于水库库底清理时，将砍伐正常水位线下的林木，届时对野生动物的干扰较大，部分动物可能会因受惊吓慌不择路而受伤。

d 搜救动物的管理

在野外搜到的动物应及时、就近交给当地林业主管部门进行治疗养护和放归。

7.6.2.3 恢复和补偿措施

（1）由于工程修建和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后所占据的临时用地如弃渣场、临时道路、施工人员生活区等区域的植被恢复工作应尽快进行，并结合动物栖息地进行，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

（2）生产安置或集中居民点安置区的空隙种植一定数量的树木（灌丛），施工营地、弃渣场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化，为鸟类和其他野生动物提供栖息环境。

7.6.2.4 管理措施

（1）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。

（2）组织施工人员及周边村民开展鸟类保护行动，对于非法猎捕鸟类的个人及组织交予当地林业、公安等部门。

（3）部分啮齿目鼠类等自然疫源性疾病的传播者，而尖吻蝮、原矛头蝮属毒蛇。施工期及运营期既要维护自然生态系统的食物链连接关系，又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

（4）加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理，防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

7.6.2.5 对重点保护野生动物的保护措施

评价区有国家Ⅱ级重点保护 7 种，其中两栖动物 1 种，大鲵；鸟类 4 种，分别为红腹角雉、普通鵟、雀鹰和红隼；兽类 2 种，分别为猕猴、藏酋猴。四川省级重点保护动物 4 种，分别是尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟和豹猫。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，法律责任等。

表 7.6.4-1　　评价区重点保护动物一览表

物种名、拉丁名	居留型	保护等级	保护措施
1. 大鲵 *Andrias davidianus*		国家Ⅱ级	严格管理废水、废气及生活污水的排放。
2. 红腹角雉 *Chrysolophus pictus*	留鸟	国家Ⅱ级	水库蓄水前如发现其幼鸟，应采取保护措施；加强施工管理，严禁施工人员猎杀、破坏鸟巢；施工区夜间停止施工，减少噪声、施工灯光影响；施工迹地及时恢复，营造栖息生境。在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
3. 普通鵟 *Buteo japonicus*	冬候鸟	国家Ⅱ级	
4. 雀鹰 *Accipiter nisus*	冬候鸟	国家Ⅱ级	
5. 红隼 *Falco tinnunculus*	留鸟	国家Ⅱ级	
6. 猕猴 *Macaca mulatta*		国家Ⅱ级	优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。 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，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。增加林地面积，加强林区监管和维护，严禁施工人员猎捕。
7. 藏酋猴 *Macaca thibetana*		国家Ⅱ级	
8. 尖吻蝮		省级	严禁施工人员猎杀，严格管理废水、废

物种名、拉丁名	居留型	保护等级	保护措施
Deinagkistrodon acutus			气及生活污水的排放。
9. 白鹭 *Egretta garzetta*	留鸟	省级	严禁施工人员猎杀、上树破坏鸟巢，施工区夜晚停止施工，减少噪声、施工灯光对鸟类的影响。
10. 大拟啄木鸟 *Megalaima virens*	留鸟	省级	
11. 豹猫 *Felis bengalensis*		省级	加强林区监管和维护，严禁施工人员的猎捕。

7.6.3 水土流失防治措施

水土流失防治总体布局分为枢纽工程区、施工生产生活区、弃渣（储料）场区、施工道路区、河道整治工程区、库岸防护工程区、专项设施改（迁）建区、水库淹没区等 8 个区域。

（1）枢纽工程区

工程措施包括土地整治和种植槽。其中，土地整治枢纽工程左岸 0.08hm²、右岸 0.06hm²，在枢纽工程左岸种植槽长 231m，近坝右岸防护工程种植槽长 347m，近坝左岸防护工程种植槽长 578m。拟在枢纽工程左岸大坝和国道中间空闲区域种植乔木 30 株，林下、种植槽及其他空闲区域种植灌木并撒播草种。

（2）施工生产生活区

工程措施包括对机械修配厂及机械停放厂、混凝土生产系统、砂石加工系统、机电及金属结构安装厂、机电物资仓库、综合加工厂、施工用水用电系统共计剥离面积 10.71hm²、剥离量 50420m³。在施工场地原地貌为非耕地空闲区域种植乔灌草进行植被恢复。

（3）弃渣（储料）场区

1）半岛渣场区

工程措施包括表土剥离和土地整治。共计剥离表土面积为 10.60 hm²，剥离量 50630 m³。在半岛弃渣场顶部部分区域种植绿肥作物进行复耕，面积 2.80 hm²。

2）表土堆存场地区

工程措施包括表土剥离和土地整治。共计剥离表土面积为 2.49 hm²，剥离量 12220m³。在表土堆存场地区原占地类型为园地的区域种植果树，面积 2.26 hm²，其他区域种植乔灌草进行植被恢复，面积 0.38 hm²。

（4）施工道路区

工程措施包括表土剥离和土地整治。表土采用机械剥离，剥离面积共计0.45hm²，表土剥离量共计1930 m³。在本区域原占地类型为园地的区域种植果树。

（5）河道整治工程区

1）陆上分层施工，水下河道整治主要通过修筑雍水围堰，形成静水条件，然后通过挖泥船进行开挖，渣料运送至渣料转运场地堆存时，应加强防护意识，避免渣料流入河道造成二次污染。

2）雍水围堰修筑主要利用开挖的渣料，修筑时应严格控制施工工艺，防止渣料顺水流入下游河道造成水土流失。

（6）库岸防护工程区

工程措施为进行场地清理、平整，土地整治面积分别为：新村防护区0.01 hm²，大旋头村居民点0.09 hm²，卡子岗工业园区0.12 hm²。植物措施拟在本区域撒播草种进行植被恢复。

（7）专项设施改（迁）建区

工程措施包括表土剥离、土地整治、截水沟、排水沟、沉沙池。其中，表土采用机械剥离，涉及区医院传染病区、卡子岗工业园区、G245、3#公路共计4170m³、面积1.18hm²。植物措施为在本区空闲区域种植乔灌草进行植被恢复。

（8）水库淹没区

建议建设单位对水库库岸的稳定性进行定时监测，若发现有失稳迹象，建设单位应及时采取相应的水土保持工程措施、植物措施等以减少水土流失。

7.7 大气环境保护措施

7.7.1 污染源防治措施

1、大坝施工粉尘污染控制措施

大坝基础开挖及施工作业高度集中的左右岸坝肩等开挖区，要求在大坝施工作业区上下游边界处各设置1套水雾喷淋系统（水鸟喷淋系统），确保大坝施工扬尘满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中表1 的规定要求，防治措施示意图具体见图7.7.1-1。

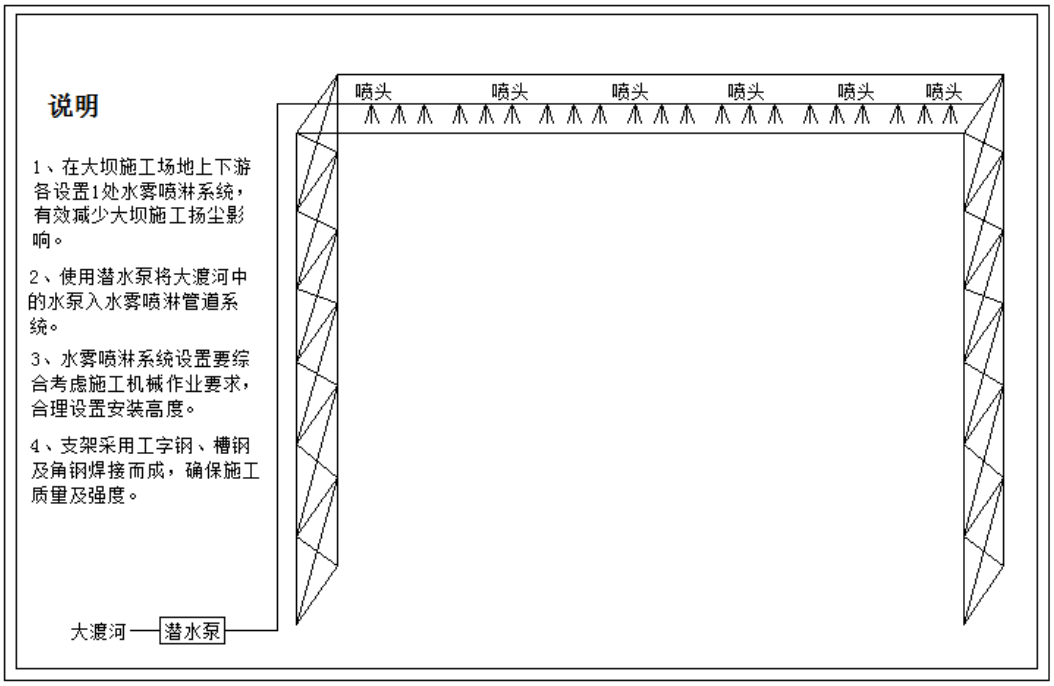


图 7.7.1-1　　大坝施工区水鸟喷淋系统示意图

2、场内及道路交通扬尘污染控制措施

（1）场地及道路要求采取硬化措施，加强道路管理和维护，配备公路养护、维修、清扫队伍，使道路常年处于良好的运用状态。

（2）做好运输车辆的密封和车辆保洁，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，都应用蓬布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免物料洒落扬尘污染。

（3）进出施工作业区设置车辆冲洗设置，对工程施工及运输车辆轮胎及车身进行清洗，确保施工及运输车辆整洁。

（4）配备洒水车 1 辆，在无雨日对施工及运输道路洒水降尘，1 天洒水 6～8 次，在干燥大风天气情况下洒水频率加密。

3、砂石料加工粉尘控制措施

（1）考虑砂石料加工系统粗破、中破及细破施工作业不同步的客观因素，要求工序粉尘单独采取布袋除尘工艺后经 15m 高排气筒排放，共计 3 套，除尘效率不得低于 99.9%，污染物排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 规定的排放浓度及排放速率标准要求，各工序粉尘处理措施工艺流程图具体见图 6.6-2~6.6-4。

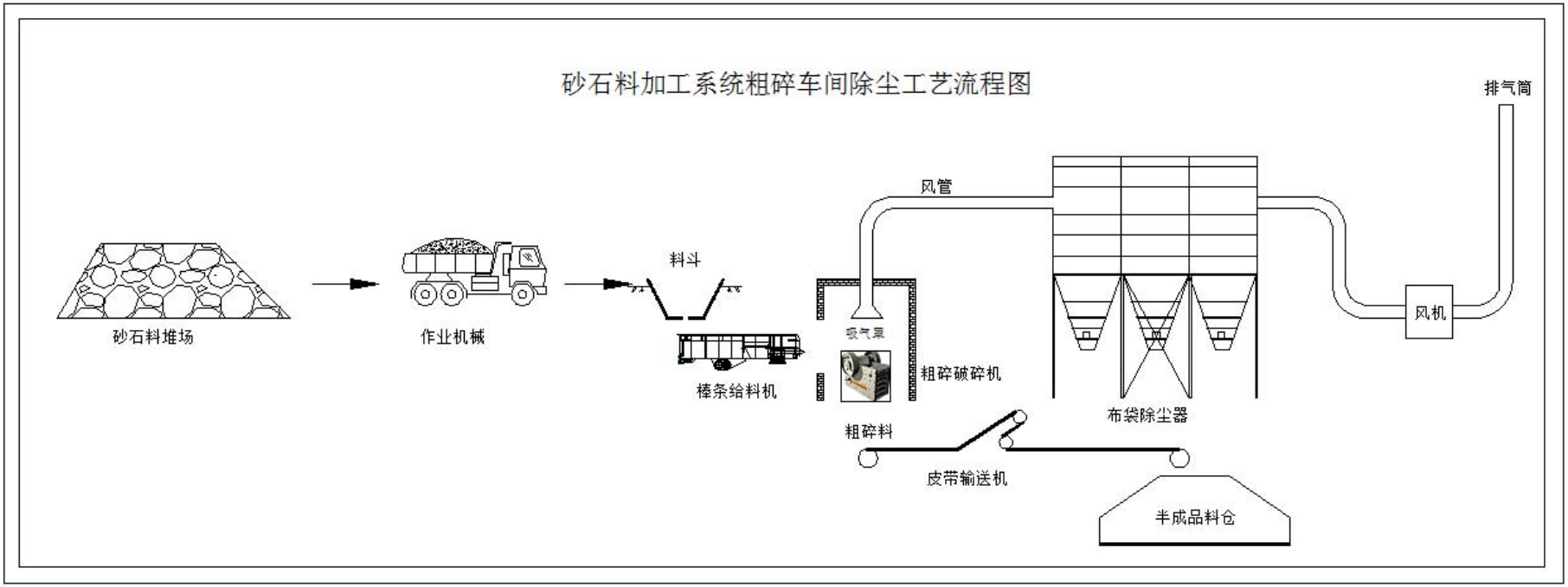


图 7.7.1-2　砂石料加工粗破工序粉尘处理工艺流程示意图

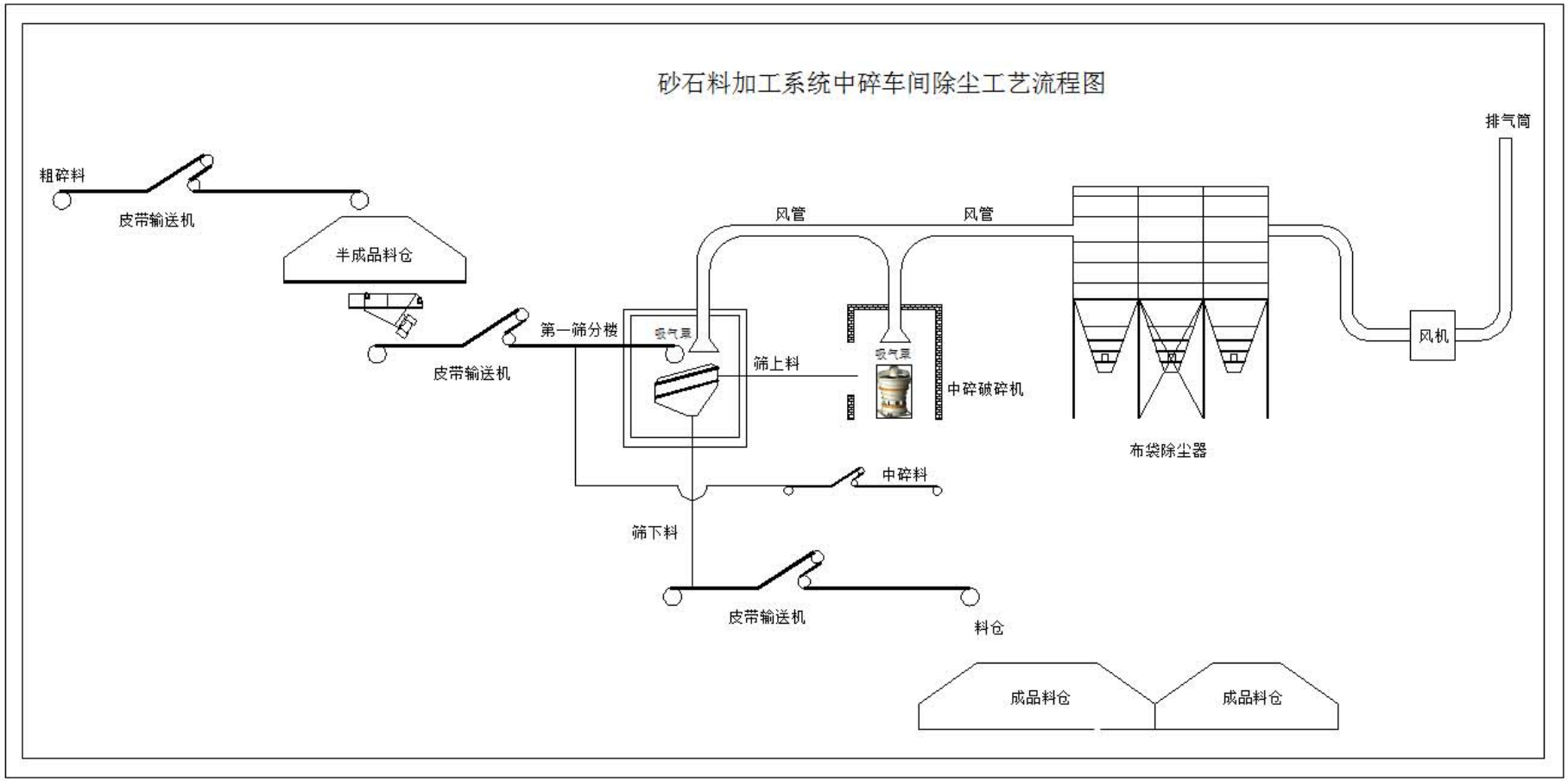


图 7.7.1-3　砂石料加工中破工序粉尘处理工艺流程示意图

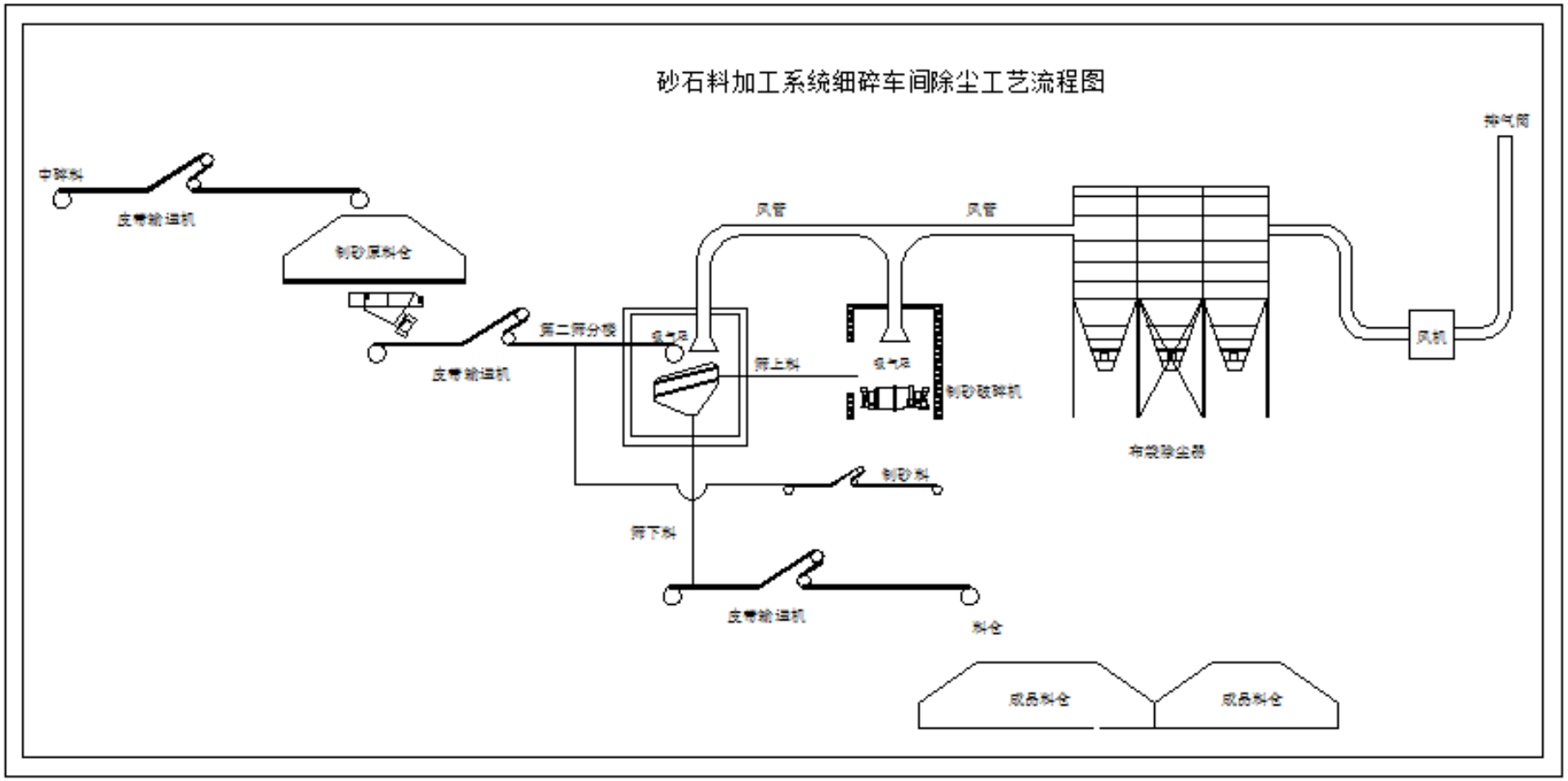


图 7.7.1-4　砂石料加工中破工序粉尘处理工艺流程示意图

（2）为了有效较少砂石料加工区无组织排放粉尘对区域大气环境的影响，要求对砂石料加工区地面进行硬化，定期清扫和冲洗，在砂石料作业区出口处设置 1 处车辆冲洗系统，对运输车辆轮胎及车身进行清洗，确保车辆干净整洁。

（3）为有效减少砂石料皮带输送及下料粉尘污染，皮带输送系统采取封闭措施，在砂石料皮带输送机下料点附近设施水雾喷淋器，有效较少皮带输送粉尘污染。

（4）砂石加工系统场区粉尘无组织排放必须满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中表 1 的规定要求。

4、混凝土拌合系统粉尘控制措施

（1）为了有效较少砂石料加工区无组织排放粉尘对区域大气环境的影响，要求对砂石料加工区地面进行硬化，定期清扫和冲洗；在砂石料作业区出口处设置 1 处车辆冲洗系统，对运输车辆轮胎及车身进行清洗，确保车辆干净整洁。

（2）混凝土拌合料仓周边设置隔墙及顶棚防护设施，砂石料输送采用全封闭皮带机；砂石料作业区配备 1 套水雾喷淋系统，减少无组织粉尘排放，夜间采用防水布对料仓进行遮盖。

（3）混凝土拌合、水泥和粉煤灰储罐系统等实行全封闭作业，在粉煤灰、水泥储罐及拌合系统顶部设置布袋除尘系统，经处理后排放。在下一步工作中，建设单位在混凝土拌合系统设计、设备选择及选型过程中，必须保证其系统满足全封闭作业要求。

（4）混凝土拌合系统场区粉尘无组织排放必须满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中表 1 的规定要求。

5、弃渣场及表土堆场扬尘污染控制措施

（1）在表土及弃渣场作业区合理设置车辆冲洗系统，确保表土及弃渣运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

（2）剥离表土及时运往表土堆场进行堆场，减少表土现场堆场时间，做好压实及遮盖措施。

（3）弃渣运输车辆采取遮盖保护，防治渣土洒落扬尘污染；装卸作业时采取水雾喷淋降尘措施，有效减少粉尘污染。

（4）及时开展弃渣压实，避免风起扬尘污染；未作业时临时遮盖及洒水降

尘措施，有效减少扬尘污染。

（5）弃渣场及表土堆存场区粉尘无组织排放必须满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中表 1 的规定要求。

6、施工废气污染控制措施

（1）施工机械废气控制措施

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输车辆，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。应执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新；按《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》要求，对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施处罚措施并禁止其在施工区的使用。

（2）燃煤废气控制

施工期优先采用液化气或电能，尽量减少煤炭的使用量，如食堂采用液化气，取暖采用空调等电器，减轻煤炭燃烧污染物对环境空气的影响。

7.7.2 绿色施工及环境监测措施

1、将绿色施工方案纳入招投标方案中，要求施工承包单位编制绿色施工组织及实施方案，推行全过程绿色施工管理。

2、建立绿色施工指标考核体系，土石方施工阶段，作业区目测扬尘高度小于 1.5m；结构施工及设备安装阶段，作业区粉尘目测扬尘高度小于 0.5m。

3、建议在砂石料加工、混凝土拌合场区下风向场界处各设置 1 套扬尘自动监测系统，共计 2 套，点位选择及设置需满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中的规定要求。

4、建议在大坝施工区上风向和下风向左右岸共设置 3 处施工扬尘自动监测点位，共计 3 套，点位选择及设置需满足《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中的规定要求。

5、构建场区施工管理智慧系统，利用互联网技术，将砂石料加工、混凝土拌合系统及大坝施工作业场区视频及自动监测数据，集中传输至建设单位施工智慧管理系统。

7.7.3 管理保证措施

1、建设单位、施工单位成立环境保护管理机构，建单位由分管安全环保的副总全权负责保护管理工作，下设环境保护办公室，由办公室人员具体负责日常环境保护管理工作；施工单位设置环境保护管理专职岗位，配备专业人员开展现场环境保护监督管理工作，开展环境保护法律法规的宣传及教育工作。

2、建单位环境保护部门编写绿色施工考核指标体系，考核结果与工程结算挂钩；建设单位按照考核指标要求，编制绿色施工作业规范书，规范现场施工作业要去。

3、在建设单位的统一领导下，定期开展环保大检查、大比武工作，督促和激励文明施工、绿色施工及生态施工工作。

7.8 声环境保护措施

根据噪声预测及评价结果，施工期噪声会对周边环境产生一定的影响，尤其是夜间，对周边声环境质量及敏感保护目标影响极大，为此，针对噪声源、传播途径及劳动保护等提出如下的保护措施，噪声防治措施分布具体见附图 28-3，具体分述如下：

7.8.1 施工噪声防治措施

7.8.1.1 噪声源控制措施

（1）结合施工噪声特点，要求夜间 22：00 至凌晨 6：00 之间时段禁止施工；在 G245、滨河路等路段设置 20km/h 限速标准，共计 5 处，降低交通噪声对周边环境的影响。

（2）选用符合国家有关标准的施工机具，加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对砂石加工系统及混凝土拌和系统配备成套隔声设备，并使用减噪槽、减振机座等。

（3）加强运输车辆维护保养，禁止使用高噪声车辆；运在 G245、滨河路等路段设置 5 处禁止鸣笛标志。

（4）施工车辆运输路线为 G245 和金口河区入城段道路，未经许可禁止驶入其他道路区，运输路线划定请具体见附图 28-3。

（5）为有效降低噪声叠加影响，建议合理安排施工作业时序，开展错峰施

工，有效减缓施工作业噪声的相互叠加影响。

7.8.1.2 传播途径控制措施

1、砂石料加工区

（1）砂石料加工区四周设置隔声围墙，长度 1369m，高度 2.5m。

（2）在砂石料加工区粗破、中破及细破等破碎机处设置隔声围挡，共计 8 处（其中粗破设备 2 台，中破及细破设备各 3 台）。

（3）将筛分楼布置在密闭房间内，采用多孔性吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，并设置隔音操作车间。

2、混凝土拌合区

（1）混凝土拌合区四周设置隔声围墙，长度约 780m，高度 2.5m。

（2）将拌合楼布置在密闭房间内，，采用多孔性吸声材料建立隔声屏障、隔声罩和隔声间，并设置隔音操作车间。

3、大坝及河道整治施工区

（1）在大坝施工区靠近滨河路侧设置长 657m、高 2.5m 的固定式声屏障，有效降低大坝施工区噪声对罗回、烟草公司、检察院及人民医院的影响。

（2）为有效降低河道整治噪声对滨河路侧居民区的影响，在河道整治作业区段，滨河路靠近大渡河侧设置长 150m、高 2.5m 的移动声屏障，随河道整治作业点移动。

7.8.1.3 劳动保护措施

对于强噪声源，如混凝土拌和、砂石骨料破碎、砂石料筛分等作业区，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作。当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修等，应给每位上岗施工人员配戴防噪声耳塞、耳罩、防声棉、防噪声头盔等个人防护工具，具体的防护工具根据不同岗位择优选取使用。

根据前述内容，枕头坝二级水电站施工期声环境保护措施汇总情况具体见表 7.8.1-1。

表 7.8.1-1　　枕头坝二级水电站施工期声环境保护措施表

序号	施工区名称	工程措施	长度 m	高度 m
1	砂石料交工区	围墙（隔声墙）	1369	2.5
2	混凝土拌合区	围墙（隔声墙）	784	2.5
3	大坝工程区	固定式声屏障	657	2.5

4	河道整治区	移动式声屏障	150	2.5
合计			2960	
5	交通道路	限速标志 禁止鸣笛	5 处，见措施分布图 5 处，见措施分布图	
6	砂石料破碎机	隔声围挡	在粗碎、中碎、细碎设备外围设置隔声围挡，共计 8 处	
7	混凝土拌和机	隔声围挡	共计 2 处	
8	枕头坝居民点	通风隔声窗	临近砂石料加工区处 12 户居民安装通风隔声窗	

7.8.2 措施后噪声预测及评价

1、对敏感保护目标的影响预测及评价

采取前述噪声源、传播途径等噪声减缓措施后，工程施工作业对周边声环境的影响预测及评价结果具体见表 7.8.2-1 和图 7.8.2-1~图 7.8.2-6。

由于预测结果可知：

（1）采取噪声污染防治措施后，大旋头、卡子村、滚牛坡居民点昼夜均达到 2 类声环境功能区标准要求，施工噪声对其产生的影响总体较小。

（2）采取固定式声屏障措施后，大坝施工噪声对烟草公司、检察院、人民医院、养老院业主营地等敏感点的昼间噪声贡献值小于现状值，说明这些敏感点主要受滨河路交通噪声的影响，但大坝施工夜间噪声贡献值大于现状值，采取夜间禁止措施后，夜间影响将恢复至现状水平。

（3）采取噪声防治措施后，罗回居民点、新乐村居民点（4a 和 2 类）业主营地（4a 类）、新村居民点、新村小学等敏感点昼间均满足其声环境功能区标准要求，夜间出现超标，若采取夜间禁止施工措施后，夜间影响将维持现状水平。

（4）在采取限速及移动式声屏障措施后，昼间声环境质量维持在现状水平，河道整治噪声对紧邻滨河路侧（滨河路二段）居民区噪声贡献值小于现状监测值，说明此路段居民区主要受到滨河路交通噪声的影响。

（5）采取限速及禁止鸣笛措施后，金山宾馆路段（滨河路一段）噪声维持在现状水平，说明该路段主要受到现有交通噪声的影响。

（6）为有效降低砂石料加工区噪声对枕头坝居民点的影响，需要对紧邻砂石料加工区围墙处的 12 户居民点安装通风隔声窗。

表 7.8.2-1　　采取声环境保护措施后噪声对敏感保护目标影响评价表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
新村小学	昼间	54.8	51.0	56.3	2 类	60	**达标**	1.5	采取措施后，昼间满足功能区标准要求，夜间由于无住宿老师和学生，不会对其产生影响
	夜间	51.0	45.8	52.1		50	2.1	1.1	
新村居民区	昼间	53.3	58.0	59.3	2 类	60	**达标**	6.0	采取措施后，昼间满足声功能区标准要求，夜间出现超标，若砂石料加工系统**夜间禁止施工，则满足功能区标准要求。**
	夜间	46.4	52.7	53.6		50	3.6	7.2	
枕头坝居民点	昼间	72.0	65.2	72.0	4a 类	70	2.0	0	4a 类区紧邻 G245，主要受到交通噪声影响，砂石料加工区采取隔声围墙及设备隔声围挡后，对其噪声增加量贡献为 0，不会对其产生影响。
	夜间	68.9	52.8	68.9		55	13.9	0	
	昼间	49.5	64.3	64.4	2 类	60	4.4	14.9	由于 2 类区居民点紧邻砂石料加工区围墙，采取隔声措施后人不能满足标准要求，建议对其安装通风隔声窗，约 12 户。
	夜间	45.6	64.3	64.4		50	14.4	18.8	
大旋头居民点	昼间	53.9	53.4	56.7	2 类	60	**达标**	2.8	采取噪声防治措施后，虽然昼夜噪声预测值较现状值有所增加，但满足其声环境功能区标准要求
	夜间	44.2	49.9	50.0		50	**达标**	6.7	
卡子村居民点	昼间	44.9	50.3	50.3	2 类	60	**达标**	7.7	采取噪声防治措施后，虽然昼夜噪声预测值较现状值有所增加，但满足其声环境功能区标准要求
	夜间	45.7	48.0	50.0		50	**达标**	5.9	
人民医院（1楼）	昼间	67.8	62.0	68.8	2 类	60	8.8	1.0	采取噪声防治措施后，大坝施工噪声对人民医院昼夜噪声较现状分别增加 1.0 和 4.1 dB(A)，人民医院出现超标主要是现状噪声超标所致。
	夜间	59.9	61.9	64.0		50	14.0	4.1	

续表 7.8.2-1　　采取声环境保护措施后噪声对敏感保护目标影响评价表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
金口河养老院	昼间	67.8	60.5	67.8	2 类	60	7.8	0	采取措施后，大坝施工噪声对养老院昼夜噪声较现状分别增加 0 和 3.0 dB(A)，养老院出现超标主要是现状噪声超标所致，夜间禁止施工后，大坝施工噪声对养老院声环境影响维持在现状水平。
	夜间	59.9	59.8	62.9		50	12.9	3.0	
金口河检察院	昼间	67.8	65.1	69.7	2 类	60	9.7	1.9	采取措施后，昼间施工噪声贡献值小于本底值，说明检察院和烟草公司受滨河路现状噪声影响较大，夜间禁止施工后，其影响维持在现状水平。
	夜间	59.9	65.1	66.2		50	16.2	6.3	
烟草公司	昼间	67.8	65.1	69.7	2 类	60	9.7	1.9	
	夜间	59.9	65.1	66.2		50	16.2	6.3	
业主营地	昼间	64.3	60.8	65.9	4a 类	70	**达标**	1.6	采取措施后，昼夜贡献值小于本底值，昼间满足功能区标准要求，夜间由于本底值较大，若大坝采取禁止施工措施，夜间影响维持现状水平。
	夜间	60.6	59.8	63.2		55	8.2	2.6	
	昼间	54.8	51.7	56.5	2 类	60	**达标**	1.7	采取噪声防治措施后，虽然昼夜噪声预测值较现状值有所增加，但均满足其声环境功能区标准要求
	夜间	44.3	47.5	49.2		50	**达标**	4.9	
罗回居民点	昼间	56.7	51.7	57.9	2 类	60	**达标**	1.2	采取噪声防治措施后，昼间满足其声环境功能区标准要求，夜间禁止施工后，其影响维持在现状水平
	夜间	48.4	51.3	51.3		50	1.3	4.7	

续表 7.8.2-1　　采取声环境保护措施后噪声对敏感保护目标影响评价表

敏感点名称	噪声现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		声功能区	标准值	最大超标值	增加量	备注
			贡献值	叠加背景后预测值					
政府机构（妇幼保健院）	昼间	65.4	60.2	65.4	2 类（临路）	60	5.4	0	采取噪声防治措施后，昼间满足其声环境功能区标准要求，夜间禁止施工后，噪声影响维持在现状水平。
	夜间	61.3	57.6	62.8		50	12.8	1.5	
	昼间	54.8	43.2	55.1	2 类	60	**达标**	0.3	采取噪声防治措施后，虽然昼夜噪声预测值较现状值有所增加，但均满足其声环境功能区标准要求
	夜间	44.3	42.8	46.6		50	**达标**	2.3	
城区居民点（金山宾馆段）	昼间	72.0	66.0	72.0	4a 类	70	2.0	0	采取噪声防治措施后，金山宾馆路段噪声维持在现状水平，而声环境出现超标主要受到现有交通噪声的影响。
	夜间	67.5	58.2	67.5		55	12.5	0	
新乐村居民点	昼间	68.9	53.9	69.0	4a 类	70	**达标**	0.1	采取噪声防治措施后，昼间满足其功能区标准要求，若夜间禁止施工，则噪声影响维持在现状水平。
	夜间	59.6	53.3	60.5		55	5.5	0.9	
	昼间	57.7	51.3	58.6	2 类	60	**达标**	0.9	
	夜间	48.1	47.8	51.0		50	1.0	2.9	
滚牛坡居民点	昼间	53.3	49.9	54.9	2 类	60	**达标**	1.6	采取噪声防治措施后，虽然昼夜噪声预测值较现状值有所增加，但均满足其声环境功能区标准要求
	夜间	36.9	47.0	47.4		50	**达标**	10.5	

2、施工场界噪声达标排放影响分析

根据噪声预测结果图 7.8.2-1~图 7.8.2-6 中的预测结果可知，各场界施工噪声排放情况具体见表 7.8.2-2。

表 7.8.2-2　　各主要施工场界噪声排放情况及达标分析表

施工场界名称	噪声排放值（dB(A)）		评价标准（dB(A)）		超标情况	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
砂石料加工系统	69.6	69.6	70	55	达标	14.6
混凝土拌和系统	68.2	66.3	70	55	达标	11.3
大坝工程作业区	69.4	68.4	70	55	达标	13.4
弃渣场施工作业区	67.9	67.9	70	55	达标	12.9

由表 7.8.2-2 中的预测结果可知，在采取隔声围墙、高噪声设备围挡及固定式声屏障措施后，各主要施工区昼间场界噪声满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）中的标准要求，但夜间不满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）中的标准要求，为此，要求各施工作业区夜间禁止施工。

N
603600
603800
604000
604200
604400
604600
604800
605000
605200
605400
3237800
3237600
3237400
3237200
3237000
3236800
> -99.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB
> 85.0 dB

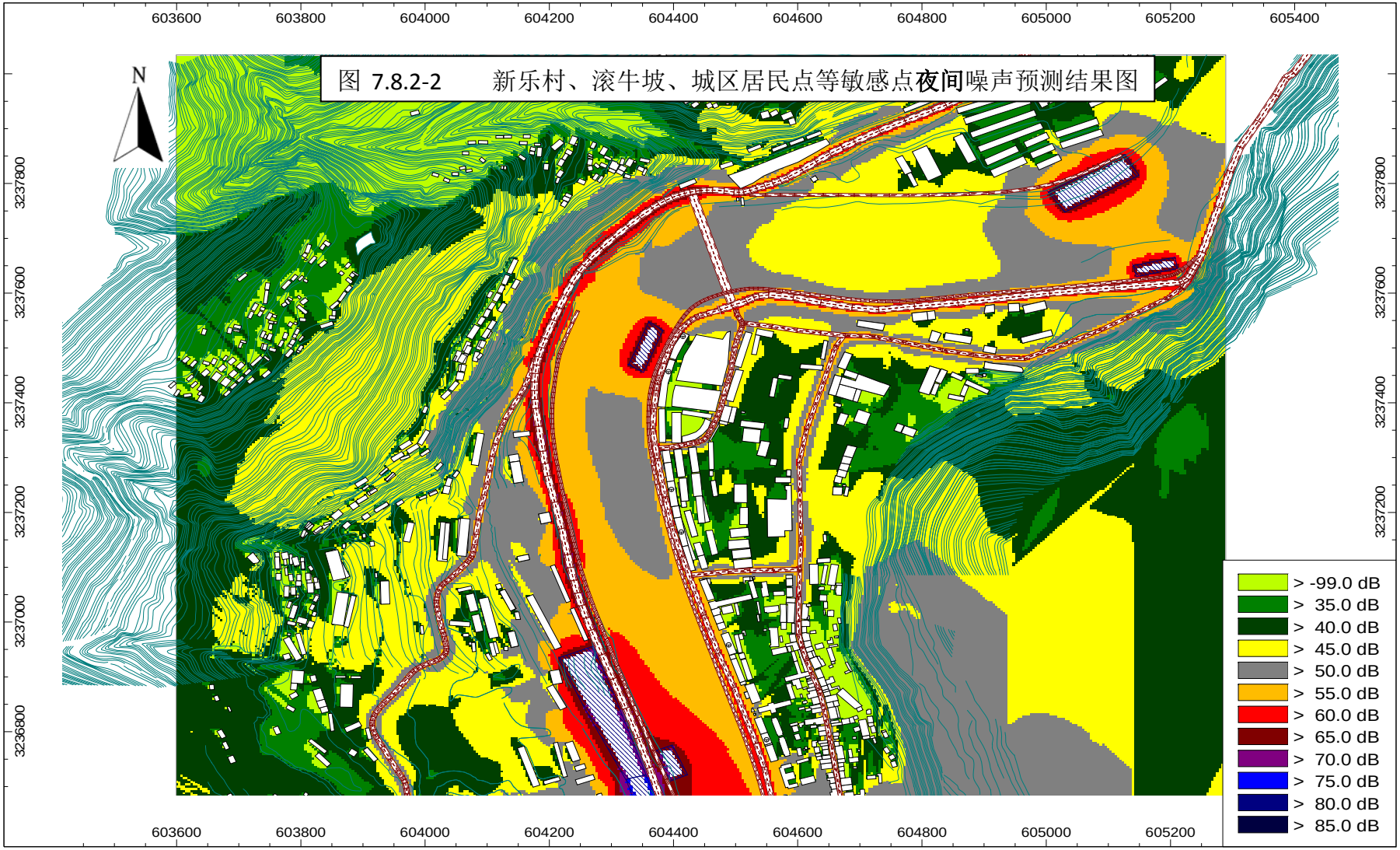


图 7.8.2-2 新乐村、滚牛坡、城区居民点等敏感点夜间噪声预测结果图
N
603600
603800
604000
604200
604400
604600
604800
605000
605200
605400
3237800
3237600
3237400
3237200
3237000
3236800
> -99.0 dB
> 35.0 dB
> 40.0 dB
> 45.0 dB
> 50.0 dB
> 55.0 dB
> 60.0 dB
> 65.0 dB
> 70.0 dB
> 75.0 dB
> 80.0 dB
> 85.0 dB

图 7.8.2-3　业主营地、罗回及人民医院等敏感点噪声预测结果（昼间）

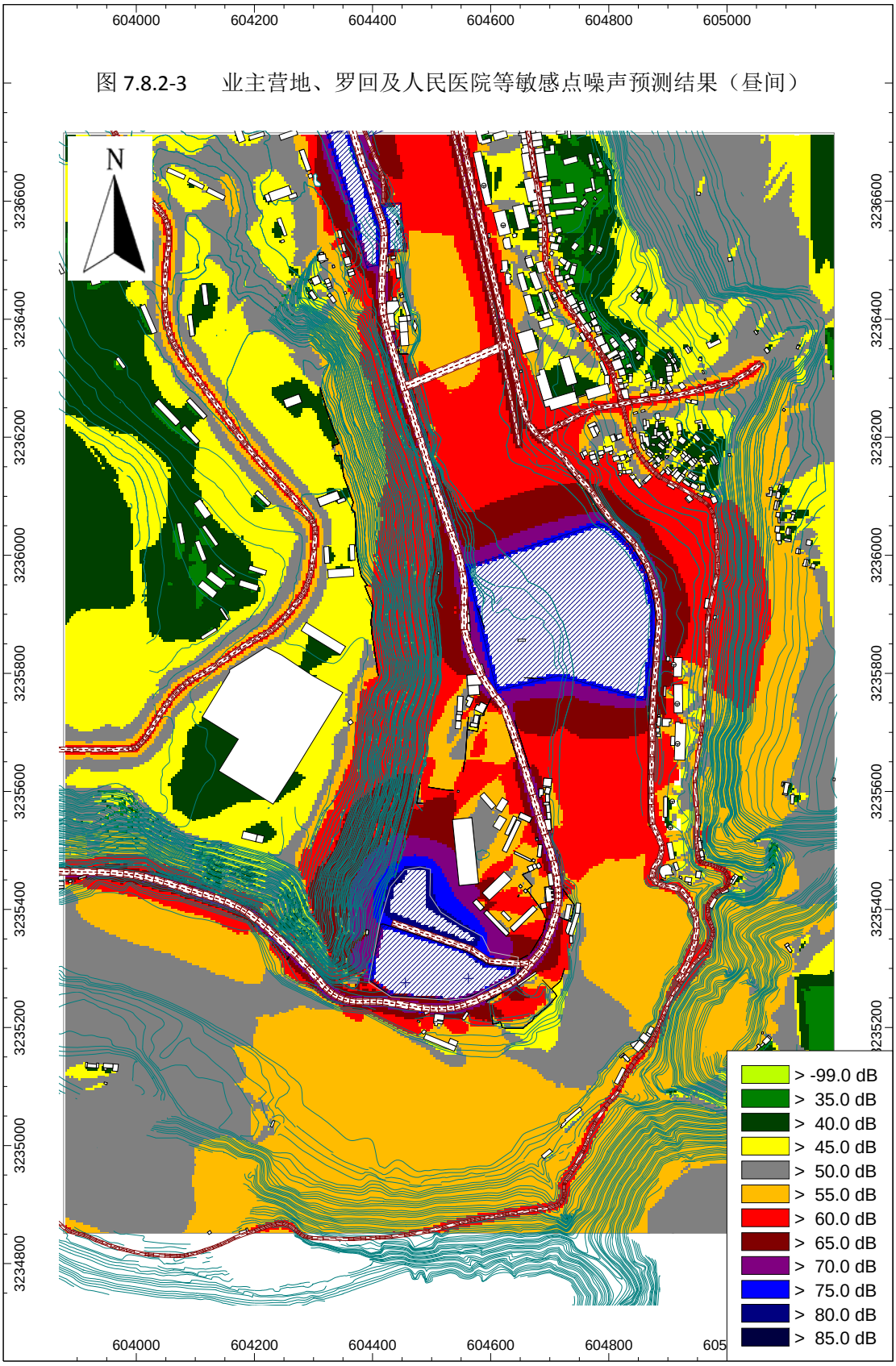


图 7.8.2-4　业主营地、罗回及人民医院等敏感点噪声预测结果（昼间）

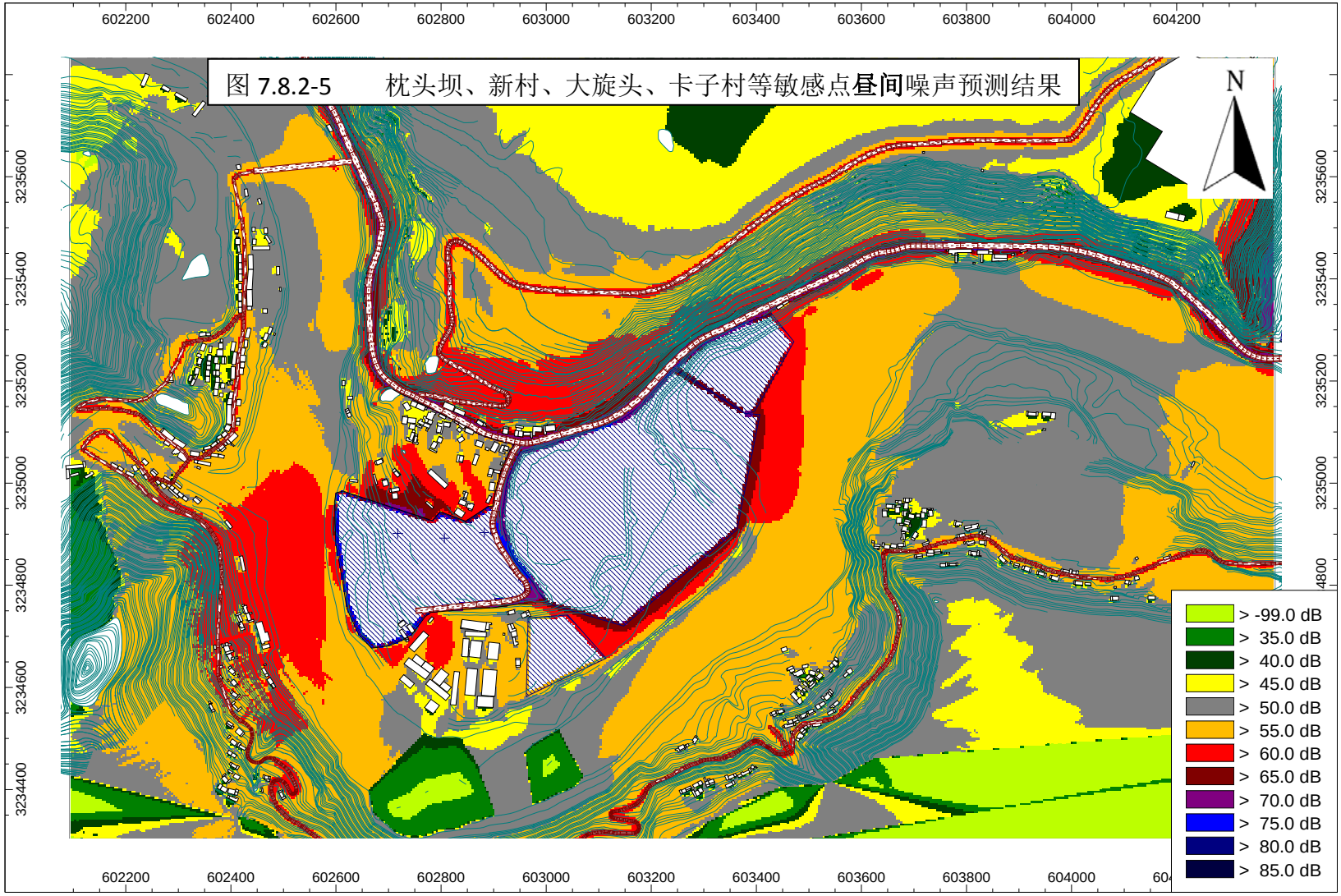


图 7.8.2-5　　枕头坝、新村、大旋头、卡子村等敏感点**昼间**噪声预测结果

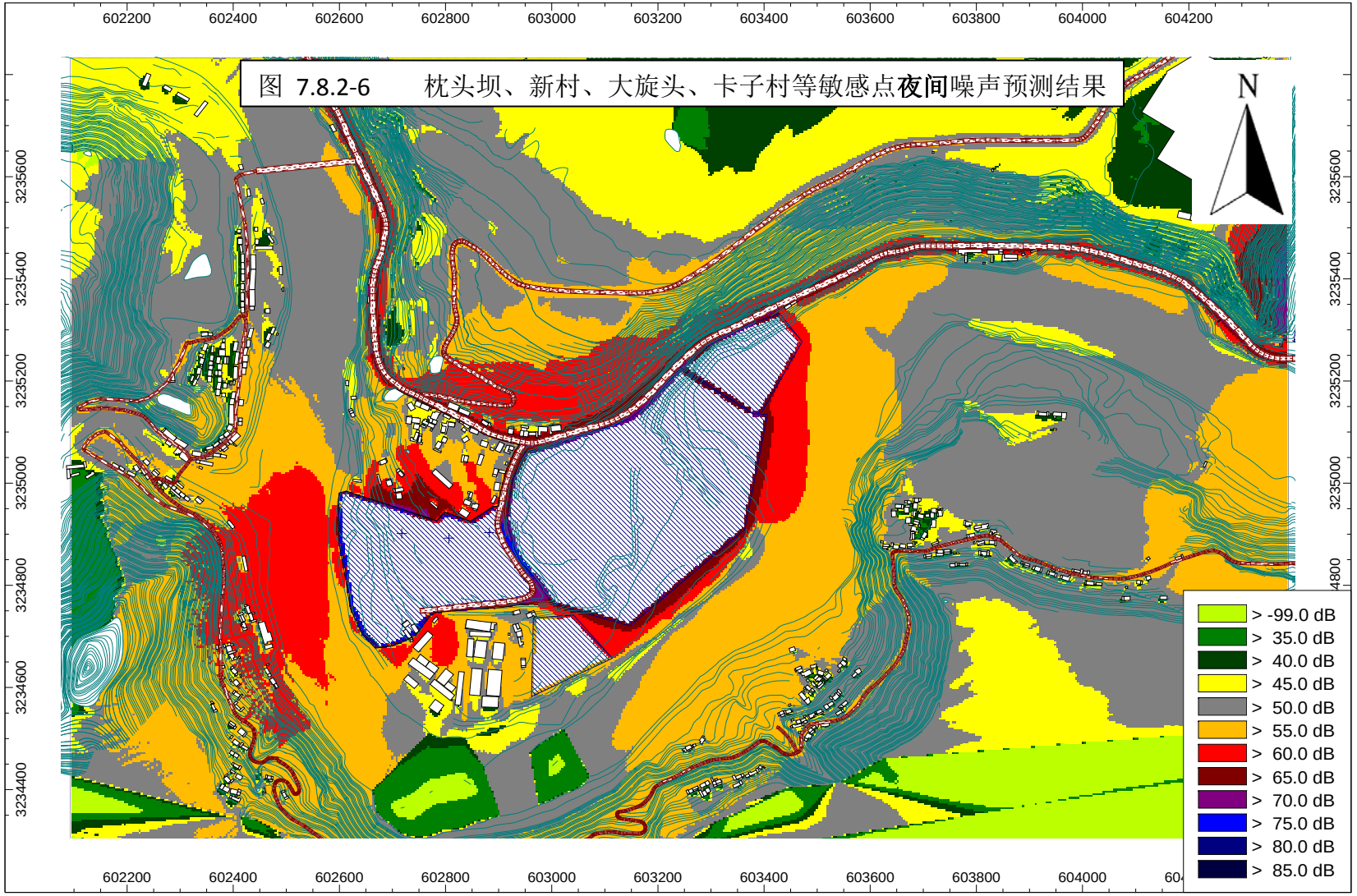


图 7.8.2-6　　枕头坝、新村、大旋头、卡子村等敏感点**夜间**噪声预测结果

7.9 固体废物处置措施

加快推进生活垃圾分类处理是当前打好污染防治攻坚战、形成绿色发展方式和生活方式的重要抓手。

2018 年 6 月中共中央国务院发布《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》对当前和未来一段时期我国生态文明和美丽中国建设确定了时间表和路线图，其中，到 2020 年，实现所有城市和县城生活垃圾处理能力全覆盖，基本完成非正规垃圾堆放点整治；直辖市、计划单列市、省会城市和第一批分类示范城市基本建成生活垃圾分类处理系统。

2019 年 11 月，四川省人民政府办公厅以（川办函〔2019〕69 号）发布了《关于印发四川省生活垃圾分类和处置工作方案的通知》，通知明确到 2025 年，地级及以上城市基本建成生活垃圾分类处理系统。严格建筑垃圾处置管理，推动工程建设和施工单位、建筑垃圾运输和处置企业依法依规处置建筑垃圾。建立建筑垃圾管理和资源化利用体系，推进建筑垃圾资源化利用项目建设，推广应用建筑垃圾再生产品。

本工程位于乐山市金口河区城区，是四川省层面要求的 2025 年垃圾分类取得成效的区域，应以“源头减量、规范处置、资源再生”原则，推动形成工程垃圾分类、固体废物规范处置管理风尚的施工环境。

（1）生活垃圾处置措施

施工期高峰期施工人员 2500 人，生活垃圾产生量按 1.0kg/（人·天），施工高峰期生活垃圾产生总量为 2.5t/d。生活垃圾以有机厨余为主，此外也包括草木、塑料包装袋和纸类等。

1）处置目标

以“全过程分类”为目标，形成“分类投放、分类收集、分类运输、分类处置生活垃圾处理体系”的工程施工环境。

2）分类模式

生活垃圾分类以“有害垃圾、可回收物、厨余垃圾（也可称为餐厨垃圾，下同）和其他垃圾”为基本类型，实施投放—收集—运输—处置全过程生活垃圾管理模式。

3）实施方案

施工期间按照“有害垃圾、可回收物、厨余垃圾和其他垃圾”四类设置生活垃圾分类收集容器，制定全省生活垃圾分类收集容器设置规范，确保收集容器的颜色和图文标识统一规范、清晰醒目、易于辨识。

在枢纽工程施工现场和营地内分别设置专用封闭式垃圾收集容器，收集施工人员和管理人员的生活垃圾，针对每一类设置 20 个收集容器，共 80 个。委托金口河区环卫部门对施工营地生活垃圾进行统一清运，就近运往金口河区垃圾处理场集中处理。此外，施工期间开展生活垃圾分类知识宣传，指导监督施工人员分类投放行为，建立分类管理台账，记录生活垃圾类别、数量、去向等信息。

（2）土石弃渣处置措施

工程施工期弃渣 269.79 万 m^3，工程产生的弃渣全部弃至弃渣场堆放，工程规划弃渣场堆渣总容积为 330 万 m^3，可满足弃渣需求。

（3）工程弃渣处置措施

施工废料主要为施工过程中产生少量的碎砖块、废石料、水泥块及混凝土残渣等，还有部分废钢筋等建筑垃圾，这些废弃物多为无机物。对废料尽量再利用，不能利用的弃至渣场堆放。

7.10 移民安置影响减缓措施

7.10.1 水环境保护

集中安置区施工废水产生量为 22.56m^3/d，即 0.94m^3/h，废水中的污染物主要为 SS。拟设置沉淀池处理后回用于施工用水、场地洒水不外排。采用 1 个规格 2000×2000×2000（mmm）沉淀池。

7.10.2 环境空气

施工期土石方施工采用湿法作业，减少土方开挖和回填产生的粉尘量；运输车辆装载多尘物料时，应适当加湿或采用封闭运输，减少扬尘；加强机械、车辆的维修和保养，减少有害尾气排放。

7.10.3 噪声

（1）加强施工管理

1）合理制定作业时间。在周边有敏感点的施工区域进行高噪声施工作业时，夜晚作业不超过 22 时，早晨作业不早于 6 时。当出现混凝土连续浇注、支模板等特殊情况确需连续施工作业的，事先应该与附近居民协商，并上报工地所在

地的环保局和有关环保行政执法部门。

2）减少人为噪音。严格执行《建筑工程施工现场管理规定》，建立健全的现场噪声管理责任制，加强对施工人员的素质培养，尽量减少人为噪声，增强全体施工人员防噪声扰民的意识。

3）移民安置施工期应严格执行《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）的有关规定。

（2）合理使用施工机械、改进施工方法施工机械和运输车辆是产生建筑施工噪声的主要原因。为减少施工期噪声对周围环境的影响，施工单位在施工过程中应当合理布局和使用施工机械，妥善安排作业时间。施工中应当使用低噪声的施工机械和其他辅助施工设备，对高噪声施工机械采取必要的降噪措施（如：搅拌机、电锯、电刨、砂轮机等要设置封闭的机械棚），以减少强噪音的扩散，禁止使用国家明令淘汰的产生噪声污染的落后施工工艺和施工机械设备。

7.10.4 固体废物

本工程移民安置点生活垃圾产生量为 0.43t/d，居民生活垃圾经分类收集后统一（镇）环卫部分运至垃圾填场处理。

7.11 景观保护及提升措施

7.11.1 景观保护提升目标及策略

7.11.1.1 景观保护提升目标

提升运行期枕头坝二级水电站的景观吸引力，尽可能降低枕头坝二级水电站在施工期对区域景观的影响，实现水电工程景观化、生态化、科普化和旅游化的目标。

图 7.11.1-1 景观提升目标图

景观化：打造金口河区、大渡河新的景观节点，将枕头坝二级水电站建设与乐山市金口河区城区景观风貌融合发展。

生态化：减少工程在施工期、运行期对生态的破坏，结合景观设计的手段进行生态恢复及生态科普展示，推进区域生态文明建设。

科普化：以水电工程建设为载体，传承水电文化、项目区城市文化及枕头坝工业文化，开展水电文化科普教育。

旅游化：以水电工程建设为契机，打造区域新进旅游景点，拓展项目区水电旅游，为城市旅游发展，大渡河旅游开发创造条件，带动区域经济发展。

7.7.1.2 景观保护提升策略

结合枕头坝二级水电站特征，基于水电工程景观化、生态化、科普化、旅游化的目标，提出挖掘景观潜力，传承地域文化；自然良性互动，生态景观展示；拓展公共功能，助推旅游开发的景观设计策略。

图 7.11.1-2 景观提升策略图

（1）挖掘景观潜力，传承地域文化

景观规划设计应始终贯穿整体性原则，从区域环境考虑枕头坝二级水电工程的发展，充分挖掘景观潜力，突显传承区域特色文化。

从乐山市金口河区城市景观风貌总体定位、总体结构、旅游发展方向入手，对乐山市金口河区自然生态环境、历史人文环境、旅游资源及城市空间环境等景观风貌特色资源进行梳理、组织和提炼，将景观设计与水电工程建设紧密结合，做到水电工程建设与城区景观风貌融合发展，同时顺应并尊重当地的自然人文特征，采用乡土树种进行植物造景，充分运用当地的地方性材料；结合金口河区水电文化、少数民族文化、铁道兵文化、枕头坝工业文化等进行人文景观营造，丰

富项目区特色地域文化，突显水电文化内涵。

（2）自然良性互动，生态景观展示

水利工程的建设会对当地自然环境产生影响，主要包括对自然地貌、动植物栖息地、小气候环境等的影响。在满足水利工程功能发挥的前提下，通过生态工程技术结合景观设计的手段，尽可能减轻工程建设对自然生态的破坏；构建生态科普景观空间，以景观的形式展示展示生态恢复成果。

（3）拓展公共功能，助推旅游开发

水电工程在发挥经济效益的同时，可以通过对其目标的重新定位，有针对性地为水电工程自身及其附属的空间赋予多种混合的公共功能。枕头坝二级水电站紧邻中心城区，将其单一水电功能向能够满足多层面需求的复合功能的转变，将会极大提升工程公共价值，拉近其与人的亲密关系，建立产生多样社会效益的水电工程与人的互动。

7.11.2 施工期景观影响减缓措施

针对本工程施工期建设对景观的影响，提出施工期景观影响减缓措施，主要包括围挡美化措施、道路植物景观提升及加强施工管理。

（1）围挡美化措施

绿化美化施工围挡，提升施工环境美感。枢纽工程施工区靠近城区，围挡建议采用砖混砌体，达到高度遮挡视线的要求，采用仿真垂直绿化、涂鸦、绘制或粘贴宣传画等方式进行美化，同时采用立体绿化挂面，保持良好的视觉感受，降低噪声与粉尘的影响。

图 7.11.2-1　围挡美化示意图

（2）道路植物景观提升

绿化美化施工道路，保障施工环境协调。永久道路重点地段可设置小型景观小品、标识牌等进行装饰。植物以乔灌草组合搭配，选用滞尘能力强，景观效果好的绿化植物种类，地被层多选用开花灌木及多年生草本，在丰富植物结构层次的同时，增加植物种类及季相效果。乔木可选黄葛树、香樟、小叶榕、银杏、枫香、复羽叶栾树、金合欢、桂花、紫叶李、碧桃等；灌木可选金叶假连翘、小叶女贞、红叶石楠、红花檵木、紫薇、紫叶小檗、山茶、杜鹃等；地被层可选沿阶草、吉祥草、以及各色时令花卉。

施工便道主要分布于河道整治河段两侧，右岸已修建直立式防洪护岸，在有条件的地方沿直立式护岸设置垂直绿化，降低施工过程中产生的噪音及粉尘；左岸为自然护岸，沿施工便道提升护岸植物景观，选择观赏性较强的植物种类，增加植物结构层次。根据现场实际情况靠近 G245 国道多增加乔灌，如香樟、小叶榕、乌桕、垂丝海棠、柳树等植物种类，靠近河流一侧增加耐水湿植物，如芦苇、芦竹、水生美人蕉、再力花、醉鱼草、鸢尾、黄菖蒲等。植物景观提升过程中做到疏密结合、开合有度。

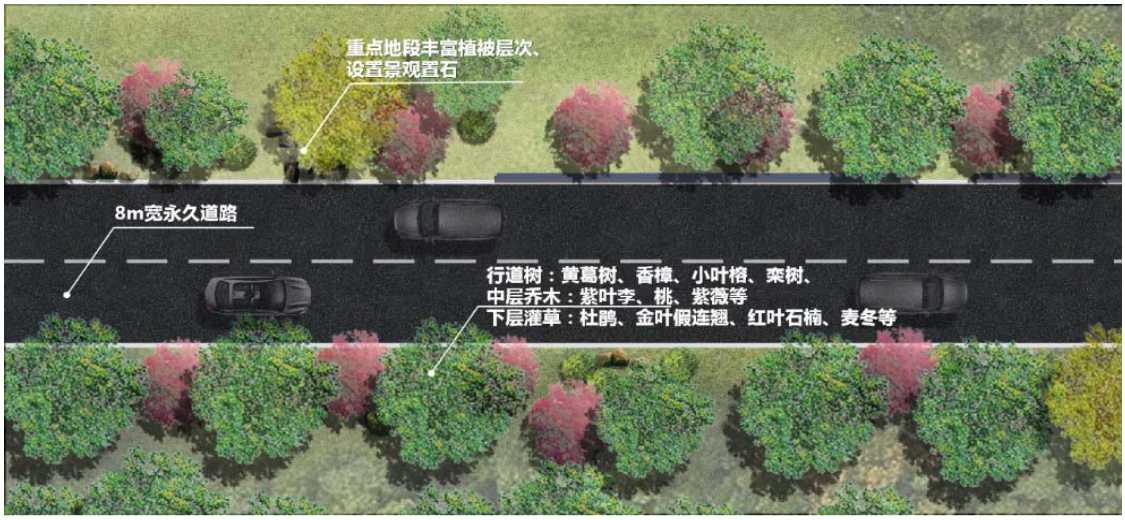


图 7.11.2-2　道路绿化标准段

图 7.11.2-3　道路景观提升效果图

（3）加强施工过程中的管理

减缓枕头坝二级水电站建设过程中对景观的不利影响，应加强施工过程中景观方面的管理。落实景观保护措施的执行情况，具体落实到围挡绿化美化、道路景观提升、声屏障及绿化带设置，同时整个施工期加强对施工车辆的管理，尽量减少施工材料的散落，降低施工灰尘，并正确处理好生产生活废弃物。做好景观保护的宣传工作和景观影响监测工作，发现问题应及时采取相关措施加以解决。

7.11.3 运行期景观保护及提升措施

7.11.3.1 总体设计

（1）总体布局

基于景观化、生态化、科普化、旅游化的目标，采取挖掘景观潜力，传承地域文化；自然良性互动，生态景观展示；拓展公共功能，助推旅游开发的景观设计策略，形成方案总体布局。

景观规划设计范围主要为工程建设征地范围，其中下游河道整治船舶拆解厂区域已规划三线记忆生态绿廊，业主营地与枕头坝一级水电站共用，园林景观已规划并建成，故此次景观规划不再涉及。综合分析，本工程景观规划面积约422351m²。工程征地范围除工程枢纽区、永久公路、永久桥梁、综合加工厂外均为临时占地，且征地范围内临时占地在区域城市总规内无用地性质规划，因此临时占地多考虑结合水保措施，以植被景观、生态恢复、展示措施为主，植入一定休闲、娱乐、文化展示的功能，后期可随城市发展用地进行灵活调整。

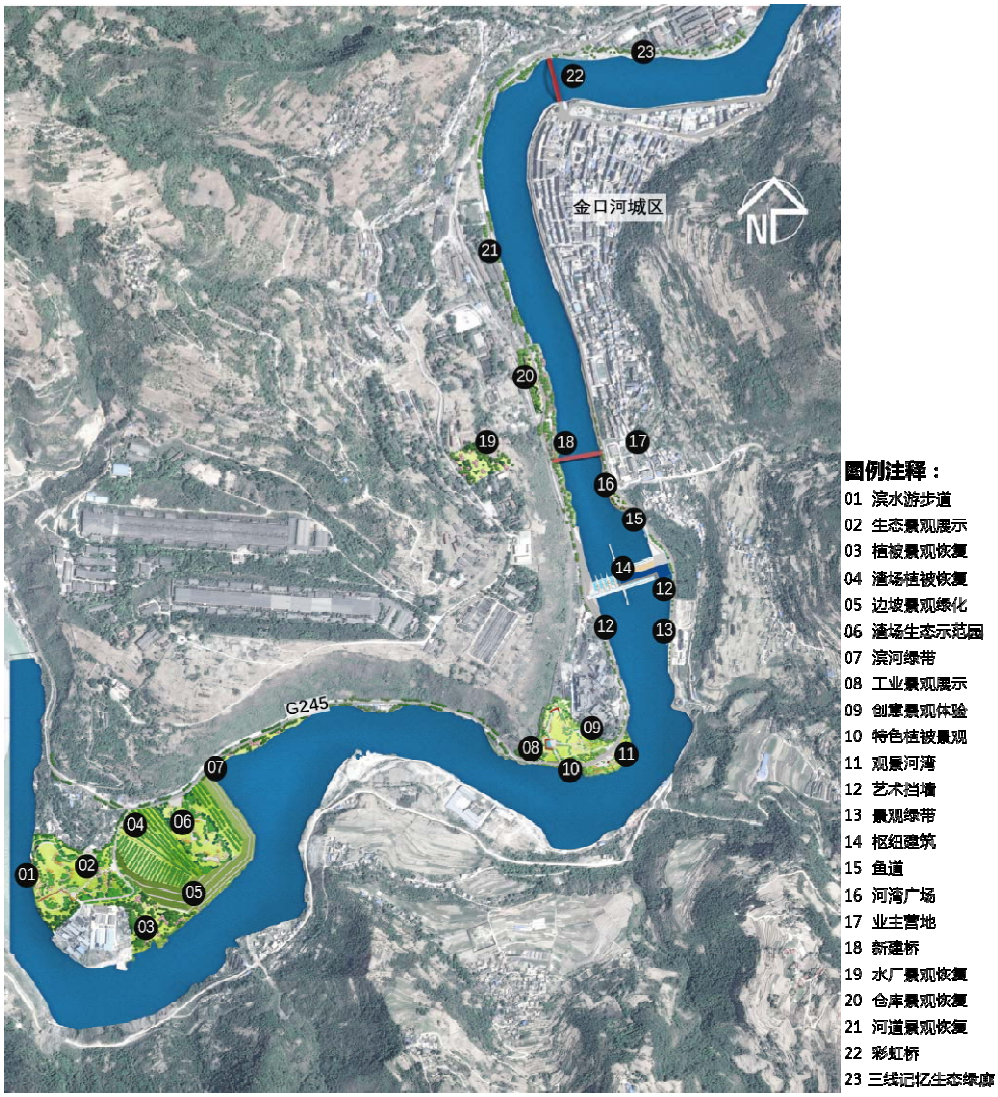


图 7.11.3-1　总平面图

（2）功能分区

依据用地范围及性质，结合各分区区域景观特点形成一带四区的景观结构。

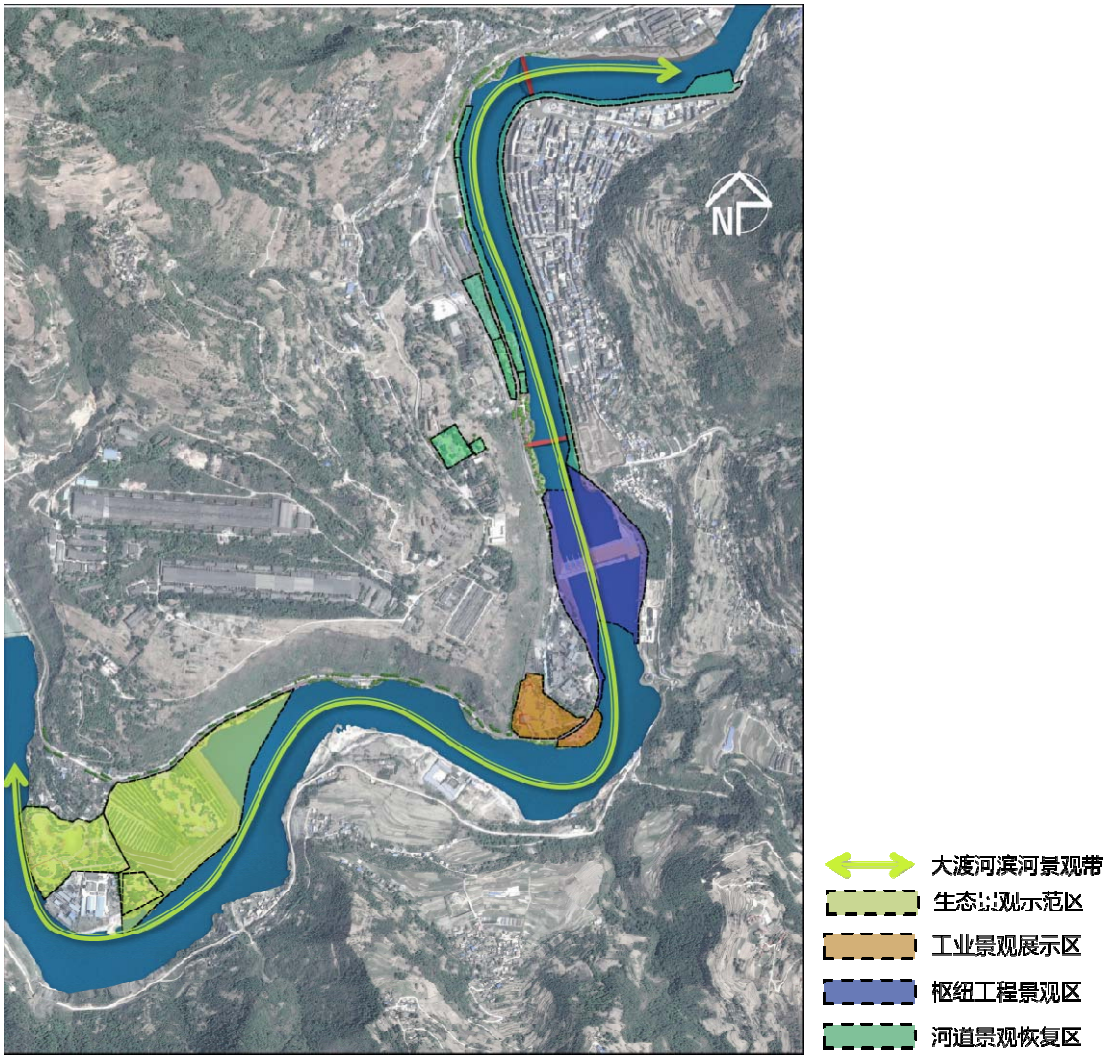


图 7.11.3-2　功能分区图

一带：

大渡河滨河景观带：金口河区大渡河两岸滨河景观带。该区域为此次工程占地范围外用地，随着城市建设的推进，大渡河滨河景观带的建设，将串联沿岸各景观节点，成为城市滨水休闲、游憩、文化展示的景观带状空间，金口河区城市生态绿廊。

四区：

枢纽工程景观区：包含主体枢纽工程景观提升，用地范围内沿河绿化带、景观节点的景观提升。

生态景观示范区：枕头坝河湾半岛施工区，包含渣场生态景观恢复、生态景观展示、生态滨水空间营造等。

工业景观展示区：以区域工业元素为景观灵感，打造展示工业滨水景观的特

色空间。

河道景观恢复区：下游施工台地及河道景观恢复。

7.11.3.2 **分区设计**

（1）枢纽工程景观区

枢纽工程景观区为水电站主体永久建筑区域，建筑物占用大渡河河道空间，对景观视线造成影响。通过对主体建筑区进行景观设计，将其打造成大渡河金口河城区重要的景观节点尤为重要。枢纽工程景观区包括枢纽建筑物景观提升、科普广场景观提升、鱼道及观测室装饰美化、沿河绿化带、景观节点景观提升、挡墙美化等。

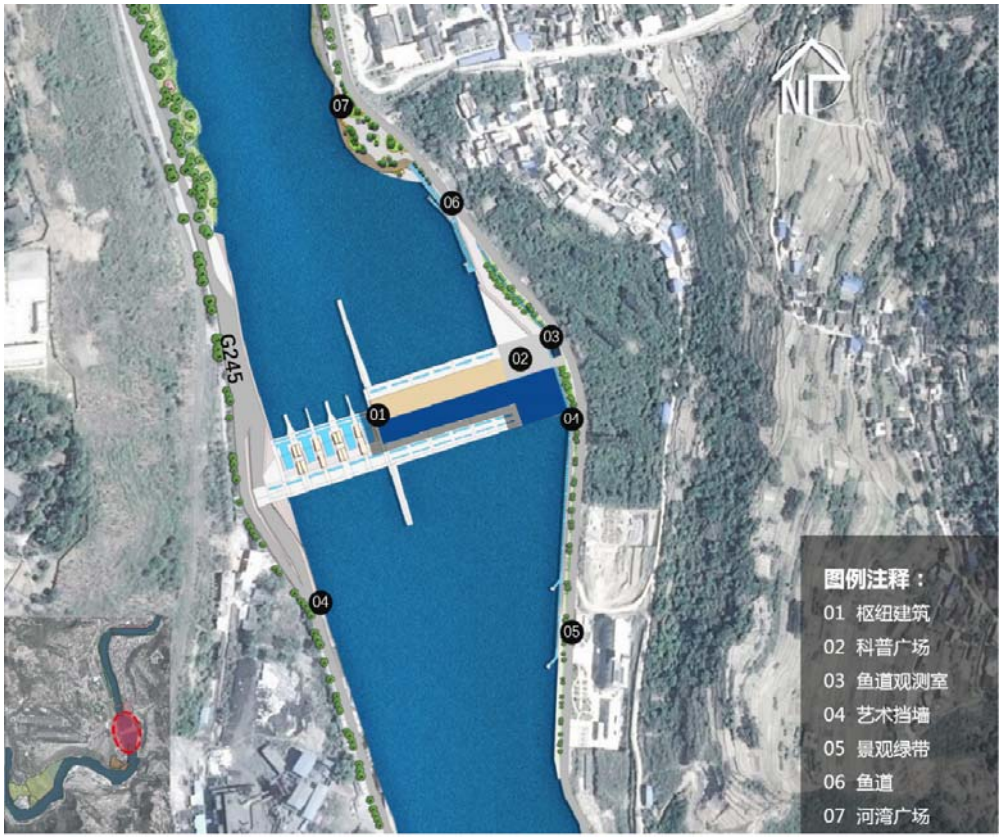


图 7.11.3-3　枢纽工程景观区平面图

1）枢纽建筑物景观提升

枢纽建筑物设计应结合传统水工属性、当地文化特色及现状城市建筑风貌综合考虑。从传统水电工程建筑特性上看，建筑通常以简洁的色彩和体块为主，具有强烈的工程属性；从当地文化背景上看，金口河区少数民族众多，但城区传统建筑元素较少，现状建筑多采用灰色、浅黄色立面，多数建筑屋顶采用了蓝色、

红色彩钢瓦。因此，本次建筑物景观提升主要结合水工建筑物设计的基础上对建筑外立面景观提升提出建议，以减少水工建筑物的不协调性，与金口河区城区景观风貌相融合，成为金口河区重要的新景观。

图 7.11.3-4　枢纽区主体建筑色彩基调

①外立面彩绘装饰

枢纽工程建筑设计延续水工设计方案，非溢流坝段与泄洪闸主要材料为混凝土，设计保留混凝土原始材料颜色，展示水工建筑物的工程属性，同时色彩简洁能与周边道路、水系相协调；引水发电厂房立面采用暖黄色饰面，形成青山绿水中的视线焦点；屋顶以蓝色为主，延续金口河城区多蓝色屋顶的现状。引水发电厂房立面可运用彩绘进行装饰，彩绘主题以水电工程文化、鱼类生态科普、区域特色文化等为主题，实行周期性更换。

图 7.11.3-5　建筑外立面彩绘意向图

②夜景亮化设计

主题工程区整体进行夜景亮化设计，采用多样化的灯光装饰，可定期结合城市夜景、发电开展电站灯光秀。无论白天还是夜晚都将水电站打造成为大渡河上亮丽的景观节点，成为金口河区新的城市景观景点。

图 7.11.3-6　电站亮化意向图

2）科普广场、鱼道及观测室景观设计

水电站是水电科普、鱼类生态科普的重要载体，结合鱼道、鱼道观测室、科普广场的设计，提升水电站的科普功能。通过多样化的设计手法提升科普趣味性，

对鱼道进行美化设计，设置小型鱼形雕塑随鱼道而走，以景观形式展现鱼上溯的过程；在科普广场设置鱼形雕塑一座，观测室以及科普展示牌的设计元素也来源于“水”和“鱼”。

图 7.11.3-7　科普展示及科教活动意向图

图 7.11.3-8　鱼道装饰意向图

3）区域沿河绿道景观提升

水电站的修建及鱼道的布置，侵占了原有河滨绿地的小型河湾广场，工程建成后，结合用地条件，对原有河湾广场景观节点进行重新设计及景观提升，恢复原有河岸慢性步道及景观绿带，结合观景平台、特色宣传牌、休息座椅及景观小品等设施，赋予该区域观景、休闲、科普的功能，成为欣赏枕头坝二级电站发电、泄水景观、夜景的绝佳位置。

河湾广场采用曲线元素延续大渡河水流的动感，通过曲线铺装加异形树池的组合，构建具有动感，吸引公众参与的景观空间。

图 7.11.3-9　河湾广场意向图

图 7.11.3-10　观景平台及绿带景观提升意向

4）挡墙美化

水电站建成后，水位上涨，过坝公路高程增加，坝后左右岸形成挡墙，通过采用彩绘和立体绿化的方式进行装饰美化。

图 7.11.3-11　挡墙美化意向

（2）生态景观示范区

生态景观示范区为枕头坝河湾半岛施工区，此区域景观恢复提升涉及渣场、砂石系统、河湾施工场地及耕植土堆存场。河湾施工场地工程完工后，恢复原有水域景观，其它区域采用景观设计结合水土保持的措施，恢复植被景观，由于区

域为临时占地，不考虑过多硬质景观及活动组织，以生态科普展示为主、植入少量休闲娱乐功能，方便后期政府规划用地。

该区域景观设计分为渣场景观修复区、生态景观展示区、生态滨水游览区、植被景观恢复区四个区。

图 7.11.3-12　生态景观示范区总平面图

图 7.11.3-13　生态景观示范区分区图

1）渣场景观修复区

渣场区域施工完毕后，结合水土保持措施，在渣场坡面种植攀援植物复绿，在弃渣上覆土植树恢复植被，植被选用具有较高观赏价值的种类，在满足水土保持的基础上，多采用观赏价值高或经济价值高的树种，将场地恢复为具有良好植物景观的生态区；设置渣场科普参观游览步道及小型景观空间，科普展示渣场生态处理工程，打造河湾生态示范渣场。

图 7.11.3-14　弃渣景观修复意向

2）生态景观展示区

该区域为砂石加工系统区域，以植被景观恢复为主，同时设置游览步道及景观节点，提供生态科普展示、游览的空间，以创意性、趣味性的科普手段，将该区域打造成为金口河生态科普展示的重要场所。

图 7.11.3-15　生态景观展示区意向图

3）生态滨水游览区

生态滨水游览区靠近大渡河，可设置滨水栈道提供生态滨水游览空间。

图 7.11.3-16　生态滨水游览区意向图

4）植被景观恢复区

未来乐汉高速跨经此区域，因此以植被措施为主，采用观赏性较强乡土植被，恢复区域植被景观。

（3）工业景观展示区

金口河区具有浓厚的工业文化氛围，过去红华实业坐落于此，植入了众多的工业元素景观，未来城区产业布局设置有枕头坝工业园区，工业文化已成为金口河区重要的景观文化元素，因此通过集中设置一处工业文化景观展示区，带动工业废弃地转型升级，激活土地利用价值，与“三线文化”、民族文化相结合，构建近城区的休闲空间，打造为大渡河滨水带上的景观节点，有利于金口河旅游资源整合、完善区域旅游线路，带动旅游发展。

工业景观展示区包括混凝土生产系统、金属结构拼装厂及机电物资仓库，分布于 G245 国道两侧，离枕头坝二级电站坝址及城区较近，以区域工业元素为景观灵感，打造展示工业滨水景观的节点。将工业景观展示区进一步分为工业景观展示区、创意景观体验区、特色植被景观区及河湾观景游览区。

图 7.11.3-17　工业景观展示区平面图

图 7.11.3-18　工业景观展示区分区图

1）工业景观展示区：利用区域现状工业遗存，将其景观化利用，展现工业历史。采用耐候钢廊架、特色水景、火车轨道等元素展现场地工业记忆。

图 7.11.3-19　工业景观展示意向图

2）创意景观体验区：结合工业文化、民族文化、“三线文化”构建颇具创意的现代景观元素，提升互动参与性。

图 7.11.3-20　创意景观体验意区意向图

3）特色植被景观区：主要选择乡土树种，以树阵结合线性道路的形式展现现代景观特色。

图 7.11.3-21　植被景观意向图

4）河湾观景游览区

拟设置河湾观景台、观景塔及游览栈道，成为欣赏风景的优胜地。

图 7.11.3-22　河湾观景意向图

（4）河道景观恢复区

河道景观恢复区包括下游台地施工区及河道施工便道区。其中，，施工结束后对下游台地施工进行土地平整复绿，结合水土保持措施，多选用季相变化丰富的观花观叶植物，并采取乔灌草搭配的形式，形成丰富的植物结构层次。综合加工厂外立面可进行彩绘装饰，靠近综合加工厂的仓库临时占地，考虑到未来人群使用及靠近城市，适当设置小型休息设施和景观空间。

河道施工便道区施工结束后，恢复河道卵石河滩，在水位上涨后未淹没区域结合实际情况，丰富河岸植物景观，现状挡墙处可采用立体绿化，减弱护岸的生硬感，植物可选三角梅、三叶木通等。

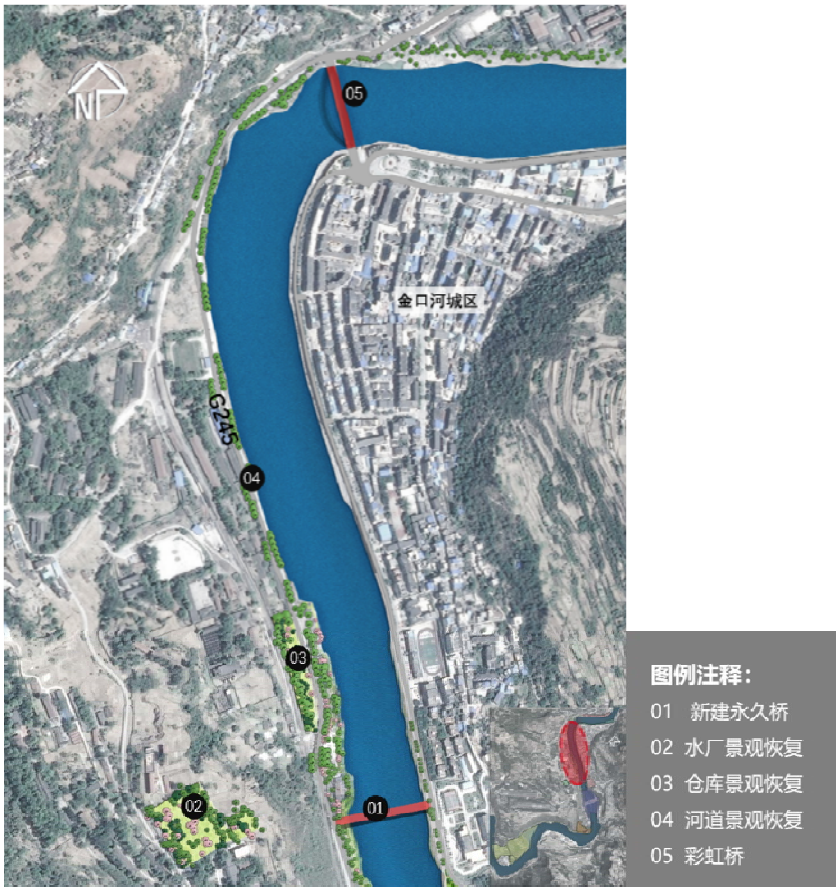


图 7.11.3-23　河道景观恢复区平面图

图 7.11.3-24　植被景观恢复意向图

7.12 社会环境保护措施

（1）施工期保护措施

枕头坝二级水电站工程处于金口河区中心城区，各施工区居民分布较多，具有较重要通行功能的道路有坝区左岸的 G245 国道公路和右岸的滨河路，在施工期应做好道路保通措施，保障当地居民的正常出行。

（2）人群健康预防与保护措施

1）卫生防疫措施

“预防为主”是我国一贯的卫生工作方针，以预防为主、群策群力、因地制宜地发展三级预防保健网络，采取综合防治措施是我国多年来与传染病斗争的策略概括。因此在工程建设过程中，针对传染源、传播途径和易感人群，应采取下列综合防治措施：

① 根据《中华人民共和国传染病防治法》的规定，在自然疫源地或者可能是自然疫源地内施工的建设单位，应当设立预防保健组织，负责施工期间的卫生防疫工作。因此各梯级电站建设单位应在工程施工区建立施工医疗点，配备必要的医疗器械和各种传染病的预防和治疗药品，建立、健全消毒隔离制度，完善消毒措施，防止疫源性传播。

② 各工程人员进入施工区和安置人口迁入安置区时，对生活区和部分作业区进行卫生处理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等爱国卫生运动，改善环境卫生，加强个人卫生防护。

③ 施工区和人口安置区应采取集中式供水，饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，确保饮用水安全。分散式供水，必须做好水源保护，保证饮用水安全。

（3）库区取水保障措施

规划在原泵站取水口靠上游侧约 30m 处进行复建取水泵站，替代原 35#、35-1#泵站的取水功能，复建泵站的引水管路直接接入原 36#泵站的取水池，确保四川红华实业总公司取水不受影响。

8 环境管理、监理与监测

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理原则

（1）预防为主、防治结合的原则

在工程施工和运行过程中，环境管理要预先采取防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

（2）分级管理原则

工程建设和运行应接受各级环境保护行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

（3）相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

（4）针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

8.1.2 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。枕头坝二级水电站工程环境管理目的在于保证内工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程施工和运行产生的不利环境影响得到减免，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

8.1.3 环境管理目标

（1）保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

（2）预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、环境空气和声环境质量达到环境质量标准的要求。

（3）水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土

保持功能和生态环境质量。

（4）做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

（5）理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工区环境美化，争创环保优秀工程。

8.1.4 环境管理体系

8.1.4.1 施工期

枕头坝二级水电站施工期环境管理分为外部管理和内部管理两部分。其中外部管理体系由国家、省级及地方环境保护行政主管部门组成；内部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。工程环境管理体系见图 8.1.4-1。

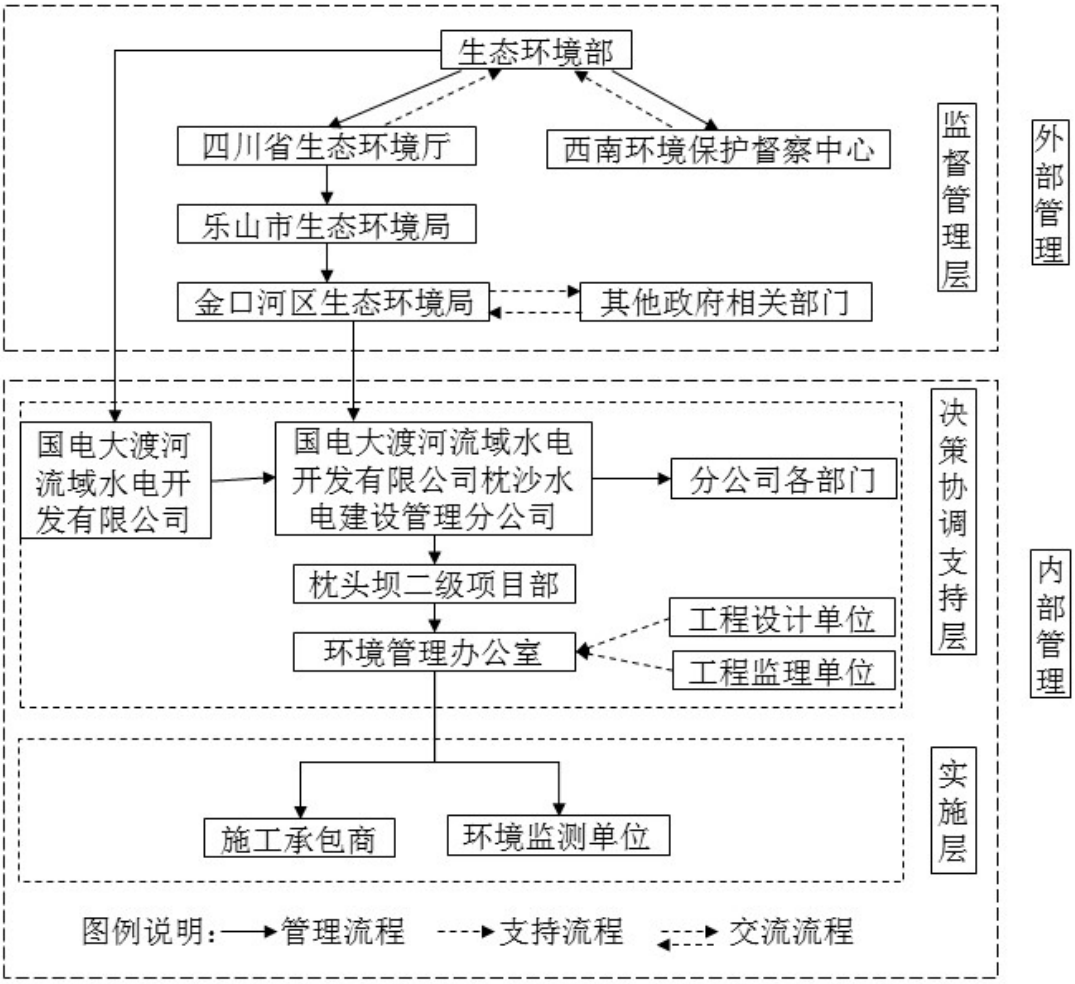


图 8.1.4-1　枕头坝二级水电站工程环境管理体系图

（1）外部管理

外部管理体系由国家、省级及地方环境保护行政主管部门组成，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。同时也需要当地相关部门，如水利、国土、林业、农业、移民等部门的支持、沟通和配合。

（2）内部管理

由建设单位负责对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方环保部门要求；执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理。施工期内部管理体系由建设单位环境管理办公室、支持单位、承包商环境管理办公室组成。其中：

1）环境管理办公室

由建设单位负责组建，统筹协调设计单位、监理单位、承包商相关负责人等。环境管理办公室全面负责施工区环境保护管理工作，监督、决策、协调、督促施工区内施工单位依照合同条款及审批的环境影响报告书及水土保持方案报告书及其批复意见，组织开展、落实项目环保措施的设计、施工及运行管理，费用投入及应急预案等。

2）支持单位

包括工程设计单位、环保监理单位等，为建设单位环境管理办公室的支持单位。其中设计单位：受建设单位的委托，在工程建设的各个阶段为建设单位、监理和施工单位提供技术咨询服务。

3）承包商环境管理办公室

承包商环境管理办公室实施环境保护及水土保持措施。具体可分为环保监测单位、环保和水保措施承建及实施单位。

环保监测单位：由具有监测资质的单位承担，根据监测计划进行监测，及时发现环境问题，为及时采取处理措施提供依据；验证环保措施的实施效果，根据监测结果及时调整环保措施，为环境管理及环境监理、监督等部门提供数据支持，并为工程竣工验收提供依据。

环保和水保措施承建及实施单位：由各主体工程承包商环境管理办公室、专项环境保护措施运行管理单位等组成，其主要职责为落实环境保护和水土保持措施，并维护其正常有效运行。

8.1.4.2 运行期

运行期环境管理由枕头坝二级水电站运行管理机构执行，应设立“环境保护管理办公室”，设专职环保人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：负责各项环保设施的日常运行维护，处理运行过程中遇到的各种问题；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实施；加强运行期各种环境保护工程建设及环境监督管理。

8.1.5 环境管理机构与职责

8.1.5.1 建设单位环境管理办公室

建设单位环境管理办公室是建设单位代表行使环境管理的直接机构，机构应长期存在， 配专职人员 2～3 人及数名兼职人员，对环境保护工作进行统一领导和组织。其各阶段的主要工作职责如下：

（1）工程可研阶段

建设单位根据国家《建设项目环境管理条例》、《环境保护法》组织开展项目环境影响评价工作。

（2）招标设计阶段及施工期

建设单位应在招标设计阶段，根据环境影响报告书及其批复意见，结合招标设计成果，积极组织开展各项环境保护措施的招标设计，并负责从施工到竣工验收期间的环境保护管理工作。

（3）运行期

建设单位加强水电站环保设施运行管理及监督管理，制定每年度环境保护工作计划、落实相关经费，安排环境监测、生态环境调查、编写年度环境保护工作阶段报告、组织竣工环境保护验收等事务。

8.1.5.2 环境监理机构

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、纠正违反合同条款及国家环保要求的施工行为。

8.1.5.3 承包商环境管理办公室

工程施工单位内部设立“环境保护办公室”，作为工程施工期环境保护工作的主要责任机构和接待机构，严格按照合同条款和招标文件中规定的环境保护及水土保持内容，具体实施施工单位承担的环境保护任务。承包商环境保护办公室在工程施工期具体负责组织实施招标文件中规定的环境保护对策和措施，接受工程建设单位环境管理办公室、环境监理的监督和管理。

8.1.6 环境管理制度

（1）环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

（2）分级管理制度

在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施。工程建设环保办公室负责定期检查，并将检查结果上报。环境监理单位受业主委托，在受权范围内实施环境管理，监督施工承包单位的各项环境保护工作。

（3） “三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行，防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（4）书面制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。

（5）报告制度

各施工承包商定期向建设单位环境管理办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设单位环境管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测单位定期

向工程建设单位环境管理办公室提交环境监测报告，环境管理办公室应委托有关技术单位对工程施工期进行环境评估，提出评估季报和年报。

8.1.7 环境监督计划

枕头坝二级水电站环境监督管理计划的具体监督工作内容，实施监督的机构详见表 8.1.7-1。

表 8.1.7-1　　枕头坝二级水电站工程环境监督计划

阶段	机构	监督内容	监督目的
可研	四川省生态环境厅 四川省水利厅	①审批环境影响报告书； ②审批水土保持方案报告书	①保证环评内容全面，专题设置得当，重点突出。 ②保证本项目可能产生的重大、潜在的问题都已得到反映。 ③保证减缓环境影响地措施有具体可行的实施计划。
设计及建设	四川省生态环境厅 乐山市生态环境局	①审核环保设计； ②检查环保投资是否落实； ③检查污染物排放、控制和处理； ④检查施工占地选择与恢复处理； ⑤检查环保设施三同时，确定最终完成期限，环保设施是否达到标准要求。	①严格执行“三同时”； ②确保环保投资； ③减少建设对周围环境的影响，执行相关环保法规与标准； ④确保施工场所满足环保要求，资源不被严重破坏； ⑤验收环保设施。
运行	生态环境部 四川省生态环境厅 乐山市生态环境局 金口河区生态环境局	①检查监测计划实施完成期限； ②检查有无必要采取进一步环保措施； ③检查环境质量是否满足相应质量标准要求； ④加强监督防止突发事故，消除事故隐患，检查紧急事故应急方案，一旦发生事故能及时消除危险。 ⑤检查环境影响后评价工作。	①落实监测计划； ②切实保护环境； ③加强环境管理； ④确保污（废）水排放排放达标； ⑤消除事故隐患，避免发生恶性污染环境事件； ⑥对工程的环评工作进行总结。

8.1.8 环境保护工程验收计划

根据《建设项目环境保护条例》（2017）中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告；其配套建设的环境保护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。结合本

工程环境保护工程实施要求，枕头坝二级水电站环境保护工程验收计划如下：

8.1.8.1 蓄水前阶段环境保护验收

蓄水前阶段环境保护验收调查时段为工程前期和施工期。调查工程的建设过程和工程实际建设内容，重点明确工程与环境影响评价阶段的变化情况。核查工程在设计、施工阶段针对生态影响、污染影响和社会影响所采取的环境保护措施，并对环境影响评价文件和环境影响评价审批文件所要求的各项环境保护措施的落实情况予以说明。

8.1.8.2 工程竣工环境保护验收

工程竣工环境保护验收调查时段应包括工程前期、施工期、运行期三个时段。验收调查范围原则上与环境影响评价文件的评价范围一致；结合现场踏勘对调查范围进行适当调整。验收内容包括：

（1）工程调查

检查建设项目立项文件、初步设计及其批复和程序的完整性、批复单位权限与项目投资规模符合性；调查项目审批时间和审批部门、初步设计完成及批复时间、环境影响评价文件完成及审批时间、工程开工建设时间、建设期大事记、完工投入运行时间等。调查工程各阶段的建设单位、设计单位、施工单位和工程环境监理单位。工程验收及各专题验收情况。工程的地理位置、规模、占地范围、设计标准和建筑物等级、工程构成及特性参数、施工布置、弃渣场和料场的位置与规模、工程设计变更等；施工布置、施工工艺、主体工程量、主要影响源及源强、后期迹地恢复情况等；工程运用调度过程、运行特点和实际运行资料，工程设计效益与运行效益等；工程总投资和环境保护投资等。

（2）环境保护措施落实情况调查

调查工程在设计、施工、运行阶段针对生态、水环境、“三废”和移民安置影响所采取的环境保护措施；各项环境保护措施的落实情况；以及为解决环境问题提出的调整方案的落实情况。根据调查结果，进行环境影响评价文件、审批文件和设计文件与实际采取环境保护措施的对照，分析变化情况，并对变化情况予以必要的说明。对没有落实的措施，应说明实际情况和原因，并提出后续实施、改进的建议。

（3）环境影响调查

针对工程施工、运行后对生态、水环境、声环境、大气环境、社会环境等环境因子的影响展开调查。调查已有和新增的保护目标，分析工程建设对保护目标的影响及程度。分析工程各项环保措施的的有效性，对存在的问题提出补救措施和建议。

（4）环境风险事故防范及应急措施调查

调查工程施工期和运行期存在的环境风险因素，是否出现过环境风险事故，环境风险事故发生情况、原因及造成的环境影响；调查工程环境风险防范措施与应急预案的制定及落实情况；调查工程环境风险事故防范与应急管理机构的设置情况。根据以上调查结果，评述工程现有的环境风险防范措施与应急预案的有效性，针对存在的问题提出具有可操作性的改进措施建议。

（5）环境管理状况及监控计划落实调查

调查建设单位环境保护管理机构及规章制度制定、执行情况、环境保护人员专（兼）职设置情况；环境影响评价文件和初步设计文件中要求建设的环境保护设施的运行管理情况，环境监测计划的落实情况。建设单位对环境保护项目立项、委托及实施情况。工程施工期环境监理实施情况。分析建设单位环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工和同时投产使用的“三同时”制度的执行情况。针对调查发现的问题，提出切实可行的环境管理建议和环境监测计划改进建议。

（6）公众意见调查

了解公众对工程施工期及运行期环境保护工作的意见，以及工程建设对影响范围内居民工作和生活的环境影响情况。

8.2 环境监理

8.2.1 环境监理目的和任务

为保证工程环境保护措施(包括水保措施)得以全面落实和达到预期效果，枕头坝二级水电站工程需单独实施环境监理并贯穿工程建设全过程。全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题。使环境管理工作融入整个工程建设过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

8.2.2 环境监理目标

（1）进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。

（2）质量目标：环保工程措施质量满足设计要求。

（3）投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环保措费的使用按业主的有关规定执行。

（4）环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经环境保护主管部门批复的枕头坝二级水电站环境影响报告书的相关要求。

8.2.3 环境监理作用

枕头坝二级水电站施工期环境监理的作用主要有：

（1）预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

（2）制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节。以保证整个过程的平衡协调。

（3）参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作。对与工程有关的重大环境问题参与决策。

（4）反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

（5）促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

8.2.4 环境监理工作依据

（1）环境监理合同；

（2）发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；

（3）工程的施工图纸与文件；

（4）水电水利工程施工监理规范；

（5）国家的法律、行政法规、水电工程建设监理及水电建设的部门规章和技术标准及工程所在地的地方法规；

（6）国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件；

（7）发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定；

（8）环境保护主管部门批复的环境影响报告书，水利主管部门批复的枕头坝二级水电站水土保持方案报告书。

8.2.5 环境监理与工程其他单位的关系

（1）环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

（2）环境监理与业主、承包商的关系

环境监理是业主和承包商之外的经济独立第三方。严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护业主利益的同时，也必须维护承包商的合法权益。业主与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，业主与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包商三方相互制约的环境管理格局。

（3）环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出环境监测方案调整意见，并通过业主反馈给环境监测单位。

8.2.6 环境监理机构设置和工作制度

（1）环境监理机构

根据本工程规模和施工规划，结合主体工程施工规划要求，在工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员。环境监理人员常驻工地，

对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

工作机构设置及工作程序见图 8.2.6-1。

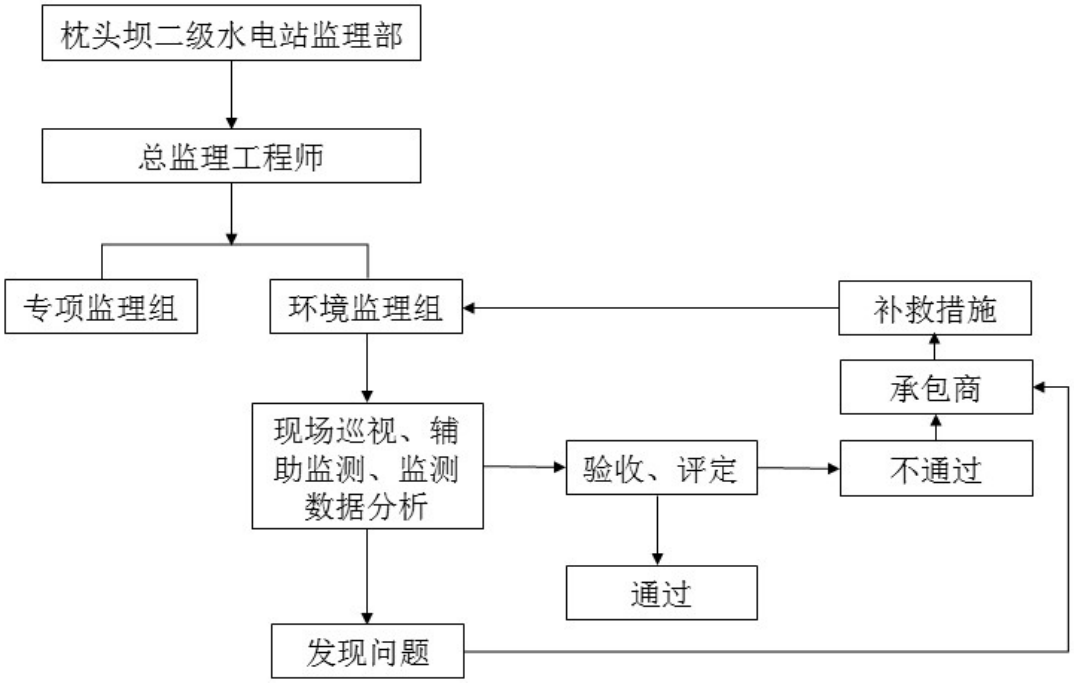


图 8.2.6-1　枕头坝二级水电站环境监理组织机构及工作程序图

（2）工作制度

1）工作记录制度

环境监理工程师根据工作情况作出工作记录（监理日记），重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，指出存在的环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，提出处理意见及处理结果。

2）监理报告制度

监理工程师应组织编写环境监理月报、季度报告、半年报告、年度监理报告，审核承包商的环境月报，报建设单位环境管理办公室。

3）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。

4）环境例会制度和会议纪要签发制度

每月召开一次环保会议，例会期间，承包商对本合同阶段本月的环保工作进行回顾总结，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发给与会各方，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。

8.2.7 工程施工区环境监理

8.2.7.1 监理范围

枕头坝二级水电站工程施工区环境监理的工作范围包括各标承包商及其分包商施工作业现场、生产区、生活营地、场内交通道路、建设单位办公生活区、附属企业等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

8.2.7.2 岗位职责

工程建设单位应聘请具有环境监理资质的单位承担工程施工期间的环境监理工作，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。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实施情况；及时发现、纠正违反合同条款及国家环保要求的施工行为。其主要监理职责包括：

（1）编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

（2）对承包商进行监理，防止、减轻施工作业引起的环境污染和对植被、野生动物生境的破坏行为及森林火灾发生。

（3）全面监督和检查各施工单位环境保护措施实施情况和实施效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。

（4）全面检查施工单位负责的渣场、施工迹地的处理及恢复情况，主要包括迹地生态修复和绿化措施及效果等。

（5）负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质、大气、噪声等监测结果，对电站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。

（6）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。

8.2.7.3 监理方式

根据工程影响区环境状况和工程特点，施工区环境监理工作方式以巡视为主，辅以必要的仪器监测，日常巡视是环境监理的主要工作方式。根据施工区污染源分布情况，环境监理工程师定期对施工区进行巡视，发现环境污染问题，首先口头通知承包商环境管理员限期处理，后以书面函件形式予以确认。对要求限期整改的环境问题，环境监理工程师按期进行检查验收，并将检查结果形成检查纪要下发给施工承包商。

8.2.7.4 主要监理内容

枕头坝二级水电站工程施工区环境监理的主要工作内容包括：

（1）生态环境保护

监督施工区生态环境保护措施落实情况。枢纽工程施工结束后，对施工临时占地区受损植被进行生态修复和抚育管理，对施工临时占用的耕园地进行复垦。严格界定施工活动范围，设置警示牌，禁止施工人员、移民和当地居民捕杀动物。检查黑马鱼类增殖放流站有关枕头坝二级放流任务的执行情况，督促建设单位按期、按量开展鱼类增殖放流；检查过鱼措施的执行情况；检查鱼类栖息地保护的执行情况；检查渔政管理和水生生态监测的落实情况。

（2）生产废水处理

监督生产废水处理措施落实情况，确保承包商及各施工单位排出的生产废水进行处理后达标排放，使接纳施工废水的水体不降低原有的功能和水质级别。

（3）生活污水处理

监督生活污水处理措施落实情况，监督承包商对生活污水进行处理后达标排放，检查是否定期对生活污水排放口进行监测。

（4）固体废物处理

监督固体废物收集处理情况。竣工时应要求承包商从现场清除运走所有废料、垃圾、拆除和清理临时工程，保持移交工程及工程所在现场清洁整齐。

（5）大气污染治理

监督大气治理措施落实情况。要求承包商及各施工单位在装运水泥、石灰、

垃圾等一切易扬尘的车辆时，必须覆盖封闭，防止运输扬尘污染。检查枢纽工程区、砂石加工系统扬尘处理措施执行情况。对道路产生的扬尘，应要求采取定期洒水措施。

（6）噪声控制

监督噪声控制措施落实情况。检查施工区减噪措施执行情况，特别是枢纽施工区必须从严执行施工作息时间、从严实施减噪工程措施、从严监督环保施工方式，将施工对金口河城区企事业单位及居民的日常生产生活影响降到最低，妥善解决由此而产生的纠纷。

（7）水土流失

监督水土保持措施落实情况。协助处理项目建设区的各种水土保持纠纷事件；编制水土保持监理工作报告报送工程建设管理部门。

（8）景观建设

监督景观保护提升措施落实情况。检查围挡美化措施、道路植物景观提升、施工便道绿化带景观提升等措施实施到位，确保工程建设形象符合环评预期。

（9）人群健康

监督施工人员卫生检疫防疫落实情况。确保工程施工区供水和生活饮用水安全，监督承包商做好生活饮用水的预防与保护、加氯消毒和水质监测工作，保障施工人员身体健康。

8.2.8 移民安置区环境监理

8.2.8.1 监理范围

枕头坝二级水电站工程移民安置区环境监理的工作范围包括移民安置活动可能产生影响的区域。

8.2.8.2 岗位职责

移民安置区环境监理工作师的岗位职责主要包括：

（1）对移民安置区环境保护实施规划的所有项目进行监督检查，以保证各项环境保护项目或措施得到落实。

（2）根据有关法律法规及环保项目协议书（合同），对实施环保项目的专业部门和重点环保项目进行跟踪监理，提出要求限期完成的有关环境保护工作。

（3）通过巡查及时发现移民安置过程中存在的环境问题，提出解决措施或

建议报环境管理办公室，并督促解决该问题。

（4）根据有关法律法规及协议书，协助工程环境管理机构和当地政府有关部门处理移民安置中引起的各种环境污染事故和环境纠纷。

（5）编制工程建设环境监理工作月报和年报，送建设单位环境管理机构。

8.2.8.3 监理方式

根据枕头坝二级库区环境状况和移民安置特点，移民安置区工程建设环境监理工作方式以定期巡查为主，辅以单项工程的监督控制，通过及时收集有关资料和填报的报表获取信息，并进行分析，在宏观上实现对移民安置区环境保护工作的“三控制”。对重点环境问题进行跟踪监理，直至解决问题。

8.2.8.4 主要监理内容

枕头坝二级水电站移民安置区环境监理的主要工作内容包括：

（1）粪便无害化处理情况，主要是农村沼气池和城镇移民迁建小区生活污水处理设施的建设与使用情况、达标处理效果及存在的问题。

（2）检查移民安置区古树迁地保护和就地保护措施的落实情况。

（3）检查耕地复垦区生产用水、机耕道建设及农田水利工程等配套设施建设和实施情况。

（4）对移民迁建过程中存在的环境问题及时向建设业主和各级移民主管部门提出建议和措施，并督促妥善解决这些问题。

8.3 环境监测

8.3.1 监测目的及原则

（1）监测目的

掌握工程评价区生态环境因子变化情况，分析各生态环境因子及经污染控制措施实施后的达标情况；验证环保措施实施效果，为工程建设、竣工、运行等各阶段环境保护研究及管理提供依据，为工程实施实现生态环境良性循环积累数据基础。

（2）监测原则

1）结合枕头坝二级水电站工程施工特点，针对施工区生态环境保护的具体要求，选择与工程影响有关的环境因子作为监测、调查与观测对象。

2）监测方案具有代表性、可操作性，满足相应专业技术要求，同时，监测成果应充分利用环境监测机构及装备和现有常规监测调查成果。

8.3.2 总体布局

枕头坝二级水电站工程生态环境监测体系由下泄流量监控、水环境、环境空气、声环境与振动、土壤环境、水生生态、水生生态、人群健康、移民安置区生态环境监测等。

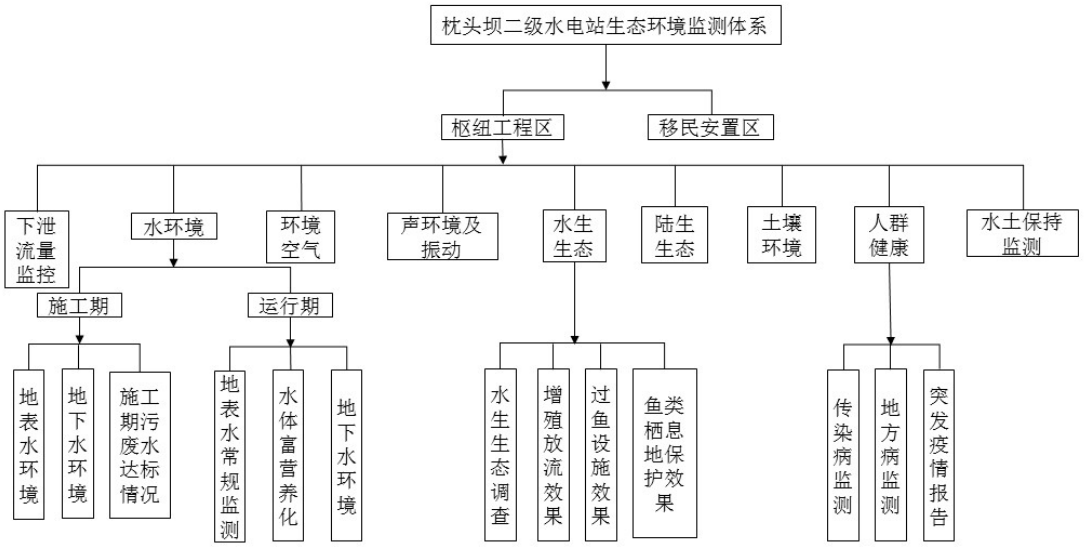


图 8.3.2-1　枕头坝二级水电站工程生态环境监测体系

8.3.3 下泄流量监控

（1）监控目的

为确保下泄流量措施的有效运行，对工程不同阶段下泄流量进行实时监控。

（2）监控要求

为监控工程下泄流量，须建立枕头坝二级水电站水情自动测报系统，实施监测水电站坝上水位和坝址下游断面生态流量。

（3）监控时间

为满足初期蓄水阶段生态流量的监控要求，生态流量监测系统须在电站蓄水前安装完成，并与省生态环境行政主管部门联网，实时掌握坝下流量情况。

8.3.4 水环境监测

8.3.4.1 施工期

施工期水环境监测分为水环境质量监测及施工污废水达标监测两部分。

（1）水环境质量监测

1）地表水监测

监测断面布设：分别在枕头坝二级库尾、枕头坝二级坝址上游 0.5km 处、枕头坝二级坝址下游 1.8km 处各布设 1 个监测断面，共 3 个监测断面。

监测内容：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD_5、NH_3-N、TP、TN、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、铁、锰、悬浮物等 19 项。

监测频率：每年监测 3 期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测 3 天。

监测时间：施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002）的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002）方法执行。

2）地下水监测

监测点的布设：枕头坝库区共安乡公安村二河村附近地下水出露点。

监测项目：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数，共 21 项。

监测频率：每年监测 2 期（枯水平和丰水期），每期监测 2 天，每天取样 2 次；施工期 5 年 4 个月，共监测 11 期。

监测方法：参照《地下水环境监测技术规范》 HJ/T 164 执行。

（2）施工污废水达标监测

以《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法为依据，分别开展砂石加工系统废水、混凝土拌和系统废水、修配系统含油废水、生活污水处理达标监测及生活饮用水达标监测。

1）砂石加工系统废水

监测点布设：砂石加工系统冲洗废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在砂石加工系统正常运行时，每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天取样 4 次；施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

监测方法：《地表水和污水监测技术规范》（GB/T91-2002）规定的监测方法。

结果处理：每次监测任务完成后，监测承担单位均需编制监测报告，内容包括监测成果表(附监测方法)及水质状况分析评价结果。监测报告由本工程环境管理机构统一管理。

2）混凝土拌和系统废水

监测点布设：混凝土拌和系统废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：pH、SS、流量。

监测频率：在混凝土拌和系统正常运行时，每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天取样 4 次；施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

3）修配系统含油废水

监测点布设：修配系统含油废水处理设施进、出水口各布设 1 个监测点。

监测项目：SS、石油类。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天取样 2 次；施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

4）生活污水

监测点布设：施工营地生活污水处理设施排放口设置 1 个监测点。

监测项目：pH、COD、BOD_5、NH_3-N、TP、污水流量、SS、动植物油等 8 项。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 3 天，每天 2 次；施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

5）生活饮用水

监测点的布设：生活区供水水源出水口布设 1 个监测点。

监测项目：按《生活饮用水卫生标准》（GB5479-2006）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群，共 17 项。

监测频率：每年监测 3 期，每期监测 2 天，每天取样 2 次。施工期 5 年 4 个月，共监测 16 期。

8.3.3.3 运行期

（1）地表水环境常规监测

1）为分析枕头坝二级水电站运行期对大渡河水质的影响，规划布设枕头坝二级库尾、枕头坝库区江沟汇口、枕头坝坝前共 3 个断面。

2）监测内容

监测水温、 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、氟化物、镉、六价铬、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、汞、砷、铁、锰、悬浮物共 28 项。

3）监测频率

每年监测 3 期（丰水期、平水期、枯水期），每期连续监测 2 天。

4）监测时间

工程蓄水后的前 3 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行费用。

5）监测方法

水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002）的规定方法执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91—2002）方法执行。

（2）水体富营养化监测

在枕头坝二级库湾处进行水体富营养化监测，富营养化监测指标：总氮、总磷、叶绿素 a 和透明度、高猛酸盐指数。一年监测一次，监测时间定在 6-8 月。运行后头 3 年监测费用纳入工程环保投资，之后纳入电站运行费用。

（3）地下水监测

监测点的布设：枕头坝库区共安乡公安村二河村附近地下水出露点。

监测项目：pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数，共 21 项。

监测频率：蓄水后第 1 年和第 2 年，每年枯水期监测 1 次。

监测方法：参照《地下水环境监测技术规范》 HJ/T 164 执行。

8.3.4 水生生态监测

8.3.4.1 水生生态调查

（1）调查时间

施工期每 2 年调查 1 次，共 3 次；电站正式投产运行后连续调查 3 年、每年 1 次，之后纳入电站运行费用。水体理化特征，浮游动、植物，底栖动物、水生维管束植物在 4、8、11 月份各监测一次。鱼类种群动态监测在 3～9 月进行，每月 20 天左右。鱼类产卵场监测在 5～9 月进行，年监测天数不少于 60 天。

（2）调查项目

水体理化特征：水文、水动力学特征，水化学（主要为 N、 P 各种形式组分动态）；

水生生物：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、生物量等。

鱼类资源：鱼类的种类组成、资源量的变化。

（3）调查断面及水域

水体理化特征及水生生物调查断面：枕头坝一级库尾、枕头坝二级库尾、枕头坝二级坝址、江沟汇口以上 100m 处。

鱼类资源调查水域：枕头坝一级库区、枕头坝二级库区、江沟等水域。

（4）调查方法

根据《水库渔业资源调查规范》和《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行采样和鉴定，并且对鱼类采取现场撒网捕捞、附近居民和市场上的渔获物等进行访问调查。

8.3.4.2 增殖放流效果监测

进行鱼类增殖放流效果监测，根据监测结果调整增殖放流计划。

（1）调查点位

为评估枕头坝二级鱼类增殖放流效果并科学进行放流计划调整，需对水库蓄水前后的鱼类资源监测。主要在枕头坝二级库尾、坝下及江沟共布设 3 个断面。

（2）监测时间

调查时间为放流实施前 1 年开始，以后每 1 年调查 1 期，连续调查 3 年，监测时间为每年 3～9 月。3 年后增殖放流效果监测纳入工程运行费用。

（3）监测内容

根据标志放流鱼类的调查监测，了解放流鱼类种群动态，结合鱼类资源监测结果，调整完善增殖放流计划。

（4）监测费用

枕头坝二级水电站的增殖放流效果监测属于瀑布沟以下的中下游增殖放流统一规划的增殖放流效果监测的重要组成部分，纳入总的监测费用，按实际监测断面数量、河段长度等监测工作量进行分摊。蓄水后头三年监测费用纳入工程环保投资，之后列入工程运行费用。

8.3.4.3 过鱼设施效果监测

试运行期应对其投入运行后的实际效果进行跟踪监测，监测内容应包括：①坝下河段水力学监测与分析；②鱼道内部水力学监测；③过鱼种类；④过鱼数量；⑤过鱼规格；⑥鱼类发育情况；⑦昼夜过鱼规律；⑧不同进口进鱼情况；不同工况进鱼情况；坝下鱼类集群及分布。

鱼道正式运行后，除以上常规监测外，还应对上溯鱼类库区行为进行标志跟踪监测，并对坝上坝下鱼类资源变化趋势进行调查和统计，以利于对鱼道的鱼类保护效果进行客观评价。

工程蓄水后连续调查 3 年，相关费用纳入工程环保投资，之后列入工程运行费用。

8.4.3.4 栖息地保护效果监测

进行江沟鱼类栖息地保护效果监测，根据监测结果调整栖息地保护措施。

（1）调查点位

在江沟沟口布设 1 个断面。

（2）监测时间

调查时间为栖息地保护实施前 1 年开始，以后每 1 年调查 2 期，监测时间为每年 4～7 月、8～9 月各一次，工程蓄水后连续调查三年，相关费用纳入工程环保投资，之后列入工程运行费用。

（3）监测内容

进行栖息的鱼类资源监测，了解栖息地保护河段鱼类种群动态，结合鱼类资源监测结果，调整完善栖息的保护措施。

8.3.5 陆生生态监测

（1）调查范围

枕头坝二级水电站施工区、库周区及移民安置区。

（2）调查内容

调查陆生动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。不同区域调查的侧重点有所不同：

① 施工区：主要对施工各种临时占地区、办公及生产生活区、施工道路两侧、渣场、料场等区域的植被恢复措施执行情况、效果及植被覆盖率等情况进行观测和监测。

② 库周区及移民安置区：对库区涉及乡镇的受淹植被及移民安置活动中植被破坏区的植被恢复情况、陆生植被覆盖情况进行观测与监测。陆生动物重点观察分布于库周的国家保护动物的种群、数量的变化。

（3）监测频率及时间：根据评价区域动植物现状，共规划对其调查 2 次，枕头坝二级水电站工程完建当年调查一次、完建后的第三年调查一次。

（4）调查方法

实地调查和访问当地居民的方法。

8.3.6 土壤监测

（1）监测目的

了解施工期及运行期土壤环境受影响情况，及时采取土壤污染防控措施。

（2）监测项目

土壤取表层样（0~0.2m 取样）。TR1 和 TR2 监测项目包括《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的基本项目（45 项）、pH 及全盐量；TR3 监测项目包括《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）基本项目、pH 值及全盐量。

（3）监测点位及频次

监测点位及频次见表 8.3.6-1。

表 8.3.6-1　　本项目土壤环境监测计划一览表

序号	监测点位	经纬度	备注	监测频率
1	TR1 坝址上游 4km 江沟河口处	29.224883，103.055803	建设用地土壤监测	施工期第 3 年和第 6 年分别监测一次
2	TR2 坝址左岸土壤	29.232963，103.078312	建设用地土壤监测	
3	TR3 坝址上游 3.7km 处农用地	29.224836，103.059729	农用地土壤监测	

8.3.7 环境空气质量监测

（1）监测点布设

根据枕头坝二级水电站工程施工与周围环境的关系，在枢纽施工区周围布置 4 个监测点，分别是金口河中学、金口河区人民医院、砂石加工系统场地、混凝土生产系统场地。

（2）监测内容

针对本工程施工产生的大气污染物特点，确定环境空气监测内容为 SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}。

（3）监测频率

本工程正常施工期，每年监测 3 期，每期连续监测 7 天。共监测 16 期。

（4）监测方法

按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 2 各项污染物分析方法进行。

8.3.8 声环境质量监测

（1）监测点

根据枕头坝二级水电站工程施工期噪声源布置位置及与周围环境的关系，确定工程区布设 15 个监测点，详见表 1.8.2-2。

（2）监测频率

施工期每年监测 3 期，每期监测 2 天，分昼间和夜间个监测一次。共监测 16 期。

（3）监测内容

监测内容是等效声级：L_{Aeq}。

（4）监测方法和监测仪器

监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的要求进行。

8.3.9 人群健康监测

（1）监测项目

根据当地环境卫生状况，施工期间需要重点监控的传染病病种为介水传染病，如细菌性痢疾、伤寒、副伤寒和病毒性肝炎，虫媒性传染病，疟疾、流行性乙脑炎等。

（2）监测对象和频次

施工期每年对施工人员进行抽查检疫，抽取 10%的施工人员检疫 1 次。

（3）疾病监测要求

①传染病监测

主要是甲（2）、乙（26）、丙（12）40 种传染病监测，包括鼠疫、霍乱、禽流感、病毒性肝炎、痢疾、伤寒与副伤寒、流行性乙脑炎、疟疾、破伤风、肺结核、手足口病等。应收集整理的资料包括：

a.各级医疗卫生机构所作的传染病报告；

b.监测点内各医疗机构发现的甲、乙、丙类传染病报告；

c.各级疾控中心收到的有关监测点的疫情；

d.其他。

②地方病监测

对施工活动影响区的当地居民进行监测，调查将施工人员外来疾病对当地居民健康的影响。

（4）突发疫情报告

出现突发疫情、不明原因公共卫生事件时应随时报告并通知当地疾控管理部门。接到报告后，应第一时间赶赴现场，开展流行病学调查，明确事件原因，通过疫情点封锁、环境消毒、预防服药、紧急接种、现场采样等方式，控制疫情扩散与蔓延。

8.3.10 水土保持监测

8.3.10.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为水土流失防治责任范围。

8.3.10.2 监测时段和频次

本工程监测时段应从施工准备期开始，至设计水平年结束。监测时段从2020年6月开始，至设计水平年2026年12月结束，共计79个月。

取土（石、砂）量、弃土（石、渣）面积、正在实施的水土保持措施建设情况、扰动地表面积等至少每月监测记录1次；施工进度、水土保持植物措施生长情况至少每季度监测记录1次；水土流失灾害事件发生后1周内完成监测。水土流失情况等定位监测采用连续观测或定期观测。遥感监测应在施工前开展1次，施工期每年不少于1次。

8.3.10.3 监测内容和方法

（1）监测内容

水土保持监测内容主要包括扰动土地情况，取土（石、料）、弃土（石、渣）情况，水土流失情况和水土保持实施情况及效果等。

扰动土地情况监测的主要内容包括：工程扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

取土（石、料）监测的主要内容包括：临时堆土场的数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况等。

水土流失情况监测的主要内容包括：土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等。

水土保持措施监测的主要内容是对工程措施、植物措施和临时措施进行全面监测，包括开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行情况等。

（2）监测方法

地面监测、调查巡查监测、遥感监测、无人机监测。

8.3.10.4 监测点位

监测点位布设见下表。

表 8.3.10-1　　水土保持监测点位布设统计表

分区	监测点位	
	位置	数量（个）
枢纽工程区	左右岸各设置 1 个	2
施工生产生活区	混凝土生产系统、砂石加工系统、河湾施工场地各设置 1 个	3
弃渣（储料）场区	半岛弃渣场、表土临时堆存场各设置 1 个，河道渣料转运场地选择典型区域设置 1 个	3
施工道路区	G245 改建区域设置 1 个，其他临时道路典型区域设置 1 个	2
河道整治工程区	下游河道整治末端设置 1 个	1
库岸防护工程区	新村防护区、卡子岗工业园区各设置 1 个	2
专项设施改（迁）建区	区医院传染病区、卡子岗工业园回填场地各设置 1 个	2
合计		15

8.4 环境影响后评价

按照《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》（环境保护部令 第 37 号）的要求，枕头坝二级水电站工程在正式投入运营后三至五年内开展环境影响后评价工作。对其实际产生的环境影响以及污染防治、生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测和验证评价，并提出补救方案或者改进措施，枕头坝二级

水电站工程环境影响后评价主要内容包括：

（1）建设项目过程回顾。包括环境影响评价、环境保护措施落实、环境保护设施竣工验收、环境监测情况，以及公众意见收集调查情况等；

（2）建设项目工程评价。包括项目地点、规模、生产工艺或者运行调度方式，环境污染或者生态影响的来源、影响方式、程度和范围等；

（3）区域环境变化评价。包括建设项目周围区域环境敏感目标变化、污染源或者其他影响源变化、环境质量现状和变化趋势分析等；

（4）环境保护措施有效性评估。包括环境影响报告书规定的污染防治、生态保护和风险防范措施是否适用、有效，能否达到国家或者地方相关法律、法规、标准的要求等；

（5）环境影响预测验证。包括主要环境要素的预测影响与实际影响差异，原环境影响报告书内容和结论有无重大漏项或者明显错误，持久性、累积性和不确定性环境影响的表现等；

（6）环境保护补救方案和改进措施；

（7）环境影响后评价结论。

9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

9.1 环境保护投资概算

本项目环境保护投资概算的编制遵循以下原则：

（1）“功能恢复”的原则。因工程兴建对环境造成的不利影响，环保投资以保护或恢复工程建设前的生态环境功能为下限；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模所需增加的投资，由受益者自己承担。

（2）“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。

（3）环境保护投资概算编制的依据、方法、价格水平年、主要材料价格及主要预算单价与主体工程一致；

（4）对于具有环境保护功能，但已列入工程专项投资的项目，不列入工程环境保护专项投资中，但计入工程环境保护总投资中。

（5）对于受设计深度限制，目前无法明确工程量的环境保护措施，参照同类工程单价，采用综合指标法进行估算。

（6）本概算仅包括工程建设期和试运行期环保费用，运行期环境管理及环境研究等费用列入电站运行成本。

9.1.1 编制依据

（1）《水电工程设计概算规定（2013 年版》、《水电工程费用构成及概（估）算费用标准（2013 版）》、可再生定额〔2014〕 54 号文；

（2）《水力发电工程施工机械台时费定额》（水电规造价〔2004〕第 0028 号）；

（3）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价〔2007〕 670 号）；

（4）《财政部、国家发展改革委员会关于取消和停止征收 100 项行政事业性收费的通知》（财综〔2008〕 78 号）；

（5）枕头坝二级水电站环境保护设计提出的环境保护措施与工程量；

（6）人工、材料等基础价格与主体工程一致。

9.1.2 费用组成

根据《水电工程设计概算编制规定》（2007 年版）和枕头坝二级水电站工程环境影响与保护措施规划设计，环境保护投资划分为枢纽工程环境保护工程投资、建设征地和移民安置环境保护工程投资和独立费用 3 项。

枢纽工程环境保护工程包括水环境保护工程、陆生生态保护工程、水生生态保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处置工程、人群健康保护工程、环境监测工程等。

建设征地和移民安置环境保护工程包括水环境保护工程、陆生动植物保护工程、生活垃圾处理工程、人群健康保护、环境监测等。

独立费用包括项目建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费和其他税费。

9.1.3 概算编制

9.1.3.1 价格水平年

设计概算编制的价格水平为 2019 年 4 季度。

9.1.3.2 基础价格

环保投资基础价格与主体工程保持一致。

（1）人工预算单价

本工程位于乐山市金口河区，属三类地区，人工预算单价分别为：高级熟练工 13.78 元/工时，熟练工 10.37 元/工时，半熟练工 8.23 元/工时，普工 6.88 元/工时。

（2）主要材料预算价格

钢筋 4191.20 元/t，钢板 4458.48 元/t，型钢 4542.87 元/m^3，板枋材 1512.10 元/m^3，水泥 598.95 元/t，粉煤灰 399.93 元/t，柴油 7156.51 元/t，汽油 8045.44 元/t。

9.1.4 环境保护费用估算

本工程环境保护（含水土保持投资 5587.86 万元）投资为 31120.99 万元，枢纽工程部分环保投资 19735.88 万元，建设征地和移民安置部分环境保护投资为

100 万元；独立费用为 4257.65 万元。

表 9.1.4-1　　枕头坝二级水电站枢纽工程环境保护投资汇总表

序号	项目	投资（万元）	占总投资%
环保部分			
第一部分	枢纽工程部分	19735.88	63.42%
1	水环境保护工程	1691.64	
3	环境空气保护工程	364.5	
2	声环境保护工程	460	
4	1陆生生态保护工程	189.3	
5	水生生态保护工程	11750.64	
5.1	人工增殖放流	320	近期按十年计
5.2	鱼道	8637.9	
5.3	鱼类栖息地保护	642.74	
5.4	鱼类保护科研	1900	
5.5	过鱼设施专项模型试验	250	
6	生活垃圾处理工程	239.94	
7	人群健康保护工程	144.93	
8	景观保护提升工程	3771.13	
9	环境监测工程	1123.8	
第二部分	建设征地和移民安置部分	100	0.32%
1	水环境保护工程	30	
2	环境空气保护工程	10	
3	噪声控制措施	20	
4	固体废物处理	20	
5	环境监测工程	20	
第三部分	独立费用	4257.65	13.68%
1	项目建设管理费	2002.65	
2	科研勘察设计费	2145	
3	工程建设质量监督费	110	
第四部分	基本预备费	1439.61	（第一部分+第二部分）*6%
水保部分投资		5587.86	17.96%
总计		31120.99	100%

9.2 环境影响经济损益分析

本工程环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理，在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用—效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析，从环保角度评判工程

建设的合理性。

9.2.1 主要效益分析

枕头坝二级水电站装机容量 300MW，多年平均年发电量为 15.03 亿 kW·h，将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着枕头坝二级水电站工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。因本效益难于货币化，暂不计列。

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。以施工人员年均消费支出 22471 元计，施工期间平均每年使当地消费额增加 30335.85 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，利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展。

水电为清洁能源，工程建成后每年除获得清洁能源 15.03 亿 kW·h。本工程在环境保护效益方面，一是以环境友好型施工形象和景观形象，展现城区建筑业高质量发展新成果，致力于打造“生态优先、绿色发展” 示范工程；二是依托黑马鱼类增殖站每年定期对大渡河段补充鱼类资源、持续开展人工繁殖技术研究，统筹上下游梯级过鱼设施要求及河段鱼类生态需求建设鱼道，有助于连通上下游鱼类洄游通道，实施栖息地保护措施，为受生境压缩影响的鱼类营造适宜的栖息环境。工程环保措施实施后，工程建设及移民可能造成的新增水土流失基本可以得到控制。该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

9.2.2 环境损失分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程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影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据枕头坝二级水电站工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工期环境保护措施及优化；移民安置环境保护；建设期环境监测、环境管理及环境监理；生态建设与水土保持；鱼类资源保护以及人群健康保护；景观保护及提升等，在进行技术经济分析或多方案比选基础上，提出了各项措施推荐方案及相应费用概算，工程环境保护

措施总费用 31120.99 万元，作为本工程可货币化的环境损失。

9.2.3 环境影响损益分析

根据以上分析，枕头坝二级水电站工程具有较好的经济、社会效益，为减免不利环境影响所采取的环保措施总费用为 31120.99 万元，在各项环保措施得到落实的情况下，其费用产生的环境效果较为明显，可较大程度地减免因工程产生的环境损失，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。

10 环境风险分析

10.1 评价依据

10.1.1 风险调查

枕头坝二级水电站系二等大（2）型水电工程，开发任务以发电为主，兼顾库区供水。该工程环境影响类型为生态影响型，不属于污染影响型，工程在建设与运行阶段涉及的有毒有害和易燃易爆危险物质较少。

本工程施工期无爆破工程，在施工区内不布置炸药库，可排除爆破环境风险。

本工程施工期油料由乌斯河中转站供应，仅考虑储存柴油，布置在半岛河湾附近 G245 公路一侧。油库泄漏、火灾和爆炸可能对周围环境敏感目标产生环境风险隐患。

发电机组在运行过程中需要使用透平油和绝缘油，油品泄漏事故导致危险物质进入大渡河将污染水环境。

10.1.2 风险潜势识别

本工程涉及的重点关注的危险物质为油类物质。本工程建设共需要油料 5.57×10^4t，油库日常储量为 40t，透平油用量 60t、绝缘油用量 40t。

由于本工程施工期日常储油量及运输量、运行期透平油及绝缘油用量均远低于 2500t，其数量与油类物质临界量（2500t）的比例 Q<1。因此，根据 HJ169-2018 附录 C，当 Q<1 时该项目环境风险潜势为Ⅰ。

10.1.3 评价等级

经分析，枕头坝二级水电站工程环境风险潜势为Ⅰ，工程环境风险评价工作等级为简单分析。

10.2 环境敏感目标概况

油库周围 200m 内无工矿企业或居民点，其主要环境风险敏感目标为大渡河水质水生态、周围植被。

电站透平油、绝缘油环境风险敏感目标主要为大渡河水质水生态。

环境风险影响范围无饮用水水源保护区、大型集中鱼类重要生境分布，但河

段分布有 17 种重要保护鱼类，分属于四川省省级保护鱼类、《中国濒危动物红皮书》、《中国物种红色名录》、长江上游特有鱼类，敏感保护目标具体情况见表 1.8.2-3。

10.3 环境风险识别

（1）油库环境风险识别

储罐、管道阀门和泵由于维护不当出现故障，造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸。油品在装卸作业时，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故，对大渡河水质水生态、周围植被造成影响。

（2）油料运输环境风险识别

油料在运输过程中的油料泄漏和由于交通事故倾倒入周边河道而污染水体、对水生生态造成影响。

（3）透平油、绝缘油环境风险识别

透平油、绝缘油均分布在发电厂房内，危险物质的影响途径主要为泄漏后进入大渡河对水体造成污染、对水生生态造成影响。

10.4 环境风险分析

（1）油库环境风险分析

油库周边无工矿企业和居民点，但临近大渡河，泄漏、火灾和爆炸事故风险的对周边水体可能产生环境风险。

（2）油料运输环境风险分析

本工程位于山区，危险品运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如油罐车在运输过程中发生油料泄漏倾倒入水体，会对工程所在大渡河水体造成一定影响。

（3）透平油、绝缘油环境风险分析

发电厂房透平油、绝缘油发生泄漏事故后，厂房内将及时关闭对应阀门并对罐体进行封堵，对溢油区域进行围堰围堵，并将溢油导流至事故池存放，溢油直

接进入大渡河水体的可能性较小，对大渡河水质影响较小。

10.5 环境风险防范措施及应急要求

10.5.1 风险防范措施

（1）风险源

1）油库

油库位置的最终确定必须严格按安全防护距离要求，并汇同地方公安部门及管理部门进行现场选点协商确定，与施工营地需保持足够的安全距离，装运和发送需严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应消防器材。

2）油料运输

油料运输前，必须事先申请并经公安、环保等有关部门批准、登记并设置防渗、防漏、防溢设施，经有关部门批准后方可按照规定运输。

3）透平油、绝缘油泄漏

①储油罐体、管道、阀门选用优质材料。

②建立定期巡查和检修制度，定期对贮存罐体及管道、阀门进行巡查，检修存在故障的部件。

③在储油罐设置在线监控系统。

④建立健全安全生产制度，落实安全生产责任。

（2）环境影响途径

1）油库

①油库内建（构）筑物设置满足防火防爆要求；

②油库设置报警器、电话和无线对讲机等通信设备；

③油库区设置泡沫灭火系统、固定式水冷却系统和消防水池等；

④油库内的含油污水和不含油污水分流排放。

2）油料运输

运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆需采用密闭性能良好的储油罐，确保不造成环境危害。运输人员应严格遵守易燃、易

爆等危险货物运输的有关规定，具体包括《汽车危险货物运输规则》、《汽车危险货物运输、装卸作业规程》。

3）透平油、绝缘油泄漏

在发电厂房内润滑油储罐、管道等区域设防渗漏、防腐蚀、防淋溶、防流失措施，设置围堰和导流沟收集措施，在导流沟末端设置应急事故池，防止溢油泄漏至大渡河水体。

（3）环境敏感目标

1）油库

油库靠山侧有覆盖较好的植被、临河一侧即为大渡河干流。在事故发生后，建设单位应立即报告上级行政主管部门，采取应急响应措施，同时加强大渡河水生生态和水质监测。

2）油料运输

油料运输线路两侧分布有居民点。在事故发生后，建设单位应立即报告上级行政主管部门，采取应急相应措施，并做好人员疏散安抚工作。

3）透平油、绝缘油泄漏

泄漏事故发生后，建设单位应立即报告上级行政主管部门，采取应急相应措施，同时加强大渡河水生生态和水质监测。

10.5.2 应急要求

（1）建立应急组织指挥体系

枕头坝二级水电站应急救援组织体系由环境风险事件工作领导小组、环境风险事件领导小组办公室、应急处理小组、后勤保障小组、地方医疗机构、地方应急监测机构等构成，应急救援机构见图 10.5.2-1。

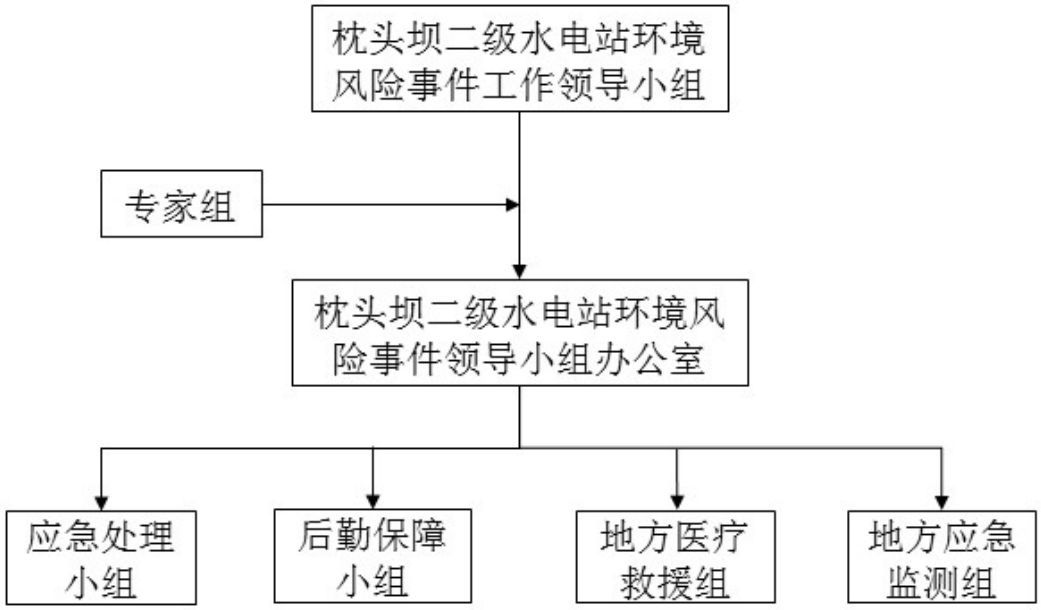


图 10.5.2-1　枕头坝二级水电站应急救援组织体系

枕头坝二级水电站环境风险事件工作领导小组设组长、副组长以及成员若干。组长、副组长由地方政府相关责任人、建设单位主要责任人担任，成员由政府相关部门领导、建设单位相关领导组成。环境风险事件领导小组办公室由地方政府相关部门或机构领导、枕头坝二级水电站管理单位主要责任人组成。应急处理小组、后勤保障小组、地方医疗救援组和地方应急监测组各设置小组长 1 名，成员若干。其中，应急处理理小组和后勤保障小组为枕头坝二级水电站管理内部相关部门成员，地方医疗救援组由地方医疗机构医护人员组成，地方应急监测组由地方生态环境监测部门成员组成。

（2）建立预防制度

枕头坝二级水电站环境风险事件领导小组办公室应组织制定预防、预警制度，对风险源区域、设施、运行状况开展日常巡检工作，为相关设备（施）定期进行维护与保养工作；定期开展施工人员环境事故警示教育，提高安全意识。

（3）制定应急处置程序

环境风险事件应急处置程序主要包括应急预案启动、信息报告、先期处置、分级响应、指挥与协调。

1）当枕头坝二级水电站发生环境风险事件时，应立即启动应急预案。

2）现场值班人员应迅速了解风险事件的类型、发生地点、发生时间、事件的性质、范围、严重程度、原因、事件已造成的影响和发展趋势等信息，并向值班领导、责任部门领导和环境风险事件领导小组办公室报告；环境风险事件的报告分为初报、续报和处理结果报告三类；环境风险事件发生后，环境风险事件领导小组办公室应根据环境风险事件工作领导小组授权和安排及时对外统一发布准确、权威的信息，正确引导社会舆论。

3）现场值班人员发现风险事件后应立即采取控制措施，领导小组办公室立即赶赴事故现场，按分工调配资源，开展前期应急处置，防止事态恶化。按照突发事故严重性和可能波及的范围，对环境风险事件的预警进行分级。结合事态的发展情况和采取措施的效果，预警可以升级、降级或解除。一旦发生抢险救援力量不足时，环境风险事件领导小组办公室应立即向环境风险事件工作领导小组报告，请求社会力量援助，并协助有关部门实施应急处置。

4）按照环境风险事件的可控性、严重程度和影响范围，突发环境事件的应急响应分为特重大(Ⅰ级响应)、重大（Ⅱ级响应）、较大（Ⅲ级响应）、一般(Ⅳ级响应)四级。值班人员或其他人员发现环境风险事件报告时，立即向环境风险事件领导小组办公室报告，环境风险事件领导小组办公室接到事件通报后，立即判别事件类型和事件的预警级别，及时报告突发环境事件领导小组领导或其他有关领导，超出本应急预案处置能力时，应及时请求上一级应急救援指挥机构启动上一级应急预案。

5）环境风险事件发生后，领导小组办公室应立即指挥应急处理小组开展现场应急处置，后勤保障小组及时调配个人防护用品等处置物资到现场，并协调地方医疗机构、地方应急监测机构开展医疗救护和应急监测工作；如有必要，领导小组办公室协调各相关部门须及时调度本单位应急救援设备、物资到事故现场进行救援工作。

（4）完善处置措施

环境风险事件得到控制或消除后，领导小组办公室应认真做好各项善后工作，及时收集、清理和处理事件处理过程中的含油污染物，并交给有资质的单位回收、

处置，避免产生二次污染，同时防范次生灾害的发生（如火灾）。

环境风险事件工作领导小组应组织开展环境风险事件调查，客观、公正、准确地查清事故原因、发生过程、恢复情况、事故损失等，编写调查报告、提出环境风险事故预防措施建议。环境风险事件应急处置结束后，环境风险事件领导小组办公室应组织有关部门和专家，委托相关单位分析污染事故发生的原因，评估事故后果，对应急处置工作进行全面客观地评价，并将评估报告报送环境风险事件工作领导小组。环境风险事件工作领导小组审核后上报当地生态环境局；同时根据以上报告，总结经验教训，提出改进工作的要求和建议。

（5）制定应急预案，开展应急演练

环境风险事件工作领导小组应定期组织对应急预案涉及的有关人员和队伍开展配合演练，演练的内容主要包括实战演练、桌面演练。实战演练实施过程是对油料泄露、火灾、爆炸等环境风险事件应急处置过程进行模拟，实践演练过程包括陈述、设施准备、实施等；桌面演练由应急组织的代表或关键岗位人员参加，按照应急预案及其标准工作程序，讨论发生各类环境风险事件等紧急情况时应采取行动的演练活动，桌面演练对演习情景进行口头论述。

11 评价结论及建议

11.1 流域及工程概况

11.1.1 流域概况

大渡河是长江上游岷江水系最大支流，干流由北向南流经金川、丹巴、泸定等县折向东流，过汉源、峨边、福禄、沙湾等地，在草鞋渡接纳青衣江后于乐山市城南注入岷江，干流全长 1062km，流域面积 77400km²（不含青衣江），天然落差 4175m，多年平均年径流量 470 亿 m³。

工程河段位于大渡河中游河段，是大渡河干流水电开发最早河段，从上至下依次为深溪沟（已建）、枕头坝一级（已建）、枕头坝二级（未建）、沙坪一级（未建）、沙坪二级（已建）、龚嘴水电站（已建）。其中，本工程所处枕头坝～沙坪河段全长 52km，天然落差约 90m，平均比降 1.8‰，属于青藏高原向四川盆地过渡的高山过渡区，主要山脉属大凉山和峨眉山系，由西向东逐次降低。枕头坝～沙坪河段海拔较低，涉及金口河城区海拔约为 803m、涉及峨边县城海拔约为 761.5m，区域日照充足，气温相对较高而湿度小，降水量小而蒸发量大。

11.1.2 相关规划及规划环评

（1）相关水电规划

根据《长江流域综合规划（2012-2030 年）》，大渡河流域治理开发与保护的主要任务是“发电、防洪、供水与灌溉、跨流域调水、航运、水资源保护和水土保持”。“初拟大渡河干流采用 3 库 29 级方案开发水能资源，总装机容量 2.39 万 MW。在水电开发中，应处理好开发与保护的关系，发挥水库综合利用效益”。根据规划，枕头坝二级为规划 29 级方案开发方案中的第 23 个梯级电站。

根据 1992 年四川省人民政府批复的《大渡河干流规划报告》（川府函[1992]640 号），规划河段从双江口至铜街子长约 586km，开发任务以发电为主，兼顾漂木、防洪、航运、灌溉等，推荐采用两库 17 级开发方案，总装机容量 2150 万 kW，其中枕头坝为第 15 个梯级。

根据 2004 年四川省人民政府办公厅批复的《大渡河干流水电规划调整报告》（川办函[2004]196 号），规划河段从足木足河下尔呷库尾至铜街子长约 732km，

开发任务以发电为主，兼顾防洪、航运、供水等，推荐采用三库 22 级开发方案，总装机 2340 万 kW，其中枕头坝为第 19 个梯级（坝式开发、无调节性能、装机容量 46 万 kW、多年平均年发电量 19.39 亿 kW.h）。

根据 2007 年水电水利规划设计总院出具的《关于印送<四川省大渡河枕头坝河段水电开发方式研究报告审查意见>和<四川省大渡河沙坪河段水电开发方式研究报告审查意见>的函》（水电规规[2007]0053 号），“枕头坝河段研究报告”针对枕头坝河段拟定了两个方案，推荐的方案二为两级堤坝式开发方案（枕头坝一级和枕头坝二级），研究范围从深溪沟厂址至沙坪水库库尾长 24.12km，总装机 870MW，其中枕头坝二级坝址位于金口河城区上游 500m，正常蓄水位 590m，死水位 588m，装机容量 230MW。

（2）相关规划环评

2005 年 12 月，原四川省环保局以川环建函[2005]472 号文印发《关于转报<四川省大渡河干流水电规划调整环境影响报告书>及审查意见的函》，认为 “规划调整方案”经济指标最优、环境影响相对较小，同意作为环评推荐方案。规划环评从流域角度提出了建立“规划调整方案”涉及各梯级电站的统一运行调度机制、强化梯级电站施工期的环境管理、各相关规划与“规划调整方案”相协调、重视及强化支流水系的生态环境与水资源保护、在项目环评中制订具体的异地移栽方案和人工繁育种植措施、优先开发地质条件、水能指标和工程建设条件较好、环境影响和水库淹没影响较小的梯级电站，审查意见未专门针对枕头坝梯级提出具体环境保护措施要求。

2009 年 2 月，原四川省环境保护局以川环函[2009]387 号印发《关于提交<四川省大渡河枕头坝～沙坪河段水电开发方式研究环境影响报告书>审查意见的函》，审查意见有关枕头坝二级的要求主要有：对敏感性环境影响，即对珍稀保护鱼类、库区内的人工栽培保护植物、珍稀保护动物的影响等，分别提出了相应的修复补救性措施；对省级保护鱼类和特有鱼类提出了利用瀑布沟黑马营地鱼类增殖站进行人工增殖放流和研究的措施；对下游红华实业总公司用水提出了泄放流量的要求。

2012 年 9 月，原环境保护部以环函〔2012〕230 号印发《关于四川省大渡河

流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告有关意见的函》，认为《研究报告》内容全面，结论总体可信。审查意见有关枕头坝二级的要求主要有：枕头坝二级不涉及环境制约因素，可适时开发；协调各梯级开发业主尽快建立流域梯级开发环境保护管理机构，强化流域环境监测和综合管理机制；建立鱼类保护区，切实加强鱼类栖息地保护，做好江沟、金口河等支流汇口段的鱼类栖息地保护；增设过鱼设施，确保鱼类生境连通；统筹鱼类增殖放流，充分发挥对流域鱼类资源的补偿作用；落实下泄生态基流措施和分层取水措施，深化流域生态调度机制；落实陆生生态保护，建立流域生态补偿机制；长期进行生态跟踪观测，为流域环境保护提供技术支撑。

11.1.3 拟建工程概况

（1）工程规模特性

枕头坝二级水电站为大渡河干流水电开发的第 23 个梯级、枕沙河段四级开发第 2 个梯级，坝址位于四川省乐山市金口河区大渡河中游段张村沟沟口上游 300m 处，距上游已建枕头坝一级 5.8km，距下游规划沙坪一级 8.5km，距大渡河河口 152km。枕头坝二级水电站二等大（2）型工程，开发任务以发电为主，兼顾库区供水。电站总装机容量 300MW，多年平均发电量 15.03 亿 kW·h，水库总库容 0.122 亿 m^3，正常蓄水位 592m，正常蓄水位相应库容 0.112 亿 m^3，调节库容 0.041 亿 m^3，死水位 589m。本工程为径流式电站，发电运行时，保持在高水位按照枕头坝一级水电站发电流量控制进行同步发电运行。

（2）工程组成

枕头坝二级水电站工程由枢纽建筑物、河道整治工程、边坡工程、库区防护工程、施工辅助工程、环境保护专项工程、建设征地及移民安置复改建工程组成。

工程枢纽建筑物方案为右岸河床式厂房＋左岸 5 孔泄洪闸，具体由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、河床式厂房坝段、右岸非溢流坝段、过鱼设施组成。挡水建筑物由左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段、厂房坝段及右岸非溢流坝段组成，坝顶高程 595.00m，最大坝高 54m。泄水建筑物布置于厂房左侧，为开敞式 5 孔泄洪闸，坝顶高程 595.00m，最大闸高 48m。引水发电建筑物布置于河床右侧，由引水渠、进水口、发电厂房等建筑物组成，其中引水渠长 55.76m，底板坡度 1:3，

按平顺引水并拦导泥沙的原则布置；河床式厂房布置在河床右侧，总长度 131.6m，主机间内装有 6 台单机容量为 50MW 的卧式灯泡贯流机组；进水口采用两孔一机供水方式，底板底高程 554.00m。过鱼设施方案推荐竖缝式鱼道，鱼道全长 760.8m，克服最大水头落差 15m，鱼道平均纵坡 i=2.5%，共 263 个池室，平均 15 个池室设置一个休息池，设置 2 个进口、2 个出口。

河道整治工程位于坝址下游河道，整治范围从厂房尾水出口反坡段末端至坝址下游 2.6km 断面，河道整治纵坡设计为 0.77‰。河道整治开挖量 151.28 万 m^3。

边坡工程主要由枢纽区的左岸上游引水渠、铺盖段、坝肩和下游消力池边坡、右岸引水渠、基坑和尾水渠边坡以及库区上游左岸元木沟堆积体边坡组成。

库区防护点共计 14 个，根据各防护点位置划分为 7 个防护区，防护区总长度 3313m，防护措施主要为对原有挡墙加高防渗、修建防洪堤。

（3）施工规划

本阶段确定前期工程标营地布置利用金结及机电拼装场，其余施工场地考虑通过左岸社会租赁方式解决；工程弃渣量 269.79 万 m^3，共布置 1 个渣场，位于坝址左岸上游 2km 处 G245 国道公路靠河侧河湾半岛处；前期库岸防护工程所需混凝土采取外购形式，其余混凝土利用坝区枢纽工程开挖及下游河道整治有用料，不单独设置料场。

施工设施布置分为枢纽工程施工区、坝址上游左岸半岛施工区、坝址下游左岸台地施工区三个大区。其中枢纽工程施工区位于坝址两岸及左岸上游约 0.8km 范围内，布置有 1 个混凝土生产系统、1 个机械修配厂、1 个机电/金结拼装场、1 个河道整治设备停放场等；坝址上游左岸半岛施工区位于坝址上游 2~4km 范围内，布置有 1 个砂石加工系统、1 个弃渣场、1 个耕植土堆存场；坝址下游左岸台地施工区位于坝址下游 0.5~1.2km 范围内，供水厂、施工变电站、机电物资仓库、综合加工厂等。油库布置在半岛河湾附近 G245 公路一侧。

施工总工期为 64 个月，工程总人数 3000 人，其中生产高峰出工人数 2500 人。工程环境保护投资 31120.99 万元。

11.2 环境准入概况

11.2.1 相关法律法规及政策情况

枕头坝二级水电站工程属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类、符合《中华人民共和国水法》相关规定，是《可再生能源发展“十三五”规划》框架下、《水电发展“十三五”规划》明确的“十三五”期间开工的常规水电重点项目；本工程开发符合长江经济带发展与保护战略要求，工程征占地不涉及四川省生态保护红线范围；工程与生态环境部组织审核验收通过的四川省“三线一单”编制成果相符。综合分析，本工程开发同相关法律法规及政策是相符的。

11.2.2 相关区域、流域、环保等规划情况

本工程的建设是响应国家到地方各级政府十三五规划纲要中有关西南水电开发、大渡河水电基地建设的具体要求，是乐山市十三五规划重点推进水电项目之一，工程选址河段贯穿金口河区中心城区，着重考虑了水电工程景观建设与城市景观风貌之间的协调与平衡，与国家及地方国民经济和社会发展规划及城市总体规划相符。

本工程三线一单相关要求，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）电力鼓励类项目，不涉及生态保护红线中的天然林，将通过景观规划设计促进当地生态旅游量质齐升、通过移民安置规划促进当地生态移民建设，并在工程实施过程中提出水生、陆生、水土保持等措施，切实落实相关措施的前提下可有效减缓工程实施对保护动物的不利影响，与《全国生态功能区划》、《四川省生态功能区划》相符。

11.3 环境质量现状

11.3.1 水环境

评价范围水环境保护目标为库区及坝下河段水质。

11.3.1.1 地表水环境

评价区水质超标时期主要为丰水期，超标因子主要为总磷，超标原因主要是丰水期面源污染所致；另外，支流金口河存在五日生化需氧量超标现象，是其上游农村居民生活污水散排所致。

11.3.1.2 地下水环境

评价区地下水执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。根据2019年5月和7月的监测结果地下水质监测结果，各指标均达标。

11.3.2 水生生态

根据2019年7-8月和10-11月现场调查及文献参考结果，评价河段共检出浮游植物148种，浮游动物39种，底栖动物31种。评价河段共有鱼类56种，重要保护物种共17种。从鱼类生境上看，评价河段无大渡河流域层面重要生境分布，产卵场均为产粘沉性卵产卵场，分布特征较为分散；索饵场及越冬场宜分布广泛。

11.3.3 陆生生态

2019年7月现场调查及文献参考结果，评价区属于川东盆地及西南山地常绿阔叶林地带—盆地南部中山植被地区—黄茅埂东侧植被小区。评价区有维管植物113科351属478种，其中野生维管植物最多398种，植被类型以河道两岸灌丛、山腰竹林及山顶暖性针叶林为主，人工植被以核桃经济林、杉木和柳杉用材林及农作物为主。评价区暂未发现国家重点保护野生植物、四川省重点保护野生植物；评价区有2种12株古树分别为柞木、黄葛树，古树树龄在100～500年之间，除柞木保护等级为一级外，其余古树均为三级，各古树与工程位置关系最近的为0.11km，均不涉及淹没和占地影响。评价区分布陆生脊椎动物4纲20目61科132种，其中，国家Ⅱ级重点保护7种，其中两栖动物1种，大鲵；鸟类4种，分别为红腹角雉、普通鵟、雀鹰和红隼；兽类2种，分别为猕猴、藏酋猴。四川省级重点保护动物4种，分别是尖吻蝮、白鹭、大拟啄木鸟和豹猫。

11.3.4 社会环境

工程所处金口河区人口总量少为5.39万人，仅占乐山市总人口的1.55%；行政区域面积598km²，仅占乐山市行政区域总面积的4.7%。工程区所处地区经济总量小，2018年第一、二、三产业增速分别在乐山市11个区县中排在第九、第九、第八，城镇居民人均和农村居民人均可支配收入分别排乐山市各区县中第七和第九。金口河区社会经济发展较为滞后，是攀西地区通往成都平原经济区、川南经济区的交通咽喉，是享受民族地区待遇的区县，是全省“四大片区”连片扶贫区县，具有较大的经济发展潜力和较强的发展需求。

11.3.5 环境空气和声环境

本项目大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。根据2019年7月14日至7月20日连续7天环境空气监测结果，和平乡政府、金口河人民医院、公路养护站、双安钙厂等4个监测点位的各监测指标均达标。

本项目声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，交通干线两侧35m范围内执行4a类标准。根据2020年4月28~29日对评价区13个监测点位的声环境质量监测结果，新村、大旋头、卡子村、罗回、滚牛坡等居民点满足2类声环境功能区划标准要求。新村小学夜间出现超标、金口河区人民医院地面及垂向噪声均不满足2类声环境功能区划标准要求、妇幼保健院临路侧第一排建筑物噪声出现超标、金口河区人民政府临路侧第一排建筑物超标。

11.3.6 土壤环境

2020年3月11日对枕头坝二级水电站项目开展了一期土壤监测，共设置3个土壤监测点位，分别是TR1坝址上游4km江沟河口处、TR2坝址左岸场地土壤、TR3坝址上游3.7km处农用地。TR1、TR2土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第二类用地筛选值限值要求，TR3土壤环境质量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）对应的风险筛选值限值要求。

11.4 水电开发环境影响回顾性评价

（1）水电开发情况

大渡河干流已建14个水电梯级。枕头坝一级水电站于2011年10月工程开工，2016年2月完工，2017年7月通过竣工环保验收；沙坪二级水电站于2011年6月工程开工，2019年8月工程完工，2019年8月形成竣工环保验收意见。枕沙河段主要支流有江沟和金口河，其中，江沟流域已建成20座水利水电拦河设施，开发方式均为引水式；金口河流域已建成20座水利水电拦河设施，开发方式均为引水式。

（2）环境保护措施回顾

1）水环境

根据竣工环保验收阶段调查成果，枕头坝一级水电站从蓄水阶段至试运行阶段按照水库蓄水和运行调度环保方案运行，结合生态流量在线监测系统保障下泄不低于 327m³/s 的生态流量。2015 年 6 月坝下生态流量在线自动监测系统投入运行。沙坪二级水电站蓄水阶段与运行初期阶段，下泄流量均能满足环境影响报告书及批复要求，满足下游河道生态用水及生产生活用水需要。

根据竣工环保验收阶段调查成果，枕头坝一级、沙坪二级水电站针对施工期及运行期污废水均实施了相应环境保护措施。

2）水生生态

① 栖息地保护

2017 年 3 月，四川省水产局组织对专家和有关部门代表对大渡河沙坪至龚嘴河段省级水产种质资源自然保护区的《综合考察报告》和《规划方案》材料进行了审查，并出具了评审意见。目前该项工作正在稳步推进阶段。

① 过鱼设施

鱼道过鱼效果初显，可作为本项目过鱼设施设计参考，其中枕头坝一级鱼道实际通过效率 71.7%、沙坪二级鱼道实际通过效率 52.94%，枕头坝一级鱼道过鱼种类占坝下鱼类种类的总数的 52.38%，鲇、鲶、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白缘鮈等优势种均能通过鱼道。

② 鱼类增殖放流

黑马鱼类增殖站在涉及河段鱼类资源保护和恢复方面发挥一定效果，目前已具备齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、白甲鱼、长吻鮠、中华倒刺鲃、长薄鳅、稀有鮈鲴、鲈鲤、华鲮等多种鱼类的增殖放流能力，并在此基础上开展红唇薄鳅、长鳍吻鮈等更多种类的增殖放流技术攻关。黑马鱼类增殖站主要放流鱼类规格满足设计要求，年均放流规模未达到设计规模，仍有较大补足空间。

3）陆生生态

枕头坝一级及沙坪二级水电站分别在施工期、运行期按照环评批复要求实施了陆生生态保护措施，并满足环保验收的标准。

（3）环境影响回顾

1）水环境

由于工程河段中枕头坝一级调节能力较弱，基本维持了瀑布沟水电站来流情况，根据生态流量监测系统数据显示，工程河段生态流量基本能保障 327m³/s 以上流量。工程河段主要受瀑布沟下泄水质影响，总磷、总氮存在一定程度的超标现象，部分库区存在一定富营养化风险，但由于该河段水电站调节能力较弱，随着瀑布沟水电站上游污染源治理以及沿河降解，区间水质逐步好转，富营养化风险逐步降低。

2）水生生态

在导致鱼类资源下降的主要问题（过度捕捞、挖沙工程、水电梯级蓄水改变水生生境条件）尚未根除的背景下，深溪沟～龚嘴河段已不具备完整的典型产漂流性卵鱼类的产卵条件，产漂流性卵鱼类资源量占比较小。枕头坝一级、沙坪二级先后实施了过鱼设施、增殖放流等鱼类保护措施，在减轻上下游鱼类基因交流障碍、补给水电开发可能造成的鱼类资源量减少等方面发挥了作用，深溪沟～龚嘴河段主要生态类群未发生明显改变，产卵生境仍呈现分散分布特征且主要分布于江沟和金口河河口段。因此，深溪沟～龚嘴河段受枕头坝一级、沙坪二级开发的水生生态影响较小。

3）陆生生态

在工程河段规划的枕头坝一级、枕头坝二级、沙坪一级、沙坪二级等四级水电梯级开发中，已建成并投运的是枕头坝一级、沙坪二级。梯级水电工程建设对动植物影响不大。

11.5 环境影响

11.5.1 水文情势影响

（1）枕头坝二级水电站为径流式电站，无调节性能，工程发电保持与上游枕头坝一级水电站同步运行；并且两个梯级之间距离很短，区间汇流基本可以忽略，故枕头坝一级水电站出库流量即为枕头坝二级入库流量。根据枕头坝一级水电站环境影响报告书及批复文件，枕头坝一级水电站最小下泄生态流量为 $327m^3/s$，因此枕头坝二级水电站最小下泄生态流量与枕头坝一级水电站保持一

致。根据调查，枕头坝二级水电站下游无重要生产生活取水口、无环境稀释用水、景观娱乐用水等需求，下泄流量主要为保障下游水生生态系统需水，根据计算结果，最小下泄 327m^3/s 的生态流量完全可以满足下游用水需求。

（2）工程采取分期导流、不完全截断河床的施工导流方案，施工期间对上下游河段水文情势基本无影响；枕头坝二级水电站属于低坝小库容，初期蓄水时间很短，根据计算，在 75%保证率、同时确保下放 372m^3/s 生态流量的情况下，从起蓄水位（570m）蓄至死水位（589m）仅需用时 8h；从死水位（589m）蓄至正常蓄水位（592m）需用时 12h，初期蓄水期间通过泄洪闸下放生态流量，对下游河段水文情势影响较小。

（3）水库蓄水后，在洪水期，由于库区防护堤建设束窄了天然行洪断面，相比天然状态，库区水位及流速均有所提高。在非洪水期，库区水位抬升，过水断面大幅增加，相比天然状态，库区流速明显变小。

（4）在上游下尔呷、双江口、瀑布沟等主要调节水库调节影响下，枕头坝二级水电站运行期径流年内分配将发生很大变化，主要表现为枯水期（11 月~4 月）平均流量较天然状态明显增加，丰水期（5 月~10 月）平均流量较天然状态明显减少，现状情景下，径流年内分配已较天然径流发生了较大变化，汛期流量平均减少 222m^3/s，枯期平均增加 219m^3/s；至规划水平年 2030 年，汛期流量较天然流量平均减少 363m^3/s，枯期平均增加 283m^3/s。

（5）枕头坝二级水电站属于径流式水电站，基本不改变坝下河段流量过程，枯水年 1 月和 5 月日内最大变幅分别为 3.23m、3.05m，基本与现状变化相同，因此枕头坝二级水电站运行对下游水文情势的影响主要与上游枕头坝一级下泄流量过程有关。

11.5.2 水环境影响

（1）枕头坝二级水电站工程运行之后，库区水质浓度总体能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质要求，但部分区域由于上游来水总磷浓度较高以及建库后流速减缓，水流对污染物的对流扩散作用减弱，存在超标风险。

（2）库区水质分布受来流水质、库周点源和面源污染负荷、水动力学条件等因素的共同影响，且其中来流水质为主控因素。COD、NH_3-N 浓度自库尾到

坝前逐步降低，主要排污口、支流汇口下游通常有水质的微小突变，但一般位于所在河岸近区 2～3km，建库后其水质状况与建库前几无差异，可保障区域水安全。

（3）由于研究河段较短，各污染物沿程变化较小，沿程污染源汇入流量较小，相对于干流流量可忽略不计。因此对坝址下游干流水质影响轻微。事故状态下（金口河区污水处理厂净化效率降低为零），金口河区污水处理厂在事故工况下得排放浓度较大，但排放流量较小，使得污水进入河道后迅速扩散，对干流河道水质几乎不产生影响。

（4）枕头坝二级库区枯水期综合营养指数 TLI（Σ）为 41.45，均属于中营养状态。由于库区水体流动相对较快，且枯水期温度较低，全库区发生富营养化的风险较低。

11.5.3 水生生态影响

（1）本工程河道整治时段避开了河段鱼类主要产卵期，整治河段占评价河段河段比例很小，在水生生境上无重要鱼类生境分布，鱼类将迁移至其他水域；另外，在实施禁渔措施，施工期污废水处理措施的条件下，本工程施工活动对河段水生生态影响较小。

（2）工程蓄水运行对坝址上下游鱼类基因交流、鱼类生境及重要保护物种产生一定不利影响，对评价河段水生生态功能影响较小。一是原有 17km 流水河段将被枕二和沙一两工程进一步阻隔，评价河段水生生境进一步破碎化，不利于闸坝上下游间鱼类的基因交流；原河段江河平原鱼类向下主分布区域退缩，高原鱼类向上主分布区退缩，不会导致物种消失。二是生境格局的变化导致鱼类区系组成结构发生变化，干流河段成库后压缩流水依赖类群产粘沉性卵鱼类适宜生境；对非流水依赖类群鱼类有利，库区资源量将会增加。三是评价河段在大渡河流域层面无重要大型集中产卵场分布，索饵及越冬场生境分布较为零散，工程运行对鱼类“三场”的影响较小。

11.5.4 陆生生态影响

工程区占地总面积 164.12 hm²，受影响植被类型主要包括林地、灌丛和灌草丛、耕地，其中林地受影响最大，减少面积 11.85hm²。工程建设区永久占地区植被损失的生物量约 1393.22t，占工程评价区总生物量的 0.51%；临时占地区植被

损失的生物量约 639.22t，占枢纽工程评价区总生物量的 0.60%，变化幅度均不大。评价区内暂未发现国家重点保护野生植物、四川省重点保护野生植物。评价区共有 2 种 12 株古树，各古树均不在水库淹没区等工程占地区范围内，施工期人为干扰或施工排污可能对古树产生一定不利影响。

评价区重点保护野生动物中，现状条件下大鲵数量十分稀少，主要栖息于山区的溪流之中，受干流枕头坝工程影响较小；尖吻蝮主要生活于评价区潮湿多草的林地、灌丛中，人为捕杀可能造成其在评价区的数量下降；普通鵟、雀鹰和红隼等猛禽适应性强，活动范围大，工程建设对它们产生的直接影响较小；猕猴、藏酋猴主要分布在林地，偶尔会到河边河边饮水、捕食，工程建设对其影响较小。

11.5.5 景观环境影响

工程施工会对金口河城区产生一定影响，包括施工场地、施工道路、施工材料的使用对景观的影响。

11.5.6 土壤环境影响

工程施工期各类污废水经处理后回用不外排，生活垃圾经过分类收集处理后运至垃圾填埋场处置，危险废物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。工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

11.5.7 社会环境影响

工程建设刺激当地经济快速发展、创造就业机会；工程运行发电有利于水电产业形成集群优势产业链，促进带动相关支柱产业的发展和经济增长，给当地带来直接的财政税收，带动该地相关产业展。

工程施工期大量外来施工人员进入施工场地，对当地居民的卫生状况带来不同程度的影响；大量人员的进入对当地原有人群健康的影响以及地方性疾病可能对施工人员造成的影响。

11.5.8 移民安置环境影响

移民安置会对水环境、环境空气、噪声等产生一定影响。

11.5.9 环境空气影响

（1）施工期

大坝施工区及弃渣场采取洒水降尘措施后，施工扬尘排放对大气环境的影响很小；由于施工道路均为硬化路面，在采取道路清扫、洒水降尘措施后，道路运输粉尘排放对周边环境的影响很小；

砂石料加工及混凝土拌合系统采取布袋除尘措施后，污染物排放日均和年均质量浓度贡献率最大值出现在枕头坝居民点，最大贡献率分别为 34.45%和15.55%，年均浓度贡献值的最大浓度占标率小于 30%。叠加背景值后，日均和年均质量浓度出现在枕头坝居民点，最大占标率分别为 80.62%和 64.73%，各预测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

综上分析，枕头坝二级水电站工程砂石料加工、混凝土拌合及道路运输扬尘对区域大气环境的影响较小。

（2）运行期

营运期大气环境影响主要来自电站运行管理维护人员生活排放的食堂油烟，管理人员生活利用现有的枕头坝一级水电站业主营地，据调查，现有食堂采用天然气为燃料，产生的食堂油烟经油烟净化处理之后排放，满足达标排放要求，总体而言，运行期大气污染物排放对大气环境的影响很小。

11.5.10 声环境影响

（1）砂石料加工区施工噪声主要对新村小学、新村居民点、大旋头、卡子村及枕头坝居民点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（2）大坝施工噪声主要对业主营地、罗回居民点、烟草公司、金口河检察院、金口河人民医院等敏感点产生的影响较大，对其他敏感点基本没有影响。

（3）金口河区入城段居民建筑主要受到现有 G245 国道交通噪声点的影响，沙坪一级施工运输车辆交通噪声贡献值较小，交通噪声对其产生的影响也相对较小。

（4）河道整治噪声主要对临近滨河路侧居民建筑带来一定的不利影响，受第一排建筑物的阻隔影响，河道整治噪声对处第一排建筑物外的居民建筑物基本没有影响，噪声影响基本维持在现有本底水平。

（5）运行期噪声污染源主要为枢纽区水力发电噪声和泄洪消力池噪声，经分析，对声环境质量影响较小。

11.6 环境保护措施及投资

11.6.1 下泄流量保障措施

在蓄水的同时通过 5#泄洪闸保障最小流量的泄放，采取弧形闸门控制下泄，闸门开度根据不同水位实时控制，满足蓄水期间下泄流量不小于 327m³/s。

运行期可关闭泄洪闸，通过机组发电保障 327m³/s 的最小下泄流量。在不发电时段，可通过泄洪闸单闸控泄最小下泄流量 327m³/s。

建议建立环境保护主管部门与电厂之间的监控系统，结合水情自动测报系统实施生态流量在线监测，严格落实运行期生态流量泄放措施，下泄不小于 327m³/s 的生态流量。

11.6.2 水环境保护措施

施工期：砂石废水处理、混凝土系统废水处理、修配系统含油废水处理、生活污水处理、基坑废水、河道整治含泥废水处置措施，施工区生态型厕所。

运行期：库区水质保护措施、水库富营养化防治措施。

11.6.3 水生生态保护措施

（1）栖息地保护

将江沟最下游拦渣坝以下 1km 流水河段（重点是河口段）划为鱼类栖息地保护河段。以齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼为主的资源量较大的裂腹鱼类，以青石爬鮡、黄石爬鮡为主的鮡科鱼类，兼顾河段其他产卵类型鱼类。主要保护对象产卵季节主要在 3～9 月。对江沟河口两处共 0.29hm²河道场地进行鱼类产卵场生境营造；开展人工构建阶梯-深潭系统、河床横向剖面设计；实施渔政管理。

（2）过鱼设施

过鱼设施方案推荐竖缝式鱼道。鱼道过鱼对象主要为齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、白缘鮈和河段其他鱼类，过鱼季节为 3～9 月。鱼道结合大坝贴右岸靠发电尾水管布置，建筑物主要由鱼道进口、鱼道池室、观测室、鱼道出口等组成。鱼道全长 760.8m，克服最大水头落差 15m，鱼道平均纵坡 i=2.5%，共

263 个池室，平均 15 个池室设置一个休息池，设置 2 个进口、2 个出口。

根据枢纽下游流场数值模拟结果，在 6#机组发电（下泄流量为 327 m^3/s）、6#机组满发、1#和 6#机组满发等 3 种工况下，枢纽下游右岸侧河道水流流速均小于 1.2m/s，可供鱼类洄游，且进鱼口附近流速有利于鱼类找到进口；在 5#和 6#机组满发、1#3#5#机组满发、1-3#机组满发等 3 种工况下，分别在 378~389m、364~397m、339~406m 范围内出现流速大于 1.2m/s（局部大于 2.0m/s）区域，对鱼类上溯造成一定困难；在 1-4#机组满发、1-6#机组满发等 2 种工况下，枢纽下游河道流速整体较大，河段大部分区域水流流速大于 1.2m/s，鱼类上溯存在困难。

（3）增殖放流

本工程依托黑马增殖站，近期放流暂按 10 年考虑，10 年以后，根据鱼类资源的恢复情况，长期开展鱼类增殖放流。放流对象为重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、长薄鳅、白甲鱼为近期放流对象，白缘鮈、青石爬鮡、红唇薄鳅、长鳍吻鮈作为中长期放流对象。干流枕头坝二级库尾段、支流江沟栖息地保护河段。近期放流方案为年放流鱼类 1.65 万尾，其中齐口裂腹鱼分别为 0.7 万尾，重口裂腹鱼 0.6 万尾，长薄鳅 2 万尾，白甲鱼 0.15 万尾。

（4）生态调度

根据《大渡河大岗山至河口段梯级电站生态调度研究成果报告（初稿）》，通过对生态调度多方案的比较和指标体系构建，对生态调度执行标准进行了探讨，大渡河大岗山至河口段调度首先应满足生态基流要求，符合环评要求下泄的最小生态流量，在此基础上，结合水文流量过程和生态需水要求，对瀑布沟河段、沙坪二级河段、河口河段的生态需水量进行了重点研究，提出了生态基流量和人造洪水过程。

本工程所处河段不属于《大渡河大岗山至河口段梯级电站生态调度研究成果报告（初稿）》重点研究河段，应在环评要求的最小下泄流量基础上，结合河段主要鱼类繁殖习性，针对性开展水文及鱼类资源等监测调查。

（5）科学研究

拟开展基础性科研包括关键物种基础生态学研究、枕沙河段水电梯级开发背景下过鱼设施运行环境影响回顾评价、珍稀特有鱼类人工繁殖技术研究、栖息地

保护相关研究、过鱼效果观测及研究、鱼类增殖放流效果研究。

11.6.4 陆生生态保护措施

结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复和补偿措施；加强施工期生态保护管理及宣传教育，严防外来入侵种；对评价区内 12 株古树的生长状况进行详细的调查，挂牌保护并定期监测生长状况，工程施工时应定期的洒水除尘以减小扬尘对古树的影响。

11.6.5 景观保护提升措施

施工期景观影响减缓措施包括围挡美化措施、道路植物景观提升及加强施工管理，运行期规划设计范围主要为工程建设征地范围，临时占地多考虑结合水保措施，以植被景观、生态恢复、展示措施为主，植入一定休闲、娱乐、文化展示的功能。结合各分区区域景观特点形成一带四区的景观结构（大渡河滨河景观带、枢纽工程景观区、生态景观示范区、工业景观展示区、河道景观恢复区）。

11.6.6 社会环境保护措施

在施工期应做好 G245 国道公路和滨河路保通措施，保障当地居民的正常出行；做好卫生防疫和库区取水保障措施。

11.6.7 移民安置环境保护措施

包括水环境保护、大气环境保护、噪声控制、固体废物处置措施。

11.6.8 环境空气保护措施

包括水雾喷淋系统（水鸟喷淋系统）、场内及道路交通扬尘污染控制措施、砂石料加工系统布袋除尘、混凝土拌合系统车辆冲洗系统及水雾喷淋系统、弃渣场及表土堆场扬尘污染控制措施、绿色施工及环境监测措施。

11.6.9 声环境保护措施

砂石料加工区和混凝土拌合区隔声围墙、破碎机隔声围挡、隔声屏障、隔声罩和隔声间，并设置隔音操作车间；大坝施工区靠近滨河路侧固定式声屏障，滨河路靠近大渡河侧移动声屏障；道路限速禁鸣；枕头坝居民点通风隔声窗。

11.6.10 投资

枕头坝二级水电站环境保护投资 31120.99 万元。

11.7 总体结论

枕头坝二级水电站开发建设符合《长江流域综合规划（2012-2030 年）》、《四川省大渡河流域干流水电开发环境影响回顾性评价研究报告》及审查意见要求；工程建设不涉及生态保护红线，符合四川省“三线一单”管控要求；由于工程河段上下游的瀑布沟、深溪沟、枕头坝一级、枕头坝二级等水电站开发建设，已经对工程河段水文情势、水温、水生生态等造成了一定影响，但以上工程在建设过程中同步开展了生态流量泄放、过鱼、鱼类增殖放流、栖息地保护等减缓措施，并且取得了明显效果；枕头坝二级水电站属于径流式低水头电站，工程开发建设对区域环境的不利影响主要来自于进一步加剧河段水生生境阻隔，以及施工期间大气及噪声污染，在水文情势、水温、水质等方面不会造成进一步累积性影响。工程在采取报告书提出的生态流量泄放、过鱼设施、人工增殖放流、栖息地保护、大气及噪声污染防治、陆生生态保护等减缓措施后，总体上可保证工程产生的施工期环境影响可接受、运行期河段生态功能不降低、鱼类资源不下降。总体来看，工程建设社会效益显著，在有效落实报告书提出的各项环境保护措施的前提下，工程建设的不利环境影响可得到减缓。从环境保护角度分析，工程建设可行。

11.8 建议

（1）建议重视工程实施产生的水生生态影响，实际工作中统筹上下游梯级同时运行产生的累积性、长期性影响，注重整体性保护，长期开展过鱼、栖息地保护、增殖放流等水生生态保护科学研究，并适时开展相关回顾评价。

（2）建议结合工程实际进度及时开展环保措施技施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用，确保各项环保措施的实施。

（3）建议按照《环境影响评价法》、《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》相关要求，适时研究开展环境影响后评价。