



云阳建全抽水蓄能电站  
环境影响报告书  
(公示版)

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

2022年6月

# 目 录

概 述 .....	1
<b>1 总则 .....</b>	<b>6</b>
1.1 任务由来 .....	6
1.2 评价目的 .....	6
1.3 评价依据 .....	6
1.4 评价标准 .....	11
1.5 评价等级 .....	15
1.6 评价范围 .....	17
1.7 环境保护目标 .....	18
1.8 环境影响评价因子 .....	23
1.9 评价水平年 .....	23
1.10 评价程序 .....	23
<b>2 工程概况 .....</b>	<b>25</b>
2.1 流域开发利用概况 .....	25
2.2 工程概况 .....	34
2.2.7 工程运行方式 .....	76
<b>3 工程分析 .....</b>	<b>84</b>
3.1 工程符合性分析 .....	84
3.2 工程方案环境合理性分析 .....	92
3.3 环境影响源分析 .....	95
3.4 工程分析结论 .....	107
<b>4 环境现状调查与评价 .....</b>	<b>111</b>
4.1 自然环境 .....	111
4.2 生态环境 .....	119
4.3 环境质量现状 .....	178
4.4 社会环境 .....	188

<b>5 环境影响预测与评价</b> .....	<b>190</b>
5.1 水文情势影响预测评价 .....	190
5.2 水环境影响预测评价 .....	211
5.3 生态环境影响预测评价 .....	224
5.4 土壤环境影响预测评价 .....	247
5.5 大气环境影响预测评价 .....	249
5.6 声环境影响预测评价 .....	251
5.7 固体废物影响预测评价 .....	259
5.8 人群健康影响预测评价 .....	260
5.9 移民安置工程环境影响预测评价 .....	260
<b>6 环境保护措施</b> .....	<b>262</b>
6.1 设计原则、任务和目标 .....	262
6.2 水环境保护措施 .....	263
6.3 生态环境保护措施 .....	283
6.4 大气环境保护措施 .....	290
6.5 声环境保护措施 .....	291
6.6 固体废弃物处理措施 .....	293
6.7 其他环境保护措施 .....	295
6.8 环境保护措施效果分析 .....	302
<b>7 环境风险分析与应急措施</b> .....	<b>305</b>
7.1 评价目的 .....	305
7.2 评价等级 .....	305
7.3 环境风险分析 .....	305
7.4 施工期环境风险应急预案 .....	315
7.5 环境风险评价结论 .....	317
<b>8 环境管理、监理与监测</b> .....	<b>319</b>
8.1 环境管理 .....	319
8.2 环境监理 .....	323

8.3 环境监测 .....	329
8.4 环境保护措施实施保证措施 .....	334
<b>9 环境保护投资概算及经济损益分析 .....</b>	<b>337</b>
9.1 环境保护投资 .....	337
9.2 环境影响经济损益分析 .....	346
<b>10 评价结论与建议 .....</b>	<b>348</b>
10.1 评价结论 .....	348
10.2 建议 .....	355

## 附件

- 1 《关于委托开展重庆云阳抽水蓄能电站环境评价工作的函》
- 2 《关于重庆云阳抽水蓄能电站项目名称更改的说明》
- 3 《云阳县人民政府关于云阳建全抽水蓄能电站建设制约性因素专项排查情况说明的函》(云阳府函〔2021〕199号)
- 4 《云阳县人民政府关于调整高阳镇集中式饮用水水源地保护区的通知》(云阳府规〔2021〕4号)
- 5 《关于印发〈重庆市云阳建全抽水蓄能电站预可行性报告审查意见〉的函》(水电规规〔2021〕198号)
- 6 《重庆市发展和改革委员会关于云阳建全抽水蓄能电站项目核准的批复》(渝发改能源〔2022〕281号)
- 7 《重庆市水利局关于云阳建全抽水蓄能电站建设征地移民安置规划审核意见的通知》(渝水安置[2021]16号)
- 8 云阳县水利局《关于云阳建全抽水蓄能电站建设征地范围内涉及水利水电设施处理方案的确认函》
- 9 《重庆市规划和资源资源局关于云阳建全抽水蓄能电站工程建设项目占用和补划永久基本农田的论证意见》(渝规资函〔2021〕2822号)
- 10 《重庆市文物局关于重庆云阳建全抽水蓄能电站项目文物影响评价报告的批

复》(渝文物[2021]380号)

- 11 《建设项目压覆重要矿产资源审查意见表》
- 12 《建设项目用地预审与选址意见书》(用字第市政 500000202100001 号)
- 13 《重庆市渔业捕捞许可证》((渝)长渔科监(2022)20 号)
- 14 《重庆云阳抽水蓄能电站环境质量监测报告》

## 附录

- 1 评价区维管束植物名录
- 2 评价区陆生脊柱动物名录
- 3 评价区水生生物名录

## 附表

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

## 附图

- 1 云阳建全抽水蓄能电站地理位置图
- 2 云阳建全抽水蓄能电站地表水系图
- 3 云阳建全抽水蓄能电站环境保护敏感目标分布图
- 4 云阳建全抽水蓄能电站枢纽总平面布置图
- 5 云阳建全抽水蓄能电站施工总布置图
- 6 云阳建全抽水蓄能电站工程控制性施工进度表
- 7 云阳双河洞沟流域水文地质图
- 8 云阳建全抽水蓄能电站工程地质平面图
- 9 云阳建全抽水蓄能电站输水发电系统②机地质纵剖面图
- 10 云阳建全抽水蓄能电站土壤侵蚀图
- 11 云阳建全抽水蓄能电站与区域生态保护红线位置关系图

- 12 云阳建全抽水蓄能电站与区域环境管控单元位置关系图
- 13 云阳建全抽水蓄能电站评价区卫星影像图
- 14 云阳建全抽水蓄能电站陆生生态调查线路及调查点位分布图
- 15 云阳建全抽水蓄能电站评价区土地利用类型图
- 16 云阳建全抽水蓄能电站评价区植被类型图
- 17 云阳建全抽水蓄能电站与区域重点商品林位置关系图
- 18 云阳建全抽水蓄能电站评价区古树名木分布图
- 19 云阳建全抽水蓄能电站评价区重点保护野生动物分布图
- 20 云阳建全抽水蓄能电站与小江湿地县级自然保护区位置关系图
- 21 云阳建全抽水蓄能电站水生生态调查点位分布图
- 22 云阳建全抽水蓄能电站评价区鱼类重要生境分布图
- 23 云阳建全抽水蓄能电站环境质量监测点位分布图
- 24 云阳建全抽水蓄能电站环境保护措施布局图
- 25 云阳建全抽水蓄能电站陆生生态监测规划布点分布图
- 26 云阳建全抽水蓄能电站水生生态监测规划点位分布图

# 概 述

## 1 项目背景

重庆市抽水蓄能电站规划工作始于上世纪 90 年代末期。1998 年 7 月，为了解决重庆电网日益紧张的调峰、调频、调相等状况，原重庆市计委委托中南勘测设计研究院(现中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，以下简称我院)开展重庆市抽水蓄能选点规划工作。在 1998 年~1999 年的两年时间内，我院开展了重庆市全面资源普查，特别对邻近重庆市负荷中心的抽水蓄能资源进行了重点研究，选择了綦江蟠龙、綦江镇紫、巴南石滩、涪陵龙泉 4 个站点开展规划设计比较工作，推荐綦江蟠龙为第一期开发站点。2003 年 9 月，水电水利规划设计总院与原重庆市计委在重庆市共同主持召开了规划报告审查会议，同意报告推荐的近期开发工程为綦江蟠龙站点。

2011 年 6 月，受水电水利规划设计总院、重庆市发展和改革委员会及国网新源控股有限公司的委托，我院编制完成《重庆市抽水蓄能电站选点规划报告(2011 年版)》，推荐丰都栗子湾站址为重庆电网继綦江蟠龙抽水蓄能电站之后 2020 年新增抽水蓄能电站规划站址，云阳建全、巴南石滩、涪陵太和、綦江镇紫站址作为重庆电网抽水蓄能电站远景备选站址，并视重庆市经济发展及电力市场需求适时建设。2011 年 6 月，水电水利规划设计总院会同重庆市发展和改革委员会审查通过了规划报告，同意在建设蟠龙抽水蓄能电站 1200MW 后，新增适当规模的抽水蓄能电站。2012 年 3 月，国家能源局以“国能新能〔2012〕71 号”文同意丰都栗子湾、云阳建全为重庆市 2020 年新建抽水蓄能电站推荐站点。

为贯彻落实习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出的我国应对全球气候变化国家自主贡献目标，以及在气候雄心峰会上宣布的一系列新举措，国家能源局“国能综通新能〔2020〕138 号”文启动了全国抽水蓄能中长期规划编制工作。重庆市的抽水蓄能中长期规划以重庆电网需求特性及新能源发展规划为基础，按照主城区都市区与渝东北城镇群、渝东南城镇群进行抽水蓄能电站规模分析及站点布局，推荐主城区都市区的丰都栗子湾(1400MW)、綦江蟠龙二期(1200MW)、涪陵太和(1200MW)，渝东北城镇群的云阳建全(1200MW)、奉节菜籽坝(1200MW)、巫山大溪(1200MW)以及与渝东南城镇群的武隆白马(1200MW)、武隆银盘(1200MW)等

8个资

源站点，合计规模 9800MW。2021 年 9 月，国家能源局发布《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》，丰都栗子湾、云阳建全、奉节菜籽坝为重庆市“十四五”重点实施项目。

2012 年 7 月，重庆市云阳县人民政府委托我院开展云阳建全抽水蓄能电站(以下简称“建全抽水蓄能电站”)预可行性研究设计，我院于 2013 年 2 月编制完成《重庆云阳建全抽水蓄能电站预可行性研究报告(2012 版)》。2021 年 8 月，云阳县建全抽蓄能源开发有限公司与云阳县人民政府签订建全抽水蓄能电站开发协议，继续委托我院开展建全抽水蓄能电站预可行性研究工作。我院根据建全抽水蓄能电站地形地质、水源等建设条件，综合重庆市内抽水蓄能电站开发任务、资源点分布特点、电站地理位置，并考虑重庆电网对抽水蓄能规模的需求、系统可提供的低谷抽水电量，初选建全抽水蓄能电站总装机容量为 1200MW。2021 年 9 月，我院编制完成《重庆云阳建全抽水蓄能电站预可行性研究报告》，并通过了水电水利设计研究院审查。目前，建全抽水蓄能电站正常蓄水位专题报告、施工总布置规划专题报告已通过审查，正在开展可行性研究设计工作。

## 2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，建全抽水蓄能电站需开展环境影响评价，编制环境影响报告书。2022 年 4 月，云阳县建全抽蓄能源开发有限公司委托我院开展建全抽水蓄能电站的环境影响评价工作。接受委托后，我院环评技术人员多次深入现场，对工程涉及区域的水文、气候、地质、土壤、植被、珍稀动植物、基础设施等情况进行了全面调查和资料收集工作；对工程区开展了详细的环境现状调查工作，并委托重庆佳熠检测技术有限公司对区域环境质量现状进行了监测，委托武汉市伊美净科技发展有限公司对区域陆生生态和水生生态环境进行了调查。在上述环境现状调查、专题研究等工作的基础上，根据国家有关法律法规、环境影响评价技术导则和技术规范等的要求，我院深入开展了工程分析、环境影响预测评价、环境保护措施及技术经济分析、环境管理及监测计划、环境风险分析与应急措施、环保投资概算等工作，于 2022 年 6 月编制完成《云阳建全抽水蓄能电站环境影响报

告书(送审稿)》。

### 3 规划符合性分析

建全抽水蓄能电站属于《产业结构调整指导目录(2019年本)》中鼓励类的电力项目，是《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035年)》“十四五”重点实施项目，工程符合国家产业政策。工程建设符合《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、《中华人民共和国水污染防治法》等相关法律法规是协调的，与《重庆市抽水蓄能电站选点规划》、《重庆市生态功能区划》、《重庆市人民政府关于印发重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要的通知》的相关要求，符合云阳县“三线一单”的管控要求。

建全抽水蓄能电站工程区环境现状良好，工程建设不涉及各类自然保护地、生态保护红线，工程废(污)水经收集处理达标后将回用，对周边的地表水环境影响较小，其他环境影响也较小，工程建设不触及环境质量底线。电站建设符合云阳县用水总量控制指标要求，不会因本工程建设而突破资源利用上线，并且临时占地在施工结束后及时进行迹地恢复，对土地资源的占用很少，符合资源利用上线的要求，电站建设与地方环境保护规划相协调。

### 4 建设项目特点及评价关注的主要环境问题

建全抽水蓄能电站位于双河洞沟流域。双河洞沟全流域位于云阳县境内，流域面积32.17km<sup>2</sup>，是长江二级支流、小江一级支流。双河洞沟流域水资源总量较为丰富，但水利设施较少，水资源开发利用程度小，水利设施以小(2)型水库、山坪塘为主。流域内现有兴龙、团结、拦河、荆竹、鹿头、八角、长塘等小(2)型水库，基本位于流域干支流源头。较大的山坪塘有石河堰山坪塘、双河口山坪塘(以下均称为“石河堰水库”、“双河口水库”，与相关技术资料、政策文件保持一致)。

建全抽水蓄能电站上水库位于双河洞沟支流双叉河沟石河堰水库，下水库位于双河洞沟干流双河口水库。电站为一等大(1)型工程，装机容量1200MW，装机4台，单机容量300MW。上水库集雨面积3.54km<sup>2</sup>，正常蓄水位680.00m，正常蓄水位库容1279万m<sup>3</sup>，死水位646m，死库容258万m<sup>3</sup>，调节库容1021万m<sup>3</sup>；下水库集雨面积25.3km<sup>2</sup>，正常蓄水位341.00m，正常蓄水位库容1301万m<sup>3</sup>，死水位314.00m，死

库容 295 万  $m^3$ ，调节库容 1006 万  $m^3$ 。上水库大坝为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 685.00m，最大坝高 98.00m。输水发电系统总体呈东西向，布置于磨子岩至大湾沟至鼻脊梁之间的山体内。下水库大坝为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 347.50m，最大坝高 77.5m。电站枢纽工程建设区总占地面积 4187.59 亩，永久占地面积 3226.03 亩，临时占地面积 961.56 亩。至规划设计水平年，建设征地涉及住房安置对象 837 人均采用货币安置，非住房安置对象 21 人采用后靠自建房安置；生产安置 1140 人，均采用社保安置。

建全抽水蓄能电站建设征地不涉及生态保护红线、各类自然保护地、重要湿地等环境敏感区，占用永久基本农田 60.94 $hm^2$ ，下游分布有小江湿地自然保护区(生态保护红线)。工程区周围调查分布有国家二级保护野生动物红腹锦鸡、重庆市市级保护野生动物灰胸竹鸡、小鸊鷉、黑水鸡、绿鹭、黄鼬等保护动物以及古树(黄葛树)1 株，无珍稀保护、特有和洄游性鱼类分布。由于工程上水库将占用石河堰水库，将导致石河堰水库的供水功能消失，云阳县人民政府在双河洞沟流域新增了双叉河饮用水水源地保护区，待双叉河饮用水水源地建成投运且石河堰水库停止供水后，撤销石河堰水库饮用水水源地保护区。工程建设需重视施工期环境保护，保护施工区周边居民的居住环境，确保上、下水库下泄生态流量在施工期、运行期均不低于 0.0106 $m^3/s$ 、0.0659  $m^3/s$ 。

建全抽水蓄能电站包括上水库建筑物、下水库建筑物、输水发电系统、500kV 开关站等部分。鉴于建全抽水蓄能电站土建整体统一施工，500kV 开关站工程作为其组成部分，其土建内容纳入主体工程，相关施工期等的评价内容也纳入本工程一并评价，本报告不对开关站工程输变电设备安装及运行期的环境影响进行评价。

## 5 报告书主要结论

建全抽水蓄能电站的建设符合重庆市抽水蓄能选点规划与地方经济发展规划，具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。工程建设对环境的影响主要发生在施工期，施工期产生的“三废一噪”等污染以及生态环境、社会环境的影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内，不会对生态系统的稳定性和多样性构成破坏。运行期主要的影响是对下游河道水环

境以及水生生态的影响，通过下泄生态流量可以保证下游河道生态用水的需求。工程建设可以推动当地的经济发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会和经济效益。工程不涉及生态保护红线、各类自然保护地、重要湿地、珍稀濒危野生动植物栖息地、重要水生生物“三场”等环境敏感区域。从环境保护角度看，在落实各项环境保护措施的前提下，工程建设是可行的。

# 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》的相关要求，云阳县建全抽蓄能源开发有限公司于 2022 年 4 月委托我院承担建全抽水蓄能电站的环境影响评价工作。

## 1.2 评价目的

调查了解建全抽水蓄能电站工程区及其周围的环境现状和发展趋势。结合工程施工布置、运行方案和移民安置规划，预测工程施工、水库运行和移民安置对周围环境的影响。对工程建设给环境带来的不利影响，制定可行的对策和减免措施，使工程兴建尽量不降低所在地区及其周围区域的环境质量，保证工程顺利施工和正常运行，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程所在区域生态环境的良性发展。分析工程涉及范围内环境的总体变化趋势，从环境方面论证工程兴建的可行性，从而为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

## 1.3 评价依据

### 1.3.1 法律、法规

《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订)

《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)

《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修订)

《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日修订)

《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日修订)

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月 29 日修订)

《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日)

《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日修订)

《中华人民共和国长江保护法》(2020 年 12 月 26 日)

《中华人民共和国湿地保护法》(2021 年 12 月 24 日)

《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日修订)

《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日修正)  
《中华人民共和国森林法》(2019年12月28日修订)  
《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日修订)  
《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修订)  
《中华人民共和国农业法》(2018年10月26日修订)  
《中华人民共和国渔业法》(2013年12月28日修正)  
《中华人民共和国文物保护法》(2017年11月4日修正)  
《中华人民共和国突发事件应对法》(2007年8月30日)  
《建设项目环境保护管理条例》(2017年10月1日修订)  
《中华人民共和国自然保护区条例》(2017年10月7日修正);  
《中华人民共和国河道管理条例》(2017年10月7日修订)  
《中华人民共和国土地管理法实施条例》(2014年7月29日修订)  
《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2016年1月13日修订)  
《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011年1月8日修订)  
《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日修订)  
《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016年2月6日修订)  
《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月7日修订)  
《地下水管理条例》(2021年10月29日)  
《基本农田保护条例》(2011年1月8日修订)  
《土地复垦条例》(2011年3月5日)  
《危险化学品安全管理条例》(2013年12月7日修正)  
《国家突发公共事件总体应急预案》(2006年1月8日)

### 1.3.2 部委规章

《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(部令第16号)  
《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部第4号令)  
《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)  
《国家重点保护野生动物名录》(2021年2月5日);

《国家重点保护野生植物名录》(2021年9月7日);

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010年修订)

《全国主体功能区规划》(国发〔2010〕46号)

《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015年3月)

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅)

《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号)

《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发〔2015〕178号)

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

《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65号)

《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86号)

《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号)

《关于印发<地表水环境质量评价办法(试行)>的通知》(环办〔2011〕22号)

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办〔2012〕4号)

《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)

《关于发布长江经济带发展负面清单指南(试行)的通知》(推动长江经济带发展领导小组办公室文件第89号)

《关于印发<水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)>的函》(环评函〔2006〕4号)

《关于印发水利水电建设项目水土保持与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号)

《关于发布<环境空气质量标准>(GB 3095-2012)修改单的公告》(生态环境部公告2018年第29号)

### 1.3.3 规程规范

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)

《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)

《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)

《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)

《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)

《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)

《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)

《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)

《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)

《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015)

《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)

《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018)

《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10080-2018)

《水电工程环境影响评价规范》(NB/T 10347-2019)

《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2016)

《河湖生态环境需水计算规范》(SL/2712-2021)

《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)

《内陆水域鱼类资源调查手册》(张觉民等著,北京:科学出版社)

《生物多样性观测技术导则两栖动物》(HJ710.6-2014)

《生物多样性观测技术导则陆生维管植物》(HJ710.1-2014)

《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物》(HJ710.3-2014)

《生物多样性观测技术导则爬行动物》(HJ710.5-2014)

《生物多样性观测技术导则淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ710.8-2014)

《生物多样性观测技术导则鸟类》(HJ710.4-2014)

《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ624-2011)

《区域生物多样性评价标准》(HJ623-2011)

#### 1.3.4 地方性法规

《重庆市饮用水源污染防治办法》(重庆市人民政府令第 159 号)

《重庆市环境噪声污染防治办法》(重庆市人民政府令第 270 号)

《重庆市水污染防治条例》(2020年10月)

《重庆市湿地保护条例》(2019年12月1日)

《重庆市河道管理条例》(2018年7月修正)

《重庆市环境保护条例》(2018年7月修正)

《重庆市林地保护管理条例》(2018年7月修正)

《重庆市绿化条例》(2018年7月修正)

《重庆市大气污染防治条例》(2017年6月)

《重庆市实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》(2014年9月修正)

《重庆市野生动物保护规定》(2019年12月1日)

《重庆市实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(2018年7月修正)

《重庆市生态功能区划(修编)》(2008年7月)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

《云阳县落实生态保护红线环境质量底线资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控实施方案》(云阳府发〔2020〕48号);

《云阳县人民政府关于调整高阳镇集中式饮用水水源地保护区的通知》(云阳府规〔2021〕4号)

《云阳县人民政府办公室关于进一步加强集中式饮用水水源保护区监管的通知》(云阳府办发〔2017〕118号)

《云阳县人民政府办公室关于印发云阳县声环境功能区划分方案的通知》(云阳府办发〔2018〕172号)。

### 1.3.5 相关技术文件及资料

《重庆市抽水蓄能电站选点规划报告》(2011年6月)

《国家能源局关于重庆市抽水蓄能电站选点规划的复函》(国能新能〔2012〕71号)

《重庆云阳建全抽水蓄能电站预可行性研究报告》(2021年11月)

《关于印发〈重庆市云阳建全抽水蓄能电站预可行性报告审查意见〉的函》(电规规〔2021〕198号)。

## 1.4 评价标准

### 1.4.1 环境质量标准

#### a) 地表水

建全抽水蓄能电站所在的双河洞沟流域未划分水环境功能区,在双叉河沟石河堰水库坝址以上设置有石河堰水库饮用水水源保护区。根据《关于调整万州区等36个区县(自治县)集中式饮用水水源保护区的通知》(渝府办〔2016〕19号),石河堰水库坝址以上水域为饮用水水源保护区,石河堰水库及库尾以上200m水域执行《地表水环

境质量标准》(GB3838-2002)II类标准, 流域内其他水域执行III类标准。新增的双叉河饮用水水源保护区位于工程区上游, 不受工程建设影响。地表水环境质量标准主要指标见表 1.4.1-1。

表 1.4.1-1 地表水环境质量标准值表

项目	环境质量标准	主要指标及其标准值
地表水水质	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准	6≤pH≤9、DO≥6mg/L、COD <sub>Cr</sub> ≤15mg/L、BOD <sub>5</sub> ≤3mg/L、TP≤0.1mg/L(湖库 0.025 mg/L)、NH <sub>3</sub> -N≤0.5mg/L、石油类≤0.05mg/L、LAS≤0.2mg/L、粪大肠菌群≤2000 个/L、硫酸盐≤250mg/L、氯化物≤250mg/L、硝酸盐≤10mg/L、铁≤0.3mg/L、锰≤0.1mg/L
	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	6≤pH≤9、DO≥5mg/L、COD <sub>Cr</sub> ≤20mg/L、BOD <sub>5</sub> ≤4mg/L、TP≤0.1mg/L(湖库 0.025 mg/L)、NH <sub>3</sub> -N≤1mg/L、石油类≤0.05mg/L、LAS≤0.2mg/L、粪大肠菌群≤10000 个/L

b) 地下水

工程区地下水环境执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类水质标准。地下水环境质量标准主要指标见表 1.4.1-2。

表 1.4.1-2 地下水环境质量标准值表

项目	环境质量标准	主要指标及其标准值
地下水水质	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准	6.5≤pH≤8.5、耗氧量≤3.0mg/L、总硬度≤450mg/L、溶解性总固体≤1000mg/L、NH <sub>3</sub> -N≤0.5mg/L、铁≤0.3mg/L

c) 环境空气

根据《重庆市环境空气质量功能区划分规定》(渝府发〔2016〕19号), 工程区环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。大气环境质量标准主要指标见表 1.4.1-3。

表 1.4.1-3 大气环境质量标准值表

项目	环境质量标准	主要指标及其标准值
环境空气质量	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准(日均值)	SO <sub>2</sub> ≤0.15mg/m <sup>3</sup> 、NO <sub>2</sub> ≤0.08mg/m <sup>3</sup> 、CO≤4mg/m <sup>3</sup> 、PM <sub>10</sub> ≤0.15mg/m <sup>3</sup> 、PM <sub>2.5</sub> ≤0.075mg/m <sup>3</sup> 、TSP≤0.3mg/m <sup>3</sup>

d) 声环境

根据《云阳县人民政府办公室关于印发云阳县声环境功能区划分方案的通知》(云

阳府办发〔2018〕172号),工程区声环境质量评价标准执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准。声环境质量标准主要指标见表1.4.1-4。

表 1.4.1-4 声环境质量标准值表

项目	环境质量标准	指标及其标准值
声环境质量	《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准	$L_{Aeq}(\text{昼间}) \leq 55\text{dB}$ , $L_{Aeq}(\text{夜间}) \leq 45\text{dB}$

#### e) 土壤环境

工程区内建设用地土壤环境执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准,农用地土壤环境执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中筛选值标准。土壤环境质量标准主要指标见表1.4.1-5。

表 1.4.1-5 土壤环境质量标准值表

项目	环境质量标准	主要指标及其标准值
土壤环境	《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)筛选值	水田: $6.5 < \text{pH} \leq 7.5$ : 镉 $\leq 0.6\text{mg/kg}$ 、汞 $\leq 0.6\text{mg/kg}$ 、砷 $\leq 25\text{mg/kg}$ 、铜 $\leq 200\text{mg/kg}$ 、铅 $\leq 140\text{mg/kg}$ 、铬 $\leq 300\text{mg/kg}$ 、镍 $\leq 100\text{mg/kg}$ 、锌 $\leq 250\text{mg/kg}$
	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)筛选值	第二类用地: 镉 $\leq 65\text{mg/kg}$ 、汞 $\leq 38\text{mg/kg}$ 、砷 $\leq 60\text{mg/kg}$ 、铜 $\leq 18000\text{mg/kg}$ 、铅 $\leq 800\text{mg/kg}$ 、铬(六价) $\leq 5.7\text{mg/kg}$ 、镍 $\leq 900\text{mg/kg}$

### 1.4.2 污染物排放标准

#### a) 水污染物

根据双河洞沟径流特征(流域面积小,径流量小)以及工程区执行的地表水环境质量标准,本工程的施工废(污)水经处理后回用,废(污)水按照回用用途分别执行《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T10488-2021总)中砂石加工用水水质标准,《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫标准,《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准。水污染物回用主要指标见表1.4.2-1。

表 1.4.2-1 水污染物回用标准值表

项目	回用标准	主要指标及其标准值
废(污)水排放	《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T10488-2021)中的砂石加工用水水质标准	4≤pH≤9、SS≤100mg/L
	《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中的回用水标准	SS≤100mg/L
	《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)	车辆冲洗：6≤pH≤9、浊度≤5NTU、BOD <sub>5</sub> ≤10mg/L、NH <sub>3</sub> -N≤5mg/L；绿化与道路清扫：6≤pH≤9、浊度≤10NTU、BOD <sub>5</sub> ≤10mg/L、NH <sub>3</sub> -N≤8mg/L
	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准	6≤pH≤9、SS≤70mg/L、BOD <sub>5</sub> ≤20mg/L、COD≤60mg/L、石油类≤5mg/L

b) 大气污染物

工程区施工期大气污染物(粉尘、扬尘)排放执行《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)表 1 中的无组织排放监控点浓度限值，餐饮废气排放执行《餐饮业大气污染物排放标准》(DB50/1859-2018)。大气污染物排放主要指标见表 1.4.2-2。

表 1.4.2-2 大气污染物排放标准值表

项目	排放标准	主要指标及其标准值
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)中无组织排放监控点浓度限值	颗粒物≤1mg/m <sup>3</sup> 、SO <sub>2</sub> ≤0.12mg/m <sup>3</sup> 、NO <sub>2</sub> ≤0.4mg/m <sup>3</sup>
	《餐饮业大气污染物排放标准》(DB50/1859-2018)	油烟≤1mg/m <sup>3</sup> 、非甲烷总烃≤10mg/m <sup>3</sup>

c) 噪声

工程区施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。噪声排放主要指标见表 1.4.2-3。

表 1.4.2-3 噪声排放标准值表

项目	排放标准	主要指标及其标准值
噪声控制	施工期 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	L <sub>Acq</sub> (昼间)≤75dB, L <sub>Acq</sub> (夜间)≤55dB
	运行期 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1类标准	L <sub>Acq</sub> (昼间)≤55dB, L <sub>Acq</sub> (夜间)≤45B

d) 固体废物

工程区一般固体废物处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020), 危险废物处置执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB185597-2001)。

## 1.5 评价等级

### 1.5.1 水环境

#### 1.5.1.1 地表水环境

根据抽水蓄能工程项目特点, 建全抽水蓄能电站对地表水环境的影响包括施工期产生的生产废水和生活污水、运行期产生的生活污水以及蓄水期和运行期对水文情势产生的影响, 属于复合影响型建设项目, 需从水污染影响与水文要素影响分别确定评价等级。

##### a) 水污染影响

本工程施工期生产废水主要来自砂石加工废水、垫层料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、基坑排水、洞室排水等, 生活污水主要来自施工人员日常生活, 施工废(污)水要求经收集处理达标后回用于施工生产、场地绿化或洒水降尘。工程运行期废(污)水量不大, 主要为电站工作人员的生活污水、机组检修时产生的少量油污, 各类废(污)水经处理达标后回用于厂区绿化、洒水。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)中水污染型建设项目评价等级判定表, 确定水污染影响评价工作等级为三级 B。

##### b) 水文要素影响

本工程上、下水库水体频繁交换,  $\alpha$ 值分别为 245 和 216, 不会出现水温分层的情况; 上、下水库坝址以上天然径流量小, 但因水体交换频繁, 相对入库径流量大, 上、下水库  $\beta$  值分别为 0.28%、0.35%; 工程运行期年减少流域地表水水量 30.62 万  $m^3$ (水库水面蒸发损失量), 上、下水库的  $\gamma$  值分别为 6.8%、1%; 上水库占用石河堰水库饮用水水源保护区, 电站运行对汇入小江湿地县级自然保护区径流有影响。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)中水文要素影响型建设项目评价等级判定表, 确定本工程水文要素影响型建设项目评价等级定为二级。

#### 1.5.1.2 地下水环境

本工程为生态影响类建设项目, 属《环境影响评价技术导则 地下水环境》

(HJ610-2016)附录 A 行业分类表规定的III类建设项目。本工程施工期和运行期生产废水和生活污水经处理后回用。工程对地下水的影响主要为施工期施工支洞、进场交通洞、地下厂房、输水隧洞等地下洞室开挖，运行期水库淹没、渗漏及输水系统和地下厂房渗漏对地下水位的影响。工程所在区域无地下水集中供水水源，无地下水环境保护目标，地下水环境敏感程度属于不敏感程度。根据导则中工作等级划分表，确定本工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

### 1.5.2 生态环境

本工程建设占地包括上水库库区、下水库库区、工程枢纽区和各类施工临时设施占地区以及场内道路占地区，总占地面积为 2.79km<sup>2</sup>(面积介于 2 km<sup>2</sup>~20km<sup>2</sup>之间)；工程影响范围内以林地、耕地为主，涉及主要植被类型为常绿阔叶林、落叶阔叶林、竹林、灌草丛、人工林等，不涉及小江湿地县级自然保护区以及生态保护红线，占地属于一般区域；工程所在的双河洞沟流域面积小，河流径流量小，河流内水生生物种类简单，未发现珍稀保护、特有和洄游性鱼类分布。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)中的工作等级划分表，生态环境评价工作等级为三级。同时，由于工程改变了双河洞沟现有水文情势，评价工作等级应上调一级，确定本工程生态环境影响评价等级为二级。

### 1.5.3 大气环境

本工程位于境空气二类功能区，运行期无大气污染物排放。大气环境影响源主要是施工期的爆破开挖、材料生产、施工机械和交通车辆运行等，工程施工产生的大气污染物主要是粉尘和飘尘，且多为临时性的无组织排放，影响主要集中在枢纽施工区范围内及运输道路两侧，且规模较小、时间短。采用《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算的 TSP 预测值小于 1%(P<sub>max</sub>=0.8742%)。根据导则中的评价等级判别表，确定本工程大气环境影响评价等级为三级。

### 1.5.4 声环境

本工程噪声源主要来自于施工期爆破开挖、施工机械和交通车辆的运行等，且工程结束后影响随即消失。工程区附近的村庄声环境质量执行《声环境质量标准》

(GB3096-2008)1类标准。工程建设前后噪声级增加量很小(噪声级加高量在 3dB(A)以下),受影响人口数量增加很少。根据导则,确定本工程声环境影响评价等级为二级。

### 1.5.5 土壤环境

本工程为水力发电项目,属《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)附录 A 评价项目类别中规定的 II 类项目。工程建设对土壤的影响属于生态影响型,运行造成地下水位的变化可能引起土壤沙化、次生盐碱化或沼泽化。工程于山区,土壤含盐量为 0.2g/kg, pH 为 7 左右,土壤环境的敏感程度为不敏感。根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)中的工作等级划分表,确定本工程土壤环境影响评价工作等级为三级。

## 1.6 评价范围

### 1.6.1 水环境

#### a) 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中水环境影响评价范围确定原则,确定本工程施工期和运行期水环境评价范围为:上水库工程区所在双叉河沟至双河洞沟汇合口之间河段(2.3km),下水库库尾所在双叉河沟至小江汇合口之间河段(4.8km)。

#### b) 地下水环境

本工程对地下水影响主要为施工期地下厂房洞室群开挖过程中,可能对局部地下水位造成的影响,以及在工程运行过程中由于水库渗漏、浸没及输水系统抽排水过程中可能对局部地下水产生的影响。根据《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)中水环境影响评价范围确定原则,确定本工程地下水评价范围主要为工程区域水文地质单元,集水面积合计约 25.3km<sup>2</sup>。

### 1.6.2 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)、《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T88-2003)、《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)的要求,结合工程对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相

互依存关系，充分考虑区域生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区和间接影响区域，以项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界来确定评价范围。

陆生生态评价范围主要包括电站上、下水库库区所在的双河洞沟两岸第一重山脊线内范围及工程建设征占地红线范围外扩 300m 形成的连续区域，包括专项复建的吴家屯和二台水库等项目，总面积为 21.70km<sup>2</sup>。

水生生态评价范围主要包括上水库库尾至坝址下游 2.3km 的双叉河沟河段、下水库库尾至坝址下游小江河口 4.8km 的双河洞沟河段，以及小江汇合口小江上下游 5km 河段。

### 1.6.3 大气环境

本工程大气环境影响评价评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)中环境空气影响评价范围的确定原则，不需设置大气环境影响评价范围，仅对施工期进行简要分析。

### 1.6.4 声环境

本工程建成运行后，噪声源发电机组深埋地下，基本不会对外环境产生噪声污染，声环境影响评价主要为施工期。根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ 2.4-2009) 中声环境影响评价范围的确定原则，确定本工程声环境影响评价范围为：上水库、下水库、厂区和输水系统的各施工工区及周围 200m 范围，场内施工道路两侧 200m 范围内。

### 1.6.5 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则土壤环境》(HJ964-2018)，本工程土壤环境影响评价范围确定为工程占地范围外扩 1km 范围(含工程占地范围)。

## 1.7 环境保护目标

### 1.7.1 水环境

本工程所在区域无具有饮用水开发利用价值含水层，无重要价值泉眼以及特殊地下水资源保护区(矿泉水、温泉水)，也没有涉及地下水的环境敏感区，工程建设范围内无集中式地下水饮用水源。根据调查，工程区村民用水基本取自周边水库、山坪塘、

溪流，生活用水不取用地下水，因此无地下水环境保护目标。

本工程将占用云阳县高阳镇的石河堰水库、双河口水库，影响石河堰水库和双河口水库的服务功能及对象，其中石河堰水库坝址以上流域已划为石河堰水库饮用水水源保护区(一级保护区包括石河堰水库正常蓄水位以下水域和取水口侧正常蓄水位以上200m范围内的陆域，其余区域为二级保护区)，双河口水库下游建设有建全电站(引水式电站，从双河口水库引水，装机 320kW，1981 年投产发电)。建全抽水蓄能电站上水库将占用石河堰水库，导致其饮用水功能将消失。云阳县人民政府以“云阳府规〔2021〕4 号”在建全抽水蓄能电站上游支流大坪河沟二台山坪塘新建了双叉河饮用水水源保护区，待水源地工程建成后，将取消石河堰水库饮用水水源保护区。工程建设、运行，将在上、下水库坝址下游形成长约 1.4km、2.1km 的减水河段。

工程区主要水环境保护敏感目标情况见表 1.7.1。

表 1.7.1 工程区主要水环境保护目标一览表

序号	名称	规模/特征	与工程位置关系	影响方式	保护要求
1	石河堰水库(石河堰水库饮用水水源保护区)	石河堰水库于 1975 年建成，主要用途为灌溉、供水；2016 年，坝址以上水域设立了石河堰水库饮用水水源保护区，待待双叉河饮用水水源地建成投运、石河堰水库停止供水后，饮用水水源地保护区将撤销	位于上水库建设征地范围内	工程直接占用	按照饮用水保护相关法律政策要求开展保护；异地重建水源地，恢复水库供水功能；保护新建水库水质(抽水蓄能电站上水库)，保障河道生态流量
2	双河口水库(建全电站)	双河口水库于 1972 年建成，主要用途为发电、供水；建全电站为引水式电站，因厂房位于小江湿地自然保护区缓冲区，已列入长江经济带小水电清理整改退出项目(暂未退出)	位于下水库建设征地范围内	工程直接占用	恢复水库供水功能，保障河道生态流量
3	二台山坪塘(双叉河饮用水水源地保护区)	二台山坪塘，2017 年进行了整治，主要用途为灌溉；2021 年，设立了双叉河饮用水水源保护区	位于下水库建设征地范围上游 1km 处	/	按照饮用水保护相关法律政策要求开展保护，电站上水库开工前完成水源地工程建设
4	工程区及下游水域	上水库坝址至下水库尾，河道长 1.4km；下水库坝址至三峡库区，河道长约 2.1km	位于上、下水库坝址下游	工程运行	保障河道生态流量

### 1.7.2 生态环境

建全抽水蓄能电站建设征地不涉及生态保护红线、各类自然保护地、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物“三场”、国家一级公益林、I级保护林地等环境敏感区域。云阳小江湿地县级自然保护区(生态保护红线)位于下水库坝址下游 1.8km 处，汇入保护区的双河洞沟径流将受到工程运行影响。经分析，本工程的生态环境保护敏感目标主要有生态保护红线、小江湿地县级自然保护区、古树、重点保护野生动物以及永久基本农田。

工程区主要生态环境保护敏感目标情况见表 1.7.2。

表 1.7.2 工程区主要生态环境保护目标一览表

序号	名称	规模/特征	与工程位置关系	影响方式	保护要求
1	小江湿地县级自然保护区(生态保护红线)	小江湿地自然保护区位于云阳县长江一级支流小江中下游，保护区总面积 6736hm <sup>2</sup> ，主要为三峡水库消落带湿地；位于规划范围面积73.51hm <sup>2</sup> (包括缓冲区 25.72 m <sup>2</sup> ，实验区 47.79hm <sup>2</sup> )	位于下水库坝址下游 1.8km 处，自流排水洞洞口下游 60m 处	工程施工与运行	严格控制施工活动，保障河道生态流量
2	古树	黄葛树，1 株，	通风兼安全洞外 500m	工程施工	施工避让
3	重点保护动物	国家二级保护 1 种，红腹锦鸡；市级保护野生动物 5 种，灰胸竹鸡、小鸊鷉、黑水鸡、绿鹭、黄鼬	工程区周围林缘及林边空旷处	工程施工	严格控制施工活动
4	永久基本农田	涉及永久基本农田 60.94 hm <sup>2</sup> (永久占地内 46.63hm <sup>2</sup> ，临时占地内 14.34hm <sup>2</sup> )	工程建设征地范围内	工程占用	永久占用的依法进行占补平衡，临时占用后及时复垦

### 1.7.3 大气与声环境

本工程所在的双河洞沟流域为农业生产区，流域内人口与耕地数量相对较多。上、下水库工程周围 200m 范围内有较多分散居民住宅分布，主要为高阳镇建全村(包括建全自然村、柏杨自然村)、金惠村(包括惠民自然村、荆竹自然村)、桂林村、海坝村、团结村的居民，约有 210 户。较为集中的居民点为建全集镇(包括建全一组、二组、三组、四组)，约有 109 户。

工程区主要大气与声环境保护敏感目标情况见表 1.7.3、图 1.7.3。

表 1.7.3 工程区主要大气与声环境保护目标一览表

序号	名称	规模/特征	与工程位置关系	保护要求
1	建全集镇(包括建全一组、二组、三组、四组)	原建全乡人民政府驻地(建全乡已并入高阳镇), 109 户	下水库工程区南侧 20m~200m	大气污染物排放强度满足《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)无组织排放浓度限值, 建筑施工厂界噪声排放满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的排放限值; 居民住宅区环境空气质量达到《环境空气质量标准》二级标准, 声环境达《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准
2	建全五组	5 户	下水库工程区东侧 160m~190m	
3	建全六组	8 户	下水库工程区东侧 40m~120m	
4	建全八组	11 户	下水库工程区东侧 20m~40m	
5	建全十一组	17 户	下水库工程区东侧 40m~120m	
6	建全十二组	5 户	下水库工程区东侧 100m~150m	
7	建全十三组	14 户	下水库工程区北侧 40m~60m	
8	柏杨二组	13 户	下水库工程区东侧 20m~190m	
9	桂林五组	9 户	上水库工程区南侧 100m~200m	
10	桂林六组	11 户	上水库工程区南侧 10m~180m	
11	桂林十组	12 户	上水库工程区南侧 1m~180m	
12	桂林十一组	15 户	上水库工程区南侧 50m~150m	
13	荆竹三组	7 户	上水库工程区东侧 1m~200m	
14	荆竹五组	17 户	上水库工程区东侧 3m~120m	
15	荆竹九组	3 户-	上水库工程区东侧 180m~200m	
16	慧民一组	10 户	上水库工程区北侧 20m~100m	
17	慧民二组	20 户	上水库工程区北侧 20m~50m	
18	慧民八组	2 户	上水库工程区北侧 180m~200m	
19	慧民九组	13 户	上水库工程区北侧 120m~200m	
20	团结四组	17 户	下水库工程区北侧 1m~160m	
21	海坝一组	13 户	下水库工程区西侧 90m~200m	
22	海坝二组	6 户	下水库工程区西侧 160m~200m	
23	海坝四组	11 户	下水库工程区西侧 150m~200m	
24	海坝五组	15 户	下水库工程区西侧 150m~200m	
25	海坝七组	13 户	下水库工程区西侧 10m~200m	



图 1.7.3 工程区周围部分大气与声环境保护目标现状

## 1.8 环境影响评价因子

本次评价根据环境影响识别，提出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.8。

表 1.8 评价因子一览表

环境要素	现状评价因子	预测评价因子
地表水环境	pH 值、SS、DO、COD、高锰酸盐指数、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总磷、铜、锌、六价铬、氟化物、砷、汞、镉、铅、石油类、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a 等	SS、总磷、总氮、氨氮、COD、BOD <sub>5</sub>
	水温、水位、流量、径流过程、泥沙	水温、水位、水面面积、流量径流过程、泥沙
地下水环境	pH 值、氨氮、硝酸盐氮、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐等	/
声环境	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq</sub>
大气环境	NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、TSP、SO <sub>2</sub>	TSP
土壤环境	土壤理化特性，重金属和无机物，挥发性有机物，半挥发性有机物，pH 值，镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍	/
生态环境	陆生生态、水生生态、珍稀动植物、古树名木、鱼类重要生境、景观生态	陆生生态、水生生态、珍稀动植物、古树名木、鱼类重要生境、景观生态

## 1.9 评价水平年

### a) 现状评价水平年

水环境现状评价采用 2022 年河流水质监测资料；生态环境现状评价以遥感解译(2021 年数据)和现场实地调查为背景值。

### b) 预测水平年

工程施工期：评价时段为工程施工全过程。预测水平年为施工高峰年。

工程运行期：评价时段至工程运行并发挥全部效益后，设计水平年 2030 年。

## 1.10 评价程序

按照环境影响评价技术导则，本工程环境影响评价工作程序见图 1.10。

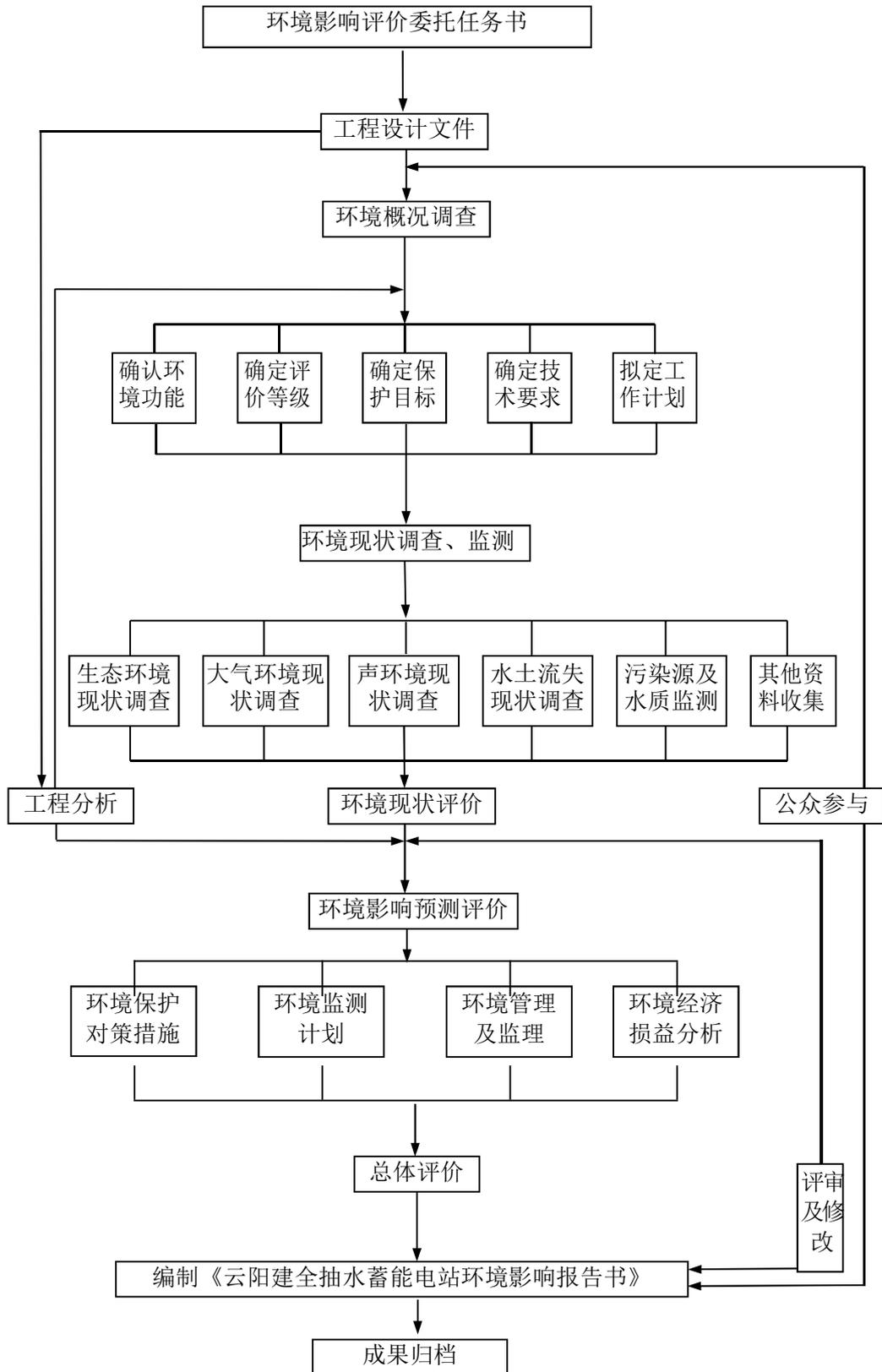


图 1.10 环境影响评价工作程序

## 2 工程概况

### 2.1 流域开发利用概况

#### 2.1.1 流域概况

建全抽水蓄能电站上、下水库均位于长江一级支流小江左岸支流双河洞沟流域。

长江干流自云阳县巴阳镇进入云阳县境，至龙洞镇出境入奉节县。云阳县境内长江归纳流河长 68.1km，流经巴阳镇、人和街道、双江街道、青龙街道、盘龙街道、凤鸣镇、宝坪镇、云阳镇、新津乡、红狮镇、故陵镇、龙洞镇等乡镇(街道)，是云阳县主要的居民聚居区和工业集散区，沿江两岸有众多工业、生活取水口和排污口。三峡水库形成后，云阳县境内长江河面最宽处 1800m，最窄处 800m；长江入境多年平均流量 12142m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 3829 亿 m<sup>3</sup>；出境多年平均流量 12420m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 3916 亿 m<sup>3</sup>。

小江，又名澎溪河，为长江左岸一级支流，地处四川盆地东部边缘，大巴山南麓，介于北纬 30°50′~31°42′，东经 107°56′~108°54′之间，覆盖重庆市的开州区、云阳、万州、梁平四县(区)和四川省的开江县。小江正源发源于重庆市开州区白马乡车场坝，经开州区南河、渠口汇入普里河，至云阳县养鹿镇白家溪入县境，在双江街道注入长江。小江干流全长 183km，流域面积 5225km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 124m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 39.1 亿 m<sup>3</sup>。其中云阳县境内河长 50.4km，流域面积 609.2km<sup>2</sup>，流经养鹿镇、渠马镇、高阳镇、黄石镇、双江街道、人和街道等乡镇(街道)。小江支流众多，流域面积在 1000km<sup>2</sup> 以上的主要支流有南河、普里河两条，最大的二级支流为南河支流桃溪河。

双河洞沟为小江左岸一级支流，河道全长 11.07km，河道平均比降 45.89%，流域集雨面积 32.17km<sup>2</sup>，河口多年平均流量 0.65m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 2050 万 m<sup>3</sup>。双河洞沟全流域位于云阳县境内，流经高阳镇皇城村、团结村、光明村、金惠村、桂林村、海坝村、建全村和渠马镇渠富村。建全抽水蓄能电站上水库位于高阳镇金惠村和桂林村，利用已建石河堰水库库区，坝址处控制流域面积为 3.54km<sup>2</sup>，河道长度 3.09km，河道平均坡度 109.1%；下水库位于高阳镇建全村的双河口水库，下水库上坝址处控制流域面积为 15.4km<sup>2</sup>，河道长度 6.54km，河道平均坡度 70.32%，下水库下坝址处

控制流域面积为 25.3km<sup>2</sup>，河道长度 7.19km，河道平均坡度 62.11%。

双河洞沟流域位置见图 3.1.1。

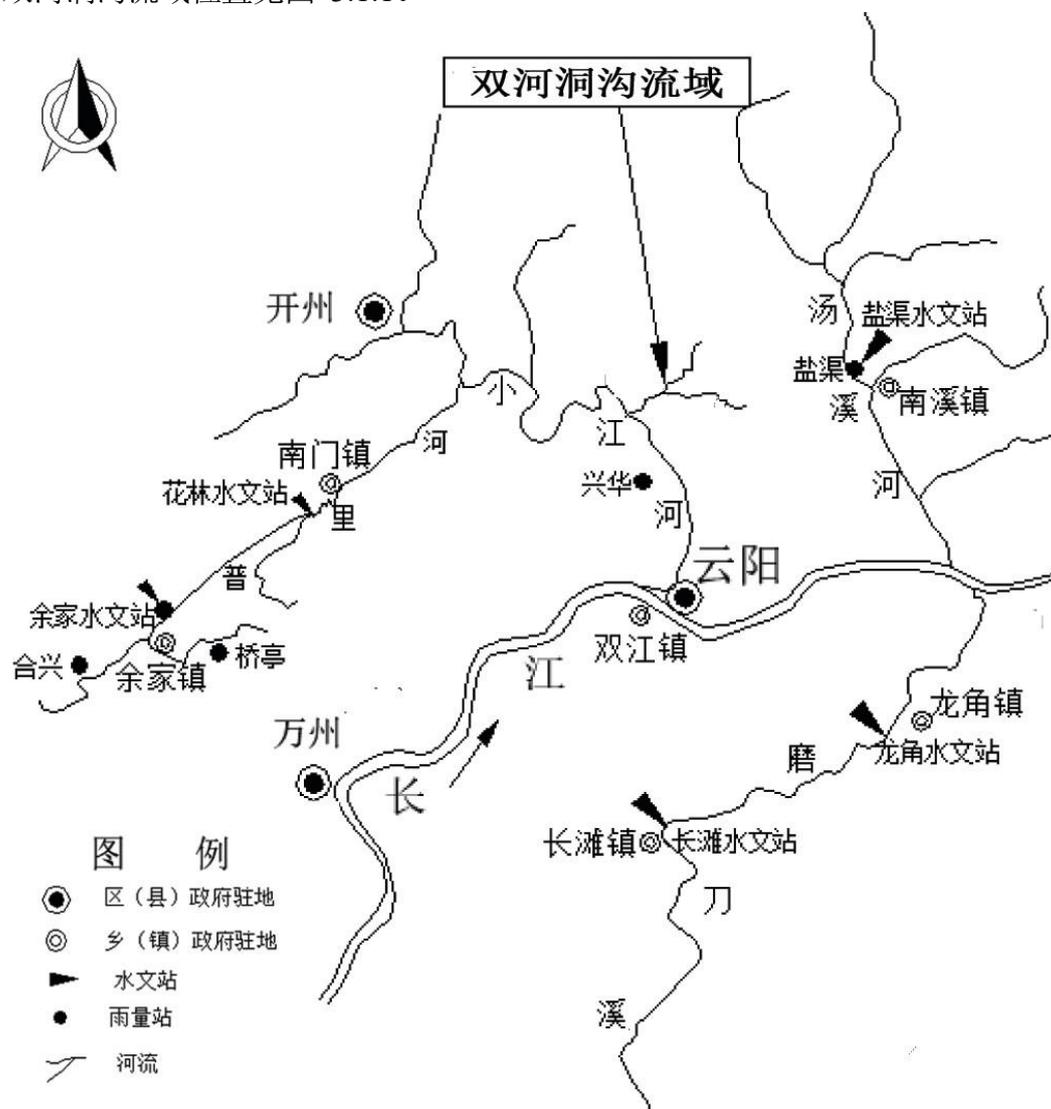


图 2.1.1 双河洞沟流域位置示意图

## 2.1.2 流域开发利用情况

### 2.1.2.1 开发利用现状

根据云阳县水利普查资料以及现场调查情况，双河洞沟流域内无大中型水利水电工程，水利设施以小型水库、山坪塘为主。

#### a) 水库

根据调查，双河洞沟流域内统计有兴龙水库、团结水库、拦河水库、荆竹水库、鹿头水库、八角水库、长塘水库，库容均未超过 20 万 m<sup>3</sup>，均为小(2)型水库。双河洞

沟流域内小(2)型水库基本位于干支流源头，控制流域面积 1.68km<sup>2</sup>，占规划范围面积的 5.2%，对流域径流控制的能力有限。

表 2.1.2-1 双河洞沟流域小(2)型水库主要工程特性表

序号	名称	建成时间	开发任务	控制流域面积 km <sup>2</sup>	正常蓄水位 m	总库容 万 m <sup>3</sup>	兴利库容 万 m <sup>3</sup>	设计灌溉面积 万亩
1	八角水库	1974 年	灌溉	0.22	895.57	14.98	13.25	0.067
2	长塘水库	1974 年	灌溉	0.2	827.38	13	10.3	0.038
3	荆竹水库	1959 年	灌溉	0.22	812.9	13	11.3	0.04
4	拦河水库	1976 年	灌溉	0.24	792.8	12	9.6	0.025
5	鹿头水库	1986 年	灌溉、供水	0.12	691.85	11.4	9.6	0.031
6	团结水库	1974 年	灌溉	0.35	733.6	17	12.38	0.04
7	兴龙水库	1975 年	灌溉、供水	0.33	688.06	13.01	7.62	0.02

#### b) 山坪塘

规模较大的山坪塘有石河堰山坪塘、双河口山坪塘(为与相关技术资料、政策文件保持一致，改称为“石河堰水库”、“双河口水库”)以及二台山坪塘，吴家屯等山坪塘规模均较小。

##### 1) 石河堰水库

石河堰水库为万方山坪塘，位于双河洞沟支流双叉河沟，坝址控制流域面积 3.54km<sup>2</sup>，坝址多年平均径流量 250.6 万 m<sup>3</sup>；大坝为浆砌石拱坝，坝轴线长 40m，坝顶上游高程 602.30m，下游高程为 600.0m，大坝下游河床高程 590.5m，大坝最大坝高约 11.8m。大坝建设于上世纪 70 年代，大坝采用坝顶泄流，根据实测地形图，大坝正常蓄水位为 602.30m，相应水面面积 4129m<sup>2</sup>，相应库容 1.33 万 m<sup>3</sup>。

石河堰现状主要承担农业灌溉任务，主要灌溉建全村部分耕地并向建全水厂供水。根据调查，实际灌溉面积 150 亩，现状年灌溉用水量 6.60 万 m<sup>3</sup>。建全水厂位于建全场镇鹞儿岩山脚，主要供水对象为建全集镇，水厂设计规模 500m<sup>3</sup>/d，厂址高程 548.8m，供水主管 DN50mm 上下高程各 1 根，供水 38 户。

##### 2) 双河口水库

双河口水库位于双河洞沟下游，坝址控制流域面积 25.3km<sup>2</sup>，坝址多年平均径流

量 1624 万  $m^3$ 。大坝为浆砌石拱坝，坝轴线长 60m，坝顶上游高程 288.9m，下游高程为 286.5m，大坝下游河床高程 274.1m，大坝最大坝高约 14.8m。大坝采用坝顶泄流，根据实测地形图，大坝正常蓄水位为 288.9m，相应水面面积 2.51 万  $m^2$ ，相应库容 5.96 万  $m^3$ 。双河口水库现状以发电为主，兼有灌溉海坝村部分耕地，灌溉面积 210 亩，现状年灌溉用水量 7.77 万  $m^3$ 。

建全电站为引水式电站，取水口位于双河口水库大坝左侧，厂房位于双河洞沟河口左岸。电站于 1981 年竣工投产，设计水头 112m，总装机 320kW，引水渠长 3km，压力前池 600 $m^3$ 。电站设计流量 0.4468 $m^3/s$ ，年发电量 105 万 kW·h，年利用小时 4200h。建全电站厂房位于重庆市小江湿地自然保护区缓冲区，根据《重庆市小江流域水能资源开发规划(修编)报告》以及《关于开展长江经济带小水电排查工作的通知》(发改办能源〔2018〕606 号)、《重庆市长江经济带小水电无序开发环境影响评价管理专项清理整顿工作方案》(渝环〔2018〕131 号)的有关要求，建全电站要求限期退出(2022 年年内退出，并拆除厂房设备，暂未退出)。

### 3) 二台山坪塘

二台山坪塘位于支流大坪河沟，坝址控制流域面积 3.69 $km^2$ 。正常蓄水位为 612.80m，相应库容 5.28 万  $m^3$ ，总库容 5.76 万  $m^3$ ；拦河坝为浆砌石拱坝，2017 年整治后坝长 45.5m，坝顶宽 1m，最大坝高 9.5m；坝中段设置有溢流坝段，长 18m，深 1m，设置有挑流鼻坎。放水设施位于大坝中部，埋设钢管放水，现状灌溉面积 288 亩(包括建全村 213 亩，团结村 75 亩)。建全村原有灌面已基本改种柑橘，非灌溉季节很少放水灌溉。





图 2.1.2 石河堰、双河口、二台山坪塘现状

### 2.1.2.2 水源保护区建设情况

高阳镇建全水厂的水源地为石河堰水库，设有石河堰水库饮用水水源保护区。因规划新建的抽水蓄能电站上水库占用石河堰水库，将导致石河堰水库的供水功能消失，建全村水厂水源将移至双河洞沟支流大坪沟上的二台山坪塘。2021 年 12 月，云阳县人民政府以“云阳府规（2021）4 号”文在双河洞沟流域新增了双叉河饮用水水源地保护区，待双叉河饮用水水源地建成投运且石河堰水库停止供水后，撤销石河堰水库 饮用水水源地保护区。

双河洞沟流域内饮用水水源保护区的基本情况见表 2.1.2-2。

表 2.1.2-2 双河洞沟流域饮用水水源保护区基本情况表

序号	水源名称	水源类型	保护区范围		取水水厂	批准文件
			一级保护区	二级保护区		
1	石河堰水库	水库型	石河堰水库正常水位线以下的全部水域；取水口侧正常水位线以上 200m 范围内的陆域	整个汇水区域	建全水厂	《关于调整万州区等 36 个区县(自治县)集中式饮用水水源保护区的通知》(渝府办〔2016〕19 号)
2	双叉河	河流型	取水口上游 1km 至拦水坝范围内的河道水域，多年平均水位对应的高程线以下的全部河道水域；陆域沿岸纵深 50m 范围，但不超过拦水坝，沿岸长度与一级保护区水域长度相同	取水口上游 1km 至 3km 的河道水域；陆域沿岸纵深 1km 范围，但不超过流域分水岭，沿岸长度不小于二级保护区水域长度	建全水厂	《云阳县人民政府关于调整高阳镇集中式饮用水水源地保护区的通知》(云阳府规〔2021〕4 号)

### 2.1.2.3 流域开发存在的问题

双河洞沟流域内以山地为主，溪河纵横，降雨量充沛，水资源量丰富，地表水资源总量为 2050 万 m<sup>3</sup>。由于水资源开发利用条件的限制，以及多年来水利发展资金和技术条件的制约，整体而双河洞沟流域水资源开发程度低。目前，流域内水利设施以小(2)型水库、山坪塘为主，水资源开发利用率为 4.6%。现有小(2)型水库基本位于干支流源头，调控能力有限，对水资源的调配作用小，制约了流域内人民生活水平的提高和经济社会的可持续发展。

#### b) 下游河段减水，水体景观受影响

双河洞沟流域内无工业污染源分布，污染源以生活污染源与农业面源为主，现状排污量小。水利水电工程开发建设对流域水质影响小，流域地表水水质整体维持在《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准以上，水环境状况良好。双河口水库以及建全电站一定程度上改变了河洞沟下游的水文情势和水动力条件，双河口水库上游形成库区、水体流速有所减缓，建全电站引水发电则造成了一定长度的减水段，导致河床裸露，河流水体景观受到明显的影响。

#### c) 人类活动频繁，生态系统受人为干扰大

双河洞沟流域分布有较多的居民区和农田外，区域动植物多为广布种，植被多为常见类型，野生动物多为喜与人类伴生的种类。流域开发主要影响来自与水利水电工程，流域内建设有小(2)型水库 7 座、引水式电站 1 座以及较多的山塘坪，导致流域河流生境小程度破碎化。

### 2.1.3 重庆市抽水蓄能电规划概况

重庆市抽水蓄能电站规划工作始于上世纪 90 年代末期，为了缓解重庆电网日益紧张的调峰、调频、调相等矛盾，1998 年 7 月，原重庆市计委委托我院开展全市的抽水蓄能选点规划工作。我院在 1998 年~1999 年的两年时间内，对全市进行了全面的资源普查，特别对邻近负荷中心的抽水蓄能资源进行了重点研究。全市范围内共普查出资源点 351 个，在站点普查的基础上，对各方面条件相对较优的 14 个站点进行了实地综合查勘，通过逐级筛选，从地形地质、工程规模、工程投资、地理位置、电力系统发展规划等方面综合分析比较，选择了蟠龙、镇紫、石滩、龙泉 4 个站点开展

规划设计比较工作。经对 4 个站点技术经济综合比选，蟠龙抽水蓄能电站技术经济相对较优，推荐蟠龙抽水蓄能电站为第一期开发站点。2003 年 9 月水电水利规划设计总院与原重庆市计委在重庆市共同主持召开了该规划报告审查会议，审查意见认为“规划报告基本满足规范要求，同意该报告。同意报告推荐的近期开发工程为蟠龙站点。”

为了满足重庆市经济社会及电力系统发展的需要，落实国家能源局有关推进抽水蓄能电站前期工作的要求，使抽水蓄能电站做到有序开发，并做好项目储备，2009 年 8 月，水电水利规划设计总院、重庆市发展和改革委员会及国网新源控股有限公司联合委托我院开展了重庆市抽水蓄能电站选点规划工作，我院于 2011 年 6 月提出了《重庆市抽水蓄能电站选点规划报告(2011 年版)》。规划报告提出：综合重庆市电力发展及对抽水蓄能电站的需求，以及重庆市抽水蓄能站址资源及建设条件，推荐丰都云阳建全站址为重庆电网继綦江蟠龙抽水蓄能电站之后 2020 年新增抽水蓄能电站规划站址，云阳建全、巴南石滩、涪陵太和、綦江镇紫站址作为重庆电网抽水蓄能电站远景备选站址，并视重庆市经济发展及电力市场需求适时建设。2011 年 6 月 28 日至 29 日，水电水利规划设计总院会同重庆市发展和改革委员会审查通过了该报告。

《重庆市抽水蓄能电站选点规划(2011 年版)》推荐丰都栗子湾站点为重庆电网 2020 年新增抽水蓄能电站规划站点，云阳建全、巴南石滩、涪陵太和、綦江镇紫站点作为重庆电网远景备选站址。报告针对云阳建全站点的环境影响分析结论为：“工程建设带来的环境影响多是短期的、局部的，通过采取相应的环境保护与水土保持措施后得到消除或减免。规划站址位于重庆市三峡库区(腹地)水体保护—水土保持生态功能区内，但未处于重点保护区(重点保护区为三峡水库 145m~175m 库岸线至视线所及第一层山脊范围)和禁止开发区内(禁止开发区为区内自然保护区、森林公园、地质公园和风景名胜区核心区)。从环境保护的角度来分析，云阳建全抽水蓄能电站不存在制约工程建设的环境因素，工程建设是可行的”。

2012 年 3 月，国家能源局印发了《国家能源局关于重庆市抽水蓄能电站选点规划有关事项的复函》(国能新能〔2012〕71 号)，同意在初选丰都栗子湾、云阳建全、巴南石滩、涪陵太和、綦江镇紫作为比选站点，以及以往规划的蟠龙站点的基础上，确定綦江蟠龙、丰都栗子湾为重庆市 2020 年新建抽水蓄能电站推荐站点。綦江蟠龙

抽水蓄能电站已开工建设。

为贯彻落实习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出的我国应对全球气候变化国家自主贡献目标，以及在气候雄心峰会上宣布的一系列新举措，履行二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和的国际承诺，以及 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿 kW 以上的目标，满足“十四五”及未来电力系统对抽水蓄能的需求，国家能源局于 2020 年 12 月发文决定启动全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作《关于开展全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作的通知》(国能综通新能〔2020〕138 号文)。2021 年 9 月 17 日国家能源局发布《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》，丰都栗子湾、云阳建全、奉节菜籽坝为重庆市“十四五”重点实施项目。

#### 2.1.4 双河洞沟流域规划概况

##### 2.1.4.1 双河洞沟流域规划

根据经济社会发展以及双河洞沟流域水资源开发需求，云阳县水利局组织开展了双河洞沟流域综合规划，委托重庆市创盛工程咨询有限公司编制了《重庆市云阳县双河洞沟流域综合规划报告》，在双河洞沟流域水资源条件和开发利用现状及水环境质量状况调查的基础上，从满足流域及周边区域经济社会可持续发展、生态环境治理与保护的实际需求角度，明确了流域治理、开发和保护的总体目标，提出双河洞沟流域防洪减灾、水力发电和水资源开发利用规划的方案。作为规划期内双河洞沟流域水资源开发利用的重要依据，可促进和保障双河洞沟流域人口、资源、环境和经济间协调发展。

双河洞沟流域综合规划的规划面积约 30.68km<sup>2</sup>，规划水平年为 2030 年。规划的主要任务是：合理开发、优化配置、全面节约、有效保护水资源，缓解水资源供需矛盾，改善水生态环境，合理开发利用水力资源；进一步提高流域防洪能力，确保干支流防洪安全；加强水土流失区综合治理，改善生态环境；完善非工程措施，提高流域综合管理能力；维护河流健康，支持流域经济社会可持续发展。流域综合规划内容主要包括：防洪减灾规划、供水、灌溉规划、水力发电规划、水资源保护规划、水生生物

态保护规划、水土保持规划等。规划工程主要包括：高阳镇皇城村河道治理工程、建全抽水蓄能电站。

#### 2.1.4.2 双河洞沟流域规划环评概况

受云阳县水利局委托，我院承担了云阳县双河洞沟流域综合规划的环境影响评价工作。根据《云阳县双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》，双河洞沟流域综合开发对环境的影响主要表现在对生态环境的影响，开发建设中和建成后严格落实了生态保护和补偿措施，规划实施后对生态环境的影响能为环境所承受，不会造成区域生物多样性明显减少，不会破坏生态系统的完整性。流域地表水、地下水、土壤、大气、声等环境质量现状较好，开发建设中和建成后落实污染防治措施后，不会改变其功能。流域开发符合国家、重庆市、云阳县各项规划、政策法规要求，规划的实施有利于重庆市、云阳县的经济可持续发展。在采取相应的保护措施的前提下，流域开发实施对环境的影响能是可接受的，不会造成区域环境质量发生重大变化。从环境保护的角度分析，双河洞沟流域综合规划是可行的。报告书提出：

##### a) 应重视项目施工期环境影响评价

规划工程均为生态影响型，施工临时占地、施工布置、施工方式等均对生态环境影响程度有很大影响，由于在规划阶段各个项目的规模、建设方案等都还不明确，因此本次评价未对规划各个项目的施工期的环境影响进行深入全面评价，而留待项目环评阶段根据各自具体内容进行评价。在各规划项目环评阶段，应对取弃土场选址合理性、施工布置和施工方式合理性进行重点论证，提出针对性强的生态环境保护措施。

##### b) 进一步细化环境敏感目标调查和重点评价项目对生态敏感区的影响

各规划项目在办理环境影响评价手续时，应对项目影响范围内的环境敏感目标做进一步的详细调查；对可能影响生态敏感区的各项目，应对其涉及的生态敏感区做进一步的深入调查，对规划项目对生态敏感区的影响进行全面深入评价。

在开展项目环境影响评价时，应充分对接生态保护红线的优化调整成果，执行最新的管理规定；对于涉及饮用水水源地的工程，应按照《中华人民共和国水污染防治法》的相关规定妥善处理工程建设与水源地保护的关系。

##### c) 科学论证电站下泄生态流量，认真落实生态流量泄放措施

规划抽水蓄能电站在办理环境影响评价手续时，应根据电站坝址下游河道水生生

态、水环境、景观、湿地等生态用水需求及下游生产、生活取水要求，按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)、《水利水电建设项目水资源论证导则》(SL525-2011)、《河湖生态环境需水计算规划》(SL/T712-2021)、《水电工程生态流量计算规范》(NB/T 35091-2019)以及《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)》，科学论证抽水蓄能电站应下泄的生态流量，应明确抽水蓄能最小下泄生态流量和下泄生态流量过程，不得造成脱水河段和对水生生物等造成重大不利影响。

#### d) 完善抽水蓄能电站生态环境保护措施

抽水蓄能环境影响评价要重点论证生态流量保障、陆生生态保护、水生生态保护等措施，明确项目生态保护对策措施的设计、建设、运行以及生态调度工作要求。此外，还应结合项目区域取、排水情况，提出针对性的水源地保护、污染源治理、库区水质保护、污水处理等提出对策措施。

#### e) 明确环境管理要求

项目环评中应明确抽水蓄能电站运营期的环境管理要求及生态环境监测工作，确保环境影响评价中提出的各项生态环境保护措施的正常运行，并达到项目审批要求的功能和效果。

## 2.2 工程概况

### 2.2.1 工程地理位置

建全抽水蓄能电站位于重庆市云阳县高阳镇境内，距重庆市公路里程 350km，距云阳县城 41km，距高阳镇 13km。

电站上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库，下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库。上、下水库坝址直线距离约 2.5km，均有公路通过，且上、下水库之间有公路相连，交通方便。

### 2.2.2 工程开发任务及规模

#### 2.2.2.1 开发任务

建全抽水蓄能电站开发任务为承担重庆电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用。

### 2.2.2.2 工程规模

根据《防洪标准》(GB50201-2014)及《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》(DL5180-2003), 建全抽水蓄能电站为一等大(1)型工程。

电站总装机容量为 1200MW, 上水库正常蓄水位 680m, 正常蓄水位库容 1279 万 m<sup>3</sup>, 死水位 646m, 死库容 258 万 m<sup>3</sup>, 调节库容 1021 万 m<sup>3</sup>; 下水库正常蓄水位 341m, 正常蓄水位库容 1301 万 m<sup>3</sup>, 死水位 314m, 死库容 295 万 m<sup>3</sup>, 调节库容 1006 万 m<sup>3</sup>, 电站额定水头 332m。

### 2.2.3 项目组成

建全抽水蓄能电站由永久工程、临时工程、移民安置工程、环境保护工程等组成。其中永久工程包括枢纽工程(建筑物)、永久道路、永久生活区等设施, 临时工程包括导流工程、临时辅助工程(场内临时道路、施工支洞、渣场、转料场、表土场等)、临时生产设施(营地、施工工厂); 移民安置工程包括移民搬迁与生产安置、专项设施复建等; 环境保护工程包括废(污)水处理设施、下泄生态流量设施、生态恢复措施、大气与声环境保护措施等。

建全抽水蓄能电站项目组成详见表 2.2.3。

表 2.2.3 建全抽水蓄能电站项目组成一览表

工程项目		工程组成
永久工程	枢纽工程(建筑物)	上水库建筑物 大坝为钢筋混凝土面板堆石坝, 坝顶高程 685m, 最大坝高 99m, 坝顶长 372m; 泄洪建筑物为竖井式溢洪道, 堰顶半径 3.5m, 竖井内径 4.0m, 竖井深度 108.67m
	下水库建筑物	大坝为混凝土面板堆石坝, 坝顶高程 347m, 最大坝高 77m, 坝轴线长 393m。泄洪建筑物由竖井式溢洪道、泄洪洞组成, 竖井式溢洪道布置于大坝左岸, 与导流洞结合布置, 竖井堰顶高程 341m, 堰顶半径 5.5m, 竖井内径 6.5m, 竖井深度 75.00m; 泄洪洞布置在大坝左岸, 进水口为短有压岸塔式, 控制闸门孔口为矩形, 尺寸为 3.5m×3.0m(宽×高)
	输水系统建筑物	输水系统总长 2603m, 由上水库进/出水口、下水库进/出水口、引水系统、尾水系统等组成。上水库进/出水口位于大坝右岸, 距离右坝肩约 260m; 下水库进/出水口布置在下水库大坝上游右岸侧, 距离大坝坝脚线约 380m; 上、下水库进/出水口均为侧式进/出水口。引水系统采用 2 洞 4 机, 设上游调压室, 引水主洞钢筋混凝土段内径 8.0m, 支洞内径 4.4m; 尾水系统采用单机单洞布置, 立面采用斜井布置, 尾水洞隧洞内径 6.2m

表 2.2.3(续)

工程项目		工程组成	
永久工程	枢纽工程(建筑物)	发电系统建筑物 主副厂房开挖尺寸为 165.65m×26.5m×57.3m(长×宽×高), 机组安装高程 245.00m, 发电机层地面高程 261.50m, 厂房顶拱高程 286.30m; 主变洞平行布置于厂房下游侧 55m, 底板高程 261.50m, 开挖尺寸 157.5m×20.0m×20.0m(长×宽×高); 进厂交通洞全长 1601m, 采用城门洞型断面, 净空尺寸 8.5m×8.0m(宽×高)。500kV 地面开关站(GIS 室)及出线平台一起布置, 开关站地坪尺寸为 110.0m×62.0m(长×宽), 地面高程为 348.00m	
	永久道路	永久道路 6 条, 总长 17.1km(包括石河堰大桥 110m)	
	永久生活区	业主营地, 施工期作为建设单位(业主)、设代和监理办公生活用地, 后期作为电站运行前方营地; 建筑面积 1.5hm <sup>2</sup> , 占地面积约 3.5hm <sup>2</sup> 。	
临时工程	导流工程	上、下水库均采用与围堰一次拦断河床的隧洞导流(与竖井式溢洪道结合), 无下游围堰。上水库挡水土石围堰轴线全长 41.35m, 堰顶高程 611.00m, 最大堰高 18.51m; 导流洞进口底板高程为 603m, 断面尺寸 2.5m×3.0m(宽×高)。下水库挡水土石围堰轴线全长 104.68m, 最大堰高 15.27m; 导流洞进口底板高程为 285.00m, 出口底板高程 266m, 断面尺寸 5m×7.5m(宽×高)	
	临时辅助工程	临时道路	临时道路 11 条(上库 6 条, 下库 5 条), 总长 9.02km; 施工临时便道 2 条, 总长 6km
		施工支洞	施工支洞 5 条, 均为城门洞型断面, 总长 1.90km
		渣场	上水库 1#渣场, 规划堆渣高程 690m~770m, 规划堆渣 281.64 万 m <sup>3</sup> (松散方); 上水库 2#渣场, 规划堆渣高程 690m~750m, 规划堆渣 100 万 m <sup>3</sup> (松散方)
		转料场	上水库 1#中转场, 堆存高程 640m~650m, 转料容积约 13 万 m <sup>3</sup> ; 下水库 2#中转场, 堆存高程 300m~355m, 转料容积约 34 万 m <sup>3</sup>
		表土堆存场	上水库 1#表土堆存场, 堆存高程 710m~730m, 堆渣容积约 12.20 万 m <sup>3</sup> ; 下水库 2#表土堆存场, 堆存高程 290m~330m, 容积约 6.10 万 m <sup>3</sup>
	临时生产设施	施工营地	上水库工程标施工营地, 高峰施工人数 500 人; 下水库工程标施工营地, 高峰施工人数 500 人; 输水发电系统标施工营地, 高峰施工人数 400 人; 下水库机电设备安装工程施工营地, 高峰施工人数 400 人
施工工厂		砂石加工系统, 生产规模(生产能力)100t/h; 垫层料加工系统, 生产规模(生产能力)140t/h; 上水库混凝土生产系统, 生产规模 40m <sup>3</sup> /h; 下水库混凝土生产系统, 生产规模 35m <sup>3</sup> /h; 输水发电混凝土生产系统, 生产规模 40m <sup>3</sup> /h; 施工机械修配厂、综合加工厂、钢管加工厂、金结拼装厂、修钎厂等	
移民安置工程	移民搬迁与生产安置	规划设计水平年, 涉及搬迁安置人口为 858 人, 837 人采取货币安置, 21 人采取后靠自建房安置; 涉及生产安置人口 1140 人, 均采用社保安置	
	专项设施复建	划复建道路 6 条, 总长 8.922km(四级公路, II 类); 复建 1 架空电力线路 3.49km; 复建电信、移动、联通、广电通信杆路 23.22km; 石河堰水库还建(在二台山坪塘下游 160m 处取水, 取水坝长 23m 铺设管道 4.58km), 双河口水库还建(新建吴家屯水库, 水库正常蓄水位 488m, 相应库容 44.5 万 m <sup>3</sup> , 一次性补偿)	
环境保护工程	生态流量下泄设施	生态流量按坝址多年平均流量的 15%考虑, 施工期在库盆内利用围堰或修筑低坝, 优先保证生态流量; 蓄水期设置泵站, 从上、下水库内抽水保障生态流量, 费用计入主体工程; 运行期采用生态放流管泄放生态流量, 生态放流管依托水工建筑物布置, 建设内容计入主体工程	
	生态流量监控设施	上、下水库各布设 1 套监控设施, 施工期(蓄水期)、运行期使用	

表 2.2.3(续)

工程项目		工程组成
环境保护工程	污废水处理措施	砂石加工废水处理系统措施、垫层料加工废水处理措施、混凝土生产系统废水处理措施、修配系统废水处理措施、洞室排水处理措施、基坑排水处理措施、生活污水处理措施、地下水环境保护措施
	植被恢复措施	施工结束后的植被恢复措施
	声及大气环境保护措施	砂石料加工系统、垫层料加工系统、混凝土系统降噪等措施，粉尘控制措施、洒水降尘、临时隔声墙措施

## 2.2.4 工程特性

工程特性见表 2.2.4。

表 2.2.4 建全抽水蓄能电站特性表

序号及项目	单位	数量	备注
一、水文			
1 上水库			
1.1 坝址以上流域面积	km <sup>2</sup>	3.54	
1.2 多年平均年径流量	万 m <sup>3</sup>	223.9	
1.3 代表流量			
多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	0.071	
设计洪水流量(P=0.5%)	m <sup>3</sup> /s	85.2	
校核洪水流量(P=0.05%)	m <sup>3</sup> /s	117	
1.4 洪水			
设计最大洪量 W <sub>24h</sub>	万 m <sup>3</sup>	102.1	
校核最大洪量 W <sub>24h</sub>	万 m <sup>3</sup>	131.2	
1.5 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	0.2838	
多年平均含沙量	kg/m <sup>3</sup>	1.27	
多年平均推移质年输沙量	万 t	0.0851	
2 下水库			
2.1 坝址以上流域面积	km <sup>2</sup>	25.3	
2.2 多年平均年径流量	万 m <sup>3</sup>	1384	不包含上水库
2.3 代表流量			
多年平均流量	m <sup>3</sup> /s	0.439	不包含上水库

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
设计洪水流量(P=0.5%)	m <sup>3</sup> /s	454	
校核洪水流量(P=0.05%)	m <sup>3</sup> /s	622	
2.4 洪水			
设计最大洪量 W <sub>24h</sub>	万 m <sup>3</sup>	655.3	
校核最大洪量 W <sub>24h</sub>	万 m <sup>3</sup>	857.7	
2.5 泥沙			不包含上水库
多年平均悬移质年输沙量	万 t	1.741	
多年平均含沙量	kg/m <sup>3</sup>	1.26	
多年平均推移质年输沙量	万 t	0.5223	
二、水库			
1 上水库			
1.1 水库水位			
校核洪水位(P=0.05%)	m	681.17	
设计洪水位(P=0.5%)	m	680.93	
正常蓄水位	m	680.00	
死水位	m	646.00	
1.2 正常蓄水位水库面积	万 m <sup>2</sup>	28.89	
1.3 水库容积			
正常蓄水位时库容	万 m <sup>3</sup>	1279	
死库容	万 m <sup>3</sup>	258	
蓄能发电有效库容	万 m <sup>3</sup>	1021	
1.4 水库水位			
2 下水库			
2.1 水库水位			
校核洪水位(P=0.05%)	m	342.76	
设计洪水位(P=0.5%)	m	342.99	
正常蓄水位	m	341.00	
死水位	m	314.00	
2.2 正常蓄水位水库面积	万 m <sup>2</sup>	50.30	
2.3 水库容积			

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
正常蓄水位时库容	万 m <sup>3</sup>	1301	
死库容	万 m <sup>3</sup>	295	
蓄能发电有效库容	万 m <sup>3</sup>	1006	
三、下泄流量及相应下游水位			
1 上水库			
1.1 设计洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	40	
1.2 校核洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	58	
2 下水库			
2.1 设计洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	407.00	
2.2 校核洪水时最大泄量	m <sup>3</sup> /s	445.00	
四、工程效益指标			
装机容量	MW	1200	
机组台数	台	4	
设计年发峰荷电量	亿 kW·h	8.65	
设计年抽水耗用低谷电量	亿 kW·h	11.53	
设计年发电利用小时数	h	721	
设计年抽水利用小时数	h	961	
五、建设征地及移民安置			
总面积	亩	4187.34	
征占用耕地	亩	1847.38	
征占用园地	亩	2.75	
征占用林地	亩	1445.06	
搬迁安置人口	人	848	基准年
拆迁房屋	m <sup>2</sup>	33531.13	
六、主要建筑物及设备			
1 上水库建筑物			
1.1 挡水建筑物(大坝)	座	1	钢筋混凝土面板堆石坝
坝顶高程	m	685.00	
最大坝高	m	99.00	
坝顶混凝土栏杆顶高程	m	686.20	

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
坝顶长度	m	372.00	
1.2 泄水建筑物(溢洪道)			竖井式溢洪道
堰顶高程	m	680.00	
孔口净宽	m	4.0	
消能方式	消力井		
设计泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	40	
校核泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	58	
2 输水系统建筑物			引水 2 洞 4 机, 尾水单机单洞
2.1 上水库进/出水口			侧式进/出水口
闸门底板高程	m	626.78	
闸门孔口尺寸(个数-宽×高)	个-m×m	1-6.5m×8.5m	单个进/出水口
拦污栅孔口尺寸(个数-宽×高)	个-m×m	4-6.0m×12.0m	单个进/出水口
底板高程	m	630.00	
2.2 引水主洞			圆形有压洞
洞径/长度	m/m	8.0/1236.726	①机
2.3 引水主管			圆形有压洞
洞径/长度	m/m	8.0~6.5 /707.570	①机
2.4 上游调压室			阻抗式调压室
上室直径/高度	m/m	13.5/81.00	
阻抗孔直径/高度	m/m	4.6/83.00	
2.5 引水高压支洞			圆形有压洞
洞径/长度	m×m	4.4/63.566	
2.6 尾水洞			圆形有压洞
直径/长度	m/m	6.2/405.018	①机
2.7 下水库出/进水口			侧式进/出水口
闸门底板高程	m	300.25	
闸门孔口尺寸(个数-宽×高)	个-m×m	1-5.2m×6.2m	4 个进/出水口共用 1 扇
事故闸门孔口尺寸(个数-宽×高)	个-m×m	1-5.2m×6.2m	单个进/出水口
闸门底板高程	m	300.25	

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
拦污栅孔口尺寸(个数-宽×高)	个-m×m	3-5.4m×8.0m	单个进/出水口
底板高程	m	302.00	
3 厂房			
3.1 主厂房			地下埋藏式
开挖尺寸(长×宽×高)	m×m×m	165.65×26.5×57.3	
拱顶开挖高程	m	286.30	
电动发电机层高程	m	261.50	
水泵水轮机安装高程	m	245.00	
机组间距	m	24.5	
3.2 主变洞			地下埋藏式
开挖尺寸(长×宽×高)	m×m×m	157.5×20.0×20.0	
拱顶开挖高程	m	281.50	
主变层高程	m	261.50	
3.3 开关站和地面副厂房			
面积(长×宽)	m×m	110.0m×62.0	
4 下水库建筑物			
4.1 挡水建筑物(大坝)	座	1	钢筋混凝土面板堆石坝
坝顶高程	m	347.00	
最大坝高	m	77.00	
坝顶长度	m	393.00	
4.2 泄水建筑物			
a 竖井式溢洪道			无闸门溢洪道, 台阶式消能
堰顶高程	m	341.0	
堰顶半径	m	5.5	
最大泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	206.50	
b 泄洪排沙洞			岸塔式进水口, 挑流消能
底板高程	m	306.00	
工作闸门口尺寸	m	3.5×3.0	
最大泄洪流量	m <sup>3</sup> /s	238.50	
5 主要机电设备			

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
5.1 水泵水轮机			
台数	台	4	
转轮高压侧直径	m	4.90	
额定转速	r/min	333.3	
最大毛水头/静扬程	m	366/371	
最小毛水头/静扬程	m	297.8/308.3	
水轮机工况额定水头	m	332	
水轮机工况额定输出功率	MW	306.1	
水轮机工况额定流量	m <sup>3</sup> /s	104.4	
水轮机工况额定比转速	m.kW	130.1	
水泵工况最大输入功率	MW	310	
水泵工况最大抽水流量	m <sup>3</sup> /s	94.3	
5.2 发电电动机			
台数	台	4	
单机容量	MW	300/320	
发电/抽水功率因数		0.9/0.975	
额定电压	kV	18	
额定转速	r/min	375	
5.3 主变压器			
台数	台	4	SSP-360000/500
额定容量	MVA	360	
电压	kV	525±2×2.5%kV/18kV	
6 输电电压	kV	500	
回路数	回	2	
七、施工			
1 主要工程量			
土石方明挖	万 m <sup>3</sup>	834.54	
石方洞挖	万 m <sup>3</sup>	124.15	
坝体土、石方填筑	万 m <sup>3</sup>	719.94	含坝后堆渣
混凝土	万 m <sup>3</sup>	51.93	

表 2.2.4(续)

序号及项目	单位	数量	备注
钢筋、钢材	万 t	7.87	
帷幕灌浆	万 m	10.30	
固结灌浆	万 m	29.09	
2 施工临时房屋	万 m <sup>2</sup>	4.83	
3 施工供电	kW	9775	来源云阳县
4 施工导流			隧洞导流，城门洞型
上水库导流	m×m	2.50×3.00	
下水库导流	m×m	5.00×7.50	
5 施工用地	万亩	4068	
6 施工工期			
准备工期	月	6	
第一台机组投产工期	月	66	
总工期	月	78	
八、经济指标			
1 静态投资	万元	718144	
2 价差预备费	万元	52728	
3 建设期贷款利息	万元	132146	
4 总投资	万元	903017	
5 单位千瓦投资(静态)	元	5985	

## 2.2.5 工程总布置与主要建筑物

### 2.2.5.1 工程等别

本工程为一等大(1)型工程，上、下水库挡水建筑物、泄洪建筑物、输水发电系统建筑物、地下厂房、主变洞、高压电缆洞、高压电缆竖井、进厂交通洞、通风兼安全洞、电缆交通洞、主变运输洞、母线洞、排水洞及开关站等永久性主要水工建筑物按 1 级建筑物设计；排水廊道、施工支洞等次要建筑物按 3 级建筑物设计；其它临时建筑物按 4 级建筑物设计。

### 2.2.5.2 枢纽布置方案

#### a) 上水库建筑物

上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库，主要建筑物由大坝、竖井式溢洪道、扩库开挖库盆及电站进/出水口等组成。上水库正常蓄水位 680m，设计洪水位 680.93m，校核洪水位 681.17m，死水位 646m。上水库大坝拟定代表性坝型为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 685m，最大坝高 99m(趾板处)，坝轴线长度 372.00m；右岸布置竖井式溢洪道，堰顶半径 3.5m，竖井内径 4.0m，竖井深度 108.67m。为满足水库调节库容，在两支沟交汇处进行扩库开挖，开挖料可用于大坝填筑。

#### b) 输水系统

输水线路总体呈东西向，布置于磨子岩至大湾沟至鼻骨梁之间的山体内部。上水库进/出水口位于大坝右岸，距离右坝肩约 260m，下水库进/出水口布置在下水库大坝上游右岸侧，距离大坝坝脚线约 380m。上下水库进/出水口水平距离约 2456m，距高比为 7.40，输水系统总长 2603m。上、下水库进/出水口均为侧式进/出水口。引水系统采用 2 洞 4 机、立面采用一级斜井布置，设上游调压室，引水主洞钢筋混凝土段内径 8.0m，钢衬段内径 7.5m~6.5m，支洞内径 4.4m；尾水系统采用单机单洞布置，立面采用斜井布置，尾水洞隧洞内径 6.2m。引水洞钢衬起点位于上游调压室下游侧的上平段，尾水洞除临近厂房段采用钢衬外，其余均采用钢筋混凝土衬砌。

#### c) 发电系统

地下厂房采用尾部式，主机间左侧设安装场，右侧设地下副厂房；主副厂房开挖尺寸为 165.65m×26.5m×57.3m(长×宽×高)，机组安装高程 245.00m，发电机层地面高程 261.50m，厂房顶拱高程 286.30m，设岩锚吊车梁；主变洞平行布置于厂房下游侧 55m，底板高程 261.50m，开挖尺寸 157.5m×20.0m×20.0m(长×宽×高)；500kV 地面开关站(GIS 室)及出线平台布置在一起，位于厂房下游西北侧缓坡地上，开关站地坪尺寸为 110.0m×62.0m(长×宽)，地面高程为 348.00m，框架结构；进厂交通洞全长 1601m，采用城门洞型断面，净空尺寸 8.5m×8.0m(宽×高)。

#### d) 下水库建筑物

下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库，主要建筑物由大坝、竖井式溢洪道及泄洪洞组成。下水库正常蓄水位 341m，设计及校核洪水位分别为 342.76m 和 342.99m，死水位 314m。下水库大坝拟定代表性坝型为混凝土面板堆石坝，坝顶高程 347.00m，最大坝高 77.00 m(趾板处)，坝轴线长度 393.00m。竖井式溢洪道布置

于大坝左岸，与导流洞结合布置，竖井堰顶高程 341m，堰顶半径 5.5m，竖井内径 6.5m，竖井深度 75.00m。泄洪洞布置在大坝左岸，进水口为短有压岸塔式，控制闸门孔口为矩形，尺寸为 3.5m×3.0m(宽×高)。

### 2.2.5.3 主要工程量

云阳建全抽水蓄能电站枢纽建筑物主要工程量详见表 2.2.5。

表 2.2.5 枢纽建筑物主要工程量表

项目	单位	上水库工程	下水库工程	输水工程	厂房工程	小计
土石明挖	万 m <sup>3</sup>	670.73	50.69	93.61	18.32	833.35
石方洞挖	万 m <sup>3</sup>	1.96	4.97	46.34	59.36	112.29
喷混凝土	万 m <sup>3</sup>	0.67	0.89	2.82	1.99	6.37
混凝土	万 m <sup>3</sup>	7.46	4.83	19.10	10.76	42.15
土石填筑	万 m <sup>3</sup>	430.12	283.23			713.35
钢筋钢材	t	23614	9978	31705	12494	77791
帷幕灌浆	m	23982	45821	2280	30958	103041
固结灌浆	m	8621	20431	242470	12086	283608
回填灌浆	m <sup>2</sup>	1291	7072	47677	10052	66092

## 2.2.6 工程施工规划

### 2.2.6.1 交通运输规划

#### a) 对外交通

##### 1) 外来物资运输

建全抽水蓄能电站重大件运输以水路转公路运输为主，铁路运输为辅：尺寸没有超过铁路限载的重大件可通过铁路运到万州区，再转经 S103 与 S305 道路运输到工地。工程建设所需一般外来器材物资主要有水泥、粉煤灰、钢材、木材、油料、火工材料、施工机械设备、金属结构及机电设备等。施工期，工程所需外来物资运输总量约为 59.79 万 t，年高峰运输强度约为 13.52 万 t。

工程外来物资分年货运量见表 2.2.6-1。

表 2.2.6-1 外来物资分年货运量

单位：万 t

项目	筹建期 第 1 年	筹建期 第 2 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	合计
水泥	0.04	0.16	1.88	3.40	4.51	3.88	2.11	0.08	16.06
钢筋钢材	0.01	0.03	0.34	0.61	0.80	0.69	0.38	0.01	2.86
木材	0.01	0.04	0.44	0.79	1.04	0.90	0.49	0.02	3.71
油料	0.01	0.03	0.35	0.64	0.85	0.73	0.39	0.02	3.01
火工材料	0.10	0.28	4.88	4.69	1.76	0	0	0	11.71
施工机械设备	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	5.33
机电金结设备	0	0	0	0	0.44	0.44	0.44	0.44	1.75
房建材料	1.40	2.10	2.80	0.70	0	0	0	1.00	8.00
生活物资	0.02	0.07	0.81	1.47	1.95	1.67	0.91	0.04	6.93
其它	0.01	0.03	0.32	0.57	0.76	0.65	0.36	0.01	2.71
总计	2.26	3.40	12.48	13.52	12.77	9.62	5.73	2.29	59.79

## 2) 进场交通方案

上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库，下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库。上、下水库坝址直线距离约 2.5km，现已有乡村道路连通上下水库。下水库现有乡村道路连接省道 S305，电站进场道路可从下水库进场。进场公路于省道 S305 拱桥湾大桥左桥头处起，通过乡村道路至交通洞洞口附近，需对现有乡村道路进行改扩建。改扩建道路起点接省道 S305，终点接施工场内①道路起点，路线全长 1.78km，设计速度 20km/h。原乡村道路路基宽度 5.0m，路面宽度 3.5m，改扩建为路基宽度 7.5m，路面宽度 6.5m，改扩建长度 1.78km。地方政府将负责本段道路的改扩建工作，不纳入本次环评。

### b) 场内交通

根据本工程施工特点，场内主干道路主要满足开挖与混凝土运输需要，为满足施工需要，场内道路共规划布置 17 条施工主干道路：永久道路 6 条，临时道路 11 条(上库 6 条，下库 5 条)。

#### 1) 上下水库连接道路规划

上下水库大坝平面直线距离约 2.6km，上、下水库坝顶高差 338.00m，上、下水

库之间现有乡村道路连接，道路里程约 5.5km，路面宽约 3m~4m，主要为混凝土路面，为单车道乡村道路。该现有乡村道路部分路段坡度较大，弯道急，平面线型差，不能满足施工车辆运输要求；同时，该道路为上水库附近居民交通要道，部分路段从居民点中间穿过，作为施工道路施工干扰较大，经比选分析，对部分路段进行改建，居民点路段新建上下水库连接道路。

①道路：上下库连接道路，永久道路，道路等级为二级，起点从下库进场道路终点处接线，起点高程 250m，终点至上库大坝右坝头，终点高程为 685m，混凝土路面，路面宽 7.0m，路基宽 8.0m，道路里程为 7.36km，其中 3.36km 为当地乡村道路，需进行扩建；隧洞 2.00km；石堰河大桥一座，长度 0.11km；主要承担连接上水库上坝交通，开挖出渣运输以及机电设备安装等运输任务。

## 2) 上水库道路规划

②道路：上水库环库道路，永久道路，道路等级为三级，从上水库大坝右坝头①道路终点接线，经上水库进出水口、上水库 1#渣场、扩库开挖区、至大坝左坝头。起点高程为 685m，终点高程为 685m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 3.75km。主要承担左右岸交通，扩库开挖、坝基开挖出渣等任务。

⑤道路：至调压井道路，永久道路，从①道路隧洞段高程 651m 处开岔洞，至调压井平台，终点高程 700m，隧洞长度 0.63km，断面尺寸 4.5m×5.5m(宽×高)；主要负责调压开挖支护施工及后期运行检修任务。

⑦道路：上水库进出水口顶层道路：临时道路，道路等级为三级，从上水库②道路接线，起点高程为 685m，终点高程为 720m，混凝土路面，路面宽 4.5m，路基宽 5.5m，道路里程为 0.40km。主要承担上水库进出水口开挖出渣等任务。

⑧道路：上水库进出水口底层道路：临时道路，道路等级为三级，从上水库②道路接线，起点高程为 685m，终点高程为 630m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.70km。主要承担上水库进出水口开挖、出渣及混凝土等任务。

⑨道路：上水库 2#渣场道路，临时道路(运行期检修道路)，道路等级为三级，从上水库②道路接线，起点高程为 685m，终点高程为 750m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.90km。主要承担上水库坝基，扩库开挖出渣等任务。

⑩道路：上水库渣场连接道路，临时道路(运行期检修道路)，道路等级为三级，

起点从④道路高程 730m 接线，经上水库陈家山扩库开挖顶高程，上水库施工用水水池，终点至上水库 1#渣场高程 770m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.70km。主要承担上水库坝基，扩库开挖及引水上平段等出渣等任务。

⑪道路：右岸大坝开挖及填筑中层道路，临时道路，道路等级为二级，起点位于上水库左岸④道路高程 685.00m 接线，经江家梁扩库开挖区，终点至上水库高程 640m，混凝土路面，路面宽 7.0m，路基宽 8.0m，道路里程为 0.5km。主要承担上水库大坝开挖及填筑等任务。

⑫道路：上水库基坑施工道路，临时道路，道路等级为三级，从①道路石河堰大桥右桥头高程 525m 接线，经上水库溢洪洞出口消力池、上库大坝基坑、上游围堰堰顶、导流洞进口，坝基段为泥结碎石路面，坝基开口线以外为混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.70km。主要承担基坑开挖、导流洞开挖出渣等运输任务。

### 3) 下水库道路规划

根据施工场地布置及工程施工需要，下水库施工主干道规划如下：

③道路：下水库环库公路，永久道路，道路等级为三级，起点为下水库大坝左坝头高程 348m 处，经过开关站、下水库进出水口闸门启闭机平台，厂房通风兼安全洞洞口，至大坝右坝头，终点高程为 348m，混凝土路面，通风洞洞口以后段设置跨下水库库桥，桥宽 4.5m，长度约 160m，桥后段至右坝头 1.50km 长度路面宽 4.5m，路基宽 5.5m，其他路段路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路总里程为 4.39km。主要承担通风洞、厂房及开关站开挖出渣及后期永久运行检修等任务。

④道路：下水库左岸上坝道路，永久道路，道路等级为三级，起点从进场道路终点处 249m 处接线，终点至下水库大坝左坝头，终点高程为 348m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 1.58km。

⑥道路：至自流排水洞道路，永久道路，道路等级为三级，起点从①道路 249m 处接线，终点至自流排水洞进口，终点高程为 210m，混凝土路面，路面宽 4.5m，路基宽 5.5m，道路里程为 0.55km。

⑬道路：下水库基坑施工道路，临时道路，道路等级为三级，起点从下水库⑮道路接线，起点高程为 290m，至下水库下游右堰头，绕库底回填区、施工营地、施

工仓库，至下水库进出水口高程 302m，终点至下水库中转料场，终点高程为 305m，坝基段泥结碎石路面，其他段混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 3km。主要承担大坝基坑开挖出渣以及大坝填筑等运输任务。导流洞进口段以后由通村道路改造。改造长度约 1.2km。

⑭道路：下水库泄洪洞、溢洪洞出口施工道路，后期作为永久检修道路，道路等级为三级，从④道路接线，起点高程为 278m，至下库泄洪洞、溢洪洞出口，终点高程为 257.38m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.39km。主要承担泄洪洞、溢洪洞出口段开挖出渣、混凝土等运输任务。

⑮道路：下库右岸上坝道路，临时道路，道路等级为三级，从进场交通桥右岸接线，起点高程为 249.2m，至下库大坝右坝头，终点高程为 348m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 1.30km。主要承担右岸岸坡开挖出渣、混凝土等运输任务。

⑯道路：③道路和⑬道路的连接线，临时道路，道路等级为三级，起点从③道路 350m 处接线，终点至⑬道路高程为 320m，混凝土路面，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，道路里程为 0.35km。主要承担库内混凝土骨料、施工场地人员及设备进出。

⑰道路：至炸药库道路，临时道路，道路等级为三级，起点从通风洞出口处③道路 348m 处接线，终点至炸药库高程为 350m，混凝土路面，路面宽 4.5m，路基宽 5.5m，道路里程为 0.32km。

#### 4) 线路标准

根据线路及桥涵标准确定依据，并结合本工程具体特点，确定的各主干道路线路及桥涵标准见表 2.2.6-2。

表 2.2.6-2 场内交通主要道路标准表

位置	编号	道路名称	等级	长度 km	起点 高程 m	终点 高程 m	路面 宽度 m	路基 宽度 m	路面 结构	备注
永久 道路	①	上下库连接道路	三级	6.20	320	685	6.5	7.5	混凝土	含隧洞 2km，改 扩建道路 2.6km
	②	上水库环库道路	三级	3.75	685	685	6.5	7.5	混凝土	
			三级	2.89	348	348	6.5	7.5	混凝土	含下水库桥 0.16km

	③	下库环库道路	三级	1.50	348	348	4.5	5.5	混凝土	
--	---	--------	----	------	-----	-----	-----	-----	-----	--

表 2.2.6-2(续)

位置	编号	道路名称	等级	长度 km	起点 高程 m	终点 高程 m	路面 宽度 m	路基 宽度 m	路面 结构	备注
永久 道路	④	下水库左岸上坝 道路	三级	1.58	249	348	6.5	7.5	混凝土	
	⑤	至调压井道路	三级	0.63	651	700	/	/	混凝土	隧洞, 4.5m×5.m
	⑥	至自流排水洞口 道路	三级	0.55	249	210	4.5	5.5	混凝土	
上水 库	⑦	上水库进出水口 顶层道路	三级	0.35	685	720	4.5	5.5	混凝土	
	⑧	上水库进出水口 底层道路	三级	0.70	685	630	6.5	7.5	混凝土	改扩建 0.5km
	⑨	上水库 2#渣场道 路	三级	0.90	685	750	6.5	7.5	混凝土	运行期检修道路
	⑩	上水库 1#渣场道 路	三级	0.70	730	770	6.5	7.5	混凝土	运行期检修道路
	⑪	上库大坝中层道 路	三级	0.50	685	640	6.5	7.5	混凝土	
	⑫	上水库基坑施工 道路	三级	0.70	525	630	6.5	7.5	泥结石 (混凝土)	改扩建 0.35km
下水 库	⑬	下水库基坑施工 道路	三级	0.80	280	305	6.5	7.5	泥结石 (混凝土)	改建 0.2km
				2.20	305	300	6.5	7.5	混凝土	改建 1.2km
	⑭	下水库泄洪洞出 口施工道路	三级	0.20	290	280	6.5	7.5	混凝土	
	⑮	下水库右岸上坝 道路	三级	1.30	250	347.5	6.5	7.5	混凝土	扩建 0.78km
	⑯	连接线	三级	0.35	350	320	6.5	7.5	混凝土	
	⑰	炸药库道路	三级	0.32	348	350	4.5	5.5	混凝土	
石河堰大桥				上下库连接道路内大桥, 桥长 110m, 宽 9.2m						永久桥, 道路I级
⑱道路临时桥				贝雷桥, 桥长 40m, 宽 5.0m						临时桥
其它	临时施工便道		四级	3.00	/	/	3.5	5	混凝土	
			四级	4.00	/	/	6.5	7.5	混凝土	
合计				32.12						

## c) 施工通道选择和布置

本工程共规划 5 条施工支洞, 具体如下:

①施工支洞, 引水上平洞施工支洞, 负责引水上平洞和调压室下部部分开挖出渣,

起点位于上下库连接道路，起点高程 554m，终点位于引水上平段靠上游侧，终点高程 570m，支洞长 690.57m，城门洞型断面，7.5m×6.5m(宽×高)，平均纵坡 0.02%。

②施工支洞：引水上平洞施工支洞，负责引水上平洞开挖出渣，混凝土浇筑及钢管运输，起点位于上下库连接道路，起点高程 448m，终点位于引水上平段靠下游侧，终点高程 562m，支洞长 448m，城门洞型断面，7.5m×9.0m(宽×高)，平均纵坡 10%。

③施工支洞：引水下平洞施工支洞，负责引水下平洞和斜井扩挖、引水支管、厂房(V层)开挖出渣、混凝土浇筑及钢岔管运输，起点位于进厂交通洞，起点高程 262 m，终点位于引水下平段，终点高程 242m，支洞长 251.00m，城门洞型断面，8.5m×8.0m(宽×高)，平均纵坡 8.0%。

④施工支洞：厂房下部施工支洞，厂房下部(VI层)开挖出渣及混凝土浇筑，起点位于③施工支洞，起点高程262m，终点位于厂房下部，终点高程245m，支洞长141.00m，城门洞型断面，7.5m×6.5m(宽×高)，平均纵坡 5.7%。

⑤施工支洞：尾水洞施工支洞，负责尾水洞等开挖出渣、混凝土浇筑及钢管运输；起点进厂交通洞，起点高程 261m，终点位于尾水下平段，终点高程 233m，支洞长 300m，城门洞型断面，7.5m×6.5m(宽×高)，平均纵坡 9.0%。

各主要特性及担负的运输部位见表 2.2.6-3。

表 2.2.6-3 施工支洞特性表

支洞编号	宽×高 m	洞长 m	起点 高程 m	终点 高程 m	平均 纵坡 %	承担施工的主要部位
①	7.5×6.5	690.57	554	570	-0.02	引水上平洞施工支洞，负责引水上平洞和调压室下部部分开挖出渣等
②	7.5×9.0	448.00	562	515	0.10	引水上平洞施工支洞，负责引水上平洞和斜井导井开挖出渣，混凝土浇筑及钢管运输
③	8.5×8.0	319.00	262	245	0.06	引水下平洞施工支洞。负责引水下平洞和斜井扩挖、引水支管、厂房(V层)开挖出渣、混凝土浇筑及钢岔管运输
④	7.5×6.5	141.00	255	247.5	0.05	③施工支洞岔洞，负责厂房下部(VI层)开挖出渣及混凝土浇筑
⑤	7.5×6.5	300.00	261	233	0.09	尾水洞施工支洞负责厂房下部(VII层)，尾水洞下平段等开挖出渣、混凝土浇筑及钢管运输

## 2.2.6.2 料源规划

### a) 土料料源规划

本工程土料主要用于大坝上游粘土铺盖填筑，总量约 4.80 万 m<sup>3</sup>，其中上库约 2.66 万 m<sup>3</sup>、下库约 2.14 万 m<sup>3</sup>。上、下水库分别选用江家梁、黄家院子土料场。

上水库江家梁土料场位于水库区左岸江家梁一带，分布高程 660m~730m，其间高程 680m~720m 为一小陡坎，基岩裸露。土料主要为残坡积物和全风化土，以粉砂土夹有块石和碎石为主。料场紧邻村村通道路连接到坝区，开采运输方便。土料场总储量为 7.2 万 m<sup>3</sup>，其中有用储量为 6.2 万 m<sup>3</sup>。考虑开采、运输等损耗后，从上库江家梁土料场结合扩库开挖开采约 3.42 万 m<sup>3</sup>(自然方)。

下水库黄家院土料场位于库区右岸近坝库段黄家院子，分布高程 290m~320m。料场附近有乡村道路至坝区，开采运输方便。料场主要为粉砂土夹块石、碎石。土料场总储量为 5.1 万 m<sup>3</sup>，其中有用储量为 4.2 万 m<sup>3</sup>。考虑开采、运输等损耗后，从下库黄家院子土料场开采约 2.75 万 m<sup>3</sup>(自然方)。

### b) 石料料源规划

#### 1) 混凝土骨料料源规划

本工程主体工程混凝土及喷混凝土总量约 51.93 万 m<sup>3</sup>，需要骨料约 114.25 万 t，其中粗骨料 68.55 万 t，细骨料 45.70 万 t。由于区内天然砂砾石料匮乏，混凝土骨料需采用人工骨料。根据《重庆市规划和自然资源局办公室关于妥善处置工程建设项目取料场有关事宜的通知》(渝规资办〔2021〕24 号)的要求，本阶段不考虑开采人工骨料料场。

鉴于砂石骨料外购方案，价格存在波动上浮风险，质量不容易控制，供给保证率无法保证。本阶段暂考虑工程部分衬砌混凝土粗骨料及上下库马道排水沟混凝土、灌浆平洞、库岸防护、上下库库盆基础回填、自流排水洞等部位 C25 以下混凝土采用地下洞室开挖利用料，约 7.96 万 m<sup>3</sup>。面板及 C30 以上混凝土骨料采用外购。

#### 3) 堆石料料源规划

本工程上水库大坝堆石料、过渡料、垫层料、块石填筑总量 342.51 万 m<sup>3</sup>(压实方)，考虑开采运输坝上损耗，需开采堆石料 329.96 万 m<sup>3</sup>(自然方)，下水库大坝堆石料、过渡料、垫层料、块石填筑总量 92.98 万 m<sup>3</sup>(压实方)，考虑开采运输坝上损耗，需开采堆石料

89.83 万 m<sup>3</sup>(自然方), 共需堆石料约 420.00 万 m<sup>3</sup>(自然方)。

经分析, 本工程石方开挖可利用料, 其质量满足大坝堆石料、过渡料、石渣料和砌石料等填筑要求。为此, 上、下水库区各类填筑料源选择工程石方开挖利用料及上水库扩库开挖区(陈家山石料场), 料场开采质量、储量满足堆石料设计需要量及规划开采量的需要。大坝排水料采用外购。

上水库扩库开挖区(陈家山石料场)位于上水库两支沟交汇处东侧陈家山, 地形呈向西凸出条形山脊, 综合地形坡度 20°~30°, 库底高程约 610m。扩库区开挖高程 645m~745m, 东西向宽 330m, 南北向长 411m, 山顶高程 827.50m。石料总储量为 430.5 万 m<sup>3</sup>, 剥离量 129.15 万 m<sup>3</sup>, 有用储量 301.35 万 m<sup>3</sup>, 剥采比为 0.30。

表 2.2.6-4 料源规划汇总表

单位: 万 m<sup>3</sup>

	部位	压实方	设计需要量	规划开采量	来源
上水库工程区	大坝堆石料	319	307.38	368.86	上水库扩库开挖料
	大坝过渡料	15.38	14.39	17.27	引水上平段洞挖利用料
	大坝及库岸垫层及反滤	5.64	6.18	7.42	上水库扩库开挖料
	上游石渣铺盖(围堰填筑)	6.74	6.80	0	渣场回采
	干砌块石	2.10	2.02	2.42	上水库扩库开挖料
	排水料	33.05	26.44	0	外购
	粘土铺盖	2.66	3.42	4.10	上水库江家梁土料场
	混凝土骨料	20.27	21.89	0	外购
下水库工程区	大坝堆石	73.37	70.61	84.73	下水库洞挖利用料及上水库扩库开挖料
	大坝过渡料	13.00	12.16	14.59	下水库洞挖利用料及上水库扩库开挖料
	大坝及库岸垫层及反滤	5.18	5.68	6.82	上水库扩库开挖料
	大坝块石护坡	1.43	1.38	1.66	上水库扩库开挖料
	上游石渣铺盖(围堰填筑)	7.58	7.64	0	渣场回采
	干砌块石	38.03	30.42	0	外购
	粘土铺盖	2.14	2.75	3.30	黄家院子土料场
	混凝土骨料(外购)	31.66	34.19	0	外购

### 2.2.6.3 土石方平衡及转料规划

#### a) 土石方平衡

根据工程土石填筑及砂石加工料的用料规划，结合中转堆存与弃渣规划对工程开挖料、填筑料、砂石加工料及弃渣进行总体平衡。

上水库施工区大坝、扩库开挖、进出水口、溢洪道、引水上平段土石方开挖量总量为 746.20 万 m<sup>3</sup>(自然方)，其中扩库 362.67 万 m<sup>3</sup> 利用作为上水库区大坝(堆石料、过渡料、垫层料、砌石)，下水库区大坝及垫层料筑料；进出水口 2.01 万 m<sup>3</sup>(自然方)及调压井、引水上平段 14.39 万 m<sup>3</sup>(自然方)用于上水库过渡料填筑，上水库围堰及坝后压坡回采填筑 6.80 万 m<sup>3</sup>，合计利用 379.07 万 m<sup>3</sup>，上水库弃渣总量 360.34 万 m<sup>3</sup>(自然方)，换算成松方约 468.44 万 m<sup>3</sup>。

下水库施工区主体工程开挖量总量为 212.49 万 m<sup>3</sup>(自然方，下同)，下水库进出水口 14.80 万 m<sup>3</sup>(自然方)及输水发电系统 28.56 万 m<sup>3</sup>(自然方)利用作为下水库区大坝堆石填筑，12.16 万 m<sup>3</sup>(自然方)洞挖利用料作为下水库大坝过渡料填筑，11.92 万 m<sup>3</sup>(自然方)洞挖利用料作为 C25 以下混凝土骨料，上水库围堰及坝后压坡回采填筑 7.64 万 m<sup>3</sup>，合计利用 61.37 万 m<sup>3</sup>，下水库弃渣 152.21 万 m<sup>3</sup>(自然方)，换算成松方约 197.87 万 m<sup>3</sup>。

本工程弃渣总量为 512.55 万 m<sup>3</sup>(自然方)，其中上水库施工区、下水库施工区弃渣量分别为 360.34 万 m<sup>3</sup>(自然方)、152.21 万 m<sup>3</sup>(自然方)。工程土石方平衡调配见表 2.2.6-5。

表 2.2.6-5 土石方平衡调配表

供料区						受料区																受渣区				
部位	明挖		洞挖	合计	可利用料	上水库									下水库							合计利用	上库弃渣	下库弃渣		
	土方	石方				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦				⑧	⑨
压实方						319.40	15.38	5.64	6.74	2.09	33.05	2.66	20.27	47.47	73.37	13.00	5.18	1.43	7.58	38.03	2.14	146.76	31.66			
设计需要量						307.38	14.39	6.18	6.80	2.01	26.44	3.42	21.89	37.98	70.61	12.16	5.68	1.38	7.64	30.42	2.75	117.41	34.19			
上库	导流洞	0.10	0.24	0.18	0.52	0.00																		0.00	0.52	
	大坝	6.73	26.93	0.38	34.04	0.00																		0.00	34.04	
	扩库开挖	126.85	509.41	0.00	636.26	381.76	307.38		6.18						42.05		5.68	1.38						362.67	273.59	
	进\出水口	3.97	35.42	1.51	40.90	15.76				2.01														2.01	38.89	
	竖井式溢洪道	0.49	0.32	1.58	2.39	0.00																		0.00	2.39	
	上平段	0.00	0.50	22.74	23.24	13.64		13.64																13.64	9.60	
	调压井	0.00	4.90	3.95	8.85	2.37		0.75																0.75	8.10	
	施工支洞	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																		0.00	0.00	
小计	138.14	577.72	30.34	746.20	413.53	307.38	14.39	6.18		2.01		0.00	0.00	42.05	0.00	5.68	1.38	0.00		0.00		0.00	379.07	367.13		
下库	导流工程	0.10	0.07	0.76	0.93	0.00																		0.00		0.93
	大坝	7.48	29.96	0.39	37.83	0.00																		0.00		37.83
	泄洪放空洞	1.08	2.51	1.51	5.10	0.00																		0.00		5.10
	竖井式溢洪洞	0.87	3.50	3.07	7.44	0.00																		0.00		7.44
	下游河道防护	1.54	3.75	0.00	5.29	0.00																		0.00		5.29
	出\进水口	4.97	44.35	2.94	52.26	14.80									14.80									14.80		37.46

表 2.2.6-5(续)

供料区						受料区															受渣区							
部位	明挖		洞挖	合计	可利用料	上水库									下水库									合计利用	上库弃渣	下库弃渣		
	土方	石方				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨					
下库	引水斜井及下平段	0.00	0.00	6.07	6.07	1.52										1.52										1.52		4.55
	尾水隧洞	0.00	0.00	8.27	8.27	2.48										2.48										2.48		5.79
	钢管外排水廊道	0.00	0.00	0.86	0.86	0.00																				0.00		0.86
	开关站	2.54	10.18	0	12.72	1.53										1.53										1.53		11.19
	主厂房	0.00	0.00	20.11	20.11	14.08										0.43	5.01								8.64	14.08	6.03	
	主变室及母线洞等	0.00	0.00	10.22	10.22	7.15											7.15								7.15		3.07	
	进厂交通洞	0.42	3.60	11.7	15.72	4.68										4.68									4.68		11.04	
	通风兼安全洞	0.14	0.57	7.82	8.53	3.13										3.13									3.13		5.40	
	自流排水洞	0.14	0.41	2.49	3.04	0.00																			0.00		3.04	
	其辅助洞室	0.00	0.00	6.68	6.68	0.00																			0.00		6.68	
	施工支洞	0.10	0.40	10.92	11.42	4.37																		3.28	3.28		8.14	
	渣场回采									6.80											7.64					(6.80)	(7.64)	
	骨料外购										26.44		21.89								30.42			22.27	101.03			
	粘土料场											3.42										2.75			6.17			
小计	19.38	99.30	93.81	212.49	53.73			0.00	6.80		3.42	0.00			28.56	12.16	0.00	0.00	7.64		2.75		8.64	52.64		152.21		
总计	157.52	677.02	124.15	958.69	467.25	307.38	14.39	6.18	6.80	2.01		3.42	0.00		70.61	12.16	5.68	1.38	7.64		2.75		8.64	538.91	360.34	152.21		

注：①为大坝堆石料，②为大坝过渡料，③为大坝及库区垫层料、反滤料，④为上游石渣铺盖(围堰填筑)，⑤为干砌块石料，⑥为排水料，⑦为粘土料，⑧为混凝土骨料，⑨为下游堆渣料。

## b) 弃渣场规划

根据本工程场地条件和上、下水库工程区之间高差大、距离远的特点，将弃渣场及暂存场分上、下水库区分别布置，规划设置有 2 个库外弃渣场。

### 1) 上水库弃渣场

上水库总弃渣量 360.34 万  $m^3$ (自然方)，换算成松方约 468.44 万  $m^3$ 。上库死水位以下回填 34.80 万  $m^3$ (松散方)，坝后堆放 52.00 万  $m^3$ (松散方)，需堆渣 381.64 万  $m^3$ (松散方)。在上水库扩库开挖库尾冲沟布置 1#、2#渣场。1#渣场规划堆渣高程 770m，堆渣容量约 286 万  $m^3$ ；上水库 2#渣场规划堆渣高程 750m，堆渣容量约 100 万  $m^3$ 。上水库 1#、2#渣场总容量为 367 万  $m^3$ ，容量基本满足要求。

下水库总弃渣量 152.21 万  $m^3$ (自然方)，换算成松方约 197.87 万  $m^3$ 。结合坝后堆渣及死库容回填，在下库大坝坝后堆存 90.00 万  $m^3$ (松散方)，另考虑淤沙库容后，在库底回填死库容 107.87 万  $m^3$ (松散方)。

弃渣场特性见表 2.2.6-6。

表 2.2.6-6 弃渣场特性表

弃渣场	渣场容量 万 $m^3$	弃渣量(自然方) 万 $m^3$	弃渣量(松散方) 万 $m^3$	弃渣高程 m
1#渣场	286	216.64	281.64	690~770
2#渣场	100	76.92	100.00	690~750

## c) 转料场规划

上水库 1#中转料场：根据施工总进度安排及上库堆石料料源成果分析，引水上平洞约 10 万  $m^3$  开挖利用料需中转上坝，考虑在上水库死库容回填上部堆存，堆存高程 640m~650m，转料容积约 13 万  $m^3$ ；容量满足要求。

下水库 2#中转料场：根据施工总进度安排及下库堆石料料源成果分析，第 2 年 1 月前下库坝体填筑洞挖利用料约 10 万  $m^3$ (自然方)需考虑中转上坝，另下水库进出口水口约 14.80 万  $m^3$  明挖利用料考虑转存，在下水库库内右岸坝头布置下水库中转料场，堆渣高程 310m~355m，转料容积约 30 万  $m^3$ ；容量满足要求。

转料场特性见表 2.2.6-7。

表 2.2.6-7 转料场特性表

转料场	转料场容量 万 m <sup>3</sup>	转料量(自然方) 万 m <sup>3</sup>	弃渣高程 m	备注
上库 1#转料场	13	10	640~650	上水库死库容回填区
下库 2#转料场	34	26	310~355	
合计	47	36		

d) 表土堆存场规划

表土堆存场：根据初步估算，上水库库尾扩挖区以上高程布置 1#表土堆存场，堆存高程 710m~730m，容积约 12.20 万 m<sup>3</sup>；下水库右岸上坝道路边布置 2#表土堆存场，堆存高程 300m~315m，容积约 6.10 万 m<sup>3</sup>。

表土堆存场特性见表 2.2.6-8。

表 2.2.6-8 表土堆存场特性表

弃渣场	渣场容量 万 m <sup>3</sup>	弃渣量 自然方, 万 m <sup>3</sup>	弃渣高程 m
上水库 1#表土堆存场	12.20	11	710~730
下水库 2#表土堆存场	6.10	5	290~330
合计	18.30	16	

a

e) 混凝土成品骨料堆存场

本工程混凝土骨料部分采用洞挖利用料，不足部分采用外购成品骨料，考虑在下水库死库容回填区顶部高程 314m 以上堆存部分混凝土骨料，厂房开挖期间堆存中转洞挖利用料，供回填混凝土、廊道等 C25 及以下混凝土骨料，堆存容积约 5 万 m<sup>3</sup>。混凝土浇筑高峰期，下水库大坝填筑完成，外购混凝土成品骨料可堆存至坝后渣场平台。

2.2.6.4 施工分区布置方案

根据本工程布置格局及区域内地形地质特征等将本工程划分为上水库施工区、下水库施工区等两大施工区。

a) 上水库施工区

上水库施工区围绕上水库大坝及库岸附近布置，主要满足上水库库岸开挖、大坝

填筑和面板混凝土的施工需要，兼顾引水隧洞上平段施工需要。上水库地形较陡，大面积平缓场地缺乏，上水库弃渣通过库内死水位以下库底平整堆渣及库尾冲沟堆渣。

根据上水库施工场地布置条件及施工需要，上水库场地集中布置于上水库大坝右坝头，其中营地及仓库作为生活区相邻布置于高程 700m 以上；而混凝土系统、骨料堆场布置于高程 680m；综合加工厂作为生产区布置于高程 700m 以下，两个片区中间布置场内交通道路供各场区交通需要。

#### b) 下水库施工区

下水库场地按照永久及临时场地需要分开布置，永久场地如业主营地、永久机电设备库等布置于靠近①道路，方便对外交通。而临时用地则根据需要布置于靠近主体施工区附近，其中施工营地、变电站等布置在大坝下游，钢管加工场、混凝土系统、砂石加工系统集中布置于下水库左坝头，施工工厂及仓库布置在下水库库内左岸冲沟，沿下水库基坑道路布置，根据工程施工进度及蓄水时间安排，场地可利用时间至下库下闸后一年，届时主体大坝及厂房施工已经基本完成，该场地使用满足施工需要。另一方面，金结拼装场作为临时场地，场地较小可利用永久机电设备库部分场地来进行布置。

### 2.2.6.5 施工工厂设施和施工营地布置

#### a) 生产加工系统布置

##### 1) 垫层料加工系统

本工程需垫层料及反滤料约 11.07 万  $m^3$ ，其中上水库垫层料 5.93 万  $m^3$ ，下水库垫层料 5.14 万  $m^3$ 。垫层料由上水库扩库开挖料加工，在上水库扩库(陈家山)附近设一个垫层料加工系统，布置高程 690m，为上水库及下水库大坝垫层填筑提供人工砂石骨料。

垫层料填筑综合高峰发生在第 2 年 2 月~第 2 年 10 月，共 9 个月，考虑不均衡系数 1.3 后，高峰时段的综合月平均施工强度为 1.287 万  $m^3$ /月。垫层料加工系统设计处理能力 180t/h，设计生产能力 140t/h，用水量 15 $m^3$ /h(用于除尘系统)，采取每日两班制生产。

##### 2) 砂石加工系统

本工程混凝土骨料部分外购，C25 以下混凝土用骨料由地下洞室开挖利用料加工，

在下水库左坝头附近设一个砂石加工系统，布置高程 380m，为工程部分混凝土粗骨料、上下库马道排水沟混凝土、灌浆平洞、库岸防护、上下库库盆基础回填和自流排水洞等部位提供人工砂石骨料。

本工程C25 以下混凝土使用总量 7.96 万 m<sup>3</sup>，砂石加工系统设计处理能力 120t/h，设计生产能力 100t/h，用水量 30m<sup>3</sup>/h，采取每日两班制生产。

### 3) 混凝土生产系统

本工程主体工程混凝土及喷混凝土总量约 51.93 万 m<sup>3</sup>。其中上水库工程 8.13 万 m<sup>3</sup>，下水库工程 5.72 万 m<sup>3</sup>，输水工程 21.92 万 m<sup>3</sup>，厂房工程 12.75 万 m<sup>3</sup>。布置有上水库混凝土生产系统、下水库大坝混凝土系统和输水发电系统混凝土系统 3 个混凝土生产系统，分别生产工程所需混凝土。

上水库混凝土生产系统主要生产上水库工程、上水库进/出水口混凝土浇筑、引水上平洞等所需的混凝土，共需生产混凝土 20.27 万 m<sup>3</sup>。系统混凝土高峰月浇筑强度为 0.97 万 m<sup>3</sup>/月，发生在第 3 年 11 月~第 4 年 3 月，生产系统的生产规模为 40m<sup>3</sup>/h，配置 HZS60-1Q1000 型混凝土拌和站 1 座。

下水库大坝混凝土生产系统主要生产下水库工程、下水库进/出水口混凝土浇筑、引水下平洞等所需混凝土，共需生产混凝土 11.19 万 m<sup>3</sup>。系统混凝土高峰期平均月浇筑强度为 0.57 万 m<sup>3</sup>/月，发生在第 4 年 4 月~第 4 年 10 月，生产系统的生产规模为 25m<sup>3</sup>/h，配置 HZ40-1F1500 型混凝土拌和站 1 座。

输水发电系统混凝土生产系统输水工程(不含上水库进/出水口混凝土浇筑、引水上平洞、下水库进/出水口混凝土、引水下平洞)、厂房工程等所需混凝土，共需生产混凝土 20.1 万 m<sup>3</sup>。系统混凝土高峰期平均月浇筑强度为 0.82 万 m<sup>3</sup>/月，发生在第 4 年 1 月~第 4 年 12 月，生产系统的生产规模为 40m<sup>3</sup>/h，配置 HZS60-1Q1000 型混凝土拌和站 1 座。

### b) 施工供气系统

本工程施工以压缩空气为动力的主要项目有主体工程土石方开挖、石料场开采。由于工程施工战线长，用风点分散，高峰用风时段短，且多采用油动、液压移动施工机械，因此供风设备全部采用移动式空压机。

### c) 施工供水系统

按就近供水原则，本工程采用上、下水库分区供水方案。

上水库供水区主要供应上水库大坝、竖井式泄洪洞、上水库进/出水口、引水上平洞、引水竖井段、上水库混凝土系统、垫层料加工系统、综合加工厂等设施的施工生产用水和上水库施工营地的生活用水。上水库区施工用水高峰发生在第 2 年的第二季度，高峰期施工生产用水规模为 156m<sup>3</sup>/h，高峰期施工人数约 600 人，生活用水规模为 15m<sup>3</sup>/h。上水库生产取水点位于大坝上游围堰上游河道上，设置取水泵站，送水至上水库右岸高程 730m 生产调节水池，水池位于表土堆存场旁，调节水池设 2 组，总调节容量 300m<sup>3</sup>。上水库生活营地拟从大坝上游围堰上游河道取水，在上库仓库上方设置一生活水池，总调节容量 200m<sup>3</sup>，水池高程 762m。上水库的施工用水、混凝土系统用水、企业加工厂用水均由高程 730m 生产调节水池接引。

下水库供水区主要供应下水库大坝工程、下水库进/出水口、尾水工程、厂房工程、引水下平洞、砂石加工系统、下水库混凝土生产系统、综合加工厂等设施的生产用水，以及业主营地和下水库施工营地的生活用水。下水库区施工用水高峰发生在第 3 年 1 季度，高峰期施工生产用水规模为 440m<sup>3</sup>/h，高峰期施工人数约 1400 人，生活用水规模为 42m<sup>3</sup>/h。下水库生产用水均从下库尾拦挡取水，生产取水泵站就近布置，取水能力为 650m<sup>3</sup>/h。由取水泵站敷设 DN400 管道至高程 400m 生产调节水池，位置设在下库综合加工厂旁。调节水池设为 2 座，总调节容量 800m<sup>3</sup>。

施工供水主要工程量见表 2.2.6-9。

表 2.2.6-9 施工供水主要构筑物表

分区	名称	规格	单位	数量	备注
上水库供水区	上水库生产取水泵站	Q=200m <sup>3</sup> /h, H=80m	座	1	潜水取水泵站
	生产调节水池	300 m <sup>3</sup>	个	2	高程 723m
	生活清水池	200 m <sup>3</sup>	个	1	高程 710m
下水库供水区	下水库生产取水泵站	Q=470 m <sup>3</sup> /h, H=100 m	座	1	潜水取水泵站
	下水库生产加压泵站	Q=180 m <sup>3</sup> /h, H=95 m	座	1	生产取水泵站
	生产调节水池	600 m <sup>3</sup>	个	2	高程 305m
	生活清水池	200 m <sup>3</sup>	个	2	高程 400m
	水处理系统及生活加压泵房	Q=20 m <sup>3</sup> /h, H=60m	座	1	高程 300m

#### d) 施工供电系统

本工程工期高峰用电总负荷约为 9775kW。根据各用电负荷点的分布情况，整个用电主要用于上水库施工区、地下系统和下水库施工区等施工现场的施工设备用电；砂石加工系统、混凝土生产系统、钢管加工厂及供水系统等施工工厂设施的设备用电，施工生活区生活、办公设备用电等。

施工供电电压选择为 10kV 和 0.4kV 两个电压等级。根据本工程施工用电负荷分布特点以及供电线路走向，暂定从新里 110kV 变电站架设一回 110kV 输电线路至工程区变电站，线路长度约 25km，在下水库附近修建一座 110kV 施工变电站，作为主要施工电源点，110kV 进线 1 回，设 1 台主变压器，施工期高峰用电负荷容量为 12.775MW~14.775MW，变压器额定容量暂定为 1×16MVA，额定电压变比为 110±8×1.25%/10.5kV，规划暂定由施工变电站到各个施工电源点(包括部分负荷点)10kV 出线共 8 回，其中在主体进厂交通洞附近、业主营地附近、下库金结加工厂附近各设 1 座 10kV 箱式变电站，上库区附近、下库大坝进/出水口附近各设 2 座 10kV 箱式变电站，10kV 箱式变电站的变压器额定电压变比均为 10.5 kV±2×2.5%/0.4kV。

#### e) 综合加工及机械修配厂

遵循充分利用当地已有机械加工及修配能力、尽量减少施工现场企业工厂生产规模的原则，结合本工程施工特性和施工场地布置条件，施工机械和汽车的大、中修可利用万州市已有的机械和汽车修配及加工能力，本工程施工现场仅设置较小规模的施工机械修配站和汽车保养站，钢管加工厂、金属结构拼装厂、钢筋加工厂、木材加工厂、混凝土预制件厂以及修钎厂。

各企业工厂的主要技术指标见 2.2.6-10。

表 2.2.6-10 企业工厂主要技术指标表

项 目		修配厂				综合加工厂						钢管 加工 厂	金结拼装 厂		修钎厂	
		施工机械修 配站		汽车保养站		钢筋加工 厂		木材加工厂		混凝土 预制件厂						
		上水库	下水库	上水 库	下水 库	上水 库	下水 库	上水 库	下水 库	上水 库	下水 库	下水 库	上水 库	下水 库	上水 库	下水 库
生产规模	单位	10	25	100	150	10	20	10	20	4	15	40	5	10	400	400
		万工时/ 年	万工时/ 年	标准 辆	标准 辆	t/班	t/班	m <sup>3</sup> /班	m <sup>3</sup> / 班	m <sup>3</sup> / 班	m <sup>3</sup> /班	t/班	t/班	t/班	根/ 班	根/ 班
工作制度	班/d	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
定员	人	74	100	34	51	20	40	10	20	8	20	100	10	20	10	20
主要设备数量	台	8	15	20	27	5	10	5	10	3	7	22	25	50	4	4
用电量	kW	50	150	18	25	80	160	40	80	20	60	700	125	250	20	20
用水量	m <sup>3</sup> /h	4	10	5	7	3	5	3	5	2	6	20	5	10	2	2
建筑面积	m <sup>2</sup>	500	1000	450	630	150	300	100	300	150	250	2800	600	1200	300	300
占地面积	m <sup>2</sup>	2000	3000	3000	4200	750	1500	1000	3000	2500	3000	14000	2500	4500	600	600

#### f) 施工营地规划

施工营地包括业主营地、前期标施工营地、主体土建标施工营地和机电设备安装标施工营地。

##### 1) 业主营地规划布置

本工程业主营布置于下水库下游左岸，与下水库直线距离约 300m。施工期作为建设单位(业主)、设代和监理办公生活用地，后期作为电站运行前方营地。初步按 300 人考虑，建筑面积 15000m<sup>2</sup>，场地布置高程 345m~360m，占地面积约 35000m<sup>2</sup>。

##### 2) 承包商营地

本工程施工期高峰人数约 1800 人。根据工程特点，承包商施工营地结合施工分标规划分上水库工程标、下水库工程标、输水发电系统工程标、机电设备安装工程标分别设置，分为 4 个较为集中的区域。

##### (1) 上水库工程标

上水库工程施工营地，布置在①道路隧洞出口附近高程为 720m 的场地处，施工期高峰施工人数 500 人，生活营地建筑面积 5000m<sup>2</sup>，占地面积 11000m<sup>2</sup>。

## (2) 下水库工程标

下水库工程标办公、生活营地布置在业主营地上游，高程 348m 的场地处。生活区与施工区、施工工厂区等生产区尽量分开布置，距离上水库面板堆石坝及上水库进/出水口等施工部位距离较远。施工期高峰施工人数 500 人，建筑面积 5000m<sup>2</sup>，占地面积约 8200m<sup>2</sup>。

## (3) 输水发电系统工程标

输水发电系统办公、生活营地布置在上水库库尾⑦道路高程 348m 的场地处。靠近下水库钢管加工厂，距离上水库面板堆石坝及上水库进/出水口等施工部位距离较远。施工期高峰施工人数 400 人，建筑面积 4000m<sup>2</sup>，占地面积约 8500m<sup>2</sup>。

## (3) 机电设备安装工程标

下水库机电设备安装工程标施工营地，布置在业主营地上游侧。施工期高峰施工人数 400 人，生活营地建筑面积 4000 m<sup>2</sup>，占地面积 8500 m<sup>2</sup>。

### 2.2.6.6 施工导流

#### a) 上水库导流

上水库大坝施工不具备分期导流和明渠道导流的条件，而坝址两岸山体宽厚，均具备成洞条件。上库库盆扩库开挖较大，底高程天然库容小，不宜采用需较大堰前库容机械抽排方式，推荐采用围堰一次拦断河床的隧洞导流(与竖井式溢洪道结合)方式。

#### 1) 导流隧洞

上水库右岸布置有竖井式溢洪道，可以提前施工，导流洞下游段全部利用竖井式溢洪道，以兼作施工期导流使用。导流洞进口底板高程为 603.00m，结合处底板高程 583.26m，导流隧洞底坡 11.61%。导流洞非结合段轴线长约 166m，进口设明管段，长 6.00m。底板过流面高程根据地形及水文特性确定为 603.00m。上水库导流流量较小，导流洞断面尺寸为 2.5m×3.0m(宽×高)，断面型式为城门洞型，顶拱中心角 120°，半径 1.443m，过流面积 6.975m<sup>2</sup>，运行期最大平均流速约为 9.53m/s。

#### 2) 挡水建筑物

上游围堰位于坝址轴线上游约 170m 处，采用枯期挡水土石围堰，设计挡水标准为全年 20 年一遇洪水，相应洪峰流量 53.9m<sup>3</sup>/s。围堰轴线全长 41.35m，堰顶高程 611.00m，顶宽 6.00m，最低建基面高程为 592.49m，最大堰高 18.51m。围堰迎水

面

坡比为 1:1.75，背水侧坡比为 1:1.5。堰体和堰基均采用厚 0.80m 的混凝土防渗墙防渗。堰顶及下游坡面挂网喷 15cm 厚混凝土进行防冲保护。导流洞出口位于坝址轴线下游约 100.00m，出口底板高程为 560m，大坝坡脚下游河道坡降较陡，大坝下游不需设围堰。

#### b) 下水库导流

下水库首部枢纽挡水和泄水建筑物由大坝、竖井式溢洪道及泄洪洞组成。施工导流推荐采用围堰一次拦断河床的隧洞导流(与竖井式溢洪道结合)方式。

##### 1) 导流隧洞

下水库坝址右岸坝肩宽厚，地形齐整，且左岸布置有竖井式溢洪道与泄洪放空洞，导流洞布置在左岸，与竖井式溢洪道半结合。导流洞进口底板高程为 285.00m，出口底板高程 266m，导流隧洞底坡 2.55%。导流洞非结合段轴线长约 178.272m，竖井式溢洪道轴线长约 575m，全长约 753.272m。导流洞断面尺寸为 5m×7.5m(宽×高)，断面型式为城门洞型，顶拱中心角 120°，半径 2.887m，过流面积 35.402m<sup>2</sup>。

##### 2) 上、下游围堰

上游围堰位于坝址轴线上游约 200m 处，采用全年挡水土石围堰，设计挡水标准为全年 20 年一遇洪水，相应洪峰流量为 290m<sup>3</sup>/s。堰顶高程为 297.00m，围堰轴线全长 104.68m，堰顶宽度为 6.00m，最大堰高 15.27m。围堰迎水面坡比为 1：1.75，背水侧坡比为 1：1.5。坡面采用 0.5m 厚的块石进行防冲保护。堰体及基础覆盖层采用混凝土防渗墙防渗。导流洞出口位于坝址轴线下游约300.00m，出口底板高程为266m，坡降较陡，大坝下游不需设围堰。

#### 2.2.6.7 初期蓄水

云阳建全抽水蓄能电站首台机组正式投产时间为第 6 年 6 月底，首台机调试运行时间约 4 个月，即首台机开始调试运行的时间为第 6 年 2 月底。电站首台机调试采用抽水工况启动，调试时间按 3h 考虑。上水库蓄水位应淹没进出水口底板，需水量为填充进出水口底高程(630.7m)对应库容110 万 m<sup>3</sup>以及单条引水道充填水量10.8 万 m<sup>3</sup>，减去上水库施工回填占用库容 35 万 m<sup>3</sup>，上水库共需水量 75 万 m<sup>3</sup>；下水库需水量包括填充死库容水量 295 万 m<sup>3</sup>及单机满发 3h 水量 113 万 m<sup>3</sup>，下水库共需水量 408 万 m<sup>3</sup>。首台机调试运行后，各台机组正式投产运行所需蓄水量应满足投产机组容量连

续满发小时数 6h 要求所需水量。根据上述蓄水要求，云阳建全抽水蓄能电站初期蓄水各阶段所需水量成果见表 2.2.6-11。

表 2.2.6-11 初期蓄水各阶段总需水量 单位：万 m<sup>3</sup>

项目	投产时间	累计需水量	备注
首台机调试运行	第 6 年 2 月底	上水库 75，下水库 408	上、下水库需分开考虑
第 1 台机组正式投产	第 6 年 6 月底	789	水量可交换，上、下水库总水量满足要求即可
第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底	1015	
第 3 台机组正式投产	第 7 年 2 月底	1251	
第 4 台机组正式投产	第 7 年 6 月底	1477	

根据上、下水库坝址长系列月径流资料，从起蓄到各机组投产阶段的不同蓄水历时，对上、下水库天然径流量进行蓄水时段组合滑动排频，选取 75%保证率相应的来水时段，作为相应蓄水时段的上、下水库初期蓄水计算来水典型。建全抽水蓄能电站初期运行期各阶段所需水量成果见表 2.2.6-12。

表 2.2.6-12 初期蓄水计算成果表(75%频率来水) 单位：万 m<sup>3</sup>

投产台数	总需蓄水量	上水库		下水库		上、下水库可蓄水量合计
		径流量	可蓄水量	径流量	可蓄水量	
首台调试	上水库 75 下水库 408	335	287	973	640	927
1	789	493	397	1621	1155	1552
2	1015	518	404	2344	1740	2144
3	1251	533	401	2451	1720	2121
4	1477	624	474	2748	1885	2360

首台机调试运行、首台机正式投产、第 2、3、4 台机组正式投产时，75%来水保证率，上、下水库可蓄水量可满足总需蓄水量要求(包括水库死库容、输水洞填充水量和调节库容)仍有多余可蓄水量，初期蓄水计划可满足电站初期运行期的蓄水要求。

#### 2.2.6.8 主体工程施工

##### a) 上水库大坝及泄洪建筑物施工

### 1) 施工特性

上水库主要建筑物由大坝、竖井式溢洪道及扩库开挖库盆组成。大坝采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 685.00m。泄水建筑物采用无闸门控制竖井式溢洪道，布置于大坝右侧，竖井直径 4m，竖井深度 90m。竖井溢洪道由井口开挖段、溢流堰、竖井、消力井、退水隧洞、出口消力池组成。溢洪道与施工导流洞结合，竖井下游导流洞洞段与溢洪道退水隧洞结合，按永久结构施工，结合段总长度约 329.445m。施工导流任务完成后，在竖井上游导流洞内堵头封闭挡水。

### 2) 坝基开挖及扩库开挖

覆盖层开挖：开挖采用 132kW 推土机集渣(人工配合)，3.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，弃渣运至坝后堆渣区。

石方开挖：趾板采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，梯段爆破，梯段高度 6.00m，底部预留 2.00m 厚的保护层，保护层用手风钻钻孔，浅孔小炮爆破，周边槽壁采用预裂爆破。上库进/出水口开挖采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，梯段爆破，梯段高度 6.00m~10.00m。其它部位开挖深度较浅，用手风钻钻孔爆破。

大坝开挖石渣由 132kW 推土机集料，3.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，弃渣优先运至上水库施工场地用于场地填筑，剩余弃渣堆至坝后。上水库进/出水口开挖有用直接运输至大坝填筑区进行填筑，由 132kW 推土机集料，3.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车运输。

### 3) 坝体填筑

坝面施工按铺料、平料、碾压、质检 4 道工序进行流水作业法施工。对于垫层区与过渡区，因宽度较小，沿坝轴线布置流水作业，根据前述工序划分为 1 个作业段。对于堆石区，随坝面高程不同各自划分为 1 个~2 个作业段，每个作业段内按上述工序垂直于坝轴线流水作业。

堆石料自上水库扩库开挖、上水平段洞挖区或中转料场由 20t 自卸汽车运输上坝，按进占法与后退法相结合的混合法卸料，132kW 推土机铺料，铺料厚度为 0.8m，25t 牵引式振动碾按进退错距法碾压，碾压遍数根据试验确定，洒水量按堆石体积的 15%~20%。对大型振动碾难以碾压的边缘地带或与岸坡结合处，采用 1t 手扶式振动碾和夯板压实。上下游斜坡面每升高 10.00m，人工进行修坡，并采用 2.0m<sup>3</sup> 挖掘机改

装的履带吊置于坝面牵引 10t 自行式振动碾进行坡面碾压。人工挑选大块石进行坡面干砌块石施工。过渡料、垫层料采用 20t 自卸汽车运输，垫层料运输上坝，加水 10%~15%，过渡料由上水平段洞挖区或中转料场运输上坝，按后退法卸料，推土机铺料，层厚 0.40m，18t 振动平碾按进退错距法碾压，碾压遍数根据试验确定。过渡料、垫层料一层铺平后同时碾压，连续铺填 2 层后与相邻主堆石齐平，三种料同时碾压，要骑缝碾压。

#### 4) 混凝土施工

趾板混凝土：趾板混凝土安排在第 2 年 1 月~第 2 年 12 月底施工。浇筑程序为先河床后岸坡，由下而上进行，趾板混凝土用 10t 自卸汽车运输，然后转溜槽入仓。本工程项目冬季气温低，宜采取措施保证趾板混凝土冬季施工，长距离运输的混凝土罐车采取保温棉包裹处理，施工过程中采用柴油暖风机进行局部加热以减少裂缝产生，根据混凝土内外温差情况及时进行混凝土养护。

面板混凝土：面板混凝土安排在第 3 年 12 月~第 4 年 3 月底施工。面板混凝土浇筑采用无轨滑模施工，用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车从上水库拌和站运输至坝顶集料斗内，然后用溜槽入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

防浪墙等坝顶结构混凝土安排在第 4 年 4 月~第 4 年 6 月底施工。采用 10t 自卸汽车从混凝土拌和系统运至工作面，35t 轮胎吊配 2.0m<sup>3</sup> 卧罐利用溜筒入仓，人工平仓、软轴插入式振捣器振捣。

路面混凝土在混凝土拌和系统集中拌制，采用 10t 自卸汽车运输，人工摊铺法，平板振动器与插入式振动器相结合振捣。

#### b) 输水发电系统施工

##### 1) 施工特性

输水系统建筑物包括上水库进/出水口、引水主洞(包括上平段、斜井段、下平段)、上游调压室、引水岔管、引水支管、尾水隧洞(包括尾水洞钢衬段、尾水洞混凝土衬砌段)和下水库进/出水口等。

##### 2) 施工程序

本工程地下洞室群布置集中，各洞室之间距离近，高差大，在施工中既要保证工程进度，又要确保围岩安全稳定。根据施工总进度的要求及输水发电系统的施工特性，

拟定施工程序如下：

#### (1) 排水廊道系统

厂房排水廊道按高程分上、中、下三层，高程分别为284.00m、261.60m 和 233.20m，分 3 层进行施工。上层排水廊道从通风兼安全洞进入，进行高程 284.00mm 层排水廊道系统施工；高程 261.60m 中层排水廊道，从进厂交通洞进入，要求在主厂房、主变洞顶拱施工前完成上述两层开挖支护及排水幕施工；高程 233.20m 下层排水廊道，从⑤施工支洞经尾水洞进行施工。

#### (2) 引水系统

该系统分 5 部分进行施工，即上水库进/出水口、上平段、引水调压井、斜井、下平段。引水主洞上平段待上平洞①、②施工支洞开挖完成后进行施工；斜井段通过③施工支洞进行开挖支护施工，钢管安装经②施工支洞施工，引水调压井顶拱通过调压井通风洞进行顶拱施工，调压井下部通过②施工支洞出渣，引水下平段通过③施工支洞进行施工。

#### (3) 厂房系统

参照国内外地下厂房施工经验和施工机械的设备性能，考虑厂房开挖、混凝土浇筑、岩锚梁施工的特性以及施工通道、施工进度等因素，厂房分为 7 层进行开挖。

首先开挖进厂交通洞及厂顶通风兼安全洞，进行适当支护后，随即进行主厂房开挖，主厂房开挖共分 7 层，先开挖顶拱 I、II 层并进行永久支护，II 层岩壁吊车梁混凝土浇筑完毕，待岩壁吊车梁混凝土达到设计要求的强度后，开挖III层，岩锚吊车梁施工前完成第III层两侧预裂孔的施工，在开挖V层前，要求母线洞开挖、支护完毕，最后进行一期、二期混凝土浇筑及机电设备安装。

主变室共分 3 层进行开挖，按开挖顺序进行。I 层开挖后进行永久支护，然后开挖 II 层并进行永久支护，最后开挖III层，待全部开挖、支护后，进行混凝土衬砌与主变设备安装。

#### (4) 尾水系统

尾水系统的施工以进厂交通洞、⑤施工支洞作为运输通道，因此，在开挖尾水洞之前，要求完成进厂交通洞、⑤施工支洞的开挖及必要的支护，然后完成尾水洞上游侧的开挖，为主厂房VII层施工创造运输条件。在开挖尾水洞上游侧时，可同时

开挖尾水洞下游侧。尾水支洞钢管从⑤施工支洞进入，钢管从上游往下游方向安装。

### 3) 施工方法

#### (1) 引水系统

进/出水口明挖采用自上而下分层开挖的施工程序。除部分采用手风钻钻孔爆破外，大部分采用 ROCD5 液压钻钻孔，深孔梯段爆破，梯段高度 6.00m~8.00m，进/出水口永久边坡采用预裂爆破，爆破后用 2.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，可利用料运至堆存场堆存，其余运至弃渣场堆弃。混凝土浇筑采用 10t 自卸汽车运输混凝土至 3.0m<sup>3</sup> 卧罐内，用 10t 塔吊提升入仓，然后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

引水主洞开挖断面直径为 9.20m，采用三臂台车钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，每次循环进尺控制在 2.50m~3.00m，爆破通风散烟后，用 3.0m<sup>3</sup> 侧卸式装载机配 15t 自卸汽车出渣。

上平段开挖渣料经①、②施工支洞转上下库连接道路出渣；下平段开挖渣料经③施工支洞、进厂交通洞出渣，洞挖有用料用作下水库大坝填筑料，无用料运至弃渣场堆弃。引水平洞混凝土衬砌段厚度 0.60m，用钢模台车立模，6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至工作面，转至集料斗，然后用混凝土泵(60m<sup>3</sup>/h)泵送入仓。上平段压力钢管由②施工支洞采用平板车水平分节运至岔洞口后由卷扬机通过预埋在洞顶的锚环卸至特制平板车上，并由卷扬机牵引至安装位置。

斜井高度约 263.51m，斜井开挖长度约 291.94m，采用反井法施工。导孔采用高精度的 SL-500A 定向钻机施工，采用 BMC-500 型反井钻机自下而上开挖直径 2.50m 的导井。导井全部贯通后，采用自上而下进行全断面扩挖，扩挖采用潜孔钻钻孔，每次循环进尺 4.00m~6.00m，周边光面爆破，石渣通过导井溜至井底后，用 3.0m<sup>3</sup> 侧卸式装载机配 15t 自卸汽车出渣。

斜井开挖渣料③施工支洞和进厂交通洞出渣，弃渣料运至下水库 1#弃渣场。压力钢管采用平板车水平分节运输，沿②施工支洞运输至斜井处由卷扬机通过预埋在洞顶的锚环沿竖井下放至安装位置。

引水调压井调压井开挖直接分为两段，第一段高度 82.00m，开挖直径 15.90m；第二段高度约 79.00m，开挖直径 9.60m。

调压井顶拱开挖采用手风钻钻孔，周边光爆，通风散烟后，用扒渣机配 10t 自卸

汽车经调压井通风洞运出渣。引水上平洞施工到调压井段后，开始调压井顶拱以下施工，采用反井钻自下而上在井中开挖一个 2.50m 的导井，然后自上而下进行全断面扩挖，采用手风钻钻孔，每次循环进尺 4.00m~6.00m，周边光面爆破，石渣落入井底后，用 3.0m<sup>3</sup> 侧卸式装载机配 15t 自卸汽车出渣，经②施工支洞运输上坝或二次转存，无用料运至上水库弃渣场。

混凝土衬砌：混凝土衬砌分为 2 段，均采用滑模施工。用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至井顶集料斗内，然后用缓降溜筒入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

## (2) 厂房系统

排水廊道采用全断面开挖，手风钻钻架平台钻孔，周边光爆，通风散烟后，用扒渣机配 10t 自卸汽车经施工支洞运出渣。排水廊道内设置错车道。

主厂房开挖高度约 57.30m，参照国内外地下厂房施工经验和施工机械的设备性能，考虑开挖、混凝土浇筑、岩锚梁施工的特性以及施工通道、施工进度等因素，厂房分为 7 层进行开挖。

厂房喷混凝土部位主要是顶拱、侧墙，喷射面积大、高度高。喷射混凝土施工采用湿喷法，用强制式搅拌机在拌和楼将各种喷射材料充分搅拌后，用 3.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至工作面集料斗内，然后用 PH-30 型混凝土喷射机喷射。

厂房衬砌混凝土部位主要是机坑一、二期混凝土以及肘管混凝土，采用钢木组合模板施工，用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至安装场或经母线廊道卸入集料斗内，肘管及一期混凝土用溜槽或泵送(60.0m<sup>3</sup>/h)混凝土入仓，二期混凝土用桥吊入仓。岩锚吊车梁混凝土采用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运输，汽车吊吊 3.0m<sup>3</sup> 混凝土罐入仓。

## (3) 主变室

主变室开挖高度约 21.80m，分 3 层进行施工。第 I 层为顶拱层，开挖高度 7.50m，开挖高程 281.50m~274.10m，本层开挖、出渣设备与出渣运输同主厂房第 I 层；第 II 层开挖高度 7.00m，开挖高程为 274.10m~260.70m，本层开挖、出渣设备与出渣运输同主厂房第 I 层；第 III 层开挖高度 7.40m，开挖高程为 260.70m~260.70m，本层用液压履带钻钻孔，梯段爆破，经进厂交通洞运出渣。

混凝土采用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至主变室直接入仓或泵送入仓，1.1kW 平板式振捣器振捣。顶拱与边墙喷混凝土施工方法同主厂房。

#### (4) 母线洞

母线洞在主厂房第IV层范围内，要求主厂房第V层开挖前完成母线洞开挖支护。母线洞分2层开挖，第一层采用三臂台车钻孔，周边光面爆破，第二层人工手风钻钻垂直孔，周边预裂爆破，3.0m<sup>3</sup>侧卸式装载机配15t自卸汽车出渣。

混凝土采用6.0m<sup>3</sup>混凝土搅拌车运至安装场集料斗内，然后用泵送(60m<sup>3</sup>/h)混凝土入仓。

#### (5) 其它洞室

其它洞室包括电缆平洞、电缆竖井、排水洞、联系廊道、进厂交通洞、主变运输洞、施工支洞等。

对于断面尺寸小的洞室如电缆平洞、排水洞、联系廊道等开挖均采用全断面开挖，手风钻造孔，非电引爆，周边光爆。采用0.4m<sup>3</sup>装岩机装渣，人工斗车运至洞口，3.0m<sup>3</sup>侧卸式装载机装15t自卸汽车运输出渣。对于断面尺寸大的洞室如进厂交通洞、主变运输洞、施工支洞等开挖采用三臂台车钻孔，周边光面爆破，石渣用3.0m<sup>3</sup>侧卸式装载机配15t自卸汽车出渣。电缆竖井采用反井钻机施工。

#### (6) 开关站

土石方开挖采用手风钻钻孔，浅孔爆破，132kW推土机推集，3m<sup>3</sup>挖掘机配20t自卸汽车运输。混凝土浇筑拟采用6m<sup>3</sup>混凝土搅拌车运输，10t履带吊吊2m<sup>3</sup>卧罐入仓浇筑。

#### (7) 尾水系统

尾水系统包括尾水支洞、尾水主洞下平段、尾水竖井、尾水主洞上平段、尾水出口等。

尾水支洞采用人工手风钻钻孔，周边光面爆破，全断面开挖；尾水主洞采用三臂台车钻孔，光面爆破，全断面开挖，每次循环进尺控制在3.00m~3.50m。用3.0m<sup>3</sup>侧卸式装载机配15t自卸汽车运输出渣。混凝土采用钢模台车施工，6.0m<sup>3</sup>混凝土搅拌车运至工作面集料斗内，然后用混凝土泵(60.0m<sup>3</sup>/h)泵送入仓，2.2kW电动插入式振捣器振捣。

尾水竖井开挖高度约m，待尾水下平段及尾水出口段开挖完成后，采用反井钻机开挖一个2.50m的导井，然后自上而下进行扩挖，扩挖采用手风钻钻孔，周边光

面爆破，每次爆破循环进尺控制在 2.00m 以内，石渣经导井溜至井底，用 3.0m<sup>3</sup> 侧卸式装载机配 15t 自卸汽车出渣。混凝土衬砌采用滑模施工。用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运至井顶集料斗内，然后用 MYBOX 溜管入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

明挖采用自上而下分层开挖的施工程序。除部分采用手风钻配合钻孔爆破外，大于 4.00m 厚度的岩石采用 ROCD5 液压钻钻孔，深孔梯段爆破，梯段高度 6.00m~8.00m，永久边坡采用预裂爆破，爆破后用 2.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣。混凝土浇筑采用 6.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车运输混凝土至出口平台 3.0m<sup>3</sup> 卧罐内，用 10t 塔吊提升入仓，然后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

### c) 下水库大坝及泄洪建筑物施工

#### 1) 施工特性

下水库首部枢纽挡水和泄水建筑物由大坝、溢洪道及泄洪洞组成。大坝采用混凝土面板堆石坝；泄洪建筑物由布置于左岸的溢洪道及泄洪洞组成。

混凝土面板堆石坝坝顶高程为 347.50m，最大坝高 77.50m，坝顶长度约 392.40m。左坝肩布置无闸门控制开敞式溢洪道，主要由引水渠、溢流堰、泄槽及消力池组成，进水渠底高程 335.50m，溢洪道堰顶高程为 341.00m，最大堰高 5.5m，控制段顶部高程为 347.50m，溢流堰净宽 20m，泄槽为一级缓坡。左岸布置塔式进口泄洪洞，进口底板高程为 306.00m，塔顶高程 347.50m，泄洪洞全长 573.03m，开挖断面 4.4m×6.2m(宽高)城门洞型，采用龙抬头型式初期与导流洞结合。

#### 2) 开挖程序与进度安排

大坝地基开挖分岸坡和河床两部分，先挖岸坡，后挖河床，岸坡与河床部分均采用自上而下的施工程序。进度安排：大坝开挖安排在第 1 年 6 月~第 2 年 1 月底，开挖量 36.22 万 m<sup>3</sup>，月平均开挖强度 4.53 万 m<sup>3</sup>/月；

溢洪道开挖安排在第 1 年 4 月~第 2 年 3 月底，开挖量 43 万 m<sup>3</sup>，月平均开挖强度 3.58 万 m<sup>3</sup>/月；泄洪洞部分和导流洞结合，开挖安排在截流前，筹建期第 2 年 7 月~第 1 年 2 月底，第 1 年 9 月底完成混凝土衬砌及闸门安装。

#### 3) 坝基开挖及扩库开挖

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣(人工配合)，2m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣，运至弃渣场堆放。石方明挖采用 YQ-100 型潜孔钻钻孔，梯段爆破，梯段高度 6m，

底部预留 2m 厚的保护层，保护层用手风钻钻孔，浅孔小炮爆破，周边槽壁采用预裂爆破。开挖石渣由 132kW 推土机集料，2m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车运出渣。

坝面施工按铺料、平料、碾压、质检 4 道工序进行流水作业法施工。对于垫层区与过渡区，因宽度较小，沿坝轴线布置流水作业，根据前述工序划分为 1 个作业段。对于堆石区，随坝面高程不同各自划分为 1~2 个作业段，每个作业段内按上述工序垂直于坝轴线流水作业。

堆石料自下水库库内料场、洞挖利用料或中转料场由 20t 自卸汽车运输上坝，按进占法与后退相结合的混合法卸料，132kW 推土机铺料，铺料厚度为 0.80m~1.20m，25t 牵引式振动碾按进退错距法碾压，碾压遍数根据试验确定，洒水量按堆石体积的 15%~20%。对大型振动碾难以碾压的边缘地带或与岸坡结合处，采用 1t 手扶式振动碾和夯板压实。上下游斜坡面每升高 10.00m，人工进行修坡，并采用 2.0m<sup>3</sup> 挖掘机改装的履带吊置于坝面牵引 10t 自行式振动碾进行坡面碾压。人工挑选大块石进行坡面干砌块石施工。过渡料、垫层料采用 20t 自卸汽车运输，垫层料运输上坝，加水 10%~15%，过渡料由上水库扩库开挖或中转料场运输上坝，按后退法卸料，推土机铺料，层厚 0.40m，18t 振动平碾按进退错距法碾压，碾压遍数根据试验确定。过渡料、垫层料一层铺平后同时碾压，连续铺填 2 层后与相邻主堆石齐平，三种料同时碾压，碾压时要骑缝。

#### 4) 混凝土施工

下水库面板、趾板、防浪墙、路面混凝土施工方法与上水库相同。

#### 5) 泄洪放空洞施工

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣(人工配合)，2.0m<sup>3</sup> 挖掘机配 20t 自卸汽车出渣。石方开挖采用自上而下的顺序进行钻孔爆破施工，手风钻配合 YQ-100 型潜孔钻钻孔。沿设计开口线采用预裂(或光面)爆破，石渣用 2.0m<sup>3</sup> 挖掘机装 15t 自卸汽车出渣。利用料运下水库渣场堆放。石方洞挖采用手风钻钻孔，光面爆破，用小型扒渣设备辅以人工装渣配小型机动车出渣，弃渣料运至下水库 1#堆渣场堆放。泄洪洞混凝土采用 3.0m<sup>3</sup> 混凝土搅拌车从下水库拌和站运输至洞内工作面，泵送入仓浇筑。

#### d) 金属结构及机电设备安装

金属结构安装包括上水库进/出水口拦污栅、事故门；尾水闸门室事故门、事故

门启闭机及桥机；下水库进/出口拦污栅、检修闸门及启闭机等安装。

金属结构在金属结构拼装场进行预拼装，采用平板拖车运输至工作面附近，利用各作业区内的垂直运输设备分节吊装。

利用厂房桥式起重机进行机电设备吊装，安装工程与土建混凝土及建筑物装修施工存在大量交叉、平行作业，内部也存在多工种、多工序间的交叉、平行、流水作业，应与土建施工协调好施工程序，综合平衡、合理安排安装进度、缩短安装直线工期。机组设备应在安装间进行大件预组装并编号，按顺序吊入机坑进行总装，以缩短工期。

#### 2.2.6.9 施工进度安排

##### a) 施工控制性进度

本工程施工工期按工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个阶段安排。筹建期初步安排 2 年，筹建期不计入总工期。

准备工期安排在第 1 年 1 月~9 月，其中第 1 年 1 月~6 月为净准备工期。在准备期内主要完成通风兼安全洞、进厂交通洞开挖及初期支护、上水库竖井式溢洪道、下水库泄洪放空洞(预留岩塞除外)、砂石加工系统、混凝土生产系统、供电、供水、供风、临时道路及少量办公生活房屋。在本工程众多施工项目中，以地下厂房的施工和机组安装为控制工期的关键线路，这条关键线路由下列项目组成：净准备期 6 个月→主厂房开挖 30 个月(包括岩壁吊车梁施工)→厂房发电机层以下埋件安装及混凝土浇筑 14 个月→第 1 台机组安装调试及试运行 16 个月→以后隔 4 个月投产发电 1 台。整个关键线路工期即工程总工期为 78 个月，其中首台机组发电工期 66 个月。本工程从正式开工到第 1 台机组发电工期为 5.5 年，总工期 6.5 年。

##### b) 施工高峰强度及施工人数

本工程施工强度指标见表 2.2.6-13。

表 2.2.6-13 施工强度指标

项目	单位	土石明挖	石方洞挖	混凝土	土石填筑
总量	万 m <sup>3</sup>	834.54	124.15	51.93	719.94
高峰年完成工程量	万 m <sup>3</sup>	350.83	48.52	18.29	357.01
发生时间	年	第 1 年	第 2 年	第 4 年	第 3 年
高峰时段月平均强度	万 m <sup>3</sup>	38.38	4.64	2.03	38.40
出现时间	年.月	第 2 年 1 月	第 2 年 5 月	第 4 年 1 月~2 月	第 3 年 4 月~6 月

## 2.2.7 工程运行方式

### 2.2.7.1 电站运行特性

根据设计水平年(2030 年)重庆市电力电量平衡成果，建全抽水蓄能电站设计水平年电站年发电量为 8.65 亿 kW·h，年抽水电量为 11.53 亿 kW·h 电站日运行方式如下：

#### a) 5 月~10 月

电站一般在 2:00~8:00 的负荷低谷时段作抽水工况运行，日填谷时间一般为 6h，在 11:00~14:00 和 21:00 作发电工况运行，日调峰时间一般 4h~5h，为系统提供尖峰工作容量，同时为系统提供备用容量。

#### b) 11 月~次年 4 月

电站一般在 1:00~7:00 的负荷低谷时段作抽水工况运行，日填谷时间一般为 6h，在 11:00~12:00 和 18:00~19:00 作发电工况运行，日调峰时间一般 3h~4h，为系统提供尖峰工作容量，同时为系统提供备用容量。

### 2.2.7.2 水库运行特性

在发电工况时，各时段库水位随电站在该时段的发电出力大小而变化；在抽水工况时，各时段库水位随本电站在该时段的抽水功率大小而变化。发电工况时，上水库水位开始从正常蓄水位 680.00m 逐步消落，随着水量从上水库逐步转移至下水库，下水库水位由死水位 314.00m 开始逐步抬高；抽水工况时，下水库水位从高水位逐步消落至死水位 314.00m，随着水量从下水库逐步转移至上水库，上水库水位将逐步抬高至正常蓄水位 680.00m。

### 2.2.7.3 事故备用

建全抽水蓄能电站事故备用水量平时置于上水库，发电工况时，可利用未带满负荷的机组发备用出力，顶替系统中因故障而停运的机组；抽水工况时，可按系统需要以整台机组退出水泵运行工况或由抽水工况转至发电工况运行，承担系统的备用容量。电站备用水量使用后安排在负荷较低时时段抽水补回。

### 2.2.7.4 调频、调相运行

建全抽水蓄能电站具有调相功能，可以通过改变励磁电流来调节系统的无功出力，既可以弥补系统无功功率的不足，又可消除系统无功的过剩。当系统无功过剩时，抽水蓄能电站可以调相运行，吸收系统内无功，从而降低系统电压，保证系统电压在正常范围之内，使系统安全运行。此外，抽水蓄能电站运行灵活，增减负荷速度快，投入运行后可根据系统频率的变化情况跟踪负荷运行，保证系统的周波在允许的范围之内，提高整个电力系统供电质量。电站在发电工况、水泵工况、发电调相工况和水泵调相工况等 4 种工况下，均可以向电网输送无功以提高电网的电压，也可以从电网中吸收无功以降低电网的电压，从而维持电网的运行电压及安全稳定水平，保证电网的电压质量。

### 2.2.7.5 水库洪水调度

#### a) 上水库洪水调度

上水库泄水建筑物采用无闸门控制竖井式溢洪道，位于大坝右侧。暴雨形成的洪水可暂存于上水库，并通过机组发电运行排至下水库，当水库水位超过正常蓄水位后，水流从堰上自由溢流；电站抽水运行受上水库正常蓄水位控制，在上水库达到正常蓄水位后，电站停止抽水。

#### b) 下水库洪水调度

下水库泄水建筑物采用开敞式无闸门控制溢洪道和泄洪排沙洞。开敞式溢洪道布置在大坝左坝肩，堰顶高程 341.00m，与正常蓄水位齐平，采用 WES 型实用堰，溢洪道净宽 20m；泄洪洞布置于左岸山体内，弧门尺寸 3.0m×2.5m(宽×高)，进水口底板高程 310.00m，进水口型式为岸塔式。

在一般情况下，通过控制下水库泄洪设施开度使下泄流量不大于已出现的最大天然流量，当下水库水位未达到溢洪道堰顶高程时，由泄洪洞泄放洪水，当水位达到溢洪道堰顶高程时，由泄洪洞与溢洪道共同泄洪。在发生 2000 年一遇的校核标准洪水

时，下水库最高坝前水位为 344.34m，相应最大下泄流量为 622m<sup>3</sup>/s。

## 2.2.8 建设征地与移民安置

### 2.2.8.1 建设征地

建全抽水蓄能电站建设征地影响主要涉及云阳县高阳镇桂林村、海坝村、建全村、金惠村和团结村的 34 个村民小组。建设征地涉及人口 234 户、830 人，房屋 35277.55 m<sup>2</sup>，土地 4187.59 亩。建设征地涉及专项设施主要有：四级公路 17.73 km，机耕道 1.6 km；石河堰和双河口 2 个水库；10kV 电力线路 1.14 km，0.4kV 电力线路 0.8 km，0.22kV 电力线路 0.46 km；电信通信杆路 9.75km，通信光缆线路 18.31 km；移动通信杆路 4.1km，通信光缆线路 17.7km，通信基站设备 1 套；广电通信杆路 3.81km，通信光缆线路 26.51 km；联通通信光缆线路 5.64 km；铁塔 1 座。

在建设征地总面积中，永久征收土地面积 3226.03 亩，临时占用土地面积 961.56 亩，占总面积的 22.96%。按地类分，耕地面积 1725.95 亩，园地面积 34.24 亩，林地 2032.41 亩，草地 60.47 亩，住宅用地 47.03 亩，交通运输用地 126.05 亩，水域及水利设施用地 160.67 亩，其他土地 0.77 亩。

建全抽水蓄能电站建设征地实物指标见表 2.2.8。

表 2.2.8 建设征地实物指标汇总表

序号	项目	单位	合计	枢纽工程建设区			水库淹没区			影响区
				小计	永久占地区	临时用地区	小计	上水库	下水库	
1	主要指标									
1.1	涉及村民委	个	5	5	5	5	5	2	3	1
1.2	涉及组	个	34	34	30	20	16	7	9	1
1.3	涉及土地面积	亩	4187.59	2924.97	1963.41	961.56	1262.62	490.47	772.15	
(1)	陆地	亩	4048.01	2860.32	1923.5	936.82	1187.69	481.09	706.6	
(2)	水域	亩	139.58	64.65	39.91	24.74	74.93	9.38	65.55	
2	土地	亩	4187.59	2924.97	1963.41	961.56	1262.62	490.47	772.15	
2.1	耕地		1725.95	1235.92	758.38	477.54	490.03	134.68	355.35	
(1)	水田	亩	612.34	449.12	298.7	150.42	163.22	10.17	153.05	
(2)	旱地	亩	1113.61	786.8	459.68	327.12	326.81	124.51	202.3	
2.2	园地(果园)	亩	34.24	24.5	23.94	0.56	9.74	0	9.74	
2.3	林地	亩	2032.41	1415.8	1000.81	414.99	616.61	314.59	302.02	

表 2.2.8(续)

序号	项目	单位	合计	枢纽工程建设区			水库淹没区			影响区
				小计	永久占地区	临时用地区	小计	上水库	下水库	
2.4	草地	亩	60.47	49.42	28.69	20.73	11.05	3.41	7.64	
2.5	住宅用地	亩	47.03	34.86	25.63	9.23	12.17	3.01	9.16	
2.6	交通运输用地	亩	126.05	93.04	79.93	13.11	33.01	15.65	17.36	
2.7	水域及水利设施用地	亩	160.67	70.85	45.64	25.21	89.82	19.13	70.69	
2.8	其他土地(空闲地)	亩	0.77	0.58	0.39	0.19	0.19	0	0.19	
3	人口									
3.1	户数	户	234	174	146	28	54	14	40	6
3.2	总人口	人	830	608	486	122	207	43	164	15
3.3	农业人口	人	782	566	452	114	203	42	161	13
3.4	非农人口	人	48	42	34	8	4	1	3	2
4	房屋	m <sup>2</sup>	35277.5 5	27404.48	21514.57	5889.91	7264.11	1750.62	5513.49	608.96
5	个体工商户	户	4	4	4	0	0	0	0	0
6	小微企业	户	3	3	3	0	0	0	0	0
7	专业项目									
7.1	交通									
(1)	四级公路	km	17.73	14.29	13.69	0.6	3.44	1.73	1.71	0
(2)	机耕道	km	1.6	1.49	1.49	0	0.11	0.11	0	0
7.2	电力	km	2.4	2.06	1.3	0.76	0.34	0	0.34	0
7.3	通信									
(1)	移动									
	光缆	km	17.7	5.3	5.3	0	12.4	12.4	0	0
	移动基站	座	1	1	0	1	0	0	0	0
(2)	广电(光缆)		26.51	12.26	12.26	0	14.25	11.43	2.82	0
(3)	电信(光缆)		18.31	8.35	8.35	0	9.96	7.14	2.82	0
(4)	联通(光缆)	km	5.64	0	0	0	5.64	0	5.64	0
(5)	铁塔(云阳作坊湾基站)	座	1	1	0	1	0	0	0	0
7.4	水利水电设施									
(1)	双河口水库	座	1	0	0	0	1	0	1	0
(2)	石河堰	座	1	0	0	0	1	1	0	0

### 2.2.8.2 移民安置

#### a) 生产安置

根据《重庆市集体土地征收补偿安置办法》(重庆市人民政府令第 344 号)和《云阳县集体土地征收补偿安置实施办法》(云阳府发〔2021〕35 号)等相关政策规定,规划对于本工程涉及的征地人员安置对象 1140 人全部采取参加“征地人员安置对象基本养老保险安置”的方式。

由云阳县人民政府将符合条件的人员安置对象纳入相应的养老等社会保障体系,并安排人员安置对象的社会保障费用,主要用于人员安置对象的基本养老保险等社会保险缴费补贴。人员安置对象的基本养老保险缴费补贴办法以及社会保障费用的筹集、管理和使用办法,依照市人民政府相关规定执行。

同时云阳县人民政府应当组织有关部门将劳动力年龄段内有劳动能力、有就业需求的人员安置对象纳入公共就业服务范围,组织开展就业创业服务活动,促进其就业创业。

#### b) 搬迁安置

建全抽水蓄能电站基准年搬迁安置人口为 234 户 830 人,至规划设计水平年建全抽水蓄能电站搬迁安置人口为 250 户 858 人。

建设征地涉及住房安置对象 810 人,其中工程永久用地区 486 人,临时用地区 102 人,上水库淹没区 43 人,下水库淹没区 164 人,影响区 15 人;至规划设计水平年,建设征地涉及住房安置对象 837 人,其中工程永久用地区 501 人,临时用地区 107 人,上水库淹没区 44 人,下水库淹没区 169 人,影响区 16 人。规划对本工程住房安置对象采用住房货币安置。

建设征地涉及非住房安置对象 20 人,至规划设计水平年,建设征地涉及非住房安置对象 21 人,均位于临时用地区的金惠村。规划对本工程非住房安置对象采用农村宅基地后靠自建房安置。

### 2.2.8.3 专项复建

#### a) 交通运输工程

对受电站建设征地影响的交通设施按照原规模、原标准、恢复原功能的原原则进行复建,规划复建道路6条,总长8.922km,复建道路等级均为四级公路(II类),设计

速度15km/h，为单车道公路。路基宽4.5m，路面宽度3.5m，路面结构类型水泥混凝土路面。道路复建工程投资4577.31万元。

1号复建道路起点接海坝村，高程354.747m；终点接电站场内⑥道路，高程332m；路线全长0.505km。2号复建道路起点接现状建皇路，高程624.120m；终点接电站场内①道路，高程582.566m；路线全长0.889km。3号复建道路起点接建全村，高程521.737m；终点接现状建桂路支路，高程706.269m；路线全长4.305km。4号复建道路起点接海坝村，高程400.216m；终点接现状柏四路，高程424.000m。路线全长1.016km。5号复建道路起点接桂林村，高程674.204m；终点接现状建桂路支路，高程699.953m；路线全长0.688km。6号复建道路起点接桂林村，高程810.389m；终点接荆竹村，高程795.088m。路线全长1.519km。

#### b) 电力工程

电力工程规划复建 10kV 架空电力线路 1.86 km、0.4kV 架空电力线路 1.23 km、0.22kV 架空电力线路 0.4km。电力工程复建投资 43.4 万元。

#### c) 通信工程

通信工程共规划复建权属云阳县电信公司通信杆路 12.02km，附挂 48 芯光缆 30.3km、附挂 24 芯光缆 6.08km；权属云阳县移动公司通信杆路 7.1km，附挂 48 芯光缆 25.8km、附挂 24 芯光缆 1.1km、通信基站设备 1 套；权属云阳县联通公司附挂 48 芯光缆 10.16km；权属云阳县广电公司通信杆路 4.1km，附挂 72 芯光缆 5.2km、附挂 48 芯光缆 8.92km、附挂 24 芯光缆 14km、附挂 36 芯光缆 5.08km；权属云阳县铁塔公司通信铁塔及配套室外机柜设施 1 套。电力工程复建投资 383.38 万元。

#### d) 水利工程

##### 1) 石河堰水库还建方案

石河堰水库位于上水库坝区范围内。大坝为浆砌石拱坝，坝轴线长 40m，最大坝高约 11.8m。大坝建设于上世纪 70 年代，大坝采用坝顶泄流，大坝正常蓄水位为 602.30m，相应库容 1.33 万 m<sup>3</sup>。经现场调查复核，石河堰水库主要承担了建全村约 150 亩耕地和 38 户居民的灌溉、供水任务。

本阶段推荐大坪河沟二台山坪塘下游取水方案，采用底格栅拦沙坝在二台山坪塘下游 160m 处取水。取水坝长 23m，取水格栅长 12m，坝高 4.0m(嵌入河床基岩 1.0m)，

堰顶高程 592.0m，取水高程 592m。自取水坝铺设水管至建全水厂进水池，管道长 4.58km。二台山坪塘位于团结村与建全村界河大坪河沟上，现状坝型为浆砌石拱坝，总容积 5.76 万 m<sup>3</sup>，现状灌溉面积 288 亩(包括建全村约 213 亩，团结村约 75 亩)，灌面分布于下游两岸。根据现场调查，建全村原有灌面已基本改种柑橘，二台山坪塘非灌溉季节很少放水灌溉。二台山坪塘下游取水方案投资 133 万元，包括取水坝投资 18.5 万元，管道投资 114.5 万元。

## 2) 双河口水库还建方案

双河口水库位于下水库坝区范围内。大坝为浆砌石拱坝，坝轴线长 60m，最大坝高约 14.8m。大坝采用坝顶泄流，大坝正常蓄水位为 288.9m，相应库容 5.96 万 m<sup>3</sup>。现状以发电为主，兼有灌溉海坝村部分耕地(灌溉面积 210 亩，现状年灌溉用水量 7.77 万 m<sup>3</sup>)。下游建全电站于 1981 年竣工投产，设计水头 112m，总装机 320kw，引水渠长 3km，压力前池 600m<sup>3</sup>。由于建全电站厂房位于小江湿地自然保护区缓冲区，纳入了长江经济带小水电站清理整改工作中的限期退出项目。建全电站将拆除厂房设备，水库将改为向高阳场镇供水水源之一，高阳场镇供水设计规模为在现状 2000m<sup>3</sup>/d 的基础上，扩建 5000m<sup>3</sup>/d，总供水设计规模达到 7000m<sup>3</sup>/d。

高阳集镇水厂于 2013 年建成，位于高阳集镇北 200m 处，海拔 297.50m。高阳集镇水厂水源取自施家沟，施家沟水源主要由燕子窝、桂林村水库自流汇入施家沟，施家沟属于天然河流地表水水质较好，夏季水量充足，能够通过自流向集镇供水。根据《云阳县高阳镇集镇小区帮扶项目(供水改造工程)初步设计报告》，云阳县高阳镇集镇小区帮扶项目(供水改造工程)主要建设内容为：增加双河口取水点，新建输水管线 12.1km，改扩建水厂 1 座，新建加压泵站 1 座，改建取水泵站 1 处，场镇供水管网进行改造，入户管水表及附件改造共计 12000 户；冬季枯水期时，采用提水泵站抽取小江为备用抗旱水源。

本阶段推荐吴家屯水库复建方案作为双河口水库还建方案。吴家屯水库方案坝址上游 580m 处有海坝村引水渠整治工程取水坝，现状拦河堰高约 3m，引水流量 0.006m<sup>3</sup>/s，灌溉面积 310 亩，供水 500 人。吴家屯水库在保证原拦河堰灌溉面积 310 亩以及下游人畜饮水的基础上，恢复下水库占用的双河口水库功能任务，设计向高阳场镇水厂最大供水能力 5000m<sup>3</sup>/d，多年平均供水量与原双河口水库供水量基本一致，

不足部分由高阳水厂改扩建初步设计时提出的澎溪河提水泵站提水补充。吴家屯水库大坝采用埋石混凝土重力坝，坝顶高程 490.00m，坝顶轴线长 94m，最大坝高 31.00m。吴家屯水库正常蓄水位 488.00m 相应库容 44.5 万 m<sup>3</sup>。输水管自大坝埋设钢管闸阀取水，后水管至下水库大坝下游施工区外，管道长 3100m。末端设置长 860m 的焊接钢管跨河后与现状供水管线连接，输水管线全长 3960m。吴家屯水库方案投资 4649 万元（一次性补偿）。

## 3 工程分析

### 3.1 工程符合性分析

#### 3.1.1 与产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》，大中型水力发电及抽水蓄能电站属于该目录中鼓励类的电力项目。因此，本工程建设符合国家产业政策。

#### 3.1.2 与“碳达峰、碳中和”目标符合性分析

2020年9月习近平总书记在第七十六届联合国大会上宣布：“中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”2021年3月5日，十三届全国人大四次会议2021年政府工作报告提出：“扎实做好碳达峰、碳中和各项工作。制定2030年前碳排放达峰行动方案。优化产业结构和能源结构。”建设建全抽水蓄能电站可保障重庆电网新能源高比例消纳，是构建以新能源为主体的新型电力系统，落实“碳达峰、碳中和”等国家战略部署的需要。

#### 3.1.3 与长江大保护战略符合性分析

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

建设抽水蓄能电站，可保障重庆电网新能源高比例消纳，是构建以新能源为主体的新型电力系统，落实“碳达峰、碳中和”等国家战略部署的需要，是协调生态环境保护和经济发展关系、使绿水青山变成金山银山的重要方式。为了切实做到生态优先、绿色发展，将建全抽水蓄能电站建设运行过程中可能产生的生态影响减至最小，避免

造成生态破坏。因此，建全抽水蓄能电站建设符合“长江大保护”战略要求。

### 3.1.4 与西部大开发战略符合性分析

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

建全抽水蓄能电站的建设有助于重庆电网新能源高比例消纳。工程在建设的同时，将采取生态环境、水环境保护等措施，并将处理好生态保护和移民安置问题，与《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》提出的“加快基础设施建设，提升发展保障能力”、“发展特色优势产业，增强自我发展能力”的基本发展要求保持一致，与《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》提出的总体要求和发 展目标是相符的。

### 3.1.5 与“三线一单”的符合性分析

#### 3.1.5.1 与云阳县总体管控要求符合性分析

根据《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11号)、《云阳县人民政府关于印发云阳县落实生态保护红线环境质量底线资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控实施方案的通知》(云阳府发〔2020〕48号)，建全抽水蓄能电站涉及环境管控单元 1 个，为云阳县一般管控单元-澎溪河高阳渡口(澎溪河流域)。

根据工程与云阳县总体管控要求的符合性分析结果(见表 3.2.5)，工程建设符合云阳县“三线一单”总体管控要求。

表 3.1.5 本工程与所处单元管控要求符合性分析

管控单元名称	管控类别	总体管控要求	分析结果
云阳县一般管控单元-澎溪河高阳渡口 (ZH50023 530001)	空间布局约束	禁止澎溪河流域的拦河(网)养鱼、肥水养鱼	本工程为能源类项目，是鼓励类项目，是属于实现“双碳目标的项目”，项目运行期不产生污染物，项目用地经过严格论证，并采取生态环境保护措施，减缓对生态环境的影响，符合空间布局约束要求。
	污染物排放管控	1、完善管控单元内各个乡镇的污水收集管网建设；逐步实施乡镇污水处理厂提标改造；2、加强禽畜养殖污染治理：依法关闭或搬迁禁养区内畜禽养殖场(户)；3、完善规模化养殖厂配套治污措施，采用畜禽粪污干湿分离、固体废物生产有机肥等综合利用畜禽粪污；4、推进化肥农药减量使用，实现化肥农药零增长	工程施工期废污水处理达标后回用，运行期生活污水经处理后回用，符合污染物排放管控要求
	环境风险防控	加强农药化肥使用量的控制，实行科学种植和非点源污染防治	本工程应编制相应环境风险预案，炸药、溃坝及废污水事故排放等工程风险源做好相应的风险防范措施；工程产生的废油均将按相关要求收集处置，确保工程建设符合环境风险防控要求
	资源利用效率	无	本工程蓄水完成后基本不消耗水，仅补充水库蒸发渗漏量，符合资源利用效率要求

### 3.1.5.2 与生态保护红线的符合性分析

根据《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》(渝府发〔2018〕25号)，重庆生态保护红线管控面积 2.04 万 km<sup>2</sup>，占全市国土面积的 24.82%。云阳县生态红线范围内的面积为 1153.69km<sup>2</sup>，生态保护红线管控面积占区域总面积比例达到 31.72%。生态保护红线原则按禁止开发区域的要求进行管理，未经批准同意，不得开展不符合主体功能定位的各类开发活动，不得任意改变用途。

经核对，健全抽水蓄能电站占地范围不涉及云阳县生态保护红线，与生态保护红线相关管控要求不冲突。

### 3.1.5.3 与环境质量底线的符合性分析

#### a) 水环境质量底线

本工程位于云阳县水环境一般管控区，工程施工期废污水经处理达标后回用，工

程投产后没有污染物排放。因此，工程建设不会触及水环境质量底线。

#### b) 大气环境质量底线

本工程位于云阳县大气环境一般管控区，有施工期排放少量粉尘，且施工期会采取洒水降尘等相应控制粉尘的防治措施实施达标排放，粉尘污染影响仅局限于施工区附近，对周边区域大气环境质量影响小，且影响随着施工结束而结束。水电项目运行期除少量油烟废气外基本无其他大气污染物产生，符合大气环境质量底线相关管控要求。

#### c) 土壤环境质量底线

工程占地区域不涉及云阳县建设用地污染风险重点管控区和云阳县土地资源重点管控区，符合土壤环境质量底线管控要求。

### 3.1.5.4 与资源利用上线的符合性分析

根据工程特点，本工程利用的资源主要为水资源和土地资源。

#### a) 水资源利用上线

云阳县水资源管控将云阳县生态用水补给区(小溪沟)作为水资源重点管控区，其他区域作为水资源一般管控区。水资源利用管控控制指标主要包括用水总量、万元工业增加值用水量、灌溉水有效利用系数。建全抽水蓄能电站位于水资源一般管控区，电站施工高峰期年用水量 78 万  $m^3$ ，蓄水期取用水总量为 1477 万  $m^3$ ，运行期年补水 87 万  $m^3$ ，不影响水资源管控控制指标，符合云阳县资源利用上线管控要求。

#### b) 土地资源利用上线

云阳县土地资源管控将土地资源压力高中区、生态保护红线集中区、污染地块确定为土地资源重点管控区，其他区域划为一般管控区。建全抽水蓄能电站位于土地资源一般管控区，用地 2.79 $km^2$ ，不涉及生态保护红线，符合土地资源相关管控要求。

#### c) 与生态环境准入清单的符合性分析

建全抽水蓄能电站主体工程区位于云阳县一般管控单元内，根据云阳县一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，在落实建全抽水蓄能电站各项环境保护措施的情况下，符合一般管控单元的要求。

### 3.1.6 与饮用水水源保护的符合性分析

《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》《重庆市水污染防治条例》等法律法规禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。建全抽水蓄能电站上水库占用石河堰水库，工程用地范围包括了石河堰水库饮用水水源保护区一级保护区和部分二级保护区，导致石河堰水库功能与作用消失。

为加快建全抽水蓄能电站建设工作，保障居民用水安全，云阳县人民政府在建全抽水蓄能电站上游新增双叉河饮用水水源保护区，在水源工程建成后，取消石河堰水库饮用水水源保护区。双叉河水源工程从大坪河沟二台山坪塘下游取水，采用底格栅拦沙坝在二台山坪塘下游 160m 处取水，取水坝长 23m、高 4m，取水管道长 4.58km，工程建设规模小，可在电站筹建期内完成建设。因此，在石河堰水库功能恢复、饮用水水源保护区取消的情况下，建全抽水蓄能电站符合国家、重庆市饮用水水源保护区的相关要求。

### 3.1.7 与相关功能区划的符合性分析

#### a) 与《全国生态功能区划(修编版)》的符合性分析

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

评价区涉及 I-03-07 三峡库区土壤保持功能区。三峡库区土壤保持重要区：该区包括三峡库区的大部，包含 1 个功能区：三峡库区土壤保持功能区。行政区主要涉及湖北省宜昌、恩施土家族苗族自治州，以及重庆市的巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、丰都、涪陵、武隆、南川、长寿、渝北、巴南等，面积为 48555km<sup>2</sup>。该区地处中亚热带季风湿润气候区，山高坡陡、降雨强度大，是三峡水库水环境保护的重要区域。

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

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

本工程在实施对应环保措施后，可将对生态环境的影响降至最低。

#### b) 与《重庆市生态功能区划研究报告》的符合性分析

根据《重庆市生态功能区划》，本工程属于II1—2 三峡库区(腹地)水体保护—水土保持生态功能区。地貌类型以低中山为主。林地面积比为 34.6%，多年均地表水资源量 112.53 亿 m<sup>3</sup>。主要生态问题为水土流失、石漠化、地质灾害和干旱洪涝灾害均严重，次级河溪污染和富营养化较突出，三峡水库消落区可能导致较严重生态环境问题。主导生态功能为三峡水库水体保护库，辅助功能为水土保持。生态功能保护与建设应加强水污染防治和农村面源污染防治，大力进行生态屏障建设，消落区生态环境综合整治，地质灾害和干旱洪涝灾害防治。发展生态经济，建设好“万州—开县—云阳”综合产业发展区和“丰都—忠县”特色产业发展轴。按资源环境承载能力，向我市“一小时经济圈”实行人口梯度转移。三峡水库 145~175m 库岸线至视线所及第一层山脊范围，应划为重点保护区，限制开发；区内自然保护区、森林公园、地质公园和风景名胜区核心区应划为禁止开发区，依法强制保护。

根据工程布置，本工程占地总面积 4187.59 亩，其中占地区域多为受人为干扰的农田和灌丛及灌草丛，本工程占地面积不大，占用林地面积较小，工程建设引起的生态系统退化面积较小，引起的水土流失面积较小。通过现场调查，建全抽水蓄能电站工程占地区多集中分布，区域内为传统的农耕区，人为活动频繁，植被受人为活动的干扰较大，占地区植被多以农田和灌草地为主，植被类型及群系较为简单，动植物种类均为本区域常见的种类，因此，本工程建设引起的生态系统退化面积较小，引起的水土流失面积较小。且随着施工结束，评价区植被恢复等水土保持和水土流失防治措施的实施会将本工程建设对区域生态功能的影响减小到最低。

同时工程的建设进行了科学论证，合理比选，并严格按照法律法规的要求，通过

编制环境影响报告书、水土保持方案报告书以及其它相关专题报告，预测可能产生的环境问题，提出有效的减免和补偿措施，把各种环境损失特别是生态环境损失降到最低。因此，本项目与该地区的生态保护功能基本协调。

### 3.1.8 与地方相关专项规划的符合性分析

#### 3.1.8.1 与《重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要》符合性分析

《重庆市人民政府关于印发重庆市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要的通知》(渝府发〔2021〕6号)中提出：构建灵活高效的能源储备调峰体系。统筹抽水蓄能电站、天然气发电、煤电灵活性改造、电力需求侧响应和储能等供需措施，不断增强电力系统运行调节和调峰能力。优化成品油仓储设施布局，形成以长寿、江北为中心，万州、黔江、秀山、永川、合川为支撑的油库仓储体系。加强储气设施建设，形成以地下储气库为主、CNG和LNG储备站为辅、可中断用户为补充的多层次调峰体系。加强储煤基地布局建设，重点提高煤电企业存煤能力。到2025年，储气调峰能力达到38.6亿立方米，燃煤电厂常态存煤水平达到15天以上。

建全抽水蓄能电站属抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目，工程建设符合刚要提出的“构建灵活高效的能源储备调峰体系”的相关要求。

#### 3.1.8.2 与《重庆市“十四五”生态环境保护规划》的符合性分析

《重庆市“十四五”生态环境保护规划》提出：“加快发展清洁能源和新能源。在保护好生态环境前提下有序发展水电，优化风能、太阳能开布局，因地制宜发展生物质能、地热能等，让清洁能源成为能源消费增量的主体。到2025年，非化石能源消费占比达到20%以上。建设智慧能源体系，拓宽清洁能源消纳渠道，落实可再生能源发电全额保障性收购政策，推行节能低碳电力调度。”

建全抽水蓄能电站主要承担重庆电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用，属于清洁能源，可改善重庆电网电源条件，电站建设符合“十四五”生态环境保护规划的相关要求。

#### 3.1.8.3 与《重庆市水污染防治条例》的符合性分析

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

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

“第二十二條 市、区县(自治县)水行政部门应当会同生态环境、发展改革、交通等有关部门加强江河湖库水量调度管理，完善水量调度方案，协调好生活、生产经营和生态环境用水；采取闸坝联合调度、生态补水等措施，合理安排闸坝下泄水量和泄流时段，维持河湖基本生态用水需求，重点保障枯水期生态基流”；

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

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

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

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

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

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

#### 3.1.8.4 与《云阳县生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《云阳县生态环境保护“十四五”规划》提出：“加快发展清洁能源和新能源。严格落实《云阳县“十四五”新能源发展规划》，持续提高新能源和清洁能源在能源结构中的比重，在保护好生态环境前提下有序发展水电，优化风能、太阳能开布局，探索发展生物质能源等非化石能源，让清洁能源成为能源消费增量的主体。”

建全抽水蓄能电站不涉及生态保护红线和自然保护地，电站是的云阳县绿色低碳建设重点工程，工程建设与《云阳县生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

## 3.2 工程方案环境合理性分析

### 3.2.1 工程选址合理性分析

#### a) 上水库坝址合理性分析

根据双河洞沟地形图及现场查勘，结合海拔条件、地形地质条件及成库条件等，上水库实地排查出了两个库址进行对比分析，分别为石河堰库址、惠明库址。其中，石河堰库址位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库，惠明库址位于高阳镇金惠村惠明水库。

根据建全抽水蓄能电站库址比选专题，石河堰库址方案的上、下水库正常蓄水位分布为 680m、341m，相应库容分别为 1279 万  $m^3$ 、1301 万  $m^3$ ；惠明库址方案的上、下水库正常蓄水位正常蓄水位分布为 850m、333m，相应库容分别为 689 万  $m^3$ 、926 万  $m^3$ ；惠明库址方案因可利用水头相对较高，库容相对要小。石河堰库址方案的上、下水库大坝最大坝高分别为 98m、78m，惠明库址库址方案的上、下水库大坝最大坝高分别为 36m、70m；两个方案的上水库大坝工程量差异较大。石河堰库址方案需开挖土石方 727.73 万  $m^3$ ，需弃渣 534.00 万  $m^3$ ；惠明库址方案需开挖土石方 578.56 万  $m^3$ ，需弃渣 285.92 万  $m^3$ ；石河堰库址方案开挖土石方以及弃渣量要比惠明库址方案的大，需在上水库库尾多布置 2 个弃渣场，对环境的影响要大于惠明库址方案，环境保护和水土保持投资也比惠明库址方案高。同时，石河堰库址方案将占用石河堰水库，将导致高阳镇石河堰水库饮用水水源保护区的功能与作用消失，需选择新的水源替代石河堰水库，并调整饮用水水源保护区。

建全抽水蓄能电站不涉及重庆市 2018 年公开发布的生态保护红线和评估调整后的生态保护红线，也不涉及各类自然保护地、重要湿地、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、水生生物重要生境等环境敏感区。石河堰库址方案方占用石河堰水库饮用水水源保护区，云阳县人民政府已新增双叉河饮用水水源保护区，替代石河堰水库饮用水水源保护区的作用。在石河堰水库功能恢复、饮用水水源保护区取消的情况下，石河堰库址方案合理可行的。

#### b) 下水库坝址布置合理性分析

根据建全抽水蓄能电站库址比选专题，下水库选择了 2 个坝址方案比选，分别为下水库下坝址方案、下水库上坝址方案。

下坝址方案的上、下水库正常蓄水位相应库容分别为 1279 万  $m^3$ 、1301 万  $m^3$ ，上坝址方案的上、下水库正常蓄水位相应库容分别为 1378 万  $m^3$ 、1391 万  $m^3$ ，两个方案的库容差异很小。下坝址两个方案均不涉及环境敏感区，不存在环境制约性因素；下坝址方案的上、下水库大坝最大坝高分别为 98m、78m，上坝址方案的上、下水库大坝最大坝高分别为 103m、101m；两个方案的上水库大坝工程量差异较小，但下水库大坝工程量差异较大，下坝址方案大坝的工程量约为上坝址方案的 1/2；上坝址方案需扩库开挖土石方约 400 万  $m^3$ ，不仅需进行系统支护，还将形成大量弃渣，相应的环境影响要大于下坝址方案，环境保护和水土保持投资将比下坝址方案高。因此，从环境保护和水土保持的角度分析，下坝址方案要优于上坝址方案，下水库下坝址方案是合理的。

### 3.2.2 施工布置方案合理性分析

#### a) 施工场地布置合理性分析

本工程所在的双河洞沟、双叉河沟沟底天然可利用平缓场地比较有限，四周山顶地势较为平缓，但人口较为密集，房屋及农田数量相对较多。工程上、下水库高差大、距离较远，施工场地需分为上水库区、下水库区两大块进行布置。

上库大坝下游两岸地形较陡，施工场地布置主要利用右坝头附近较高山坡地布置，该处地势较为平缓，可以通过台阶式布置进行场地平整利用；上水库扩库开挖左侧及右侧冲沟均可作为上水库渣场，可以就近弃渣或者中转。下水库永久场地、临时场地分开布置，永久场地主要靠近①道路布置，临时场地分块布置在库内、左坝头上游，渣场布置在死库容以下及库尾冲沟。为方便弃渣，上水库选择上水库扩库开挖库尾冲沟布置上库 1#、2#渣场，并利用上、下水库死库容回填部分弃渣，2 个渣场以及库内回填区的运距短且均考虑了防护措施，渣场坡脚采用混凝土护脚墙保护，坡面采用干砌石或混凝土板护坡，渣场周边设置浆砌石排水边沟；上水库库内回填区底部将设置排水盲沟，水库库内回填区底部将设置排水涵洞。

本工程施工布置充分考虑上、下水库的场地布置条件，避开了人口密集区域。通过合理规划，施工布置控制了工程占地与弃渣对植被的破坏。施工过程中，通过相应的生态环境保护措施，可以将工程占地对环境的影响降低到最小的程度。因此，本阶段的施工场地布置是合理的。

#### b) 施工交通布置合理性分析

本工程施工道路主要依托于现有的道路网进行设计、建设，并充分利用永久洞室作为施工通道。大部分施工道路施工难度小，工程量不大，施工结束后均可以实施迹地恢复，对周围环境影响小。施工道路设计过程中，考虑道路建设以及后期使用对附近居民点的影响。同时，通过控制施工道路的占地范围，减小了施工扰动面积小，因道路建设造成的水土流失和对植被的破坏得到减轻，并保护了施工区周边的耕地资源。根据现场调查，新建道路土地利用类型以林地和耕地为主，植被以人工林以及灌丛为主，道路修建对植被影响较小。因此从环境保护角度分析，施工交通布置基本合理，但在施工过程中应注意采取必要的拦挡、防护、截排水措施。

#### 3.2.3 正常蓄水位方案合理性分析

建全抽水蓄能电站正常蓄水位比选方案共有 5 个方案，其中方案 1、方案 2、方案 3、方案 4 的上水库正常蓄水位分别为 685m、680m、675m、682m，下水库正常蓄水位均为 341m，方案 5 的上水库正常蓄水位为 682m，下水库正常蓄水位为 339m。其中，方案 1 的建设征地范围最大(涉及土地面积 4417.78 亩)，方案 3 的建设征地范围最小(涉及土地面积 4172.40 亩)。

根据工程区地形地貌以及生境条件，5 个正常蓄水位比选方案对区域生态环境的影响程度差异小。各方案对水生生态的影响相同，各方案环境影响的差异主要体现在建设用地差异，建设用地范围越大，扰动地表面积越大，损失的生物量越大，相应的环境保护和水土保持措施投资越大。总体上，各方案的环境影响差异不大，以建设用地范围最小的方案 3 的影响最小，建设用地范围最大的方案 1 的影响最大。在石河堰水库饮用水水源保护区撤销的情况下，并采取了严格且有效的环境保护和水土保持措施后，目前推荐的正常蓄水位比选方案是合理的。

### 3.2.4 移民安置方案合理性分析

#### a) 生产安置环境合理性分析

建全抽水蓄能电站人员规划水平年生产安置人口为 1140 人，人员安置对象生产安置均采用社保安置，不新开垦耕地，减少了植被破坏和水土流失，有利于生态环境保护。生产安置方式符合当地的环境容量特点，不会对当地居民的生活水平造成较大影响，满足移民需求，具有环境合理性。

#### b) 住房安置环境合理性分析

至规划水平年，搬迁安置人口为 858 人，住房安置对象 837 人采用住房货币安置(主要安置区域为高阳镇集镇)，非住房安置对象 21 人采用农村宅基地后靠自建房安置。建全抽水蓄能电站后靠安置人少，安置方式比较简单，对区域生态环境的影响也较小。因此，从环境保护角度分析，移民住房安置规划合理。

## 3.3 环境影响源分析

### 3.3.1 工程施工

#### 3.3.1.1 水环境

##### a) 水文情势

本工程上、下水库相距较远，高差较大，施工供水采用上、下水库分区供水方案。上、下水库高峰期用水强度分别为  $156\text{m}^3/\text{h}$ 、 $440\text{m}^3/\text{h}$ ，坝址所在各月平均径流保证率75%的最小流量分别为  $3.96\text{m}^3/\text{h}$ 、 $24.38\text{m}^3/\text{h}$ ，均不能满足用水强度的要求，而坝址附近无其他水量充足的水源。施工期间，需在库盆内利用围堰或修筑低坝，贮存能够满足月调节容量的水量，满足高峰期施工用水需求、生态用水需求。

##### b) 地表水环境

###### 1) 生产废水

生产废水主要来源于混凝土系统及其它辅助生产企业等，主要包括砂石加工废水、垫层料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、地下洞室排水和基坑排水等。

###### (1) 砂石加工废水

本工程混凝土骨料部分外购，C25 以下混凝土用骨料由地下洞室开挖利用料加工，在下水库左坝头附近设一个砂石加工系统，为工程部分混凝土粗骨料、上下库马道排

水沟混凝土、灌浆平洞、库岸防护、上下库库盆基础回填和自流排水洞等部位提供人工砂石骨料。成品骨料经带式输送机运送至堆场堆存，经 20t 自卸汽车运往各混凝土系统。砂石加工系统用水主要用于骨料清洗、系统降尘，产生的废水主要污染物为悬浮物，废水中悬浮物浓度在 20000mg/L~90000mg/L 之间，不含其他的有毒或者有害物质，高峰期砂石加工生产废水的产生量为 0.0067m<sup>3</sup>/s。结合砂石加工系统运行班制，其生产废水处理系统考虑采取两班制，废水处理量为 336m<sup>3</sup>/d。

#### (2) 垫层料加工废水

本工程在上水库上游布置有垫层料加工系统，主要生产上、下水库大坝垫层料，采用粗碎开路，中细碎与第一筛分构成闭路生产粗骨料，超细碎(制砂)开路生产细骨料并对部分中石和小石进行整形的工艺流程，垫层料在廊道内掺配后经带式输送机运送至堆场堆存，经自卸汽车运往上下水库坝区垫层料填筑点。垫层料加工系统用水主要用于系统降尘，产生的废水主要污染物为悬浮物，高峰期垫层料加工生产废水产生量为 0.0033m<sup>3</sup>/s。结合垫层料加工系统运行班制，其生产废水处理系统考虑采取两班制，废水处理量为 168m<sup>3</sup>/d。

#### (3) 混凝土生产系统废水

本工程上水库混凝土生产系统布置在坝址右岸，下水库、输水发电系统混凝土生产系统布置在坝址左岸。混凝土系统生产废水主要为冲洗所产生的废水，仅在交接班时对混凝土拌和楼进行的清洗时产生，仅仅是在几分钟内完成，是间断瞬时性的。以上水库、下水库、输水发电系统混凝土系统每班末冲洗时间为 15min，冲洗流量取 0.0067m<sup>3</sup>/s，则单次系统冲洗量为 6m<sup>3</sup>，废水产生量为 18m<sup>3</sup>/d。根据相关研究结果，混凝土生产系统废水呈碱性，废水中悬浮物浓度在 1500mg/L~2500mg/L 之间。

#### (4) 修配系统废水

工程区含油废水主要来自于机械设备维修、保养，污染物主要为石油类、悬浮物、化学需氧量。根据相关研究结果，修配系统废水主要污染物为石油类，浓度约为 10mg/L~30mg/L。本工程上、下水库均设置有 1 个小型机械修配厂(包括机械修配站、汽车保养站)，类比同类工程，施工期含油废水的产生量约 10m<sup>3</sup>/d。

#### (5) 洞室排水

洞室排水主要是地下隧洞、厂房开挖面产生的涌水，其产生量与工程地质条件、

地下水含量等因素有关。地下洞室施工过程中，洞室爆破所用炸药为乳化炸药，并严禁使用 TNT 炸药，炸药成分主要是硝酸铵等无机盐水溶液和蜡、油等碳氢化合物，不会产生有毒物质，对水质影响较小。在施工前期，地下厂房和输水系统主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物、石油类。施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为悬浮物。根据有关工程资料分析，洞室排水废水中石油类浓度约 2mg/L~10mg/L，悬浮物浓度达 1500mg/L~3000mg/L。

本工程连接外部施工区域的洞室有①施工支洞、②施工支洞、进场交通洞、安全兼通风洞、自流排水洞以及独立的导流洞、泄洪放空洞、泄洪排沙洞、上下连接路交通洞等。根据工程区地下水分布及蕴含情况进行估算，本工程洞室排水的高峰期产生量约 870m<sup>3</sup>/d(包括洞室施工废水 455m<sup>3</sup>/d，地下涌水 415m<sup>3</sup>/d)。

#### (6) 基坑排水

本工程上、下水库均采用一次拦断河床的隧洞导流方式，导流工程挡水建筑物采用土石围堰结构型式。在围堰内开挖河床基坑，填筑大坝，需定期将基坑水抽排。由于上、下水库坝址截流流量小，不需要进行初期排水，只需进行经常性排水。经常性排水是在建筑物基坑开挖和混凝土浇筑过程中，由降水渗水和施工用水(主要是混凝土养护水和冲洗水)等汇集的基坑水。上、下水库一般时段的基坑排水强度为 3m<sup>3</sup>/h、5m<sup>3</sup>/h，废水中悬浮物浓度为 500mg/L~3000mg/L。

#### 2) 生活污水

本工程现场施工生活区包括上水库工程标、下水库工程标、输水发电系统工程标、机电设备安装工程标施工营地以及业主营地，施工高峰期人数分别为 500 人、500 人、400 人、400 人、300 人，高峰期生活污水产生量分别为 72.0m<sup>3</sup>/d、72.0m<sup>3</sup>/d、57.6m<sup>3</sup>/d、57.6m<sup>3</sup>/d、43.2 m<sup>3</sup>/d。各施工营地生活污水的主要污染物为化学需氧量、五日化学需氧量、悬浮物、总氮、总磷等，浓度一般为为 350mg/L~500mg/L、150mg/L~300mg/L、200mg/L~300mg/L、20mg/L~85mg/L 和 3mg/L~8mg/L。

#### 3) 施工期废污水汇总及回用去向

建全抽水蓄能电站地下洞室排水主要为施工开挖喷洒用水和地下水导排，基坑排水属于区间汇水和地下水导排，不属于工程产生的生产废水或生活污水，故地下洞室和基坑排水可单独统计。经统计，建全抽水蓄能电站施工期砂石加工废水、垫层料加

工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、生活污水等施工废(污)水高峰日共产生废水量 880.4m<sup>3</sup>/d(见表 3.3.1-2)；地下洞室和基坑排水产生量约 1130m<sup>3</sup>/d(地下洞室产生量为 160m<sup>3</sup>/d，基坑排水产生量为 870 m<sup>3</sup>/d)。

表 3.3.1-1 施工期污(废)水产生量表

废(污)水产生位置		高峰日产生量 m <sup>3</sup> /d	主要污染物及浓度	
施工废水	砂石加工废水	336	SS: 20000mg/L~90000mg/L	
	垫层料加工废水	168		
	混凝土生产系统废水	上水库	18	SS: 1500mg/L~2500mg/L
		下水库	18	
		输水发电系统	18	
	修配系统废水	上水库	10	石油类: 10mg/L~30mg/L
		下水库	10	
小计		578	/	
生活污水	上水库工程标施工营地	72.0	COD: 350mg/L~500mg/L; BOD <sub>5</sub> : 150mg/L~300mg/L; SS: 200mg/L~300mg/L	
	下水库工程标施工营地	72.0		
	输水发电系统工程标施工营地	57.6		
	机电设备安装工程标施工营地	57.6		
	业主营地	43.2		
	小计	302.4		/
合计		880.4	/	

砂石加工废水、垫层料加工废水处理后应达到《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T10488-2021)中砂石加工用水水质标准；含油废水处理后应达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫相应用水标准；混凝土系统冲洗废水、地下洞室排水、基坑排水处理后应达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用水标准；生活污水处理后应达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫相应用水标准。

c) 地下水环境

工程施工期间，对各类施工污废水进行处理后进行回用。工程施工期对地下水环境的影响主要为工程输水发电系统和厂房等洞室开挖及坝基开挖等可能造成地下水水位水量发生变化所产生的影响。

### 3.3.1.2 大气环境

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

#### a) 砂石加工系统

本工程砂石加工系统主要生产 C25 以下混凝土用骨料，采用粗碎开路，中细碎与第一筛分构成闭路生产粗骨料，超细碎与第一筛分构成闭路生产细骨料并对部分中石和小石进行整形的工艺流程，部分小石进入第三筛分车间筛分后生产喷混凝土用骨料。砂石加工粉尘排放系数在无控制排放的情况下，一般为 0.77kg/t 产品(含破碎、筛选、运输等)。本工程砂石加工系统的生产能力为 100t/h，系统中采用湿式作业，并配置石粉回收装置，湿式作业粉尘的产生量将减少 98%以上，由此推算，该系统粉尘排放系数约为 1.54kg/h，即 0.42g/s。

#### b) 垫层料加工系统

本工程垫层加工系统主要生产上、下水库大坝垫层料，采用粗碎开路，中细碎与第一筛分构成闭路生产粗骨料，超细碎(制砂)开路生产细骨料并对部分中石和小石进行整形的工艺流程，系统用水主要用于降尘。垫层加工系统的生产能力为 140t/h，推算该系统粉尘排放系数约为 2.156kg/h，即 0.60g/s。

#### c) 混凝土生产系统

根据施工进度安排，上水库混凝土生产系统混凝土高峰月浇筑强度为 0.97 万 m<sup>3</sup>/月，下水库混凝土生产系统混凝土高峰月浇筑强度为 0.57 万 m<sup>3</sup>/月，输水发电系统混凝土生产系统混凝土高峰月浇筑强度为 0.82 万 m<sup>3</sup>/月。混凝土生产系统主要由成品砂石料储存及运输系统、水泥及粉煤灰储运系统、搅拌系统等部分组成，产生的污染物主要是粉尘。本工程上水库、下水库、输水发电系统混凝土拌和系统采用全封闭拌和

楼，配有除尘设备，除尘效率可达 99%，拌和系统的粉尘排放系数为 0.009kg/t，上水库、下水库、输水发电系统混凝土生产系统设计生产能力分别为 40m<sup>3</sup>/h、25m<sup>3</sup>/h、40m<sup>3</sup>/h，计算得施工高峰期下水库、输水发电系统混凝土生产系统粉尘排放最大强度分别为 0.864kg/h、0.54kg/h、0.864kg/h，即 0.24g/s、0.15g/s、0.24g/s。

#### d) 土石方开挖爆破

土石方开挖包括主体工程、导流工程和施工支洞及部分场地平整等部位，土石方开挖总量为 945.64 万 m<sup>3</sup>，其中其中洞挖量 112.29 万 m<sup>3</sup>，明挖总量 833.5 万 m<sup>3</sup>。在开挖、爆破的过程中会产生大量粉尘，在采取湿式爆破新技术，配备无尘钻机后，粉尘的去除率可达 92%，粉尘排放系数为 0.96t/万 m<sup>3</sup>，土石方开挖可能产生的粉尘总量为 908.77t。

#### e) 交通运输扬尘

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

#### f) 机械及车辆燃油

工程施工机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布，由于施工范围大，时间长，污染物排放分散且强度并不大。运输车辆燃油废气，污染物排放量随交通流量增大而增大，也与车辆的类型、汽车运行的状况以及当地的气象条件有关，本工程交通运输量较小，不会对环境造成明显影响。

#### g) 厨房油烟

各施工营地设置有食堂，食堂均采用液化气为燃料，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。

### 3.3.1.3 声环境

声环境影响主要发生在施工期，施工噪声主要来源于边坡钻孔、爆破、开挖以及混凝土拌和、坝体石料填筑等施工活动和各种运输机械。噪声较大的施工机械有混凝土拌和系统、装载机、推土机、风钻等(主要施工机械、车辆等噪声见表 3.3.1-2)。可能受噪声影响较严重的区域主要是大坝施工区、砂石料生产区、垫层料生产区、混凝土生产区、主要运输干道等，受影响的主要是施工区周边的居民，但噪声影响会随施

工活动的结束而消失。

表 3.3.1-2 主要施工机械、车辆噪声源强一览表

单位：dB(A)

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

#### a) 施工爆破

施工爆破噪声主要产生于大坝开挖、隧洞施工和石料开采等施工作业面，噪声源强较大，一般在 100 dB(A)~120dB(A)之间，但施工爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。工程大部分的爆破作业产生于隧洞施工，隧洞爆破属于洞内爆破，噪声经山体阻隔后，实际传导到外部的噪声很少。

#### b) 施工机械噪声

施工机械噪声主要来自于空压机、挖掘机、推土机、钻孔、振捣、灌浆及开挖等机械施工活动，作业面噪声源强一般在 80 dB(A)~100dB(A)之间。

#### c) 施工辅企

施工辅企噪声来自综合加工厂、机械修配厂、汽车保养站、金属结构拼装场等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 70 dB(A)~90dB(A)之间。

#### d) 交通噪声

场内道路施工建设过程中对周边敏感点声环境产生一定影响。施工场内道路主要来往车辆为载重量 10t~20t 级自卸汽车，公路施工以及车辆运输会产生噪声影响。交通噪声属于线声源，一般在 70 dB(A)~80dB(A)之间。

### 3.3.1.4 固体废弃物

#### a) 施工弃渣

主体工程土石方调配时，充分利用开挖的有用石料，用作大坝填筑料和混凝土骨料，大大减少了工程弃渣量。上水库区、下水库区建筑物明挖石方及建筑物洞挖可利用料可在一定程度上满足上水库区填筑石料、下水库区填筑石料、部分混凝土骨料加工料需要量，不足部分外购；在满足施工总进度要求的前提下，尽可能保证利用料产生部位的开挖进度与下水库大坝填筑进度同时进行，主体工程土石方调配时，充分利用扩库开挖料，可减少料场的开挖量和无用量、工程弃渣量以及对地表的扰动范围；开挖可利用料尽量直接上坝利用，可避免二次转运过程中的水土流失。

土石方调运中考虑了节点适宜、时序可行、运距合理的原则，通过土石方调配，可加大余方利用率，减少集中堆渣量，从而避免新增占地，达到减少扰动地表的目的，有利于水土保持。

主体工程填筑土石方在尽可能利用各区块自身开挖料的基础上，不足部分从其它区块调入。土石方平衡在满足工程自身施工时序和质量要求的前提下，最大限度的利用，减少工程弃渣量，其中坝后压坡体利用弃渣 13.13 万 m<sup>3</sup>，大坝填筑利用主体开挖土石方量 491.42 万 m<sup>3</sup>，有利于水土保持。工程建设共产生余方 504.55 万 m<sup>3</sup>，规划 4 处弃渣场，其中 2 处分别位于上下水库死库容库盆内，共计堆置 56 万 m<sup>3</sup> 弃方，蓄水后将被淹没，最大限度减少了弃渣占地；对不能综合利用的弃渣分别堆置于秦家河弃渣场，并采取排水、拦挡、坡面防护、后期植物措施等防护。

由于抽水蓄能电站建设的特殊性，对于大坝填筑料具有较高要求，本方案考虑 468.76 万 m<sup>3</sup> 的工程开挖料综合利用，除此外自身开挖料大部分不能满足上坝填筑要求，需产生余方集中堆置。为满足大坝填筑数量要求，通过料场规划比选，选择两处料场自采取料，经筛分加工处理后上坝。枢纽工程区及料场区产生的弃渣，部分用于坝后压坡和死库容堆渣综合利用，确不能利用的就近集中堆置在各弃渣场，并按“先拦后弃”的原则设置拦挡措施。

在满足主体工程建设的条件下，土石方调配较为合理。

#### b) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括渣土、废石料、散落的砂浆和混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物。这些建筑垃圾主要来源于大坝砌筑、道路铺设和其它施工现场、建筑工地。施工工厂也有一些建筑垃圾产生，如钢管加工厂和钢筋加工厂产生废金属、木材加工厂产生废木材和木屑等。施工区建筑垃圾相对集中便于回收利用，少部分不宜回收分类后根据其性质进行外运处置或填埋于渣场。

#### c) 生活垃圾

枢纽工程施工区生活垃圾相对较少，施工高峰期施工营地总人数为 2100 人，按人均日产生垃圾量为 1kg 计算，平均日垃圾产生重量为 2.1kg。

#### d) 含油废物

工程施工修配厂运行过程中和运行期机组检修过程中将产生一定量的含油废水和废机油，其中废机油、含油废水处理设施产生的油泥均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，需委托有危险废物处置资质的单位进行处置。

### 3.3.1.5 生态环境

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

工程施工对土壤和植被的影响由工程永久和临时占地产生。本工程建设征地涉及土地面积 4187.59 亩(永久征收土地 3226.03 亩，临时征用土地 961.56 亩)，其中耕地 1725.95 亩，园地 34.24 亩，林地 2032.41 亩，草地 60.47 亩，住宅用地 47.03 亩，交通运输用地 126.05 亩，水域及水利设施用地 160.67 亩，其他用地 0.77 亩。永久占地和临时征地土地地表植被均为当地常见植被，工程施工对该区域植被及陆生植物多样性不会造成较大影响。

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

工程永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏，施工临建设施占压和施工活动扰动区域等临时占地在施工结束后，通过采取一定的整治恢复措施，地表植被可以逐步得到恢复。工程施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息活动，施工噪声会对其产生惊扰。

#### 3.3.1.6 水土流失

工程开挖、石料开采、临时占地等将扰动原地貌，破坏植被，损坏部分水土保持措施设施，增加水土流失强度。施工规划考虑所需土料、石料尽可能利用工程开挖料，可减少土石方开挖，由此可减少损坏水土保持设施和水土流失。施工开挖造成的裸露面在雨水侵蚀下，可能会失去稳定，造成局部塌方，影响施工进度，危及人身安全，同时造成新的水土流失。

#### 3.3.1.7 人群健康

本工程施工期高峰人数为 2100 人(业主营地、前期标施工营地、主体土建标施工营地和机电设备安装标施工营地分别为 500 人、500 人、400 人、400 人、300 人)，施工期间施工人员骤增，人群来自各地，进出频繁，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。

### 3.3.2 工程建设征地

#### 3.3.3.1 工程建设征地

建全抽水蓄能电站建设征地总面积 4187.59 亩，水库淹没区全部与枢纽工程区重叠。其中水库淹没区面积 1262.62 亩，占总面积的 30.15%，枢纽工程建设区面积 2924.97 亩(不含与水库淹没重叠区)，占总面积的 69.85%。

在建设征地总面积中，永久征收土地面积 3226.03 亩，占总面积的 77.04%，临时占用土地面积 961.56 亩，占总面积的 22.96%。按地类分，耕地面积 1725.95 亩，占总面积的 41.22%；园地面积 34.24 亩，占总面积的 0.82%；林地 2032.41 亩，占总面积的 48.53%；草地 60.47 亩，占总面积的 1.44%；交通运输用地 126.05 亩，占总面积的 3.01%；住宅用地 47.03 亩，占总面积的 1.12%；水域及水利设施用地 160.67 亩，占总面积的 3.84%；其他土地 0.77 亩，占总面积的 0.02%。

工程建设征地共涉及永久基本农田 854.58 亩，其中永久征收土地面积涉及永久基本农田 512.04 亩，临时征用土地面积涉及永久基本农田 642.54 亩。上水库淹没区土地面积涉及永久基本农田 85.9 亩，下水库淹没区土地面积涉及永久基本农田 255.95 亩。

工程建设征地范围内不涉及国家级公益林、I 级林地和 II 级林地，涉及 III 级公益林 693.27 亩，其中枢纽工程区永久征收土地面积涉及 III 级公益林 446.11 亩，临时征用土地面积涉及 III 级公益林 128.32 亩，上水库淹没区土地面积涉及 III 级公益林 46.93 亩，下水库淹没区土地面积涉及 III 级公益林 71.91 亩。

#### 3.3.3.2 移民安置

规划对于本工程涉及的征地人员安置对象 1140 人全部采取参加“征地人员安置对象基本养老保险安置”的方式。建设征地涉及住房安置对象 837 人，采用住房货币安置；建设征地涉及非住房安置对象 21 人，采用农村宅基地后靠自建房安置。

### 3.3.3 工程运行

#### 3.3.2.1 水环境

##### a) 水温

建全抽水蓄能电站建成后，水体在上、下库之间不断抽水、泄放，交换频繁。判

断上、下水库的水温结构均为混合型，不会产生水库水温分层现象，不会对双河洞沟流域下游尤其是三峡库区的水温产生不利影响。

#### b) 水文情势

抽水蓄能电站一般晚上抽水蓄能，白天放水发电。调节水量在上、下库中循环使用，除蒸发渗漏损失外，水量损耗较小抽水蓄能电站的运行对上、下水库的水位将会产生一定的影响，电站抽水时，上水库水位抬高、水域面积增大，相应的下水库水位下降、水域面积减少，发电时则相反。

电站建成后，上水库上游来水均被拦截在水库内，需通过生态放流管下泄生态流量，坝下水文情势发生了较为明显的变化，全年流量变化明显。下水库位于正常蓄水位时，上游来水可通过泄洪建筑物下泄，但下水库位于正常蓄水位的时间较短；电站运行期间，下水库低于正常蓄水位，上游来水均被拦截在水库内，坝下只有通过生态放流管下泄生态流量，坝下水文情势的变化也较为明显。

#### c) 水环境

##### 1) 废(污)水

健全你抽水电站建成运行本身不产生水污染物，运行期厂房产生的污废水主要为机组运转所用透平油的跑、冒、滴、漏而产生的地面冲洗含油废水，机组检修时产生的少量含油、含碱废水及主变事故产生的绝缘油污水，除此之外即为各区域电站工作人员的日常生活污水。工程设有上下库区管理用房、业主现场办公区，运行期规划总人数约 280 人，每人每天生活用水量取  $180\text{L/d}\cdot\text{人}$ ，污水排放系数取 0.8，运行期污水日均产生量  $40.32\text{m}^3$ 。生活污水主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为化学需氧量、五日化学需氧量、悬浮物、总氮、总磷等，浓度一般为为  $350\text{mg/L}\sim 500\text{mg/L}$ 、 $150\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $200\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $20\text{mg/L}\sim 85\text{mg/L}$  和  $3\text{mg/L}\sim 8\text{mg/L}$ 。运行期废污水直接将污染双河洞沟水质，达标处理后回用。

电站运行期在机组检修时，会产生一定的含油污水，工程在地下厂房四周设置排水沟，收集油污水，在排入集水井前通过油水分离器处理，浮油为危险废物，需委托有资质的单位妥善处理。

##### 2) 水质

在水库蓄水初期，水库水质主要受上游来水水质、库周林地落叶腐烂和土壤释放

出的有机质的影响，使得水体中五日生化需氧量、化学需氧量、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，会对水质产生一定影响。

电站正常运行时，水体在上、下库之间频繁交换，有助于库水中有机物质的降解。由于电站上游的污染源少，水质现状良好，入库的污染物少，从而可使水质保持较好的水平。电站抽水、发电时流量较大，将造成进/出水口流态紊乱，从而引起进/出水口附近水域混浊度增加，对水库局部水质产生影响，主要为悬浮物。

电站蓄水初期和运行期下水库下泄生态流量，但经过下泄流量调节的下游河道与原有天然河道相比，其流量、流速以及水位等会发生改变，纳污能力将发生变化。

### 3.3.2.2 生态环境

工程水库淹没和永久占地将改变土地的利用类型，减少原有陆生植被类型，随着水库蓄水淹没，库区生态景观也随之发生变化，主要体现为林地、耕地景观将缩小，河流水面面积增大，水体景观将增加，工程的建设对区域生态系统有一定的影响，但随着工程建设过程中采取的水土保持、生态防护和景观恢复等措施，工程影响区域的植被恢复，工程建设对区域生态系统的影响会逐渐减少。

### 3.3.2.3 大气环境

工程建成后运行期仅业主营地食堂会产生食堂油烟，但经过油烟净化处理后排放，满足达标排放要求，营运期大气污染物排放对大气环境的影响很小。

### 3.3.2.4 声环境

工程建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内的发电(水轮机)机组，由于机组位于地面以下，不影响地面声环境质量。

### 3.2.2.5 固体废弃物

运行期电站工作人员的生活垃圾来自上库管理用房和业主营地，总人数约 280 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d 计，日均垃圾产生量为 0.28t，年垃圾产生量为 102.2t，采取外运处理方案进行处置。

## 3.4 工程分析结论

### 3.4.1 环境影响因素分析

#### 3.4.1.1 主要生态影响源

根据工程施工与运行影响分析，影响本工程生态环境的主要施工区场地使用与水库淹没。施工期，枢纽建筑物将有 195.00hm<sup>2</sup> 的地表因施工场地利用而导致地表植被被破坏，区域生态环境受影响。运行期，上水库新增淹没土地 32.70hm<sup>2</sup>(未计枢纽工程重叠用地)，下水库新增淹没土地 51.48hm<sup>2</sup>(未计枢纽工程重叠用地)，从而导致区域植被数量下降、农业生产条件减少。

### 3.2.4.2 主要污染源

根据工程施工与运行环境影响分析，本工程主要污染源排放情况见表 3.4.1-1。

表 3.4.1-1 主要污染源统计表

产生时段	项 目		单位	日高峰	年排放量	排放总量	备 注	
施工期	废水	生产废水	万 t	0.0578	21.10	126.58	主要污染物为SS，排放量变化幅度大	
		生活污水	万 t	0.03024	11.04	66.23	主要污染物为BOD <sub>5</sub> 、COD	
	废气	生产系统粉尘	t	0.097	35.41	212.43	无组织排放，主要产生于施工开挖	
		固体废弃物	不可利用料	万 m <sup>3</sup>	/	/	512.55	回填 239.01 万 m <sup>3</sup>
			生活垃圾	t	2.1	766.5	3540.5	
运行期	废水	生活污水	m <sup>3</sup>	40.32	14717	/	按电厂工作人员总数估算	
	固体废弃物	生活垃圾	t	0.28	102.2	-	按电厂工作人员总数估算	

### 3.2.4.3 环境影响因子的识别和筛选

根据建全抽水蓄能电站的建设特点、工程所在区域的环境现状特征，施工期和运行期分别以工程施工活动、移民安置和水库运行为主要影响源，分析工程施工对施工区及周围环境的影响，移民安置对生态环境和社会环境的影响，以及工程运行对水库水环境、地质环境和社会环境的影响。其环境要素的识别与筛选采用矩阵分析法，并以环境影响程度和范围的严重性、影响时间的持续性、影响的潜在性及敏感性作为判别依据，其识别和筛选结果详见表 3.2.4-2。

表 3.4.1-2 环境影响矩阵分析表

环境要素		影响源			重要性
		工程施工	移民安置	水库运行	
水文情势	水量水位变化	2L	-	3L	III
	泥沙淤积	-	-	1L	I
水环境	水质	2R	-	1L	II
	水温	-	-	1L	I
	地下水	1L	-	1L	II
生态环境	水土流失	3R	2R	-	III
	陆生植物	2R	1R	3L	III
	陆生动物	2R	1R	3L	III
	水生生物	1R	-	1L	I
大气环境	空气质量	1R	1R	-	I
声环境	噪声	2R	1R	-	II

注：表中 1、2、3 分别表示影响程度为小、中、大；I、II、III 分别表示各环境要素在本工程预测评价中的重要性为可忽略、相对重要、重要；R、L 分别表示影响类型为可逆和不可逆；- 表示基本无影响。

#### 3.2.4.4 筛选结果

由表 3.4.1-2 可知，受影响的环境要素按重要性从大到小可分为如下 3 类：

第 III 类的环境要素有：水量水位变化、水土流失、陆生植物、陆生动物，本工程建设对这些环境要素产生较大影响，在环境影响预测评价中应进行重点评价；第 II 类的环境要素有：水质、地下水、噪声，本工程建设对这些环境要素将产生一定影响，在环境影响预测评价中应进行评价；第 I 类的环境要素有：泥沙淤积、水温、水生生物，电站建设对这些环境要素的影响甚微，在环境影响预测评价中作简要分析，对于空气质量和景观的影响主要是对敏感受体进行评价。

针对上述筛选结果，考虑发展社会经济是工程建设的主要目标，而将水环境影响评价、生态影响评价作为本工程环境影响评价工作的重点。

#### 3.4.2 工程分析结论

根据以上分析，建全抽水蓄能电站工程建设主要影响源为工程开挖与回填、砂石加工、水库淹没等，主要的影响受体是施工区周边的居民，陆生动植物等。工程影响

分析主要结论详见表 3.4.2。根据环境因子识别结果，本工程主要环境因子是陆生植物、水土流失和噪声等。

表 3.4.2 工程影响分析汇总表

影响时段		影响源	可能产生的环境影响
施工期	工程施工	工程开挖、混凝土生产、砂石料与垫层料加工、施工人员进驻	1.破坏植被，新增水土流失； 2.对河道水质有一定影响； 3.对大气、声环境有一定影响； 4.对施工区植物有较大影响； 5.对施工区周围动物有轻微影响； 6.对土地资源、人群健康及社会经济有影响
	移民安置	移民安置、专项复建	1.破坏植被、引起水土流失； 2.对土地资源、人群健康有影响
运行期	电站运行	大坝拦截、水库蓄水、工程发电	1.截断河段水流，影响水文情势； 2.对库区及下游河段水文情势产生较大影响； 3.对库区及下游河段水生生物有影响； 4.对工程所在地社会经济有利
	水库淹没	淹没植被和土地资源	1.使库周植被覆盖率下降，生态系统功能减弱； 2.土地资源减少，短期影响库周社会经济发展； 3.迫使小型野生动物迁移

## 4 环境现状调查与评价

### 4.1 自然环境

#### 4.1.1 气候气象

云阳县属亚热带季风气候区，气候温和，四季分明，雨量充沛，湿度较大，无霜期长，春季气温回升较早但常受寒潮影响出现倒春寒，初夏雨量丰沛，盛夏炎热多伏旱，秋多绵雨，冬无严寒，云雾较多。

根据云阳县气象局的统计资料，云阳县多年平均气温18.7℃，8月平均气温29.3℃，1月平均气温7.5℃，极端最高气温42.8℃，极端最低气温-4.0℃；多年平均降水量为1122.4mm，4月~10月降水量约占全年降水量的88.7%；多年平均相对湿度74%；多年平均蒸发量为1323.6mm；多年平均日照为1464.9h；多年年平均风速1.5m/s，多年年平均最大风速10.6m/s，极端最大风速20.0m/s，最多风向为NEN；多年平均无霜期304d。

云阳气象站多年月、年平均气温见表4.1.1。

表 4.1.1 云阳气象站多年月、年平均气温表 单位：℃

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均	7.5	9.8	12.8	19.4	22.3	25.9	28.8	29.3	25.1	19.8	13.9	9.5	18.7

#### 4.1.2 水文泥沙

##### 4.1.2.1 径流

本工程上、下水库均位于长江一级支流小江左岸支流双河洞沟。上水库坝址处控制流域面积为3.54km<sup>2</sup>，河道长度3.09km，河道平均坡度109.1‰；下水库坝址处控制流域面积为25.3km<sup>2</sup>，河道长度7.19km，河道平均坡度62.11‰。根据推算，上、下水库坝址多年平均流量分别为0.071m<sup>3</sup>/s、0.51m<sup>3</sup>/s，多年平均年径流量分别为223.91万m<sup>3</sup>和1608.34万m<sup>3</sup>。

表 4.1.2-1 上、下水库多年各月径流量统计表 单位：万 m<sup>3</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
上水库	2.68	2.42	4.82	15.03	29.73	41.99	41.52	22.50	29.81	21.70	10.18	3.63	223.91
下水库	18.75	16.69	35.35	107.83	212.40	299.38	296.77	160.17	213.84	154.81	72.85	25.66	1608.34

#### 4.1.2.2 泥沙

双河洞沟流域悬移质泥沙主要来源于雨季的坡面汇流对表土的侵蚀作用，推移质泥沙主要来源于两岸及支沟崩塌、滑坡及频繁的人类活动。流域内不能耕作的陡坡岩坎均生长灌木和树林，凡有土壤的坡地均开垦耕作，土地利用率高，在一定程度上造成了水土流失，导致河流泥沙含量较大。经计算。上、下水库坝址多年平均悬移质输沙量分别为 0.283 万 t、2.02 万 t，多年平均悬移质含沙量分别为 1.14kg/m<sup>3</sup>、1.13kg/m<sup>3</sup>。

#### 4.1.2.3 洪水

根据云阳县气象站实测降雨资料统计，暴雨一般出现在 4 月~10 月，大暴雨集中在 6 月~9 月，大暴雨往往引发严重的山地灾害，一般年份暴雨日数为 3d，个别年份最多可达 7d。云阳气象站实测最大日雨量、24h 降雨量分别为 191.5mm、240.9mm，实测最大 1h、6h 降雨量分别为 60.2mm、107.6mm。余家站年最大洪峰各月出现的频次见表 4.1.2-2。

表 4.1.2-2 余家站年最大洪峰各月发生频次表

项目	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
发生频次	5	14	10	2	7	2
占比 %	12.5	35	25	5	17.5	5

由于本工程上、下库坝址集水面积小、河道坡度较陡，汇流时间短，故洪水特性与暴雨相似，其洪峰流量取决于短历时暴雨，短历时的局部暴雨亦可形成坝址的较大洪水。本阶段上、下水库坝址设计洪水成果推荐采用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》中推理公式法计算成果。

表 4.1.2-3 上、下水库坝址设计洪峰流量及设计 24h 洪量成果表

位置	项 目	各频率设计值							
		0.05%	0.1%	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%
上水库	Q(m <sup>3</sup> /s)	117	108	85.2	75.7	66.5	53.9	44.6	35.2
	W <sub>24h</sub> (万 m <sup>3</sup> )	131.2	122.7	102.1	93.21	83.93	71.65	61.95	51.72
下水库	Q(m <sup>3</sup> /s)	622	571	454	404	355	290	241	191
	W <sub>24h</sub> (万 m <sup>3</sup> )	857.7	799.5	655.3	594.6	531.3	445.3	382	315

注：下水库坝址洪水包含上水库坝址洪水。

### 4.1.3 地形、地貌与地质

#### 4.1.3.1 地形地貌

本工程所在区域为侵蚀与剥蚀作用共同形成的参差方块状低中山区，地形上总的特征是山高谷深，沟多坡陡，陡缓相间，呈台阶状展布。

上水库天然库盆呈“Y”形分布，左支沟走向 NNW 向，右支沟走向 SSW 向，两支沟于陈家山沙湾处交汇为主冲沟，主沟总体流向近 EW 向。沟底高程一般为 580.00m~685.00m，支沟两侧冲沟发育，呈树枝状展布，主沟和其支沟一般都常年有流水。库周山顶高程多在 800.00m 以上，为宽厚的条形山脊。地形相对高差一般小于 200m，岸坡多呈陡缓相间台阶状。坝址区溪沟为“V”型峡谷地形，两岸山体雄厚，地形对称，左岸综合地形坡度 30°~34°，右岸综合地形坡度 34°~38°。

下水库天然库盆亦呈“Y”形分布。左支沟走向 NWW 向，右支沟走向 SSW 向，两支沟于双河口处交汇为主冲沟，主沟总体流向 SWW 向。区内溪沟沟底高程一般为 300.00m~350.00m，支沟两侧冲沟发育，呈树枝状展布，主沟和其支沟一般都常年有流水。库周山顶高程多在 800.00m 以上，呈宽厚条形。库区地形相对高差一般大于 400m，岸坡呈陡缓相间台阶状地形，即砂岩区形成陡崖，泥岩区呈缓坡，缓坡地形坡度一般为 5°~25°；陡坡地形坡度一般为 30°~55°。坝址区溪沟呈宽缓“V”型峡谷地形，两岸山体雄厚，地形对称，岸坡坡度为 20°~24°。

#### 4.1.3.2 地质

工程区位于渠马河向斜与铁锋山背斜之间，地质构造较简单，其主要构造形迹为

平缓的褶曲和节理裂隙。上水库库坝区岩层产状一般为： $275^{\circ}\sim 285^{\circ}/NE\angle 5^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ，部分为  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}/NW\angle 8^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ，岩层面呈舒缓波状起伏。下水库库坝区处于一向上游平缓倾伏的褶曲核部，左岸岩层产状： $300^{\circ}\sim 320^{\circ}/SW\angle 5^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ，右岸岩层产状： $20^{\circ}\sim 40^{\circ}/NW\angle 8^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。工程区内出露的地层为中生界侏罗系上统蓬莱镇组(J3p)及分布不均一的第四系松散堆积物。

#### a) 蓬莱镇组(J3p)

蓬莱镇组(J3p)为陆相碎屑岩，具多循环沉积韵律，其颗粒成分总体表现由粗渐细，即由砾岩到中粗粒砂岩、中细粒和细粒砂岩、粉砂岩至泥岩。通过地质测绘，结合工程区的岩性变化特征，蓬莱镇组地层可分为两段，从老至新叙述如下：

第一段(J3p1)主要分布在下水库，细分为 4 层：①第 1 层(J3p1-1)为灰白色厚至巨厚层细砂岩，夹紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩，厚度 130m~150m；②第 2 层(J3p1-2)为紫红色、砖红色泥岩、粉砂质泥岩与中厚层细砂岩互层，厚度约 56.4m；③第 3 层(J3p1-3)为灰白色厚至巨厚层细砂岩，夹不规则紫红色泥岩、泥质粉砂岩，底部见似层状含角砾砂岩，厚度约 90m；④第 4 层(J3p1-4)为暗灰至灰白色、青灰色厚层状细砂岩，层理面夹有多层青灰色泥质角砾，顶部夹紫红色含灰质结核泥岩，厚度约 80m~85m；

第二段(J3p2)主要分布在上水库，细分为 3 层：①第 1 层(J3p2-1)为灰白至浅灰色中细粒砂岩，夹紫红色粉砂质泥岩，底部夹砾岩层，砾石为磨圆度稍好的灰岩或泥灰岩，厚度约 60m~80m；②第 2 层(J3p2-2)为灰白色厚至巨厚层钙质胶结中细粒砂岩、中粒钙质胶结岩屑砂岩，上部夹紫红色含钙质结核泥岩，厚度 60m~85m；③第 3 层(J3p2-3)：黄灰色至浅灰色厚层中细粒砂岩，中部夹紫红色粉砂质泥岩，厚度约 100m~150m。

#### b) 第四系松散堆积物

区内分布的第四系地层主要有残坡积(Qedl)、崩积(Qcol)、洪冲积(Qpal)、崩积与冲积(Qcol+al)等松散堆积物：①残坡积物(Qedl)组成物质为粉质粘土，结构松散至稍密状，厚度 0.5m~9.60m，分布于工程区一带山坡上；②崩积物(Qcol)组成物质为砂岩崩石、块石夹少量粘土，块石直径一般 2m~3m，崩石直径最大达 10m 以上，厚度 10m~26m，主要分布于连接上、下水库冲沟左岸建全村；③崩积与冲积物(Qcol+al)

为崩石、块石、碎石夹少量卵砾石与粉砂土，厚度 3m~4m，主要分布于上、下水库冲沟。

区域位于跨越新华夏系第三隆起带和第三沉降带之接合部位，亦即川鄂湘黔隆褶带之北西缘和四川沉降褶带之川东褶带的一部分。区内构造多呈 NE 走向，主要褶皱有七曜山背斜、故陵(万州)向斜、渠马河(梁平)向斜、铁峰山背斜、马槽坝背斜等。区域范围内的断裂多为早、中更新世断裂，以逆冲断层为主。

区域位于渠马河向斜与铁峰山背斜之间，地质构造较简单，其主要构造形迹为平缓的褶曲和节理裂隙。流域内未发现大的断层发育，以节理裂隙为主要构造形迹。节理裂隙以近 EW 向缓倾角层理和近 EW 向陡倾角节理为主。未见活动断裂分布，未发生过 5 级以上地震，构造稳定性好。

#### 4.1.3.3 水文地质特征

##### a) 地下水类型

工程区为一套浅水湖相砂、泥岩地层，成岩后未遭受强烈的构造变动，根据区内地层岩性和地质构造特点及含水层特性，地下水主要有孔隙潜水和基岩裂隙水两类。

##### 1) 孔隙潜水

孔隙潜水主要赋存于第四系松散堆积物之中，直接由大气降水补给，水位和水量受季节降雨的影响大。区内大部分地段覆盖层较薄，土体的透水性强，富水性较差。地下水主要接受大气降水补给，沿松散堆积物与基岩接触带或中、细粒砂岩与泥岩接触面附近出露地表，以径流形式向邻近的沟谷排泄，泉点不发育。

##### 2) 基岩裂隙水

主要赋存于岩体中的张裂隙密集带和层面裂隙中。由于区内岩性的差异和岩体中裂隙的成因与分布特点及发育程度不同，构成了不均一的基岩裂隙含水层和基岩裂隙水，含水岩体主要为裂隙相对较发育的中细粒砂岩、细砂岩。由于岩体中分布有厚度不一的多层泥岩或粉砂质泥岩，均能起到较好的隔水作用，导致岩体内具有成层分布多个含水层的复杂水文地质条件。

据钻孔地下水位长期观测资料，上水库左右两岸各钻孔枯水期地下水位埋深较大，左岸最大深度为 32.0m(高程 662.97m)~42.5m(高程 687.96m)、右岸最大深度为 56.5m(高程 670.22m)~62.5m(高程 629.28m)。其中左岸坝头最大地下水位埋深 32.0m(高程

662.97m)，右岸坝头最大地下水位埋深 62.5m(高程 629.28m)，两岸坝头地下水位均低于水库设计正常蓄水位；两岸帷幕部位地下水位高于水库设计正常蓄水位。河床部位地下水位埋藏较浅，最大深度为 9.0m(高程 582.25m)。上水库各钻孔地下水位长期观测结果见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 上水库钻孔地下水长期观测成果一览表

位置	孔号	孔口高程 m	最高水位深度/ 高程 m	最低水位 深度/高程 m	最大 变幅 m	是否高于正常 蓄水位	备注
上 水 库	ZK10	730.46	4.2/726.26	42.5/687.96	38.3	是	左帷幕
	ZK11	654.97	21.7/633.27	32.0/622.97	10.3	否	左坝头
	ZK12	691.78	47.0/644.78	62.5/629.28	15.5	否	右坝头
	ZK13	726.72	44.0/682.72	56.5/670.22	12.5	否	右帷幕
	ZK14	591.25	0.7/590.55	9.0/582.25	8.3	否	河床

下水库各钻孔枯水期地下水位长期观测结果与上水库情况一致，埋深也较大，左岸最大深度为 27.8m(高程 319.29m)~81.0m(高程 325.48m)、右岸最大深度为 43.0m(高程 309.27m)~67.0(高程346.04m)m。其中左岸坝头最大地下水位埋深27.8m(高程319.29m)，右岸坝头最大地下水位埋深 43.0m(高程 309.27m)，两岸坝头地下水位均低于水库设计正常蓄水位；两岸帷幕部位地下水位高于水库设计正常蓄水位。河床部位地下水位埋藏较浅，最大深度为 2.0m(高程 274.28m)。下水库各钻孔地下水位长期观测结果见表 4.1.3-2。

表 4.1.3-2 下水库钻孔地下水长期观测成果一览表

位置	孔号	孔口高程 m	最高水位 深度/高程 m	最低水位 深度/高程 m	最大 变幅 m	是否高于正常 蓄水位	备注
下 水 库	ZK1	406.48	27.6/378.88	81.0/325.48	53.4	是	左帷幕
	ZK2	347.09	25.0/322.09	27.8/319.29	2.8	否	左坝头
	ZK3	352.27	19.8/332.47	43.0/309.27	23.2	否	右坝头
	ZK4	413.04	17.3/395.74	67.0/346.04	49.7	是	右帷幕
	ZK5	276.28	1.5/274.78	2.0/274.28	0.5	否	河床

输水发电系统地下水主要是基岩裂隙水，向附近溪沟排泄。由于多条冲沟的切割和岩性的差异，地下水位的埋深差异较大。上水库进/出水口段地下水位埋深较浅，

为 1.7m(高程 690.79m)~9.5m(高程 682.99m); 地下厂房部位地下水位埋藏较深, 变幅较大, 为 95.7m(高程 351.95m)~130.0m(高程 317.65m); 下水库进/出水口段地下水位埋深较深, 变幅相对较小, 为 75.7m(高程 317.95m)~85.8m(高程 361.85m)。输水发电系统沿线各钻孔地下水位长期观测结果见表 4.1.3-3。

表 4.1.3-3 输水发电系统钻孔地下水长期观测成果一览表

位置	孔号	孔口高程 m	最高水位 深度/高程 m	最低水位 深度/高程 m	最大 变幅 m	备注
输水发电系统	ZK6	447.65	75.7/371.95	85.8/361.85	10.1	下库进/出水口
	ZK15	692.49	1.7/690.79	9.5/682.99	7.8	上库进/出水口
	ZK20	447.65	95.7/351.95	130.0/317.65	34.3	地下厂房

b) 岩体透水性

根据压水试验成果, 上水库 5 孔 77 段中, 透水率  $q > 10\text{Lu}$  的 0 段,  $q = 3\text{Lu} \sim 10\text{Lu}$  的 9 段, 占 11.7%,  $q = 1\text{Lu} \sim 3\text{Lu}$  的 22 段, 占 28.6%,  $q < 1\text{Lu}$  的 46 段, 占 59.7%, 说明上水库岩体以弱~微透水为主; 下水库 5 孔 70 段中, 透水率  $q > 10\text{Lu}$  的 9 段, 占 12.9%,  $q = 3\text{Lu} \sim 10\text{Lu}$  的 14 段, 占 20.0%,  $q = 1\text{Lu} \sim 3\text{Lu}$  的 26 段, 占 37.1%,  $q < 1\text{Lu}$  的 21 段, 占 30.0%, 说明下水库岩体仍以弱~微透水为主, 但岩体透水性明显大于上水库; 输水发电系统 3 孔 73 段中, 透水率  $q > 10\text{Lu}$  的 4 段, 占 5.5%,  $q = 3\text{Lu} \sim 10\text{Lu}$  的 8 段, 占 11.0%,  $q = 1\text{Lu} \sim 3\text{Lu}$  的 26 段, 占 35.6%,  $q < 1\text{Lu}$  的 35 段, 占 47.9%, 说明输水发电系统岩体以弱~微透水为主。

c) 环境水腐蚀性

由试验成果可知, 上水库水样对混凝土有重碳酸型弱腐蚀性, 下水库水样对混凝土无腐蚀性, 成果见表 4.1.3-4。

表 4.1.3-4 水质简分析成果表

取样地点		上水库	下水库	
试验结果	PH 值		8.3	7.6
	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	mg/L	1.38	11.20
	Ca <sup>2+</sup>	mg/L	31.48	54.25
	Mg <sup>2+</sup>	mg/L	4.32	5.22
试验结果	Cl <sup>-</sup>	mg/L	9.60	10.38
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	23.05	20.17
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	59.11	175.19
		mmol/L	0.969	2.872
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	15.72	0.00
	OH <sup>-</sup>	mg/L	0.00	0.00
	游离 CO <sub>2</sub>	mg/L	0.00	8.89
	固定 CO <sub>2</sub>	mg/L	27.08	63.18
	总酸度	mmol/L	0.000	0.202
	侵蚀性 CO <sub>2</sub>	mg/L	0.00	2.70
	总碱度	mg/L	74.67	143.58
	总硬度	mg/L	96.43	157.00
依据 GB50287-2016《水利水电工程地质勘察规范》判断		对混凝土有重碳酸型弱腐蚀性(1.07≥HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> >0.7)	对混凝土无腐蚀性	

注：1、表中总碱度、总硬度以 CaCO<sub>3</sub> 计；试验按《水电工程地质勘察水质分析规程》(NB/T 35052-2015)和《水力发电工程地质勘察规范》(GB 50287-2016)进行。

#### 4.1.4 水土流失

##### 4.1.4.1 区域水土流失现状

根据《水利部办公厅印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》(办水保〔2013〕188号)、《重庆市人民政府办公厅关于公布水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》(渝府办发〔2015〕197号)，建全抽水蓄能电站所在地属于三峡库区国家级水土流失重点治理区、重庆市水土流失重点治理区，工程区执行西南紫色土区水土流失防治一级标准。

根据《重庆市水土保持公报(2020)》，云阳县水土流失面积1707.71km<sup>2</sup>，占总土地

面积的46.97%；其中，轻度流失面积1104.75km<sup>2</sup>，中度流失面积315.69km<sup>2</sup>，强烈流失面积为222.40km<sup>2</sup>，极强烈流失面积为57.63km<sup>2</sup>，分别占总水土流失面积的64.70%、18.49%、13.02%、3.37%。水土流失方式主要有面蚀、沟蚀等。

表 4.1.4 云阳县现状水土流失面积汇总表

区域	区域总面积 km <sup>2</sup>	水土流失总面积		轻度		中度		强烈		极强烈	
		数量 km <sup>2</sup>	比例 %								
云阳县	3636	1707.71	46.97	1104.75	64.70	315.69	18.49	222.40	13.02	57.63	3.37

#### 4.1.4.2 工程区水土流失现状

建全抽水蓄能电站位于西南土石山区，根据工程区地形地貌、气候特征、地表组成、植被覆盖度等自然环境状况，参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)及当地提供的水土保持规划资料，综合判断工程区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主，土壤侵蚀模数背景值为600t/(km<sup>2</sup>·a)~1300t/(km<sup>2</sup>·a)，土壤容许流失量为500t/(km<sup>2</sup>·a)。

## 4.2 生态环境

为了解工程区和占地范围内的陆生生态现状，可研阶段，我院委托武汉市伊美净科技发展有限公司于2022年2月~4月对区域陆生生态环境现状进行了详细调查。

### 4.2.1 陆生生态

#### 4.2.1.1 调查方案

##### a) 调查范围

调查范围包括主要包括上、下水库库区所在的双河洞沟两岸第一重山脊线内范围及工程建设征占地红线范围外扩300m形成的连续区域，总面积为2169.79hm<sup>2</sup>。

##### b) 调查方法

##### 1) 基础资料收集

收集整理评价范围及邻近地区能反映区域生态环境、生物多样性现状的资料，包括自然资源、生态环境、林业和草原、水利、农业及农村、文化和旅游等部门提供的相关资料，并且参考《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓、张学文等，2000

年)、《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017年)、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》(王应祥著, 2003年)、《中国鸟类图鉴》(钱燕文, 1995年)、《中国脊椎动物大全》(刘明玉, 解玉浩等, 2000年)、《中国兽类野外手册》(湖南教育出版社, 2009年)、《重庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》(彭杰等, 2018年)、《重庆市鸟类名录及其生态地理分布》(邓亚平等, 2019年)、《重庆市爬行动物物种多样性研究及保护》(罗键等, 2004年)、《重庆自然博物馆馆藏两栖动物目录与区系分布》(李健等, 2010年)、《重庆自然博物馆馆藏爬行动物名录》(李健等, 2011年)、《四川植被》(四川人民出版社, 1981年)、《中国高等植物图鉴》(科学出版社, 1985年)、《中国植物志》(科学出版社, 1959-2004年)、《重庆的国家重点保护植物研究》(余顺慧等, 2000年)、《重庆国家重点保护野生植物区系地理》(刘玉成, 2000年)、《重庆的珍稀濒危植物》(彭军等, 2000年)、《重庆市珍稀濒危植物信息系统》(马洪菊, 2003年)、《中国动物志硬骨鱼纲鲤形目(中卷)》(科学出版社, 1998年)、《中国动物志硬骨鱼纲鲇形目》(科学出版社, 1999年)、《小江回水区江段鱼类群落结构的时空变动及驱动因素分析》(郑梦婷等, 2022年)、《三峡水库支流小江鱼类早期资源现状》(陈小娟等, 2020)等综合分析现有资料的基础上, 确定实地调查的重点区域及路线。

## 陆生生物资源调查

### 2) 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率, 并对每个 GPS 取样点作如下记录: 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、土壤类型等; 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。

### 3) 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, 根据调查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。对有疑问植物和经济植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

### (1) 调查路线选取

水库工程区调查：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。

输水系统工程区调查：针对输水工程区特点及沿线生境状况，对输水系统工程区输水隧洞、临时施工生产生活区、弃渣场等地进行重点调查。

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：①尽量在重点工程区域(如坝区、库区、厂房、引水系统、减水河段、主要永久/临时施工区、道路区等)、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；②所选取的样点植被为评价区分布比较普遍的类型；③样点的设置避免对同一种植被进行重复设点，对特别重要的植被内植物变化较大的情况，可进行增加设点；④尽量避免非取样误差，避免选择路边易到之处，两人以上进行观察记录，消除主观因素。

以上原则保证了样点的布置具有代表性，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，乔木群落样方面积为  $20\text{m}\times 20\text{m}$ ，荒漠植被样方面积为  $10\text{m}\times 10\text{m}$  或  $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，草原植被、沼泽及水生植被样方面积为  $5\text{m}\times 5\text{m}$ 、 $2\text{m}\times 2\text{m}$  或  $1\text{m}\times 1\text{m}$ ，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 19 个样方。

表 4.2.1-1 陆生植物样方点位信息表

序号	样方位置位置	经纬度坐标	海拔 m	群系
1	上库坝址附近	E: 108°41'25.27", N: 31°8'19.30"	649	马尾松林
2	上库 1#渣场附近	E: 108°42'1.21", N: 31°8'45.57"	816	白茅灌草丛
3	上库 1#渣场附近	E: 108°41'47.19", N: 31°8'52.50"	833	马尾松林
4	地下厂房附近	E: 108°40'28.72", N: 31°8'43.64"	471	马尾松林
5	二台山坪塘附近	E: 108°41'21.97", N: 31°9'26.64"	662	马尾松林
6	金结拼装场附近	E: 108°39'53.63", N: 31°8'23.24"	338	女贞林
7	上库石料场附近	E: 108°41'43.12", N: 31°8'25.57"	674	枫香树林
8	通风洞附近	E: 108°40'53.82", N: 31°8'36.27"	613	桤木林
9	吴家屯山坪塘附近	E: 108°40'26.31", N: 31°9'45.61"	469	柏木林
10	下库坝址附近	E: 108°39'54.55", N: 31°8'38.66"	352	油桐林
11	下库施工营地附近	E: 108°40'22.10", N: 31°8'29.77"	333	柏木林
12	下库渣场附近	E: 108°40'22.89", N: 31°9'20.76"	445	桉树林
13	下水库大坝附近	E: 108°39'55.88", N: 31°8'31.96"	289	盐肤木灌丛
14	炸药库附近	E: 108°39'38.83", N: 31°8'5.18"	288	马桑灌丛
15	自流排水洞终点	E: 108°39'31.66", N: 31°7'48.54"	234	栓皮栎林
16	上库施工营地附近	E: 108°41'23.54", N: 31°8'36.33"	731	芒萁灌草丛
17	上库淹没线附近	E: 108°41'41.00", N: 31°8'21.98"	512	毛蕨灌草丛
18	上库 1#渣场上游	E: 108°42'15.17", N: 31°8'50.45"	803	芒灌草丛
19	双河口水库附近	E: 108°40'1.85", N: 31°8'36.14"	257	芦竹灌草丛



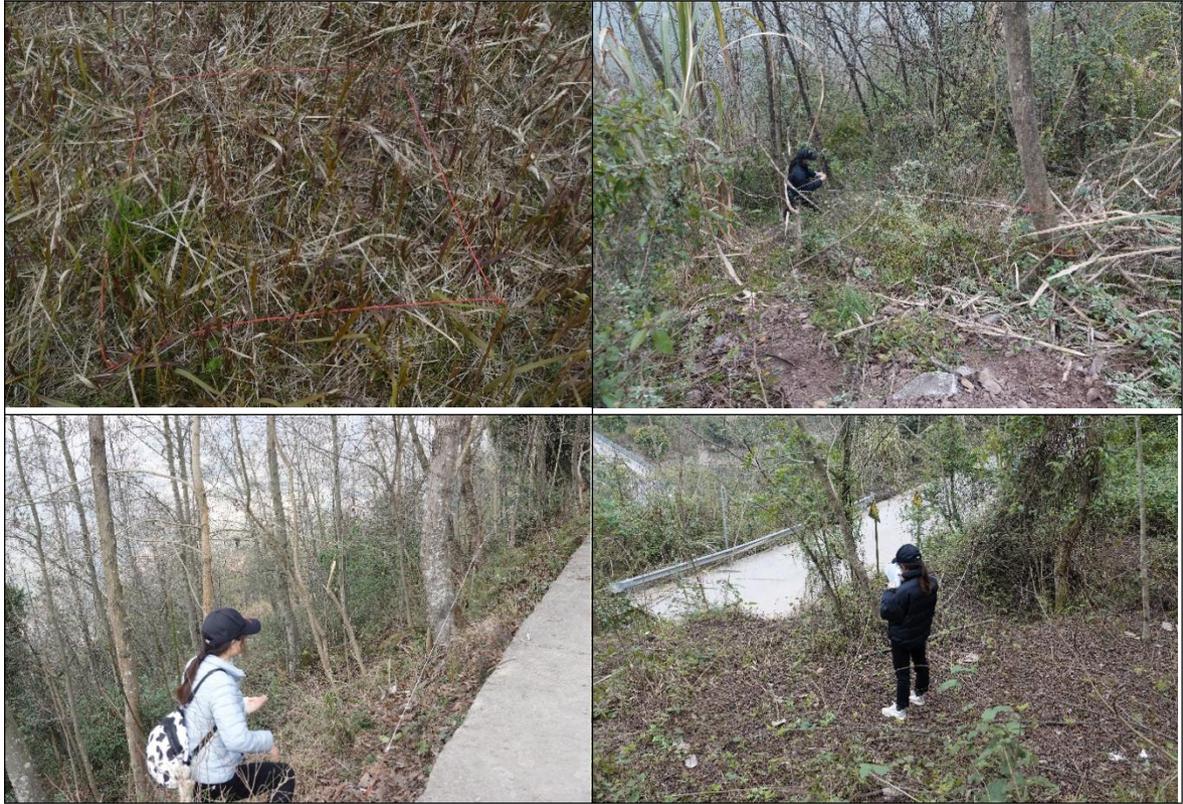


图 4.2.1-1 陆生植物调查

#### (4) 样方调查合理性分析

为了准确全面的反映评价区内的植被现状样方调查的点位设置应具有一定典型性、代表性的原则。调查选取的植物样方点位涵盖了重点施工区域(坝区、库区、厂房、引水系统、减水河段、主要永久/临时施工区、道路区)、评价区内不同海拔、坡度、坡向区域内植被。

#### 4) 陆生动物调查

在调查过程中，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

主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则，对于不同的陆生脊椎动物，采用不同的调查方法。

两栖类、爬行类主要以样线法为主，辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。根据两栖爬行动物分布于生境因素的关系如海拔梯度、植被类型、水域状

态等设置样线，样线尽可能涵盖不同生态系统类型。在湿地或草丛生态系统中，采用长样线，长度 500m~1000m，在森林生态系统中，采用多条短样线，长度 20 m~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。

兽类的调查主要通过访问调查和文献搜集。

## (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。

表 4.2.1-2 陆生动物样线调查信息表

编号	样线位置	起点经纬度	终点经纬度	样线长度 km	现场环境
样线 1	上水库 坝址	E108° 41' 53.87" N31° 8' 16.59"	E108° 41' 36.91" N31° 8' 11.03"	0.843	
样线 2	上下库 连接道 路	E108° 41' 31.71" N31° 8' 17.39"	E108° 40' 31.87" N31° 8' 16.91"	1.898	
样线 3	下水库 坝址	E108° 40' 19.18" N31° 8' 29.24"	E108° 40' 1.39" N31° 8' 19.01"	0.718	
样线 4	上水库 淹没范 围	E108° 42' 2.36" N31° 8' 26.07"	E108° 42' 15.57" N31° 8' 7.92"	1.238	
样线 5	下水库 淹没范 围	E108° 40' 37.99" N31° 8' 43.67"	E108° 40' 17.75" N31° 8' 24.89"	1.955	



图 4.2.1-2 陆生动物样线调查

#### d) 调查方案合理性、依规性

本次陆生生态现状调查方案调查方案是在熟悉重庆云阳建全抽水蓄能工程资料基础上，收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括云阳县林业、生态环境等部门提供的相关资料，根据《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2011)确定调查范围，参考《生物多样性观测技术导则陆生维管植物》(HJ710.1-2014)、《生物多样性观测技术导则陆生哺乳动物》(HJ 710.3-2014)、《生物多样性观测技术导则鸟类》(HJ 710.4-2014)、《生物多样性观测技术导则爬行动物》(HJ 710.5-2014)、《生物多样性观测技术导则两栖动物》(HJ 710.6-2014)等技术规范确定调查方法。生态现状调查范围涵盖了评价区范围，并稍有扩大。陆生植物及植被调查主要采用 GPS 地面类型及植被调查取样、不同工程影响区布置 19 个点位进行样方调查、植被勾绘及解译法。陆生动物中两栖类、爬行类的调查主要以样线法为主，辅以样方法。鸟类主要采用样线法与样点法；兽类的调查方法主要为访问调查和文献搜集。通过现场调查，对采样地进行样方实测，得出了评价区生态系统、动植物现状，主要动植物名录及重点保护动植物种类及分布。

因此，本次陆生生态调查方案是合理的，符合陆生生态调查规范。

#### 4.2.1.2 土地利用现状

本工程主要由上下水库、输水系统及厂房系统组成，工程建设主要涉及云阳县高阳镇。评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，结合现有资料，运用景观生态法(即以植被作为主导因素)，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为林地、草地、耕地、园地、水域及水利设施用地、建设用地及其他等几种类型(见表 4.2.1-3)。

表 4.2.1-3 评价区土地利用现状

斑块类型	面积 hm <sup>2</sup>	占评价区 %	数目 块	比例 %
林地	1390.76	64.10	949	39.23
草地	217.16	10.01	352	14.56
耕地	254.62	11.73	395	16.32
园地	132.56	6.11	114	4.70
水域及水利设施用地	29.35	1.35	77	3.17
建设用地及其他用地	145.34	6.70	533	22.02
合计	2169.79	100.00	2418	100

由上表可知，评价范围内林地面积最大，为 1390.76hm<sup>2</sup>，所占比例为 64.10%；其次是耕地、草地、建设用地及其他用地、园地、水域及水利设施用地，面积分别为 254.62hm<sup>2</sup>、217.16hm<sup>2</sup>、145.34hm<sup>2</sup>、132.56hm<sup>2</sup>，所占比例分别为 11.73%、10.01%、6.70%、6.11%；区域水域及水利设施用地面积及比例较小。

#### 4.2.1.3 生态系统现状

根据对评价区土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的生态环境进行生态系统划分，可分为自然的森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。根据遥感解译数据，评价区内生态系统以森林生态系统、农田生态系统为主，城镇生态系统、湿地生态系统所占面积相对较小(详见表 4.2.1-4)。

表 4.2.1-4 评价区各生态系统面积及比例

生态系统类型	面积 hm <sup>2</sup>	所占比例 %
森林生态系统	1390.76	64.10
草原生态系统	217.16	10.01
农田生态系统	387.18	17.84
湿地生态系统	29.35	1.35
城镇生态系统	145.34	6.70
总计	2169.79	100

#### a) 森林生态系统

根据卫片解译，评价区森林生态系统面积为 1390.76hm<sup>2</sup>，占评价区生态系统总面积的 64.10%，根据现场调查，评价区森林生态系统在枢纽工程区主要分布于拟建上库区、下库区淹没区等地。

评价区森林生态系统内植被主要为桤木林(Form. *Alnus cremastogyne*)、马尾松林(Form. *Pinus massoniana*)、柏木林(Form. *Cupressus funebris*)、栓皮栎林(Form. *Quercus variabilis*)等。其中桤木林于下水库附近两侧分布较为广泛，马尾松林于评价区内广泛分布，柏木林主要分布于吴家屯水库周边；竹林主要有毛竹林(Form. *Phyllostachys edulis*)等，于村落附近呈小片分布。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。流域范围森林生态系统中分布的动物有两栖类如中国林蛙(*Rana chensinensis*)和饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)；林栖傍水型爬行类如王锦蛇(*Elaphe carinata*)等；鸟类中的陆禽如灰胸竹鸡(*Bambusicolathoracica*)、珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)等，攀禽如灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)以及大多数鸣禽等主要活动于森林生态系统内，除此之外，半地下生活型种类如黄鼬(*Mustela sibirica*)等，树栖型种类如赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)等也主要在森林生态系统中活动。

#### b) 草地生态系统

根据解译，评价区草地生态系统面积为 217.16hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 10.01%。根据现场调查，草地生态系统主要分布于评价区内沿岸村落、道路、山坡顶部等区域分布，区域人为活动频繁，草地生态系统退化，山地草丛生态系统较常见。植被包括灌丛和稀树草丛，灌丛有马桑灌丛(Form. *Coriaria nepalensis*)、盐肤木灌丛(Form. *Rhus chinensis*)等；稀树草丛有芒草丛(Form. *Miscanthus sinensis*)、白茅草丛(Form. *Imperata cylindrica*)、芒萁草丛(Form. *Dicranopteris pedata*)、毛蕨草丛(Form. *Cyclosorus interruptus*)等。

草地生态系统包括两栖类中的中华蟾蜍、泽陆蛙(*Fejervarya limnocharis*)等；爬行类中的黑眉晨蛇(*Elaphe taeniura*)等；鸟类中的环颈雉(*Phasianus colchicus*)、灰胸竹鸡(*Bambusicolathoracicus*)等；兽类中的小家鼠(*Mus musculus*)、蒙古兔(*Lepus tolai*)等。

#### c) 湿地生态系统

评价区湿地主要为双河洞沟流域干流及其支流。根据解译，评价区湿地生态系统

面积为 29.35hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 1.35%，所占面积及比例较小。现场调查到，河滩植被主要为禾草沼泽植被，常见的禾草沼泽植被主要为芦竹草丛(Form. *Arundo donax*)，此外，还零星分布着芦苇(*Phragmites australis*)以及莎草属(*Cyperus* spp.)植物。

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，两栖类的生存离不开水环境，规划范围内湿地生态系统中分布的两爬类主要有静水型和溪流型两栖类如沼蛙(*Boulengeranaguentheri*)、花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)等；水栖型爬行类如中华鳖(*Trionyx sinensis*)等。

湿地生态系统是湿地鸟类的重要栖息和觅食场所，评价范围湿地生态系统分布的鸟类主要有游涉禽，如小鸕鶿(*Tachybaptus ruficollis*)、斑嘴鸭(*Anas poecilorhyncha*)、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、池鹭(*Ardeolabacchus*)等，傍水型鸟类如红尾水鸕(*Rhyacornis fuliginosa*)、红胁蓝尾鸕(*Tarsiger cyanurus*)、白顶溪鸕(*Chaimarrornis leucocephalus*)、白额燕尾(*Enicurus leschenaulti*)、小燕尾(*Enicurus scouler*)等。

#### d) 农田生态系统

根据卫片解译，评价区农田生态系统面积为 387.18hm<sup>2</sup>，占评价区总面积的 17.84%。农田生态系统主要分布在村镇等区域，主要种植柑橘(*Citrus reticulata*)、甜橙(*Citrus sinensis*)等经济果木林，以及水稻、玉米、薯类、花生、油菜、蔬菜等粮食作物以及经济作物。

根据现场调查，评价范围农田生态系统内植被类型单一，群系结构简单，区域分布的野生动物种类较少，多以与人类伴居的动物为主，两栖类中常见的泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)、中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)等；爬行类中的虎斑颈槽蛇(*Rhabdophis tigrinus*)和乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)等也偶尔出现在农田耕地中；鸟类中的常见鸣禽如麻雀(*Passer montanus*)、丝光椋鸟(*Spodiopsar sericeus*)、喜鹊(*Pica pica*)、乌鸫(*Turdus mandarinus*)等；兽类中的部分半地下生活型种类，主要为家野两栖的小型啮齿动物如小家鼠、巢鼠(*Micromys minutus*)等。

#### e) 城镇生态系统

城镇村落生态系统在评价范围面积为 145.34hm<sup>2</sup>，占评价范围总面积的 6.70%。该生态系统的面积一直在扩大，由于人为干扰严重，其植被类型简单，主要是一些绿

化和园林树种，如黄葛树(*Ficus virens* var. *sublanceolata*)、桂花树(*Osmanthus fragrans*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、垂柳(*Salix babylonica*)、光叶子花(*Bougainvillea glabra*)、千日红(*Gomphrena globosa*)等。

城市系统中人为活动频繁，野生动物种类少，主要为喜与人类伴居的鸟类，如麻雀(*Passer montanus*)、家燕(*Hirundo rustica*)、鹊鸂(*Copsychus saularis*)、丝光椋鸟等以及常出现于住宅区的鼠类如小家鼠等。

#### 4.2.1.4 景观生态

##### a) 景观生态体系质量

景观生态体系的质量现状由评价范围内的自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说，结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态体系的各种组分中，模地是景观的背景区域，它在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。评价范围模地主要采用传统的生态学方法来确定，即计算组成景观的各类拼块的优势度值( $D_o$ )，优势度值大的就是模地。优势度值可通过计算评价范围内各拼块重要值的方法判定，由以下 3 种参数计算出：密度( $R_d$ )、频度( $R_f$ )和景观比例( $L_p$ )。

密度  $R_d = \text{嵌块 I 的数目} / \text{嵌块总数} \times 100\%$

频度  $R_f = \text{嵌块 I 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100\%$

景观比例( $L_p$ ) = 嵌块 I 的面积 / 样地总面积  $\times 100\%$

通过以上三个参数计算出优势度值( $D_o$ ):

优势度值( $D_o$ ) =  $\{(R_d + R_f) / 2 + L_p\} / 2 \times 100\%$

运用上述参数计算评价范围内各拼块优势度值，其结果见表 4.2.1-5。

表 4.2.1-5 评价区各类拼块优势度值表

拼块类型	密度 $R_d$ %	频度 $R_f$ %	景观比例 $L_p$ %	优势度值 $D_o$ %
森林景观	39.23	60.18	64.10	56.90
草地景观	14.56	9.77	10.01	11.09
农田景观	21.02	21.86	17.84	19.64
湿地景观	3.18	0.86	1.35	1.69
人工景观	22.02	8.63	6.70	11.01

由上表可知，评价范围内森林景观的优势度值最高，为 56.9%；其次是农田、草地、人工景观，其优势度值分别为 19.64%、11.09%、11.01%；湿地景观优势度值最小，为 1.69%。林地景观是本区域对景观具有控制作用的生态体系组分。

#### b) 自然体系生物量现状

根据现场调查及卫片解译，结合评价区地表植被覆盖现状和植被立地情况等，将区域植被类型划分为 6 类。评价区各生态类型生物量见表 4.2.1-6。

表 4.2.1-6 评价区各类生态类型的生物量

植被类型	代表植物	面积 hm <sup>2</sup>	占评价区总面积 %	平均生物量 t/hm <sup>2</sup>	生物量 t	占总生物量 %
针叶林	柏木、杉木、 马尾松等	385.16	17.75	32.41	12483.04	14.06
阔叶林	栓皮栎、女 贞、油桐等	888.11	40.93	78.54	69752.16	78.57
灌丛	盐肤木、马桑 等	117.49	5.41	19.95	2343.91	2.64
草丛	芒、白茅、蕨 类植物等	217.16	10.01	8.46	1837.18	2.07
农作物	水稻、油菜等	387.18	17.84	6	2323.08	2.62
水域	芦竹、芦苇等	29.35	1.35	1.2	35.22	0.04
总计		2169.79	100	40.91	88774.58	100

评价区植被总生物量 88774.58t，评价区阔叶林面积占优势，生物量占比较大。从自然体系生物量数值来看，阔叶林和针叶林为评价区的主要生态类型，对生态系统的稳定和变化起到重要的作用。

#### 4.2.1.5 植物及植被现状

为客观评价建全抽水蓄能电站区植物现状，2022 年 2 月评价组相关专业技术人员对区域植物多样性及植被等进行了现场调查，重点调查了枢纽工程区、水库淹没及影响区、施工布置场地、弃渣场和转料场布置区、道路区、项目涉及小江湿地县级自然保护区等地。

#### a) 植物区系

调查范围位于重庆市云阳县，地处四川盆地东部边缘丘陵向山地过渡带，岭谷地貌明显，以山地为主。根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒，2011)，评价区属于

东亚植物区—中国-日本植物亚区—华中地区—秦岭巴山亚地区。通过对评价区所涉及的植物资源的实地调查，结合《四川植被》(四川人民出版社，1981)等著作以及对历年积累的植物区系资料的系统整理，蕨类植物分类按照秦仁昌分类系统(1978年)、裸子植物按照郑万钧分类系统(1978年)、被子植物科按照恩格勒植物分类系统(1964年)，得出评价区共有野生维管植物 142 科 488 属 778 种(含种下分类等级，下同)，分别占重庆市野生维管植物总科数、总属数、总种数的 63.39%、26.41%和 14.65%；占全国野生维管植物总科数、总属数、总种数的 33.81%、14.17%和 2.49%详见 4.2.1-7)。

表 4.2.1-7 评价区野生维管束植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	20	27	37	4	5	5	118	456	736	142	488	778
重庆市	47	120	606	9	34	79	168	1094	4626	224	1848	5311
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占重庆比例/%	42.55	22.50	6.11	44.44	14.71	6.33	70.24	41.68	15.91	63.39	26.41	14.65
占全国比例/%	31.75	12.05	1.42	36.36	13.89	2.63	34.10	14.32	2.58	33.81	14.17	2.49

注：数据来源，重庆市野生维管束植物(杨昌煦等，2009年)，中国蕨类植物(吴兆洪，1991年)，中国植物志(吴征镒等，2004年)。

由表 4.2.1-7 可知，评价区植物区系组成成分以被子植物占绝对优势。根据现场调查，评价区内被子植物主要为乔木林以及灌丛，整个评价区内植物以菊科、禾本科、豆科种类为主。

#### b) 植被类型

参照《四川植被》的分类系统，考虑群系本身的综合特征，采用植被型、群系纲、群系组、群系等基本单位，在对现存陆生植被进行考察的基础上，结合区域内现有群系植物种类组成，群系组成的建群种与优势种的外貌，以及群系的环境生态与地理分布特征、群系动态特征等分析，将评价区陆生自然植被划分为 6 个植被型，6 个植被亚型，11 个群系组，14 个群系。评价区植被类型见表 4.2.1-8。

表 4.2.1-8 评价范围内主要植被类型及分布

植被型组	植被型	植被亚型	群系(中文)	群系(拉丁名)	分布	
自然植被	阔叶林	常绿阔叶林	女贞群系	Form. <i>Ligustrum lucidum</i>	仅分布于拟建建全抽水蓄能电站的金结拼装场附近	
		落叶阔叶林	亚热带落叶阔叶林	栓皮栎群系	Form. <i>Quercus variabilis</i>	分布于拟建建全抽水蓄能电站的自流排水洞附近
				桤木群系	Form. <i>Alnus cremastogyne</i>	于拟建建全抽水蓄能电站的通风洞附近小面积分布
				枫香树群系	Form. <i>Liquidambarformosana</i>	主要分布于拟建建全抽水蓄能电站上库石料场附近
				油桐群系	Form. <i>Verniciafordii</i>	于拟建建全抽水蓄能电站下库坝址附近小面积分布, 此外于通风洞附近零星分布
	针叶林	暖温性针叶林	亚热带常绿针叶林	马尾松群系	Form. <i>Pinus massoniana</i>	拟建建全抽水蓄能电站上库坝址附近、地下厂房附近、二台水库附近较大面积分布
				柏木群系	Form. <i>Cupressus funebris</i>	于吴家屯水库附近以及下库施工营地附近分布广泛
	灌丛与灌草丛	灌丛	山地灌丛	盐肤木群系	Form. <i>Rhuschinensis</i>	拟建建全抽水蓄能电站下水库大坝附近小面积分布
				马桑群系	Form. <i>Coriarianepalensis</i>	于拟建建全抽水蓄能电站的炸药库附近附近有分布
		稀树草丛	山地草丛	白茅群系	Form. <i>Imperata cylindrica</i>	于拟建建全抽水蓄能电站上库坝址备选区附近小面积分布
				芒群系	Form. <i>Miscanthus sinensis</i>	于拟建建全抽水蓄能电站上库坝址备选区附近小面积分布
				芒萁群系	Form. <i>Dicranopterispedata</i>	于拟建建全抽水蓄能电站上库施工营地附近有分布
				毛蕨群系	Form. <i>Cyclosorus interruptus</i>	于拟建建全抽水蓄能电站上库淹没线附近
		沼泽与水生植被	沼泽植被	低位草本沼泽植被	芦竹群系	Form. <i>Arundo donax</i>

表 4.2.1-8(续)

植被型组		植被型	植被亚型	群系(中文)	群系(拉丁名)	分布
人工植被	人工林	用材树种		杉木、桉等		农民房屋四周零星分布
		经果树种		柑橘、甜橙、桂花等		评价区片状分布
	农业植被	粮食作物		水稻、玉米、薯类等		评价区广泛分布
		经济作物		花生、油菜、蔬菜等		

1) 自然植被

(1) 阔叶林

评价区内典型的阔叶林可分为亚热带常绿阔叶林和亚热带落叶阔叶林 2 个植被亚型，阔叶林是评价区内最为主要的植被类型之一，主要分布于评价区中低山区、丘陵等地。

I. 亚热带常绿阔叶林

评价区处重庆市云阳县，境内海拔跨度不大，生境异质性程度不高，人为活动干扰较强烈，评价区常绿阔叶林分布零散，面积较小，典型的常绿阔叶林以女贞林为主。

1. 女贞群系(Form. *Ligustrum lucidum*)

该群系仅分布于建全村附近，乔木层郁闭度为 0.7，层均高 16m，优势种为女贞(*Ligustrum lucidum*)，高约 18m，胸径 3-7cm，主要伴生种有枇杷(*Eriobotrya japonica*)、川楝(*Melia toosendan*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、柏木(*Cupressus funebris*)等；灌木层层盖度 30%，层均高 1.7m，优势种为棕榈(*Trachycarpus fortunei*)，高约 2m，盖度 20%，主要伴生种为白簕(*Eleutherococcus trifoliatus*)等；草本层层盖度 50%，层均高 40cm，优势种为毛蕨(*Cyclosorus interruptus*)，高约 60cm，盖度 40%，主要伴生种为腹水草(*Veronicastrum stenostachyum subsp. Plukenetii*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、蕨(*Pteridium aquilinum var. latiusculum*)等。

样方位置：金结拼装场附近(108° 39' 53.63" E, 31° 8' 23.24" N, H: 338m)。

II. 亚热带落叶阔叶林

落叶阔叶林为评价区分布范围最广、分布面积最大的植被类型之一，评价区内的落叶阔叶林多分布于中低山区及丘陵区，是受长期人为活动的结果。根据群系组成及

结构特点，可以将其分为栓皮栎群系、桤木群系、枫香树群系、油桐群系等 4 个群系，其中栓皮栎林、桤木林为评价区最为主要的群系之一。

#### 2. 栓皮栎群系(Form. *Quercus variabilis*)

该群系于双河洞沟流域入江口、建全村附近小面积分布，乔木层郁闭度为 0.4，层均高 15m，优势种为栓皮栎(*Quercus variabilis*)，高约 18m，胸径 2-4cm，主要伴生种有盐肤木(*Rhus chinensis*)等；灌木层层盖度 35%，层均高 1.6m，优势种为马桑(*Coriarianepalensis*)，高约 2m，盖度 30%，主要伴生种为山胡椒(*Lindera glauca*)、枇杷、了哥王(*Wikstroemia indica*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)、地桃花(*Urena lobata*)等；草本层层盖度 40%，层均高 30cm，优势种为蜈蚣凤尾蕨(*Pteris vittata*)，高约 40cm，盖度 25%，主要伴生种为贯众(*Cyrtomium fortunei*)、凤尾蕨(*Pteris cretica var. nervosa*)、井栏边草等。层间植物为宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis*)等。

样方位置：自流排水洞附近(108° 39' 26.97" E, 31° 7' 16.57" N, H: 172m)。

#### 3. 桤木群系(Form. *Alnus cremastogyne*)

该群系于双河洞沟流域靠近河沟附近广泛分布，乔木层郁闭度为 0.5，层均高 20m，优势种为桤木(*Alnus cremastogyne*)，高约 25m，胸径 4-7cm，主要伴生种有油桐(*Verniciafordii*)、柏木等；灌木层层盖度30%，层均高1.8m，优势种为宜昌荚蒾(*Viburnum erosum*)，高约 2m，盖度 20%，主要伴生种为锈毛莓(*Rubus reflexus*)、牡荆(*Vitex negundo var. cannabifolia*)等；草本层层盖度 40%，层均高 20cm，优势种为毛蕨，高约 30cm，盖度 30%，主要伴生种为贯众、金丝草(*Pogonatherum crinitum*)、沿阶草(*Ophiopogon bodinieri*)、大火草(*Anemone tomentosa*)等。

样方位置：拟建建全抽水蓄能电站的通风洞附近(108° 40' 53.82" E, 31° 8' 36.27" N, H: 613m)。

#### 4. 枫香树群系(Form. *Liquidambar formosana*)

该群系于双河口水库附近小面积分布，乔木层郁闭度为 0.7，层均高 25m，优势种为枫香树(*Liquidambar formosana*)，高约 27m，胸径 6-10cm，主要伴生种有杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、枹栎(*Quercus serrata*)、棕榈等；灌木层层盖度 40%，层均高 1.8m，优势种为山胡椒，高约2m，盖度20%，主要伴生种为太平莓(*Rubus pacificus*)、苎麻(*Boehmeria nivea*)、海金子(*Pittosporum illicioides*)等；草本层层盖度 50%，层均

高 20cm，优势种为麦冬(*Ophiopogon japonicus*)，高约 70cm，盖度 30%，主要伴生种为箬竹(*Indocalamustessellatus*)、边缘鳞盖蕨(*Microlepia marginata*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、芒萁(*Dicranopterispedata*)等，层间种为三叶木通(*Akebia trifoliata*)等。

样方位置：拟建建全抽水蓄能电站上库石料场附近(108° 41' 43.12" E, 31° 8' 25.57" N, H: 674m)。

#### 5. 油桐群系(Form. *Verniciafordii*)

该群系于双河洞沟流域途经的海坝村附近有分布，乔木层郁闭度为 0.4，层均高 11m，优势种为油桐，高约 15m，胸径 3-8cm，主要伴生种有喜树(*Camptotheca acuminata*)、毛竹(*Phyllostachys edulis*)、栓皮栎、桉(*Eucalyptus robusta*)等；灌木层层盖度 70%，层均高 1m，优势种为宜昌悬钩子，高约 1.3m，盖度 60%，主要伴生种为女贞、香叶树(*Lindera communis*)等；草本层层盖度 30%，层均高 25cm，优势种为沿阶草，高约 20cm，盖度 20%，主要伴生种为蕨、接骨草(*Sambucus chinensis*)、千里光(*Senecio scandens*)等，层间种为千金藤(*Stephania japonica*)等。

样方位置：下库坝址附近(108° 39' 54.55" E, 31° 8' 38.66" N, H: 325m)

#### (2) 针叶林

针叶林是以针叶树种为建群种所组成的森林群系的总称，评价区针叶林主要为亚热带常绿针叶林，是本区植被最重要的组成部分。评价区自然植被中针叶林主要建群种有马尾松、柏木。

### III. 亚热带常绿针叶林

#### 6. 马尾松群系(Form. *Pinus massoniana*)

于评价区内广泛分布，乔木层郁闭度为 0.5，层均高 15m，优势种为马尾松(*Pinus massoniana*)，高约 18m，胸径 11-16cm，盖度 50%，主要伴生种有杉木、麻栎等；灌木层层盖度 40%，层均高 1.5m，优势种为欆木(*Loropetalum chinense*)，高约 1.2m，盖度 25%，主要伴生种为杜鹃(*Rhododendron simsii*)、高粱泡(*Rubus lambertianus*)、胡颓子、马桑、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等；草本层层盖度 45%，层均高 50cm，优势种为芒萁，高约 45~90cm，盖度 30%，主要伴生种为腹水草、鸢尾、毛蕨、顶芽狗脊(*Woodwardia unigemmata*)、芒(*Miscanthus sinensis*)等。

样方位置：上库坝址附近(108° 41' 25.27" E, 31° 8' 19.30" N, H: 649m)

### 7. 柏木群系(Form. *Cupressus funebris*)

于评价区各村落附近分布广泛，乔木层郁闭度为 0.6，层均高 20m，优势种为柏木，高约 25m，胸径 5-10cm，主要伴生种有桉等；灌木层层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为火棘，高约 1.8m，盖度 20%，主要伴生种为宜昌悬钩子、胡颓子等；草本层层盖度 35%，层均高 18cm，优势种为毛蕨，高约 20cm，盖度 30%，主要伴生种为蛇莓(*Duchesnea indica*)、早开堇菜(*Viola prionantha*)、火炭母(*Polygonum chinense*)、地果(*Ficus tikoua*)、翠云草(*Selaginella uncinata*)等。

样方位置：吴家屯山坪塘附近(108° 40' 26.31E, 31° 9' 45.61" N, H: 469m)。

### (3) 灌丛

#### IV. 山地灌丛

山地灌丛是常绿阔叶林和常绿、落叶阔叶混交林分布范围内的不稳定的植被类型。在评价区低山、丘陵及部分中山地区分布较为广泛，山地灌丛分布的低山、丘陵地区人为活动十分频繁，灌丛外貌多变，结构杂乱，群系不稳定，优势种不明显。评价区内山地灌丛类型主要为盐肤木灌丛和马桑灌丛。

### 8. 盐肤木群系(Form. *Rhus chinensis*)

该群系于双河洞沟流域入江口附近小面积分布，灌木层层盖度 45%，层均高 3m，优势种为盐肤木，高约 3.5m，盖度 40%，主要伴生种为牡荆、宜昌悬钩子、金樱子(*Rosa laevigata*)等；草本层层盖度 45%，层均高 30cm，优势种为白茅(*Imperata cylindrica*)，高约 40cm，盖度 30%，主要伴生种为大火草、野艾蒿(*Artemisia lavandulifolia*)等。

样方地点：下水库大坝附近(108° 39' 55.88" E, 31° 8' 31.96" N, H: 289m)。

### 9. 马桑群系(Form. *Coriarianepalensis*)

该群系于双河洞沟流域途经的李家岩村附近有分布，灌木层层盖度 60%，层均高 1.3m，优势种为马桑，高约 1.8m，盖度 40%，主要伴生种为勾儿茶、油茶(*Camellia oleifera*)、香叶树、水麻(*Debregeasiaorientalis*)、密蒙花(*Buddleja officinalis*)等；草本层层盖度 50%，层均高 30cm，优势种为白茅，高约 40cm，盖度 30%，主要伴生种为节节草(*Equisetum ramosissimum*)、荩草、铁线蕨、地果、野艾蒿(*Artemisia lavandulifolia*)、千里光、喀西茄(*Solanum aculeatissimum*)、白花鬼针草(*Bidens pilosa var. radiata*)等，层间种为千金藤、厚果崖豆藤(*Millettia pachycarpa*)等。

样方地点：拟建建全抽水蓄能电站的李家岩村附近(108° 39' 38.83" E, 31° 8' 5.18" N, H: 288m)。

#### (4) 稀树草丛

##### V.山地草丛

山地草丛以草本植物为优势所组成，主要分布于盆地内部的低山、丘陵和盆地边缘山地的海拔较低处，亚热带森林被砍伐或火烧后的迹地，在比较长期地受到人类经济活动和自然因素的强烈影响，生境变干燥，土壤变瘠薄，乔木及灌木树种无法生存，草本植物得到发展，部分耕地弃耕后，多种草本植物侵入而形成草丛。山地草丛是一种不稳定的植被类型，在评价区内占有较大面积，常见的山地草丛主要为禾草草丛和蕨类草丛。

##### 10.白茅群系(Form. *Imperata cylindrica*)

于评价区内广泛分布，草本层层盖度 90%，层均高约 50cm，优势种为白茅，高约 70cm，盖度 80%，主要伴生种为天名精(*Carpesium abrotanoides*)、苎草等。

样方地点：上水库 1#渣场附近(108° 40' 32.98" E, 31° 10' 7.72" N, H: 501m)。

##### 11.芒群系(Form. *Miscanthus sinensis*)

评价区内广泛分布，草本层层盖度 70%，层均高约 40cm，优势种为芒，高约 60cm，盖度 50%，主要伴生种为小蓬草(*Conyza canadensis*)、白茅、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、苎草、金发草(*Pogonatherum paniceum*)等。

样方地点：上水库 2#渣场附近(108° 42' 15.17" E, 31° 8' 50.45" N, H: 803m)。

##### 12.芒萁群系(Form. *Dicranopteris pedata*)

于评价区内马尾松林下较为常见，于评价区内广泛分布，草本层层盖度 60%，层均高约 40cm，优势种为芒萁，高约 50cm，盖度 50%，主要伴生种为羊耳菊(*Inula cappa*)、贯众、蕨等。

样方地点：上水库 1#渣场附近(108° 41' 23.54" E, 31° 8' 36.33" N, H: 713m)。

##### 13.毛蕨群系(Form. *Cyclosorus interruptus*)

于评价区靠近流域河沟附近较为常见，草本层层盖度 70%，层均高约 20cm，优势种为毛蕨，高约 30cm，盖度 60%，主要伴生种为苎草、狗尾草(*Setaria viridis*)、白茅等。

样方地点：上水库 2#渣场附近(108° 41' 41.00" E, 31° 8' 21.98" N, H: 512m)。

#### (5) 沼泽植被

#### VI. 低位草本沼泽植被

评价区内的低位草本沼泽植被主要分布于低海拔农田、河流、池塘等水域附近，常见的低位草本沼泽植被为芦竹沼泽。

#### 14. 芦竹群系(Form. *Arundo donax*)

于评价区靠近流域河沟附近较为常见，草本层层盖度 80%，层均高约 2m，优势种为芦竹(*Arundo donax*)，高约 2.8m，盖度 70%，主要伴生种为接骨草、毛蕨、芒、野艾蒿等。

样方地点：双河口水库附近(108° 40' 1.85" E, 31° 8' 36.14" N, H: 257m)。

#### 2) 栽培植被

栽培植被的分布主要受自然条件和人为因素的影响，流域范围内人口分布较多，栽培植被受人为活动范围影响，多分布于村落附近低山、丘陵及平原地区，评价区内的栽培植被主要有人工林及农作物，人工林以用材林和经济林为主，主要为杉木、桉、柑橘、橙子、桂花等，农作物主要为粮食作物及经济作物，主要为水稻、玉米、花生、油菜、蔬菜等。

#### c) 植被分布特征

垂直分布特征：评价区海拔高度处于 200~1000m，区内植被垂直分布主要受水分条件、人为活动、地势、气候等因素的影响。在海拔 200m~400m 河岸边、农田及坑塘水域区植被以沼泽植被为主，偶见芦竹分布；在海拔 500m 以下的陆域植被以灌丛及稀树草丛为主，主要的群系有盐肤木群系、牡荆群系、白茅群系、芒草群系等；在海拔 500~800m 之间的低山区，植被以阔叶林、灌丛为主，主要的群系有女贞林、油桐林等；在海拔 800m 以上中山区植被以针叶林为主，主要的群系有马尾松林、柏木林以及杉木等。因此植被垂直分布特征存在一定的规律性。

水平分布特征：评价区水平分布主要受到人为活动、地形地貌、土壤及气候等因素的影响。评价区范围内气候温暖，雨量丰富，植物生长期长，较适宜植物生长发育，但由于工程区周边村落分布较多，植被受人为活动干扰强烈，现状植被次生性较强，中部自北往南由低山向丘陵过渡，地形以中低山为主，植被类型以阔叶林、针叶林、

灌丛等为主，主要有马尾松群系、枫香群系、盐肤木群系等；拟建下水库属于低山丘陵区，植被主要以落叶阔叶林为主，常见栓皮栎群系等。

d) 重点保护野生植物和古树名木

1) 国家重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》(国家林业和草原局农业农村部公告(2021年第15号))、《重庆的国家重点保护植物研究》(余顺慧, 2000年)、《重庆市国家重点保护植物的地理分布及区系特征分析》(余顺慧, 2000年)、《重庆国家重点保护野生植物区系地理》(刘玉成, 2000年)、《重庆的珍稀濒危植物》(彭军等, 2000年)、《重庆国家重点保护野生植物的分布与水热关系的初步研究》(韩晨霞等, 2003年)、《重庆市珍稀濒危植物信息系统》(马洪菊, 2003年)及本工程所在行政区内其它关于国家重点保护野生植物的相关资料, 结合现场调查, 在评价区范围内暂未发现重点保护野生植物。

2) 古树名木

根据《古树名木鉴定规范》(LY/T2737-2016, 2017年1月1日实施)、《古树名木普查技术规范》(LY/T2738-2016, 2017年1月1日实施)及云阳县林业局关于区域古树名木的调查资料, 同时对云阳县林业局、评价区内居民进行访问调查及现场实地调查, 在评价区内发现有古树1种, 为黄葛树(*Ficus virens* var. *sublanceolata*), 共分布有1株, 具体分布情况见下表 4.2.1-9。

表 4.2.1-9 评价区古树资源及分布

序号	种名	生长状况	GPS 点位	树龄 (年)	工程占有情况	古树现状
1	黄葛树	树高 14m, 胸径 61cm, 平均冠幅7m × 10m, 正常株	108°40'57.50"E, 31°9'21.50"N, H: 577m	120	不直接占用, 与最近的工区(通风兼安全洞)直线距离约	

序号	种名	生长状况	GPS 点位	树龄 (年)	工程占有情况	古树现状
					500m	

#### e) 外来入侵物种

外来入侵种指原来在当地没有自然分布，因为迁移扩散、人为活动等因素出现在其自然分布范围之外的物种，也有一些在移入后逸散到环境中成为野生状态，这些物种若在新环境内没有天敌的控制，就会排挤环境中的原生种，破坏当地生态平衡，甚至造成对人类经济的危害性影响，此类外来种则通称为入侵种。根据《中国外来入侵物种名单》(第一批，2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批，2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批，2014 年)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》(第四批，2016 年)，以及查阅本流域所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，并进行实地调查，发现分布于评价区内的外来入侵物种共 2 种，分别为白花鬼针草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)和喀西茄(*Solanum aculeatissimum*)等，白花鬼针草以及喀西茄主要分布于炸药库附近，白花鬼针草分布面积约 6m<sup>2</sup>，喀西茄分布面积 4m<sup>2</sup>。

#### 4.2.1.6 动物资源现状

根据《中国动物地理》(张荣组，科学出版社，2011)的中国动物地理区划，规划范围内动物区划属于东洋界—华中区—西部山地高原亚区—四川盆地省—农田-亚热带林灌动物群。本区动物区系组成中，东洋界种类居多，古北界种类较少；动物区系较为复杂，两栖爬行动物分布的区域差异性比较明显；在广大的农耕地区，广泛分布、数量众多的是鼠类，食虫类中少数种类也属常见。2022 年 2 月，调查组对评价区的陆生动物现状进行了实地调查。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样线法、样方法对陆生野生动物进行了外业调查，在上下水库坝址区、上下库链接道路和上下水库淹没范围内设置了 5 条样线进行重点调查，并在项目涉及村庄及项目所在区域的林业部门进行了座谈访问，在此基础上，查阅并参考《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁，2012 年)、《中国爬行纲动物分类厘定》(蔡波等，2015 年)、《中国鸟类分类与分布名录(第 3 版)》(郑光美，2017 年)、《中国哺乳动物多样性(第 2 版)》(蒋志刚等，2017 年)以及关于本地区脊椎动物类的相关文献资料《重

庆市哺乳动物名录及其生态地理分布》(彭杰等, 2018年)、《重庆市鸟类名录及其生态地理分布》(邓亚平等, 2019年)、《重庆市爬行动物物种多样性研究及保护》(罗键等, 2004年)、《重庆自然博物馆馆藏两栖动物目录与区系分布》(李健等, 2010年)、《重庆自然博物馆馆藏爬行动物名录》(李健等, 2011年)等, 对评价区的动物资源现状得出综合结论。

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 4.2.1-10。

表 4.2.1-11 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

根据实地调查及对相关资料的综合分析, 评价区内共有陆生野生脊椎动物 4 纲 16 目 47 科 85 种。评价区内有国家二级重点保护野生动物 1 种, 重庆市重点保护动物 5 种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.2.1-12。

表 4.2.1-12 评价区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		重庆市重点
							一级	二级	
两栖纲	1	4	6	4	0	2	0	0	0
爬行纲	2	6	10	3	0	7	0	0	0
鸟纲	8	29	61	37	4	20	0	1	4
兽纲	5	8	8	4	0	4	0	0	1

合计	16	47	85	48	4	33	0	1	5
----	----	----	----	----	---	----	---	---	---

## a) 两栖类

### 1) 种类、数量及分布

评价区内的两栖动物有 1 目 4 科 6 种，其中蛙科种类最多，共有 3 种，占两栖类种数的 50%。评价区内未发现国家级和重庆市重点保护两栖类。评价区内的两栖类中，优势种为中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)、泽陆蛙(*Fejervaryamultistriata*)等，它们适应能力强，分布广。

### 2) 区系类型

按区系类型分，将以上两栖类分为 2 种区系类型：东洋种 4 种，占 66.67%；广布种 2 种，占 33.33%；无古北种分布。评价区内的两栖类以东洋界成分占绝对优势，这与评价区地处东洋界的地理位置一致。

### 3) 生态类型

根据生活习性的不同，评价区内的 6 种两栖类分为以下 3 种生态类型：

静水型(在静水或缓流中觅食)：有沼蛙(*Boulengeranaguentheri*)、中国林蛙(*Rana chensinensis*)和泽陆蛙 3 种，主要在评价区内的池塘、稻田等静水水域中分布，与人类活动关系较密切。

陆栖型(在陆地上活动觅食)：包括中华蟾蜍和饰纹姬蛙(*Microhylaornata*)2 种，它们主要在评价区内离水源不远的陆地上如草地、石下、田埂间等生境内活动。

流溪型(在流动的水体中活动觅食)：包括花臭蛙(*Odorrana schmackeri*)1 种，它们主要在评价区内的河流及其附近生活。

## b) 爬行类

### 1) 种类、数量及分布

评价区内爬行类共有 2 目 6 科 10 种，其中游蛇科的种类最多，有 5 种，占 50%。评价区内未发现国家重点保护和重庆市重点保护爬行类分布；评价区分布的爬行类中优势种为北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)和乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)等。

### 2) 区系类型

按照爬行动物的区系类型，将以上评价区内的 10 种爬行类分为 2 种区系类型：

东洋种 3 种，占 30%；广布种 7 种，占 70%；无古北种分布。与两栖类类似，爬行类的迁移能力也较差，古北界成分难以跨越地理障碍向东洋界渗透，因此评价区内的爬行类仍然以广布种和东洋种为主。

### 3) 生态类型

根据评价区内爬行类生活习性的不同，可以将上述爬行类分为以下 4 种生态类型：

住宅型(在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动)：有蹼趾壁虎(*Gekkosubpalmatus*)1 种。主要在评价区内的居民点附近活动，如高阳镇海坝村和建全村等。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面，路边石缝中)：包括丽纹攀蜥(*Japalurasplendida*)、北草蜥(*Takydromusseptentrionalis*)和短尾蝮(*Gloydiysbrevicadus*)共 3 种。它们主要在评价区内的山林灌丛中活动。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动)：包括赤链蛇(*Lycodonrufozonatum*)、王锦蛇(*Elaphe carinata*)、黑眉晨蛇(*Elaphe taeniura*)、虎斑颈槽蛇(*Rhabdophistigrina*)、乌梢蛇(*Ptyasdhumnades*)共 5 种。它们主要在评价区内离水源不远的潮湿的林地内活动。

水栖型(在水中生活、觅食)：仅包括中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)1 种。在河流较缓的水域活动，主要分在双河洞沟的干支流中。

### d) 鸟类

#### 1) 种类、数量及分布

评价区内鸟类共有 8 目 29 科 61 种，其中以雀形目鸟类最多，共 45 种，占 73.77%。评价区内有国家二级保护鸟类 1 种，为红腹锦鸡(*Chrysolophus pictus*)；有重庆市重点保护鸟类 4 种，即灰胸竹鸡(*Bambusicolathoracicus*)、小鸊鷉(*Tachybaptus ruficollis*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)和绿鹭(*Butorides striata*)。

#### 2) 区系组成

评价区的鸟类中，东洋种有 37 种，占 60.66%；古北种有 4 种，占 6.56%；广布种有 20 种，占 32.79%。评价区内的鸟类以东洋种最多，这与评价区处于东洋界相一致，并且古北种和广布种也占有一定的比例，这与鸟类迁移能力较强有关。

#### 3) 居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的，方向确定的，有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为，可将评价区的鸟类分成以下 3 种居留型。

留鸟(长期栖居在生殖地域, 不作周期性迁徙的鸟类): 共 43 种, 占评价区所有鸟类的 70.49%, 主要包括雉科、鸠鸽科、啄木鸟目和雀形目中的一些种类(如鹌科、噪鹛科等), 该居留型的鸟类在评价区所占的比例最大;

夏候鸟(夏候鸟是指春季或夏季在某个地区繁殖、秋季飞到较暖的地区去过冬、第二年春季再飞回原地区的鸟): 共 10 种, 占评价区所有鸟类的 16.39%, 主要包括鹭科和雀形目的一些种类;

冬候鸟(冬季在某个地区生活, 春季飞到较远而且较冷的地区繁殖, 秋季又飞回原地区的鸟): 共 8 种, 占评价区所有鸟类的 13.11%, 主要包括鸭科、鸊鷉目和雀形目的个别种类;

综上所述, 评价区的鸟类中, 在评价区繁殖(包括留鸟和夏候鸟)的鸟类有 53 种, 所占比例为 86.89%, 迁徙鸟类(包括夏候鸟和冬候鸟)共有 18 种, 占 29.51%, 说明评价区内的鸟类大多数在区域内繁殖生活, 不做长距离迁徙。

#### 4) 生态类型

按生活习性的不同, 可以将评价区内的鸟类分为以下 5 种生态类型:

涉禽(嘴, 颈和脚都比较长, 脚趾也很长, 适于涉水行进, 不会游泳, 常用长嘴插入水底或地面取食): 包括鹤形目、鹈形目的种类, 评价区分布有 7 种: 黑水鸡、白鹭(*Egretta garzetta*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、绿鹭、牛背鹭(*Bubulcus ibis*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)和夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)。它们在评价区内主要分布于河流附近, 以及水田等处。

游禽(脚趾间有蹼, 能游泳, 在水中取食): 评价范围分布的游禽有雁行目和鸊鷉目的部分种类, 如: 斑嘴鸭(*Anas zonorhyncha*)、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)和小鸊鷉, 共 3 种, 斑嘴鸭和绿头鸭偶见于双河洞沟流域的河流、水库、鱼塘等地, 小鸊鷉在评价范围各类水域中有分布。

陆禽(体格结实, 嘴坚硬, 脚强而有力, 适于挖土, 多在地面活动觅食): 包括鸡形目、鸽形目的所有种类, 评价区内分布有 4 种, 即环颈雉(*Phasianus colchicus*)、红腹锦鸡、灰胸竹鸡和珠颈斑鸠(*Streptopelia chinensis*)。它们在评价区内主要分布于林缘地带、农田区域或村落附近。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊, 善于在树上攀缘): 主要为啄木鸟目的种类,

评价区内分布有 2 种：为灰头绿啄木鸟(*Picus canus*)和斑姬啄木鸟。灰头绿啄木鸟主要分布于树林中，如马尾松林。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达，一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢)：包括雀形目的所有种类，评价区内共 45 种。其生活习性多种多样，广泛分布于评价区内各类生境中，如树林、灌丛、农田、居民点及水域附近等，其中分布于树林和灌丛生境的种类较多。评价区内鸣禽较常见，现场调查过程中，目击到白颊噪鹛(*Garrulax sannio*)、绿翅短脚鹎(*Ixos mcclellandii*)、小鹇(*Emberizapusilla*)、棕头鸦雀(*Sinosuthora webbiana*)、灰眶雀鹛(*Alcippemorrissonia*)等，为评价区内常见种类。

#### e) 兽类

##### 1) 种类、数量及分布

评价区内兽类共有 5 目 8 科 8 种，以啮齿目居多，有 3 种，占评价区兽类种类的 37.5%。评价区内未发现国家一级和国家二级重点保护兽类；有重庆市重点保护兽类 1 种，即黄鼬(*Mustela sibirica*)。

##### 2) 区系类型

按区系类型划分，可将评价区内的 8 种兽类分为以下 2 类：东洋种 4 种，占 50%；广布种 4 种，占 50%。这与评价区处于东洋界相一致，并且广布种也占有一定的比例，这与兽类迁移能力较强有关。

##### 3) 生态类型

根据评价区兽类生活习性的不同，可以将上述种类分为以下 4 种生态类型：

半地下生活型(穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物)：有蒙古兔(*Lepus tolai*)、巢鼠(*Micromys minutus*)、小家鼠(*Mus musculus*)、黄鼬共 4 种。它们在评价区内主要分布在林地和农田、居民点附近，其中巢鼠和小家鼠等鼠类与人类关系密切。

地面生活型(主要在地面上活动、觅食)：有野猪(*Sus scrofa*)1 种，主要分布在人类活动少的山地林中。

岩洞栖息型(在岩洞中倒挂栖息)：评价区内有贵州菊头蝠(*Rhinolophus rex*)和西南鼠耳蝠(*Myotis altarium*)2 种。它们在评价区内主要分布于山区的岩洞或居民点附近。

树栖型(主要在树上活动、觅食): 有赤腹松鼠(*Callosciuruserythraeus*)1种, 主要在评价区中的林地中活动。

#### e) 重点保护野生动物

评价区内陆生脊椎动物中, 有国家二级重点保护野生动物 1种, 为鸟类中的红腹锦鸡; 有重庆市重点保护野生动物 5种: 鸟类 4种, 兽类 1种。评价区内国家级和市级重点保护野生动物见表 4.2.1-13。

表 4.2.1-13 评价区内重点保护野生动物名录

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	工程占用情况(是/否)
1	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	国家二级	NT	是	陆禽, 活动范围广, 活动能力强, 活动于评价区内山地阔叶林和林缘灌丛, 如石杨村附近有访问到	访问调查	否, 分布生境与下库坝址直线距离约 1.74km
2	灰胸竹鸡 <i>Bambusicolathoracicus</i>	市级	LC	否	评价区内的林缘、灌丛、农田、居民点附近	现场调查	是, 评价区内的林缘、灌丛、农田、居民点附近
3	小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	市级	LC	否	主要分布于评价区内的河流及水库附近	现场调查	否, 分布在荆竹水库
4	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	市级	LC	否	主要分布于评价区内的河流及农田附近	文献记录	否, 主要分布于评价区内的河流及农田附近
5	绿鹭 <i>Butorides striata</i>	市级	LC	否		文献记录	否, 主要分布于评价区内的河流及农田附近
6	黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	市级	LC	否	主要分布于建全村附近的林缘及灌丛附近	访问调查	否, 主要分布于建全村附近的林缘及灌丛附近

#### 4.2.1.7 典型区域生态现状

##### a) 枢纽工程区

上水库施工区包括上水库大坝、上水库进/出水口等工程项目的施工。由此, 上水库施工区需要布置的施工设施及场地主要有: 上水库综合加工厂(包括木材、钢筋

加工厂及混凝土预制厂)、上水库金结拼装场、上水库施工营地、上水库修配厂以及上水库施工仓库等。另外根据上水库施工区土石方平衡调配结果以及环保要求,上水库还需布置上水库利用料中转场、上水库弃渣中转场以及上水库表土堆存场。主要工程生态现状见下表:

#### 1) 上水库

上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库,天然库盆呈“Y”状分布。上水库大坝布置在已建石河堰拦水坝下游约 100m 的主冲沟上,主冲沟为“V”形峡谷,其左岸已建拦水坝上下游各存在 NNW 向较大规模的冲沟切割,地形呈条形山脊,宽度约 330m。已建石河堰水坝往上游约 170m 即为左右两支沟交汇处,两岸岸坡变缓,地形相对开敞。上水库溢洪道采用竖井式溢洪道,布置在主坝右岸,堰顶不设闸门,采用自由溢流。竖井溢洪道由井口开挖段、溢流堰、竖井、消力井、退水隧洞、出口消力池组成。



图 4.2.1-3 上水库坝区生态环境现状

通过现场调查,评价区上水库坝址及库区土地利用类型以林地为主,植被类型主要是针叶林,零星分布竹林和灌丛灌草丛。上水库拟建坝址处主要分布植被有马尾松林、马桑灌丛、插田泡灌丛、芒灌草丛等,常见植物有榿木、杉木、杜鹃、胡颓子、火棘、来江藤、灰白毛莓、盐肤木、宜昌悬钩子、千里光、芒萁、腹水草、鸢尾、山胡椒、栓皮栎、野蔷薇、白茅等。

上水库处于石河堰水库,该区域分布的动物多为森林生境的物种,两栖类常见的有中国林蛙、饰文姬蛙等;爬行类常见的有王锦蛇、翠青蛇等;鸟类分布于此的较多,常见的有白头鹎、黄臀鹎、领雀嘴鹎、灰眶雀鹟、棕头鸦雀、大山雀等。

#### 2) 下水库

下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库。天然库盆呈“Y”形分布。区内溪沟沟底高程一般为 300.00m~350.00m，库周山顶高程多在 700.00m 以上，无低矮垭口存在，地形封闭条件好。混凝土面板堆石坝趾板线布置于双河口水库已建挡水坝的下游处，坝址区两岸山体雄厚，呈对称的宽缓“V”型。库内地层岩性为砂岩与粉砂质泥岩、泥岩互层，沟底及两岸多为基岩裸露，局部覆盖少量的冲积物、残坡积物及崩坡积物，厚度一般小于 10m。



图 4.2.1-4 下水库坝区生态环境现状

通过现场调查，评价区下水库坝址及库区土地利用类型以林地和园地为主，植被类型主要是阔叶林和针叶林，零星分布灌丛灌草丛。主要的野生植被为柏木林、桫木林、栓皮栎林、盐肤木灌丛、宜昌悬钩子灌丛等，园地内主要种植了甜橙、柑橘等经济作物。常见的植物为桉、女贞、千里光、荨麻、油桐、喜树、节节草、白茅、芦竹等；

下水库位于双河口水库，该区域分布的动物多为森林生境的物种，两栖类常见的有中国林蛙、花臭蛙等；爬行类常见的有北草蜥、黑眉晨蛇等；鸟类分布于此的较多，常见的有绿翅短脚鹎、领雀嘴鹎、灰眶雀鹟、大山雀、白鹡鸰、白额燕尾等。

### 3) 输水发电系统

上、下水库进/出水口水平距离约 2414m，距高比为 7.30。引水系统采用一洞两机供水方式，尾水隧洞单机单洞布置型式，输水线路直进直出厂房，设置上游调压室。上水库进/出水口位于大坝右岸，距离右坝肩约 260m。尾水系统由下平段、斜井段、上平段、下水库进/出水口组成。尾水管出口底板高程 234.40m，下游侧 100m 范围内采用钢板衬砌，其余洞段采用钢筋混凝土衬砌。尾水下平段长 128.259m，后接倾角为 55°的斜井段，垂直高差约 64m，转弯半径 30m。上平段坡度 5.0%，长度为 20.25m，

下水库进/出水口亦采用侧式，底板高程为 302.70m。

输水系统总长度为2506.298m，其中引水系统长2188.578m，引水主洞洞径8.4m~6.4m，引水支洞洞径 4.40m；尾水系统长 317.720m，尾水洞洞径 6.2m。



图 4.2.1-5 输水发电系统生态环境现状

通过现场调查，输水系统沿线以自然植被为主，主要为针叶林、阔叶林、灌丛、灌草丛，常见的群系有栓皮栎林、马尾松林、柏木林、马桑灌丛、盐肤木灌丛、白茅灌丛、芒灌丛等，常见的植物有厚果崖豆藤、竹叶花椒、了哥王、宜昌悬钩子、檫木、海金沙、毛竹(*Phyllostachys edulis*)等。输水系统沿线常见动物有泽陆蛙、环颈雉、灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、鹊鹑、喜鹊、红嘴蓝鹊、白鹡鸰、白头鹎、赤腹松鼠、黄胸鼠等。

#### 4) 施工工厂设施和施工营地

根据枢纽布置特点及各建筑物施工特性，需要设置的主要施工设施有混凝土系统、金结拼装场、综合加工厂、仓库系统，施工场地主要满足这些施工设施布置需要，水泥仓库、钢筋钢材库均布置在综合加工厂内。根据上水库施工场地布置条件及施工需要，上水库场地集中布置于上水库大坝右坝头，其中营地及仓库作为生活区相邻布置于高程 700.00m 以上；而混凝土系统、骨料堆场布置于高程 680.00m；综合加工厂作为生产区布置于高程 700.00m 以下，两个片区中间布置场内交通道路供各场区交通需要。

下水库场地按照永久及临时场地需要分开布置，永久场地如业主营地、永久机电设备库、变电站等布置于靠近①道路起点处，方便对外交通。而临时用地则根据需要布置于靠近主体施工区附近，其中施工营地、施工仓库、钢管加工场集中布置于至通

风洞口道路大坝上游沿线高程较低位置库内，根据工程施工进度及蓄水时间安排，场地可利用时间至下库下闸后一年，届时主体大坝及厂房施工已经基本完成，该场地使用满足施工需要，生产区如混凝土系统及其骨料堆场布置于大坝左岸坝头。



图 4.2.1-6 施工场地生态环境现状

现场调查发现，施工工厂设施和施工营地的植被以人工植被为主，主要为灌丛和灌草丛，常见的自然植被为宜昌悬钩子灌丛、白茅灌草丛、芒灌草丛等，常见的人工植被为水稻、蔬菜、甜橙等，常见的植物有了哥王、丛毛羊胡子草、野蔷薇、盐肤木等。该区域分布的物种多为常见种，有泽陆蛙、中华蟾蜍、赤练蛇、珠颈斑鸠、鹊鸂、灰眶雀鹛、大山雀、红嘴蓝鹊、棕头鸦雀、白头鹎、领雀嘴鹎、褐家鼠等。

#### 5) 弃渣场

上水库弃渣场：上水库总弃渣量 360.34 万  $m^3$ ，根据地形条件、施工场地布置条件，结合坝后堆渣及死库容回填，本工程在上水库库尾冲沟布置 1#、2#渣场，上库死水位以下为回填区，上水库 1#渣场规划堆渣高程 770.000m，堆渣容量约 286 万  $m^3$ ，上水库 2#渣场规划堆渣高程750.000m，堆渣容量约100 万  $m^3$ ，库底回填高程640.000m，回填容量约 35 万  $m^3$ ，坝后堆渣 47.47 万  $m^3$ ，工程总容量为 467 万  $m^3$ ；渣场容量基本满足要求。根据现场调查，上水库弃渣场土地利用类型主要为耕地和林地。主要的栽培植物为水稻，常见的自然植被为马尾松林，常见的植物为山胡椒、樟、女贞、檫木、芒萁、玉竹、麦冬等，该区域常见动物有泽陆蛙、丽纹攀蜥、珠颈斑鸠、白额燕尾、鹊鸂、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、白鹡鸰、白头鹎、灰眶雀鹛、赤腹松鼠、小家鼠等。

下水库弃渣场：下水库总弃渣量 152.21 万  $m^3$ (自然方)，结合坝后堆渣及死库容堆渣，在下库大坝坝后堆存 90 万  $m^3$ ，另考虑淤沙库容后，在库底回填死库容 110 万  $m^3$ ，总容量约 200 万  $m^3$ ；容量基本满足要求。



图 4.2.1-7 弃渣场生态环境现状

## 6) 场内交通

场内交通规划应符合方便施工、减小干扰、一路多用的原则，场内道路应根据枢纽布置、施工总布置要求，永临结合，满足工程施工需要。

电站上下库之间已有一条乡村公路，可直接利用作上下库联系公路(由于为单车道，需增加错车道)。根据本工程施工特点，场内主干道路主要满足开挖与混凝土运输需要，为满足施工需要，场内道路共需规划布置 8 条施工主干道路：永久公路 3 条(上库 1 条，下库 2 条)；临时公路 5 条(上库 2 条，下库 3 条)。



图 4.2.1-8 场内交通生态环境现状(部分路段)

通过现场调查，评价区场内交通主要是利用原有道路以及修建部分新建道路，原有道路周边多以园地和耕地为主，常见的人工植被为柑橘、甜橙、水稻等，新建道路区占土地利用类型以林地和耕地为主。占地区主要的人工植被为水稻、油菜等，常见的自然植被有马尾松林、杉木林等，其他常见的植物有柏木、粪箕笃、宜昌悬钩子、马桑、宜昌荚蒾、金发草、乌蕨、香叶树等。场内交通占地为线状的，贯穿上下库，带状区域内分布的动物种类多为区域常见物种，常见的有中华蟾蜍、乌鸫、白鹡鸰、麻雀、喜鹊等。

## 7) 移民安置区

初步规划建全抽水蓄能电站涉及住房安置对象均就近搬迁至高阳镇居住。

## 8) 专项复建规划

永久征地范围涉及占用高阳镇石河堰、双河口水库 2 处小型水利设施。石河堰位于高阳镇建全村澎溪河支流左支沟石河腰处，主要承担农业灌溉任务，主要灌溉建全村部分耕地并向建全水厂供水。双河口水库位于高阳镇建全村澎溪河支流双河口处，现状以发电为主，兼有灌溉建全村部分耕地。根据现状石河堰、双河口水库现状情况，

以及云阳县水利局和地方政府意见，本阶段拟定复建二台水库和吴家屯水库。按照现状占用水利设施的功能，新建水利设施恢复占用水利设施的灌溉、供水任务，保证原灌溉范围和供水范围内的人畜饮水和灌溉用水。



图 4.2.1-9 复建水利工程生态环境现状

通过现场调查，二台水库和吴家屯水库土地利用类型以林地和湿地为主，水库周边常见的植被有马尾松林、柏木林、白茅灌草丛、芦竹灌草丛等，其他常见的植物有水竹、檫木、杜鹃、海金子、宜昌悬钩子、牡荆、野蔷薇等。水库附近分布的动物有中国林蛙、沼蛙、中华蟾蜍、北草蜥、赤练蛇、虎斑颈槽蛇、乌梢蛇、白鹡鸰、红尾水鸱、灰鹡鸰、白额燕尾、棕头鸦雀、灰眶雀鹛、领雀嘴鹛、白颊噪鹛等。

## 4.2.2 水生生态

### 4.2.2.1 调查方案

#### a) 调查范围

上水库评价范围包括上水库库尾至坝址下游 2.3km 双叉河沟河段、下水库库尾至坝址下游小江河口 4.8km 双河洞沟河段，以及河口分别沿上下游 5km 小江河段。

表 4.2.2-1 评价区水生生物调查点位环境因子表

序号	断面	经纬度	海拔 m	气温 °C	水体特征					
					水温 °C	pH	底质	水深 m	透明度 m	流速 m/s
1	上水库库区	N 31°8'13.88",E108°41'48.94"	607.9	28	17	7	砾石	1.5	0.3	0
2	上水库库尾	N 31°8'28.20",E1 08°42'11.38"	678.37	24	14	7	砾石、砂石	0.5	25	0.2
3	上水库坝下	N 31°8'17.98",E 108°41'14.87"	479.8	24	14	7	砾石、砂石	0.6	0.2	0.5
4	下水库库区	N 31°8'27.57",E 108°40'17.40"	285.6	28	18	7	砾石、砂石	-	0.3	0
5	下水库库尾	N 31°8'52.24",E 108°40'41.14"	319.7	24	14	7	砾石、砂石	0.4	25	0.4

6	下水库坝下	N 31°7'59.87",E 108°39'53.53"	279.7	27	14	7	砾石、砂石	1	0.3	0.2
7	双河洞沟河口小江上游	N 31°7'45.98",E 108°37'30.78"	182.7	24	18	7	砾石	-	0.3	0
8	双河洞沟河口小江下游	N 31°7'12.45",E 108°39'7.45"	172.5	24	18	7	砾石	-	0.3	0

采样点	卫星影像图	现场生境照
1.上水库库区		
2.上水库库尾		
3.上水库坝下		
4.下水库库区		

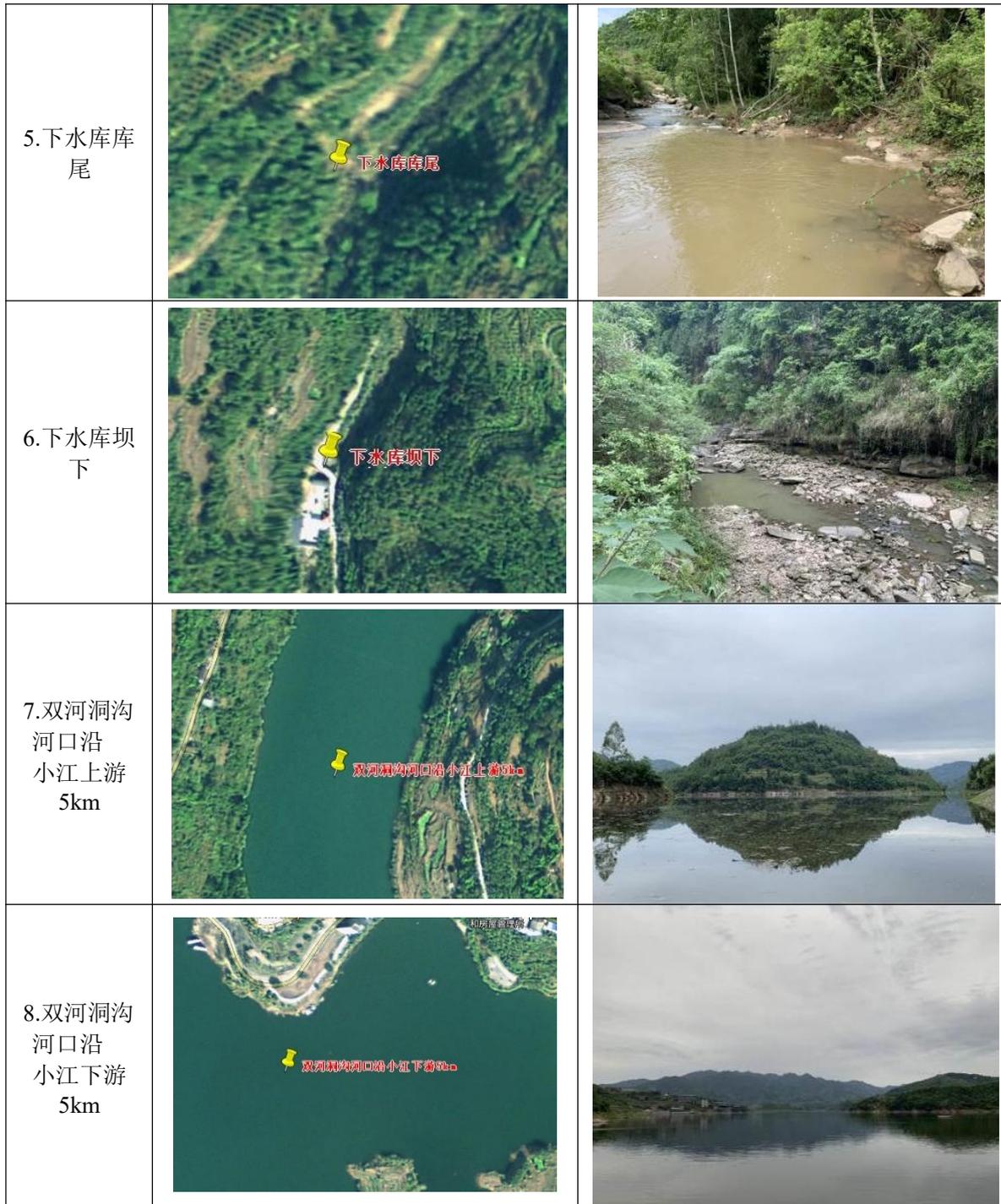


图 4.2.2-1 各调查点位现场生境状况

#### b) 调查方法

水生生物野外调查方法主要依据《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018)、《渔业生态环境监测规范第 3 部分：淡水》(SC/T 9102.3 - 2007)、《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》(HJ 710.7 - 2014)等的相关要求进行。

## 1) 浮游藻类调查

### (1) 采集、固定及沉淀

浮游植物的采集包括定性采集和定量采集。定性采集采用 25 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集。根据河水泥沙含量、浮游植物数量等实际情况决定取样量，并采用泥沙分离的方法，加入鲁哥氏液固定，经过 48h 静置沉淀，浓缩至约 30ml，保存待检。定量采集则采用 1000ml 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，收集水样装入玻璃瓶中。

### (2) 水样固定

计数用水样应立即用 10ml 鲁哥氏液加以固定(固定剂量为水样的 1%)。需长期保存样品，再在水样中加入 5ml 左右福尔马林液。在定量采集后，同时用 25 号筛绢制成的浮游生物网进行定性采集，专门供观察鉴定种类用。

### (3) 沉淀和浓缩

沉淀和浓缩需要在筒形分液漏斗中进行，但在野外一般采用分级沉淀方法。根据理论推算最微小的浮游植物的下沉速度约为每 0.3cm/h，故如分液漏斗中水柱高度为 20cm，则需沉淀 60h。但一般浮游藻类小于 50 $\mu$ m，再经过碘液固定后，下沉较快，所以静置沉淀时间一般可为 48h。并在样品瓶上写明采样日期、采样点、采水量等。

### (4) 样品观察及数据处理

室内先将样品浓缩、定量至约 30ml，摇匀后吸取 0.1ml 样品置于 0.1ml 计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量较少时全片计数，每个样品计数 2 次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在 15% 以内，否则增加计数次数。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P^n$$

式中：N-----一升水中浮游植物的数量(ind. L<sup>-1</sup>)；

C<sub>s</sub>-----计数框的面积(mm<sup>2</sup>)；

F<sub>s</sub>-----视野面积(mm<sup>2</sup>)；

F<sub>n</sub>-----每片计数过的视野数；

V-----一升水样经浓缩后的体积(ml)；

$v$ -----计数框的容积(ml);

$Pn$ -----计数所得个数(ind.)。

## 2) 浮游动物调查

### (1) 采集、固定及沉淀

原生动物和轮虫：原生动物和轮虫的样品采集同浮游植物。

枝角类和桡足类：定性采集采用 13 号筛绢制成的浮游生物网在水中拖曳采集，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。定量采集则采用 2000ml 采水器不同水层中采集一定量的水样，经充分混合后，取 10L 的水样用 25 号筛绢制成的浮游生物网过滤后，将网头中的样品放入 50ml 样品瓶中，加福尔马林液 2.5ml 进行固定。

### (2) 鉴定

原生动物：将采集的原生动物定量样品在室内继续浓缩到 30ml，摇匀后取 0.1ml 置于以 0.1 ml 的计数框中，盖上盖玻片后在 20×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

轮虫：将采集的轮虫定量样品在室内继续浓缩到 30ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数框中，盖上盖玻片后在 10×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 2 片；同一样品的计数结果与均值之差不得高 15%，否则增加计数次数。定性样品摇匀后取 2 滴于载玻片上，盖上盖玻片后用显微镜检测种类。

枝角类：将采集的枝角类定量样品在室内继续浓缩到 10ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数框中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品到入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，盖上盖玻片后用压片法在显微镜检测种类。

桡足类：将采集的桡足类定量样品在室内继续浓缩到 10ml，摇匀后取 1ml 置于以 1ml 的计数框中，盖上盖玻片后在 4×10 倍的显微镜下全片计数，每个样品计数 10 片。定性样品到入培养皿中，在解剖镜下将不同种类挑选出来置于载玻片上，在显微镜下用解剖针解剖后检测种类。

### (3) 浮游动物的现存量计算

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{nV_1}{CV}$$

式中： N——每升水样中浮游动物的数量(ind./L)；

$V_1$ ——样品浓缩后的体积(ml)；

$V$ ——采样体积(L)；

$C$ ——计数样品体积(ml)；  $n$ ——

——计数所获得的个数(ind.)；

原生动物和轮虫生物量的计算采用体积换算法。根据不同种类的体形，按最近似的几何形测量其体积。枝角类和桡足类生物量的计算采用测量不同种类的体长，用回归方程式求体重进行。

### 3) 底栖无脊椎动物

底栖无脊椎动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。依据断面长度布设采样断面，用 Petersen 氏底泥采集器采集定量样品，每个采样断面采泥样 2~3 个。软体动物定性样品用 D 形踢网(kick-net)进行采集，水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品，选取 1m<sup>2</sup>，将此 1m<sup>2</sup> 内的石块检出，用镊子夹取各种附着在石块上的底栖动物，若底质为沙或泥沙则用铁铲铲出泥沙，用 60 目分样筛小心淘洗和筛取出各类标本，放入标本瓶并用 5% 的甲醛溶液保存。将每个断面采集的底栖动物样本，按采集编号进行整理，所采集标本鉴定到属或种，再分种逐一进行种类数量统计，然后用电子天平称重，称重前需将标本放到吸水纸上，吸去虫体表面的水分，称出每个物种的湿重，最后换算成以 m<sup>2</sup> 为单位的种类密度及生物量(湿重)，密度单位 ind./m<sup>2</sup>，生物量单位 g/m<sup>2</sup>。

## 4) 鱼类

### (1) 鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用 75% 的酒精固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

## (2) 鱼类资源现状

通过收集历史资料，并结合现场捕捞渔获物统计分析和走访相结合，对标本进行分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。采用现场捕捞调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。对渔获物资料进行整理分析，得出主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，以判断鱼类资源状况。

## (3) 鱼类“三场”

根据现场调查河道走势、水文情况，同时参考历史资料，了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成，结合鱼类生物学特性，分析鱼类“三场”分布情况。

## (4) 生物多样性评价

根据水生生物监测结果，开展研究区域的水生生物多样性评价工作，分别从浮游植物、浮游动物、底栖动物生物、鱼类等多样性等方面进行生物多样性指数计算。

### ——香农-威纳多样性指数( $H_e$ 或 $H_2$ )

这一多样性指数是用于调查群落局域生境内多样性( $\alpha$ -多样性)的指数，计算公式为：

$$H_e = \sum (P_i)(\ln P_i) \text{ 或 } H_2 = \sum (P_i)(\log_2 P_i)$$

$p_i$  表示第  $i$  个种占总数的比例。当群落中只有一个族群存在时，香农指数达最小值 0；当群落中有两个以上的族群存在，且每个族群的个体数量相等时，香农指数达到最大值  $\ln S$ 。

### ——Pielou 均匀度指数

物种均匀度是群落中不同物种(生物量、盖度或其他指标)分布的均匀程度。通常用观察多样性和最高多样性的比来计算。最高多样性是指所有物种的多度都相等时样方的多样性。可以用基于 Shannon-Wiener 指数计算物种多样性，物种均匀度的计算公式为：

$$J = H' / \ln S$$

在公式中， $S$  为群落内的物种数， $H'$  为 Shannon-Wiener 多样性指数。



水生饵料生物调查



水生饵料生物调查



鱼类资源调查



鱼类资源调查

室内饵料生物鉴定

现场访问调查

图 4.2.2-2 水生生物调查

#### 4.2.2.2 水生生境现状

建全抽水蓄能电站工程位于云阳县高阳镇境内的双河洞沟。上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库。天然库盆呈“Y”形分布。左支沟走向 NW 向，右支沟走向 SW 向，两支沟于陈家山沙湾处交汇为主冲沟，为双叉河沟。库区水库静止，沿岸水生植被分布较少，种类较单一，以芒、荻等挺水植物为主。下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库。天然库盆亦呈“Y”形分布。左支沟走向 NW 向，右支沟走向 SW 向，两支沟于双河口处交汇为主冲沟，为双河洞沟，主沟总体流向 SW 向。库区水体静止，沿岸少量水蓼零星分布。库区下泄水维持下游河段流水生境，河道底质以砾石、砂石为主，沿岸主要为基岩，水生植被较少，部分河段河床裸露。双河洞沟于下水库坝址下游 1.8km 处汇入小江，小江水域面积较广，水流较缓，水深

达河流两岸消落带明显。

#### 4.2.2.3 浮游植物

##### a) 种类组成

2022年4月调查人员对建全抽水蓄能电站工程区和小江水域浮游植物进行了现场采样调查。经技术人员鉴定和统计,共检出浮游植物4门56种。评价区浮游植物群落中硅藻门种类最多,达到32种,占总种类数的57.14%;其次是绿藻门16种,占比28.57%;蓝藻门6种,占比10.71%;较少的甲藻门2种,占比仅3.57%。

浮游植物优势种主要包括颤藻(*Oscillatoria* sp.)、席藻(*Phormidium* sp.)颗粒直链藻极狭变种(*Melosira granulata* var. *angustissima*)、尖针杆藻极狭变种(*Synedra acus* var. *angustissima*)等。

表 4.2.2-2 各门藻类种类数及所占比例

种类	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	合计
种数	6	16	32	2	56
比例(%)	10.71	28.57	57.14	3.58	100.00

##### b) 密度和生物量

根据镜检的浮游植物种类、数量和测量的大小,计算出各调查断面不同浮游植物的密度和生物量。调查水域浮游植物平均密度为  $78.9 \times 10^4$  ind./L, 平均生物量为  $3808.2 \times 10^{-3}$  mg/L。评价区浮游植物密度在  $(8.5 \sim 209.0) \times 10^4$  ind./L 范围内,最高、最低分别在7号和2号断面;生物量在  $(64.4 \sim 19052.1) \times 10^{-3}$  mg/L 范围内,最高、最低同分别在7号和2号断面。水域整体浮游植物群落组成中数量最多的甲藻类有  $30.8 \times 10^4$  ind./L, 生物量达到  $3624.4 \times 10^{-3}$  mg/L。上、下水库库区位于高阳镇石河堰水库、双河口水库,库区为静水水体,上游泥沙沉积营养物质积累,饵料生物数量较高,水库库尾及坝下河段多为山溪性河流生境,水量少,水位较浅,浮游植物数量相比库区很低。小江水域沿岸为城镇集中分布区域,受人为活动影响较大,且雨季水量增加各支流河沟携带泥沙汇入河中,营养物质逐渐积累,与库区水域相比饵料生物数量较高。各采样点浮游植物的密度和生物量见表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 评价区浮游植物密度和生物量统计表

种类	现存量	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
蓝藻门	密度 10 <sup>4</sup> ind./L	11.8	0.8	3.0	12.0	3.1	1.7	44.4	23.1	12.5
	生物量 10 <sup>-3</sup> mg/L	65.4	3.2	18.9	33.1	12.1	58.1	38.8	1.5	28.9
绿藻门	密度 10 <sup>4</sup> ind./L	20.7	1.7	1.6	27.8	7.3	1.2	0.6	1.0	7.7
	生物量 10 <sup>-3</sup> mg/L	158.0	22.5	27.0	24.1	12.9	4.9	25.5	1.6	34.6
硅藻门	密度 10 <sup>4</sup> ind./L	76.7	6.0	3.9	74.0	44.3	14.5	3.2	0	27.8
	生物量 10 <sup>-3</sup> mg/L	283.7	38.7	50.3	392.5	105.8	47.5	44.4	0	120.4
甲藻门	密度 10 <sup>4</sup> ind./L	0	0	0.5	0	0	0	160.8	85.3	30.8
	生物量 10 <sup>-3</sup> mg/L	0	0	5.4	0	0	0	18943.4	10046.6	3624.4
合计	密度 10 <sup>4</sup> ind./L	109.2	8.5	9.0	113.8	54.7	17.4	209.0	109.4	78.9
	生物量 10 <sup>-3</sup> mg/L	507.1	64.4	101.6	449.7	130.8	110.5	19052.1	10049.7	3808.2

#### 4.2.2.4 浮游动物

##### a) 种类组成

2022年4月调查人员对建全抽水蓄能电站工程区和小江水域浮游动物进行了现场采样调查。经技术人员鉴定和统计,共检出浮游动物3类25种。评价区浮游动物群落组成情况,其中种类最多的为轮虫类,达到13种,占总种类数的52.00%;其次是原生动物11种,占比44.00%;桡足类1种,占比4.00%。

浮游动物优势种主要有球砂壳虫(*Diffugiaglobulosa*)、螺形龟甲轮虫(*Keratellacochlearis*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthratrigla*)、晶囊轮虫(*Asplachna sp.*)和桡足类无节幼体(*Nauplius*)等。

表 4.2.2-4 各类浮游动物种类数及所占比例

种类	原生动物	轮虫类	桡足类	合计
种数	11	13	1	25
比例 %	44.00	52.00	4.00	100.00

#### b) 密度和生物量

根据镜检的浮游动物种类、数量和测量的大小，计算出各调查断面不同浮游动物的密度和生物量。调查水域浮游动物平均密度为 221.0ind./L，平均生物量  $283.3 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 。评价区浮游动物密度在(22.1~648.0)ind./L 范围内，最高和最低分别在 7 号、3 号断面；生物量在(41.0~787.4) $\times 10^{-3} \text{mg/L}$  范围内，最高和最低值分别在 8 号、3 号断面。水域整体浮游动物群落组成中数量最多的轮虫类有 148.9ind./L，生物量达到  $269.9 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 。上、下水库库区由于营养物质积累，浮游植物丰富，库区基本呈静水状态，利于浮游动物的生长和繁殖，其数量较库尾及坝下河段高。小江江段受周边居民活动影响较大，支流营养物质的汇入促进浮游植物繁殖，进一步促进浮游动物的生长和繁殖，导致其数量显著高于工程所在山溪河流域。浮游动物的密度及生物量见表 4.2.2-5。

表 4.2.2-5 浮游动物密度和生物量统计表

种类	现存量	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
原生动物	密度 ind./L	47.2	22.7	11.0	52.0	24.4	11.6	216.0	41.6	53.3
	生物量 $10^{-3} \text{mg/L}$	1.4	1.1	0.3	2.6	0.7	0.3	6.5	1.3	1.8
轮虫类	密度 ind./L	118.0	41.2	11.0	162.0	89.0	30.9	396.0	343.2	148.9
	生物量 $10^{-3} \text{mg/L}$	282.3	147.5	40.7	353.7	66.6	85.2	397.4	786.2	269.9
桡足类	密度 ind./L	70.8	6.0	0.	21.0	12.2	3.9	36.0	0	18.7
	生物量 $10^{-3} \text{mg/L}$	2.9	0.3	0.	87.5	0.5	0.2	1.5	0.	11.6
合计	密度 ind./L	236.0	69.9	22.1	235.0	125.6	46.4	648.0	384.8	221.0
	生物量 $10^{-3} \text{mg/L}$	286.6	148.8	41.0	443.8	67.8	85.7	405.4	787.4	283.3

#### 4.2.2.5 底栖动物

##### a) 种类组成

2022 年 4 月调查人员对建全抽水蓄能电站工程区和小江水域底栖动物进行了现场采样调查。经技术人员鉴定和统计，共检出底栖动物 3 类 13 种。评价区底栖动物种类较多的软体动物、节肢动物分别有 6 种、5 种，各占总种类数的 46.15%、38.46%；

环节动物 2 种，仅占比 15.38%。底栖动物优势种有锯齿新米虾(*Neocaridina denticulate*)、萝卜螺(*Radix sp.*)。

表 4.2.2-6 评价区底栖动物种类数及所占比例

种类	环节动物	软体动物	节肢动物	合计
种数	2	6	5	13
比例 %	15.38	46.15	38.47	100.00

#### b) 密度和生物量

根据镜检的底栖动物种类、数量和称得的重量，计算出各调查断面不同底栖动物的密度和生物量。调查水域底栖动物平均密度为 63.4ind./m<sup>2</sup>，平均生物量为 24.7g/m<sup>2</sup>。评价区底栖动物密度在(11.0~190.0)ind./m<sup>2</sup> 范围内，最高和最低分别在 1 号、6 号断面；生物量在(2.8~66.8)g/m<sup>2</sup> 范围内，最高和最低同样分别出现在 1 号、6 号断面。上、下水库水域静止，上游河流夹带泥沙下沉，泥沙底丰富，适宜底栖动物生存，其分布数量较多，库尾和坝下河段流水生境为主，河道底质主要为砾石、砂石，部分河道干涸、河床裸露，适宜底栖动物生存环境较少，底栖动物分布相对较少。

表 4.2.2-7 底栖动物密度和生物量统计表

种类	现存量	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
环节动物	密度 ind./m <sup>2</sup>	48.0	0	4.0	32.0	9.0	0	12.0	10.0	13.6
	生物量 mg/ m <sup>2</sup>	0.09	0	0.02	0.03	0.03	0	0.04	0.01	0.03
软体动物	密度 ind./m <sup>2</sup>	80.0	7.1	0	64.0	33.2	0	48.0	16.0	31.0
	生物量 mg/ m <sup>2</sup>	29.1	5.5	0	11.5	7.3	0	18.2	8.6	10.0
节肢动物	密度 ind./m <sup>2</sup>	62.0	12.0	8.0	16.0	23.0	11.0	12.0	6.0	18.8
	生物量 mg/ m <sup>2</sup>	37.6	3.1	4.5	52.0	6.5	2.8	7.4	3.3	14.7
合计	密度 ind./m <sup>2</sup>	190.0	19.1	12.0	112.0	59.2	11.0	72.0	32.0	63.4
	生物量 mg/ m <sup>2</sup>	66.8	8.6	4.5	63.6	13.83	2.8	25.6	11.9	24.7

#### 4.2.2.6 水生维管束植物

2022 年 4 月调查人员对建全抽水蓄能电站工程区和小江水域水生植被进行了现

场调查。经技术人员鉴定和统计，共调查到水生植物 3 类 17 种，种类较多挺水植物、沉水植物分别有 8 种，较少的浮叶植物 1 种。

上下水库库尾及坝下为山溪性河流生境，底质以砾石、砂石为主，两岸基岩分布较广，水生植被以挺水植物芦苇、芒等为主，零星分布于河道两侧，此外有少量水蓼等分布于下水库沿岸。

#### 4.2.2.7 鱼类

##### a) 种类组成

小江，又名彭溪河，为长江左岸一级支流，发源于开州区白马乡车场坝，经开州区南河、渠口汇入普里河，至云阳县养鹿镇白家溪入县境，在双江街道注入长江。彭溪河干流长 183km，流域面积 5225km<sup>2</sup>，河口多年平均径流量 39.1 亿 m<sup>3</sup>，多年平均流量 124m<sup>3</sup>/s。其中云阳境内河长 50.4km，流域面积 609.2km<sup>2</sup>，主要流经养鹿、渠马、高阳、黄石、双江等场镇。彭溪河云阳县境内涉及流域面积 50km<sup>2</sup> 以上的河流有洞溪河、渠马河。

双河洞沟为彭溪河左岸一级支流，双河洞沟河道全长 11.07km，河道平均比降 45.89%，流域集雨面积 32.17km<sup>2</sup>。双河洞沟流经高阳镇皇城村、团结村、金惠村、桂林村、海坝村和建全村。

查阅历史文献，鲜有关于本工程所在双河洞沟水域的鱼类资源调查记录，双河洞沟干流小江鱼类分布情况历史上曾有研究人员开展过调查。2013 年和 2019 年，湖南农业大学动物科学技术学院和水利部中国科学院水工程生态研究所水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室研究人员(郑梦婷等，2021 年)在双河洞沟的干流小江开展鱼类资源调查，调查断面包括渠口、养鹿、高阳和黄石，其中渠口、养鹿分别位于工程下水库坝下 1.8km 处双河洞沟河口沿小江上游 30.7km、13.7km，高阳、黄石分别位于双河洞沟河口沿小江下游 3.5km、14.9km，调查使用刺网和虾笼 2 种渔具，经整理统计研究人员共调查到鱼类 74 种，隶属于 7 目 15 科 56 属。其中 2013 年调查到鱼类 69 种，2019 年调查到鱼类 62 种，均为工程区外小江水域分布种类，整合 2 次调查结果，小江下游江段调查到的鱼类种类最多的为鲤科，共有 35 属 46 种，占总种类数的 62.16%；其次是鳊科和鳅科，分别有 4 属 8 种、5 属 6 种，各占比 10.81%、8.11%；较少的鳃科、银鱼科、亚口鱼科、鲇科、胡子鲇科、鱖科、鮠科、鳊科、沙

塘鳢科、虾虎鱼科、丽鱼科和合鳃鱼科，分别仅有 1~2 种，总占比 18.92%。

2022 年 4 月至 5 月，调查人员建全抽水蓄能电站工程区水域，以及干流小江进行鱼类资源调查，期间在库区周边的村镇走访调查。建全抽水蓄能电站工程区水域调查到鱼类 10 种，优势种为大鳍鱮、鲫、麦穗鱼，小江调查到鱼类 21 种，优势种为短颌鲚、达氏鲃、翘嘴鲃和黄颡鱼。

#### b) 区系组成

根据地理起源和生长发育环境的相似性，可将鱼类划分为若干区系复合体，同一区系复合体内鱼类其形态特征或生活习性有较多相似性。根据史为良《鱼类动物区系复合体学说及其评价》中关于鱼类动物区系复合体学说的评价，通过翻阅历史文献和现场走访调查得知，建全抽水蓄能电站工程区和小江水域分布鱼类涉及以下 4 个区系类群：

##### 1) 中国平原区系复合体

以青鱼、草鱼、鲢、鳙、鳊、鲂、鮠、鳊、马口鱼、宽鳍鱮、蛇鮈、颌须鮈、鯨、赤眼鳟和鲟鱼等为该区系代表种类。这类鱼的主要特点包括：多数种类产漂流性鱼卵，少部分种类产粘性卵但粘性较弱，卵产出后附着在物体上，不久即脱离并顺水漂流发育；该复合体的鱼类通常对水位变化较敏感，许多种类在水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产卵后的亲鱼入湖泊育肥。在北方当秋季水位下降时，鱼类又回到江河中越冬。其中部分种类食物较单纯，如草鱼摄食水生植物，青鱼摄食贝类软体动物，生长迅速。一般比鲤、鲫更能适应较高的温度。

##### 2) 北方平原区系复合体

代表种类有麦穗鱼等。这类鱼耐寒耐盐碱，产卵季节较早，在地层中出现得比中国平原区系复合体靠下，在高纬度地区分布较广，随着纬度的降低，该复合体物种数目和种群数量逐渐减少。

##### 3) 南方平原区系复合体

乌鳢、鮠类、黄鳝、革胡子鲶等属于该复合体。这类鱼常具有拟草色，体表花纹较多，有些种类具棘，以及可以吸取游离氧的副呼吸器官等，如乌鳢具有鳃上器官，以及黄鳝口腔上表皮。此类鱼喜暖水，在北方选择温度最高的盛夏繁殖，多数种类能保护鱼卵和幼鱼，多分布在东亚，纬度越低的地带分布种类越多，此外印度也有一些

种类。说明此类鱼适合在气候炎热、水草较多而易缺氧的浅水湖泊池沼水域中生存。

#### 4) 晚第三纪早期区系复合体

鳊、泥鳅、鲇和大口鲇属于该区系复合体。有学者认为这些鱼类是更新世以前北半球亚热带动物的残余，由于历史气候变化，该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。它们共同特征是适应性强，分布广泛。适应静水或缓流水环境，产粘性卵于水草或石砾上，部分种类产卵于软体动物外套膜中，视觉不发达，嗅觉发达，以底栖生物为食者较多，适应于在较浑浊水体中生活。

#### c) 食性类型

根据评价区鱼类主要摄食对象得知，建全抽水蓄能电站工程区和小江水域鱼类食性主要包括以下 4 类：

##### 1) 植食性鱼类

植食性鱼类主要以水生维管束植物、周从植物或附着藻类为食，评价区水域代表种类包括草鱼、鳊、团头鲂和银鲌等。

##### 2) 肉食性鱼类

包括以底栖无脊椎动物如水生昆虫、螺类为食的初级肉食性鱼类，以及以其它脊椎动物如鱼类等为食的次级肉食性鱼类，鳡、青鱼、红鳍原鲌、翘嘴鲌、鲇、鳊、黄鳝和乌鳢等种类属于肉食性鱼类。

##### 3) 滤食性鱼类

滤食性鱼类常通过其鳃弓上鳃耙的滤食作用摄食水体中浮游动植物、有机碎屑和细菌等饵料，其中鲢主要摄食浮游植物，鳙主要以浮游动物为食。

##### 4) 杂食性鱼类

此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括小型动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。代表种类有鲤、鲫、鳊、中华鳊、高体鳊、银鲌、麦穗鱼、泥鳅和黄颡鱼等。

#### d) 产卵类型

根据产卵习性的所产卵的差异性，建全抽水蓄能电站工程区和小江水域分布鱼类依繁殖习性可分为以下 4 个类群：

### 1) 产粘沉性卵类群

调查水域分布鱼类有许多为产粘沉性卵类群，包括鲤科的宽鳍鱲、马口鱼、鲤、鲫和银鲴等；鳅科的泥鳅等；鲇形目的鲇、大口鲇、革胡子鲇和黄颡鱼等。

这类鱼产卵季节多数集中在春夏间，也有部分种类晚至秋季产卵，不同种类对产卵水域流态底质有不同的适应性。多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖，产粘性卵。鱼卵有的黏附于水草发育，如鲤、鲫、泥鳅等；有的黏附于砾石，如鲇等。

### 2) 产漂流性卵类群

产漂流性卵鱼类在产卵时需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。从卵产出到仔鱼具备溯游能力，一般需要30~40h以上，有的则需要更长时间。评价区代表性种类有青鱼、草鱼、鲢、鳙、中华沙鳅和银鲴等。

### 3) 产浮性卵类群

工程区及附近小江水域分布的乌鳢和鳊等种类属产浮性卵鱼类，其所产的卵由于具有油球，比重小于水，能在水中漂浮发育。

### 4) 特异性产卵类群

这类鱼通常具有较特殊的繁殖习性。

评价区调查到的中华鲮、高体鲮和鳊属种类，繁殖时借助输卵管将卵产于蚌的鳃瓣中发育，由于蚌呼吸时需通过水流的进出摄取氧气，为鱼卵的发育创造良好的溶氧条件。

### e) 栖息类型

根据栖息水域流态特征和鱼类习性特点，调查区鱼类可大致分为以下 2 类：

#### 1) 流水类群

此类群主要或完全生活在江河流速环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。有些种类以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或

以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，或为杂食性，或以浮游动植物为食。该类群代表种类有宽鳍鱲、马口鱼、青鱼、草鱼、鲢和鳙等。

## 2) 静缓流类群

此类群适宜生活于静缓流水体中，由于湖库蓄水这类鱼获得了更大的生存空间，其摄食习性包括浮游动植物食性、动物食性或杂食性，部分种类须在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，评价区该类群种类有鲤、鲫、麦穗鱼、鳊、鲂、大口鲂、黄颡鱼、鳊、乌鳢和黄鲢等。

## f) 珍稀、保护鱼类

查阅相关历史资料资料，发现建全抽水蓄能电站工程所在双河洞沟流域内鲜有关于濒危和保护鱼类的文献记录，2022年4月至5月调查人员在工程上下水库水域鱼类资源调查中，未发现国家重点保护鱼类、重庆市重点保护鱼类，也未调查到被列入中国濒危动物红皮书的鱼类。

## g) 渔获物组成

2022年4月至5月，调查人员在双河洞沟流域以及干流小江进行鱼类资源调查，双河洞沟流域内包括石河堰水库、双河口水库、吴家屯山坪塘、二台山坪塘、双河口坝址下游河段，小江水域包括双河洞沟河口沿小江上游、下游分别5km处。同时，在双河洞沟流域开展了走访调查。调查所渔具采用网目4cm和6cm刺网、网目2cm地笼网，现场对渔获物进行种类鉴定，记录数量、体长和体重等。

### (1) 双河洞沟流域渔获物情况

建全抽水蓄能电站库区及坝下水域调查到鱼类10种，共计288尾，2622.7g，其中上水库调查到鱼类6种，共计37尾，671.5g，优势种类包括大鳍鱮和麦穗鱼；下水库库区调查到鱼类7种，共计173尾，1540.3g，优势种类为大鳍鱮和麦穗鱼；下水库库尾调查到鱼类5种，共计32尾，182.5g，优势种类为大鳍鱮。

表 4.2.2-8 石河堰水库渔获物情况

序号	种类	数量 尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
1	大鳍鱗	16	43.24	35.5	5.29
2	麦穗鱼	7	18.92	15.2	2.26
3	黄颡鱼	4	10.81	168.4	25.08
4	鲫	4	10.81	322.1	47.97
5	子陵吻虾虎鱼	4	10.81	9.5	1.41
6	宽口光唇鱼	2	5.41	120.8	17.99
合计		37	100.00	671.5	100.00

表 4.2.2-9 双河口水库渔获物情况

序号	种类	数量 尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
1	大鳍鱗	120	54.79	169	9.56
2	麦穗鱼	53	24.20	150.8	8.53
3	子陵吻虾虎鱼	27	12.33	38.9	2.20
4	鲫	11	5.02	745.9	42.17
5	宽口光唇鱼	3	1.37	182.3	10.31
6	鲤	2	0.91	133.7	7.56
7	黄颡鱼	2	0.91	58	3.28
8	鲇	1	0.46	290	16.40
合计		219	100.00	1768.6	100.00

表 4.2.2-10 双河口水库坝址下游河段渔获物情况

序号	种类	数量 尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
1	大鳍鱗	24	75.00	46.2	25.32
2	鲮	3	9.38	117	64.11
3	子陵吻虾虎鱼	2	6.25	5.8	3.18
4	麦穗鱼	2	6.25	5.6	3.07
5	泥鳅	1	3.13	7.9	4.33
合计		32	100.00	182.5	100.00

(2) 小江干流(三峡水库)水域渔获物情况

小江水域调查到鱼类 21 种, 共计 440 尾, 68.47kg, 其中双河洞沟河口沿小江上游 5km 处河段调查到鱼类 14 种, 共计 233 尾, 27.12kg, 优势种类包括短颌鲚、瓦氏黄颡鱼、光泽黄颡鱼和达氏鲃; 双河洞沟河口沿小江下游 5km 处河段调查到鱼类 20 种, 共计 207 尾, 41.35kg, 优势种类包括短颌鲚、翘嘴鲃和达氏鲃。

表 4.2.2-11 双河洞沟河口沿小江上游 5km 渔获物情况

序号	种类	数量尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
1	短颌鲚	73	31.33	4142.1	15.27
2	瓦氏黄颡鱼	56	24.03	2316.8	8.54
3	光泽黄颡鱼	29	12.45	1058.9	3.90
4	达氏鲃	23	9.87	1910.3	7.04
5	翘嘴鲃	19	8.15	1131.3	4.17
6	蒙古鲃	10	4.29	1745.1	6.44
7	贝氏鲶	7	3.00	293.2	1.08
8	鲤	5	2.15	6155	22.70
9	黄颡鱼	4	1.72	171.2	0.63
10	杂交鲟	2	0.86	6700	24.71
11	鲢	2	0.86	1383	5.10
12	似鳊	1	0.43	28.1	0.10
13	草鱼	1	0.43	32.2	0.12
14	鳊	1	0.43	50	0.18
合计		233	100.00	27117.2	100.00

表 4.2.2-12 双河洞沟河口沿小江下游 5km 渔获物情况

序号	种类	数量尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
1	短颌鲚	115	55.56	6536	15.81
2	翘嘴鲃	19	9.18	2956.7	7.15
3	达氏鲃	15	7.25	1094.2	2.65

表 4.2.2-12(续)

序号	种类	数量 尾	数量比 %	重量 g	重量比 %
4	鲫	9	4.35	1192.4	2.88
5	鲤	9	4.35	11811	28.56
6	鳊	6	2.90	1313.7	3.18
7	鳊	6	2.90	143.2	0.35
8	贝氏鳊	6	2.90	133.1	0.32
9	蒙古鲊	4	1.93	209.8	0.51
10	似鳊	2	0.97	272	0.66
11	鲂	3	1.45	784.7	1.90
12	光泽黄颡鱼	1	0.48	137.4	0.33
13	黄颡鱼	2	0.97	136.7	0.33
14	瓦氏黄颡鱼	2	0.97	903.5	2.18
15	银鲃	1	0.48	11.3	0.03
16	鳊	2	0.97	538	1.30
17	鲢	2	0.97	3910	9.46
18	杂交鲟	1	0.48	2750	6.65
19	鳙	1	0.48	6220	15.04
20	铜鱼	1	0.48	299	0.72
合计		207	100	41352.7	100



鲫 *Carassius auratus*

麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*

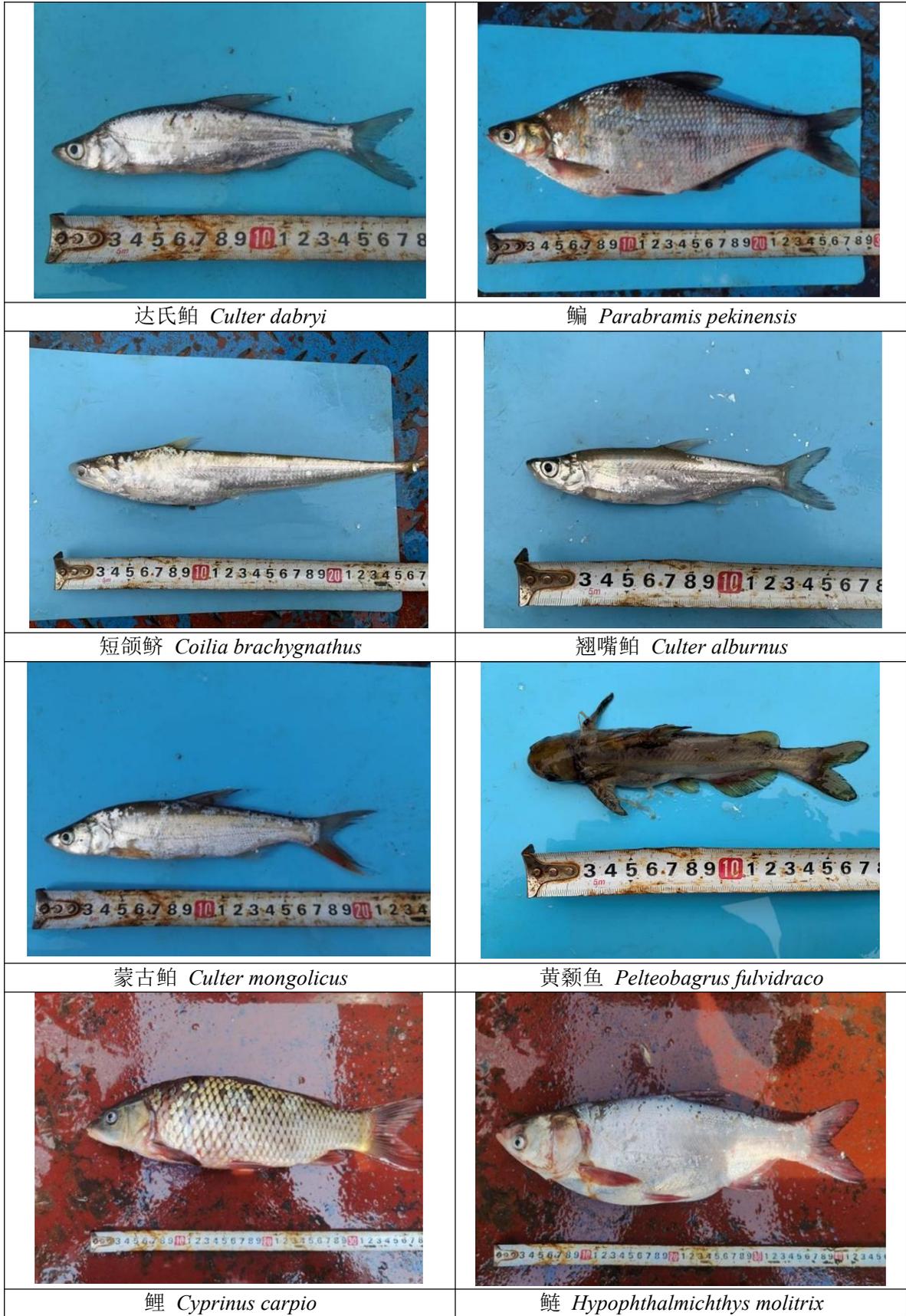


图 4.2.2-3 渔获物情况

#### h) 鱼类重要生境

##### 1) 产卵场

2022年4月技术人员对评价区及附近水域开展调查，了解河流及河滩生境状况。技术人员根据《生物多样性观测技术导则内陆水域鱼类》(HJ701.7-2014)中关于产沉黏性卵鱼类早期资源调查方法的要求开展现场调查。调查选在水流较缓水域进行，利用抄网(网目0.50~1.00mm)等网具在鱼类产卵场及仔鱼、稚鱼的栖息地进行采集。对以水草为产卵基质的种类，将水草直接取出，挑取黏附在水草上的黏性卵；对以浅水砾石为产卵基质的种类，直接在砾石上进行采样。

本工程上下水库以静水水体为主，库区沿岸仅零星分布少量荻、芒等挺水植物，沿河岸采集水草观察并捞取附近水体鱼类早期资源，未发现鱼类适宜产卵场所。水库坝址下游河段维持流水状态，上、下库区所在双河洞沟及支流双叉河沟以山溪性河流为主，沿河滩调查砾石表面及现场未调查到鱼卵、仔鱼和稚鱼，现场调查未发现适宜的大规模鱼类产卵场所。

##### 2) 索饵场

评价区内调查的鱼类麦穗鱼、鲫、大鳍鱮等属杂食性种类，此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括小型动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化，索饵场所通常较分散。村落沿岸及支流汇口及河漫滩，都是其索饵水域。相关历史文献资料未记录到该流域成规模的鱼类索饵场，现场调查亦未发现较适宜大规模索饵场。

##### 3) 越冬场

现场调查生境发现，目前各库区及干流小江江段水位较高，而库尾及坝下河段水位较低，仅维持流水生境，部分河床干涸，无法满足水生动物冬季低温期越冬，抽水蓄能电站上、下水库所在的石河堰水库、双河口水库，以及石河堰水库下游1.8km小江江段适宜鱼类越冬。

#### 4.2.3 生态环境敏感区

根据调查，双河洞沟流域规划范围涉及1个自然保护区，为云阳小江湿地县级自然保护区。

##### a) 保护区概况

云阳小江湿地县级自然保护区是由云阳县政府批准成立的，保护区位于重庆市东北部、云阳县北部、山峡库区的腹心地带，小江由西北向南纵贯保护区。东面以高阳镇和黄石镇为界；南面以黄石场镇为界，西面以小江右岸平安镇和养鹿镇为界；北面以渠马镇为界。地理坐标介于东经 108°32'24"~108°44'9"，北纬 31°0'7"~31°8'39"之间，南北长约 17.3km，东西宽约 16.9km。保护区总面积 6736hm<sup>2</sup>；其中，核心区面积 3877hm<sup>2</sup>，缓冲区面积 638hm<sup>2</sup>。

小江湿地自然保护区范围及功能分区见图 4.2.3。

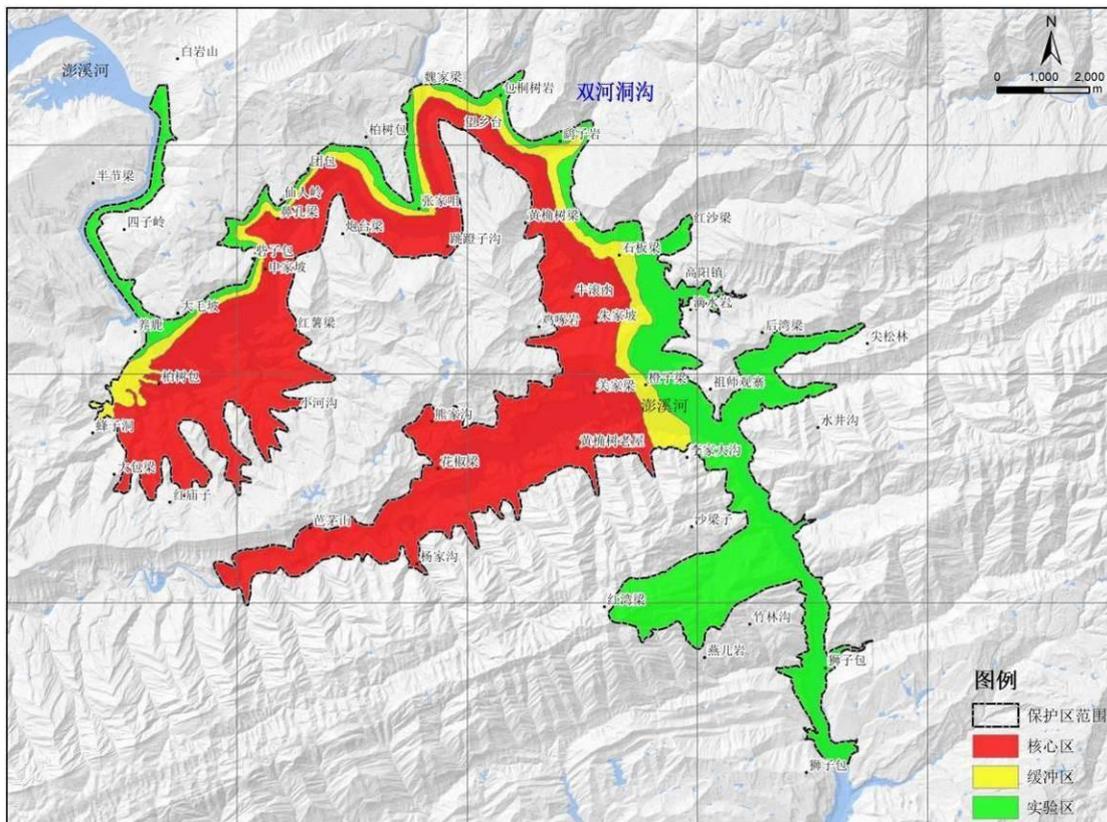


图 4.2.3 小江湿地县级自然保护区功能区划图

保护区的湿地类型包括典型的河流湿地、湖泊湿地、消落带湿地和沼泽湿地。既具有河流湿地的一般特征，又具有湖泊湿地的典型特征，在河流库湾尤其是支流，沼泽湿地发育良好。受三峡大坝蓄水位在夏季和冬季由 145m~175m 间反复波动影响，保护区的水域面积也在 1863hm<sup>2</sup>~3347hm<sup>2</sup> 之间变化，并在夏季形成约 1486hm<sup>2</sup> 的消落带湿地。

#### b) 主要保护对象

以河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地生态系统和中华鲟、胭脂鱼、黑鸢、雀鹰、苍

鹰、樟、胡桃、喜树、杜仲、金荞麦等珍稀野生动植物资源及其栖息地为主要保护对象的湿地生态系统类型的自然保护区。

c) 区位关系

小江湿地自然保护区位于建全抽水蓄能电站下水库坝址下游 1.8km 处。

### 4.3 环境质量现状

#### 4.3.1 地表水环境

##### 4.3.1.1 污染源调查

根据调查，双河洞沟流域主要分布有高阳镇皇城村、团结村、光明村、金惠村、桂林村、海坝村、建全村和渠马镇渠富村等行政村，有农村人口约 1.77 万人、耕地约 2.59 万亩。流域内的建全村和皇城村建设有污水处理站，处理规模分为 200t/d、100t/d，均采用“水解酸化+NLB 一体化”处理工艺。

双河洞沟流域内居民生活污水主要由旱厕收集并用于农灌，污染源主要为耕地施用残留的农药、化肥。根据云阳县“三线一单”研究成果采用的污染源排放系数，双河洞沟流域化学需氧量、氨氮、总磷的排放量分别为 483.74t/a、62.12t/a、4.40t/a(见表 4.3.1-1)。

表 4.3.1-1 双河洞沟流域污染物排放统计表

序号	污染物	农村生活污染源		农业面源		合计 t/a
		污染负荷 g/d	排放量 t/a	源强系数 kg/(亩·a)	排放量 t/a	
1	COD	40	258.11	8.7	225.63	483.74
2	NH <sub>3</sub> -N	4	25.81	1.4	36.31	62.12
3	TP	0.44	2.84	0.06	1.56	4.40

##### 4.3.1.2 地表水水质

###### a) 小江地表水水质

小江流域 2018 年~2020 年的水质良好，全流域水质总体维持在《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准以上，2020 年的河流水质达到了 II 类标准(见表 4.3.1-2)。云阳县自 2019 年起，开展了小江综合整治工作，委托科研院校驻点研究并编制了《彭溪河流域水污染综合治理方案》《彭溪河高阳平湖断面水质达标应急方案》，

实施了小江沿线污水处理厂技改升级、污水处理设施、畜禽养殖场关闭和治理等重点污染治理工程，一些列措施削减了汇入小江的污染物，切实改善了小江流域水环境质量。小江流域水质稳定达到Ⅱ类标准，主要污染物化学需氧量浓度较 2019 年下降了 7.2mg/L，水质改善明显。

表 4.3.1-2 小江 2017 年~2020 年水质统计表

监测时间	监测断面		
	高阳渡口	养鹿渡口	小江河口
2017 年	Ⅲ	Ⅲ	-
2018 年	Ⅲ	Ⅲ	-
2019 年	Ⅲ	Ⅲ	-
2020 年	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ

#### b) 地表水水质

为了解工程涉及水体的水质状况，我院委托重庆佳熠检测技术有限公司对相关河段进行了水环境现状监测。监测断面包括上水库(石河堰水库)、下水库(双河口水库)、工程区下游(三峡水库库尾)共 3 处监测断面。监测时间为 2022 年 2 月 24 日~26 日，监测 1 期，连续采样 3 天，每天 1 次。监测结果见表 4.3.1-2。根据表 4.3.1-2 可见，支流双叉河沟地表水水质各项指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅱ类标准，双河洞沟干流地表水水质各项指标均达到了Ⅲ类标准，流域地表水水质良好。

#### 4.3.2 地下水水质

为了解本工程区域内的地下水环境现状，我院委托重庆佳熠检测技术有限公司于 2022 年 2 月对本工程涉及区域地下水环境进行了一期监测。监测断面包括上水库坝区、下水库坝区、地下厂房工程区 3 个监测点。监测时间为 2022 年 2 月 24 日~26 日，监测 1 期，连续采样 3 天，每天 1 次。监测结果见表 4.3.2-3。根据表 4.3.2-3 可知，各地下水监测点的各项指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)Ⅲ类标准要求，工程区域地下水质量综合判定为Ⅲ类，地下水水质良好。

表 4.3.1-3 2022 年 2 月地表水水质监测结果

监测项目	单位	Ⅲ类水质标准	Ⅱ类水质标准	上水库(石河堰水库)			下水库(双河口水库)			工程区下游(三峡水库库尾)		
				24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日
水温	°C	/	/	7.4	7.7	8.4	8.6	9	9.2	7.9	8.1	7.8
pH	无量纲	6~9	6~9	8.2	8.3	8.2	8.7	8.5	8.5	8.4	8.4	8.3
溶解氧	mg/L	≥5	≥6	9.6	10.1	9.4	9.2	9.5	9.1	10.2	9.9	10.2
高锰酸盐指数	mg/L	≤6	≤4	2.6	2.7	2.5	2.9	2.7	2.7	2.3	2.3	2
化学需氧量	mg/L	≤20	≤15	10	11	10	6	7	8	9	11	10
五日生化需氧量	mg/L	≤4	≤3	1.7	1.9	2	1.8	2.1	1.6	2.4	2.6	2.4
氨氮	mg/L	≤1	≤0.5	0.308	0.365	0.311	0.487	0.421	0.387	0.24	0.385	0.235
总磷	mg/L	≤0.2(湖、库≤0.05)	≤0.1(湖、库≤0.025)	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
总氮	mg/L	≤1(湖、库)	≤0.5(湖、库)	0.87	0.83	0.73	0.92	0.98	0.81	0.9	0.96	0.82
铜	mg/L	≤1	≤1	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L
锌	mg/L	≤1	≤1	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
氟化物	mg/L	≤1	≤1	0.11	0.086	0.09	0.12	0.101	0.12	0.11	0.09	0.109
硒	mg/L	≤0.01	≤0.01	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L
砷	mg/L	≤0.05	≤0.05	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L
汞	mg/L	≤0.0001	≤0.00005	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L

表 4.3.1-3(续)

监测项目	单位	Ⅲ类水质标准	Ⅱ类水质标准	上水库(石河堰水库)			下水库(双河口水库)			工程区下游(三峡水库库尾)		
				24日	25日	26日	24日	25日	26日	24日	25日	26日
镉	mg/L	≤0.005	≤0.005	0.0001L								
六价铬	mg/L	≤0.05	≤0.05	0.004L								
铅	mg/L	≤0.05	≤0.01	0.001L								
氰化物	mg/L	≤0.2	≤0.05	0.004L								
挥发酚	mg/L	≤0.005	≤0.002	0.0003L								
石油类	mg/L	≤0.05	≤0.05	0.01L								
硫化物	mg/L	≤0.2	≤0.1	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.008L	0.009L	0.010L	0.011L
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	≤0.2	0.05L								
粪大肠菌群	MPN/L	≤10000	≤2000	2.0×10 <sup>3</sup>	1.2×10 <sup>3</sup>	1.9×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	2.1×10 <sup>3</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>
悬浮物	mg/L	/	/	6	6	6	5	6	8	6	7	7
叶绿素 a	mg/m <sup>3</sup>	/	/	2.8	2.4	2.9	3.8	4.1	4.4	1.6	1.7	1.6
透明度	cm	/	/	107	98	100	140	129	141	46*	43*	44*

“L”表示监测值低于方法检出限值，报出值为检出限值；“\*”表示水深，透明度测定结果以水深表示。

表 4.3.2 2022 年 2 月地下水水质监测结果

监测项目	单位	Ⅲ类标准限值	上水库坝区			下水库坝区			地下厂房工程区		
			24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日
钾	mg/L	/	2.8	2.8	3.8	3.3	3.25	3.25	3.1	3.15	3
钠	mg/L	≤200	8.2	7.52	7.95	17	12.8	18.4	17.9	12.9	12.8
钙	mg/L	/	65.5	58.8	66.8	37.6	48.8	41	78.1	69.4	55.5
镁	mg/L	/	3.4	4.74	4	9.6	9.5	8.08	5.9	4.85	5.06
碳酸根	mg/L	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0
碳酸氢根	mg/L	/	214	211	232	185	198	186	271	241	201
氯化物	mg/L	≤250	4.37	4.21	4.63	7.51	7.33	7.84	8.92	8.32	8.28
硫酸盐	mg/L	≤250	3.47	3.32	3.51	6.33	6.24	6.45	5.24	5.32	5.13
pH	无量纲	6.5~8.5	7.9	8.1	8	8	7.8	8.1	8.2	8	7.8
氨氮	mg/L	≤0.50	0.252	0.322	0.283	0.478	0.268	0.164	0.28	0.237	0.206
硝酸盐氮	mg/L	≤20.0	0.487	0.441	0.499	0.889	0.814	0.674	1.64	1.54	1.55
亚硝酸盐	mg/L	≤1.00	0.004L								
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L								
氰化物	mg/L	≤0.05	0.004L								
砷	mg/L	≤0.01	0.0003L								
汞	mg/L	≤0.001	0.00004L								

表 4.3.2(续)

监测项目	单位	Ⅲ类标准限值	上水库坝区			下水库坝区			地下厂房工程区		
			24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日	24 日	25 日	26 日
六价铬	mg/L	≤0.05	0.004L								
总硬度	mg/L	≤450	180	160	180	134	161	136	220	195	162
铅	mg/L	≤0.01	0.001L								
氟化物	mg/L	≤1.0	0.112	0.076	0.078	0.156	0.162	0.159	0.097	0.106	0.109
镉	mg/L	≤0.005	0.0001L								
铁	mg/L	≤0.3	0.03L								
锰	mg/L	≤0.1	0.01L								
溶解性总固体	mg/L	≤1000	200	190	206	170	180	175	245	228	220
高锰酸盐指数	mg/L	/	2.8	2.7	2.9	1.7	1.5	1.6	2	1.8	1.8
总大肠菌群	MPN/L	≤30	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
细菌总数	个/mL	≤100	78	72	70	61	60	62	84	77	76

“L”表示监测值低于方法检出限值，报出值为检出限值。

### 4.3.3 大气环境

#### a) 区域环境达标情况

根据重庆市生态环境局公布的重庆市环境质量状况，云阳县 2017 年~2021 年二氧化氮、二氧化硫、可吸入颗粒物、细颗粒物、一氧化碳、臭氧的年均值均可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准的要求。其中，可吸入颗粒物、细颗粒物、臭氧等指标呈下降趋势，表明云阳县环境空气质量逐年改善，处理良好的状态。云阳县 2017 年~2021 年环境空气质量具体情况见表 4.4.3-1。

表 4.3.3-1 云阳县 2017 年~2021 年环境空气质量状况表

项目	可吸入颗粒物 μg/m <sup>3</sup>	细颗粒物 μg/m <sup>3</sup>	二氧化硫 μg/m <sup>3</sup>	二氧化氮 μg/m <sup>3</sup>	臭氧 μg/m <sup>3</sup>	一氧化碳 mg/m <sup>3</sup>
2017 年	51	35	8	25	129	1.3
2018 年	47	31	10	24	117	1.3
2019 年	40	27	9	25	137	1.2
2020 年	38	26	8	20	126	1.1
2021 年	41	28	8	23	115	1.1
二级标准值	70	35	60	40	160	4

受我院委托，重庆佳熠检测技术有限公司于 2022 年 2 月 27 日至 3 月 5 日对本工程所在区域大气环境进行监测。环境空气监测点位共 2 个，分别为上水库坝区、建全集镇，监测项目包括：二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、可吸入颗粒物、总悬浮颗粒物等，监测结果见表 4.3.3-2。

表 4.3.3-2 环境空气监测结果汇总表

单位：mg/m<sup>3</sup>

监测点	监测时间	一氧化碳	氮氧化物	二氧化硫	可吸入颗粒物	总悬浮颗粒物
上水库坝区	2022 年 2 月 27 日	0.3L	0.022	0.012	0.035	0.079
	2022 年 2 月 28 日	0.4	0.021	0.013	0.039	0.067
	2022 年 3 月 1 日	0.3	0.021	0.01	0.037	0.08
	2022 年 3 月 2 日	0.4	0.02	0.009	0.043	0.079
	2022 年 3 月 3 日	0.4	0.023	0.009	0.026	0.078
	2022 年 3 月 4 日	0.4	0.025	0.008	0.034	0.078
	2022 年 3 月 5 日	0.4	0.025	0.006	0.036	0.072

表 4.3.3-2(续)

监测点	监测时间	一氧化碳	氮氧化物	二氧化硫	可吸入颗粒物	总悬浮颗粒物
建全集镇	2022年2月27日	0.6	0.023	0.007	0.036	0.078
	2022年2月28日	0.4	0.024	0.007	0.034	0.077
	2022年3月1日	0.5	0.021	0.006	0.035	0.078
	2022年3月2日	0.6	0.023	0.009	0.042	0.085
	2022年3月3日	0.6	0.022	0.009	0.032	0.084
	2022年3月4日	0.5	0.022	0.01	0.033	0.078
	2022年3月5日	0.5	0.02	0.011	0.031	0.078
评价标准		4	0.1	0.15	0.15	0.3

根据现状监测结果看，各监测点各项指标浓度均达到了《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 29 号)二级标准。

#### 4.3.4 声环境

受我院委托，重庆佳熠检测技术有限公司在 2022 年 2 月 25 日与 26 日在评价区进行了声环境现状监测。根据评价区噪声源分布本次布设了 4 个噪声监测点，分别为上水库坝区、建全集镇(建全二组)、海坝村(海坝六组)、金惠村(荆竹五组)，监测项目为等效连续 A 声级(LAeq)，监测 2 天，昼、夜间各监测 1 次，监测结果见表 4.3.4。

表 4.3.4 噪声监测结果

序号	监测点	监测日期	监测结果	
			昼间	夜间
1	上水库坝区	2022年2月25日	50.6	35.4
		2022年2月26日	47.8	36.2
2	建全集镇(建全二组)	2022年2月25日	51.4	39.2
		2022年2月26日	49.7	39.7
3	海坝村(海坝六组)	2022年2月25日	44.8	42.2
		2022年2月26日	45.2	42.9
4	金惠村(荆竹五组)	2022年2月25日	41.2	36.9
		2022年2月26日	39.2	37.3
评价标准		/	55	45

现场监测结果表明，工程区域各监测点昼夜间声环境质量均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类声环境功能区噪声限值要求，区域声环境质量良好。

#### 4.3.5 土壤环境

受我院委托，重庆新凯欣环境检测有限公司于 2022 年 2 月在评价区进行了土壤环境现状监测。工程区域建设用地土壤质量监测共布置了 3 个监测点，分别为上水库坝区(林地)、下水库施工区(水田)、下水库坝区(园地)，均取表层土监测，监测结果见表 4.3.5-1；工程区域农用地土壤质量监测共布置了 4 个监测点，分别为金惠村(水田)、桂林村(林地)、建全村(园地)、海坝村(园地)，均取表层土监测，监测结果见表 4.3.5-2。

表 4.3.5-1 工程区建设用地土壤质量监测结果

单位：mg/kg

序号	监测项目	上水库坝区 (林地)	下水库施工区 (水田)	下水库坝区 (园地)	评价 标准
1	pH(无量纲)	7.17	7.21	7.11	/
2	水溶性盐总量	0.2	0.1	0.2	/
3	六价铬	0.5L	0.5L	0.5L	5.7
4	砷	5.3	2	3	60
5	镉	0.19	0.07L	0.16	65
6	铅	16	10	16	800
7	铜	7.4	15	21.3	18000
8	镍	6	12	15	900
9	汞	0.088	0.122	0.088	38
10	氯甲烷	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	37
11	氯乙烯	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	0.43
12	1, 1-二氯氯乙烯	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	1.0×10 <sup>-3</sup> L	66
13	二氯甲烷	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	616
14	反-1, 2-二氯乙烯	1.4×10 <sup>-3</sup> L	1.4×10 <sup>-3</sup> L	1.4×10 <sup>-3</sup> L	54
15	1, 1-二氯乙烷	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	9
16	顺-1, 2-二氯乙烯	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	596
17	氯仿	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	0.9
18	1, 1, 1-三氯乙烷	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	840
19	四氯化碳	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	2.8
20	苯	1.9×10 <sup>-3</sup> L	1.9×10 <sup>-3</sup> L	1.9×10 <sup>-3</sup> L	4

表 4.3.5-1(续)

序号	监测项目	上水库坝区 (林地)	下水库施工区 (水田)	下水库坝区 (园地)	评价 标准
21	1, 2-二氯乙烷	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	5
22	三氯乙烯	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	2.8
23	1, 2-二氯丙烷	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	5
24	甲苯	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1.3×10 <sup>-3</sup> L	1200
25	1, 1, 2-三氯乙烷	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	2.8
26	四氯乙烯	1.4×10 <sup>-3</sup> L	1.4×10 <sup>-3</sup> L	1.4×10 <sup>-3</sup> L	53
27	氯苯	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	270
28	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	10
29	乙苯	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	28
30	间二甲苯+对二甲苯	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	570
31	邻二甲苯	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	640
32	苯乙烯	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1.1×10 <sup>-3</sup> L	1290
33	1, 1, 1, 2-四氯乙烷	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	6.8
34	1, 2, 3-三氯丙烷	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	1.2×10 <sup>-3</sup> L	0.5
35	1, 4-二氯苯	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	20
36	1, 2-二氯苯	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	1.5×10 <sup>-3</sup> L	560
37	苯胺	0.1L	0.1L	0.1L	260
38	2-氯酚	0.06L	0.06L	0.06L	2256
39	硝基苯	0.09L	0.09L	0.09L	76
40	萘	0.09L	0.09L	0.09L	70
41	萘苯并(a)蒽	0.1L	0.1L	0.1L	15
42	蒽	0.1L	0.1L	0.1L	1293
43	苯并(b)荧蒽	0.2L	0.2L	0.2L	15
44	苯并(k)荧蒽	0.1L	0.1L	0.1L	151
45	苯并(a)芘	0.1L	0.1L	0.1L	1.5
46	茚并(1, 2, 3-cd)芘	0.1L	0.1L	0.1L	15
47	二苯并(a, h)蒽	0.1L	0.1L	0.1L	15

注：“L”表示监测值低于方法检出限值，报出值为检出限值。

表 4.3.5-2 工程区农用地土壤质量监测结果

单位: mg/kg

序号	监测项目	金惠村 (水田)	桂林村 (林地)	建全村 (园地)	海坝村 (园地)	评价标准	
						水田	其他
1	pH(无量纲)	7.06	7.02	7.09	7.14	/	/
2	水溶性盐总量	0.2	0.1	0.2	0.2	/	/
3	六价铬	1	3	2.7	3.8	25	30
4	砷	0.09	0.07L	0.15	0.1	0.6	0.3
5	镉	9	12	18	12	140	120
6	铅	8.1	9.6	13	17.6	100	100
7	铜	6	7	12	15	100	100
8	镍	7.1	17.4	22.6	21.4	300	200
9	锌	14.2	9.7	23.5	28.1	250	250
10	汞	0.143	0.221	0.162	0.15	0.6	2.4

注: “L”表示监测值低于方法检出限值, 报出值为检出限值。

现场监测结果表明, 工程区土壤无酸化或碱化、未盐化, 工程永久占地范围内各监测点土壤环境现状监测结果均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地的筛选值, 工程临时占地和占地范围外各监测点土壤环境现状监测结果均低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的筛选值, 工程区域土壤环境现状质量良好。

## 4.4 社会环境

### 4.4.1 经济社会

云阳县位于重庆市东北部、三峡库区腹心地带, 有“万里长江, 天生云阳”之美誉。云阳县土地总面积 3636.38km<sup>2</sup>, 辖42个乡镇(街道)。高阳镇土地总面积 123.65km<sup>2</sup>, 辖17村委会(居委会)。渠马镇土地总面积 35.45km<sup>2</sup>, 辖12个村委会(居委会)。

2021年末, 云阳县全县总人口为 132.27万人, 其中城镇人口 46.51万人; 乡村人口 85.76万人; 实现地区生产总值 528.13亿元, 其中第一产业增加值 205.13亿元, 第二产业增加值 98.65亿元, 第三产业增加值 253.01亿元; 粮食播种面积 9.05万 hm<sup>2</sup>, 总产量 41.11万 t; 地方财政收入 32.53亿元, 地方财政支出 108.51亿元; 全县居民

人均可支配收入 24673.62 元，城镇居民人均可支配收入 35133.80 元，农村居民人均可支配收入 15956.12 元。

#### 4.4.2 土地利用

云阳县山地面积大，约占全县总面积的 70%。山地主要分布于县域北部、东部和南部，并且呈现集中分布的特征，形成林地规模较大并且连片分布；耕地多集中成片分布在高程 500m 以下的低山河谷、方山谷地、单斜低山，零星分布在中山岭脊地区；园地零星分布在低山河谷地带，不成规模；有林地分布于长江江南江北的低中山区，以用材林和防护林为主，经济效益不高；草地主要分布于高程 800m 以上的中山岭脊地区；城建用地重要集中在县域中部和低山河谷地区。

#### 4.4.3 压覆矿产

根据云阳县规划和自然资源局的调查及意见，云阳建全抽水蓄能电站建设征地未涉及压覆重要矿产资源。

#### 4.4.4 文物古迹

根据重庆市文物考古研究院(重庆文化遗产保护中心)编制的《重庆云阳建全抽水蓄能电站工程建设征地区文物调查勘探工作报告》，建全抽水蓄能电站工程建设征地区共发现文物遗存 4 处，其中地下文物 3 处，地面文物 1 处。地下文为古墓葬，时代包括宋、明、清三个时段。地面文物为摩崖造像。4 处文物点中有 1 处为第三次文物普查登记文物点，其余为新发现文物点。文物保护方案为：①对生田塆墓群 M4 考古发掘 50 m<sup>2</sup>，M1、M2 各发掘 25m<sup>2</sup>，共计发掘面积 100 m<sup>2</sup>；②对刘祖监夫妇合葬墓、生田塆墓群内清代墓葬及双河口墓群采取资料收集的保护措施，资料收集墓葬 7 座；③观音岩摩崖造像实施留取资料保护措施。

## 5 环境影响预测与评价

### 5.1 水文情势影响预测评价

#### 5.1.1 生态流量下泄分析

##### 5.1.1.1 生态流量需求分析

###### a) 上水库生态流量需求分析

双叉河沟上的石河堰水库无调蓄能力，供水、灌溉水量占水库坝址处径流量比重小，对双叉河沟的径流量分配影响有限。建全抽水蓄能电站占用石河堰水库后，可通过复建水源工程满足双叉河沟的供水、灌溉需求。

建全抽水蓄能电站水量充足，具备电站初期蓄水及正常运行期补水的水源条件。电站下水库设考虑了一定的补水备用库容，可依靠下水库进行蓄水、补水。电站蓄水期、运行期，上游来水被拦在水库内，水库坝下流量将减少。为保护大坝下游的河流水质以及水生生态环境，上水库需考虑下泄生态流量。

###### b) 下水库生态流量需求分析

双河口水库以发电为主，建全电站退出后其主要功能将消失。根据长江经济带小水电站清理整改的要求，双河口水库坝址断面处的生态流量应不小于多年平均流量的10%。建全抽水蓄能电站运行期间，水量在上、下水库来回转移，当下水库水位位于正常蓄水位时，上游来水均可通过枢纽建筑物下泄至坝下；当水位低于正常蓄水位时，上游来水被拦在水库内，水库坝下流量减少。为保护大坝下游的河流水质以及水生生态环境，水库需考虑下泄生态流量，且需满足长江经济带小水电站清理整改工作以及双河洞沟流域综合规划环境影响评价的要求。

###### c) 流域生态流量需求分析

建全抽水蓄能电站所在的双河洞沟为长江二级支流、小江一级支流，下游 1.1km 河段为三峡库区。双河洞沟流域面积 32.17km<sup>2</sup>，河口多年平均径流量 2050 万 m<sup>3</sup>，仅占小江流域多年平均径流量的 0.58%。建全电站(发电水源为双河口水库，建全抽水蓄能电站下水库)坝址控制流域面积 25.3km<sup>2</sup>，坝址断面多年平均径流量 1612 万 m<sup>3</sup>，电站引水发电对双河洞沟下游段生态环境产生了一定的影响。由于建全电站厂房位于小江湿地自然保护区缓冲区，纳入长江经济带小水电站清理整改工作中的限期退出项

目, 拆除厂房设备(暂未退出)。同时, 长江经济带小水电站提出建全电站(双河口水库)坝址断面的生态流量为多年平均流量的 10%。由于小江湿地自然保护区位于建全抽水蓄能电站下游, 汇入保护区的径流受到电站运行影响, 根据《长江保护修复攻坚战行动计划》、《云阳县双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》的相关要求, 其下泄的生态流量应不小于控制断面多年平均流量的 15%。

小江湿地县级自然保护区建立于 2008 年, 保护区总面积 6736hm<sup>2</sup>。保护区的湿地类型包括典型的河流湿地、湖泊湿地、消落带湿地和沼泽湿地, 既具有河流湿地的一般特征, 又具有湖泊湿地的典型特征, 在河流库弯尤其是支流, 沼泽湿地发育较好。保护区的主要保护对象是河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地和消落带湿地生态系统和珍稀野生动植物资源及其栖息地。三峡水库水位在 145m~175m 之间, 保护区水域面积也随之变化, 并在夏季形成了约 1486hm<sup>2</sup>的消落带湿地。位于三峡水库的消落带湿地是小江湿地自然保护区核心资源之一, 主要是受三峡水位变动影响, 双河洞沟流域因流域面积小, 流域径流量变化对消落带湿地的影响轻微。在建全电站退出后, 建全抽水蓄能电站下泄生态流量不小于多年平均流量的 15%, 运行期间基本可以下游河段的用水要求。

#### 5.1.1.2 生态流量要求

##### a) 生态流量总体要求

根据《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纪要〉的函》(环办函〔2006〕11号文)、《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》(环评函〔2006〕4号文)、《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2021)和《水电工程生态流量计算规范》(NB/T35091-2016)以及生态环境保护的相关要求为维护流域水生生态系统, 水利水电工程需下泄一定的生态流量, 并将其纳入水资源综合配置中统筹考虑。

生态流量需要充分考虑以下因素: ①工农业生产及生活需水量; ②维持水生生态系统稳定所需水量; ③维持河道水质的最小稀释净化水量; ④维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量; ⑤水面蒸发量; ⑥维持地下水位动态平衡补给需水; ⑦航运、景观和水上娱乐环境需水量; ⑧河道外生态需水量。对于不同的河流, 其需水对

象的主要功能存在差异，相应生态用水应根据其具体的主要功能而定，其考虑的对象和重点也应有所区别。各因素提出的需水量相互重叠、互相补充。

#### b) 生态需水量

##### 1) 工农业生产及生活需水量

根据调查，双河洞沟流域内的居民生产生活用水主要来自于小型水利设施，下游建全村、海坝村部分供水、灌溉水量来自于建全抽水蓄能电站占用的石河堰水库、双河口水库。建全抽水蓄能电站将复建水源工程，满足下游居民生产生活用水，电站本身不再考虑流域内居民生产工农业生产及生活需水需求。

##### 2) 维持水生生态系统稳定所需要的水量

根据现场踏勘和水生生态调查结果，除河口三峡水库回水段以及流域内的石河堰水库、双河口水库等山坪塘外，双河洞沟流域内的河道水深一般不超过 0.5m，不具备大型鱼类生存，河道内渔获物基本以小型鱼类为主，鱼类资源较为贫乏，种类简单，资源量不大，个体较小，不属于洄游性鱼类。由于电站上、下库坝址下游为常年流水河段，还需考虑维持下游河段水生生态系统稳定所需要的水量。

##### 3) 维持河流水体功能的水量

双河洞沟流域无工矿企业，土地利用程度较高，人口分布分散，但农田数量相对较多。由于流域面积小，排入河流的污废水量较少，电站考虑泄放的最小生态流量维持河流水体功能，不需额外新增水量稀释污染物。

##### 4) 维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量

双河洞沟流域属于长江上游的二级支流，且流域面积小，建全抽水蓄能电站下泄的生态流量无需考虑维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量。

##### 5) 水面蒸发量

工程上、下水库所在流域径流主要以降水补给为主，地下水补给较少，减水河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于减水区间汇流量而言很少，故由此引起的水量损耗不予考虑。

##### 6) 地下水补给水量

建全抽水蓄能电站工程区地下水主要来源于大气降水补给，根据地下水赋存条件，

可分为孔隙性潜水和基岩裂隙水。孔隙性潜水赋存于第四系松散堆积物中，水位和水量受季节降雨的影响大，区内大部分地段覆盖层较薄，土体的透水性强，富水性较差，故孔隙潜水并不常见，主要接受大气降水补给，赋存于松散堆积物下部，沿基岩接触带流出地表，以径流形式向邻近的沟谷排泄。基岩裂隙水主要赋存于岩体中的张裂隙密集带和层面裂隙中，基岩深部节理裂隙逐渐减少或闭合，深部岩层几乎不含水。因此，电站不需维持地下水动态平衡所需要的补给水量。

#### 7) 航运、景观和水上娱乐需水量

建全抽水蓄能电站上、下库所在溪沟规模较小，无航运、景观和水上娱乐功能及开发利用规划，不需要考虑航运、景观和水上娱乐需水量。

#### 8) 河道外生态需水量

河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。上下库坝下河道沿岸植物生长主要依靠天然降水，流域内也无湿地、湖泊、暗河等与其相连。工程区天然降水充沛，现状植被主要依靠天然降水，且地形陡峭，上、下水库河段现状无无从河道取水的需求。

#### 9) 用水需求综合分析

综上所述，建全抽水蓄能电站上、下水库坝址下游河段内无航运用水要求，无需考虑下游生活用水、河水补给地下水量、水面蒸发所损耗的水量、维持河流水环境功能的最小稀释净化水量、景观用水量等，最小生态环境需水量考虑范围主要为维持水生生物生态系统稳定所需要的水量。

### 5.1.1.3 生态流量计算方法

#### a) 水文学法

水文学法又称作标准设定法或快速评价法。它是以历史流量为基础，根据简单的水文指标确定河道生态需水或环境需水，该法虽然没有明确考虑食物、栖息地、水质和水温等因素，但由于这是河流实际存在或发生的情况，故认为该流量能维持现存的生命形式或保障河流的水质。

水文学法适合于对河流进行最初目标管理，作为战略性管理方法而使用，一般用于设定河流低流量，没有考虑到对高流量的要求。最常用的代表方法有 7Q10 法、

Tennant 法、最小月平均径流法等。

### 1) 7Q10 法

7Q10 法采用 90%保证率最枯连续 7 天的平均流量作为河流最小流量设计值，由于该法适用于水资源量小，且开发利用程度已经较高的河流，拥有长序列水文资料，双河洞沟流域无长序列水文资料，不适用于本法。

### 2) Tennant 法

Tennant 法根据水文资料以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态(见表 5.1.1-1)。该法是在对美国东部、西部和中西部许多河流进行广泛现场调查的基础上提出的。保护目标为鱼、水鸟、长毛皮的动物、爬行动物、两栖动物、软体动物、水生无脊动物和相关的有与人类争水的生命形式。

表 5.1.1 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流流量状况

流量状况描述	推荐的基流(平均流量的分数) (10月~3月)/%	推荐的基流(平均流量的分数) (4月~9月)/%
泛滥或最大	/	200(48h~72h)
最佳范围	60~100	60~100
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

Tennant 法提出的河流水生生物生产量与水体水量之间关系如下：

① 河道内径流为多年平均河道流量的 60%(即 40%为河道外耗水)，大多数水生生物在主要生长期具有优良至极好的栖息条件。在这种流量条件下，河宽、水深及流速将为水生生物提供优良的生长环境，大部分河道，包括许多急流浅滩区将被淹没，通常可输水的边槽也出现水流，大部分河岸滩地将成为鱼类所能游及的地带，也将成为野生动物安全的穴居区，大部分漩涡、急流和浅滩将适中地没于水中，提供鱼类优

良的繁殖和生长环境，岸边植物将有充裕的水量，在任何浅滩区，鱼类的洄游将不成问题。

⑧ 河道内径流为多年平均河道流量的 30%(即 70%为河道外耗水)，这是保持大多数水生动物有良好的栖息条件所需要的水量。在这种流量条件下，除极宽浅滩外，大部分河道将没于水中，大部分边槽将有水流。许多河岸将成为鱼类的活动区，也可成为野生动物穴居的场所。河流的许多聚流和大部分漩涡区的深度将足以作为鱼类的活动场所。无脊椎动物将有所减少，但预计不会成为鱼类种群数量的控制因素。

⑨ 河道内径流为多年平均河道流量的 10%(即 90%为河道外耗水)，是大多数水生生物生存所需的最小水量。在这种流量条件下，河宽、水深和流速将显著减少，水生生态环境质量下降，河道或正常湿周近一半露出水面，宽浅滩露出部分将会更多。边槽将大部分干涸，卵石、沙坝也基本干涸无水，作为鱼类及皮毛动物的岸边穴居场所将有所消失。部分浅水区水深更浅，以至鱼类不能在此活动而一般只能集中于主槽中，岸边植物将会缺水，体型较大的鱼遇到浅滩处将可能存在洄游困难。

法律规定河流最低环境流量不应小于多年平均流量的 10%，但对于流量较大的河流(多年平均流量大于  $80\text{m}^3/\text{s}$ )，可进行调整和重新规定，但不低于多年平均流量的 5%。Tennant 法的缺点是未考虑流量的季节变化，没有区分枯水年、丰水年和平水年的差异，也没有考虑河流形状。

### 3) 最小月平均径流法

最小月平均径流法是以最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流基本生态环境需水量。在该水量下，可满足下游需水要求，保证河道不断流，适合于干旱、半干旱区域及生态环境目标复杂的河流，对生态环境目标相对单一地区计算结果偏大。本工程位于双河洞沟流域，流域丰枯分明，且没有对径流变化敏感的环境保护目标，不考虑采用最小月平均径流法。

水文学方法的最大优点是不需要进行现场测量，在有水文资料和无水文资料的河流都可以应用。但在将水文学方法应用到某个地区时，需要分析其流量标准是否符合当地河流情况，并结合当地河流管理目标，对流量标准进行调整。

### b) 水力学法

### 1) 湿周法

湿周法属于栖息地保护类型的标准设定方法。该方法是基于这样的一种假设，即保护好临界区域的水生物栖息地的湿周，也将对非临界区域的栖息地提供足够的保护。采用湿周作为栖息地的质量指标，通过绘制临界栖息地区域(通常大部分是浅滩)湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系图中的转折点确定河道推荐流量值。

湿周法受河道形状影响较大，三角形河道的湿周流量曲线的增长变化点表现不明显，难以判别；而宽浅矩形渠道和抛物线型河道都具有明显的湿周流量关系增长变化点，所以该法适用于这两种河道，同时要求河床形状稳定且不随时间变化，否则没有稳定的湿周流量关系曲线，也没有固定的增长变化点。上下水库所在溪流均为山区性河流，季节性明显，遇连续无雨日河流出现断流现象，河床形状不稳定，因此不考虑采用此方法计算生态基流。

### 2) R2-Cross 法

R2-Cross 法是以栖息地保持类型的标准设定的模型，由美国科罗拉多州水利局的专家开发应用。R2-Cross 法认为河流流量的主要生态功能是维持河流栖息地，尤其是浅滩栖息地，其采用河流宽度、平均水深、平均流速以及平滩湿周率(湿周长与平滩水位对应的湿周长的百分比，由于河段平滩流量和平滩湿周长难以确定，国内通常采用多年平均流量下的湿周率来代替平滩湿周率)等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流目标流量。其河流目标流量推荐值是基于这样的假设，即认为浅滩是最临界的河流栖息地类型，如能保护浅滩栖息地也将足以保护其它(如水潭和正常河道处)的水生生境。

R2-Cross 法是以曼宁方程为基础，根据一个河流断面的实测资料，确定相关参数，并将其代表整条河流。该法比水文学方法相对复杂，但用一个河道断面水力参数代表整条河流，容易产生误差。

水力学法的优点是只需要进行简单的现场测量，不需要详细的物种~生境关系数据，数据容易获得。其缺点是体现不出季节变化因素，通常不能用于确定季节性河流的流量，因此不考虑采用此方法计算生态基流。

### 3) 生境模拟法

生境模拟法的基本原理是根据指示物种所需的水力条件的模拟，确定河流流量。假设水深、流速、基质和覆盖物是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素。调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求，绘制水深、流速等环境参数与喜好度(被表示为 0~1 之间的值)之间的适宜性曲线。将河道横断面分隔成间隔为 W 的 n 个部分单元，根据适宜性曲线确定每个分隔部分的环境喜好度，即水位喜好度( $S_h$ )、流速喜好度( $S_v$ )、基质喜好度( $S_s$ )、河面覆盖喜好度( $S_c$ )。计算每个断面、每个指示物种的权重可利用面积(WUA)，其中  $A_i$  为宽度为 w，长度为两个相邻断面距离的阴影部分的水平面积。计算不同流量下的 WUA，绘制流量与 WUA 曲线，WUA 越大，表明生物在该流量下对生境越适宜。生境模拟法适用于主要生态功能为保护某些生物物种的河流。

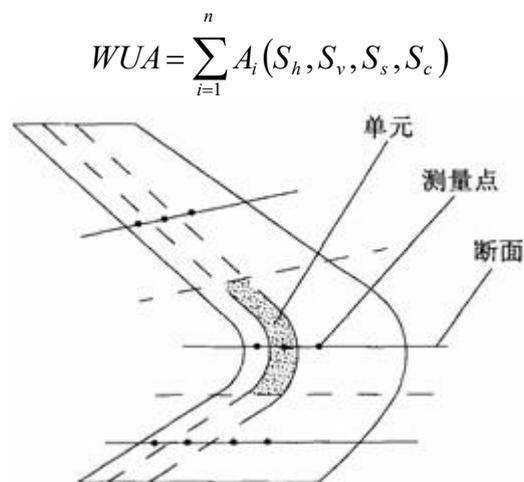


图 5.1.1 生境模拟法中河道断面分隔图

建全抽水蓄能电站上下水库坝址下游河段无珍稀保护特有鱼类。流域分布的这些鱼类体型一般较小，对栖息生境的要求不甚严格，故本工程拟不采用该方法。

#### c) 综合法

综合法从河流生态系统整体出发，综合研究流量、泥沙运输、河床形状与河岸带群落之间的关系，以 BBM 法为代表。该方法适用于综合性、大流域生态需水研究，本工程所在双河洞沟干支流为山区型河流，两岸陡峭，河道窄，基本无显著的河岸带群落，故本工程不采用该方法。

#### d) 小结

双河洞沟流域三峡水库以上面积仅 30.68km<sup>2</sup>，天然径流小，且下游河道堆积体较多，河道凌乱。结合流域生境、环境特点以及资料局限性，采用 Tennant 法确定减水河段维持水生生态系统稳定所需水量。

#### 5.1.1.4 上水库生态流量分析

##### a) Tennant 法

上水库位于双河洞沟支流双叉河沟，坝址处多年平均流量仅为 0.071m<sup>3</sup>/s，无雨日或枯水期河道少水或几近断流，因此结合 Tennant 法标准和坝址所在河段天然水文特征，并综合考虑《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号)的指导意见“维持水生生态系统稳定所需水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%”。因此，上水库坝址处选取多年平均流量的 10%(即 0.0071m<sup>3</sup>/s)作为坝下河段 Tennant 法推荐的最小下泄生态流量。

##### b) 双河洞沟流域综合规划相关要求

根据《双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》的要求，控制断面生态流量应不小于多年平均流量的 10%，下游分布有生态敏感区及其他特殊生态需求时应不小于 15%，上水库下泄流量进入了下水库，其生态流量可考虑选取多年平均流量的 10%(即 0.0071m<sup>3</sup>/s)。

##### c) 长江保护修复攻坚战行动计划相关要求

根据《长江保护修复攻坚战行动计划》的要求，长江干流及主要支流主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右，参照该要求，上水库下泄生态流量为多年平均流量的 15%，即 0.0106 m<sup>3</sup>/s。

##### d) 小结

根据《长江保护修复攻坚战行动计划》《双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》的相关要求，结合上水库坝下的用水需求，上水库下泄生态流量选择坝址断面多年平均流量的 15%(即 0.0106m<sup>3</sup>/s)。

#### 5.1.1.5 下水库生态流量分析

##### a) Tennant 法

下水库位于双河洞沟下游，坝址至三峡水库之间河段为原建全电站减水河段，无

雨日或枯水期河道水量较少，现场调查鱼类种类及资源量较少，无产卵场分布。根据长江经济带小水电清理整改要求，建全电站退出后，双河口水库坝址断面处的生态流量选取了多年平均流量的 10%，即  $0.0439\text{m}^3/\text{s}$ 。

结合 Tennant 法标准和坝址所在河段天然水文特征，并综合考虑《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》(环办函〔2006〕11 号)的指导意见“维持水生生态系统稳定所需水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%”。因此，下水库坝址处选取多年平均流量的 10%作为坝下河段 Tennant 法推荐的最小下泄生态流量。

#### b) 双河洞沟流域综合规划相关要求

根据《双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》的要求，控制断面生态流量应不小于多年平均流量的 10%，下游分布有生态敏感区及其他特殊生态需求时应不小于 15%。下水库下游为三峡水库、小江湿地自然保护区，其生态流量需选取多年平均流量的 15%(即  $0.0659\text{m}^3/\text{s}$ )。

#### c) 长江保护修复攻坚战行动计划相关要求

根据《长江保护修复攻坚战行动计划》的要求，长江干流及主要支流主要控制节点生态基流占多年平均流量比例在 15%左右。参照该要求，下水库下泄生态流量为多年平均流量的 15%，即  $0.0659\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### d) 小结

根据《长江保护修复攻坚战行动计划》《双河洞沟流域综合规划环境影响报告书》的相关要求，结合下水库坝下的用水需求以及生态敏感区分布情况，下水库下泄生态流量选择坝址断面多年平均流量的 15%(即  $0.0659\text{m}^3/\text{s}$ )。

### 5.1.2 施工期影响分析

#### 5.1.2.1 施工期用水需求

##### a) 施工用水需求分析

建全抽水蓄能电站施工期供水范围主要包括电站上、下水库及输水发电系统、混凝土生产系统及业主和施工营地等，分为上水库供水区、下水库供水区。

上水库供水区主要供应上水库大坝、竖井式泄洪洞、上水库进/出水口、引水上

平洞、引水竖井段、上水库混凝土系统、垫层料加工系统、综合加工厂等设施的施工生产用水和上水库施工营地的生活用水。上水库高峰期施工生产用水规模为：156m<sup>3</sup>/h，生活用水规模为：15m<sup>3</sup>/h。

下水库供水区主要供应下水库大坝工程、下水库进/出水口、尾水工程、厂房工程、引水下平洞、砂石加工系统、下水库混凝土生产系统、综合加工厂等设施的生产用水，以及业主营地和下水库施工营地的生活用水。下水库高峰期施工生产用水规模为：440m<sup>3</sup>/h，生活用水规模为：42m<sup>3</sup>/h。

#### 5.1.2.2 施工供水系统布置

##### a) 上水库施工区

上水库生产取水点位于大坝上游围堰上游河道上，设置取水泵站，送水至上水库右岸高程 730m 的生产调节水池，调节水池设两组，总调节容量 300m<sup>3</sup>。上水库施工区一次消防用水量为 108m<sup>3</sup>，贮存于生产水池内。上水库施工用水、混凝土系统用水、企业加工厂用水均由高程 730m 生产调节水池接引。上水库生活营地从大坝上游围堰上游河道取水，在上水库仓库上方设置一生活水池，总调节容量 200m<sup>3</sup>，水池高程 762m。

##### b) 下水库施工区

下水库生产生活用水均从坝址上游围堰处进行拦挡取水，生产取水泵站低坝布置，取水能力为 650m<sup>3</sup>/h。由取水泵站送水至至高程 400m 的生产调节水池，调节水池设两组，总调节容量 800m<sup>3</sup>。下水库施工区一次消防用水量为 108m<sup>3</sup>，贮存于生产水池内。下水库的施工用水、企业加工厂、砂石系统、混凝土系统用水、施工消防用水由 高程 400.m 生产调节水池接引。

#### 5.1.2.3 施工期用水影响分析

本工程上、下水库区施工用水量较大，上水库坝址丰水年(P=10%)、平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)的天然来水量分别为 346.58 万 m<sup>3</sup>、212.47 万 m<sup>3</sup>、123.25 万 m<sup>3</sup>，总量大于施工用水量(18.59 万 m<sup>3</sup>)、生态用水量(33.43 万 m<sup>3</sup>)；下水库丰水年(P=10%)、平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)的天然来水量分别为 2133.22 万 m<sup>3</sup>、1302.56 万 m<sup>3</sup>、760.64 万 m<sup>3</sup>，总量大于施工用水量(59.32 万 m<sup>3</sup>)、生态用水量(207.82 万 m<sup>3</sup>)。

丰水年(P=10%)，扣除各月施工用水量后，上水库施工高峰期 1月~3月、12月的剩余水量不能满足生态用水需求，1月的生态流量满足度仅 26.99%；平水年(P=50%)，扣除各月施工用水量后，上水库施工高峰期 1月、2月、12月的剩余水量不能满足生态用水需求，2月的来水量甚至满足不了施工用水需求；枯水年(P=75%)，施工用水与生态用水的矛盾进一步增大，扣除各月施工用水量后，上水库施工高峰期 1月~3月、9月~12月的剩余水量不能满足生态用水需求，1月、2月、3月、9月、10月的来水量甚至满足不了施工用水需求。

丰水年(P=10%)，扣除各月施工用水量后，下水库施工高峰期 1月~3月、12月的的剩余水量不能满足生态用水需求，但 1月的生态流量满足度能达到 74.01%；平水年(P=50%)，扣除各月施工用水量后，下水库施工高峰期 1月、2月、12月的的剩余水量不能满足生态用水需求，12月的生态流量满足度仅 44.43%；枯水年(P=75%)，施工用水与生态用水的矛盾进一步增大，扣除各月施工用水量后，下水库施工高峰期 1月~3月、9月~12月的剩余水量不能满足生态用水需求，2月、3月、9月、10月的来水量甚至满足不了施工用水需求。

施工高峰期，扣除施工用水后，丰水年(P=10%)、平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)上、下水库的天然来水量不能完全满足生态流量的需求。按上、下水库坝址流量分析，枯水期个别月份来水量比用水量少，但可满足施工高峰年用水量需求。因此，工程考虑在上、下库盆内利用围堰或修筑低坝，贮存能够满足月调节容量的水量，以满足高峰期施工用水和生态用水需求。

表 5.1.2-1 施工高峰期上水库取水点河段水文情势分析表

项目		第 2 年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰水年 (P=10%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	2.95	3.14	3.21	23.85	13.93	62.21	45.53	77.67	21.51	72.32	17.14	3.11
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	2.18	1.80	1.86	1.70	1.79	1.39	1.38	1.30	1.30	1.30	1.30	1.29
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	0.77	1.34	1.35	22.15	12.14	60.82	44.15	76.37	20.21	71.02	15.84	1.82
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	生态流量满足度 %	26.99	52.45	47.69	806.05	427.52	2213.56	1555.17	2690.06	735.70	2501.38	557.98	66.26

表 5.1.2-1(续)

项目		第 2 年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平水年 (P=50%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	2.95	1.69	14.46	10.89	48.21	49.25	21.96	9.11	10.63	8.57	32.68	2.07
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	2.18	1.80	1.86	1.70	1.79	1.39	1.38	1.30	1.30	1.30	1.30	1.29
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	0.77	-0.11	12.60	9.19	46.42	47.86	20.58	7.81	9.33	7.27	31.38	0.78
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	生态流量满足度 %	26.99	-4.16	443.92	334.35	1635.07	1741.86	724.98	274.97	339.48	256.10	1105.15	28.52
枯水年 (P=75%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	1.75	0.84	0.29	4.90	26.70	43.97	30.83	9.00	0.61	0.69	2.33	1.34
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	2.18	1.80	1.86	1.70	1.79	1.39	1.38	1.30	1.30	1.30	1.30	1.29
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	-0.43	-0.96	-1.57	3.20	24.91	42.58	29.45	7.70	-0.69	-0.61	1.03	0.05
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	生态流量满足度 %	-15.15	-37.44	-55.30	116.47	877.39	1549.76	1037.30	271.21	-25.11	-21.49	36.28	1.82

表 5.1.2-2 施工高峰期下水库取水点河段水文情势分析表

项目		第 2 年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰水年 (P=10%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	283.91	468.72	131.93	449.97	105.80	19.18	18.21	18.63	20.36	145.67	84.64	386.21
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	3.62	4.54	4.93	4.67	5.34	5.63	5.15	5.10	4.74	5.15	5.15	5.30
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	280.29	464.18	127.00	445.30	100.46	13.55	13.06	13.53	15.62	140.52	79.49	380.91
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08
	生态流量满足度 %	1587.99	2629.82	743.52	2522.86	569.14	79.33	74.01	84.85	88.47	822.66	450.34	2229.97
平水年 (P=50%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	134.72	55.18	65.58	51.69	199.81	13.22	18.48	10.64	88.39	66.87	297.30	300.67
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	3.62	4.54	4.93	4.67	5.34	5.63	5.15	5.10	4.74	5.15	5.15	5.30
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	131.10	50.64	60.65	47.02	194.47	7.59	13.33	5.54	83.65	61.72	292.15	295.37
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08
	生态流量满足度 %	742.77	286.87	355.05	266.41	1101.76	44.43	75.53	34.78	473.90	361.35	1655.19	1729.21

表 5.1.2-2(续)

项目		第 2 年											
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
枯水年 (P=75%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	190.64	55.51	3.79	4.19	14.43	8.15	10.63	5.09	1.81	30.14	164.83	271.43
	施工用水量 万 m <sup>3</sup>	3.62	4.54	4.93	4.67	5.34	5.63	5.15	5.10	4.74	5.15	5.15	5.30
	剩余水量 万 m <sup>3</sup>	187.02	50.97	-1.14	-0.48	9.09	2.52	5.48	-0.01	-2.93	24.99	159.68	266.13
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08
	生态流量满足度 %	1059.56	288.77	-6.67	-2.72	51.50	14.75	31.05	-0.06	-16.60	146.30	904.67	1558.02

### 5.1.3 蓄水期影响分析

#### 5.1.3.1 初期蓄水分析

##### a) 初期蓄水计划

根据工程施工进度安排，上水库下闸时间为第 4 年 4 月底，下水库下闸时间为第 5 年 3 月底，第 1 台机组计划投产时间为第 6 年 6 月底，以后每隔 4 个月投产一台机组，直至第 7 年 6 月底全部机组投产发电。为满足首台机运行，需提前 4 个月进行首台机调试。各台机组投产计划见 5.1.3-1。

表 5.1.3-1 建全抽水蓄能电站机组投产计划表

序号	项 目	投 产 时 间
1	上水库下闸蓄水	第 4 年 4 月底
2	下水库下闸蓄水	第 5 年 3 月底
3	第 1 台机组调试运行	第 6 年 2 月底
4	第 1 台机组正式投产	第 6 年 6 月底
5	第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底
6	第 3 台机组正式投产	第 7 年 2 月底
7	第 4 台机组正式投产	第 7 年 6 月底

##### b) 水量损失

##### 1) 蒸发损失

上、下水库水面蒸发量根据云阳县气象站 20cm 蒸发器实测蒸发量成果按蒸发折算系数计算。蒸发折算系数采用《四川省水文手册》中四川省东部地区蒸发器口径 20cm 蒸发皿换算为大水体的折算系数。陆面蒸发量根据参照水文站(余家水文站)各月多年平均径流深和多年平均面降水量进行推算。

上、下水库建成后增加的蒸发损失为水库的水面蒸发量减去陆面蒸发量。流域年平均水面蒸发为 857.8mm、陆面蒸发为 582.1mm，则因建水库增加的年平均蒸发损失为 275.7mm。建全抽水蓄能电站水库蒸发损失见表 5.1.3-2。

表 5.1.3-2 建全抽水蓄能电站水库蒸发损失表 单位：mm

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
水面蒸发	28	35.7	52.8	69.2	96.2	94.2	120	138.4	93.3	59.1	41.5	29.4	857.8
陆面蒸发	8.9	11.9	36.7	61.3	72.9	75	69.2	88.5	78.3	48.3	21.2	9.9	582.1
蒸发增加量	19.10	23.80	16.10	7.90	23.30	19.20	50.80	49.90	15.00	10.80	20.30	19.50	275.7

## 2) 渗漏损失

上水库地形封闭条件好，库盆无低矮垭口，库周山顶高程高于设计正常蓄水位，分水岭宽厚，库内无规模较大的断层通过，节理裂隙规模较小，水库基本无渗漏问题；存在坝肩及坝基裂隙渗漏可能性，需予以防渗处理。下水库库周山体雄厚，分水岭宽厚，无低矮垭口，冲沟地表径流源头高于水库正常蓄水位，库周分水岭地下水位和相对不透水层顶板高程亦高于水库正常蓄水位，水库基本无渗漏问题；存在坝肩及坝基裂隙渗漏可能性，需进行防渗处理。虽然本工程上、下水库无重大的水库渗漏问题，但电站长期运行中仍有通过坝肩坝基等部位产生的渗漏，根据国内外已建抽水蓄能电站相关统计资料，本次设计按月渗漏量为水库库容的 0.3%考虑。

## c) 生产生活用保障

建全抽水蓄能电站上水库占用石河堰水库，下水库占用双河口水库。其中，石河堰水库复建采用二台山塘坪取水方案，双河口水库采用吴家屯水库方案，两个方案水源均在抽水蓄能电站上游。建全抽蓄电站上、下游用水主要考虑坝址下游生态需水量。

## d) 初期蓄水水量要求

根据施工计划安排，建全抽水蓄能上水库下闸时间为第 4 年 4 月底，下水库下闸

时间为第 5 年 3 月底。电站首台机组正式投产时间为第 6 年 6 月底，根据国内已建抽水蓄能电站的经验，首台机调试运行时间约 4 个月，即首台机开始调试运行的时间为第 6 年 2 月底。电站首台机调试采用抽水工况启动，调试时间按 3h 考虑。上水库蓄水位应淹没进出水口底板，需水量为填充进出水口底高程(630.7m)对应库容 110 万 m<sup>3</sup> (含单条引水道充填水量 10.8 万 m<sup>3</sup>)，减去上水库施工回填占用库容 35 万 m<sup>3</sup>，上水库共需水量 75 万 m<sup>3</sup>；下水库需水量包括填充死库容水量 295 万 m<sup>3</sup> 及单机满发 3h 水量 113 万 m<sup>3</sup>，下水库共需水量 408 万 m<sup>3</sup>。

首台机调试运行后，各台机组正式投产运行所需蓄水量应满足投产机组容量连续满发小时数 6h 要求所需水量。根据上述蓄水要求，建全抽水蓄能电站初期蓄水各阶段所需水量成果见表 5.1.3-3。

表 5.1.3-3 初期蓄水各阶段总需水量

项 目	投 产 时 间	蓄 水 时 长 月	累 计 需 水 量 万 m <sup>3</sup>	备 注
首台机调试运行	第 6 年 2 月底	上水库 22, 下水库 11	上水库 75, 下水库 408	上、下水库需 分开考虑
第 1 台机组正式投产	第 6 年 6 月底	上水库 26, 下水库 15	789	水量可交换, 上、下水库总 水量满足要 求 即可
第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底	上水库 30, 下水库 19	1015	
第 3 台机组正式投产	第 7 年 2 月底	上水库 34, 下水库 23	1251	
第 4 台机组正式投产	第 7 年 6 月底	上水库 38, 下水库 27	1477	

#### e) 初期蓄水水量保障分析

根据上、下水库坝址长系列月径流资料，从起蓄到各机组投产阶段的不同蓄水历时，对上、下水库天然径流量进行蓄水时段组合滑动排频，选取 50%和 75%频率相应的来水时段，考虑蒸发、渗漏损失及生态用水要求，计算初期蓄水期间上、下水库可蓄水量，成果见表 5.1.3-4 和表 5.1.3-5。

表 5.1.3-4 平水期初期蓄水计算成果表(50%频率来水)

单位: 万 m<sup>3</sup>

投产台数	总需蓄水量	上水库		下水库		上、下水库可蓄水量合计
		径流量	可蓄水量	径流量	可蓄水量	
首台调试	上水库 75 下水库 408	448	399	1281	938	1337
1	789	545	447	2248	1766	2212
2	1015	612	494	3039	2419	2913
3	1251	634	497	3137	2390	2888
4	1477	728	572	3259	2380	2953

表 5.1.3-5 枯水期初期蓄水计算成果表(75%频率来水)

单位: 万 m<sup>3</sup>

投产台数	总需蓄水量	上水库		下水库		上、下水库可蓄水量合计
		径流量	可蓄水量	径流量	可蓄水量	
首台调试	上水库 75 下水库 408	335	287	973	640	927
1	789	493	397	1621	1155	1552
2	1015	518	404	2344	1740	2144
3	1251	533	401	2451	1720	2121
4	1477	624	474	2748	1885	2360

由表 5.1.3-4 和表 5.1.3-5 可见, 建全抽水蓄能电站首台机调试运行、首台机正式投产、第 2、3、4 台机组正式投产时, 50%和 75%来水保证率, 上、下水库可蓄水量均可满足总需蓄水量要求(包括水库死库容、输水洞填充水量和调节库容)仍有多余可蓄水量。

### 5.1.3.2 蓄水期影响分析

#### a) 库区水文情势变化

随着上下水库蓄水, 上、下水库库区的水文情势较原来天然河道发生了变化, 水位大幅升高, 水深加大, 水域面积增加。上水库(石河堰水库)正常蓄水位 602.3m, 水面面积 0.41hm<sup>2</sup>, 随着电站蓄水, 正常蓄水抬升至 680m, 水面面积逐渐扩大至 28.89hm<sup>2</sup>。下水库(双河口水库)正常蓄水位 288.9m, 水面面积 2.51hm<sup>2</sup>, 随着电站蓄水, 正常蓄水抬升至 341m, 水面面积逐渐扩大至 50.30hm<sup>2</sup>。

b) 坝下水文情势变化

1) 上水库坝下

建全抽水蓄能电站蓄水期可蓄水量计算中，选取保证率 50%、75%两个代表段进行了蓄水分析。蓄水期间，首先必须满足在任何时段上水库下泄 0.0609m<sup>3</sup>/s 的生态流量，然后进行蓄水计算，上水库水量仅供蓄至首台机组调试后即可。由于天然来水量小在 50%保证率情况下，蓄水期各月出库流量占天然径流量的 15.58%~107.96%之间，蓄水期 5 月、6 月对下游水文情势影响较大；在 75%保证率情况下，蓄水期各月出库流量占天然径流量的 6.25%~979.00%之间，蓄水期间坝下水文情势变化很大。水库蓄水对下游水文情势的影响明显，但由于每月都考虑了下泄生态流量，对枯水期影响起到一定减缓作用。本工程上库位于双叉河沟上游源头，蓄水取水区域所占流域面积较小，加上库坝址下泄 15%的生态流量，以及蒸发渗漏损耗中的渗漏水量最终也将回归至坝址下游，可减缓对上水库坝下双叉河沟河段水文情势的影响。

表 5.1.3-6 上水库蓄水期坝下河段水文情势表

蓄水时段		平水期(P=50%)			枯水期(P=75%)		
		天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %
第 4 年	5 月	48.21	2.84	5.89	26.70	2.84	10.63
	6 月	49.25	2.75	5.58	43.97	2.75	6.25
	7 月	21.96	2.84	12.93	30.83	2.84	9.21
	8 月	9.11	2.84	31.18	9.00	2.84	31.55
	9 月	10.63	2.75	25.85	0.61	2.75	450.41
	10 月	8.57	2.84	33.13	0.69	2.84	411.46
	11 月	32.68	2.84	8.69	2.33	2.84	121.85
	12 月	2.07	2.75	132.50	1.34	2.75	205.04
第 5 年 ~第 6 年	1 月	2.95	2.84	96.36	1.75	2.84	162.23
	2 月	1.69	2.56	151.43	0.84	2.56	305.28
	3 月	14.46	2.84	19.63	0.29	2.84	979.00
	4 月	10.89	2.75	25.24	4.90	2.75	56.07
	5 月	48.21	2.84	5.89	26.70	2.84	10.63
	6 月	49.25	2.75	5.58	43.97	2.75	6.25
	7 月	21.96	2.84	12.93	30.83	2.84	9.21

表 5.1.3-6(续)

蓄水时段		平水期(P=50%)			枯水期(P=75%)		
		天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %
第 5 年 ~第 6 年	8 月	9.11	2.84	31.18	9.00	2.84	31.55
	9 月	10.63	2.75	25.85	0.61	2.75	450.41
	10 月	8.57	2.84	33.13	0.69	2.84	411.46
	11 月	32.68	2.84	8.69	2.33	2.84	121.85
	12 月	2.07	2.75	132.50	1.34	2.75	205.04
第 7 年	1 月	2.95	2.84	96.36	1.75	2.84	162.23
	2 月	1.69	2.56	151.43	0.84	2.56	305.28
	3 月	14.46	2.84	19.63	0.29	2.84	979.00
	4 月	10.89	2.75	25.24	4.90	2.75	56.07
	5 月	48.21	2.84	5.89	26.70	2.84	10.63
	6 月	49.25	2.75	5.58	43.97	2.75	6.25

## 2) 下水库坝下河段

下水库坝址控制流域面积达到 25.3km<sup>2</sup>，来水量要明显大于上水库。电站蓄水期，在 50%保证率情况下，下泄径流量占天然径流量的 5.68%~149.77%；在 75%保证率情况下，下泄径流量占天然径流量的 6.29%~975.17%。下水库蓄水对下游水文情势的影响较为明显。

表 5.1.3-7 下水库蓄水期坝下河段水文情势表

蓄水时段		平水期(P=50%)			枯水期(P=75%)		
		天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %
第 5 年	4 月	66.87	17.08	25.54	30.14	17.08	56.67
	5 月	297.30	17.65	5.94	164.83	17.65	10.71
	6 月	300.67	17.08	5.68	271.43	17.08	6.29
	7 月	134.72	17.65	13.10	190.64	17.65	9.26
	8 月	55.18	17.65	31.99	55.51	17.65	31.80
	9 月	65.58	17.08	26.05	3.79	17.08	450.69
	10 月	51.69	17.65	34.15	4.19	17.65	421.26
	11 月	199.81	17.65	8.83	14.43	17.65	122.32

表 5.1.3-7(续)

蓄水时段		平水期(P=50%)			枯水期(P=75%)		
		天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	生态放水量 万 m <sup>3</sup>	占比 %
第 5 年	12 月	13.22	17.08	129.22	8.15	17.08	209.59
第 6 年	1 月	18.48	17.65	95.51	10.63	17.65	166.05
	2 月	10.64	15.94	149.77	5.09	15.94	313.21
	3 月	88.39	17.65	19.97	1.81	17.65	975.17
	4 月	66.87	17.08	25.54	30.14	17.08	56.67
	5 月	297.30	17.65	5.94	164.83	17.65	10.71
	6 月	300.67	17.08	5.68	271.43	17.08	6.29
	7 月	134.72	17.65	13.10	190.64	17.65	9.26
	8 月	55.18	17.65	31.99	55.51	17.65	31.80
	9 月	65.58	17.08	26.05	3.79	17.08	450.69
	10 月	51.69	17.65	34.15	4.19	17.65	421.26
	11 月	199.81	17.65	8.83	14.43	17.65	122.32
	12 月	13.22	17.08	129.22	8.15	17.08	209.59
第 7 年	1 月	18.48	17.65	95.51	10.63	17.65	166.05
	2 月	10.64	15.94	149.77	5.09	15.94	313.21
	3 月	88.39	17.65	19.97	1.81	17.65	975.17
第 7 年	4 月	66.87	17.08	25.54	30.14	17.08	56.67
	5 月	297.30	17.65	5.94	164.83	17.65	10.71
	6 月	300.67	17.08	5.68	271.43	17.08	6.29

#### 5.1.4 运行期影响分析

##### 5.1.4.1 水库库区

建全抽水蓄能电站建成后，上水库坝前水位抬升至 680m，较原石河堰水库抬高了 77.7m；水面面积扩大至 28.89hm<sup>2</sup>，较原石河堰水库扩大了 28.48hm<sup>2</sup>。下水库坝前水位抬升至 341m，较原双河口水库抬高了 52.1m；水面面积扩大至 50.30hm<sup>2</sup>，较原双河口水库扩大了 47.79hm<sup>2</sup>。上、下水库库区的水文情势较建设前发生了明显变化，水位大幅升高，水深加大，水域面积增加，水面蒸发量增大。正常运行期耗水量大部分为蒸发损失，年蒸发损失水量为 30.62 万 m<sup>3</sup>，约占下水库坝址以上流域多年平均

来水量的 5.4%，电站建成后对区域水资源量影响较小。

抽水蓄能电站一般晚上抽水蓄能，白天放水发电。调节水量在上、下库中循环使用，除蒸发渗漏损失外，水量损耗较小。电站处于发电工况和抽水工况时，上、下库水位和库容均相应产生变化，每一时段库水位的变化随该时段发电量的大小而定，同时也与水库当时的蓄水量有关。抽水蓄能电站的运行对上、下水库的水位将会产生一定的影响，电站抽水时，上水库水位抬高、水域面积增大，相应的下水库水位下降、水域面积减少，发电时则相反。

#### 5.1.4.2 坝下河道

建全抽水蓄能电站建成后，上水库上游来水均被拦截在水库内，并通过生态放流管下泄 0.0106m<sup>3</sup>/s 的生态流量，坝下水文情势发生了较为明显的变化，丰水年(P=10%)、平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)6 月的下泄水量仅占天然来水量的 4.42%、5.58%、6.24%；枯水期的流量有所增加。下水库位于正常蓄水位时，上游来水可通过泄洪建筑物下泄，但下水库位于正常蓄水位的时间较短；电站运行期间，下水库低于正常蓄水位，上游来水均被拦截在水库内，坝下只有通过生态放流管下泄的 0.0659m<sup>3</sup>/s 的生态流量，坝下水文情势的变化也较为明显，丰水年(P=10%)、平水年(P=50%)、枯水年(P=75%)6 月的下泄水量仅占天然来水量的 4.42%、5.68%、6.29%。

表 5.1.4-1 运行期上水库坝下河段水文情势分析表

项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰水年 (P=10%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	2.95	3.14	3.21	23.85	13.93	62.21	45.53	77.67	21.51	72.32	17.14	3.11
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	占比 %	96.36	81.54	88.33	11.52	20.38	4.42	6.24	3.66	12.77	3.93	16.56	88.33
平水年 (P=50%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	2.95	1.69	14.46	10.89	48.21	49.25	21.96	9.11	10.63	8.57	32.68	2.07
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	占比 %	96.36	151.43	19.63	25.24	5.89	5.58	12.93	31.18	25.85	33.13	8.69	132.50
枯水年 (P=75%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	1.87	0.73	0.27	4.92	26.78	44.06	30.80	9.11	0.52	0.80	2.41	1.30
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	2.84	2.56	2.84	2.75	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75	2.84	2.84	2.75
	天占比 %	151.43	353.33	1060.00	55.79	10.60	6.24	9.22	31.18	530.00	353.33	117.78	212.00

表 5.1.4-2 运行期下水库坝下河段水文情势分析表

项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰水年 (P=10%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	18.21	18.63	20.36	145.67	84.64	386.21	283.91	468.72	131.93	449.97	105.80	19.18
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08
	占比 %	96.91	85.58	86.71	11.73	20.85	4.42	6.22	3.77	12.95	3.92	16.68	89.05
平水年 (P=50%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	18.48	10.64	88.39	66.87	297.30	300.67	134.72	55.18	65.58	51.69	199.81	13.22
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08
	占比 %	95.51	149.77	19.97	25.54	5.94	5.68	13.10	31.99	26.05	34.15	8.83	129.22
枯水年 (P=75%)	天然来水量 万 m <sup>3</sup>	10.63	5.09	1.81	30.14	164.83	271.43	190.64	55.51	3.79	4.19	14.43	8.15
	生态流量 万 m <sup>3</sup>	17.65	15.94	17.65	17.08	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08	17.65	17.65	17.08
	占比 %	166.05	313.21	975.17	56.67	10.71	6.29	9.26	31.80	450.69	421.26	122.32	209.59

注：未考虑下水库位于正常蓄水位的状况。

## 5.2 水环境影响预测评价

### 5.2.1 水温影响分析

建全抽水蓄能电站建成后，水体在上、下库之间不断抽水、泄放，交换频繁，上下水库抽放水约 992 万 m<sup>3</sup>/d。为了快速简易地判断水库是否分层及分层强度，可采用经验公式方法进行分析判定。国内普遍采用的经验公式方法有： $\alpha$ - $\beta$ 法、密度佛汝德数法。其中 $\alpha$ - $\beta$ 法又称为库水交换次数法，其判别指标为：

$$\alpha = \frac{w}{v}, \quad \beta = \frac{w_c}{v}$$

其中： $w$  为年均径流量， $v$  为水库总库容， $w_c$  为一次入库洪量， $\alpha$ 、 $\beta$  为指数， $\beta$  用于判断洪水对稳定分层型水库水温的影响。当  $\alpha \leq 10$  时，为水温稳定分层型； $\alpha \geq 20$  时，为混合型； $10 < \alpha < 20$  时，为过渡型。若  $\beta > 1$ ，则水库水温为临时混合型；若  $\beta < 0.5$ ，则水库仍为稳定分层型； $0.5 < \beta < 1$ ，则洪水的影响介于前二者之间。

建全抽水蓄能电站上水库正常蓄水位 680m，相应库容 1279 万 m<sup>3</sup>，总库容 1479 万 m<sup>3</sup>；下水正常蓄水位 341m，相应库容 1301 万 m<sup>3</sup>，总库容为 1677 万 m<sup>3</sup>。根据 $\alpha$ - $\beta$ 法，计算得到上、下水库的 $\alpha$ 值分别为 245 和 216，据此判断上、下水库的水温结构

均为混合型，不会产生水库水温分层现象，不会对双河洞沟流域下游水温产生不利影响。

## 5.2.2 施工期水环境影响

### 5.2.2.1 施工期废(污)水排放的环境影响

#### a) 正常情况

本工程施工污水主要包括施工人员生活污水和施工生产废水等。其中，砂石加工废水、垫层料加工废水、混凝土生产系统废水处理后回用于本系统生产和冲洗，修配系统废水处理后回用于道路和施工场地洒水，施工区生活污水回用于绿化和洒水，洞室排水、基坑排水(一般时段)处理后回用于工程施工。因此，本工程施工期正常情况下不会对双叉河沟、双河洞沟水体水质造成污染，但若发生事故排放则有可能造成不良影响。

#### b) 施工废水事故排放

建全抽水蓄能电站施工期修配系统废水产生量小，对比其他生产废水、洞室排水、基坑排水产生情况，施工期砂石加工废水、垫层料加工废水、混凝土(单个)生产系统废水、洞室排水(下库泄洪排沙洞)、基坑排水量产生量可达  $0.0067\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.0033\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.0067\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.0024\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.0014\text{m}^3/\text{s}$ 。根据规程规范以及工程实测结果，砂石加工废水(垫层料加工废水)中悬浮物浓度在  $20000\text{mg/L}\sim 90000\text{mg/L}$  之间，远高于混凝土生产系统废水、洞室排水(下库泄洪排沙洞)、基坑排水的悬浮物浓度，事故性排放对双河洞沟流域水质产生的不利影响较大。因此，选择砂石加工废水(垫层料加工废水)事故排放情景，对施工废水事故排放的影响进行分析。

#### 1) 砂石加工废水事故排放

砂石加工系统布置在下水库左岸，当废水事故排放至附近双河洞沟中，事故排放量按  $0.0067\text{m}^3/\text{s}$  计。

#### (1) 预测因子

砂石加工废水污染物主要为悬浮物，预测因子选悬浮物。

#### (2) 预测工况

预测工况为砂石加工废水处理前、处理后两种工况。

### (3) 预测模式

采用河流完全稀释混合模式，公式如下：

$$c = (c_p Q_p + c_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：c—完全混合后的污染物浓度，mg/L；

$c_p$ —废水污染物浓度，mg/L；

$Q_p$ —废水排放量，m<sup>3</sup>/s；

$c_h$ —河水污染物浓度，mg/L；

$Q_h$ —河水流量，m<sup>3</sup>/s。

### (4) 预测参数

枯水年(P=75%)，双河洞沟(下水库坝址处)最枯月(3月)均流量为 0.007m<sup>3</sup>/s，悬浮物浓度根据现状监测枯水期监测值为 6mg/L。砂石加工废水事故排放量为 0.0067m<sup>3</sup>/s，废水中悬浮物浓度取 20000mg/L 左右。根据砂石料加工系统回用水标准，处理后回用水中悬浮物浓度取 100mg/L。

### (5) 预测结果及评价

施工期砂石加工废水事故排放预测结果见表 5.2.2-1。

表 5.2.2-1 施工期砂石加工废水事故污染物浓度计算结果

事故排放工况	单位	未处理	处理后
枯水年(P=75%)最枯月均流量	m <sup>3</sup> /s	0.007	0.007
水体本底浓度	mg/L	6	6
废水水量	m <sup>3</sup> /s	0.0067	0.0067
废水浓度	mg/L	20000	100
混合时浓度	mg/L	9784	52

由表 5.2.2-1 可知，下水库砂石加工废水在未做任何处理下事故排放，将造成时双河洞沟水体 SS 浓度较大幅度提高，增加至 9784mg/L，将对双河洞沟水质产生很大影响；废水经过处理后发生事故排放，对受纳水体影响相对较小，SS 浓度增加至 52mg/L。

## 2) 垫层加工废水事故排放影响

垫层料系统布置在上水库库尾。枯水年(P=75%)，双叉河沟(上水库坝址处)最枯月(3月)均流量为 0.001m<sup>3</sup>/s，悬浮物浓度根据现状监测枯水期监测值为 6mg/L；垫层料加工废水事故排放量为 0.0033m<sup>3</sup>/s，废水中悬浮物浓度取 20000mg/L 左右；根据砂石料加工系统回用水标准，处理后回用水中悬浮物浓度取 100mg/L。采用河流完全稀释混合模式计算出的垫层料加工废水事故排放预测结果见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 施工期垫层料加工废水事故污染物浓度计算结果

事故排放工况	单位	未处理	处理后
枯水年(P=75%)最枯月均流量	m <sup>3</sup> /s	0.001	0.001
水体本底浓度	mg/L	6	6
废水水量	m <sup>3</sup> /s	0.0033	0.0033
废水浓度	mg/L	20000	100
混合时浓度	mg/L	15350	78

由表 5.2.2-2 可知，由于双叉河沟流域面积仅 2.54km<sup>2</sup>，径流量很小。上水库垫层料加工废水在未做任何处理下事故排放，造成的影响要比石加工废水事故排放产生的影响大，双叉河沟水体中悬浮物将增大到 15350mg/L。

由于双河洞沟流域范围小，无论是上、下水库来水量均不大，施工废水事故排放对水体的影响较大，必须对生产废水、洞室排水、基坑排水进行处理回用，并防止事故排放的发生，以减少对受纳水体的影响。

### c) 生活污水事故排放影响分析

本工程上水库工程标施工营地高峰人数 500 人，下水库工程标施工营地高峰人数 500 人，输水发电系统标施工营地高峰人数 400 人，机电安装标施工营地高峰人数 400 人，布置在双河洞沟左岸的业主营地高峰期为 300 人。施工营地生活污水处理系统发生事故，废水将排放至双河洞沟、双叉河沟。本处考虑生活污水事故排放为短时间排放，事故排放量按上水库工程标施工营地 1h 高峰期生活污水量计。考虑最不利影响，本处仅分析污水完全与溪流混合后污染物影响，不考虑污染物的衰减。

#### (1) 预测因子

生活污水主要污染因子为悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量等，因此预测因子选悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量。

(2) 预测工况

预测工况为生活污水处理前、处理后两种工况。

(3) 预测模式

采用河流完全稀释混合模式，公式如下：

$$c = (c_p Q_p + c_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：c—完全混合后的污染物浓度，mg/L；

$c_p$ —废水污染物浓度，mg/L；

$Q_p$ —废水排放量，m<sup>3</sup>/s；

$c_h$ —河水污染物浓度，mg/L；

$Q_h$ —河水流量，m<sup>3</sup>/s。

(4) 预测参数

枯水年(P=75%)，双叉河沟(上水库坝址处)最枯月(3月)均流量为 0.001m<sup>3</sup>/s，悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量、氨氮浓度根据现状监测枯水期监测值为 6mg/L、1.9mg/L、10mg/L、0.328mg/L。双叉河沟施工营地生活污水产生量为 0.00125m<sup>3</sup>/s，废水中悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量浓度分别约为 200mg/L、150mg/L、350mg/L 左右。根据污水综合排放标准，处理后悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量浓度分别约为 70mg/L、20mg/L、100mg/L。

(5) 预测结果及评价

施工期下库施工营地生活污水事故排放预测结果见表 5.2.2-3。

表 5.2.2-3 施工期上水库工程标营地生活污水事故排放结果 单位：mg/L

项目	现状浓度	未经处理		处理后		标准值(III类)
		混合后浓度	增加量	混合后浓度	增加量	
SS	6	114	108	42	38	/
BOD <sub>5</sub>	1.9	84.2	82.3	12	10.1	≤4
COD	10	199	189	60	50	≤20

根据表 5.2.2-3，上水库工程标施工营地生活污水若经处理发生事故排放至双叉河沟时，假定污水汇入双叉河沟后即刻完全混合，悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量浓度增加量分别为 108mg/L、82.3mg/L、189mg/L。由于双叉河沟流量很小，污水事故排放将导致水体中污染物浓度大幅度增加。生活污水处理后排放至双叉河沟时，假定污水汇入双叉河沟后即刻完全混合，悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量浓度增加量分别为 38mg/L、10.1g/L、50mg/L，生活污水经处理后应回收利用，才可避免对双叉河沟水质产生影响。

综上分析，由于双河洞沟流域面积小，来水量尤其枯水期来水量小，生活污水达标处理排放或事故排放均会对双河洞沟、双叉河沟水体产生影响，且影响较为明显。因此需加强施工管理，做好污水回用与事故应急处理，严格落实各项水环境保护措施保护水环境，防止出现水质超标风险。

#### 5.2.2.2 渣料堆场的排水影响

本工程弃渣场、中转料场及表土堆存场设置挡墙等拦挡设施和截水沟、盲沟及马道排水沟等截排水设施，截排水沟末端设置沉沙池，沉沙池兼作蓄水池，先沉沙后蓄水，蓄积天然降水、截排水工程引排的地表径流等，可有效降低施工新增水土流失量，不会明显增加周边水体的浊度和悬浮物浓度，不会对周边河沟水体产生较大影响。

### 5.2.3 运行期水质影响

#### 5.2.3.1 库区水质影响分析

##### a) 入库污染源

根据调查，现状上、下水库库区及上游没有工业污染源。双河洞沟流域居民生活污水主要由旱厕收集并用于农灌，污染源主要为耕地施用残留的农药、化肥。电站建成后，枢纽建筑物及库区内的 85.63hm<sup>2</sup> 耕地上的农业污染源将消失。库区内 97.6%的搬迁安置采取货币安置，且移民意愿安置的区域为高阳集镇，流域内人口将减少 5%，库区生活污染源较建库之前减少。

##### b) 电站运行特点与水环境影响分析

水库蓄水初期，上、下水库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五日生化需氧量、化学需氧量、氮和

磷等浓度增加，溶解氧降低。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水的水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，水质会更差。随着电站的正常运行，反复的抽水和发电放水，促进了水体交换，水体的循环混合加强有利于促进污染物质的降解，增强其自净能力，有利于水库水质的改善。

建全抽水蓄能电站抽水和发电时，进/出水口的流态为辐射状，抽水和发电时，局部水位有所壅高或降低，但上、下库进/出水口水流分布基本均匀，引水渠(或护坦)内流速已较为平缓，对库区水流流态影响范围很小，对库底没有冲刷影响，不会造成库区水体浑浊。上、下水库水体在上下库间循环往复，互相影响，因此上下库水体水质具有相同变化趋势。在污染源有所减小的情况下，建全抽水蓄能电站建成运行后，上下库间水体交换频繁，基本能维持库区水质现状，水质能达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准(石河堰水库饮用水水源保护区取消)。

#### c) 水质类比调查

选取黑麋峰抽水蓄能电站和仙游抽水蓄能电站等已运行电站进行水质类比分析。根据各抽水蓄能电站竣工环保验收调查报告，电站建设前后水质情况见表 5.2.3-1。电站运行期上下水库水质一般较好，少数出现水质超标情况，多因为水体本底值超标或周边存在其他污染源。因电站运行导致水质超标情况可能出于初期蓄水期总氮和总磷指标(黑麋峰抽水蓄能电站)，主要源于库盆土壤溶出物、淹没植物残体释放物及淹没库区内未完全清理干净的其它残留物的分解。总体来说，电站建设和运行对上下库水体水质影响较小。

表 5.2.3-1 抽水蓄能电站建设前后水质情况对比分析表

项目名称		黑麋峰抽水蓄能电站		仙游抽水蓄能	
项目基本情况		电站位于湖南长沙市，总装机容量1200MW。2005年5月，工程开工；2010年10月，工程投产运行		电站位于福建省仙游县，总装机容量1200MW。2009年5月，工程开工；2013年12月19日，工程投产运行	
建设前	水质	监测结果均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。		下水库坝址处断面的各项监测因子均达标，上水库坝址处、上水库下游大济溪水库库尾、下水库下游蒋隔水库库尾、蒋隔水库库中4个断面的总氮浓度均超标，其余监测因子均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准	
	水质超标原因	/		上下水库周边无工矿企业，超标原因主要受两岸生活污水和农田面源污染	
运行期	运行期水环境保护措施	运行期生活污水经新建的地理式一体化污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》(GB8978—1996)一级排放标准后经涵管排入大坝下游湖溪冲农灌渠，其工艺为接触氧化法。电站地下厂房系统使用1座移动厕所，粪便污水经处理后运送至外面给农民肥田		运营期生活污水处理达标后进入中水回用设施回用，不外排	
	运行期水质及富营养化专题	上、下水库的左、中、右6个断面总氮均超标；上水库中、右及下水库左、右4个断面存在总磷超标现象；其他监测指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类水质标准	上、下水库综合营养状态指数分别为33.48和35.82，属中营养，没有富营养化	根据试运行期监测结果，上库坝址上游500m处、上库坝址下游1000m处、下库坝址上游500m处3个断面总氮超标，下库坝址上游500m处的总磷超标，其余时间各项水质指标均满足地表水环境质量标准(GB3838-2002)III类要求	试运行期，上下库水体均处于贫营养状态
	运行期超标	总氮、总磷超标主要源于库盆土壤溶出物、淹没植物残体释放物及淹没库区内未完全清理干净的其它残留物的分解		总氮总磷的	
对比分析结果		库盆土壤溶出物、淹没植物残体释放物及淹没库区内未完全清理干净的其它残留物的对水库总氮、总磷有一定的影响		电站建设和运行，对区域水质影响不大	

#### d) 库区富营养化分析

建全抽水蓄能电站建成后库区富营养化水平可参照现状石河堰水库、双河口水库富营养化水平。双河洞沟流域石河堰水库、双河口水库的营养状态可采用《地表水环

境质量评价办法(试行)》中的“综合营养状态指数法(TLI( $\Sigma$ ))”进行分析。综合营养状态指数法采用 0~100 的一系列连续数字对水库的营养状态进行分级，水库营养状态分级指标见表 5.2.3-2。

表 5.2.3-2 水库营养状态分级指标表

序号	指标范围	等级
1	$TLI(\Sigma) < 30$	贫营养
2	$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	中营养
3	$TLI(\Sigma) > 50$	富营养
4	$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	轻度富营养
5	$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	中度富营养
6	$TLI(\Sigma) > 70$	重度富营养

综合营养状态指数法计算公式如下：

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中： $TLI(\Sigma)$ —综合营养状态指数；

$W_j$ —第  $j$  种参数的营养状态指数的相关权重；

$TLI(j)$ —代表第  $j$  种参数的营养状态指数。

各监测项目营养状态指数计算公式如下：

$$TLI(chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln(chla));$$

$$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln(TP));$$

$$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln(TN));$$

$$TLI(SD) = 10(5.118 - 1.941 \ln(SD));$$

$$TLI(CODM_n) = 10(0.109 + 2.661 \ln(CODM_n))。$$

石河堰水库、双河口水库的营养状态计算结果分别见表 5.2.3-3、表 5.2.3-4。根据计算结果，石河堰水库、双河口水库均处于中营养状态。

表 5.2.3-3 石河堰水库营养状态计算结果表

指 标	叶绿素 a (chl <sub>a</sub> )	总磷 (TP)	总氮 (TN)	透明度 (SD)	高锰酸钾指数 (CODM <sub>n</sub> )
单 位	mg/m <sup>3</sup>	mg/L	mg/L	m	mg/L
指标数值	2.7	0.04	0.81	1.02	2.6
各营养状态分指数	36	41	51	51	27
各营养状态指数的相关权重	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
综合营养状态指数	40				
营养状态等级	中营养				

表 5.2.3-4 双河口水库营养状态计算结果表

指 标	叶绿素 a (chl <sub>a</sub> )	总磷 (TP)	总氮 (TN)	透明度 (SD)	高锰酸钾指数 (CODM <sub>n</sub> )
单 位	mg/m <sup>3</sup>	mg/L	mg/L	m	mg/L
指标数值	4.1	0.037	0.90	1.37	2.8
各营养状态分指数	40	41	53	45	28
各营养状态指数的相关权重	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
综合营养状态指数	41				
营养状态等级	中营养				

建库后，上、下库水体交换较频繁，建全抽水蓄能电站的建成运行，增加了溶解氧含量，从而促进了有机物的降解，有利于缓解水库的富营养化，增大污染降解系数，电站建成运行后，可避免水库水质富营养化。类比已建成的黑麋峰抽水蓄能电站、白莲河抽水蓄能电站和仙游抽水蓄能电站，试运行期间均未出现富营养化现象。结合石河堰水库、双河口水库富营养化水平，建全抽水蓄能电站运行期间，上下水库水质不会出现富营养化现象。

#### 5.2.3.2 坝下河段水质影响分析

本工程上、下水库均建设了生态放水管，用于保障生态流量下泄。上、下水库坝址下游河段流量有所减少且该河段沿程无工矿企业、农业面源等，与现状情况相比，

工程下水库建库后蓄水阶段对坝址下游河段水质影响不大，不会改变现状水质类别。

#### 5.2.3.3 业主营地生活污水影响分析

运行期电站工作人员产生的生活污水均经过业主营地污水处理设施处理达标后回用于绿化和洒水，正常情况下不会对水库及河流水质产生影响。由于双河洞沟流域径流量小，对比施工期生活污水事故排放分析结果，营地事故排放会对双河洞沟水体有一定影响，因此需加强施工管理，做好污废水事故应急处理，严格落实各项水环境保护措施保护水环境，防止出现水质超标风险。

#### 5.2.3.4 机组检修含油废水影响分析

运行期间污废水除管理人员和生产办公人员生活污水外，还有机组检修时产生的少量含油、含碱生产废水。

为便于电站安全运行，消除事故隐患，同时减少地下厂房的开挖，本工程在地下厂房不布置大型油库。根据水轮机结构、油系统设置管理情况和类似工程运行实例，机组采用密闭式系统，油不会与过机水流接触，对水库水体不会产生污染。厂房内机组检修时，会产生一些含少量油污的废水，废油均为危险废物，属于《国家危险废物名录》中的 HW08 废矿物油，应按照危废管理要求规范收集、处置，建立台账，设立危废识别标志，并交由有资质的单位处置。运行期电站将加强管理，尽量避免油的泄漏。

电站事故漏油可能产生的设备位于机组和主变，其中主变的事故漏油已包含于 500kV 开关站工程环境影响评价中，本报告不赘述。电站内设有透平油处理室和油罐室，出现运行机组漏油时，透平油将排入厂房内的临时收集池，废油为危险废物，应交由有资质的单位处置。电站事故漏油发生的概率极低，且经站内收集并交由有资质单位处置，在做好油水收集和处理后，对下游水环境无影响。

### 5.2.4 地下水影响分析

#### 5.2.4.1 对地下水质的影响

工程施工期对各类污废水进行处理达标后尽可能回用。经分析，施工期大部分污水可以得到回用，一般在雨天无法回用时需要排放，经处理达标后排入地表水体，不会对地下水水质产生的明显的影响。

#### 5.2.4.2 对地下水位的影响

本工程对地下水影响主要为输水发电系统(包括输水发电线路和地下厂房)、上水库、下水库等工程施工期间可能造成地下水水位发生变化。

##### a) 输水发电系统施工影响分析

输水发电系统地表水和地下水主要来源于大气降水，沿线地表沟谷较发育，多为切割较浅的小型冲沟。地下水位观测孔水位观测资料表明，地下水与地表水体及上水库水系的水力联系弱。综上分析，输水发电系统沿线山体內的隧洞和洞室群围岩体为隔水岩体，水文地质条件总体较简单，与地表水水力联系弱，地下水渗水的现象具有局部性、短暂性、流量较小的特征，对地下水影响小。

据输水发电系统钻孔压水试验成果揭示，输水系统沿线岩体总体以弱~微透水性为主，均为相对隔水岩体。局部岩体破碎段、风化强烈段存在中等透水部位，不会对地表水产生明显的影响。主要洞室大部分位于地下水位线以下，围岩以微风化~新鲜岩体为主，透水性微弱，均为相对隔水岩体。

施工过程中局部沿节理(裂隙)有渗流水现象，但水量总体较小，建议采取适当的抽排水措施处理。地下洞室开挖后，浅埋洞室可能引起沿线局部地下水位的下降，并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面。由于洞室围岩岩体透水性微弱，为隔水层，出水量小，因此，地下洞室的开挖不会引起沿线地下水位的大幅下降和对工程区地下水环境产生较大影响。

地下厂房主探洞及其支洞内地下水活动总体较弱，洞壁大多潮湿，局部基岩裂隙水沿节理裂隙或层面渗水、滴水，节理多短小，以闭合为主，出水量相对较小，而地表钻孔水位未见明显下降，冲沟内的水量也未见明显减少，这些现象也间接说明了建全抽水蓄能电站地下洞室的开挖不会对地下水环境造成大的影响。为了减小工程运行期间隧洞的内水外渗、地下水的渗入量，工程上将对隧洞围岩采取衬砌措施，地下厂房四周设置防渗帷幕，以阻止运行期间地下水向地下厂房的渗入，因此，本工程建设基本不会改变输水线路原有的水文地质条件，但施工期间可能会对地下水造成影响。

##### b) 上水库施工影响分析

上水库库尾山体雄厚，坝址两岸山体宽厚，库周地下水分水岭封闭性较好，地下

水位均高于设计正常蓄水位 680.0m，岩体透水性弱，相对隔水层顶板埋深较高，坝址两岸地下水位和相对不透水层( $q \leq 1Lu$ )均低于设计正常蓄水位 680.0m，结合两岸防渗处理可阻断渗漏途径，库内不存在其它通向下游或邻谷的透水性通道，上水库不存在永久渗漏问题。水库建设期间，除进水口和陈家山料场开挖范围较大，其它岸坡不存在大范围的开挖，库岸基岩以弱~微透水性为主，山体雄厚，地表水丰富，开挖范围位于库内侧山梁和正前方山梁，对山体地下水影响小，因此，水库建设期间对库岸山体的地下水位基本无影响。

水库建成蓄水后，随水库水位的升高，山体地下水位线将由陡变缓，水力坡度将变小，库岸一定范围内的地下水位将升高，最终形成以库水位为基准新的地下水排泄基准面。地下水位的上升，不会出现水库渗漏、水库浸没问题，对库岸边坡稳定影响不大。

上水库工程在项目建设、生产运行的各个过程中，基本不涉及地下水环境问题，对区域地下水环境不会产生影响，局部地下水位的上升对库岸稳定影响不大，无水库浸没问题，不会引发或加剧水库区地质灾害。

#### c) 下水库施工影响分析

下水库库周山体雄厚，分水岭宽厚，库周无低矮垭口存在，地形封闭条件好。岩体透水性弱，库内不存在其它通向下游或邻谷的透水性通道，下水库不存在永久渗漏问题。

水库建设期间，除进水口开挖范围较大，其它岸坡不存在大范围的开挖，库岸基岩以弱~微透水性为主，山体雄厚，地表水丰富，开挖范围位于库内侧山梁，对山体地下水影响小，因此，水库建设期间对库岸山体的地下水位基本无影响。

水库建成蓄水后，随水库水位的升高，山体地下水位线将由陡变缓，水力坡度将变小，库岸一定范围内的地下水位将升高，最终形成以库水位为基准新的地下水排泄基准面。地下水位的上升，不会出现水库渗漏、水库浸没问题，对库岸边坡稳定影响不大。

下水库工程在项目建设、生产运行的各个过程中，基本不涉及地下水环境问题，对区域地下水环境不会产生影响，局部地下水位的上升对库岸稳定影响不大，无水库

浸没问题，不会引发或加剧水库区地质灾害。

#### d) 地下水位变化对取水的影响

根据调查，本工程地下水影响范围内无集中利用地下水要求，工程区居民生活取水均为山泉水，工程施工期间造成局部地下水位变化不会对周边居民点取水产生影响。库区沟谷常年有水，泉点不发育。工程建设对泉水影响较小。

### 5.3 生态环境影响预测评价

#### 5.3.1 对生态系统的影响

##### 5.3.1.1 对生态系统组成的影响

建全抽水蓄能电站评价区生态系统主要有森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统，它们具有生境支持、生物多样性维持等多种功能。本项目征占地总面积 286.6hm<sup>2</sup>，项目建设将改变评价区原有生态系统格局，将其面积及组成等产生一定影响，主要影响因素有占地及水库蓄水淹没等。工程占地及淹没区各生态系统面积详见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 工程占地及淹没区各生态系统面积一览表

类别	单位	森林生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农田生态系统	城镇生态系统
永久征占地及水库淹没区	hm <sup>2</sup>	111.19	3.07	9.09	89.06	10.18
占对应生态系统比例	%	8.00	0.92	30.96	23.00	2.00
临时征占地	hm <sup>2</sup>	27.05	1.10	1.68	32.79	1.39
合计	hm <sup>2</sup>	138.24	4.17	10.76	121.85	11.57
占对应生态系统比例	%	9.94	1.25	36.68	47.86	2.93

由表 5.3.1-1 可知，受工程占地影响的生态系统依次为森林生态系统、农田生态系统、城镇生态系统、湿地生态系统和草地生态系统，其面积将分别减少 111.19hm<sup>2</sup>、89.06hm<sup>2</sup>、10.18hm<sup>2</sup>、9.09hm<sup>2</sup>、3.07hm<sup>2</sup>，减少的比例分别为 8%、23%、2%、30.96%、0.92%，各类型生态系统减少的面积及比例较少，区域生态系统类型不会发生明显变化，面积变化程度亦较小。

工程征占地及水库淹没区林地主要为马尾松林、柏木林、桫木林等常见植被，湿

地主要为石河堰水库和双河口水库，建设用地主要为交通运输用地，均属人工生态系统类型，随着项目完工，区域人工建筑、湿地及水域景观将增加，将有利于该类生态系统的发展。受项目实施影响的生态系统主要为森林生态系统，由于临时占地在施工结束后将进行土地平整及植被恢复，项目实施后，区域森林生态系统比例将由现状的64.10%下降至58.97%，下降比例为5.13%，下降范围及程度较小。

### 5.3.1.2 对生态系统结构的影响

#### a) 组分结构

组分结构主要讨论的是生物群落的种类组成及各组分间的量比关系。本项目总占地及淹没面积286.6hm<sup>2</sup>，项目实施后，工程建设区征占地区生态系统将向湿地生态系统转变，水库淹没区生态系统将向湿地生态系统转变，区域生态系统组成结构发生变化。

表 5.3.1-2 工程实施后评价区生态系统组成情况预测一览表

类型	现阶段		工程实施后		变化值	
	面积 hm <sup>2</sup>	比例 %	面积 hm <sup>2</sup>	比例 %	面积 hm <sup>2</sup>	比例 %
森林生态系统	1390.76	64.10	1279.57	58.97	-111.19	-7.99
草地生态系统	217.16	10.01	214.09	9.87	-3.07	-1.41
湿地生态系统	29.35	1.35	109.20	5.03	79.85	272.06
农田生态系统	387.18	17.84	298.12	13.74	-89.06	-23.00
城镇生态系统	145.34	6.70	268.81	12.39	123.47	84.95

注：变化值为工程实施后预测值减去现阶段面积及比例变化，“-”值为减少。

通过对比工程实施后评价区生态系统组成情况预测结果可知，受工程建设占用及水库蓄水淹没影响，区域森林生态系统、农田生态系统、草地生态系统面积将分别减少111.19hm<sup>2</sup>、89.06hm<sup>2</sup>、3.07hm<sup>2</sup>，减少的比例分别为7.99%、23%、1.41%，该类型生态系统将向城镇生态系统、湿地生态系统转变，其面积将分别增加123.47hm<sup>2</sup>、79.85hm<sup>2</sup>，比例将分别增加84.95%、272.06%。由于工程建设规模不大，区域各生态系统量比关系变化程度较小，均以森林生态系统占绝对优势，其次是农田生态系统、草地生态系统、城镇及湿地生态系统。

## b) 时空结构

时空结构包括水平分布上的镶嵌性、垂直分布上的成层性和时间上的发展演替特征，即水平结构、垂直结构和时空分布格局。

### 1) 水平结构

生态系统的水平结构是指在一定生态区域内生物类群在水平空间上的组合与分布。项目区处三峡库区，区域农田生态系统、湿地生态系统、城镇生态系统主要为受人为调控的生态系统类型，主要分布于工程所在的建全村，森林生态系统、草地生态系统主要分布于双河洞沟流域两岸。本项目上水库和下水库处于双河洞沟流域的干流及支流，上下水库库区的建设将增加湿地生态系统面积，使其区域化、整体化；场内交通、施工工厂设施、水道系统区、业主营地散布于海坝村、建全村，项目建设将使得区域人工生态系统在水平方向上的延伸，将对自然的森林生态系统、草地生态系统造成切割破碎化影响。

### 2) 垂直结构

生态系统的垂直结构包含各生态系统在不同海拔梯度生境中的垂直分布及生态系统内部不同类型物种及个体的垂直分层两个方面。评价区位于长江一级支流小江下游左岸冲沟上，区域海拔 175m~900m，地形上总的特征是山高谷深，沟多坡陡，陡缓相间，呈台阶状展布。本项目位于双河洞沟，项目建设规模较小，项目建设将永久征占用、淹没山坡及山顶的森林生态系统约 111.19hm<sup>2</sup>，山脚的农田生态系统约 89.06hm<sup>2</sup>，分别占评价区对应生态系统面积的 7.99%、23%，项目影响面积、范围较小，影响区域生态系统在三峡库区同海拔地区均有较广泛分布，项目建设对区域生态系统垂向结构的影响较小。

### 3) 时空分布格局

生态系统的时空分布格局主要表现在生态系统的演替上。本项目建设运营破坏区域森林生态系统、草地生态系统，将使其出现逆向演替，受影响的森林生态系统、农田生态系统面积分别为 138.24hm<sup>2</sup>、121.85hm<sup>2</sup>，面积不大。工程建成后，上、下水库蓄水，区域湿地生态系统面积增加，可为区域陆地生态系统提供充足水源，将利于区域及周边生态系统的演替及发展。

### c) 营养结构

营养结构是指生态系统中生物与生物之间，生产者、消费者和分解者之间以食物营养为纽带所形成的食物链或食物网结构。生产者是生态系统营养结构的基础，也是本项目建设运营的直接影响对象，项目建设征占用及淹没区域有林地、灌木林地、草地等，使得区域内能进行光合作用的生物类群减少，生态系统内生产者减少，营养结构可能发生变化，生态系统内物质流动及能量流动减弱。

#### 5.3.1.3 对生态系统功能的影响

评价区位于长江一级支流澎溪河(小江)下游左岸冲沟上，属于三峡库区，为三峡库区水土保持的生态功能区，该区分布植被以栓皮栎林、宜昌悬钩子灌丛、马桑灌丛等为主，区域生态功能以水源涵养为主。本项目建设扰动地表，破坏地表植物及植被，其水源涵养能力减弱，水土流失加剧，从而会造成部分植物物种个体数量减少，但现场调查到区域内分布的植物均为常见种，且在除工程区其它区域也均有分布，不会造成某一物种直接灭绝，若加强施工管理，可减少这一影响。

### 5.3.2 对陆生生态的影响

#### 5.3.2.1 对陆生植物的影响

##### a) 施工期影响

本项目施工期主要有征地拆迁、土石方工程施工等活动，施工期对评价区植物的影响主要有工程占地、地下洞室施工、施工活动等。

##### 1) 施工占地的影响

###### (1) 工程占地情况

工程占地不可避免的破坏占地区植物及植被。永久占地工程包括上下水库坝址、水库淹没区、地面开关站、永久施工道路、业主营地等，临时占地工程包括弃渣场、石料场、表土堆存场、施工营地、临时施工道路等。根据工程布置，建全抽水蓄能电站施工总布置推荐方案建设征地涉及土地面积 4277.56 亩，(永久征收土地 3330.50 亩，临时征用土地 959.31 亩)，其中耕地 1787.31 亩，园地 31.37 亩，林地 2063.3 亩，草地 62.19 亩，住宅用地 47.04 亩，交通运输用地 124.92 亩，水域及水利设施用地 160.66 亩，其他用地 0.77 亩，占地类型及生物量损失详见表 5.3.4-2。由表 5.3.4-2 可知，工

程永久、临时占地面积最大的为林地，其次为耕地。

表 5.3.2-1 工程永久、临时占地各植被类型表单位：亩

拼块类型	水库淹没区		枢纽工程区		总计
	上水库	下水库	永久占地	临时占地	
耕地	134.68	355.35	808.37	488.91	1787.31
园地	-	9.74	21.07	0.56	31.37
林地	314.59	302.02	1042.96	403.73	2063.3
草地	3.41	7.64	34.77	16.37	62.19
建设用地	18.66	26.52	106.2	20.58	171.96
水域及水利设施用地	19.13	70.69	45.8	25.04	160.66
其他土地	-	0.19	0.39	0.19	0.77
总计	490.47	772.15	2059.56	955.38	4277.56

表 5.3.2-2 工程施工占地及生物量损失一览表

生态类型	面积 hm <sup>2</sup>		生物量 t			占总生物量比例 %	
	永久占地 及淹没	临时占 地	永久占地 及淹没	临时占地	总计	永久占地 及淹没	总占 地
针叶林	33.63	10.18	1089.95	329.93	1419.88	8.73	11.37
阔叶林	77.56	16.87	6091.56	1324.97	7416.53	8.73	10.63
灌丛	0.77	0.27	15.36	5.39	20.75	0.66	0.89
草丛	2.30	0.82	19.46	6.94	26.40	1.06	1.44
农作物	89.06	32.79	534.36	196.74	731.10	23.00	31.47
水域	9.09	1.68	10.91	2.02	12.92	30.97	36.70
合计	212.40	62.62	7761.60	1865.98	9627.58	8.74	10.84

## (2) 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。根据工程布置，工程永久占地区土地利用类型以耕地为主，其次是林地。上库工程区永久占地区植被以林地为主，林地主要植被为马尾松林，其他常见植物有櫟木、杉木、杜鹃、胡颓子、马桑、火棘、

来江藤、灰白毛莓、盐肤木、宜昌悬钩子、千里光、芒、芒萁、腹水草、鸢尾等；下库工程区永久占地区土地利用类型以林地及园地为主，主要的野生植被为柏木林、桉木林、栓皮栎林、盐肤木灌丛、宜昌悬钩子灌丛等，园地内主要种植了甜橙、柑橘等经济作物。常见的植物为桉、女贞、千里光、荨麻、油桐、喜树、节节草、白茅等。受工程永久占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，因此本工程永久占地对评价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，生物总损失量为 9627.58t，占评价区植被总生物量的 10.84%，其中工程建设永久占地区植被损失的生物量约 7761.60t，占评价区总生物量的 8.74%，变化幅度不大。因此，本工程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，对评价区土地利用方式影响较小，对评价区农业、林业生产影响较小。

### (3) 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。根据工程布置，工程临时占地区土地利用类型以耕地和林地为主，现场调查到临时占用的耕地内主要种植了玉米、水稻、油菜、大白菜、蒜等农业植被，临时占用的林地内主要植被为马尾松林、栓皮栎林、白茅灌草丛等，常见的植物有喜树、野蔷薇、宜昌悬钩子、盐肤木、龙葵、四棱草、杉木、毛竹、柏木、芒萁、油茶、毛蕨、香叶树等，受工程区临时占地影响的植物均为常见种，植被均为常见类型，且仅为个体损失、植被生物量减少，根据评价区内各植被类型平均生物量，临时占地区植被损失的生物量1865.98t，占评价区总生物量的 10.84%，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、复耕、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) 施工活动对植物及植被的影响

施工期施工活动对植物及植被的影响因素主要有施工活动产生的弃渣、废水、废气、固废及人为干扰等。依据施工活动对植物的影响方式，可分为直接影响及间接影响，直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等会使周边植物个体损失，植被生物量减少；间接影响主要是指施工过程中产生的废气、废水、弃渣、固废、扬尘等会使周边

植物的生命活动受阻。

#### (1) 施工期废气影响

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<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、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。由于水库坝址、表土堆存场、碎石加工及混泥土系统、施工生产生活区距离较近，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) 施工废水影响

施工期施工废水主要包括生产作业废水、生活污水、车辆冲洗废水、施工机械维修废水、下雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水等。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) 弃渣影响

弃渣主要来源于基础开挖、库盆开挖、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) 施工扬尘影响

施工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。在施工期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) 地下洞室施工对植物及植被的影响

根据工程布置，本项目的隧洞工程包括厂房洞、主变洞、母线洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、主变运输洞、电缆交通洞、自流排水洞等洞室。地下洞室工程对植物及植被的影响主要有隧洞主体施工、隧洞口施工、隧洞弃渣及施工废水等。隧洞主体施工可能会导致地表塌陷、地表水漏失及地下水的径流改变，进而影响隧洞上方植物

生命活动；隧洞口施工会扰动占地区及周围地表，破坏隧洞口占地区原有植物及植被；隧洞弃渣会压覆地表植物及植被，隧洞施工产生的弃渣、废水等还会影响植物的生命活动及其生长环境。

#### (1) 地下洞室工程施工对植物及植被的影响

##### ——地表塌陷对植物及植被的影响

本工程隧洞主体工程在不良地质带施工时，可能会遇到地表塌陷或地表沉降等问题，地表塌陷对植物及植被的影响主要为：A.地表塌陷影响了土壤物化性质，使得植物生存环境改变，进而对植物及植被产生影响；B.地表塌陷使植物根系被撕扯拉断，植物生理活动受阻，植物生长发育受到影响；C.塌陷区地下水位下降，地表裂隙加速了水分散失，植物缺水，生长发育受阻。

地面塌陷主要以人为因素引起的岩溶塌陷和采空塌陷为主。根据《重庆云阳建全抽水蓄能电站预可行性研究报告》，上水库库区两岸大多为岩质边坡，基岩裸露，岩层产状平缓，库岸边坡整体稳定性较好，下库坝区地质构造较简单，断层不发育，小型褶皱和节理裂隙为其主要构造形迹。上下水库场址区内无历史地震活动记录，地震活动性较弱，不具备因断裂错动直接造成本工程水工建(构)筑物发生破坏的条件；

输水发电系统沿线山体雄厚，洞室沿线断裂构造不发育，除进出口及浅埋段外，洞室围岩岩体完整性较好，整体具备成洞条件。地下厂房工程区大多为完整性较好的石英砂岩，具备修建大型地下洞室群的工程地质条件。

综合分析本工程区域构造稳定性好，本工程遇到地表塌陷的可能性不大，因此地表塌陷对植物及植被的影响甚微。

##### ——地表水漏失及地下水的径流改变对植物的影响

地表水、地下水分布及含量与地表植物生命活动关系密切，由于植物及环境的相互作用、相互影响，评价区植物多已适应该区水分条件，地下洞室工程施工可能会破坏某些地下水的储存点和转移通道，特别是在可溶岩地段，地下洞室施工造成地下水与地表水的重新分配，从而形成新的含水层和地下水转移通道，而原来某些含水层和转移通道中所含的地下水可能减少甚至枯竭，地下水或地表水的改变可能会使地表植物生命活动受到一定影响，植物失水萎蔫，水分过多会导致植物根系腐烂，生长发育

将受到影响。

两岸地下水位埋藏较深，根据工程布置，输水系统隧洞沿线山体雄厚，有大湾沟一条较大冲沟切割。洞室埋深 30.0m~260.0m，围岩为砂岩、泥岩互层，其中引水隧洞洞室埋深 67m~183m，尾水隧洞埋深 30m~200m，地下厂房和主变洞布置区洞室垂直埋深 143.5m~199.8m。泄洪排沙洞布置于左岸山体内，为导流洞改建而成，地表岩体强风化下限埋深约 15.0m。且通过现场调查，结合具体工程布置及卫片等可知，隧洞上方土地利用类型以林地和园地为主，植被以阔叶林为主，通过现场调查，隧洞上方主要的群系有桫欏林、柏木林以及马尾松林等，常见的植物有宜昌悬钩子、泡桐树、了哥王、芒、来江藤等野生植物以及柑橘、甜橙等经济作物。隧洞上方植物均为中生植物，在形态结构上既有旱生结构，同时又具有湿生结构，其生理特性也是介于旱生植物和湿生植物之间，所以对生境的适应能力强，另一方面该地区属亚热带季风气候区，气候温和，四季分明，雨量充沛，多年平均降水量 1122.4mm，多年平均相对湿度 74%，夏季高温多雨，冬季温和少雨，即在植物生长期雨量多，库周山体雄厚，分水岭宽厚，无低矮垭口，冲沟地表径流源头高于水库正常蓄水位，推测库周地下水位埋深 5.0m~35.0m，不存在水库渗漏问题且因此本工程隧洞施工引起的地表水漏失及地下水径流的改变对隧洞上方植物及植被的影响较小。

### (2) 隧洞口施工对占地区植物及植被的影响

隧洞口施工对占地区植物及植被的影响主要为隧洞口开挖、砍伐等破坏占地区植物及植被，隧洞口开挖扰动了周围地表，破坏了原有的地貌、植被和土壤结构，易引起水土流失，进而对周围植物及植被产生不良影响。

根据现场调查，隧洞口区，群系结构及种类组成较简单，常见的植物有栓皮栎、盐肤木、菝葜、金樱子、芒萁、五节芒等。在地势较平缓的隧洞口区，土地利用类型以耕地为主，常见的农作物为水稻、油菜等；隧洞口区植物及植被在评价区均具有广泛分布，因此隧洞口施工对占地区植物及植被的影响较小，仅为个体损失，植被生物量减少。

### (3) 隧洞弃渣、隧洞施工废水对植物及植被的影响

进场交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、地下厂房以及各施工支洞施工过程中

会产生大量弃渣和施工废水，弃渣如就地堆积，会压覆地表植物及植被，在雨天弃渣中的有害物质会随雨水渗入地层，甚至会随地表径流流入附近河流水域。废水如不经处理，会污染土壤，改变土地性质，进而影响地表植物生命活动。同时，弃渣、废水将破坏地表植物及植被，改变原系统稳定性，易造成水土流失，较大面积的水土流失会损失较多植物及较大面积植被，甚至引起区域土地利用类型发生改变，土壤结构及性质变差。

根据工程布置，本工程隧洞出渣均调配至各弃渣场，隧洞施工产生的废水等会进行相应处理，施工时可通过在弃渣场区周边设置排水沟、挡墙、遮雨和防尘网等，在相关措施得到落实后，本工程隧洞弃渣、隧洞施工废水对植物及植被的影响较小。

#### 4) 施工人为干扰对植物及植被的影响

本工程人为干扰对植物及植被的影响因素主要有有人为砍伐、践踏、刻画、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，会影响群系结构及种类组成；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施工期施工人员刻画、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。

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。

#### b) 运营期影响

本工程运营期主要有库区蓄水、抽水发电运行等工程活动，运营期工程对植物及植被的影响因子主要有库区蓄水、坝下河段减水、库区水分条件改变等。

##### 1) 库区蓄水对植物及植被的影响

水库蓄水前，将对水库淹没区内植物及植被进行清理，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，本工程上水库与下水库淹没区总占地面积84.59hm<sup>2</sup>，其中上水库主要占用林地和耕地，淹没面积为32.86hm<sup>2</sup>，下水库也主要占

用林地和耕地，淹没面积为 51.73hm<sup>2</sup>。

根据现场调查，上水库淹没区主要植被为马尾松林，常见的植物为杉木、来江藤、檫木、灰白毛莓(*Rubus tephrodes*)、箬竹(*Indocalamus tessellatus*)、杜鹃、芒萁、四棱草等。下水库淹没区主要植被为马尾松林、柏木林以及桉木林等，常见的植物为泡桐、孝顺竹(*Bambusa multiplex*)、慈竹(*Bambusa emeiensis*)、盐肤木、马桑、丛生薹草(*Carex caespititia*)、千里光、白茅、野艾蒿等。

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水库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变化幅度不大。同时水库两岸山体雄厚，分布透水性差砂岩与泥岩互层，水库不存在渗漏问题，不会对库外植被产生浸没影响，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) 减水河段对植物及植被的影响

减水河段对植物及植被的影响主要为坝址下游水位下降及水量减少对河岸滩涂区域植物及植被产生的影响。电站运行会使库水位消落区局部岸坡存在淘刷变形问题，从而导致分布于消落带的陆生植被数量有一定减少。根据工程布置，结合现场调查，评价区上水库减水河段为山间溪流及冲沟，湿地植物种类较少，常见的植物有石菖蒲(*Acorus tatarinowii*)、酸模(*Rumex acetosa*)、鸭舌草(*Monochoria vaginalis*)、香附子(*Cyperus rotundus*)等，下水库减水河段为冲沟，区域内人为活动干扰强烈，湿地植物种类较少，常见的植物有鸭跖草、芦苇、芦竹等，受减水影响的植物及植被在评价区内具有广泛分布，多为抗逆性较强的种类，其对水分变化不敏感，下游水分减少对植被产生的影响较小。

## 3) 库区水分条件改变对植物及植被的影响

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，有利于喜湿、喜阴植物发育优势种的更新，从而加速群系演替，水生、湿生植物种类将会增加，对生物的分布、生境改良等影响趋于有利。

#### c) 外来入侵物种影响

评价区分布有白花鬼针草和喀西茄等外来入侵物种，主要分布于拟建的炸药库附近，与道路两边小面积分布。入侵物种由于缺少天敌而大量繁殖对当地生态造成了很大的危害。白花鬼针草主要通过种子繁殖，其种子数量多，且具倒刺毛，便于人为传播，随着工程车辆的进入以及施工人员的活动，很容易将其种子带到新的地方，从而无意间加大其扩散面积，从而在新的地点形成新的分布区域，喀西茄几乎全年都可开花结实，每个果实可有种子 100 个以上，适应性强，尤其在一些荒地可大肆生长。外来物种适应性、耐性强、繁殖力强，易占据本地物种生态位，对土著物种产生一定的排斥，改变区域种群、群系或生态系统的结构和功能，导致生态系统的单一或退化，破坏当地生态。

#### d) 对重点保护植物的影响

结合相关资料以及实地调查，评价区内未调查到国家或省级重点保护植物，因此不存在工程建设对重点保护植物的影响。

#### e) 对古树名木的影响

根据现场调查，结合评价区关于古树的底资料记载，评价区分布有古树 1 种，为黄葛树，分布于高阳镇团结村附近，与拟建的通风兼安全洞直线距离约 500m，距离工程区较远，且隧洞工程与古树中间有村庄相隔，因此道路工程对黄葛树古树基本无影响。

### 5.3.2.2 对陆生动物的影响

#### a) 施工期影响

建全抽水蓄能电站在施工期对陆生动物的影响主要有以下几个方面：①工程占地；②施工干扰(包括噪声、废水、灯光、人为捕捉等)；③交通影响，影响范围主要为上水库、输水系统、厂房系统、下水库、场内道路、临时工程如土料场、弃渣场等及施工场地及周边地区。

#### 1) 对两栖类和爬行类动物的影响

##### (1) 工程占地影响

根据现场调查，区域人为干扰较大使其分布的两栖爬行种类大多为广布种。工程

永久占地永久破坏了两栖、爬行类的栖息地，直接造成其栖息地的损失，导致其生境范围缩小，加剧了种内种间竞争，会造成其个体及种群数量的下降。特别是枢纽工程区的两栖类动物，由于其较弱的迁移能力，工程施工有可能改变其分布格局，因此枢纽区工程施工对两栖爬行类的影响相对较大。根据现场调查和文献记录，评价区两栖爬行种类较为常见，且评价区除枢纽工程占地区外适宜生境丰富，区域内两栖爬行都有一定的趋避能力，因此，工程永久占地的影响较为有限。临时占地在施工期占用破坏其生境，但由于临时占地区分布较零散，且工程施工时间较长，在施工期间存在一定的干扰，但随着施工结束后的植被恢复和水土保持措施的实施，临时占地区的影响会逐渐减小。另外，工程施工过程中地表开挖、渣料及建筑材料的堆放也可能直接造成两栖爬行类动物个体伤亡。

## (2) 施工干扰

施工期间产生的噪声、废水、灯光等也会对两栖爬行类动物产生一定的影响。爆破、施工机械及车辆噪声会对两栖爬行类动物的产生惊扰，迫使其远离工程影响区域；施工过程中机械滴漏的含油废水、施工人员生活污水等未经处理排放会对两栖爬行类生境造成污染，从而劣化其生境；夜间施工灯光会对两栖爬行类正常的栖息觅食甚至繁殖活动产生干扰。以上施工干扰都会使得工程影响区域内的两栖类、爬行类动物向工程干扰较小或未受影响的周边区域扩散，造成分布格局的改变，但由于评价区适宜生境丰富，这种影响不会造成整个评价区两栖、爬行类种类出现地方性的灭绝。

## (3) 交通影响

工程需新建、改建道路总长约 32.12km，场内道路共需规划布 17 条施工主干道路：永久公路 6 条，临时公路 11 条(上库 6 条，下库 5 条)。公路建设期间的的影响主要是占地及施工干扰，建成后的主要影响有道路阻隔以及施工期车辆通行直接碾压的影响。路基/路面宽度多为 5/7.5m，路基宽度较窄区域两栖爬行种类及数量相对较少，因此新建对外交通道路阻隔及车辆通行碾压造成两栖爬行个体伤亡影响较小。

总体而言，本工程占地、施工干扰及交通影响对区域内的两栖爬行动物存在一定的不利影响。但两栖动物和爬行动物都具有一定的迁移能力，而且工程区外围地带分布有大量的草地等适宜生境，为避开不利影响，它们一般会向附近适宜生境中迁移。

随着施工区植草绿化、水土保持生物措施等工程的实施，将成为其新的栖息地。因此，工程建设对两栖动物和爬行动物的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的变化，不改变其区系组成，也不会造成物种消失。

## 2) 对鸟类的影响

### (1) 工程占地影响

根据工程资料可知，枢纽工程建设区占地类型主要有林地、耕地、园地、和湿地，其中占用林地面积 111.19hm<sup>2</sup>，占用耕地面积 86.99hm<sup>2</sup>，占用园地面积 2.06 hm<sup>2</sup>，占用湿地面积 9.09hm<sup>2</sup>。工程施工永久占地会永久破坏这些森林生境、农田生境及湿地生境等，使得评价区内分布在以上区域的鸟类丧失了部分栖息、活动、觅食环境。但由于鸟类具有迁移能力强、活动范围广及食物来源多样化的特点，工程占地区周围分布有较多的可成为其替代生境的林地、草地等，且工程完工后永久占地及临时占地区会及时进行绿化或植被恢复，受影响迁移的鸟类可重新回到原生境活动，因此施工占地对鸟类的影响相对较小。

### (2) 施工干扰

施工期间的施工干扰，如施工噪声、废水、灯光及人为捕捉等对鸟类也会造成一定的不利影响。

大部分鸟类对噪音较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声尤其是施工过程中的爆破噪声等会对施工区周边的鸟类造成一定的惊扰，迫使其迁往噪声影响相对较小的区域生存，同时突发的高噪声活动容易影响繁殖期鸟类的繁殖习性，如弃巢等。

施工期的废水主要是施工机械跑冒滴漏的含油废水、施工人员生活污水、上下水库施工生产废水等，以上废水如不处理直接排放会污染土壤或水域，进而对植被造成影响，导致区域灌丛生境中的鸟类栖息地及觅食地被污染，影响鸟类的栖息及觅食，造成该区域鸟类的被迫迁移。

枢纽工程区建筑物、场内道路等施工、混凝土骨料料场、石料场、混凝土系统等处施工产生的扬尘、粉尘等对也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响；另外夜间灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。因此施工期间应合理安排施工时间，避免晨昏进行高噪声的爆破作业，减少夜间施工，严格管理废水污水的处理，定期洒

水抑尘，以减小施工活动对鸟类产生的不利影响。

人为活动主要影响部分有食用价值、经济价值、观赏价值以及研究价值的鸟类如灰胸竹鸡、环颈雉、珠颈斑鸠等，容易遭受施工人员的捕捉、捕杀等，从而造成个体数量的降低、有可能间接地影响该种鸟类的种群繁殖。施工期间应加强宣传和管理，以避免人为活动对鸟类造成影响。

### (3) 交通影响

本项目交通主要是服务施工期材料的输送及后期电站的运营管理，区域道路路基宽度较窄，通行的车辆主要是施工车辆及电站内部车辆，通行的车辆仅在施工高峰期较频繁。车辆运行噪声对鸟类有一定影响，但是鸟类会有一定的避趋能力，且对长期无害的噪声有较强的适应能力，因此施工车辆噪声对其影响也较为有限。

由于鸟类活动和觅食范围较广，规避风险能力和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，施工区外围仍有大量林地、草地等适宜生境，它们在受到施工活动影响后一般会主动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

### 3) 对兽类的影响

#### (1) 工程占地影响

根据现场调查可知，评价区的兽类主要为啮齿目的动物，其与人类关系较为密切。工程施工期间，随着施工场地、施工营地等建设，施工人员的进驻，以上区域的鼠科动物如小家鼠可能会逐步增加。评价区其他兽类多为半地下生活型蒙古兔、巢鼠、小家鼠、黄鼬等物种，在评价区常栖息于林缘、灌丛、农田等处。工程占地对其影响主要是占用其栖息、活动、觅食的场地。

#### (2) 施工干扰

除占地对兽类的影响外，施工期间的机械噪声、灯光污染以及车辆行驶和人为活动等各方面对环境的扰动，都对附近的兽类产生了一定的驱赶，兽类也会主动远离工程影响区。

#### (3) 交通影响

施工期，交通的影响主要体现在对外及对内道路上行驶车辆对小型兽类的碾压影响。与两栖爬行及鸟类影响类似，路上行驶车辆较少，仅施工高峰期较多，但由于道路多是材料运输车辆通行，行车速度较慢，兽类也有较强的活动能力，因此直接碾压的概率较小，行驶车辆造成兽类个体伤亡的影响有限。

工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰及交通影响等对其影响相对较小。

#### b) 运营期影响

电站建成后，上下水库都有一定的淹没范围，根据可研资料，上下水库淹没的总面积 84.60hm<sup>2</sup>，淹没的土地类型主要有林地和耕地。水库蓄水和库底清理将导致库区原有的陆生植物损失，导致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，大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响，因此，一般不会危及野生动物生存。由于水库库周分布有大面积的草地、林地，野生动物生境丰富多样，食物来源较广，因此，水库蓄水淹没对其栖息和觅食影响较小。

水库建成蓄水后，该区域由原来的林地和耕地变为水域，区域内水域面积增加，为区域两栖爬行的繁殖提供了适宜的生境，库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，为其带来一种安定的生活环境，可能导致库区周边一定范围两栖爬行类动物种类和数量增加。经过一段时间的调节后，其种群密度将达到生态平衡状态。

#### c) 对重点保护野生动物的影响

评价范围内陆生野生脊椎动物中，未发现国家一级重点保护野生动物，有国家二级保护野生动物有 1 种，为红腹锦鸡；有重庆市重点保护野生动物 5 种，其中鸟类 4 种、兽类 1 种，分别为灰胸竹鸡、小鸮鹞、黑水鸡、绿鹭、黄鼬。评价区分布的国家重点保护野生动物红腹锦鸡分布于柏杨村。对国家重点保护野生动物的影响分析见下表 5.3.2-3。

表 5.3.2-3 对国家级重点保护野生动物的影响分析表

中文名、拉丁名	生境	保护等级	影响方式	影响分析
红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	栖息于山地常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林中	国家二级	施工期间的施工干扰，如施工噪声、废水、灯光及人为捕捉等对红腹锦鸡也会造成一定的不利影响；另外，高峰期，车辆通行可能会出现鸟撞事件	红腹锦鸡为陆禽，数量较少，活动范围广，活动能力强，活动于评价区内山地阔叶林和林缘灌丛，如柏杨村附近有访问到红腹锦鸡，离最近的工程下水库坝址直线距离有1.7km左右，抽水蓄能电站施工和运行对红腹锦鸡的影响较小

### 5.3.3 对水生生态的影响

上水库位于高阳镇金惠村和桂林村，即目前的石河堰水库库区，下水库位于高阳镇建全村的双河口水库。工程需分别在目前石河堰水库、双河口水库坝址下游新建大坝，已建大坝均需拆除。且为满足水库调节库容，需在上水库两支沟交汇处和进出水口侧扩库开挖。水库建成后上、下水库正常蓄水位分别升至 680.00m 和 341.00m，水库淹没区扩大。

#### 5.3.3.1 施工期影响

##### a) 对浮游生物的影响

上、下水库进出水口施工平台均高于大坝全年 50 年一遇洪水拦洪度汛高程，可全年干地施工。大坝地基开挖分岸坡和河床两部分，先挖岸坡，后挖河床。两岸坝肩及坝基施工开挖河床基坑。施工导流土石围堰挡水截流、坝基开挖等主体工程施工，直接占用工程所在的库区及坝下河段部分水域，浮游生物消失。边坡开挖土石落入库区，围堰填筑料倾倒堆积，干地施工扬尘飘散落入水体，导致施工区水域水体悬浮物颗粒短时间大量增加，水体透明度下降，水下光照条件恶化。悬浮物浓度的增加对浮游植物的生长、繁殖及生物量有不同程度的影响，水体透明度下降，浮游植物光合作用所需光照环境受到限制，导致浮游植物的细胞分裂和生长受到抑制，进一步导致局部水域浮游植物生物量和初级生产力的下降，水体溶解氧降低，水质进一步降低。

悬浮物含量异常增多会对浮游动物，尤其是滤食性的浮游动物如枝角类、桡足类等造成不利影响，导致其存活和繁殖受到明显的抑制。过量悬浮物使滤食性浮游动物

食物过滤系统和消化器官堵塞，大量的悬浮颗粒黏附在动物的体表和附肢上，影响其正常活动，干扰呼吸、滤食等生理功能。此外悬浮物的增加又抑制浮游植物的生长，导致初级饵料的减少，不利于滤食性浮游动物的摄食。施工活动的开展会造成上、下水库施工区域内浮游动物生物量明显降低。

#### b) 对底栖动物的影响

工程建设涉及坝基岸坡部分开挖、土石围堰等施工活动。填料围堰占用部分水域，坝基开挖直接扰动河底。大多数底栖动物其迁移能力相对较弱，部分种类终生活动范围较固定，上述施工将直接减少其栖息生境和局部水域底栖动物群落消失，生物量直接减少。围堰区附近土石散落水中产生的悬浮物会影响附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动，影响区多数将会死亡，对该河段底栖动物的种类和数量分布和发展造成负面影响。

受上游坝址处施工建设影响，形成悬浮物被水流冲刷扩散至坝下河段，逐渐沉降河底，坝下悬浮物浓度升高，同样干扰底栖动物的正常生命活动，坝下河段底栖动物密度和生物量会有一定程度的下降。

#### c) 对水生维管束植物的影响

本工程施工期对这些水生维管束植物的影响主要集中在上下水库的坝址、进出水口及导流泄放洞等有限的工程区域。施工围堰和大坝修筑占用库底及河岸，造成该处分布水生维管植物及其生境的直接减少，覆盖面积和生物量随之下降。围堰填料扩散使施工区及其附近水体悬浮物颗粒浓度升高，破坏周边水域水质状况，影响部分维管束植物尤其是沉水植物的光合作用。

根据现场调查，上下库坝址处水域消落带明显，坝下减水河段河道及两侧以基岩和砾石为主，水生维管植物种类较单一，仅零星分布，主要为芒、芦苇和荻，但均为广布种，施工影响范围外这类植物受影响较小，工程建设结束后沿岸植被可逐渐恢复。

#### d) 对鱼类的影响

项目建设施工期对库区鱼类的影响主要为施工扰动河流底质造成悬浮物浓度增加、生产生活废水对鱼类的影响，以及施工产生的噪声对鱼类的影响。

施工导流过程中，施工区附近水体的悬浮物颗粒浓度增加，一定程度上破坏了鱼

类的生存环境。由于施工过程中会造成区域内浮游生物和底栖生物其生境和生物量的损失，以这类饵料生物为食物的鱼类其摄食受限，饵料竞争加剧；悬浮物颗粒的增加容易堵塞鱼类鳃部不利于呼吸；且部分鱼类所产卵黏附大量颗粒物影响其孵化率，对鱼类早期资源造成不利影响。施工围堰布置和施工导流占用部分水域，施工过程中相关人员、机械设施及往来车辆产生的大量噪音，导致施工区附近水域鱼类生存环境受到干扰，施工噪声不会对鱼类造成明显的伤害或导致其死亡，但是在其持续刺激下，鱼类易受到惊扰，部分种类个体会出现行为紊乱，妨碍其正常生命活动，迫使其往库区其它水域或上游适宜生境迁移。

坝下减水河段水流量及水位较低，适宜鱼类广泛分布的生境条件有限，仅适宜少量小型鱼类生存，上游施工建设导致生态流量下泄减少或中断，将使这部分鱼类生存空间减少甚至消失。

#### 5.3.3.2 水库初期蓄水影响

建全抽水蓄能电站蓄水期间坝下河段水量降低，水位进一步下降。该河段浮游动植物现存量随水量减少而有所下降。水位下降导致部分减水河段砾石等底质裸露，使得附着的底栖动物暴露于空气中，少数种类可迁移至附近水体，其余活动能力较弱种类逐渐死亡，导致数量减少。电站蓄水阶段上下水库坝下减水河段水量减少，但河段不会断流。为保障上、下水库坝址下游生态用水要求，上下水库生态流量按坝址多年平均流量的 15%考虑，拟采取设置泵站在上、下水库内抽水下放至坝下河道解决生态供水问题。

#### 5.3.3.3 运营期影响

##### a) 对浮游生物的影响

水库建成运行后，施工期扰动产生的颗粒悬浮物逐渐沉降，水下光照条件逐渐得到改善，水质条件好转，浮游生物群落较施工期增加，恢复发展，但由于上下水库库区均为现有的石河堰水库和双河口水库，库区水域浮游动植物已由河流型群落转变至湖库型群落，上下水库的运行将不会对浮游生物群落结构产生较大改变。

水库修建后，上、下库区正常蓄水位分别提升至 680.00m 和 341.00m，较目前水库有较大提升，淹没区范围扩大。水位抬升后将占用现有水库部分回水河段。新的水

库淹没区土壤中营养物质逐渐释放，绿藻、蓝藻等种类的浮游植物将得到较好发展，并以此促进枝角类等滤食性浮游动物数量的增加。

运行期上下水库水体交换频繁，饵料生物群落逐渐趋于相似。浮游生物群落结构与施工前差异较小，仍以湖库类群为主，但其生物量将有较大提高。

#### b) 对底栖动物的影响

水库蓄水运行后，上下水库正常蓄水位较施工前抬升明显，水深增加，水域面积扩大，库尾及沿岸形成新的淹没区。沿岸原有陆生植被死亡并分解。抽蓄电站运行期上、下水库水体交换频繁，导致库区水位波动频繁，形成明显消落带，水位下降期导致这部分区域附着底栖动物裸露，不利于其生存和繁殖，限制底栖动物群落的发展。

坝下减水河段水量较少，沿岸及河底以砾石、基岩为主，部分河段裸露干涸，仅少量底栖动物附着分布，水库蓄水后上下水库坝址处，拟采取设置泵站抽水下放至坝下河道内的生态供水措施，维持坝下基本流水生境，形成适宜底栖动物栖息地，底栖动物的密度和生物量将有所恢复。

#### c) 对水生维管束植物的影响

建全抽水蓄能电站建成运行后，水位上涨库尾及沿岸将形成新的淹没区，抽水蓄能电站为日调节水库，上、下水库最大水位变幅分别为 34m 和 26m，由于电站上、下水库间水体交换频繁，库区沿岸将形成明显消落带，影响水生维管束植物的正常生长和分布，不利于形成稳定的水生植被群落。

规划实施后，下游河段水流量减少，通过坝下最小生态流量下泄措施维持基本流水生境，减水河段水位稳定后，河流两岸仍将以挺水植物分布为主，种类和规模较规划前无显著变化。

#### d) 对鱼类的影响

##### 1) 水库蓄水对鱼类资源的影响

电站建成运行后，由于水位抬高，沿岸陆生植被及土壤淹没。陆生植物死亡分解有机质扩散至水中，同时被淹地带的土壤中所浸出的营养物质也进入水体，加之上下库区大坝的拦蓄作用，上游河流携带外源性的营养物进一步积留于库内。库区水体的营养物质较之前增加，为浮游动植物生长繁殖提供必要的基础。库区鱼类由于饵料食

物来源充足，其群落数量将会得到较好发展。

库区水位上升，水域面积得到拓宽，为鱼类的栖息活动提供较为广阔的场所。由于抽水蓄能电站上、下水库原分别为石河堰水库和双河口水库，为湖库型生境，电站建成运行后上、下库区鱼类仍将以喜静缓流水种类为主。

#### 2) 对坝下鱼类资源的影响

坝下减水河段水位浅，部分河段河床裸露，河段分布鱼类其种类和数量受到较大限制。鱼类资源较少。河流中的鱼类以小型种类为主。为保证减水河段流水生境不断流，上、下水库坝下考虑下泄最小生态流量措施满足下游鱼类生存所流水环境，维持麦穗鱼、大鳍鱮等小型鱼类基本生存环境。

#### 3) 对鱼类重要生境的影响

由于建全抽水蓄能电站所在双河洞沟流域以山溪性河流为主，对评价区水域生境状况现场调查中，除库区外库尾及坝下水量均较小，未发现成规模的鱼类产卵场、索饵场，库区及坝下水域以麦穗鱼、大鳍鱮、子陵吻虾虎鱼等小型种类为主，水库对这类鱼产卵及索饵活动影响有限，越冬场主要分布在上下水库库区及下游干流小江，受水库运行影响较小。

#### 4) 下水库取水口卷载效应对鱼类资源的影响

抽水蓄能电站运行期，下水库取水口运转将对影响范围内水体鱼类资源尤其是鱼类早期资源产生卷吸效应。取水口卷吸一般包括 2 类：取水卷载和卷塞，卷载指可通过拦污栅的鱼卵、鱼苗等小型水生生物被动携带随水一同进入取水系统的过程，被卷载的生物在高压、高温或杀生剂的作用下易导致伤害或死亡；卷塞指下水库水进入取水系统时被滤网等过滤装置拦截，导致生物伤害或死亡的物理现象。卷塞对象包括被滤网收集或被拦污网截留的生物，一般个体较大。

抽水蓄能电站取水卷载程度涉及多个因素，一方面其易受取水量影响，抽水蓄能电站运行时，下水库取水口取水量越大则卷吸影响越大；另一方面，在取水量一定条件下，取水流速越大则取水卷吸影响也越大。此外，下水库取水口所处位置其水域生物资源越丰富，卷吸影响也越严重。

#### 5) 对鱼类“三场”的影响

调查范围内上下水库以静水水体为主，库区沿岸仅零星分布少量荻、芒等挺水植物，沿河岸采集水草观察，未发现早期资源。下水库取水口所在双河洞沟以山溪性河流为主，沿河滩调查砾石表面及现场未调查到鱼卵、仔鱼和稚鱼，现场调查未发现适宜的鱼类产卵场所。

双河洞沟流域面积小，枯水期河道内径流量很小，电站库占用的石河堰水库、双河口水库是流域内适宜鱼类过冬的场所。施工期间，上游鱼类可通过导流洞进入下游的水域，短暂连通。但需要对施工废(污)水进行处理后回用，保护越冬期间鱼类栖息水质。电站建成后，水域面积增大，上、下库将继续成为双河洞沟流域鱼类越冬场所。

### 5.3.4 生态环境质量的影响

#### 5.3.4.1 土地利用变化分析

项目实施后评价区内土地利用格局将发生变化，主要表现为上下水库区建设将增加评价区的水域面积，坝区、业主营地、水道系统洞口等永久构筑物等将使得建设用地面积有所增加，其他各拼块类型因为工程占用面积相对减少。

根据工程征占地及淹没数据，本项目永久占地及淹没面积 222.59hm<sup>2</sup>。工程建设运行后，水域和建设用地面积有所增加，其中水域面积将增加 79.85hm<sup>2</sup>，建设用地将增加 123.47hm<sup>2</sup>；其他各拼块类型面积减少，林地面积减少较多，为 111.19hm<sup>2</sup>，其次是耕地，其它土地类型变化较小。工程建设前后各类拼块数量以及面积的变化详见表 5.3.4-1。

表 5.3.4-1 工程实施后评价区土地类型预测情况表

拼块类型	工程建设前		工程建设后		变化情况	
	数目块	面积hm <sup>2</sup>	数目块	面积hm <sup>2</sup>	数目块	面积hm <sup>2</sup>
林地	949	1390.76	816	1279.57	-133	-111.19
草地	352	217.16	334	214.09	-18	-3.07
耕地	395	387.18	284	298.12	-111	-89.06
水域及水利设施用地	77	29.35	70	109.20	-7	79.85
建设用地及其他用地	533	145.34	847	268.81	314	123.47
合计	2418	2169.79	2350	2169.79	45.00	0

### 5.3.4.2 生物量变化分析

根据项目征地情况可知，本项目永久占地及淹没损失的生物量见表 5.3.4-2。评价区植被生物总损失量为 9627.58t，占评价区植被总生物量的 10.84%；其中阔叶林、针叶林损失的生物量最多，分别为 7416.53t、1419.88t，所占比例为 10.63%、11.37%；区域其它植被生物损失量较少。项目建成运行后，评价区水域面积将增加，水生植被损失的生物量将逐步得到弥补，其他各类临时占地区植被生物量也会因为植被恢复逐步恢复，但永久占地及水库淹没区植被生物量损失将不可逆转，本项目永久占地及淹没损失的植被生物量为 7761.60t，占评价区总生物量的 8.74%，项目建设将对评价区植被生物量产生不利影响，但影响较小。

表 5.3.4-2 工程实施后评价区各植被类型生物量预测情况表

生态类型	面积 hm <sup>2</sup>		生物量 t			占总生物量比例 %	
	永久占地 及淹没	临时占 地	永久占地 及淹没	临时占地	总计	永久占地 及淹没	总占地
针叶林	33.63	10.18	1089.95	329.93	1419.88	8.73	11.37
阔叶林	77.56	16.87	6091.56	1324.97	7416.53	8.73	10.63
灌丛	0.77	0.27	15.36	5.39	20.75	0.66	0.89
草丛	2.30	0.82	19.46	6.94	26.40	1.06	1.44
农作物	89.06	32.79	534.36	196.74	731.10	23.00	31.47
水域	9.09	1.68	10.91	2.02	12.92	30.97	36.70
合计	212.40	62.62	7761.60	1865.98	9627.58	8.74	10.84

### 5.3.4.3 景观生态体系质量

项目实施后评价区土地利用格局将发生一定变化，区内各景观类型优势度值发生变化(见表 5.3.4-3)。由于工程建设及水库蓄水，区域人工景观、湿地景观优势度值升高；林地景观、耕地景观、草地景观优势度值均有不同程度的减少，减少比例为 0.05~7.07%间。项目实施后评价区各拼块优势度值变化程度较小，其主次顺序未发生变化，表明项目实施对评价区自然体系景观质量的影响较小。

表 5.3.4-3 工程实施后评价区景观优势度值预测情况表

拼块类型	密度( $R_d$ /%)		频度( $R_f$ /%)		景观比例( $L_p$ /%)		优势度( $D_o$ /%)	
	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
林地景观	39.23	34.71	60.18	65.12	64.10	59.10	56.90	54.51
草地景观	14.56	14.22	9.77	10.56	10.01	9.89	11.09	11.14
耕地景观	16.32	12.07	13.65	12.98	11.73	13.89	13.36	13.21
湿地景观	3.18	2.97	0.86	0.43	1.35	5.03	1.69	3.37
人工景观	22.02	36.03	8.63	12.1	6.70	12.09	11.01	18.08

综上，工程引起的土地利用格局变化将对区域自然体系产生一定影响，但通过区域自然生态系统体系的自我调节，以及工程完工后的植被恢复工作的实施，项目影响区自然体系的性质和功能将得到一定的恢复。总体而言，项目建设运行对评价区景观生态体系质量的影响较小。

### 5.3.5 对生态敏感区的影响

建全抽水蓄能电站项目不涉及小江湿地县级自然保护区，位于下水库坝址下游 1.8km 处，进场施工道路与保护区的实验区最近距离 12m。进场道路为已建道路，对保护区的影响主要为施工活动产生的粉(扬)尘对保护区的动植物及景观资源造成破坏，但这种影响较小可通过洒水抑尘等措施进行缓解。施工期间，需优先保障生态流量，再取水保障施工。在天然来水小于生态流量需求时，停止取水，来水全部下泄。上、下水库下闸封堵后，拟采取设置泵站在上水库内抽生态流量下放至坝下河道。建全抽水蓄能电站运行期间不消耗水量，只在汛 come 来水较多时拦蓄少量来水用于补充水库渗漏、蒸发损失量。电站建成后，利用枢纽建筑物上设置的生态放流管下泄生态流量，对小江湿地县级自然保护区湿生植物影响较小。

## 5.4 土壤环境影响预测评价

### 5.4.1 施工期影响

建全抽水蓄能电站施工期各类污废水处理达标后回用，生活垃圾纳入高阳镇垃圾转运系统运至云阳县垃圾填埋场处置，危险废物交由有资质单位进行处置，在采取上

述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

#### 5.4.2 运行期影响

建全抽水蓄能电站土壤评价可采用《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。

##### a) 土壤盐化综合评分预测方法

土壤盐化综合评分预测方法计算公式如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中： $n$ —影响因素指标数目；

$Ix_i$ —影响因素  $i$  指标评分；

$Wx_i$ —影响因素  $i$  指标权重。

##### b) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见表 5.4.1。

表 5.4.1 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)	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量(SSC)/(g/kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体(TDS)/(g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

据钻孔地下水位长期观测资料，双河洞沟地下水位埋深较大。石河堰水库左岸最大深度为 32.0m(高程 662.97m)~42.5m(高程 687.96m)、右岸最大深度为 56.5m(高程

670.22m)~62.5m(高程 629.28m); 双河口水库左岸最大深度为 27.8m(高程 319.29m)~81.0m(高程 325.48m)、右岸最大深度为 43.0m(高程 309.27m)~67.0m (高程 346.04m)。双河洞沟流域规划工程尤其是建全抽水蓄能电站建成后,形成的水库库区内地下水位将升高,但水库不存在永久渗漏问题,不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升,区域地下水埋深仍将大于 2.5m,土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据云阳县气象站统计资料,云阳县多年平均蒸发量为 1365mm,多年平均降雨量为 1129.3mm,经计算干燥度(蒸降比值)(EPR)为  $1.21 > 1.2$ ,土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据土壤环境质量监测结果,双河洞沟流域土壤含盐量为 0.1g/kg~0.2g/kg,土壤本底含盐量(SSC)小于 1g/kg,土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果,双河洞沟流域地下水溶解性总固体含量在 0.17g/L~0.245g/L 之间,地下水溶解性总固体(TDS)小于 1g/L,土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查结果,双河洞沟流土壤主要为壤土,土壤盐化影响赋值为 4 分。

#### c) 土壤盐化影响预测

根据土壤盐化影响因素赋值及权重,双河洞沟流域的土壤盐化综合评分值  $Sa = (2 \times 0.2 + 4 \times 0.10) = 0.9 < 1$ 。根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录 F 的表 F.2“土壤盐化预测表”(见表 5.4-2),双河洞沟流域规划工程尤其是建全抽水蓄能电站建设后周边土壤不会发生盐化现象。

表 5.4.2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值(Sa)	Sa < 1	1 ≤ Sa < 2	2 ≤ Sa < 3	3 ≤ Sa < 4.5	Sa ≥ 4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

## 5.5 大气环境影响预测评价

### 5.5.1 污染源概况

本工程属于非污染类项目,运行期基本不会产生大气污染物,不会影响工程区及周围区域的空气质量。本工程施工区中的污染物排放方式基本上是无组织排放,污染源虽呈点状,但其污染源和污染物分布范围较大。坝基开挖、爆破和填筑时产生的粉

尘，炸药爆破作业排放的废气，混凝土生产产生的粉尘，交通运输的燃油废气、扬尘，砂石加工、垫层料加工产生的粉尘等均是影响周边空气质量的污染物，且各种污染物的排放方式、排放量、排放时间都不相同。根据在建水电工程现场施工的调查，由于水电工程作业面大，二氧化硫、氮氧化物等污染源分布分散，且多为露天排放，经大气扩散和稀释后，有机废气浓度一般比较低，粉尘是水电工程施工最主要的污染源，尤其开挖产生的飘尘和施工车辆引起的扬尘。

### 5.5.2 敏感受体分析

本工程所在的双河洞沟流域为农业生产区，流域内人口与耕地数量相对较多。上、下水库工程周围 200m 范围内有较多分散居民住宅分布，主要为高阳镇建全村(包括建全自然村、柏杨自然村)、金惠村(包括惠民自然村、荆竹自然村)、桂林村、海坝村、团结村的居民，约有 210 户。较为集中的居民点为建全集镇(包括建全一组、二组、三组、四组)，约有 109 户。施工区大气环境的影响源主要来自施工活动、交通运输以及施工开挖产生的粉尘。

### 5.5.3 大气污染评价

#### 5.5.3.1 土石方开挖

本工程土石方开挖主要包括施工场地平整，大坝地基、进出水口、溢洪道进出口及边坡开挖，开挖面以及开挖时间段分散。土方主要开挖采用 132kW 推土机集渣， $3\text{m}^3$  挖掘机装 20t 自卸汽车出渣运至渣场；岩石开挖采用潜孔钻钻孔或液压钻机钻孔，为保证爆破石料的级配符合填筑料的要求，采用分层微差挤压爆破，石渣由 132kW 推土机配合  $3\text{m}^3$  挖掘机装 20t 自卸汽车，有用料直接运输上坝或运至转存场，无用料运至库底平整或坝后堆填。土石方开挖过程中，由于开挖面分散，开挖时间不集中，产生的粉尘浓度虽然高，但量并不大，扩散距离也不大。本工程下水库工程区征地范围外分布的居民住宅距离施工开挖区域距离基本超过 50m，周围植被良好，粉尘不易飘散到居民住宅，基本不受开挖产生的粉尘影响。

#### 5.5.3.2 垫层料加工、垫层料料加工、混凝土拌和等混凝土生产

沙石料加工、垫层料加工、混凝土拌和等过程中，砂石料破碎和筛分、水泥装卸、板材切割等材料加工、运输过程中，均会产生一定量的粉尘与烟气。由于各生产系统

均采取封闭施工，系统布置高程基本低于附近居民住宅高程，材料加工产生的粉尘通过洒水，可控制其对其居民生活的影响。在无防治措施下，材料加工产生的粉尘的主要影响受体主要是施工人员。

### 5.5.3.3 交通运输

本工程交通运输产生的大气污染物主要来自施工区内交通运输产生的废气和粉尘。产生废气和粉尘的主要施工活动为工程开挖弃料、填筑所需的土石料和混凝土运输。交通运输的扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面状况、运输工程量及车流量等因素有关。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样的路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速下，路面砂土多扬尘量越大。本工程上、下库连接道路为现有道路改建，为混凝土路面，在采取及时清理道路路面、定时洒水等措施后，道路扬尘对主体工程周围的居民影响很小。在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4 次~5 次，可使扬尘减少 70%左右。表 5.5.3 为施工场地洒水抑尘的试验结果，可见，每天洒水 4 次~5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，可将 TSP 的污染距离缩小到 20m~50m 范围内，将施工对周围居民的影响控制在可接受的范围内。

表 5.5.3 施工场地洒水抑尘试验结果

距离(m)		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

### 5.5.3.4 厨房油烟的影响

业主营地以及各施工营地均建设有食堂，食堂采用液化气为燃料，产生的食堂油烟经油烟净化处理之后排放，在满足《重庆市餐饮业大气污染物排放标准》(DB50/859-2018)的情况下，食堂油烟污染物排放对大气环境的影响很小。

## 5.6 声环境影响预测评价

本工程的发电机组位于上、下水库之间山体的岩层中，机组运行产生的噪声不会影响到地表的声环境。工程建设带来的噪声影响主要发生在施工期间，施工期的噪声

主要来源于施工开挖、钻孔、短时和定时爆破，砂石粉碎，混凝土拌和、交通运输等。根据施工场地布置，较大的噪声源主要分布在砂石加工系统、垫层料加工系统、混凝土生产系统、枢纽建筑物开挖区、施工主干道等地方。

### 5.6.1 噪声源及分布

声环境污染源主要是开挖爆破和施工机械设备运转。施工噪声源分为固定点源和流动线源两种：一是属固定点源的钻孔、爆破与施工机械噪声，来自于土石方开挖、砂石料加工、垫层料加工和混凝土拌和系统等区域，具有声源强、声级起伏大的特点；二是属于流动线源的运输、施工车辆的引擎声和喇叭声等，则具有源强较大、流动性强等特点。

#### a) 施工开挖与填筑

工程区噪声值最大的是工程爆破噪音，5kg 炸药在爆破点 40m 处的最大噪声值可达到 89dB。本工程爆破量小，但开挖和填筑工作量较大，施工过程中机械设备钻孔、挖装、填筑将产生噪声，设备运行噪声值可达 95dB。根据现场调查，工程区 200m 范围内居民有 287 户，可能会受到施工开挖与填筑的影响。

#### b) 垫层料加工与混凝土拌和

参照已建水电工程的垫层料加工与混凝土拌和设备噪声实测资料，把砂石加工系统、混凝土拌和系统作为点声源，在所有设备同时运行时，砂石加工系统、混凝土拌和系统叠加声级可以达到 102dB、99dB。根据现场调查，垫层料加工系统与混凝土拌和系统 200m 范围有部分居民住宅分布，且有山体阻隔，周边居民基本不受砂石加工与混凝土拌和设备运行产生的噪声影响。

#### c) 交通运输

本工程上下库之间已有一条乡村道路，将直接改建利用作上下库联系道路。场内主干道路主要满足开挖与混凝土运输需要，为满足施工需要，场内道路共规划布置 14 条施工主干道路：永久道路 4 条；临时道路 10 条(上库 4 条，下库 6 条)。施工区交通车辆以大型载重汽车为主，昼间高峰期行车密度为 48 辆/h，源强与行车速度、车流量有关，运输产生的噪声可能会给道路两侧的居民生产生活带来影响。

表 5.6.1 场内施工主干道物流及行车密度分析表

编号	道路名称	高峰月主要物流	高峰月运量 万 t/月	单向行车密度 辆/h
①	上下库连接道路	开挖弃渣及混凝土骨料运输	3.37	18
②	上水库环库道路	开挖弃渣坝体填筑	5.25	28
③	至通风洞口道路	开挖弃渣坝体填筑	5.62	30
④	下水库左岸上坝道路	开挖弃渣坝体填筑	8.28	23
⑤	至调压井道路（隧洞）	调压井施工	1.12	5
⑥	至自流排水洞口道路	土石方、混凝土等	1.87	10
⑦	上水库进水口顶层道路	开挖弃渣	5.00	25
⑧	上水库进水口底层道路	开挖弃渣	15	18
⑨	上水库 2#渣场道路	开挖弃渣坝体填筑	5.06	27
⑩	上水库 1#渣场道路	开挖弃渣坝体填筑	4.50	24
⑪	上库大坝中层道路	开挖弃渣坝体填筑	5.62	30
⑫	上水库基坑施工道路	开挖弃渣坝体填筑	6.56	35
⑬	下水库基坑施工道路	开挖弃渣及混凝土骨料运输	5.00	25
⑭	下水库泄洪洞出口施工道路	土石方、混凝土等	1.50	8
⑮	下水库右岸上坝道路	开挖弃渣坝体填筑	4.31	23
⑯	连接线	开挖弃渣	3.75	20

### 5.6.2 噪声敏感受体分析

本工程所在的双河洞沟流域为农业生产区，流域内人口与耕地数量相对较多。上、下水库工程周围 200m 范围内有较多分散居民住宅分布，主要为高阳镇建全村(包括建全自然村、柏杨自然村)、金惠村(包括惠民自然村、荆竹自然村)、桂林村、海坝村、团结村的居民，约有 210 户。由于距离较近，施工产生的噪声不可避免会对居民的生产生活带来影响。根据噪声源分布情况和环境敏感受体位置进行分析，开挖与填筑机械、运输车辆的运行。

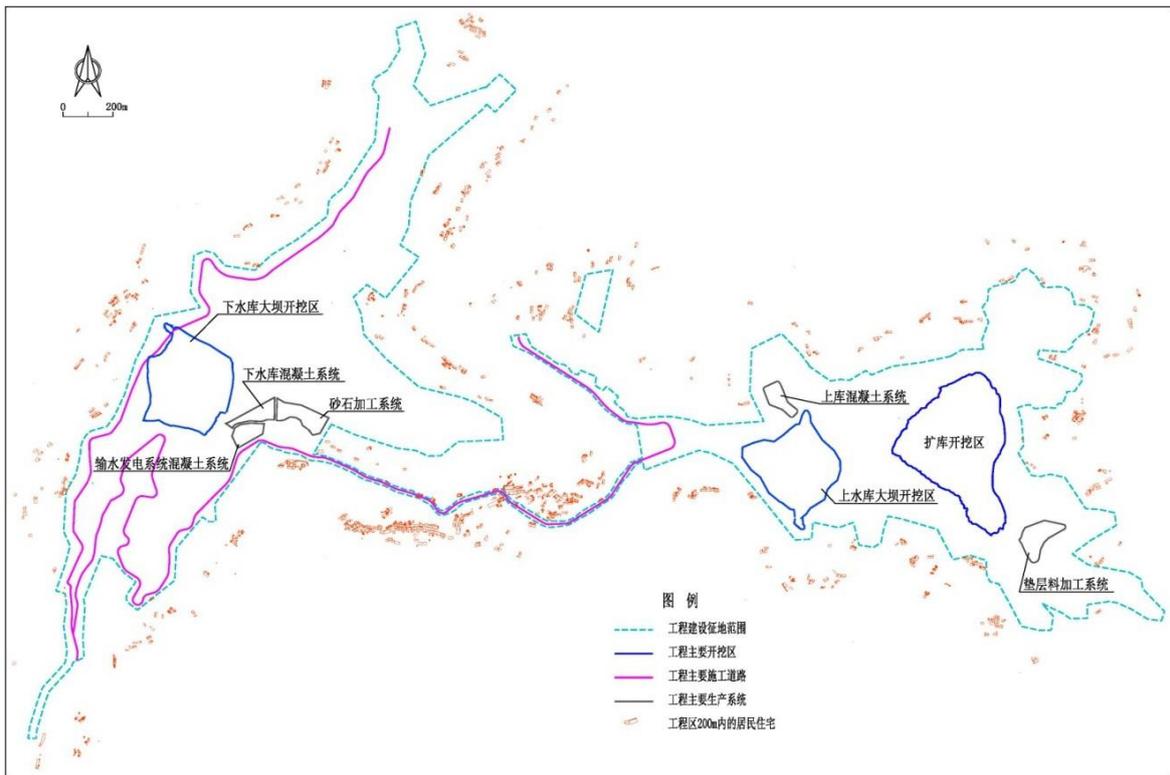


图 5.6.2 工程区声环境敏感目标分布示意图

### 5.6.3 噪声污染预测

#### 5.6.3.1 预测模型选择

##### a) 施工噪声

根据施工组织布置，确定的本工程施工中产生的噪声源分布和强度，结合地形条件和障碍物以及污染源与敏感点的相对位置，采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式，根据各噪声源位置考虑山谷反射、空气吸收、地面与遮挡物附加衰减效应。

$$L_A(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20\lg(r/r_0) - a(r-r_0)/100 - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ —距声源  $r$  处的 A 声级(dB)；

$L_A(r_0)$ —参考位置  $r_0$  处的 A 声级(dB)；

$\Delta L_r$ —山谷反射叠加值，取 0dB。

$r$ —距点声源的距离(m)；

$r_0$ —参考位置距点声源的距离(m)；

$a$ —每 100m 空气吸收系数(dB)，取 1dB；

$\Delta L$ —地面附加衰减效应。

b) 交通噪声

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)推荐的公路交通运输噪声预测模式:

$$Leq(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10 \lg \left[ \frac{N_i}{T} \right] + 10 \lg \left[ \frac{7.5}{r} \right] + 10 \lg \left[ \frac{\Psi_1 + \Psi_2}{4\pi r^2} \right] + \Delta L - 16$$

式中:  $Leq(h)_i$ —第  $i$  类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{0E}})_i$ —第  $i$  类车的速度为  $V_i$ , km/h; 水平距离为 7.5m 的能量平均 A 声级, dB(A);

$N_i$ —昼间, 夜间通过某测试点的第  $i$  类车平均小时车流量;

$r$ —从车道中心到预测点的距离, m;

$V_i$ —第  $i$  类车的平均车速, km/h;

$T$ —计算等效声级的时间, 1h;

$\Psi_1$ 、 $\Psi_2$ —预测点到有线长路段两端的张角, 弧度;

$\Delta L$ —由其他因素引起的修正量, dB(A); 按下式计算:

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

式中:  $\Delta L_1$ —线路因素引起的修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{坡度}}$ —公路纵坡修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{路面}}$ —公路路面材料引起的修正量, dB(A);

$\Delta L_2$ —声波传播途径引起的衰减量, dB(A);

$\Delta L_3$ —由反射等引起的修正量, dB(A)。

### 5.6.3.2 噪声预测

a) 点源预测结果

根据噪声来源、分布及污染源与敏感点的位置关系, 预测确定本工程对环境影响较大的点声源位于开挖于填筑区、垫层料加工与混凝土拌和系统等对周围声环境和敏感点的影响, 点源噪声预测结果见表 5.6.3-1。

表 5.6.3-1 点源噪声影响范围表

单位: dB

源 强		与 噪 声 源 距 离										
		m										
		10m	50m	100m	150m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m
施工开挖 与填筑	设备运行	75	60.6	54.1	50.1	47.1	42.6	39.1	36.1	33.5	31.2	29.0
	爆 破	-	89.0	80.2	76.2	73.2	68.7	65.2	62.3	59.7	57.3	55.2
砂石(垫层料)加工		88	73.6	67.1	63.1	60.1	55.6	52.1	49.1	46.5	44.2	42.0
混凝土拌和		85	70.6	64.1	60.1	57.1	52.6	49.1	46.1	43.5	41.2	39.0

## b) 交通噪声

本工程上、下库连接道路地形变化大, 植被覆盖率高, 居民住宅分散。根据交通噪声预测模式, 结合工程对材料、设备及场内运输情况, 在不考虑地形变化、植物屏障等情况下, 上下库连接道路和下水库右岸上坝道路的交通噪声预测值见表 5.6.3-2。

表 5.6.3-2 交通噪声预测结果

道 路	时 间 段	高峰车 流量 辆/h	距中心线不同距离处交通噪声预测值 dB						
			10m	15m	30m	50m	100m	150m	200m
上下库 连接道路	昼间	36	63.5	61.8	58.7	58.1	56.5	53.5	50.5
	夜间	10	58.7	57.0	54.0	53.3	51.7	48.7	45.7
下水库右岸 上坝道路	昼间	46	64.6	62.8	59.8	59.1	57.6	54.6	51.6
	夜间	10	58.7	57.0	54.0	53.3	51.7	48.7	45.7

## 5.6.3.3 预测分析

## a) 砂石(垫层料)加工与混凝土拌和影响

本工程砂石加工系统、下水库混凝土系统、输水发电混凝土系统布置在下水库左岸, 布置高程 380m~390m; 距离砂石加工系统、下水库混凝土系统、输水发电混凝土系统较近的是建全八组, 高程约 410m~460m。垫层料加工系统布置在上水库库尾, 布置高程 690m; 距离垫层料加工系统较近的是桂林十一组, 高程约 760m; 上水库混凝土系统布置在大坝右岸, 布置高程 685m; 距离上水库混凝土系统较近的是惠民八组, 高程约 690m。

根据表 5.6.3-1, 两班制的砂石加工系统(垫层料加工系统)噪声衰减至 200m 的噪声为 60.1dB, 三班制混凝土系统噪声衰减至 200m 的噪声为 57.1dB, 超出声环境功能值 10dB。在不考虑地形高差以及地表附着物的情况下, 对砂石加工系统、垫层料

加工系统、混凝土生产系统运行影响进行预测(预测结果见表 5.6.3-3), 预测结果显示砂石加工系统、垫层料加工系统、上水库混凝土系统附近的居民住宅噪声不能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求。由于居民住宅布位置较分散, 高程基本比系统布置高程高, 可合理布置砂石加工系统、垫层料加工系统、上水库混凝土系统高噪声场地, 将产生噪声的车间调整至工程区内侧; 同时通过控制运行时段、利用山体作为噪声屏障的方式来控制砂石(垫层料)加工、混凝土拌和施工活动对周围居民的影响。

表 5.6.3-3 砂石(垫层料)加工与混凝土拌和噪声影响预测表

住宅区域	最远距离 m	背景值 dB		贡献值 dB		预测值 dB		标准值 dB		超标值 dB	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
桂林十一组(3 户)	200	43.3	40.1	60.1	60.1	60.2	60.1	55	45	5.2	15.1
惠民八组(2 户)	160	43.3	40.1	59.4	59.4	59.5	59.5	55	45	4.5	14.5
建全八组(11 户)	170	53.6	42.5	61.8	61.8	62.4	61.9	55	45	7.4	16.9

#### b) 施工开挖与填筑影响

本工程上、下水库的施工开挖区以及施工道路为露天爆破, 爆破噪声大且传播距离远。由于爆破噪声为瞬时点声源, 爆破时间基本在昼间, 上、下水库坝区各开挖区受到受到的爆破的影响是有限和短暂的。上水库的开挖区主要包括大坝开挖区和扩库开挖区, 大坝开挖区主要位于高程 645m~715m 之间, 扩库开挖区主要位于高程600m~690m 之间; 距离大坝开挖区较近的是桂林六组, 高程约 680m~700m; 距离扩库开挖区较近的是荆竹三组, 高程约 770m~780m。下水库大坝开挖区主要位于高程 280m~350m 之间, 距离大坝开挖区较近的是海坝一组、海坝二组, 高程约 400m。在不考虑地形高差以及地表附着物的情况下, 对下水库施工开挖与填筑影响进行预测 (预测结果见表 5.6.3-4), 预测结果显示下水库施工区边界外 200m 以内昼间、夜间噪声不能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求。基于施工区周围的居民位置分散, 单独从爆破产生噪声的方面分析, 可要求爆破、开挖的时间避开夜间休息时间、选择合理的爆破时段的措施来减免影响; 单独从施工设备运行产生噪声等方面分析, 可通过优化施工组织设计、加强施工管理、控制昼夜间施工强度等措施来减免影响。

表 5.6.3-4 施工开挖与填筑噪声影响预测表

住宅区域	最远距离 m	背景值 dB		贡献值 dB		预测值 dB		标准值 dB		超标值 dB	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
桂林六组(3 户)	200	43.3	40.1	73.2	73.2	73.2	73.2	55	45	18.2	28.2
荆竹三组(5 户)	170	43.3	40.1	74.9	74.9	74.9	74.9	55	45	19.9	29.9
海坝一组(2 户)	180	45.0	42.6	74.3	74.3	74.3	74.3	55	45	19.3	29.3
海坝四组(2 户)	180	45.0	42.6	74.3	74.3	74.3	74.3	55	45	19.3	29.3

c) 交通运输影响

本工程上、下水库之间的施工连接主要依靠现有通往建全集镇的道路，该道路现状通行的主要是建全集镇与外界高阳镇、云阳县城的公交车辆以及私家车，主要为小型车辆，车流量很小。在上、下水库连接道路两侧 200m 范围内分布有建全集镇以及柏杨村二组、建全五组、建全六组、建全十三组、惠民九组的 162 户居民。根据表建全集镇背景噪声监测结果来看，集镇日常活动以及车行并未对上下水库连接道路声环境的产生大的影响，集镇的背景噪声满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。在不考虑地形高差以及地表附着物的情况下，对施工区外侧的上下水库连接道路与下水库右岸上坝道路运行影响进行预测(预测结果见表 5.6.3-5)，预测结果显示上上下下水库连接道路与下水库右岸上坝道路 200m 范围以内的居民住宅昼、夜噪声值均会超过《声环境质量标准》1 类标准要求。可以看出，施工期交通运输施工区外居民可能会有一定的噪声干扰，上、下水库道路需采取如减速慢行、控制夜间运输量等措施来减缓其影响，下水库右岸上坝道路可控制夜间运输来避免影响。

表 5.6.3-5 交通运输噪声影响预测表

住宅区域	最远距离 m	背景值 dB		贡献值 dB		预测值 dB		标准值 dB		超标值 dB	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
建全集镇(109 户)	200	53.6	42.5	50.5	45.7	55.3	47.4	55	45	0.3	2.4
建全五组(5 户)	190	53.6	42.5	50.7	45.9	55.4	47.5	55	45	0.4	2.5
建全六组(8 户)	120	53.6	42.5	52.7	47.9	56.2	49.0	55	45	1.2	4.0
建全十三组(14 户)	60	53.6	42.5	55.7	50.9	57.8	51.5	55	45	2.8	6.5
柏杨二组(13 户)	190	53.6	42.5	50.7	45.9	55.4	47.5	55	45	0.4	2.5
慧民九组(13 户)	200	53.6	42.5	50.5	45.7	55.3	47.4	55	45	0.3	2.4
海坝一组(6 户)	200	43.7	44.2	51.6	45.7	52.3	48.0	55	45	-2.7	3.0
海坝四组(6 户)	200	43.7	44.2	51.6	45.7	52.3	48.0	55	45	-2.7	3.0
海坝五组(7 户)	200	43.7	44.2	51.6	45.7	52.3	48.0	55	45	-2.7	3.0
海坝七组(5 户)	200	43.7	44.2	51.6	45.7	52.3	48.0	55	45	-2.7	3.0

根据图 5.6.2 可知，本工程周边的居民分布较为分散，居民相对较多的建全集镇大部分住宅位于工程区 200m 范围内。根据表 5.6.3-1、表 5.6.3-2 得预测结果，在不叠加背景噪声且不考虑地形的情况下，工程区 200m 范围部分居民的声环境尤其受昼间的声环境达不到《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求。工程所在的双河洞沟地形陡峭，工程区与周边居民存在一的高差，可利用现有的地形条件，来控制施工噪声影响。由于居民住宅布位置较分散，可合理布置生产加工系统高噪声场地，将产生噪声的车间调整至山谷内；同时通过控制运行时段、利用山体作为噪声屏障的方式来控制垫层料加工、混凝土拌和施工活动对居民的影响。单独从爆破产生噪声的方面分析，可要求爆破、开挖的时间避开夜间休息时间、选择合理的爆破时段的措施来减免影响；单独从施工设备运行产生噪声等方面分析，可通过优化施工组织设计、加强施工管理、控制昼夜间施工强度、设置临时隔声墙等措施来减免影响。

## 5.7 固体废物影响预测评价

a) 施工区施工高峰期间施工与管理人员约 2100 人，经估算，施工期产生生活垃圾 4599t。未经处理的垃圾直接排放，或在雨水的冲刷下进入施工区河段，将造成施工区河段以及施工区下游的水环境污染，水质恶化。运行期电厂生活管理区生活垃圾

和固体废物主要来源于生活区和生产车间，产生的数量很小，可纳入高阳镇的生活垃圾处理系统，对环境的影响较小。

b) 本工程开挖利用料和表土应按施工规划和水土保持要求堆放指定的转料场和表土堆放场，并采取相关的工程措施和植物措施防止水土流失。工程产生的 512.55 万 m<sup>3</sup> 应及时堆放在上水库 1#、2#渣场以及回填区，并采取措施控制水土流失。

c) 施工会临时产生各种边角料，例如金属、塑料、废旧钢材、油桶、包装袋、木材、蓄电池等垃圾，若处置不当会对周围环境造成影响。施工期间产生的废油及其他危险废物，交由资质单位进行处置后，对区域的环境影响小。

## 5.8 人群健康影响预测评价

施工期间，因施工人员的汇集，施工区人口密度骤增，可能造成疾病的传播和流行，主要有肝炎、肺结核和痢疾等。需要加强对施工现场的卫生管理，减少传染病的传播途径。通过各种宣传方式加强施工人员对常见传染病的认识，增加施工人员的保护意识，降低传染病发生的可能性。水库蓄水初期，由于水库淹没影响导致库尾部分与人类伴生的鼠类逃逸，在库尾区域密度将有一定程度的增加，在卫生防疫措施不利情况下，可能会引起蚊、鼠传播疾病的流行。

## 5.9 移民安置工程环境影响预测评价

### 5.9.1 移民安置对环境的影响

本工程生产安置 1140 人，采用征地人员安置对象基本养老保险安置。基本养老保险安置移民，将不改变现有土地资源量以及的使用性质，不会引起土地资源尤其是耕地资源紧张，对当地生态环境基本无影响。

移民安置影响主要来自于搬迁安置带来的影响。至规划水平年，本工程住房安置对象 837 人，采用住房货币安置；非住房安置对象 21 人，采用农村宅基地后靠自建房安置。根据移民意愿，住房货币安置移民可自愿选择在高阳镇集镇或临近周边区域购买住房，无集中安置点。工程非住房安置移民仅 21 人，移民房屋迁建占地对区域的生态环境影响轻微。随着住宅建设的完工及有关设施的建设，水土流失量将逐渐减少，直至基本消除。

### 5.9.2 专项设施复建对环境的影响

本工程移民安置复建的项目主要包括：划复建道路 6 条，总长 8.922km；复建 1 架空电力线路 3.49km；复建电信、移动、联通、广电通信杆路 23.22km；石河堰水库还建(在二台山坪塘下游 160m 处取水，取水坝长 23m，铺设管道 4.58km)，双河口水库还建(新建吴家屯水库，水库正常蓄水位 488m，相应库容 44.5 万 m<sup>3</sup>)。其中，双河口水库还建工程为一次性补偿，由地方政府实施；石河堰水库还建工程应在上水库开工前完成，但其工程量不大，对生态环境的影响轻微。工程新建的道路标准不高且工程量小，施工活动对环境的影响小。电力通信设施主要沿原有设施抬高复建，对环境的影响小。

本工程移民安置数量不多，涉及到的专项基础设施重建规模均不大。移民安置专项建设区域，为人类活动区域，区域内的陆生动物存在密度较小，且都在移民安置区以外能找到合适的生存环境，因此移民安置对陆生动物的影响较小。专项设施的复建施工将对沿线的植被有一定影响，但由于复建规模小，在复建施工过程中加强对植被植物资源保护并采取有效的水土保持措施后，施工所带来的影响很小。施工结束后，通过及时恢复其植被，可以减轻复(改)建工程对陆生植物的影响。

## 6 环境保护措施

### 6.1 设计原则、任务和目标

#### 6.1.1 设计原则

##### a) 依法原则

按照国家、重庆市现行法律法规开展设计，最大限度地维持、恢复原有环境功能。

##### b) 合理布局、因害设防的原则

根据环境影响分析结果，提出优化工程布局，减少工程量、实行封闭式施工管理；减小废水排放量；尽量减少废气、废渣的排放；减小噪声；尽量减小施工对周围环境的影响。因地制宜选择合理的环境保护措施方案。

##### c) 及时性原则

根据本工程建设施工进度，合理安排环境保护措施的实施，尽量减少对环境的不利影响。

##### d) 整体协调性原则

处理好环境保护措施规划设计中近期和远景、永久性和临时性的关系。尽量发挥主体工程中具有环境保护功能工程的作用，植物措施以本土适宜种为主，并注意与绿化、美化相结合，各项措施应与周围景观相结合。正确处理工程建设与环境保护的关系，有利于工程建设区域经济的可持续发展。

#### 6.1.2 设计任务

根据环境影响预测评价结论，按照国家及重庆市有关环境保护的法律法规，针对本工程施工、运行引起的水环境、生态环境、大气环境、声环境及其他环境要素影响展开环境保护措施设计。

#### 6.1.3 设计目标

根据建全抽水蓄能电站所在区域应实现的环境功能，结合确定工程特点及流域生态环境保护，确定工程环境保护措施的设计目标。建全抽水蓄能电站环境保护措施设计目标见表 6.1.3。

表 6.1.3 环境保护措施设计目标

项 目	设 计 目 标
废(污)水处理	施工废(污)水经处理后回用, 砂石加工废水、垫层料加工废水处理应达到《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T10488-2021)中砂石加工用水水质标准; 含油废水处理应达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫相应用水标准; 混凝土系统冲洗废水、地下洞室排水、基坑排水处理后应达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用水标准; 生活污水处理后应达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫相应用水标准
生态保护	合理布置施工场地, 及时对施工迹地进行生态恢复, 泄放生态流量, 减轻工程运行对区域、陆生水生生物的不利影响, 维持区域生态系统的多样性、完整性和稳定性, 防止小江湿地自然保护区受到工程建设与运行影响
大气污染物处置	控制大气污染物排放浓度, 满足《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)中无组织排放监控点浓度限值, 颗粒物 $\leq 1\text{mg}/\text{m}^3$
噪声控制	控制噪声源强度, 边界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求, 昼间 $\leq 170\text{dB}$ , 夜间 $\leq 155\text{dB}$
固体废弃物处置	对固体废弃物类型进行鉴别, 一般固体废物按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)进行处置, 危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18559-2001)进行处置

## 6.2 水环境保护措施

### 6.2.1 施工期污水处理

#### 6.2.1.1 砂石料加工废水处理

##### a) 处理规模

本工程混凝土骨料部分外购, C25 以下混凝土用骨料由地下洞室开挖利用料加工, 在水库左坝头附近设一个砂石加工系统, 为工程部分混凝土粗骨料、上下库马道排水沟混凝土、灌浆平洞、库岸防护、上下库库盆基础回填和自流排水洞等部位提供人工砂石骨料。成品骨料经带式输送机运送至堆场堆存, 经 20t 自卸汽车运往各混凝土系统。砂石加工系统用水主要用于骨料清洗、系统降尘, 产生的废水主要污染物为悬浮物, 废水中悬浮物浓度在  $20000\text{mg}/\text{L} \sim 90000\text{mg}/\text{L}$  之间, 不含其他的有毒或者有害物质, 高峰期砂石加工生产废水的产生量为  $0.0067\text{m}^3/\text{s}$ , 废水处理量为  $336\text{m}^3/\text{d}$ 。

##### b) 处理方案

针对砂石加工废水特点及其布置位置和地形条件, 初选 3 个方案进行比选。

方案 1: 采用混凝沉淀法, 处理流程见图 6.2.1-1。废水在初沉池和二沉池中加入凝聚剂进行沉淀, 由于混凝药剂的添加, 使得直径小于  $0.035\text{mm}$  的悬浮物得以快速

去除。

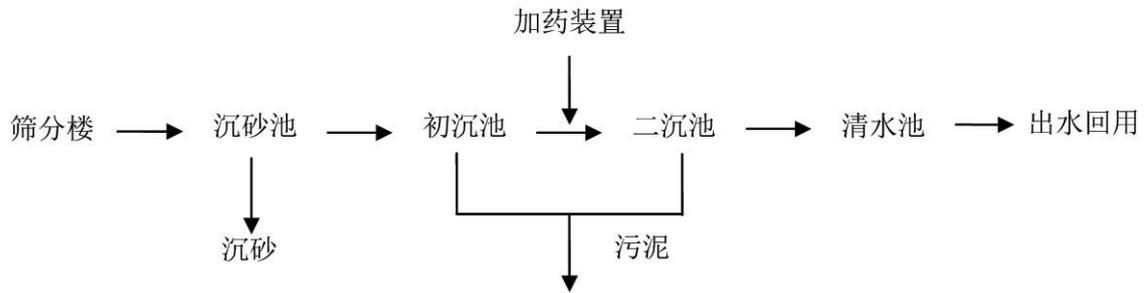


图 6.2.1-1 混凝沉淀法处理流程图

方案 2: 高效污水净化器法，流程见图 6.2.1-2。系列高效污水净化器利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将污水净化中的混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、污泥浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间完成污水的多级净化。



图 6.2.1-2 高效污水净化法处理流程图

方案 2: 采用机械加速澄清法，流程见图 6.2.1-3。机械加速澄清能把混合池和沉淀池合为一体，减少占地，絮凝药剂的用量省。

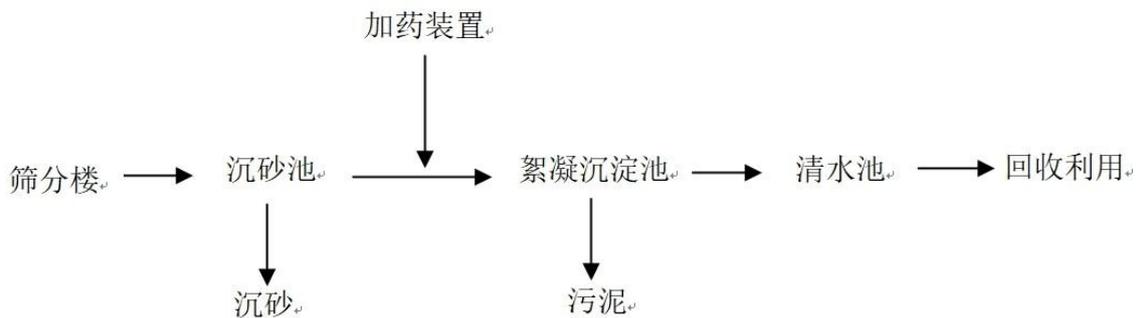


图 6.2.1-3 机械加速澄清法处理流程图

砂石加工系统生产废水处理 3 个方案比选情况见表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 砂石加工废水处理方案比选表

方案	方案 1 (混凝沉淀法)	方案 2 (高效污水净化法)	方案 3 (机械加速澄清法)
用地	占地面积大	占地面积最小	占地面积相对方案 1 小，相对方案 2 大
适用条件	适用于施工用地充裕工程	用地紧张，处理水质要求高	对用地有要求
工程投资	工程投资少	设备数量多，整体投资高	工程投资较高
运行管理要求	运行费用低；管理较简单	运行费用高；设备较多，管理要求高	运行费用和管理要求相对方案 1 高，相对方案 2 低
处理效果	较好	好	相对方案 1 好

根据表 6.2.1-1 以及砂石加工系统系统布置的地形条件和废水特征，综合考虑工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度、处理负荷潜力和实际应用以及效果等多方面，对 3 个方案进行了比选。在用地满足要求的情况下，选择运行费用、管理、效果相对较好的方案 3 作为推荐方案。

#### c) 泥渣处理

从砂石加工废水处理系统产出的泥浆量十分大，且含水量超过 90%，不易进行堆积，须对泥渣进行进一步处理。

方案 1：采用自然堆置干化法。需要较大的场地来利用重力使沉砂和泥浆过滤脱水，然后堆置在沉砂池中。

方案 2：采用先重力浓缩，后重力过滤脱水相结合的方式。沉渣经过重力浓缩池浓缩后经过滤池进一步过滤脱水处理，进行自然干化后运至回填区。

方案 3：采用机械脱水方式。沉渣经重力浓缩和机械加压脱水将泥浆和沉砂脱水后外运至回填区。该方案占地面积小，沉渣脱水后含水率可降至 30%以下，处理效果较好。

经比选，泥渣处理宜采用方案 3，废水处理系统的沉渣经过机械脱水后运至临近的钢管堆放场。

#### d) 推荐方案工艺设计

砂石加工系统生产废水汇入集水池，经废水提升泵提升至细砂回收器进行细砂回收，细砂回收器出水至调节池，调节池设置搅拌器以防沉淀。调节池废水提升至絮凝

沉淀池，絮凝沉淀池采用斜管沉淀池，处理后的清水进入清水池后回用。沉淀池浓缩污泥排入污泥池中，在污泥池上方设置污泥搅拌器，防止污泥沉淀。用污泥泵提升至板框压滤机将污泥脱水干化，经皮带输送机输送至污泥堆场后清运。

#### e) 构筑物设计

根据本工程砂石加工系统的地形和地质条件进行设计，砂石加工废水处理主要构筑物及设备见表 6.2.1-2，废水处理系统占地 600m<sup>2</sup>。

表 6.2.1-2 砂石加工废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
1	集水池	1 座	6m×5m×3m	钢混
2	调节池	1 座	6m×5m×3m	钢混
3	污泥池	1 座	5m×4m×4m	钢混
4	清水池	1 座	6m×5m×4m	钢混
5	细砂回收器	1 套	8m×5m	钢混
6	斜管沉淀池	2 座	8m×5m×3m	钢混
7	皮带输送机	2 条		
8	板框压滤机	1 套		
9	加药装置	2 套		
10	搅拌装置	2 套		
11	污水泵	4 台		
12	清水泵	2 台		
13	污泥泵	2 台		

#### g) 运行效果及处理效果分析

砂石加工系统水量主要用于骨料清洗、系统降尘，悬浮物浓度大，生产废水处理采用机械加速澄清法可按照要求合理布置，有效地去除将废水中的悬浮物，出水悬浮物可控制在 100mg/L 以下，达到系统回用的标准。处理后上清液可通过处理系统自备的抽水泵直接抽取回用作垫层料加工系统用水。该法运行效果好，适合处理强度不高、用地不紧张的区域使用。

### 6.2.1.2 垫层料加工废水处理

#### a) 处理规模

本工程在上水库上游布置有垫层料加工系统，主要生产上、下水库大坝垫层料，采用粗碎开路，中细碎与第一筛分构成闭路生产粗骨料，超细碎(制砂)开路生产细骨料并对部分中石和小石进行整形的工艺流程，垫层料在廊道内掺配后经带式输送机运送至堆场堆存，经自卸汽车运往上下水库坝区垫层料填筑点。垫层料加工系统用水主要用于系统降尘，产生的废水主要污染物为悬浮物，高峰期垫层料加工生产废水产生量为 $0.0033\text{m}^3/\text{s}$ ，废水处理量为 $168\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### b) 处理方案

垫层料加工系统水量主要用于骨料清洗、系统降尘，废水中悬浮物浓度大，处理方案可采用与砂石加工废水处理采用的机械加速澄清法。

#### c) 构筑物设计

垫层料加工废水处理主要构筑物及设备见表 6.2.1-3，废水处理系统占地 $400\text{m}^2$ 。

表 6.2.1-3 垫层料加工废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
1	集水池	1 座	4m×4m×3m	钢混
2	调节池	1 座	4m×4m×3m	钢混
3	污泥池	1 座	4m×4m×4m	钢混
4	清水池	1 座	4m×4m×4m	钢混
5	细砂回收器	1 套	8m×5m	钢混
6	斜管沉淀池	2 座	6m×4m×3m	钢混
7	皮带输送机	2 条		
8	板框压滤机	1 套		
9	加药装置	2 套		
10	搅拌装置	2 套		
11	污水泵	4 台		
12	清水泵	2 台		
13	污泥泵	2 台		

### 6.2.1.3 混凝土生产系统废水处理

#### a) 处理规模与系统布置

本工程上水库混凝土生产系统布置在坝址右岸，下水库、输水发电系统混凝土生产系统布置在坝址左岸。根据施工废(污)水处理措施布局，上水库、下水库、输水发电系统混凝土系统应建设独立的废水处理系统，并布置在各混凝土系统内。混凝土系统生产废水主要为冲洗所产生的废水，仅在交接班时对混凝土拌和楼进行的清洗时产生，仅仅是在几分钟内完成，是间断瞬时性的。

混凝土生产系统废水呈碱性，废水中悬浮物浓度在 1500mg/L~2500mg/L 之间。以上水库、下水库、输水发电系统每班末冲洗时间为 15min，冲洗流量取 0.0067m<sup>3</sup>/s，则单次系统冲洗量为 6m<sup>3</sup>，各系统的废水产生量为 18m<sup>3</sup>/d。

#### b) 处理方案

混凝土冲洗废水污染物成分简单，废水量少。因此，采用混凝沉淀法，处理流程见图 6.2.1-1。废水在初沉池和二沉池中加入凝聚剂进行沉淀，由于混凝药剂的添加，使得直径小于 0.035mm 的悬浮物得以快速去除。

#### c) 推荐方案工艺设计

混凝土系统的冲洗废水在每班换班时排放入沉砂池，静置一段时间后依次排入初沉池、二沉池，并添入中和剂、絮凝剂，再外排至清水池回收利用。清水池池的出水端设置为活动式，便于清运和调节水位。各池内污泥因产生量小，可沉淀至一定程度后运至回填区、渣场。

#### d) 构筑物设计

推荐方案的主要构筑物为平流式沉淀池。以混凝土系统每班末冲洗废水产生量为 6m<sup>3</sup> 计算，并考虑汛期雨水及其他因素，混凝土系统冲洗废水处理沉淀池容积取 8m<sup>3</sup>。废水处理系统主要构筑物及设备见表 6.2.1-4，3 个混凝土生产系统废水处理系统总占地约 300m<sup>2</sup>。

表 6.2.1-4 混凝土生产系统废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物或设备	数 量	尺寸/型号	备 注
1	沉砂池	3 座	2m×2m×2m	砖混
2	初沉池	3 座	3m×2m×2m	砖混
3	二沉池	3 座	3m×2m×2m	砖混
3	清水池	3 座	4m×2m×2m	砖混
4	加药装置	3 套	50L	
5	污水泵	6 台		
6	清水泵	6 台		

#### e) 效果分析

混凝土系统生产冲洗用水，经循环使用沉淀池能可充分地使混凝土生产废水中的污染物 SS 的含量降低，通过中和剂能够有效地调节混凝土生产废水中的 pH 浓度，出水悬浮物可控制在 100mg/L 以下，达从而使废水处理后可继续用于系统冲洗。

#### 6.2.1.4 修配系统废水处理

##### a) 处理规模与系统布置

水电工程含油废水来自于施工区油污染，施工区机械设备与运输车辆在运行、维修过程中产生的滴漏以及停放、维修场地的清洗产生油污。本工程含油废水主要来源于机械保养站，类比同类工程，含油废水的产生量为 10m<sup>3</sup>/d，处理系统布置在机械修配厂内，修配系统废水经处理后，可以回用于场地冲洗。

##### b) 处理方案

方案 1：采用气浮除油法。废水用压缩空气加压到 0.34 MPa~4.8MPa，使溶气达到饱和，当压缩过的气液混合物置于正常大气压下的气浮设备中时，微小的气泡从溶液中释放出来，油珠即可在这些小气泡作用下上浮，使这些物质附着在絮状物中。气固混合物上升到池表面，即被撇出。

这种处理方法效果好，但是需要在处理前投加混凝剂，还必须有空气压缩机加压，增加了一定的动力和设备，投资较大，对于这种临时的修配站废水处理不太适合。

方案 2：采用小型隔油池，隔油池构筑示意图 6.2.1-4。污水在小型隔油池内由

浮子撇油器排除废油，废水再经焦炭过滤器进一步除油。该方案处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。

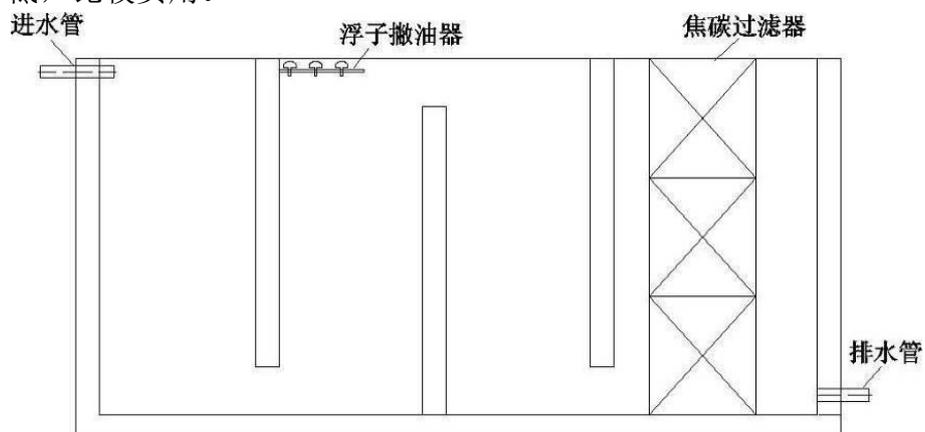


图 6.2.1-4 小型隔油池

方案 3：采用成套设备。一般处理效果好，但是设备投资大，维修保养要求高。

方案 4：采用沉淀法，具体工艺流程见图 6.2.1-5，虽然处理效果比较好，但是其占地面积较大。



图 6.2.1-5 隔油—沉淀法

方案 1 和方案 3 处理效果好，但是设备、运行费用高；方案 4 占地面积较大；方案 2 结构简单、造价低、比较实用。综合比较，推荐方案 2 作为修理系统废水处理的处理方案。

### c) 推荐方案程工艺流程设计

本工程施工区含油废水采用隔油池处理。通过在隔油池内设置隔板，污水在小型隔油池内进行油水分離，出水回收利用。隔油池每运行 10d 进行除油排泥，油污(浮油)集中后应交有危废处理能力和资质的单位进行处理。该方法处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。工艺流程见图 6.2.1-6。

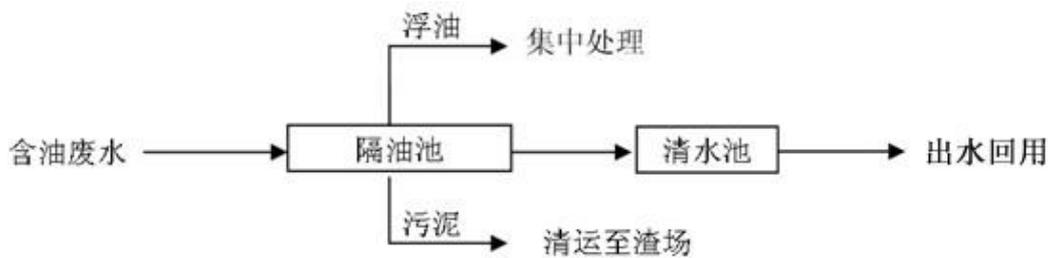


图 6.2.1-6 修配系统废水处理设计流程

修配系统废水主要来自机械维修冲洗，其排放量与每次软管冲洗 2 辆汽车产生量相当，因此隔油池可参考建设部《小型排水构筑物标准图集 04S519》(GJBT-716)2 型汽车洗车污水隔油沉淀池进行设计。单个隔油池处理系统(包含清水池)占地面积约 20m<sup>2</sup>。隔油池尺寸：4m×1.2m×3m；清水池尺寸：4m×4m×2.5m。隔油池占地面积很小，可直接布置在各修配厂内。修配系统废水处理系统主要构筑物及设备见表 6.2.1-5。

表 6.2.1-5 修配系统废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	备注
1	隔油池	2 套	4m×1.2m×3m	砖混
2	清水池	2 座	4m×4m×2.5m	砖混
3	清水泵	2 台		

#### d) 处理效果分析

本处理系统主要设备为小型隔油池，基建量小，连接好管道即可运行，运行时利用高差，设备进水、出水、放油均为自动完成，且设备基本不需要人员管理，一般只需一人兼管即可。含油废水量少，经处理后可作为洗车用水。

#### 6.2.1.6 洞室排水处理

##### a) 处理规模与系统布置

地下洞室排水处理主要是地下厂房及水道系统开挖面产生的涌水和施工用水排放。在施工前期，地下厂房及水道系统主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物、石油类；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为 pH 值。洞室排水的产生量、性质与施工工艺、地质条件、地下水含量等因素有关，排放并不稳定。

本工程连接外部施工区域的洞室有①施工支洞、②施工支洞、进场交通洞、安全

兼通风洞、自流排水洞以及独立的导流洞、泄洪放空洞、泄洪排沙洞、上下连接路交通洞等，各施工隧洞高峰排水量情况见表 6.2.1-6。根据施工布置，各洞室应建设独立的排水处理系统，处理系统需根据洞口周边地形布置。

表 6.2.1-6 地下洞室排水情况一览表

序号	洞室名称	高峰施工废水量 m <sup>3</sup> /d	地下涌水量 m <sup>3</sup> /d	备注
1	通风兼安全洞	30	20	
2	进厂交通洞	80	40	包括③、④、⑤施工支洞排水
3	厂房自流排水洞	10	15	
4	②施工支洞	35	40	
5	①施工支洞	20	60	包括引水隧洞上中段
6	泄洪放空洞	35	50	
7	下库泄洪排沙洞	150	60	
8	下库导流洞	35	50	
9	上库导流洞	30	20	
10	上下库连接路交通洞	30	60	2000m

b) 处理方案

在有涌水出现的情况下，从输水隧洞、地下厂房、施工支洞等地下洞室排水较为连续，废水处理可采用“机械加速澄清+隔油”使悬浮物、石油类等处理达标，处理流程见图 6.2.1-7。

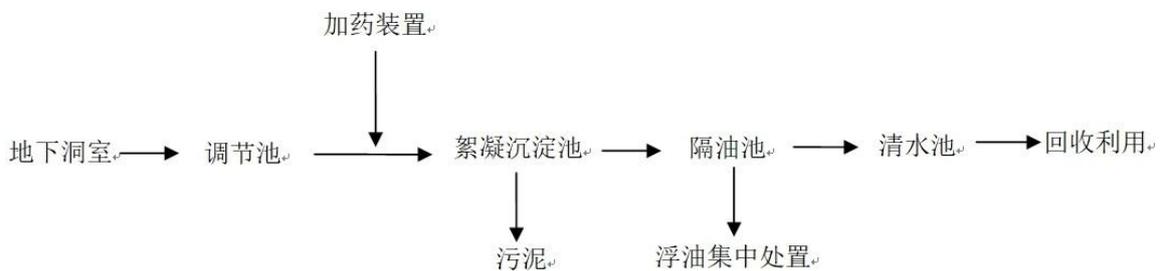


图 6.2.1-7 洞地下室排水处理工艺流程图

洞室流出的废水经调节池对原水水量及水质进行调节，减轻水力和污染物负荷对后需处理工序的冲击，以保证后序工序在稳定的条件下进行。废水在调节池中停留

4h 后经泵提升至斜管沉淀池，在斜管沉淀池中投加碱式氯化铝。由于废水呈中性，投加碱式氯化铝后溶液呈酸性，使用石灰调解混凝反应的 pH 值，并充当助凝剂。在沉淀池中投加聚丙烯酰胺以加快絮体的沉降速度，提高出水澄清度和减少沉淀池内的污泥体积。洞室排水前期由于含有石油类污染物，废水经沉淀池后进隔油池，收集的油污交有危废处理能力和资质的单位进行处理；后期洞室排水石油类含量减少，当沉淀池出水石油类浓度达标时，可停用隔油池。

### c) 处理工艺设计

根据本工程①施工支洞、②施工支洞、进场交通洞、安全兼通风洞、自流排水洞以及独立的导流洞、泄洪放空洞、泄洪排沙洞、上下连接路交通洞的排水情况，结合工区运行班制与设备选型要求，生产废水处理系统考虑三种规格，分别为 50m<sup>3</sup>/d、100m<sup>3</sup>/d、200m<sup>3</sup>/d。洞室排水处理前，可通过集水池进行水量调节，采取两班制处理。各隧洞出水沉淀后出水回用于施工，沉淀池污泥由人工定期清运至弃渣场。洞室排水处理系统主要构筑物尺寸见表 6.2.1-7，处理系统总占地面积约 4000m<sup>2</sup>。

表 6.2.1-7 地下洞室排水处理主要构筑物表

序号	主要构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
1	处理规模 50m <sup>3</sup> /d			
1.1	调节池	3 座	3m×3m×3m	钢混
1.2	污泥池	3 座	4m×3m×3m	钢混
1.3	隔油池	3 座	3 m×3 m×3 m	钢混
1.4	清水池	3 座	4m×3m×4m	钢混
1.5	细沙回收器	3 套	8m×4m	钢混
1.6	斜管沉淀池	6 座	5m×4m×3m	钢混
2	处理规模 100m <sup>3</sup> /d			
2.1	调节池	6 座	4m×4m×3m	钢混
2.2	污泥池	6 座	4m×4m×4m	钢混
2.3	隔油池	6 座	3 m×3 m×3 m	钢混
2.4	清水池	6 座	4m×4m×4m	钢混
2.5	细沙回收器	6 套	8m×5m	钢混

表 6.2.1-7(续)

序号	主要构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
2.6	斜管沉淀池	12 座	6m×4m×3m	钢混
3	处理规模 200m <sup>3</sup> /d			
3.1	调节池	1 座	6m×4m×3m	钢混
3.2	污泥池	1 座	6m×4m×4m	钢混
3.3	隔油池	1 座	3 m×3 m×3 m	钢混
3.4	清水池	1 座	8m×6m×4m	钢混
3.5	细沙回收器	1 套	8m×6m	钢混
3.6	斜管沉淀池	2 座	8m×4m×3m	钢混

#### 6.2.1.7 基坑排水

##### a) 处理规模

本工程施工过程中，上、下水库将形成基坑。由于上、下水库坝址截流流量小，围堰下除有部分渗水外，基本没有积水，不需要进行初期排水，只需根据降雨汇水情况进行排水。一般时段，上、下水库考虑降雨汇水的基坑排水强度约 3m<sup>3</sup>/h、5m<sup>3</sup>/h，即 72m<sup>3</sup>/d、120m<sup>3</sup>/d。

##### b) 处理方案

基坑排水大部分都汇集在基坑内，与围堰渗水、自然降水混合后，污染物浓度一般较低，可采用直接向基坑排水内投加混凝剂、助凝剂的处理方法。对基坑排水水质进行监测，pH>8.5 时，混凝剂采用硫酸亚铁，助凝剂采用聚丙烯酰胺；pH≤8.5 时，混凝剂采用硫酸铝，助凝剂采用聚丙烯酰胺。投加混凝剂、助凝剂后静置沉淀 2h，处理后上清液可用泵抽取用于大坝混凝土养护、道路降尘等，基坑内剩余污泥定期用自卸汽车运至弃渣场。

基坑排水处理工艺见图 6.2.1-8。

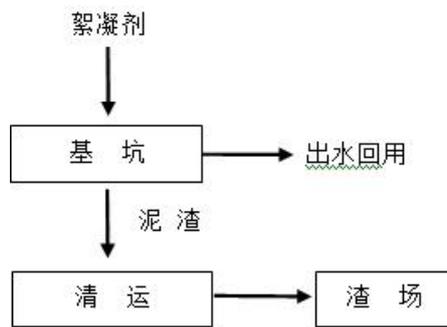


图 6.2.1-8 基坑排水处理工艺流程图

#### d) 处理效果分析

基坑水污染物以悬浮物为主，基坑排水经过酸碱调节、沉淀处理后，出水水质可达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)回用水标准，上清液通过水泵抽取回用于工程施工。

#### 6.2.1.8 生活污水处理

##### a) 处理规模

施工生活污水主要来自洗涤、浴室与食堂排水，生活用水量大，污水中各项指标较城市生活污水指标低。生活污水中，化学需氧量、五日化学需氧量、悬浮物、总氮、总磷等浓度一般为 350mg/L~500mg/L、150mg/L~300mg/L、200mg/L~300mg/L、20mg/L~85mg/L 和 3mg/L~8mg/L。

根据施工规划，施工区布置了 5 个营地，分别为上水库工程标、下水库工程标、输水发电系统工程标、机电设备安装工程标施工营地以及业主营地，高峰期总人数为 2100 人，施工人员生活污水排放量按人均用水指标(180L/人·d)的 80%计算，施工区生活污水量为 302.4m<sup>3</sup>/d。其中，上水库工程标施工营地、下水库工程标施工营地、输水发电系统工程标施工营地、机电设备安装工程标施工营地(前期为洞室及道路工程标施工营地)、业主营地上水库施工营地生活污水产生量分别为 72m<sup>3</sup>/d、72m<sup>3</sup>/d、57.6m<sup>3</sup>/d、57.6m<sup>3</sup>/d、43.2m<sup>3</sup>/d。

##### b) 方案比选

方案 1：采用化粪池，施工期生活污水经过化粪池初步处理后排放。

方案 2：采用一体化生活污水处理设备。

方案 1 中的化粪池的造价低、运行费低，但处理效果差。一体化设备较化粪池的投资高，但其处理效率高，占地面积小，操作简单，能重复使用。推荐方案 2 作为本工程施工生活区的污水处理方案。

#### c) 推荐方案工艺流程设计

本工程选择的一体化污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 6.2.1-9。污水设备由六部分组成：初沉池、接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，可定期清理，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，因此运行无噪声。

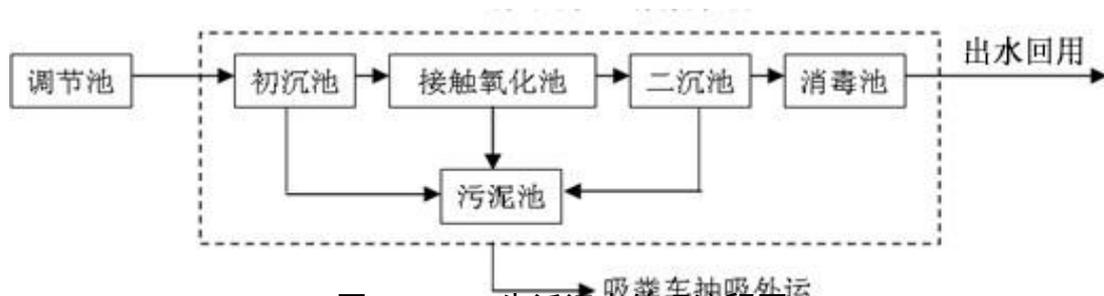


图 6.2.1-9 生活污水处理流程图

#### d) 处理工艺设计

施工区各营地生活污水根据处理规模进行设备选型，此外需在一体化设备前布置一调节池，各一体化设备选型及调节池设计尺寸见表 6.2.1-8。由于本工艺占地面积较小，单个处理系统占地面积约 200m<sup>2</sup>~300m<sup>2</sup>，各生活营地污水处理系统可布置在各营地场内。

表 6.2.1-8 施工区生活污水处理主要构筑物尺寸及设备表

施工营地	构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
上水库施工营地	调节池	1 个	4m×4m×4m	钢混
	一体化生活污水处理设备	2 套	WSZ-A10	
	清水池	1 个	5m×4m×4m	钢混
下水库施工营地	调节池	1 个	4m×4m×4m	钢混
	一体化生活污水处理设备	2 套	WSZ-A10	
	清水池	1 个	5m×4m×4m	钢混
输水发电系统施工营地	调节池	1 个	4m×3m×3m	钢混
	一体化生活污水处理设备	2 套	WSZ-A10	
	清水池	1 个	4m×4m×3m	钢混
机电设备安装工程标施工营地	调节池	1 个	4m×3m×3m	钢混
	一体化生活污水处理设备	2 套	WSZ-A10	
	清水池	1 个	4m×4m×3m	钢混
业主营地	调节池	1 个	4m×3m×2m	钢混
	一体化生活污水处理设备	2 套	WSZ- A5	
	清水池	1 个	4m×4m×2m	钢混

#### e) 运行效果及处理效果分析

采用一体化设备对本工程生活污水进行处理，可有效处理电站施工期的生活污水，污水排放能达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。成套设备占地小，运行自动化程度高，管理规范，整套系统可操控性效果好。

#### 6.2.1.8 地表径流污水处理

本工程区上、下水库占地范围广，且地形不平缓，施工区开挖、填筑的面相对较大，流经各工区的地表水易受到施工开挖与填筑的影响，宜结合施工场地布置在上、下水库具有一定集水面积的施工区下游布设沉淀池对受污染的地表径流(包括基坑废水)进行静置沉淀处理。根据本工程上、下水库的布置情况，需布设沉淀池条件的位置有坝区(基坑)、渣场、转料场、表土堆存场，沉砂池纳入相应工区的工程措施与水土保持措施中。

## 6.2.2 蓄水前水环境保护

### 6.2.2.1 库底清理

为保证枢纽工程及水库运行安全，保证库周及下游人群安全，需对水库进行库底清理。库底清理项目分为一般清理项目和特殊清理项目，本工程不涉及特殊清理项目，一般清理项目包括卫生清理、建(构)筑物清理、林木清理、漂浮物清理和其它清理。

#### a) 清理原则

水库清理设计任务要根据水电工程水库淹没影响范围、淹没特点以及水库运行方式，确定清理范围，提出清理项目和技术要求，计算清理工程量和清理费用；库底清理设计方案应便于操作，并与枢纽工程建设进度衔接，满足水库蓄水要求；水库库底清理设计及实施应符合卫生、环保、劳动安全等行业部门的相关要求；一般清理所需费用应根据清理工程量和清理措施计算，并列入建设征地移民安置补偿费用；特殊清理所需费用按照“谁收益、谁投资”的原则由有关部门自行承担。

#### b) 清理范围

根据《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)，库底清理范围为水库淹没区。结合建全抽水蓄能电站淹没对象的特点及运行方式，本工程涉及库底清理项目属于一般清理，无特殊清理。

清理范围为：卫生清理范围为居民迁移线以下(不含影响区)区域；一般建(构)筑物清理范围为居民迁移线以下区域；大体积建(筑)物残留体清理范围为居民迁移线以下至死水位(含极限死水位)以下 3m 范围内；林木清理范围为正常蓄水位以下的水库淹没区。

#### c) 卫生清理

卫生清理对象包括所有可能对水体产生污染的固体、液体废弃物，可分为常规(一般)污染源、传染性污染源、生物类污染源、一般固体废物(主要是废弃建筑材料)等。水库库底固体废物清理中必须对堆存在库底的粪便污泥、生活垃圾进行处理。清理后的设施、场地须按照卫生清理的有关规定进行消毒处理。居民点粪池、牲畜栏和设施内积存的禽畜粪便以及类似的废物必须予以清理。

#### 1) 粪池、牲畜栏清理

粪池、牲畜栏中的粪便、污泥应彻底清掏至库外，填埋至施工范围内的渣场，无法清掏的残留物，应加等量生石灰或按  $1\text{kg}/\text{m}^2$  撒布漂白粉混匀消毒后清除。粪池、牲畜栏的坑穴用生石灰或漂白粉(此处和以下使用的漂白粉有效氯含量均以大于 20% 计算)按  $1\text{kg}/\text{m}^2$  撒布、浇湿后，用农田土壤或建筑渣土填平、压实。

## 2) 生活垃圾

生活垃圾堆放场应根据垃圾堆龄、组成及体积进行无害化处理、资源化处理和就地处理处置。

## 3) 普通坟墓清理

有主坟墓应限期迁出库区，过期无人管理一律按无主坟墓处理。埋葬 15 年以内的墓穴及周围土应摊晒，或直接用 4% 漂白粉上清液按  $1\text{kg}/\text{m}^2\sim 2\text{kg}/\text{m}^2$  或生石灰  $0.5\text{kg}/\text{m}^2\sim 1\text{kg}/\text{m}^2$  处理后，回填压实。无主坟墓，要将尸体挖出焚烧。埋葬超过 15 年的无主坟墓压实处理。坟墓清理应当尊重当地丧葬习俗。

## 4) 灭鼠

灭鼠范围为居民区及其周围 100m 的区域和耕作区。居民区及其周围 100m 的区域应在搬迁后拆除前完成。耕作区在蓄水前 2 月~3 个月间完成。应使用抗凝血剂灭鼠毒饵，禁止使用强毒急性鼠药。投放敌鼠钠或杀鼠迷饵料量每堆 20g，也可投放溴敌隆或大隆毒饵料量每堆 10g。投放毒饵后 5d，检查毒饵消耗情况，全被吃光处再加倍投放饵料。同时收集鼠尸并立即进行焚烧或距地面 1m 深埋处理；投饵 15d 后，收集并妥善处理鼠尸和剩余毒饵。

## 5) 一般固体废物

固体废物在收集、清除和处理处置中应保护生态环境，防止破坏和污染环境，保障人群健康。

固体废物的收集、清除、装运、处置过程中，应采取密闭、遮盖、捆扎、喷淋、建密封容器、防渗层等防扬散、防流失、防渗漏及其它防止污染环境的措施。运输过程中不得沿途丢弃、遗撒。

## c) 建(构)筑物清理

建(构)筑物的清理对象为清理范围内的建筑物、构筑物 and 构筑物残留体(如线杆、

墙体等)。本工程涉及 2 层及以下的砖混结构、砖木结构、土木结构、木结构的房屋及附属建筑物中的活动板房，采用人工或机械方式拆除。构筑物主要为占用双河口水库和石河堰山坪塘的坝顶、面板、溢洪道等部分混凝土构筑物，采用人工或机械方式拆除。建筑物拆除后的木质门窗、木檩椽、木质杆材等易漂浮物，应及时运出库外或尽量利用，临时库外堆放应加以固定，防止洪水冲入水库。

#### d) 林木清理

林木清理对象为清理范围内各类林木、零星树木及其残余的易漂浮物。需清理的各类林木，应尽可能齐地砍伐(或移植)并清理外运。林木砍伐残余的枝丫、枯木、灌木丛、秸秆以及柴草等易漂浮物应及时运出库外、就地烧毁或采取防漂措施。林木清理过程中，应按照当地有关部门的防火规定，注意防火安全。

#### e) 易漂浮物清理

对建(构)筑物拆除后的木质门窗、木檩椽、木制杆材等；伐倒的树木及其枝桠；田间和农舍旁堆置的柴草、桔杆等应及时运至库外。运至库外的，必要时应加以固定，防止被洪水冲入水库。

#### f) 其他清理

其他清理指除上述所列清理项目之外的其他需要清理项目，如各种架空线路杆材等，按相应的清理技术要求，结合改(复)建和旧料回收利用进行拆除和清理。

### 6.2.2.2 库底表土与清淤

本工程库内表土均堆置于上、下水库设置的表土堆存场，需在蓄水前按照库底清理的要求进行表土的清理和清淤，及时清运表土用于植被恢复，在做好相应的库底清淤、清理措施后对水质的影响不大。

## 6.2.3 运行期水环境保护

### 6.2.3.1 管理区水质保护措施

#### a) 生活污水处理

运行期的管理人员约 280 人，产生污水量约为 40.32m<sup>3</sup>/d，应继续使用施工期业主营地的生活污水处理系统，业主营地生活污水经处理后需达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后回用。生活污水处理费用计入电站运行成本。

#### b) 厂区含油废水处理

电站试运行期前，应按照设计的要求，在地下厂房内设置油污收集池、油污分离器等废油收集设施，以及对发电机组和检修机油泄露进行处理和收集，防止泄露机油进入下游水体。油污处理收集后交有危废处理能力和资质的单位进行处理，废油收集设施以及相应的处理费用计入电站建设与运行成本。

#### c) 坝前漂浮物处理

上、下水库坝址以上集水面积分别为 3.54km<sup>2</sup>、25.3km<sup>2</sup>，集水面积均不大，但植被覆盖率高，洪水挟带的漂浮物堆积在大坝坝前，若不及时清理，不仅会影响电站发电，还会影响水面景观效果，需要定期组织人对堆积到一定程度的漂浮物进行打捞清理。清理出的漂浮物采取综合处理的方式，可作为薪柴使用的原木、树枝(杈)、灌木等自然漂浮物，晒干后可提供给电站周围居民使用；不可利用的漂浮物，集中后地方环卫部门外运处理。漂浮物清理费用计入电站运行成本。

### 6.2.3.2 库周污染源控制要求

#### a) 污染源控制

由于上、下水库水域均属开放性系统，坝址以上流域内排放的污染物可以以各种途径进入水库，影响到水库水质。为保护好水库尤其是下水库的水环境，拟对库区水污染防治控制提出如下建议：禁止在库周及上游地区圈养禽畜；禁止在库周及上游地区兴建对水质可能产生严重污染的工矿企业；保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质，防止库水富营养化。

#### b) 旅游规划协调性要求

在库区及其周围制定相关的旅游发展规划过程中，要求规划制定部门对旅游的环境容量进行分析确定，提出相应的控制标准，对旅游开发的建设带来的影响进行评价并提出相应例如减少占地、防治水土流失、污染物达标排放的环境保护措施，减免建设对水库水质的影响。

### 6.2.4 移民安置水质保护措施

至规划水平年，本工程住房安置对象 837 人，采用住房货币安置；非住房安置对象 21 人，采用农村宅基地后靠自建房安置。后靠自建房安置的移民可采用沼气池对

生活污水进行处理。农户产生的人畜粪便经沼气池发酵处理后，其中的有机成分可得到降解，有害细菌也将在沼气池内的高温环境下被大量杀灭。沼气池不但可以使农村生活污水得到初步降解，而且沼气的利用为移民解决了部分生活燃料的问题，从而减少了移民砍柴对当地植被带来的破坏。同时沼气池的出渣和出液也可用来作农家肥，为农民节省了部分购买化肥的费用，也促进新开垦土地的尽快熟化。

## 6.2.5 生态用水保障措施

### 6.2.5.1 施工期保障措施

根据施工期用水需求分析，双河洞沟流域因流域面积小而天然来水少，枯水期双叉河沟来水不能满足上水库施工用水需求，双河洞沟基本能满足下水库施工用水需求。施工期间，需优先保障生态流量，再取水保障施工。工程考虑在库盆内利用围堰或修筑低坝，贮存能够满足月调节容量的水量，以满足高峰期施工用水和生态用水需求。

施工期应在上、下水库工程区下游设置生态流量监控设施，确保上、下水库生态流量不低于  $0.0106 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $0.0659 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

### 6.2.5.2 初期蓄水保障措施

上、下水库下闸封堵后，拟采取设置泵站在上、下水库内抽水下放至坝下河道内的生态供水措施来保障生态流量。

### 6.2.5.3 运行期保障措施

建全抽水蓄能电站运行期间不消耗水量，只在汛期来水较多时拦蓄少量来水用于补充水库渗漏、蒸发损失量。电站建成后，利用枢纽建筑物上设置的生态放流管下泄生态流量。

上水库生态流量管结合竖井式溢洪道布置，采用管径为 10cm 的钢管，进水口高程位于死水位以下，在进口处设置拦污栅，防止杂物进入堵塞钢管，管线垂直向下沿竖井段衬砌混凝土（或沿导流洞进口至竖井段衬砌混凝土）及隧洞段边墙混凝土，从隧洞边墙混凝土末端穿出，在出口处设控制阀门，对泄放流量控制。管中水流经跌水直接流入下游河道。

下水库采用管径为 20cm 的钢管，进水口高程位于死水位以下，在进口处设置拦污栅，防止杂物进入堵塞钢管，管线垂直向下转弯沿泄洪洞进口处洞脸衬砌混凝土延

伸至底板混凝土以下，与底板坡度相同，顺着泄洪洞右侧墙底板延伸至出口，经过消能挑坎混凝土从其右导墙穿出，在出口处设控制阀门，对泄放流量控制。管中水流经挑坎后护坦直接流入下游河道。

## 6.3 生态环境保护措施

### 6.3.1 陆生生态保护

#### 6.3.1.1 陆生植物保护措施

##### a) 生态影响的避让和减缓措施

##### 1) 优化工程设计

优化工程布置，工程选址应尽量避免占用区域天然林地，施工便道尽量不要从成片的林地中穿过，应尽量选择荒地、滩地和水库淹没土地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

优化施工方案，工程大坝、弃渣场、加工系统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。

优化施工时序，评价区农田生态系统多分布于上水库库区内，优化施工时序，在上库区施工时建议在农作物收获后施工。

##### 2) 加强施工管理

划定施工活动范围，加强施工监理及宣传教育活动。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。

设置警示牌，施工期间，在坝址区域、承包商营地、仓库加工厂区域、石料开采场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。

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。

##### 3) 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。

##### b) 生态影响的恢复和补偿措施

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。施工结束后，对临时占地耕地及林地应进行场地清理、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，此在植被修复过程中，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；②根据立地条件进行植被恢复

### 1) 枢纽工程区

在枢纽工程边坡开挖、回填前，结合地形条件在开挖边坡上游侧布置截水沟，开挖石质边坡及喷混边坡局部采取挂网喷播植草、种植槽垂直绿化等措施，枢纽工程施工结束后，对工程区内除永久建筑物占地之外的临时施工迹地恢复植被，树(草)种选取当地乡土品种，对于坝区施工临时占地后期进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式进行植被恢复，对于坝区施工临时占地后期进行植被恢复，采用乔灌草结合的方式进行植被恢复。

### 2) 弃渣场区(含转料场)

弃渣堆存初期，在雨季采用绿色防尘网覆盖裸露坡面防护，防止因雨水冲刷坡面产生水土流失，弃渣前首先进行表土剥离，剥离厚度 30cm，剥离的表土集中运至指定表土堆存场堆存并防护，各弃渣场堆渣完毕后，对渣体边坡和顶面进行整治，边坡采用网格梁植草护坡，顶部覆土并选择乡土树草种恢复植被，物种可选择杉木、马尾松、桉木、欆木、狗牙根等。针对弃渣场边坡设置网格梁植草护坡。

转料场堆料前于沟道下游坡脚处设置混凝土挡墙；底部设置排水盲沟和排水涵洞。转运料使用完毕后，对转料场施工迹地场地平整覆土后选择乡土树草种恢复。

### 3) 道路复建工程

对剥离表土临时堆存并统一采取防护措施，施工过程中的临时松散堆土体雨季采用绿色防尘网临时覆盖。保存占地区熟化土，用于植被恢复。为防止施工占地区表层

土的损耗，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存，待施工结束后用于施工场地平整、回填，以恢复土壤理化性质，用于后期绿化。

针对弃渣场边坡设置网格梁植草护坡，采用乔灌草结合的方式进行植被恢复。

#### 4) 电力与通信复建工程

针对电力与通信工程施工迹地，撒播百喜草、狗牙根和黄荆灌(草)籽绿化，选择颗粒饱满无病虫害的优良草籽，发芽率要超过 95%，密度为 80kg/hm<sup>2</sup>。

#### c) 生态影响的管理措施

##### 1) 建立管理体系

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。制定工程建设的生态保护规定。

强化对现有植被的管理。施工前划定施工活动范围，确保施工人员在征地范围内活动；施工过程中，加强对施工人员的管理，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。

##### 2) 加强宣传教育活动

施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员及附近居民等进行环保宣传教育，提高施工人员及附近居民对环境的保护意识。坚决制止评价区植被的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林资源。

##### 3) 控制林木砍伐

严格控制施工林木砍伐数量，征地范围之外的林木严禁砍伐。临时用地范围内的林木尽量少砍或不砍。

##### d) 古树保护措施

评价区分布有古树 1 株，为黄葛树，与拟建的通风兼安全洞直线距离约 500m，工程建设不会对其造成较大影响。现场调查到，该株植物生长情况良好，因此，在施工前应对道路工程进行优化，使其远离古树；同时以古树为中心，设置 5m×5m 的围栏进行保护，并设置宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动。

##### e) 对外来入侵物种的防治措施

评价区内调查的外来入侵物种有藿香蓟、飞机草、小蓬草等。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。

#### 1) 加大宣传力度

加强对外来入侵物种的识别能力，并对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传。

#### 2) 加强植物检疫

施工期加强对施工材料的植物检疫工作；运营期严格对经过工程路段运输植物、木材等车辆进行植物检疫，避免带入新的外来入侵物种。

#### 3) 加快植被恢复

加快对工程区域内裸地的植被恢复进度，植被恢复时要以当地阔叶乔灌木种类为主，尽量密植或营造复层植物群系，迅速占领裸露空间，限制外来植物侵入。

#### 4) 清理外来入侵物种

对于此次调查到的外来入侵植物应对其进行清处，防止其进一步的扩散生长。

### 6.3.1.2 陆生动物保护措施

#### a) 生态影响的避让和消减措施

##### 1) 优化工程施工

优化工程施工，大型作业及爆破活动等要避开动物活动的高峰期，如晨昏等。两栖动物中的蛙类、鸟类和兽类中的夜行型物种对灯光较为敏感，施工尽量安排在白天进行，夜间不施工。禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行，减少噪声对动物的干扰。

##### 2) 加强施工管理

本工程的永久占地和临时占地相对分散，工程应严格控制在征地范围内，减少对动物生境的破坏。施工场地平整及水库库底清理前采取鸣笛敲鼓等办法驱逐野生动物，保证其顺利迁移。上水库和下水库的石料中转场、弃渣场、表土堆存场等等应做好防护，设置截排水沟，防止雨水冲刷造成水土流失对野生动物生境的破坏。车辆在场内道路上行驶时，严格控制车速，在车辆行驶时如遇野生动物需减速缓行，以免伤及。

在各施工区设置警示牌或拦网，标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，非施工区严禁烟火、狩猎等活动。加强施工场地、业主营地等处的各类卫生管理(如

个人卫生、粪便和生活污水), 避免生活污水的直接排放, 减少水体污染; 保护动物的生境。生活垃圾及时清运, 避免蚊蝇滋生、鼠类聚集。

工程各类材料临时堆存场处应尽量密闭, 防止扬尘、粉尘对周围环境空气质量的破坏, 砂石加工时, 对该区域的进行洒水抑尘, 减少扬尘、粉尘等对动物活动的影响。

### 3) 加强宣传教育活动

提高施工人员的保护意识, 严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》。施工前对施工人员进行宣传教育, 严禁捕杀野生动物, 特别是国家级和重庆市重点保护野生动物, 施工过程中如遇到要优先保护。

### b) 生态影响的恢复和补偿措施

工程结束后, 对临时占地区要及时进行植被恢复, 对永久占地区进行绿化, 尽快恢复占地区的植被, 以有利于野生动物栖息繁殖。

### c) 生态管理措施

#### 1) 加强施工监控和管理

建设单位应配备包括保护野生动物和生态环境在内的专职或兼职巡护人员, 加强生态环境的监控和管理, 防止人类开发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。

#### 2) 加强防疫

自然疫源性疾病的传播者(部分鼠类), 在上下库蓄水后, 将向非淹没区转移, 其密度将有所增加, 在这种情况下, 既要维护自然生态系统的食物链关系, 又要重视对非淹没区的人、畜和工程施工人员防疫工作。

#### 3) 开展生态监测

施工期间和运行期一定时间内在评价区内进行生态监测, 以及时评估工程对生态环境的影响。

### d) 重点保护动物保护措施

评价范围内陆生野生脊椎动物中, 未发现国家一级重点保护野生动物, 有国家二级重点保护野生动物有 1 种, 为红腹锦鸡。红腹锦鸡主要栖息于山地常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林中, 易施工产生的噪音及施工期间的人为活动。施工过程中, 应

避免在红腹锦鸡活动频繁的晨昏进行噪音较大的施工活动，车辆通行时减少鸣笛、控制车速。

### 6.3.2 水生生态保护措施

#### a) 生态影响的避免措施

##### 1) 优化工程施工

合理安排施工建设计划，分段分区域开展施工，避免各河段、各施工作业区域施工时间过于集中导致悬浮物等产生过多累积影响更大。为尽量减少对河段生境的影响，避免因雨季河流增加及雨水冲刷坡岸导致影响扩大，施工活动应避开频繁降雨量高导致河段水流量高的时段，建议在枯水期开展施工作业。

加强对施工工艺的优化，避免工程产生的废渣或扬尘飘落散布至附近水域，对水环境和水生生物产生负面影响。减少工程废弃物对水体的污染，弃渣场址设置的区域应远离水域，且周围设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟等保障措施，避免弃渣流失造成上、下水库河段的水质污染。

##### 2) 加强施工管理

为避免施工活动和其他人为因素对评价区包括鱼类在内的水生生物资源及生境的影响破坏，应制定相应管理规定，严禁施工水域库区周边渔民擅自采用违规违法手段进行捕鱼、破坏水生植被，考虑到施工人员利用职务之便非法捕捞野生鱼类造成对鱼类资源破坏的可能，工程期间加强对施工人员出入作业场所的管控，严格限定活动场所范围。必要时开展对周边居民的宣传教育工作，增强居民的环境保护意识。

工程建设中减缓对环境破坏的同时，应设立生态影响管理机构，安排专门负责人员加强对环境保护规定和措施的落实，工程建设施工和运行期应定期开展生态环境跟踪监测调查。

考虑到人为活动对生态环境的干扰和破坏，应加强施工人员各类卫生管理(如个人卫生、粪便和生活污水)，生活污水经处理后回用；生活垃圾进行收集，定期集中处理。避免生活污水的直接排放，尤其禁止抛弃有毒有害物质，减少水体污染。注意对施工产生废水的处理，对施工区生产的废水进行污水收集和净化，各种废水经过处理后作为循环用水或绿化灌溉用水，尽量不外排，确保河道水体达到水环境功能所要

求的水质标准，避免施工废水的随意排放对水生生物和生境产生影响。

#### b) 生态影响的消减措施

##### 1) 生态流量保障措施

为减缓水库运行时坝下减水造成坝下鱼类栖息环境缩限的影响，应采取下放下泄流量措施并同步设置下泄流量监控设施，保证河流不断流。上、下水库生态流量按坝址多年平均流量的 15%考虑，蓄水期可设置泵站由水库抽水下放至坝下河道内的生态供水措施，保障生态用水。

##### 2) 进出水口拦鱼措施

抽水蓄能电站机组会对过机鱼类造成损伤，工程引水、放水过程中，部分鱼类可能通过引水管道口被卷入浑水管中，因此有必要装备拦鱼设施。根据进出水口流速特征，在进出水口合适位置建设电赶拦鱼系统。电赶拦鱼是由脉冲电发生器、电极及导线组成，它是由脉冲电流通过电流电栅在水中形成一个无形的网，利用鱼类具有的洄游、逃避、集群等生活习性，当鱼在靠近电极 3m 处时可以感觉到微弱的电流，越近电极时电流越强，鱼类在受到刺激后，将本能地向电场较弱的方向逃游，从而达到防逃目的。

#### c) 生态影响的管理措施

结合当前抽水蓄能工程情况特点，制定具体的工程建设生态保护规定。必要时成立项目生态保护工作领导小组，明确相关人员具体职责和工作范围，加强对工程建设过程中生态环境保护工作的领导和监督。

在工程管理机构应设置足够且专业的生态环境管理人员，建立各种生态管理及报告制度，安排相关人员在抽蓄工程施工期和运行期持续开展生态影响的监测或调查，实时掌握工程推进对评价区生态系统的影响程度。

加强对施工活动和施工人员的管理。施工过程中，加强人员活动的管理，禁止施工人员对工程附近水域水生植被的破坏和水体的污染，禁止滥捕鱼类资源，严格限制施工人员在施工现场的活动范围，防止破坏沿线涉及水域的生态环境。

树立生态绿色施工理念，提高环保认知。在管理机构内部及工程周边居民活动区定期开展工程影响区的环境保护普及宣讲教育活动，调动和提高管理人员、施工人员和周边居民的环境保护意识和积极性，使评价区的后续生态状况持续向良性或有利方

向发展。

## 6.4 大气环境保护措施

施工区大气污染源众多且分散，难以采取集中方式处理，因此大气环境保护措施需要与施工组织密切结合，从施工工艺、施工技术、施工设备、污染物削减、施工区与敏感点防护等多渠道或方式来减缓工程建设引起对大气环境污染的影响。

### 6.4.1 主要防治措施

#### 6.4.1.1 基坑开挖粉尘控制措施

优化开挖爆破方法，采取产尘率低的开挖爆破方法，减少单响药量和每次爆破的总装药量，并采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量；爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机。

#### 6.4.1.2 砂石(垫层料)加工系统粉尘控制措施

砂石(垫层料)生产过程中，需注意喷雾器的维护，保证骨料得到足够的润湿；制砂中细碎车间破碎机需配除尘器，以减小砂石加工的粉尘源强浓度。砂石(垫层料)加工系统附近辅以洒水降尘措施，使粉尘影响时间和范围得到缩减。

#### 6.4.1.3 混凝土系统粉尘控制措施

本工程混凝土均采用成套封闭式拌和楼进行生产；水泥和粉煤灰运输采用封闭运输，以避免运输和拌和过程中的扬尘；要保证拌和楼和运输容器良好的密闭状态；加强对混凝土生产系统吸尘、收尘设备的使用效果的监测混凝土生产系统附近辅以洒水降尘措施，控制粉尘影响范围。

#### 6.4.1.4 交通运输扬尘与废气控制措施

施工运输车辆应选用符合国家有关标准的车辆，保证尾气达标排放；出入施工区道路路端设置洗车槽，避免施工车辆将泥土带出施工场地；运输土石方的车辆使用篷布覆盖或者可启闭车箱盖，石灰、粉煤灰、水泥采用密闭式集装箱运输，原料和产成品运输实行口对口密闭传递，减少运输过程中的粉尘；对施工道路勤养护、维修、清扫，进行无雨日洒水车喷水降尘等工作，保持路面清洁、运行状态良好，抑止施工运输扬尘，要求施工区道路洒水一日四次，洒水时间控制在 07:00、12:00、17:00、22:00。

#### 6.4.1.5 食堂油烟控制

严格要求各施工营地食堂按照要求安装油烟净化设备，并保证操作期间按要求运行，确保废气排放满足《餐饮业大气污染物排放标准》(DB50/1859-2018)要求。

#### 6.4.1.6 其他大气污染防治措施

施工区内施工人员应加强个人防护，佩戴防尘口罩等个人防护用品；地下工程通过采用增设通风设施，加强通风，降低废气浓度；施工面经常洒水，以保持材料一定的湿度，不至于因材料的卸堆、拌和、摊铺作业而产生扬尘。后期开采的表土应按指定的堆放地堆放，场地周围应设置拦挡，对顶面进行洒水，或者铺撒草籽，防止大风扬尘而造成大气污染。

### 6.4.2 防治措施效果分析

本工程对大气环境的影响仅限于施工期，主要污染物是粉尘。在采取了相应的防治措施后，施工粉尘得到有效的控制，对周围居民的影响可控制在接受范围内。

## 6.5 声环境保护措施

本工程施工区噪声主要来源于施工开挖、钻孔、砂石粉碎、短时和定时爆破、交通噪声等。施工产生的噪声为临时性影响，声波能量在时间上不具有累积性，故声环境以保证敏感点的声环境质量满足区域环境要求为控制目标。因此本工程的噪声防治目标是通过有效的控制措施，最大限度地降低施工噪声的影响。

### 6.5.1 设备运行噪声控制

#### 6.5.1.1 设备选择

为降低开挖、填筑和运输设备运行的噪声影响，保护施工人员身体健康，施工单位必须选用符合国家有关环境保护标准的施工和运输机械，如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》(GB 1495-2020)的相关要求，其它施工机械满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

#### 6.5.1.2 设备运行要求

应尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低

噪声源的声级强度。加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。结合施工区环境状况制定道路交通管理法规；在危险路段、降噪路段设执勤人员；车辆在通过居民点和施工生活区时应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

### 6.5.2 爆破噪声控制

针对施工区爆破噪声，可采取以下控制措施：减少单响药量和每次爆破的总装药量，减少预裂或光面爆破中导爆索的用量；对于深孔台阶爆破，注意爆破方向，尽量使爆破正方向避开公路；禁止夜间 22:00~次日 6:00 爆破，并根据施工进度的要求制定昼间爆破时段，并提前告知周围居民。

### 6.5.3 生产加工系统运行噪声控制

针对砂石料加工、垫层料加工、混凝土生产等系统运行时产生的噪声，可采取以下的控制措施：选用低噪声的机械设备和工艺，尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度；施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声；在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，对机械设备进行合理布置，噪音较大的施工工厂门窗朝居民住宅的反方向布置；合理安排施工时间，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行，以减小对周围声环境的影响。

### 6.5.4 敏感受体噪声防护措施

本工程所在的双河洞沟流域分布有高阳镇建全村(包括建全自然村、柏杨自然村)、金惠村(包括惠民自然村、荆竹自然村)、桂林村、海坝村、团结村的居民，约有 210 户，较为集中建全集镇(包括建全村一组、二组、三组、四组)约有 109 户。

从环境保护角度出发，对居民点实施隔声墙防护可有效的降低施工过程中噪声对居民的影响。隔声墙是根据各噪声源与敏感点位置关系、地形条件以及噪声源强大小确定其长度和高度，使受到影响的居民住宅区域噪声控制在标准范围内。本工程征地红线外的居民住宅大部分并未紧贴施工区，在施工区噪声源复杂多样的情况下，固定

式隔声墙布置不经济且效果难以保障，还会妨碍居民出行与车辆运输。从施工管理要求和居民生活便利性方面考虑，可通过优化施工组织设计、合理施工道路与施工系统、加强施工管理、控制昼夜间施工强度、设置临时隔声墙等措施来减免影响，施工区周围居民住宅区域应达到《声环境质量标准》中 1 类标准。

#### 6.5.5 其他噪声控制措施

在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向安静的场所。为减免噪声对施工生活办公区的影响，施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离，建筑材料方面应选择具有较强吸声、消声、隔音性能的材料，以降低噪声的影响。

施工承包商应加强施工人员的劳动保护，配备防声用具，施工人员在进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，应配戴个人防声用具。对于强噪声源，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员尽量远离噪声源。

### 6.6 固体废弃物处理措施

#### 6.6.1 施工期固体废弃物处理

##### 6.6.1.1 生活垃圾处理

###### a) 施工区生活垃圾产生量

本工程施工高峰期人数为 2100 人，以人均生活垃圾日产量按照 1.0kg/人计算，施工区高峰期生活垃圾产生量为 2.1t/d；主体工程施工为 6 年，施工期生活垃圾产生总约 4600t。

###### b) 生活垃圾收集

按照《城镇环境卫生设施设置标准》(CJJ27-2005)的要求，设置施工区环境卫生设施，主要包括公共厕所、垃圾筒(箱)、果皮箱等。公共卫生设施的布置应根据施工总体布置，结合工程管理实际和施工人员居住区分布状况，设置永久性或半永久性设施及临时卫生设施。生活垃圾筒(箱)与果皮箱设置：为了便于生活垃圾的收集与清运，在各施工区、办公区及施工人群密集区设置垃圾筒(箱)和果皮箱。

### c) 处理方式

分析施工生活区生活垃圾的成分(见表 6.6.1)，垃圾无机物成分比较高。根据施工区的情况，施工区生活垃圾宜采用分类后集中处理，无机垃圾堆至渣场，厨余可转当地农民转运利用，剩余的其他垃圾可再采取其他方式进行集中处理。

表 6.6.1 施工生活区生活垃圾成分表

有机成分						无机成分			
厨余	鲜果皮	木草	废品			废品		煤灰	砖渣
			塑料	织品	废纸	玻璃	金属		
21.1%	6.7%	6.2%	4.6%	0.1%	1.2%	1.35%	0.05%	44%	14.7%

根据表 6.6.1 和需处理的垃圾预测计算量，施工期施工生活垃圾处理量仅为 1414t，若采用卫生填埋进行处理，其库容要求不足 2400m<sup>3</sup>；施工区下游为三峡水库以及小江湿地自然保护区，不宜建设生活垃圾集中处理设施。同时，施工区生活垃圾产生量小，垃圾量中有机成分少，施工区生活垃圾不适合进行堆肥处理。因此，推荐采用卫生填埋对施工区生活垃圾进行集中处理。工程区距高阳镇较近，可将施工区生活垃圾分类处理后，交当地环卫部门外运处理。

### d) 处理流程

施工区的生活垃圾采用分类集中后进行综合处理，剩余的生活垃圾运至高阳镇生活垃圾中转站(运距约 13km)，由高阳镇环卫部门定期运至云阳县生活垃圾处理场进行处理。施工区生活垃圾填埋处理流程见图 6.6.1。

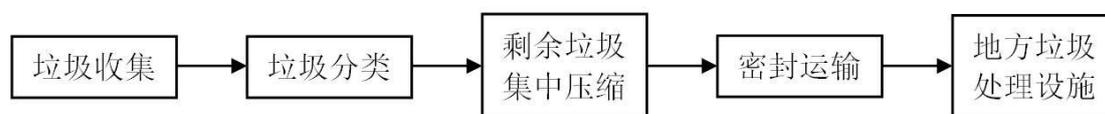


图 6.6.1 施工区生活垃圾填埋处理流程图

#### 6.6.1.2 危险废弃物处理

施工期，生产、管理过程可能会产生污水处理系统油泥、含油棉纱和毛毡等属于危险废物的固体废弃物，应在上、下水库施工区内设置的危废收集设施，并对收集的危废进行分类、登记和标志后贮存。运行期，地下厂房油污分离器分离处的油污，也属于危险废物，也需建设单独的危废收集设施。危废收集设施应能满足《危险废物储

存污染控制标准》(GB185597-2001)及修改单和危险废物相关管理制度的要求。集中后的危废应交有危废处理能力和资质的单位进行处理。

### 6.6.2 运行期固体废弃物处理

工程运行期间,产生的固体废弃物主要包括运行管理人员产生的生活垃圾、油污经油水分离后产生的废油以及含碱废水等。运行期产生的生活垃圾收集后交当地环卫部门定期运往当地垃圾处理设施处理。废油、含碱废水以及其他危险废物,集中后交有处理能力和资质的单位进行处理,危废收集设施应能满足《危险废物储存污染控制标准》(GB185597-2001)的相关要求。运行期固体废弃物纳入电站的运行期管理工作中。

### 6.6.3 移民安置生活垃圾处理

本工程规划水平年搬迁安置人口为 858 人,837 人(住房安置对象)采用住房货币安置,21 人(非住房安置对象)采用农村宅基地后靠自建房安置。根据住房安置对象的搬迁移民意愿,选择在高阳镇集镇或临近周边区域购买住房是主要的安置去向。后靠自建房安置移民生活污水可建设沼气池进行处理;住房货币安置移民、后靠自建房安置移民,产生的生活垃圾均可纳入高阳镇的生活垃圾处理系统中处理。

## 6.7 其他环境保护措施

### 6.7.1 地下水保护措施

本工程输水隧洞和地下厂房地下水主要是基岩裂隙水。工程区地下水丰富,为保证施工安全和施工顺畅,基本不对地下水渗漏进行封堵,地下水经隧洞(洞室)内排水系统外排,被施工污染的地下水进入废水处理系统进行处理。运行期,输水隧洞以及各施工支洞均将被封堵,地下水渗漏点会被浇灌的衬砌混凝土封堵,只有地下厂房可能存在渗水,将通过房排水系统(自流排水洞)排出地下厂房。

### 6.7.2 水土保持措施

#### 6.7.2.1 防治区划分

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),通过实地调查,在确定的水土流失防治责任范围内,依据本工程的工程布局、施工扰动特点、建设时序、

水土流失影响等进行水土流失防治区分区。应遵循以下相关原则和规定：

- a) 各区之间应具有显著差异性。
- b) 同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似。
- c) 根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级。

d) 一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；

e) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。水土流失防治分区分为枢纽工程区(含上水库枢纽区、下水库枢纽区、输水系统及发电厂房系统)、弃渣场区(含上、下水库死库容堆渣区、秦家河弃渣场以及上下库转料场)、表土堆存场区、交通设施区、施工生产生活区(含施工生产区和施工生活区)、专项设施复建区(道路工程和电力通信工程)和水库淹没及库岸区。

#### 6.7.2.2 措施总体布局

##### a) 防治措施布设原则

本工程水土流失防治措施的布设原则如下：

1) “因地制宜，因害设防”的原则。重点对交通设施区、料场区、弃渣场区(含表土堆存及转料场)的水土流失进行治理。做好枢纽工程区高边坡、施工道路、弃渣场和表土堆存场的截、排水设施，防治水土流失。对弃土、弃渣实行集中堆放，按照“先拦后弃”的原则，控制施工弃渣、表层土的流失。

2) “预防为主，防治结合，综合治理”。严格控制施工活动范围，保护好防治责任范围以内未受扰动地表及其植被，防止对防治责任范围以外的地表及其植被的扰动或破坏。水土保持措施设计应遵循永久性措施与临时性措施、工程措施与植物措施相结合，以及点、面结合的原则，建立完善的水土流失防治措施体系。

3) “生态优先，绿色发展”。适地适树，按要求提高植物防护标准。植物措施设计时，施工营地和业主营地植被恢复措施以乔木为主，灌草结合的方式，恢复、改善项目区的生态环境。工程位于大陆性中亚热带季风湿润气候区，在进行水土保持植物措施设计时，优先选择本地乡土树(灌草)种和常用水土保持树(灌草)种，措施配置与周

边景观相协调。在不影响主体工程安全和运行管理要求的前提下，地表裸露部分尽可能采取植物措施。

#### b) 措施总体布局

根据对主体工程设计的水土保持分析评价、水土流失预测结果和水土流失防治分区特点，结合本工程自然环境状况，确定各分区水土流失防治措施布局。

针对本工程的水土流失特点，因地制宜，因害设防，合理布设水土流失防治施工辅助措施、植物措施和必要的工程措施，力求在较短时间内有效防止因工程施工造成的水土流失。在结合主体工程设计已有的水土保持工程的基础上，本工程提出以下水土保持措施：

##### 1) 枢纽工程区

上、下水库枢纽等部位施工前表土收集、开挖边坡上游截水沟；施工期间周边排水沟、临时覆盖；施工后土地整治、网格梁植草护坡、混凝土边坡高次团粒挂网喷播、低石质边坡挂网喷播植草和施工扰动裸露场地植被恢复。

##### 2) 弃渣场区

库盆型弃渣场施工前设置堆渣坡脚拦挡措施；施工中马道排水沟、沉沙池措施；施工后干砌石护坡。沟道型弃渣场施工前堆渣坡脚拦挡措施和防洪排导工程；施工中周边和马道排水沟、沉沙池；施工后土地整治、顶部复垦或植被恢复、边坡网格梁植草护坡。转料场部位施工前表土收集、堆渣坡脚临时拦挡措施；施工中周边临时排水、临时沉沙措施；施工后土地整治、顶部复垦或植被恢复、边坡网格梁植草护坡。

##### 3) 表土堆存场区

施工前护脚墙拦挡、周边排水沟；施工中排水沟出口沉沙池、土工布临时覆盖；施工后土地整治、复垦或植被恢复。

##### 4) 交通设施区

道路施工前表土收集、开挖边坡及隧道进出口开挖边坡设置截水沟、填方路基侧拦挡措施；施工中沉沙池、临时覆盖措施；施工后土地整治、永久道路回填边坡网格梁植草护坡、混播草籽护坡、高陡岩质及喷锚边坡植生槽绿化、石质边坡喷播植草护坡，永久道路路肩行道树绿化，临时道路路面植被恢复、边坡混播灌草籽。

### 5) 施工生产生活区

施工生产生活设施部位施工前表土收集、场地拦挡措施；施工中场地排水、沉沙池、临时覆盖措施；施工后土地整治、平台复垦、植被恢复或景观绿化、边坡网格梁植草护坡。回填边坡坡脚护脚墙拦挡措施；施工中临时覆盖；施工后混播灌草籽绿化。

### 6) 专项设施复建区

施工前表土收集、开挖边坡外围设置截水沟；施工中场地排水沟、道路排水管、跌水井、检查井、雨水口、临时拦挡和临时覆盖；施工后场地绿化，行道树绿化、边坡混播灌草籽绿化、网格梁植草护坡。

### 7) 水库淹没及库岸区

施工前表土收集、施工中临时拦挡和临时覆盖；施工后坡脚抛填护脚。

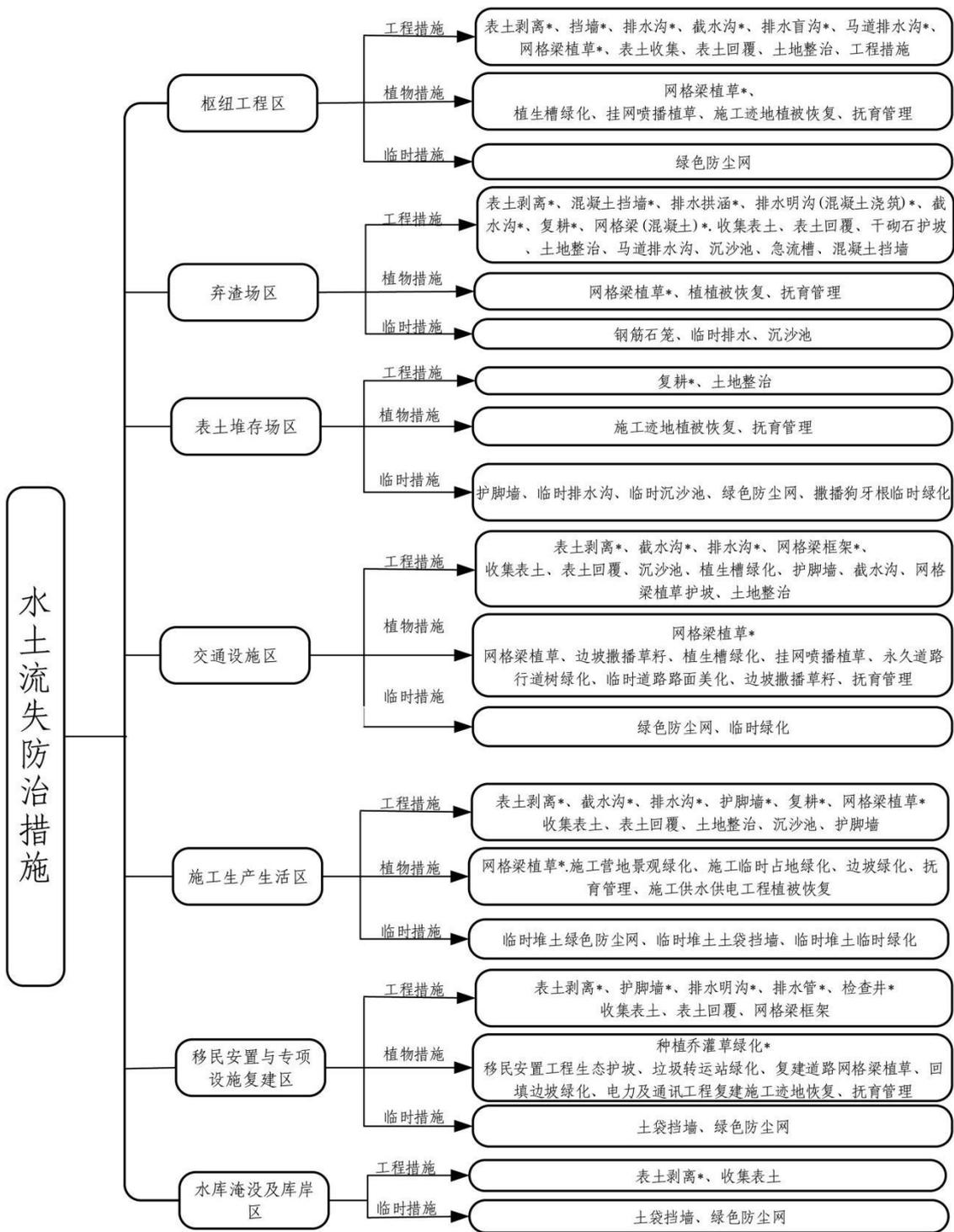
本工程水土流失防治措施体系见表 6.7.2 和图 6.7.2。

表 6.7.2 水土流失防治措施体系表

防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
枢纽工程区	主体设计：表土剥离、挡墙、排水沟、截水沟、排水盲沟、马道排水沟、网格梁植草；方案新增：表土收集、表土回覆、土地整治	主体设计：网格梁植草 方案新增：植生槽绿化、挂网喷播植草、施工迹地植被恢复抚育管理	方案新增：绿色防尘网
弃渣场区	主体设计：表土剥离、混凝土挡墙、排水拱涵、排水明沟(混凝土浇筑)、截水沟、复耕、网格梁(混凝土)；方案新增：收集表土、表土回覆、干砌石护坡、土地整治马道排水沟、沉沙池、急流槽、混凝土挡墙	主体设计：网格梁植草 方案新增：植被恢复、抚育管理	方案新增：钢筋石笼、临时排水、沉沙池
表土堆存场区	主体设计：复耕 方案新增：土地整治	方案新增：施工迹地植被恢复抚育管理	方案新增：护脚墙、临时排水沟、临时沉沙池、绿色防尘网、撒播狗牙根临时绿化
交通设施区	主体设计：表土剥离、截水沟、排水沟、网格梁框架；方案新增收集表土、表土回覆、沉沙池、植生槽绿化、护脚墙、截水沟、网格梁植草护坡、土地整治	主体设计：网格梁植草 方案新增：网格梁植草、边坡撒播草籽、植生槽绿化、挂网喷播植草、永久道路行道树绿化、临时道路路面美化、边坡撒播草籽、抚育管理	方案新增：绿色防尘网、临时绿化

表 6.7.2(续)

防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
施工生 产生活 区	主体设计：表土剥离、截水沟、排水沟、护脚墙、复耕、网格梁植草；方案新增：收集表土、表土回覆、土地整治、沉沙池、护脚墙	主体设计：网格梁植草 方案新增：施工营地景观绿化 施工临时占地绿化、边坡绿化 抚育管理施工供水供电工程植 被恢复	方案新增：临时堆土 绿色防尘网、临时堆 土土袋挡墙、临时堆 土临时绿化
专项设 施复建 区	主体设计：表土剥离 方案新增：收集表土、表土回覆、网 格梁框架	方案新增：复建道路网格梁植 草、回填边坡绿化、电力及通 讯工程复建施工迹地恢复、抚 育管理	方案新增：土袋挡墙、 绿色防尘网
水库淹 没及库 岸区	主体设计：表土剥离 方案新增：收集表土	-	方案新增：土袋挡墙、 绿色防尘网



注: \*为主体工程已有措施

图 6.7.2 水土流失防治措施体系图

### 6.7.3 土壤环境保护措施

本工程施工期及运行期各类污废水、固体废物应按照环境功能要求进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。对工程区内耕地、园地、林地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。运行期加强库区水质管理，确保水库库区良好的水质。

### 6.7.4 人群健康保护措施

#### a) 卫生清理

为确保施工区的环境卫生，应采取消、杀、灭的措施对施工营地进行卫生清理，其目的是降低施工区各种病原微生物和虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾​​病和自然疫源性疾病的流行。对原有生活性污染源旧址的一次性清理和消毒；对有关动物性传染源和传播媒介的杀灭，灭害范围主要针对生活区和施工人群活动较频繁的作业区，特别是临时性房屋和设施的人群居住区。施工期内每年应对施工人员居住区定期开展消毒灭害工作。

#### b) 疾病预防

为保护人群健康，施工承包商应对进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解将要进入施工区施工人员的健康和带菌情况，发现和控制带菌者及其进入施工区的新病种，防止在施工人群中造成相互传染和流行。同时，施工承包商应制定施工人员的预防免疫计划和建立防疫机构。

#### c) 食品安全管理

施工期间，应按食品卫生和有关的规章制度加强执法监督和管理。饮用水源水及饮用水水质需进行监测，随时掌握其变化动态。定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查，除日常清理外每月集中清理不得少于 2 次。每年定期健康检查中要特别注意对食堂服务人员和供水工作人员的检查，食堂人员需持证上岗，对传染病菌携带者要及时撤离岗位。

#### d) 环境卫生管理

为保证施工区环境卫生状况，环境卫生应实行早、中、晚三次清扫；生活垃圾应做到一日一清。施工期需要作好粪便清理管理工作，不能随意排泄。根据《城市公共

厕所规划和设计标准》(CJJ14-2016)城镇公共厕所的设置要求和施工区分布情况设置固定厕所，每个厕所内应配备相应的自来水冲洗系统，保持空气流通，采光良好，有夜间照明设施，地面要坚硬平整，便于清扫，化粪池要符合标准；办公生活区厕所应与建筑物配套；在人群不密集地区设置流动厕所。

#### 6.7.5 移民安置环境保护措施

##### a) 水环境保护措施

加强对施工机械和施工人员的管理，防止机械跑冒滴漏，施工材料堆放场地尽可能远离水体，并做好防护。

##### b) 生态环境保护措施

施工期间，应尽量减少临时占地，减少植被损失，施工结束后，应对开挖边坡及时进行植被恢复，减少地表裸露时间。

##### c) 大气和声环境保护措施

对道路开挖形成的裸露地表，应及时进行洒水降尘；临时堆置的土石方，采用土工布围护，减少扬尘；运土卡车及建筑材料运输车应采取防止洒落措施；对运输过程中洒落在路面上的泥土要及时清扫，以减少扬尘。

在临近村庄施工时，应合理安排昼间施工时间，尽量避免在中午休息时段进行机械和爆破施工作业；夜间禁止施工。加强施工管理，做好高噪声施工机械的维护和保养。

##### d) 固体废弃物处置

加强施工期施工生活垃圾管理，不得随意丢弃，垃圾收集后运至云阳县生活垃圾填埋场进行无害化处理。

##### e) 人群健康保护措施

移民建房时，应注意通风性、透光性，避免房屋内常年处于潮湿黑暗的状况，减少蚊虫的滋生场所。建立卫生检疫和人群健康观察制度，进行跟踪调查，做到及时发现及时治疗。利用发放宣传资料、广播和各种会议向群众宣传讲解卫生防疫知识；加强移民的健康教育，提高移民安置区群众的卫生素质，增强疾病防疫意识。

### 6.8 环境保护措施效果分析

本工程施工活动、电站运行期、移民安置均会对周围环境带来不同的影响。未避

免本工程对周围环境造成影响，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。通过对环境保护措施采取前后的效果分析，本工程环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程兴建对环境的不利影响。建全抽水蓄能电站建设期间环境保护措施效果分析见表 6.8。

表 6.8 环境保护措施效果分析表

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施		采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	保证措施	效果分析	环境影响
水环境	双河洞沟及支流双叉河沟	砂石料加工废水会增加双河洞沟的 SS	-2S	机械加速澄清法	垫层料加工系统	及时清渣、保证资金到位，注意废水监测频次	施工废(污)水经处理后回收利用，不会改变双河洞沟水系的水质	-1S
		垫层加工废水会增加双叉河沟的 SS		机械加速澄清法	垫层料加工系统			
		混凝土生产系统废水会增加溪沟的 SS		混凝沉淀法	上、下水库混凝土系统旁			
		修配系统废水排放增加溪沟的石油类浓度		小型隔油池	上、下水库机械修配场内			
		地下洞室排水排放增加溪沟的 SS		机械加速澄清法+隔油	施工支洞、进场交通洞、安全兼通风洞、自流排水洞等洞外			
		基坑排水排放增加溪沟的 SS		加药沉淀	上、下水库基坑			
	施工生活污水会增加溪沟溪 BOD <sub>5</sub> 、COD 浓度	-2S	一体化设备	上水库、输水发电系统、下水库施工营地，业主营地	沉渣及时清运、保证资金到位，注意污水监测频次			
坝址下游生态	施工期、初期蓄水和运行影响、运行坝址下游用水	-2S	保证生态流	上、下水库坝址	优先保障生态流量，蓄水期设置泵站抽水，建设上水库、下水库生态放流管	对下游生态、居民生活、生产用水基本无影响	-3L	
生态环境	植物及景观	水库淹没、工程施工导致植被的损失	-3S	采取水土保持措施，进行生态补偿和修复措施，对古树实施就地保护措施	上、下水库施工区	确保资金专款专用，落实生态修复与建设措施，及时实施古树就地保护	避免水库淹没工程施工等对生态环境的负面影响	-2S

表 6.8(续)

环境要素	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施		采取措施后的环境影响	
	保护对象	破坏因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	保证措施	效果分析	环境影响
生态环境	陆生动物	水库淹没、工程施工影响陆生动物	-2S	控制爆破时间, 进行生态恢复	上、下水库施工区	力避中午、傍晚爆破, 加强管理	保护动物生境	-1S
	水生生物	水库蓄水影响水生动物	-2S	保证生态流量	上、下水库坝下河段	保证生态流量	恢复水生生物生境	
	减少区域内水土流失	施工导致新增水土流失	-3S	修建挡渣墙、护坡、绿化等	施工区、施工道路、生活区	资金到位, 与主体工程配套实施	防止新增水土流失	-1S
大气环境	居民及施工人员	大气中粉尘含量高, 影响施工人员身体健康	-2S	洒水	上、下库施工区及施工道路	定期洒水, 洒水范围要全面	减少粉尘对施工区大气环境的污染	-1S
		开挖、爆破及设备产生有害气体, 影响施工人员的身体健康	-2S	购买环保车辆	-	-	减少废气对施工区环境的污染	-1S
声环境	居民及施工人员	噪声对施工人及征地区居民有一定影响	-2S	禁鸣、限速为施工人员配备噪声防护用品	施工场地边、下库进场公路	加强施工管理, 控制爆破时段, 合理布置加工系统, 设置临时隔声墙	减少对施工人员及附近居民的影响	-1S
社会环境	自然景观	水库淹没、施工等影响自然景观现状	-2L	结合水土保持、植物绿化进行恢复	上、下水库临时征地	根据相关单位批复的保护计划进行实施	保护景观原貌不致因工程导致破坏	-1S
人群健康	双河洞沟水质及生活环境	生活垃圾可能影响附近水体水质、病媒动物孳生地	-2S	垃圾收集并交当地环卫部门进行处理	上、下水库施工区、生活区	垃圾、厕所要及时清理外运, 施工人员不能随意丢弃生活垃圾和随地大小便	保护附近水体水质	=S
	人群健康	卫生设施及检疫若处理不当, 可能导致施工区外源性传染病的流行	-1S	卫生清理设厕所, 进行疾病预防	上、下水库施工区	开展卫生清理与疾病预防	防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	=S
其他	减少工程对环境的破坏	制定环境管理制度, 设计的环境保护措施见将不可能得到落实	-2L	加强工程的环境监测、监理和环境管理	工程建设影响区	资金落实到位	保持工程地区环境质量的良好状态, 保证工程环保工作的顺利进行	+3L

备注：“-、+、=”分别代表环境性质为：不利、有利、中性；“L、S”分别代表影响时间为：长期、短期；“0、1、2、3”分别代表影响程度为：无影响、弱、中、强。

## 7 环境风险分析与应急措施

### 7.1 评价目的

根据工程规模、建设特点及周边环境特征，工程建设期间存在潜在的事故风险和环境影响，主要包括大坝开挖爆破风险、炸药爆炸风险、加油点事故风险、危险品运输事故风险、森林火灾风险、施工期污废水事故排放风险、地下厂房溢油风险、溃坝风险等。

根据《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)的要求，依据《建设项目环境风险评价导则》技术要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计、环境管理和环境风险防范等提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

### 7.2 评价等级

本工程设置 1 座炸药库，日常储存量约 8t；不设油库和加油站，工程所需油品通过油车(约 8m<sup>3</sup>)运至施工区域定点供应，突发环境事件风险物质主要为油类物质和乳化炸药，存量较小，最大存量小于临界值(2500t)，因此其总量与临界值的比值  $Q < 1$ ，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，本项目环境风险潜势为 I，环境风险评价可做简要分析。环境风险评价工作等级划分表见表 7.2。

表 7.2 环境风险评价工作等级划分表

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明

### 7.3 环境风险分析

#### 7.3.1 大坝开挖爆破风险评价

##### a) 风险识别

上、下水库都是在已有水库的基础上扩库，其开挖爆破产生的风险影响较小。上、下水库河谷深切，距离居民点较远，施工对民居的振动、爆破影响也较小。

##### b) 源项分析

上库大坝土石方开挖从两岸坝肩自上而下分层施工，土方利用推土机或反铲剥离集料，石方开挖采用潜孔钻配手风钻钻孔，梯段爆破，趾板石方开挖采用手风钻钻孔爆破，预留保护层进行光面爆破，挖掘机配 15t~20t 自卸车出渣。

#### c) 后果估算

上、下库坝址 200m 以内均没有敏感点，因此本工程大坝开挖爆破产生的震动、飞石等对居民的生命安全和居住设施影响较小。

#### d) 风险评价

水库大坝爆破主要集中在坝肩、坝基的基础开挖，爆破时段有限，且采用松动爆破，潜孔钻和手持式风钻钻孔爆破，由于工程区附近居民大部分将搬迁，施工爆破对周边居民的生命伤害和居住设施安全影响概率很小。

#### e) 风险防范措施

虽然下水库大坝爆破安全性较高，产生的危险较小，但仍需做好以下防范措施：

- 1) 制炸药用量，小范围局部爆破。
- 2) 限定爆破时段，禁止夜间爆破。
- 3) 爆破时安排专人进行巡逻，防止附近居民误入爆破现场。
- 4) 爆破时坝址下游侧做好施工围护或挡墙，防止爆破产生的飞石飞向周边居民。

### 7.3.2 加油点风险

#### a) 风险识别

工程施工加油点风险类型主要为油料在装卸过程和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

#### b) 源项分析

加油点发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。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。一旦泄漏或爆炸，对周边居民点和双叉河沟、双河洞沟等水体水质具有潜在危险。

#### c) 后果估算

本工程不设油库，由承包人自行负责油料供应，存在施工区临时加油的风险，油料运输过程和事故风险的油料泄漏对周边水体的有一定影响。

#### d) 风险评价

临时加油点是电站施工期的安全、消防重点管理区，建立有严格的安全管理制度。根据以往水利水电工程施工情况，加油点发生事故的可能性较小。

#### e) 风险防范措施

电站本身对加油点建立有严格的安全管理制度，发生事故的可能性很小。若承包商后期设置临时加油点，为了防止加油点事故的发生，在事故情况下避免泄漏油料、消防水污染水体，可采取事故防范措施：

1) 在临时加油点周围修建截油沟，并修建事故应急池，收集事故情况下泄漏的油料及暴雨情况下冲刷地表造成的跑冒漏滴油污水，以及消防冲洗水的收集，收集后的废水交专业机构处置。

2) 制定严格健全的加油点安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、储存和使用的整个过程。

3) 做好加油点的火源管理工作，严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品卸装时、汽车加油时均应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生。

4) 加油点的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

5) 加油点应配备一定的溢油控制应急设备和器材，如堵漏器材(管箍、管卡等)，防爆的抽油泵和贮油容器，挖沟用阻隔工具，应急修补的专用工具和器材等，溢油检漏专用仪器和设备等。

### 7.3.3 危险品运输事故风险

#### a) 风险识别

本工程运输的危险品主要为炸药和雷管，其风险类型为可能存在运输过程中由于交通事故造成炸药、雷管等爆炸，消防水进入周边河道而污染水体。

#### b) 源项分析

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为炸药或雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，消防水进入周边河道污染水质，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

#### c) 后果估算

电站位于山区，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；如炸药和雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，消防水进入水体，会对工程所在双叉河沟、双河洞沟等水体水质造成一定影响。

#### d) 风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。危险品运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水电工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的概率很小。

#### e) 风险防范措施

加强对危险品运输的管理，运输过程中须做好密封和安全运输；设置明显的车体警示标识；途经村庄、陡坡和转弯路段减速缓行，鸣笛示意，并在此路段设置警示牌；合理安排危险品运输时段，在非施工交通高峰时进场；危险品运输过程中将车速控制在15km/h以下，同时，加强司机和运输过程的日常管理，严禁疲劳驾驶，避免人为操作因素造成泄漏风险。

### 7.3.4 森林火灾风险

#### a) 风险识别

工程周围森林植被较好，在非雨季的季节很容易发生火灾，因此火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自燃、人为因素等。

#### b) 源项分析

引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

#### c) 后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失，并对景观造成较大影响。

#### d) 风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，施工炸药库为整个施工区的安全、消防管理重点，管理严格，事故防范措施严密，易燃易爆器材使用时也规定了一定的安全防火范围。因此，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

#### e) 风险防范措施

在工程施工过程中，必须采取相应的防范措施，从源头上杜绝火灾发生的可能。

- 1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；
- 2) 严禁施工人员私自野外用火；
- 3) 严格控制易燃易爆器材的使用；
- 4) 制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施。

### 7.3.5 施工期污水事故排放风险

#### a) 风险识别

施工期废(污)水主要为砂石料加工废水、垫层料加工废水、混凝土系统生产废水、修配系统废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行达标处理后回用，在各处理系统正常运行情况下对双叉河沟、双河洞沟及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

#### b) 源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理后回用，在各处理系统正常运行情况下对双叉河沟、双河洞沟及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为混凝土冲洗废水，施工期混凝土系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

#### 1) 设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保设计，砂石料加工废水、垫层料加工废水、混凝土系统生产废水主要为采取沉淀方法进行处理，潜水泵均采用一用一备，事故时为泵全部故障或者停电。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于混凝土冲洗废水中主要污染物为 SS，其在清水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。

电站施工期的砂石料加工系统、垫层料加工系统、混凝土系统为施工区主要的用

电设施之一，属较重要的供电对象，根据施工供电规划，在电力供应和维护上具有较高的保证。

#### 2) 进水水质原因导致的可能性

砂石料加工废水、垫层料加工废水、混凝土系统生产废水主要采取沉淀法进行处理，该处理工艺效果好，生产废水通过调节后，悬浮物浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。

因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

#### 3) 运行管理原因导致的可能性

电站建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

混凝土冲洗废水处理系统采用絮凝沉淀法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

#### c) 后果估算

工程所在的双河洞沟流域未划分水环境功能区，上水库开工前需完成双叉河水源地建设，取消上水库涉及的沟石河堰水库饮用水水源保护区。由于流域面积小，河流径流小，施工废(污)水尤其是砂石料(垫层料)加工系统一旦发生污废水事故排放，将对周边水体水质造成一定影响。

#### d) 风险评价

工程区针对各类污废水都设置了废水处理措施，从而有效地控制污废水排放，有利于减缓对周边水体的水质影响。

#### e) 风险防范措施

1) 为防范施工污废水事故排放，应加强施工管理，上、下库混凝土系统冲洗废水经处理后分别纳入上、下库回用水池(即清水池)，并尽可能回用。一旦发生暴雨或污废水事故排放，应立即停止碎石加工等各施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题，立即查清事故排放源，并启动应急预案。

2 混凝土系统冲洗废水含沙量高、水量大，处理后污泥产生量较大，因此，应对各废水处理设施产生的污泥做到及时清运处理，以保证良好的处理效果。

3 每套污废水处理设施设专人负责。根据各废水处理系统处理工艺、规模以及运行管理要求，分别配置操作人员。负责人主要担任该区块废水处理系统的巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，操作人员主要担任机械设备的操作、清运污泥及运载药剂等工作，使发生事故风险的概率降到最低。同时，加强环保设施的日常维护和保养，降低发生运行故障的风险。

### 7.3.6 地下厂房溢油风险

#### a) 风险识别

工程运行期风险源主要是地下厂房内透平油和主变洞内主变压器油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

#### b) 源项分析

电站地下厂房布置有透平油中间油罐室，按照不存油进行设计，仅为检修时备用。

#### c) 后果估算

本工程电站厂房位于地下，周边基岩透水性弱，透平油系统设置在独立的房间内，根据以往水电站运行管理情况，中间油罐发生重大漏油事件和火灾的可能性很小。

#### d) 风险评价

透平油系统中间油罐室内采用下沉式设计，可防治火灾时漏油溢出，避免事故影响扩大。地面采取防渗措施，透平油一旦外溢，不会渗入地下水系统。电站透平油系统溢油不会造成显著影响。

#### e) 风险防范措施

1) 针对本工程主要风险源透平油室存在的风险，透平油库门口有醒目的管理规定，预防事故发生。

2) 透平油系统中间油罐室内采用下沉式设计，避免漏油溢出。地面采取防渗措施，避免溢油渗入地下水系统。发生的事故漏油纳入事故油池，事故油池位于地下主变洞中央，地下厂房事故油池有效容积为 310m<sup>3</sup>。事故油池含油废水经油水分离后回收利用，对少量不能回收利用的含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。

3) 对于透平油系统产生的废油等，应在厂区内设置危险废物暂存间，暂存间设置挡油坎，地面进行防渗处理，设置专门的容器分类存放电站产生的危险废物，并按危险废物管理要求设置标识，危险废物交由有资质的单位进行处置。

#### 4) 环境风险应急预案

考虑到电站厂房事故漏油可能造成的后果，建立快速科学有效的漏油应急反应体系是非常必要的。漏油事故的应急防治主要落实于应急计划的实施，事故发生后，能否迅速有效的做出漏油应急反应，对于控制污染、减少污染对环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性作用。电站厂房事故漏油的应急反应体系包括以下几方面的内容：

##### (1) 建立健全应急组织指挥系统，制定应急预案

制定运行期电站环境风险应急预案，成立应急小组，应急组织指挥系统职责明确。

##### (2) 指定专门的应急防护人员，加强应急处理训练。

为了保证应急预案的落实，对有关应急人员进行培训和演习，检验反应速度，提高反应质量。根据应急预案，针对可能发生的环境事故定期进行演练，提高应急反应和处置能力，并根据演练的实际情况进行评审和修订，以保证应急预案的有效性。在演练中加强应急设备的检修和维护，以确保应急设备处于良好的备用状态。

##### (3) 加强设施的日常维护和管理，定期巡视，防止事故发生

运行期，加强透平油系统、主变压器、事故油池的日常维护和管理，由专责人员负责定期巡视，第一时间发现漏油，以便及时进行废油的收集和处理，防止废油流入水体，把环境风险事故发生的概率降到最低。

##### (4) 人员教育和信息

一方面加强对电站工作人员的规章制度学习，严格按照安全技术规程操作，避免因人为操作不当造成漏油事故。另一方面进行一定应急知识的培训，根据计划定期进行应急演练。

### 7.3.7 溃坝环境风险

#### a) 风险识别

工程如果发生上、下水库的溃坝事故，对于下游村庄居民点将产生较大的影响。

#### b) 源项分析

电站下水库大坝为混凝土面板堆石坝，其整个坝体具有良好的稳定性。根据国内和国际上对大坝安全的研究成果，大坝失事的危险因素主要来源于大坝防洪标准偏低、坝基及坝体渗漏、渗透稳定、坝体不均匀沉降，防渗面板开裂、止水破坏、结构与强度、抗震、混凝土性状、冲刷，近坝岸坡稳定、水工金属结构、监测设施、水库淤积、上水库超抽等方面的问题。

#### c) 后果估算

##### 1) 对自然生态系统的影响

水库溃坝洪水具有峰高量大、历时较短、破坏性极大的特点。其对自然生态系统的影响，最主要的是水土流失问题。溃坝洪水所经地段，土壤表层被冲蚀，带走大量氮、磷、钾等养分，使得土壤肥力指标降低，影响自然植被生长。

##### 2) 对人工生态系统的影响

溃坝洪水对人工生态系统的影响，主要是对下游村庄农田的破坏。工程上、下水库下游周边分布有少量农田和大量林地，水库溃坝将对导致农田表土冲刷、水冲沙压，毁坏农田生态系统和森林生态系统。

#### d) 风险评价

采用预先危险性分析结果表明：上、下水库近坝库岸坍塌、淹溺、大坝失事的危险等级为Ⅱ级。在采取各项安全措施和预防手段的基础上，本工程的风险是可以控制的。

#### e) 风险防范措施

虽然工程大坝发生溃坝的可能性极小，但仍需积极采取防范措施，确保大坝和人民生命、财产的安全，防范于未然。具体对策措施如下：

##### 1) 优化设计和保证施工质量

严格按照设计规范，优化大坝设计和施工方案。加强施工监理，确保施工质量。

##### 2) 制定详细的大坝安全管理制度

严格按照《水库大坝安全管理条例》，制定详细的安全管理制度，如禁止在大坝管理和保护范围内进行爆破、打井、采石、采矿、挖沙、取土、修坟等危害大坝安全的活动，非大坝管理人员不得操作大坝的泄洪闸门、输水闸门以及其他设施，大坝管理人员操作时应当遵守有关的规章制度。禁止任何单位和个人干扰大坝的正常管理工

作等。

### 3) 制定大坝安全监测和预警系统

建立完善的大坝安全监测系统和报警系统，其中监测系统中包括：水文站、气象站、坝址水位记录站、大坝变位监测站、坝址地震监测站、大坝坝基扬压力监测站及坝基渗流量监测站等。

水库大坝溃坝前会出现相应征兆，如发生裂缝、水体渗漏等，大坝安全监测和报警系统随之即发出预警，预警发出后，应及时下泄水库水量(如上库出现溃坝迹象，上库水及时下泄至下库；如下库出现溃坝迹象，下库水及时抽入上库或下泄至下游河道)，一方面减轻大坝荷载，减轻或消除溃坝隐患；另一方面，水量下泄后，即便发生溃坝风险，也可将损失减轻。

警报系统则要做到一旦出现大坝失事征兆，迅速通知坝址下游居民和其它机构，需要有完善的通讯、联络、警报设施及责任人员配备。溃坝预警发出后，应组织相关专家、人员对大坝稳定安全隐患因素进行排查，并及时处理或对风险因素进行整治。

### 4) 制定完善的应急计划

应分内部和外部分别制定应急计划，内部应急计划侧重于大坝本身安全的措施和手段，外部应急计划侧重于大坝下游安全的保护设施和救治手段。

## 7.3.8 炸药爆炸风险

### a) 风险识别

炸药库主要储存工程所需炸药，日常储存量约 8t。炸药遭遇电击或有火源的情况下将发生爆炸。危害因素主要为雷电、静电、电气火花、火源等。。

### b) 源项分析

若发生炸药爆炸，可能引发森林火灾。炸药库周边森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失，并对景观造成较大影响。会对工程区植被造成一定的破坏，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响，甚至可能影响周边野生动物。

### c) 后果估算

炸药库周边森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生爆炸事故引发森林火灾，将造成较大的损失，并对景观造成较大影

响，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响，甚至可能影响周边野生动物。

#### d) 风险评价

施工区域环境敏感度低，且炸药使用量小，当日炸药最大使用量仅 2~3t 左右，且当日送来当日使用完毕，炸药点的危险性较低。炸药是电站施工期的安全、消防重点管理对象，建立有严格的安全管理制度。根据以往水利水电工程施工情况，施工区域炸药发生爆炸的可能性很小。

#### e) 风险防范措施

施工期炸药作为安全、消防的重点管理对象，必须采取相应的安全防范措施。对炸药使用的管理要求如下：

- 1) 按照有关规范，制定严格操作规程。如炸药材料按照类别和管理要求合理存放、领退和运输环节符合相应的要求，避免其中的漏洞。
- 2) 严格按照所需炸药量领取，禁止多领；当日未使用完的炸药及时送返领取处。
- 3) 严格按照爆破要求进行爆破操作。

### 7.4 施工期环境风险应急预案

整个工程施工期间涉及开挖爆破、加油点、危险品运输、森林火灾、污废水事故排放等引起的事故风险，因此须制定一个统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急处理。制定本工程施工期风险事故应急预案，主要如下：

#### a) 应急计划区

施工期风险应急计划区包括整个施工区，主要包括施工爆破区、炸药库、加油点、交通运输道路、施工区周边林区、污废水处理区，另外工程附近的建全村集镇等居民点作为环境保护目标，也划入计划区。

#### b) 应急组织机构、人员

##### 1) 应急组织体系、机构

建立建全抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组，由电站施工期管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，包括爆破安全应急组、加油站安全应急组、交通运输安全组、污废水事故排放应急组、森林火灾应急组，每组都设有通讯、监测、

警戒、安全保护处置、设备保障等人员和设施，当发生某种风险事故时，各处置小组可互相协助。

## 2) 工作职责

建全抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组受上级部门的监督，积极处理事故过程和善后工作。

(1) 爆破安全应急组：负责施工过程中开挖爆破风险事故的应急处置。

(2) 加油点安全应急组：负责施工期加油点风险事故的应急处置。

(3) 交通安全应急组：负责交通运输风险事故的应急处置。

(4) 污废水事故排放应急组：负责施工期污废水事故排放的应急处置。

(5) 森林火灾应急组：负责森林火灾风险事故的应急处置。

当发生某组承担的风险事故时，其他组也应该协助，由建全抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组统一通知、安排。

## c) 预案分级相应条件

本预案不分级，即只要施工期发生其中某种风险事故就全面启动此预案。

## d) 应急救援保障

各应急小组都配备救援设备保障人员，专门负责应急状态时的车辆、监测设备、救生设备的保障。

## e) 报警、通讯联络方式

在应急状态下报警通讯方式为固定电话和手机，通知方式为电话通知和组内通讯人员亲自传告，确保第一时间通知有关人员。应急状态下实行交通管制，保证应急救援车辆畅通无阻。

## f) 应急环境监测、抢险、救援及控制措施

由各组监测人员对事故现场进行侦查监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为领导小组提供决策依据。

## g) 应急检测、防护措施

由监测人员实施应急检测；由安全保护处置人员根据事故现场承担或协助实施防护措施；由设备保障人员紧急提供现场设备。

## h) 人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划

危及民众生命安全的事故发生时，立即组织附近居民紧急撤离。撤离时由施工期安全保护处置组协同村民委员会组织村民紧急撤离，设备保障人员准备紧急撤离车辆。医疗救护人员对事故现场受伤人员实施抢救撤离。

i) 事故应急救援关闭与恢复

1) 应急终止的条件

- (1) 事故现场得到控制，各类环境风险事件成立的条件已经消除。
- (2) 事故所造成的危害已经基本消除，相关人员已安全撤离。
- (3) 已采取必要的防护措施，使发生事故的成立条件消失或事故得到有效控制。
- (4) 事故现场各种专业应急处置行动已无继续的必要。

2) 应急终止的程序

(1) 现场应急处置指挥部组织专家咨询论证调查，确认突发事件已具备应急终止条件后，向上级突发环境事件应急处置指挥部报告。

(2) 接到县突发环境事件应急处理指挥部应急终止通知后，现场应急处置指挥部负责应急人员及设备有序撤离。

(3) 组织专家进行应急行动后的评估，编制应急评估报告，存档备案，并上报有关部门。

j) 应急培训计划

建全抽水蓄能电站定期组织内部施工期安全应急处置小组进行相关知识的培训。与当地政府联合，进行不定期的演练。

k) 公众教育和信息

对施工人员、周边居民进行公众教育，一方面教育他们遵照相关环境和安全法律法规，一方面进行一定应急知识的培训。在施工区、周边村内发布关于施工期安全管理、施工区下游用水安全等注意事项的信息。

## 7.5 环境风险评价结论

工程建设期间存在潜在的事故风险和環境风险，主要包括大坝开挖爆破风险、炸药爆炸风险、加油站事故风险、危险品运输事故风险、森林火灾风险、施工期污废水事故排放风险、地下厂房溢油风险、溃坝风险等，涉及的危险物质主要为柴油、汽油和乳化炸药。工程的炸药库布置在山区，远离民居，周围无环境敏感目标，环境敏感

度低，突发环境事故对周围环境的影响较小。加油点储存的油品和炸药库储存的炸药量较少，环境风险潜势为 I。油品、炸药使用期间管理严格，事故防范措施严密，事故发生概率低；施工期污废水事故排放概率较小；电站地下厂房布置有透平油中间油罐室，发生重大漏油事件和火灾的可能性很小。总体来说，本工程的环境风险可控。

## 8 环境管理、监理与监测

### 8.1 环境管理

#### 8.1.1 环境管理体系

健全抽水蓄能电站环境管理分为外部管理和内部管理两部分。外部管理由地方生态环境主管部门实施，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查。内部管理是指建设单位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。

环境管理工作分施工期和运行期。施工期由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对工程环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。运行期由运行单位负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。工程环境管理体系见图 8.1.1。

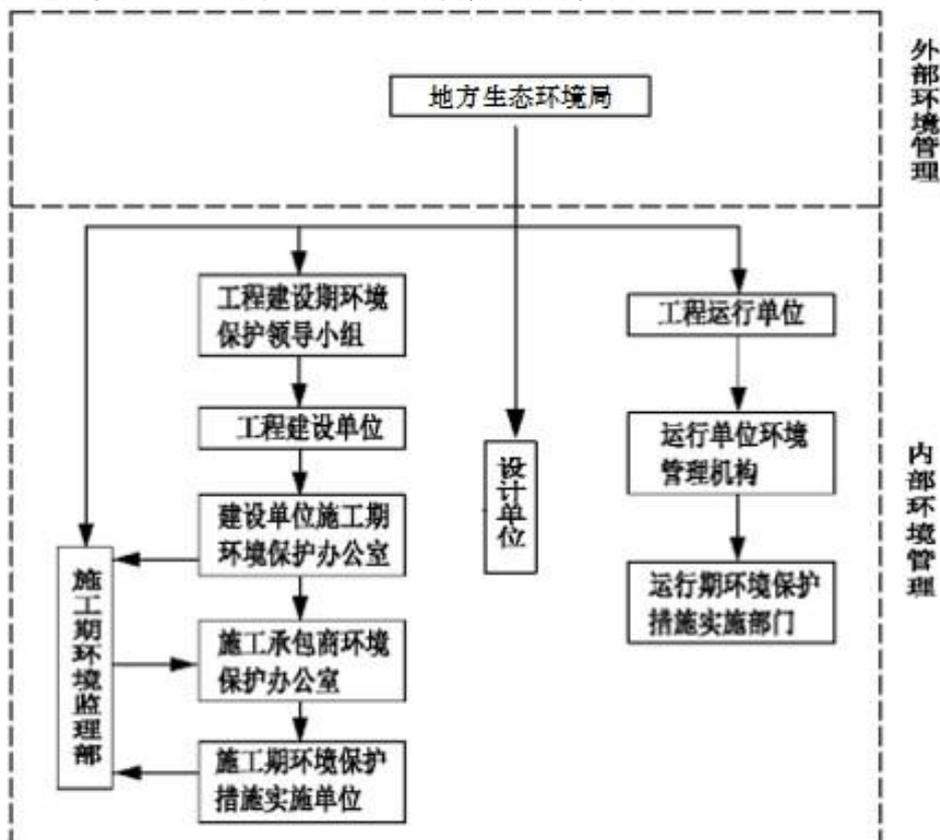


图 8.1.1 工程环境保护管理体系框架图

## 8.1.2 环境管理机构设置及职能

### 8.1.2.1 施工期

#### a) 建设单位

工程开工前建设单位应设置“建全抽水蓄能电站环境保护领导小组”与“施工期工程环境保护办公室”。“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。“施工期工程环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

1) 通过开展调查研究，确定适合本工程的环境保护方针和经济技术政策，确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解。

2) 制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜。

3) 组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理。

4) 委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施。

5) 依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制。

6) 协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作。

7) 督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹。

8) 检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库。

9) 组织编写工程环境保护月报、季报及年度报告，并向有关主管部门汇报。定期编写环境保护简报，及时公布环境保护动态和环境监测结果。

10) 组织鉴定和推广环境保护先进技术和经验，开展技术交流和研讨。

11) 做好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识。

12) 完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作。

13) 组织开展工程竣工验收环境保护调查。

#### b) 施工单位

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1 人~2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

1) 制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告。

2) 检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

3) 核算年度环境保护经费的使用情况。

4) 接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

#### c) 监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，应建立环境监理部，参与工程环境管理。

#### d) 设计单位

根据国家法律法规、生态环境主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

### 8.1.2.2 运行期

建全抽水蓄能电站建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设专职人员，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：

a) 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法。

b) 负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计。

c) 协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

### 8.1.3 环境管理制度

#### 8.1.3.1 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。

#### 8.1.3.2 分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理单位负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

#### 8.1.3.3 监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测，并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和重庆市、云阳县确定的功能区划要求。

#### 8.1.3.4 “三同时”验收制度

根据《环境保护法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与主体工程同时设计、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。

#### 8.1.3.5 制定对突发事件的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方生态环境行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理，并防止以后类似事故的发生。

#### 8.1.3.6 报告制度

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。施工承包商定期向工程建设环保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环保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环保管理办公室提交环境监测报告，环保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。

#### 8.1.4 环境保护培训计划

为增强工程建设者(包括管理人员和施工人员)的环境保护意识，施工区环境保护办公室应经常采取广播、宣传栏、专题讲座等方法对工程建设者进行环境保护宣传，提高环保意识，使每一个工程建设者都能自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为。定期对环境保护专业技术人员进行培训，以提高其业务水平。

### 8.2 环境监理

#### 8.2.1 监理目的

建全抽水蓄能电站施工期较长，为有效落实施工期各项环境保护措施，工程根据环境保护要求，应实施环境监理制度，以便对施工期各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。环境监理应遵照整体监理、全过程监理、早期介入等原则，将环境监理落实到工程建设的各个过程中。

#### 8.2.2 监理作用

建全抽水蓄能电站施工期环境监理的作用主要有：环境监理单位受建设单位委托，承担全面核实初步设计和施工图设计与环评的相符性任务；依据环评文件及其批复文件，督查项目施工过程中各项环保措施和设施的落实情况；组织建设期环保宣传和培训，指导施工单位落实好施工期各项环保措施，确保环保“三同时”的有效执行，以驻场、旁站或巡查等方式实行监理；发挥环境监理单位在环保技术及环境管理方面的

业务优势，搭建环保信息交流平台，建立环保沟通、协调、会商机制；协助建设单位配合好生态环境部门的“三同时”监督检查。

### 8.2.3 环境监理工作程序

a) 建设项目环境监理单位遴选。本工程环境监理由建设单位自主委托或者招标选定环境监理单位。

b) 建设项目环境监理合同签订。遴选工作结束后，建设单位与遴选出的环境监理单位签订环境监理合同。环境监理单位根据合同约定的工作范围内开展监理。环境监理单位向审批建设项目环评文件的生态环境行政主管部门提供合同副本。

c) 环境监理工作方案编制与设计阶段环境监理。环境监理单位根据建设项目的规模、性质及建设单位对环境监理的要求，委派投标文件中约定的项目总监主持编写环境监理工作方案，并同步开展设计阶段环境监理工作。

d) 施工期环境监理。在环境监理方案的指导下，开展施工期环境监理工作，并编制施工期环境监理报告。

e) 施工期环境监理结束后编制环境监理总报告，并向建设单位移交全部环境监理档案资料。

### 8.2.4 环境监理工作依据

- a) 环境监理合同；
- b) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议；
- c) 工程的施工图纸与文件；
- d) 水电水利工程施工监理规范；
- e) 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；
- f) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件；
- g) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定；
- h) 云阳县生态环境局批复的《云阳建全抽水蓄能电站环境影响报告书》，重庆市水利局批复的《云阳建全抽水蓄能电站水土保持方案报告书》。

## 8.2.5 环境监理内容

### 8.2.5.1 设计阶段环境监理内容

- a) 审核施工组织设计中环保措施落实情况；
- b) 审核施工承包合同中环境保护专项条款；
- c) 审核施工方案、污染特征、排放特点及各污染控制节点等与项目环评报告及批复文件的符合性；
- d) 审核施工期环境管理体系建立、环境管理计划等；
- e) 参与施工招标和施工合同编制，将有关环境保护条款列入标书文件，在施工合同中明确建设单位、施工单位环境保护责任与义务；
- f) 对建设单位、施工单位环保达标和环境工程的人员、仪器设备准备情况进行检查；审核施工单位开工文件。

### 8.2.5.2 施工阶段环境监理内容

#### a) 生态保护措施监理

监督检查工程施工建设过程中生态保护和恢复措施、水土保持措施、陆生动植物保护措施等落实情况。

#### b) 施工期环保达标监理

1) 监督检查施工过程中的生产废水、生活污水的污水处理情况是否合理，是否做到达标处理，是否正常回用，监控施工区水环境质量达标情况。

2) 监督大气污染防治方案是否按环保设计中确定的方案进行，施工过程中是否采用相关降尘措施及实施效果，监控工程施工区的大气环境质量达标情况。

3) 监督检查降噪措施的落实情况及实施效果，监控工程区的声环境质量达标情况。

4) 监督检查施工期间垃圾桶、垃圾收集设置和建设是否满足设计要求；生活垃圾是否经统一收集后委托高阳镇环卫部门处理。

#### c) 环保设施监理

监督检查项目施工过程中环境污染治理设施、环境风险防范设施按照环评及批复要求建设的情况。检查废水、废气、噪声、固废等环保设施的建设规模、质量、进度是否按照要求建设。检查废水处理系统运行记录、台账以及效果评估材料。

### 8.2.5.3 试运行阶段环境监理内容

#### a) 环保设施运行情况环境监理

主要监督检查运行期污水处理设施落实情况等是否符合环境影响评价及批复中的要求，如果出现与上述文件不符的情况应及时报告建设单位和生态环境行政主管部门，并提出解决方案。

#### b) 生态保护措施环境监理

##### 1) 生态保护措施与效果

监督检查生态状况、生态影响、生态保护措施、生态保护措施实施效果、环境敏感对象以及环境影响评价文件和审批文件提出的其他生态保护要求的落实情况。

##### 2) 其他生态保护措施

监督检查工程土石方量，临时占地的恢复措施与恢复效果，防护工程、绿化工程建设情况及其效果，水土流失治理率以及保证生态流量的措施落实情况等。

##### 3) 环境管理情况

监督检查的内容包括机构设置、人员配备、规章制度、人员培训等方面。监督检查建设单位是否设有专职机构负责日常环境管理工作，环境管理规章制度是否完善。

##### 4) 环保投资落实情况

监督检查工程施工及试生产阶段环境保护分项投资及总额，并与环境影响评价文件、设计文件相对比，检查环保投资分项落实情况。

##### 5) 其它环境监理

对移民或拆迁的基本情况进行调查：集中安置区的位置是否符合环境影响评价文件要求；环境影响评价文件及批复中的有关环境保护要求(如生活污水收集与处理、垃圾处理设施、水土保持措施等)的落实情况。

### 8.2.6 机构设置与工作方式

环境监理不仅是环境管理的重要组成部分，也是工程监理的重要组成部分，并且具有相对的独立性。因此，施工期建设单位应单独委托专业的环境监理机构开展本工程建设期的环境监理。

健全抽水蓄能电站环境监理机构设置及工作程序见图 8.2.6。

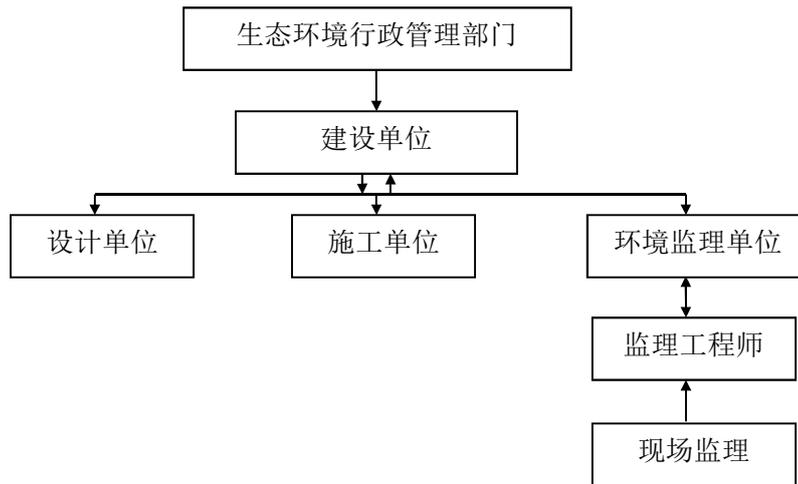


图 8.2.6 建全抽水蓄能电站施工期环境监理管理体系

### 8.2.7 工作范围及职责

施工环境监理的工作范围包括上水库施工区、下水库施工区、施工加工厂及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。施工环境监理的主要职责为：

a) 依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

b) 指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

c) 根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

d) 审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

e) 加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

f) 对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

### 8.2.8 监理工作制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出监理记录；每月编制环境监理月报，每半

年编制一份环境保护工作总结报告，进行阶段性总结。

在实施建设项目监理过程中，发现存在下列问题的，建设项目环境监理单位应当及时通知建设单位进行整改，拒不整改的，应及时报告负责审批该项目环评文件的生态环境行政主管部门和属地生态环境行政主管部门。

- a) 建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变更，未履行报批手续的。
- b) 项目施工过程中存在污染扰民情况的。
- c) 项目施工过程中存在生态破坏，或未按照环评及批复要求实施生态恢复的。
- d) 项目施工过程中未对环境敏感区实施有效保护的。
- e) 环境污染治理设施、环境风险防范措施及能力未按照环境影响评价文件及批复要求建设的。
- f) 项目施工过程中存在其他环境违法行为的。

### 8.2.9 施工期环境监理

建全抽水蓄能电站环境监理主要工作重点为施工期的环境监理工作。根据国家及重庆市的相关监理工作要求，针对本工程的具体情况，本次建全抽水蓄能电站的施工期环境监理工作内容见表 8.2.9。

表 8.2.9 建全抽水蓄能电站施工期环境监理内容及要求一览表

序号	监理项目	工程区域	监理内容及要求	工作方法
1	水环境保护措施	上、下水库施工区	垫层料加工系统以及上、下水库施工区混凝土系统废水采用沉淀法，处理规模达到处理要求，废水处理回用于生产系统；上、下水库施工区修配系统废水处理采用隔油池进行处理，处理规模均达到各处理区块的处理要求，废水处理回用于场地洒水抑尘；上、下水库、输水发电系统、机电安装施工营地、业主营地生活污水排入成套污水处理设备，处理规模均达到各处理区块的处理要求，废水经处理达标后回用于道路洒水、厂区绿化；隧洞排水经沉淀池处理后，用于施工。施工期全部污水回用；施工区生活污水、机修及汽车冲洗废水处理回用于绿化或洒水等，参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)；多余水量排放时，应处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准	监督、检查
2	生态环境保护措施	水库淹没区、工程占地区、下库下游河道	对施工临时占地区、弃渣场、公路两侧等实施生态恢复措施，临时用地全面恢复；施工期对施工人员进行生态保护的宣传教育，严禁施工人员非法猎捕野生动物；科学规划工程区，避免不必要开垦作业，尽量减少对森林树木的砍伐和对其生境的占用，高噪音的机械尽量避免在晨昏作业，严禁人员捕杀；工程区古树采取就地保护；上、下库设置生态流量泄放措施	监督、检查

表 8.2.9(续)

序号	监理项目	工程区域	监理内容及要求	工作方法
3	环境噪声污染防治措施	施工作业区、施工道路沿线	大坝施工区、生产系统区域避免夜间高噪声施工活动。弃渣场、中转料场禁止夜间施工，合理安排施工时间；开挖爆破尽可能采用小剂量炸药，减少单孔炸药用量；施工运输道路经过居民点附近设立限速标志，禁止高音鸣号；施工作业区达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准；工程施工区周边村庄声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准。	监督、检查
4	环境空气保护措施	施工作业区、爆破作业面、场内施工道路、弃渣场、中转料场	对垫层料加工系统、混凝土生产系统粉尘进行除尘过滤，施工作业面定期洒水、堆放的材料进行覆盖、尽可能减少粉尘；对开挖、爆破作业面进行湿法作业，加强通风，作业面定期洒水，对产生的粉尘和废气进行除尘收集；施工机械定期保养，淘汰老、旧车辆设备，施工机械燃油废气达标排放；场内施工道路采取定期洒水措施，对外施工运输车辆做好密闭，施工场地出口处设置洗车槽，装载易洒落的材料用防水布覆盖；弃渣场、中转料场的物料存放尽量平整、作业面勤洒水，对物料做好遮挡覆盖；施工区域大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)的无组织排放监控浓度限值；施工场地和施工道路周边村庄环境空气质量评价执行《环境空气质量标准》二级标准	监督、检查
5	固体废弃物处理措施	施工区域	施工区生活垃圾收集后委托高阳镇环卫处理；建筑垃圾及生产废料能回收的回收利用，不能回收的统一运至弃渣场	监督、检查

### 8.3 环境监测

建全抽水蓄能电站环境监测包括施工期水质监测、噪声监测、环境空气监测，运行期水质监测和陆生生态调查、水生生态调查等。

#### 8.3.1 水质监测

##### 8.3.1.1 施工期水质监测

施工期水质监测包括污染源监测、地表水监测、地下水监测和施工区饮用水质监测。

##### a) 监测点位及监测技术要求

污染源监测分别布置在各污废水处理系统末端，共 8 个采样点(SW1~SW8)；地表水监测共设置 3 个断面(SS1~SS3)；施工区饮用水质监测共设置 2 个采样点(SG1~SG2)。监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及监测频率见表 8.3.1-1。

表 8.3.1-1 施工期水质监测技术要求一览表

序号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
SW1	上水库施工营地生活污水处理系统出水口	pH、SS、 动植物油、COD <sub>Cr</sub> 、 BOD <sub>5</sub> 、氨氮、TP、 TN、粪大肠菌群、 废水流量	处理设施建成投运验收时监测 1 次，投运后每季度监测 1 期(施工高峰期增加 1 期)，每期监测 2d	
SW2	下水库施工营地生活污水处理系统出水口			
SW3	输水发电系统施工营地生活污水处理系统出水口			
SW4	业主营地生活污水处理系统出水口			
SW5	砂石加工系统废水处理设施出水口	pH、SS		
SW6	上库混凝土系统废水处理设施出水口			
SW7	进厂交通洞洞室废水处理系统出水口			
SW8	上水库机械修配废水处理系统出水口	pH、SS、石油类		
SS1	双叉河沟(上水库施工区上游)	pH、SS、石油类、 DO、COD <sub>Cr</sub> 、 COD <sub>Mn</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、TP、 TN、氨氮、粪大肠 菌群等	工程开工前一年起至工程竣工之日止，监测 7 年	丰枯各一期，每期监测 2 天，每天采样 1 次，确保施工高峰期 1 次
SS2	双河洞沟(下水库施工区上游)			
SS3	双河洞沟(下水库施工区下游)			
SG1	上库净水站	《生活饮用水水源水质标准》中基本项目	工程开工至工程竣工，监测 7 年	丰、枯水期各监测 1 次
SG2	下库净水站			
SD1	上水库地下水	水位、pH、总硬度、 溶解性总固体、氨 氮、挥发性酚、总氰 化物、高锰酸盐指 数、氟化物、汞、 镉、六价铬、铁、 锰、总大肠菌群	施工期每半年监测 1 期，监测 7 年	每期监测 3 天，每天采样 1 次
SD2	输水发电系统地下水			
SD3	下水库地下水			

b) 采样及分析方法

地表水水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)规定的方法执行。地下水水样采集按照《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)的规定方法执行，样品分析方法按照《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)规定的方法执行。

c) 资料整编及保存

按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)及《地下水环境监测技术规范》

(HJ164-2020)的相关规定执行。

### 8.3.1.2 运行期水质监测

#### a) 监测点位及监测技术要求

监测点位 SY1~SY5 各设 1 个采样点，监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及监测频率见表 8.3.1-2。

表 8.3.1-2 运行期水质监测点位及监测技术要求一览表

编号	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
SY1	上水库库尾	按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 中基本项目全项监测，另在库中断面增测叶绿素 a 和透明度 2 个项目	运行初期监测 3 年	丰枯各监测 1 期，每期 2d，每天采样 1 次。
SY2	上水库库中			
SY3	下水库库尾			
SY4	下水库库中			
SY5	地下厂房排水洞			

#### b) 采样及分析方法

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，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)规定的方法执行。

#### c) 资料整编及保存

按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)的相关规定执行。

### 8.3.2 环境空气监测

#### a) 监测点布设及监测技术要求

环境空气监测点及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率见表 8.3.2。

表 8.3.2 环境空气监测点及监测技术要求一览表

监测点位		监测项目	监测周期	监测时段及频率
环境敏感点	Q1	建全集镇	开工至竣工止，监测 7 年	每季度监测 1 次，确保施工高峰期 1 次，每次连续监测 7d
	Q2	海坝一组		
施工生活区	Q4	业主营地		
	Q5	下库施工营地		

### b) 监测方法

监测方法按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)、《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)、《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)等国家有关规定执行。

### c) 资料整编及保存

按《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T193-2005)、《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)的相关规定执行。

## 8.3.3 噪声监测

### a) 监测点布设及监测技术要求

噪声监测点及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率见表 8.3.3。

表 8.3.3 噪声监测点及监测技术要求一览表

监测点位			监测项目	监测周期	监测时段及频率
施工生活区	Z1	业主营地	L <sub>Aeq</sub>	开工至竣工止, 监测 7 年	每季度监测 1 期, 每期监测 2d, 每天分昼、夜各监测 1 次, 确保施工高峰期 1 期
	Z2	下库生活营地			
环境敏感点	Z3	建全集镇			
	Z4	海坝一组			
	Z5	慧民九组			
	Z6	建全十三组			

### b) 监测方法

按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)中规定方法执行。

### c) 资料整编及保存

按《声环境质量标准》(GB3096-2008)的相关规定执行。

## 8.3.4 生态调查

### 8.3.4.1 陆生生态监测

#### a) 监测目的

了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响, 掌握施工场地和周边的动植物保护措施和景观建设的实际效果。

## b) 监测内容

### 1) 陆生植物

调查区域植被类型与特征，不同类型植被的生长特征，报告书编制阶段调查范围内的植物多样性现状，包括区域植物种类、区系特征。

### 2) 陆生动物

调查野生动物区系组成、种类和特点，种类的不同生境类型、地理分布与栖息地类型，珍稀保护动物的种类、种群规模、生态习性、种群结构、生境条件、分布范围、保护级别与保护状况等。

### 3) 景观生态

调查工程建设后评价区域的生态景观拼块类型、分区、面积等情况。

## c) 监测时间

工程施工期及工程竣工时各进行 1 期陆生生态监测。

## d) 监测方法

采用的方法包括：有关部门历史资料收集与研究、遥感和卫片比对、施工监理报告分析和现场监测复核法等。

### 8.3.4.2 水生生态监测

#### a) 监测目的

了解工程施工和建成运行对水生生态的影响。

#### b) 监测断面布设

与现状监测断面一致。

#### c) 监测内容

除鱼类外其它水生生物监测内容包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生生物和大型水生植物的种类组成及分布、数量、生物量。

鱼类监测内容包括鱼类的种类、区系组成、资源量、分布特点等。工程所涉河段的渔获量及其组成。

“三场”监测鱼类产卵场、索饵场、越冬场的分布情况，包括范围、位置、规模大小，涉及的产卵鱼类的名称、习性。

#### d) 监测时间

工程施工期和全部机组投产运行后各进行 1 期水生生态监测。

e) 监测方法

监测方法按照《内陆水域渔业自然资源监测手册》、《淡水浮游生物研究方法》等进行采样和检测。并向当地相关部门和周边人员进行走访，收集有关资料。

8.3.5 人群健康监测

a) 调查目的

掌握施工人群的健康状况，以便及时采取人群健康保护对策。

b) 调查内容、时间

人群健康调查仅施工期，每年对施工人员进行抽样检疫，检疫人数取施工区总人数的 10%；每半年对食堂工作人员进行定期检查，重点检疫疾病为痢疾、肝炎和疟疾；每年定期检查和消灭疾病媒介生物，如蚊、苍蝇、蟑螂、鼠等。

c) 调查方式

建议由建设单位统一委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担。

8.4 环境保护措施实施保证措施

根据《中华人民共和国环境保护法》中的“三同时”制度，环境管理、环境监测、环境监理和设施设备施工、运行和维护等，应与主体工程建设实施进度“三同时”，即同时设计(规划)、同时施工(实施)和同时投入运行和维护。根据建全抽水蓄能电站的施工进度安排，制定“三同时”验收计划，见表 8.4。

表 8.4 建全抽水蓄能电站环境保护“三同时”竣工验收清单

阶段	环境要素		环保措施	验收要求
施工期	水环境	生产废水	砂石加工系统、垫层料加工系统废水	砂石料加工、垫层料加工系统废水处理达到《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T10488-2021)中砂石加工用水水质标准后回用
			上、下库及输水发电系统混凝土生产系统废水处理	混凝土系统冲洗废水处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用水标准后用于施工
			修配系统废水处理	经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2020)中车辆冲洗、绿化、道路清扫相应用水标准后回用场区洒水
			地下洞室排水	经处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用水标准后用于施工
			基坑排水	经处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)中回用水标准后用于施工

表 8.4(续)

阶段	环境要素		环保措施	验收要求	
施工期	水环境	生活污水	上水库、下水库、输水发电系统、机电安装施工营地生活污水处理	生活污水经处理后回用绿化和洒水，出水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准	
			建设管理营地生活污水处理		
	水环境	施工区及交通道路路面源污染	施工区面源污染治理、交通道路路面污染防治	地表情况良好，边沟、沉淀池等污水收集、处理系统完善及运行情况良好	
			环境空气	施工场地	砂石料加工系统、垫层料加工系统、混凝土拌合系统粉尘削减与控制；开挖、爆破施工作业面粉尘、废气削减与控制
	道路运输	道路扬尘的削减与控制			洒水设施、材料覆盖情况良好，《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)的无组织排放监控浓度限值
	弃渣场、中转料场	弃渣场、中转料场扬尘的削减与控制			物料存放情况良好，《大气污染物综合排放标准》(DB50/418-2016)的无组织排放监控浓度限值
	声环境	施工噪声	生产系统噪声防治措施	管理措施实施情况良好，施工作业区达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准；工程施工区周边村庄声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准	
			坝区、扩库开挖区		
			居民点设置移动隔声墙		
			弃渣场、中转料场噪声防治措施		
固体废弃物	生活垃圾	生活垃圾收集及处置措施	垃圾收集设施完善，垃圾集中收集后委托高阳镇生活垃圾中转站处理，统一外运至云阳县生活垃圾填埋场		
	建筑垃圾	建筑垃圾及生产废料处置措施	进行回收利用，不能回收的统一运至弃渣场		
	危险废物	交有危废处理能力和资质的单位进行处理	危废收集设施应能满足《危险废物储存污染控制标准》(GB185597-2001)及修改单和危险废物相关管理制度的要求。集中后的危废应交有危废处理能力和资质的单位进行处理		
施工期	生态环境	古树	就地保护措施	古树生境不受破坏	
		陆生动物	施工期环境管理	管理措施落实到位，施工期对陆生动物影响降到最小	
		水生生态	上下库设置生态流量下泄措施，设置在线监控设施	生态流量是否按照要求下泄，生态流量泄放设施是否正常运行，生态流量监控设施是否正常运行。	

表 8.4(续)

阶段	环境要素		环保措施	验收要求
	人群健康		卫生防疫设施与水质监测情况	卫生防疫和水质监测情况满足卫生要求
水库蓄水前	水环境	库底清理	按照《水电工程水库淹没处理规划设计规范》进行库底清理	清理设计以及实施情况满足规范要求
运行期	水环境	生活污水	业主营地生活污水处理	污水处理设施运行良好，生活污水经处理后回用与绿化和洒水需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准
			地下厂房生活污水处理	污水处理收集设施运行良好。
		电站油污水	油水分离，专业单位回收	排水沟、油水分离器、事故油池设置情况，处理后的清洁水回用于洒水，浮油由专业单位回收处理
		下泄流量	下泄流量放水管及自动监测仪器	下泄流量设施及自动监测仪器运行情况良好，下泄流量满足下游河道生态用水
	生态环境	施工迹地植被恢复	各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦	植被恢复效果以及影响满足水保方案和环评报告植被恢复要求

本工程环境保护措施的实施应纳入整个工程建设过程。为保障工程环境保护措施的顺利实施，从组织领导、监督管理、技术保证和资金保障等方面拟订环境保护措施实施规划的保证措施，供决策部门及建设单位等有关单位参考。

**组织领导与管理措施：**为了保证本工程环境保护措施完全到位、落实，工程项目业主建设单位应与施工单位一起，按照环境保护有关法律法规的要求，保证环境保护设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。建立实施领导管理机构，负责各项目区环境保护管理工作，工作内容包括实施环境保护措施所需的资金的筹措、使用和管理，并与当地环保部门密切配合，接受环保部门的监督和指导，保证环保措施高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

**技术保证措施：**在工程施工阶段，编制本工程环境保护措施各项目技施设计报告，为实施本工程环境保护措施提供可操作性依据。选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。

**资金保证措施：**依据“谁开发谁保护，谁造成环境污染谁负责治理”的原则，由项目业主负责筹集资金，专款专用，充分保证资金需求，并按照环境保护措施实施进度规划，逐年逐项落实，确保各项措施保质保量按时完成。

## 9 环境保护投资概算及经济损益分析

### 9.1 环境保护投资

#### 9.1.1 编制原则

a) “谁污染、谁负责，谁开发、谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

b) “突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

c) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

d) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

e) “一致性”原则。环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。

#### 9.1.2 编制依据

a) 《水电工程设计概算编制规定(2013年版)》

b) 《水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013年版)》

c) 《水电建筑工程概算定额(2007年版)》；

d) 《关于颁布<水电工程设计概算费用标准(2007年版)>第1号修改单的通知》(可再生定额〔2011〕7号)

e) 《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T35033-2014)

f) 其余同主体工程概算。

#### 9.1.3 投资项目划分

本工程环境保护工程划分为：水环境保护工程、生态环境保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处理工程、人群健康保护工程、环境监测。

## 9.1.4 环境保护投资概算

### 9.1.4.1 环境保护总投资

建全抽水蓄能电站环境保护总投资为 11852.49 万元，其中水环境保护 7141.49 万元、生态环境保护 410.50 万元、大气环境保护 311.00 万元、声环境保护 181.45 万元、固体废物处理 329.30 万元、人群健康保护 205.00 万元、环境监测 681.12 万元，独立费用 1921.74 万元，基本预备费 670.90 万元。

建全抽水蓄能电站环境保护工程总投资见表 9.1.4。

表 9.1.4-1 建全抽水蓄能电站环境保护工程总投资概算表 单位：万元

序号	工程名称	投资
一	施工期环境保护措施	9097.86
1	水环境保护	7141.49
1.1	施工废(污)水处理	7140.29
1.2	移民污水处理	1.20
2	生态环境保护	410.50
2.1	生态保护宣传与教育	70.00
2.2	古树保护	0.50
2.3	水生生态保护	340.00
3	大气环境保护	311.00
4	声环境保护	181.45
5	固体废物处理	329.30
6	人群健康	205.00
7	环境监测	519.12
7.1	水质监测	257.60
7.2	生态监测	84.00
7.3	大气监测	112.00
7.4	噪声监测	6.72
7.5	人群健康监测	58.80
二	运行期环境保护	162.00
1	水质监测	78.00
2	生态监测	84.00
三	独立费用	1921.74

表 9.1.4-1(续)

序号	工程名称	投资
1	项目建设管理费	974.47
1.1	环境管理费	259.28
1.2	环境监理费	630.00
1.3	咨询服务费	85.19
2	科研勘察设计费	940.79
2.1	科研试验费	200.00
2.2	环保设计费	740.79
3	其他税费	6.48
四	第一、二、三部分合计	11181.59
五	基本预备费	670.90
六	环境保护总投资	11852.49

## 9.5.1.2 主要分项工程投资

## a) 水环境保护措施投资

水环境保护措施投资包括施工区和移民安置区的水环境保护措施工程的投资。本工程水环境保护措施投资为 7143.29 万元，枢纽区为 7140.29 万元，移民安置区为 3.00 万元。水环境保护措施投资见表 9.1.4-2，分项投资见表 9.1.4-3~表 9.1.4-9。

表 9.1.4-2 水环境保护措施投资概算表

单位：万元

序号	项 目	建安费用	设备费用	工程费合计	运行费用	总投资
1	水环境保护措施	703.43	2796.86	3500.29	3640.00	7140.29
1.1	砂石加工废水处理	71.54	297.15	368.69	700.00	1068.69
1.2	垫层料加工废水处理	53.07	286.11	339.18	96.00	435.18
1.3	混凝土生产系统废水处理	58.43	16.01	74.43	324.00	398.43
1.4	修配系统废水处理	11.78	13.85	25.63	288.00	313.63
1.5	洞室排水处理	465.60	2034.24	2499.84	1272.00	3771.84
1.6	基坑排水处理	0.00	0.00	0.00	120.00	120.00
1.7	生活污水处理	96.08	435.62	531.70	936.00	1467.70
2	移民安置生活污水处理	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00

3	合 计	706.43	2796.86	3503.29	3640.00	7143.29
---	-----	--------	---------	---------	---------	---------

表 9.1.4-3 砂石加工废水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	2100	16	3.36	-	-	-	3.36
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	1500	20	3.00	-	-	-	3.00
3	混凝土	m <sup>3</sup>	650	325	21.13	-	-	-	21.13
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	500	448	22.40	-	-	-	22.40
5	钢筋	t	1	5300	0.53	-	-	-	0.53
6	块砖	千块	55	350	1.93	-	-	-	1.93
7	污水管	m	320	350	11.20	-	-	-	11.20
8	水管	m	800	100	8.00	-	-	-	8.00
9	斜管沉淀池	套	2	900000	-	180.00	27.00	-	207.00
10	板框压滤机	套	1	220000	-	22.00	3.30	-	25.30
11	细砂回收器	套	1	80000	-	8.00	1.20	-	9.20
12	污水混合器	套	2	28000	-	5.60	0.84	-	6.44
13	污泥混合器	套	2	24000	-	4.80	0.72	-	5.52
14	加药装置	套	1	28000	-	2.80	0.42	-	3.22
15	搅拌装置	套	1	16000	-	1.60	0.24	-	1.84
16	污水泵	台	3	4500	-	1.35	0.20	-	1.55
17	清水泵	台	2	3200	-	0.64	0.10	-	0.74
18	污泥泵	台	2	8000	-	1.60	0.24	-	1.84
19	电气设备	套	1	300000	-	30.00	4.50	-	34.50
20	系统运行与维护	月	70	100000	-	-	-	700.00	700.00
21	总投资	-	-	-	-	-	-	-	1068.69

表 9.1.4-4 垫层料加工废水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	1200	16	1.92	-	-	-	1.92
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	900	20	1.80	-	-	-	1.80
3	混凝土	m <sup>3</sup>	400	325	13.00	-	-	-	13.00
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	400	448	17.92	-	-	-	17.92
5	钢筋	t	1	5300	0.53	-	-	-	0.53
6	块砖	千块	40	350	1.40	-	-	-	1.40
7	污水管	m	300	350	10.50	-	-	-	10.50

8	水管	m	600	100	6.00	-	-	-	6.00
---	----	---	-----	-----	------	---	---	---	------

表 9.1.4-4(续)

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
9	斜管沉淀池	套	2	700000	-	140.00	21.00	-	161.00
10	板框压滤机	套	2	200000	-	40.00	6.00	-	46.00
11	细砂回收器	套	2	80000	-	16.00	2.40	-	18.40
12	污水混合器	套	2	28000	-	5.60	0.84	-	6.44
13	污泥混合器	套	2	24000	-	4.80	0.72	-	5.52
14	加药装置	套	2	28000	-	5.60	0.84	-	6.44
15	搅拌装置	套	2	16000	-	3.20	0.48	-	3.68
16	污水泵	台	3	4500	-	1.35	0.20	-	1.55
17	清水泵	台	2	3200	-	0.64	0.10	-	0.74
18	污泥泵	台	2	8000	-	1.60	0.24	-	1.84
19	电气设备	套	1	300000	-	30.00	4.50	-	34.50
20	系统运行与维护	月	12	80000	-	-	-	96.00	96.00
21	总投资	-	-	-	-	-	-	-	435.18

表 9.1.4-5 混凝土生产系统废水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	1200	16	1.92	-	-	-	1.92
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	400	20	0.80	-	-	-	0.80
3	混凝土	m <sup>3</sup>	450	325	14.63	-	-	-	14.63
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	300	448	13.44	-	-	-	13.44
5	钢筋	t	3	5300	1.59	-	-	-	1.59
6	块砖	千块	30	350	1.05	-	-	-	1.05
7	污水管道	m	600	350	21.00	-	-	-	21.00
8	水管	m	400	100	4.00	-	-	-	4.00
9	加药装置	套	3	16000	-	4.80	0.72	-	5.52
10	管道混合器	个	6	1500	-	0.90	0.14	-	1.04
11	污水泵	台	6	4500	-	2.70	0.41	-	3.11
12	清水泵	台	6	3200	-	1.92	0.29	-	2.21
13	电气设备	套	3	12000	-	3.60	0.54	-	4.14
14	系统运行与维护	月	216	15000	-	-	-	324.00	324.00
15	总投资	-	-	-	-	-	-	-	398.43

表 9.1.4-6 修配系统废水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设 备 万元	安装调试 万元	运 行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	80	16	0.13	-	-	-	0.13
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	30	20	0.06	-	-	-	0.06
3	混凝土	m <sup>3</sup>	4.5	325	0.15	-	-	-	0.15
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	2	448	0.09	-	-	-	0.09
5	钢筋	t	0.6	5300	0.32	-	-	-	0.32
6	块砖	千块	1.2	350	0.04	-	-	-	0.04
7	污水管道	m	200	350	7.00	-	-	-	7.00
8	水管	m	400	100	4.00	-	-	-	4.00
9	焦碳过滤器	个	2	35000	-	7.00	1.05	-	8.05
10	浮子撇油器	个	2	6000	-	1.20	0.18	-	1.38
11	清水泵	台	2	3200	-	0.64	0.10	-	0.74
12	电气设备	套	2	16000	-	3.20	0.48	-	3.68
13	设施运行与维护	月	144	20000	-	-	-	288.00	288.00
14	总投资	-	-						313.63

表 9.1.4-6 洞室排水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	8000	16	12.80	-	-	-	12.80
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	6000	20	12.00	-	-	-	12.00
3	混凝土	m <sup>3</sup>	2200	325	71.50	-	-	-	71.50
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	1000	448	44.80	-	-	-	44.80
5	钢筋	t	10	5300	5.30	-	-	-	5.30
6	块 砖	千块	120	350	4.20	-	-	-	4.20
7	污水管道	m	9000	350	315.00		-	-	315.00
8	细砂回收器	套	10	80000		80.00	12.00		92.00
9	加药装置	套	10	160000	-	160.00	24.00	-	184.00
10	斜管沉淀器 (50m <sup>3</sup> /d)	套	6	500000	-	300.00	45.00	-	345.00
11	斜管沉淀器 (100m <sup>3</sup> /d)	套	12	600000		720.00	108.00		828.00
12	斜管沉淀器 (200m <sup>3</sup> /d)	套	2	800000		160.00	24.00		184.00
13	刮油器	套	10	28000		28.00	4.20		32.20

表 9.1.4-6(续)

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
14	管道混合器	个	10	1500	-	1.50	0.23	-	1.73
15	污水泵	台	20	4500	-	9.00	1.35	-	10.35
16	水 泵	台	20	3200	-	6.40	0.96	-	7.36
17	污泥泵	台	20	8000	-	16.00	2.40	-	18.40
18	冲洗泵	台	20	4000	-	8.00	1.20	-	9.20
19	电气设备	套	20	180000	-	360.00	54.00	-	414.00
20	设施运行与维护	月	144	20000	-	-	-	288.00	288.00
21	设施运行与维护	月	288	30000	-	-	-	864.00	864.00
22	设施运行与维护	月	24	50000	-	-	-	120.00	120.00
23	总投资	-	-	-	-	-	-	-	3863.84

表 9.1.4-7 基坑排水处理系统投资表

单位：万元

序号	项 目	单位	数量	单价	合 计
1	加药	月	120	10000	120.00

表 9.1.4-8 生活污水处理系统投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	土建费用 万元	设备 万元	安装调试 万元	运行 万元	合 计 万元
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	8000	16	12.80	-	-	-	12.80
2	土石方回填	m <sup>3</sup>	500	20	1.00	-	-	-	1.00
3	混凝土	m <sup>3</sup>	100	325	3.25	-	-	-	3.25
4	浆砌石	m <sup>3</sup>	600	448	26.88	-	-	-	26.88
5	钢筋	t	5	5300	2.65	-	-	-	2.65
6	块砖	千块	100	350	3.50	-	-	-	3.50
7	污水管	m	800	350	28.00	-	-	-	28.00
8	水管	m	1800	100	18.00	-	-	-	18.00
9	成套设备 WSZ-A10	套	4	410000	-	164.00	24.60	-	188.60
10	成套设备 WSZ-A7.5	套	4	360000	-	144.00	21.60	-	165.60
11	成套设备 WSZ-A5	套	2	330000	-	66.00	9.90	-	75.90
12	电气设备	套	4	12000	-	4.80	0.72	-	5.52
13	设施运行与维护 WSZ-A20	月	78	40000	-	-	-	312.00	312.00
14	设施运行与维护 WSZ-A10	月	156	30000	-	-	-	468.00	468.00
15	设施运行与维护 WSZ-A5	月	78	20000	-	-	-	156.00	156.00
16	合 计	-	-	-	-	-	-	-	1467.70

表 9.1.4-9 移民安置生活污水处理系统投资表

单位：万元

序号	项 目	单 位	数 量	单 价	合 计
1	沼气池	个	5	0.6	3.00

## b) 生态环境保护投资

生态保护措施主要包括生态保护宣传与教育、古树保护、水生生态保护。生态环境保护总投资为 410.50 万元，投资概算详见表 9.1.4-10。

表 9.1.4-10 生态保护措施投资概算表

序号	项 目	单 位	工 程 量 / 数 量	单 价 元	投 资 万 元	备 注
1	生态保护宣传与教育	-	-	-	70.00	
1.1	生态保护宣传	年	7	80000	56.00	
1.2	生态保护管理机构	个	1	140000	14.00	
2	古树保护	株	1	5000	0.50	就地保护
3	水生生态保护	-	-	-	340.00	
3.1	生态流量监控设施	套	2	700000	140.00	
3.2	拦鱼设施	套	2	1000000	200.00	电赶鱼
4	合计	-	-	-	410.50	

## c) 大气与声环境保护投资

本工程气环境保护费用为 311.00 万元；施工区噪声防护措施费用为 181.45 万元。投资概算见表 9.1.4-11、表 9.1.4-12。

表 9.1.4-11 大气环境保护投资表

序号	项 目	单 位	工 程 量 / 数 量	单 价 元	合 计 万 元
1	洒水车	辆	2	300000	60.00
2	限速牌	个	20	500	1.00
3	设施运行与维护	月	78	30000	234.00
4	其他				16.00
5	合 计	-	-	-	311.00

表 9.1.4-12 声环境保护投资表

序号	项 目	单位	工程量 /数量	单价 元	合 计 万元	备注
1	禁鸣标志	个	30	350	1.05	1
2	隔声墙	延米	6000	300	180.00	2
3	警铃	个	20	200	0.40	3
4	合 计	-	-	-	181.45	4

d) 固体废物处理投资

本工程施工区固体废弃物处理费用为 329.30 万元，投资概算见表 9.1.4-13。

表 9.1.4-13 施工区固体废弃物处置投资概算表

序号	项 目	单 位	数 量	单 价 元	费 用 万元	备 注
1	垃圾桶	个	60	400	0.30	
2	果皮箱	个	40	150	0.60	
3	垃圾收集站	个	5	40000	20.00	
4	垃圾管理	人·年	28	40000	112.00	4 万/a·人，7 年
5	垃圾收集	t	4600	200	92.00	收集、分选
6	垃圾处理	t	1150	160	18.40	运输、处理
7	危废收集桶	个	8	2500	2.00	
8	危废处理	年	7	120000	84.00	
9	合 计	-	-	-	329.30	

e) 人群健康保护投资

本工程施工区人群健康保护费用为 205.00 万元，投资估算见表 9.1.4-14。

表 9.1.4-14 人群健康保护投资概算表

序号	项 目	单位	数量	单 价 元	费 用 万元	备 注
1	卫生清理	次·月	24	40000	96.00	人工清理
2	食品卫生管理与监督	项·年	7	40000	28.00	年费用 4 万，6 年
3	卫生防疫机构	个	1	160000	16.00	
4	固定厕所	个	5	90000	45.00	
5	流动厕所	个	10	20000	20.00	
7	合计		-	-	205.00	

f) 工程环境监测投资

环境监测总投资为 681.12 万元，各项环境监测费用见表 9.1.4-15。

表 9.1.4-15 环境监测费用概算表

序号	项 目	监测点数 个/站	项目 个	次数 个	单价 元/次	年份	费用 万元
1	水质监测	-	-	-	-	-	335.60
1.1	施工期水质监测	-	-	-	-	-	257.60
(1)	施工期地表水监测	3	12	3	1000	7	75.60
(2)	生产废水监测	4	3	4	1000	7	33.60
(3)	生活污水监测	4	2	4	1000	7	22.40
(4)	地下水监测	3	14	2	1000	7	58.80
(5)	饮用水监测	2	24	2	1000	7	67.20
1.2	运行期地表水监测	5	26	2	1000	3	78.00
2	施工区大气监测	4	1	4	10000	7	112.00
3	施工区噪声监测	6	1	4	400	7	6.72
4	生态监测	-	-	-	-	-	168.00
4.1	陆生生态调查	2	-	2	60000	3	72.00
4.2	水生生态调查	2	-	2	80000	3	96.00
5	施工人员健康监测	1	420	1	200	7	58.80
6	合 计	-	-	-	-	-	681.12

## 9.2 环境影响经济损益分析

### 9.2.1 效益

#### a) 经济效益

建全抽水蓄能电站投入运行，抽水蓄能调峰填谷后，可以使火电机组按较经济的调峰幅度运行，大大减少火电机组深度调峰现象，改善火电机组的运行条件，降低火电机组的发电煤耗率，水电弃水调峰基本可以避免，具有较好的经济效益。

#### b) 社会效益

随着建全抽水蓄能电站的建设，可部分解决重庆市电网调峰问题，有利于重庆市经济的良好发展，该部分效益难以货币化，暂不计列。

电站总工期 78 个月，期间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，消费需求的猛增，将极大促进地方农业、餐饮业和其它服务业的发展，有利于

地方农业产业结构调整 and 第三产业的快速发展。

电站建成后优化电站永久建筑物的造型和景观、尽量与周边景观相融合，上、下水库下放一定的生态流量，可以以电站工业旅游为龙头兼顾开发生态旅游、科学教育、会务、休闲度假等，吸引游客前来参观游览，将有助于带动周边其它景点的旅游。

### c) 环境效益

按照等效原则，采用分析重庆电网通过建设建全抽水蓄能电站来改善火电机组运行状况，从而减少排污负荷所带来的环境经济效益。根据工程可研，经电网有、无云阳蓄能方案系统燃料总消耗量计算表明，云阳蓄能电站的投入将改善了火电机组的运行条件，降低火电机组发电煤耗率，使全系统具节煤效益。

## 9.2.2 环境影响损失

以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程环境影响损失大小的尺度，计算其损失值。在建全抽水蓄能电站建设所带来的各类损失中，可以货币化体现的主要为环境保护措施及补偿费用。

为减免、恢复或补偿建全抽水蓄能电站建设和运行所带来的不利环境影响，拟采取的环境保护措施主要包括：施工期污水处理措施、大气污染防治、噪声污染防治、固体废弃物处置；运行期水环境保护和水质管理；生态保护；景观修复；人群健康保护；移民安置工程环境保护等环保措施方案。在进行技术经济分析及方案比选的基础上，提出了各项环保措施推荐方案及其费用估算，主要采用“恢复费用法”对所需费用进行计算。建全抽水蓄能电站环保措施总投资为 11852.49 万元。

## 9.2.3 环境影响损益分析

通过上述分析可知，本工程环境损失 11852.49 万元，环境效益为改善火电机组运行状况从而减少排污负荷所带来的环境经济效益。此外，根据主体报告的经济评价分析，本工程的全部投资经济内部收益率为 9%，大于国家规定的社会折现率( $I_s=8\%$ )，说明本工程有较好的经济效益，在国民经济上是合理的。

工程建设可以推动当地的经济的发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会 and 经济效益；同时环境影响可接受，施工期产生的“三废一噪”等污染以及生态环境、社会环境的影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内。

## 10 评价结论与建议

### 10.1 评价结论

#### 10.1.1 工程概况

a) 建全抽水蓄能电站位于重庆市云阳县高阳镇境内，距重庆市公路里程 350km，距云阳县城 41km，距高阳镇 13km。电站上水库位于高阳镇桂林村和金惠村之间的石河堰水库，下水库位于高阳镇建全村和海坝村之间的双河口水库。

b) 建全抽水蓄能电站区位条件较好，位于渝东北城镇群中心。工程开发主要是承担承担重庆电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用等任务。电站装机容量 1200MW，装设 4 台单机容量为 300MW 的水泵水轮发电电动机组。上水库正常蓄水位 680.00m，正常蓄水位库容 1279 万 m<sup>3</sup>，死水位 646.00m，死库容 258 万 m<sup>3</sup>，调节库容 1021 万 m<sup>3</sup>；下水库正常蓄水位 341.00m，正常蓄水位库容 1301 万 m<sup>3</sup>，死水位 314.00m，死库容 295 万 m<sup>3</sup>，调节库容 1006 万 m<sup>3</sup>，电站额定水头 332.00m。

c) 建全抽水蓄能电站区位条件较好，位于渝东北城镇群。渝东北风光资源为重庆市最丰富地区，随着“双碳目标”的提出，新能源将得到快速发展。风电、光伏出力不稳定，出力通常与电力系统负荷需求不匹配，对于风电、光伏的出力剩余问题，唯有抽水蓄能电站能将其富余出力转化成负荷高峰时的稳定出力，不仅有效调节风电出力不稳对系统的冲击作用，更能将风电、光伏的剩余出力转化为电力系统需要的出力，提高风电、光伏的在电力系统中的消纳水平，发挥储能作用。

d) 枢纽建筑物由上水库、输水系统、厂房系统和下水库组成。上水库大坝采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 685m；泄水建筑物采用竖井式溢洪道，布置于大坝右侧，竖井直径 4m，竖井深度 90m。输水系统建筑物包括上水库进/出水口、引水主洞(包括上平段、斜井段、下平段)、上游调压室、引水岔管、引水支管、尾水隧洞(包括尾水洞钢衬段、尾水洞混凝土衬砌段)和下水库进/出水口等。地下厂房采用尾部式布置方案，地下厂房系统布置在鼻骨梁山脊内，距离下水库大坝东北向约 750m 处的雄厚山体内；地下厂房系统包括主副厂房、主变洞、母线洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆洞、排水廊道等建筑物。下水库建筑物由大坝、溢洪道及泄洪洞组成；大坝采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 348m；竖井式溢洪道布置于大坝左岸，与导流洞结

合布置；泄洪洞布置在大坝左岸，进水口为短有压岸塔式。

e) 本工程所需一般外来器材物资主要有水泥、粉煤灰、钢材、木材、油料、火工材料、施工机械设备、金属结构及机电设备等，工程施工期所需外来物资运输总量约为 59.79 万 t，年高峰运输强度约为 13.52 万 t。场内施工道路共 17 条总长度为 32.12km。工程设有 1 个石料场(库区开挖区)、2 处利用料中转场、2 处弃渣场、2 处表土堆存场 (上、下水库各 1 处)。工程从正式开工到第 1 台机组发电工期 66 个月)，总工期 78 个月，其中净备工期为 6 个月。

f) 电站建设征地影响主要涉及云阳县的高阳镇，涉及人口 234 户、830 人，房屋 35277.55m<sup>2</sup>，土地 4187.59 亩。规划对于建设征地涉及的征地人员安置对象 1140 人全部采取参加“征地人员安置对象基本养老保险安置”的方式。规划对建设征地涉及的住房安置对象 837 人采用住房货币安置，对建设征地涉及的非住房安置对象 21 人采用农村宅基地后靠自建房安置。

### 10.1.2 环境现状

a) 建全抽水蓄能电站所在区域为侵蚀与剥蚀作用共同形成的参差方块状低中山区，地形上总的特征是山高谷深，沟多坡陡，陡缓相间，呈台阶状展布。上水库天然库盆呈“Y”形分布，左支沟走向 NNW 向，右支沟走向 SSW 向，两支沟于陈家山沙湾处交汇为主冲沟，主沟总体流向近 EW 向；沟底高程一般为 580.00m~685.00m，支沟两侧冲沟发育，呈树枝状展布，主沟和其支沟一般都常年有流水；坝址区溪沟为“V”型峡谷地形，两岸山体雄厚，地形对称，左岸综合地形坡度 30°~34°，右岸综合地形坡度 34°~38°。下水库天然库盆亦呈“Y”形分布，左支沟走向 NWW 向，右支沟走向 SSW 向；区内溪沟沟底高程一般为 300.00m~350.00m，支沟两侧冲沟发育，呈树枝状展布，主沟和其支沟一般都常年有流水；坝址区溪沟呈宽缓“V”型峡谷地形，两岸山体雄厚，地形对称，岸坡坡度为 20°~24°。

b) 云阳县属亚热带季风气候区，气候温和，四季分明，雨量充沛，湿度较大，无霜期长，春季气温回升早，初夏雨量丰沛，盛夏炎热多伏旱，秋多绵雨，冬无严寒，云雾较多。云阳县多年平均气温 18.7℃，多年平均降水量为 1122.4mm，多年平均相对湿度 74%；多年平均蒸发量为 1323.6mm，多年平均日照为 1464.9h。

c) 本工程上、下水库均位于长江一级支流小江左岸支流双河洞沟。上水库坝址处控制流域面积为 3.54km<sup>2</sup>，坝址多年平均流量为 0.071m<sup>3</sup>/s，多年平均年径流量为

223.91 万 m<sup>3</sup>。下水库坝址处控制流域面积为 25.3km<sup>2</sup>，坝址多年平均流量分别为 0.51m<sup>3</sup>/s，多年平均年径流量为 1608.34 万 m<sup>3</sup>。

d) 双河洞沟流域内无工业污染源分布。支流双叉河沟地表水水质各项指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准，双河洞沟干流地表水水质各项指标均达到了III类标准。地下水各监测指标均能满足《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准，地下水水质良好。

e) 评价区调查统计有维管植物 142 科 488 属 778 种，无国家重点保护野生植物；评价区内分布古树 1 株，黄葛树，位于征地范围外。评价范围内分布的陆生野生脊椎动物 4 纲 16 目 47 科 85 种，其中两栖动物有 1 目 4 科 6 种、爬行类有 2 目 6 科 10 种、鸟类有 8 目 29 科 61 种、兽类有 5 目 8 科 8 种；评价范围内国家有国家二级重点保护野生动物 1 种，红腹锦鸡；有重庆市市级保护野生动物 5 种，灰胸竹鸡、小鸬鹚、黑水鸡、绿鹭、黄鼬。评价区所在的双河洞沟为小型溪沟，调查发现有浮游植物 4 门 56 种、浮游动物 3 类 25 种、底栖动物 3 类 13 种；评价区双河洞沟底质以砾石、砂石为主，水生植被以挺水植物芦苇、芒等为主；评价区双河洞沟流域内的河道水深浅，不具备大型鱼类生存，河道内渔获物基本以麦穗鱼、大鳍鱮等小型鱼类为主，鱼类资源较为贫乏，种类简单。

f) 工程区及周围区域内无厂矿企业等大气、噪声污染源。工程区大气中的二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳、可吸入颗粒物、总悬浮颗粒物等指标可以达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准的要求。工程区的环境噪声均能达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 1 类标准，声环境质量良好。

g) 云阳县位于重庆市东北部、三峡库区腹心地带，有“万里长江，天生云阳”之美誉。云阳县土地总面积 3636.38km<sup>2</sup>，辖 42 个乡镇(街道)。2021 年末，云阳县实现地区生产总值 528.13 亿元，其中第一产业增加值 205.13 亿元，第二产业增加值 98.65 亿元，第三产业增加值 253.01 亿元；粮食播种面积 9.05 万 hm<sup>2</sup>，总产量 41.11 万 t；全县居民人均可支配收入 24673.62 元，城镇居民人均可支配收入 35133.80 元，农村居民人均可支配收入 15956.12 元。

### 10.1.3 环境影响评价

#### a) 水文情势影响评价

本工程上水库生态流量管结合导流洞与竖井式泄洪洞布置，下水库生态流量管结合泄洪放空洞布置。运行期，均可通过管道确保生态流量下泄，电站运行对水情情势的影响小。电站运行时，调节水量在上、下水库中循环使用，上、下水库的水位也随之变化。由于流域面积小，天然来水量小，工程施工、蓄水、运行对双河洞沟流域水文情势的影响比较大。

#### b) 地表水环境影响评价

**施工影响：**施工期砂石料加工废水、垫层料加工废水、混凝土生产系统废水、修配系统废水、生活污水处理后回用于本生产或场地冲洗，地下洞室排水、基坑排水处理后回用；施工营地、渣场、转料场、表土场下游建设沉沙处理受影响的地表径流。通过加强对废(污)水处理设备的维护与运行，施工对地表水的影响轻微。

**运行影响：**电站运行期本身不产生水污染物，主要废(污)水为工作人员的生活污水、少量机修含油废水，需采取措施处理后回用。运行期上、下水库水量交换频繁，增加了溶解氧含量，促进有机物溶解，水库出现富营养化可能性小。

#### c) 地下水环境影响评价

**施工影响：**工程区施工作业面基本于地下水位线以上，施工对地下水位和流场不会产生明显影响；工程，输水系统沿线岩体总体以弱~微透水性为主，均为相对隔水岩体，且一般都进行衬砌支护和防渗处理，对地下水位和流场基本无影响。

**运行影响：**水库边坡进行防护、绿化处理后，运行期间，库水升降对库周边坡内的地下水位不会造成明显影响，且影响范围十分有限；地下洞室基为封闭性隔水洞室，基本不会对周围裂隙水层的水位和流场产生影响。

#### d) 生态环境影响评价

**对陆生植物的影响：**施工期对陆生植物的影响主要为施工占地对植被的破坏。施工活动将破坏施工区植被，失去原有的自然性和生物生产力，降低景观的质量与稳定性。施工结束后，临时占用地的植被类型可通过人工恢复还原到现有的质量水平，永久占用地将成为人工基底的景观类型。工程运行时会淹没部分植物，影响较大的自然植被为林地、耕地、草地，但这些植被在区域内较常见，也是植被恢复的主要对象。水库蓄水后，将在一定程度上改善区内土壤和空气湿度，改善区内生态环境，工程运行对当地植物影响较小。工程征地红线内占地范围外有 1 株古树，将采取就地保护措施

施。

对陆生动物的影响：工程施工期随着工程施工活动、施工区的建设占地，以及施工机械运行和施工人员活动带来的干扰，均会破坏现有野生动物的生存环境，导致动物栖息环境发生改变，对该区域的野生动物将产生不利影响，但它们会迁移到非施工区或非淹没区找到相同或相似生境，因而对其生存不会造成威胁。工程建成后，陆生动物影响会随着是施工影响源不复存在而消失。

对水生生物的影响：工程区无珍稀保护鱼类及鱼类产卵场、索饵场分布，区内主要为小型经济鱼类，且现存数量较少。电站蓄水后，适应阔水水域生活的鱼类将会增加，鱼类资源量增加。

#### e) 大气环境影响评价

水电工程作业面大，污染源分布分散，且多为露天排放，经大气扩散和稀释后，有机废气浓度一般比较低，粉尘是水电工程施工最主要的污染源，尤其开挖产生的飘尘和施工车辆引起的扬尘。由于废气和扬尘产生量也较小，经过采取一定进行处理后，对施工区周围环境和人员健康影响小。

#### f) 声环境影响评价

声环境污染源主要是开挖爆破和施工机械设备运转，受工程施工噪声影响的主要是上下水库工程区外及上、下库连接道路 200m 范围内的居民。由于上、下水库工程周围 200m 范围内有较多分散居民住宅分布，施工产生的噪声不可避免会对居民的生产生活带来一定的影响。

#### g) 固体废物对环境的影响分析

工程区未经收集的生活垃圾、建筑垃圾直接丢弃，或在雨水的冲刷下进入施工区河段，将造成施工区河段以及施工区下游的水环境污染。运行期电厂生活管理区生活垃圾和厂房废机油，产生的数量很小，生活垃圾可纳入地方生活垃圾处理系统，废机油委托有资质单位处置，对环境影响较小。

#### h) 对社会经济的影响分析

工程的兴建，将推云阳县社会经济快速发展。在工程开工后，随着施工人员大量进驻，将促进当地农产品的生产和销售，消费需求的猛增将极大促进地方农业、餐饮业的发展。电站运行不仅给云阳县带来大量的财政收入，还为发展当地经济提供了交

通、能源等方面的必要条件，对促进地区产业结构优化调整和社会经济可持续发展，以及当地脱贫致富具有一定的作用。

#### 10.1.4 环境保护对策措施

a) 本工程蓄水期、运行期上水库、下水库均采用生态流量管下泄生态流量，分别不低于  $0.0106\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.0659\text{m}^3/\text{s}$ 。

b) 针对砂石料加工废水、垫层料加工生产废水、混凝土生产系统废水，采取沉淀分离进行处理达标后回用，不外排；含油废水隔油处理后继续用于场地冲洗。地下洞室排水、基坑排水或物理沉淀分离处理达标后回用，减少排放。生活污水经一体化设备处理达标后回用。为保护水库水质，蓄水前应严格执行库区清理，加强库区水质保护和管理。

c) 制定施工期生态环境保护规定和制度，加强施工期和运行期管理，加强对施工和运行人员的管理，严格控制施工占地规模，严禁捕猎野生动物，保护区域动植物资源；严格执行库底清理，避免破坏清理范围外的植被；对堆渣利用区、施工开挖区采取生态景观修复；对工程区附近古树均采取就地保护措施。

d) 针对工程新增的水土流失，采取工程防护和植被恢复相结合的控制措施，以尽可能地维护和改善区域的生态环境状况。

e) 针对废气和粉尘等大气污染物对施工人员的影响，尤其是粉尘的影响，采取湿式作业以及对施工区进行洒水等除尘、降尘措施减少废气和粉尘的排放量，施工人员配带口罩、头盔等防护措施，减少大气污染物对自身的影响和危害。

f) 针对施工噪声尤其是对施工区征地红线外居民的影响，采取优化施工时序、设施临时隔声墙等降噪措施；低噪声设备和施工工艺，降低声源；利用地形，合理布置施工机械，设置限速和禁鸣标志牌，保护周围的声环境；施工人员配戴耳塞等防护措施，减少噪声对施工人员的影响和危害。

g) 针对施工区生活垃圾对当地水环境及周围环境的影响，对施工区生活垃圾采取外运处理措施；移民的生活垃圾处理纳入地方生活垃圾处理系统。

h) 为保护施工区施工人员的健康，制定了施工人员人群健康体检检查措施和防疫措施。

### 10.1.5 环境风险分析

本工程施工中因意外事故可能产生的风险有大坝开挖爆破风险、加油点事故风险、危险品运输事故风险、森林火灾风险、施工期污废水事故排放风险、地下厂房溢油风险、溃坝风险、炸药爆炸风险等。一旦事故发生，均有可能给周围的水环境、生态环境带来严重的影响。针对以上风险事故，本工程提出了相应的环境风险防范措施。

### 10.1.6 环境监测

开展工程建设影响区环境监测与生态调查工作。施工期对水环境、环境空气、声环境、陆生生态、水生生态、人群健康开展环境监测工作，运行期开展水生生态、水环境监测等工作

### 10.1.7 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》，建设单位于 2022 年 4 月 24 日在建设项目所在地云阳县人民政府网站进行首次环境影响评价信息公开。2022 年 5 月 18 日~31 日，在云阳县人民政府网站对环境影响报告书征求意见稿进行了公示，于 2022 年 5 月 24 日在工程影响的高阳镇场镇、建全集镇同步张贴公告进行了公示，于 2022 年 5 月 20 日和 5 月 23 日在《重庆晨报》上进行了报纸公示。公示期间未收到公众提出的环境保护相意见或建议。

### 10.1.8 环境保护投资

本工程环境保护总投资为 11852.49 万元，其中水环境保护 7141.49 万元、生态环境保护 410.50 万元、大气环境保护 311.00 万元、声环境保护 181.45 万元、固体废物处理 329.30 万元、人群健康保护 205.00 万元、环境监测 681.12 万元，独立费用 1921.74 万元，基本预备费 670.90 万元。

### 10.1.9 总体结论

建全抽水蓄能电站的建设符合重庆市抽水蓄能选点规划与地方经济发展规划，具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。工程建设对环境的影响主要发生在施工期，施工期产生的“三废一噪”等污染以及生态环境、社会环境的影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内，不会对生态系统的稳定性和多样性构成破坏。运行期主要的影响是对下游河道水环

境以及水声生态的影响，通过下泄生态流量可以保证下游河道生态用水的需求。工程建设可以推动当地的经济发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会和经济效益。工程不涉及环境敏感区。从环境保护角度看，在落实各项环境保护措施的前提下，工程建设是可行的。

## 10.2 建议

为确保建全抽水蓄能电站开工建设，应尽快开展双叉河沟水源地建设，以取消上水库涉及的石河堰水库饮用水水源保护区。工程建设应以预防为主为指导方针，在工程规划设计中，充分考虑工程开发建设对自然环境的影响和破坏。在环境影响报告书通过审查后，应紧密结合工程施工规划，编制环境保护设计报告。

工程施工过程应严格贯彻“三同时”原则，确保环境保护工程措施的施工质量，除落实各项环境保护工程措施外，应加强环境监测、环境监理和环境管理。工程建设成立专门的环境保护组织机构，加强环境保护资金管理，实行专款专用，确保环境保护资金投入到位。自主开展蓄水前阶段竣工环境保护验收调查。工程运行满 5 年，应按要求开展环境影响后评价工作。只要各项措施落实到位，工程兴建是不会对工程区及其周围环境产生大的影响，并能有力地促进当地的社会经济的发展。