中国电建
POWERCHINA

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION LIMITED

四川绵竹抽水蓄能电站

环境影响报告书

(公示本)

建设单位：四川能投绵竹抽水蓄能开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

2024 年 3 月

四川绵竹抽水蓄能电站

环境影响报告书

(公示本)

建设单位：四川能投绵竹抽水蓄能开发有限公司

编制单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

打印编号：1710990701000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	v93370
建设项目名称	四川绵竹抽水蓄能电站
建设项目类别	41—088水力发电
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	四川能投绵竹抽水蓄能开发有限公司
统一社会信用代码	91510683MACWDEEL8U
法定代表人（签章）	张平
主要负责人（签字）	唐善安
直接负责的主管人员（签字）	覃定海
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司
统一社会信用代码	91510000450751397l
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘园	07355143507510274	BH011765	刘园

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王莉	环境现状调查与评价、环境保护投资概算与环境影响经济损益分析、工程分析	BH032150	王莉
刘园	总则、流域及工程概况、环境保护对策措施及技术经济论证	BH011765	刘园
傅嘉	环境影响预测与评价、环境风险分析与应急措施、环境监测与管理规划、环境影响评价结论	BH015601	傅嘉

概述

(一) 项目背景

抽水蓄能是当前技术最成熟、经济性最优、最具大规模开发条件的电力系统绿色低碳清洁灵活调节电源，与风电、核电、太阳能发电等配合效果较好。为努力实现“2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和”的目标，加快能源绿色低碳转型，构建以新能源为主体的新型电力系统，加快发展抽水蓄能势在必行。

2020 年 12 月，国家能源局综合司印发《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)，要求全国启动开展新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作。2021 年 6 月，受四川省能源局委托，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司(以下简称我公司)牵头联合相关单位编制完成《四川省抽水蓄能中长期规划需求》，由四川省发展改革委将四川省新一轮抽水蓄能中长期规划上报国家能源局。

2021 年 9 月，国家能源局印发实施《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》。四川省共 16 处抽水蓄能站点纳入中长期规划，总装机容量 19200MW。其中，绵竹抽水蓄能电站被列为规划储备项目。

2021 年 12 月，四川省能源局向国家能源局报送《四川抽水蓄能中长期发展(2021−2035 年)实施方案》(川能源〔2021〕23 号)。实施方案指出，考虑到电力中长期需求以及水电扩机、燃气发电建设和各规划抽水蓄能电站前期工作进度存在不确定性，结合新型电力系统建设要求，前期工作规模按 2000 万千瓦左右安排，并按照“成熟一个、核准一个”的原则推进四川省抽水蓄能开发。

2022 年 10 月，四川省能源局向国家能源局报送《关于四川省绵竹、芦山抽水蓄能电站纳入国家“十四五”重点项目的请示》(川能源〔2022〕31 号)。请示认为绵竹抽蓄电站总体建设条件较好，无地质条件、征地移民、环境保护方面的制约，工程布置与施工条件较好，距离成都负荷中心近，建议将绵竹抽水蓄能电站纳入抽水蓄能中长期发展规划“十四五”重点实施项目。

2022 年 12 月，四川省人民政府发布《四川省电源电网发展规划(2022−2025 年)》，明确“十四五”期间四川省电源电网建设总体要求、主要任务、重大工程、改革举措。规划提出“加快建设多能互补的重点电源项目”“强化水力发电主体

支撑地位”“十四五”期间核准开工两河口混蓄、道孚、绵竹等 12 座抽水蓄能电站，推进 14 座抽水蓄能电站前期工作。其中，绵竹抽水蓄能电站被列为重点实施电源项目，装机规模为 120 万 kW。

2023 年 4 月，我公司完成《四川绵竹抽水蓄能电站预可行性研究报告》(审定本)；同年 6 月 17 日，水电总院以“水电规规〔2023〕299 号”文印发了预可研报告的审查意见，基本同意初选装机容量 120 万 kW。

2023 年 6 月，我公司编制完成绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段的枢纽布置格局研究专题、正常蓄水位选择专题、施工总布置规划专题报告。同年 7 月 24 日，中国水利水电建设工程咨询有限公司以“水电咨水工〔2023〕214 号”文形成了枢纽布置格局研究专题咨询报告；8 月 4 日，水电总院以“水电规施〔2023〕173 号”文印发了施工总布置规划专题的审查意见，同意报告推荐的施工总布置规划方案和枢纽工程建设区施工用地范围；8 月 16 日，水电总院以“水电规规〔2023〕389 号”文印发了正常蓄水位选择专题的审查意见，同意绵竹抽水蓄能电站上水库正常蓄水位 1197m，下水库正常蓄水位 674m。

(二) 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》等规定，本工程属于“四十一电力、热力生产和水力发电抽水蓄能电站”，在开工前应编制环境影响报告书。2023 年 3 月，建设单位四川能投电力开发集团有限公司正式委托我公司开展绵竹抽水蓄能电站的环境影响评价工作。其中，涉及电磁辐射部分的 500kV 开关站及主变另行单独立项开展环评。鉴于绵竹抽水蓄能电站工程土建整体统一施工，地面 500kV 开关站工程作为其组成部分，其土建内容纳入主体工程，相关施工影响等评价内容也纳入本次环评，开关站安装及运行过程的环境影响则纳入开关站工程环评。

接受委托后，我公司立即成立了环评工作组，在认真研究工程有关技术资料的基础上，组织相关技术人员多次前往绵竹市进行实地调查和资料收集，并联合成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 2～3 月、7 月和 11 月开展了评价区域地表水、地下水、大气、声、土壤环境现状监测，联合金玉垒生态环保科技有限公司、四川省农业科学院水产研究所于 2023 年 5～9 月开展了评价区域陆生生

态、水生生态调查与评价专题研究工作。

在上述工作的基础上，结合国家有关法律法规、环境影响评价技术导则和技术规范等的要求，根据绵竹抽水蓄能电站可研阶段三大专题报告、水资源论证报告书、移民安置规划报告、可研报告等确定的工程设计方案，我公司开展了工程分析、环境影响预测与评价、环境保护对策措施拟定、环境风险分析、环境监测与管理规划、环境保护投资概算等工作，于 2024 年 3 月编制完成《四川绵竹抽水蓄能电站环境影响报告书》送审稿。

(三) 规划符合性

(1) 工程与产业政策、法律法规及相关规划的符合性

绵竹抽水蓄能电站属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中鼓励类的电力类项目，工程建设符合国家产业政策。工程建设与《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》《四川抽水蓄能中长期发展(2021−2035 年)实施方案》《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《德阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等均相符。

工程已纳入《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》，符合流域水资源配置规划及规划环评相关要求。

(2) 工程与“三线一单”的符合性

根据四川省“三线一单”生态环境分区管控方案和正式启用的“三区三线”成果，并经绵竹市自然资源和规划局复核，本工程占地范围不涉及“三区三线”划定的生态保护红线和永久基本农田，工程建设不会触及水环境质量底线，符合大气环境质量、土壤环境质量底线相关管控要求，符合土地资源、水资源和能源利用上线要求，满足环境管控单元和生态环境准入清单要求，工程建设符合四川省及德阳市“三线一单”相关管控要求。

工程在枢纽布置格局研究、正常蓄水位选择、施工总布置规划等重大方案比选设计时，已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制约因素，从环境保护角度具有可行性和合理性。

(3) 工程建设对环境敏感区的影响

本工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产地、地质公园、湿地公园、森林公园等自然保护地，不涉及水产种

质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区。

(四) 建设项目特点及评价关注的主要环境问题

(1) 建设项目特点

绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市西南方麓棠镇及广济镇境内，与绵竹市区、德阳市区、成都市区直线距离分别为 16km、35km、70km，距离负荷中心近，对外交通十分便利。

绵竹抽水蓄能电站装机容量 120 万 kW(4×30 万 kW)，安装 4 台单机容量为 30 万 kW 的可逆式水轮发电机组，连续满发小时数为 6h，为一等大(1)型工程。电站上水库正常蓄水位 1197.00m，死水位 1174.00m，调节库容 633 万 m^3。下水库正常蓄水位 674.00m，死水位 644.00m，调节库容 633 万 m^3。电站最大水头 553.0m，最小水头 489.4m，额定水头 515m。

绵竹抽水蓄能电站供电范围为四川电网，设计水平年为 2030 年，建成后可发挥调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用作用。电站枢纽工程主要建筑物由上水库、下水库、输水系统、泄洪放空系统、地下厂房和开关站等组成，次要建筑物包括补水工程。

上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，库盆内半挖半填，正常蓄水位 1197m，死水位 1174m，调节库容 633 万 m^3。上水库主要建筑物由挡水坝、库岸及库底防渗结构等组成。挡水坝由一主坝两副坝组成，均为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程均为 1201.50m，坝顶宽均为 10m，其中南侧垭口挡水坝为主坝(最大坝高 66.00m)，东侧垭口为 1#副坝(最大坝高 39.50m)，北、西侧垭口为 2#副坝(最大坝高 48.50m)。上水库设环库公路，路面高程 1201.50m，路面宽度 10m，总长约 2077m。上水库采用全库盆防渗，采用钢筋混凝土面板堆石坝，库周采用钢筋混凝土面板，库底采用复合土工膜防渗方案。

下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，建设方案为将原困牛山水库坝轴线向下游平移约 170m，正常蓄水位 674.00m，死水位 644.00m，调节库容 633 万 m^3。下水库主要建筑物由挡水坝、库盆开挖及防护、库岸公路和泄洪放空管等组成。下水库挡水坝为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程 678.00m，最大坝高 45.5m，坝顶长度 1409m。下水库

库底采用钢筋混凝土面板+库底土工膜防渗。下水库设环库公路，路面高程678.00m，路面宽度 10m，总长约 2452m。下水库主坝下方，排水廊道底板下埋设两根 DN1600mm 的泄洪放空管作为泄洪放空设施，延伸到射水河支沟孙家沟内，通过布置锥形阀进行启闭控制并兼具消能作用。

输水系统主要建筑物包括电站上水库进/出水口、压力管道、尾水调压室及其通气洞、尾水隧洞、下水库进/出水口等。输水系统总长约 1809.92～1812.56m，其中引水系统长约 1227.49～1269.44m，尾水系统长约 540.48～585.07m。电站距高比为 3.4。

地下厂房位于输水系统中部偏下游，距上、下水库水平距离分别为 890m、413m，垂直埋深约为 325～372m。主副厂房、主变室、尾闸室三大洞室平行布置，厂房轴线 N25°W。主副厂房开挖尺寸为 182m×27.9/24.9m×56.35m(长×宽×高)，主变室开挖尺 172.5m×22.3m×24.4m(长×宽×高)，尾闸室开挖尺寸 114.2m×14/11.3m×33.64m(长×宽×高)。500kV 电缆采用竖井+平洞的方式出线，与地面 500kV 开关站连接。

下水库补水工程在原困牛山水库补水系统——四支渠至水库斗渠的基础上，通过适当改建形成。原渠系过流能力满足现下水库补水需求，无需对渠道进行扩建。初拟在水库斗渠进库段进行改建，在填筑堤坝段改建为坝下埋管，且在库内布置闸门，闸门长期处于关闭状态，当枯期下水库需要补水时，打开闸门进行补水。

本工程征占用各类土地面积为 2880.47 亩，其中永久占地面积 2494.97 亩，临时占地面积 385.5 亩。涉及搬迁人口 32 户 70 人，采取分散安置的方式；生产安置人口 302 人，采取自行安置的方式。

本工程共布置三个工区：上水库施工区、下水库施工区和石亭江施工区。其中下水库施工区距麓棠镇麓棠村较近，石亭江施工区距广济镇卧云村较近，工程施工会对其产生一定影响。

(2) 评价关注的主要环境问题

针对工程特点，本次环境影响评价主要关注环境问题如下：

1) 关注工程施工用水、初期蓄水和运行期补水对石亭江前进渠取水断面下游水文情势的影响，以及工程运行后对上、下水库库区水文情势的影响。

2) 关注工程实施对国家二级重点保护物种、国家二级保护鱼类等生态保护

目标的环境影响，提出避让、减缓、恢复与补偿等生态影响措施及污染防治措施，降低工程实施生态保护目标的环境影响。

3) 本工程大气和噪声影响范围内分布有麓棠镇麓棠村、广济镇卧云村居民点，应采取相应的噪声治理、扬尘防治等环境保护措施，降低工程施工对上述环境敏感目标的影响。

(五) 评价结论

绵竹抽水蓄能电站工程的建设，符合国家产业政策，符合相关法律法规要求，与电网规划、《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》等均相符。工程建设不涉及各类自然保护地及生态保护红线，符合四川省“三线一单”“三区三线”管控要求，不存在重大环境制约性因素。工程建设的社会效益和经济效益明显，施工期对环境的不利影响主要表现在生产废水和生活污水对水环境的影响、水库初期蓄水对石亭江前进渠取水断面下游水文情势和水生生态的影响；施工产生的废气、粉尘扬尘、噪声、固体废物等对施工区及周边环境质量的影响；施工占地对植被和植物的影响；施工活动及施工噪声对野生动物的惊扰等。工程运行期环境影响主要表现在永久占地及水库淹没对植被的影响和抽水蓄能电站运行期补水对石亭江前进渠取水断面下游水文情势和水生生态的影响。在落实环境影响报告书提出的各项环保措施后，可以最大程度地减免不利环境影响。从环境保护角度看，本工程建设可行。

(六) 致谢

本次环境影响评价过程中，得到了四川省生态环境厅、自然资源厅、林业和草原局、环境工程评估中心、绵竹市生态环境局、水电水利规划设计总院的精心指导和帮助，得到了绵竹市人民政府及相关部门的大力协助，得到了建设单位四川能投绵竹抽水蓄能开发有限公司的全力支持，得到了技术协作单位金玉垒生态环保科技有限公司、四川省农业科学院水产研究所、成都翌达环境保护检测有限公司的积极配合，在此一并表示衷心感谢！

目 录

1 总则……1

1.1 任务由来……1

1.2 评价目的和评价原则……1

1.3 编制依据……3

1.4 环境影响识别与评价因子筛选……10

1.5 环境功能区划和评价标准……12

1.6 评价等级和范围……17

1.7 评价水平年……24

1.8 环境保护目标……24

1.9 评价工作过程与程序……27

2 流域及工程概况……29

2.1 地理位置……29

2.2 流域概况与规划……29

2.3 工程开发任务及规模……35

2.4 项目组成及特性……36

2.5 工程枢纽布置与主要建筑物……42

2.6 工程施工规划……50

2.7 建设征地移民安置……71

2.8 工程取水方案……81

2.9 工程运行方式……86

2.10 工程投资……90

3 工程分析……91

3.1 工程建设必要性分析……91

3.2 工程方案符合性分析……95

3.3 环境影响因素分析……120

3.4 原困牛山水库环境影响回顾性分析……134

3.5 工程分析结论……140

4 环境现状调查与评价……141

4.1 自然环境.....141
4.2 水文泥沙.....144
4.3 地表水环境现状.....147
4.4 地下水环境现状.....156
4.5 环境空气与声环境现状.....167
4.6 陆生生态现状.....172
4.7 水生生态现状.....212
4.8 土壤环境质量现状.....241
4.9 环保基础设施情况.....245
4.10 人群健康.....246
5 环境影响预测与评价.....247
5.1 水资源影响预测与评价.....247
5.2 水文情势影响预测与评价.....251
5.3 水温影响预测与评价.....259
5.4 地表水环境影响预测与评价.....259
5.5 地下水环境影响预测与评价.....262
5.6 环境空气影响预测与评价.....271
5.7 声环境影响预测与评价.....274
5.8 陆生生态影响预测与评价.....282
5.9 水生生态影响预测与评价.....293
5.10 固体废物影响预测与评价.....302
5.11 土壤环境影响预测与评价.....303
5.12 人群健康影响预测与评价.....305
5.13 建设征地及移民安置影响预测与评价.....307
6 环境保护对策措施及技术经济论证.....309
6.1 地表水环境保护措施.....309
6.2 地下水环境保护措施.....321
6.3 环境空气保护措施.....326
6.4 声环境保护措施.....328
6.5 陆生生态保护措施.....331

6.6 水生生态保护措施.....336
6.7 固体废物处置措施.....341
6.8 土壤环境保护措施.....342
6.9 人群健康保护措施.....343
6.10 建设征地及移民安置环境保护措施.....345
7 环境风险分析与应急措施.....346
7.1 环境风险评价目的.....346
7.2 主要评价内容.....346
7.3 环境风险识别.....346
7.4 环境风险评价.....348
7.5 环境风险防范措施.....351
7.6 突发环境事件应急预案.....352
8 环境监测与管理规划.....359
8.1 环境监测规划.....359
8.2 环境管理规划.....366
8.3 环境监理规划.....373
8.4 环境保护“三同时”验收规划.....377
9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析.....380
9.1 编制说明.....380
9.2 环境保护投资概算.....382
9.3 环境影响经济损益分析.....388
10 环境影响评价结论.....390
10.1 综合评价结论.....390
10.2 建议.....399

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》《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2021 年版)等有关规定，受建设单位四川能投电力开发集团有限公司委托(附件 1)，我公司承担四川绵竹抽水蓄能电站环境影响评价工作。

1.2 评价目的和评价原则

1.2.1 评价目的

根据绵竹抽水蓄能电站工程特性、依托工程环境影响特征、区域和流域环境特点及有关法律法规要求，确定本工程环境影响评价目的如下：

(1) 落实流域生态环境保护和高质量发展要求，分析工程建设方案与生态环境保护规划、环境功能区划、四川省抽水蓄能中长期发展规划以及流域水资源配置规划等的符合性与协调性，以及工程方案的环境合理性，提出优化建议。

(2) 调查掌握工程区域的自然环境、生态环境和环境质量状况，环境敏感目标及其环境问题，明确当地的环境功能、环境质量现状及其发展趋势；回顾分析依托工程建设运行对周边环境造成的影响。

(3) 预测评价工程建设和运行等工程活动可能对区域环境产生的各种影响。

(4) 针对工程带来的不利影响，制定经济、技术可行的环境保护对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程涉及区域经济、社会、环境的可持续发展。

(5) 在预测评价和环保措施的基础上，制定工程施工期和运行期的环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据。

(6) 制定工程环境管理和环境监理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证。

(7) 对工程拟采取的环境保护措施进行技术经济分析，提出环境保护投资估

算，为环境保护措施的实施提供资金保障。

(8) 根据环境影响预测评价结论，结合环境保护法律法规、政策的要求，从环境保护角度论证工程建设的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.2.2 评价原则

(1) 生态优先、依法评价原则

贯彻落实习近平生态文明思想，坚持生态优先、绿色发展，严格执行长江保护法等环境保护相关法律法规、标准、政策，落实四川省及德阳市“三线一单”“三区三线”等管控要求，将环境保护作为工程方案比选的重要考虑因素，从源头减轻生态环境影响；同时，与当地自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园、水产种质资源保护区、饮用水水源地等保护规划，区域珍稀保护动植物等环境敏感对象的保护要求以及当地的生态建设与旅游发展紧密协调、互为裨益，切实做到生态优先。

(2) 客观公正、科学评价原则

按照环境保护相关规范导则，采用数学模型、经验公式、统计分析、类比分析、对比分析等评价方法，科学、客观、公正地分析和评价工程建设对各环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，并针对不利环境影响提出科学合理的环境保护对策措施。

(3) 全面分析、突出重点原则

根据本工程建设内容、依托工程基本情况及特点，全面梳理其外环境关系，识别重点、敏感的环境问题，并针对本工程主要环境影响如补水工程下游水文情势、水生生态、施工期环境影响等方面予以重点分析和评价，并借鉴其他抽水蓄能电站环境保护措施的成功经验，提出切实可行的环保措施。

(4) 可操作性和针对性原则

科学、客观、公正地分析和评价工程建设对各环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，针对不利环境影响提出的环境保护措施应与本工程项目特点以及工程地区的社会、经济和自然条件相适应，具有可操作性和针对性。

1.3 编制依据

1.3.1 法律

(1)《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月)

(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月)

(3)《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月)

(4)《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月)

(5)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2021 年 12 月)

(6)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月)

(7)《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月)

(8)《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月)

(9)《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月)

(10)《中华人民共和国水法》(2016 年 9 月)

(11)《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月)

(12)《中华人民共和国森林法》(2020 年 7 月)

(13)《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年 12 月 30 日第二次修订)

(14)《中华人民共和国文物保护法》(2017 年 11 月)

(15)《中华人民共和国长江保护法》(2021 年 3 月)

(16)《中华人民共和国渔业法》(1986 年 1 月通过，2021 年 12 月修正)

1.3.2 行政法规

(1)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月)

(2)《中华人民共和国河道管理条例》(2017 年 10 月)

(3)《中华人民共和国野生植物保护条例》(1996 年 9 月，国务院令第 204 号，2017 年 10 月修订)

(4)《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(国务院令第 666 号，2016 年 2 月修正)

(5)《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(农业部令第 1 号，2013 年 12 月第二次修订)

(6)《中华人民共和国森林法实施条例》(国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日修订)

(7)《中华人民共和国水污染防治实施细则》(国务院令第 284 号，2000 年 3 月)

(8)《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2003 年，国务院令第 377 号，2017 年 10 月修正)

(9)《基本农田保护条例》(1998 年 12 月发布，2011 年 1 月修订)

(10)《土地复垦条例》(2011 年 2 月，国务院令第 592 号)

(11)《地下水管理条例》(国务院令第 748 号，2021 年 12 月)

1.3.3 部委规章

(1)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(2020 年 11 月部令第 16 号)

(2)《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月，国家发展和改革委员会令第 7 号)

(3)《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号)

(4)《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月，国家林业和草原局农业农村部)

(5)《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局、农业农村部公告，2021 年第 3 号)

(6)《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划(2011−2030 年)的批复》(国函〔2011〕167 号)

(7)《国务院关于水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)

(8)《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)

(9)“国务院关于印发《全国生态环境保护纲要》的通知”(国发〔2000〕38 号)

(10)“国务院关于印发《中国水生生物资源养护行动纲要》的通知”(国发〔2006〕9 号)

(11) “国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定”(国发〔2005〕39 号)

(12) “国务院关于环境保护若干问题的决定”(国发〔1996〕31 号)

(13) 《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》(环办〔2015〕52 号)

1.3.4 地方法规

(1) 《四川省环境保护条例》(四川省第十二届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过，2018 年 1 月 1 日起实施)

(2) 《四川省水资源条例》(四川省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议于 2022 年 3 月 31 日通过，2022 年 7 月 1 日实施)

(3) 《四川省固体废物污染环境防治条例》(2022 年 6 月)

(4) 《四川省土壤污染防治条例》(2023 年 7 月 1 日施行)

(5) 《四川省〈中华人民共和国环境影响评价法〉实施办法》(2019 年 9 月)

(6) 《四川省〈中华人民共和国水法〉实施办法》(2012 年 7 月)

(7) 《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》(2012 年 9 月)

(8) 《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法(修订)》(四川省十四届人大常委会第七次会议于 2023 年 9 月 27 日表决通过，2024 年 1 月 1 日起实施)

(9) 《四川省〈中华人民共和国土地管理法〉实施办法》(四川省第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议于 2022 年 12 月 2 日审议通过，2023 年 3 月 2 日实施)

(10) 《四川省〈中华人民共和国大气污染防治法〉实施办法》(2018 修订)

(11) 《四川省新增重点保护野生动物名录》(2000 年 8 月)

(12) 《四川省重点保护野生植物名录》(川府函〔2016〕27 号)

1.3.5 规范性文件

(1) 国家环境保护总局“关于进一步加强生态保护工作的意见”(环发〔2007〕37 号)

(2) “关于加强自然资源开发建设项目的生态环境管理的通知”(环发〔1994〕

664 号)

(3) “关于加强水电建设环境保护工作的通知”(环发〔2005〕13 号)

(4) “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)

(5) “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)

(6) “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)

(7) “关于印发《国家重点生态功能保护区规划纲要》的通知”(环发〔2007〕165 号)

(8) “关于印发《全国生物物种资源保护与利用规划纲要》的通知”(环发〔2007〕163 号)

(9) “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)

(10) “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)

(11) 《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部，2015 年 11 月)

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

(13) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评〔2021〕108 号)

(14) 《关于印发长江经济带生态环境保护规划的通知》(环规财〔2017〕88 号)

(15) 《关于印发<重点流域水生生物多样性保护方案>的通知》(环生态〔2018〕3 号)

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

(17) 《四川省主体功能区规划》(四川省人民政府，2013 年 4 月)

(18) 《四川省水功能区划》

(19) 《四川省、重庆市长江经济带发展负面清单实施细则(试行)》(川长江办〔2022〕17 号，2022 年 8 月)

(20) 《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发

〔2018〕24 号)

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

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

(23) 《四川省环境污染防治“三大战役”实施方案》(四川省委办公厅、四川省人民政府办公厅，2016 年)

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

(25) 《四川省发展和改革委员会关于印发〈四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单(第一批)(试行)〉的通知》(2017 年 8 月，川发改规划〔2017〕407 号)

(26) 《四川省发展和改革委员会关于印发〈四川省重点生态功能区产业准入负面清单(第二批)(试行)〉的通知》(川发改规划〔2018〕263 号)

(27) 《四川省林业和草原局关于进一步加强野生动植物资源保护管理工作的通知》(四川省林业和草原局，2020 年 5 月)

(28) 《四川省国土空间生态修复规划(2021–2035 年)》(四川省自然资源厅，2022 年 6 月)

(29) 四川省环境保护局、四川省实施西部大开发领导小组办公室“关于发布实施《四川省生态功能区划》的通知”(川环发〔2006〕62 号)

(30) 四川省住房和城乡建设厅关于印发《2021–2022 年秋冬季城市扬尘污染防治攻坚行动方案》的通知(四川省住房和城乡建设厅，2021 年 11 月 17 日)

(31) 四川省“三区三线”划定成果(2022 年 11 月)

(32) 关于印发《产业园区规划环评“三线一单”符合性分析技术要点(试行)》和《项目环评“三线一单”符合分析技术要点(试行)》的通知(四川省生态环境厅，2021 年 12 月)

(33) “四川省地面水水域环境功能划类管理规定”(川府发〔1992〕5 号)

(34) 德阳市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知(德府发〔2021〕7 号)

1.3.6 技术规范

(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1−2016)

(2)《环境影响评价技术导则 地表水环境)》(HJ2.3−2018)

(3)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610−2016)

(4)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2−2018)

(5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4−2021)

(6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19−2022)

(7)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964−2018)

(8)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018)

(9)《建设项目危险废物环境影响评价指南》(原环境保护部，2017 年 10 月)

(10)《生态环境状况评价技术规范》(HJ192−2015)

(11)《河流水生生物栖息地保护技术规范》(NB/T10485−2021)

(12)《抽水蓄能电站设计规范》(NB/T10072−2018)

(13)《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347−2019)

(14)《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T10079−2018)

(15)《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》(NB/T10080−2018)

(16)《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T35033−2014)

(17)《水电工程环境保护设计规范》(NB/T10504−2021)

(18)《水电工程环境影响经济损益分析技术规范》(NB/T10608−2021)

(19)《水电工程景观规划设计规范》(NB/T10346−2019)

(20)《水电工程水土保持生态修复技术规范》(NB/T10510−2021)

(21)《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则(试行)》(川建发〔2018〕16 号)

1.3.7 工程技术文件、评估意见及其它文件

(1)《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》(国家能源局，2021 年 8 月)

(2)《四川绵竹抽水蓄能电站预可行性研究报告(审定本)》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 2 月)

(3)《关于印送《四川绵竹抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见》的函(水电规规〔2023〕299 号)》(水电规规〔2023〕299 号，水电水利规划设计总院，

2023 年 6 月 17 日)

(4) 《四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局研究专题咨询报告》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 7 月)

(5) 《关于报送〈四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局研究专题咨询报告〉的函》(水电咨水工〔2023〕214 号，中国水利水电建设工程咨询有限公司，2023 年 7 月 24 日)

(6) 《四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告(审定稿)》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 8 月)

(7) 《关于印送〈四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告审查意见〉的函》(水电规规〔2023〕389 号，水电水利规划设计总院、水电水利规划设计总院有限公司，2022 年 9 月 7 日)

(8) 《四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告(审定稿)》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 7 月)

(9) 《关于印发<四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告审查意见>的函》(水电规施〔2023〕173 号，水电水利规划设计总院、水电水利规划设计总院有限公司，2023 年 8 月 4 日)

(10) 《四川绵竹抽水蓄能电站水资源论证报告书》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、德阳润成工程咨询有限公司，2023 年 10 月)

(11) 《四川绵竹抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲》(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 11 月)

(12) 《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》(德阳润成工程咨询有限公司，2023 年 7 月)及其批复(竹府函〔2023〕119 号)

(13) 《四川绵竹抽水蓄能电站陆生生态调查报告》(金玉垒生态环保科技有限公司，2023 年 10 月)

(14) 《四川绵竹抽水蓄能电站水生生态调查报告》(四川省农业科学院水产研究所，2023 年 10 月)

(15) 《四川绵竹抽水蓄能电站环境现状补充监测结果》(翌检环字〔2023〕第 2302094 号、第 2307150 号、第 2311108 号)

(16) 《四川绵竹抽水蓄能电站项目文物考古调查勘探报告》(四川省文物考

古研究院，2023 年 9 月)

(17) 《四川绵竹抽水蓄能电站岩溶水文地质特征研究专题》(成都理工大学，2023 年 12 月)

(18) 其它相关文件。

1.4 环境影响识别与评价因子筛选

1.4.1 环境影响识别

在全面、深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料收集等工作基础上，根据工程区环境保护要求和保护目标特点，结合本工程的工程任务、影响范围以及开发方式等基本情况，并参考国内同类水电项目环境影响及环境保护的实践经验，采用矩阵法对工程各环境因素可能产生的影响进行初步识别分析，结果详见下表。经筛选、识别确定本工程的主要环境要素是水环境、生态环境。其中主要环境影响因子是水文情势、地下水位、水生生态和陆生生态，影响较小的环境因子主要是水质、土壤、人群健康等。

四川绵竹抽水蓄能水电站环境影响因子识别一览表

表 1.4-1

环境要素	环境因子	影响性质和程度		
		工程施工	水库淹没	工程运行
地表水	水质	−1R	−1L	−1R
	水文情势	−2L	−1L	−1L
地下水	水质	−1R	−1R	0
	地下水位	−2L	−1L	−1L
声环境	噪声	−2L	0	−1L
大气环境	环境空气	−2L	0	0
土壤环境	土壤	−2R	−1L	0
生态环境	水生生态	−1L	−1L	−1L
	陆生生态	−2L	−2L	±1L
社会环境	人群健康	−1R	0	0

注：(1) +、−分别表示有利影响和不利影响；
(2) 0、1、2、3 分别表示影响的程度忽略不计、小、中、大；
(3) R、L 分别表示可逆和不可逆影响。

1.4.2 评价因子筛选

根据环境影响识别，本工程环境影响评价现状评价因子和预测评价因子筛选

结果详见下表。

四川绵竹抽水蓄能水电站环境影响评价因子筛选结果汇总表

表 1.4-2

环境要素	评价时段		评价因子
地表水环境	现状评价		水文情势、水质
	预测评价	施工期	水文情势：流量
			水质：pH 值、SS、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等
		运行期	水文情势：流量
			水质：BOD_5、COD_{Cr}、氨氮、TP、TN
地下水环境	现状评价		地下水禀赋条件、水位、径流补排条件
	预测评价	施工期	水质、水位
生态环境	现状评价		自然条件：地形地貌、气候气象
			陆生生态：植被类型与覆盖度、景观生态体系、动植物物种及其生境
			水生生态：水生生境、水生生物、鱼类及其“三场”
	预测评价	施工期	陆生生态：施工占地区植被类型与面积、动植物物种及其生境
		运行期	陆生生态：植被类型与覆盖度、景观生态体系、动植物物种及其生境
			水生生态：水生生境、水生生物、鱼类及其“三场”
声环境	现状评价		昼间与夜间等效连续 A 声级(L_{eq})
	预测评价	施工期	噪声源强(L_{eq} 与 L_{Amax})与衰减量、场地边界等效连续 A 声级(L_{eq})
大气环境	现状评价		TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2 和 NO_2、CO、O_3
	预测评价	施工期	颗粒物
土壤环境	现状评价		理化性质及污染物浓度
	预测评价	施工期	污染物浓度
生活垃圾	预测评价	施工期	生活垃圾产生量
		运行期	生活垃圾产生量
环境风险			危险品运输事故风险、施工期废(污)水事故排放、地下厂房溢油风险、森林火灾风险

1.4.3 评价重点

根据评价因子筛选结果，结合环境敏感对象及环境保护目标，拟定绵竹抽水蓄能电站环境影响评价重点内容详见下表。

绵竹抽水蓄能水电站环境影响评价重点内容一览表

表 1.4-3

环境要素	评价重点内容
水环境影响	对取水断面下游水文情势的影响
生态环境影响	工程占地对植被、陆生生物多样性及景观生态的影响
	对取水断面下游水生生境的影响

1.5 环境功能区划和评价标准

1.5.1 环境质量标准

1.5.1.1 地表水环境

根据《绵竹市江河水功能区划报告(报批稿)》(2018 年，四川省地质工程勘察院)，绵竹抽水蓄能电站石亭江前进渠取水断面至石亭江支流射水河河口下(约 27.2km) ，包括前进渠干渠及前进渠现有分水口地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)III 类水域标准；下水库困牛山水库泄洪放空管所接射水河支沟孙家沟为一级水功能区“射水河绵竹三溪寺开发利用区”，现状水质为 III 类，执行 III 类水质管理目标。

绵竹抽水蓄能电站地表水环境质量标准

表 1.5-1　　单位：mg/L

项目	III 类标准限值	项目	III 类标准限值
pH(无量纲)	6～9	砷≤	0.05
DO≥	5	汞≤	0.0001
高锰酸盐指数≤	6	镉≤	0.005
COD≤	20	铬(六价)≤	0.05
BOD_5≤	4	铅≤	0.05
氨氮(NH_3−N)≤	1.0	氰化物≤	0.2
总磷(以 P 计)≤	0.2(湖、库 0.05)	挥发酚≤	0.005
总氮(湖、库以 N 计)≤	1.0	石油类≤	0.05
铜≤	1.0	阴离子表面活性剂≤	0.2
锌≤	1.0	硫化物≤	0.2
氟化物≤	1.0	粪大肠菌群(个/L)≤	10000

1.5.1.2 地下水环境

根据本工程所在区域地下水环境质量状况和功能需求，工程区地下水环境质量执行《地下水质量标准》(GB/T14848−2017)III 类质量标准，具体标准限值详见下表。

绵竹抽水蓄能电站地下水环境质量标准

表 1.5-2　　单位：mg/L

项目	pH	硫酸盐	氯化物	耗氧量	总硬度	氰化物
标准值	6.5~8.5	≤250	≤250	≤3.0	≤450	≤0.05
项目	挥发性酚	铁	砷	锰	铅	氟化物
标准值	≤0.002	≤0.3	≤0.01	≤0.10	≤0.01	≤1.0
项目	汞	镉	硝酸盐	亚硝酸盐	六价铬	氨氮
标准值	≤0.001	≤0.005	≤20	≤1.00	≤0.05	≤0.50
项目	溶解性总固体		总大肠菌群		菌落总数	
标准值	≤1000		≤3.0(MPN/100ml)		≤100(CFU/ml)	

1.5.1.3　环境空气

本工程所在区域属农村地区，为环境空气功能二类区，工程区环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095−2012)及 2018 年修改单中的二级标准，具体浓度限值详见下表。

绵竹抽水蓄能电站环境空气质量标准

表 1.5-3　　单位：μg/m³

污染物项目	取值时间	浓度限值	标准来源
TSP	年平均	200	《环境空气质量标准》(GB3095−2012)标准及其修改单(生态环境部公告 2018 年第 29 号)二级标准
	24 小时平均	300	
SO_2	年平均	60	
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO_2	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
$PM_{2.5}$	年平均	35	
	24 小时平均	75	
PM_{10}	年平均	70	
	24 小时平均	150	
CO	24 小时平均	4	
	1 小时平均	10	
O_3	日最大 8 小时平均	160	
	1 小时平均	200	

1.5.1.4　声环境

根据《德阳市绵竹规划区声环境功能区划分方案》(竹府发〔2022〕18 号)，本工程位于农村地区，尚未划分环境空气功能区划。结合工程区实际情况，工程施工区周边主要分布有麓棠镇和广济镇居民点，所在区域属集镇，声环境质量执

行《声环境质量标准》(GB3096−2008)中的 2 类声环境功能区标准，具体环境噪声限值详见下表。

绵竹抽水蓄能电站声环境质量标准

表 1.5-4　　单位：dB(A)

类别	环境噪声限值	
	昼间	夜间
2 类	60	50

1.5.1.5　土壤环境

本工程区域内土地类型涉及农用地及建设用地。

工程临时、永久占地范围内土壤环境质量执行《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、《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》(DB51 2978−2023)；占地范围外执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600−2018)，具体污染风险筛选值和管制值详见下表。

土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)

表 1.5-5　　单位：mg/kg

项目	筛选值	管制值	项目	筛选值	管制值
镉	65	172	铜	18000	36000
六价铬	5.7	78	镍	900	2000
汞	38	82	砷	60	140
铅	800	2500	四氯化碳	2.8	36
氯仿	0.9	10	氯苯	270	1000
氯甲烷	37	120	1，2−二氯苯	560	560
1，1−二氯乙烷	9	100	1，4−二氯苯	20	200
1，2 二氯乙烷	5	21	乙苯	28	280
1，1−二氯乙烯	66	200	苯乙烯	1290	1290
顺−1，2−二氯乙烯	596	2000	甲苯	1210	1210
反−1，2−二氯乙烯	54	163	间二甲苯+对二甲苯	570	570
二氯甲烷	616	2000	邻二甲苯	640	640
1，2−二氯丙烷	5	47	硝基苯	76	760
1，1，1，2−四氯乙烷	10	100	苯胺	260	663
1，1，2，2−四氯乙烷	6.8	50	2−氯酚	2256	4500
四氯乙烯	53	183	苯并〔a〕蒽	15	151
1，1，1−三氯乙烷	840	840	苯并〔a〕芘	1.5	15
1，1，2−三氯乙烷	2.8	15	苯并〔b〕荧蒽	15	151
三氯乙烯	2.8	20	苯并〔k〕荧蒽	151	1500

项目	筛选值	管制值	项目	筛选值	管制值
1，2，3-三氯丙烷	0.5	5	萘	1293	12900
氯乙烯	0.43	4.3	苯	4	40

土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准

表 1.5-6 单位：mg/kg

项目		风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

1.5.2 污染物排放标准

1.5.2.1 水污染物

本工程所在区域地表水体为III类水域，执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准。为保护水环境，本次环评提出工程施工期和运行期生产废水和生活污水经处理达标后综合利用或回用，其中施工期砂石加工系统废水和混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)的要求，回用标准为 SS＜100mg/L；洞室排水、基坑排水经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920-2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘；施工期机修含油污水和运行期机组检修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等。施工期和运行期生活污

水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于冲厕或绿化浇灌等。

主要相关标准值见下表。

城市污水再生利用 城市杂用水水质标准(GB/T18920−2020)摘录

表 1.5-7 单位：mg/L(pH、色度、浊度、大肠埃希氏菌除外)

序号	项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0～9.0
2	色度，铂钴色度单位≤	30
3	嗅	无不快感
4	浊度/NTU≤	10
5	五日生化需氧量(BOD_5)≤	10
6	氨氮≤	8
7	阴离子表面活性剂≤	0.5
8	铁≤	−
9	锰≤	−
10	溶解性总固体≥	1000
11	溶解氧≥	2.0
12	总氯≥	1.0(出厂)，0.2b(管网末端)
13	大肠埃希氏菌(MPN/100ml 或 CFU/100ml)	无

1.5.2.2 大气污染物

本工程大气污染物排放主要集中在施工期，执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297−2012)中的新污染源无组织排放监控浓度限值以及《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB512682−2020)，具体如下。

施工期大气污染物排放标准

表 1.5-8

监测项目	施工阶段	监测点排放限值(μg/m3)	监测时间
TSP	拆除工程/土石开挖/土方回填阶段	900	自监测起持续 15 分钟
	其他工程阶段	350	
NO_X		120	
SO_2		400	

1.5.2.3 噪声

本工程施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523−2011)限值，即昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)；运行期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348−2008)2 类声环境功能区的厂界环境噪声排放限值，即昼间 60dB(A)，

夜间 50dB(A)。

环境噪声排放标准

表 1.5-9　　单位：dB(A)

《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523−2011)		《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348−2008)2类	
昼间	夜间	昼间	夜间
70	55	60	50

1.5.2.4　固体废物

本工程施工期和运行期生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运；一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599−2020)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023)。

1.6 评价等级和范围

1.6.1 评价等级

1.6.1.1　地表水环境

依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3−2018) 及抽水蓄能项目特点，本工程兼具水污染影响型和水文要素影响型特征。

(1) 水污染影响型

经德阳市绵竹生态环境局核实，本工程评价范围内无集中式饮用水源地保护区(附件 2)，施工期和运行期产生的废(污)水均处理达标后综合利用或回用，因此水污染影响评价等级为三级 B。

(2) 水文要素影响型

本工程为日调节纯抽水蓄能电站，根据抽水蓄能电站运行特点，工程上、下水库间水体频繁交换，不会出现水温分层的情况。

工程上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，不涉及天然地表径流，坝址控制流域面积 0.46km^2，多年平均径流量 40.4 万 m^3，总库容 691.88 万 m^3，调节库容 633 万 m^3。由于上水库不涉及天然地表径流，不占用河道，工程建成后不存在对原有河道水文情势的影响，上水库不作为地表水环境影响评价等级判定的考虑因素。

工程下水库位于麓棠镇半月山山前台地，拆除困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，控制流域面积 1.28km^2，多年平均径流量 41.8 万 m^3，总库容 745.45 万 m^3，调节库容 633 万 m^3；石亭江干流补水断面控制流域面积 629km^2，多年平均流量 19.8m^3/s，折合多年平均径流量 6.24 亿 m^3。

工程施工高峰年取水量 81.33 万 m^3，月最大用水量 8.56 万 m^3，施工期月取水量占取水断面多年平均径流量的百分比 γ =0.004～0.594%＜10%；初期蓄水期共 18 个月，总补水量 745.0 万 m^3，初期蓄水期月取水量占取水断面多年平均径流量的百分比 γ =0.533～4.503＜10%；运行期全年共计补水 90.3 万 m^3，运行期月取水量占取水断面多年平均径流量的百分比 γ =0.020～0.763%＜10%。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3−2018)，本工程水文要素影响评价级为三级。

根据工程运行特性，综合水污染影响型和水文要素影响型判定，工程地表水环境影响评价等级为**三级**。

地表水环境影响评价等级划分依据

表 1.6-1

影响要素		参数	判定结果	判定依据	评价等级
水污染影响型		废污水排放量 Q(m³/d)	0	废(污)水处理达标后综合利用或回用	三级 B
水文要素影响型	水温	年径流量与总库容比值 α	混合型	为日调节抽水蓄能电站，上、下水库水体频繁交换，基本不会出现水温分层情况，水温结构为混合型	三级
	径流	兴利库容与年径流量百分比 β(%)	日调节	本工程兴利库容为发电库容，运行期水体在上、下水库往复运行，兴利库容不参与径流调节	三级
		取水量占多年平均径流量百分比 γ(%)	γ＜10	施工期 γ=0.004～0.594%＜10； 初期蓄水期 γ=0.533～4.503%＜10%； 运行期 γ=0.020～0.763%＜10%	三级

1.6.1.2 地下水环境

本工程为抽水蓄能项目，属《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610−2016)附录 A 明确的Ⅲ类项目。经核实，影响评价范围内不涉及地下水的集中式饮用水源地、分散式饮用水源地及特殊地下水资源保护区等敏感区域，涉及“三箭水”泉，该泉于第三次全国文物普查时发现，未定级，为地下水出露点，同时作为现状区域用水户部分日常生活、生产用水，属“特殊地下水资源(如矿泉水、温泉等)保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区”，因

此地下水环境敏感程度为较敏感。

工程属于生态影响类项目，施工期和运行期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用，对地下水水质影响较小；工程对地下水的影响主要为施工期输水系统及地下厂房、施工交通洞等开挖，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。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610−2016)，工程地下水环境影响评价工作等级为**三级**。

地下水环境影响评价业分类表(摘录)

表 1.6-2

环评类别 / 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
E 电力−31、水力发电	总装机 1000 千瓦及以上；**抽水蓄能电站**；涉及环境敏感区的	其他	III	IV

地下水环境敏感程度分级表

表 1.6-3

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

注：a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

地下水环境影响评价工作等级分级表

表 1.6-4

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

1.6.1.3 环境空气

本工程运行期不产生废气，对环境空气的影响时段为施工期，主要大气污染物为 TSP，但其排放量及排放浓度均具有不稳定性，且影响范围主要在施工场界内。根据工程规模，采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2−2018)推荐的估算模式进行估算，类比同类工程施工期监测成果，工程施工过程中各种污染

物最大地面质量浓度占标率 Pmax＜1%。按照《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2−2018)的有关规定，工程大气环境影响评价工作等级为**三级**。

1.6.1.4 声环境

本工程建成运行后，声环境影响源主要为发电机组和输水系统，厂房和输水系统深埋地下，且发电厂房和输水系统周边无声环境敏感点，不会对地表环境产生噪声污染。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。工程区执行《声环境质量标准》(GB3096−2008)2 类标准，工程施工区周边主要分布有麓棠镇和广济镇居民点。参照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4−2021)第 5 条规定“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达 3～5dB(A)(含 5dB(A))，或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价”，因此本工程声环境影响评价工作等级为**二级**。

1.6.1.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19−2022)，本工程陆生生态和水生生态环境分别判定评价等级。

(1) 陆生生态

本工程建设占地包括上、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外道路占地区，总占地面积 192.03hm^2＜20km^2。经核实，工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产地、地质公园、湿地公园、森林公园等自然保护地(附件 3)；不涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域，但工程土壤影响范围内分布有二级国家级公益林。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19−2022)，本工程陆生生态环境影响评价工作等级为二**级**。

陆生生态评价等级判定表

表 1.6-5

生态敏感区	本工程特征	评价等级
国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境	不涉及	三级
自然公园	不涉及	三级
生态保护红线	不涉及	三级
地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标	工程土壤影响范围内有二级国家级公益林分布	二级
工程占地规模小于 20km^{2}时	工程总占地 192.03hm^2	三级

生态敏感区	本工程特征	评价等级
(包括永久和临时占用陆域和水域)		

(2) 水生生态

本工程地表水评价等级为三级，上、下水库均不涉及天然地表径流，不属于拦河闸坝建设，不涉及水产种质资源保护区(附件 4)、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19−2022)，本工程水生生态环境影响评价工作等级为三级。但考虑到本工程初期蓄水取水量较大，短期内可能对取水断面下游水生生态影响较明显，因此本次评价将水生生态影响评价工作等级上调一级，确定本工程水生生态环境影响评价工作等级为**二级**。

1.6.1.6 土壤环境

本工程为抽水蓄能项目，在行业类别上属电力热力燃气及水生产和供应业，在项目类别上属水力发电项目。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ 964−2018)，工程土壤环境影响评价项目类别为 II 类。

土壤环境影响评价项目类别(摘录)

表 1.6-6

行业类别	项目类别			
	I 类	II 类	III 类	IV 类
电力热力燃气及水生产和供应业	生活垃圾及污泥发电	**水力发电**；火力发电(燃气发电除外)；矸石、油页岩、石油焦等综合利用发电；工业废水处理；燃气生产	生活污水处理；燃煤锅炉总容量 65t/h(不含)以上的热力生产工程；燃油锅炉总容量 65t/h(不含)以上的热力生产工程	其他

根据抽水蓄能电站环境影响特征，工程属于生态影响型建设项目。根据绵竹气象站观测资料，绵竹市多年平均水面蒸发量为 1052.1mm，多年平均降水量为 987.4mm，经计算，干燥度(蒸降比值)(EPR)为 1.07；钻孔试验揭示，工程上水库区地下水位高程分布在 1081.20～1205.50m，总体埋深 3.6～41m；下水库区地下水位高程分布在 635.20～657.00m，总体埋深小于 33m。工程区土壤含盐量为 0.7g/kg＜0.9g/kg；pH 在 5.5～8.5 之间。对照导则中生态影响型敏感程度分级表，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)》(HJ964−2018)生态影响型评价工作等级划分表，工程土壤环境评价工作等级为**三级**。

生态影响型土壤环境影响评价工作等级划分表

表 1.6-7

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

注：“–”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.6.1.7 环境风险

根据施工总布置规划，本工程施工期不设置油库和炸药库，工程所需油品通过油车运至施工区域定点供应。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018)，工程运行期存在潜在的事故风险和环境风险物质为序号 381 的“油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)”，临界量为 2500t。运行期地下厂房 4 台机组，每台机组总用油量约 35m³，设置 2 个容积为 20m³ 净油罐和 2 个容积为 20m³ 运行油罐，用于机组检修时排油和净油，运行期油类物质最大存量约 240m³ (约 216t)，小于临界值 2500t，即危险物质总量与临界量比值 Q=0.086＜1。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018)附录 C 可知，当 Q<1 时项目环境风险潜势为 I，因此工程环境风险潜势为 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

表 1.6-8

环境风险潜势	IV、 IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]

注：a 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。

1.6.2 评价范围

根据绵竹抽水蓄能电站评价工作等级，结合工程布置、施工规划、电站运行及环境敏感保护对象特点，同时考虑后续环境保护等措施要求，拟定主要环境要素的评价范围如下。

1.6.2.1 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) ，结合本工程施

工期和运行期对地表水环境的影响情况，拟定地表水环境评价范围为工程上、下水库库区，下水库泄洪放空管所接的射水河支沟孙家沟至河口(约 33.5km)，工程补水涉及的石亭江前进渠取水断面至石亭江支流射水河河口下(约 27.2km)，前进渠干渠及前进渠现有分水口。

1.6.2.2 地下水环境

本工程对地下水环境的影响主要为施工期地下工程开挖过程中，可能对局部区域地下水造成的影响，以及在工程运行过程中由于水库渗漏、浸没及地下洞室渗漏可能对局部区域地下水产生的影响。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610−2016)，确定以工程上下水库库区、输水系统、地下厂房、取水断面下游河道两岸等向两侧岸坡扩展至完整水文地质单元，作为地下水环境调查和评价范围。重点评价下水库建成蓄水后对“三箭水”泉的影响。

1.6.2.3 环境空气

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2−2018)，本工程环境空气影响评价工作等级为三级，无需设置大气环境影响评价范围。考虑到抽水蓄能电站工程特性，环境空气的影响时段为施工期，结合污染物以施工粉尘与扬尘为主，具有易于沉降的特点，拟定环境空气评价范围为工程各施工占地区周边 500m 及场内施工道路两侧 200m。重点评价施工区附近居民点。

1.6.2.4 声环境

本工程声环境影响评价工作等级为二级，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4−2021)相关规定，确定声环境影响评价范围为工程各施工占地区周边 200m (其中砂石加工系统评价范围为周边 500m)及场内施工道路两侧 200m。重点评价施工区附近居民点。

1.6.2.5 土壤环境

本工程为生态影响型项目，依据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)(HJ946−2018)》要求，拟定工程占地区、水库淹没区等区域外扩 1km 作为土壤环境评价范围。

1.6.2.6 生态环境

(1) 陆生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/19−2022)，生态影响评价范围应涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。水利水电项目评价范围应涵盖枢纽工程建筑物、水库淹没、移民安置等永久占地、施工临时占地以及库区坝上、坝下地表地下、水文水质影响河段及区域、受水区、退水影响区、输水沿线影响区等。结合工程区域的实际地形地貌情况、水文单元以及生态单元，确定本工程陆生生态评价范围为：上下水库库区、输水系统、地下厂房及开关站等主要项目占地范围外延 500m，总评价面积为 1231.37hm^2，海拔范围为 624～1315m。重点评价范围为工程永久占地和临时用地区。

(2) 水生生态

本工程水生生态评价范围总体与地表水环境评价范围相同。

1.7 评价水平年

本工程环境现状评价水平年为 2022～2023 年，并以实际环境监测、生态调查年份为基准。

环境影响预测水平年为：施工高峰年；初期蓄水期(施工期第 5 年 10 月初～第 7 年 4 月初)；运行期(工程运行并发挥全部效益后)。

1.8 环境保护目标

根据本工程所在区域的环境现状、环境功能要求和环境敏感区分布，工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产地、地质公园、湿地公园、森林公园等自然保护地，涉及二级国家级公益林 26.01hm^2；不涉及水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区。结合工程施工、运行特点，拟定环境保护目标详见下表。

四川绵竹抽水蓄能水电站环境保护目标一览表

表 1.8-1

环境要素	保护对象	与本工程区位关系	主要影响源	保护要求
地表水环境	地表水水质	上、下水库库区，射水河支沟孙家沟至河口(约33.5km)，石亭江前进渠取水断面至石亭江支流射水河河口下(约 27.2km)，前进渠干渠及前进渠现有分水口	施工期、运行期产生的废(污)水	保障工程评价河段水环境功能满足III类水质标准要求，维护工程评价河段现有水域功能
	水文情势		蓄水期、运行期水量影响	降低工程初期蓄水和运行对取水断面下游水文情势的影响
地下水环境	水质、水位、水量	工程所在区域水文地质单元	施工期、运行期产生的废(污)水；施工期水库库盆、地下工程开挖；蓄水期和运行期水库蓄水	所在区域地下水水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848−2017)中III类标准；降低工程建设及运行对区域地下水水位、水量的影响
	“三箭水”泉	下水库库区	下水库蓄水淹没	不影响当地居民原用水要求
大气环境、声环境	绵竹市麓堂镇居民点	与 L4 公路最近距离大于 200m； 与 L5 公路最近距离 15m； 与 L5−1 公路最近距离 155m； 与下水库大坝施工区最近距离 135m； 与下水库坝后压坡体最近距离 30m； 与下水库机械停放场最近距离 95m； 与下水库综合加工厂最近距离 130m； 与下水库综合仓库最近距离 115m； 与下水库金属结构拼装厂最近距离 160m； 与下水库混凝土生产系统最近距离大于 200m； 与下水库砂石加工系统最近距离 110m；	工程开挖与爆破粉尘、施工企业粉尘、施工交通运输扬尘等； 施工爆破噪声、施工机械噪声、施工企业噪声等	加强施工管理和污染控制，环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095－2012)中二级标准； 加强施工管理和污染控制，声环境质量满足《声环境质量标准》(GB3096－2008)中 2 类标准
	绵竹市广济镇居民点	与下水库连接路最近距离 10m； 与 L6 公路最近距离 70m； 与钢管加工厂最近距离 75m； 与机电设备安装场最近距离 70m； 与下水库表土堆放场最近距离 30m；		
陆生生态	国家二级保护野生动物 2 种(雀鹰、红隼)； 濒危动物 2 种(乌龟、中华鳖)；	雀鹰、红隼在现场调查中未发现； 乌龟、中华鳖分布在原困牛山水库，为放生种； 乌梢蛇在评价区有分布，但工程建设不占用其生境；	间接影响	严格限制施工活动范围，加强施工管理，保护征占地范围外的陆生生境；尽量避让征占地范围内的重点保护动物及其生境，维护工程及其

环境要素	保护对象	与本工程区位关系	主要影响源	保护要求
	易危动物 1 种(乌梢蛇)；中国特有陆生脊椎动物 3 种(北草蜥、灰胸竹鸡、川鲿)	北草蜥在现场调查中未发现，灰胸竹鸡和川鲿在评价区有分布，但工程建设不占用其生境		周边区域陆生生态完整性和生物多样性
	二级国家级公益林	涉及二级国家级公益林 26.01hm^2	工程建设影响	控制施工范围，规范施工行为，占补平衡
水生生态	国家二级保护动物青石爬鮡和重口裂腹鱼，四川省重点保护动物彭县似鲟	分布在石亭江流域，本次调查中均未采集到	施工期、蓄水期、运行期水量影响	保护工程评价河段鱼类，减缓工程建设对鱼类种群及资源量的不利影响
	鱼类“三场”	石亭江干流、射水河	施工期、蓄水期、运行期水量影响	保护鱼类“三场”主要功能
人群健康	施工人员和当地居民	工程区	大量外来施工人员	传染病发病率不高于原有水平

1.9 评价工作过程与程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求，本工程环境影响评价工作划分为调查分析和工作方案制定阶段、分析论证和预测评价阶段、报告书编制三个阶段，详见下图。

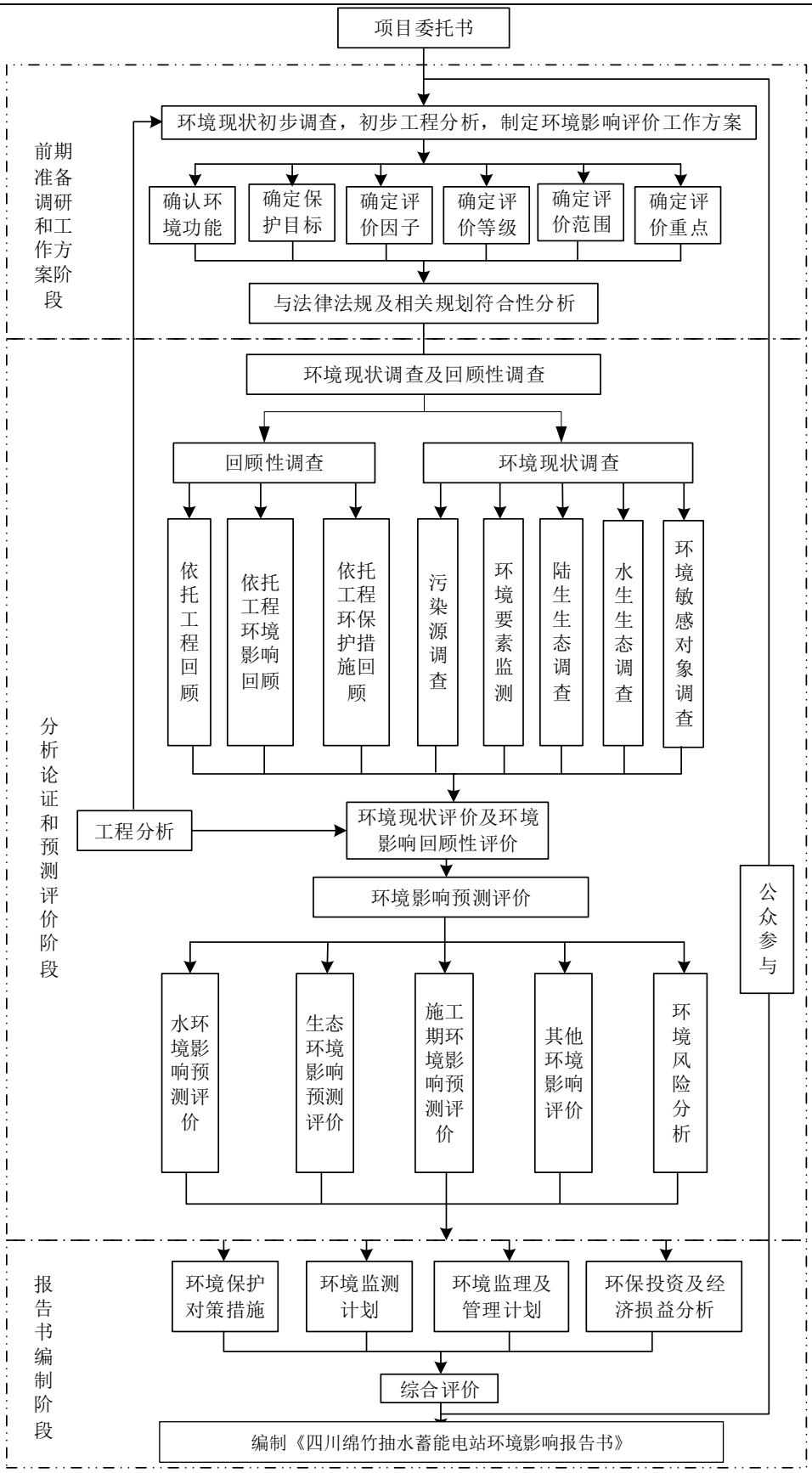


图1.9-1 绵竹抽水蓄能电站环境影响评价工作程序

2 流域及工程概况

2.1 地理位置

绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市麓棠镇及广济镇境内，与绵竹市区、德阳市区、成都市区直线距离分别为16km、35km、70km，距离负荷中心近，对外交通十分便利。绵竹抽水蓄能电站距离四川主网距离较近，周边分布多座500千伏什邡(约25km)、丹景(约30km)等变电站及多座220千伏变电站，上网接入条件便利。

本工程地理位置见附图1。

2.2 流域概况与规划

2.2.1 流域概况

石亭江属沱江上游二级支流，发源于什邡市北九顶山系章山野猪塘，源头为头道金河(章水)和二道金河(洛水)，两河在龙宝坪汇合后始称石亭江。石亭江上、中游为绵竹、什邡两县界河，东岸为绵竹，西岸为什邡，经绵竹市广济、玉泉、新市、观鱼，到赵家咀与射水河汇合，再东南流经广汉，与绵远河汇合，至金堂入沱江。

石亭江流域位于东经103°50′～104°22′，北纬30°58′～31°36′之间，流域面积1518km^2，干流河道全长131.7km，多年平均径流量27亿m^3，天然落差3396m，河道平均比降26.3‰。

石亭江干流河源高程4088m，入河口高程451m。高景关以上为山区河道，支流发育，呈树枝状分布，河段长78km，流域面积629km^2，天然落差3393m，河道平均比降55.6‰；高景关至汇口河道为平原河段，河道逐渐淤浅，河道散漫，河床宽浅，河段长54km，流域面积872km^2，天然落差244.0m，河道平均比降4.59‰。

石亭江高景关下游130m河道右岸为前进渠取水断面，位于什邡市洛水镇朱家桥村；左岸为石亭江干流天然河道。前进渠取水断面下游约1.5km处分为南干渠和北干渠，其中南干渠用于什邡市农业灌溉；北干渠利用倒虹管穿越石亭江河

床，将水直接引至北干渠各支渠，用于绵竹市农业灌溉。两市分水比例为 6:4。

图2.2-1 石亭江前进渠示意图

石亭江流域较大的支流有马尾河、射水河、遵道河、白鱼河等。

马尾河发源于绵竹市汉旺镇白云山，下流经汉旺镇、紫岩街道、孝德镇，在新市镇汇入射水河。河流全长 31km，集雨面积 130km^2。

射水河为石亭江左岸一级支流，发源于绵竹市麓棠镇半月山下，沿线途径九龙镇、孝德镇、新市镇，在两河口纳入马尾河后于新市赵家嘴汇入石亭，流域面积 422km^2，河长 47.1km。射水河流域内山地与平原界限明显，没有过渡的丘陵，上游山区山势稳定，植被较好；平原区内水网密布，阶地发育。白水河(干河子)为射水河支流，发源于绵竹市九龙镇白云山，流经九龙镇、剑南街道、孝德镇，在孝德镇清道社区汇入射水河。

绵竹抽水蓄能电站位于石亭江支流射水河流域上游山区，拟对原困牛山水库取水渠道局部改建后引石亭江干流水对下水库进行充蓄和补水。原困牛山水库取水路线为：通过石亭江右岸前进渠北干渠(干渠渠首上游即为高景关水文站)经倒虹吸至石亭江左岸、再至北干渠四支渠水库斗渠至困牛山水库。

石亭江流域水系及工程位置见附图 2 和附图 3。

2.2.2 抽水蓄能规划

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，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，2020 年 12 月 18 日，国家能源局以“国能综通新能〔2020〕138 号”印发《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》，启动了全国新一轮抽水蓄能中长期规划编制工作。

2021 年 9 月，国家能源局正式发布《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》，指导中长期抽水蓄能发展，以适应新型电力系统建设和大规模高比例新能源发展需求，加快能源绿色低碳转型，助力实现碳达峰、碳中和目标。同年 12 月，四川省能源局向国家能源局报送《四川抽水蓄能中长期发展(2021-203 年)实施方案》。四川省共 16 处抽水蓄能站点纳入中长期规划，总装机容量 1920 万 kW。绵竹抽水蓄能电站被列为规划储备项目。

2022 年 12 月，四川省人民政府发布《四川省电源电网发展规划(2022−2025 年)》，明确“十四五”期间四川省电源电网建设总体要求、主要任务、重大工程、改革举措。规划提出“加快建设多能互补的重点电源项目”、“强化水力发电主体支撑地位”、“十四五”期间核准开工两河口混蓄、道孚、绵竹等 12 座抽水蓄能电站，推进 14 座抽水蓄能电站前期工作。其中，绵竹抽水蓄能电站被列为重点实施电源项目，装机规模为 120 万 kW。

2.2.3 流域规划及开发现状

2.2.3.1 流域规划情况

(1) 综合规划

石亭江流域未进行过流域综合规划，未有流域水资源开发利用规划，无相应规划环评，仅沱江流域综合规划对沱江上游二级支流石亭江河段进行了规划。

根据 2013 年 7 月四川省人民政府以“川府函〔2013〕203 号”文批复的《四

川省沱江流域综合规划》，沱江上游二级支流石亭江支流白水河规划重点灌溉大中型水库 1 座，为丰家桥水库。石亭江干流按 10 级引水式小水电站开发，从上至下依次为铁棒树、香炉山、麦秧杆、金河一级、金河二级、金河三级、金马、金燕、红石和青石，合计装机 5.63 万 kW，年发电量 2.11 亿 kW·h。开发的 10 级小水电站均位于高景关上游什邡市境内的石亭江干流河段，不涉及本工程取水断面及以下评价河段。根据现场调查和历史资料，目前石亭江干流已建水电工程 6 级，其中金河二级、金河三级电站因地震已损毁，未修复。绵竹市石亭江流域水利水电规划及开发现状见附图 4。

石亭江河段重点灌溉大中型水库工程规划表

表 2.2-1

水库名称	市	县	水平年	河流水系	设计灌面(万亩)	新增灌面(万亩)	开发任务	供水范围	备注
丰家桥	德阳市	绵竹市支流白水河	2030	石亭江	1	0.20	城市供水为主，兼有灌溉	绵竹市	

石亭江干流水电规划梯级基本情况表

表 2.2-2

序号	电站名称	建设地点	所在水系	开发方式	调节性能	利用落差(m)	装机容量(万 kW)	多年平均发电量(亿 kW·h)	建设情况
1	铁棒树	什邡	石亭江上游	引水式	无	150	0.20	0.11	规划
2	香炉山	什邡	石亭江上游	引水式	无	340	0.67	0.35	规划
3	麦秧杆	什邡	石亭江上游	引水式	无	365	0.98	0.52	规划
4	金河一级	什邡	石亭江上游	引水式	无	360	1.20	0.80	规划
5	金河二级	什邡	石亭江上游(头道金河)	引水式	无	415	1.50	0.80	已建(损毁)
6	金河三级	什邡	石亭江上游(头道金河)	引水式	无	71	0.32	0.18	已建(损毁)
7	金马	什邡	石亭江上游	引水式	无	25	0.24	0.09	已建
8	金燕	什邡	石亭江上游	引水式	无	29	0.30	0.15	已建
9	红石	什邡	石亭江上游	引水式	无	10	0.12	0.06	已建
合计						1775	5.63	2.11	

(2) 水资源配置规划

2023 年 6 月，绵竹市水利局委托德阳润成工程咨询有限公司开展了绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告编制工作；2023 年 8 月，绵竹市人民政府以“竹府函〔2023〕119 号”文下达了关于《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》

的批复。

根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》，水资源配置规划范围为绵竹市境内石亭江流域，规划基准年为 2021 年，规划水平年分别为 2030 年和 2035 年。规划水平年 2030 年、2035 年绵竹市石亭江流域多年平均总配置水量分别为 18194 万 m^3、19049 万 m^3。

根据批复的《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》，绵竹市石亭江流域已建或规划的重点项目有绵竹市新市工业园、绵竹市第七水厂及配套管网建设工程和绵竹抽水蓄能电站工程。绵竹市石亭江流域重点项目基本信息见下表。

绵竹市石亭江流域重点项目基本信息表

表 2.2-3

项目名称	取水水源	项目地点	项目规划建设时间
绵竹市新市工业园	石亭江人民渠	绵竹市新市镇	已建成
绵竹市第七水厂及配套管网建设工程	石亭江	绵竹市九龙镇	2023～2025
绵竹抽水蓄能电站	石亭江	绵竹市麓棠镇、广济镇	2023～2026

2.2.3.2 流域水利水电开发现状

(1) 水利开发现状

根据资料查阅及现场调查，德阳市石亭江流域现有水库 16 座，其中什邡市境内有中型水库 1 座，为八角水库；绵竹市境内有小一型水库 4 座(包括困牛山水库)，小二型水库 11 座。德阳市石亭江流域现有水库情况详见下表。其中困牛山水库将改建为本工程下水库，其余水库不位于本工程评价河段。

德阳市石亭江流域现有水库情况一览表

表 2.2-4

序号	水库名称	乡镇	村	所属水系	主坝坝型	最大坝高(m)	总库容(万 m^3)
一	中型水库						
1	八角水库	冰川镇	爆竹园村	石亭江上游(头道金河)			13000
二	小一型水库						
1	民乐水库	麓棠镇	民乐村	石亭江支流射水河支沟	均质土坝	10	104
2	太平水库	九龙镇	太平村	石亭江支流射水河支沟	均质土坝	24.5	140.77
3	困牛山水库	麓棠镇	天保村	石亭江支流射水河支沟孙家沟	均质土坝	33	204
4	白溪水库	汉旺镇	群新村	石亭江支流绵远河	均质土坝	15	101
三	小二型水库						
1	围山水库	广济镇	卧云村	石亭江下游支渠	均质土坝	10.07	14.19
2	众力水库	孝德镇	凉水井村	石亭江支流射水河	均质土坝	9.3	24.84

序号	水库名称	乡镇	村	所属水系	主坝坝型	最大坝高(m)	总库容(万 m^3)
3	联合水库	九龙镇	新田村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	7.5	13.5
4	上风波水库	紫岩街道办	谷王村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	5.44	14
5	下风波水库	紫岩街道办	谷王村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	6.1	11.38
6	丰产水库	剑南街道办	图强村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	9	14.1
7	陈家湾水库	九龙镇	棚花村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	19	45.5
8	团结水库	九龙镇	白玉村	石亭江支流白水河(干河子)	均质土坝	12	39.6
9	红刺藤水库	紫岩街道办	谷王村	石亭江支流马尾河	均质土坝	11.18	24.74
10	双卧龙水库	紫岩街道办	广和村	石亭江支流马尾河	均质土坝	10.3	21.2
11	马尾河水库	汉旺镇	白果村、新开村	石亭江支流马尾河	均质土坝	13	47.7
12	八角水库	汉旺镇	白果村	石亭江支流马尾河	均质土坝	10	10.4

(2) 水电开发现状

德阳市石亭江流域水电开发从上世纪 80 年代在未有规划的情况下开始建设，水电站规模均小。

根据《德阳市石亭江流域水电开发环境影响回顾性评价报告》，德阳市石亭江流域共建设小水电站 37 座，其中什邡市境内 24 座，包括整改类 13 座，退出类 11 座；绵竹市境内 13 座，包括整改类 12 座，退出类 1 座。根据资料查阅及现场调查，各小水电多数位于石亭江上游和什邡市境内河段，少数位于绵竹市境内石亭江下游支流和前进渠渠段，不涉及本工程取水断面及以下评价河段。德阳市石亭江流域现有水电开发情况详见下表。

德阳市石亭江流域水电开发情况一览表

表 2.2-5

序号	电站名称	市县	乡镇	所在水系	总装机容量(kW)	类别
1	金马电站	什邡市	金花镇三江村	石亭江上游	2700	整改类
2	金燕电站	什邡市	红白镇松林村	石亭江上游	3600	整改类
3	红松一级电站	什邡市	蓥华镇(原红白镇)松林村	石亭江上游	3000	整改类
4	红松二级电站	什邡市	蓥华镇(原红白镇)松林村	石亭江上游	1500	整改类
5	红松三级电站	什邡市	蓥华镇(原红白镇) 柿子坪村 4 组	石亭江上游	1890	整改类
6	天星电站	什邡市	蓥华镇(原红白镇) 红白村	石亭江上游	1500	整改类
7	红庵电站	什邡市	蓥华镇(原红白镇)石门洞村	石亭江上游支流中河	250	整改类
8	红扬水电站	绵竹市	广济镇文河村	石亭江上游	1000	整改类
9	红金水电站	绵竹市	广济镇	石亭江上游	1000	整改类
10	富华水电站	绵竹市	广济镇文河村	石亭江上游	1260	整改类

序号	电站名称	市县	乡镇	所在水系	总装机容量(kW)	类别
11	宏富水电站	绵竹市	广济镇云盖村	石亭江上游	1000	整改类
12	三江水电站	绵竹市	广济镇三江村	石亭江上游	480	整改类
13	烧房沟水电站	绵竹市	广济镇三江村	石亭江上游	800	整改类
14	林祠电站	什邡市	洛水镇李冰村	石亭江下游	640	整改类
15	中河口电站	什邡市	洛水镇朱家桥	石亭江下游大寨渠	400	整改类
16	桃园电站	什邡市	湔氐镇下院村	石亭江下游大寨渠	320	整改类
17	下院寺电站	什邡市	湔氐镇下院村	石亭江下游大寨渠	180	整改类
18	梨园电站	什邡市	湔氐镇龙居寺村	石亭江下游大寨渠	200	整改类
19	卧云电站	绵竹市	广济镇卧云村 9 组	石亭江下游前进渠	55	整改类
20	土门电站	绵竹市	麓棠镇天宝村 2 组	石亭江下游前进渠	255	整改类
21	金相寺电站	什邡市	洛水镇朱家桥	石亭江下游前进渠	960	整改类
22	火堰电站	绵竹市	广济镇下街	石亭江下游前进渠一支渠	55	整改类
23	筒车湾电站	绵竹市	广济镇卧云村	石亭江下游前进渠一支渠	75	整改类
24	铁鸡堰电站	绵竹市	广济镇卧云村 12 组	石亭江下游前进渠一支渠	100	整改类
25	丰家桥水电站	绵竹市	九龙镇清泉村	石亭江支流白水河(干河子)	200	整改类
26	红白电站	什邡市	/	/	325	退出类
27	金河二级电站	什邡市	/	/	15000	退出类
28	金河三级电站	什邡市	/	/	3200	退出类
29	高家仓电站	什邡市	/	/	75	退出类
30	马家碾电站	什邡市	/	/	75	退出类
31	欧家磨电站	什邡市	/	/	150	退出类
32	青牛沱一级电站	什邡市	/	/	640	退出类
33	青牛沱二级电站	什邡市	/	/	640	退出类
34	青牛沱三级电站	什邡市	/	/	125	退出类
35	水磨沟电站	什邡市	/	/	640	退出类
36	什化集团电站	什邡市	/	/	160	退出类
37	九龙水电站	绵竹市	/	/	800	退出类
合计					45250	

2.3 工程开发任务及规模

2.3.1 工程开发任务

绵竹抽水蓄能电站的开发任务为：调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用。

2.3.2 工程规模

绵竹抽水蓄能电站装机容量 120 万 kW，装机 4 台，单机容量 30 万 kW，连续满发小时数按 6h 设计。电站上水库正常蓄水位 1197m，死水位 1174m，调节库容 633 万 m^3；下水库正常蓄水位 674m，死水位 644.00m，调节库容 633 万 m^3。电站最大水头 553.0m，最小水头 489.4m，额定水头 515.0m。电站设计年发电量 17.11 亿 kWh，年抽水电量 22.81 亿 kWh，年发电利用小时数 1426h，年抽水利用小时数 1901h，电站综合循环效率为 75%。

2.4 项目组成及特性

2.4.1 项目组成

绵竹抽水蓄能电站由枢纽工程、辅助工程、临时工程、环境保护工程等项目组成。

项目组成详见下表。

绵竹抽水蓄能电站项目组成一览表

表 2.4-1

工程项目		工程组成
枢纽工程	上水库	主要建筑物由挡水坝、库岸及库底防渗结构等组成。其中挡水坝由 1 主坝 2 副坝组成，均为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程均为 1201.50m，坝顶宽均为 10m；主、副坝上游坝坡采用钢筋混凝土面板防渗，下游坝坡采用框格梁+草皮护坡防渗，库周采用钢筋混凝土面板+库底土工膜全库盆防渗方案
	输水系统	主要建筑物由上水库进/出水口、引水事故闸门室、引水隧洞、高压管道(包括主管、岔管和支管)、尾水支洞、尾水事故闸门室、尾水混凝土岔管、尾水调压室、尾水主洞、尾水检修闸门和下水库进/出水口等组成。输水系统总长约 1809.92～1812.56m，其中引水系统长约 1227.49～1269.44m，尾水系统长约 540.48～585.07m
	地下厂房及开关站	地下厂房：位于输水系统中部偏下游，距上、下水库水平距离分别为 890m、413m，垂直埋深约为 325～372m。主副厂房、主变室、尾闸室三大洞室平行布置； 开关站：500kV 地面开关站型式，布置于下水库进出水口南侧的库岸公路旁
	下水库	主要建筑物由挡水坝、库盆开挖及防护、库岸公路和放空管等组成。其中挡水坝为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程 678.00m，坝顶宽度 10m；库底采用钢筋混凝土面板+库底土工膜防渗，下游坝坡采用框格梁+草皮护坡防渗；下水库环库公路总长约 2452m；下水库挡水坝下方，排水廊道底板下埋设两根 DN800mm 的放空管一直延伸到孙家沟内
	补水工程	在原困牛山水库补水系统——四支渠至水库斗渠的基础上，通过适当改建形成。原渠系过流能力满足现下水库补水需求，无需对渠道进行扩建。初拟在水库斗渠进库段进行改建，在填筑堤坝段改建为坝下埋管，且在库内布置闸门，闸门长期处于关闭状态，当枯期下水库需要补水时，打开闸门进行补水
	永久道路	新建永久道路 10.8km

工程项目		工程组成
临时工程	导流工程	上水库：初期导流期间，采用上游土石围堰挡水、机械抽排排除库盆内汇集积水，创造干地施工条件，上游围堰与库底修整回填区全部结合，堰顶高程1170.00m，围堰最大高度约14m； 下水库：采用原水库大坝挡水，坝顶高程671.6m
	暂存料场、表土堆放场	暂存料场1处(下水库)、表土堆放场2处(上、下水库各1处)
	施工营地	上水库施工营地
	施工企业及仓库	砂石加工系统，上、下水库混凝土生产系统，上、下水库综合加工厂(钢筋加工厂、木材加工厂等)，上、下水库金属结构拼装厂，钢管加工厂，上、下水库仓库(施工机械库、综合仓库)，上、下水库机械设备停放场，上水库机修汽修厂和机电设备安装场等
	临时道路	新建临时道路13.7km，改扩建临时道路1.7km
	施工供水供电	施工用水：取自石亭江干流水； 施工用电：设35kV施工中心变电站
建设征地移民安置及复改建工程	人口	搬迁安置70人(分散安置)；生产安置302人(自行安置)
	专项设施	复建汽车便道0.7km、一次性补偿汽车便道3.962km；一次性补偿水库1座；迁建10kV线路2.17km；迁建通信光缆140条32.9km、基站1座；对3处文物点进行抢救性考古发掘、5处文物点进行资料提取；迁建气象站1座；复建天然气主管0.45km
环境保护工程		砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水、生活污水、机组检修含油污水处理系统；安全警示牌、陆生生物保护警示牌；渠系拦鱼设施

2.4.2 工程特性

本工程主要特性见下表。

绵竹抽水蓄能电站工程特性表

表 2.4-2

名称	单位	数量	备注
一、水文			
(一)上水库			
1.流域面积	km^2	0.46	
2.多年平均年径流量	万 m^3	40.4	
3 设计24h洪量(P=0.5%)	万 m^3	27.0	
4.校核24h洪量(P=0.1%)	万 m^3	34.5	
5.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	322	
多年平均推移质年输沙量	t	64	
(二)下水库			
1.流域面积	km^2	1.28	
2.多年平均年径流量	万 m^3	41.8	
3.设计24h洪量(P=0.5%)	万 m^3	101.6	
4.校核24h洪量(P=0.1%)	万 m^3	128.7	
5.泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	896	
多年平均推移质年输沙量	t	179	

名称	单位	数量	备注
二、水库			
(一)上水库			
1.水库水位			
校核洪水位(P=0.1%)	m	1198.12	
设计洪水位(P=0.5%)	m	1197.88	
正常蓄水位	m	1197.00	
正常蓄水位水库面积	万 m^2	30.69	
死水位	m	1174.00	
2.水库库容			
总库容(校核洪水位以下)	万 m^3	691.88	
正常蓄水位库容	万 m^3	657	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
死库容	万 m^3	24	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
调节库容	万 m^3	633	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
库容裕度系数	%	6.5	
水损备用库容	万 m^3	0	
冰冻备用库容	万 m^3	0	
(二)下水库			
1.水库水位			
校核洪水位(P=0.1%)	m	676.02	
设计洪水位(P=0.5%)	m	675.31	
正常蓄水位	m	674.00	
正常蓄水位水库面积	万 m^2	29.77	
死水位	m	644.00	
2.水库库容			
总库容(校核洪水位以下)	万 m^3	706.66	
正常蓄水位库容	万 m^3	648	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
死库容	万 m^3	15	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
调节库容	万 m^3	633	考虑库盆开挖、坝体侵占、库底回填后
库容裕度系数	%	6.5	
水损备用库容	万 m^3	0	
冰冻备用库容	万 m^3	0	
三、工程效益指标			
1.装机容量	MW	1200	
单机容量	MW	300	
台数	台	4	
连续满发小时数	h	6	
2.综合效率	%	75	
四、建设征地和移民安置			
1.工程永久征地面积	亩	2494.97	
2.临时用地	亩	385.5	
3.搬迁安置人口	人	70	
4.生产安置人口	人	302	

名称	单位	数量	备注
五、环境保护和水土保持			
(一)上水库			
1.弃渣总量	万 m^3	0	
2.渣场数量	个	0	
(二)下水库			
1.弃渣总量	万 m^3	0	
2.渣场数量	个	0	
六、主要建筑物			
(一)上水库			
1.挡水建筑物			
坝型	钢筋混凝土面板堆石坝		
1.1 主坝			
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII	
设计地震水平峰值加速度	gal	500	
坝顶高程	m	1201.5	
最大坝高	m	66	
坝顶长度	m	215	
1.2 副坝			
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII	
设计地震水平峰值加速度	gal	500	
坝顶高程	m	1201.5	
最大坝高	m	39.5/48.5	
坝顶长度	m	119/799	
(二)下水库			
1.挡水建筑物			
坝型	钢筋混凝土面板堆石坝		
1.1 主坝			
地震基本烈度/设防烈度	度	VIII	
设计地震水平峰值加速度	gal	500	
坝顶高程	m	678	
最大坝高	m	45.5	
坝顶长度	m	490	
1.2 副坝			
地震基本烈度/设防烈度		VIII	
设计地震水平峰值加速度		500	
坝顶高程		678	
最大坝高		32	
坝顶长度		919	
2.放空管			
型式	有压		
工作闸门/检修闸门型式	锥形阀进行启闭控制		
管径	mm	800	
(三)输水系统			
1.上水库进/出水口			
型式	闸门竖井式		

名称	单位	数量	备注
个数	个	2	
进口尺寸(宽×高)	m	5.8×5.8	
底槛高程	m	1159	
事故闸门型式	平面滑动		
闸门数量/孔口尺寸	扇/m	2/5.8×5.8	
2.引水隧洞			
主管/支管条数	条	2/4	
主管/支管内径	m	5.4～5.0/3.5	
引水岔管型式：	对称“Y”形钢岔管		
引水岔管 HD 值：	m.m	4126	考虑水锤压力
钢衬长度(主管/支管)	m	1129～1171	
单机额定流量	m^3/s	66.675	
3.尾水隧洞			
尾水支管	条	4	
尾水支管直径 / 长度	m/m	5/192～206	钢衬长 160m
尾水主洞条数	条	2	
尾水主洞直径/长度	m/m	5.8/376～409	
尾水岔管型式	对称“Y”形钢筋混凝土岔管		
4.尾水调压室			
型式	圆筒型阻抗式		
尾水调压室大井内径	m	13	
尾水调压室阻抗孔内径	m	4	
尾水调压室高度(大井/阻抗升管)	m	72/69.2	
尾水调压室最高/最低涌浪水位	m/m	689.19/629.79	
5.下水库进/出水口			
型式	闸门竖井式		
个数	个	2	
出口尺寸(宽×高)	m	5.3×7.8	
底槛高程	m	632	
(四)地下厂房、开关站			
1.主副厂房			
型式	地下厂房		
围岩特性	莲花口组上段钙质砾岩夹砂岩、泥质粉砂岩		
尺寸(长×宽×高)	m	182×27.9/24.9×56.35	
机组安装高程	m	564	
2.主变室			
围岩特性	莲花口组上段钙质砾岩夹砂岩、泥质粉砂岩		
尺寸(长×宽×高)	m	172.5×22.3×24.4	
3.尾闸室			
围岩特性	顶部位于砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层		
尺寸(长×宽×高)	m	114.2×14/11.3×33.64	
4.开关站			
场地高程	m	678	
尺寸(长×宽)	m	110×62	
七、主要机电设备			

名称	单位	数量	备注
(一)水泵水轮机			
型式	NHL(112.8)−LJ−390		
台数	台	4	
水轮机额定出力/水泵最大入力	MW	306.1/310.5	
转轮直径	m	3.9	
转速	r/min	500	
吸出高度	m	−80	
水轮机工况净水头(最大/最小)	m	553/489.4	
水泵工况扬程(最大/最小)	m	558.5/502.9	
最大扬程最小水头比值		1.414	
水轮机额定水头	m	515	
水轮机工况额定流量	m^3/s	66.7	
(二)发电电动机			
型式	SFD300−12/590		
台数	台	4	
额定容量(发电机/电动机)	MW	333.3MVA/320.1MW	
功率因数(发电机/电动机)	cos	0.9/0.975	
额定电压	kV	18	
八、施工			
1.主体工程量			
土方明挖	万 m^3	392.9	
石方明(槽)挖	万 m^3	711.7	
石方洞(井)挖	万 m^3	109.5	
土石方填筑	万 m^3	525.0	
混凝土(含喷混凝土)	万 m^3	5.4	
2.对外交通			
电站至德阳(公路)	km	47	
电站至成都(公路)	km	115	
电站至宝成铁路(铁路转运)	km	52	
运输总量	万 t	43.76	
3.工期			
第一台机组发电工期	月	60	
总工期	月	69	
九、主要经济指标			
工程总投资		834369.04	
单位千瓦静态投资	元/千瓦	5873.90	
单位千瓦动态投资	元/千瓦	6953.08	
环境保护专项投资	万元	7824.10	

2.5 工程枢纽布置与主要建筑物

2.5.1 工程等别及主要建筑物级别

根据《防洪标准》(GB50201−2014)及《水电工程等级划分及洪水标准》(NB/T11012−2022)，绵竹抽水蓄能电站按其装机容量确定为大(1)型工程，其中上水库大坝、输水系统、地下厂房、地面开关站、下水库大坝及放空设施等主要建筑物按 1 级建筑物设计，次要建筑物按 3 级建筑物设计，临时性建筑物按 4 级建筑物设计。

2.5.2 枢纽布置方案

枢纽工程主要建筑物由上水库、下水库、输水系统、泄洪放空系统、地下厂房和开关站等组成，次要建筑物包括补水工程。

工程枢纽平面布置见附图 6。

2.5.2.1 上水库

上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，库盆内半挖半填，正常蓄水位 1197.00m，死水位 1174.00m，设计洪水位 1197.88m，校核洪水位 1198.12m，调节库容 633 万 m^3。上水库主要建筑物由挡水坝、库岸及库底防渗结构等组成。

(1) 挡水坝

上水库挡水坝由一主坝两副坝组成，均为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程均为 1201.50m，坝顶宽均为 10m。南侧垭口挡水坝为主坝，最大坝高 66m，坝轴线长 215.00m。东、北、西三个垭口挡水坝为副坝，其中东侧垭口为 1#副坝，最大坝高 39.50m，坝轴线长 119.00m；北、西侧垭口为 2#副坝，最大坝高 48.50m，坝轴线长 799.00m。

(2) 库岸防渗结构

库周钢筋混凝土面板厚度拟定 40cm 等厚面板，面板宽度均按 12m 分垂直缝，根据大坝和面板的变形情况分别按张拉缝挤压缝设置垂直缝止水。面板混凝土强度等级为 C30。面板布置双层双向限裂钢筋，截面配筋率为 0.4%，因地质缺陷面板可设永久水平缝，其它不设永久水平缝。

(3) 库底防渗结构

在库底建基面 1172.40m 以上布置库底防渗结构，防渗体由上至下依次为：0.3m 厚土工砂袋护面层(30kg/袋)、复合土工膜(两布一膜，膜厚 1.5mm)、0.2m 厚级配砂垫层、0.4m 厚碎石垫层，库底回填部位设置 1.3m 厚过渡层以及库底回填石渣。

(4) 环库公路

上水库库周环库路高程 1201.50m，路面高程 1201.50m，路面宽度 10m，总长约 2077m，采用沥青混凝土路面，路侧设排水沟，局部设电缆沟。

2.5.2.2 输水系统

输水系统主要建筑物包括电站上水库进/出水口、压力管道、尾水调压室及其通气洞、尾水隧洞、下水库进/出水口等。输水系统总长约 1809.92～1812.56m，其中引水系统长约 1227.49～1269.44m，尾水系统长约 540.48～585.07m。

(1) 上水库进/出水口

上水库进/出水口布置于库区东南侧，位于主坝和 1#副坝之间，根据地形地质条件采用全库盆防渗处理。上水库进/出水口采用闸门竖井式，两个进/出水口并排布置，每个进/出水口设 3 个分流墩，分成 4 孔。上水库进/出水口由引水渠、拦污栅段(含防涡梁)、扩散段、闸门前引水隧洞段和闸门竖井段组成。引水渠宽 61.2m；斜坡段长 56.0m，采用 1:4 的底坡与上水库库底高程 1173.0m 衔接；顺水流方向平坡段长 20.0m。每个进/出水口设 4 扇拦污栅，拦污栅段长 14.0m，底板高程 1159.0m；拦污栅段前设 3 道防涡梁，防涡梁断面 1.2m×2.0m(宽×高)；设置拦污栅槽 1 道；单个拦污栅孔口尺寸 5.3m×7.8m(宽×高)，平均过栅流速为 1.00m/s；由于无天然径流，上水库拦污栅不设置清污设备。扩散段长 30.0m，其断面尺寸从 26.6m×7.8m(宽×高)渐变到 5.8×5.8m(宽×高)。闸门前引水隧洞段长 44.3m，前后均为渐变段、中部为圆形断面，底坡 i=0.1。

引水事故闸门井内布置事故闸门一道，闸门孔口尺寸为 5.8m×5.8m(宽×高)，闸门底板高程 1151.0m，检修平台高程 1213.0m，闸门竖井总高度 62.0m。闸门竖井检修平台与上水库 10.0m 宽环库公路连接。检修平台上部边坡开挖高度不超过 20.0m，开挖坡比 1:1，采用锚喷系统支护与局部加强支护相结合的方式确保边坡稳定。

(2) 压力管道

引水系统采用“两洞四机”布置方案，平面采用折线布置，其中压力管道上平段～一级斜井～中平段～二级斜井方位角为 S79.68°E～S80.06°E，通过空间弯与方位角为 S85°E 的下平段连接。压力管道总长约 1129.19～1171.14m。

压力管道上平段长约 30m(2#压力主管)，纵坡比降 i=0.1，管径 5.4m；采用 Q500CF 钢板衬砌，板厚 22mm；钢衬外包 C20 素混凝土，厚度为 0.6m；额定发电流量时流速为 4.79m/s。一级斜井～中平段长约 669.31m(2#压力管道)，斜井倾角 55°，高差 292.25m；管径 5.4m，采用 Q500CF 钢板衬砌，板厚 36～46mm；钢衬外包 C20 素混凝土，厚度为 0.6m；额定发电流量时流速为 4.79m/s。二级斜井～下平段长 421.82m(2#压力管道)，斜井倾角 60°，高差约 290m；管径 5.0m，采用 Q550CF 钢板衬砌，板厚 54～62mm；钢衬外包 C20 素混凝土，厚度为 0.6m；额定发电流量时流速为 6.75m/s。

2 条压力主管下平段通过两个对称 Y 型钢岔管分流为 4 条压力支管，平面上呈直线布置，方位角为 N85°E，底坡 i=0.00，斜向进厂，分别与四台机组相连。压力支管管径为 3.5m，轴线间距约 22m，均采用 Q620CF 钢板衬砌，板厚 58mm；钢管外包 C20 素混凝土，厚度为 0.6m。额定流量时，压力支管流速为 6.89m/s。

压力管道中平段和下平段布置环形排水廊道。中平段排水廊道与施工支洞相连接，下平段排水廊道接入厂房上游上层排水廊道，自流排水。排水隧洞采用城门洞结构型式，断面尺寸 3m×3m(宽×高)，主要采用喷锚支护，局部采用钢筋混凝土衬砌。排水廊道顶拱端部设置斜向压力管道的“人”字形排水幕孔，排水孔排距 4m，孔径 100mm，孔深 50m。

除设置排水廊道外，钢管外壁还设置一套外排水设施，即沿管壁纵向布设四根排水角钢(∠65×5)，并且每隔 30～50m 设置一道环向集水槽钢，最后通过排水管将钢管外水排入厂房排水系统。

(3) 尾水调压室及其通气洞

尾水调压室设置在尾水主洞前端，采用圆筒型阻抗式。尾水调压室大井直径 13.0m，底板高程 628.00m，顶高程 700.00m，高度 72.5m，钢筋混凝土衬砌厚度 0.8m；阻抗升管直径 4m，钢筋混凝土衬砌厚度 0.6m，高度 69.2m。调压室为地下埋藏式，对外设有调压室通气洞，长约 315m，采用 5m×5m 的城门洞形断面。

调压室最高涌浪水位约为 689.19m，最低涌浪水位约为 629.79m。尾水调压室采用系统固结灌浆，灌浆孔间排距 3m，孔深 3.0～9.0m。

(4) 尾水隧洞

尾水系统采用“两洞四机”的布置方式，包括 2 条尾水主洞及 4 条尾水支洞，平面采用折线型布置型式，洞线方位角由尾水支洞的 N85°E 转为尾水主洞的 S78.11°E，轴线间距由支洞的 22m 变为主洞的 30.6～44.17m；支洞立面采用平坡，主洞采用一级斜井的布置形式与下水库进/出水口相接。

4 条尾水支洞长 192.76～205.51m，洞径 5.0m，其中从尾水管出口至尾闸室后 30m 采用 Q500CF 钢衬，钢板厚 20mm，钢管外包素混凝土厚 0.6m；其余洞段采用钢筋混凝土衬砌，衬厚 0.6m。额定流量时尾水支洞流速为 3.37m/s。

尾水岔管处采用对称 Y 型钢筋混凝土岔管，衬砌厚度 0.8m。2 条尾水主洞近似平行布置，长 376.81～408.65m，洞轴线间距 30.6～42m，圆形衬砌断面内径为 5.8m，流速 4.02m/s。隧洞全断面采用钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.6m。

(5) 下水库进/出水口

下水库进/出水口位于原困牛山水库内，每个进/出水口设 3 个分流墩，分成 4 孔。下水库进/出水口由引水渠、拦污栅段(含防涡梁)、扩散段和闸门竖井段组成。引水渠宽 61.2m，顺水流方向平坡段长 20m，斜坡段长 44m，采用 1:4 的底坡与下水库库底高程 643.00m 衔接。每个进/出水口设 4 扇拦污栅，拦污栅段长 14.0m，底板高程 632.00m；拦污栅段前设 3 道防涡梁，防涡梁断面 1.2×2.0m(宽×高)；设置拦污栅槽 1 道；单个拦污栅孔口尺寸 5.3×7.8m(宽×高)，平均过栅流速为 0.87m/s。扩散段长 30m，其断面尺寸从 26.6m×7.8m(宽×高)渐变到 5.8×5.8m(宽×高)。

尾水检修闸门竖井内布置检修闸门一道，闸门孔口尺寸为5.8×5.8m(宽×高)，闸门底板高程为 632.00m，顶高程 678m，与环库公路结合，闸门竖井高度 46m。尾水检修闸门竖井顶高程以上开挖坡比 1：0.75，开挖至高程 720.00m 左右；以下结合下水库库岸开挖，开挖坡比为 1:1，开挖至高程 649.50m 后采用直立坡。边坡采用锚喷系统支护与局部加强支护相结合，确保边坡稳定。

2.5.2.3 地下厂房及开关站

(1) 地下厂房

地下厂房布置于输水系统中部偏下游，距上、下水库水平距离分别为 890m、413m，垂直埋深约为 325～372m。地下厂房洞室群主要包括主副厂房、主变室、尾闸室、母线洞、附属洞室等。主副厂房、主变室和尾闸室三大主洞室顺水流向平行布置，厂房轴线 N25° W。

主副厂房由安装间、主机间和副厂房组成，呈“一”字形布置，安装间和副厂房分别布置于主机间左右端。安装间开挖尺寸 43m×27.9/24.9m×27.6m(长×宽×高)，主机间开挖尺寸 113m×27.9/24.9m×56.3m(长×宽×高)，副厂房开挖尺寸 26m×24.9m×56.3m(长×宽×高)。

主变室布置于主厂房与尾闸室之间，开挖尺寸为 172.5m×22.3m×24.4m(长×宽×高)。

尾闸室位于主变室下游侧，开挖尺寸为 114.2m×14/11.3m×33.64m(长×宽×高)。

进厂交通洞为运行期主要的交通通道，在施工期为厂房开挖的主要施工和运输通道。进厂交通洞长 1660m，平均纵坡 5.9%，坡向洞内，从安装间上游边墙垂直入厂，进厂高程 579.25m。出洞口布置在下水库进出水口南侧的库岸公路旁，距下水库进出水口约 280m，洞口高程为 678.00m。进厂交通洞断面为圆拱直墙型，断面净尺寸为 8.5m×8.0m(宽×高)。洞室支护采用锚喷支护与钢筋混凝土复合衬砌型式。

通风兼安全洞为厂房运行期主要进风通道，施工期为厂房一、二层开挖的施工通道。通风兼安全洞从副厂房左端墙顶部垂直入厂，进厂高程 601.25 m。出洞口布置在下水库进出水口北侧的库岸公路旁，距下水库进出水口约 260m，洞口高程为 678.00m。洞长 1123m，平均纵坡 6.8%，坡向洞内。断面为圆拱直墙型，断面净尺寸为 7.5m×8.0m(宽×高)。洞室支护采用锚喷支护与钢筋混凝土复合衬砌型式。

排风排烟系统采用“竖井+平洞”方式。厂房排风排烟洞从主副厂房左端墙顶部，通过竖井，经厂房排风排烟上平洞汇入主排风排烟洞。主变排风排烟洞从主变左端墙顶部，经竖井汇入主排风排烟洞。主排风排烟洞出洞口布置于下水库进出水口北侧的库岸公路旁，距下水库进出水口约 80m，洞口高程 678.00m，主排风排烟长 650m，洞断面为圆拱直墙型，净断面尺寸为 7.0×8.0m(宽×高)。厂

房排风排烟竖井断面为圆形，内径 3.5m，高 77.4m；主变排风排烟竖井断面为圆形，内径 7m，高 82.4m。洞(井)采用喷锚支护和钢筋混凝土复合衬砌。

出线系统采用“竖井+平洞”出线方式，电缆从主变室右端墙 GIS 层通过出线下平洞与竖井相连，再通过上平洞连至地面开关站，开关站高程 678.00m。为保证高压电缆在干燥的环境中运行，出线系统洞室全断面均采用钢筋混凝土衬砌。出线下平洞长 15m，上平洞长 531m，洞断面为圆拱直墙型，净断面尺寸为 5.0m×4.8m(宽×高)。竖井高 91m，内径 13.0m。

(2) 开关站

开关站初选地面开关站型式，布置于下水库进出水口南侧的库岸公路旁。开关站平面尺寸 110.0×62.0m(长×宽)，场地高程 678.00m。站内布置有 GIS 室和地面出线场，其中 GIS 楼为两层框架结构(地下一层，地面一层)，地面控制楼为五层框架结构(地下一层，地面四层)。布置有 GIS 室、开关柜室、配电室等。500kV 出线场布置在 GIS 楼及地面控制楼的前侧，出线构架高度 27m。开关站场地临近下水库永久公路，无需专门修建公路进场。

(3) 防渗排水布置

在地下厂房洞室群周边设置 3 层排水廊道，廊道内布置排水孔形成排水孔幕。

第 1 层排水廊道位于主厂房顶部，廊道底高程 606.50m；第 2 层排水廊道位于主厂房中部，廊道底高程 579.00m；第 3 层排水廊道位于主厂房底部，廊道底高程 549.00m。排水廊道总长度 3455m，其中顶层排水廊道长度 1360m，中层排水廊道长度 1125m，底层排水廊道长度 970m。排水孔孔径 76mm，孔距 3m。顶层排水廊道内设置 “人”字形排水幕，孔深 50～55m。在顶层、中层、底层排水廊道之间布置竖向排水幕，孔深 27.5～30m。排水廊道断面为圆拱直墙型，净断面尺寸为 3.0m×3.5m(宽×高)。

主副厂房、主变室、尾闸室及附属洞室等建筑物边墙和顶拱均布置系统排水孔。排水孔间排距为 3.0m，孔深根据部位取为 3～6m。岩体较破碎部分，排水孔内设置排水盲沟，以便改善排水效果，保持排水通畅。排水孔渗漏水经组织排至排水沟、地漏及排水管道，汇集集水井。

厂房内渗水先经排水廊道汇至渗漏集水井，再采用水泵抽排的方式通过排水

管道抽至尾水调压室；机组检修排水亦通过抽排方式排出厂外。

2.5.2.4 下水库

下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，正常蓄水位 674.00m，死水位 644.00m，设计洪水位 675.31m，校核洪水位 676.02m，调节库容 633 万 m^3。下水库主要建筑物由挡水坝、库盆开挖及防护、库岸公路和泄洪放空管等组成。

(1) 挡水坝

下水库挡水坝为钢筋混凝土面板堆石坝，轴线为“L”型，主坝方位角为 N129°58′52″E，副坝位于库盆东侧。坝顶高程 678.00m，坝顶长 1409m，坝顶宽度 10m，最大坝高 45.5m，上游坡比 1:1.5，下游坡比 1:2.0。

在主、副坝下游坝坡平缓区域设置坝后压坡体，压坡体与主、副坝下游坝坡相结合，起到压重作用。压坡体坡比 1:2。

(2) 库盆开挖及防护

在库底建基面 642.40m 以上布置库底防渗结构，防渗体由上至下依次为：0.3m 厚土工砂袋护面层(30kg/袋)、复合土工膜(两布一膜，膜厚 1.5mm)、0.2m 厚级配砂垫层、0.4m 厚碎石垫层。

库底防渗与原困牛山水库库尾处的粘土防渗采用抠槽加长铺盖土工膜进行搭接，槽深 1m，槽宽 1m，开挖断面为倒梯形。槽底高程 642m，槽顶高程 643m，向下开挖坡比为 1:1，土工膜沿槽壁铺设，搭接于原困牛山粘土上，形成封闭防渗体系，防止渗漏水进入土工膜下部。

(3) 库岸公路

库周环库路高程 678.00m，路面宽度 10m，总长约 2452m，采用沥青混凝土路面，路侧设排水沟，局部设电缆沟。

(4) 泄洪放空管

在下水库左岸坝基以下 10m 布置有库底的排水廊道，排水廊道底板下埋设两根 DN1600mm 的泄洪放空管(采用钢管、单管最大泄洪能力为 16.7 m^3/s)泄洪放空管进口布置拦污栅及用于泄放阀检修的检修闸门，出口设置锥形阀，水流泄洪放空至主坝下游左侧射水河支沟孙家沟。

2.5.2.5 补水工程

本工程采用明渠自流补水，即利用原困牛山水库取水渠道引石亭江干流水对下水库进行充蓄和补水。原困牛山水库取水路线为：石亭江部分江水通过石亭江右岸前进渠北干渠(干渠渠首上游即高景关水文站)经倒虹吸至石亭江左岸，在倒虹吸出口处一、二支渠分出，三、四支渠合流处布置有沉沙池，合流一段距离后三支渠流向广济镇，四支渠到达土门电站后一部分水经土门电站后向东流，其余水量经水库斗渠流至困牛山水库。

工程永久补水系统与上、下水库初期蓄水及施工供水所属的临时供水系统采取永临结合的布置形式，仍利用原困牛山水库补水系统(断面尺寸 1.5m×2m(宽×高))，在使用前对原渠系及沉沙池进行疏浚处理，以保证其过流能力。为满足下水库下游灌溉用水需求，在原渠系平面转弯进入困牛山水库处新建一条明渠，明渠绕库修建，长约 1.2km，断面尺寸初拟 0.8m×1.2m(宽×高)，过流能力不小于 0.7m^3/s。同时，在分岔点附近各设置一道闸门用于控制下水库补水及其下游农田灌溉用水。

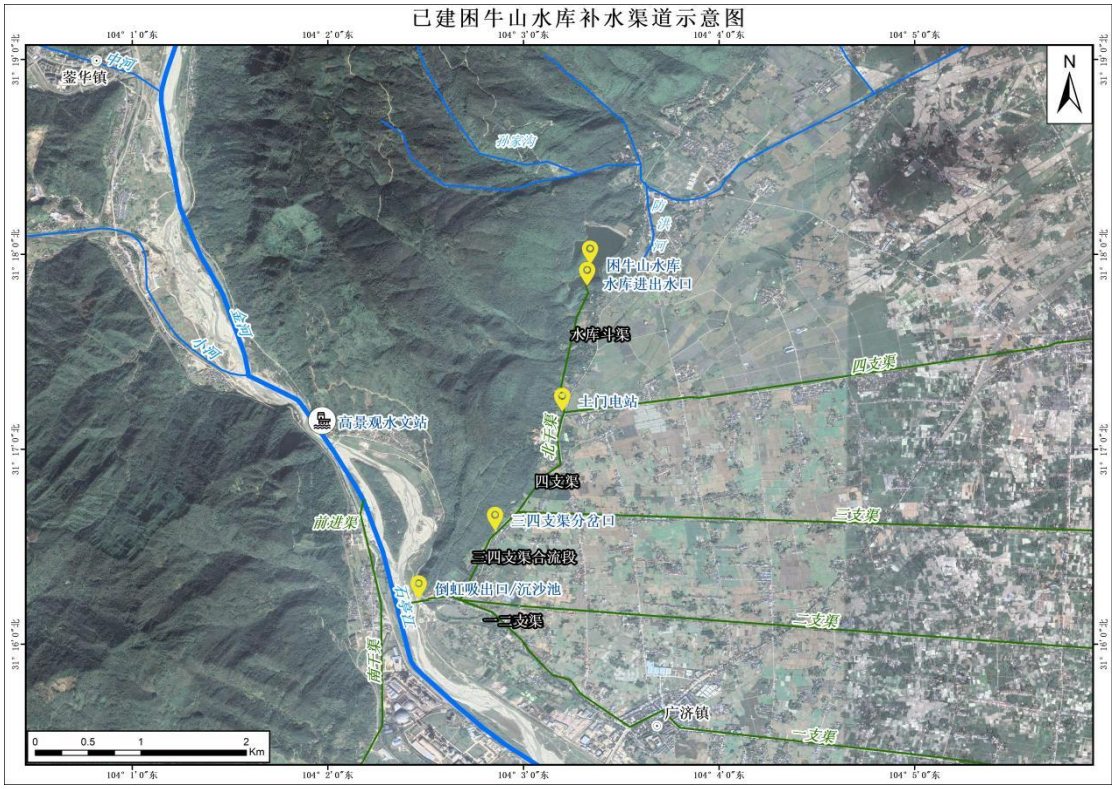


图2.5-1 原困牛山水库补水渠道示意图

2.6 工程施工规划

2.6.1 施工总布置

绵竹抽水蓄能电站共布置三个工区：上水库施工区、下水库施工区和石亭江施工区。

工程施工总布置见下图及附图 7。

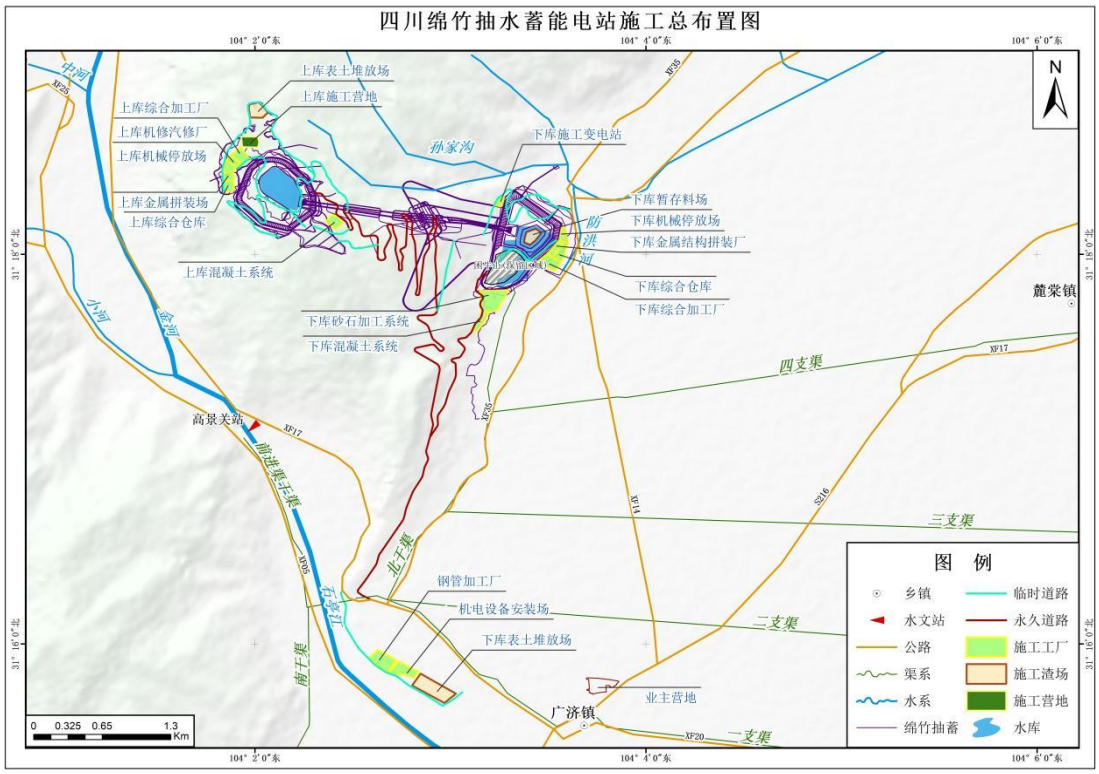


图2.6-1 绵竹抽水蓄能电站施工总布置图

2.6.1.1 上水库施工区

上水库施工区主要承担上水库主坝、1#副坝、2#副坝、上水库库盆处理、上水库排水、上水库进/出水口、引水上平段等工程施工任务。主要施工临建设施包括上水库混凝土生产系统、上水库综合仓库、上水库金属结构拼装厂、上水库机械设备停放场、上水库机修汽修厂、上水库综合加工厂及上水库施工营地等。此外，还规划有上水库主坝压坡体、上水库 2#副坝压坡体、上水库表土堆放场等。

2.6.1.2 下水库施工区

下水库施工区主要承担下水库主坝、副坝、下水库库盆处理、下水库排水、

放空管及输水系统压力管道段、地下厂房洞室群、尾水隧洞、下水库进/出水口、地面开关站等施工任务。主要临建设施包括下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统、下水库综合加工厂、下水库综合仓库、下水库金属结构拼装厂、下水库机械设备停放场、施工中心变电站、施工供风系统、施工供水系统等。此外，还规划有下水库坝后压坡体、下水库库内暂存料场等。

2.6.1.3 石亭江施工区

石亭江施工区主要承担工程钢管加工、机电设备安装等施工任务。主要临建设施包括钢管加工厂、机电设备安装场等。此外，还规划有下水库表土堆放场等。

主要施工工厂设施面积汇总表

表 2.6-1

序号	项目	上水库		下水库		备注
		建筑面积 (m^2)	占地面积 (m^2)	建筑面积 (m^2)	占地面积 (m^2)	
1	砂石加工系统			2000	34000	位于石亭江施工区
2	混凝土生产系统	800	10000	1000	10000	
3	综合加工厂	400	7000	800	16000	下库综合加工厂后期改建为机电备件库
4	金属结构拼装厂	400	6000	600	8000	
5	钢管加工厂			2000	20000	
6	综合仓库	900	8000	1200	11000	
7	机械设备停放场	400	7000	400	8000	
8	机修汽修厂	500	5000			
9	施工变电站			500	4000	
10	供水站及供风站等	500	5000	500	5000	
11	机电设备安装场			1000	10000	位于石亭江工区
12	上水库施工营地	10000	13000	20000	29000	下水库施工营地在麓棠镇天宝村进行租赁
14	合计	13900	61000	30000	155000	

2.6.2 施工交通

2.6.2.1 对外交通

(1) 对外交通条件

绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市西南方麓棠镇及广济镇境内，其中上水库位于广济镇，下水库位于麓棠镇。工程上、下水库存在现有公路，但公路等级不满足运输要求，且改扩建难度较大，需新建上下水库连接路。

工程下水库交通便利，与绵竹市区、德阳市区、成都市区直线距离分别为

16km、35km、70km，从电站下水库出发，经绵土路、F16 县道、明阳街可到达绵竹市，公路里程约 20km。上水库交通不便利，从电站上水库出发，经盘山道路、绵金路、明阳街可到达绵竹市，公路里程约 30km，其中盘山道路约 9km，路面宽 4.0m，混凝土路面。

工程周边公路包括德都高速 G0511、成万高速 S1、广(汉)青(牛沱)公路 XF055、德什公路 G350、棉金路 XF17 等。

工程周边铁路包括广岳铁路、宝成铁路。广岳铁路位于工程西侧，该线路上距离工程较近的车站为永兴站(公路里程约 5km)和雪门寺站(公路里程约 10km)，两个车站均可办理货运业务；宝成铁路位于工程东侧，该线路上距离工程较近的车站为德阳站(公路里程 46km)。

工程周边最近的港口为乐山港，位于五通桥区，是四川大件运输第一港，距离工程所在地约 230km。

(2) 外来物资运输总量

绵竹抽水蓄能电站施工期外来器材和物资主要有水泥、钢筋和钢材、柴油、火工材料(炸药)、木材、机电设备及金属结构、施工设备及生活物资等。工程所需的普通外来物资可采用公路运至工地，大宗设备和外来物资采用公路运输为主、水运和铁路运输为辅的方式，生活物资、房建材料及其他普通物资可在当地采购，通过公路运至工程区。

施工期外来主要物资运输量见下表。

施工期外来主要物资运输量表

表 2.6-2

材料名称	水泥 (万 t)	钢筋、钢材 (万 t)	柴油 (万 t)	火工材料 (万 t)	木材 (m^3)	机电设备及金属结构 (万 t)	施工设备及生活物资 (万 t)	合计 (万 t)
需要量	28.65	5.55	3.0	0.60	4270.08	3.28	2.34	43.76

2.6.2.2 场内交通

绵竹抽水蓄能电站上下水库连接公路作为主要交通连接上、下水库区，承担电站施工期部分运输任务及后期运行管理的功能；上、下水库分别布置环库公路、库盆开挖及大坝填筑施工道路、至砂石加工与混凝土生产系统及其它施工工厂区和营地区道路等。本工程规划新建、改扩建场内道路共计 26.2km，其中新建永久

道路 10.8km，新建临时道路 13.7km，改扩建临时道路 1.7km。场内公路主要采用水电场内三级，路面宽度 6.5～7.5m；部分重要场内道路为水电场内二级，路面宽度 7.0～8.0m；部分场内非主要道路采用四级，路面宽度 3.5m。

工程场内主要交通特性见下表。

场内主要交通特性汇总表

表 2.6-3

类型	序号	道路名称	起点	终点	长度 (km)	路面型式	标准	路面/路基宽度(m)	备注
永久道路	1	上下水库连接路	棉金路	上水库环库公路	8.9	混凝土路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	2	下水库连接路	上下水库连接路	下水库环库公路	1.9	混凝土路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	小计				10.8				
临时道路	1	L1 公路	上下水库连接路	上水库 2#副坝坝后压坡	2.2	混凝土路面	水电场内二级	7.0/8.0	新建
	2	L1−1 公路	L1 公路	上水库西侧边坡	1.3	泥结碎石路面	水电场内二级	7.0/8.0	新建
	3	L1−2 公路	L1 公路	上水库主坝坝底	0.2	泥结碎石路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	4	L1−3 公路	L1 公路	上水库施工场地	1.9	混凝土路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	5	L2 公路	上下水库连接路	上水库主坝坝后	0.3	泥结碎石路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	6	L3 公路	上下水库连接路	上水库主坝坝后压坡	0.4	泥结碎石路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	7	L4 公路	下水库环库公路	下水库环库公路	0.7	混凝土路面	水电场内二级	7.0/8.0	新建
	8	L5 公路	汉广路	开关站边坡	1.3	泥结碎石路面	水电场内二级	7.0/8.0	新建
	9	L5−1 公路	L5 公路	主坝坝底	0.7	泥结碎石路面	水电场内二级	7.0/8.0	新建
	10	L6 公路	棉金路	下水库库内暂存料场	1.7	混凝土路面	水电场内三级	6.5/7.5	改扩建
	11	L7 公路	上下水库连接路	2#施工支洞	0.7	泥结碎石路面	水电场内三级	6.5/7.5	新建
	12	其他临时道路			4.0	泥结碎石路面	场内非主要	3.5/4.5	新建
	小计				15.4				
合计					26.2				

2.6.3 施工导流

绵竹抽水蓄能电站施工导流主要包括 4 个部分，即上水库施工导流、下水库施工导流、上水库进/出水口施工导流和下水库进/出水口施工导流。

2.6.3.1 导流标准

本工程为一等大(1)型，导流建筑物按 4 级建筑物设计。

上水库初期导流洪水设计标准采用重现期 20 年的 24h 洪量。根据施工进度安排，堆石坝采用全年施工。大坝填筑高程超过围堰高程以前，施工导流建筑物的洪水设计标准选用重现期 20 年的 24h 洪量，该施工时段为枯水期，视雨情和上游围堰堰前形成的集水坑大小，配置适量的机械抽水设备，创造干地施工条件，保证主坝底部堆石体填筑施工场地、施工设施不被淹没、冲毁。在围堰高程以上坝体填筑和混凝土面板施工期间，坝体施工期临时度汛洪水设计标准选用重现期 50 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 20.6 万 m^3；坝体完建、初期蓄水期间，坝体度汛洪水设计标准选用重现期 200 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 27.0 万 m^3。

下水库初期导流洪水设计标准采用重现期 20 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 11.8 万 m^3。大坝填筑超过原水库大坝坝顶高程 671.6m 后，坝体施工期临时度汛洪水设计标准选用重现期 50 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 14.8 万 m^3。

上水库进/出水口导流洪水设计标准采用重现期 20 年 24h 洪量，相应的洪量值为 16.4 万 m^3。引水系统与厂房地下洞室群贯通后，由进/出水口闸门挡水，厂房施工期度汛洪水设计标准采用重现期 100 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 23.8 万 m^3。

下水库进/出水口预留岩坎挡水洪水设计标准采用重现期 20 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 11.8 万 m^3。尾水系统与厂房地下洞室群贯通后，由下水库进/出水口闸门挡水，厂房施工期度汛洪水设计标准采用重现期 100 年的 24h 洪量，相应的洪量值为 17.1 万 m^3。

2.6.3.2 导流方式及程序

上水库施工导流程序分为三个阶段：初期、中期和后期。初期(第三年 10 月至第四年 3 月底) 主要完成坝肩土石方开挖、库底清表回填、库底排水廊道以及围堰高程 1170.0m 以下坝体填筑等工作，采用围堰挡水，环库公路排水沟将附近山坡形成的地表径流引向基坑外，环库公路以下库盆的降雨汇水采用机械抽排；

中期(第四年 4 月初至第五年 9 月底)主要进行围堰高程 1170.0m 高程以上的坝体填筑、坝体施工期待沉及防渗面板施工，采用坝体临时断面挡水，环库公路排水沟将附近山坡形成的地表径流引向基坑外，环库公路以下库盆的降雨汇水采用库底排水廊道和坝体底部堆石体及排水体自行向外排水，并配合局部机械抽排；后期(第五年 10 月至第六年 3 月底)主要进行坝顶结构完建、水库初期蓄水工作，由完建中的坝体挡水，天然来水全部拦蓄滞洪在库内。施工导流程序详见下表。

上水库施工导流程序规划表

表 2.6-4

导流阶段	施工时段	导流标准(年)	24h 洪量(万 m^3)	上游水位	挡水建筑物	泄水建筑物
初期导流	第三年 10 月初至第四年 3 月底	20		/	上游围堰	环库排水沟/机械抽排
中期导流	第四年 4 月初至第五年 9 月底	50	20.6	/	坝体临时断面	环库排水沟/库底排水廊道/局部机械抽排
后期导流	第五年 10 月初至第六年 3 月底	200	27.0	/	坝体	/

注：上水库汇水面积较小，基础水文资料缺乏，枯期设计洪量与洪水无法水文推算得出，表中暂缺。

下水库施工导流分为两个阶段：初期和后期。初期分两个阶段进行，第一阶段(第三年 2 月初至第三年 12 月 15 日)主要完成新建坝体的坝肩土石方开挖、库底清表等工作，施工场地的降雨汇水由原冲沟排出；第二阶段(第三年 12 月 16 日至第四年 5 月底) 主要完成新建坝体高程 671.6m 以下的填筑、排水廊道等施工，老坝处利用原水库大坝挡水，扩建处的局部降雨汇水采用集水坑收集后机械抽排。后期(第四年 6 月初至第五年 9 月底) 主要进行新建坝体高程 671.6m 以上的填筑施工、施工期沉降、面板施工、坝顶结构完建及原坝体拆除，采用新建的坝体临时挡水，机械抽排库盆内降雨汇水至坝后沟渠。施工导流程序详见下表。

下水库施工导流程序规划表

表 2.6-5

导流阶段	施工时段	导流标准(年)	24h 洪量(万 m^3)	上游水位	挡水建筑物	泄水建筑物
初期导流	第三年 2 月初～第三年 12 月 15 日	20			原水库大坝	原沟道
	第三年 12 月 16 日～第四年 5 月底	20	11.8	/	原水库大坝	机械抽排
后期导流	第四年 6 月初～第五年 9 月底	50	14.8	/	新建大坝	机械抽排

上水库进/出水口采用围堰或进/出水口闸门挡水、机械抽排、全年施工的导

流方式。根据施工进度安排，第二年 12 月初至第四年 8 月底，主要进行进/出水口的开挖、混凝土浇筑、金结安装等施工，由围堰挡水，机械抽排降雨汇水、渗水；引水系统至厂房洞室群贯通后，继续进行输水系统和地下厂房工程的施工，由上水库进/出水口闸门挡水。

下水库进/出水口施工采用预留岩坎或进/出口闸门挡水、机械抽排、全年施工的导流方式。根据施工进度安排，第三年 1 月初至第四年 4 月底，主要进行进/出水口的开挖、混凝土浇筑、金结安装等施工，采用预留岩坎或下水库进/出水口闸门挡水，机械抽排降雨汇水、渗水；尾水系统至厂房洞室群贯通后，继续进行尾水系统和地下厂房工程的施工，由下水库进/出水口闸门挡水。

2.6.3.3 截流

根据本工程枢纽平面布置，上水库大坝位于高高程冲沟内，大坝及库底回填安排在枯水期开始填筑，几乎无地表径流，不存在截流问题；下水库由原困牛山水库改扩建形成，且利用原水库大坝挡水，不存在截流问题。

2.6.3.4 导流建筑物

上水库初期导流期间，在进行围堰高程以下的坝体和库底回填施工时，采用上游土石围堰挡水、机械抽排排除库盆内汇集积水，创造干地施工的条件。上游围堰与库底修整回填区全部结合，堰顶高程 1170.00m，围堰最大高度约 14m，堰顶宽 8.0m，迎水边坡坡比为 1:2.5，背水边坡坡比为 1:1.8，采用复合土工膜斜墙结合截水墙进行防渗。根据施工进度和导流程序安排，上水库大坝前抽排导流控制工况为排除下水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 20.6 万 m^3，当天抽干，并考虑 1.2～1.5 的扩大系数，选择的排水设备见下表。

上水库机械抽排设备表

表 2.6-6

部位	项目	单位	工程量	项目特征
抽排设施	泵房	m^2	30	
	排水钢管	m	1000	D500
	水泵(14SH−9A)	台	10+2	扬程 30～50m，流量 1030m³/h，备用 2 台
	柴油发电机	台	6+1	单台功率 260kW，备用 1 台

下水库利用原水库大坝挡水，坝顶高程 671.6m，其库容远大于洪水设计标准下的 24h 洪量。根据施工进度和导流程序安排，下水库大坝前抽排导流控制工

况为排除下水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 14.8 万 m^3，当天抽干，并考虑 1.2～1.5 的扩大系数，选择的排水设备见下表。

下水库机械抽排设备表

表 2.6-7

部位	项目	单位	工程量	项目特征
抽排设施	泵房	m^2	30	
	排水钢管	m	1000	D500
	水泵(14SH−9A)	台	11+2	扬程 30～50m，流量 740.0m³/h，备用 2 台
	柴油发电机	台	6+1	单台功率 260kW，备用 1 台

上水库进/出水口施工导流利用上水库围堰；下水库施工导流预留岩坎顶高程 638m，宽 8m。

2.6.4 料源选择

绵竹抽水蓄能电站主体工程及临时工程填筑总量约为 1102.4 万 m^3(压实方，下同)，其中堆石料 351.2 万 m^3，过渡料 56.9 万 m^3，垫层料 43.3 万 m^3，石渣料 94.1 万 m^3，粘土料 0.03 万 m^3，压坡体 556.8 万 m^3 。本工程主体工程及临时工程混凝土(含无砂混凝土、喷混凝土)总量约 60.0 万 m^3。

2.6.4.1 上水库

本工程天然砂砾石料分布于石亭江河道，属于禁采区，故选择人工骨料。上水库混凝土粗细骨料及垫层料设计需求量约 41.3 万 m^3，利用输水系统洞挖料及下水库左岸明挖料作为混凝土骨料及垫层料料源。

上水库堆石料设计需求总量约 169.3 万 m^3(自然方，下同)，其中主堆石料设计需求量约 75.2 万 m^3，次堆石料设计需求量总约 94.1 万 m^3，其中上水库大坝主堆石料、过渡料采用弱风化及以下砾岩料，次堆石料采用上水库扩库开挖弱风化以下的砂岩、粉砂质泥岩及泥质粉砂岩料作为堆石料料源。

上水库粘土料设计需求量约 0.04 万 m^3，由上水库覆盖层开挖料提供。

上水库石渣料设计需求量共约 83.4 万 m^3，由上水库开挖料提供。

上水库土石方开挖总量 569.5 万 m^3，除去已利用量，剩余 316.7 万 m^3 作为上水库 2#副坝坝后压坡。

2.6.4.2 下水库

本工程混凝土骨料及垫层料设计需求量共约 111.2 万 m^3，均由输水系统洞

挖料及下水库左岸明挖料提供，其中上水库混凝土粗细骨料及垫层料设计需求量约 41.3 万 m³，下水库及输水系统混凝土粗细骨料及垫层料设计需求量约 69.9 万 m³。本工程混凝土骨料及垫层料料源优先选择利用 85.3 万 m³ 输水系统洞挖料，不足的 42.5 万 m³ 由下水库左岸明挖料提供。

下水库堆石料(含过渡料)设计需求量共约 199.7 万 m^3，其中主堆石料设计需求量约 133.2 万 m^3，次堆石料设计需求量总约 66.5 万 m^3，均采用扩库开挖弱风化及以下砾岩料作为下水库堆石料料源。

下水库石渣料设计需求量约 34.1 万 m^3，由下水库开挖料提供。

下水库土石方开挖总量 704.7 万 m^3，除去已利用量，还剩余 338.0 万 m^3，其中 250.2 万 m^3 作为下水库坝后压坡，其余 87.8 万 m^3 运输至上水库作为主坝坝后压坡。

2.6.5 土石方平衡及堆(存)场

2.6.5.1 土石方平衡

绵竹抽水蓄能电站主体工程及临时工程(含场内道路)土石方开挖总量约 1274.3 万 m^3(自然方，下同)，其中土方开挖 400.7 万 m^3，石方明挖 748.0 万 m^3，石方洞挖 125.6 万 m^3，本工程填筑总量 1124.2 万 m^3(压实方，其中堆石料 351.2 万 m^3，过渡料 56.9 万 m^3，垫层料 43.3 万 m^3，粘土料 0.03 万 m^3，石渣及土石回填料 94.1 万 m^3，压坡体 578.7 万 m^3)，混凝土总量(含喷混凝土)60.0 万 m^3。

(1) 上水库

上水库区施工的主体工程主要有上水库主坝、1#副坝、2#副坝、上水库库盆处理、上水库排水、上水库进/出水口、引水上平洞及其施工支洞等工程。上水库工程(含临时工程)共计土石方开挖 569.5 万 m^3(自然方，下同)，其中土方开挖 188.5 万 m^3，石方明挖 377.5 万 m^3，石方洞挖 3.5 万 m^3。上水库坝体填筑料设计需求量总量约 169.3 万 m^3(不含垫层料)，上水库土石回填、土石填筑料设计需求量约 83.4 万 m^3，粘土料设计需求量约 0.04 万 m^3。上水库混凝土骨料及垫层料设计需求量约 41.1 万 m^3，但因上水库开挖料质量不满足作骨料料源要求，骨料料源均来自输水系统洞挖料与下水库明挖料，故上水库混凝土骨料与垫层料与下水库统筹考虑。经土石方平衡后，上水库 2#副坝坝后压坡可消纳剩余 316.7 万 m^3 开挖

料。上水库工程无弃渣。

(2) 下水库

下水库区施工的主体工程主要有下水库主坝、副坝、下水库库盆处理、下水库排水、放空管、下水库进/出水口、输水系统(引水上斜井及以后)、地下厂房系统、开关站及施工支洞及场内道路(上下水库连接路)等工程。下水库工区工程共计土石方开挖 704.7 万 m^3(自然方，下同)，其中土方开挖 212.3 万 m^3，石方明挖 370.5 万 m^3，石方洞挖 122.0 万 m^3。下水库坝体填筑设计需求量总量约 199.7 万 m^3(不含垫层料)，土石回填、土石填筑料设计需求量约 34.1 万 m^3，下水库混凝土骨料及垫层料设计需求量约 69.9 万 m^3，因骨料料源均来自输水系统洞挖料与下水库明挖料，故与上水库统筹考虑，本工程上、下水库混凝土骨料与垫层料设计需求量约 111.2 万 m^3。经土石方平衡后，下水库工程剩余开挖料 359.8 万 m^3，下水库坝后压坡可消纳 250.2 万 m^3，剩余 109.6 万 m^3 考虑运至上水库主坝坝后压坡消纳。下水库工程无弃渣。

绵竹抽水蓄能电站土石方平衡表

表 2.6-8

部位		项目	开挖量	利用流向(自然方)										
				主堆	次堆	过渡	垫层(暂存)	砼骨料(暂存)	石渣料	围堰填筑	粘土	上水库 2#副坝坝后压坡	下水库坝后压坡	上水库主坝坝后压坡
上水库	上水库主坝	土方明挖	107736									107736		
		石方明挖	26934						26934					
	上水库1#副坝	土方明挖	50372.6									50372.6		
		石方明挖	12593.2						12593.2					
	上水库2#副坝	土方明挖	214884.4									214884.4		
		石方明挖	53721.1						53721.1					
	上水库库盆	土方明挖	1479361.5								443.9	1478917.5		
		石方明挖	3420953.8	334152	941582.2	417609.6			413604.7	52872.9		1261132.4		
	上水库排水	土方明挖	3120									3120		
		石方洞挖	8357.1									8357.1		
	上水库进出水口	土方明挖	29002.5									29002.5		
		石方明挖	261022.5						261022.5					
		石方井挖	13249.6						13249.6					
	引水上平段	石方洞挖	13831									13831		
	小计		5695139.1	334152	941582.2	417609.6			781125	52872.9	443.9	3167353.5		
	输水	石方洞挖	160796				112557.2							48238.8

部位		项目	开挖量	利用流向(自然方)										
				主堆	次堆	过渡	垫层 (暂存)	砼骨料 (暂存)	石渣料	围堰填筑	粘土	上水库 2# 副坝坝后压坡	下水库坝后压坡	上水库主坝坝后压坡
下水库	隧洞	石方井挖	63647				44552.9							19094.1
	下水库进出水口	土方明挖	28173.2										28173.2	
		石方明挖	253558.5				177491						76067.6	
		石方井挖	9784.3				6849						2935.3	
	地下厂房及附属洞室	石方洞挖	776542					543579.4						232962.6
		石方井挖	42205.8					29544.1						12661.7
	地面开关站	土方明挖	97592.5										97592.5	
		石方明挖	392790.5										392790.5	
	下水库主坝	土方明挖	164109.5										164109.5	
		石方明挖	41027.4										41027.4	
	下水库副坝	土方明挖	683948.4										683948.4	
		石方明挖	170987.1										170987.1	
	下水库库盆	土方明挖	1049759.3										833805.2	215954
		石方明挖	2470236.1	1235234.8	665126.4	96726.6	101114.8		88628.3					283405.2
	下水库排水	土方明挖	5200										5200	
		石方明挖	4965										4965	
	施工支洞工程	石方洞挖	162138.3					96059						66079.3
	道路	土方明挖	94000											94000

部位		项目	开挖量	利用流向(自然方)										
				主堆	次堆	过渡	垫层 (暂存)	砼骨料 (暂存)	石渣料	围堰填筑	粘土	上水库 2# 副坝坝后压坡	下水库坝后压坡	上水库主坝坝后压坡
	工程	石方明挖	376000						251868.8					124131.3
	小计		7047460.9	1235234.8	665126.4	96726.6	442564.9	669182.5	340497.1	0	0	0	2501601.7	1096527
合计			12742600	1569386.7	1606708.6	514336.2	442564.9	669182.5	1121622.1	52872.9	443.9	3167353.5	2501601.7	1096527

单位：m^3

2.6.5.2 堆(存)场规划

本工程设置 1 处暂存料场、2 处表土堆放场、3 处压坡体，不设置永久渣场。

(1) 暂存料场

下水库库内暂存料场位于原困牛山水库均质坝坝后，设计顶高 684m，规划容渣量为 120 万 m^3，占地面积约 5.8 万 m^2。

(2) 表土堆放场

上水库表土堆放场布置于上水库 2#副坝坝后左支沟冲沟内。表土堆放场设计顶高 1170m，设计容渣量 20 万 m^3，总占地面积约 2.2 万 m^2。

下水库表土堆放场布置于广济镇石亭江左岸冲积平原内，其位置紧邻下水库机电设备安装场。表土堆放场设计顶高 685m，设计容渣量 20 万 m^3，总占地面积约 4.2 万 m^2。

(3) 压坡体

上水库主坝压坡体设计顶高 1201.5m，设计容量 150 万 m^3，占地面积 7.4 万 m^3。

上水库 2#副坝压坡体设计顶高 1201.5m，设计容量 320 万 m^3，占地面积 20.9 万 m^3。

下水库坝后压坡体设计顶高 678m，设计容量 260 万 m^3，占地面积 12.8 万 m^3。

上、下水库施工区堆(存)场规划特性表

表 2.6-9

序号	场地名称		占地面积 (万 m^2)	渣顶高程 (m)	堆渣高度 (m)	容量 (万 m^3)	堆存量 (万 m^3)	备注
1	上水库	上水库主坝压坡体	7.4	1201.5	45	150	110	
2		上水库 2#副坝压坡体	20.9	1201.5	25	320	317	
3		上水库表土堆放场	2.2	1170	20	20		
4	下水库	下水库坝后压坡体	12.8	678	33	260	250	
5		下水库库内暂存料场	5.8	684	38	120		困牛山水库均质坝坝后
6		下水库表土堆放场	4.2	685	15	20		
合计			53.9			890	677	

注：暂存料场全部回采利用。

2.6.6 施工工厂设施和营地

2.6.6.1 砂石加工系统

绵竹抽水蓄能电站集中设置 1 座砂石加工系统，布置于下水库库尾坡地，占地面积约 34000m^2，承担工程主体及主要临建工程所有混凝土(含喷混凝土)及垫层料骨料的生产任务。混凝土(含喷混凝土)总量约 60.2 万 m^3，垫层料总量约 43.3 万 m^3，折合为骨料总设计需求量约 111.4 万 m^3，需生产成品砂石料 245.1 万 t，其中粗骨料 171.6 万 t，细骨料 73.5 万 t。

砂石加工系统设计处理能力 480t/h，成品骨料生产能力 370t/h。系统设粗碎车间、中、细碎车间、第一筛分车间、第二筛分车间、半成品料堆和成品料堆。系统加工过程中用水量为 340m^3/h，产生的废水经废水处理系统处理后回收利用，回收利用水的悬浮物含量不超过 100mg/L。

砂石加工系统技术特性表

表 2.6-10

序号	名称	单位	数量	备注
1	设计生产能力			
1.1	设计处理能力	t/h	480	
1.2	成品骨料生产能力	t/h	370	
1.3	制砂能力	t/h	110	
2	成品骨料最大粒径	mm	80	
3	原料来源	洞挖料，明挖有用料		
4	半成品料堆容量	m^3	13000	
5	成品料堆容量	m^3	24000	高峰时段 6d 需用量
6	用水量	m^3/h	340	
7	电动机装机总容量	kW	2000	
8	胶带输送机总长	m	1514	水平投影长
9	工作班制	班/日	2	

2.6.6.2 混凝土生产系统

本工程设置 2 套混凝土生产系统，分别为上水库混凝土生产系统、下水库混凝土生产系统。工程主体及主要临建工程混凝土(含喷混凝土)总量为 60.1 万 m^3。

(1) 上水库混凝土生产系统

上水库混凝土生产系统布置在上水库主坝左侧坡地，占地面积约 10000m^2，主要提供上水库工程、引水隧洞上斜井及以上部分引水发电系统的混凝土生产。上水库高峰时段浇筑强度 0.8 万 m^3/月，上水库混凝土生产系统设计规模为 25m^3/h。

上水库混凝土生产系统生产所需的骨料由砂石加工系统提供。自卸汽车运来的各级成品粗、细骨料卸入受料仓后，由皮带机送至成品料堆堆存，料堆下设地弄皮带机送骨料入搅拌站内。系统配备 HZS35 搅拌站 1 座，其铭牌生产能力为 35m^3/h。系统内设 200t 水泥罐 3 只，200t 粉煤灰罐 2 只，水泥和粉煤灰采用气力输送。

(2) 下水库混凝土生产系统

下水库混凝土生产系统布置在下水库库尾环库公路边地形平缓处，主要承担下水库工程、地下厂房系统及地面开关站工程、引水隧洞中平段以下洞段、尾水系统混凝土的生产任务。下水库高峰时段浇筑强度约 2.2 万 m^3/月，下水库混凝土生产系统设计规模为 80m^3/h。

下水库混凝土生产系统生产所需的骨料由砂石加工系统提供。自卸汽车运来的各级成品粗、细骨料卸入受料仓后，由皮带机送至成品料堆堆存，料堆下设地弄皮带机送骨料入搅拌站内。系统拟配备 HZS120 拌合站 1 座，其铭牌生产能力为 120m^3/h。系统内设 400t 水泥罐 4 只，400t 粉煤灰罐 2 只，水泥、粉煤灰采用气力输送。

2.6.6.3 施工辅助企业

(1) 综合加工厂

本工程设置 2 处综合加工厂，上、下水库各 1 处。综合加工厂包括钢筋加工厂、木材加工厂等，承担工程所需钢筋加工、木材制品及少量预制件的加工制作任务。

(2) 金属结构拼装厂、钢管加工厂、机电设备安装场

本工程设置 2 处金属结构拼装厂，上、下水库各 1 处，用于金属构件的存放、维护及拼装等。

设置钢管加工厂、机电设备安装场各 1 处，均位于石亭江边河滩地。

(3) 机械修配系统

本工程设置 1 处机修汽修厂，位于上水库，承担上水库工区工程汽车、施工机械的小修、部分零配件制造及非标准构件的加工制造任务。下水库考虑就近在当地镇上修配，大中修委托地方企业。

设置 2 处机械设备停放场，上、下水库各 1 处。

(4) 仓库系统

本工程设置 2 处仓库系统，上、下水库各 1 处，内设施工机械库、综合仓库等，水泥库、木材库、钢材库则在各加工厂内考虑解决。

本工程不设爆破器材库。

房建材料库、生活物资库设置在办公生活区内。

永久机电设备库单独设置，由综合加工厂后期改建。

2.6.6.4 施工营地和业主营地

本工程高峰期施工人数 3000 人，高峰年平均人数为 2800 人，施工期的临时生活设施及办公用房的建筑面积共为 30000m^2，总占地面积 42000m^2。分上、下水库区布置。

(1) 施工营地

上水库施工营地布置在上水库 2#副坝压坡体上，占地面积 1.3 万 m^2；由于下水库附近居民房较密集，下水库施工营地考虑在麓棠镇天宝村进行租赁。

(2) 业主营地

业主营地在石亭江左岸的广济镇场镇进行租赁。

2.6.6.5 施工供风、供水及供电系统

(1) 施工供风

本工程主体工程及临时工程石方开挖总量约 873.5 万 m^3，其中石方洞挖约 125.6 万 m^3。石方明挖高峰月时段平均强度为 53.5 万 m^3/月，石方洞挖高峰月时段平均强度为 4.7 万 m^3/月。

压缩空气主要供上水库库盆、上水库坝基、输水系统、地下厂房系统、开关站、下水库库盆、下水库坝基及上、下水库进/出水口等部位石方开挖用风。供风系统仅考虑供手风钻、轻型潜孔钻设备和喷混凝土设备等施工用风，施工工厂内的用风由各用户根据需要自行配置空压机供风。

根据工程布置，供风系统的设置采用固定式压缩空气站与移动式空压机相结合的方式，共设 9 个固定式压气站，各站分别设置于上水库主坝、上水库 1#副坝、上水库 2#副坝、上水库库盆、2#施工支洞洞口、下水库地面开关站、下水库主坝、下水库库盆、进厂交通洞洞口。其它较小规模及较零散的石方开挖部位则由移动式空压机供风。另外，为满足小规模石方开挖项目及离负荷中心较远的少

量用户的用风需要，配备 P600 型移动式空压机 5 台、ZV−12/7 型移动式空压机 6 台、VY−9/7 型移动式空压机 6 台。移动式空压机亦可作为高峰时段的备用设备。

(2) 施工供水

根据土石方填筑、混凝土、灌浆施工等工程项目的高峰强度初步计算，本工程施工高峰用水量约 720m^3/h，其中上水库工区高峰施工用水量 240m^3/h，下水库工区及输水系统高峰施工用水量约 310m^3/h，石亭江施工区高峰施工用水量约 200m^3/h，下水库工区与石亭江施工区高峰施工用水量存在重叠。

本工程设置 2 套供水系统，其中石亭江施工区设置 1 套供水系统，上、下水库工区共用 1 套供水系统。

1) 石亭江施工区

石亭江施工区供水系统位于钢管加工厂和机电设备安装场附近，从石亭江取水，设计供水能力 200m^3/h。

2) 上、下水库工区

上、下水库工区供水系统于下水库库尾库岸设泵站(一级)从前进渠水库斗渠取水，下水库库尾施工场地设置 1#水池，下水库布设输水管道自流至下水库施工工区，供库内工厂及下水库主坝、副坝、库盆处理、进/出水口等工程施工用水。上水库供水自下水库一级 1#水池取水，沿上下水库连接路路边设加压泵站最终至上水库高位水池，共设置 3 级泵站。二级 2#水池位于上下水库连接路边，高程 960m 左右，2#水池供应引水隧洞中平段及下斜井等工程施工用水。三级 3#水池位于上下水库连接路终点，上水库混凝土系统施工场地附近，供上水库主坝、副坝、库盆处理、进/出水口等工程施工用水。上、下水库工区供水系统设计供水能力为 520m^3/h，前进渠水库斗渠渠道过流能力为 0.7m^3 /s，满足施工用水需求。

上水库生活用水由施工供水系统提供，需经净化处理后使用，在上水库生活区设净水处理装置(并设清水池调节)，以满足工程区生活饮用水水质要求；下水库生活用水考虑接入当地自来水供水管网。

(3) 施工供电

本工程施工用电负荷主要分为上水库、石亭江施工区、下水库三个区域的施工用电负荷，高峰用电负荷约 10000kW。

工程分别在上水库及下水库施工负荷中心各建设 1 座 10kV 开关站，上水库 10kV 开关站采用 2 回 10kV 线路接入穿心店 110kV 变电站，新建线路长度约 2×10km，导线截面选择为 240mm^2；下水库 10kV 开关站采用 2 回 10kV 线路接入罗荣 110kV 变电，新建线路长度约 2×5km，导线截面选择为 240mm^2。

2.6.6.6 建筑材料供应条件

(1) 天然建筑材料供应条件

工程所需建筑材料包括筑坝堆石料、过渡料、垫层料，混凝土骨料等。

通过对工程区及附近的砂砾料进行普查，结果表明，工程区附近的石亭江、绵远河两岸边滩及心滩十分发育，天然砂砾石料储量丰富。绵远河距离工程区距离相对较远，因此对石亭江天然砂砾石进行了调查。石亭江下游距离工程区较近，但位于平原区，属于禁采区。石亭江峡谷段下游侧河道已清淤，天然砂砾石料距离工程区最近为岳家山石亭江河道，距离约 30km，但岳家山以上范围属于生态保护范围。综上，总体上工程区附近可供开采的天然砂砾料有限。

上水库出露基岩地层主要为莲花口组下段上部(J3l^{1-2})砂岩与粉砂质泥岩、泥质粉砂岩互层，夹块状钙质砾岩，莲花口组上段(J$_3l^2$)块状砾岩；下水库出露基岩地层主要为莲花口组下段上部(J$_3l^{1-2}$)；输水系统可利用开挖料为莲花口组上段(J$_3l^2$)。莲花口组上段(J$_3l^2$)作为主堆石料可满足主要质量指标要求，其它可作为次堆石料满足其质量和储量要求。

混凝土采用人工骨料，人工骨料料源为主体工程地下厂房系统和引水系统洞挖可用料。根据本阶段的试验成果，各项物理力学指标均满足混凝土人工骨料原岩质量技术要求，储量满足混凝土骨料需要。初步考虑地下厂房系统洞挖料和引水系统洞挖料作为混凝土骨料料源。不足部分可采用下水库左岸库区开挖砾岩料。

(2) 外来物资供应条件

工程建设所需外来物资主要包括水泥、粉煤灰、钢筋钢材、木材、火工材料和油料等，可根据工程所处地理位置和交通条件采购；生活物资等就近采购；其他材料依靠绵竹、成都市场供应。

2.6.7 施工用地

绵竹抽水蓄能电站枢纽工程建设区处理范围面积 1994.12 亩，其中永久占地

1608.62 亩、临时用地 385.5 亩。

工程施工用地范围见下图及附图 8。

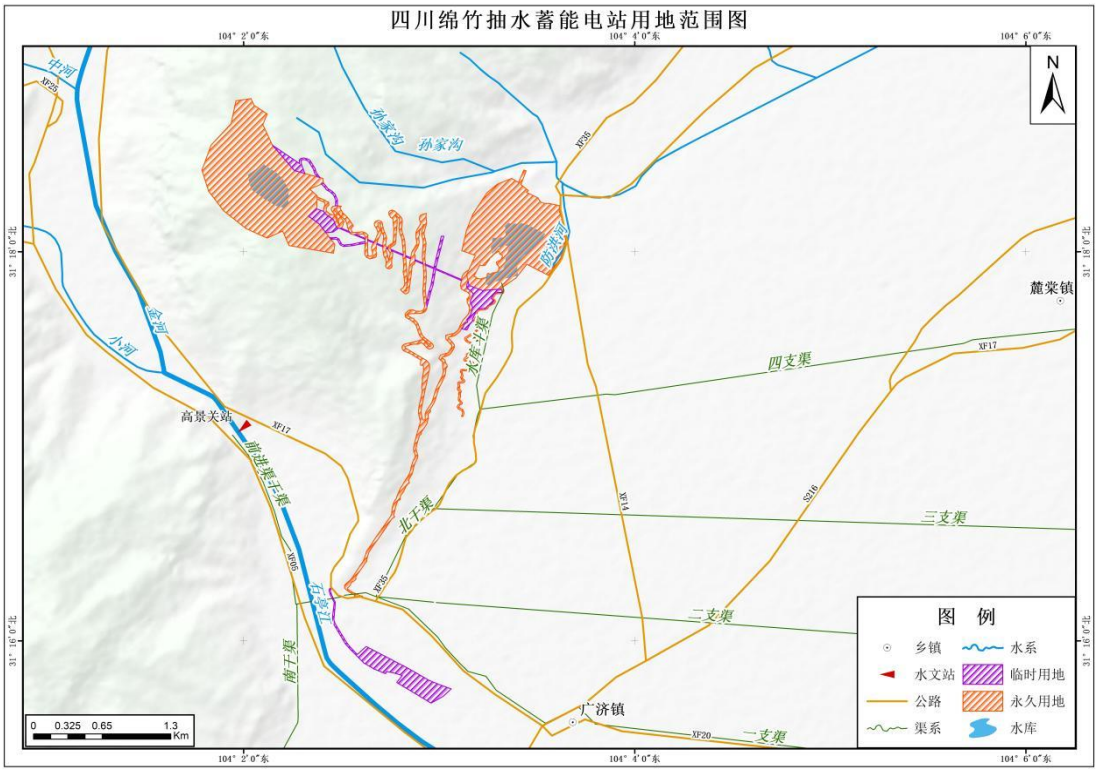


图2.6-2 绵竹抽水蓄能电站施工用地范围图

推荐方案枢纽工程建设区征地范围一览表

表 2.6-11

用地性质	编号	名称	占地面积(亩)	备注
永久占地	A	上水库水工建筑	736.44	不含重叠 460.56 亩
	B	上下库连接路	385.97	
	C	下水库水工建筑及开关站	453.21	不含重叠 425.79 亩
	D	补水工程	33	
		小计	1608.62	
临时占地	A	临时道路	28.5	
	B	临时道路	6	
	C	上库混凝土系统	39	
	D	临时道路	7.5	
	E	施工供水线路	12	
	F	临时道路	16.5	
	G	砂石、混凝土系统	63	
	H	、钢管加工厂、机电安装场下库暂存料场	213	
		小计	385.5	
合计			1994.12	

2.6.8 施工进度

绵竹抽水蓄能电站施工进度可分为 4 期，即工程筹建期(18 个月)、施工准备期(6 个月)、主体工程施工期(54 个月)和工程完建期(9 个月)。不计工程筹建期，工程施工总工期为 69 个月，首台机组发电工期为 60 个月；含筹建期共 87 个月。

本工程关键线路为准备工程→主副厂房上部开挖→岩壁吊车梁浇筑→主副厂房中下部开挖支护→地下厂房一期混凝土浇筑→机组安装及二期混凝土浇筑→机组调试发电。

施工控制节点和工期汇总表

表 2.6-12

序号	项目		节点或工期
1	节点	主体工程承包商进场	第一年 7 月初
2		主、副厂房开挖	第二年 1 月初
3		厂房混凝土浇筑	第四年 7 月初
4		首台机组投产发电	第七年 6 月底
5		工程完工	第八年 3 月底
6	工期	工程筹建期	18 个月
7		施工准备期	6 个月
8		主体工程施工期	54 个月
9		工程完建期	9 个月
10		首台机组发电工期	60 个月
11		施工总工期(不计工程筹建期)	69 个月

2.6.9 施工人数

绵竹抽水蓄能电站施工高峰期人数为 3000 人，高峰年平均人数为 2800 人。

2.7 建设征地移民安置

2.7.1 建设征地实物指标

绵竹抽水蓄能电站建设征地涉及绵竹市麓棠镇和广济镇，共 2 个镇 4 个村(社区)11 个村民小组，征占用各类土地面积 2880.47 亩，其中永久占地面积 2494.97 亩(耕地 16.46 亩、园地 380.54 亩、林地 1824.24 亩、其他农用地 199.98 亩、其他各类土地 73.47 亩)，临时占地面积 385.5 亩(耕地 25.62 亩、园地 47.81 亩、林地 151.23 亩、草地 57.27 亩、其他农用地 66.64 亩、其他各类土地 36.94

亩)。

涉及搬迁人口 32 户 70 人，房屋面积 16216.49m^2，零星树木 8554 株，个体工商户 5 家，配电设施 3.23km，供水设施 0.5km，汽车便道 9.652km，10kV 电力线路 2.03km，通信光缆 35.17km，基站 2 座，水库 1 座，文物点 8 处(含“三箭水”古泉及引水设施 1 处)，简易气象站设施 1 处，天燃气主管道 1.21km，3 家企业的少量设施。

本工程建设征地不涉及Ⅰ级保护林地，不涉及永久基本农田，不涉及特种用途林，不涉及坡度在 25°以上的耕地；建设征地平面范围内与 1 个勘查重要矿产资源的探矿权和 1 个重要矿产资源的采矿权存在重叠，但未实际压覆矿产。

四川绵竹抽水蓄能电站建设征地实物指标汇总表

表 2.7-1

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
一	总面积	hm^2	192.03	59.09	132.94	107.24	25.7
(一)	陆地面积	hm^2	192.03	59.09	132.94	107.24	25.7
(二)	水域面积	hm^2					
二	涉及行政区						
(一)	乡(镇)	个	2	2	2	2	2
(二)	村(社区)	个	4	2	4	4	3
(三)	组	个	11	4	11	9	6
三	农村部分						
(一)	土地	亩	2880.47	886.35	1994.12	1608.62	385.5
1	耕地	亩	42.08	0.25	41.83	16.21	25.62
	集体	亩	36.65	0.25	36.4	10.78	25.62
	国有	亩	5.43		5.43	5.43	
1.1	水田	亩	9.55	0.25	9.3	3.02	6.27
1.2	水浇地	亩	10.02		10.02		10.02
1.3	旱地	亩	22.51		22.51	13.19	9.32
2	园地	亩	428.35	142.39	285.96	238.14	47.81
	集体	亩	355.13	142.39	212.73	164.92	47.81
	国有	亩	73.23		73.23	73.23	
2.1	果园	亩	254.06	106.93	147.13	144.8	2.33
2.2	茶园	亩	146.33	35.47	110.87	68.2	42.66
2.3	其他园地	亩	27.96		27.96	25.15	2.82
3	林地	亩	1975.47	509.1	1466.37	1315.14	151.23
	集体	亩	1928.03	509.1	1418.93	1267.7	151.23
	国有	亩	47.44		47.44	47.44	

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
3.1	乔木林地	亩	1527.57	378.63	1148.94	1026.42	122.52
3.2	竹林地	亩	164.54	2.55	161.99	142.58	19.42
3.3	灌木林地	亩	275.04	127.92	147.11	144.74	2.37
3.4	其他林地	亩	8.32		8.32	1.4	6.92
4	草地	亩	57.55		57.55	0.28	57.27
4.1	集体其他草地	亩	57.55		57.55	0.28	57.27
5	其他农用地	亩	266.61	193.73	72.88	6.25	66.64
5.1	农村道路	亩	11		11	4.3	6.7
5.2	水库水面	亩	193.73	193.73			
5.3	坑塘水面	亩	60.26		60.26	1.05	59.21
5.4	沟渠	亩	1.07		1.07	0.34	0.72
5.5	设施农用地	亩	0.56		0.56	0.56	
6	商服用地	亩	3.8	0.59	3.21	3.21	
6.1	零售商业用地	亩	3.8	0.59	3.21	3.21	
7	工矿仓储用地	亩	31.77		31.77		31.77
7.1	工业用地	亩	17.66		17.66		17.66
7.2	采矿用地	亩	14.11		14.11		14.11
8	住宅用地	亩	30.1	3.88	26.22	22.57	3.65
8.1	农村宅基地	亩	30.1	3.88	26.22	22.57	3.65
9	交通运输用地	亩	5.9	3.7	2.2	1.99	0.2
9.1	公路用地	亩	5.9	3.7	2.2	1.99	0.2
9.2	城镇村道路用地	亩					
10	水域及水利设施用地	亩	36.24	32.7	3.54	2.23	1.31
10.1	水工建筑用地	亩	34.93	32.7	2.23	2.23	
10.2	内陆滩涂	亩	1.31		1.31		1.31
11	特殊用地	亩	2.6		2.6	2.6	
11.1	宗教用地	亩	2.6		2.6	2.6	
(二)	人口						
1	户数	户	32		32	28	4
2	人口	人	70		70	60	10
(三)	房屋	m^2	16216.49	1640.95	14575.54	13706.56	868.98
1	砖混(现浇)结构	m^2	5994.03		5994.03	5881.93	112.1
2	砖混(预制)结构	m^2	231.94		231.94		231.94
3	砖木结构	m^2	5030.56	933.49	4097.07	3740.79	356.28
4	其他结构	m^2	4959.96	707.46	4252.5	4083.84	168.66
(四)	附属设施	m^2					
1	围墙	m^2	566.38	33.38	533	242.93	290.07
1.1	砖(石)质	m^2	554.02	33.38	520.64	230.57	290.07
1.2	土(乱石)质围墙	m^2	12.36		12.36	12.36	

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
2	院坝	m^2	13766.18	3007.64	10758.54	10326.56	431.98
2.1	三合土院坝	m^2	3535.04	1950	1585.04	1585.04	
2.2	砖(石、水泥砂浆)	m^2	8992.49	571.4	8421.09	7989.11	431.98
2.3	石板坝	m^2	1238.65	486.24	752.41	752.41	
3	水池	m^3	1659.62	80.03	1579.59	961.98	617.61
3.1	砣石、条石池	m^3	42.69		42.69	42.69	
3.2	石砌、砖砌、混凝土池	m^3	1616.93	80.03	1536.9	919.29	617.61
4	水井	口	1		1	1	
4.2	条石水井，压水井	口	1		1	1	
5	灶台	眼	46		46	42	4
5.1	土灶	眼	1		1	1	
5.2	红砖砌灶	眼	11		11	11	
5.3	瓷砖灶、水泥灶	眼	13		13	11	2
5.4	节能灶	眼	21		21	19	2
6	水管	m	8560.5		8560.5	7440.5	1120
6.1	胶管	m	8560.5		8560.5	7440.5	1120
7	排灌沟渠	m^2	175.83		175.83	158.15	17.68
8.1	衬砌	m^2	175.83		175.83	158.15	17.68
8	围墙大门	m^2	318.29	67.41	250.88	225.28	25.6
8.1	铁大门	m^2	224.09	67.41	156.68	131.08	25.6
8.2	木大门	m^2	94.2		94.2	94.2	
9	大棚	m^2	1501.8	239.8	1262	1230	32
9.1	钢架大棚	m^2	319.12	16.8	302.32	270.32	32
9.2	塑钢大棚	m^2	173.16		173.16	173.16	
9.3	其他棚	m^2	1009.52	223	786.52	786.52	
10	彩钢房	m^2	13.44		13.44	13.44	
11	水缸	口	6		6	6	
12	沼气池	口	16	1	15	15	
13	地窖	口	3		3	1	2
14	混凝土柜	m^3	129.92		129.92	119.56	10.36
15	水塔	m^3	17.54		17.54	17.54	
(五)	房屋装修						
1	地面	m^2	8725.32	959.27	7766.05	7410.81	355.24
1.1	瓷砖	m^2	7266.52	959.27	6307.25	5952.01	355.24
1.2	木地板	m^2	1458.8		1458.8	1458.8	
2	墙面	m^2	24195.4	2804.89	21390.51	19884.95	1505.56
2.1	瓷砖	m^2	5413.89	734.5	4679.39	4335.52	343.87
2.2	仿瓷涂料	m^2	4593.96		4593.96	3969.87	624.09

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
2.3	乳胶漆涂料	m^2	12845.84	1905.99	10939.85	10402.25	537.6
2.4	墙纸	m^2	630.52	115.6	514.92	514.92	
2.5	木质电视墙	m^2	711.19	48.8	662.39	662.39	
3	顶部	m^2	8476.8	849.63	7627.17	7181.41	445.76
3.1	石膏板吊顶	m^2	1558.92		1558.92	1558.92	
3.2	木质吊顶	m^2	897.18	323.46	573.72	459.32	114.4
3.3	塑料扣板	m^2	1690.37	301.05	1389.32	1354.12	35.2
3.4	木质扣板	m^2	2115.13		2115.13	2048.71	66.42
3.5	铝合金扣板	m^2	546.86	6.06	540.8	522.8	18
3.6	不锈钢扣板	m^2	91.95	57.68	34.27	34.27	
3.7	乳胶漆涂料	m^2	1474.66	161.38	1313.28	1192.71	120.57
3.8	仿瓷涂料	m^2	91.17		91.17		91.17
3.9	钢化玻璃	m^2	10.56		10.56	10.56	
4	门窗	m^2	280.42	51.11	229.31	195.71	33.6
4.1	不锈钢门	m^2	7.08		7.08	7.08	
4.2	防盗门	m^2	188.71	47.36	141.35	107.75	33.6
4.3	铝合金卷帘门	m^2	84.63	3.75	80.88	80.88	
(六)	农村小型专项设施						
1	供水设施						
1.1	农村供水管网	km	0.5		0.5	0.5	
2	配电线路	km	3.23		3.23	3.23	
3	人行道	km	3.9	3.9			
(七)	个体工商户	户	5	1	4	4	
7.1	经营面积	m^2	6243.36	1640.95	4602.41	4602.41	
7.2	主要设施设备						
7.2.1	桌子	张	230	41	189	189	
7.2.2	柜子	个	21	5	16	16	
7.2.3	椅、凳	把	1813	530	1283	1283	
7.2.4	风扇	把	34	11	23	23	
7.2.5	冷风机	把	6	3	3	3	
7.2.6	空调	个	80	20	60	60	
7.2.7	茶几	个	91	4	87	87	
7.2.8	吧台	个	4	1	3	3	
7.2.9	不锈钢水池	个	8	1	7	7	
7.2.10	不锈钢托盘	个	30	30			
7.2.11	不锈钢操作台	个	26	2	24	24	
7.2.12	不锈钢盆	个	77	25	52	52	
7.2.13	沙发	张	43	5	38	38	
7.2.14	麻将机	张	49	15	34	34	
7.2.15	床	张	60	12	48	48	
7.2.16	冰箱、冰柜	个	20	7	13	13	

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
7.2.17	消毒柜	个	7	2	5	5	
7.2.18	电视机	台	40	7	33	33	
(八)	零星林木	株	8554		8554	8394	160
(九)	坟墓	座	518	212	306	270	36
四	企事业单位						
1	绵竹建投建材公司						
1.1	地磅秤 SCS-100	台	1		1		1
1.2	铁大门	m^2	24		24		24
1.3	彩钢围墙	m^2	1125		1125		1125
1.4	监控	台	7		7		7
2	亿科矿业						
2.1	变压器 S11-M-100/10	台	1		1		1
2.3	铁大门	付	1		1		1
2.4	砖砌围墙	m^2	600		600		600
2.5	活动板房	m^2	140		140		140
3	银谷原生态林业有限公司						
3.1	木结构房屋	m^2	277.6		277.6	277.6	
3.2	三合土院坝	m^2	7613.1		7613.1	7613.1	
3.3	蓄水池	m^3	187		187	187	
3.4	生产道路						
3.4.1	水泥道路	km	1.02		1.02	1.02	
3.4.2	三合土人行道	km	5		5	5	
3.4.3	石板路	m	50		50	50	
3.5	地上林木						
3.5.1	大马士革玫瑰	亩	22		22	22	
3.5.2	林木	亩	374.25		374.25	374.25	
3.5.3	竹林	亩	8.36		8.36	8.36	
3.5.4	红豆杉	棵	6500		6500	6500	
3.5.5	珙桐、桂花、厚柏	棵	976		976	976	
五	专业项目						
1	交通工程						
1.1	汽车便道	km	9.65	4.22	5.43	3.9	1.53
2	电信和广播电视工程						
1.1	通讯光缆	km	35.17		35.17	35.17	
1.1.1	中国移动	km	12.77		12.77	12.77	
1.1.2	中国联通	km	7.5		7.5	7.5	
1.1.3	中国电信	km	9.44		9.44	9.44	
1.1.4	广电公司	km	5.46		5.46	5.46	
1.2	中国铁塔基站	座	2		2	2	
3	电力工程						
3.1	10kV 输电线路	km	2.03		2.03	2.03	
4	水电水利工程						

序号	项目名称	单位	总计	水库淹没区	枢纽工程建设区		
					合计	永久占地	临时用地
4.1	困牛山水库	座	1	1	1	1	
4.2	三箭水古泉	处	1	1			
4.2.1	渠道	km	0.6	0.3	0.3	0.3	
4.2.2	给水管	km	4	2	2	2	
5	文物点	处	8		8	8	
6	其他						
6.1	矿权	处	2	2	2	2	
6.1.1	探矿权	处	1	1	1	1	
6.1.2	采矿权	处	1	1	1	1	
6.2	气象观测站	座	1	1			
6.3	燃气管道	km	1.21		1.21	1.21	

2.7.2 移民安置规划

绵竹抽水蓄能电站移民安置规划设计水平年为 2025 年。

规划搬迁安置人口 70 人，属麓棠镇麓棠村村民与广济镇卧云村村民，采取分散安置方式。

规划生产安置人口 302 人，属麓棠镇麓棠村、广济镇吉祥村和卧云村村民，采取自行安置方式。

2.7.3 专业项目处理规划

绵竹抽水蓄能电站建设征地涉及专业项目主要有交通运输工程、水利工程、电力工程、文物古迹、企事业单位、电信工程和广播电视工程和其他项目。

2.7.3.1 交通运输工程

工程建设征地涉及 4 条汽车便道共 9.652km，其中：卧云村石亭江沿江防洪道路 1.47km、卧云村集体汽车便道 0.062km、麓棠村个人汽车便道 3.9km、吉祥村盘山汽车便道 4.22km。根据道路现状及功能情况，拟定处理方案为：

(1) 复建吉祥村盘山汽车便道

规划复建吉祥村盘山汽车便道 1 条，路线全长 0.7km。复建路线起点位于上下库连接路(地面高程 1160.89m)，沿山体展线并向北延伸，途中避让上水库 1# 副坝位置，最后与既有吉祥村生产道路相连，终点地面高程 1178.33m。

(2) 一次性补偿

卧云村集体汽车便道和麓棠村个人汽车便道属于移民个人、集体修建，考虑移民投工投劳的实际情况，规划按一次性补偿处理。

(3) 不单独处理

卧云村石亭江沿江防洪道路考虑利用施工道路恢复，因此不再单独处理。

2.7.3.2 水利工程

工程建设征地涉及水库 1 座，为困牛山水库，规划按一次性补偿处理。

2.7.3.3 电力工程

工程建设征地涉及 2 条 10kV 线路，长度共 2.03km，权属为国网四川电力公司德阳市蓥华供电公司。规划采取迁建处理，将线路迁移至工程建设范围以外，恢复其原有供电功能，迁建长度 2.17 km。

2.7.3.4 文物古迹

根据《四川绵竹抽水蓄能电站项目文物考古调查勘探报告》(四川省文物考古研究院)及其批复(川文物考〔2023〕75 号)，工程影响范围内发现 8 处文物点，其中红线范围内 3 处，分别为 2 处清代墓碑桥和 1 处古泉(“三箭水”泉)；红线范围外 5 处，分别为 3 处明代石板墓、2 处晚清土洞墓。

(1) 红线内文物点

1) 天宝村清代墓碑桥

位于绵竹市困牛山水库“水库沟隧洞”北侧、“三箭水”泉东侧，距离泉边明代碑刻约 80m。地理坐标 31.30037044°N，104.061399°E，海拔 646m。

2) 罗荣村清代墓碑桥

位于麓棠镇罗荣村绵金路与绵土路交叉口附近魏木匠建材南侧临时用地区域内，放置于区域中部东西向水渠之上，充当小桥使用。地理坐标 31.28846594℃N，104.09803525℃E，海拔 621m。

3) “三箭水”泉

位于土门镇天宝村 5 组，南临困牛山水库。地理坐标 31.30061567℃N，104.06061575℃E，海拔 646m。该古泉于第三次全国文物普查时发现，未定级，长 30m，宽 25m，包括三股从石穴中涌出的清泉，相传是蜀王刘秀用箭射出。泉旁有三座耸立的石峰，相传为当年蜀王射水的三个箭头。该泉年代应为战国秦汉时期。另水泉西南面立有一石碑，为明代补立，上记载：“绵竹之西四十里许，三

溪山广安寺之左，有神泉焉，四时不竭”。

(2) 红线外文物点

1) 天宝村 4 组石板墓 M1

位于东北茶山梯田南坡断面处，初步判定该墓年代为明代。地理坐标 31.29611442°N，104.05691832°E，海拔 676m。

2) 天宝村 4 组石板墓 M2

位于东北茶山梯田南坡断面处，初步判定该墓年代为明代。地理坐标 31.29605369°N，104.05692905°E，海拔 675m。

3) 天宝村 4 组石板墓 M3

位于东北茶山梯田南坡断面处，初步判定该墓年代为明代。地理坐标 31.29608921°N，104.05692235°E，海拔 675m。

4) 天宝村 4 组土洞墓 M1

位于西南茶山东北坡面上，初步判定该墓年代为清代。地理坐标 31.29633445°N，104.05632287°E，海拔 675m。

5) 天宝村 4 组土洞墓 M2

位于东北茶山东坡梯田断面处，初步判定该墓年代为清代。地理坐标 31.29716985°N，104.05751243°E，海拔 675m。

(3) 处理方式

根据主管部门意见，规划对 3 处明代石板墓依法履行报批程序后进行抢救性考古发掘；对 2 处土洞墓、2 处清代墓碑桥、“三箭水”泉等 5 处文物点进行全面的资料信息提取，并采取必要的保护措施。

2.7.3.5 企事业单位

工程建设征地涉及银谷原生态林业有限公司、绵竹建投建材有限公司、亿科矿业公司 3 家企业的少量设施，规划对其进行一次性补偿处理。

2.7.3.6 电信工程和广播电视工程

工程建设征地涉及铁塔基站 2 座，同杆架设的中国移动、中国电信、中国联通公司光缆线路 129 条，共 29.71km；涉及广电公司(雪亮工程)光缆线路 11 条，共 5.45km。规划复建铁塔基站 1 座，同路由敷设中国移动、中国电信、中国联通公司光缆线路路径 1 条，复建 129 条光缆，共 27.44km；复建广电公司光缆线

路 11 条光缆，共 5.46km。

2.7.3.7 其他专项

(1) 压覆矿产

根据《绵竹抽水蓄能电站工程压覆重要矿产资源查询表》(编号：YF20230724012)，绵竹抽水蓄能电站工程影响区平面范围内存在 1 个勘查重要矿产资源的探矿权：四川省绵竹市广济地区地热勘探(探矿权人为绵竹市金申投资集团有限公司，许可证号：T5106002011101040045 043，有效期 2021 年 6 月 15 日至 2026 年 6 月 15 日)。工程影响区平面范围内存在 1 个重要矿产资源的采矿权：四川绵竹富利泰投资发展有限公司绵竹市酿春池医疗热矿泉(矿区编号：C5100002010121110094 921，有效期 2019 年 11 月 11 日至 2021 年 10 月 11 日)。

根据《四川省自然资源厅关于<四川绵竹抽水蓄能电站项目压覆已查明重要矿产资源评估报告>矿产资源储量评审备案的复函》(川自然资储备函〔2023〕79 号)，“经四川省、德阳市自然资源和规划厅(局)查询，四川省绵竹市广济地区地热勘探探矿权目前未提交地勘成果评审备案，尚无查明重要矿产资源，故拟建工程未压覆该探矿权内已查明重要矿产资源”“绵竹抽水蓄能电站下库大坝构筑物基础置于莲花口组下部砾岩之上，属热矿泉顶板盖层，距含水层板较远，大于 1500m，构筑物工程对热矿泉井口及补给、径流、排泄等无影响，故拟建工程不压覆该热矿泉已查明矿产资源”。因此，绵竹抽水蓄能电站项目未压覆已查明重要矿产资源，无压覆矿产处理任务。

(2) 气象站

工程建设征地涉及位于麓棠镇困牛山水库区域附近的自动气象观测站 1 座，规划按“原规模、原标准或者恢复原功能”的原则对其采取搬迁复建，复建位置位于现址正北方向约 0.5km 的绵竹园宝山公墓旁。

(3) 天然气管线

工程建设征地涉及 2 条天然气主管和终端入户燃气支管若干。其中，1 条主管长度为 0.65km，为钢制 D89×4mm 管，此段 D89 主管为过境燃气主管，为恢复沿线居民供气功能，需对 D89 主管线进行迁改，恢复其通气功能；另 1 条主管从 D89 管分支，作为分支主管下分入户支管若干至用户终端，长度为 0.56km，采用钢制 D57×3.5mm 管，由于居民用户已搬迁，D57 燃气主管不考虑采取迁建

处理。

2.8 工程取水方案

2.8.1 取水水源

绵竹抽水蓄能电站取水主要分三个时期：

(1) 施工期取水：为工程施工期各施工区提供施工用水。

(2) 初期蓄水：工程建成后初期蓄水。

(3) 运行期补水：工程运行期，上、下水库运行期的蒸发、渗漏损失等的永久补水。

本工程上、下水库坝址集水面积很小，自身天然来水量十分有限，电站补水水源主要来自石亭江干流。工程取水拟利用困牛山水库现有取水渠道进行局部改建，困牛山水库现有取水路线为：位于石亭江右岸的前进渠在什邡市洛水镇分水，分为南、北干渠，其中北干渠经倒虹吸至石亭江左岸、再至四支渠水库斗渠引石亭江水至困牛山水库。

2.8.2 施工取水方案

本工程施工期总需水量共约 261.69 万 m^3，其中下水库工区及业主营地生活用水接入当地自来水供水管网供水，施工期自来水总供水量 60.2 万 m^3，则施工期共需新鲜水量 201.49 万 m^3，其中第一年需新鲜水量 0.76 万 m^3，第二年需新鲜水量 5.20 万 m^3，第三年需新鲜水量 9.57 万 m^3，第四年需新鲜水量 32.93 万 m^3，第五年需新鲜水量 81.33 万 m^3，第六年需新鲜水量 61.62 万 m^3，第七年需新鲜水量 10.08 万 m^3，施工期年最大取水量 81.33 万 m^3，月最大取水量 8.56 万 m^3。

绵竹抽水蓄能电站施工期逐月取水量统计表

表 2.8-1　　单位：万 m^3

年月	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
1 月		0.39	0.70	0.63	6.82	6.04	1.82
2 月		0.38	0.76	0.69	6.97	7.08	1.78
3 月		0.42	0.85	1.35	7.84	6.84	1.71
4 月		0.45	0.82	1.52	8.56	6.23	1.43
5 月		0.46	0.88	2.55	7.11	5.85	0.84

年月	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年
6 月		0.45	0.85	2.22	7.15	5.68	0.86
7 月		0.46	0.90	2.23	5.96	5.38	0.84
8 月		0.46	0.90	2.15	6.81	4.95	0.81
9 月		0.43	0.92	2.18	6.01	5.54	
10 月		0.44	0.91	4.23	6.08	3.23	
11 月	0.37	0.43	0.56	5.73	5.61	2.92	
12 月	0.39	0.43	0.54	7.45	6.41	1.86	
合计	0.76	5.20	9.57	32.93	81.33	61.62	10.08

2.8.3 初期蓄水期取水方案

2.8.3.1 蓄水发电计划

根据施工进度安排，绵竹抽水蓄能电站筹建期 18 个月，准备期直线工期 6 个月，主体工程 54 个月，完建期 9 个月，不算筹建期总工期 69 个月，加上筹建期一共 87 个月。上、下水库下闸时间为第 5 年 10 月初，第 1 台机组计划投产时间为第 6 年 7 月初，以后每隔 3 个月投产一台机组，直至第 7 年 4 月初全部机组投产发电。各台机组投产计划见下表。

绵竹抽水蓄能电站机组投产计划表

表 2.8-2

项目	时间
上水库下闸蓄水	第五年 10 月 1 日
下水库下闸蓄水	第五年 10 月 1 日
第一台机组调试	第六年 4 月 1 日
第一台机组正式投产	第六年 7 月 1 日
第二台机组正式投产	第六年 10 月 1 日
第三台机组正式投产	第七年 1 月 1 日
第四台机组正式投产	第七年 4 月 1 日

2.8.3.2 初期蓄水要求

根据施工计划安排，绵竹抽水蓄能电站首台机组正式投产时间为第 6 年 7 月初，首台机调试运行时间约 3 个月，即首台机开始调试运行的时间为第 6 年 4 月初。

首台机调试运行时，上、下水库至少需蓄水量 140.7 万 m^3。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，4 台机组完全投产后，总蓄水量应满足上、下水库死库容、调

节库容及输水系统充水量之和。工程初期运行期各阶段所需水量计算结果见下表。

绵竹抽水蓄能电站初期运行各阶段需水量

表 2.8-3　　单位：万 m^3

项目	第 1 台机组调试运行	第 1 台机组正式投产	第 2 台机组正式投产	第 3 台机组正式投产	第 4 台机组正式投产
上水库	24				
下水库	15	14.3	14.3	14.3	14.3
输水系统充水量	5.7			5.7	
机组发电水量	96.0	48.0	144.0	144.0	144.0
需新增蓄水量	140.7	62.3	158.3	164.0	158.3
需累计蓄水量	140.7	203.0	361.3	525.3	683.7

2.8.3.3　初期蓄水计算

绵竹抽水蓄能电站上、下水库库盆以外的天然来水不进入库中，无法满足机组投产计划的要求，需要从石亭江中取水以补充水量。考虑库区水面蒸发、库区渗漏损失、施工用水，水库的逐月水量平衡计算成果见下表。

上水库初期蓄水期各阶段需水量

表 2.8−4　　单位：万 m^3

工期安排	可用水量			需水量						水量盈亏
	径流量	抽水量	合计	死库容需水量	发电需水量	输水系统需水量	蒸发渗漏量	施工用水量	合计	
第一台机组调试	5.2	35.3	40.5	24.0	0.0	5.7	1.1	9.8	40.5	0.0
第一台机组正式投产	10.8	37.5	48.3	24.0	0.0	5.7	8.8	9.9	48.3	0.0
第二台机组正式投产	33.6	37.5	71.1	24.0	14.5	5.7	17.1	9.9	71.1	0.0
第三台机组正式投产	35.2	37.5	72.7	24.0	0.8	11.3	26.6	10.0	72.7	0.0
第四台机组正式投产	38.8	45.6	84.4	24.0	0.0	11.3	39.0	10.0	84.4	0.0

注：①抽水量表示采用临时泵等措施从下水库抽水至上水库以补充上水库水量；
②本工程按抽水工况启动调试，故发电需水量从下水库蓄水，上水库发电需水量为天然径流富余蓄水量；
③表中数字表示从初期蓄水开始至该时段的累计值。

下水库初期蓄水期各阶段需水量

表 2.8-5　　单位：万 m^3

工期安排	可用水量			需水量						水量盈亏
	径流量	抽水量	合计	死库容需水量	发电需水量	输水系统需水量	蒸发渗漏量	施工用水量	合计	
第一台机组调试	5.4	355.7	361.2	15.0	261.0	10.6	39.2	35.3	361.2	0.0
第一台机组正式投产	11.2	426.8	437.9	43.6	299.0	18.4	39.4	37.5	437.9	0.0
第二台机组正式投产	34.7	426.8	461.5	43.6	313.5	27.2	39.6	37.5	461.5	0.0
第三台机组正式投产	36.4	568.6	605.0	57.9	432.1	37.6	39.8	37.5	605.0	0.0
第四台机组正式投产	40.1	745.0	785.2	72.2	576.1	51.3	40.0	45.6	785.2	0.0

注：①库容需水量主要包括死库容、水损备用库容、发电裕度库容；
②发电需水量满足机组逐台投产需要并适当提前蓄水；
③表中数字表示从初期蓄水开始至该时段的累计值。

由上表可知，从上、下水库下闸蓄水至首台机组调试运行的 6 个月中需要从石亭江中补水 355.7 万 m^3，第一台机组正式投产时新增补水 71.0 万 m^3，第二台机组正式投产时由于在第 6 年 10 月，投产前三个月不取水，故本时段不新增补水，第三台机组正式投产时新增补水 141.8 万 m^3，第四台机组正式投产时新增补水 176.4 万 m^3 即可满足电站初期运行期的蓄水要求，合计初期蓄水期总补水量 745 万 m^3。

由于上水库可蓄水量较小，水量不能满足首台机组上水库蓄水的要求，为减少上水库蓄水时间，电站首台机组首次以水泵工况启动，利用施工供水系统从下水库取水抽送至上水库，待上水库水位充到泵工况启动所需的最小水位时进行水泵工况调试和启动机组向上水库充水。

本工程初期蓄水逐月补水过程如下表。

绵竹抽水蓄能电站初期蓄水逐月时段计算成果表

表 2.8-6　　单位：万 m^3

年	月	上水库						下水库					补水量	时段蓄水量	累计蓄水量
		天然水量	蒸发渗漏量	施工用水量	水库蓄水量	发电水量	输水系统水量	天然水量	蒸发渗漏量	施工用水量	水库蓄水量	发电水量			
第5年	10	0.9	0.0	1.6	4.0	0.2	0.9	0.9	0.0	6.5	2.5	46.6	60.6	54.2	54.2
	11	0.3	0.1	1.6	4.0	−0.5	0.9	0.3	0.7	6.5	2.5	45.2	60.6	52.2	106.4
	12	0.4	0.1	1.6	4.0	−0.4	0.9	0.4	1.5	6.5	2.5	44.6	60.6	51.6	158.0
第6年	1	0.2	0.2	1.6	4.0	−0.7	0.9	0.2	2.2	6.5	2.5	43.7	60.6	50.4	208.4
	2	2.2	0.3	1.6	4.0	1.2	0.9	2.2	2.9	6.5	2.5	37.5	53.0	46.1	254.5
	3	1.3	0.4	1.6	4.0	0.2	0.9	1.3	3.4	6.5	2.5	43.5	60.6	51.2	305.7
	4	1.3	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.2	0.1	14.3	31.0	47.4	45.3	351.0
	5	1.9	2.6	0.0	0.0	0.4	0.0	2.0	2.6	0.1	14.3	7.5	23.7	22.2	373.2
	6	2.3	2.7	0.0	0.0	−0.4	0.0	2.4	2.9	0.1	0.0	−0.5	0.0	−0.9	372.3
	7	6.3	2.7	0.0	0.0	3.6	0.0	6.6	2.9	0.1	0.0	3.6	0.0	7.3	379.6
	8	8.0	2.7	0.0	0.0	5.2	0.0	8.2	3.0	0.1	0.0	5.2	0.0	10.4	390.0
	9	8.5	2.8	0.0	0.0	5.6	0.0	8.8	3.0	0.1	0.0	5.7	0.0	11.3	401.3
	10	0.9	2.9	0.0	0.0	−2.0	0.0	0.9	3.1	0.1	4.8	40.3	47.3	43.0	444.3
	11	0.3	3.2	0.0	0.0	−5.7	2.8	0.3	3.5	0.1	4.8	39.3	47.3	41.1	485.4
	12	0.4	3.5	0.0	0.0	−5.9	2.8	0.4	3.8	0.1	4.8	39.0	47.3	40.7	526.1
第7年	1	0.2	3.8	0.0	0.0	−0.9	0.0	0.2	4.1	0.1	4.8	49.9	61.4	53.8	579.9
	2	2.2	4.1	0.0	0.0	0.7	0.0	2.2	4.6	0.1	4.8	43.9	53.7	49.3	629.2
	3	1.3	4.5	0.0	0.0	−0.5	0.0	1.3	5.0	0.1	4.8	50.2	61.4	54.5	683.7

2.8.4 运行期取水方案

在保证率为 95%的来水情况下，除 7 月份天然降水量可以补齐蒸发渗漏损失量外，绵竹抽水蓄能电站其余 11 个月均需要从石亭江中补水，年补水需求量为 90.3 万 m^3，其中枯水期 10 月～翌年 5 月的补水需求量为 73.2 万 m^3，逐月补水过程如下表。

绵竹抽水蓄能上、下水库多年平均各月蒸发成果表

表 2.8-7　　单位：万 m^3

项目	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	合计
水量平衡	−7.8	2.4	−2.5	−6.8	−7.9	−8.1	−10.0	−9.8	−9.1	−10.6	−8.7	−9.0	−87.9
月补水量	7.8	0	2.5	6.8	7.9	8.1	10.0	9.8	9.1	10.6	8.7	9.0	90.3

2.9 工程运行方式

2.9.1 电站运行方式

绵竹抽水蓄能电站在电网中主要承担调峰、填谷和紧急事故备用任务，同时还具有调频、调相等功能。设计水平年本工程日运行方式如下：

2.9.1.1　调峰填谷

根据四川电网特性，结合电力电量平衡成果，本工程在四川省电网中夏季主要承担调峰和填谷任务，主要运行时间在两个高峰，分别在日间 11:00～14:00 和晚间 18:00～21:00，持续时间均为 3h，填谷时间主要在夜间；冬季主要承担储能任务，主要运行时间在新能源出力较大的午间 10:00～15:00。

2.9.1.2　事故备用

本工程上、下水库根据电网需要可留有一定的事故备用库容。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。工程备用水量使用后可安排在负荷较低时段抽水补回，以备下一次电网发生事故时使用。

2.9.1.3 调频、调相运行

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。

本工程在发电工况、水泵工况、发电调相工况和水泵调相工况等 4 种工况下，均可向电网输送无功以提高电网的电压，也可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。

2.9.1.4 储能

抽水蓄能电站是目前最经济、成熟的大型储能设施，可在负荷低谷时期储存电力系统中多余的电能；可配合水电、风电、光伏等清洁能源运行，储存其弃电量。

本工程位于四川省德阳市绵竹市麓棠镇及广济镇境内，与绵竹市区、德阳市区、成都市区直线距离分别为 16km、35km、70km，对外交通十分便利；与四川主网距离较近，周边分布丹景、什邡等多座 500 千伏变电站及多座 220 千伏变电站，上网接入条件便利；在满足电网调峰、填谷、调频、调相等功能的同时，可兼顾配合新能源运行，发挥储能作用，促进全省新能源消纳。工程装机 120 万 kW，连续满发小时数按 6h 考虑，最大储能量达到 7.2GWh，储能作用显著。

绵竹抽水蓄能电站典型日运行调度情况详见下图。典型日内上水库水位变化范围为 1174.00～1197.00m，下水库水位变化范围为 644.00～674.00m，上水库在 16:00～17:00 左右蓄至最高位，在 23:00～08:00 左右降至最低水位，下水库水位过程与上水库相反。

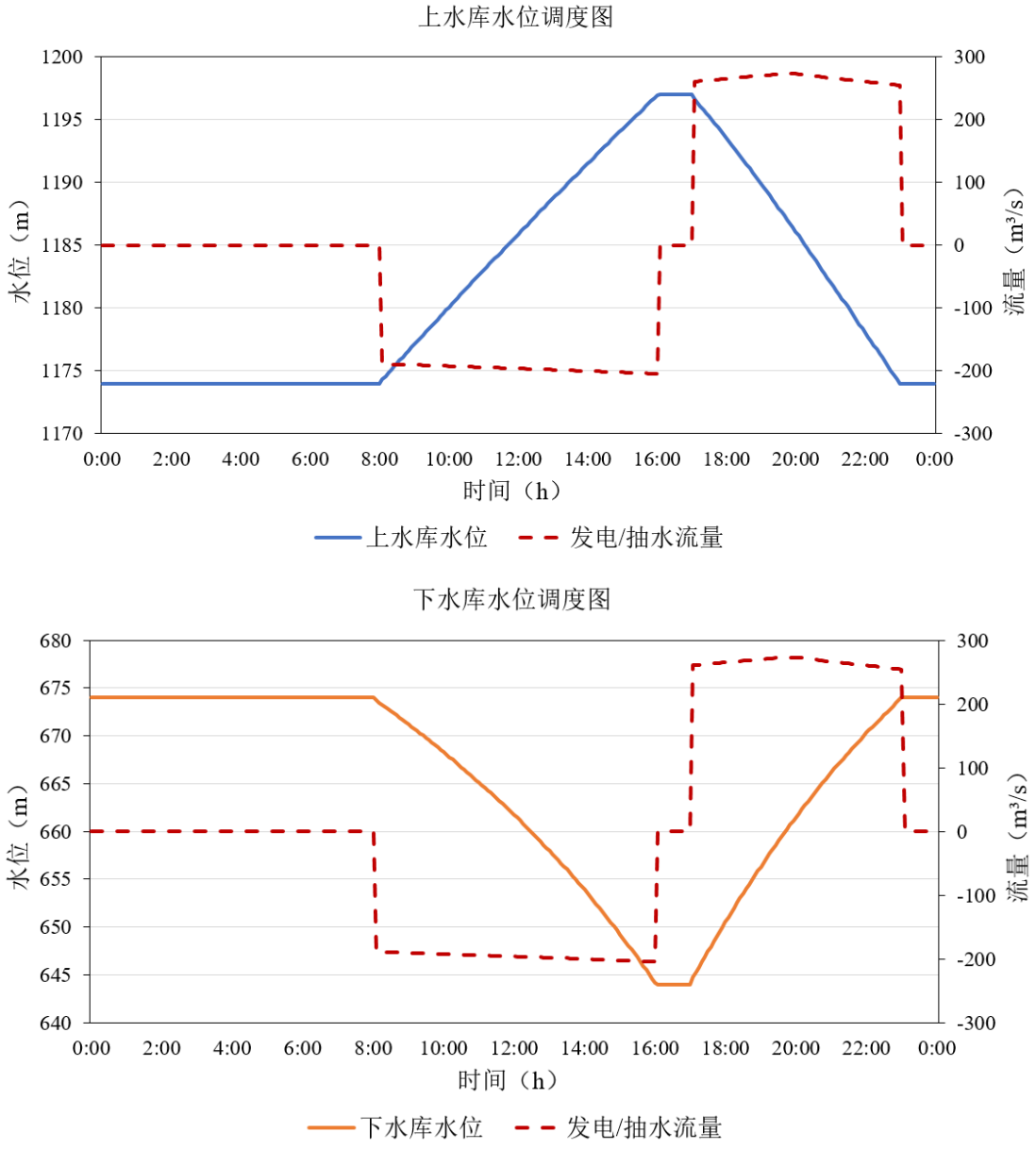


图2.9-1 绵竹抽蓄能电站典型日运行调度示意图

2.9.2 水库运行方式

2.9.2.1 正常运行方式

由于抽水蓄能电站的水量是在上、下水库中循环使用的，电站发电库容在上、下水库之间循环利用。发电工况下，上水库水位逐步下降，下水库水位逐步上升抬高；抽水工况下，上、下水库水位变化过程正好相反，上水库水位逐步抬高，下水库水位逐渐下降，当上水库水位达到正常蓄水位时停止抽水。上、下水库水位维持一个固定的关系。本工程水损备用库容使用前，上水库水位在 1174(上水

库死库容加水损备用库容对应水位)～1197m 之间变化，下水库水位相应地在644(下水库死库容加水损备用库容对应水位)～674m 之间变化。

工程上、下水库水位关系见下图。

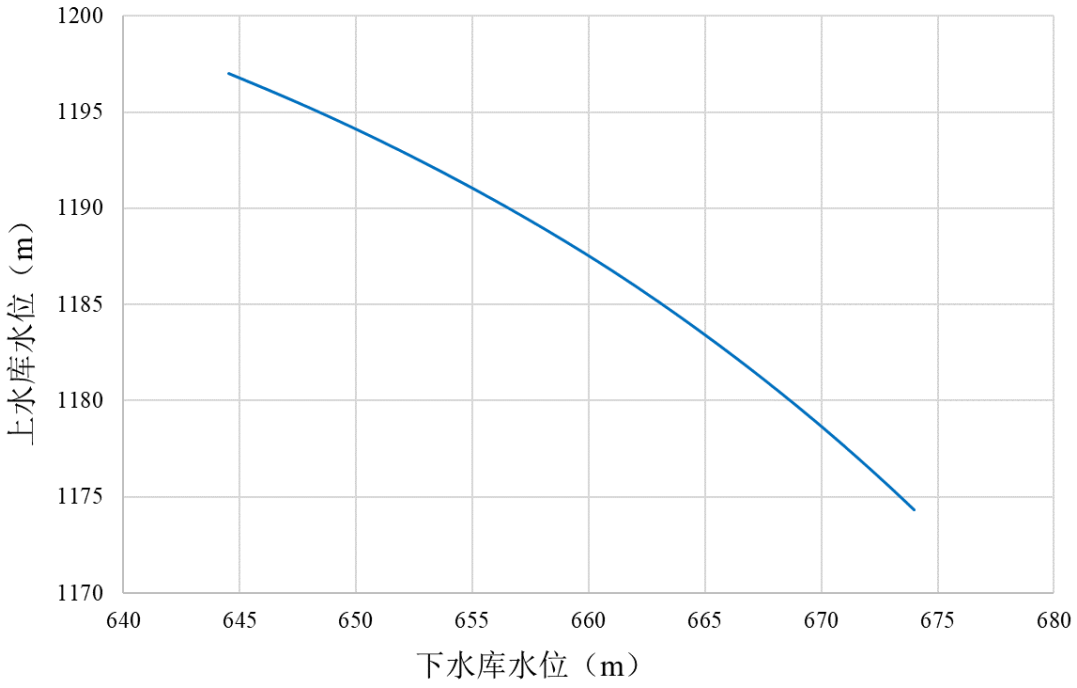


图2.9-1 绵竹抽水蓄能电站上、下水库水位关系示意图

2.9.2.2 洪水调度方式

(1) 上水库

绵竹抽水蓄能电站上水库由于集水面积较小，且具有较好的调蓄能力，因此不再设置专门的泄洪(放空)设施。同时，该电站上水库枢纽布置能够满足 200 年一遇和 1000 年一遇 24h 洪水存蓄要求。

上水库水位达到正常蓄水位 1197m 时，电站停止抽水运行。

(2) 下水库

动态保持上、下水库死水位以上总水量等于调节库容。涨水过程中，当下水库死水位 644m 与上水库死水位 1174m 以上蓄水量之和超过 633 万 m^3 时，开启泄洪放空管泄放多余水量。

当入库流量继续增大，继续利用泄洪放空管泄洪，泄放流量不大于本次洪水过程已出现的最大天然流量，以免加重下游防洪负担；电站按电力系统需要正常发电。

工程下水库挡水建筑物及厂房的设计洪水标准均为200年一遇，校核洪水标准均为1000年一遇，当下水库水位高于设计洪水位时，从最不利角度考虑，电站仍按电力系统需要正常发电。

当洪水结束后，如果上、下水库水位仍未恢复正常情况(即下水库死水位644m与上水库死水位1174m以上蓄水量之和超过633万m^3)，继续利用泄洪放空管向下游排放洪水，直至上、下水库水位恢复正常情况停止泄洪。

2.10 工程投资

绵竹抽水蓄能电站工程总投资834369.04万元，其中环境保护投资8301.84万元(不含水保投资)，占工程总投资的0.99%。

3 工程分析

3.1 工程建设必要性分析

3.1.1 是国家能源发展战略及实现“双碳”目标的需要

为应对气候变化，中国提出深入推进清洁能源转型。2020 年 9 月习近平主席在第七十五届联合国大会上承诺“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，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 10 月 24 日，国务院下发《关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知(国发〔2021〕23 号)》，到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20%左右，单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 13.5%，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，为实现碳达峰奠定坚实基础。到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25%左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上，顺利实现 2030 年前碳达峰目标。

能源是经济社会发展的重要物质基础，能源消费是碳排放的最主要来源。实现碳达峰、碳中和的核心路径是“两增一降”，即持续增加绿色能源供给量和提升生态汇碳等能力，持续降低化石能源消费，进一步优化能源消费结构。要坚持安全降碳，在保障能源安全的前提下，大力实施可再生能源替代，加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。2020 年 12 月习近平主席在气候雄心峰会上宣布“到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿 kW 以上”，增加以新能源为主体的非化石能源开发和消纳，将是我国提升非化石能源占比的决定性力量。而新能源出力不稳定、控制难度大、接入系统困难的特点让抽水蓄能、化学储能等适应性、灵活性强的电源也逐步迈向我国能源发展的舞台中央。

绵竹抽水蓄能电站建成投产后，其优越调峰填谷、备用等功能可在系统节能发电调度中发挥重要作用，能有效降低火电调峰率，节省系统火电煤耗，减少二氧化碳、二氧化硫、烟尘、灰渣等污染物的排放，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题。根据四川电网 2030 年电力电量平衡成果，绵竹抽水蓄能电站以 120 万 kW 装机规模投入系统运行后，每年可节省标煤耗 41.9 万 t 或者燃气量 3.4 亿 m^3。本工程的建设可在一定程度上减少煤炭资源的消耗及其带

来的环境污染，具有较大的环境效益，符合建设资源节约型、环境友好型社会的要求，对推动四川省发展低碳经济及社会经济可持续发展具有重要意义。

3.1.2 是四川省优化电源结构，增强调峰填谷、调频调相能力的需要

四川省地处我国西南地区，幅员辽阔，是一个人口和资源大省。全省水电技术可开发装机容量 1.48 亿 kW，截至 2022 年，水电装机容量 9739 万 kW。新能源方面，全省风能技术可开发量超 1800 万 kW、太阳能技术可开发量超过 8500 万 kW。四川省委十一届十次全会通过《关于以实现碳达峰碳中和目标为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定》，以能源绿色低碳发展为关键，聚焦实现碳达峰碳中和目标，必将加速电力低碳化进程来促进经济社会发展全面绿色转型，走出一条服务国家战略全局、支撑四川未来发展的绿色低碳发展之路。

与此同时，四川省清洁能源的高速发展也面临着新型电力系统基础较为薄弱的问题。四川电网应急、调峰、备用电源少，水电规模大但丰枯出力差别大，与新能源、抽水蓄能、多元新型储能、煤电灵活性等尚未形成源网荷储一体化和多能互补发展格局，系统调节能力不足，尚不适应大规模高比例接入和消纳新能源。《四川省“十四五”电力发展规划》指出，“要结合调峰需求和新能源开发，在成都市等负荷中心地区和新能源集中送出等地区加快推进抽水蓄能规划项目建设。”“根据我省负荷特性、电源结构、电网结构、重要用户分布、安全需求等情况建立应急备用和调峰电源机制，提升电力安全保障能力和电力系统灵活性。”《四川省“十四五”可再生能源发展规划》提出要有序建设抽水蓄能电站。

从电力系统结构来看，四川是以水电为主的电力系统，四川省水电年内的出力丰多枯少，丰水期弃水调峰，枯水期缺水导致调峰能力不足的问题将长期存在，并制约水电调峰能力的发挥。抽水蓄能电站可以按照电力系统需求，承担系统尖峰负荷，优化电网调度，保障电力有序供应，调峰填谷效益明显。随着系统中新能源装机比例持续增大，系统有功波动性变大，极大增加了系统调节难度，需要灵活调节电源配合运行，抽水蓄能电站可充分发挥启停迅速、调节灵活的特点，机组利用方式逐渐由计划性的启停调峰向根据系统调峰、调频实际需要灵活启停转变，有效应对新能源装机占比持续提升给系统带来的调节压力。

此外，建设抽水蓄能电站对于加强事故应急，保障系统安全稳定运行有重要

意义。系统发生大功率缺失后，为了保障频率稳定、控制潮流在运行限额内，需要及时增加发电出力。相比煤电、气电，抽水蓄能机组启动时间短、调节速率快；相比常规水电，支撑系统电压的作用更强。

3.1.3 是四川省及成都负荷中心电力保供及安全稳定需要

在目前世界各国都在加强应对极端气候及各种不确定环境下的电力供应，例如 2021 年美国的冬季的极端恶劣天气，以及 2022 年俄乌战争给欧洲能源电力供应带来的挑战。中国也要加强保障主要城市负荷中心电力供应安全与稳定。

成都地区负荷占全省 1/3，为全省的负荷中心，但缺乏本地电源，负荷“空心化”情况严重，电压支撑弱，电网安全稳定水平低，应对极端情况的能力不足。2022 年 8 月，受历史同期最高极端气温、最少降雨量、最高电力负荷“三最”因素叠加影响，四川省出现丰水期电力电量双缺罕见局面，电力供需严峻形势前所未有，电网迎峰度夏、迎峰度冬压力尤为重要。四川及成都地区电力系统需要提前谋划，加强调峰电源建设，做好能源电力供应保障。

预计 2025～2030 年，计入规划新增水电、火电后，四川电网仍有较大的电力和调峰容量缺口。抽水蓄能电站通过削峰填谷，可提供双倍于其装机容量的调峰容量，减少水电调峰弃水，改善火电机组运行条件，降低系统燃料消耗与运行成本，提供电网运行经济性。提高电网迎峰度夏、迎峰度冬期间调峰能力，提升整个电力系统运行的经济性，提升负荷中心电力供应保障能力。绵竹抽蓄装机容量 120 万 kW，可以提供 120 万 kW 的电力供应，以及双倍的调峰填谷能力，绵竹抽蓄距离成都负荷中心近，可以及时响应成都市电力和调峰需要。

四川省备用负荷一般由大型坝后式水电站承担，容量基本能满足全省负荷备用要求，但备用负荷在空间分布格局上呈现西多东少的特征。根据相关研究，成都地区应按照历史最大用电负荷的 30%配备应急调峰和备用电源，而目前仅约 7%。抽水蓄能电站跟踪负荷变化能力强，在成都负荷中心新建抽水蓄能电站非常适合担任调频电站，有利于改善川内负荷备用电源的分布格局。

到 2030 年，四川电网电源结构中新能源占比超过 30%，比重显著提升，需要抽水蓄能电站保障电网安全，提高电网安全稳定性。目前，成都负荷中心缺少调相电源。抽水蓄能电站具有发电机和电动机两种运行工况，可以吸收和补偿无

功，是系统中理想的调压调相电源。因此，在成都负荷中心修建抽水蓄能电站有利于保证电网的安全稳定运行。

3.1.4 是促进德阳地区经济社会发展的需要

德阳市位于丝绸之路经济带和长江经济带的交汇处、叠合点，是中国重大技术装备制造业基地。抽水蓄能电站的开发遵循创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，贯彻落实中央关于巩固拓展脱贫攻坚成果与乡村振兴有效衔接的重要举措，通过项目、产业、经济“点”“线”“面”协同发力，推动“输血扶贫”向“造血扶贫”转变。

绵竹抽水蓄能电站的开发具有投资强度大、投资效益较好、产业带动强的优势，具有广泛的社会经济效益。绵竹抽水蓄能电站工程总投资为 834369.04 元，电站开工建设直接导致地方电力行业固定资产投资继续上升，从而加快当地的固定资产形成，促进电力行业以及与电力行业相关的上下游产业的发展，增强对外来投资的吸引力，并继而引发整个社会各行业固定资产投资的普遍增长，为加快经济发展带来重要契机。电站建设期间，需要当地投入大量的水泥、钢材等建筑材料和施工机械、发输变电设备等物资，还需要投入大量劳动力、就地采购大量的施工辅助加工服务、就地大量消费食品日用品等，能带动地方相关产业、服务加工等第三产业的发展，对地方 GDP 增长起直接和间接的促进作用，通过投资和消费两个环节拉动地方的 GDP 增长。绵竹抽水蓄能电站投资较大，电站建设期间可向地方缴纳数额较大的税费，主要为建筑安装营业税、城市维护建设附加、教育费附加、地方教育费附加等。电站建成后，可成为地方一个可靠的税源，每年直接向地方财政提供稳定、可观的税费收入。

绵竹抽水蓄能电站的建设，还可改善沿线地方基础设施，拉动沿线地区经济发展，为德阳经济社会发展、人民生活水平提高、巩固脱贫攻坚成果和全面推进乡村振兴做出重要贡献。

因此，绵竹抽水蓄能电站建设对于促进德阳地区经济社会发展具有重要的推动的作用，符合地区经济社会实现高质量发展要求。

3.1.5 电站建设条件较好，具备近期开发条件

2021 年 9 月，国家能源局和四川省人民政府分别印发《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》和《四川省电源电网发展规划(2022−2025 年)》，绵竹抽水蓄能电站是纳入国家规划和四川省规划的重点实施项目。

四川绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市麓棠镇及广济镇境内，与绵竹市区、德阳市区、成都市区直线距离分别为 16km、35km、70km，对外交通十分便利。电站距离四川主网距离较近，周边分布丹景、什邡等多座 500 千伏变电站及多座 220 千伏变电站，上网接入条件便利。工程上、下水库基本具备成库的地形地质条件，工程区地质条件可行；工程不涉及生态保护红线、自然保护区等环境敏感区，水库淹没及建设征地影响较小。

绵竹抽水蓄能电站推荐装机容量 120 万 kW，安装 4 台混流可逆式机组，静态投资为 70.29 亿元，单位千瓦静态投资为 5857 元。在控制资本金财务内部收益率为 6.5%时，绵竹抽水蓄能电站经营期上网容量价格为 661 元/kW •a(含税)，相应全部投资财务内部收益率为 4.77%，项目经济财务指标相对较好，具有较强的市场竞争力和抗风险能力。

综合上述分析，绵竹抽水蓄能电站工程建设条件较好，具备近期开工建设条件。

3.2 工程方案符合性分析

3.2.1 与产业政策符合性分析

绵竹抽水蓄能电站装机容量 120 万 kW，为大型水电工程，属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中的大中型水力发电及抽水蓄能电站，符合国家宏观产业政策。

3.2.2 与相关法律法规符合性分析

3.2.2.1 与《中华人民共和国长江保护法》的符合性

《中华人民共和国长江保护法》第二十九条明确提出：“长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态

用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要”。第三十一条同时提出：“国家加强长江流域生态用水保障。国务院水行政主管部门全同国务院有关部门提出长江干流、重要支流和重要湖泊控制断面的生态流量管控指标”。绵竹抽水蓄能电站位于长江上游二级支流石亭江流域，其上水库为山体开挖成库，下水库依托原困牛山水库改建而成，上、下水库均不涉及在天然河道上拦河筑坝，上、下水库坝下不涉及地表水体，无生态用水需求，与长江保护法第二十九条相关要求不矛盾。

同时，绵竹抽水蓄能电站运行期水量在上、下两库之间循环，电站调节水量在上、下水库中循环使用，仅少量蒸发和渗漏损失，水量损耗较小。电站运行期，各月取用水量占石亭江干流取水断面多年平均径流量的比例为 0～0.57%，所占比例极小，且本工程用水量计入绵竹市石亭江流域水资源配置区工业用水，年配置水量 90.3 万 m^3，占绵竹市石亭江流域水资源配置区规划水平年 2030 年、2035 年总配置水量的比例分别为 0.50%、0.47%，下水库依托的原困牛山水库灌溉用水量仍计入绵竹市石亭江流域水资源配置区农业用水，总用水量未突破绵竹市石亭江流域水资源配置量，不会对石亭江汇口断面生态基流管控目标的实现造成影响。

总体来看，绵竹抽水蓄能电站工程符合长江保护法相关要求。

3.2.2.2 与《中华人民共和国水污染防治法》的符合性

《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日第二次修正)第二十七条规定“国务院有关部门和县级以上地方人民政府开发、利用和调节、调度水资源时，应当统筹兼顾，维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水体的合理水位，维护水体的生态功能”；第二十九条规定“从事开发建设活动，应当采取有效措施，维护流域生态环境功能，严守生态保护红线”。

绵竹抽水蓄能电站不属于对水体污染严重的建设项目，工程影响河段为 III 类水域，施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用；运行期厂房配备了一体化生活污水处理设备，生活污水经处理达标后用于场地洒水和绿化用水，不外排。因此正常工况下，工程施工期和运行期废(污)水不会对周围地表水水质造成影响。

因此，工程建设与《中华人民共和国水污染防治法》要求相符合。

3.2.3 与相关规划符合性分析

3.2.3.1 与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和2035年远景目标纲要》的符合性

2021年3月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要和2035年远景目标纲要》“第十一章 建设现代化基础设施体系”“第三节 构建现代能源体系”提出，要“推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力…加快西南水电基地建设…建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到 20%左右…加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力，加强源网荷储衔接，提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快抽水蓄能电站建设和新型储能技术规模化应用”。

绵竹抽水蓄能电站建成后服务四川电网，承担电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和紧急事故备用等任务。

因此，本工程建设与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》相符。

3.2.3.2 与《2030年前碳达峰行动方案》的符合性

2021年10月24日国务院发布的《2030年前碳达峰行动方案》(国发〔2021〕23号)中提出，“加快建设新型电力系统，构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，推动清洁电力资源大范围优化配置。制定新一轮抽水蓄能电站中长期发展规划，完善促进抽水蓄能发展的政策机制。到2025年，新型储能装机容量达到3000万千瓦以上。到2030年，抽水蓄能电站装机容量达到1.2亿千瓦左右”。

绵竹抽水蓄能电站无外部环境制约性因素，符合生态环保要求。电站投产后，每年可节省标煤耗41.9万t或者燃气量3.4亿m^3，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题，可保障四川省电网新能源高比例消纳，是助力国家“碳达峰、碳中和”目标实现的重要工程。

因此，本工程建设与《2030年前碳达峰行动方案》相符。

3.2.3.3 与国家及地方抽水蓄能中长期发展规划的符合性

为推进抽水蓄能快速发展，适应新型电力系统建设和大规模高比例新能源发展需要，助力实现“碳达峰、碳中和”目标，2021年9月，国家能源局正式发布

《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》，四川省抽水蓄能纳入全国规划的成果共 16 个项目，规模合计为 1920 万 kW。其中，绵竹抽水蓄能电站被列为四川省储备项目。

2021 年 12 月，四川省能源局向国家能源局报送《四川抽水蓄能中长期发展(2021−2035 年)实施方案》(川能源〔2021〕23 号)，其中推荐绵竹抽水蓄能电站为“十五五”重点实施项目。2022 年 2 月 12 日，项目纳入《2022 年四川省加快前期工作重点项目名单》。2022 年 5 月 7 日，项目纳入《四川省“十四五”可再生能源发展规划》，要求“加快完成外业、尽快转入预可研”。2022 年 5 月 12 日，项目纳入《四川省“十四五”电力发展规划》，要求“深入开展电站方案论证，按照‘成熟一个、核准一个’的原则推进项目核准，适时开工建设”。

综上可知，绵竹抽水蓄能电站纳入了国家及四川省抽水蓄能中长期规划，同时纳入了四川省“十四五”可再生能源及电力发展规划，工程建设与国家及地方抽水蓄能中长期发展规划是相符的。

3.2.3.4 与国家及地方主体功能区划的符合性

根据国务院批准的《全国主体功能区规划》(国发〔2010〕46 号)，绵竹抽水蓄能电站位于重点开发区域的“十一、成渝地区”。该区域的功能定位是：全国统筹城乡发展的示范区，全国重要的高新技术产业、先进制造业和现代服务业基地，科技教育、商贸物流、金融中心和综合交通枢纽，西南地区科技创新基地，西部地区重要的人口和经济密集区…壮大成德绵乐发展带，增强电子信息、先进装备制造、生物医药、石化、农产品加工、新能源等产业的集聚功能，加强产业互补和城市功能对接，推进一体化进程。

根据《四川省主体功能区规划》(川府发〔2013〕16 号)，本工程属于重点开发区域中的成都平原地区，该区域是国家层面的重点开发区域，是全国“两横三纵” 城市化战略格局中的重要组成部分，是成渝地区的核心区域之一。该区域位于四川盆地西部，龙泉山和龙门山−邛崃山之间。自然条件优越，人口、经济、城镇密集，产业基础雄厚，基础设施完备，科技和人才集聚，辐射带动能力较强，对外开放程度高，发展条件好，是全省经济核心区和带动西部经济社会发展的重要增长极。该区域主体功能定位：西部地区重要的经济中心，全国重要的综合交通枢纽、商贸物流中心和金融中心，以及先进制造业基地、科技创新产业化基地

和农产品加工基地。构建以成都为核心，以成德绵乐为主轴，以周边其他节点城市为支撑的空间开发格局。强化成都中心城市功能，提升综合服务能力，建设成为全国重要的综合交通、通信枢纽和商贸物流、金融、文化教育中心。推进四川成都天府新区建设，形成以现代制造业为主、高端服务业集聚，宜业、宜商、宜居的国际化现代新城区。壮大成德绵乐发展带，增强电子信息、先进装备制造、生物医药、石化、农产品加工、新能源等产业的集聚功能，加强产业互补和城市功能对接，推进一体化进程。壮大其他节点城市人口和经济规模，增强先进制造业和现代服务业的集聚功能，加强产业互补和城市功能对接，形成本区域新的增长点。提高标准化农产品精深加工和现代农业物流水平，发展农业循环经济和农村新能源。加强水资源的合理开发、优化配置、高效利用和有效保护，提高水源保障能力；加强岷江、沱江、涪江等水系生态环境保护。强化龙泉山等山脉的生态保护与建设，构建以龙门山–邛崃山脉、龙泉山为屏障，以岷江、沱江、涪江为纽带的生态格局。加强防洪基础设施建设，加强山洪灾害防治，提高水旱灾害应对能力。

图8 四川省主体功能区划分总图

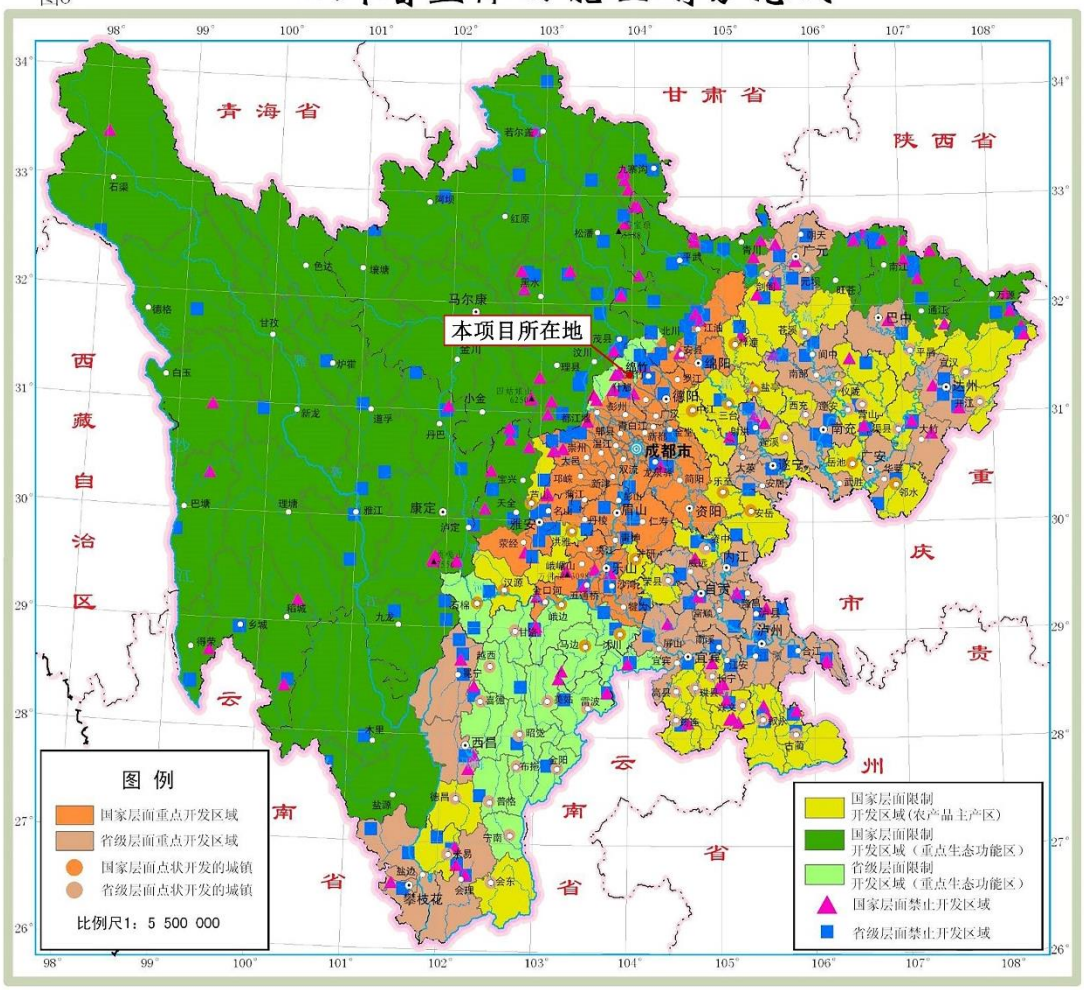


图3.2-1 绵竹抽水蓄能电站与四川省主体功能区位置关系示意图

本工程属于能源开发项目，是国家及地方主体功能区规划中允许开发的项目类别。工程开发对环境的影响主要集中在施工期，工程上、下水库蓄水将淹没部分植物，但淹没范围有限，不会对区域陆生生态造成显著不利影响；工程上水库开挖成库，无鱼类资源分布；下水库取水断面位于石亭江干流，利用石亭江流域原有渠道取水，取水量占取水断面流量比例较小，对石亭江流域水生生态影响较小。同时，为减缓工程实施带来的水生生态影响，本次环评同步提出了设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究等措施。

综上可知，绵竹抽水蓄能电站的实施与国家和地方主体功能区规划的发展定位不冲突，在切实做好生态环境保护措施的前提下，符合国家和四川省主体功能区规划的相关要求。

3.2.3.5 与国家及地方生态功能区划的符合性

根据环境保护部、中国科学院 2015 年 11 月 13 日印发的《全国生态功能区划(修编版)》，绵竹抽水蓄能电站所在地属于“ (37)岷山−邛崃山−凉山生物多样性保护与水源涵养重要区”，该区位于四川盆地西部的岷山、邛崃山和凉山分布区，包含 2 个功能区：岷山－邛崃山生物多样性保护与水源涵养功能区、凉山生物多样性保护功能区，是白龙江、涪江、大渡河、岷江、雅砻江等多条河流的水源地，行政区主要涉及四川省的阿坝、绵阳、德阳、成都、雅安、乐山、宜宾、凉山和甘孜，面积为 123587km^2。区内有卧龙、王朗、九寨沟等多个国家级自然保护区，原始森林以及野生珍稀动植物资源十分丰富，是大熊猫、羚牛、川金丝猴等重要珍稀生物的栖息地，是我国乃至世界生物多样性保护重要区域。该区山高坡陡，雨水丰富，水土流失敏感性程度高。主要生态问题：水土流失严重、山地灾害频发和野生动植物栖息地退化与破碎化加剧。生态保护主要措施：加大天然林的保护和自然保护区建设与管护力度；禁止陡坡开垦和森林砍伐，继续实施退耕还林工程；恢复已受到破坏的低效林和迹地；发展林果业、中草药、生态旅游及其相关产业；开展生态移民，降低人口对森林生态系统与栖息地的压力。

根据《四川省生态功能区划》(2010 年)，本工程所在地位于 “I 四川盆地亚热带湿润气候生态区——I−1 成都平原城市−农业生态亚区——I−1−1 平原北部成都−农业生态功能区”与“III川西高山高原亚热带−温带−寒温带生态区——III−1 龙门山地常绿阔叶林−针叶林生态亚区——III−1−2−茶坪山生物多样性保护与土壤保持生态功能区”的交界处。

生态功能区划特征一览表

表 3.2-1

生态功能区	主要生态特征	主要生态问题	生态环境敏感性	主要生态服务功能	生态保护与发展方向
I−1−1 平原北部成都−农业生态功能区	地貌以冲积平坝和洪积冲积扇平坝为主，有少量浅丘分布。年均气温 16℃左右，≥10℃的活动积温 4880 ～ 5213℃，年均降水 953 ～ 1280 毫米。区内河流主要为涪江水系和沱江水系。本区地带性植被类型为亚热带常绿阔叶林，因受人为因素影响，天然林已基本上被人工林所取代	人口密度较大，人为活动影响强烈，干旱洪涝灾害频繁。工业污染、城镇污染、农村面源污染较为突出	土壤侵蚀中度敏感，生境轻度敏感，水环境污染高度敏感，酸雨轻度敏感	人居保障功能，农产品提供功能	发挥区域中心城市辐射作用，优化人居环境。以高新技术产业为主导，促进产业结构优化升级，建设电子、重型机械装备工业基地。以小流域建设为重点，保护耕地，提高农田生态系统的自身调节能力。改善农村能源结构，因地制宜发展沼气等清洁能源。防治工业污染、城镇污染及农村面源污染；

生态功能区	主要生态特征	主要生态问题	生态环境敏感性	主要生态服务功能	生态保护与发展方向
					防治水环境污染，保障饮用水安全
Ⅲ−1−2−茶坪山生物多样性保护与土壤保持生态功能区	山地地貌。年平均气温11.5～16.3℃，≥10℃活动积温4600℃左右，平均年降水量486～1419.0毫米。河流主要属岷江和沱江水系。森林植被类型主要为常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林和亚高山常绿针叶林。生物多样性丰富，是大熊猫主要分布区。水资源、矿产资源丰富	崩塌泥石流滑坡强烈发育，易发生洪水、冰雹灾害	土壤侵蚀极敏感、野生动物生境极敏感，水环境污染中度敏感	生物多样性保护功能，土壤保持功能，水源涵养功能，农林产品提供功能	保护森林植被和生物多样性；巩固长江上游防护林建设、天然林保护和退耕还林成果。防治地质灾害和水土流失。科学发展农林牧业，发展绿色食品和有机食品。发展生态旅游。建设中药材原料生产基地。规范和严格管理矿产业和水电产业

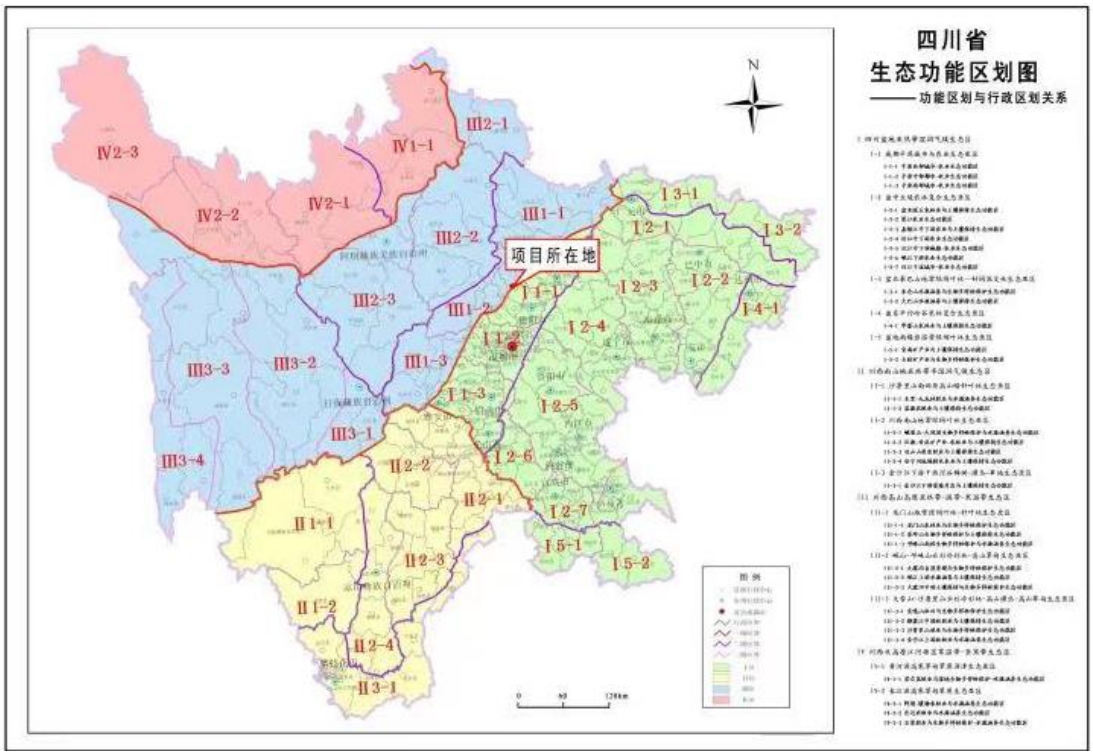


图3.2-2 绵竹抽水蓄能电站与四川省生态功能区位置关系示意图

本工程为生态影响类项目，水库本身具有保持水土、涵养水源的作用。工程在建设过程中存在暂时、局部的生态、环境、景观影响和水土流失，但在合理规划、科学比选、加强污染控制与治理、加强生态与景观恢复的前提下，工程建设可有效避免对生态环境和自然景观造成严重破坏，不会影响该区域的生物多样性保护功能、土壤保持功能、水源涵养功能、农林产品提供功能等主要生态服务功能。工程建成后服务四川电网，承担电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相和

紧急事故备用等任务，保障电力系统安全稳定，促进新能源开发和地方经济社会发展。同时，利用水力发电可以减少二氧化碳、二氧化硫等非再生能源的消耗及其带来的环境污染，具有较大的清洁能源效益。

因此，工程建设符合《全国生态功能区划(修编版))》和《四川省生态功能区划》的要求。

3.2.3.6 与长江经济带生态环境保护规划的符合性

根据《长江经济带生态环境保护规划》，长江经济带的主要生态环境保护目标为“到 2030 年，干支流生态水量充足，水环境质量、空气质量和水生态质量全面改善，生态系统服务功能显著增强，生态环境更加美好”；长江经济带的分区保护重点为：“上游区包括重庆、四川、贵州、云南等省市，区域水土流失、荒漠化严重，矿产资源开发等带来的环境污染和生态破坏问题突出，大城市及周边污染形势严峻。应重点加强水源涵养、水土保持、生物多样性维护和高原湖泊湿地保护，强化自然保护区建设和管护，合理开发利用水资源，禁止煤炭、有色金属、磷矿等资源的无序开发，加大湖库、湿地等敏感区的保护力度，加强云贵川喀斯特地区、金沙江中下游、嘉陵江流域、沱江流域、乌江中上游、三峡库区等区域水土流失治理与生态恢复，推进成渝城市群环境质量持续改善”。

同时，长江经济带还需确立水资源利用上线，妥善处理江河湖库关系；划定生态保护红线，实施生态保护与修复；坚守环境质量底线，推进流域水污染统防统治。

绵竹抽水蓄能电站不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区；电站运行期，各月取用水量占石亭江干流取水断面多年平均径流量的比例为 0～0.57%，所占比例极小，且本工程用水量计入工业用水，占绵竹市石亭江流域水资源配置区规划水平年 2030 年、2035 年总配置水量的比例分别为 0.50%、0.47%，占比极小，未超出区域配水额度。

因此，工程建设符合《长江经济带生态环境保护规划》相关要求。

3.2.3.7 与沱江流域综合规划及规划环评的符合性

(1) 与沱江流域综合规划的符合性

2013 年 7 月，四川省人民政府以“川府函〔2013〕203 号”文批复了《四川省沱江流域综合规划》。

根据批复的《四川省沱江流域综合规划》，规划范围为“沱江流域的四川省区域，以干流及流域面积 600km^2 以上的 12 条主要支流(绵远河、石亭江、湔江、青白江、毗河、 绛溪河、球溪河、阳化河、濛溪河、大清流河、釜溪河、濑溪河)为规划重点，兼顾其他支流”；规划内容主要包括“水资源配置规划、防洪减灾规划、城乡供水规划、灌溉规划、水力发电规划、航运规划、水资源及水生态保护规划及流域管理规划” 等专项规划；规划总体布局为“合理开发水能资源，逐步实现水资源优化配置的目标”以及“在水功能区划分的基础上，科学制定入河排污总量控制方案。在全流域特别是干流及上游地区加强水资源保护措施”。其中，沱江主要支流石亭江的开发治理与保护任务为“防洪、供水与灌溉、水污染防治、水利血防、采砂、发电、水土保持”。

绵竹抽水蓄能电站为新建抽水蓄能项目，已纳入《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》(2023 年)，与沱江流域综合规划的总体布局“合理开发水能资源，逐步实现水资源优化配置的目标”保持一致。且为保护水环境，本工程施工期和运行期产生的废(污)水经处理达标后综合利用或回用，与沱江流域综合规划中石亭江的开发治理与保护任务“水污染防治”目标一致。

(2) 与沱江流域综合规划环评的符合性

2019 年 8 月，四川省生态环境厅以“川环建函〔2019〕56 号”文印发了《四川省沱江流域综合规划环境影响报告书》审查意见。

沱江流域综合规划环评及其审查意见对石亭江提出的主要要求有“重点开展什邡市石亭江流域工业企业和磷石膏堆场污染治理，完善双盛、禾丰工业集中发展区废水集中处理设施。对生猪屠宰、化工企业等开展污染治理。开展流域散养畜禽养殖污染治理、农村生活污水处理、河道清淤等工程。在筏子河支渠修建引水渠拦渣及人工湿地”“以绵远河、石亭江、鸭子河等河床宽大小流域为重点，实施河床生态改造，提高河流的污染物降解能力。以黑臭水体、毗河、威远河、釜溪河、九曲河、丰光河等重点小流域底质污染较重的河段，开展生态清淤工作，重建河流水生生态环境。完善流域水利设施布局，提高对丰水期水资源的调蓄利用”，未对后续新建抽水蓄能项目提出额外环保要求。

绵竹抽水蓄能电站为新建抽水蓄能项目，不属于“工业企业或磷石膏堆场”，工程，且为保护水环境，本工程施工期和运行期产生的废(污)水经处理达标后综

合利用或回用，与沱江流域综合规划环评中的水资源及水环境保护对策措施目标一致。

3.2.3.8 与石亭江流域环境影响回顾性评价的符合性

2020 年，德阳市水利局委托中国电建西北勘测设计院有限公司开展德阳市石亭江域环境影响回顾性评价工作，评价范围为德阳市石亭江流域现有小电站涉及的石亭江干支流河段；2021 年 5 月，德阳市生态环境局以“德环函〔2021〕64 号”出具了关于《德阳市石亭江流域环境影响回顾性评价报告》审查意见的函。

《德阳市石亭江流域水电开发环境影响回顾性评价报告》及其审查意见主要针对流域已建小水电提出了“补充和完善环保手续、严格落实生态流量下泄措施和监控措施、退出类电站完善河流生态连通措施、完善电站固体废物处置环保措施、增殖放流措施、开展全流域梯级联合生态调度”等环保措施要求，未对后续新建抽水蓄能项目提出额外环保要求。

绵竹抽水蓄能电站上、下水库均不涉及天然地表径流，不涉及新建拦河筑坝，下水库利用已有渠系补水，未形成新的纵向阻隔。根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》，本工程在保证生态流量等各方用水后再进行取水。且为进一步保护水生生态环境，本次环评提出了设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究等生态环境保护措施体系。因此，本工程总体与德阳市石亭江流域水电开发环境影响回顾性评价报告及其审查意见保持一致。

3.2.3.9 与绵竹市石亭江水资源配置规划及规划环评的符合性

2023 年 6 月，德阳润成工程咨询有限公司编制完成《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》；2023 年 8 月，绵竹市人民政府以“竹府函〔2023〕119 号”文下达了关于《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》的批复(附件 8)。

根据《绵竹市石亭江水资源配置规划报告》，绵竹市石亭江流域水资源配置区规划近期水平年为 2030 年，规划远期水平年为 2035 年，2030 年、2035 年平均配置水量分别为 18194 万 m^3、19049 万 m^3，绵竹抽水蓄能电站年补水需求量为 90.3 万 m^3，仅占 2030 年、2035 年多年平均配置水量的 0.48%、0.46%。绵竹抽水蓄能电站不影响规划水平年 2030 年、2035 年水资源配置，配置水量能满足绵竹抽水蓄能电站需水要求。

绵竹市石亭江水资源配置规划中环境影响评价章节主要描述了区域生态环

境现状，分析了规划方案环境影响，提出了加强水环境治理、水质保护等环境保护对策措施。同时，环境影响评价章节审查意见为“基本同意环境影响评价结论。规划区水资源配置充分考虑了水资源、水环境的承载能力，以水定发展、量水调结构，实现了水资源的高效利用。规划水平年用水总量符合用水总量红线要求，规划方案符合现行环保政策及“三线一单”要求”。本工程不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护区，且施工期和运行期产生的废(污)水经处理达标后综合利用或回用， 因此工程建设符合绵竹市石亭江水资源配置规划及规划环评相关要求。

3.2.3.10 与“三线一单”管控要求的符合性

(1) 与生态保护红线的符合性

根据环境保护部办公厅、国家发展和改革委员会办公厅文件《关于印发<生态保护红线划定指南>的通知》(环办生态〔2017〕48 号)，“生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。

——功能不降低。生态保护红线内的自然生态系统结构保持相对稳定，退化生态系统功能不断改善，质量不断提升。

——面积不减少。生态保护红线边界保持相对固定，生态保护红线面积只能增加，不能减少。

——性质不改变。严格实施生态保护红线国土空间用途管制，严禁随意改变用地性质。”

绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市，根据四川省“三线一单”生态环境分区管控方案和正式启用的“三区三线”成果，并经绵竹市自然资源和规划局复核，本工程占地范围不涉及“三区三线”划定的生态保护红线和永久基本农田，满足相关管控要求(附件 5)。

工程与生态保护红线区位关系见下图。

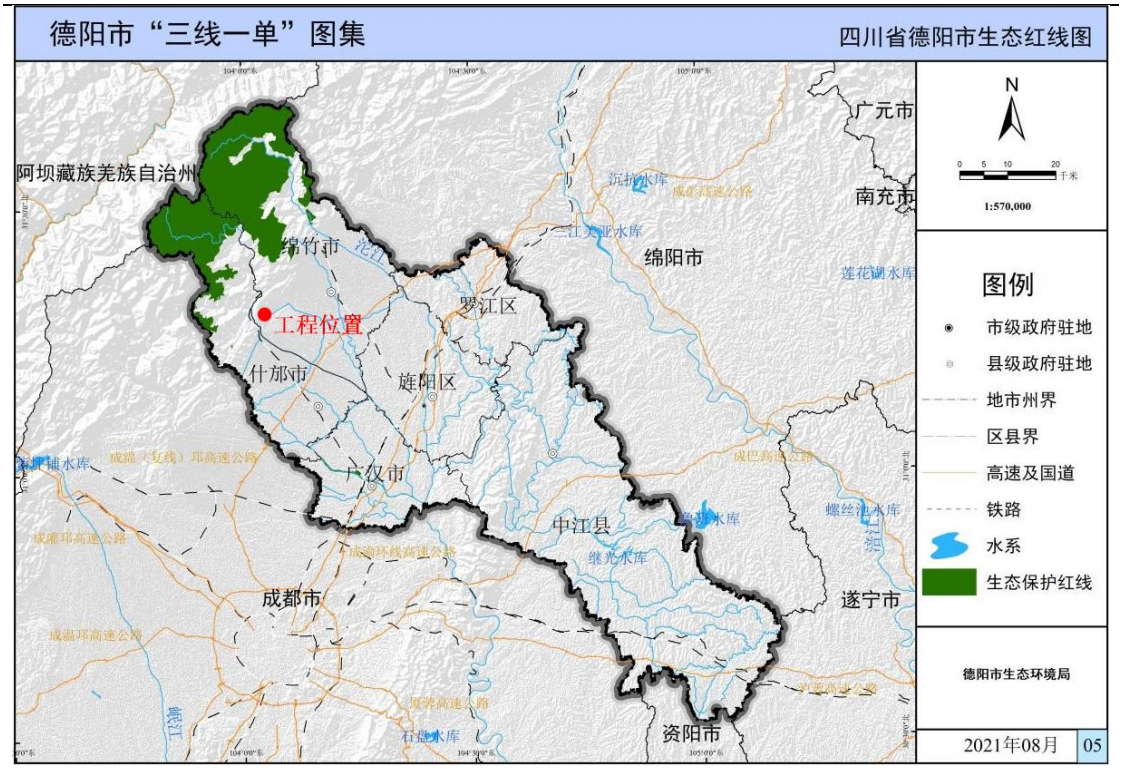


图3.2-3 绵竹抽水蓄能电站与生态保护红线位置关系图

(2) 与环境质量底线的符合性

1) 水环境质量底线

根据四川省水环境分区管控图及四川省“三线一单”符合性分析平台查询结果，绵竹抽水蓄能电站所在区域水环境分区管控单元编码为 YS5106832230004，管控单元名称为射水河绵竹市马射汇合控制单元，管控类型为水环境农业污染重点管控区。

工程涉及地表水体为绵竹抽水蓄能电站上、下水库库区，射水河支沟孙家沟至河口(约 33.5km)，下水库引水渠取水断面至石亭江支流射水河河口下(约27.2km)，前进渠干渠及前进渠现有分水口。根据收集到的例行监测资料，地表水水质监测结果满足《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)中相关标准要求，属于水环境质量达标区域。

抽水蓄能电站为清洁可再生能源，属于非污染生态影响类项目，运行期基本无“三废”排放，对水环境的影响主要集中在施工期。环境影响报告书提出，施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用。

因此，工程建设符合水环境质量底线管控要求。

2) 大气环境质量底线

根据四川省大气环境分区管控图及四川省“三线一单”符合性分析平台查询结果，绵竹抽水蓄能电站所在区域大气环境分区管控单元编码为YS5106832340001，管控单元名称为绵竹市城镇空间，管控类型为大气环境受体敏感重点管控区。

工程所在区域为环境空气功能区二类区，根据绵竹市生态环境局公布的2019年～2022年环境空气自动监测数据，各年度绵竹市空气质量总体为良好。

抽水蓄能电站为清洁可再生能源，属于非污染生态影响类项目，运行期基本无“三废”排放，对环境空气的影响主要集中在施工期。环境影响报告书提出，施工期砂石加工系统采用湿法除尘和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护措施以降低施工期对区域大气环境的影响。

因此，工程建设符合大气环境质量底线管控要求。

(3) 与资源利用上线的符合性

1) 水资源利用上线

根据《绵竹市石亭江水资源配置规划》，绵竹市石亭江流域水资源配置区规划水平年2030年、2035年总配置水量分别为18194万m^3、19049万m^3。绵竹抽水蓄能电站正常运行期用水量计入工业用水，年配置水量90.3万m^3，占总配置水量的比例分别为0.50%、0.47%，占比极小。

绵竹市石亭江流域水资源配置区规划水平年2030年、2035年枯水期配置水量分别为7642万m^3、8572万m^3。绵竹抽水蓄能电站正常运行期用水量计入工业用水，枯水期配置水量73万m^3，占总配置水量的比例分别为0.96%、0.85%，占比极小。

工程运行期补水量未超出区域配水额度，对下水库引水渠取水断面下游水资源影响很小。

总体来看，工程建设符合水资源利用上线管控要求。

2) 土地资源利用上线

绵竹抽水蓄能电站建设征占用各类土地面积2883.34亩，其中永久占地面积2497.22亩，临时占地面积386.12亩，土地利用类型以林地、耕地为主，不占用

永久基本农田。本次评价提出，工程结束后，对临时占地进行生态修复，整体上不会改变区域内现有土地利用类型的基本格局。

因此，工程建设符合土地资源利用上线要求。

(4) 与环境准入清单的符合性

经与《德阳市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(德府发〔2021〕7 号)对比，且于四川政务服务网−四川省“三线一单”符合性分析及数据分析系统(网址：http://103.203.219.138:8083/gis2/n_index.html)查询，绵竹抽水蓄能电站占地范围主要涉及 5 个环境管控单元，分别为绵竹市城镇空间、射水河绵竹市马射汇合控制单元、绵竹市水资源重点管控区、绵竹市自然资源重点管控区和绵竹市城镇空间。

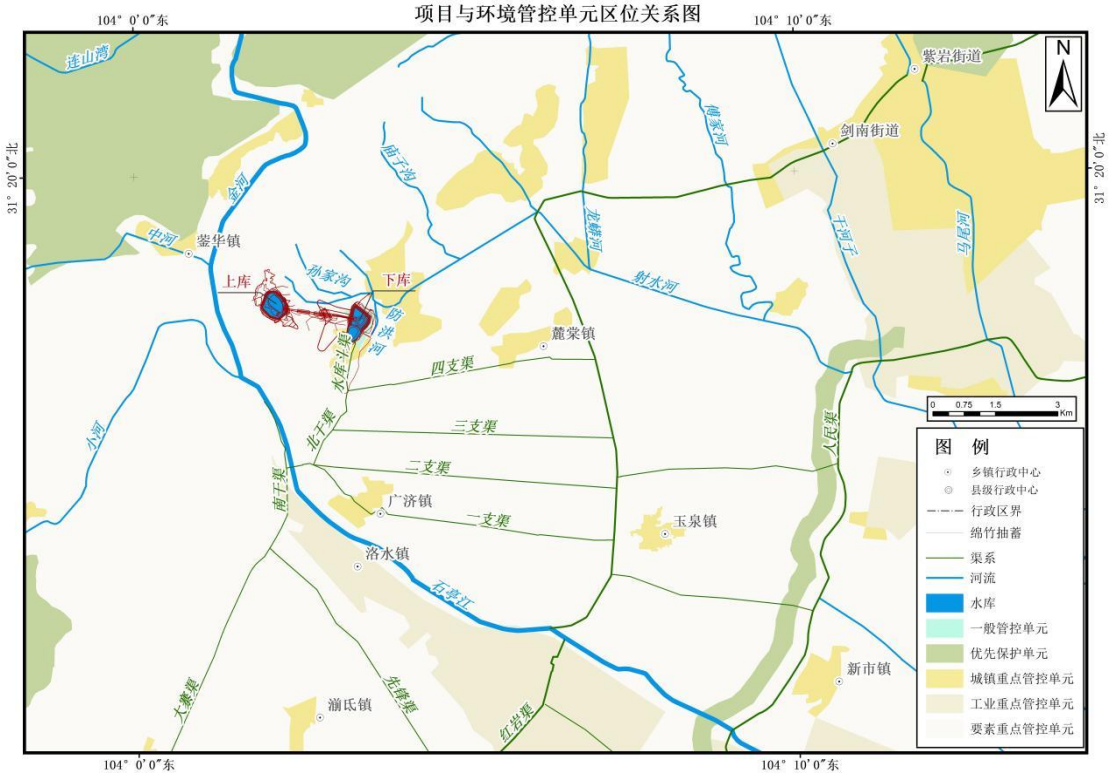


图 3.2-4 四川政务服务网−四川省“三线一单”符合性分析查询结果

本工程为抽水蓄能电站建设，不属于高污染、高耗能项目建设；工程本身不消耗水，仅在初期蓄水期截留部分水资源于库内，造成下游水资源量一定程度的减少；运行期主要是上、下水库水资源的往复循环，对下游水资源影响很小，未超出水资源利用上线，符合上述管控单元的管控要求。

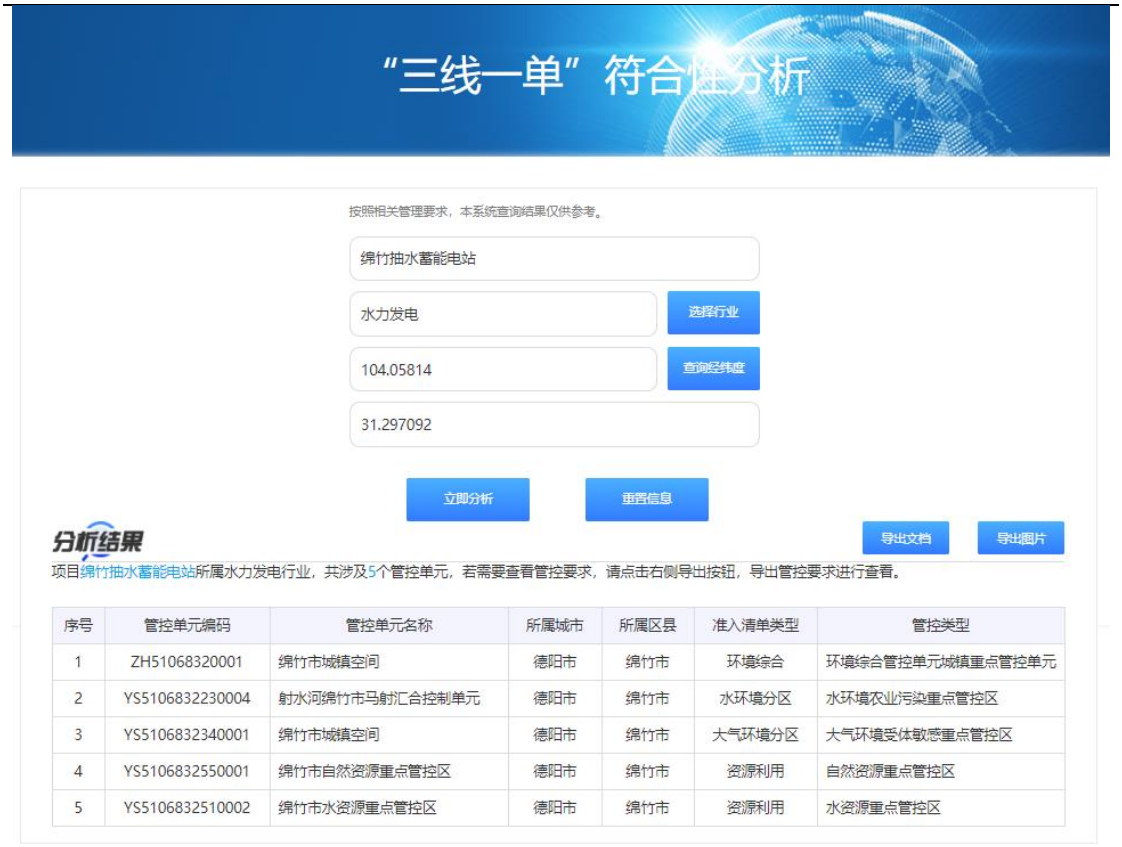


图3.2-5 四川政务服务网–四川省“三线一单”符合性分析查询结果

绵竹抽水蓄能电站涉及管控单元

表 3.2-2

环境管控单元编码	环境管控单元名称	所属市(州)	所属区县	准入清单类型	管控类型
ZH51068320001	绵竹市城镇空间	德阳市	绵竹市	环境管控单元	环境综合管控单元城镇重点管控单元
YS5106832230004	射水河绵竹市马射汇合控制单元	德阳市	绵竹市	水环境管控分区	水环境农业污染重点管控区
YS5106832510002	绵竹市水资源重点管控区	德阳市	绵竹市	自然资源管控分区	水资源重点管控区
YS5106832550001	绵竹市自然资源重点管控区	德阳市	绵竹市	自然资源管控分区	自然资源重点管控区
YS5106832340001	绵竹市城镇空间	德阳市	绵竹市	大气环境管控分区	大气环境受体敏感重点管控区

绵竹抽水蓄能电站与环境管控单元符合性分析

表 3.2-3

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控类别	单元特性管控要求	本工程符合性分析
ZH51068320001	绵竹市城镇空间	空间布局约束	禁止开发建设活动的要求 1.禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。 2.加快淘汰城市建成区每小时 20 蒸吨及以下燃煤锅炉，鼓励实施锅炉清洁能源替代。35 蒸吨小时以上燃煤锅炉完成超低排放改造，燃气锅炉全部实施低氮燃烧改造；组织开展全市县级建成区 10 蒸吨小时及以下燃煤小锅炉使用情况全面排查，确保应淘汰尽淘汰，进一步巩固县级城市建成区 10 蒸吨小时及以下燃煤小锅炉清零成果。 3.禁止在居民区、学校、医疗和养老机构等周边新建有色金属冶炼、焦化、化工、铅蓄电池制造等行业企业。严禁在人口聚集区新建涉及重金属排放的项目。 4.禁止在长江流域禁止采砂区和禁止采砂期从事采砂活动。 限制开发建设活动的要求 1.现有企业新增污染物需满足总量替代要求。 2.严控新设工业园区，如确需新布局工业园区，应充分论证选址的环境合理性。 3.现有排放 VOCs、恶臭污染物、重金属的项目，原则上限制其发展，污染物排放只降不增。 不符合空间布局要求活动的退出要求 现有工业工业企业(活动)逐步退出或关停。散乱污”企业发现一起整治一起，实现动态清零。对城市建成区内现有钢铁、有色金属、造纸、印染、原料药制造、化工等污染较重企业搬迁改造或关闭。结合推进新型城镇化、产业结构调整和化解过剩产能等，有序搬迁或依法关闭对土壤造成严重污染的现有企业。	工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，不属于绵竹市城镇空间禁止开发和限制开发活动范畴，符合其空间约束要求。
		污染物排放管控	现有源提标升级改造 1.现有磷石膏堆场做好风险防控。 2.岷江、沱江流域现有及新建处理规模大于 1000 吨日的城镇生活污水处理厂执行《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB512311−2016)。 其他污染物排放管控要求 1.污染物排放绩效水平应达到清洁生产二级及以上水平。 2.从事机动车修理、印刷、服装干洗、研发等排放挥发性有机污染物的生产作业，应当按照有关技术规范进行综合治理。禁止新建露天和敞开式喷漆作业；包装印刷业必须使用符合环保要求的油墨；餐饮服务业油烟必须经处理达到相应排放标准要求。 3.到 2025 年，城市、县城的污水处理率分别达到 95%、85%左右，市本级城市污泥无害化处置率达 92%，各区(市、县)城市污泥无害化处置率达 85%。 4.严格落实建设工地管理要求，做好扬尘污染管控工作。加强施工扬尘监管，提高绿色施工水平，加强城市施工工地扬尘管控，建立扬尘控制责任制度。从事机动车修理、印刷、服装干	工程施工期砂石加工系统采用湿法除尘和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护以降低施工期对区域大气环境的影响；施工期通过采用低噪声工艺和设备，加强施工管理，合理安排施工时间，对运输车辆进行交通管制等措施降低工程区域声环境影响；同时施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用；工程的建设对区域大气、水、声环境质量现状影响较小。本工程建设不会改变周边地表水体、环境空气、声环境的环境质量现状，项目运营过程对周边

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控类别	单元特性管控要求	本工程符合性分析
			洗、研发等排放挥发性有机污染物的生产作业，应当按照有关技术规范进行综合治理。禁止露天和敞开式喷漆作业；包装印刷业必须使用符合环保要求的油墨；餐饮服务业油烟必须经处理达到相应排放标准要求。建材行业原料破碎、生产、运输、装卸等各环节严格落实抑尘措施，有效控制粉尘无组织排放。 5.严格执行《关于实施第六阶段机动车排放标准的通告》(四川省生态环境厅四川省经济和信息化厅四川省公安厅四川省市场监督管理局)及《四川省机动车和非道路移动机械排气污染防治办法》。2021 年 7 月 1 日起，全面实施重型柴油车国六排放标准。 6.到 2025 年，生活垃圾焚烧处理能力达到无害化处理总能力的 80%，基本建成生活垃圾分类处理系统，市本级生活垃圾分类回收利用率达 40%以上，区(市、县)生活垃圾分类回收利用率达 40%以上，区(市、县)生活垃圾分类回收利用率达 35%以上；县城生活垃圾无害化处理率保持 95%以上。 7.2025 年底前，工业固体废物资源化利用、无害化处置率 100%；危险废物、医疗废物和放射性废物无害化处置率 100%。 8.2025 年城市建成区和各县(市、区)建成区黑臭水体均控制在 10%以内。 9.加强建筑工地扬尘治理。确保“六必须”“六不准”和六个“100%”严格控制道路扬尘。市区所有道路全部实施机械化清扫，每天洒水频次不得低于 3 次，出现重度污染等极端天气洒水频次增加 2 次以上。到 2025 年，城市建成区道路机械化清扫率达到 85%。	生态环境影响很小。运行期不排放污染物。符合污染物排放管控要求。
		环境风险防范	企业环境风险防控要求 储存危险品仓库应远离居民区。 其他环境风险防控要求 1.现有涉及汞、镉、砷、铅、铬五类重金属(类金属)的企业，严控污染物排放。已污染地块，应当依法开展土壤污染状况调查、治理与修复，符合相应土壤环境质量要求后，方可进入用地程序。 2.到 2025 年，污染地块安全利用率达到 90%。到 2030 年，污染地块安全利用率达到 95%以上。 3.固体废物(含危险废物)在贮存、转移、利用、处置固体废物(含危险废物)过程中，应配套防扬散、防流失、防渗漏及其他防止污染环境的措施。	本工程废(污)水处理达标后综合利用或回用，固废均能得到合理处置，不会对土壤造成污染，符合环境风险防控要求。
		资源开发效率要求	水资源利用效率要求 到 2025 年底，全市用水总量不得超过 18.7 亿 m3(其中地下水开采控制量为 3.23 亿 m3)，城市再生水利用率不低于 20%。 能源利用效率要求 城市建成区禁止使用高污染燃料。 禁燃区要求	本工程不属于高耗水高耗能项目，符合资源开发效率要求。

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控类别	单元特性管控要求	本工程符合性分析
			全面淘汰县级及以上城市建成区燃煤锅炉。鼓励每小时 65 蒸吨及以上燃煤锅炉实施节能和超低排放改造，燃气锅炉实施低氮改造，城市建成区生物质锅炉实施超低排放改造。原则上禁止新建高污染燃料锅炉和生物质锅炉。	
YS5106832230004	射水河绵竹市马射汇合控制单元	空间布局约束	/	/
		污染物排放管控	农业面源水污染控制措施要求 1.推进化肥、农药使用量“减量化”，逐步推进农田径流拦截及治理； 2.合理控制畜禽养殖规模，单位面积耕地的畜禽承载力不突破《四川省畜禽养殖污染防治技术指南》要求，提高畜禽养殖废物资源化利用水平； 3.合理控制水产养殖规模，加强水产养殖废水治理及资源化利用，禁止直接排放。	工程施工期砂石加工系统采用湿法除尘和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护以降低施工期对区域大气环境的影响；施工期通过采用低噪声工艺和设备，加强施工管理，合理安排施工时间，对运输车辆进行交通管制等措施降低工程区域声环境影响；同时施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用；工程的建设对区域大气、水、声环境质量现状影响较小。本工程建设不会改变周边地表水体、环境空气、声环境的环境质量现状，项目运营过程对周边生态环境影响很小。运行期不排放污染物。符合污染物排放管控要求。
		环境风险防范	强化种植业节水	本工程废(污)水处理达标后综合利用或回用，固废均能得到合理处置，不会对土壤造成污染，符合环境风险防控要求。
		资源开发效率要求	/	/
YS5106832510002	绵竹市水资源重点管控区	空间布局约束	/	/
		污染物排放管控	/	/
		环境风险防范	/	/
		资源开发效率要求	/	/

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控类别	单元特性管控要求	本工程符合性分析
YS5106832550001	绵竹市自然资源重点管控区	空间布局约束	合理开发高效利用水资源，建设节水型社会；优化土地利用布局与结构；优化产业空间布局，构建清洁能源体系	工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，不属于绵竹市自然资源重点管控区禁止开发和限制开发活动范畴，符合其空间约束要求。
		污染物排放管控	/	/
		环境风险防范	/	/
		资源开发效率要求	/	/
YS5106832340001	绵竹市城镇空间	空间布局约束	/	/
		污染物排放管控	大气环境质量执行标准 《环境空气质量标准》(GB3095−2012)：二级 区域大气污染物削减/替代要求 新增大气污染物排放的建设项目实施总量削减替代。 燃煤和其他能源大气污染控制要求 推动煤炭清洁利用，取缔、整治分散燃煤锅炉 机动车船大气污染控制要求 加强城市交通管理。优化城市功能和布局规划，调整城区路网结构。加快建立以快速路和组团间联系主干路为骨架、组团内道路为主题的快捷、安全、衔接合理的城市道路网，缓解城区交通压力。加强自行车道、步行道和公交专用通道建设，推广公共自行车服务运营。加强交通需求管理，抑制小汽车的使用率，鼓励市民采用绿色出行方式。通过调整停车费、智能交通管理和服务等手段，提高机动车通行效率；实施公交优先战略，建立以大运量公共交通为骨干、常规公交为主题、出租汽车系统为补充，多方式分工协作、整体协调、统筹城乡一体化公共交通系统。 扬尘污染控制要求 加强施工扬尘环境监理和执法检查。城镇建成区及周边地区的工程建设施工现场，必须配备专业降尘设施，做到 6 个百分百。在项目开工前，建设单位与施工单位应向建设、环保等部门分别提交扬尘污染防治方案与具体实施方案，并将扬尘污染防治纳入工程监理范围，扬尘污染防治费用纳入工程预算。加大现场执法检查，强化土方作业时段监督管理，增加检查频次，加大处罚力度。电业、燃气、电信、园林绿化、铁路、公路、轨道交通等行业主管部门加强对本行	工程施工期砂石加工系统采用湿法除尘和全封闭式的生产方式，施工扬尘通过洒水降尘、路面维护、加强运输管理等大气防护以降低施工期对区域大气环境的影响；施工期通过采用低噪声工艺和设备，加强施工管理，合理安排施工时间，对运输车辆进行交通管制等措施降低工程区域声环境影响；同时施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用；工程的建设对区域大气、水、声环境质量现状影响较小。本工程建设不会改变周边地表水体、环境空气、声环境的环境质量现状，项目运营过程对周边生态环境影响很小。运行期不排放污染物。符合污染物排放管控要求。

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控类别	单元特性管控要求	本工程符合性分析
			业工地的监管，严格控制扬尘污染。深化道路扬尘治理。扩大道路机械化清扫和洒水范围，严格执行住房和城乡建设厅制定的环卫保洁质量评价标准，提高道路机械化清扫车、洒水车、冲洗车、人员配备。加大重点路段(华山路、汉江路、金沙江路等)和普通路段每日机扫和洒水作业频次，重点路段应每天至少进行 1 次冲洗除尘。加强道路两侧绿化，减少裸露地面。增加绿化带洒水除尘力度，加强城市森林、湿地、绿化带建设。 其他大气污染物排放管控要求 严格控制餐饮油烟污染。优化城市餐饮产业发展及空间布局规划。强化餐饮服务企业油烟排放规范化整治，所有产生油烟的餐饮企业、单位安装高效油烟净化装置，并实施定期清洗，确保净化装置高效稳定运行，污染物排放浓度达到标准要求。健全餐饮油烟长效监管机制。加强居民家庭油烟排放环保宣传，推广使用高效净化型家用吸油烟机。汽修行业：有喷涂作业的机动车维修企业必须布设密闭喷漆室、烘干室，并配套建设废气治理设施，确保废气排放达到《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》(DB51/2377−2017)相关要求；定期维护废气治理设施，确保正常稳定运行。建立废气治理设施管理制度，完善废气排放口标识标牌；加强涂料和溶剂的管理，除必要的操作时段外，涂料、溶剂的容器必须密封或加盖，减少 VOCs 挥发；倡导使用低 VOCs 含量水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料。不断改进生产工艺，减少涂装和烘干工段，提高涂着效率。干洗行业：干洗经营单位推广使用配备溶剂回收制冷系统、不直接外排废气的全封闭式干洗机，全面淘汰开启式干洗机，定期进行干洗机及干洗剂输送管道、阀门的检查，防止干洗剂泄露。	
		环境风险防范	企业环境风险防控要求 现有涉及汞、镉、砷、铅、铬五类重金属(类金属)的企业，严控污染物排放。 用地环境风险防控要求 1.已污染地块，应当依法开展土壤污染状况调查、治理与修复，符合相应土壤环境质量要求后，方可进入用地程序。 2.到 2025 年，污染地块安全利用率达到 90%。到 2030 年，污染地块安全利用率达到 95%以上。 3.固体废物(含危险废物)在贮存、转移、利用、处置固体废物(含危险废物)过程中，应配套防扬散、防流失、防渗漏及其他防止污染环境的措施。	本工程废(污)水处理达标后综合利用或回用，固废均能得到合理处置，不会对土壤造成污染，符合环境风险防控要求。
		资源开发效率要求	/	/

3.2.4 工程选址方案环境合理性分析

3.2.4.1 库址选择环境合理性

根据规划、预可阶段成果，在规划站址附近 5km 范围内，除广济镇半月山山顶“圆包山”洼地具备良好的上水库库址地形条件外，未发现其它适合的比选上水库库址，上水库库址唯一。

根据拟定的上水库位置，对上水库址方圆 5km 范围的河沟、洼地、平地等适合抽蓄建库的位置进行普查，筛选出云盖村下水库库址和困牛山下水库库址，两库址方案见下图。

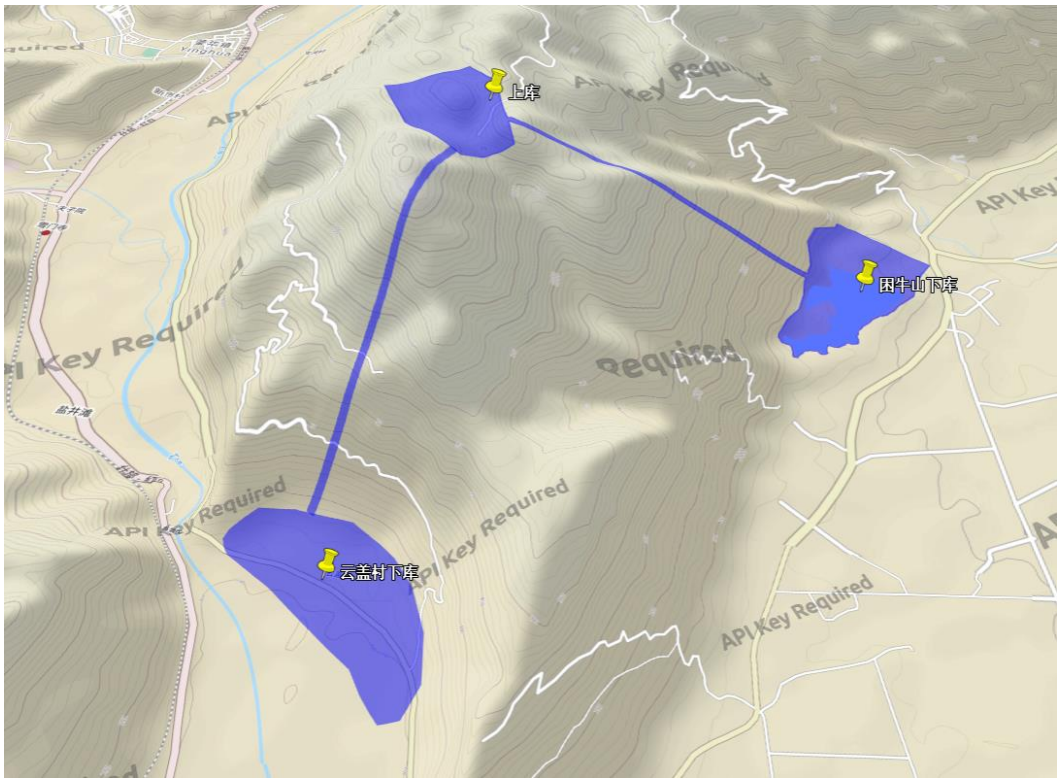


图3.2-1 绵竹抽水蓄能电站下水库库址比选方案示意图

下水库两库址均不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。其中，云盖村下水库库址涉及绵竹市广济镇云盖村，建设征地总面积 515.37 亩，涉及云盖村居民点，人口 400

人；困牛山下水库库址涉及绵竹市麓棠镇麓棠村，建设征地总面积 416.81 亩，涉及麓棠镇麓棠村，人口 60 人。

困牛山下水库库址较云盖村下水库库址建设征地面积小、涉及人口少，对工程影响范围内的生态环境、水土流失等的影响程度较小，因此从环境影响角度推荐方案与主体专业保持一致，即推荐困牛山下水库库址。

3.2.4.2 输水系统选择环境合理性

根据上、下水库之间的地形、地质条件，结合工程枢纽总体布置，以输水系统下水库进/出水口位置不同，上水库进/出水口位置相同为基础，进行输水系统线路方案一和方案二的比较。

方案一：引尾水正向进厂、正向出厂，下水库进/出水口位于新开挖库区，输水系统总长 1994.8m～2004.4m，厂房跨度稍大、长度稍短。施工支洞总长 2838m。

方案二：引尾水斜向进厂、斜向出厂，下水库进/出水库位于原困牛山库内，输水系统总长 1809.9m～1812.6m，厂房跨度稍小、长度稍长。施工支洞总长 2943m。

两输水系统方案布置见下图。

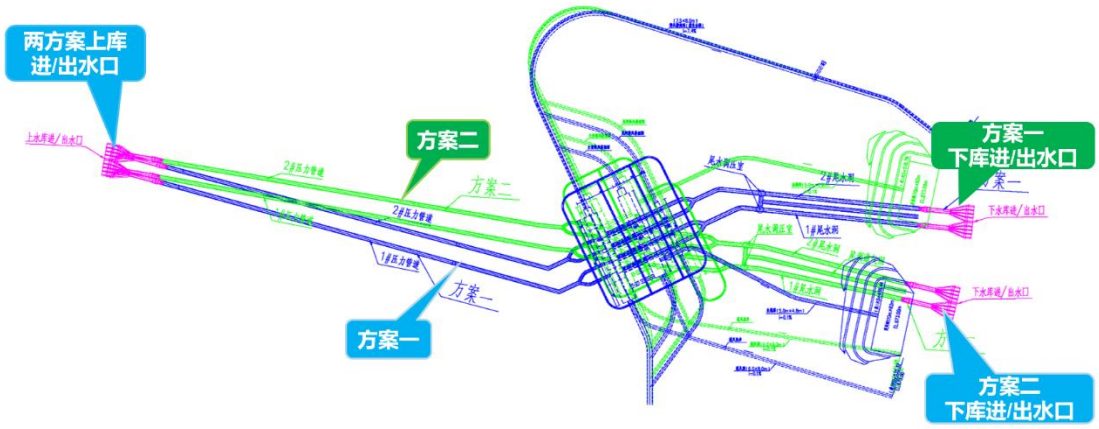


图3.2-2 绵竹抽水蓄能电站输水系统线路比选方案平面布置图

方案一、方案二输水系统均不涉及生态保护红线及自然保护地等环境敏感区，不存在环境制约因素。方案一、方案二对工程影响范围内的水环境、生态环境、水土流失等的影响程度仅因为各比选方案中土石方开挖量、混凝土浇筑量及施工占地的不同存在一定差异，但差异较小。

因此，环境影响不制约输水系统线路的选择，从环境影响角度推荐方案与主体专业保持一致，即推荐方案二。

3.2.5 正常蓄水位选择环境合理性分析

绵竹抽水蓄能电站下水库拟定了 4 个正常蓄水位方案(下水库正常蓄水位比选方案分别为669m、672m、674m、676m，对应的上水库正常蓄水位均为1197m)，工程上水库拟定了 3 个正常蓄水位方案(上水库正常蓄水位比选方案分别为1194m、1197m、1200m，对应的下水库正常蓄水位均为674m)。

经比选，各方案在水库淹没位置、范围等方面有一定差别，但各方案间施工布置及规模差异较小，均不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。各方案在水环境、环境空气、声环境、生态环境等方面的不利环境影响基本相当，环境保护措施和投资差异不大，不存在制约绵竹抽水蓄能电站上、下水库正常蓄水位选择的重大环境敏感因素。工程从电网需求及经济性考虑，选定上水库正常蓄水位 1197m、下水库正常蓄水位 674m 总体合理。

从环境保护角度分析，本工程正常蓄水位方案总体合理。

3.2.6 施工规划环境合理性分析

3.2.6.1 施工交通布置合理性

绵竹抽水蓄能电站规划新建、改扩建场内道路共计 26.2km，其中新建永久道路 10.8km，新建临时道路 13.7km，改扩建临时道路 1.7km。规划各道路均不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。

工程新建及改扩建场内道路土地利用类型以林地为主，植被主要为喜树林、亮叶桦林、麻栎林、灯台树林、桂竹林等，未发现珍稀保护动植物、古树名木等重要环境保护目标。L5 公路为下水库工程区开挖及填筑的施工道路，从汉广路接至下水库开关站边坡，路径下水库库岸公路，是工程开挖弃渣、大坝填筑、骨料运输的主要道路，路线选择唯一，与麓棠镇麓棠村距离约 15～200m；L6 公路为下库表土堆存场堆存、钢管及机电设备运输的施工道路，从棉金路接线至下水库库内暂存料场，路经钢管加工厂、机电设备安装场，难以避开居民点，与广济

镇卧云村居民点距离约 70～200m。

从环境保护角度分析，本工程场内交通布置方案基本合理，工程施工期需做好噪声和环境空气防护措施，保证周边声环境质量、环境空气质量分别满足《声环境质量标准》(GB3096−2008)2 类标准、《环境空气质量标准》(GB3095−2012)二级标准。在下阶段应进一步优化 L5、L6 公路布置，做好环境保护措施，将对评价范围内居民点的影响降到最低；还应重视施工临时措施和施工结束后迹地的及时恢复，尽量减少对生态的影响和新增水土流失。

3.2.6.2 施工企业布置合理性

绵竹抽水蓄能电站上水库施工区布置有上水库混凝土生产系统、上水库综合仓库、上水库金属结构拼装厂、上水库机械设备停放场、上水库机修汽修厂、上水库综合加工厂及上水库施工营地等，占地区现状用地类型主要为林地，植被主要为柳杉林，有少量喜树林，周边 200m 范围内无居民点。下水库施工区布置有下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统、下水库综合加工厂、下水库综合仓库、下水库金属结构拼装厂、下水库机械设备停放场等，占地区现状用地类型主要为林地和耕地，植被以柳杉林和农作物为主，与麓棠镇麓棠村居民点最近距离约 30m。石亭江施工区布置有钢管加工厂、机电设备安装场等，占地区现状用地类型主要为荒草地和耕地，物种有马桑、芒、小蓬草、问荆、狗尾草等，与广济镇卧云村居民点最近距离约 30m。

各施工企业均不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。工程施工企业根据生产工艺要求，充分利用地形，紧凑安排，保证了各工序施工互不干扰。

从环境保护角度分析，工程施工企业布置基本合理，施工期下水库需做好噪声和环境空气防护措施，优化施工场地内产噪设备布置，将砂石加工系统、混凝土生产系统等粉尘、噪声大的设施尽量布置在远离居民点一侧。

3.2.6.3 料场规划及料源选择合理性

绵竹抽水蓄能电站不设天然料场，不设置永久渣场，共布置 1 处暂存料场、2 处表土堆放场。下水库坝内暂存料场位于原困牛山水库均质坝坝后，占地面积约 5.8 万 m^2，与麓棠镇麓棠村居民点距离约 195～200m；上水库表土堆放场布

置于上水库 2#副坝坝后左支沟冲沟内，占地面积约 2.2 万 m^2，周边 200m 范围内无居民点；下水库表土堆放场布置于广济镇石亭江左岸冲积平原内，占地面积约 4.2 万 m^2，与广济镇卧云村居民点距离约 20～500m。

工程在料源选择时，优先考虑利用工程开挖料和弃渣，不新设单独的料场和渣场，避免了额外占地，减少了因料场开采对地表的扰动，减少了植被破坏；减少了因设置渣场导致的水土流失和防护工程量，有利于水土保持，且降低了工程造价。各暂存料场和表土堆放场距各用料面较近，运距较短，运输较便利，在满足工程各施工面料需求的同时，从源头上减少了弃渣风险。

从环境保护角度分析，在做好噪声和环境空气防护措施及各项水土保持措施后，工程暂存料场、表土堆放场设置基本合理。

3.3 环境影响因素分析

3.3.1 施工期影响因素

3.3.1.1 地表水污染源

绵竹抽水蓄能电站施工期地表水污染源包括生产废水和生活污水两大部分，生产废水主要为砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水等；生活污水主要来自上、下水库施工营地。

(1) 生产废水

1) 砂石加工系统废水

根据施工总布置规划，本工程设置 1 座砂石加工系统，承担工程主体及主要临建工程所有混凝土(含喷混凝土)及垫层料骨料的生产任务，设计处理能力 480t/h，成品料生产能力 370t/h，用水量 340m^3/h，废水产生率按 80%计，则砂石料冲洗废水高峰产生量为 272m^3/h，日运行时间为 14～16h，则高峰日约有 4352m^3/d 废水产生。砂石加工系统是施工区最大的水污染源，其废水中主要污染物为 SS，根据类似工程实测结果，SS 浓度一般在 20000～50000mg/L 之间。

砂石加工系统废水产生情况表

表 3.3-1

污水产生位置	高峰小时用水量(m^3/d)	产污系数	高峰小时废水量(m^3/h)	主要污染物及浓度
砂石加工系统	340	0.8	272	SS：20000～50000mg/L

2) 混凝土生产系统废水

本工程设置 2 处混凝土生产系统，上水库混凝土生产系统配备 HZS35 搅拌站 1 座，设计规模为 25m^3/h；下水库混凝土生产系统配备 HZS120 拌合站 1 座，设计规模为 80m^3/h。

混凝土生产系统废水主要来源于交接班时进行的设备冲洗。冲洗废水产生量小，属间歇性排放，且排放在很短的时间内完成。各混凝土生产系统采取三班工作制，每班冲洗一次，每次冲洗废水量约 4m^3 左右，则每天 2 个混凝土生产系统冲洗废水共计为 24m^3/d。混凝土冲洗废水主要污染物为 SS 和 pH，根据类似工程实测结果，SS 浓度一般为 3000～10000mg/L，pH 值一般在 11～12 之间，具有 SS 浓度高、污水排放量小、间歇集中排放的特点。

混凝土生产系统废水产生情况表

表 3.3-2

污水产生位置	冲洗次数	每次冲洗废水量(m^3)	高峰日废水量(m^3/d)	主要污染物及浓度
上水库混凝土生产系统	3	4	12	SS：3000～10000mg/L；pH：11～12
下水库混凝土生产系统	3	4	12	
合计			24	

3) 机修含油污水

根据施工总布置规划，在上水库设 1 个机修汽修厂。工程机械和车辆在冲洗、维修、保养、加工、拼装过程中将产生一定量的废水，主要污染物为 SS 和石油类，根据类似工程实测结果，SS 的浓度在 500～1000mg/L 左右，石油类的浓度在 10～30mg/L 之间。类比同类工程，机械修配及汽车保养站高峰用水量约 40m^3/d，废水产生系数取 0.8 计，废水产生量约为 32m^3/d。

机修含油污水产生情况表

表 3.3-3

污水产生位置	高峰日用水量(m^3/d)	产污系数	高峰日废水量(m^3/h)	主要污染物及浓度
机修汽修厂	40	0.8	32	SS：500～1000mg/L；

污水产生位置	高峰日用水量(m^3/d)	产污系数	高峰日废水量(m^3/h)	主要污染物及浓度
				石油类：约 10～30mg/L

4) 洞室排水

洞室排水主要由隧洞施工(开挖)废水和洞室渗水构成，施工期间可能有隧洞涌水。该部分水量往往比较固定，主要污染物为 SS，浓度在 5000mg/L 左右。

本工程地下工程主要为输水系统，包括上水库进/出水口、压力管道、尾水调压室、尾水隧洞、下水库进/出水口、地下厂房等。根据《四川绵竹抽水蓄能电站岩溶水文地质特征研究专题》，整个输水系统工程区涌水量不大，多以洞壁渗水或小股线状流水为主。

施工通道内排水，采用接力排水的方式，在其开挖工作面布置潜水泵，通道沿线有施工废水泵站，在集水井内由排水泵逐段向外接力排水；水平洞室(如厂房和压力管道平洞)内排水，采用开挖临时排水沟和集水井，将洞室内废水汇集至集水井，然后由排水泵通过其施工通道向外排水。除此之外，在各施工通道的进口处设一段水平段，并在洞口填筑高约 30cm 的土堤，以防洞外雨水顺通道流入地下洞室。洞室排水经沉淀后回用于洞室施工用水和洒水降尘。

5) 基坑排水

基坑排水主要因降雨、基础渗水等原因产生，污染物主要为 SS，其浓度约 500mg/L。

本工程上水库库区域汇流集水面积较小，仅 0.46km^2，季节性流水的 1#冲沟经引流后无溪流汇入，枯期基本为干地，因此采用前期机械抽排、中期利用库底排水廊道和坝体底部堆石体及排水体向外自由排水、后期拦蓄滞洪的导流方式。根据施工进度和导流程序安排，上水库大坝前抽排导流控制工况为排除下水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 20.6 万 m^3，当天抽干，并考虑 1.2～1.5 的扩大系数，设置 12 台(10 用 2 备)水泵(14SH−9A)。

下水库在原困牛山水库大坝下游重新筑坝、改建而成，库盆集水面积较小，仅 0.33km^2，无溪流汇入，枯期基本为干地，推荐采用原水库大坝挡水，环库公路排水沟将附近山坡形成的地表径流引向基坑外的沟渠中，库盆内的降雨汇水采用机械抽排，大坝全年施工的导流方式。根据施工进度和导流程序安排，下水库大坝前抽排导流控制工况为排除下水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 14.8 万

m^3，当天抽干，并考虑 1.2～1.5 的扩大系数，设置 13 台(11 用 2 备)水泵(14SH−9A)。

基坑排水经沉淀处理后尽量综合利用。

(2) 生活污水

本工程营地主要包括上水库施工营地、下水库施工营地和业主营地，其中业主营地在石亭江左岸的广济镇场镇进行租赁，生活污水接入广济镇场镇污水管网，排入广济镇场镇污水处理站处理；下水库施工营地在麓棠镇天宝村进行租赁，但天宝村无污水管网，因此本阶段仅考虑上、下水库施工营地生活污水量。工程施工高峰期人数为 3000 人，其中上水库高峰期人数 850 人，下水库高峰期人数 2150 人，根据《四川省用水定额》(川府函〔2021〕8 号)，生活用水定额取值为 160L/人·d，污水排放系数取 0.8 计，则施工营地施工高峰期生活污水产生情况见下表。

施工营地生活污水产生情况表

表 3.3-4

污水产生位置	高峰期人数(人)	高峰日生活用水量(m^3/d)	产污系数	高峰日生活污水产生量(m^3/d)
上水库施工营地	850	136	0.8	108.8
下水库施工营地	2150	344	0.8	275.2
合计	3000	480	0.8	384.0

生活污水所含污染物主要有 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等，其中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L。

(3) 施工期废(污)水源源强统计

工程施工期砂石加工系统废水和混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)的要求，回用标准为 SS＜100mg/L；洞室排水、基坑排水经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘；机修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等；生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于营地冲厕及绿化浇灌等。

施工高峰期废(污)水产生量汇总表

表 3.3-5

来源	排放点数量	高峰期总排放强度	主要污染物排放浓度(mg/L)
砂石加工系统	1 处	4352m^3/d	SS：20000～50000
混凝土生产系统	2 处	24m^3/d	SS：3000～10000 pH：11～12
机修汽修厂	1 处	32m^3/d	SS：500～1000 石油类：10～30
生活污水	2 处	384m^3/d	SS：约 220 COD_{Cr}：约 400 BOD_5：约 200 氨氮：约 25

3.3.1.2 地下水污染源

绵竹抽水蓄能电站施工期间，各类废(污)水处理达标后综合利用或回用，废油等危废收集后暂存于危险废物暂存间且进行地面防渗，生活垃圾经收集后由当地政府进行统一转运，因此正常情况不会对地下水环境造成污染。在污水处理设施故障或防渗层破损等非正常状况下，废(污)水直接排放，可能导致地下水污染。

同时，工程输水发电系统、地下厂房等地下工程开挖可能造成地下水水位、水量发生变化。

3.3.1.3 大气污染源

抽水蓄能项目环境空气影响源主要集中在施工期，运行期基本无大气污染物排放。绵竹抽水蓄能电站施工期大气污染主要来自工程开挖与爆破粉尘、砂石加工系统粉尘、混凝土生产系统粉尘、施工交通运输扬尘以及机械和车辆燃油尾气。

(1) 工程开挖与爆破粉尘

炸药爆破时会产生粉尘(TSP)、CO、NO_2 等污染物，污染源主要集中在坝基开挖和石料开采爆破施工部分。爆破属于瞬间源，其粉尘、废气的影响范围主要集中在爆破源附近。在未采取防尘措施前提下，会对工程附近的环境空气质量产生一定的影响。类比两河口水电站，施工期开挖与爆破产生的粉尘(TSP)、CO、NO_2 排放系数分别以 200kg/t 炸药、41.75kg/t 炸药和 15.27kg/t 炸药计。

本工程施工期炸药用量 6000t，则施工期开挖与爆破产生的 TSP 总量 1200 t，CO 总量 250.5t，NO_2 总量 91.65t。

(2) 砂石加工系统粉尘

砂石加工系统生产过程中将产生粉尘，属于连续源，其粉尘产生强度根据《第二次全国污染源普查产排污核算系数手册(试用版)》中 303 砖瓦、石材等建筑材

料制造行业系数，破碎、筛分、水洗颗粒物产生系数为 1.89kg/t 产品。

本工程将在颚式破碎机、圆锥破碎机、立轴式破碎机、振动筛等加工设备的进、出料口加设喷淋装置，使石料保持一定的湿度，减少潜在的逸散尘量。根据核算系数手册，湿法除尘、喷雾除尘等其它除尘效率达到 80%，故本工程砂石加工系统逸散尘的排放系数取值为 0.378kg/t 产品。

根据施工总布置规划，本工程设置 1 套砂石加工系统，设计处理能力 480t/h，则砂石加工系统粉尘最大产生量为 181.44kg/h。在采取砂石加工系统整体密闭，进料口半封闭(采取三侧面、一顶面封闭)措施的情况下，综合除尘效率可达 98%以上，则砂石加工系统粉尘产生量为 3.63kg/h。

(3) 混凝土生产系统粉尘

混凝土生产系统原料主要为水泥、粉煤灰，由散装罐车自带的气动系统将粉料吹入原料筒仓内部，筒仓顶部排气口会产生一定量的粉尘。参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中 3021 水泥制品制造业提供系数，利用水泥、砂子、石子等生产各类混凝土制品，物料输送、储存工序产生的颗粒物为 0.12kg/t 产品。

本工程将安装仓顶除尘器，筒仓设置筒仓排放口，各筒仓顶部呼吸孔分别加装脉冲布袋除尘器，除尘效率可达到 99%以上，则混凝土生产系统颗粒物产生量为 0.0012kg/t 产品。

根据施工总布置规划，本工程主体及主要临建工程混凝土(含喷混凝土)总量为 60.1 万 m^3 (约 15.84 万 t)，共设置 2 套混凝土生产系统。在采取全封闭拌合楼，配备除尘设备的情况下，混凝土生产系统粉尘产生总量为 190.08kg。

(4) 施工交通运输扬尘

根据交通运输扬尘相关研究，交通运输扬尘不会在大范围内平均分布，但在小空间内浓度较高，在道路局部地段积尘较多的地方，载重车辆经过时会掀起浓密的扬尘。在路面完全干燥的情况下，可按经验公式进行计算：

$Q=0.123\times(V/5)\times(W/6.8)\ \times0.85\times(P/0.5)\ \times0.75$

式中：Q——汽车行驶产生的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车行驶的速度，kg/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m^2。

一辆载重 10t 的卡车，通过一段长为 500m 的公路时，在不同表面清洁度与行驶情况下产生的扬尘量，见下表。

不同车速和地面清洁度时汽车扬尘

表 3.3−6

P(kg/m^2) 车速(kg/h)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.051056	0.085865	0.116382	0.144408	0.170715	0.287108
10	0.102112	0.171731	0.232764	0.288815	0.341431	0.574216
20	0.204223	0.343461	0.465528	0.57763	0.682861	1.148431
30	0.306335	0.515192	0.698292	0.866446	1.024292	1.722647

由上表可知，在同样路面情况下，车速越快，扬尘量越大；在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工交通道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 范围以内。如果在施工期间对车辆行驶路面实施洒水抑尘，可有效控制交通运输扬尘，将 TSP 污染影响范围缩小到 20～50m。

根据施工总布置规划，主体工程施工道路部分采用混凝土路面，可减少扬尘产生；部分采用泥结碎石路面，易产生扬尘。

(1) 机械和车辆燃油尾气

本工程使用柴油 3 万 t，施工车辆多为重型车。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》，油料的大气污染物排放系数 CO 为 29.35kg/t、NO_x 为 48.261kg/t、SO_2 为 3.522kg/t。工程施工机械燃油废气属于非连续、无组织排放源，污染物呈面源分布，由于施工范围大，污染物排放分散且强度不大。

(2) 施工期大气污染源源强统计

施工期大气污染源排放量汇总表

表 3.3-7

来源	污染物产生情况		处理方案	污染物排放情况	
	污染因子	产生量或排放速率		排放量	排放方式
工程开挖与爆破	TSP	8.57kg/t 炸药	先进的爆破工艺、洒水降尘	1200t	无组织排放
	CO	5.3g/kg 炸药		250.5t	
	NO_2	14.6g/kg 炸药		91.65t	
砂石加工系统	颗粒物	1.89kg/t 产品	全封闭施工、湿法除尘、喷雾除尘	3.63kg/h	无组织排放
混凝土生产系统	颗粒物	0.12kg/t 产品	全封闭施工、脉冲布袋除尘器	190.08kg	无组织排放

来源	污染物产生情况		处理方案	污染物排放情况	
	污染因子	产生量或排放速率		排放量	排放方式
施工交通运输	扬尘	/	限速、洒水降尘	/	无组织排放
机械燃油	CO	29.35kg/t	洒水降尘、加强车辆管理	/	无组织排放
	NOx	48.261kg/t			
	SO_2	3.522kg/t			

3.3.1.4 噪声污染源

绵竹抽水蓄能电站施工期噪声污染主要有施工爆破噪声、施工机械噪声、砂石加工系统噪声、混凝土生产系统噪声、施工辅助企业噪声及交通噪声。

(1) 施工爆破噪声

本工程施工爆破噪声主要产生于大坝作业面，其声强与爆破方式、爆破炸药量和敏感点位置有关。类比其它工程露天爆破实测资料，爆破噪声值一般在130～140dB(A)之间。

(2) 施工机械噪声

主体工程施工机械设备有推土机、挖掘机、装载机、潜孔钻、自卸汽车等，其运转过程中的噪声源强在 75～110dB(A)之间，作业面整体噪声源强一般在95～105dB(A)之间。

(3) 砂石加工系统和混凝土生产系统噪声

砂石加工系统主要设备包括破碎机、振动筛、给料机、棒磨机等，其噪声为连续点声源。参照同类抽水蓄能电站工程砂石加工设备噪声实测资料，其噪声源强约为 90～110dB(A)。混凝土生产系统主要设备包括拌和楼、空压机等，其噪声源强约为 100dB(A)。

(4) 施工辅助企业噪声

本工程施工辅助企业包括综合加工厂、机修汽修厂、金属结构拼装厂、钢管加工厂、机电设备安装场等。根据在建双江口和金川电站施工期的实际监测数据，噪声源强较大的施工工厂主要为综合加工厂(包括钢筋加工和木板加工)等，其噪声为间歇性点声源，噪声源强在 80～95dB(A)之间；金属结构拼装厂等施工工厂噪声源强一般在 75dB(A)左右。

(5) 交通噪声

工程进场道路和场内施工道路主要来往车辆为载重量 10～20t 自卸汽车，车

辆运输会产生交通噪声影响，属于流动声源，其源强大小与车流量、车速以及路况等因素有关。参照国内已建水电工程施工机械噪声实测值，10～20t 汽车 1m 处 10s 内的噪声强度为 100～101dB(A)。

(6) 施工期噪声源源强统计

施工期噪声污染源排放量汇总表

表 3.3-8

来源	声源类型	噪声源强(dB(A))	处理方案
施工爆破	点声源	130～140	合理安排爆破时间、采用先进爆破工艺
施工机械	点声源	75～110	选用符合国家相关标准的施工和运输机械
砂石加工系统	系统内各主要噪声源看作点声源	90～115	设置完全密闭的隔声罩、使用减振机座或减振垫、加强设备维护和保养
混凝土生产系统	系统内各主要噪声源看作点声源	100	选用全封闭式拌合楼、使用减振机座或减振垫、加强设备维护和保养
施工辅助企业	面声源	75～95	禁止夜间施工、加强设备运行维护
交通	线声源	100～101	限制车速、控制夜间车流量、绿化降噪、预留后期对策措施费用

3.3.1.5 生态影响源

(1) 陆生生态

绵竹抽水蓄能电站征占用各类土地面积 2880.47 亩，其中永久占地面积 2494.97 亩，临时占地面积 385.5 亩(其中林地 151.23 亩)。工程施工占地区位于平原向山地过渡区域，工程的开挖和占压，将改变原有地貌，损坏或压埋原有地表植被和景观，对原有水土保持设施造成损坏，在一定时段和范围内产生新的水土流失和生态破坏，各类施工活动干扰影响工程区原有野生动物的正常活动。

工程及临时工程(含场内道路)土石方开挖总量约 1274.3 万 m^3(自然方)，其中土方开挖 400.7 万 m^3，石方明挖 748.0 万 m^3，石方洞挖 125.6 万 m^3。各类施工活动将扰动占地区地表，损坏部分水土保持设施，增加水土流失强度。工区场地各类建筑材料和土石方的堆放，容易引发新的水土流失。

(2) 水生生态

工程施工期将困牛山水库放空，会对困牛山水库内的水生生态系统造成直接影响。工程施工期从石亭江干流取水，会造成下水库引水渠取水断面下游河段流量有所减小，可能对鱼类资源及其生境造成一定影响。工程施工期废(污)水均处理达标后综合利用或回用，对水生生态基本无影响。

若因事故排入石亭江，产生的悬浮物会对鱼类鳃器官造成吸附和堵塞，减少对水体中氧量的吸收，导致体内缺氧，从而降低鱼类存活率。

3.3.1.6 固体废物影响源

绵竹抽水蓄能电站施工期产生的固体废物主要包括建筑垃圾、生活垃圾以及危险废物。

(1) 建筑垃圾

根据工程土石方平衡，上、下水库工程均无弃渣。

大坝砌筑、道路铺设和其它施工现场将产生部分建筑垃圾，主要包括建筑垃圾主要为石料、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。施工辅助企业生产过程中产生一定数量的固体废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材、蓄电池等。

(2) 生活垃圾

本工程生活垃圾主要集中产生于上水库施工营地、下水库施工营地和业主营地。

根据施工规划，工程施工高峰期人数约 3000 人，类比其他电站施工区生活垃圾产生量，施工营地垃圾产生量以每人日产垃圾 0.5kg 计，本工程施工高峰期日产垃圾约 1.5t/d，工程施工期 69 个月，筹建期 18 个月，则累积垃圾量约 3915t。工程施工区内设置垃圾桶，生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运。

(3) 危险废物

根据《国家危险废物名录》(2021 年版)(生态环境部令第 15 号)，工程施工期车辆、机修汽修厂产生的废油属于危险废物，编号为 HW08(废矿物油与含矿物油废物)，废物代码为 900−214−08，危险特性为毒性、易燃性(T，I) ，应集中收集临时贮存于危险废物暂存间，并遵循《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023)相关规定，同时定期交由有资质的单位进行处理。

(4) 施工期固体废物影响源源强统计

施工期固体废物影响源汇总表

表 3.3-9

来源	产生量	处理方案
建筑垃圾	0	无弃渣
生活垃圾	1.5/d(施工高峰期)	经集中收集后由当地政府进行统一转运
危险废物	不连续产生	贮存于危险废物暂存间，并委托有资质的单位进行处理

3.3.1.7 人群影响源

绵竹抽水蓄能电站施工高峰期人数约 3000 人，若不注意饮食卫生，存在发生食物中毒事件的隐患，因此应做好食品卫生安全工作；工程人员流动和移民搬迁可能会导致传染病局部的爆发流行，应加强对肺结核、流行性感冒、介水传染病等的防治和监测。

3.3.2 运行期影响因素

3.3.2.1 地表水环境影响源

(1) 水文情势

绵竹抽水蓄能电站位于长江上游二级支流石亭江流域，其上水库为山体开挖成库，下水库依托原困牛山水库改建而成，上、下水库均不涉及在天然河道上拦河筑坝，上、下水库坝下不涉及地表水体，运行期上、下水库区水文情势变化主要是受电站日调节运行带来的水位变化。同时，由于上、下水库均不涉及地表径流，工程运行期利用原困牛山水库取水渠道引石亭江干流水对下水库进行充蓄和补水。

施工期施工高峰年用水量 89.25 万 m^3；初期蓄水期 18 个月，总补水量 745.0 万 m^3 ；运行期在保证率为 95%的来水情况下，除 7 月份天然降水量可以补齐蒸发渗漏损失量外，绵竹抽水蓄能电站其余 11 个月均需要从石亭江中补水，年补水需求量为 90.3 万 m^3，其中枯水期 10 月～翌年 5 月的补水需求量为 73.2 万 m^3。

取水断面(前进渠渠首)处多年平均流量为 19.8m^3/s，折合径流量 6.24 亿 m^3；偏枯水年(P=75%)流量为 16.0m^3/s，折合径流量 5.06 亿 m^3。特枯水年(P=95%)流量为 11.9m^3/s，折合径流量 3.75 亿 m^3。

工程施工高峰年用水量 89.25 万 m^3，占取水断面多年平均天然来水量的比

例为 0.14%；初期蓄水期共 18 个月，总补水量 745.0 万 m^3，初期蓄水期月用水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0～4.49%；运行期全年共计补水 90.3 万 m^3，运行期月用水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0～0.57%。工程施工、初期蓄水、运行期各阶段取水量占石亭江取水断面多年平均径流量比例很小，因此工程取水不会造成取水断面下游河段脱水，对取水断面下游石亭江河段水文情势、水生生态环境影响总体较小。

(2) 地表水水质

电站建成运行本身不产生水污染物，运行期废(污)水主要为业主营地和电站厂房工作人员的日常生活污水、机组检修含油污水。

运行期总人数约 135 人，其中业主营地运行期规划总人数约 95 人，运行期生活污水处理设施为永久设施，接入广济镇场镇污水管网，排入广济镇场镇污水处理站处理；电站厂房值班人员高峰期为机组检修时，高峰人数按 40 人计，参照《四川省用水定额》(川府函〔2021〕8 号)，生活用水定额取值为 160L/人·d，污水排放系数取 0.8 计，电站厂房生活污水产生量约 5.12m^3/d，采用地埋式一体化污水处理设备处理。生活污水所含污染物主要有 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等，其中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L。

机组检修时会产生少量含油污水，在地下厂房设置排水沟，含油污水经收集后通过成套油水分离器处理后回用，不外排。

(3) 库区水质

工程运行期水库库区水质主要受取水水源水质影响，本工程定期从石亭江补水，根据工程地表水水质现状监测结果，石亭江干流断面监测时段内均满足《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类标准要求。

3.3.2.2 地下水环境影响源

本工程运行期不向地下水排放污染物，不会对地下水水质产生影响。

工程运行期对地下水的影响主要为下水库扩建防渗对周边地下水水位及对“三箭水”泉的影响。

3.3.2.3 大气影响源

绵竹抽水蓄能电站建成后，电站运行不产生空气污染物，对环境空气无影响。运行期进场公路的车流量很小，因此对周边敏感点环境空气影响很小。

3.3.2.4 噪声影响源

绵竹抽水蓄能电站建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内发电(水轮机)机组，由于机组位于地面以下，地下厂房顶部无居民点分布，周边居民分布较远，最近距离约 300m，因此不影响地面声环境质量。

3.3.2.5 生态环境影响源

(1) 陆生生态

绵竹抽水蓄能电站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，主要体现为林地景观将缩小，水体景观将增加。工程建设对区域生态系统有一定的影响，但通过在建设过程中采取水土保持、生态防护和景观恢复等措施，工程建设对区域生态系统的影响会逐渐减少。

(2) 水生生态

水库建成后，水库取水将改变石亭江前进渠取水断面下游水域生境条件，取水断面下游河面宽度、水深、径流量减小，将引起水生生物及鱼类资源种类和分布的变化。但前进渠取水断面已经运行多年，工程不新增拦河建筑物，因此不会形成新的阻隔效应。

工程运行期间，当洪水来临时，水库将洪水存蓄在水库中，待洪水结束后，水库利用放空管向下游排放洪水，直至下水库死水位 644m 与上水库死水位 1174m 以上蓄水量之和等于 633 万 m^3。放空管在运行期间，会导致孙家沟及射水河水深、水流、河面宽度增加，短期地改变其水生生境条件，可能对孙家沟及射水河水生生物及鱼类造成短暂的影响。

3.3.2.6 固体废物影响

(1) 生活垃圾

绵竹抽水蓄能电站运行期生活垃圾主要产生于业主营地和电站厂房内，运行期总人数约 135 人，垃圾产生量以每人日产垃圾 0.5kg 计，本工程运行期日产垃圾约 67.5kg。

(2) 危险废物

本工程距离市区较近，对外交通便利，透平油和绝缘油采购和运输都十分方便，因此不考虑厂外透平油和绝缘油系统。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，在地下厂房不布置大型油罐室。为使日常运行中加油、排油方便，在地下厂房内设置透平油系统及必要的绝缘油处理设备。

透平油系统主要供机组轴承润滑、调速器及球阀操作系统用油。运行期地下厂房设 4 台机组，单台机组运转所用透平油和绝缘油总量约 35m³，设置 2 个容积为 20m³ 净油罐和 2 个容积为 20m³ 运行油罐，用于机组检修时排油和净油。

工程所需绝缘油采购运输方便，且绝缘油的存储和处理要求较高，因此不设置绝缘油库，只设置必要的绝缘油处理设备。

运行期地下厂房油类物质最大存量约 240m³，所用油品需定期检测，检修机组和变压器时排出的机组透平油和绝缘油，经滤油机过滤后分别回用于机组和变压器。

根据《国家危险废物名录》(2021 年版)(生态环境部令第 15 号)，废透平油和废机油属于危险废物，编号为 HW08 废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900−214−08，危险特性为毒性、易燃性(T，I)；废绝缘油编号为 HW10 多氯(溴)联苯类废物，废物代码为 900−010−10，危险特性为毒性 (T)。

根据以往抽水蓄能电站运行经验，运行期检修每年可能产生约 5m³ 的废油、废油泥及擦油棉布，其中废油属于危险废物，需存放在厂房临时危险废物暂存间，遵循《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023 代替 GB18597−2001)相关规定，做好四防(防风、防雨、防晒、防渗漏)工作，并委托有危险废物处理资质的单位进行处置；使用后沾染油污的擦油棉布(废物代码 900−041−49)在危险废物豁免管理清单内，全过程不按危险废物管理，与生活垃圾一并处置。

3.3.3 建设征地与移民安置

3.3.3.1 建设征地影响

绵竹抽水蓄能电站征占用各类土地面积 2880.47 亩，其中永久占地面积 2494.97 亩，临时占地面积 385.5 亩，建设征地影响涉及绵竹市麓棠镇和广济镇，共 2 个镇 4 个村(社区)，土地利用类型以林地、耕地为主。

工程建设使征地范围内的土地资源用途发生变化，影响的主要是林地、耕地。其中水库淹没和施工永久占地范围内的土地将改变原有的性质，新的性能将在较长时间内保持不变；施工临时占地在施工结束后可根据实际情况恢复原有功能或

进行合理开发，临时占地影响逐渐减弱。

3.3.3.2 移民安置影响

本工程生产安置采取“自行安置”方式，安置人口 302 人，不新开垦耕地，减少了植被破坏和水土流失，有利于保护生态环境。大量移民资金的投入有利于农村产业结构的调整，促进经济结构的优化，有利于农村经济发展，可增加移民收入。

本工程搬迁安置采取“分散安置”方式，至规划水平年安置人口 70 人。移民安置建设占地对区域植被会产生一定影响，造成新增水土流失。同时，农村移民生活将产生一定量的生活污水和生活垃圾，若不对其进行合理的处理和处置，不仅影响移民安置点周围水环境，而且将成为一些虫、病源的孳生场所，影响移民的健康。

3.3.3.3 专项设施复建影响

本工程建设征地涉及专业项目主要有交通运输工程、水利工程、电力工程、文物古迹、企事业单位、电信工程和广播电视工程和其他项目，专项设施项目少，工程量小，占地主要为林地、耕地。各项专项设施复建后其等级和规模较原有状况有所改善，但复建期间将会破坏植被，产生一定的水土流失影响。

3.4 原困牛山水库环境影响回顾性分析

3.4.1 原困牛山水库工程概况

困牛山水库于 1964～1965 年由绵竹市水利局进行规划，由于受历史条件制约，工程于 1965 年动工兴建时未做正式勘测及设计，而只按定型设计图绘制了施工图，历经数年施工，于 1971 年 1 月建成并投入运行，根据当时政策，无需开展环境影响评价、竣工环保验收等工作。

困牛山水库是一座以灌溉为主，兼有防洪、种养及旅游开发等综合效益的拦蓄式小(I)型水库水利工程。水库现状坝顶高程为 671.6m、最大坝高 33m，正常蓄水位 669.5m，相应的库容为 194.0 万 m^3，死水位 645.6m，死库容 1.7 万 m^3。大坝为均质土坝，现状坝顶高程为 671.60m、最大坝高 33m、坝顶宽 4m、最大坝底宽 179.7m、坝顶轴线长 390m，坝顶设有 1.2m 高防浪墙。

图3.4-1 困牛山水库现状

3.4.2 原困牛山水库环境保护工作回顾

1989 年以前，由于我国环境保护、环境影响评价制度尚不健全，因此在此之前开工建设的水利工程均未开展环评工作。1989 年以后，随着《中华人民共和国环境保护法》结束试行，各水利工程环评开始规范化。1998 年 11 月，《建设项目环境保护管理条例》正式实施，明确国家实行建设项目环境影响评价制度。鉴于建设项目环境影响评价制度正式实施为 1998 年 11 月，困牛山水库建于 1964～1965 年，虽然未按照现行环保制度开展环评手续，但并未违反 1998 年 11 月颁布实施的《建设项目环境保护管理条例》，环境管理手续均符合当时的审批程序。

3.4.3 原困牛山水库环境影响回顾评价

3.4.3.1 水环境影响

(1) 水文情势影响

困牛山水库具有调蓄作用，可在不需要灌溉用水时蓄水，在需要灌溉用水时

放水。水库集雨面积较小，坝址以上集雨面积 0.79km^2，仅凭天然来水无法满足蓄水要求，需通过前进渠引石亭江水补充。水库取水路线为：石亭江部分江水通过石亭江右岸前进渠北干渠经倒虹吸至石亭江左岸，在倒虹吸出口处一、二支渠分出，三、四支渠合流处布置有沉沙池，合流一段距离后三支渠流向广济镇，四支渠到达土门电站后一部分水经土门电站后向东流，其余水量经水库斗渠流至困牛山水库。

困牛山水库每年主要在 12 月～翌年 3 月进行补水，其余月份根据实际情况进行补水，补水过程如下表。

困牛山水库年内取水过程

表 3.4-1　　单位：万 m^3

月份	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	合计
取水量	21.6	10.5	9.8	8.6	5.6	8.1	48.8	48.8	48.8	48.8	8.3	27.0	294.4

困牛山水库设计灌溉面积 0.53 万亩，有效灌溉面积 0.35 万亩，主要灌溉土门镇的天宝、云丰、团结、酸枣村及广济镇的新村，同时可补充灌溉遵道镇的马跪、永泉、东岳村及土门镇的双龙、民乐等村。水库放水设施位于水库右岸岸坡，平面上采用库内取表层水，型式为分级斜坡涵卧管式进水，主要由斜坡式卧管、坝下输水涵洞组成。水库放水时，一部分水直接经水库沟流向灌区，另一部分水与“三箭水”泉合并后分成头道堰、二道堰、中河后流向灌区。

困牛山水库各月灌溉毛需水采用《四川绵竹抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告(审定本)》中的计算成果，见下表。90%灌溉保证率下，现状水平年灌溉毛用水量为 173.7 万 m^3。

灌区现状水平年90%灌溉保证率灌溉需水量计算成果表

表 3.4-2

项目	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年
净灌溉定额 (m^3/亩)	25.6	28.9	12.8	7.5	1.9	2.8	2.7	3.2	4.8	2.9	17.9	49.4	160.6
灌溉净用水量 (万 m^3)	13.6	15.3	6.8	4.0	1.0	1.5	1.5	1.7	2.5	1.6	9.5	26.2	85.1
灌溉毛用水量 (万 m^3)	27.7	31.3	13.8	8.1	2.1	3.1	3.0	3.5	5.2	3.2	19.4	53.4	173.7

石亭江为困牛山水库水源，根据高景关水文站 1966 年 6 月～2021 年 5 月共 56 年(水文年)年径流系列分析，石亭江的天然径流结果如下表。特枯水年(P=95%)年平均流量为 11.9m³ /s，折合为水量为 3.75 亿 m³ 。

石亭江特枯水年(P=95%)年内天然径流计算成果表

表 3.4-3

月份	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	
流量(m³/s)	11.7	23.2	17.4	24.8	17.3	10.3	
水量(万 m³)	3028.1	6207.0	4671.2	6440.2	4639.2	2681.1	
月份	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年值
流量(m³/s)	6.1	4.7	4.0	4.3	5.2	13.0	11.9
水量(万 m³)	1638.8	1257.2	979.7	1142.2	1355.7	3487.4	37527.8

注：该成果为天然径流成果，未考虑上游高景关水库的调蓄作用。

困牛山水库调蓄水量与石亭江年内水量的对比如下图。可以看出，石亭江水量在 5～11 月相对较大，12 月～翌年 4 月相对较小；年内各月困牛山水库的调蓄量占石亭江年内径流的比例均很小，最大比例为 3.5%，发生在 3 月份。因此，困牛山水库的运行对石亭江前进渠取水断面下游水文情势影响很小。

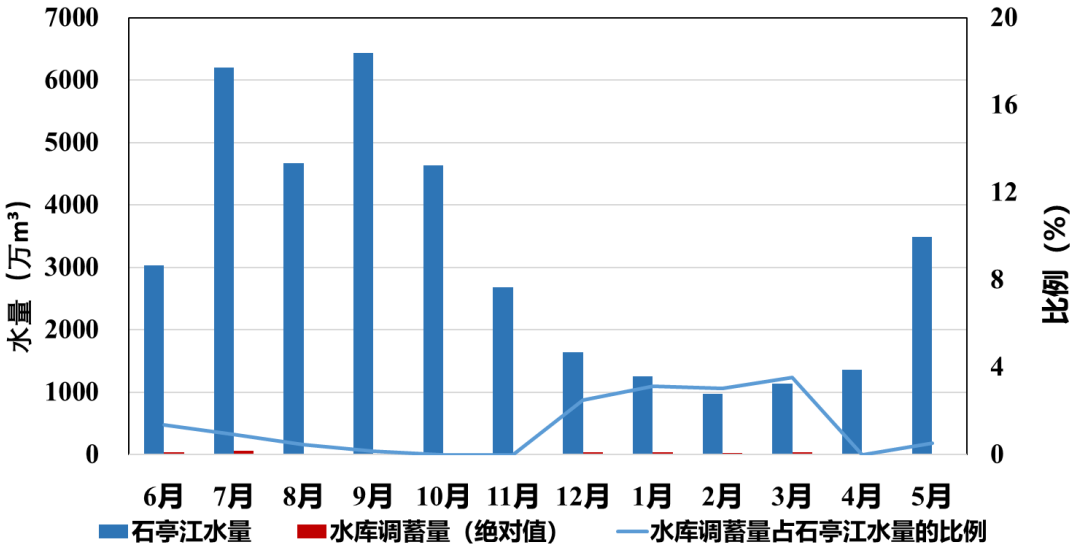


图3.4-2 困牛山水库调蓄水量与石亭江水量对比图

(2) 水质影响

根据 2023 年 3 月监测结果，困牛山水库水质满足《地表水环境质量标准》(GB 3838−2002) Ⅲ类标准，可知水库的建设运行(包括人工养殖)未对水库水质造成明显不利影响(详见 4.3.2 节及附件 6)。

3.4.3.2 生态环境影响

困牛山水库坝址以上集雨面积 0.79km2，总库容约 194.0 万 m3，水库规模小，占地面积小，对自然植被的占用和破坏较小。

困牛山水库通过前进渠引石亭江水补充，与石亭江相比，其水深、水面宽度更大，水流更小。水库修建后，形成新的水域，使外源性营养汇集于库内，因此在一定年限内库区尤其是周边及部分库湾的营养物质有所增加；加之库区内流速减缓，泥沙沉积，水体含砂量减少，透明度增大，有利于浮游生物的生长和繁殖，静水性种类增加，特别是蓝藻门和绿藻门种类和生物量的增加较明显；由于库边环境的多样性，水库中浮游动物的种类和数量也逐渐增加，如周丛生物和轮虫，真正浮游性的种类如原生动物中的砂壳虫、喜欢敞水区的象鼻溞等的数量也逐渐增加，并成为优势种，为鱼类提供优质的天然饵料；水库的形成还为底栖动物提供了新的环境，但水库质地基本为淤泥，同时由于水库水产养殖的开展，底栖动物种类较为单一。

困牛山水库目前已被养殖户承包，开展水产养殖，养殖品种有鲤、鲫、鲢、鳙、鲈鲤、黄颡鱼、鲇、瓦氏黄颡鱼等品种。在本次调查中发现，困牛山水库土著性鱼类主要有麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等；爬行类水生动物有中华鳖(放生种)、乌龟(放生种)、巴西龟(外来种)、鳄龟(外来种)。

3.4.3.3 社会环境影响

根据《四川省绵竹市困牛山水库震损除险加固整治初步设计报告》，困牛山水库是一座以灌溉为主，兼有防洪、种养及旅游开发等综合效益的拦蓄式小(I)型水库水利工程。对于灌溉任务，水库设计灌溉面积 0.53 万亩，有效灌溉面积 0.35 万亩，主要灌溉土门镇的天宝、云丰、团结、酸枣村及广济镇的新村，同时可补充灌溉遵道镇的马跪、永泉、东岳村及土门镇的双龙、民乐等村；对于防洪任务，困牛山水库仅承担自身的防洪任务，无其他防洪保护对象；对于种养及旅游开发任务，水库目前已被养殖户承包，开展水产养殖，同时为周围种植的玫瑰提供水源，并作为玫瑰谷项目规划景观中的一部分。

困牛山水库为当地农业发展和防洪、种养及旅游开发等发挥了重要作用，社会效益、生态效益显著。

3.4.3.4 水库渗漏影响

根据实地调查走访结果，困牛山水库建成初期蓄水后存在库水渗漏情况，同时主坝坝体外侧天然出露的“三箭水”泉流量明显增大。经建库者调查，发现渗漏点位于困牛山水库泄洪道附近。为保证水库的正常蓄水量，建库者对泄洪道附近的基岩进行了钻孔注浆防渗处理，处理后渗漏量明显降低，满足水库蓄水要求。同时，在进行坝体注浆防渗处理后，“三箭水”泉流量减小，恢复至水库蓄水前水量。现场调查显示，该渗漏位置出露岩性为莲花口组 2 段下部(J_3l^{2-1})钙质砾岩，层间裂隙较发育，推断当时库水渗漏方式主要为通过钙质砾岩层间裂隙–溶隙管道顺走向方向发生渗漏。其次，针对水库外侧天然坝体的渗漏情况，向位于坝体外侧的居民进行了采访。据当地村民描述，该坝体整体防渗性能较好，全年多数时期无渗水情况，仅在丰水期存在 1～2 处小股状渗水点，但渗漏量较低；同时了，建库时库盆底未做防渗处理，在泄洪口处做防渗处理后库水整体渗漏量较小，表明库盆底部不存在渗漏或渗漏量较小，对水库正常蓄水不构成威胁。

综上所述，原困牛山水库整体防渗性能较好。

图3.4-3 原困牛山水库概况

3.4.4 工程环保措施回顾

原困牛山水库建于 1964～1965 年，该工程建设阶段未开展环境影响评价工作，基本未规划环保措施，与国内现行环境保护要求相比，工程在水生生态环境保护方面较为缺失。为保护石亭江流域水生生态环境，本次环评从“以新带老”角度提出了设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究等水生生态环境保护措施。

3.5 工程分析结论

绵竹抽水蓄能电站属于《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》中规划储备项目，也在四川省“十四五”期间列为重点实施电源项目，同时已纳入绵竹市石亭江流域水资源配置规划。工程上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，库盆内半挖半填，不涉及天然地表径流；下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，不涉及天然地表径流；通过适当改建原困牛山水库补水系统从石亭江补水。工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果，不存在外部环境制约因素，符合国家相关法律法规、产业政策要求，符合国家、四川省能源发展战略，是实现“碳达峰、碳中和”目标的有效措施，能为“30 •60 双碳目标”的实现提供有力支撑。

工程在库址选择、输水系统线路选择、正常蓄水位选择、施工规划选择等方面已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制约因素，工程建设环境合理可行。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境

4.1.1 地形地貌

工程区位于龙门山脉中段与成都平原北部交接地带，地势西北高、东南低，起伏较大，海拔高度 503～1232 m，区域形态分异明显，河流发育，切割较强，有“六山一水三分田”的特点。北西部属龙门山山前地区，有高、中、低山三种类型，以中山为主，面积 648.55 km^2，海拔一般在 504～4405 m 之间，最高峰为狮子王海拔 4981.4 m，为高中山峡谷地貌。河流支流较多，多发育于西北部，切割深度一般为 500～1000 m，河床狭窄，河谷陡峻。山体大多为沉积岩，区域内发育有多处溶蚀现象。

4.1.2 地质

4.1.2.1 地层岩性

工程区内主要出露的地层由老到新为三叠系飞仙关组、嘉陵江组、雷口坡组、天井山组、须家河组、侏罗系中统遂宁组、上统莲花口组以及第四系松散堆积物。

4.1.2.2 地质构造

工程区地跨扬子准地台与松潘—甘孜造山带两大构造单元，为平原区至山区的过渡地带。西北部为龙门山后山褶皱推覆体与马尔康被动陆源复理石楔，北东至唐王寨滑覆体与北川—映秀大断裂，中部为龙门山前山冲断—推覆体与中央冲断推覆体，东南则为川西台陷成都断坳。整体表现为西北部构造复杂，东南部构造相对简单的区域构造特征。

在次级单元上划分，工程区属于扬子板块前陆盆地与龙门山前山冲断—推覆体，自北向南由太平推覆体、彭灌推覆体、上书院—三河店推覆体及前陆盆地组成，区内断裂主要有晓坝—金花断层(二郎庙断层)、跑马岭逆断层、红椿坪逆断层、大石包逆断层、清平—白云上断层和北部、北西部山区内的木瓜坪逆断层、卸军门逆断层等断层组成的复杂构造带以及东南部平原区多条隐伏断层。同时区内发育有雷家窑倒转背斜、大岩方倒转向斜等次级褶皱。区内发育的地质构造除

去北部山区复杂的构造带外，其余构造基本呈北东—南西向发育，自北西至南东呈雁状排列。

4.1.2.3 地震

工程区近场中有重要龙门山断裂构造带，迄今为止，近场中发生的多次破坏性历史地震和强余震均分布在这条断裂及其附近地区。近场内的近代弱震活动与中强地震的分布格局相近，在近场区主要分布在龙门上断裂带内，在近场的其余地区，近代地震活动无显著的成带、成丛密集分布的现象，但频度、强度较高。根据历史地震资料和地震台网观测资料，绵竹抽水蓄能电站上坝和下坝工程场地5km 范围内曾发生过 2 次 4.7～4.9 级地震和 1 次 4.0～4.6 级地震以及十余次2.0～4.0 级地震。

根据四川省震灾风险防治中心完成的《绵竹抽水蓄能电站工程场地地震安全性评价报告》成果，工程区 50 年超越概率 10％、5%及 100 年超越概率 2%、1%的基岩水平向地震动峰值加速度最大值分别为 200gal、280gal、500gal、610gal，场地基本地震烈度为Ⅷ度。根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》(NB/T 35098−2017)，综合评价工程区区域构造稳定性差。

4.1.2.4 工程地质条件

(1) 上水库及坝址区

上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库。上水库四面环山，分水岭高程 1222m～1320m，圆包山分水岭高程 1232m，“圆包山”所在洼地周边南、东、北、西四个方向各发育 1 个垭口，地面高程 1140m～1174m。上水库坝址区域地形不封闭，需在垭口处筑坝，同时在“圆包山”东、南、西侧山体进行开挖即可形成半挖半填库盆。上水库由 1 主 2 副共 3 个大坝组成，主坝位于“Y”字汇合口～下游沟段，1#副坝位于左支沟中部东侧低洼地段，2#副坝位于左支沟北侧及右支沟北侧低洼地段。主坝区“Y”字汇合口沟槽底高程 1140.00m；“Y”字汇合口～下游沟段，沟槽总体走向 S45°E，坡降约 140‰，宽度 5～10m；两岸岸坡坡度约 30°～50°，“Y”字汇合口～下游沟谷地貌不对称，左岸岸坡相对较低，分水岭高程 1230.00m；右岸岸坡相对较高，分水岭高程 1320.00m。

上水库出露基岩地层主要为侏罗系上统莲花口组上段下部第一组(J_3l^{2-1}–①)

块状砾岩；莲花口组下段上部(J_3l^{1-2})砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩不等厚互层，夹钙质砾岩；第四系覆盖层主要有全新统崩坡积层(Q_4^{col+dl})、坡残积层(Q_4^{dl+el})、坡洪积层(Q_4^{dl+pl})。

(2) 下水库及坝址区

下水库位于麓棠镇半月山山前台地，属龙门山脉向成都平原过渡的山前台地，库区左岸为半月山，位于孙家沟与 1#冲沟之间，其山体宽厚，山顶高程为 1164.00m，高于水库近 500m，山坡表面起伏较小，为顺向坡；库区右岸为山前台地，呈低矮条形山脊，沿北 NE 向延申，山脊宽度 100～200m，山脊顶部高程 652～694m；台地南东侧为成都平原，工程区平原高程 640～650m，其与台地相对高差 12～35m；台地与半月山之间，靠近并穿过主坝中部位置为一低矮并延申较短的库中山脊，总体延申方向 NE，山脊宽度 90～180m，山脊顶部高程 656～678m；库中山脊与半月山之间为原困牛山水库溢洪道冲沟，沟底宽度 10～20m，沟中常年为干沟，无地表水。

下水库库坝区主要出露地层为莲花口组上段下部第三组(J_3l^{2-1}–③)灰白色(略呈淡红色)块状砾岩；第四系覆盖层坡残积层(Q_4^{dl+el})及中更新统冲积层(Q_3^{2al})。

(3) 输水系统

输水系统沿线山体雄厚，主山脊线总体走向 SE，山脊高程为 1160～1232m，在半月山山顶山分叉为两条山脊，分别沿孙家沟及 1#沟向 NE 及 SE 方向延申，分叉山脊高程分别为 710～1160m 及 810～1160m。山体坡度一般为 20°～25°，沿线为单斜地层，总体倾向下水库。山坡大部分分布覆盖层。输水系统沿线最高山脊上水库右岸分水岭，高程为 1232m，走向近 NNW 向，也是工程区上、下水库分水岭，沿线地表植被发育。

输水系统沿线地层主要出露地层为莲花口组下段上部(J_3l^{1-2})和莲花口组上段下部(J_3l^{2-1})。莲花口组下段上部(J_3l^{1-2})砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩不等厚互层，夹钙质砾岩，主要分布于引水下斜井下部以及下平洞段。莲花口组上段下部(J_3l^{2-1})又可细分为三个岩组，第一组(J_3l^{2-1}–①)块状砾岩为主，主要分布于上水库至主厂房、主变室以及尾闸室中部、下部区域，该组厚约 130m；第二组(J_3l^{2-1}–②)砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚互层，主要分布于尾闸室顶拱、尾调室以及尾水隧洞，该组厚约 270m；第三组(J_3l^{2-1}–③)灰白色(略呈淡红色)块状砾岩为主，

主要分布于尾水隧洞尾部，该组厚大于 400m。第四系覆盖层主要有全新统崩坡积层(Q_4^{col+dl})、坡残积层(Q_4^{dl+el})。

4.1.3 气候气象

工程区所在的石亭江流域属四川盆地亚热带湿润气候区，地处四川省著名的鹿头山—龙门山暴雨区南缘，在四川盆地与西北侧山地之间的交界带上，具有气候温和，夏秋多雨，冬春多阴，云雾较多，日照偏少的特点。流域地势抬升剧烈，水汽条件丰沛，受西北侧龙门山影响，流域内降雨量充沛。

绵竹抽水蓄能电站附近设有绵竹气象站，海拔高程 581m，距离工程区约 12km。根据绵竹气象站资料统计，该站多年平均气温 16.3℃，历年极端最高气温 39.5℃(出现在 8 月)，极端最低气温为−7.5℃(出现在 1 月)；多年平均年降水量 987.4mm，主要集中在 6～9 月；多年平均相对湿度 77%；多年平均年蒸发量 1052.1mm(蒸发观测仪器为小型蒸发 AM3 型)，5～8 月蒸发量最大；多年平均风速 1.4m/s，历年最大风速 12m/s，相应风向 NE(出现在 5 月)。

4.2 水文泥沙

4.2.1 径流

石亭江上游源头区为降水高值区，多年平均降水量 1800～2200mm，往下游随高程逐渐降低，年均降水量逐渐减小，至山区与盆地交界地区即湔底河～高景关一线，年均降水量降低为 1200～1400mm 左右。受降水变化趋势影响，流域径流深亦由源头区向下游逐渐减小。

绵竹抽水蓄能电站上、下水库坝址集水面积很小，自身天然来水量十分有限，水库初期蓄水及运行期水库补水水源主要来自石亭江干流，工程取水拟利用困牛山水库现有取水渠道进行局部改建，困牛山水库现有取水路线为：位于石亭江右岸的前进渠在什邡市洛水镇分水，分为南、北干渠，其中北干渠经倒虹吸至石亭江左岸、再至四支渠水库斗渠引石亭江水至困牛山水库，跨河倒虹吸距上游高景关水文站约 1.6km。由工程取水线路可知，工程的可取水量主要取决于石亭江干流天然径流量、渠道的分水量及渠道过流能力。高景关水文站下游约 130m 即为

前进渠南北干渠的渠首，且区间没有较大支流汇入，故选用高景关水文站作为石亭江干流取水断面(前进渠渠首)天然径流计算的设计依据站，石亭江干流取水断面径流成果直接采用高景关水文站径流成果。

绵竹抽水蓄能电站石亭江前进渠取水断面(前进渠渠首)处年径流月内分配成果如下表所示。取水断面处多年平均流量为 19.8m^3/s，折合径流量 6.24 亿 m^3；偏枯水年(P=75%)流量为 16.0m^3/s，折合径流量 5.05 亿 m^3。特枯水年(P=95%)流量为 11.9m^3/s，折合径流量 3.75 亿 m^3。

取水断面(前进渠渠首)年径流月内分配计算成果表

表 4.2−1　　单位：m^3/s

频率	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年值
多年平均	21.2	43.5	47.3	38.1	21.3	11.8	7.22	5.27	4.93	6.50	11.8	16.6	19.8
P=75%	24.0	26.5	29.3	25.9	21.3	10.0	6.61	5.18	5.28	6.65	8.3	22.5	16.0
P=95%	11.7	23.2	17.4	24.8	17.3	10.3	6.12	4.69	4.05	4.26	5.23	13.0	11.9

4.2.2 洪水

绵竹抽水蓄能电站所在的石亭江流域属鹿头山暴雨区的腹部地带，该区域受副热带高压的影响，降水主要受控于西南季风的活动强弱，夏季西风带活动减弱，并逐渐北移，太平洋副高加强，印度洋孟加拉湾以及南海的水汽沿副高向内地输入，在地形影响下，常形成暴雨。暴雨量级大，大暴雨和特大暴雨时有发生，暴雨的出现时间主要集中在 7、8 两月，6、9 月也时有发生，暴雨区控制面积较大。石亭江上游暴雨中心多年平均 24h 雨量可达 160.0mm 以上，由于地形陡峻、汇流快，形成峰高量大、历时短，过程尖瘦的上游型洪水，是石亭江洪水的主要来源。高景关以下属鹿头山暴雨区向盆地暴雨低值区的过渡地带，高景关至河口区间平原河道比降相对平缓，河床宽浅不等，在河道形态、河流水系组成情况条件下，构成石亭江洪水特点。

根据四川省实测和调查各时段最大点雨量分布图，石亭江流域工程区周边约 30km 范围内，最大 10min、最大 1h 暴雨发生于高景关水文站，暴雨量分别为 24.9mm 和 96.6mm；最大 6h 暴雨发生于天池雨量站，暴雨量为 293mm，其次为高景关水文站，暴雨量为 283.2mm；最大 24h 暴雨发生于天池雨量站，暴雨量为 447mm，其次为高景关水文站，暴雨量为 337.9mm。

4.2.3 泥沙

4.2.3.1 流域产沙概况

绵竹抽水蓄能电站所在的石亭江流域泥沙主要来源于汛期降雨引起的表土侵蚀和水流对河床的侵蚀下切；河床由块卵石组成，推移质泥沙主要来源于坡度较陡的两岸支沟。石亭江高景关水文站以上流域为深山陡岩区，森林覆盖率高，多为亚高山常绿针叶林，落叶阔叶林及高山、亚高山草甸和竹林、山地灌丛；土壤多为山地灰棕壤、山地草甸土、山地灰化土，矿子与冷沙泥等；虽然北部山区处于鹿头山暴雨区，但因植被良好，人类活动影响不强烈，水土流失不严重。高景关水文站以下为湿润多雨的成都冲积平原，自然植被较差，水土流失严重。流域内来沙量主要集中在汛期，根据《四川省水文手册》悬移质输沙模数等值线图及近年现状估计，高景关水文站以上多年平均年输沙模数约 400～700t/(km^2 •a)，高景关水文站以下多年平均年输沙模数约 700～1000t/(km^2 • a)。

4.2.3.2 悬移质

绵竹抽水蓄能电站位于射水河流域上游山区，上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，采用半挖半填、筑坝成库的方案；下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库；下水库从石亭江干流取水，取水断面位于高景关水文站附近。工程上、下水库和高景关水文站集水面积分别为 0.46km^2 、1.28km^2 和 629km^2，多年平均流量分别为 0.0181m^3/s、0.0503m^3/s 和 19.8m^3/s。

工程上水库入库沙量由本流域天然来沙组成，下水库入库沙量由本流域天然来沙及石亭江取水来沙两部分组成。

根据上、下水库和高景关水文站集水面积及多年平均流量，推算得上、下水库和取水断面悬移质年均输沙量分别为 0.0322 万 t、0.0896 万 t 和 44.0 万 t，多年平均含沙量分别为 0.564kg/m^3 、0.565kg/m^3 和 0.705kg/m^3。

4.2.3.3 推移质

工程上、下水库和石亭江前进渠取水断面的推移质年均输沙量分别约为 0.0064 万 t 、0.0179 万 t 和 8.81 万 t。

4.2.4 冰情

绵竹抽水蓄能电站工程区属四川盆地亚热带湿润气候区，多年平均气温16.3℃，冬季平均气温6.8℃；12月～次年3月极端最低气温在−7.5～0.7℃之间，极端最低气温发生的频次少且持续时间短，难以达到结冰的条件。从现场调查情况来看，本工程下水库利用的原困牛山水库运行多年均不曾出现结冰现象。

4.3 地表水环境现状

4.3.1 水环境功能

根据《绵竹市江河水功能区划报告(报批稿)》(2018年，四川省地质工程勘察院)，，绵竹抽水蓄能电站工程评价河段水域环境执行《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)III类水质标准。

4.3.2 水质现状

4.3.2.1 水质例行监测成果

根据绵竹市2019～2022年发布的《绵竹市生态环境质量报告书》，绵竹抽水蓄能电站涉及石亭江流域布设有金花镇三江村上游、高景关、广济大桥、新市大桥、24支渠入河口末端、25支渠入河口末端、打渔院村磷石膏堆场上游、打渔院村磷石膏堆场下游、金轮大桥等10个监测点位；射水河流域布设有三箭水、玫瑰大道桥、付家堰入河口、绵清路大桥、射水河观鱼大桥、与马尾河汇合前末端断面、马射汇合后下游等7个监测点位。其中，距离工程区较近的为石亭江高景关断面和射水河三箭水断面，分别位于工程下水库引水渠取水断面上游130m处和原困牛山水库溢洪道所接射水河上游。两个断面的水质均可达到《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)III类标准。水质监测结果见下表。

2019～2022年绵竹境内石亭江、射水河常规断面水质监测结果表

表4.3−1　　单位：mg/L

河流	断面名称	年度	氨氮			总磷		
			枯水期	平水期	丰水期	枯水期	平水期	丰水期
石亭江	高景关	2019	0.106	0.179	0.094	0.114	0.085	0.067
		2020	0.125	/	0.235	0.055	/	0.086
		2021	0.045	0.028	0.035	0.067	0.068	0.140

河流	断面名称	年度	氨氮			总磷		
			枯水期	平水期	丰水期	枯水期	平水期	丰水期
		2022	0.097	0.201	0.356	0.055	0.05	0.07
射水河	三箭水	2019	0.041	0.026	0.114	0.077	0.064	0.050
		2020	0.071	0.282	0.276	0.099	0.080	0.031
		2021	0.027	0.031	0.038	0.046	0.171	0.071
		2022	0.068	0.199	0.183	0.07	0.08	0.05
《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类标准			1.0			0.2		

4.3.2.2 水质现状监测

为进一步掌握工程涉及水体的水质状况，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 3 月对工程评价河段地表水水质现状进行了补充监测。监测报告见附件 6。

(1) 监测断面

本次共设置 6 个地表水水质监测断面，监测断面布置情况见下表。

工程区域地表水水质监测断面布设表

表 4.3−2

序号	监测断面位置	点位坐标	执行标准
B01	困牛山水库库尾	(E104°03′14″，N31°17′48″)	《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类水域标准
B02	困牛山水库坝前	(E104°03′30″，N31°18′02″)	
B03	射水河支沟孙家沟漫水桥西侧断面	(E104°03′42″，N31°18′19″)	
B04	石亭江支流射水河河口以上 500m	(E104°16′08″，N31°09′28″)	
B05	石亭江干流断面	(E104°16′15″，N31°09′15″)	
B06	石亭江干流前进渠分水闸进水口	(E104°02′27″，N31°16′15″)	

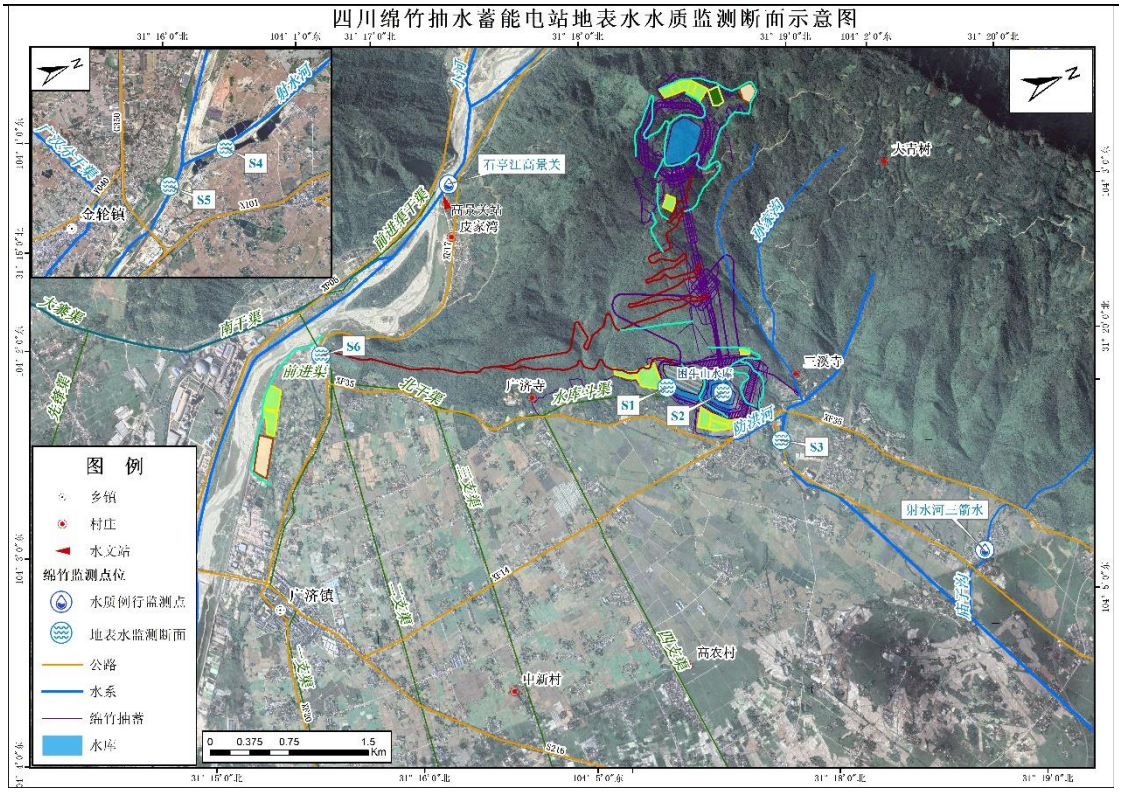


图4.3-1 绵竹抽水蓄能电站地表水现状监测点位示意图

(2) 监测因子

各断面均按《地面水环境质量标准》(GB3838−2002)监测水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD_{Cr})、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3−N)、总磷(以 P 计)、总氮(以 N 计)、铜、锌、氟化物(以 F^-计)、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群(个/L)、叶绿素 a、透明度等，共 27 项。

(3) 时间和频次

2023 年 3 月 1 日～3 日，连续监测 3 天，每天监测 1 次。

(4) 现状评价方法

采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3−2018)中的单项水质参数标准指数法评价相关水域水质现状。计算公式如下：

1) 单项水质参数 i 在 j 点的标准指数的计算公式

$S_{ij}=C_{ij}/C_{si}$

式中： S_{ij}——单项水质参数 i 在 j 点的标准指数；

C_{ij}——污染物 i 在监测点 j 的浓度(mg/L)；

C_{si}——水质参数 i 的地表水水质标准(mg/L)。

2) 溶解氧(DO)标准指数的计算公式

$S_{Do,\ j}=|(DO_f-DO_j)|/(DO_f-DO_s)$ $(DO_j \geq DO_s$ 时)

$S_{Do,\ j}=10-9\times DO_j/DO_s$ $(DO_j < DO_s$ 时)

式中：S_{DO}——单项水质参数 DO 在 j 点的标准指数；

DO_j——水质参数 DO 在 j 点的浓度(mg/L)；

DO_f——饱和溶解氧浓度(mg/l)，按下式计算：

$DO_f=468/(31.6+T)$；

DO_s——溶解氧的地表水水质标准(mg/L)。

3) pH 值标准指数的计算公式

$S_{pH,\ j}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd})(pH_j \leq 7.0$ 时)

$S_{pH,\ j}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0)(pH_j > 7.0$ 时)

式中：$S_{pH,\ j}$——单项水质参数 pH 在 j 点的标准指数；

pH_j——水质参数 pH 在 j 点的浓度；

pH_{sd}——地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su}——地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

当各项参数的标准指数≤1 时，表明该参数满足规定的水质标准，当各项参数的标准指数＞1 时，则不能满足，标准指数数值越大，参数代表的环境质量越差。

(5) 现状评价结论

除 B01 和 B02 外，其余断面均为河流断面，不进行 TN 评价。从下表可知，监测时段内各断面监测指标标准指数均小于 1，各断面水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类标准要求，总体来看，工程区地表水水质良好。

工程区域地表水水质现状监测成果表

表 4.3−3　　单位：mg/L(其中：pH：无量纲；水温单位：℃；透明度：cm；粪大肠菌群单位：MPN/L)

序号	检测项目	B01			B02			B03			B04			B05			B06		
		3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日
1	水温	10.2	9.1	9.5	9.8	9.1	9.6	10	9.5	9.3	10.5	10.8	11.3	10.6	10.7	11.2	10.4	9.9	10.3
2	pH	7.3	7.2	7.3	7.2	7.2	7.3	7.4	7.3	7.4	7.3	7.4	7.3	7.4	7.5	7.4	7.8	7.7	7.8
3	溶解氧	7	6.8	7	7.1	6.9	7.1	6.9	7.2	7.5	7.5	7.7	7.9	7.2	7.4	7.6	6.1	6.3	6.4
4	透明度	81	80	84	80	82	85	>25	>25	>25	43	42	46	36	36	39	30	31	32
5	高锰酸盐指数	2.4	2.3	2.2	2.8	2.7	2.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.7	1.2	1.3	1.2
6	化学需氧量	12	12	12	13	13	12	10	9	10	9	10	9	9	10	11	8	8	8
7	五日生化需氧量	1.6	1.4	1.5	2	1.9	1.9	0.7	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
8	氨氮	0.071	0.086	0.077	0.059	0.077	0.065	0.086	0.071	0.077	0.068	0.109	0.112	0.135	0.106	0.117	0.126	0.091	0.098
9	总磷	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.1	0.07	0.08	0.08	0.06	0.07	0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1
10	总氮	0.59	0.94	0.95	0.92	0.93	0.88	1.36	1.31	1.21	1.86	2.22	2.36	2.71	2.83	2.91	0.57	0.93	0.85
11	铜	9.1×10^{-4}	9.9×10^{-4}	9.8×10^{-4}	9.9×10^{-4}	9.7×10^{-4}	9.7×10^{-4}	4.4×10^{-4}	3.9×10^{-4}	3.9×10^{-4}	8.5×10^{-4}	8.6×10^{-4}	9.0×10^{-4}	1.13×10^{-3}	1.12×10^{-3}	1.14×10^{-3}	8.0×10^{-4}	7.8×10^{-4}	7.6×10^{-4}
12	锌	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	氟化物	0.305	0.28	0.296	0.292	0.296	0.282	0.398	0.423	0.389	0.244	0.228	0.245	0.292	0.323	0.297	0.288	0.325	0.322
14	硒	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.5×10^{-4}	6.4×10^{-4}	7.8×10^{-4}	1.06×10^{-3}	9.4×10^{-4}	1.21×10^{-3}	5.0×10^{-4}	4.3×10^{-4}	5.8×10^{-4}	7.4×10^{-4}	6.6×10^{-4}	6.6×10^{-4}
15	砷	1.24×10^{-3}	1.26×10^{-3}	1.27×10^{-3}	1.25×10^{-3}	1.26×10^{-3}	1.30×10^{-3}	1.06×10^{-3}	1.06×10^{-3}	9.9×10^{-4}	1.12×10^{-3}	1.04×10^{-3}	1.06×10^{-3}	1.58×10^{-3}	1.66×10^{-3}	1.69×10^{-3}	1.41×10^{-3}	1.39×10^{-3}	1.38×10^{-3}
16	汞	5×10^{-5}	5×10^{-5}	5×10^{-5}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17	镉	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

序号	检测项目	B01			B02			B03			B04			B05			B06		
		3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日	3月1日	3月2日	3月3日
19	铅	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.9×10^{-4}	2.0×10^{-4}	2.3×10^{-4}
20	氰化物	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	挥发酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	石油类	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	阴离子表面活性剂	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	硫化物	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	粪大肠菌群	4.9×10^{2}	1.3×10^{2}	2.3×10^{2}	50	20	50	5.4×10^{3}	5.4×10^{3}	3.5×10^{3}	3.5×10^{3}	2.4×10^{3}	1.7×10^{3}	2.4×10^{3}	5.4×10^{3}	3.5×10^{3}	3.3×10^{2}	2.7×10^{2}	2.3×10^{2}
26	叶绿素a	0.068	0.07	0.068	0.07	0.066	0.072	0.007	0.009	0.009	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007	0.008	0.008	0.007	0.007
27	悬浮物	8	7	8	8	9	8	7	7	7	11	10	12	13	12	13	9	9	8
样品性状：无色、无味、无浮油																			

工程区域地表水水质标准指数统计表

表 4.3−4

序号	检测项目	B01		B02		B03		B04		B05		B06		III类指标
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	
1	水温(℃)	9.6	/	9.5	/	9.6	/	10.9	/	10.8	/	10.2	/	/
2	pH(无量纲)	7.3	0.13	7.2	0.12	7.4	0.18	7.3	0.17	7.4	0.22	7.8	0.38	6～9
3	溶解氧(mg/L)	6.9	0.696	7.0	0.682	7.2	0.654	7.7	0.552	7.4	0.602	6.3	0.796	5
4	透明度(cm)	82	/	82	/	>25	/	44	/	37	/	31	/	/
5	高锰酸盐指数(mg/L)	2.3	0.38	2.6	0.43	1.1	0.19	1.2	0.21	1.5	0.24	1.2	0.21	6
6	化学需氧量(mg/L)	12	0.60	13	0.63	10	0.48	9	0.47	10	0.50	8	0.40	20
7	五日生化需氧量(mg/L)	1.5	0.38	1.9	0.48	0.8	0.21	0.9	0.22	0.9	0.23	0.9	0.22	4
8	氨氮(mg/L)	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	1.00
9	总磷(mg/L)	0.04	0.800	0.04	0.73	0.08	0.42	0.07	0.35	0.09	0.43	0.09	0.47	0.2(湖、库 0.05)
10	总氮(mg/L)	0.83	0.83	0.91	0.91	1.29	1.29	2.15	2.15	2.82	2.82	0.78	0.78	1.0
11	铜(mg/L)	9.6×10^{-4}	＜0.01	9.8×10^{-4}	＜0.01	4.0×10^{-4}	＜0.01	8.7×10^{-4}	＜0.01	1.13×10^{-3}	＜0.01	7.8×10^{-4}	＜0.01	1.0
12	锌(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.0
13	氟化物(mg/L)	0.294	0.29	0.290	0.29	0.403	0.40	0.239	0.24	0.304	0.30	0.312	0.31	1.000
14	硒(mg/L)	/	/	/	/	6.9×10^{-4}	0.07	1.07×10^{-3}	0.11	5.0×10^{-4}	0.05	6.9×10^{-4}	0.07	0.01
15	砷(mg/L)	1.26×10^{-3}	0.025	1.27×10^{-3}	0.03	1.04×10^{-3}	0.02	1.07×10^{-3}	0.02	1.64×10^{-3}	0.03	1.39×10^{-3}	0.03	0.05
16	汞(mg/L)	5×10^{-5}	0.50	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.0001
17	镉(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.005
18	六价铬(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.05
19	铅(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	$6..2\times10^{-4}$	＜0.01	0.05
20	氰化物(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.2
21	挥发酚(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.005

序号	检测项目	B01		B02		B03		B04		B05		B06		III类指标
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	
22	石油类(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.05
23	阴离子表面活性剂(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.2
24	硫化物(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.2
25	粪大肠菌群(MPN/L)	283	0.03	40	＜0.01	4767	0.48	2533	0.25	3767	0.38	277	0.03	10000
26	叶绿素 a(mg/L)	0.069	/	0.069	/	0.008	/	0.007	/	0.007	/	0.007	/	/
27	悬浮物(mg/L)	8	/	8	/	7	/	11	/	13	/	9	/	/

4.3.2.3 底泥

为了解原困牛山水库底泥环境质量现状，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 7 月对困牛山水库库区底泥进行了监测。现场共布置 1 个监测点，布置情况见下表。

底泥环境监测断面布设表

表 4.3−5

序号	监测断面位置	点位坐标
N01	困牛山水库库区	(104.056834712，31.300175541)

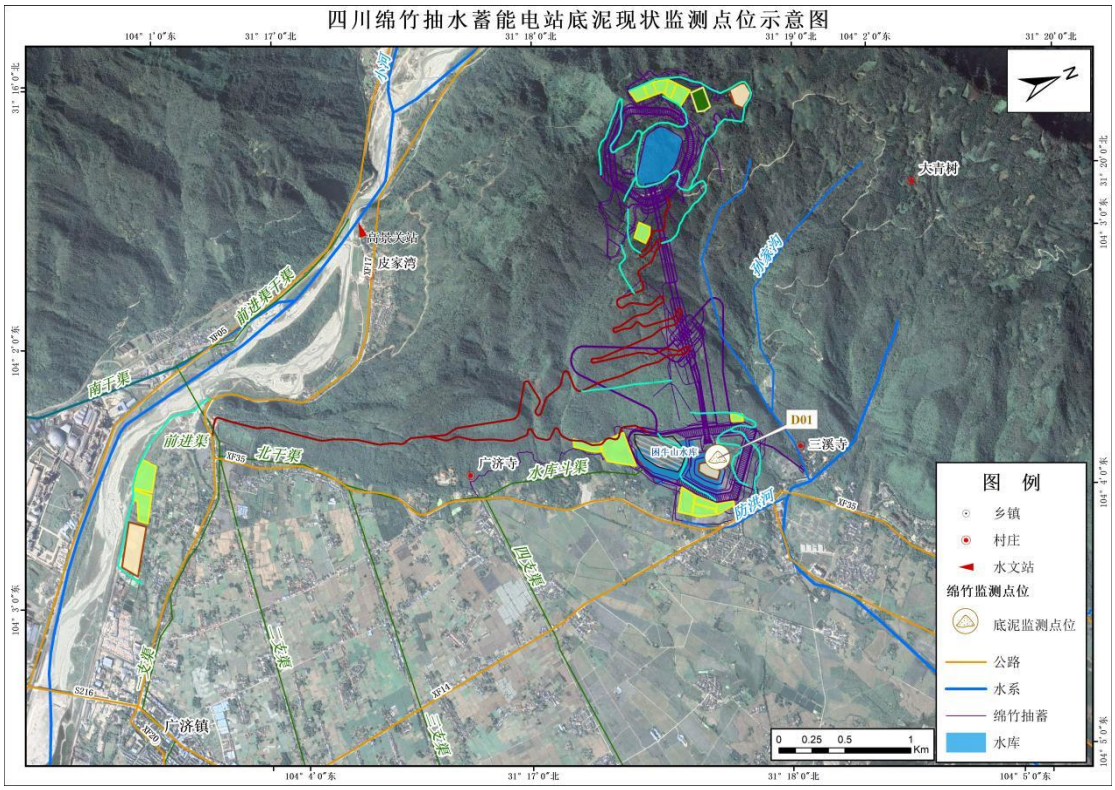


图4.3-2 绵竹抽水蓄能电站底泥现状监测点位示意图

困牛山水库库区底泥按照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618−2018)中表 1 中 8 个项目进行检测，同时监测 pH 值。

困牛山水库库区底泥监测结果表

表 4.3-6

检测信息			检测结果	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准
序号	检测项目	采样日期	N01	/
			采样深度 0.2cm	/
1	pH 值(无量纲)	7 月 26 日	7.26	6.5～7.5
2	镉(mg/kg)		0.24	0.3
3	汞(mg/kg)		0.064	2.4
4	砷(mg/kg)		24.8	30
5	铅(mg/kg)		26	120
6	铬(mg/kg)		80	200
7	铜(mg/kg)		37.6	100
8	镍(mg/kg)		47	100
9	锌(mg/kg)		98	250

由上表可以看出，困牛山水库库区底泥各项监测指标均小于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中表 1 相应 pH 值对应的风险筛选值，表明困牛山水库库区低质中基本未发生重金属沉积和污染物富集。

4.4 地下水环境现状

4.4.1 地下水类型及补、径、排特征

绵竹抽水蓄能电站上、下水库和地下工程区域(输水系统和地下厂房)地下水类型均为裂隙溶隙水。裂隙溶隙水主要分布于侏罗系上统莲花口组地层(J_3l)，其中莲花口组 1 段下部(J_3l^{1-1})岩性主要为灰、褐色巨厚层—块状钙质砾岩，间杂数个含砾砂岩、岩屑长石砂岩透镜体；莲花口组 1 段上部(J_3l^{1-2})岩性主要为灰、褐灰色岩屑砂岩、含砾岩屑砂岩、粉砂质泥岩互层；莲花口组 2 段下部(J_3l^{2-1})岩性主要为灰、浅灰色巨厚状钙质砾岩，夹数个含砾砂岩、岩屑砂岩透镜体；莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-2})岩性主要为灰、黄灰色中厚层状细粒长石砂岩、紫红、棕红色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩组成韵律式不等厚互层。

上水库区横跨侏罗系莲花口组 1 段上部(J_3l^{1-2})和 2 段下部(J_3l^{2-1})界限，库区西侧位于莲花口组 1 段上部(J_3l^{1-2})地层内，库区南东侧位于莲花口组 2 段下部(J_3l^{2-1})地层内，接受大气降水补给，大部分地下水向南东沿垂向裂隙及层间溶隙发生径流，以泉的形式泄于低洼部位形成地表明流。

下水库横跨莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-2})与 2 段下部(J_3l^{2-1})地层的界限，且大部分位于莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-2})地层之上，仅靠山体一侧位于 2 段下部(J_3l^{2-1})地层之上，接受大气降水及石亭江补给，由于地层基岩浅表垂向裂隙发育，水流可沿垂向裂隙向深部运移，但垂向裂隙发育的深度有限，同时岩层层间裂隙的抗溶蚀能力相对较弱，故水流垂向运移一定深度后便转向沿层面运移，于坡脚处以泉的形式排泄。

地下工程(输水系统和地下厂房)全长约 1800m，其中地下厂房埋深最大，约 500m。地下工程揭穿莲花口组 1 段上部(J_3l^{1-2})及 2 段下部(J_3l^{2-1})两层砾岩岩溶地层，接受大气降水补给，地下水向南东沿垂向裂隙及层间溶隙发生径流，部分地下水于坡脚处以泉的形式排泄。

工程区水文地质平面图见附图 27，水文地质剖面图见附图 28。

4.4.2 地下水水位及水质

为掌握本工程区域地下水环境质量现状，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 3 月 1～2 日、11 月 16～17 日分别开展了 1 期地下水水质及水位监测。

4.4.2.1 地下水水位

工程区最大高程约 1250 m，平原高程约 650 m，为便于叙述不同高程范围地表水流及地下水位存在的差异，结合工程区内高程范围，将>1050 m、1050～850 m、<850 m 高程范围分别划分为工程区的高、中、低高程，高高程山顶附近支沟，为季节性流水；中高程支沟仅孙家沟 1049m 高程发育岩溶水，其余支沟均为季节性流水；低高程支沟主要为季节性流水，紧邻平原结合区域发育有泉水。

本次共设置 5 个地下水监测断面，监测断面布置情况见下表。

工程区域地下水环境现状监测点一览表

表 4.4-1

序号	监测断面位置	点位坐标
X01	上水库占地区	(E104° 02′ 17″，N31° 18′ 07″)
X02	下水库占地区(“三箭水”)	(E104° 03′ 34″，N31° 18′ 14″)
X03	输水系统	(E104° 02′ 48″，N31° 18′ 08″)
X04	下水库占地区(“三箭水”泉眼)	(E104° 03′ 29″，N31° 18′ 09″)
X05	下水库占地区	(E104° 03′ 31″，N31° 18′ 11″)

根据本次调查结果以及勘探钻孔的地下水观测初步成果，工程区高高程地下水位总体低平，由北西流向南东，局部区域受溶蚀作用差异，岩体透水性存在差异，地下水位差别较大；中高程地下水位总体埋深较大；低高程地下水位平缓，边坡受溶蚀作用影响较大，地下水位埋藏较深，临近平原区域，受平原地下水顶托，以及泉水出露等，地下水位埋藏较浅。上水库区域地下水位高程分布在1081.7～1191.4m，总体埋深 21.0～74.0m，部分为干孔；下水库区域地下水位高程分布在 623.0～667.8m，总体埋深 0.2～48.0m；地下工程区域地下水位埋深多介于 50.0～300.0m 之间。

工程区域地下水水位统计表

表 4.4−2

测点编号	孔口高程(m)	钻井深度(m)	水位埋深(m)	水位高程(m)	地下水类型
X01	1127.0	85.0	25.0	1102.0	勘探用井
X02	638.0	75.0	1.5	636.5	勘探用井
X03	1043.0	450.0	120.0	923.0	勘探用井
X04	608.0	/	2.0	606.0	灌溉
X05	605.0	/	3.0	602.0	灌溉

4.4.2.2 地下水水质

(1) 监测断面

本次共设置 5 个地下水水质监测断面，监测断面布置情况见表 4.4-1。

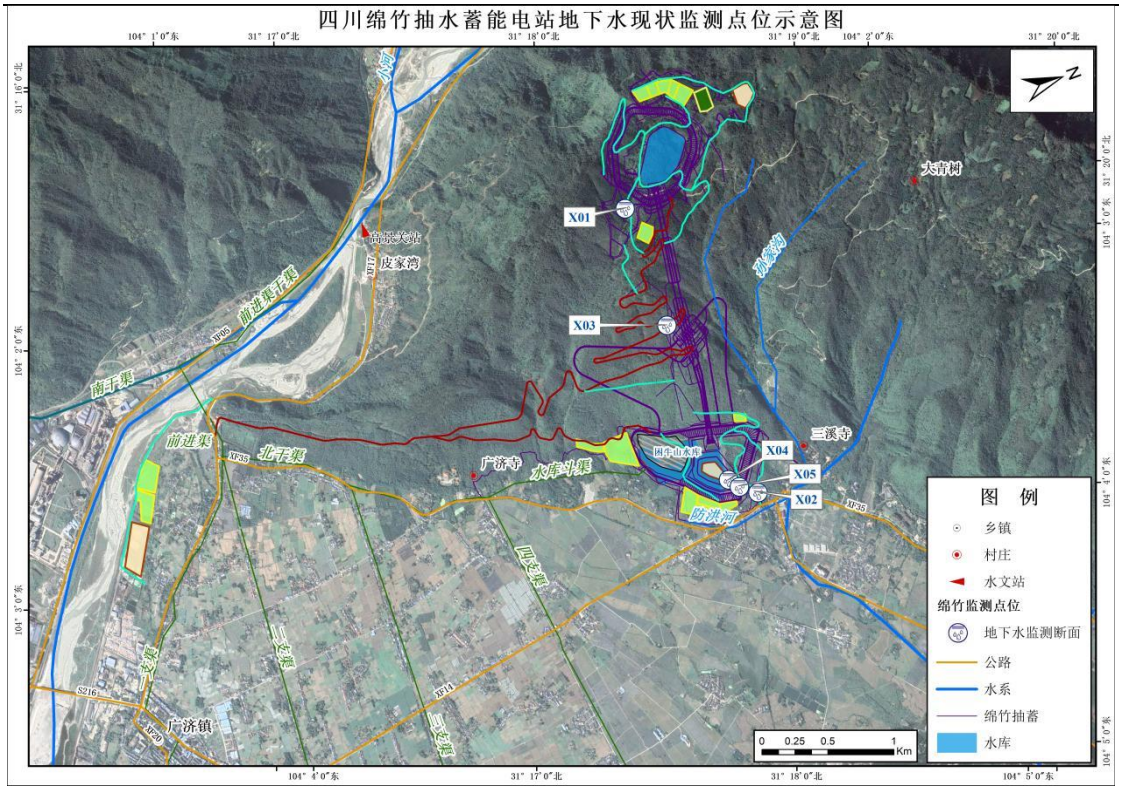


图4.4-1 绵竹抽水蓄能电站地下水现状监测点位示意图

(2) 监测因子

监测因子主要包括 pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、菌落总数、钾、钠、钙、镁、CO_3^{2-}、HCO^{3-}等，共 27 项。

(3) 时间和频次

2023 年 3 月 1～2 日、11 月 16～17 日分别监测 1 期，每个地下水监测点位采样 2 天，每天 1 次。

(4) 现状评价方法

采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610−2016)中的标准指数法评价地下水水质现状。计算公式如下：

1) 对于评价标准为定值的水质因子

$P=C_i/C_{si}$

式中： P_i——第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i——第 $_i$ 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si}——第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

2) 对于评价标准为区间值的水质因子(如 pH 值)

$P_{pH,\ j}=(7.0-pH)/(7.0-pH_{sd})$(pH≤7 时)

$P_{pH,\ j}=(pH-7.0)/(pH_{su}-7.0)$(pH＞7 时)

式中： P_{pH}——pH 的标准指数，无量纲；

pH——pH 监测值；

pH_{su}——标准中 pH 的上限值；

pH_{sd}——标准中 pH 的下限值。

标准指数>1，表明该水质因子已超标，标准指数越大，超标越严重。

(5) 现状评价结论

由下表可知，各断面监测指标标准指数均小于 1，各断面水质均满足《地下水质量标准》(GB/T14848−2017) III 类标准。

工程区域地下水水质现状表

表 4.4−3

序号	检测项目	X01		X02		X03		X04		X05	
		3 月 1 日	3 月 2 日	3 月 1 日	3 月 2 日	3 月 1 日	3 月 2 日	11 月 16 日	11 月 17 日	11 月 16 日	11 月 17 日
1	pH(无量纲)	7.4	7.3	7.3	7.2	7.3	7.4	7.8	7.8	7.7	7.7
2	总硬度(mg/L)	234	233	110	139	249	244	209	202	211	204
3	溶解性总固体(mg/L)	260	260	120	156	280	266	231	227	225	234
4	重碳酸根(mg/L)	186	190	100	138	200	190	173	177	201	210
5	碳酸根(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	氟化物(mg/L)	0.45	0.432	0.3	0.294	0.404	0.424	ND	ND	ND	ND
7	氯化物(mg/L)	3.5	3.35	4.54	4.27	3.37	3.24	1.6	2.1	1.3	2.5
8	亚硝酸盐氮(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	0.004	0.003	0.003
9	硝酸盐氮(mg/L)	1.26	1.25	ND	ND	1.23	1.24	1.32	1.32	0.13	0.15
10	硫酸盐(mg/L)	74	73.3	23.7	21	75.2	73.2	56	57	41	42
11	铁(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	锰(mg/L)	9.12×10^{-3}	9.46×10^{-3}	1.72×10^{-3}	1.42×10^{-3}	6.70×10^{-3}	6.84×10^{-3}	1.51×10^{-3}	1.60×10^{-3}	1.28×10^{-3}	1.21×10^{-3}
13	挥发酚(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	耗氧量(mg/L)	0.26	0.28	1.54	1.4	0.22	0.32	0.79	0.83	0.92	0.98
15	氨氮(mg/L)	0.028	0.039	0.477	0.486	0.033	0.045	0.074	0.080	0.056	0.045
16	钾(mg/L)	1.94	2.44	2.07	2.15	2.45	2.29	1.75	1.98	1.23	1.32
17	钠(mg/L)	7.1	6.37	6.17	5.84	8.75	6.34	1.22	1.30	2.13	1.97
18	钙(mg/L)	64	67	30	36	69	71	57	58	51	62
19	镁(mg/L)	18	17	8	12	18	15	16	15	21	13
20	总大肠菌群(MPN/L)	20	20	10	10	20	10	20	20	20	<20

序号	检测项目	X01		X02		X03		X04		X05	
		3 月 1 日	3 月 2 日	3 月 1 日	3 月 2 日	3 月 1 日	3 月 2 日	11 月 16 日	11 月 17 日	11 月 16 日	11 月 17 日
21	菌落总数 (CFU/L)	7.0×10^{3}	7.0×10^{3}	9.0×10^{3}	1.2×10^{4}	7.0×10^{3}	6.0×10^{3}	9.1×10^{4}	7.9×10^{4}	8.3×10^{4}	9.0×10^{4}
22	氰化物(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	汞(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	砷(mg/L)	1.53×10^{-3}	1.49×10^{-3}	3.0×10^{-4}	2.8×10^{-4}	1.58×10^{-3}	1.55×10^{-3}	1.60×10^{-3}	1.53×10^{-3}	1.63×10^{-3}	1.58×10^{-3}
25	镉(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
26	六价铬(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
27	铅(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
样品性状：无色、无味、无浮油											

工程区域地下水水质标准指数评价表

表 4.4−4

序号	检测项目	X01		X02		X03		X04		X05		III类指标
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	
1	pH(无量纲)	7.4	0.23	7.3	0.17	7.4	0.23	7.80	0.53	7.70	0.47	6.5≤PH≤8.5
2	总硬度(mg/L)	234	0.52	125	0.28	247	0.55	206	0.46	208	0.46	450
3	溶解性总固体(mg/L)	260	0.26	138	0.14	273	0.27	229.00	0.23	229.50	#DIV/0!	1000
4	重碳酸根(mg/L)	188	/	119	/	195	/	175.00	/	205.50	/	/
5	碳酸根(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	氟化物(mg/L)	0.441	0.44	0.297	0.30	0.414	0.41	/	/	/	/	1.0
7	氯化物(mg/L)	3.43	0.01	4.41	0.02	3.31	0.01	1.85	0.01	1.90	0.01	250
8	亚硝酸盐氮(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1.00
9	硝酸盐氮(mg/L)	1.26	0.06	/	/	1.24	0.06	1.32	0.07	0.14	0.01	20.0
10	硫酸盐(mg/L)	73.7	0.29	22.4	0.09	74.2	0.30	56.50	0.23	41.50	0.17	250
11	铁(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.3
12	锰(mg/L)	0.009	0.09	0.002	0.02	0.007	0.07	0.02	0.16	0.01	0.12	0.10
13	挥发酚(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.002
14	耗氧量(mg/L)	0.27	0.09	1.47	0.49	0.27	0.09	0.81	0.27	0.95	0.32	3.0
15	氨氮(mg/L)	0.034	0.07	0.482	0.96	0.039	0.08	0.08	0.15	0.05	0.10	0.50
16	钾(mg/L)	2.19	/	2.11	/	2.37	/	1.87	/	1.28	/	/
17	钠(mg/L)	6.74		6.01	0.03	7.55		1.26		2.05		200
18	钙(mg/L)	66	/	33	/	70	/	57.50	/	56.50	/	/
19	镁(mg/L)	18	/	10	/	17	/	15.50	/	17.00	/	/
20	总大肠菌群(MPN/L)	20	0.67	10	0.33	15	0.50	20.00	0.67	20.00	0.67	30.0
21	菌落总数(CFU/L)	7000	0.07	64500	0.65	6500	0.07	85000	0.85	86500	0.87	100000
22	氰化物(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.05
23	汞(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.001

序号	检测项目	X01		X02		X03		X04		X05		III类指标
		平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	平均值	标准指数	
24	砷(mg/L)	0.0015	0.15	0.0003	0.03	0.00157	0.16	0.0016	0.16	0.0016	0.16	0.01
25	镉(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.005
26	六价铬(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.05
27	铅(mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.01

4.4.3 地下水敏感目标

根据区域地质资料，结合现场地表调查资料成果，“三箭水”泉位于原困牛山水库大坝左岸坡脚，坐标 31.30061567°N，104.06061575°E。该古泉于第三次全国文物普查时发现，未定级。据《绵竹县志》载，“相传蜀王秀提兵至，士马苦渴，王以三矢祝天，射西北山足，俄而水涌者三”。

“三箭水”泉现状区域用水户包括居民及部分地方企业，其中居民约 425 户，954 人；地方企业 3 处。供水方式为由当地中新水厂统一供水，供水管网基本已覆盖整个区域。同时，“三箭水”泉现状区域用水户为节约水费或其他原因，自行埋设管线从“三箭水”泉泉眼处加压引水。因此，两种用水方式共同作为“三箭水”泉现状区域用水户的日常生活、生产用水。

“三箭水”泉现状区域用水情况表

表 4.4−5

三箭水供水区域	户数及人口	用水方式
麓堂镇(天宝村：5 组、6 组、7 组、五七村：1 组、9 组)	约合 300 户，人口 620 人	自来水厂供应、“三箭水”泉埋管引水
广济镇吉祥村(部份村组)	约合 125 户口，人口 334 人	自来水厂供应、“三箭水”泉埋管引水
地方企业	公墓、三溪茶园、银谷集团	自来水厂供应、“三箭水”泉埋管引水

野外实际调查资料显示，“三箭水”泉区域地层主要为莲花口组 2 段下部(J_3l^{2-1})和上部(J_3l^{2-2})，其中 J_3l^{2-1} 地层岩性主要为钙质砾岩，溶蚀现象明显，发育大量溶蚀裂隙，赋存裂隙溶隙水，富水性较强，该地层内出露多处泉点，其中以“三箭水”泉流量较大，年平均径流量约 350 L/s。

图4.4-2 “三箭水”泉现状照片

“三箭水”泉区域地下水类型为裂隙溶隙水，主要受山区大气降水入渗补给和石亭江地表水的侧向补给，且石亭江地表水补给量较多。J_3l^{2-1} 地层溶隙发育，溶隙以垂向和沿层面发育为主，为石亭江水侧向入渗 J_3l^{2-1} 地层、补给三箭水泉提供了通道条件，而 J_3l^{2-1} 地层外侧的 J_3l^{2-2} 地层起隔水作用，保证石亭江水进入 J_3l^{2-1} 地层后不会大量向第四系径流，“三箭水”泉成因模式平面及剖面如下图所示。

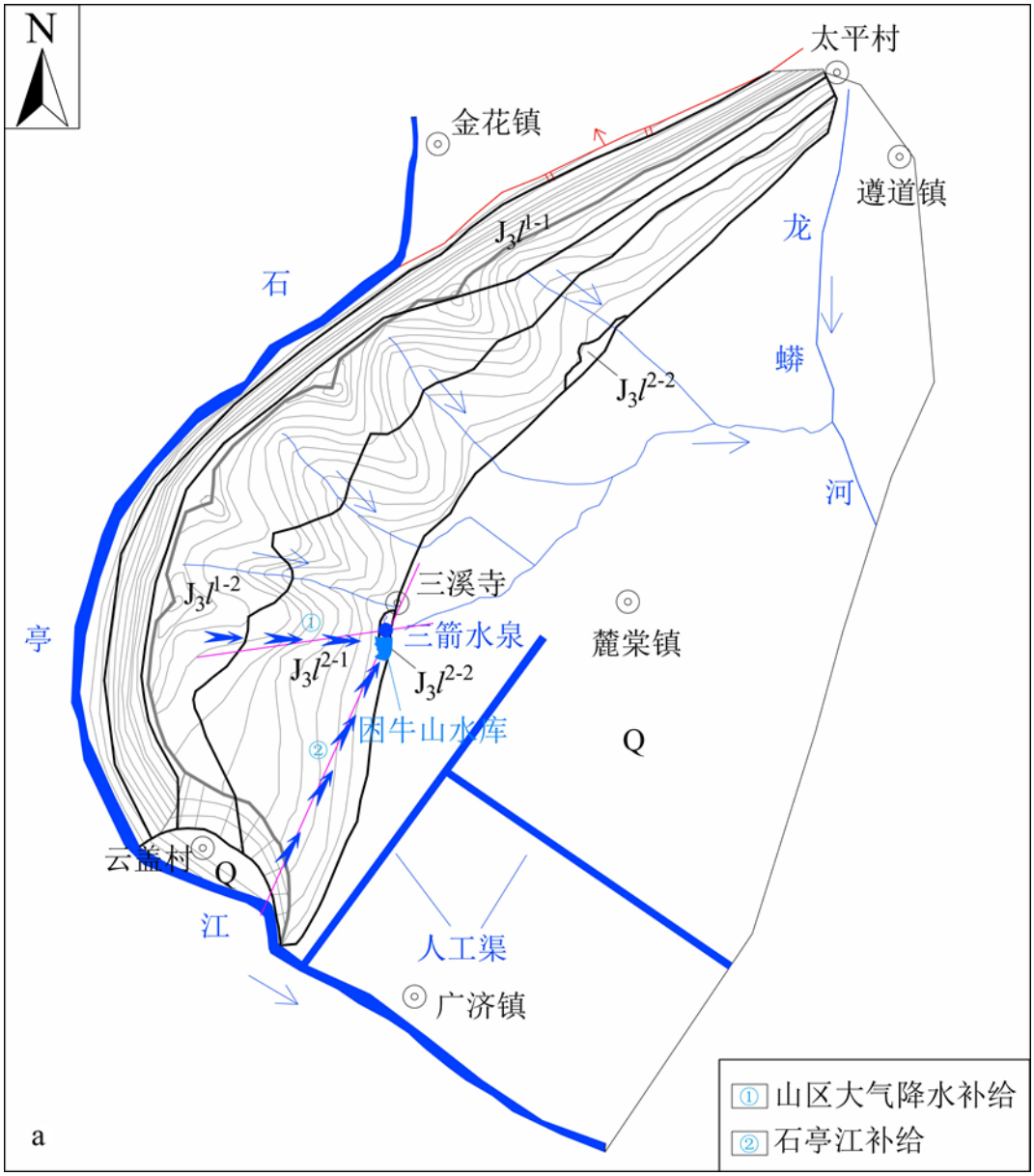


图4.4-3 “三箭水”泉补给来源平面示意图

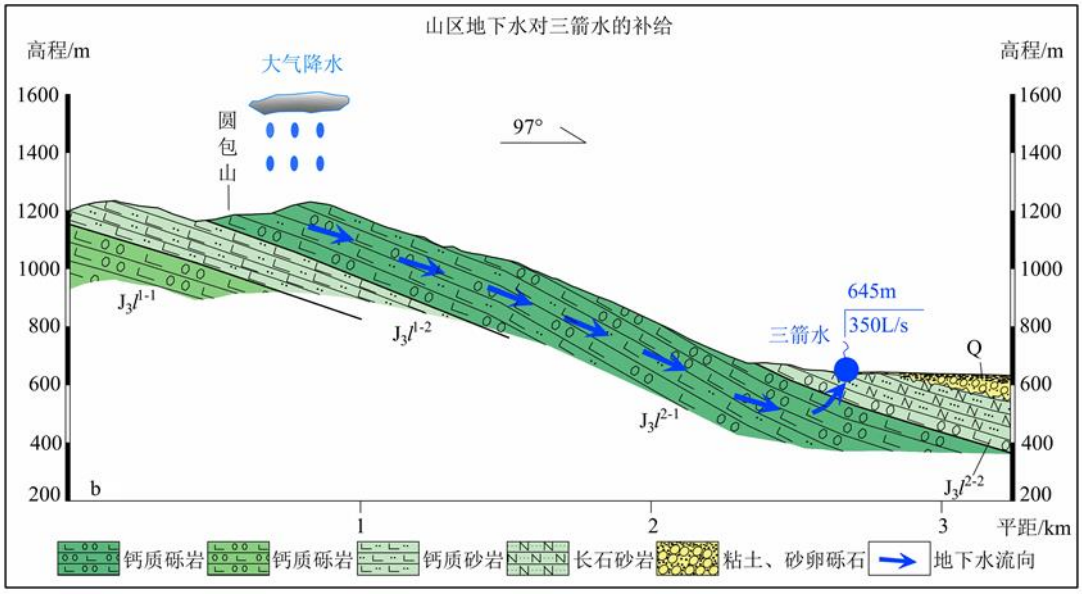


图4.4-4 “三箭水”泉补给来源平面示意图

4.5 环境空气与声环境现状

4.5.1 环境空气

4.5.1.1 区域环境质量达标情况

绵竹抽水蓄能电站位于德阳市绵竹市，根据绵竹市生态环境局 2019～2022年发布的《绵竹市生态环境质量报告书》，绵竹市城区空气质量监测结果如下表。结果表明，绵竹市城区大气污染物中二氧化硫、二氧化氮、PM_{10}、$PM_{2.5}$、一氧化碳和臭氧的年平均浓度均达标，全市空气质量总体良好，本工程所在区域为环境空气质量达标区。

2019～2022年度各空气污染物浓度比较表

表 4.5-1

年度	SO_2(ug/m^3)	NO_2(ug/m^3)	PM_{10}(ug/m^3)	$PM_{2.5}$(ug/m^3)	CO(mg/m^3)	O_3(ug/m^3)
2019 年	14	23	60	38	1.0	139
2020 年	11	23	55	34	1.0	160
2021 年	9	23	57	35	1.1	152
2022 年	8	22	53	32	1.1	155
《环境空气质量标准》(GB3095−2012)二级	150	80	150	75	4	160

4.5.1.2 补充监测

为进一步掌握本工程所在区域环境空气质量现状，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 2 月 28 日～3 月 7 日区域环境空气质量现状进行了补充监测。

(1) 监测点位

本次共设置 1 个大气环境监测点位，布置情况见下表。

工程区域大气环境监测点布设表

表 4.5-2

序号	监测断面位置	点位坐标
H01	下水库施工区附近居民点(麓棠镇)	(104.060021985，31.301463728)

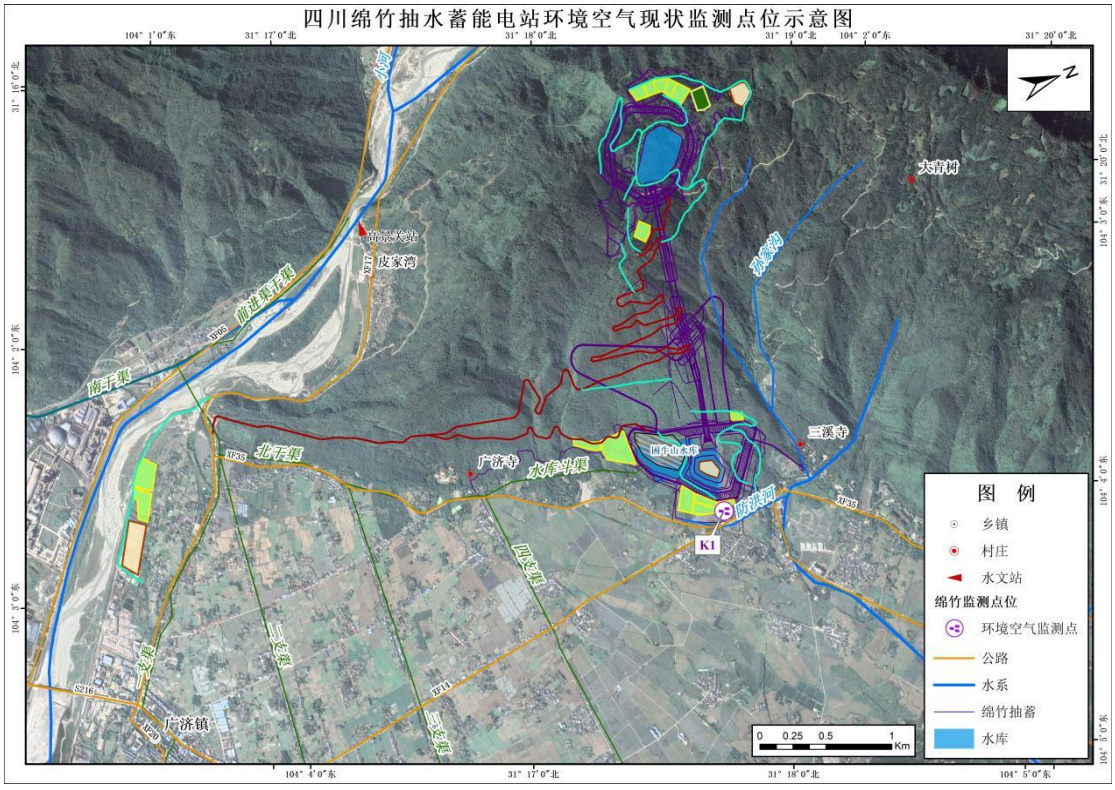


图4.5-1 绵竹抽水蓄能电站环境空气现状监测点位示意图

(2) 监测因子

TSP、SO_2、NO_2、CO、O_3、$PM_{2.5}$、PM_{10}，共 7 项。其中，SO_2、NO_2、CO、O_3 监测 1 小时均值，TSP、$PM_{2.5}$、PM_{10} 监测日均值。

(3) 时间和频次

2023 年 2 月 28 日～3 月 7 日监测 1 期，连续监测 7 天。

(4) 现状评价方法

采用单项标准指数法进行环境空气质量评价，标准指数 Pi 计算表达式如下：

Pi=Ci/Coi

式中：Pi——i 种污染物标准指数值；

Ci——i 种污染物实测浓度值，mg/m^3；

Coi——i 种污染物标准浓度值，mg/m^3。

(5) 现状评价结论

评价结果表明，监测点 NO_2、SO_2、CO、O_3、TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 监测值均满足《环境空气质量标准》(GB3095−2012)中二级标准限值，表明工程所在区域环境空气质量总体良好。

工程区域大气环境监测成果统计表

表 4.5−3

序号	测点信息			检测结果(mg/m^3)			
	检测项目	测点位置	采样日期				
1	总悬浮颗粒物	H01:1#下水库施工区附近居民点(麓棠镇)	02 月 28 日至 03 月 01 日	0.099			
			03 月 01 日至 02 日	0.133			
			03 月 02 日至 03 日	0.093			
			03 月 03 日至 04 日	0.145			
			03 月 04 日至 05 日	0.148			
			03 月 05 日至 06 日	0.151			
			03 月 06 日至 07 日	0.097			
2	可吸入颗粒物 PM_{10}		02 月 28 日至 03 月 01 日	0.083			
			03 月 01 日至 02 日	0.108			
			03 月 02 日至 03 日	0.082			
			03 月 03 日至 04 日	0.118			
			03 月 04 日至 05 日	0.121			
			03 月 05 日至 06 日	0.122			
			03 月 06 日至 07 日	0.09			
3	细颗粒物 $PM_{2.5}$		02 月 28 日至 03 月 01 日	0.056			
			03 月 01 日至 02 日	0.066			
			03 月 02 日至 03 日	0.062			
			03 月 03 日至 04 日	0.065			
			03 月 04 日至 05 日	0.069			
			03 月 05 日至 06 日	0.065			
			03 月 06 日至 07 日	0.06			
4	二氧化硫		2 月 28 日	0.012	0.013	0.011	0.012
			3 月 1 日	0.012	0.012	0.013	0.012
			3 月 2 日	0.012	0.013	0.012	0.012

序号	测点信息			检测结果(mg/m³)			
	检测项目	测点位置	采样日期				
			3 月 3 日	0.012	0.013	0.012	0.014
			3 月 4 日	0.012	0.01	0.013	0.013
			3 月 5 日	0.012	0.011	0.013	0.013
			3 月 6 日	0.011	0.013	0.014	0.013
5	二氧化氮		2 月 28 日	0.026	0.028	0.027	0.027
			3 月 1 日	0.028	0.031	0.03	0.028
			3 月 2 日	0.029	0.031	0.028	0.029
			3 月 3 日	0.026	0.028	0.027	0.029
			3 月 4 日	0.032	0.032	0.03	0.032
			3 月 5 日	0.027	0.028	0.026	0.029
			3 月 6 日	0.027	0.027	0.026	0.028
6	一氧化碳		2 月 28 日	9.412	9.45	9.475	9.438
			3 月 1 日	9.325	9.3	9.312	9.275
			3 月 2 日	9.338	9.362	9.362	9.325
			3 月 3 日	9.312	9.288	9.325	9.3
			3 月 4 日	9.35	9.325	9.312	9.325
			3 月 5 日	9.362	9.375	9.35	9.325
			3 月 6 日	9.312	9.288	9.325	9.288
7	臭氧		2 月 28 日	0.148	0.144	0.134	0.125
			3 月 1 日	0.133	0.138	0.135	0.13
			3 月 2 日	0.141	0.129	0.145	0.136
			3 月 3 日	0.139	0.131	0.139	0.14
			3 月 4 日	0.132	0.141	0.138	0.135
			3 月 5 日	0.136	0.131	0.135	0.147
			3 月 6 日	0.142	0.14	0.13	0.148

工程区域环境空气质量标准指数评价表

表 4.5−4

测点信息				检测结果 (mg/m³)	评价结果	II 级标准
序号	检测项目	测点位置	采样日期			
1	总悬浮颗粒物	H01:1#下水库施工区附近居民点(麓棠镇)	02 月 28 日至 03 月 01 日	0.099	0.330	0.3
			03 月 01 日至 02 日	0.133	0.443	0.3
			03 月 02 日至 03 日	0.093	0.310	0.3
			03 月 03 日至 04 日	0.145	0.483	0.3
			03 月 04 日至 05 日	0.148	0.493	0.3
			03 月 05 日至 06 日	0.151	0.503	0.3
			03 月 06 日至 07 日	0.097	0.323	0.3
2	可吸入颗粒物 PM_{10}		02 月 28 日至 03 月 01 日	0.083	0.553	0.15
			03 月 01 日至 02 日	0.108	0.720	0.15
			03 月 02 日至 03 日	0.082	0.547	0.15
			03 月 03 日至 04 日	0.118	0.787	0.15
			03 月 04 日至 05 日	0.121	0.807	0.15
			03 月 05 日至 06 日	0.122	0.813	0.15

测点信息				检测结果 (mg/m^3)	评价结果	II 级标准
序号	检测项目	测点位置	采样日期			
			03 月 06 日至 07 日	0.09	0.600	0.15
3	细颗粒物 $PM_{2.5}$		02 月 28 日至 03 月 01 日	0.056	0.747	0.075
			03 月 01 日至 02 日	0.066	0.880	0.075
			03 月 02 日至 03 日	0.062	0.827	0.075
			03 月 03 日至 04 日	0.065	0.867	0.075
			03 月 04 日至 05 日	0.069	0.920	0.075
			03 月 05 日至 06 日	0.065	0.867	0.075
			03 月 06 日至 07 日	0.06	0.800	0.075
4	二氧化硫		2 月 28 日	0.012	0.024	0.5
			3 月 1 日	0.012	0.025	0.5
			3 月 2 日	0.012	0.025	0.5
			3 月 3 日	0.013	0.026	0.5
			3 月 4 日	0.012	0.024	0.5
			3 月 5 日	0.012	0.025	0.5
			3 月 6 日	0.013	0.026	0.5
5	二氧化氮		2 月 28 日	0.027	0.135	0.2
			3 月 1 日	0.029	0.146	0.2
			3 月 2 日	0.029	0.146	0.2
			3 月 3 日	0.028	0.138	0.2
			3 月 4 日	0.032	0.158	0.2
			3 月 5 日	0.028	0.138	0.2
			3 月 6 日	0.027	0.135	0.2
6	一氧化碳		2 月 28 日	9.444	0.944	10
			3 月 1 日	9.303	0.930	10
			3 月 2 日	9.347	0.935	10
			3 月 3 日	9.306	0.931	10
			3 月 4 日	9.328	0.933	10
			3 月 5 日	9.353	0.935	10
			3 月 6 日	9.303	0.930	10
7	臭氧		2 月 28 日	0.138	0.689	0.2
			3 月 1 日	0.134	0.670	0.2
			3 月 2 日	0.138	0.689	0.2
			3 月 3 日	0.137	0.686	0.2
			3 月 4 日	0.137	0.683	0.2
			3 月 5 日	0.137	0.686	0.2
			3 月 6 日	0.140	0.700	0.2

4.5.2 声环境

为进一步掌握绵竹抽水蓄能电站所在区域声环境质量现状，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 3 月 1～2 日区域声环境质量现状进行了

监测，监测点位与上节环境空气监测布点一致。监测指标为等效连续 A 声级，连续监测 3 天，每天监测 3 次(昼间监测 2 次，夜间监测 1 次)。监测结果详见下表。

工程区域声环境监测结果表

表 4.5-5

检测日期	点位名称	昼间		夜间	
		检测时间	测量结果	检测时间	测量结果
3 月 1 日	1#：下水库施工区附近居民点(麓棠镇)	09:02-09:12	48	22:04-22:14	40
		14:02-14:12	47	/	/
3 月 2 日	1#：下水库施工区附近居民点(麓棠镇)	08:49-08:59	48	22:01-22:11	42
		14:01-14:11	46	/	/
声环境质量标准(GB3096-2008)2 类标准		60		50	

本工程位于农村地区，无固定噪声污染源，其噪声源主要来自于周边道路的交通噪声。监测结果表明，工程所在区域声环境质量现状良好，监测点昼间和夜间噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准。

4.6 陆生生态现状

4.6.1 调查概况

4.6.1.1 调查时间

为了解绵竹抽水蓄能电站所在区域陆生生态现状，我公司委托金玉垒生态环保科技有限公司于 2023 年 5 月对工程评价范围内的陆生生态进行了实地调查。

4.6.1.2 调查范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/19-2022)，本次陆生生态调查范围为上下水库库区、输水系统、地下厂房及开关站等主要项目外延 500m。陆生生态调查范围总面积为 1231.37hm²，海拔范围为 624～1315m。

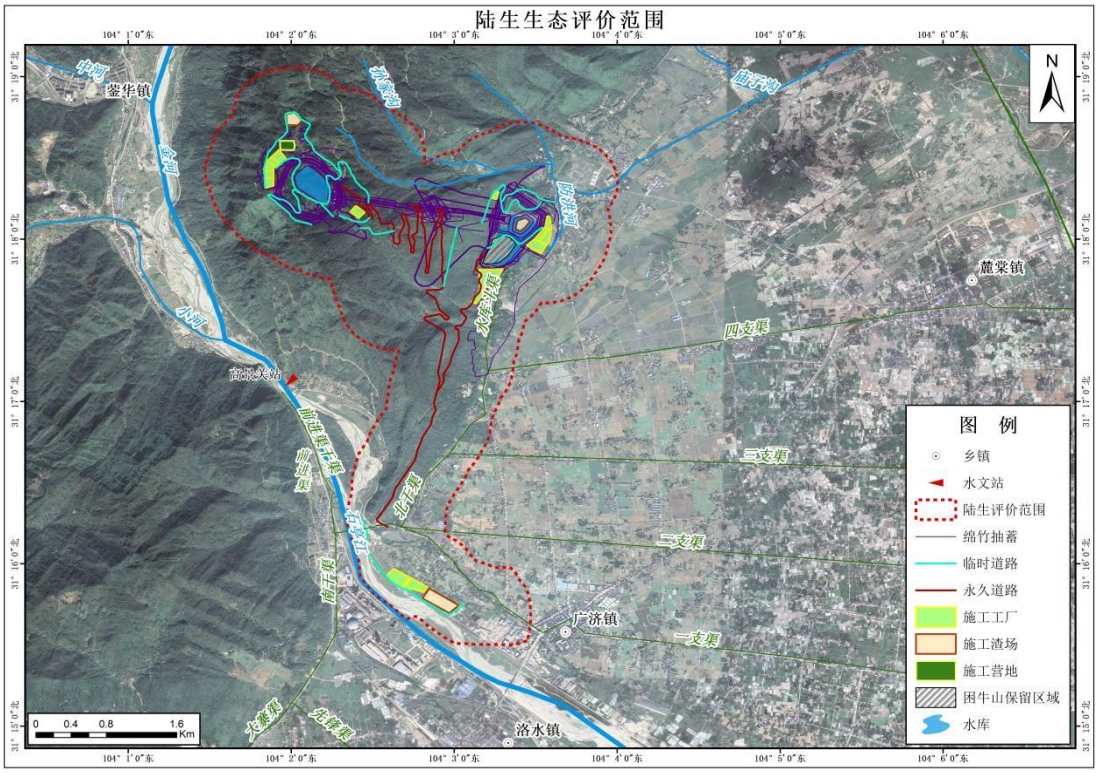


图4.6-1 绵竹抽水蓄能电站陆生生态评价范围示意图

4.6.1.3 调查方法

(1) 样线设置

样线调查采取路线调查与重点调查相结合的方法进行，在上下水库、输水系统和地下厂房周边区域以及植被状况良好的区域实行重点调查；记录占地范围及沿线主要的动植物种类、植被类型及珍稀保护动植物。

本次调查共设置调查样线 7 条，其中主样线 2 条，支样线 5 条，陆生生态调查线路见附图 10。评价区内样线布设情况如下：

①主样线 1：起于石亭江施工区石亭江旁(31.2427033°N，104.0594788°E，海拔 667m)，沿公路往下水库施工区，至下水库施工区北侧结束(31.31268732°N，104.0835136°E，海拔 652m)，全长约 8.2km。

②主样线 2：起于上水库施工区南侧(31.29734437°N，104.0335998°E，海拔 1057m)，沿山间小道至上水库施工区北侧(31.31418012°N，104.0347535°E，海拔 1193m)，全长约 3.5km。

③支样线 1：起于石亭江施工区石亭江旁(31.25443734°N，104.05923685°E，海拔 667m)，沿石亭江施工区至前进渠二支渠(31.27319437°N，104.04479119°

E，海拔 716m)，全长约 2.4km。

④支样线 2：起于廖家巷山脚(31.28404885°N，104.0586268°E，海拔 662m)，沿山坡调查至施工区(31.28423979°N，104.05442548°E，海拔 676m)，全长约 0.3km。

⑤支样线 3：起于围山沟山脚(31.28673733°N，104.05700552°E，海拔 661m)，沿山坡调查至施工区(31.28755199°N，104.05438664°E，海拔 685m)，全长约 0.4km。

⑥支样线 4：起于困牛山水库东侧(31.29851507°N，104.06313272°E，海拔 642m)，沿水库调查至水库西北侧(31.29997586°N，104.05688246°E，海拔 692m)，全长约 0.6km。

⑦支样线 5：起于紫竹苑北侧(31.31256122°N，104.06833523°E，海拔 652m)，沿山坡调查至评价区边缘(31.31414008°N，104.06494639°E，海拔 812m)，全长约 1.1km。

(2) 植物植被与多样性调查

对本工程评价区植物进行区系学和群落学两方面调查，采用样线法和样方法。在样线调查的基础上，结合重点施工区域植被情况，确定典型的群落地段，采用典型样方法进行群落调查。根据评价区群落特点，乔木层的样方大小为 20 m×20 m，调查记录乔木层郁闭度、树种的组成、株数、每树种的胸径、高度。灌木样方大小为 5 m×5 m，调查记录灌木的种类组成、盖度、高度、灌幅等参数。草本样方大小为 1 m×1 m，调查记录草本的种类组成、盖度和高度，选取的植物群落应涵盖针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛等评价区常见且具有代表性的植被类型，记录样方的调查时间、调查地点、经纬度、群落类型、面积、编号等。本次共记录有样方调查表 21 个(附录 1)。

样方调查一览表

表 4.6-1

序号	纬度	经度	海拔(m)	植被类型
1	31.306116 ℕ	104.056634 ℈	662	喜树林
2	31.273503 ℕ	104.041934 ℈	705	马桑灌丛
3	31.27541 ℕ	104.043184 ℈	745	马桑灌丛
4	31.27804 ℕ	104.043973 ℈	795	马桑灌丛
5	31.292224 ℕ	104.053809 ℈	663	麻栎-灯台树林
6	31.287079 ℕ	104.051402 ℈	692	麻栎-灯台树林

序号	纬度	经度	海拔(m)	植被类型
7	31.301759 ℕ	104.054287 𝔼	696	桂竹林
8	31.303891 ℕ	104.059093 𝔼	634	亮叶桦林
9	31.306398 ℕ	104.050489 𝔼	781	喜树林
10	31.308993 ℕ	104.056588 𝔼	697	亮叶桦林
11	31.270959 ℕ	104.041328 𝔼	711	亮叶桦林
12	31.308463 ℕ	104.051358 𝔼	830	慈竹林
13	31.308125 ℕ	104.048541 𝔼	861	慈竹林
14	31.316965 ℕ	104.033058 𝔼	1206	慈竹林
15	31.308237 ℕ	104.053442 𝔼	778	桂竹林
16	31.30435 ℕ	104.030965 𝔼	1234	桂竹林
17	31.303664 ℕ	104.036372 𝔼	1178	柳杉林
18	31.30614 ℕ	104.033302 𝔼	1173	柳杉林
19	31.309285 ℕ	104.039942 𝔼	1161	麻栎–灯台树林
20	31.31136 ℕ	104.039099 𝔼	1133	喜树林
21	31.301684 ℕ	104.039145 𝔼	1148	柳杉林

(3) 陆生动物调查

本工程评价区陆生动物的野外调查方法主要包括野外观察和识别、动物野外采集和数量统计、样线法和样方法。同时根据实地调查结果，并结合资料查阅、检索和整理确定物种组成。

两栖类和爬行类：主要采用样线法调查，在野外实地考察时主要选取可能有两栖爬行动物生存的环境进行调查，包括溪流、草丛、灌丛、乱石堆等，及其邻近区域，通过直接鉴定或采获的标本确定属种。此外，咨询当地居民和与野生动物有关的林业管理干部等也是重要的补充手段。

鸟类：主要依靠生态习性，采用样带法(包括样方法)进行种类及数量调查。调查过程中在样带内徒步行走，观察记数所见鸟类种类、数量以及羽毛、鸟巢等痕迹，同时访问有关人士，并详细记录样带内的生境变化，通过全球卫星定位仪(GPS)测定其经纬度和海拔高度变化。根据区内地貌、海拔高度、植被类型等特点，将鸟类生境划为一定的生物地理－植被地带分析论证。确定物种组成、区系构成，对鸟类的数量等级采用路线统计法进行常规统计，一些未在调查中所见种则依据有关文献判别。

兽类：先进行资料收集。对于大型野生动物的野外调查，白昼活动的动物采用直接计数法；对于易捕捉的小型动物，采用一次捕捉或多次捕捉法；除了常规的样带法、样点法外，对于大中型兽类，辅助采用访问法；对于鼠形动物，用铗

夜法调查。

(4) 景观调查

景观生态环境调查主要是从大尺度上对项目区域进行环境监测与调查。通过对景观要素的形状、大小、密度以及连接情况计算景观指数(破碎度指数、斑块形状指数、分离指数、多样性指数等)，结合空间统计方法，采用空间分析，波谱分析等方法来描述景观在空间结构上的变化情况，景观格局的野外调查主要是结合地理信息系统的空间分布，现场核实、记录廊道、斑块的空间信息等。

4.6.2 植被

4.6.2.1 分布特点

根据《四川植被》，评价区植被隶属于“I 川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带——IA 川东盆地偏湿性常绿阔叶林地带——IA4 盆边西部中山植被地区——IA4(2)龙门山植被小区”。

龙门山植被小区位于四川盆地西部边缘山地的北段，大部分处于龙门山地，地势西北较高东南偏低，切割深邃高差悬殊，山峰陡峭河谷狭窄。由于纬度偏北和偏离雨屏中心，水热条件较好，光照条件较好。

本区在森林自然分布区上属四川盆地山地常绿栎类松杉林区，森林植被类型复杂多样，但人为活动频繁，原始植被破坏严重，植被水平分布差异不大。评价区海拔高差仅 700m，植被垂直带谱不完整，可大致分为山脚平原农耕区和山地亚热带常绿阔叶林区。植被以樟科、壳斗科和喜湿热的常绿阔叶林为优势，以及人工次生林，乔木树种主要有柳杉、喜树、银杏、红豆杉、黑壳楠、水杉、银杏、黄柏、杜仲、慈竹、桂竹等。

栽培植被分布在山脚平原，主要有玉米、豆类、马铃薯、水稻等。经济林木有茶叶、核桃、漆树。

上水库西侧

上水库东侧

下水库西南侧平原

下水库(原困牛山水库)

图4.6-2 植被现状调查图

4.6.2.2 植被类型

评价区植被可分为 3 个植被型组，5 个植被型，6 个植被亚型和 7 个群系。评价区域的具体植被分类表见下表。评价区植被类型分布见附图 12。

植物群落调查结果统计表

表 4.6−2

植被型组	植被型	植被亚型	群系	分布区域	工程占用情况		
					总面积(hm^2)	占用面积(hm^2)	占用比例(%)
针叶林	温性针叶林	温性常绿针叶林	柳杉林	主要成片分布在上水库	214.28	78.41	36.59
阔叶林	落叶阔叶林	落叶阔叶林	喜树林	山脚区域分布较多，块状分布	279.88	41.64	8.84
		山地杨桦林	亮叶桦林	块状分布	86.80		
	常绿、落叶阔叶混交林	落叶、常绿阔叶混交林	麻栎−灯台树林	块状分布	104.25		
	竹林	暖性竹林	桂竹林	下水库区域集中分布	60.95	10.97	18.00
			慈竹林	二支渠旁块状分布	24.63	0	0
灌丛和灌草丛	落叶阔叶灌丛	暖性落叶阔叶灌丛	马桑灌丛	二支渠旁块状分布	9.16	0.13	1.42
栽培植被	经济林木	核桃、红豆杉、茶、梨等		山坡块状分布	276.37	31.36	11.35
	农作物	水稻、玉米、油菜、蔬菜等		山脚平原区域成片分布			

注：本表占地数据来自植被解译底图叠加工程布置，由于解译的尺度和标准与移民实物指标测量有差异，如耕地周边的灌草丛通常解译为耕地，林缘少量灌草丛通常解译为林地，因此实际工程建设占用的林地面积小于本表占地数据，实际占地面积以移民实物指标数据为准。

(1) 柳杉林(From. Cryptomeria japonica var. sinensis)

柳杉林为人工林，通常为纯林，群落外貌呈深绿色，树冠圆锥形，结构简单。郁闭度 0.7～0.9，郁闭度高，林内光线差，林下植被并不茂盛，灌木、草本稀疏，

不形成盖度，种类也较少。人为采取一些抚育间伐择伐等管理措施后，林内形成暂时性的小范围林窗，灌木草本迅速进入，并定居在林中仅有的空间地带，林下植物种类迅速增多。灌木层物种主要有马桑(*Coriaria nepalensis*)、水麻(*Debregeasia orientalis*)、菝葜(*Smilax china*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis*)、拟覆盆子(*Rubus idaeopsis*)、光滑高粱藨(*Rubus lambertianus* var. *glaber*)、乌藨子(*Rubus parkeri*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、盐麸木(*Rhus chinensis*)、柃木(*Eurya japonica*)、细齿叶柃(*Eurya nitida*)、多叶勾儿茶(*Berchemia polyphylla*)、甘青鼠李(*Rhamnus tangutica*)、牛奶子(*Elaeagnus umbellata*)、楤木(*Aralia elata*)等；草本层有海金沙(*Lygodium japonicum*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、溪边凤尾蕨(*Pteris terminalis*)、中日金星蕨(*Parathelypteris nipponica*)、问荆(*Equisetum arvense*)、茅叶荩草(*Arthraxon prionodes*)、穹隆薹草(*Carex gibba*)、亨氏薹草(*Carex henryi*)、鸭跖草(*Commelina communis*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、蕺菜(*Houttuynia cordata*)、水蓼(*Persicaria hydropiper*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)等。

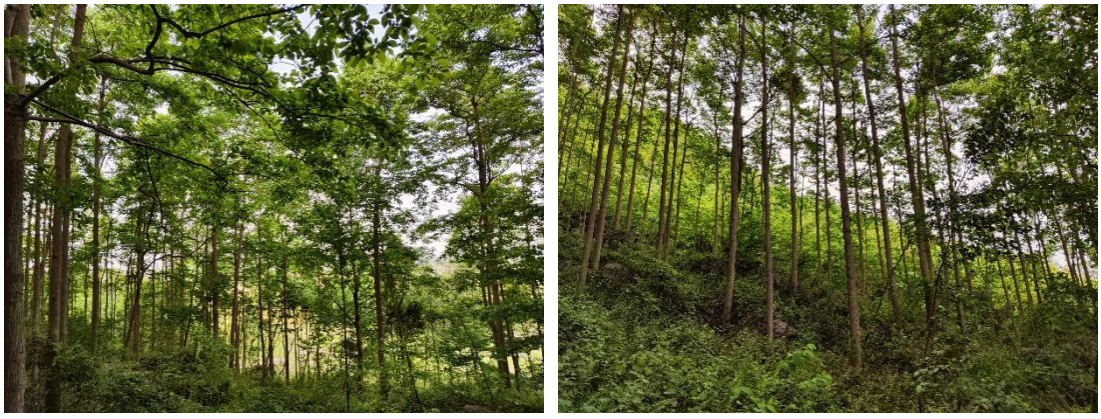
柳杉林

(2) 喜树林(From. Camptotheca acuminata)

喜树林为人工林，在评价区多为纯林，群落外貌青绿色，郁闭度 0.5～0.7，胸径 8～12cm，树高 10～15m。林缘常混入其他树种，如亮叶桦(*Betula luminifera*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、桤木(*Alnus cremastogyne*)、青皮木(*Schoepfia jasminodora*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、灯台树(*Cornus controversa*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)等。灌木层种类较多，盖度多在 70%以上，主要种类有柃木(*Eurya japonica*)、细齿叶柃(*Eurya nitida*)、多叶勾儿茶(*Berchemia polyphylla*)、杜

鹃(*Rhododendron simsii*)、百两金(*Ardisia crispa*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、豆腐柴(*Premna microphylla*)、三花莸(*Schnabelia terniflora*)、游藤卫矛(*Euonymus vagans*)、青荚叶(*Helwingia japonica*)、峨眉青荚叶(*Helwingia omeiensis*)、梳齿悬钩子(*Rubus pectinaris*)、红毛悬钩子(*Rubus wallichianus*)、宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)等。

草本层盖度多在 25%左右，少数达 60%。主要由蕨类、莎草科、百合科植物组成。常见种类有紫萁(*Osmunda japonica*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、西南鳞盖蕨(*Microlepia khasiyana*)、乌蕨(*Odontosoria chinensis*)、野雉尾金粉蕨(*Onychium japonicum*)、顶芽狗脊(*Woodwardia unigemmata*)、华西复叶耳蕨(*Arachniodes simulans*)、贯众(*Cyrtomium fortune*)、问荆(*Equisetum arvense*)、镜子薹草(*Carex phacota*)、大理薹草(*Carex rubrobrunnea* var. *taliensis*)、万寿竹(*Disporum cantoniense*)、吉祥草(*Reineckea carnea*)、水蓼(*Persicaria hydropiper*)、羽叶蓼(*Persicaria runcinate*)、龙牙草(*Agrimonia pilosa*)、蛇莓(*Duchesnea indica*)、酢浆草(*Oxalis corniculata*)等。



喜树林

(3) 亮叶桦林(From. Betula luminifera)

亮叶桦是南方地区常用的造林树种，由于其木材优良、树皮可制桦焦油供药用，在本区广泛栽植。群落外貌暗绿色或黄绿色，林冠较整齐，郁闭度 0.4～0.6。亮叶桦林结构简单，可分为乔木、灌木和草本层，亮叶桦为群落绝对优势种，乔木层常伴生有胡桃(*Juglans regia*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、灯台树(*Cornus controversa*)、瘿椒树(*Tapiscia sinensis*)等。灌木层盖度 30%左右，常见物种有喜树(*Camptotheca*

acuminata)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)等幼苗，以及青荚叶(*Helwingia japonica*)、牛奶子(*Elaeagnus umbellata*)、楤木(*Aralia elata*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis*)茅莓(*Rubus parvifolius*)、光滑高粱藨(*Rubus lambertianus* var. *glaber*)、白簕(*Eleutherococcus trifoliatus*)等。草本植物多生于透光处，盖度 20～40%，主要有毛果鳞盖蕨(*Microlepia trichocarpa*)、蕨(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)、乌蕨(*Odontosoria chinensis*)、峨眉蹄盖蕨(*Athyrium omeiense*)、亮毛蕨(*Acystopteris japonica*)、肿足蕨(*Hypodematium crenatum*)、问荆(*Equisetum arvense*)、棕叶狗尾草(*Setaria palmifolia*)、亨氏薹草(*Carex henryi*)、长穗柄薹草(*Carex longipes*)、鸭跖草(*Commelina communis*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、冷水花(*Pilea notata*)、水蓼(*Persicaria hydropiper*)、峨眉繁缕(*Stellaria omeiensis*)、播娘蒿(*Descurainia sophia*)、独行菜(*Lepidium apetalum*)、临时救(*Lysimachia congestiflora*)等。

亮叶桦林

(4) 麻栎−灯台树林(From. Quercus acutissima & Cornus controversa)

以麻栎、灯台树为优势种形成的群落在评价区呈块状小面积分布于山地中下部，其总面积不大，分布较散。壳斗科植物多为亚热带阔叶林群落中的优势种。麻栎喜光，喜温暖气候，较耐阴；栓皮栎喜光，常生于山地阳坡，但幼树以有侧方庇荫为好，其对气候，土壤的适应性强，在中性及石灰性土壤中均有生长，亦耐干旱、瘠薄、而以深厚、肥沃、适当湿润而排水良好的壤土和沙质壤土最适宜。

群落乔木层以麻栎、灯台树为优势种，该群落外观优美，秋季色彩鲜艳，多为黄、绿色相间，林冠不整齐，群落郁闭度在 0.5～0.7 之间，树高 9～15m 不等，均径 12～25cm，其他伴生种主要有杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、柳杉

(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)、苦木(*Picrasma quassioides*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、化香树(*Platycarya strobilacea*)等。灌木层物种相对丰富，其盖度约 50%，均高 2.2*m*，无优势种，主要物种有小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、铁仔(*Myrsine africana*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、甘青鼠李(*Rhamnus tangutica*)、柃木(*Eurya japonica*)等；林下草本层盖度较小，约 20%，以禾本科、莎草科、蕨类为主，主要物种有芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、西南鳞盖蕨(*Microlepia khasiyana*)、乌蕨(*Odontosoria chinensis*)薹草(*Carex*)、临时救(*Lysimachia congestiflora*)、龙牙草(*Agrimonia pilosa*)等。

麻栎–灯台树林

(5) 桂竹林(From. Phyllostachys reticulata)

桂竹林外貌整齐，株高 10～20m，竹杆通直，径粗 3～8cm。桂竹繁殖力强，并能稍耐干旱瘠薄土壤，山区、平原均可种植。竹林中常残留有厚壳桂(*Cryptocarya chinensis*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、刺楸(*Kalopanax septemlobus*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、亮叶桦(*Betula luminifera*)等。灌木种类较少，通常不形成盖度，偶见柃木(*Eurya*)、冬青(*Ilex chinensis*)、悬钩子(*Rubus*)、青荚叶(*Helwingia japonica*)等。草本层盖度 10%左右，主要种类有荩草(*Arthraxon hispidus*)、棕叶狗尾草(*Setaria palmifolia*)、吉祥草(*Reineckea carnea*)、蝴蝶花(*Iris japonica*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、峨眉蹄盖蕨(*Athyrium omeiense*)、金星蕨(*Parathelypteris glanduligera*)等。

桂竹林

(6) 慈竹林(From. Bambusa emeiensis)

慈竹林多为人工栽培，结构单纯，林相整齐。竹林高 5～12m，径粗 4～7cm，经人工管理的竹林，林下灌木和草本植物较少。在粗放经营的情况下，竹林中常混生有阔叶树和针叶树。主要种类有枫香树(*Liquidambar formosana*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、柏木(*Cupressus funebris*)等。灌木层盖度一般为 30%左右，主要种类有盐麸木(*Rhus chinensis*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、柃木(*Eurya*)、冬青(*Ilex chinensis*)、悬钩子(*Rubus*)等。草本植物以鸢尾(*Iris tectorum*)、井栏边草(*Pteris multifida*)、欧洲凤尾蕨(*Pteris cretica*)、顶芽狗脊(*Woodwardia unigemmata*)、贯众(*Cyrtomium fortunei*)等为主。

慈竹林

(7) 马桑灌丛(From. Coriaria nepalensis)

该群系主要分布于评价区中低海拔段的山坡和坡麓等地段的树林林缘、陡坡以及耕地边，呈零星小块状间断分布，随人类生产活动发生变化，土壤多为黄壤、

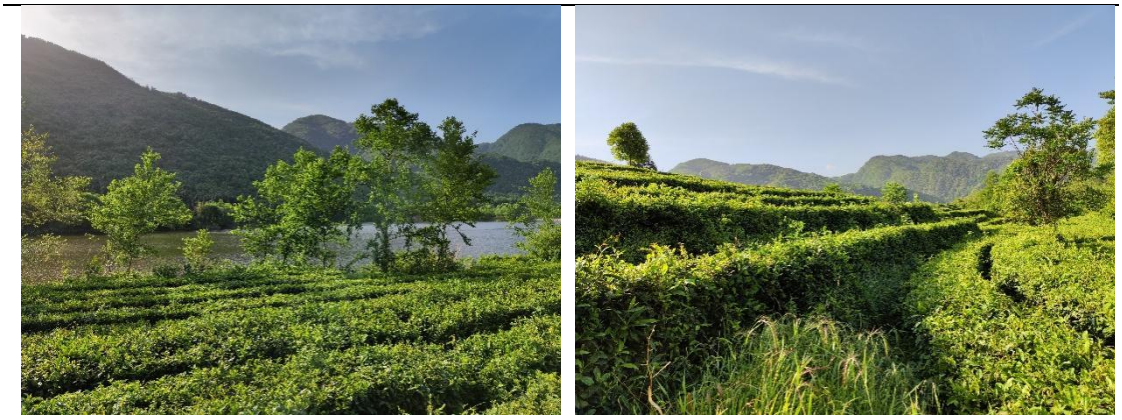
山地黄壤。

群落以马桑为绝对优势，其外貌呈绿色，丛状，参差不齐。盖度 30%～50%，也有达 70%的，除马桑外，主要还有水麻(*Debregeasia orientalis*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、野蔷薇(*Rosa multiflora*)、宜昌悬钩子(*Rubus ichangensis*)、柃木(*Eurya japonica*)等物种伴生。草本层植物一般种类较少，盖度 20%～40%。主要优势种有海金沙(*Lygodium japonicum*)、金星蕨(*Parathelypteris glanduligera*)、问荆(*Equisetum arvense*)、翠云草(*Selaginella uncinata*)、短柄草(*Brachypodium sylvaticum*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、芒(*Miscanthus sinensis*)、早熟禾(*Poa annua*)、何首乌(*Fallopia multiflora*)、酸模(*Rumex acetosa*)、箐姑草(*Stellaria vestita*)等。

马桑灌丛

(8) 栽培植被

在山脚平原分布有大量耕地，种植有水稻、小麦、油菜、豆类、红薯、蔬菜等，低山山坡也种植有茶园。



栽培植被

4.6.2.3 植被覆盖度

评价区植被覆盖度等级划分及面积比例情况见下表，植被覆盖度空间分布见附图 13。

评价区植被覆盖度

表 4.6-3

植被覆盖度(FVC)	植被覆盖度等级	面积(hm^2)	比例(%)
FVC≤0.1	低覆盖度	78.83	6.40
0.1<FVC≤0.25	较低覆盖度	27.47	2.23
0.25<FVC≤0.5	中覆盖度	80.40	6.53
0.5<FVC≤0.75	较高覆盖度	167.21	13.58
FVC>0.75	高覆盖度	877.46	71.26
合计		1231.37	100

区域植被覆盖整体较好，主要为森林。由上表可知，高覆盖度占比最高，约 71.26%，较高覆盖度占有一定比例，为 13.58%，低覆盖度、较低覆盖度和中覆盖度占比较小，均不超过 10%。对比植被类型图和植被覆盖度空间分布图，可以看出，针叶林、阔叶林、竹林分布范围属于 FVC 值较高区域，山脚农耕区域属于 FVC 值较低区域。

4.6.3 陆生植物

4.6.3.1 植物多样性

通过对评价区现场调查和资料的查询，评价区共有维管束植物 102 科 231 属 315 种：其中蕨类植物共有 15 科 24 属 36 种；裸子植物 3 科 4 属 4 种；被子植物物种数最多，共有 84 科 203 属 275 种。

评价区植物调查名录详见附录 2。

评价区域维管植物科属种统计表

表 4.6-4　　单位：%

门类		科数	所占比例(%)	属数	所占比例(%)	种数	所占比例(%)
蕨类植物		15	14.71	24	10.39	36	11.43
种子植物	裸子植物	3	2.94	4	1.73	4	1.27
	被子植物	84	82.35	203	87.88	275	87.30
合计		102	100	231	100	315	100

从科来分析，含 20 种以上的科有 3 个，分别为蔷薇科(Rosaceae，11 属 29 种)、禾本科(Poaceae，22 属 28 种)和菊科(Asteraceae，17 属 22 种)，为评价区的优势科，占调查物种的 1/4；无含 10～19 种的科；单种科有 46 个，如海金沙科(Lygodiaceae)、鳞始蕨科(Lindsaeaceae)、冷蕨科(Cystopteridaceae)、薯蓣科(Dioscoreaceae)、三白草科(Saururaceae)、马桑科(Coriariaceae)、冬青科(Aquifoliaceae)等，其物种总数占比相对较小。

4.6.3.2　植物区系

根据吴征镒(2003)划分的世界种子植物科的分布型和吴征镒(1991)对中国种子植物属所划分的分布区类型，对评价区内种子植物 87 科 207 属进行归类统计，见下表。

评价区内种子植物科和属的分布区类型

表 4.6-5

序号	区系类型	科数	百分比(%)	属数	百分比(%)
1	世界分布	28	32.18	35	16.91
2	泛热带分布	22	25.29	28	13.53
3	热带亚洲和热带美洲间断分布	5	5.75	4	1.93
4	旧世界热带分布	3	3.45	8	3.86
5	热带亚洲至热带大洋洲分布			5	2.42
6	热带亚洲至热带非洲分布	1	1.15	9	4.35
7	热带亚洲	1	1.15	13	6.28
	热带分布(小结)	32	36.78	67	32.37
8	北温带分布	18	20.69	47	22.71
9	东亚和北美洲间断分布	4	4.60	13	6.28
10	旧世界温带分布			12	5.80
11	温带亚洲分布			1	0.48
12	地中海区、西亚至中亚分布	1	1.15	1	0.48
13	中亚分布				
14	东亚分布	3	3.45	23	11.11

序号	区系类型	科数	百分比(%)	属数	百分比(%)
	温带分布(小结)	26	29.89	97	46.86
15	中国特有分布	1	1.15	8	3.86
合计		87	100	207	100

由上表可知，评价区种子植物的科可划分为 3 个主要分布型：世界广布、热带分布、温带分布。其中世界广布型有 28 个科，占评价区科总数的 32.18%，评价区域内的几个大科(蔷薇科、禾本科、菊科)属于这种类型；热带分布型有 32 个科，占评价区科总数的 36.78%；温带分布型有 26 个科，占评价区科总数的 29.89%；中国特有分布仅 1 个科。在科的水平上，评价区热带成分与温带成分比值为 1.23∶1。

评价区维管束植物 207 属划分为 14 个分布型，表明评价区植物地理成分较复杂和完备。其中世界分布型有 35 属，占评价区种子植物属总数的 16.91%；热带分布型有 67 属，占评价区种子植物属总数的 32.37%；温带分布型有 97 属，占评价区种子植物属总数的 46.86%；中国特有分布型有 8 属，占评价区种子植物属总数的 3.86%，表明评价区植物区系以温带成分为主，分布有一定的热带成分。

评价区内种子植物地理成分复杂多样，温带分布型显著多于世界分布型与热带分布类型，表明评价区种子植物区系与温带植物有紧密联系，科和属的主要成分以泛热带和北温带分布为主，区系受到亚热带植物区系的影响较深。

4.6.3.3 重要野生植物

根据野外调查结果和历史资料查证，评价区野生植物中，无国家及地方重点保护种；无《中国生物多样性红色名录 高等植物卷(2020)》中极危(Critically Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)物种；未发现国家和政府列入拯救保护的极小种群物种；分布有特有种 68 种。

(1) 重点保护植物

根据野外调查和现有国家级保护植物资料查证，评价区域的野生植物中，无中华人民共和国国务院 2021 年 8 月 7 日批准的《国家重点保护野生植物名录》中所列保护物种，也无四川省重点保护野生植物。由于山脚区域受人为活动影响，栽植有药材、经济林木、绿化树种等，如银杏(*Ginkgo biloba*)、红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、黄连(*Coptis chinensis*)、厚朴(*Magnolia officinalis*)、润

楠(*Machilus nanmu*)、茶(*Camellia sinensis*)。

(2) 濒危植物

根据野外调查结果和资料查证，按照生态环境部、中国科学院公告发布的《中国生物多样性红色名录 高等植物卷(2020)》(2023 年第 15 号)，评价区野生植物中无极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)植物。栽培种中，银杏(*Ginkgo biloba*)、润楠(*Machilus nanmu*)为濒危(EN)植物，红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、胡桃(*Juglans regia*)、黄连(*Coptis chinensis*)、茶(*Camellia sinensis*)为易危(VU)植物。

(3) 特有植物

根据野外调查结果和历史资料查证，参照《中国生物多样性红色名录 高等植物卷(2020)》，评价区共分布有陆生中国特有植物 68 种，均分布于国内多个省份，分布范围较广。其中，包括银杏(*Ginkgo biloba*)、黄连(*Coptis chinensis*)、厚朴(*Magnolia officinalis*)、润楠(*Machilus nanmu*)。评价区陆生中国特有植物以被子植物占绝对优势，占评价区特有植物总种数的 91.18%；评价区陆生高等植物的约 1/5 都为中国特有物种。

评价区陆生中国特有植物物种组成

表 4.6-6

门类		种数	占评价区特有植物总种数比例(%)	所占评价区各类植物种数比例(%)
蕨类植物		5	7.35	1.59
种子植物	裸子植物	1	1.47	0.32
	被子植物	62	91.18	19.68
合计		68	100	21.59

(4) 极小种群野生植物

经实地调查和地方林草局收集资料，并依据《四川省野生植物极小种群保护工程规划》《四川省极小种群野生植物资源现状及其保护研究》等相关规划和研究成果核实，评价区内无极小种群植物分布。

(5) 古树名木

经实地调查，评价区域范围内没有挂牌古树名木分布。

(6) 野生资源植物

评价区内除栽培的药材、绿化植物外，野生植物中很多物种都可以作为资源利用。但是，除一些常规的中药材和野生食用等资源外，当地群众极少成规模的

采集利用这植物资源，基本无法规模化对当地植物资源进行开发利用。因此，虽然评价区内的大部分植物都具有资源成分，但是仅限于当地群众对这些植物资源的零星采集或个别利用，没有在经济上与他们形成依存关系。

用材植物：柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)等。

药用植物：麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、吉祥草(*Reineckea carnea*)、红火麻(*Girardinia diversifolia*)、何首乌(*Fallopia multiflora*)、金线草(*Persicaria filiformis*)、威灵仙(*Clematis chinensis*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、荠(*Capsella bursa−pastoris*)等。

观赏性植物：蝴蝶花(*Iris japonica*)、构(*Broussonetia papyrifera*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、百叶蔷薇(*Rosa centifolia*)、陕西蔷薇(*Rosa giraldii*)等。

可食用植物：蕺菜(Houttuynia cordata)、构(Broussonetia papyrifera)、地果(Ficus tikoua)、五月瓜藤(Holboellia angustifolia)、荠(Capsella bursa−pastoris)、宜昌悬钩子(Rubus ichangensis)、拟覆盆子(Rubus idaeopsis)、牛奶子(Elaeagnus umbellata)等。

4.6.3.4 物种多样性指数

物种多样性作为度量群落结构、功能和环境资源的重要数量指标，受多种因素的影响，土壤条件、水分状况、纬度梯度、海拔梯度以及不同演替阶段等综合环境条件变化对群落物种多样性都会产生影响。本次评价对各个样地的生物多样性分乔木层、灌木层、草本层进行定量描述，计算结果见下表。

评价区植物群落物种丰富度和物种多样性

表 4.6−7

	Shannon−Wiener 指数 (H)	Simpson 指数 (D)	Pielou 均匀度指数 (J)	Margalef 丰富度指数 (M)
乔木层	2.75	0.82	0.76	2.88
灌木层	2.92	0.75	0.81	3.25
草本层	3.31	0.85	0.93	4.12
维管束植物	3.81	0.91	0.83	6.14

由上表可以看出，乔灌草不同层片的物种多样性指数差别较大，根据 21 个样方的资料统计，乔木层、灌木层、草本层各层的物种数分别为 3.52、2.18、5.55，

草本层和灌木层的物种数占整个样地物种数的 64.38%左右。Shannon−Wiener 指数(H)、Pielou 均匀度指数(J)、Margalef 丰富度指数(M)均表现为草本层＞灌木层＞乔木层，Simpson 指数(D)表现为灌木层＞草本层＞乔木层。由此可看出，群落物种多样性在很大程度上取决于灌木层和草本层，总体表现为草本层＞灌木层＞乔木层。

4.6.3.5 外来入侵植物

根据《中国外来入侵物种名单》(第一批，2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批，2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批，2014 年)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》(第四批，2016 年) 、《重点管理外来入侵物种名录》(2023 年 1 月 1 日起施行)，参考本工程所在行政区内关于外来入侵植物的相关资料，通过现场实地调查，评价范围内发现有外来入侵植物喀西茄(*Solanum aculeatissimum*)和小蓬草(*Erigeron canadensis*)，多分布于评价区农田、村落周边。

评价区外来植物概况

表 4.6−8

序号	物种	分布	多度	危害程度
1	喀西茄	路边灌丛、疏林等	常见	散生在林地内，危害程度一般
2	小蓬草	旷野、荒地、田边和路旁等	常见	散生在路旁杂草丛，危害程度一般

小蓬草

喀西茄

外来植物

4.6.4 陆生动物

根据实地调查并结合文献资料，评价区域共有陆生脊椎动物 19 目 48 科 100 种，其中，两栖动物 1 目 4 科 5 种，爬行动物 2 目 7 科 9 种，鸟类 12 目 31 科 71 种，兽类 4 目 6 科 15 种。有国家二级重点保护野生动物 2 种，濒危动物 2 种，易危动物 1 种，特有动物 3 种。

评价区域野生动物统计表

表 4.6-9

种类	种类组成			国家/地方保护物种	濒危等级			特有种
	目数	科数	种数		极危	濒危	易危	
两栖动物	1	4	5	0	0	0	0	0
爬行动物	2	7	9	0	0	2	1	1
鸟类	12	31	71	2	0	0	0	1
兽类	4	6	15	0	0	0	0	1
总数	19	48	100	2	0	2	1	3

4.6.4.1 两栖动物

(1) 物种组成

根据实地调查并结合文献资料，评价区域内有两栖动物共有 1 目 4 科 5 种，均为无尾目动物。

评价区两栖动物名录见附录 3。

评价区两栖动物物种组成

表 4.6-10

目	科	物种数	占总种数(%)
无尾目	蟾蜍科	1	20
	蛙科	1	20
	叉舌蛙科	1	20
	姬蛙科	2	40
合计		5	100

(2) 区系组成

评价区两栖动物中，属于东洋界的 2 种，仅东洋型(W)1 种分布型；属于古北界的 3 种，仅季风型(E)1 种分布型。

评价区两栖动物区系成分组成

表 4.6-11

地理区系	分布型	物种数	百分比%
东洋界	东洋型(W)	2	40
	小计	2	40
古北界	季风型(E)	3	60
	小计	3	60
合计		5	100

(3) 生态类型

根据生活习性的不同，评价区内两栖类可分为以下 2 种生态类型：

陆栖型：评价区陆栖型两栖动物可分为穴栖静水繁殖型和林栖静水繁殖型。穴栖静水繁殖型的两栖动物成体主要生活于陆地，白天常隐蔽在土穴、泥窝和松软的泥土内，评价区中华蟾蜍(*Bufo gargarizans*)属于此类。林栖静水繁殖型的两栖动物成体一般在陆地生活，如草丛、稻田等，仅在繁殖季节进入水域内产卵，评价区泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)属于此类。

水栖型：评价区水栖型两栖动物为静水类型。静水类型一般栖息在稻田、池塘、水坑、沼泽、湖边浅水区或岸边陆地上，不远离水域，并产卵在静水中，评价区黑斑侧褶蛙(*Pelophylax nigromaculatus*)、泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)、粗皮姬蛙(*Microhyla butleri*)、饰纹姬蛙(*Microhyla fissipes*)属于该类型。

(4) 重要两栖动物

评价区两栖动物均不属于国家和四川省重点保护动物种类；根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》，评价区两栖动物无近危(CR)、濒危(EN)和易危(VU)物种，无特有种。评价区东南侧为农耕区，分布两栖动物较多，主要为中华蟾蜍、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙，栖息在水田、园圃等生境。

4.6.4.2 爬行动物

(1) 物种组成

根据文献资料查阅和现场调查，评价区域共有爬行动物 2 目 7 科 9 种，为龟鳖目和有鳞目动物，其中游蛇科物种最多，有 3 种，占评价区爬行动物种数的 33.33%。其中 4 种龟类均为放生种，分布在困牛山水库，实地调查到乌龟和红耳彩龟，访问得知水库有中华鳖和鳄龟分布，由于未调查到鳄龟实体，因此不知具体种类。

乌龟

巴西龟

评价区爬行动物名录见附录 4。

评价区爬行动物物种组成表

表 4.6-12

地理区系	分布型	物种数	百分比%
龟鳖目	鳄龟科	1	11.11
	泽龟科	1	11.11
	地龟科	1	11.11
	鳖科	1	11.11
有鳞目	蜥蜴科	1	11.11
	石龙子科	1	11.11
	游蛇科	3	33.33
合计		9	100

(2) 区系组成

除鳄龟和红耳彩龟 2 种外来种，评价区其他爬行动物中，属于东洋界的 4 种，包括南中国型(S)、东洋型(W)两种分布型；属于古北界的 3 种，包括全北型(C)、季风型(E)两种分布型。

评价区爬行动物区系成分组成

表 4.6-13

地理区系	分布型	物种数	百分比%
东洋界	南中国型(S)	2	28.57
	东洋型(W)	2	28.57
	小计	3	42.86
古北界	全北型(C)	1	14.29
	季风型(E)	2	28.57
	小计	2	28.57
合计		7	100

(3) 生态类型

根据活动的小生境特征，评价区内爬行类可分为陆栖类、林栖傍水型和水栖类。

陆栖类：评价区的陆栖类爬行动物为地上类型，包括路边(铜蜓蜥)、草丛(北草蜥)等类型。

林栖傍水型：在山谷间有溪流的山坡上活动，评价区的蛇类均属于这种类型，它们主要在评价区内潮湿的林地内或稻田、溪沟、林内活动。

水栖类：喜栖息于溪流、湖泊、稻田、水草丛等，评价区龟鳖目动物属于此类。

(4) 重要爬行动物

评价区爬行动物均不属于国家和四川省重点保护动物种类。评价区乌龟(*Mauremys reevesii*)为放生种，不属于野生种群，因此不属于国家重点保护野生动物。根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》，评价区有濒危(EN)爬行动物 2 种，为乌龟(*Mauremys reevesii*)、中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)；易危(VU)爬行动物 1 种，为乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)；中国特有种 1 种，为北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)。

4.6.4.3 鸟类

(1) 物种组成

根据文献资料查阅和现场调查，评价区域共有鸟类 12 目 31 科 71 种，其中非雀形目鸟类 11 科 23 种，占评价区鸟类总物种数的 32.39%；雀形目鸟类共有 48 种，占评价区域鸟类总数的 67.61%，可见评价区域的鸟类主要以雀形目鸟类占优势。

评价区鸟类名录见附录 5。

评价区鸟类物种组成表

表 4.6−14

目	科	物种数	占总种数(%)
鸡形目	雉科	2	2.82
雁形目	鸭科	2	2.82
鸽形目	鸠鸽科	4	5.63
夜鹰目	雨燕科	1	1.41

目	科	物种数	占总种数(%)
鹃形目	杜鹃科	4	5.63
鹈形目	鹭科	3	4.23
鹰形目	鹰科	1	1.41
犀鸟目	戴胜科	1	1.41
佛法僧目	翠鸟科	2	2.82
啄木鸟目	啄木鸟科	2	2.82
隼形目	隼科	1	1.41
雀形目	黄鹂科	1	1.41
	山椒鸟科	2	2.82
	卷尾科	2	2.82
	伯劳科	3	4.23
	鸦科	4	5.63
	山雀科	1	1.41
	燕科	5	7.04
	柳莺科	3	4.23
	树莺科	1	1.41
	莺鹛科	1	1.41
	林鹛科	1	1.41
	噪鹛科	1	1.41
	河乌科	2	2.82
	鹪科	3	4.23
	鹎科	4	5.63
	花蜜鸟科	1	1.41
	雀科	3	4.23
	鹀鸽科	6	8.45
	燕雀科	2	2.82
	鸦科	2	2.82
合计	31	71	100

(2) 居留型

从鸟类的居留型来看，评价区域内有繁殖鸟 57 种，占总物种数的 80.28%；非繁殖鸟 14 种，占总物种数的 19.72%。评价区的大部分鸟类都在本区繁殖，不进行远距离迁徙。

评价区域鸟类居留型组成

表 4.6−15

居留型		物种数	百分比%
繁殖鸟	留鸟	36	50.70
	夏候鸟	21	29.58
	小计	57	80.28
非繁殖鸟	冬候鸟	9	12.68
	旅鸟	5	7.04
	小计	14	19.72
总计		71	100

(3) 区系成分

评价区东洋界鸟类共计 28 种，占鸟类总数的 39.44%，包括喜玛拉雅-横断山区型(H)、南中国型(S)和东洋型(W)3 种分布型。评价区有古北界鸟类 29 种，占鸟类总数的 40.85%，含全北型(C)、季风型(E)、东北型(K&M)、东北-华北型(X)、古北型(U)5 种分布型。不易归类的广布型分布的鸟类物种 14 种，占鸟类总数的 19.72%。

评价区鸟类区系成分组成

表 4.6-16

地理区系	分布型	物种数	百分比%
东洋界	喜玛拉雅-横断山区型(H)	4	5.63
	南中国型(S)	7	9.86
	东洋型(W)	17	23.94
	小计	28	39.44
古北界	全北型(C)	5	7.04
	季风型(E)	2	2.82
	东北型(K&M)	9	12.68
	东北-华北型(X)	2	2.82
	古北型(U)	11	15.49
	小计	29	40.85
广布种	不易归类型(O)	14	19.72
合计		71	100

(4) 生态类型

根据鸟类的生活习性的不同,将评价区的97种鸟类分为以下6种生态类型。

猛禽：视觉器官发达，翅膀和足强而有力，能够在天空翱翔或滑翔，捕食空中、水面或地下活动的猎物，包括鹰形目、隼形目所有种，如雀鹰、红隼，猛禽活动范围广，偶尔游荡至评价区上空。

攀禽：攀禽类善于在岩壁、石壁、土壁、树上等处攀缘，包括夜鹰目、犀鸟目、啄木鸟目、鹃形目、佛法僧目所有种，如白腰雨燕、戴胜、啄木鸟、杜鹃、普通翠鸟等，主要分布在评价区林地中，有部分也在林缘和村庄周围活动。

鸣禽：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。主要包括雀形目的鸟类，如大山雀、大嘴乌鸦、鹪鸽、黑卷尾等，主要活动在评价区林地内，在评价区广泛分布，无论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。

陆禽：大多数是在地面活动、觅食，一般雌雄羽色有明显的差别，雄鸟羽色

更为华丽，包括鸡形目、鸽形目所有种，如环颈雉、灰胸竹鸡、山斑鸠、珠颈斑鸠等，他们在评价区主要分布于林地及林缘地带区域。

涉禽：适应浅水滩和水边生活的鸟类，常涉水觅食，多数种类嘴、颈、腿都细而长，多具迁徙习性，包括鹈形目所有种，如白鹭、苍鹭等，主要在评价区河流、溪沟、稻田活动。

游禽：适应在水中游泳、觅食，多数种类足带蹼，善飞行，包括雁形目所有种，如绿翅鸭、绿头鸭等。

(5) 重要鸟类

根据文献资料查询，评价区有国家二级保护鸟类 2 种，分别是雀鹰(*Accipiter nisus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)，本次现场调查中未发现；无四川省重点保护鸟类。

根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》和现场调查，评价区鸟类无极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)物种；有中国特有种 1 种，为灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)。

4.6.4.4 兽类

(1) 物种组成

根据文献资料查阅和现场调查，评价区域共有兽类 4 目 6 科 15 种。其中啮齿目动物最多，共 8 种，占兽类总数的 53.33%。

评价区兽类名录见附录 6。

评价区兽类物种组成表

表 4.6−17

目	科	物种数	占总种数(%)
劳亚食虫目	鼩鼱科	3	20
食肉目	鼬科	3	20
鲸偶蹄目	猪科	1	6.67
啮齿目	松鼠科	2	13.33
	鼠科	5	33.33
	竹鼠科	1	6.67
合计	6	15	100

(2) 区系成分

评价区东洋界兽类共计 10 种，占兽类总数的 66.67%，包括喜马拉雅−横断

山型(H)、南中国型(S)和东洋型(W)3 种分布型。古北界兽类 5 种，占兽类总数的 33.33%，仅含古北型(U)1 种分布型。

评价区兽类区系成分组成

表 4.6-18

地理区系	分布型	物种数	百分比%
东洋界	喜马拉雅-横断山型(H)	1	6.67
	南中国型(S)	5	33.33
	东洋型(W)	4	26.67
	小计	10	66.67
古北界	古北型(U)	5	33.33
	小计	5	33.33
合计		15	100

(3) 生态类型

评价区开发历史悠久，人为干扰较强，大型兽类分布较少，常见兽类为啮齿目物种，如赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠等，主要分布于村落、灌草丛、树林中。按其生活习性，评价区兽类可分为以下 3 类生态类型。

穴居型：主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物，包括劳亚食虫目、食肉目、啮齿目鼠科所有种类，如四川短尾鼩、黄鼬、鼬獾、褐家鼠等。

树栖型：主要在树上栖息、觅食的兽类，包括啮齿目松鼠科。主要分布于评价区植被丰富的林地生境，如赤腹松鼠。

陆栖型：主要在地面活动，包括鲸偶蹄目所有物种。主要分布于评价区植被丰富的林地及林缘灌丛生境。

(4) 重要兽类

评价区兽类均不属于国家和四川省重点保护动物种类。

根据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》，评价区兽类无极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)物种，有中国特有种 1 种，为川鼩(*Blarinella quadraticaud*)。

4.6.4.5 重要野生动物

根据野外调查结果和历史资料查证，评价区内分布有国家二级重点保护野生陆生脊椎动物 2 种，无四川省重点保护动物；分布有《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》中列为濒危(Endangered)的物种 2 种，均为放生种，易危

(Vulnerable)的物种 1 种；分布有中国特有陆生脊椎动物 3 种。评价区重要野生动物分布见附图 15。

(1) 重点保护野生动物

经过实地调查、访问，并结合历史资料，评价区内有 2 种国家二级保护野生动物，分别是雀鹰(*Accipiter nisus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)；无四川省重点保护动物。另有放生种乌龟(*Mauremys reevesii*)分布。

(2) 濒危、易危动物

根据生态环境部、中国科学院公告发布的《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》(2023 年第 15 号)，评价区野生动物中有易危(VU)动物 1 种，乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)。放生种中，乌龟(*Mauremys reevesii*)、中华鳖(*Pelodiscus sinensis*)属于濒危(EN)动物。

(3) 国家重点保护动物适宜生境分析

根据地形特征、植被特征、土地利用类型和人为影响程度，对国家重点保护、极危、濒危野生动物的生境适宜性进行分析，将评价区划分为最适宜、较适宜、适宜和不适宜四个等级。根据计算，不宜区面积最大，面积为 610.01hm^2，占评价区总面积 49.54%，主要为山脚平原区域，属人为活动强烈区域；较适宜、适宜区面积占比在 25%以内，为植被较茂盛的林地等区域，最适宜区面积 105.12 hm^2，占评价区总面积 8.54%，为海拔较高、受人为影响较小的林区。

评价区国家重点保护物种适宜生境分布见附图 16。

评价区生境适宜性分级

表 4.6−19

类型	面积(hm^2)	占比(%)
最适宜	105.12	8.54
较适宜	304.20	24.70
适宜	212.04	17.22
不适宜	610.01	49.54
合计	1231.37	100

(4) 特有动物

据《中国生物多样性红色名录 脊椎动物卷(2020)》，评价区有中国特有陆生脊椎动物 3 种，分别是北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)、灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)和川鹨(*Blarinella quadraticaud*)。

重要野生动物调查结果统计表

表 4.6-19

序号	种名	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	北草蜥 *Takydromus septentrionalis*		无危(LC)	是	海拔为 436～1700m 的山坡以及山地草丛中	资料查询	不占用
2	乌梢蛇 *Ptyas dhumnades*		易危(VU)	否	田野、山边、河岸、溪边、灌丛、草地、林下、民宅周围等处	现场访问	不占用
3	灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracicus*		无危(LC)	是	海拔 2000m 以下的低山丘陵和山脚平原地带的竹林、灌丛和草丛、耕地和村屯附近	现场调查	不占用
4	雀鹰 *Accipiter nisus*	二级	无危(LC)	否	栖息于针叶林、混交林、阔叶林等山地森林和林缘地带	资料查询	不占用
5	红隼 *Falco tinnunculus*	二级	无危(LC)	否	森林、苔原、低山丘陵、草原、旷野、平原、耕地、旷野灌丛草地	资料查询	不占用
6	川鹀 *Blarinella quadraticaud*		无危(LC)	是	山地森林，灌丛	现场访问	不占用

注：由于乌龟、中华鳖不属于野生种群，因此上表未列入。

(5) 重要迁徙物种

根据资料分析和现场调查，本工程周边的小型迁徙鸟类主要有白腰雨燕、大杜鹃、长尾山椒鸟、金腰燕、白鹡鸰等，但均不形成集成分布。

4.6.4.6 外来入侵动物

根据《中国外来入侵物种名单》(第一批，2003 年)、《中国外来入侵物种名单》(第二批，2010 年)、《中国外来入侵物种名单》(第三批，2014 年)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单》(第四批，2016 年) 、《重点管理外来入侵物种名录》(2023 年 1 月 1 日起施行)，通过现场实地调查，评价范围内发现有外来入侵动物鳄龟和红耳彩龟，均为放生种，分布在困牛山水库。

评价区外来入侵动物概况

表 4.6-20

序号	物种	分布	多度	危害程度
1	鳄龟	困牛山水库	易见	危害程度一般
2	红耳彩龟	困牛山水库	易见	危害程度一般

4.6.5 生态系统现状

4.6.5.1 生态系统类型及服务功能

按照《全国生态状况调查评估技术规范一生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166−2021)对评价范围的生态系统划分，根据对评价范围内建群种生活型、群落外貌、土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，将评价范围生态系统分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统和其他，根据遥感解译数据，评价范围内各生态系统的分布面积见下表。

评价区内各类生态系统的面积及所占比例统计表

表 4.6−21

一级分类	二级分类	面积(hm^2)	占总面积比例(%)
森林生态系统	针叶林	214.28	17.40
	阔叶林	556.51	45.19
灌丛生态系统	阔叶灌丛	9.16	0.74
湿地生态系统	湖泊	18.22	1.48
	河流	57.22	4.65
农田生态系统	耕地	246.17	19.99
	园地	30.20	2.45
城镇生态系统	交通	23.96	1.95
	其他建设用地	75.65	6.14
合计		1231.37	100

(1) 森林生态系统

评价区的森林生态系统为针叶林和阔叶林生态系统，面积 770.78hm^2，占评价区总面积的 62.60%，主要由喜树林、亮叶桦林、麻栎−灯台树林等组成，群落可明显分为乔木层、灌木层、草本层和地被层等几个结构层次，这种群落结构为多种乔、灌、草本植物物种提供了丰富生境，因此森林生态系统具有较高的植物多样性。森林生态系统内陆生动物较丰富，两栖动物、爬行动物较少；鸟类以森林生境鸟类为主，常见的有杜鹃、雀鹰、戴胜、啄木鸟、红隼、伯劳、乌鸦、山雀等；也可为各类兽类提供适宜生境，包括野猪、鼬獾、川鼬、赤腹松鼠等。

森林生态系统服务功能：评价区森林生态系统受人为干扰有限，生态服务功能较强，主要有保持生物多样性、涵养水源、改良土壤、净化空气、保持水土、防风固沙、积累营养物质、森林防护等功能。

(2) 灌丛生态系统

评价区灌丛生态系统为阔叶灌丛生态系统，面积 9.16hm^2，占评价区总面积的 0.74%。灌草丛生态系统一般由灌木层和草本层构成，灌木种类以马桑、悬钩子、柃木等较多，群落结构层次较森林生态系统简单，多在森林生态系统周边，道路两侧零星分布。灌丛生态系统多与森林生态系统相邻，与各森林类型互为补充，在物质循环和能量流动过程中有密切的联系。灌丛生境的鸟类数量少于森林生态系统，但是两栖类、爬行类、啮齿类动物数量较多，主要是以鼠类为主，且靠近生活区域鼠类明显增加。

灌丛生态系统服务功能：灌丛生态系统相比森林生态系统的空间结构和营养链式结构简单，生态系统服务功能主要体现在保持生物多样性、涵养水源、保持水土等方面。

(3) 湿地生态系统

评价区湿地生态系统面积 75.44hm^2，占评价区总面积的 6.13%，以河流和湖泊生态系统构成，主要有石亭江、射水河、困牛山水库等。湿地生态系统生物组成以河岸植被、鱼类、浮游动植物、底栖动物为主，同时部分涉禽、游禽也属于该生态系统。

湿地生态系统服务功能：湿地生态系统结构简单，湿地植被类型单一，动植物种类及数量较少，主要提供保持生物多样性、净化空气、补充地下水、美化环境等功能。

(4) 农田生态系统

评价区山脚区域开发历史悠久，农业生产水平较高，农田生态系统分布较广，面积 276.37hm^2，占评价区总面积的 22.44%。农田为纯人工生态系统，农田常常引来众多的农林益鸟，如燕科、伯劳科、山雀科、鹟科中的大部分鸟类，它们主要以农田中的昆虫为食；农田中的鼠类较多，因此，也有普通鵟、雀鹰等食鼠鸟类来此觅食。另外，一些植食性和杂食性的鸟类，如喜鹊、乌鸦、斑鸠、麻雀等也有分布。

农田生态系统服务功能：农田生态系统是随着人类的发展而出现的，群落结构及物种组成较简单，它的主要功能就是满足人们对粮食的需求，为人们提供充足的食物供给。

(5) 城镇生态系统

评价区的城镇生态系统由各类建设用地组成，面积 99.61hm^2，占评价区总面积的 8.09%。这类生态系统为人工生态系统，受频繁的人为活动影响，极少有野生动植物分布。城镇生态系统是城镇居民与其环境相互作用而形成的统一整体，也是人类对自然环境的适应、加工、改造而建设起来的特殊的人工生态系统，对自然环境产生强烈的干扰。

评价区包含森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等类型，可以基本满足当地社会经济发展和群众生产生活所必须的物质生产、调节气候、涵养水源、保持水土、维持生物多样性、防灾减灾等多功能需求，基本具备较为完整的生态服务功能。

4.6.5.2 生态系统结构和格局

(1) 斑块特征

评价区各类生态系统/景观斑块中，森林景观面积最大，共 770.78hm^2，占评价区总面积的 62.60%，达评价区面积的一半，由柳杉林、喜树林、光叶桦林、麻栎–灯台树林、桂竹林、慈竹林构成，平均斑块面积分别为 5.36 hm^2、5.95 hm^2、3.62 hm^2、9.48 hm^2、6.77 hm^2、3.52 hm^2，这说明森林景观在评价分布面积广泛且相对集中，呈大片状连续分布。农田景观在评价区内分布面积次之，为 276.37hm^2，占评价区总面积的 22.44%，其中耕地平均斑块面积为 17.26hm^2，表明耕地景观在评价分布面积相对集中，分布在山脚平原区域。灌丛景观斑块面积较小，平均斑块面积分别为 2.29 hm^2，比较分散。水体景观斑块由石亭江、困牛山水库和坑塘组成，面积 75.44 hm^2。城镇景观斑块由各镇建筑物组成，分布在山脚平原区域。

评价区各类斑块的景观指数分析

表 4.6–22

类型		总面积 (hm^2)	斑块数 (个)	平均斑块面积 (hm^2)	最大斑块面积 (hm^2)
森林景观	柳杉林	214.28	40	5.36	24.22
	喜树林	279.88	47	5.95	22.43
	光叶桦林	86.80	24	3.62	23.53
	麻栎–灯台树林	104.25	11	9.48	24.18
	桂竹林	60.95	9	6.77	20.47
	慈竹林	24.63	7	3.52	9.80
灌丛景观		9.16	4	2.29	8.94
农田景观	耕地	246.17	25	17.26	79.55
	园地	30.20	15	2.01	8.86

类型	总面积 (hm^2)	斑块数 (个)	平均斑块面积 (hm^2)	最大斑块面积 (hm^2)
水体景观	75.44	32	2.36	20.74
城镇景观	129.61	64	2.03	6.37
合计	1231.37	278	60.64	79.55

(2) 廊道分析

评价区内的廊道主要包括河流、道路 2 种。

评价区河流为石亭江、射水河等，这些主要河流的水量大、河道较宽、流速快，河道是景观中一道天然的屏障，将河流两岸的景观一分为二，阻断了两岸陆生生态系统物质和能量的交流，但却是多种水生生物和鱼类的栖息地。

道路主要为各类县道、乡道等，车流量较大，对人类而言，道路加强了各乡镇、各居民点的连接和物资流通速度，提高了当地居民的生活质量，但来往车辆可能对动物造成碾压，对两侧的动物植物产生一定的阻隔影响。

(3) 基质分析

评价区内森林景观优势度 56.89%，是优势度最大斑块，其次为农田景观，优势度为 25.22%，这两类斑块对景观动态具有控制作用，森林、农田景观是评价区域主要的生态群落类型基质，对景观具有一定控制作用。本工程为将占用林地、耕地等，将使其转变为建设用地，虽然工程总占地面积为 192.03hm^2，占评价区总面积的 15.59%，但项目建成后森林、农田景观仍然是最重要的基质，对于区域景观生态格局具有维系生物多样性丰度、水源涵养和其它生态服务功能的作用。

评价区内主要景观斑块优势度统计

表 4.6-23

拼块类型		景观比例 Lp(%)	密度 Rd(%)	频度 Rf(%)	优势度 Do(%)
森林景观	柳杉林	17.40	14.39	8.90	12.40
	喜树林	22.73	16.91	9.90	14.86
	光叶桦林	7.05	8.63	6.01	6.93
	麻栎-灯台树林	8.47	3.96	15.75	10.98
	桂竹林	4.95	3.24	11.25	7.67
	慈竹林	2.00	2.52	5.85	4.05
灌丛景观		0.74	1.44	3.81	2.45
农田景观	耕地	19.99	8.99	28.68	21.59
	园地	2.45	5.40	3.35	3.63
水体景观		6.13	11.51	3.92	6.37
城镇景观		8.09	23.02	2.59	9.07

拼块类型	景观比例 Lp(%)	密度 Rd(%)	频度 Rf(%)	优势度 Do(%)
合计	100	100	100	100

(4) 景观连通性

景观生态的连通性采用蔓延度指数、聚集度指数、连接度指数、分割度指数、破碎度指数进行分析。

① 蔓延度指数(Contagion index，CONTAG)可描述景观里斑块类型的团聚程度或延展趋势，数值较大表明景观中的优势斑块类型形成了良好的连接，反之则表明景观是具有多种要素的散布格局，景观破碎化程度较高。评价区各类斑块镶嵌分布，较为破碎，蔓延度指数 46.87。

② 聚集度指数(Aggregation index，AI 反映景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度。评价区聚集度指数 93.72，表明各类斑块较多聚集。

③ 连接度指数(Connectance index，CONNECT)指景观在空间结构特征上表现出来的连续性，数值越高则连续性越强。评价区连接度指数 41.82，各类斑块连续性不强。

④ 分割度指数(Division index，DIVISION)指景观中不同景观类型间不同斑块数个体的分割程度。评价区农田景观、森林景观较为集中，其分割度指数不高 0.54。

⑤ 破碎度指数(Fragmentation index，FRAG)表征景观被分割的破损程度，反映景观空间结构的复杂性，在一定程度上反映了人类对景观的干扰程度。评价区破碎度指数 1.38，受人为干扰较强。

评价区的景观斑块指数表现出矛盾现象，既聚集也破碎，主要是面积最大的森林景观斑块和农田景观斑块，即集中分布在山区(森林景观)或平原(农田景观)，又被其他斑块切割、分离。

评价区生态系统空间格局指数

表 4.6−24

指数	CONTAG	AI	CONNECT	DIVISION	FRAG
	蔓延度指数	聚集度指数	连接度指数	分割度指数	破碎度指数
数量	46.87	93.72	41.82	0.54	1.38

4.6.5.3 生态系统第一性生产力

根据评价区内的气象数据，评价区域的年均气温为 16.3℃，利用 Miami 经验公式计算的热量生产力为 1953.86g/m^2.a；评价区域的年降水量为 987.4mm，利用 Miami 经验公式计算的水分生产力为 1442.66g/m^2.a。可以看出，评价区内热量条件优于水分条件，影响生态系统第一性生产力的主要生态限制因子为水分。

评价区域的生态系统生产力预测成果

表 4.6-25

数据来源	年平均气温 (℃)	平均降水量 (mm)	热量生产力 (g/m^2.a)	水分生产力 (g/m^2.a)	自然生产力 (g/m^2.a)	自然生产力限制因子
绵竹市	16.3	987.4	1953.86	1442.66	1442.66	水分因子

4.6.5.4 生物量和生产力

评价范围内各类植被的面积、平均生物量、总生物量、平均生产力和总生产力见下表。

评价区各植被类型生物量现状

表 4.6-26

植被类型	面积		平均生物量 (t/hm^2)	总生物量		平均 1t/hm^2 a	总生产力	
	数量 (hm^2)	占比 (%)		数量 (t)	占比 (%)		数量 (t/a)	占比 (%)
针叶林	214.28	17.40	278.68	59715.55	39.57	5.3	1135.68	22.16
阔叶林	470.93	38.24	182.45	85921.18	56.93	7.8	3673.25	71.68
竹林	85.58	6.95	58.55	5010.71	3.32	3.6	308.09	6.01
灌草丛	9.16	0.74	30.48	279.20	0.18	0.8	7.33	0.14
合计	779.95	63.34	–	150926.64	100	–	5124.35	100

注：各植被类型平均生物量、生产力数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》《四川盆地浅丘区农林复合系统模式区之一植被类型及生物量研究》《四川森林》《四川森林生态研究》，以及自历史资料；合计不包含水域、建设用地等面积。

评价区植被总生物量约 1.51×10^{5}t，其中阔叶林生物量最大，为 8.59×10^{4}t，占评价范围总生物量的 56.93%；其次为针叶林，为 5.97×10^{4}t，占总生物量的 39.57%；其他植被的生物量总比均不超过 5%。因此评价区植被生物量以阔叶林和针叶林为主。总生产力阔叶林最高，针叶林次之，然后是竹林、灌草丛占比不超过 5%。

4.6.6 土地利用现状

评价区总面积 1231.37 hm^2，以林地为主，占评价区总面积的 63.34%；其次

为耕地，占评价区总面积的 19.99%；园地占评价区总面积的 2.45%；建设用地占评价区总面积的 6.14%；水域及水利设施用地占评价区总面积的 6.13%；交通运输用地占评价区总面积的 1.95%；其他建设用地占评价区总面积的 6.14%。分类结果见以下图表及附图 11。

评价区土地利用现状

表 4.6-2

一级分类	二级分类	面积(hm^2)	占比(%)
耕地	水田/水浇地	246.17	19.99
园地	其他园地	30.20	2.45
林地	乔木林地	770.78	62.60
	灌木林地	9.16	0.74
交通运输用地	公路用地	23.96	1.95
建设用地	其他建设用地	75.65	6.14
水域及水利设施用地	河流水面	57.22	4.65
	水库水面	14.26	1.16
	坑塘水面	3.97	0.32
合计		1231.37	100

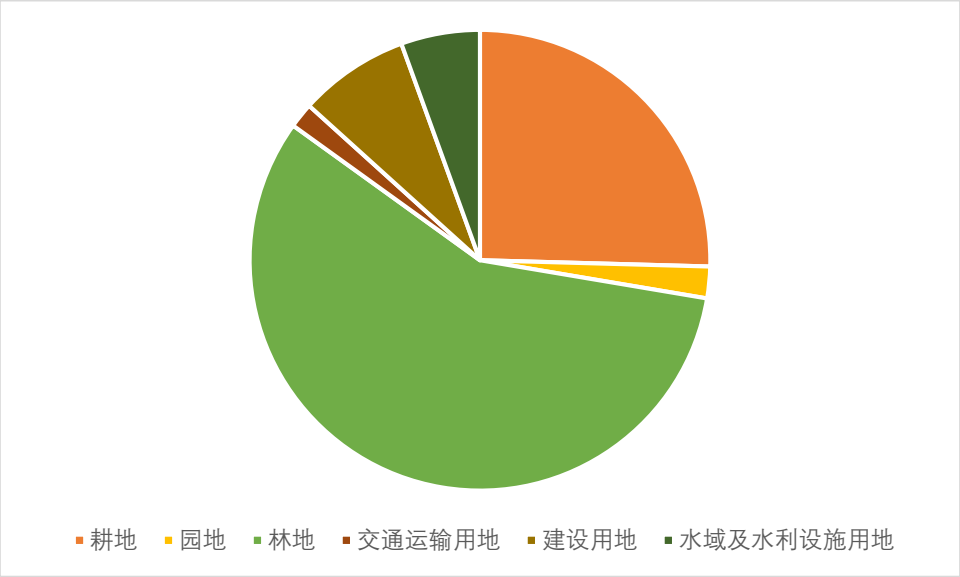


图4.6-1 评价区土地利用现状

4.6.7 公益林现状

评价区分布有二级国家级公益林 143.29 hm^2(附图 17)，包括喜树林、亮叶桦林、麻栎林-灯台树林、竹林，群落结构比较稳定，含乔灌草三层结构，为野生动

物提供了丰富的栖息环境，其生态系统的抗干扰及恢复能力、自组织能力等相对较强。根据工程布置与公益林数据叠图分析，本工程将占用二级国家级公益林26.01hm^2，主要是喜树林、亮叶桦林，以及少量麻栎林-灯台树林、竹林。

4.6.8 工程区陆生生态现状

本工程共设置 3 个工区，分别为上水库施工区、下水库及输水系统施工区和石亭江施工区。

4.6.8.1 工程重点区域植被情况

(1) 上水库施工区

该区主要承担上水库主坝、1#副坝、2#副坝、上水库库盆处理、上水库排水、上水库进/出水口、引水上平段等工程施工任务。主要施工临建设施包括上水库混凝土生产系统、上水库综合仓库、上水库金属结构拼装厂、上水库机械设备停放场、上水库机修汽修厂、上水库综合加工厂及上水库施工营地等，且包括上水库淹没区。主要占用柳杉林，以及少量麻栎–灯台树林、喜树林、亮叶桦林、桂竹林，受影响植物有柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)、亮叶桦(*Betula luminifera*)、灯台树(*Cornus controversa*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、桂竹(*Phyllostachys reticulata*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、桤木(*Alnus cremastogyne*)、青皮木(*Schoepfia jasminodora*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)、化香树(*Platycarya strobilacea*)、蔷薇(*Rosa*)、悬钩子(*Rubus*)、铁仔(*Myrsine africana*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、甘青鼠李(*Rhamnus tangutica*)、柃木(*Eurya japonica*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、西南鳞盖蕨(*Microlepia khasiyana*)、短柄草(*Brachypodium sylvaticum*)、早熟禾(*Poa annua*)等。

上水库施工区植被

(2) 下水库施工区

该区主要承担下水库主坝、副坝、下水库库盆处理、下水库排水、放空管及输水系统压力管道段、地下厂房洞室群、尾水隧洞、下水库进/出水口、地面开关站等施工任务。主要临建设施包括下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统、下水库综合加工厂、下水库综合仓库、下水库金属结构拼装厂、下水库机械设备停放场、施工中心变电站、施工供风系统、施工供水系统等，且包括下水库淹没区。下水库施工区将占用喜树林、亮叶桦林、桂竹林，以及园地和耕地，受影响植物有亮叶桦(*Betula luminifera*)、喜树(*Camptotheca acuminata*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、桂竹(*Phyllostachys reticulata*)、桤木(*Alnus cremastogyne*)、蔷薇(*Rosa*)、悬钩子(*Rubus*)、铁仔(*Myrsine africana*)、杜茎山(*Maesa japonica*)、柃木(*Eurya japonica*)、青荚叶(*Helwingia japonica*)、牛奶子(*Elaeagnus umbellata*)、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)、里白(*Diplopterygium glaucum*)、西南鳞盖蕨(*Microlepia khasiyana*)、短柄草(*Brachypodium sylvaticum*)、早熟禾(*Poa annua*)、鸢尾(*Iris tectorum*)、冷水花(*Pilea notata*)、水蓼(*Persicaria hydropiper*)等。

下水库施工区植被

(3) 石亭江施工区

该区主要承担工程钢管加工、机电设备安装等施工任务。主要临建设施包括钢管加工厂、机电设备安装场等。石亭江施工区主要占用耕地和田间杂草，受影响植物为问荆(*Equisetum arvense*)、苋草(*Arthraxon hispidus*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、砖子苗(*Cyperus cyperoides*)、蕺菜(*Houttuynia cordata*)、葎草(*Humulus scandens*)、酸模(*Rumex acetosa*)、球序卷耳(*Cerastium glomeratum*)、荠(*Capsella bursa−pastoris*)、白车轴草(*Trifolium repens*)、车前(*Plantago asiatica*)、婆婆纳(*Veronica polita*)、艾(*Artemisia argyi*)、小蓬草(*Erigeron canadensis*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)等。

工程施工占地区域植被概况

表 4.6−27

工区		植被	主要植物种类
上水库施工区	上水库淹没区	主要为柳杉林，少量麻栎−灯台树林、桂竹林	柳杉、麻栎、灯台树、桂竹、山矾、青皮木、化香树、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、蕺菜、葎草等
	上水库主坝坝后压坡	主要为柳杉林，少量喜树林、亮叶桦林	柳杉、喜树、亮叶桦、山矾、棓木、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾等
	上水库 2#副坝压坡体	主要为柳杉林，少量喜树林、亮叶桦林	柳杉、喜树、亮叶桦、山矾、棓木、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾等
	上水库综合仓库	主要为柳杉林，少量亮叶桦林	柳杉、喜树、亮叶桦、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、蕺菜、早熟禾等

工区		植被	主要植物种类
	上水库金属拼装场、上水库机械停放场、上水库机修汽修厂、上水库综合加工厂	柳杉林	柳杉、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾等
	上水库表土堆放场	柳杉林	柳杉、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾等
	上水库混凝土系统	主要为柳杉林，少量亮叶桦林	柳杉、喜树、亮叶桦、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、甘青鼠李、柃木、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾等
下水库施工区	下水库淹没区	包括困牛山水库，植被主要占用喜树林、亮叶桦林、桂竹林，以及园地和耕地	亮叶桦、喜树、麻栎、桂竹、桤木、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、柃木、青荚叶、牛奶子、十大功劳、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、早熟禾、鸢尾、蕺菜等
	下水库坝后压坡	主要占用喜树林、亮叶桦林和耕地	亮叶桦、喜树、麻栎、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、柃木、青荚叶、牛奶子、十大功劳、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、水蓼等
	下水库综合加工厂、综合仓库、金属结构拼装厂、机械设备停放场	主要占用喜树林、园地和耕地	喜树、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、柃木、茶、青荚叶、牛奶子、十大功劳、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、鸢尾、水蓼等
	下水库混凝土系统	主要占用喜树林	喜树、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、柃木、青荚叶、牛奶子、十大功劳、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、鸢尾、水蓼等
	砂石加工系统	主要占用喜树林和园地	喜树、蔷薇、悬钩子、铁仔、杜茎山、柃木、茶、青荚叶、牛奶子、十大功劳、芒萁、海金沙、里白、西南鳞盖蕨、短柄草、鸢尾、水蓼等
石亭江施工区	钢管加工厂、机电设备安装场、下水库表土堆场	耕地和田间杂草	问荆、葶草、狗牙根、马唐、白茅、狗尾草、砖子苗、蕺菜、葎草、酸模、球序卷耳、荠、白车轴草、车前、婆婆纳、艾、小蓬草、蒲公英等

4.6.8.2 工程占地区植被生物量及生产力

本工程占地区主要占用柳杉林、喜树林、亮叶桦林、竹林、耕地、园地等。根据生物量和生产力计算，工程占用总生物量为 30094.77t，占用生产力为 779.95t/a。

施工占地区主要植被生物量以及生产力统计表

表 4.6-28

植被类型	面积		平均生物量 (t/hm^2)	总生物量		平均 $1t/hm^2$ a	总生产力	
	数量 (hm^2)	占比 (%)		数量 (t)	占比 (%)		数量 (t/a)	占比 (%)
针叶林	78.41	40.83	278.68	21851.30	72.61	5.3	415.57	53.28
阔叶林	41.64	21.68	182.45	7597.22	25.24	7.8	324.79	41.64
竹林	10.97	5.71	58.55	642.29	2.13	3.6	39.49	5.06
灌草丛	0.13	0.07	30.48	3.96	0.01	0.8	0.10	0.01
合计	131.15	68.30	–	30094.77	100	–	779.95	100

注：各植被类型平均生物量、生产力数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》《四川盆地浅丘区农林复合系统模式区之一植被类型及生物量研究》《四川森林》《四川森林生态研究》，以及自历史资料；合计不包含耕地、园地、水域、建设用地等面积。本表占地数据来自植被解译底图叠加工程布置，由于解译的尺度和标准与移民实物指标测量有差异，如耕地周边的灌草丛通常解译为耕地，林缘少量灌草丛通常解译为林地，因此实际工程建设占用的林地面积小于本表占地数据，实际占地面积以移民实物指标数据为准。

4.6.8.3 工程占地区陆生动物概况

本工程上水库施工区生境以森林为主，下水库施工区生境包括水库、森林、农田等，石亭江施工区生境以河谷灌草丛为主，间有农田、施工场地等。

各施工区可能分布/活动的陆生动物

表 4.6-29

工区	类型	物种
上水库施工区	两栖类	**非重点保护物种**：中华蟾蜍、泽陆蛙
	爬行类	特有种：北草蜥 **非重点保护物种**：铜蜓蜥、翠青蛇
	鸟类	国家或地方重点保护物种：雀鹰、红隼 **非重点保护物种**：噪鹃、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、戴胜、大斑啄木鸟、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、长尾山椒鸟、虎纹伯劳、红尾伯劳、棕背伯劳、松鸦、小嘴乌鸦、大嘴乌鸦、绿背山雀、黄臀鹎、冠纹柳莺、棕腹柳莺、暗绿柳莺、强脚树莺、棕头鸦雀、棕颈钩嘴鹛、黑顶噪鹛、灰头鹀、乌鹀、蓝歌鸲、鹊鸲、北红尾鸲、蓝喉太阳鸟、山麻雀、麻雀、山鹡鸰、黄鹡鸰、树鹨、燕雀、灰头灰雀、黄喉鹀、灰眉岩鹀
	兽类	**特有种**：川鼬 **非重点保护物种**：鼬獾、黄腹鼬、黄鼬、野猪、赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠
下水库施工区	两栖类	**非重点保护物种**：中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙
	爬行类	极危、濒危、易危物种：乌梢蛇 **非重点保护物种**：铜蜓蜥、赤链蛇、鳄龟、红耳彩龟、乌龟(放生种)、中华鳖(放生种)
	鸟类	国家或地方重点保护物种：雀鹰、红隼 **特有种**：灰胸竹鸡 **非重点保护物种**：环颈雉、绿翅鸭、绿头鸭、山斑鸠、火斑鸠、珠颈斑鸠、岩鸽、噪鹃、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、夜鹭、苍鹭、白鹭、戴胜、普通翠鸟、冠鱼狗、黑枕黄鹂、灰山椒鸟、长尾山椒鸟、黑卷尾、灰卷尾、虎纹伯劳、红尾伯劳、棕背伯劳、松鸦、喜鹊、小嘴乌鸦、大嘴乌鸦、绿背山雀、家燕、金腰燕、黄臀鹎、白头鹎、冠纹柳莺、棕腹柳莺、暗绿柳莺、强脚树莺、棕颈钩嘴鹛、黑顶噪鹛、斑鹀、蓝歌鸲、鹊鸲、北红尾鸲、家麻雀、山麻雀、麻雀、山鹡鸰、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、田鹨、树鹨、燕雀、灰头灰雀、黄喉鹀
	兽类	**特有种**：川鼬 **非重点保护物种**：四川短尾鼩、灰麝鼩、鼬獾、黄腹鼬、黄鼬、赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、褐家鼠、北社鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠、小家鼠、中华竹鼠
石亭江施工区	两栖类	**非重点保护物种**：中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙
	爬行类	极危、濒危、易危物种：乌梢蛇 **非重点保护物种**：铜蜓蜥、赤链蛇
	鸟类	国家或地方重点保护物种：雀鹰、红隼 **非重点保护物种**：环颈雉、绿翅鸭、绿头鸭、山斑鸠、火斑鸠、珠颈斑鸠、岩鸽、白腰雨燕、噪鹃、小杜鹃、四声杜鹃、大杜鹃、夜鹭、苍鹭、白鹭、戴胜、普通翠鸟、冠鱼狗、黑枕黄鹂、灰山椒鸟、黑卷尾、灰卷尾、虎纹伯劳、红尾伯劳、棕背伯劳、喜鹊、小嘴乌鸦、大嘴乌鸦、家燕、金腰燕、白头鹎、河乌、褐河乌、斑鹀、北红尾鸲、红尾水鸲、家麻雀、麻雀、山鹡鸰、黄鹡鸰、灰鹡鸰、白鹡鸰、田鹨、树鹨、燕雀
	兽类	**非重点保护物种**：黄腹鼬、黄鼬、褐家鼠、北社鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠、小家鼠

本工程施工工区生境包括森林、灌草丛、水库、农田、园地、居民点等，既能为森林生境动物提供栖息环境，也可为喜人居环境的动物提供栖息环境，如鼠类、蛙类、家燕等，虽然工程区可能分布有雀鹰、红隼等保护鸟类，但大多仅在天空盘旋翱翔，本次调查未见在施工区筑巢。通过现场调查，未在地表直接扰动范围发现保护动物实体，也未发现保护动物巢穴。但为保护珍稀濒危动物，在项目施工前，应对占地区进行适当干扰，对可能活动在此的动物进行驱赶，避免施工过程对动物个体造成伤害。

4.7 水生生态现状

4.7.1 调查概况

4.7.1.1 调查时间 GGGG

为了解绵竹抽水蓄能电站所在区域水生生态现状，我公司委托四川省农业科学院水产研究所于2023年7月对工程评价范围内的水域进行了第一次实地调查，包括水生生境踏勘、水生生物采集和鱼类资源调查等；同年9月对取水断面附近及北干渠的鱼类资源进行了再次调查。

4.7.1.2 调查范围和断面

水生生态调查范围为绵竹抽水蓄能电站下水库(困牛山水库)库区、射水河支沟孙家沟至河口(约 33.5km)、下水库引水渠取水断面至射水河河口之间长约27.2km的石亭江河段、下水库引水渠前进渠干渠及前进渠现有分水口。

本次在调查范围内共设置6个水生生态调查断面，详见下表及附图20。

图4.7-1 绵竹抽水蓄能电站水生生态评价范围示意图

水生生态调查断面

表 4.7−1

序号	位置	经纬度	海拔(m)	水温(℃)	透明度(cm)	环境描述
1	困牛山水库	104.06051517E 31.29776804N	661	24	110	西北侧为高山，植被茂盛，水库内有水产养殖，外侧为茶园
2	射水河支沟孙家沟口	104.06813800E 31.30283756N	627	16	透明见底	两侧地势平坦，均为农田，其中左岸有村委会
3	射水河支流干河子河口	104.18900371E 31.28662878N	557	20	59	两岸水草较多，左岸有公路，两岸有农田
4	射水河河口	104.27072525E 31.15479249N	497	25	34	水草较多，河道较宽，水面较浅，两岸均有水泥硬化的防洪堤
5	取水断面上游 2km	104.02815700E 31.28808200N	711	14	28	两岸植被茂密，右侧有前进渠，两岸均有公路，泥沙加卵石底
6	石亭江干流新市镇	104.17228818E 31.20071613N	550	24	38	两岸均有公路，水草较多，两岸厂区较多，位于城镇内

4.7.1.3 调查内容

重点调查内容包括：渔业资源区系组成、种群结构与资源量；珍稀、特有和濒危水生生物；鱼类等水生生物生态功能区(包括产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道)；鱼类早期资源量、底栖生物种类和密度；工程评价河段生态结构和功能等。

浮游动植物和底栖动物种类、生物量和初级生产力的研究。

4.7.1.4 调查方法

依据《内陆水域渔业自然资源调查手册》《淡水浮游生物研究方法》《水库渔业资源调查规范》(SL167−96)，并参照《水环境监测规范》(SL219−8)和《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ/T19−2022)进行。

4.7.2 水生生物

4.7.2.1 浮游植物

(1) 种类

本次现场调查共观察到浮游植物6门14科22属52种(包括变种)(见附录7)。其中硅藻门最多，有37种，占种类总数71.15%；绿藻门有8种，占种类总数的15.38%；蓝藻门3种，占种类总数的6.00%；裸藻门和黄藻门各1种，占种类总数的2.00%。

调查断面浮游植物组成

表4.7−2

门	科	属	种	种百分比
硅藻门	7	11	37	71.15%
绿藻门	3	5	8	15.38%
蓝藻门	1	3	3	5.77%
甲藻门	1	1	1	1.92%
裸藻门	1	1	1	1.92%
黄藻门	1	1	2	3.85%
合计	14	22	52	100%

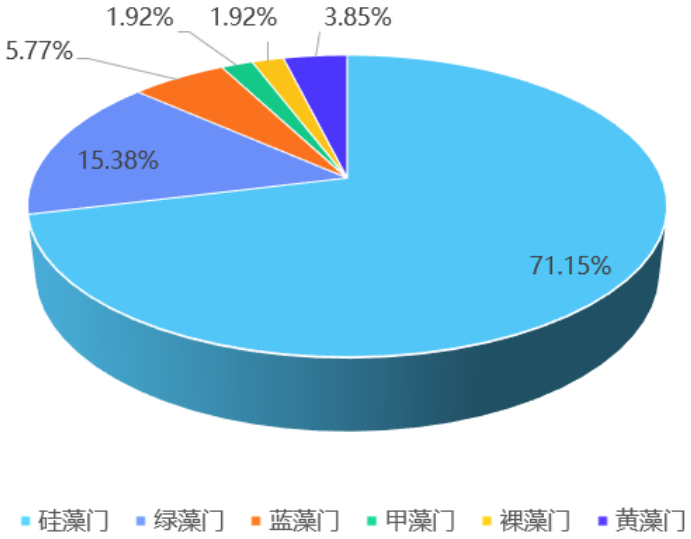


图4.7-2 调查断面浮游植物种类组成比例

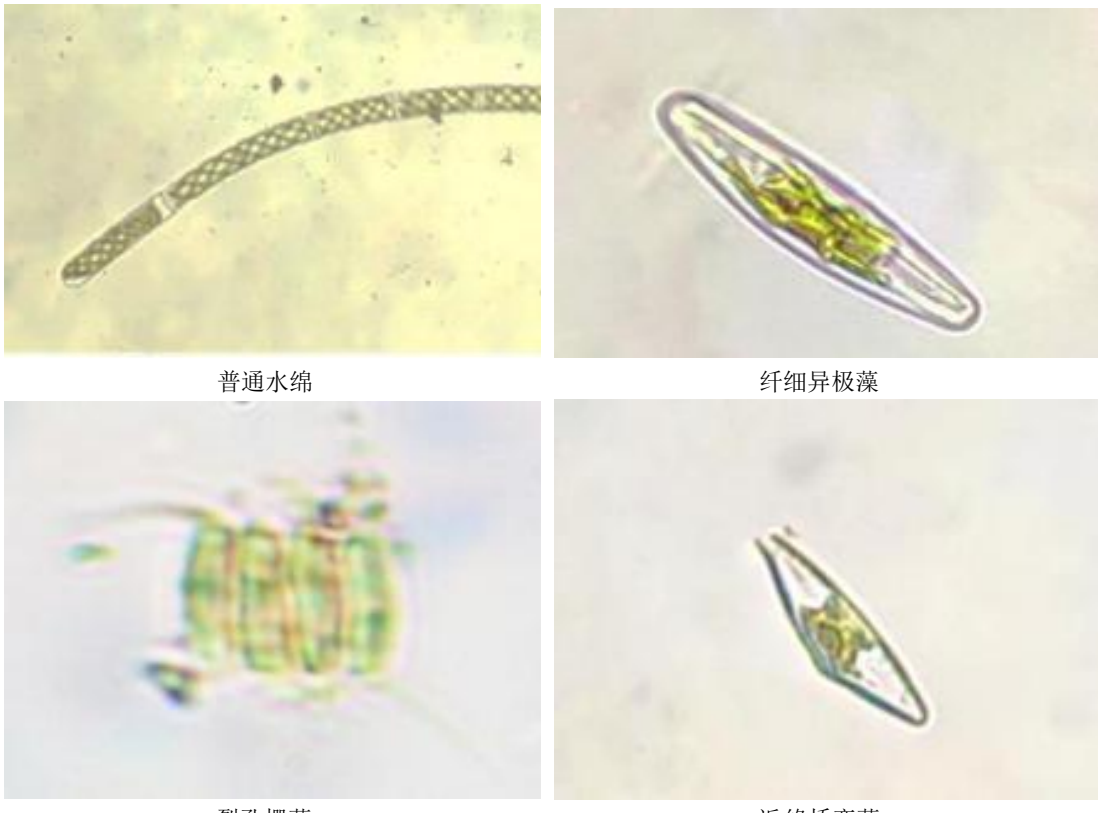


图4.7-3 调查断面所采集到的部分藻类

(2) 密度和生物量

各采样断面浮游植物的密度为 0.43×10^5～4.75×10^5Cells/L，平均密度为 2.36×10^5Cells/L，各采样断面浮游植物的生物量为 0.0247～0.3140mg/L，平均生

物量为 0.1499mg/L。

调查水域浮游植物密度统计表

表 4.7-3　　单位：Cells/L

门	困牛山水库	孙家沟口	干河子河口	射水河河口	取水断面上游 2km	新市镇	平均
硅藻门	420945	37581	104115	369724	93543	243216	211521
绿藻门	22955	4555	8112	18412	5234	15478	12458
蓝藻门	10575	1322	5756	9254	3744	8793	6574
甲藻门	8642	0	0	0	0	0	1440
裸藻门	4214	0	0	7233	0	0	1908
黄藻门	7941	0	0	4054	0	3972	2661
总计	475272	43458	117983	408677	102521	271459	236562

调查水域浮游植物生物量统计表

表 4.7-4　　单位：mg /L

门	困牛山水库	孙家沟口	干河子河口	射水河河口	取水断面上游 2km	新市镇	平均
硅藻门	0.2212	0.0212	0.0885	0.1724	0.0454	0.1283	0.1128
绿藻门	0.0612	0.0014	0.0238	0.0297	0.0012	0.0251	0.0237
蓝藻门	0.0272	0.0021	0.0066	0.0194	0.0041	0.0133	0.0121
甲藻门	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
裸藻门	0.0009	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000	0.0009	0.0005
黄藻门	0.0016	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0004	0.0004
合计	0.3140	0.0247	0.1189	0.2233	0.0507	0.1680	0.1499

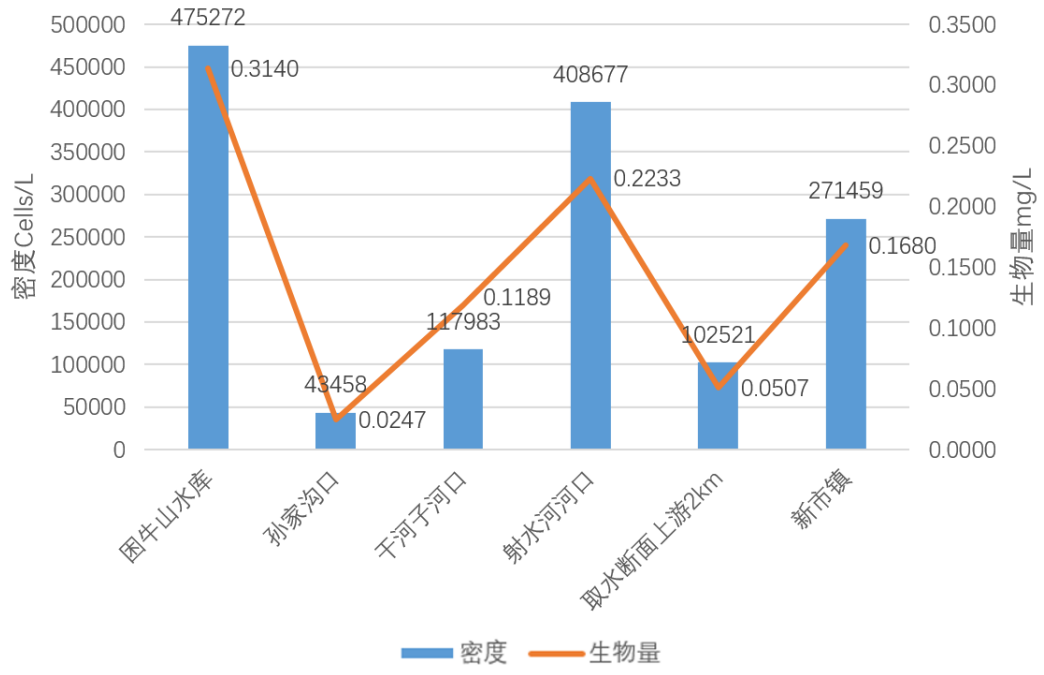


图4.7-4 调查水域浮游植物密度和生物量统计图

4.7.2.2 着生藻类

(1) 种类

工程影响水域的 6 个水生生态调查断面河段的沿岸带河床上、石块上着生或附着的藻类主要有以下三种群落。

1) 直链藻群落 (The Melosira community)

该群落在所有调查断面中均大量出现，常成偶然性浮游类型，在各断面沿岸带(消落带)的泥土、石块上附生。该群落主要优势种为变异直链藻，混生其中的有普通等片藻、近线形菱形藻等。

2) 等片藻—针杆藻群落(The Diatoma-Synedra community)

该群落广泛分布于各调查断面，常附生于消落带的石块、卵石等基质上，优势种为普通等片藻、肘状针杆藻、偏肿桥弯藻、窄异极藻、放射舟形藻等混生其中。该群落带由于波浪、水流等外力作用变成偶然性浮游藻类，在浮游样品的定性、定量中都十分常见且数量巨大。

3) 水绵群落 (The Spirogyra community)

该群落仅在少数调查断面分布，常着生于岸边石块上，构成较纯的群落，优势种为普通水绵，还有等片藻属、针杆藻属的种类混生。

根据现场调查鉴定结果，评价区共采集鉴定有 51 种着生藻类，隶属于 3 门 14 科 24 属(见附录 8)。其中，硅藻门 35 种，占 68.63%；蓝藻门 6 种，占 11.76%；绿藻门 10 种，占 19.61%。评价区常见的着生藻类主要有等片藻属、针杆藻属、舟形藻属和桥弯藻属等。

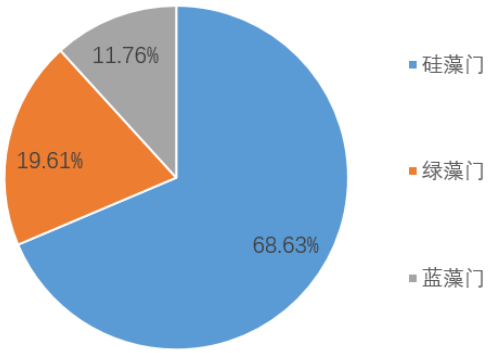


图4.7-4 调查断面着生藻类种类组成比例

(2) 密度和生物量

由于受采样时间和季节限制，本次调查采样处于丰水期，且着生藻类的定量分析需要 7～14 天放样(如 PUF 法等)，故着生藻类的定量分析与浮游植物归在一起。

4.7.2.3 浮游动物

(1) 种类

本次在各采样点采集到浮游动物 4 类 33 种(见附录 9)，其中原生动物门 7 种，轮虫 18 种，桡足类 4 种，枝角类 4 种分别占种类数的 21.21%、54.55%、12.12%和 12.12%。

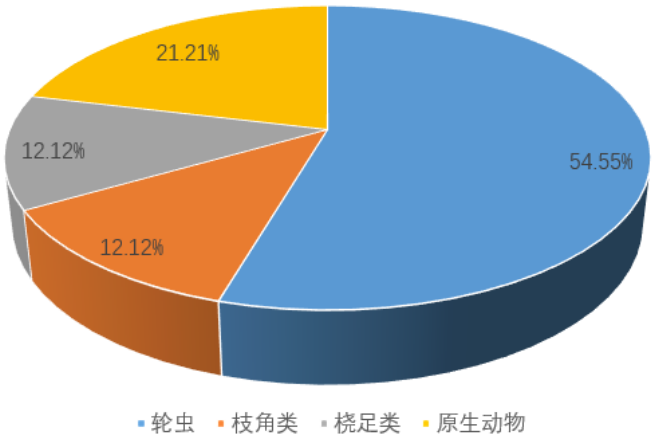


图4.7-6 调查断面浮游动物种类组成比例

裂孔栅藻　　近缘桥弯藻

图4.7-7 调查断面观察到的部分浮游动物

(2) 密度和生物量

对工程影响水域不同采样点浮游动物进行定量统计，结果表明，6 个采样点浮游动物密度依次为7～58 个/L，平均密度为30 个/L；湿重为0.0760～0.5050mg/L，平均湿重为 0.3710mg/L。

调查水域浮游动物密度统计表

表 4.7-5　　单位：个/L

门	困牛山水库	孙家沟口	干河子河口	射水河河口	取水断面上游 2km	新市镇	平均
轮虫	27	3	12	17	4	15	13
枝角类	14	0	6	8	0	7	6
桡足类	7	2	3	5	2	3	4
原生动物	10	2	7	13	3	7	7
总计	58	7	28	43	9	32	30

调查水域浮游动物生物量统计表

表 4.7-6　　单位：mg /L

门	困牛山水库	孙家沟口	干河子河口	射水河河口	取水断面上游 2km	新市镇	平均
轮虫	0.2140	0.0230	0.2380	0.3220	0.2490	0.2310	0.2130
枝角类	0.1320	0.0000	0.0670	0.0820	0.0000	0.0790	0.0600
桡足类	0.1240	0.0460	0.0680	0.1040	0.0420	0.0560	0.0730
原生动物	0.0350	0.0070	0.0290	0.0410	0.0090	0.0270	0.0250
合计	0.5050	0.0760	0.4020	0.5490	0.3000	0.3930	0.3710

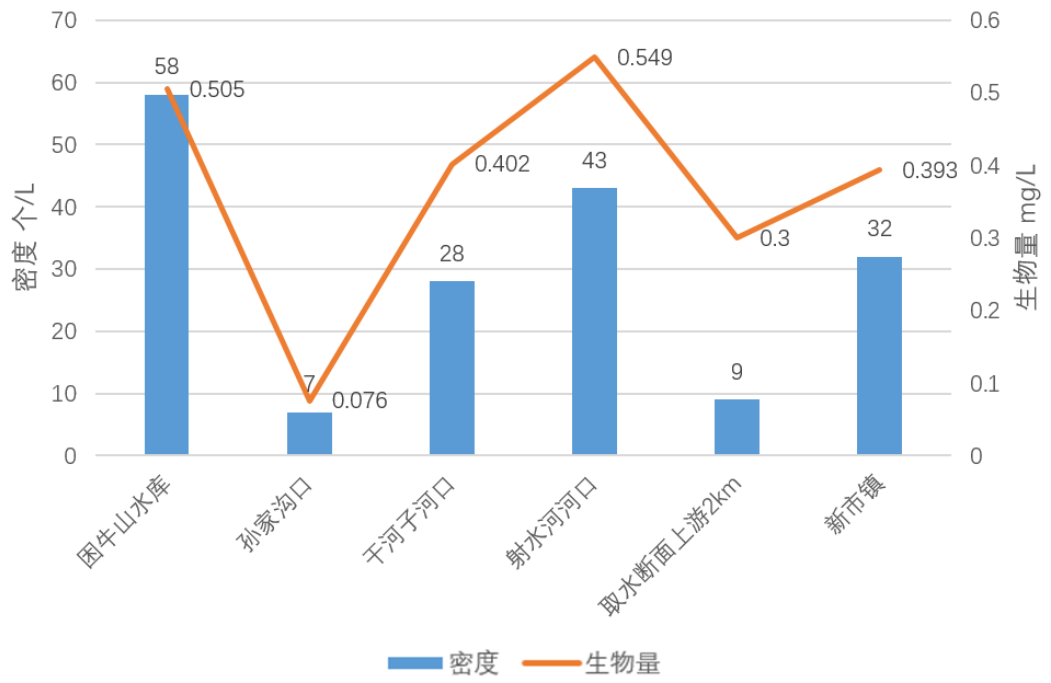


图4.7-8　调查水域浮游动物密度和生物量统计图

4.7.2.4 底栖动物

(1) 种类

本次调查采集到的底栖动物有 4 类 17 种(见附录 10)。

图 4.7-9 调查断面观察到的部分底栖动物

(2) 密度和生物量

对工程影响水域底栖动物统计，密度为 9～37ind./m^2，平均密度为 25ind./m^2，生物量(湿重)为 0.0300～61.1200g/m^2，平均为 30.0433g/m^2。

调查断面底栖动物密度和生物量统计表

表 4.7-7

门	困牛山水库	孙家沟口	干河子河口	射水河河口	取水断面上游 2km	新市镇	平均
密度(ind./m²)	18	3	34	27	37	29	24.67
生物量(g/m²)	32.4600	0.0300	42.6700	61.1200	0.0600	43.9200	30.0433

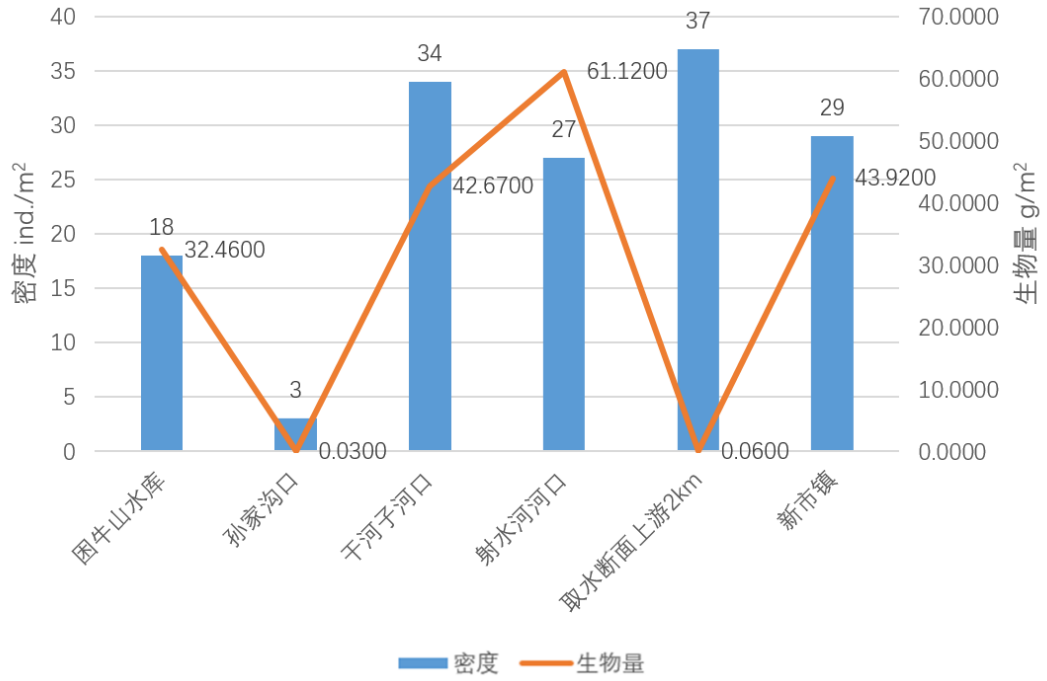


图4.7-10 调查断面观察到的部分底栖动物

4.7.2.5 水生维管束植物

石亭江上游河床为石底或卵石底，河道狭窄，水流急，几乎未发现大面积水生维管束植物。射水河下游及石亭江射水河汇口河段逐渐变宽，在河湾和河滩浅水位置出现较多水生维管束植物，较为典型的水生植物有空心莲子草、水蓼、藨草、鸭舌草、茨藻、黑藻、狐尾藻、金鱼藻等(见附录 11)。

4.7.3 鱼类

4.7.3.1 鱼类种类组成及分布区域

根据现场调查，结合《四川省鱼类志》《德阳市石亭江金马、金燕、红松一级、红松二级、红松三级、红扬、富华、宏富、丰家桥电站对水生生物影响及补救措施专题报告》等资料，工程影响河段共分布有鱼类 35 种，分别隶属于 5 目 10 科 29 属(见附录 12)。其中鲤形目为主要类群，有 3 科 21 属 25 种，占总种数

的 71.43%；鲇形目 3 科 4 属 6 种，占总种数的 17.14%；鲈形目 2 科 2 属 2 种，占总种数的 5.71%；合鳃目和鳉形目分别为 1 科 1 属 1 种，分别占总种数的 2.86%。

洛水镇位于石亭江前进渠取水断面下游约 4.2km，洛水镇以上为山区型河流，洛水镇以下为平原型河流。根据实地调查结合历史资料，石亭江洛水镇以上河段由于水流湍急，海拔较高，鱼类种类有限，主要分布有钝吻棒花鱼、短体高原鳅、贝氏高原鳅、齐口裂腹鱼、青石爬鮡和黄石爬鮡等；洛水镇以下至射水河河口约 23km 河段，主要分布平原型鱼类，如中华花鳅、泥鳅、宽鳍鱲、马口鱼、草鱼、尖头鱊、高体鳑鲏、四川华鳊、彭县似鲿、似鲿、麦穗鱼、棒花鱼、钝吻棒花鱼、乐山小鳔鮈、鲤、鲫、四川华吸鳅、峨眉后平鳅、鲇、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、峨眉拟鲿、子陵吻鮠虎鱼等；下水库泄洪放空管出口至射水河河口约 33.5km 河段同样属于平原型河段，主要分布的鱼类与石亭江洛水镇以下至射水河河口河段相似。

困牛山水库目前已被养殖户承包，开展水产养殖，养殖品种有鲤、鲫、鲇、鲢、鳙、鲈鲤、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼等品种，而在调查中发现土著性鱼类主要有麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等。

调查河段鱼类分布区域见下表。

调查河段鱼类分布区域表

表 4.7-8

目	科	亚科	种	主要分布河段
鲤形目	鳅科	条鳅亚科	红尾副鳅	石亭江前进渠取水断面至射水河河口 27.2km 河段
鲤形目	鳅科	条鳅亚科	短体副鳅	石亭江前进渠取水断面至射水河河口 27.2km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲤形目	鳅科	条鳅亚科	山鳅、贝氏高原鳅	石亭江进渠取水断面至洛水镇 4.2km 河段
鲤形目	鳅科	花鳅亚科	中华花鳅、泥鳅	石亭江洛水镇至射水河河口 23km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲤形目	鲤科	鱼丹亚科	宽鳍鱲、马口鱼	
鲤形目	鲤科	雅罗亚科	草鱼、尖头鱲	
鲤形目	鲤科	鳑鲏亚科	高体鳑鲏	
鲤形目	鲤科	鲌亚科	四川华鳊	
鲤形目	鲤科	鮈亚科	彭县似鲿、似鲿	
鲤形目	鲤科	鮈亚科	麦穗鱼、棒花鱼	
鲤形目	鲤科	鮈亚科	钝吻棒花鱼	石亭江前进渠取水断面至射水河河口 27.2km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲤形目	鲤科	鮈亚科	乐山小鳔鮈	石亭江水镇至射水河河口 23km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲤形目	鲤科	裂腹鱼亚科	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼	石亭江前进渠取水断面至洛水镇 4.2km 河段
鲤形目	鲤科	鲤亚科	鲤、鲫	石亭江洛水镇至射水河河口 23km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲤形目	平鳍鳅科	平鳍鳅亚科	四川华吸鳅、峨眉后平鳅	
鲇形目	鲇科		鲇	
鲇形目	鲿科		黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、峨眉拟鲿	
鲇形目	鮡科		黄石爬鮡、青石爬鮡	石亭江前进渠取水断面至洛水镇 4.2km 河段
合鳃鱼目	合鳃鱼科		黄鳝	石亭江洛水镇至射水河河口 23km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km
鲈形目	鰕虎鱼科		子陵吻鰕虎鱼	
鲈形目	鳢科		乌鳢	
鳉形目	胎鳉科		食蚊鱼	

4.7.3.2 鱼类生态类型

按鱼类生活习性及其主要生活环境，可将调查范围内分布的 35 种鱼类分成下列 7 种生态类群。

(1) 流水吸附生态类群

栖息在急流滩槽的底层，如平鳍鳅科、鮡科和鮠科的部分种类，此类群有特殊的吸盘或类似吸盘的吸附结构，适应于吸附在江河急流险滩水体底层物体上生活，以着生藻类或底栖动物为食。

(2) 流水底层生态类群

为流水河沱、河槽底栖性鱼类，如鲇鱼等。该类群鱼类身体呈纺锤、平扁或延长，口横裂或弧形，适应于流水或急流水底穿行和觅食。

(3) 流水底层乱石、礁底栖性类群

栖息环境为流水深沱，底层多乱石，水流较缓，如鲇，为大型凶猛的肉食性鱼类，生长快。

(4) 流水洞缝隙生态类群

该类群鱼类主要或完全生活在流水水体底层的各种岩洞缝隙中，包括山鳅、贝氏高原鳅、短体副鳅、泥鳅、红尾副鳅等。

(5) 流水中、下层生态类群

主要或完全栖息在江河流水的中层和下层，如重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼等。身体较长、侧扁，适应于流水、急流水中穿梭游泳，活动掠食；头部呈锥形，适应于破水前进，躯干部较长，是产生强大运动的动力源，各鳍发达，尾鳍深叉形，都是适应水体中、下层快速游泳，在急流水体中、下层穿梭翻滚捕食低等动物和流水急流水带来的有机食物。

(6) 缓流水和静水生态类群

主要是一些小型鱼类，如棒花鱼、钝吻棒花鱼等。此类群是一群生活在侧流、缓流水的鱼类，个体小，游泳能力不强，各鳍均不甚发达。

(7) 流水中、上层生态类群

栖息、摄食、繁殖等主要活动在水体的中、上层完成，如马口鱼、宽鳍鱲。体长形，稍侧扁，腹部圆，适应于流水急流水体中、上层穿梭游泳，活动掠食；躯干部长，尾柄粗壮，是产生强大运动的动力源。

4.7.3.3 渔业资源类型

(1) 国家级重点保护鱼类

石亭江水域涉及国家级重点保护鱼类 2 种，分别为青石爬鮡、重口裂腹鱼，均属于国家二级保护动物。

1) 青石爬鮡

① 形态特征

青石爬鮡体长为体高的 6.2～6.6 倍，为体宽的 4.1～4.9 倍，为头长的 4.0～4.6 倍，为尾柄长的 3.8～4.8 倍；头长为吻长的 1.8～2.0 倍，为口宽的 2.8～3.2

倍，为眼间距的 3.8～4.5 倍；尾柄长为尾柄高的 2.2～3.2 倍。

体延长，头平扁，头长约等于头宽。体后部侧扁。眼很小，居头中部的上方。口下位，横裂。上下颌仅在口盖骨的前端有带状排列的齿，齿较粗。唇厚，肉质，其上有乳头状小突起，上唇与下唇有皮膜相连，向口角两侧延伸，且与上颌须愈合。须 4 对，鼻须 1 对较短，其末端在小个体达眼前缘，大个体不达眼前缘。上颌须 1 对，末端达胸鳍基。下颌须 2 对，外侧须的长度约等于内侧须的 2 倍。鳃孔狭窄。背鳍无硬刺，其起点距吻端较距尾鳍基为近。脂鳍长而低。胸鳍呈圆形，基部发达，其末端在小个体可达腹鳍基部，大个体则接近腹鳍基部。胸、腹鳍第 1 根不分枝软鳍条十分粗大。臀鳍短，在脂鳍中部下方。尾鳍截形。肛门位于腹鳍基部与臀鳍起点的中央。体裸露无鳞。体背部和尾部黑褐色，腹部白色。

② 生活习性

青石爬鮡为淡水底层鱼类。活动性小，生活于急流石穴中，以吸盘状的鳍吸附于石上。主要摄食水生昆虫及幼虫(如毛翅目石蚕、半翅目、积翅目、蝉游目、鳞翅目等)，亦吃蚯蚓，次要食物是叶子、固着性藻类。肠长为体长的 0.5～0.6 倍。

青石爬鮡是鮡科石爬鮡属的一种鱼类。它们活动性小，生活于急流石穴中，以吸盘状的鳍吸附于石上。主要摄食水生昆虫及幼虫。

③ 繁殖情况

青石爬鮡绝对怀卵量 98～538 粒，一般为 98～206 粒。产卵期 6～7 月，产于急流石缝穴中，产黏性卵，目前在全国范围内，诸多鱼类增殖站、公司和民间个体户等对石爬鮡鱼类进行人工繁殖，虽然能成功获得受精卵，但是培育的苗种数量极少，且养殖一段时间后死亡。其人工繁殖技术还未成熟，有待于进一步的研究。

④ 分布地区

分布于四川境内的各个江河中，如大渡河、青衣江、岷江、金沙江干支流等。在石亭江流域中，分布于石亭江洛水镇(位于石亭江前进渠取水断面下游约 4.2km)以上的山区型河流段。

⑤ 资源情况

根据沿途居民走访调查，青石爬鮡在多年前具有较多的资源量分布，近几年基本未发现，在本次调查中未采集到。

2) 重口裂腹鱼

重口裂腹鱼曾名重弓鱼，俗称重口细鳞鱼、重口、细甲鱼，属鲤形目、鲤科、裂腹鱼属，2021 年升级为国家二级保护动物，长江上游特有鱼类。

① 形态特征

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

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

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

② 生活习性

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

③ 繁殖情况

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

④ 分布地区

重口裂腹鱼主要分布在石亭江洛水镇以上的山区型河流段。

⑤ 食性

重口裂腹鱼为肉食性鱼类，主要以底栖无脊椎动物为食，也食小型鱼类如鳅类等。评价区内解剖的重口裂腹鱼主要是食水生昆虫幼虫，如蜉蝣和石蚕等水生

昆虫，有少数鱼的肠道中有鰍类。

⑥ 生长

重口裂腹鱼生长较缓慢。

⑦ 资源情况

根据沿途居民走访调查，重口裂腹鱼在多年前具有较多的资源量分布，近几年基本未发现，在本次调查中未采集到。

(2) 四川省重点保护鱼类

石亭江干流及射水河涉及四川省重点保护鱼类 1 种，为彭县似鲿。

① 形态特征

彭县似鲿为长条形，侧扁。体被鳞，胸部无鳞或胸部中央鳞片小，隐于皮下。侧线完全，平直。吻较钝，吻长小于眼后头长。前后鼻孔紧相邻，前鼻孔在鼻瓣中，鼻孔距眼前缘较距吻端近。眼较大，侧上位。前眶骨和下眶骨边缘具黏液腔。口下位，弧形或浅马蹄形。下颌无角质边缘。下唇两侧叶较窄，中央有三角形突起，唇后沟中断。具一对短于眼径的口角须。咽齿 3 行。背鳍外缘平截。末根不分枝储条软。背吻距小于背尾距。背鳍起点在腹鳍起点之前。胸鳍末端超过胸、腹鳍起点距的中点。腹鳍基部有一长形腋鳞。腹鳍末端不达肛门。肛门紧靠臀鳍起点。尾叉形，上下叶约等长。鳔 2 室，后室长约为前室的 1.6～1.8 倍。肠粗短，不及体长。腹膜银灰色。

在繁殖期雄鱼头部、臀睛具白色珠星，雌鱼无。

背部和体侧褐灰或青灰色，腹部银白色。体侧侧线上有 4～10 个较大的黑斑。胸鳍和腹鳍浅黄灰色。背鳍、臀鳍和尾鳍浅灰色。背鳍、尾鳍上有许多小黑点。

② 繁殖情况

彭县似鲿繁殖期 4～6 月，受精卵黏性。

③ 分布地区

中国特有种。四川特有种。主要分布于石亭江洛水镇至射水河河口 23km 河段、射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km 河段。

④ 资源情况

在本次调查中未采集到。

(3) 长江上游特有鱼类

调查水域分布的长江上游特有鱼类 14 种，分别为短体副鳅、山鳅、中华花鳅、贝氏高原鳅、彭县似鲿、钝吻棒花鱼、四川华鳊、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、四川华吸鳅、峨眉后平鳅、黄石爬鮡、青石爬鮡和峨眉拟鲿，占调查水域鱼类总种数的 40%。其中包含国家级保护动物 2 种，为青石爬鮡、重口裂腹鱼；省级保护动物 1 种，为彭县似鲿；其余 11 种中黄石爬鮡和四川华吸鳅在本次调查中未采集到。

1) 黄石爬鮡

黄石爬鮡俗称石爬子、石斑鮡和石爬鮡。属鲇形目、鮡科、石爬鮡属。长江上游特有鱼类。

① 形态特征

黄石爬鮡体延长，前躯扁平，后部侧扁，尾柄侧扁。吻稍短，上下扁平，前端圆。口裂较宽、下位，横裂状。唇厚，肉质，其上有许多小乳突，上下唇在口角处相连。鳃耙粗短，末端钝，排列稀疏。

全身棕黄色带浅绿色，腹部黄白色。各鳍为灰棕色，背、尾鳍上有 1～2 个黄色大斑，尾鳍颜色较深。

② 生活习性

黄石爬鮡是底栖性鱼类，常生活在多砾石急流河滩处，用平坦的胸、腹部与特化的胸部和偶鳍条协作，附粘在石上，以克服水流冲击，有效地稳定身体。

③ 繁殖情况

黄石爬鮡的繁殖季节一般在 6～7 月，繁殖水温 12～15℃，一次产卵类型。雌鱼生殖腺为一个，呈囊状。成熟系数 20.6%～34.7%。卵径 3～4 mm，呈深黄色。相对怀卵量 4.3 粒/克鱼体重，绝对怀卵量一般为 100～600 粒。通常在湾沱中的岩石缝或岩腔中产卵，整体产出包括所有卵粒的椭圆形卵块，卵粒之间紧密地粘连在一起，但卵块无粘性。吸水后，卵球晶莹剔透，有弹性，卵径达 7～8 mm。

④ 分布地区

黄石爬鮡主要分布于石亭江洛水镇以上河段。

⑤ 食性

黄石爬鮡主要以水生动物为主，从解剖的情况来看，主要是水生昆虫及幼虫

为主，如襀翅目的石蝇、毛翅目的纹石蚕、蜉蝣目的扁蜉等，也食有机腐屑以及水生植物的碎片。

⑥ 生长

黄石爬鮡生长较为缓慢。

⑦ 资源情况

在本次调查中未采集到。

2) 齐口裂腹鱼

① 形态特征

齐口裂腹鱼属鲤形目，鲤科，裂腹鱼亚科，裂腹鱼属，裂腹鱼亚属。曾名齐口弓鱼，俗称雅鱼、齐口、丙穴鱼、细鳞鱼。长江上游特有鱼类。

体延长，稍侧扁，吻钝圆，口下位，横裂。下颌前缘有锐利的角质；下唇完整，表面有乳突；唇后沟连续。须 2 对，约等长，其长度约等于眼径。身体被细鳞，胸部自鳃峡部以后具有明显的鳞片。

体背暗灰色，腹侧银白色，背鳍、胸鳍和腹鳍呈青灰色，尾鳍红色。

② 生活习性

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

③ 繁殖情况

齐口裂腹鱼雌性 4 龄成熟，雄性 3 龄成熟，产卵季节在 3～6 月，卵多产于急流底部的砾石和细砂上，亦常被水冲下至石穴中进行发育。产卵后的亲鱼到秋季(9～10 月)则回到江河深水处或水下岩洞中越冬。卵具微粘性，沉于水底，易被流水带入砾石间隙，在那里继续发育。

④ 分布地区

齐口裂腹鱼主要分布于石亭江洛水镇以上河段。

⑤ 食性

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

石上刮取着生藻类，随刮随吸。在其刚刮取过的岩石上留下明显的痕迹，渔民往往据此判断齐口裂腹鱼的栖息、活动场所。

⑥ 生长

齐口裂腹鱼生长缓慢。

⑦ 资源情况

在石亭江还有一定的资源量，数量较少。

(4) 主要经济鱼类

调查水域主要经济鱼类有鲤、卿、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、黄石爬鮡、青石爬鮡和峨眉拟鲿。其中鲤、卿、黄颡鱼和峨眉拟鲿目前在调查水域还有一定生物量，重口裂腹鱼、青石爬鮡已很难捕获。

(5) 小型鱼类

调查水域小型鱼类有宽鳍鱲、马口鱼、短体副鳅、贝氏高原鳅、山鳅、峨眉后平鳅、钝吻棒花鱼、子陵吻虾虎鱼、麦穗鱼、食蚊鱼、子陵吻虾虎鱼和棒花鱼等，多为水体中上层鱼类，经济价值不大，在渔获物中占有一定的比例。其中宽鳍鱲、马口鱼现已成为调查水域主要食用鱼类。

4.7.3.4 鱼类繁殖习性

根据鱼类的产卵场环境条件、产卵习性及卵粒特点，可将评价区鱼类的繁殖习性分成以下主要类型。

(1) 产粘性卵

调查水域绝大多数鱼类为产粘性卵类群。本类群鱼类多在春夏季节产卵，也有部分种类晚至秋季，且对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激。产出的卵或粘附于石砾、水草发育，或落于石缝间在激流冲击下发育。根据粘性程度不同又可以分为弱和强粘性卵两类，产弱粘性卵的种类包括鲇等；产强粘性卵的种类通常生活于激流浅滩或流速较大的河槽，产出的卵牢固地粘附在石砾表面，激流中孵化，如黄颡鱼属鱼类等。

(2) 产漂流性卵

此繁殖类群对环境要求较高，必须满足一定的水温、水位、流速、流态、流程等水文条件才能完成繁殖和孵化。要求在多种急流水中上滩产卵排精，受精卵随水流漂浮发育，如急流水长度不够，受精卵将下沉窒息死亡。产漂流性卵鱼类

需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。从卵产出到仔鱼具备溯游能力，一般需要 30～40h 以上，有的需要更长时间。

这类群鱼类主要包括草鱼等。该类群鱼类的产卵期主要集中在 3～7 月，多在 4～6 月。产卵水温在 16～32℃之间。各主要经济鱼类多在 18℃左右的水温时开始产卵。产卵高峰多在 20～24℃间。产卵时除要求达到一定水温外，还需要一定的涨水刺激。总体分析，在产漂流性鱼类繁殖季节，河水的涨水过程包含着水位升高、流量增大、流速加快、流态紊乱和透明度减小等多种水文因素的变化，这些水文因素相互关联的，对鱼类繁殖刺激作用是综合的，但根据这些鱼类的繁殖活动是在水的上层，甚至表层进行的特点，其中流速的增大在促进鱼类繁殖的诸水文因素中，起主要作用。

(3) 静水产浮性卵

有乌鳢等常产卵于缓流水体的草间，卵具油球，浮于水面，在水体中漂浮发育，亲鱼有护卵护幼的习性。

(4) 筑巢生殖

主要有鮠类，在有流水的乱石或卵石处，较大的卵石或乱石挡住水流，水流绕石分流成小漩涡，黄颡鱼属鱼类常成对以卵石间隙为巢，产卵于小漩涡内，卵粒结成团，附着在石上，随微流水冲动发育。

(5) 产卵于软体动物体内为鳑鲏亚科的种类

通常产卵于蚌、蚬、淡水壳菜等软体动物壳内，这些鱼类为鳑鲏亚科的种类。

4.7.3.5 鱼类食性

调查河段内鱼类以食性可划分为以下几个类群。

(1) 以着生藻类为主要食物的鱼类

以着生藻类为主要食物的鱼类口裂较宽、口横裂或近似横裂，下颌前缘有锋利的角质，用锋利角质刮取岩石上的周丛生物。主要有齐口裂腹鱼等鱼类。

(2) 以底栖无脊椎动物为主要食物的鱼类

以底栖无脊椎动物为主要食物的鱼类，口部常具发达的触须或唇较厚等特点。

所摄取的食物主要是毛翅目、蜉蝣目和寡毛类等底栖无脊椎动物。常见的鱼类有鳅科、平鳍鳅科、鲿科、鮡科、钝头鮠科等的鱼类。

(3) 以小型鱼类为主要食物的鱼类

以鱼类为主要食物的鱼类，口大，游泳速度快，常见的有鲇等鱼类。

(4) 杂食性鱼类

杂食性鱼类既食水生昆虫等动物性饵料，也食藻类、植物碎屑等。常见的有鲤、鲫等鱼类。

4.7.3.6 渔获物统计

2023 年 7 月在石亭江及射水河中主要采集到鱼类 23 种，共 606 尾，总重量 3524.2g，未采集到国家级保护动物或四川省省级保护野生动物。具体统计结果如下表。

调查河段渔获物数据统计结果表(2023年7月)

表 4.7-9

序号	种类	数量	数量百分比	体重(g)	重量百分比	体长范围(cm)	体重范围(g)	平均体重(g)
1	贝氏高原鳅	364	60.07%	1097.5	31.14%	4.2～8.3	0.7～8.2	3.02
2	鲶	6	0.99%	497.2	14.11%	15.2～24.6	30.9～115.7	82.87
3	宽鳍鱲	20	3.30%	131.1	3.72%	4～10.5	1.1～25.6	6.56
4	短体副鳅	22	3.63%	75.2	2.13%	3.4～8.2	0.5～6.7	3.42
5	钝吻棒花鱼	77	12.71%	339.4	9.63%	2.7～7.2	0.1～9.4	4.41
6	峨眉后平鳅	8	1.32%	11	0.31%	2.9～4.7	0.4～3	1.38
7	峨眉拟鲿	5	0.83%	65.8	1.87%	6.5～17.1	4.8～44.4	13.16
8	高体鳑鲏	3	0.50%	9.9	0.28%	3.8～5.3	1.1～4.4	3.30
9	黄颡鱼	3	0.50%	290.3	8.24%	17.1～17.7	44.4～166.7	96.77
10	鲫	7	1.16%	28.6	0.81%	4.2～8.8	1.8～14.5	4.09
11	乐山小鳔鮈	5	0.83%	21.1	0.60%	3.6～9.7	0.8～17.3	4.22
12	鲤	1	0.17%	8.4	0.24%			8.40
13	齐口裂腹鱼	2	0.33%	2.1	0.06%	3.7～4.5	0.5～1.6	1.05
14	马口鱼	8	1.32%	47.4	1.34%	3.3～10.5	0.3～23.4	5.93
15	麦穗鱼	27	4.46%	74.1	2.10%	1.3～6.1	0.1～7.5	2.74
16	泥鳅	8	1.32%	56.8	1.61%	8.8～11	5.1～10.7	7.10
17	似鲚	24	3.96%	68.2	1.94%	3.5～6.7	0.9～4.8	2.84
18	四川华鳊	1	0.17%	16.7	0.47%			16.70
19	瓦氏黄颡鱼	5	0.83%	634	17.99%	19.3～24.8	92.2～190.7	126.80
20	中华花鳅	1	0.17%	3.5	0.10%			3.50

序号	种类	数量	数量百分比	体重(g)	重量百分比	体长范围(cm)	体重范围(g)	平均体重(g)
21	子陵吻虾虎鱼	8	1.32%	45.7	1.30%	3.7～7.6	0.6～9	5.71
22	食蚊鱼	1	0.17%	0.2	0.01%			
23	合计	606	100%	3524.2	100%			

取水断面(前进渠渠首)附近河段渔获物数据统计结果表(2023年7月)

表 4.7−10

种类	数量	数量百分比	体重(g)	重量百分比	体长范围(cm)	体重范围(g)	平均体重(g)
贝氏高原鳅	357	87.71%	1085.6	79.73%	4.2−8.3	0.7−8.2	3.04
短体副鳅	3	0.74%	16.7	1.23%	7−8.2	3.8−6.7	5.57
钝吻棒花鱼	44	10.81%	256.3	18.82%	4.6−7.2	1.4−9.4	5.83
齐口裂腹鱼	2	0.49%	2.1	0.15%	3.7−4.5	0.5−1.6	1.05
似鲟	1	0.25%	0.9	0.07%			0.90
合计	407	100%	1361.6	100%			

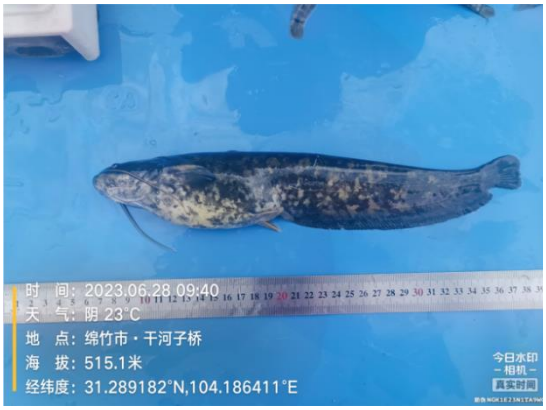
2023 年 9 月在石亭江取水断面附近及北干渠采集到鱼类 9 种，共 505 尾，总重量 2454.5g，未采集到国家级保护动物或四川省省级保护野生动物。具体统计结果详见下表。

北干渠、取水断面(前进渠渠首)附近河段渔获物数据统计结果表(2023年9月)

表 4.7-11

采集断面	物种名称	全长范围/cm	平均全长/cm	体长范围/cm	平均体长/cm	体重范围/g	平均体重/g	尾数	数量百分比	总重	重量百分比
北干渠	短体副鳅	4.5-4.8	4.65	3.9-4.1	4	0.9-1	0.95	2	1.68	1.9	0.35
	麦穗鱼	3.9-10.3	6.77	3.2-8.7	5.63	0.6-12.2	3.82	31	26.05	163.8	30.08
	尖头大吻鱲	6.5	6.5	5.5	5.5	2.4	2.4	1	0.84	2.4	0.44
	钝吻棒花鱼	3.2-6.1	4.92	2.3-5	4.01	0.3-2.9	1.49	25	21.01	35.6	6.54
	贝氏高原鳅	6-10.3	8.77	5-8.7	7.33	1.1-10.1	5.59	60	50.42	340.9	62.6
	小计							119	100	544.6	100
前进渠取水断面下游	短体副鳅	7.8-10.2	8.9	6.7-8.9	7.68	3.4-8.3	5.18	4	1.53	20.7	2.09
	贝氏高原鳅	5.1-11	8.48	4.1-9.5	7.02	1-9.5	4.22	251	96.54	934.3	94.17
	似鲚	9.3-12.7	11	7.7-10.7	9.2	7.1-17.3	12.2	2	0.77	24.4	2.56
	麦穗鱼	6.9	6.9	5.7	5.7	3.4	3.4	1	0.39	3.4	0.34
	钝吻棒花鱼	7.1-7.7	7.4	6-6.5	6.25	4.4-4.9	4.65	2	0.77	9.3	0.94
	小计							260	100	992.1	100
前进渠	齐口裂腹鱼	11.2	11.2	9.2	9.2	13.7	13.7	1	1.89	13.7	5.44
	贝氏高原鳅	5.4-10.7	8.14	4.5-9.2	6.81	1.2-10.9	4.69	52	98.11	238	94.56
	小计							53	100	251.7	100
前进渠取水断面上游	似鲚	6.2-13.2	10.8	5-11.2	7.7	1.5-18.5	7.93	3	4.11	23.8	3.57
	大鳞副泥鳅	15	15	13.5	13.5	18.3	18.3	1	1.37	18.3	2.75
	齐口裂腹鱼	18.6	18.6	14	14	247.1	247.1	1	1.37	247.1	37.1
	钝吻棒花鱼	8.4	8.4	7	7	6.4	6.4	1	1.37	6.4	0.96
	贝氏高原鳅	6.7-11.2	9.53	5.5-9.1	7.92	1.6-10.1	6.75	67	91.78	370.5	55.62
	小计							73	100	666.1	100
合计								505		2454.5	

子陵吻虾虎鱼



鲇

峨眉拟鲿

短体副鳅

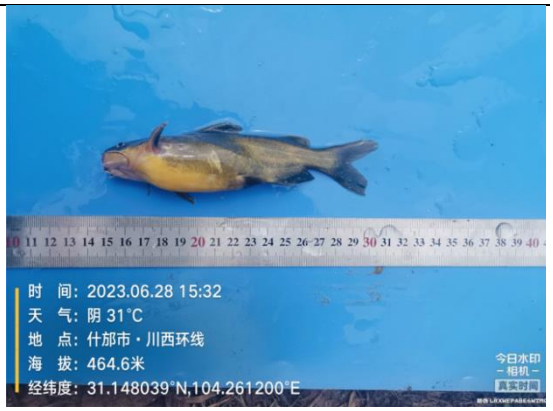
峨眉后平鳅

四川华鳊

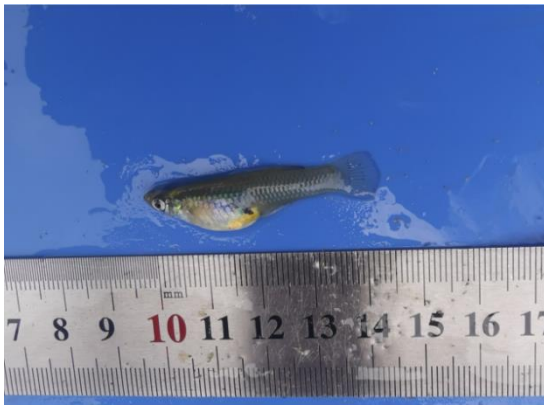
中华花鳅

钝吻棒花鱼

瓦氏黄颡鱼



黄颡鱼



食蚊鱼

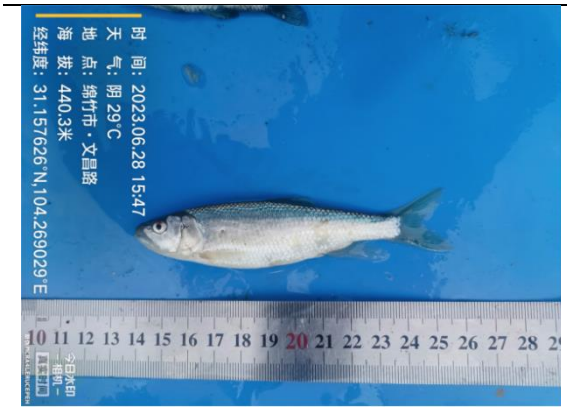
齐口裂腹鱼

高体鳑鲏

似鳎

麦穗鱼

宽鳍鱲



马口鱼

乐山小鳔鮈

鲫

鲤鱼

贝氏高原鳅

泥鳅

4.7.3.7 鱼类“三场”特点及分布

(1) 产卵场

石亭江洛水镇以上河段，属于山区型河流，受到已建水利等阻隔和减脱水影响，水生境受到了一定的破坏。山区河流鱼类的产卵场，常常每年都在变动之中，鱼类的产卵场很不稳定，其不稳定性常随江河的上溯而增大，所以山地江河鱼类繁殖产卵为分散小群，以适应山地江河水域环境的动态特征。通常，裂腹鱼类选择滩多流缓的水域产卵，水流较大时产卵，卵随水流进入浅滩内发育，当水流量

变小时，浅滩内形成众多小水体，卵或鱼苗继续在里面发育生长，等下一次汛期来临后，已发育到一定大小的鱼苗便可随水流重新回到河流干流中生长发育。

石亭江洛水镇下游和射水河均为平原区河段，河道较宽，水草较为丰富，水流较缓，目前已建有较多的灌溉引水堰和其他水利工程，阻断了河道的连通性，在灌溉引水堰下游也形成减水河段，因此石亭江下游河段零星分布有产粘性卵鱼类产卵场，其中规模相对较大的为石亭江干流新市镇产卵场、石亭江支流射水河干河子河口产卵场和射水河河口产卵场。该河段水面较宽，水流平缓，河道两岸水草丰盛，河中间具有较多的滩地和水草，为鲤、鲫、鲇和黄颡鱼等产粘性卵的鱼类提供了产卵环境。

(2) 索饵场

石亭江洛水镇以上山区的鱼类多以着生藻类和底栖动物为主要食物。齐口裂腹鱼具有口裂较宽，下颌前缘多具有锋利的角质，主要适应于刮取生长于石上的着生藻类和水生昆虫等。青石爬鮡和黄石爬鮡等鱼类，以动物性食料为主食，其口能自由伸缩，在砾石下摄食，食物中几乎 90%是水生昆虫和昆虫幼体，也吞食小型鱼类、小虾及极少量的着生藻类。山区河道变化较为频繁，幼鱼无固定的大型索饵场，仅在河道的适宜生境零星分布一些小型索饵场。

石亭江洛水镇下游平原区的鱼类多以高等植物碎屑和底栖动物等为主要食物，索饵场主要分布在河道水流稍缓、宽阔、水浅和水草等饵料丰富的河段。据调查，石亭江下游河段水体较浅，流速较为平缓，底质中底栖生物分布较多，河滩植被生长茂盛，鱼类索饵场分布在射水河支流付家河河口、射水河与马尾河汇合处、射水河河口和人民渠−石亭江交界处河段。

(3) 越冬场

工程评价河段鱼类越冬场主要分布在射水河水体较深的电站库区、深潭、拐弯处，如射水河−人民渠交界处、各堰渠枢纽等。石亭江虽未发现具规模的越冬场，但河道中的深潭、滩沱等区域也可为小型鱼类提供越冬环境。

鱼类“三场”统计表

表 4.7−12

三场	位置	位置	规模	主要产卵种类
产卵场	石亭江干流新市镇河段	前进渠取水断面下游约 11km	产卵河段长约 0.8km	平原型鱼类，产粘性卵鱼类

三场	位置	位置	规模	主要产卵种类
	射水河干河子河口段	下水库泄洪放空管下游约14km	产卵河段长约0.6km	平原型鱼类，产粘性卵鱼类
	射水河河口段	前进渠取水断面下游约28km	产卵河段长约1.5km	平原型鱼类，产粘性卵鱼类
索饵场	射水河河口段	前进渠取水断面下游约28km		
	射水河支流付家河河口段	下水库泄洪放空管下游约11km		
	射水河与马尾河汇合处(马尾河河口)段	下水库泄洪放空管下游约27.5km		
	人民渠–石亭江交界处	前进渠取水断面下游约14km		
越冬场	射水河水闸3	下水库泄洪放空管下游约9.5km		
	射水河贺家堰	下水库泄洪放空管下游约13.4km		
	射水河祖师堰	下水库泄洪放空管下游约17km		
	射水河官堰	下水库泄洪放空管下游约21km		
	射水河余家堰	下水库泄洪放空管下游约23km		
	射水河雷家堰库区	下水库泄洪放空管下游约26km		

石亭江干流新市镇产卵场

射水河干河子河口产卵场

射水河河口产卵–索饵场

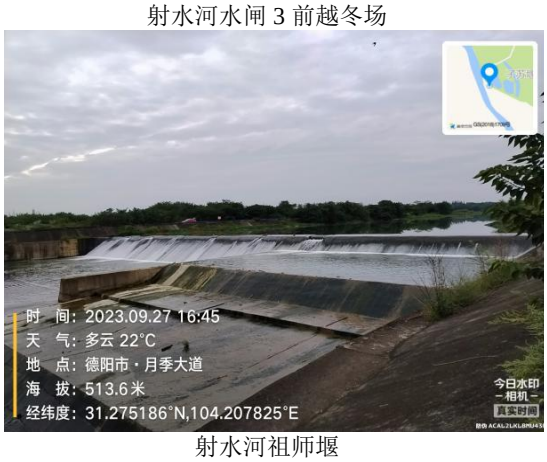
射水河支流付家河河口索饵场

射水河与马尾河汇合处(马尾河河口)索饵场

人民渠-石亭江交界处索饵场

射水河水闸 3 前越冬场

射水河贺家堰



射水河祖师堰

射水河官堰

射水河余家堰

雷家堰库区

4.8 土壤环境质量现状

4.8.1 区域土壤类型

绵竹土壤的分布，受气候、地质、地貌、生物等自然要素影响，在不同区域形成不同类型的土壤。根据土壤类型的不同，大致可分为以下五个土壤区：

(1) 西北部山地黄壤、棕壤、灰化、草甸土区

随着海拔高度的不断上升，分布有山地黄壤、山地黄棕壤、山地棕壤、山地棕色灰化土、山地灌丛草甸土等自然土。农业土壤分布于海拔 700～1200m 地带，为山地黄壤。土种为矿子黄泥土和冷沙黄泥土。根据自然条件的差异，本区又可分两个亚区：西北高山灰化、草甸土亚区和西北中、低山黄壤、棕壤土亚区。

(2) 低、中山山地紫色土区

土壤包括暗紫泥土和棕紫泥土。土层一般较薄，多含砾石，呈微酸性—酸性，无碳酸盐反应，有机质较缺，严重缺磷。该区耕作不便，坡度大，水土流失严重。

(3) 沿山台地、二级阶地老冲积黄泥土区

土壤主要是老冲积黄泥土和老冲积黄泥水稻土。土种有死黄泥田、黄泥田、白鳝泥田、黑夹泥田、下湿田、死黄泥土、黄泥土等。土壤多呈微酸性，无碳酸盐反应。土层深厚，耕层较薄，质地粘重，结构不良，通透性差，养份较缺乏。

(4) 平坝一级阶地灰棕冲积土区

地势平坦，为绵远河、石亭江等近代河流的冲洪积扇状平原一级阶地。土壤主要为灰棕冲积土和灰棕冲积水稻土。主要土种有半沙半泥田、黄沙田、泥田、黄泥田、灰鳝田、沙石薄土田、沙田、下湿田等。土层厚度一般在 1m 以上。土壤胶体品质好，养份较丰富，酸碱度为中性一微酸，水肥气热较为协调，宜种范围广，为本县粮食、经济作物主产区。

(5) 河漫滩一级阶地新冲积沙石薄土区

土壤主要为灰棕冲积土和灰棕冲积水稻土。由于地处河流两岸，易受洪水淹没和冲刷，土层薄，质地偏轻，石砾多，耕性不良，保水保肥差，抗逆力低，不耐干旱。

本工程所涉及区域土壤为平坝一级阶地灰棕冲积土区。

4.8.2 土壤环境现状

为了解工程所在区域土壤环境质量现状，我公司委托成都翌达环境保护检测有限公司于 2023 年 3 月对工程区域土壤环境质量现状进行了监测。现场共布置 3 个监测点，其中项目占地范围内 1 个，项目占地范围外 2 个，布置情况见下表。

土壤环境监测断面布设表

表 4.8−1

序号	监测断面位置	点位坐标
T01	上水库库周外	(104.029820311，31.308812981)
T02	下水库坝址占地内	(104.056020128，31.303630953)
T03	下水库库周外	(104.060590613，31.303255444)

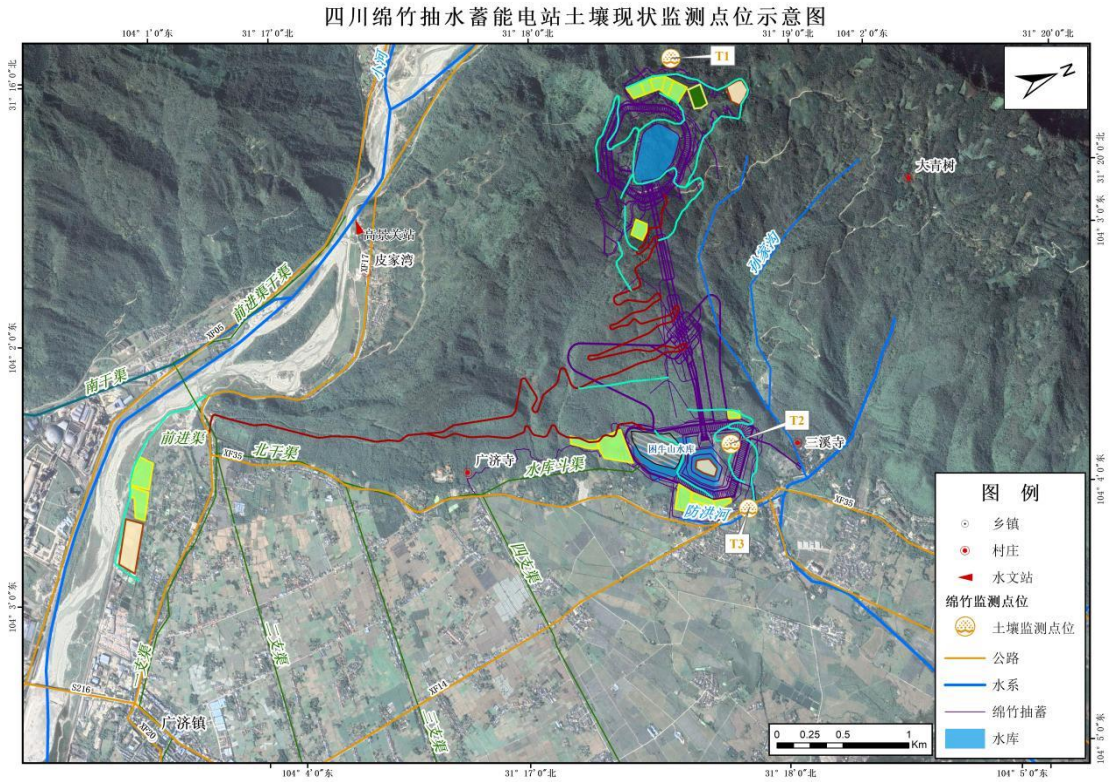


图4.8-1 绵竹抽水蓄能电站土壤现状监测点位示意图

下水库坝址占地内按照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600−2018)中表 1 中 45 个项目进行检测，上、下水库库周外按照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618−2018)中表 1 中 8 个项目进行检测，同时监测土壤含盐量。

各采样点土壤理化特性表

表 4.8-2

点位	土壤颜色	结构	质地	砂砾含量	其他异物
T01	灰棕色	块状	轻壤土	少量	植被根系
T02	浅棕色	块状	轻壤土	少量	植被根系
T03	红棕色	块状	轻壤土	少量	植被根系

工程区域土壤环境监测结果表

表 4.8-3

检测信息				检测结果		
序号	检测项目	采样日期	检测内容	T01	T02	T03
				采样深度 0-20cm	采样深度 0-20cm	采样深度 0-20cm
1	pH 值(无量纲)	3 月 1 日	实测浓度	8.39	6.56	7.12
2	阳离子交换量($cmol^+/kg$)		实测浓度	24.3	19.1	33.5
3	氧化还原电位(mV)		实测浓度	310	217	438
4	饱和导水率(mm/min)		实测浓度	2.56	2.99	2.13
5	土壤容重(g/cm^3)		实测浓度	1.27	1.29	1.51
6	孔隙度(%)		实测浓度	55	53	53
7	全盐量(mg/kg)		实测浓度	700	900	700
8	总砷(mg/kg)		实测浓度	13.5	14.6	14.4
9	镉(mg/kg)		实测浓度	0.5	0.27	0.43
10	铬(mg/kg)		实测浓度	58	63	\
11	六价铬(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
12	铜(mg/kg)		实测浓度	22.9	32.2	28.8
13	锌(mg/kg)		实测浓度	93	95	\
14	铅(mg/kg)		实测浓度	27	30	21
15	汞(mg/kg)		实测浓度	0.138	0.237	0.047
16	镍(mg/kg)		实测浓度	30	27	44
17	*四氯化碳(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
18	*氯仿(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
19	*氯甲烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
20	*1，1-二氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND

检测信息				检测结果		
21	*1，2-二氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
22	*1，1-二氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
23	*顺式-1，2-二氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
24	*反式-1，2-二氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
25	*二氯甲烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
26	*1，2-二氯丙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
27	*1，1，1，2-四氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
28	*1，1，2，2-四氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
29	*四氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
30	*1，1，1-三氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
31	*1，1，2-三氯乙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
32	*三氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
33	*1，2，3-三氯丙烷(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
34	*氯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
35	*苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
36	*氯苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
37	*1，2-二氯苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
38	*1，4-二氯苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
39	*乙苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
40	*苯乙烯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
41	*甲苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
42	*间，对-二甲苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
43	*邻-二甲苯(μg/kg)		实测浓度	\	\	ND
44	硝基苯(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
45	苯胺(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
46	2-氯苯酚(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
47	苯并〔a〕蒽(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
48	苯并〔a〕芘(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND

检测信息				检测结果		
49	苯并〔b〕荧蒽(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
50	苯并〔k〕荧蒽(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
51	䓛(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
52	二苯并〔a，h〕蒽(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
53	茚并〔1，2，3-c，d〕芘(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
54	萘(mg/kg)		实测浓度	\	\	ND
样品性状：(T01)灰棕色、轻壤土、潮；(T02)浅棕色、轻壤土、潮；(T03)红棕色、轻壤土、潮						

工程区域土壤主要为轻壤土，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录 D 可知，本工程所在区域为滨海、半湿润和半干旱地区，SSC(全盐量) 范围为 0.7g/kg～0.9g/kg，小于 1g/kg，说明该区域土壤未盐化；监测点位 pH 范围为 6.56～8.39，在 5.5≤pH＜8.5 范围内，土壤酸化、碱化程度为无酸化或碱化。T02 土壤性质为建设用地，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、《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》(DB51 2978-2023)；T01 和 T03 土壤性质为农用地，执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的风险筛选值。

T02 土壤 45 项指标均远小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地的筛选值标准及《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》(DB51 2978-2023)，T01 和 T03 土壤 8 项指标均小于相应标准中的风险筛选值，工程所在地的土壤环境质量良好。

4.9 环保基础设施情况

4.9.1 广济镇场镇污水处理站

广济镇场镇污水处理站位于广济镇镇区东南侧，火埝一支渠左岸，占地面积 3.16 亩，服务范围为广济镇场镇生活污水，设计规模 600m^3/d，设计出水水质标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)一级 A 标，污水处理工艺为“PASG+絮凝沉淀+消毒过滤”，排污口位于前进渠火埝一支渠左岸，排

污口坐标：东经 104°03'55.30"，北纬 31°15'32.61"。2022 年 9 月 24 日，广济镇场镇污水处理站取得了《排污许可证》，证号：91510683MA62366354005Q。

4.9.2 麓堂镇中心水厂

麓堂镇中心水厂位于绵竹市麓堂镇高龙村 11 组，水源属一级水源。中心水厂为灾后重建项目，2010 年开始建设，2011 年 10 份正式运行。水厂共有 3 口取水井，设计供水规模 1300m³/d，实际供水规模 1200m³/d～1300m³/d，水价 2 元/t，由当地村委会负责运行、维护、管理。水厂供水范围包括麓棠镇天宝村、新乐村(部分村组)、麓堂村(部分村组)，广济镇天平村，金花镇吉祥村等，共计 2962 户用水，用水人口约合 11378 人。

4.10 人群健康

根据绵竹市人民政府于 2023 年 4 月 28 日发布的《绵竹市 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，绵竹市 2022 年末常住居民电子建档率达 95.40%，规范化电子健康档案覆盖率 89.46%，动态管理率达 86%。全市共有医疗卫生机构 296 个。其中，医院 16 个，社区服务中心(站)2 个，卫生院 10 个，村卫生室 132 个，诊所 129 个，妇幼保健院(所、站)1 个，专科疾病防治院(所、站)2 个，疾病预防控制中心(防疫站)1 个，卫生监督机构 1 个，其他卫生机构 2 个。医疗卫生机构实有床位数 4282 张。卫生技术人员 3770 人，同比增长 4.1%。其中，执业(助理)医师 1459 人。全市每千人拥有床位 9.73 张。

5 环境影响预测与评价

5.1 水资源影响预测与评价

5.1.1 水资源配置规划

根据《德阳市水利局关于下达 2030 年用水总量控制目标的通知》(德水发〔2021〕4 号)，绵竹市石亭江流域 2030 年取用水控制总量为 2.16 亿 m^3，其中地下水控制指标 0.51 亿 m^3。绵竹市石亭江流域 2035 年用水总量按总配置水量不超过 1.91 亿 m^3 的目标规划，总体符合最严格水资源管理制度目标要求。

根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》及《四川绵竹抽水蓄能电站水资源论证报告书》，规划水平年 2030 年、2035 年绵竹市石亭江流域多年平均总配置水量分别为 18194 万 m^3、19049 万 m^3(含绵竹抽水蓄能电站正常运行期年配置水量 90.3 万 m^3)，未超过规划水平年用水总量控制要求。

5.1.2 工程取水对水资源量的影响

5.1.2.1 施工期

根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》及《四川绵竹抽水蓄能电站水资源论证报告书》，本工程施工期供水设计保证率为 75%。在扣除其他取水用户用水量及生态需水量后，P=75%典型年石亭江前进渠取水断面剩余可供水量如下表所示。

P=75%典型年石亭江前进渠取水断面来水量及剩余可供水量一览表

表 5.1-1　　单位：万 m^3

项目 / 月份	来水量	剩余可供水量
1 月	1387.40	175.50
2 月	1277.30	312.20
3 月	1781.10	650.50
4 月	2151.40	808.10
5 月	6026.40	3472.50
6 月	6220.80	3469.10
7 月	7097.80	5307.50
8 月	7847.70	5787.50
9 月	6713.30	5723.10

项目 / 月份	来水量	剩余可供水量
10 月	5705.00	4592.50
11 月	2592.00	1646.10
12 月	1770.40	614.50
总计	50570.60	32559.10

根据施工规划，绵竹抽水蓄能电站施工期总取水量共约 201.49 万 m^3，取水过程如下表 5.1-2 所示。

绵竹抽水蓄能电站施工期取水过程分析表

表 5.1−2　　单位：万 m^3

项目 / 月份	剩余可供水量	施工期第 1 年需水量	施工期第 2 年需水量	施工期第 3 年需水量	施工期第 4 年需水量	施工期第 5 年需水量	施工期第 6 年需水量	施工期第 7 年需水量
1 月	175.50	0	0.39	0.70	0.63	6.82	6.04	1.82
2 月	312.20	0	0.38	0.76	0.69	6.97	7.08	1.78
3 月	650.50	0	0.42	0.85	1.35	7.84	6.84	1.71
4 月	808.10	0	0.45	0.82	1.52	8.56	6.23	1.43
5 月	3472.50	0	0.46	0.88	2.55	7.11	5.85	0.84
6 月	3469.10	0	0.45	0.85	2.22	7.15	5.68	0.86
7 月	5307.50	0	0.46	0.90	2.23	5.96	5.38	0.84
8 月	5787.50	0	0.46	0.90	2.15	6.81	4.95	0.81
9 月	5723.10	0	0.43	0.92	2.18	6.01	5.54	0
10 月	4592.50	0	0.44	0.91	4.23	6.08	3.23	0
11 月	1646.10	0.37	0.43	0.56	5.73	5.61	2.92	0
12 月	614.50	0.39	0.43	0.54	7.45	6.41	1.86	0
总计	32559.10	0.76	5.20	9.57	32.93	81.33	61.62	10.08

由上表可以看到，规划水平年石亭江前进渠取水断面剩余可供水量能满足本工程施工期需水要求。绵竹抽水蓄能电站施工期年取水量介于 0.76～81.33 万 m^3 之间，其中施工第 1 年由于仅在 11、12 月取水，取水量最小，为 0.76 万 m^3；施工第 5 年取水量最大，为 81.33 万 m^3。工程施工期月最大取水量出现在第 5 年 4 月，为 8.56 万 m^3，占取水断面当月剩余可供水量的 1.059%。工程施工期逐月取水量占当月剩余可供水量比例为 0.008%～3.886%。

综上可见，本工程施工期取水量总体不大，占取水断面剩余可供水量比例很小，不影响取水断面以下其他取水用户及生态用水，对石亭江流域水资源量影响很小。

5.1.2.2 初期蓄水期

绵竹抽水蓄能电站初期蓄水期供水设计保证率为 75%，初期蓄水期取水量共约 745 万 m^3，蓄水时段为蓄水期第已年 10 月～第三年 3 月，完整的取水年限为蓄水期第二年，年取水量 387.2 万 m^3。蓄水过程如下表所示。

绵竹抽水蓄能电站初期蓄水期蓄水过程分析表

表 5.1-3 单位：万 m^3

项目 / 月份	剩余可供水量	初期蓄水期第 1 年需水量	初期蓄水期第 2 年需水量	初期蓄水期第 3 年需水量
1 月	175.50	0	60.60	61.40
2 月	312.20	0	53.00	53.70
3 月	650.50	0	60.60	61.40
4 月	808.10	0	47.40	0
5 月	3472.50	0	23.70	0
6 月	3469.10	0	0	0
7 月	5307.50	0	0	0
8 月	5787.50	0	0	0
9 月	5723.10	0	0	0
10 月	4592.50	60.60	47.30	0
11 月	1646.10	60.60	47.30	0
12 月	614.50	60.60	47.30	0
总计	32559.10	181.80	387.20	176.50

从上表可知，规划水平年石亭江前进渠取水断面剩余可供水量能满足本工程初期蓄水期需水要求。绵竹抽水蓄能电站初期蓄水期年取水量介于 176.50～387.20 万 m^3 之间，其中初期蓄水第 3 年由于仅在 1～3 月取水，取水量最小，为 176.50 万 m^3；初期蓄水第 2 年取水量最大，为 387.20 万 m^3。工程初期蓄水期月最大取水量出现在第 3 年 1 月和 3 月，均为 61.40 万 m^3，分别占取水断面当月剩余可供水量的 34.986%、9.439%。工程初期蓄水期逐月取水量占当月剩余可供水量比例为 0.683%～34.986%。

综上可见，本工程初期蓄水期取水量总体不大，占取水断面剩余可供水量比例较小，不影响取水断面以下其他取水用户及生态用水，对石亭江流域水资源量影响较小。

5.1.2.3 运行期

根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》及《四川绵竹抽水蓄能电站水资源论证报告书》，本工程正常运行期供水设计保证率为 95%。在扣除其他取

水用户用水量及生态需水量后，P=95%典型年石亭江前进渠取水断面剩余可供水量如下表所示。

P=95%典型年石亭江前进渠取水断面来水量及剩余可供水量一览表

表 5.1-4　　单位：万 m^3

项目 月份	规划水平年来水量	剩余可供水量
1 月	1256.20	44.50
2 月	979.80	15.20
3 月	1141.00	10.50
4 月	1355.60	13.10
5 月	3481.90	928.50
6 月	3032.60	281.10
7 月	6213.90	4423.50
8 月	4660.40	2599.50
9 月	6428.20	5438.10
10 月	4633.60	3521.50
11 月	2669.80	1724.10
12 月	1639.20	483.50
总计	37492.2	19483.10

根据施工规划，绵竹抽水蓄能电站运行期年取水量共约 90.30 万 m^3，取水过程如下表所示。

正常运行期P=95%典型年取水过程逐月分析表

表 5.1-5

项目 月份	剩余可供水量 (万 m^3)	正常运行期需水量 (万 m^3)	正常运行期需水量占可供水量比例 (%)
1 月	44.50	9.80	22.022
2 月	15.20	9.10	59.868
3 月	10.50	10.60	100
4 月	13.10	8.70	66.412
5 月	928.50	9.00	0.969
6 月	281.10	7.80	2.775
7 月	4423.50	0	0.000
8 月	2599.50	2.50	0.096
9 月	5438.10	6.80	0.125
10 月	3521.50	7.90	0.224
11 月	1724.10	8.10	0.470
12 月	483.50	10.00	2.068
总计	19483.10	90.30	0.463

从上表可知，除 3 月外，规划水平年其余月份石亭江前进渠取水断面剩余可

供水量能满足本工程运行期需水要求。工程运行期逐月取水量占当月剩余可供水量比例为 0.096%～100%。

综上可见，本工程运行期取水量总体不大，但 2～4 月取水量占当月剩余可供水量的比例较大，因此建议进一步优化本工程运行期调度运行方案，减少 2～4 月补水量。

5.2 水文情势影响预测与评价

5.2.1 施工期水文情势影响

5.2.1.1 施工导流

绵竹抽水蓄能电站上水库麓棠镇后山一洼地“圆包山”，在“圆包山”的 4 个低矮垭口筑坝成库，仅在下雨时需要导流，采用前期机械抽排、中期利用库底排水廊道和坝体底部堆石体及排水体向外自由排水、后期拦蓄滞洪的导流方式。上水库坝址集雨面积仅 0.46km^2，根据施工进度和导流程序安排，上水库大坝前抽排导流控制工况为排出水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 20.6 万 m^3，当天抽干。上水库挖填成库，由于不涉及天然地表径流，施工导流不会造成本工程评价河段水文情势影响。

下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，采用原水库大坝挡水，环库公路排水沟将附近山坡形成的地表径流引向基坑外的沟渠中，库盆内的降雨汇水采用机械抽排排入坝后的沟渠中，大坝全年施工的导流方式。下水库集雨面积仅 1.28km^2，根据施工进度和导流程序安排，下水库大坝前抽排导流控制工况为排出下水库库盆全年 50 年一遇 24 小时洪量 14.8 万 m^3，当天抽干。下水库利用已有困牛山水库改扩建，也不涉及天然地表径流，由于采用原水库大坝挡水，施工导流不会对原困牛山水库及工程评价河段水文情势造成影响。

5.2.1.2 施工期用水

根据 5.1.2.1 节相关内容，本章节选择多年平均、95%和 75%保证率的水文年分析施工期用水对石亭江取水断面下游水文情势的影响，详见下表。

施工期取水对水文情势的影响分析表

表 5.2-1

年	月	补水量	取水断面来水量			取水量占取水断面来水量百分比		
			多年平均	P=75%	P=95%	多年平均	P=75%	P=95%
第1年	11	0.37	3058.60	2592.00	2669.80	0.012	0.014	0.014
	12	0.39	1933.80	1770.40	1639.20	0.020	0.022	0.024
第2年	1	0.39	1411.50	1387.40	1256.20	0.028	0.028	0.031
	2	0.38	1192.70	1277.30	979.80	0.032	0.030	0.039
	3	0.42	1741.00	1781.10	1141.00	0.024	0.024	0.037
	4	0.45	3058.60	2151.40	1355.60	0.015	0.021	0.033
	5	0.46	4446.10	6026.40	3481.90	0.010	0.008	0.013
	6	0.45	5495.00	6220.80	3032.60	0.008	0.007	0.015
	7	0.46	11651.00	7097.80	6213.90	0.004	0.006	0.007
	8	0.46	12668.80	7847.70	4660.40	0.004	0.006	0.010
	9	0.43	9875.50	6713.30	6428.20	0.004	0.006	0.007
	10	0.44	5705.00	5705.00	4633.60	0.008	0.008	0.009
	11	0.43	3058.60	2592.00	2669.80	0.014	0.017	0.016
	12	0.43	1933.80	1770.40	1639.20	0.022	0.024	0.026
第3年	1	0.70	1411.50	1387.40	1256.20	0.050	0.050	0.056
	2	0.76	1192.70	1277.30	979.80	0.064	0.059	0.078
	3	0.85	1741.00	1781.10	1141.00	0.049	0.048	0.074
	4	0.82	3058.60	2151.40	1355.60	0.027	0.038	0.060
	5	0.88	4446.10	6026.40	3481.90	0.020	0.015	0.025
	6	0.85	5495.00	6220.80	3032.60	0.015	0.014	0.028
	7	0.90	11651.00	7097.80	6213.90	0.008	0.013	0.014
	8	0.90	12668.80	7847.70	4660.40	0.007	0.011	0.019
	9	0.92	9875.50	6713.30	6428.20	0.009	0.014	0.014
	10	0.91	5705.00	5705.00	4633.60	0.016	0.016	0.020
	11	0.56	3058.60	2592.00	2669.80	0.018	0.022	0.021
	12	0.54	1933.80	1770.40	1639.20	0.028	0.031	0.033
第4年	1	0.63	1411.50	1387.40	1256.20	0.045	0.045	0.050
	2	0.69	1192.70	1277.30	979.80	0.058	0.054	0.070
	3	1.35	1741.00	1781.10	1141.00	0.078	0.076	0.118
	4	1.52	3058.60	2151.40	1355.60	0.050	0.071	0.112
	5	2.55	4446.10	6026.40	3481.90	0.057	0.042	0.073
	6	2.22	5495.00	6220.80	3032.60	0.040	0.036	0.073
	7	2.23	11651.00	7097.80	6213.90	0.019	0.031	0.036
	8	2.15	12668.80	7847.70	4660.40	0.017	0.027	0.046
	9	2.18	9875.50	6713.30	6428.20	0.022	0.032	0.034
	10	4.23	5705.00	5705.00	4633.60	0.074	0.074	0.091
	11	5.73	3058.60	2592.00	2669.80	0.187	0.221	0.215
	12	7.45	1933.80	1770.40	1639.20	0.385	0.421	0.454
	1	6.82	1411.50	1387.40	1256.20	0.483	0.492	0.543
	2	6.97	1192.70	1277.30	979.80	0.584	0.546	0.711

年	月	补水量	取水断面来水量			取水量占取水断面来水量百分比		
			多年平均	P=75%	P=95%	多年平均	P=75%	P=95%
第5年	3	7.84	1741.00	1781.10	1141.00	0.450	0.440	0.687
	4	8.56	3058.60	2151.40	1355.60	0.280	0.398	0.631
	5	7.11	4446.10	6026.40	3481.90	0.160	0.118	0.204
	6	7.15	5495.00	6220.80	3032.60	0.130	0.115	0.236
	7	5.96	11651.00	7097.80	6213.90	0.051	0.084	0.096
	8	6.81	12668.80	7847.70	4660.40	0.054	0.087	0.146
	9	6.01	9875.50	6713.30	6428.20	0.061	0.090	0.093
	10	6.08	5705.00	5705.00	4633.60	0.107	0.107	0.131
	11	5.61	3058.60	2592.00	2669.80	0.183	0.216	0.210
	12	6.41	1933.80	1770.40	1639.20	0.331	0.362	0.391
第6年	1	6.04	1411.50	1387.40	1256.20	0.428	0.435	0.481
	2	7.08	1192.70	1277.30	979.80	0.594	0.554	0.723
	3	6.84	1741.00	1781.10	1141.00	0.393	0.384	0.599
	4	6.23	3058.60	2151.40	1355.60	0.204	0.290	0.460
	5	5.85	4446.10	6026.40	3481.90	0.132	0.097	0.168
	6	5.68	5495.00	6220.80	3032.60	0.103	0.091	0.187
	7	5.38	11651.00	7097.80	6213.90	0.046	0.076	0.087
	8	4.95	12668.80	7847.70	4660.40	0.039	0.063	0.106
	9	5.54	9875.50	6713.30	6428.20	0.056	0.083	0.086
	10	3.23	5705.00	5705.00	4633.60	0.057	0.057	0.070
	11	2.92	3058.60	2592.00	2669.80	0.095	0.113	0.109
	12	1.86	1933.80	1770.40	1639.20	0.096	0.105	0.113
第7年	1	1.82	1411.50	1387.40	1256.20	0.129	0.131	0.145
	2	1.78	1192.70	1277.30	979.80	0.149	0.139	0.182
	3	1.71	1741.00	1781.10	1141.00	0.098	0.096	0.150
	4	1.43	3058.60	2151.40	1355.60	0.047	0.066	0.105
	5	0.84	4446.10	6026.40	3481.90	0.019	0.014	0.024
	6	0.86	5495.00	6220.80	3032.60	0.016	0.014	0.028
	7	0.84	11651.00	7097.80	6213.90	0.007	0.012	0.014
	8	0.81	12668.80	7847.70	4660.40	0.006	0.010	0.017

由上表可知，施工期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为0.004～0.594%；95%保证率下，施工期月取水量占取水断面天然来水量的比例为0.006～0.554%；75%保证率下，施工期月取水量占取水断面天然来水量的比例为0.007～0.723%，所占比例极小。可见，本工程施工期取水占石亭江取水断面不同水平年天然来水比例很小，工程施工不会带来取水断面下游河道水深、河宽等大的变化，基本不会对下游河道水文情势造成影响。

5.2.2 初期蓄水期水文情势影响

根据 5.1.2.2 节相关内容，本章节选择多年平均、95%和 75%保证率的水文年分析初期蓄水期取水对石亭江取水断面下游水文情势的影响，详见下表。

初期蓄水期取水对水文情势的影响分析表

表 5.2-2

年	月	补水量(万 m^3)	取水断面(万 m^3)			取水量占取水断面来水量百分比(%)		
			多年平均	P=75%	P=95%	多年平均	P=75%	P=95%
蓄水第1年	10	60.60	5705.00	5705.00	4633.60	1.062	1.062	1.308
	11	60.60	3058.60	2592.00	2669.80	1.981	2.338	2.270
	12	60.60	1933.80	1770.40	1639.20	3.134	3.423	3.697
蓄水第2年	1	60.60	1411.50	1387.40	1256.20	4.293	4.368	4.824
	2	53.00	1192.70	1277.30	979.80	4.444	4.149	5.409
	3	60.60	1741.00	1781.10	1141.00	3.481	3.402	5.311
	4	47.40	3058.60	2151.40	1355.60	1.550	2.203	3.497
	5	23.70	4446.10	6026.40	3481.90	0.533	0.393	0.681
	6	0.00	5495.00	6220.80	3032.60	0.000	0.000	0.000
	7	0.00	11651.00	7097.80	6213.90	0.000	0.000	0.000
	8	0.00	12668.80	7847.70	4660.40	0.000	0.000	0.000
	9	0.00	9875.50	6713.30	6428.20	0.000	0.000	0.000
	10	47.30	5705.00	5705.00	4633.60	0.829	0.829	1.021
	11	47.30	3058.60	2592.00	2669.80	1.546	1.825	1.772
	12	47.30	1933.80	1770.40	1639.20	2.446	2.672	2.886
蓄水第3年	1	61.40	1411.50	1387.40	1256.20	4.350	4.426	4.888
	2	53.70	1192.70	1277.30	979.80	4.503	4.204	5.481
	3	61.40	1741.00	1781.10	1141.00	3.527	3.447	5.381

由上表可知，初期蓄水期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为0.533～4.503%；95%保证率下，初期蓄水期月取水量占取水断面天然来水量的比例为 0.393～4.426%；75%保证率下，初期蓄水期月取水量占取水断面天然来水量的比例为 0.681～5.481%，所占比例较小。上述可见，初期蓄水期，本工程取水将使得石亭江取水断面下游水量减少，从而导致下游河道水面宽度变窄、水深降低，但工程取水占石亭江取水断面不同水平年天然来水比例较小，多年平均及95%保证率来流条件下均不超过 5%，75%保证率来流条件下也不超过 6%，工程初期蓄水对下游河道的水文情势影响有限。

5.2.3 运行期水文情势影响

5.2.3.1 水库库区

(1) 上水库库区

工程上水库利用困牛山水库后山的山顶“Y”字型沟槽洼地挖填成库，库底高程 1173.00m，水库正常蓄水位 1197.00m，相应水库面积 30.69 万 m^2，死水位 1174.00m，调节库容 633 万 m^3 。

根据水库运行方式，电站调节水量在上、下水库中循环使用，上水库水位在 1174.00～1197.00m 间变化，最大变幅 23m。典型年上水库全年水位变幅统计表见下表，平均消落深度为 10.65m。电站抽水运行时，上水库水位上升，水域面积增加，发电时则相反。

典型年上水库日内水位变幅统计表

表 5.2-3

序号	上水库水位变幅(m)	天数	频率(%)
1	0～5	51	14.0
2	5～10	139	38.1
3	10～15	91	24.9
4	15～20	65	17.8
5	20～23	19	5.2

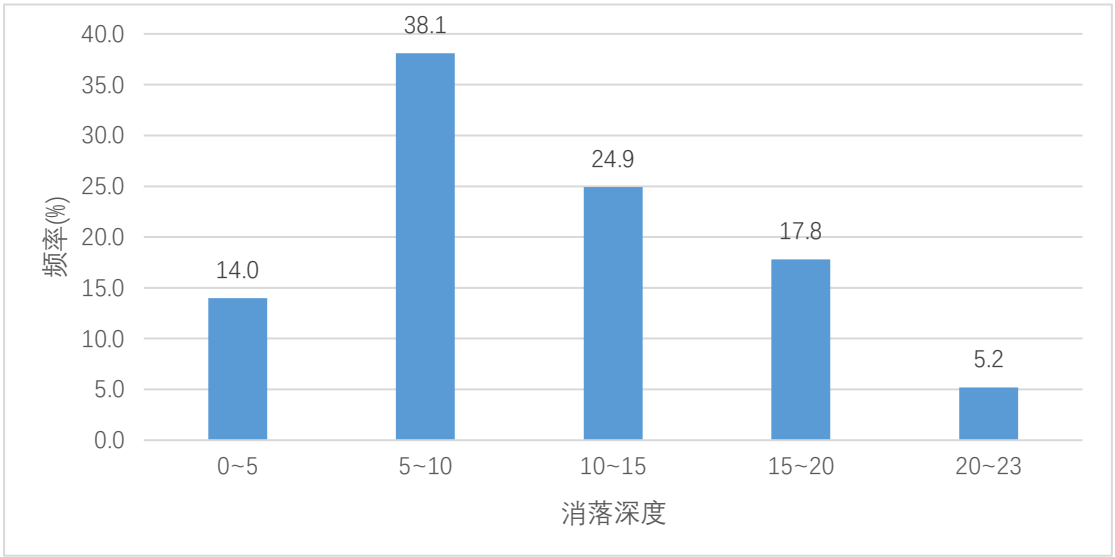


图5.2-1 典型年上水库水位变幅统计图

(2) 下水库库区

工程下水库通过拆除困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，库底高程645.00m，水库正常蓄水位674.00m，相应水库面积29.77万m^2，死水位644.00m，调节库容633万m^3。

根据水库运行方式，电站调节水量在上、下水库中循环使用，下水库水位在644.00～674.00m间变化，最大变幅30m。典型年下水库全年水位变幅统计表见下表，平均消落深度为13.89m。电站抽水运行时，下水库水位下降、水域面积减少，发电时则相反。

典型年下水库日内水位变幅统计表

表5.2-4

序号	上水库水位变幅(m)	天数	频率(%)
1	0～5	27	7.4
2	5～10	93	25.5
3	10～15	107	29.3
4	15～20	58	15.9
5	20～25	51	14.0
6	25～30	29	7.9

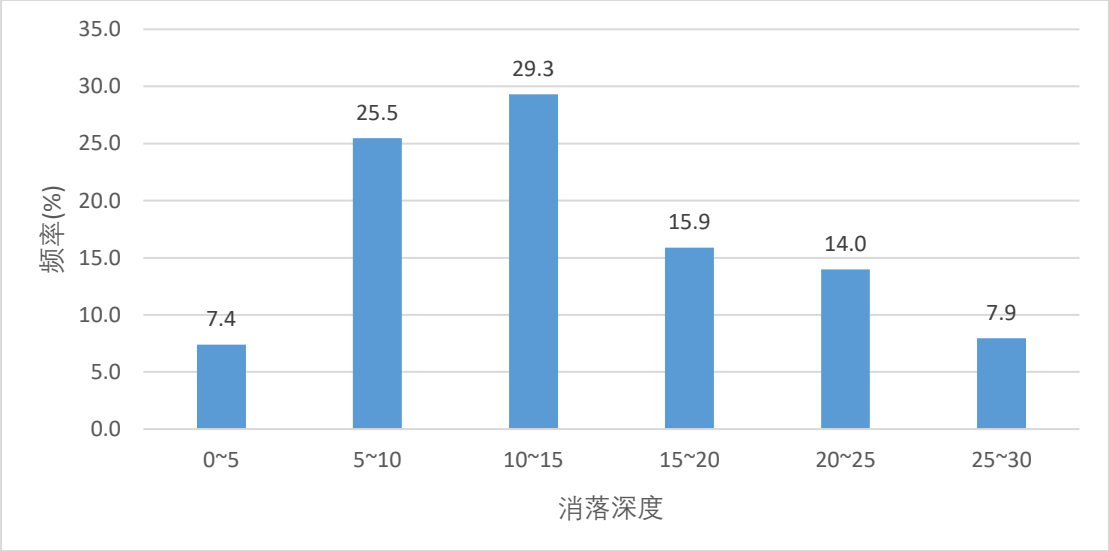


图5.2-2 典型年下水库水位变幅统计图

5.2.3.2 石亭江取水断面下游河段

根据5.1.2.3节相关内容，本章节选择多年平均、95%和75%保证率的水文年分析运行期取水对石亭江取水断面下游水文情势的影响，详见下表。

运行期月取水对水文情势的影响分析表

表 5.2-3

月	补水量(万 m^3)	取水断面天然来水量(万 m^3)			取水量占取水断面天然来水水量百分比(%)		
		多年平均	P=75%	P=95%	多年平均	P=75%	P=95%
1	9.80	1411.50	1387.40	1256.20	0.694	0.706	0.780
2	9.10	1192.70	1277.30	979.80	0.763	0.712	0.929
3	10.60	1741.00	1781.10	1141.00	0.609	0.595	0.929
4	8.70	3058.60	2151.40	1355.60	0.284	0.404	0.642
5	9.00	4446.10	6026.40	3481.90	0.202	0.149	0.258
6	7.80	5495.00	6220.80	3032.60	0.142	0.125	0.257
7	0	11651.00	7097.80	6213.90	0.000	0.000	0.000
8	2.50	12668.80	7847.70	4660.40	0.020	0.032	0.054
9	6.80	9875.50	6713.30	6428.20	0.069	0.101	0.106
10	7.90	5705.00	5705.00	4633.60	0.138	0.138	0.170
11	8.10	3058.60	2592.00	2669.80	0.265	0.313	0.303
12	10.00	1933.80	1770.40	1639.20	0.517	0.565	0.610

由上表可知，除 7 月不补水外，运行期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0.020～0.763%；95%保证率下，运行期月取水量占取水断面天然来水量的比例为 0.032～0.712%；75%保证率下，运行期月取水量占取水断面天然来水量的比例为 0.054～0.929%，所占比例极小。上述可见，运行期，本工程取水占石亭江取水断面不同水平年天然来水比例很小，多年平均及 95%、75%保证率来流条件下均不超过 1%，工程运行不会导致石亭江取水断面下游河道水面宽、水深等发生明显变化，基本不会对下游河道水文情势造成影响，基本不改变前进渠干渠及前进渠现有分水口以下渠道水文情势。

同时，水库所在地区也属于石亭江流域，且作为地表水存续在流域内，工程运行期补水仅为流域内的水资源调度，在调水过程中，充分将调水均匀化，尽量不发生较大的集中调水，调水后，石亭江干流水量基本不会产生大幅度消减。

5.2.3.3 石亭江支流射水河河段

绵竹抽水蓄能电站正常运行时，从石亭江干流取水进行补水，一般不会对取水断面下游石亭江左岸支流射水河水文情势带来影响。

根据本工程调度运行方案，当遭遇洪水工况时，下水库通过泄洪放空管向射水河泄洪。射水河流域多年平均流量 8.41m^3/s，多年平均径流量 26710 万 m^3。当发生设计洪水时(P=0.5%)，洪水历时约 23h，洪量约 103 万 m^3，约占射水河流

域多年平均径流量的 0.39%；当发生校核洪水时(P=0.1%)，洪水历时约 23.5h，洪量约 130 万 m^3，约占射水河流域多年平均径流量的 0.49%，所占比例极小。工程泄洪会短暂带来射水河支沟孙家沟至射水河河口河段水文情势的变化，使得射水河流量、水深、河面宽等加大，但这种影响是短暂的，随着泄洪结束，带来的水文情势影响也消失。

5.2.4 泥沙情势影响分析

本工程上水库集水面积约 0.46km^2，多年平均流量约 0.0181m^3/s，多年平均悬移质和推移质输沙量分别约 322t 和 64t，年平均输沙总量约 283m^3。下水库集水面积约 1.28km^2，多年平均流量约 0.0503m^3/s，多年平均悬移质和推移质输沙量分别约 896t 和 179t，年平均输沙总量约 789m^3。工程采用明渠自流补水，补水通过现有困牛山引水渠道进行局部改建，从石亭江取水。取水断面悬移质年均输沙量为 44.0 万 t，多年平均含沙量为 0.705kg/m^3。

一般情况下，上、下水库集水面积内的泥沙基本不入库。下水库经明渠自流补水通过现有困牛山引水渠道从石亭江取水，入库泥沙甚少，初期蓄水期间的泥沙淤积量为 264m^3，运行期每年的泥沙淤积量约为 134m^3。在偏于安全的前提下，按入库泥沙全部淤积在库内考虑，则水库运行 50 年及 100 年时下水库的泥沙淤积量分别约为 0.796 万 m^3 和 1.57 万 m^3，就计算的下水库泥沙淤积量而言，水库淤积对库容的影响甚小。考虑主体建筑物运行年限 100 年以内遭遇不同超排水沟设计标准洪水时的入库泥沙后入库沙量仍然甚微，由下水库抽水引入上水库的细沙基本也不会在上水库中淤落，仅会随着抽水、发电过程在上、下水库之间循环，因此泥沙淤积对上水库调节库容基本无影响。

根据本阶段电站运行方式，绵竹抽蓄电站每天发电工况时间 6h，抽水工况时间 8h，其余非工作时间(约 10h)为静水期。初期蓄水期及正常运行期，从石亭江取水携带的悬移质总沙量分别为 342t 和 174t/年，正常运行期考虑超排水沟设计标准洪水的入库泥沙后，每年入库沙量约 210t。对静水期内悬移质泥沙进行逐日静水沉降计算，过机含沙量统计时不包含已沉降泥沙，经统计，初期蓄水期及正常运行期的年平均过机含沙量均不超过 5g/m^3。

5.3 水温影响预测与评价

绵竹抽水蓄能电站为日调节电站，运行期库内调节水量每天交换一次，水量交换频繁。上、下水库水位在正常蓄水位和死水位之间频繁、大幅涨跌，且上、下水库死水位以下仅 1m 水深，水体混合均匀，不会出现水温稳定分层或季节性分层的情况，其水温结构为混合型。

5.4 地表水环境影响预测与评价

5.4.1 施工期水质影响

绵竹抽水蓄能电站施工期水污染源包括生产废水和生活污水两部分，生产废水主要为砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水等；生活污水主要来自上、下水库施工营地。

5.4.1.1 上水库施工区

上水库施工区无地表水体，天然排水去向为石亭江支流射水河上游支沟。该施工区水污染源主要为上水库混凝土生产系统废水、机修汽修厂废水、洞室排水、基坑排水和上水库施工营地生活污水。

上水库混凝土生产系统主要污染物为 SS 和 pH，根据类似工程实测结果，SS 浓度一般为 3000～10000mg/L，pH 值一般在 11～12 之间。混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)的要求，回用标准为 SS＜100mg/L，不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小且为间歇排放，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

机修汽修厂废水主要污染物为 SS 和石油类，根据类似工程实测结果，SS 的浓度在 500～1000mg/L 左右，石油类的浓度在 10～30mg/L 之间。正常情况下，机修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等，不外排。若事故排放，在水体表面形成油膜，会对溶解氧恢复和河流水质造成一定的影响。但由于机修汽修厂布置在上水库工区，离地表水体较远，且废水量少而分散，其影响范围和程度均较小。

洞室排水主要由隧洞施工(开挖)废水和洞室渗水构成，主要污染物为 SS，浓

度在 5000mg/L 左右；基坑排水主要因降雨、基础渗水等原因产生，污染物主要为 SS，其浓度约 500mg/L。洞室排水、基坑排水经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘，不外排。因此，正常情况下不会对地表水造成影响。

上水库施工营地施工高峰期日生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等，其中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L。生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于营地冲厕及绿化浇灌等，不外排，因此对地表水环境基本无影响。针对施工现场零星生活污水，主要采取在施工区配置环保厕所的方式，实现对粪便、尿液等的无害化处理，并可循环用于冲厕。

5.4.1.2 下水库施工区

下水库施工区无地表水体，天然排水去向为石亭江支流射水河上游支沟孙家沟。该施工区水污染源主要为下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统和下水库施工营地生活污水。

下水库混凝土生产系统主要污染物为 SS 和 pH，根据类似工程实测结果，SS 浓度一般为 3000～10000mg/L，pH 值一般在 11～12 之间。混凝土生产系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)的要求，回用标准为 SS＜100mg/L，不外排。若处理设备非正常运行导致废水外排，因废水流量小且为间歇排放，不易形成地表径流，其影响范围和程度均较小。

下水库砂石料加工系统废水主要污染物为 SS，根据类似工程实测结果，SS 浓度一般在 20000～50000mg/L 之间。在正常情况下，砂石料加工系统废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)的要求，回用标准为 SS＜100mg/L，不外排，因此对地表水环境无影响。

下水库施工营地施工高峰期日生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、氨氮等，其中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L。生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于营地冲厕及绿化浇灌等，不外排，因此对地表水环境基本无影响。针对施工现场零星生活污水，主要采取在施工区配置环保厕所的方式，实现对粪便、尿液等

的无害化处理，并可循环用于冲厕。

5.4.1.3 石亭江施工区

石亭江施工区位于石亭江边河滩地，与石亭江干流直线距离约 120m。该施工区仅布置钢管加工厂和机电设备安装场，水污染物较少。

施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用，不会对工程区周边地表水环境造成影响。

5.4.1.4 暴雨面源污染

工程施工期，由于各施工区土石方开挖作业面较多，降雨，尤其在暴雨季节对各作业面冲刷淋滤产生的水土流失若处理不当，会引起水体中 SS 浓度增加。

本工程在暂存料场及表土堆存场周边设置临时截排水设施，施工期采取临时苫盖和临时绿化等防护措施，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，对工程区周边地表水环境影响较小。

5.4.2 初期蓄水期水质影响

本工程上水库采取全库盆防渗处理，初期蓄水期上水库除天然来流外，补水来自施工供水系统，水质较好。工程上、下水库库区及周围无工业污染源分布，库周主要为林地，分布的农业面源、生活污染源很少，库周污染负荷很小，不会对库区水质产生影响。

水库蓄水初期，淹没水下的土壤有机质及一些清理残存的植被将分解释放出有机质，有机质分解使水体中 COD、BOD_5、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。有机质经水浸泡分解，在缺氧条件下产生硫化物，可能导致水库底层水质臭恶，形成水库的内源污染，但是释放为短期影响且数量有限。根据以往水库蓄水经验，若蓄水前库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，初期蓄水的水质一般相对较差。蓄水前若按照水电工程水库清理设计规范开展彻底清库消毒后，预计蓄水初期上、下水库水质不会有明显变化。

5.4.3 运行期水质影响

5.4.3.1 污染源分析

本工程上、下水库库区及周围无工业污染源分布，库周主要为林地，分布的

农业面源、生活污染源很少，水库水质主要受来水和库底浸出物的影响。

5.4.3.2 地表水水质

电站建成运行本身不产生水污染物，运行期废(污)水主要为业主营地和电站厂房工作人员的日常生活污水、机组检修含油污水。业主营地生活污水处理设施为永久设施，接入广济镇场镇污水管网，排入广济镇场镇污水处理站处理；电站厂房生活污水采用地埋式一体化污水处理设备处理；机组检修含油污水经收集后通过成套油水分离器处理后回用，不外排，因此对地表水水质无影响。

5.4.3.3 库区水质分析

工程运行期水库库区水质主要受取水水源水质影响。本工程定期从石亭江补水，根据工程地表水水质现状监测结果，石亭江干流断面监测时段内均满足《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类标准要求。

根据抽水蓄能电站的运行特点，上、下水库间水量交换频繁，水力停留时间较短，可有效改善库区静水状态，随着水循环的加强，掺气氧化作用也加强，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度，因此运行期上、下水库水质总体将较好，不会产生水质恶化的趋势。

5.5 地下水环境影响预测与评价

5.5.1 施工期地下水环境影响

5.5.1.1 地下水水质

工程施工期间，水污染来源主要包括施工期砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水等生产废水和施工人员的生活污水，产生的废(污)水中主要含悬浮物(SS)、化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD_5)、石油类等污染物。施工期产生的废(污)水处理达标后综合利用或回用，因此工程施工不会对评价区的地下水水质产生影响。

在废(污)水处理设施发生偶然故障的情况下，废(污)水直接排放，主要污染物为悬浮物。废(污)水在地表入渗过程中，悬浮物会被土壤过滤和吸附，很少会进入到地下水中，且悬浮物在地下水径流过程中会被进一步过滤吸附，因此也不会对地下水水质产生影响。

5.5.1.2 地下水水位和水量

上、下水库和地下工程(输水系统和地下厂房)施工可能造成区域地下水补给、径流和排泄条件变化，从而对区域地下水水量及水位产生影响。

(1) 上水库

上水库建设期间，除库盆开挖范围较大，其它岸坡不存在大范围的开挖，库岸不存在地表径流，对区域地下水水位及水量基本无影响。

(2) 下水库

下水库在原困牛山水库的基础上进行扩建，水库建设过程中，将淹没位于原困牛山水库大坝左岸坡脚的“三箭水”泉泉眼，对区域地下水排泄可能造成一定影响，具体分析见 5.5.3 节。

(3) 地下工程

本工程地下工程包括输水系统和地下厂房。

输水系统包括上水库进/出水口、压力管道、尾水调压室及其通气洞、尾水隧洞、下水库进/出水口等。输水系统位于石亭江左岸山体南东坡，布置始于上水库库区东南侧(主坝和 1#副坝之间)，大体以东方向延展至原困牛山水库，总长约 1809.92～1812.56m。地下厂房布置于输水系统中部偏下游，距上、下水库水平距离分别为 890m、413m，垂直埋深约为 325～372m。地下厂房洞室群主要包括主副厂房、主变室、尾闸室、母线洞、附属洞室等。

地下工程区域地下水类型为裂隙溶隙水，主要受大气降水沿岩层裂隙补给。输水隧洞上水库区进水口位置地下水位高程约 1085m，下水库区尾水口位置地下水位高程约 670m，为地下工程区内局部排泄基准面，沿线地下水主要沿层面裂隙/溶隙向深部运移，部分地下水于顺向坡脚处以泉的形式排泄。

由钻孔及物探资料可知，输水系统上平洞及上斜井埋深约 200m，位于地下水位之上，基本不存在岩溶涌水及高内外水压力问题；其余段落及地下厂房埋深均位于稳定地下水位之下，地下水位高出洞身最大约 330m，且工程区内浅层溶蚀裂隙较为发育，为地下水活动提供了良好的通道，地下水活动整体较强，局部洞段可能遇溶洞及溶蚀破碎带，可能存在岩溶涌水问题。

根据《四川绵竹抽水蓄能电站岩溶水文地质特征研究专题》输水系统涌水量计算结果，输水隧洞正常涌水量为 4637.64 m^3/d(0.12 m^3/h·m)，最大涌水量为

8282.76 m^3 /d(0.23 m^3 /h •m)；地下厂房正常涌水量为 2064.2 m^3 /d(0.16 m^3 /h •m)，最大涌水量为 3091.80 m^3 /d(0.64 m^3 /h • m)；共计正常涌水量 6716.78 m^3 /d(0.14 m^3 /h • m)，共计最大涌水量 11399.96 m^3 /d (0.24 m^3 /h • m)。综合成都理工大学提出的岩溶隧道涌突水危险性评价体系(THK)与输水隧洞沿线地质条件、地形坡度等因素，可知输水系统工程区整体涌突水风险相对较小，大部分(56%)段落涌突水分级属于低风险等级，其余部分也仅达到较低风险等级。在实际施工过程中，会采取疏排及防渗处理措施，隧洞施工涌水量较计算值偏小，因此输水系统涌突水风险较低，对地下水的补、径、排影响程度有限。

5.5.2 运行期地下水环境影响

5.5.2.1 地下水水质

工程运行期运行期废(污)水主要为电站厂房工作人员的日常生活污水，处理达标后综合利用于冲厕及绿化浇灌等，因此工程运行不会对评价区的地下水水质产生影响。

5.5.2.2 地下水水位和水量

(1) 上、下水库

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。本工程上水库采用“钢筋混凝土面板堆石坝+库周钢筋混凝土面板+库底复合土工膜”的全库盆防渗方案，下水库采用“钢筋混凝土面板+库底土工膜”的防渗方案，不会出现水库渗漏、水库浸没等现象。

(2) 地下工程

工程运行期，输水隧洞、各施工支洞及大部分地下水渗漏点均将被封堵，地下厂房洞室群外围设置了排水廊道，地下渗水将通过厂房排水系统排出地下厂房，基本不会改变地下工程区域原有的水文地质条件，对区域地下水水位和水量基本无影响。

5.5.3 对地下水敏感对象的影响

“三箭水”泉为部分区域用水户在有当地中新水厂统一供水的基础上，为节

约水费或其他原因，自行埋设管线从“三箭水”泉泉眼处加压引水，作为日常生活、生产用水。下水库建成蓄水后，“三箭水”泉泉眼会被库水淹没。为分析下水库扩建淹没“三箭水”泉的影响，本次预测评价采用地下水模拟系统(Groundwater Modeling System，即 GMS 软件)中的 MODFLOW 模块对区域渗流场特征及水库成库后对“三箭水”泉的影响进行数值模拟。

5.5.3.1 数值模型搭建及参数取值

绵竹抽水蓄能电站位于区域水文地质单元中的三溪寺水文地质单元(I-2-3)，该水文地质单元北西侧以地表分水岭为边界，北东侧以沟谷为排泄边界，南西侧以石亭江为河流边界，南东侧以山区和平原区界线为边界。

根据工程区所在的水文地质单元情况，在 GMS 中将搭建模型的范围圈定，分别设置边界条件及边界类型，其中北西侧分水岭边界、北东侧排水边界以及南东侧岩性边界的水文地质边界类型均设为隔水边界，南西侧的石亭江则设为定水头边界。工程区实际水文地质边界与 GMS 模型边界对应关系如下图。

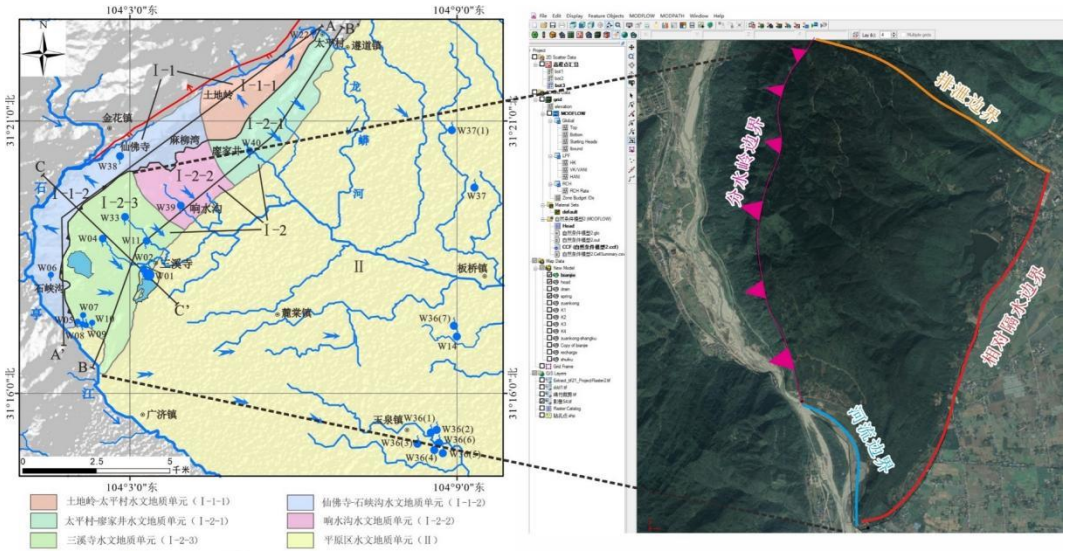


图5.5-1 实际水文地质边界与GMS模型边界对应关系示意图

GMS 模型运用工程区的地形数据进行插值，“三箭水”泉点为中心，以 25 m 作为基础，1.2 倍扩大，最大尺寸 150 m 的设置进行网格划分，网格平面上为 51×35，纵向上为 4 层，并在“三箭水”泉出露区域加密网格，满足工程实施后及泉水恢复方案的模拟精度。

模型中“三箭水”泉点的出露高程、石亭江底板高程及几条深沟均使用地形

栅格数据进行赋值，并用地形栅格数据对建立的三维网格进行插值切割，构建与实际相符合的地形条件。

建模后工程区整体三维模型展示如图 5.5-2 所示，北西向经“三箭水”泉的地形剖面 A-A’如图 5.5-3 所示，北东向经石亭江的地形剖面 B-B’如图 5.5-4 所示。

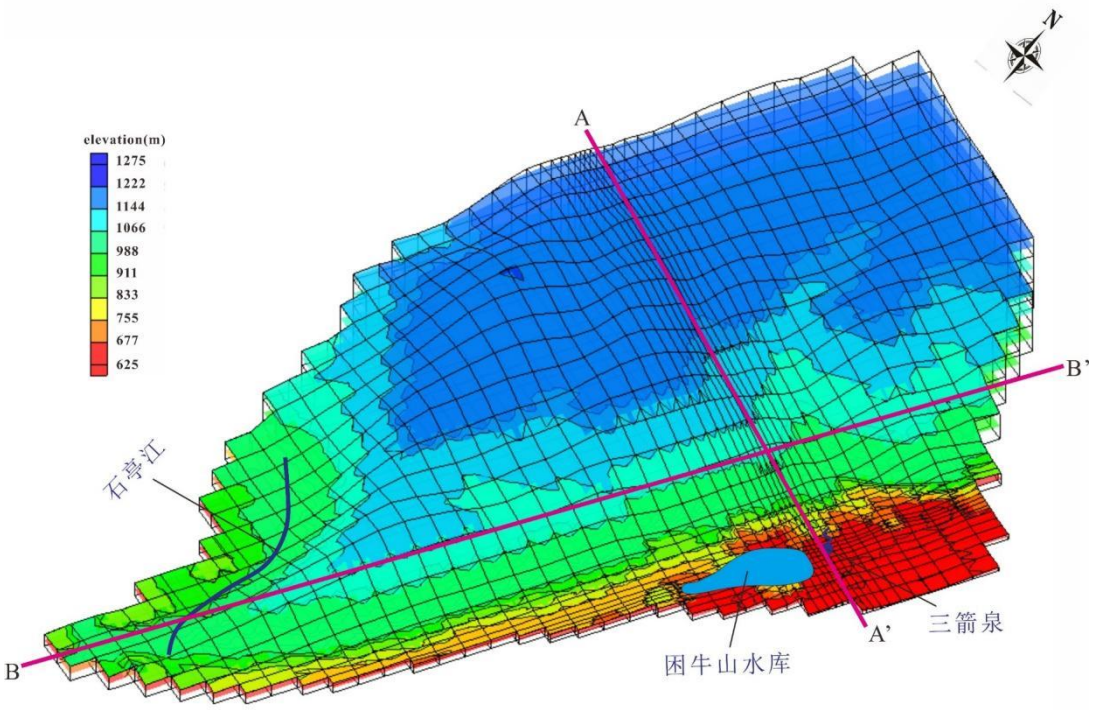


图5.5-2 地质模型建立及网格划分示意图

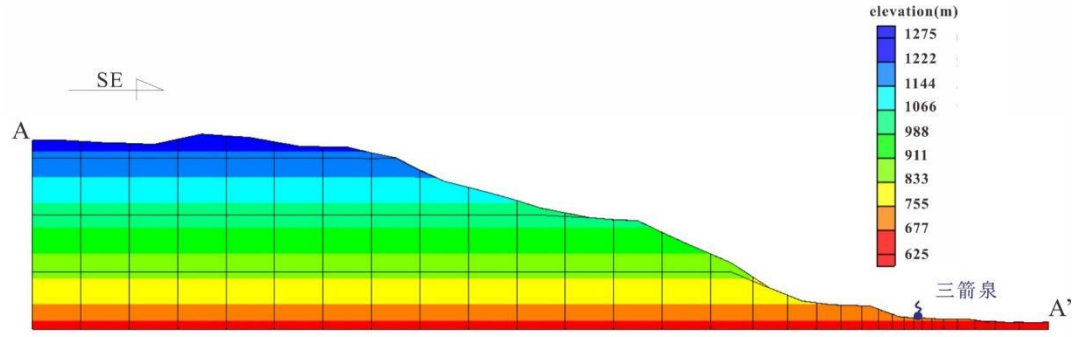


图5.5-3 模型三维网格北西向A-A’剖面

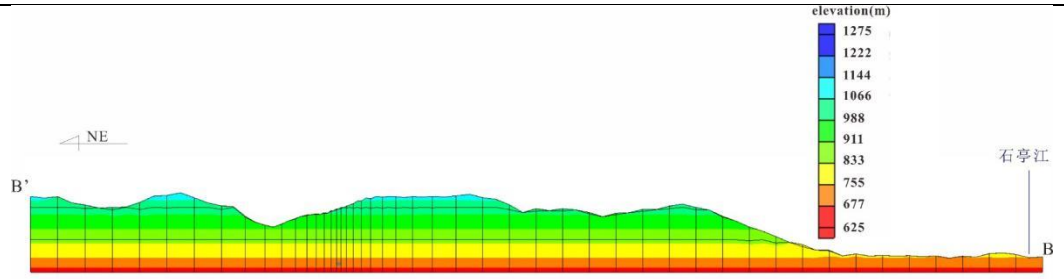


图5.5-4 模型三维网格北东向B-B'剖面

根据工程区地表地层的出露界线，对模型网格按照地层产状分层设置渗透系数。莲花口组 1 段下部(J_3l^{1-2})岩性主要为钙质砂岩，莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-1})岩性主要为钙质砾岩，其中钙质砂岩为区域上的相对隔水层，钙质砾岩为相对含水层，因此渗透系数根据钻孔压水试验吕荣值以及经验取值，将钙质砂岩的渗透系数控制在 10^{-4}～10^{-8} cm/s 范围，钙质砾岩的渗透系数取值控制在 10^{-3}～10^{-4} cm/s 范围。模型的大气降雨入渗系数取值范围为 0.1～0.3，即补给量取值为降雨量的 10%～30%。

工程区地质分层及模型关键赋参情况如表 5.5-1 所示。石亭江作为模型的定水头边界，边界水头根据模型范围内石亭江上游和下游的高程沿江流向进行插值。

地质分层及关键赋参情况

表 5.5−1

地质分层	岩性特征	渗透系数取值 K(cm/s)	降雨入渗系数
莲花口组 1 段下部(J_3l^{1-2})	钙质砂岩	10^{-4}～10^{-8} cm/s	0.1～0.3
莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-1}))	钙质砾岩	10^{-3}～10^{-4} cm/s	

5.5.3.2 工程区天然渗流场模拟

模拟结果显示，天然条件下山体顶部为水头最高位置，水位最高约 1200 m，处于模型分水岭边界位置，地下水接受大气降水补给后从北西向南东方向渗流，水头由山体向平原区水头逐渐降低，平原区水头约 600 m，为区域主要的渗流方向之一。石亭江位于模型的北西面，向南径流至莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-1})相对含水层位置后补给地下水，水头自模型南侧石亭江向北东“三箭水”泉方向亦呈现逐渐降低的趋势，水流经莲花口组 2 段上部(J_3l^{2-1})补给“三箭水”泉，为区域另一主要渗流方向。因此，模型区域渗流特征显示，“三箭水”泉的补给为“双源”补给，分别为山体降雨入渗补给与河水补给。

工程区天然条件渗流场模拟结果如图 5.5-5 所示。

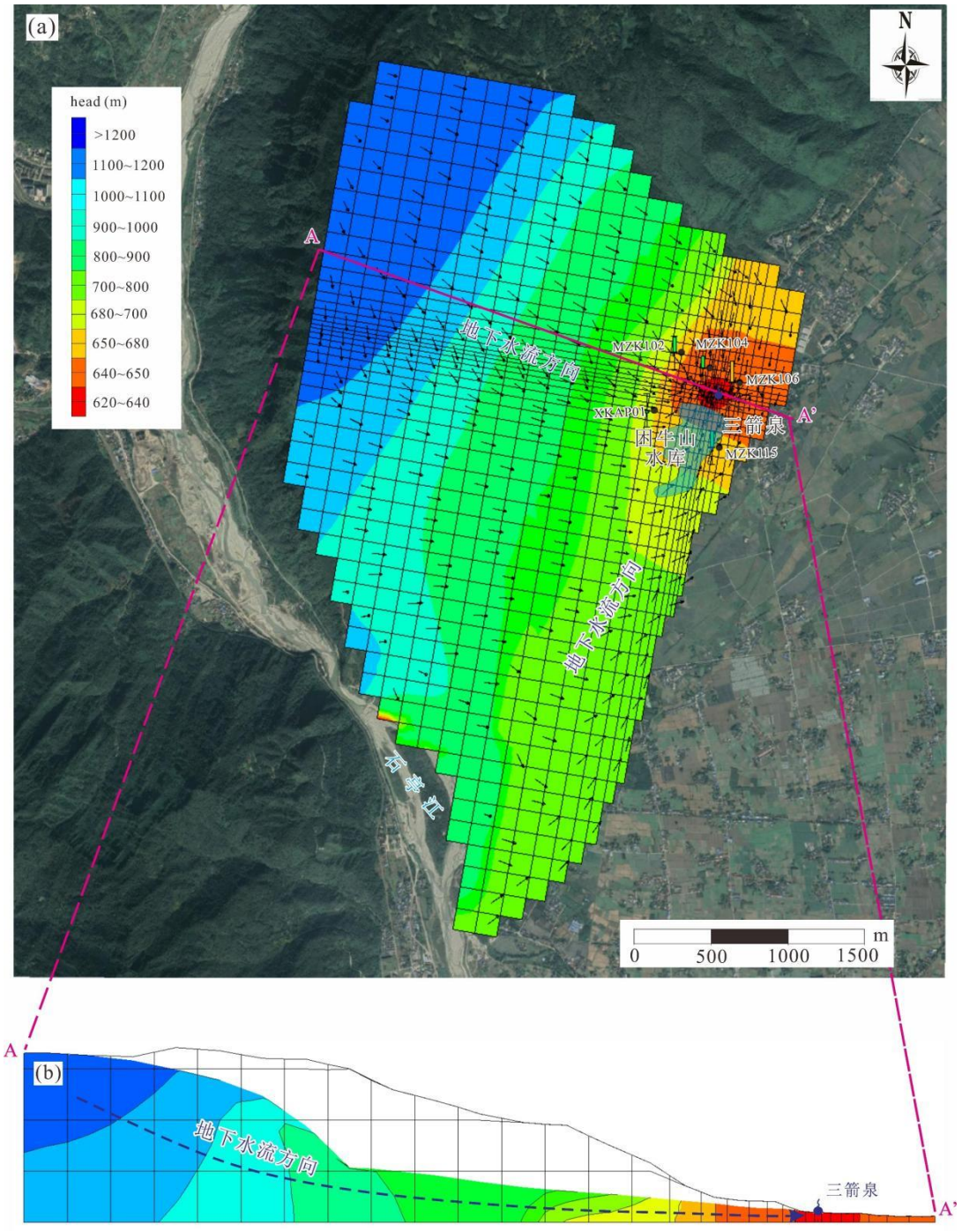


图5.5-5 工程区天然条件渗流场模拟结果平面图

区域渗流场特征使用下水库附近的 5 个钻孔对模拟水位进行验证，其中 MZK106 钻孔位置的模拟结果与实际相差范围在 15 m 以内，与实际水位基本吻合，MZK102、MZK104、MZK115、XKAP01 位置的模拟结果与实际相差 10 m 以内，与实际水位吻合，整体上模拟结果相对可靠。从模拟结果中等水位线的分

布情况可知，“三箭水”泉存在山体方向、石亭江方向两个方向的补给，且根据模拟结果，仅依靠大气降雨入渗补给，“三箭水”泉日流量为 1.2 万 m^3，小于其实际日流量 3.1～3.5 万 m^3，因此等水位线展布情况和流量情况均说明“三箭水”泉受到山区和石亭江两个方向的补给。

区域天然渗流场模拟校验孔信息简况

表 5.5-2

孔号	坐标	钻孔稳定水位(m)	数值模拟水位(m)	误差(m)	验证效果
MZK102	X:35410076.6080 Y:3465245.6770	650	659	9	吻合
MZK106	X:35410456.9170 Y:3465051.6410	634	647	13	基本吻合
MZK104	X:35410276.3901 Y:3465167.5652	641	648	7	吻合
MZK115	X:35410324.4870 Y: 3464620.6460	648	657	9	吻合
XKAP01	X:35410000.9537 Y: 3464782.4804	667	665	2	吻合

5.5.3.3 运行期区域渗流场特征及“三箭水”泉动态变化

工程运行期，由于下水库采用“钢筋混凝土面板+库底土工膜”的防渗方案，使得从山体及石亭江两个方向补给“三箭水”泉的水流受阻，区域渗流场发生变化，其中变化最剧烈的区域位于下水库围周，“三箭水”泉来水方向。如图 5.5-6 所示，(a)为自然流场状态下，原困牛山水库附近的渗流场模拟结果；(b)为下水库防渗后，水库附近的渗流场模拟结果。

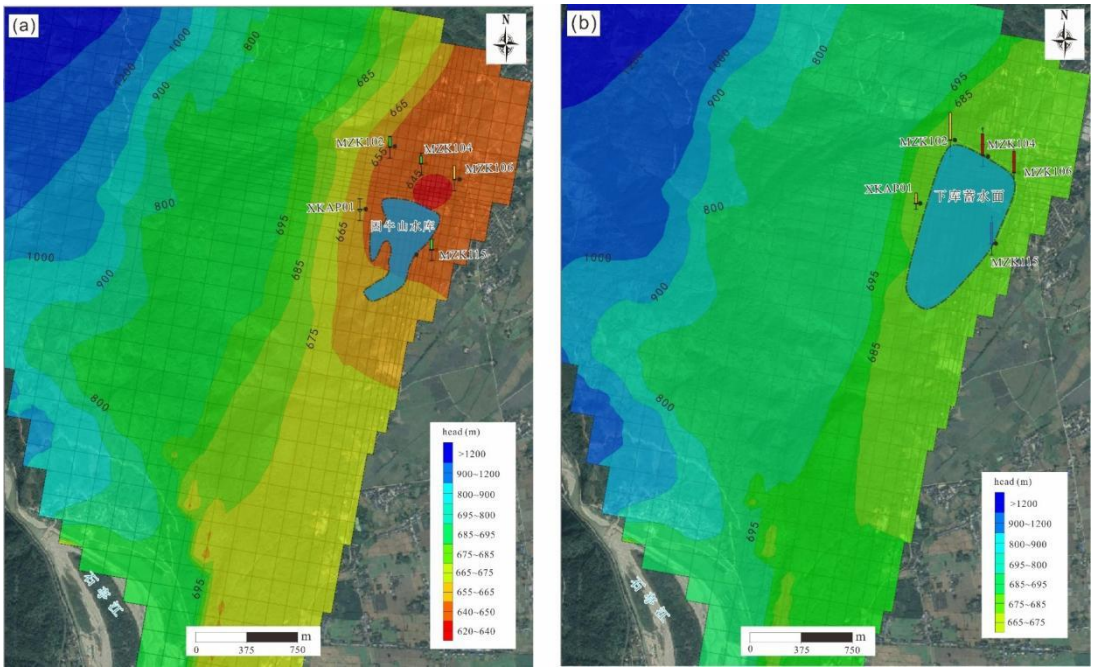


图5.5-6 绵竹抽水蓄能电站下水库(困牛山水库)扩建后区域流场模拟对比图

对比困牛山水库扩建前后区域流场的模拟结果可知，下水库防渗对工程区整体的渗流场影响有限，但对下水库库区范围内的渗流场影响较明显。从渗流场等水位线变化情况可看出，下水库全库防渗后，库区附近地下水位整体抬高，且地下水水头高于下库库底高程，如下图所示。

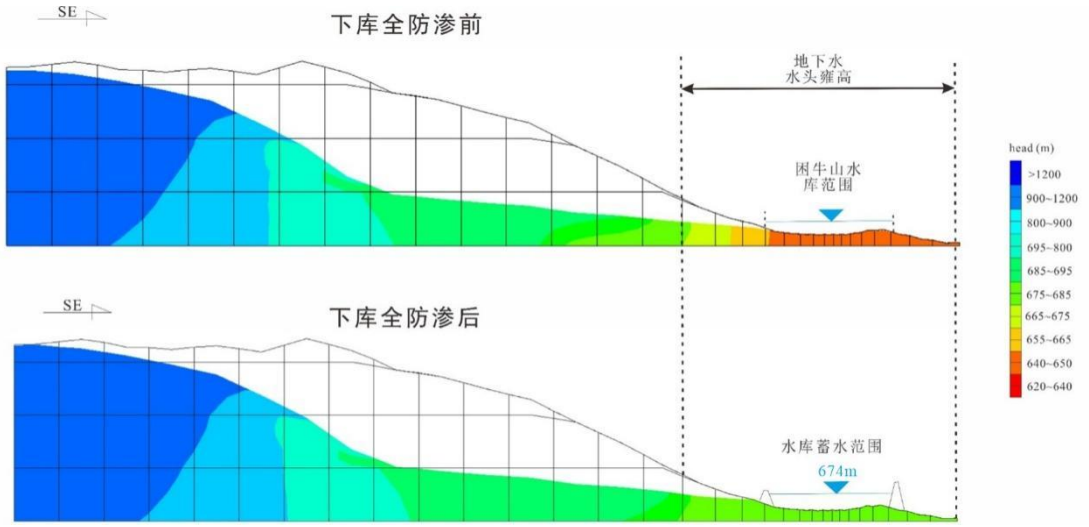


图5.5-7 下水库全库防渗前后地下水水头雍高模拟结果剖面图

在模型中，靠山体一侧的钻孔 XKAP01 以及坝轴线附近钻孔 MZK102、MZK104、MZK106、MZK115 的水位均上升，如表 5.5-3 所示。

水库修建后渗流场特征主要变化

表 5.5−3

孔号	坐标	天然渗流场 钻孔稳定水位(m)	水库修建后水位 (m)	水位变化 (m)
MZK102	X:35410076.6080 Y:3465245.6770	659	665	+6↑
MZK106	X:35410456.9170 Y:3465051.6410	647	655	+8↑
MZK104	X:35410276.3901 Y:3465167.5652	648	660	+12↑
MZK115	X:35410324.4870 Y: 3464620.6460	657	667	+10↑
XKAP01	X:35410000.9537 Y: 3464782.4804	665	676	+11↑

根据监测钻孔拟合结果和等水位线变化结果，下水库全库防渗后，库盆附近区域地下水渗流受阻，将导致库区范围附近的地下水水位雍高，“三箭水”泉泉

眼被淹没，泉水流量减少甚至改道，泉水的补给会在库周通过水位抬高的方式进行消化，并将可能以散流的方式进行排泄，无集中排泄点。为最大限度减轻下水库建设及运行对“三箭水”泉的影响，恢复其供水等功能，可考虑采取在排水廊道底板预埋钢管恢复出水或在泉水补给径流途径上设置抽水井等措施。

5.6 环境空气影响预测与评价

抽水蓄能电站建设对环境空气的影响主要在施工期，运行期基本无大气污染物排放。

根据本工程施工总布置及大气污染物排放特点，施工期大气环境影响主要来自工程开挖与爆破粉尘、砂石加工系统粉尘、混凝土生产系统粉尘、施工交通运输扬尘以及机械和车辆燃油尾气。

通过对本工程施工总布置规划分析，施工区内环境空气敏感点主要为(施工占地区周边 500m 及场内施工道路两侧 200m 内)麓棠镇麓棠村和广济镇卧云村居民点，施工场地内主要环境空气防护目标为施工人员。

5.6.1 工程开挖与爆破粉尘影响

工程开挖与爆破作业主要主要集中在大坝施工区，开挖与爆破产生的粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。

根据施工总布置规划，本工程施工期炸药用量 6000t，施工期开挖与爆破产生的 TSP 总量 1200 t，CO 总量 250.5t，NO_2 总量 91.65t。

上水库大坝施工区周边 500m 范围内无居民点。下水库大坝施工区与麓棠镇麓棠村居民点最近直线距离约 135m，应严格执行洒水降尘等措施。此外，开挖、爆破粉尘主要影响对象是现场施工人员，可采取配备防尘口罩等措施。

5.6.2 砂石加工系统粉尘影响

砂石加工系统粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。

根据施工总布置规划，本工程设置 1 套砂石加工系统，设计处理能力 480t/h，则砂石加工系统粉尘最大产生量为 181.44kg/h。在采取砂石加工系统整体密闭，进料口半封闭(采取三侧面、一顶面封闭)措施的情况下，综合除尘效率可达 98%

以上，则砂石加工系统粉尘产生量为 3.63kg/h。

砂石加工系统与麓棠镇麓棠村居民点最近直线距离约 110m，应严格执行洒水降尘等措施。

5.6.3 混凝土生产系统粉尘影响

混凝土生产系统粉尘主要产生在水泥、粉煤灰、骨料的运输、装卸及进料过程中。

根据施工总布置规划，本工程主体及主要临建工程混凝土(含喷混凝土)总量为 60.1 万 m^3 (约 15.84 万 t)，设置 2 套混凝土生产系统，在采取全封闭拌合楼，配备除尘设备，不设置排气筒的情况下，混凝土生产系统粉尘产生总量为 190.08kg。

上水库混凝土生产系统周边 500m 范围内无居民点。下水库混凝土生产系统与麓棠镇麓棠村居民点最近直线距离大于 200m。

5.6.4 施工交通运输扬尘影响

对外交通衔接公路和场内道路的建设施工及施工车辆行驶会对周边敏感点环境空气造成影响，主要污染物为扬尘。道路扬尘主要来源于施工车辆行驶，可占施工总扬尘量的 60%以上，扬尘量与路面形式、清洁程度和车速有关。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，路面越脏，扬尘量越大。

交通运输扬尘与道路路面、车辆行驶速度有关。在路面完全干燥的情况下，可按以下经验公式进行计算：

$Q=0.123\times(V/5)\times(W/6.8)0.85\times(P/0.5)0.75$

式中：Q——汽车行驶产生的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车行驶的速度，kg/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m^2。

一辆载重 10t 的卡车，通过一段长为 500m 的公路时，在不同表面清洁度与行驶情况下产生的扬尘量，见下表。

不同车速和地面清洁度时汽车扬

表 5.6−1

车速(kg/h) \ P(kg/m²)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.051056	0.085865	0.116382	0.144408	0.170715	0.287108
10	0.102112	0.171731	0.232764	0.288815	0.341431	0.574216
20	0.204223	0.343461	0.465528	0.57763	0.682861	1.148431
30	0.306335	0.515192	0.698292	0.866446	1.024292	1.722647

由上表可知，在同样路面情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。一般情况下，施工交通道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 范围以内。

根据施工总布置规划，本工程场内公路为混凝土和泥结碎石路面，泥结碎石路面在干燥天气情况下，车辆行驶容易产生扬尘。下水库连接路与广济镇卧云村居民点最近直线距离约 10m，L6 公路与广济镇卧云村居民点最近直线距离约 70m，L5 公路与麓棠镇麓棠村居民点最近直线距离约 15m，因此交通运输扬尘可能对评价范围内居民点大气环境质量产生影响，施工期间应采取车辆限速、保持路面清洁、洒水降尘等措施以减轻交通运输扬尘对道路沿线环境空气质量的影响。

5.6.5 机械及车辆燃油尾气影响

目前国家和地方已对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求，根据《四川省机动车和非道路移动机械排气污染防治办法》(四川省人民政府令第 346 号)规定，“在本省使用的机动车和非道路移动机械应当达标排放，不得排放黑烟或者其他明显可视污染物”，本工程施工期使用的运输车辆应达到相应国家标准的要求。

本工程的燃油机械及车辆产生的 SO_2、NO_x、CO 等污染物对大气环境将有所影响，但此类污染物排放量不大，且具有间歇排放特征，在空气中会发生沉降及大气扩散迁移，从而使空气中的污染物浓度大大降低。

根据施工总布置规划，本工程使用柴油 3 万 t，多为重型车辆。根据《水电水利工程施工环境保护技术规程》，油料的大气污染物排放系数 CO 为 29.35kg/t、NO_x 为 48.261kg/t、SO_2 为 3.522kg/t。

工程施工范围较大，施工机械布置较为分散，且全部机械并非同时使用，而

是根据施工进度，分时段分区域开展施工作业。施工区周边大气扩散条件较好，有利于污染物的扩散。施工过程中，机械及车辆燃油尾气均为近地表排放，排放强度较小，总体上对大气环境的影响仅限于施工现场及临近区域，具有污染范围小、程度轻的特点。在施工期使用符合环保标准机械设备，并加强对施工机械及车辆的维护保养，使之处于良好的工作状态的情况下，机械及车辆燃油尾气对工程区空气环境质量影响不大。

5.7 声环境影响预测与评价

5.7.1 施工期噪声影响

根据绵竹抽水蓄能电站工程施工总布置情况及同类项目类比分析，在工程建设过程中，噪声种类及特点具体见下表。

水电站工程施工噪声特性一览表

表 5.7-1

序号	噪声源	噪声特性	噪声源处理方法	噪声源强 dB(A)	备注
1	施工爆破噪声	瞬间点声源	点源	140	按最不利原则，各源强取最大值
2	砂石加工系统噪声	工作时为连续声源	将系统简化为面声源处理	100	
3	混凝土生产系统噪声	工作时为连续声源	将系统简化为面声源处理	100	
4	综合加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
5	金属结构拼装厂	主要是机械加工以及转运设备噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	75	
6	综合仓库	主要是机械车辆转运噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
7	机械停放场	主要是机械车辆转运噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
8	机电设备安装场	主要是机械加工以及转运设备噪声等，为间歇性声源	将作业区域简化为面声源处理	75	
9	钢管加工厂	主要是机械加工、制作，以及转运设备噪声等，工作时为连续声源	将作业区域简化为面声源处理	95	
10	表土堆放场、暂存料场、坝后压坡体	主要是挖掘机、装载机等施工作业噪声，作业点不固定，为流动性间歇噪声	将作业区域简化为面声源处理	105	
11	大坝施工区	主要是坝体基础开挖施工机具产生的噪声，主要设备有挖掘机、装载机等	将施工区简化为面声源进行处理	110	
12	交通噪声	主要是 10～20t 自卸汽车运输噪声	交通噪声为线声源	101	

由于敏感目标受砂石加工系、混凝土生产系统噪声、施工辅助企业噪声、交通噪声、施工作业面噪声等噪声的叠加影响，因此根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4−2009)要求，对各类噪声贡献值进行叠加预测。

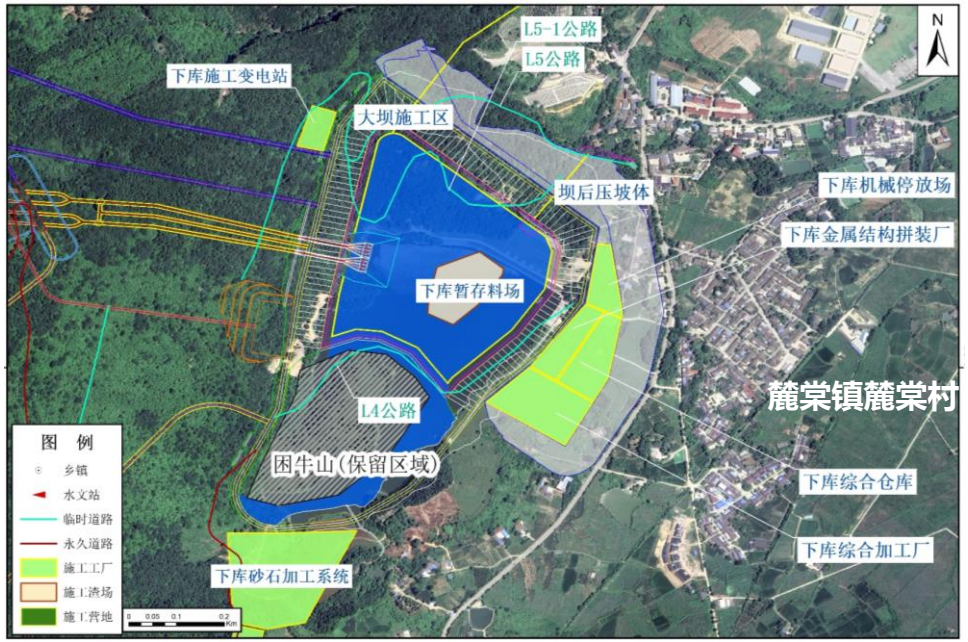
5.7.1.1 声环境敏感目标

根据绵竹抽水蓄能电站现场情况及施工总布置，本工程施工区域内声环境敏感点主要为麓棠镇麓棠村和广济镇卧云村居民点。噪声源主要为下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统、下水库综合加工厂、下水库综合仓库、下水库金属结构拼装厂、下水库机械设备停放场、下水库坝后压坡体、下水库库内暂存料场、钢管加工厂、机电设备安装场和场内公路(L4 公路、L5 公路、L5−1 公路和 L6 公路) 。声环境敏感目标情况详见下表。

声环境敏感目标情况一览表

表 5.7-2

敏感目标	噪声类别	产生区域	距离(m)	户数	卫星图
广济镇卧云村居民点	作业噪声	钢管加工厂	75 ~ 200	8	
		机电设备安装场	70 ~ 200	15	
		下水库表土堆放场	30 ~ 200	9	
	交通噪声	下水库连接路	10 ~ 200	8	
		L6 公路	70 ~ 200	1	
麓棠镇麓棠村居民点	作业噪声	下水库砂石加工系统	110 ~ 500	5	
		下水库混凝土生产系统	＞200	/	
		下水库大坝施工区	135 ~ 200	19	
		下水库坝后压坡体	30 ~ 200		
		下水库综合加工厂	130 ~ 200	87	
		下水库金属结构拼装厂	160 ~ 200		

敏感目标	噪声类别	产生区域	距离(m)	户数	卫星图
		下水库综合仓库	116～200		
		下水库机械停放场	95～200		
		下水库库内暂存料场	＞200	/	
	交通噪声	L4 公路	＞200	/	
		L5 公路	15～200	同下水库大坝施工区及坝后压坡体	
		L5−1 公路	155～200		

5.7.1.2 预测模式

(1) 预测方法

本次评价使用 CadnaA 噪声预测软件进行噪声预测，预测过程具体如下：

1) 根据区域地形地貌特征，建立区域三维地形图。

2) 确定施工工区、砂石加工系统、混凝土生产系统、施工辅助企业、施工道路等在三维图中的位置。

3) 将施工过程中的噪声源简化为点声源、面声源、线声源等噪声源，确定施工噪声源位置及源强。

4) 运行噪声预测软件，生成噪声预测结果。

5) 根据噪声预测结果，分析项目施工期噪声对敏感保护目标的影响，提出保护措施。

(2) 预测情景

由于施工噪声有很大的不确定性，各施工作业区或噪声源可能存在同步或不同步作业的情况，为预测施工噪声的最不利影响，本次评价仅针对施工高峰期(砂石加工系统、混凝土拌合系统、大坝施工区、施工运输同时作业)的噪声影响进行预测和评价。

(3) 敏感目标噪声背景值

敏感目标噪声预测背景值取值一览表

表 5.7-3　　单位：dB(A)

敏感目标	最大噪声背景值		备注
麓棠镇麓棠村居民点	48	42	取 2023 年 3 月监测结果
广济镇居民点	48	42	

(4) 预测结果

1) 等声级线图

本工程不考虑夜间施工情况，仅预测昼间噪声影响情况，各施工区及辅助企业噪声预测等声级线图如下。

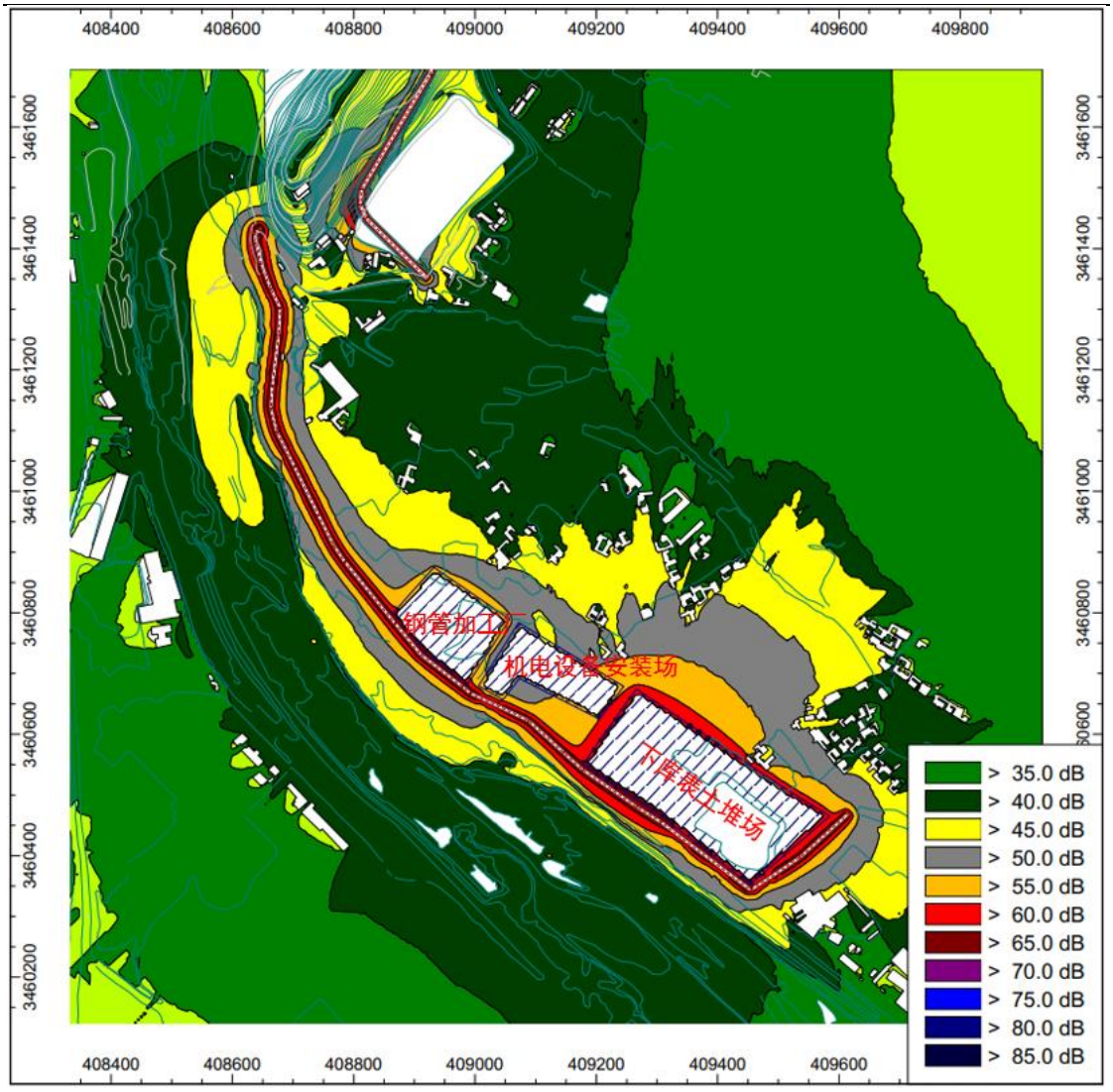


图5.7-1 石亭江施工区(钢管加工厂、机电设备安装场、下水库表土堆放场、下水库连接路、L6公路)昼间噪声预测等声级线图

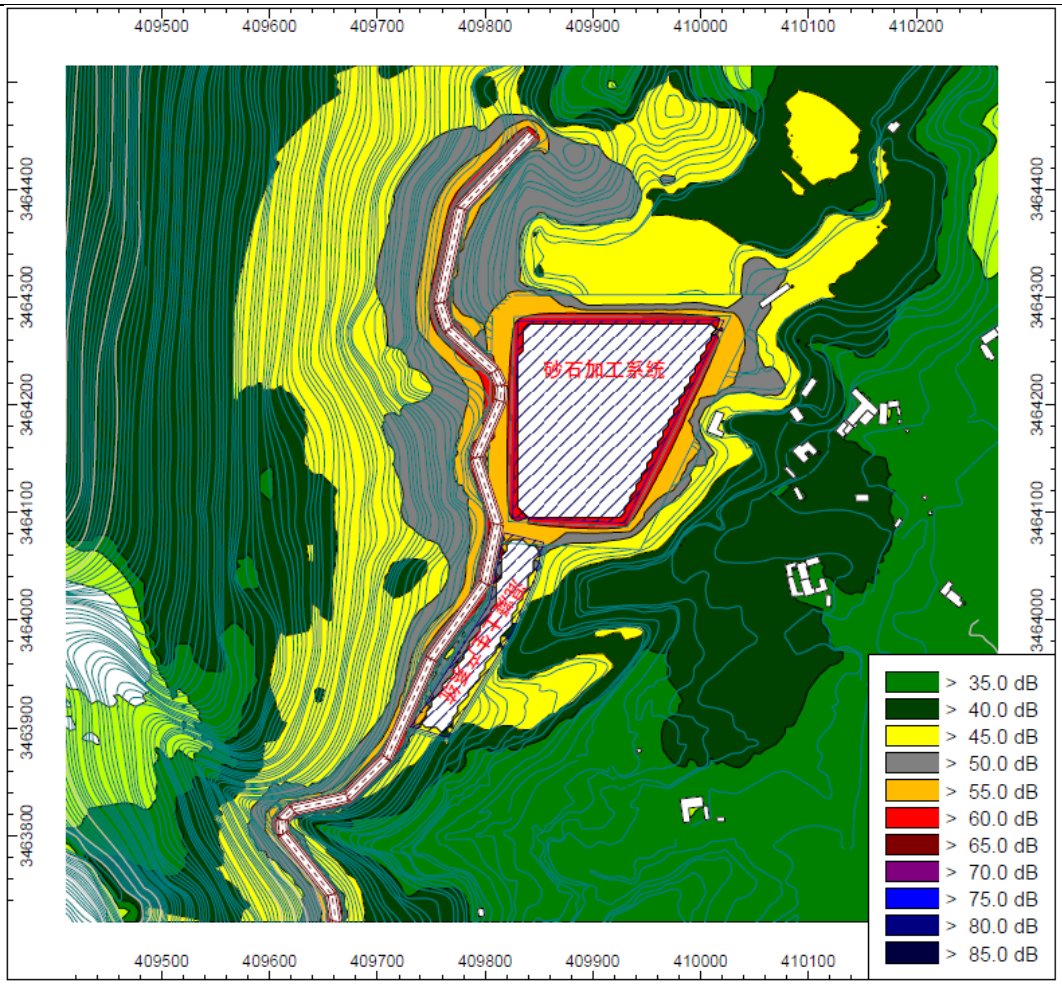


图5.7-2 下水库工区(下水库混凝土生产系统、下水库砂石加工系统)昼间噪声预测等声级线图

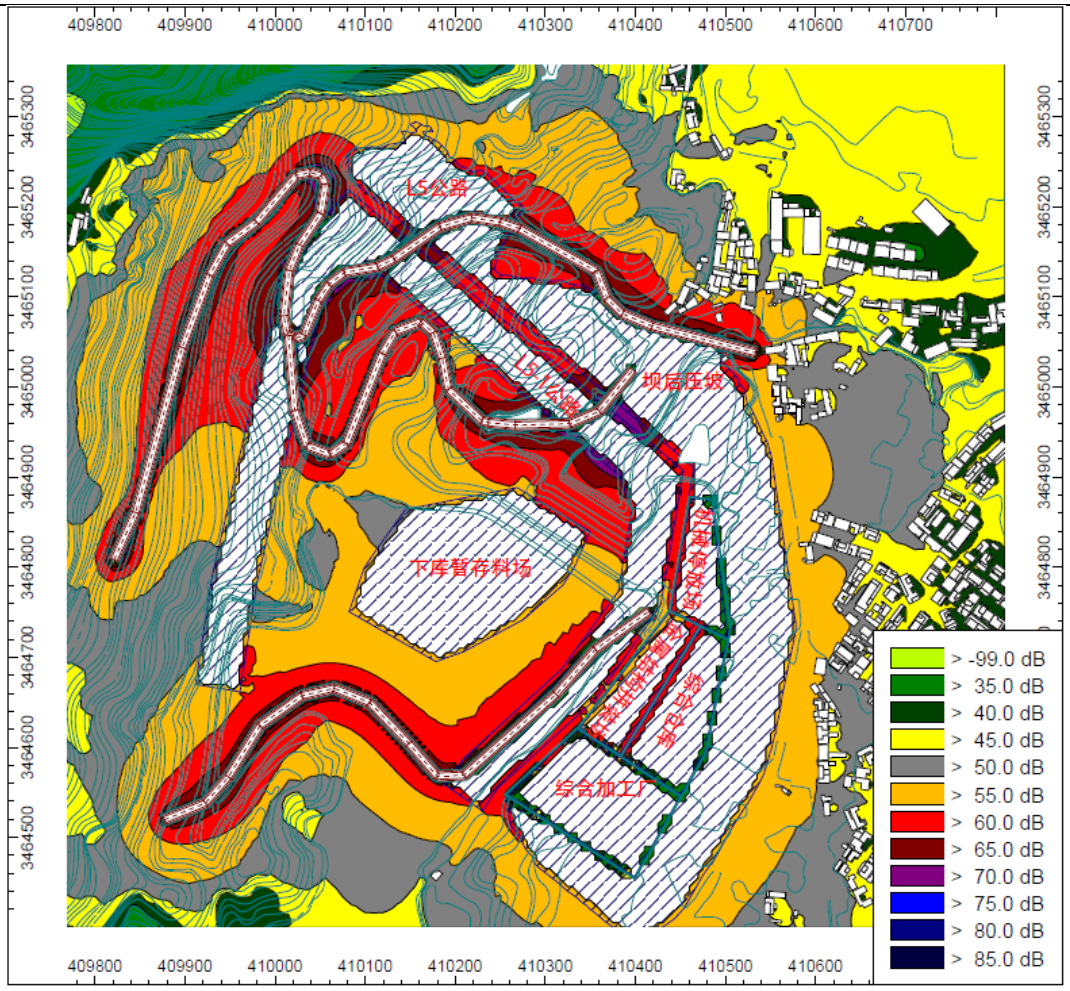


图5.7-3 下水库工区(下水库大坝施工区、下水库综合加工厂、下水库金属结构拼装厂、下水库综合仓库、下水库机械停放场、下水库坝后压坡体、下水库库内暂存料场、L4公路、L5公路、L5−1公路)昼间噪声预测等声级线图

2) 敏感保护目标噪声影响预测评价

本工程施工期，各敏感目标噪声影响预测结果见下表。由预测结果可以看出，麓棠镇麓棠村有 3 户居民点受坝后压坡施工影响及 L5 公路运输影响，超过 2 类声功能区标准限值 3.1 dB(A)。

敏感目标噪声预测结果一览表

表 5.7−4 单位：dB(A)

敏感点名称	噪声现状最大值	最大噪声预测值	增加值	2 类标准值	超标值	超标情况	超标户数
麓棠镇麓棠村居民点	48	63.5	15.5	60	3.5	超标	0

5.7.2 运行期噪声影响

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、地下厂房主变洞内变压器和地面开关站电器设备。发电机组和主变器位于地面以下，不影响地面声环境质量。地面开关站声环境影响纳入 500kV 开关站工程，单独开展环评工作。

工程建成运行后，进场公路车流量小于施工期，对周边敏感点影响很小。

5.8 陆生生态影响预测与评价

5.8.1 对植被和植物多样性的影响

5.8.1.1 对植被的影响

(1) 施工占地对植被的影响

本工程上水库、下水库及开关站等永久占地，以及临时道路、混凝土生产系统、砂石加工系统、施工营地等临时占地，将破坏征地范围内的植被，使其永久或暂时转变为建设用地。根据现场调查，受工程建设影响的植被类型主要为柳杉林、喜树林、亮叶桦林、麻栎–灯台树林、竹林以及农业植被。永久和临时占地总计占地 192.03hm^2，占评价区总面积的 15.59%，所占用的植被群系在评价区及其周边大面积分布，且均匀分布在评价区内，空间分布格局较为分散，抗干扰能力比较强；同时，临时占地区的地表植被在施工结束后将进行及时恢复，工程建设对区域植被类型的影响有限。

(2) 水库淹没对植被的影响

本工程上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库；下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库。电站运行后上水库淹没植被主要为柳杉林，下水库受影响植被主要为喜树林、亮叶桦林、麻栎–灯台树林、竹林，这些植被类型在评价区广泛分布，库区淹没不会导致这些植被类型在评价区消失。从占用面积上来看，水库淹没影响面积为 59.09hm^2，占评价区总面积的 4.80%，占用比例较小，不会大范围改变区域的植被类型面积。

从评价区主要植被类型的空间分布格局、施工影响程度和各种植被类型的抗

干扰能力分析，绵竹抽水蓄能电站的建设和运行不会对评价区内的植被产生实质性影响。

5.8.1.2 对植物多样性的影响

本工程对植物多样性的影响的方式主要包括：工程占地、生境阻隔、生态入侵等几个方面。

工程建设对地表植物的影响主要集中在施工占地区和蓄水淹没区。永久占地和临时占地的地表植被将被破坏，生物个体失去生长环境，造成局部植物多样性发生变化，受影响的植物主要有柳杉、喜树、亮叶桦、麻栎、灯台树、山矾、蔷薇、悬钩子、柃木、菝葜、盐麸木、勾儿茶、十大功劳、蕨类、薹草、蓼、龙牙草、冷水花等，多属于广泛分布于评价区及其周边区域的常见物种，分布格局呈现随机分布的态势，几乎没有发现呈现聚集分布于某一特定生境的物种。工程建设虽会造成评价区内以上植物物种植株数量上的减少，但不会对该区域植物物种多样性产生影响。工程施工结束后，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，可使得临时占地区植物种类多样性、植被类型均有所恢复。

工程施工占地和电站蓄水会增加评价区域生境的阻隔，增加评价区域内生境的破碎化程度，进而影响植物的生长繁殖和生存，可能造成对植物群落的切割，使其破碎化，进而使区域内植物的生长繁殖受到影响，产生一定的阻隔效应。但工程占地范围相对较小，且评价区域没有单一植物的单一生活环境，植物大多分布较广，适应环境较强，空间分布范围广泛，且周边区域常见的种数较多。因此，工程建设导致区域植被生境破碎化，并导致植物多样性受损的风险极小。

此外，工程建设过程中，由于人员进出频繁，会无意识的将外界植物带入到评价区域内，增加外来入侵的风险，应加强施工作业人员的培训，提高外来物种入侵的防护意识。山脚区为农耕区，目前已有喀西茄、小蓬草等四川盆地常见外来入侵杂草分布。

5.8.1.3 对重要野生植物的影响

(1) 对重点保护植物的影响

根据《国家重点保护野生植物名录》《四川省重点保护野生植物名录》，评价区内无国家及地方重点保护野生植物，故工程建设不会对重点保护野生植物带来直接不利影响。

(2) 对濒危植物的影响

根据《中国生物多样性红色名录 高等植物卷(2020)》，结合现场实地调查，评价区野生植物中无极危(CR)、濒危(EN)、易危(VU)植物，故工程建设不会对濒危野生植物带来直接不利影响。

(3) 对特有植物的影响

工程占地区及淹没区可能分布的特有植物约 68 种，如银杏、湖北苋菜草、慈竹、水竹、亨氏薹草、红火麻、峨眉繁缕、粗齿铁线莲、黄连、白木通、豪猪刺等。工程占地区内分布的特有物种多适应四川盆地亚热带湿润气候，在四川盆地广泛分布，它们的分布区与电站占地区生境重合，可能受到施工的直接侵占影响，主要是占用植物个体，不会导致特有植物物种在评价区内消失，不会导致特有植物种群植株数量大幅波动。

(4) 对极小种群野生植物的影响

经与《四川省野生植物极小种群保护工程规划》《四川省极小种群野生植物资源现状及其保护研究》等相关规划和研究成果核实，评价区内无极小种群植物分布，故工程建设不会对极小种群野生植物带来直接不利影响。

(5) 对古树名木的影响

经调查，工程占地范围内没有挂牌古树名木分布，因此不存在对古树名木的直接侵占影响。

(6) 对资源植物的影响

评价区的野生资源植物主要包括用材植物、药用植物、观赏性植物、可食植物等，但在评价区没有突出资源优势或潜在开发价值，当地群众对于这些野生植物的利用主要零星的采收，没有对其日常生活和经济来源构成直接的依存关系，且这些资源植物物种均属于分布比较广的种类，生境范围并不十分局限，在评价区周边地区较大范围内都有分布，种质资源的可替代性强，因此工程建设不会对这些资源植物种质资源产生实质影响。

5.8.2 对野生动物的影响

5.8.2.1 对两栖动物的影响

工程施工期，工程永久和临时占地将占用两栖动物的生境，特别是下水库、

石亭江施工区施工占地，将使两栖动物的栖息地面积减少，受工程影响的主要是栖息于此的中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙等两栖动物；施工人员进出工地、施工过程中产生的扬尘和噪声等会在一定程度上对两栖类产生影响；蛙类有一定经济价值，若施工人员捕捉食用蛙类，将造成这些种类在工程区及其周边地区数量减少。

工程运行期，由于库区内水位短时间变化较大，库区范围不再适宜两栖动物栖息，将使一些栖息在这些生境中的两栖动物(中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙等常见种类)被迫放弃淹没区内原适宜生境、冬眠场，向水库正常蓄水位线以上区域迁移寻找新的适宜栖息地。临时占地通过植被恢复措施后，可能会吸引部分两栖动物回迁。

总体来说，受工程干扰影响区两栖动物的种类和数量会有所减少，但整个施工区以及淹没区两栖动物多为广布种，且种群数量较大，长期以来多是生活在干扰较多的生境，对于人为活动干扰有着很强的适应能力。在工程建设中，它们会进行相应的迁移、躲避，工程建设和运行对它们造成的影响甚微。

绵竹抽水蓄能电站对两栖动物的影响情况

表 5.8-2

工区	生境	物种	影响
上水库施工区	林地	中华蟾蜍、泽陆蛙	1、工程占用、淹没，栖息地面积缩小 2、食物减少，栖息地质量下降，降低生存力 3、人为被捕杀，数量减少
下水库施工区	水库、林地、耕地	中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙	
石亭江施工区	灌草丛、耕地	中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、泽陆蛙、粗皮姬蛙、饰纹姬蛙	

5.8.2.2 对爬行动物的影响

评价区共有爬行动物 2 目 7 科 9 种，受工程影响的物种主要是龟类、蛇类、北草蜥、铜蜓蜥。

工程对爬行动物的影响，基本与对两栖动物的影响类似，同样表现在栖息地面积减少、栖息地环境污染、人为捕杀等方面。由于爬行动物较两栖动物的迁徙能力强，因此工程建设导致的栖息地片段化对其影响相对较低。

总体来说，评价区爬行动物种类分布广、适应能力较强，工程周边有较多适宜生境可供栖息，故工程施工和运行对其影响较小。

绵竹抽水蓄能电站对爬行动物的影响情况

表 5.8-3

工区	生境	物种	影响
上水库施工区	林地	北草蜥、铜蜓蜥、翠青蛇	1、工程占用、淹没，栖息地面积缩小 2、栖息地质量下降，降低生存力 3、车辆碾压 4、人为被捕杀
下水库施工区	水库、林地、耕地	鳄龟、红耳彩龟、乌龟、中华鳖、乌梢蛇、铜蜓蜥、赤链蛇	
石亭江施工区	灌草丛、耕地	乌梢蛇、铜蜓蜥、赤链蛇	

5.8.2.3 对鸟类的影响

本工程施工区生境包括森林、水域、农田等生境，受工程影响的鸟类主要为攀禽、鸣禽、涉禽等类型。

工程施工期对区域鸟类的影响主要有：

①开挖、爆破、机械振动、车辆运输等产生的干扰，迫使原栖息于施工区的部分鸟类暂时远离施工干扰区域。下水库施工区、石亭江施工区为临水施工区，白鹭、苍鹭、绿头鸭、绿翅鸭等涉禽、游禽将迅速离开施工影响区域，河乌、冠鱼狗、普通翠鸟、红尾水鸲、白腰雨燕等在水边觅食的鸟类也将迁往周边水域觅食。家麻雀、麻雀、鹡鸰、家燕、斑鸠、杜鹃等伴人居环境栖息鸟类，因长期适应人为活动干扰，工程建设对其影响有限。总体来说，鸟类飞行能力强，受干扰后可以迅速离开现场，施工结束后又能迁回施工区域活动。

②施工占地直接侵占鸟类栖息及活动地，其中永久占地影响不可逆，临时占地恢复后鸟类将逐步恢复利用临时占地区栖息地。上水库施工区生境为林地，受到影响的主要是杜鹃科、戴胜科、啄木鸟科物种，以及雀形目物种，施工占用一些鸟类的栖息地，使得他们的原有栖息地受到一定程度的破坏和部分丧失。

③施工人员对一些经济和观赏价值高的鸟类的捕捉造成个体消亡，如鸡形目雉类等。

④水库蓄水后，水域面积增加，将吸引白鹭、苍鹭、绿头鸭等涉禽、游禽。水库蓄水后，流域水面将增加，为部分游禽、涉禽提供广阔的繁殖场所和良好的食物来源，秋冬季节将引来一定数量的游禽来此停留、越冬，如白鹭、苍鹭、绿头鸭等。随着流域新的生态系统的形成，鸟类群落优势种将发生一定变化，游禽的数量将增加。适合森林和灌丛的鸟类类群将迁往周边类似生境，但总体上该区域鸟类物种不会有大的改变。

总体来说，评价区鸟类迁徙能力强，工程周边有较多适宜生境可供栖息，故

工程施工和运行对其影响较小。

绵竹抽水蓄能电站对鸟类的影响情况

表 5.8-4

工区	生境	物种	影响
上水库施工区	林地	噪鹃、四声杜鹃、戴胜、灰头绿啄木鸟、黑枕黄鹂、虎纹伯劳、松鸦、小嘴乌鸦、绿背山雀、冠纹柳莺、棕头鸦雀、棕颈钩嘴鹛、黑顶噪鹛、灰头鹀、蓝喉太阳鸟、麻雀、山鹡鸰、灰眉岩鹀等	1、工程占用、淹没，栖息地面积缩小 2、噪声、粉尘、灯光等人为干扰驱赶 3、水域面积增加，吸引游禽、涉禽等 4、人为被捕杀
下水库施工区	水库、林地、耕地	环颈雉、绿翅鸭、山斑鸠、岩鸽、噪鹃、小杜鹃、苍鹭、戴胜、普通翠鸟、黑卷尾、虎纹伯劳、喜鹊、小嘴乌鸦、家燕、白头鹎、棕腹柳莺、强脚树莺、黑顶噪鹛、蓝歌鸲、家麻雀、灰鹡鸰、白鹡鸰、树鹨、黄喉鹀等	
石亭江施工区	灌草丛、耕地	环颈雉、绿翅鸭、珠颈斑鸠、岩鸽、杜鹃、白鹭、戴胜、普通翠鸟、灰卷尾、虎纹伯劳、红尾伯劳、棕背伯劳、喜鹊、小嘴乌鸦、金腰燕、褐河乌、斑鹀、家麻雀、鹡鸰、树鹨、燕雀等	

5.8.2.4 对兽类的影响

上水库施工区位于林区，受人为影响较小，可能有大型兽类分布；下水库施工区、石亭江施工区位于山脚农耕区，以啮齿目、劳亚食虫目小型兽类为主，虽然兽类迁徙能力较强，但工程建设和运行还是会对其造成一定干扰。

工程施工开挖和占地主要占用兽类的栖息地，上水库施工区主要涉及鼬科、猪科兽类，如鼬獾、黄腹鼬、野猪等，下水库施工区、石亭江施工区主要影响劳亚食虫目、啮齿目等小型兽类，如四川短尾鼩、赤腹松鼠、褐家鼠、黑线姬鼠等，表现为栖息地面积减少、部分食物资源减少和噪声驱赶等。大型兽类迁徙能力较强，且更多分布在较高海拔山区，受到的影响较小。但只要加强施工管理，严格施工人员活动范围，将可有效避免对兽类的不利影响。

水库蓄水后将淹没部分灌草丛、林地，使原来栖息于其中的中小型兽类，特别是小型啮齿动物和食虫类向周边生境或食物丰富的人类聚居地附近迁移，而以啮齿动物为食的黄鼬、鼬獾等兽类将损失部分觅食地，但被淹没和占地影响的地区由于缺乏良好的隐蔽条件而并非良好的觅食地，故这些兽类在淹没区域内种群密度较低，工程建设不会造成其大的种群变化。同时，随着人类聚居地附近小型啮齿类动物种群数量的增加，主要以鼠类为食的鼬獾、黄鼬等兽类也将较频繁地出现在人类聚居地附近。评价区域类的大型动物，电站建设对它们有一定影响，但因它们活动能力强、活动范围广，可迁往它处，电站建设对其影响也较小。

总体来说，工程建设区周边可替代的生存环境较多，在合理施工，充分采取

有效减缓措施的前提下，评价区域内兽类动物的物种种类和数量不会发生显著变化。

绵竹抽水蓄能电站对兽类的影响情况

表 5.8-5

工区	生境	物种	影响
上水库施工区	林地	鼬獾、黄腹鼬、黄鼬、野猪、赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠	1、工程占用、淹没，栖息地面积缩小 2、噪声、粉尘、灯光等人为干扰驱赶 3、食物减少，栖息地质量下降，降低生存力 4、人为被捕杀
下水库施工区	水库、林地、耕地	四川短尾鼩、灰麝鼩、鼬獾、黄腹鼬、黄鼬、赤腹松鼠、珀氏长吻松鼠、褐家鼠、北社鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠、小家鼠、中华竹鼠	
石亭江施工区	灌草丛、耕地	黄腹鼬、黄鼬、褐家鼠、北社鼠、黄胸鼠、黑线姬鼠、小家鼠	

5.8.2.5 对重要野生动物的影响

(1) 对重点保护野生动物的影响

评价区分布有国家二级保护动物 2 种，分别是雀鹰(*Accipiter nisus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)，均为鸟类；无四川省重点保护动物。雀鹰、红隼均为猛禽，主要在施工区的高空飞行、觅食，飞翔能力强，项目建设对其影响主要是噪声驱赶，影响食物来源等，施工结束后此类影响消失。

(2) 对濒危、易危动物的影响

评价区有易危(VU)动物 1 种，为乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)。乌梢蛇生活于海拔 300～1600m 的沿海平原、丘陵山区，见于田野、山边、河岸、溪边、灌丛、草地、林下、民宅周围等处。下水库施工区、石亭江施工区在施工过程中，将占用农田、园地、林地、水域等相对潮湿的区域，可能涉及乌梢蛇的栖息环境，破坏其巢穴，但该类区域占地面积不大，且类似的生境在评价区广泛分布，因此工程施工对乌梢蛇的影响较弱。

评价区有濒危(EN)动物 2 种，为乌龟、中华鳖，均为放生种，分布在困牛山水库。困牛山水库在扩建前会对水库放空，对乌龟和中华鳖的影响较小，且本次环评要求水库放空后对外来入侵物种(鳄龟、红耳彩龟)进行清理，能减少龟鳖目物种间的食物竞争，有利于乌龟、中华鳖的生存。

(3) 对国家重点保护动物适宜生境的影响

根据工程布置与国家重点保护物种适宜生境分布图叠图分析，工程占用不适宜区面积最大，为 68.04hm^2，占不适宜区面积的 11.15%，其次是占用较适宜区，

为 50.01 hm^2，占较适宜区面积的 16.44%，然后是占用最适宜区 41.40 hm^2，占比为 39.38%，占用适宜区面积最小，为 32.58 hm^2，占比为 15.37%。

工程占用保护动物适宜生境情况

表 5.8-6

类型	面积(hm^2)	占用面积(hm^2)	占用比例(%)
最适宜	105.12	41.40	39.38
较适宜	304.20	50.01	16.44
适宜	212.04	32.58	15.37
不适宜	610.01	68.04	11.15
合计	1231.37	192.03	15.59

(4) 对特有动物的影响

评价区分布有中国特有陆生脊椎动物 3 种，分别为北草蜥(*Takydromus septentrionalis*)、灰胸竹鸡(*Bambusicola thoracicus*)、川鹨(*Blarinella quadraticaud*)。

工程施工可能占用北草蜥的栖息环境，施工扬尘和噪声可能使其栖息地质量下降，导致其生存力下降，但该类区域占地面积不大，且类似的生境在评价区广泛分布，因此工程施工对北草蜥的影响较弱。施工噪音、灯光等可能会对灰胸竹鸡造成惊扰，使其远离受影响区，但鸟类的迁徙能力强，在采取有效保护措施的前提下，工程施工对其影响不大；运行期灰胸竹鸡可在库区和坝址周边活动。工程开挖及爆破产生的噪声会使川鹨远离施工区域，随着施工活动的减少，川鹨可能回到评价区域活动。

特有陆生动物可能受影响的类型和强度

表 5.8−6

物种		影响	影响强度
两栖类	北草蜥	施工占用栖息环境，污染使栖息地质量下降，生存力下降；蓄水后各种群淹没区栖息地减少	弱
爬行类	乌龟、中华鳖	水库放空临时改变栖息环境，蓄水后影响得到缓解；清理鳄龟、红耳彩龟，减少食物竞争	弱
鸟类	灰胸竹鸡	因施工噪声离开施工区，运行期可在库区和坝址周边活动	弱
兽类	川鹨	施工期开挖、爆破使其远离施工区域，随着施工活动减少，可能回到评价区域活动	弱

由上表可知，工程建设和运行对野生动物的不利影响是短暂和局部的，在采取保护鸟类、兽类栖息地，禁止捕杀和伤害保护鸟类、兽类等相应措施的前提下，工程建设不会导致评价区内动物多样性的明显减少，且动物具有较强活动能力，它们会通过主动迁移来避免工程施工和运行对其造成的直接伤害，因此，本次工

程建设对评价区的陆生脊椎动物的影响较小。

5.8.3 对生态系统完整性的影响

5.8.3.1 生态系统类型变化分析

本工程建设将占用森林、灌丛、耕地、建设用地等，对评价区森林、灌丛、农田等斑块造成侵占和分割，各类斑块既有合并转换也有分割，评价区内森林、灌丛、湿地、农田、城镇生态系统均受到影响，其中森林、灌丛、农田生态系统面积减少，城镇、湿地生态系统面积增加，但生态系统类型不变。

评价区生态系统变化预测见附图 19。

工程建设前后评价区生态系统类型变化

表 5.8-7

斑块类型	面积(hm^2)		
	施工前	施工后	变化%
森林生态系统	770.78	639.76	-17.00
灌丛生态系统	9.16	9.03	-1.42
湿地生态系统	75.44	134.45	78.22
农田生态系统	276.37	245.01	-11.35
城镇生态系统	99.61	203.12	103.92
合计	1231.37	1231.37	0

注：占地面积来源于 ArcGIS 解译计算，实际占地面积以实地测量为准。

5.8.3.2 生态系统结构和格局变化分析

(1) 斑块优势度变化

利用 ArcGIS 制作绵竹抽水蓄能电站评价区景观生态体系图叠加施工期工程布置图，计算工程建设前后评价区各类斑块优势度值的变化。电站的建设将占用森林、灌丛、农田、建设用地等斑块，使它们的优势度值都有所变化，其中，森林、农田优势度减少，灌丛、湿地、城镇景观优势度增加，但评价区的基质仍为森林。

项目建设前后评价区各类斑块优势度值的变化

表 5.8-8

斑块类型	施工前(%)	施工后(%)	变化
森林生态系统	56.89	50.64	-10.99
灌丛生态系统	2.45	2.63	7.35
湿地生态系统	6.37	8.77	37.68
农田生态系统	25.22	23.52	-6.74

斑块类型	施工前(%)	施工后(%)	变化
城镇生态系统	9.07	14.44	59.21
合计	100	100	0

(2) 景观连通性变化

电站建设前后评价区生态系统空间格局指数的变化见下表，施工前后评价区景观空间格局指数聚集度指数、分割度指数和破碎度指数有所增加，而蔓延度、连通度均有所下降，说明景观斑块更为破碎，但所有指数的变化均不大。总的说来，评价区的景观空间格局指数并不会因工程的实施而发生明显的改变。

总体来看，工程建设对评价区的生态系统组成、生态系统多样性以及生态系统空间格局的影响不大。

项目建设前后评价区生态系统空间格局指数的变化

表 5.8−9

指数	CONTAG	AI	CONNECT	DIVISION	FRAG
	蔓延度指数	聚集度指数	连接度指数	分割度指数	破碎度指数
施工前	46.87	93.72	41.82	0.54	1.38
施工后	46.79	93.81	41.71	0.57	1.40
变化(%)	−0.17	0.10	−0.26	5.56	1.45

5.8.3.3 生物量、生产力损失估算

工程建设后各植被面积均有所减少，经估算出工程建设对区域森林、灌丛植被生物量的直接损失数量为 30094.77t，占评价区总生物量的 19.94%，工程减少导致的植被生产力减少 779.95t/a，占评价区总生产力的 15.22%，工程完工后将在临时占地区进行植被恢复，水土保持植被措施等也会恢复林灌植被。工程建设造成的生物量直接损失将会随着建设项目的结束和植被恢复措施的实施逐步得到补偿。

项目建设对植物生物量和生产力影响预测

表 5.8−10

植被类型	占用面积 (hm^2)	生物量总损失 (t)	占相应植被生物量比例(%)	生产力总损失 (t/a)	占相应植被生产力比例(%)
针叶林	78.41	21851.30	36.59	415.57	36.59
阔叶林	41.64	7597.22	8.84	324.79	8.84
竹林	10.97	642.29	12.82	39.49	12.82
灌草丛	0.13	3.96	1.42	0.10	1.42
合计	131.15	30094.77	19.94	779.95	15.22

注：本表占地数据来自植被解译底图叠加工程布置，由于解译的尺度和标准与移民实物指标测量有差异，如耕地周边的灌草丛通常解译为耕地，林缘少量灌草丛通常解译为林地，因此实际工程建设导致的生物量和生产力的损失将小于上述预测值，实际占地面积以移民实物指标数据为准。

综上所述，绵竹抽蓄电站的建设和运行期间对评价区生态环境会有一定的影响，但不会显著改变评价区的植物物种多样性状况、植被组成类型、动物多样性和种群结构组成。工程建设和运行不会引起土地利用格局的明显变化，由于工程影响范围有限，森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统等的稳定性和景观完整性没有显著影响。在采取植被恢复、水土流失防治措施、野生动植物保护等措施的情况下，工程造成的生态影响可得到有效减缓，生态系统的稳定性仍然较强。

5.8.4 对土地利用的影响

本工程占地 192.03hm^2，占评价区总面积的 15.59%，其中永久占地 166.33hm^2，临时用地 25.70hm^2。工程直接影响的土地类型为耕地、园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地以及其他建设用地，以占用林地、水域及水利设施用地、其他建设用地为主。随着电站的建设和运行，永久占用土地将转变为水域及水利设施用地和交通运输用地，临时占用土地则会通过植被恢复等措施，逐渐恢复为原有的土地类型。抽蓄电站建设虽然会对部分土地类型产生不可逆的影响，但永久占地和淹没影响范围有限，其占用的土地面积占项目评价区总面积的 13.51%，整体上不会改变评价区内现有土地利用类型的基本格局。

评价区土地利用类型变化预测见附图 18。

项目建设前后评价区土地利用类型变化

表 5.8-1

一级分类	二级分类	面积(hm^2)		
		施工前	施工后	变化(%)
耕地	水田/水浇地	246.17	220.86	-10.28
园地	其他园地	30.20	24.15	-20.03
林地	乔木林地	770.78	639.76	-17.00
	灌木林地	9.16	9.03	-1.42
交通运输用地	公路用地	23.96	23.56	-1.67
建设用地	其他建设用地	75.65	83.10	9.85
水域及水利设施用地	河流水面	57.22	57.22	0
	水库水面	14.26	73.35	414.38
	坑塘水面	3.97	3.88	-2.27

一级分类	二级分类	面积(hm^2)		
		施工前	施工后	变化(%)
	水工建筑用地	0	96.46	–
合计		1231.37	1231.37	0

5.8.5 对公益林的影响

根据工程布置与公益林数据叠图分析，本工程将占用二级国家级公益林26.01hm^2，主要为喜树林、亮叶桦林，以及少量麻栎—灯台树林、竹林。

根据《国家级公益林管理办法》，第九条 严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按照本办法第十八条、第十九条的规定实行占补平衡，并按本办法第二十三条的规定报告国家林业和草原局和财政部。根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》，水利水电建设项目可占用二级国家级公益林，因此，本项目符合《国家级公益林管理办法》《建设项目使用林地审核审批管理办法》要求。

本项目占用的公益林群落为喜树林、亮叶桦林、麻栎—灯台树林、竹林，多为人工起源，群落可明显分为乔木层、灌木层、草本层和地被层等几个结构层次，这种群落结构为多种乔、灌、草本植物物种提供了丰富生境，因此森林生态系统具有较高的植物多样性，同时也为野生动物提供了丰富的栖息环境，其生态系统的抗干扰及恢复能力、自组织能力等相对较强，工程占用后在一定程度上会改变其生态服务功能，但工程占用的面积有限，不会明显改变森林、灌丛的生态服务功能。

5.9 水生生态影响预测与评价

5.9.1 施工期水生生态影响

5.9.1.1 对浮游动植物的影响

绵竹抽水蓄能电站上、下水库不涉及在天然河道上拦河筑坝，上、下水库坝下不涉及地表水体，无稳定水生生态系统，因此上、下水库施工对石亭江和射水河的浮游动植物无影响。

同时，本工程施工期间的生产废水和生活污水均经处理达标后综合利用或回用，不外排，不会对石亭江施工区附近石亭江干流河段地表水产生污染。因此，工程施工不会对石亭江施工区附近河段的浮游动植物造成明显不利影响。

此外，由于本工程上、下水库均无天然径流，工程施工用水取自临近的石亭江干流河段，工程施工期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为0.004～0.594%，所占比例极小，施工期取水对石亭江干流下游河道浮游动植物的密度和生物量影响总体较小。

施工期第二年 11～12 月，困牛山水库会通过原放空管进行放空，整个放空时长约 33 天。水库放空期间，水库中的浮游动植物会随着放空管流入射水河中，困牛山水库中的浮游动植物种类、密度和生物量逐渐趋近于 0，而射水河中的浮游动植物在短期内会出现增加的趋势；随着水库放空期结束，射水河中的浮游动植物逐渐恢复至水库放空前的状态。

5.9.1.2 对着生藻类的影响

绵竹抽水蓄能电站上、下水库不涉及在天然河道上拦河筑坝，上、下水库坝下不涉及地表水体，无稳定水生生态系统，因此上、下水库施工区对石亭江和射水河着生藻类影响较小。施工期第二年 11～12 月，困牛山水库会通过原放空管进行放空，时长约 33 天，在水库放空期间，水库中着生藻类的会随着水位的放空，逐渐暴露在空气中，在经过阳光直晒、雨淋、风化后，着生藻类逐渐死亡，其种类、密度和生物量逐渐趋近于 0；射水河中随着水深增加，部分河滩地形成新的湿地环境，可能适合着生藻类生长繁殖，但困牛山水库放空时间短，因此射水河中着生藻类变化较小。随着放空期结束，射水河中的着生藻类逐渐恢复至放空前的状态。

本工程施工期间的生产废水和生活污水均经处理达标后综合利用或回用，不外排，不会对石亭江工区附近石亭江干流河段地表水产生污染。因此，工程施工不会对石亭江工区附近河段的着生藻类造成明显不利影响。

5.9.1.3 对底栖动物的影响

绵竹抽水蓄能电站上、下水库不涉及在天然河道上拦河筑坝，上、下水库坝下不涉及地表水体，无稳定水生生态系统，因此上、下水库施工对石亭江和射水河的底栖动物无影响。

同时，本工程施工期废(污)水均处理达标后综合利用或回用，不会对石亭江施工区附近石亭江干流河段地表水产生污染。因此，工程施工不会对石亭江施工区附近河段的底栖动物造成明显不利影响。

此外，本工程施工期从石亭江干流取水，但不直接对石亭江底质产生搅动，且取水量占石亭江前进渠取水断面多年平均天然来水量的比例极小，因此对下游河道底栖动物的影响总体较小。

困牛山水库放空期间，水库中底栖动物的种类、密度和生物量会逐渐趋近于0。随着水库放空过程，射水河的径流和流速会在短期增加，对河道的冲刷在短期内会引起射水河中的底栖动物发生改变；随着水库放空期结束，射水河中的底栖动物逐渐恢复至水库放空前的状态。

5.9.1.4 对水生维管束植物的影响

本工程不在石亭江和射水河中涉水施工，施工期间的生产废水和生活污水均经处理达标后综合利用或回用，不外排，不会对石亭江施工区附近石亭江干流河段地表水产生污染。因此，工程施工不会对石亭江施工区附近河段的水生维管束植物造成明显不利影响。

原困牛山水库由于水库的放空，水生维管束植物逐渐减小，其次由于库盆的开挖，防渗施工，水生维管束植物的种类越来越少，可能趋近于 0。

5.9.1.5 对鱼类的影响

本工程施工期废(污)水均处理达标后综合利用或回用，不会对石亭江施工区附近石亭江干流河段地表水产生污染。因此，工程施工不会对石亭江施工区附近河段的鱼类造成明显不利影响。

本工程施工期从石亭江干流取水，但月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例不到 1%，对取水断面下游径流量、河面宽度、水深影响较小，带来的水生生境变化较小，因此对取水断面下游鱼类影响较小。

本工程下水库通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库。困牛山水库目前已被养殖户承包，开展水产养殖，养殖品种有鲤、鲫、鲇、鲢、鳙、鲈鲤、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼等。在调查中发现的土著性鱼类主要有麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼等。困牛山水库在扩建前，会对水库放空，导致水库的鱼类资源量下降为 0。水库放空对于放养品种和放生种类影响较小，在一定程度上有利于对外来

入侵物种的清理。困牛山水库现存的土著鱼类均属于小型个体，在放空过程中会随着水流进入射水河中。据调查，射水河中目前有上述土著鱼类分布，因此放空过程中随着水流进入射水河中的土著鱼类仍能存活，而水库中留存的鱼若不及时处理，会因缺氧死亡。水库放空后，下水库不涉水施工，因此工程施工不会对原有鱼类产生不利影响。

5.9.2 初期蓄水期水生生态影响

绵竹抽水蓄能电站初期蓄水期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0.533～4.503%，所占比例较小。初期蓄水期，本工程取水将使得石亭江取水断面下游水量减少，从而导致下游河道水面宽度变窄、水深降低，导致水生生物的密度和生物量减小，间接影响取水断面下游鱼类的摄食行为。但工程取水占石亭江取水断面多年平均天然来水比例较小，因此对下游河道的水生生态影响总体较小。

5.9.3 运行期水生生态影响

5.9.3.1 对浮游动植物的影响

绵竹抽水蓄能电站下水库通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库。由于原困牛山水库在施工期会进行放空，下水库建成后，水库水体增加，随着浮游动植物的生长，其种类、密度和生物量从 0 逐渐增加。下水库水文情势与原困牛山水库相比有一定变化，水位变幅从原来的 23.9m 变为 30.0m，且在进/出水口有一定的流速，因此浮游动植物将形成新的种群，其种类、密度和生物量较原困牛山水库将发生一定变化。

上水库由林地变为水库，所在区域环境将发生一定改变，上水库库区将出现新的浮游动植物群落。随着上、下水库水体交换，浮游动植物的种类和数量将会增加，其种类组成与下水库相似。

本工程运行期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0.020～0.763%，所占比例极小，因此对取水断面下游浮游动植物的密度和生物量影响总体较小。

同时，当遭遇洪水工况时，下水库多余的洪水在需要泄洪时通过放空管泄洪

至射水河支沟孙家沟。泄洪会导致射水河水量在短时间内突然增加，但由于历时较短，对孙家沟及其汇口以下射水河河段浮游动植物的影响有限。

5.9.3.2 对着生藻类的影响

下水库由原困牛山水库改扩建而成，运行期库区水位日变幅 30.0m，消落带范围内不适宜着生藻类生存。而石亭江由于电站补水过程，对石亭江的着生藻类有一定的影响，但由于补水量较小，着生藻类一般附着生在河床底部，因此工程补水对石亭江着生藻类影响较小。

5.9.3.3 对底栖动物的影响

本工程上水库建成后，会形成新的底栖动物群落，其种类、密度和生物量与下水库基本类似；下水库库区水文情势与原困牛山水库相比有一定变化，而消落带不适宜底栖动物生长繁衍，因此底栖动物的种类、密度和生物量将发生一定变化。

5.9.3.4 对水生维管束植物的影响

电站运行后，仅在石亭江引水，不会造成新的污染，且引水量较小，对石亭江水生维管束植物影响较小，而下水库和上水库由于每日水位变幅较大，水生维管束植物很难形成新的群落。

5.9.3.5 对鱼类的影响

(1) 水文情势变化对鱼类资源的影响

下水库初期蓄水期和运行期，若不采取有效的拦鱼措施，石亭江干流鱼类会随着引水渠进入下水库，库内可能形成新的鱼类种群。由于下水库库区水文情势与原困牛山水库相比有一定变化，因此下水库库区鱼类的种类和资源量将较原来发生一定变化。

本工程运行期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0.020～0.763%，所占比例极小。根据现场调查，石亭江鱼类主要繁殖期为 3～6 月和 8～10 月，在此期间 3 月的补水量最高，为 10.6 万 m^3，占取水断面多年平均天然来水量的比例为 0.609%，所占比例极小，因此工程取水对取水断面下游河段的径流量、河面宽度、水深影响较小，不会影响取水断面下游零星分布的鱼类产卵场、索饵场功能，鱼类均能完成其生活史。

前进渠取水断面拦河建筑物高约 4～6m，取水断面上游河水仍保持流动状

态，不会形成明显的库区，且该拦河建筑物已存在多年，鱼类已适应了新的环境，因此本工程也不会对取水断面上游鱼类造成新的影响。

(2) 对鱼类饵料生物的影响

本工程采用明渠自流补水，即利用原困牛山水库取水渠道引石亭江干流水对下水库进行充蓄和补水，因此在运行期补水过程中，石亭江干流中的浮游动植物会随引水渠进到困牛山水库中。

工程全年共计补水 90.3 万 m^3，石亭江前进渠取水断面附近浮游植物的平均生物量为 0.0507mg/L，浮游动物的平均生物量为 0.3000mg/L，由于取水造成的浮游植物损失量为 0.0458t/a，浮游动物损失量为 0.2709t/a。可见，工程取水对石亭江干流浮游生物影响较小，取水引起的饵料生物量损失不会对石亭江干流鱼类饵料摄食造成压力，且由于取水过程不会直接对石亭江干流底质产生搅动，因此对石亭江干流底栖动物的影响也较小。

(3) 对早期鱼类资源的影响

本工程运行期，下水库进出水口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。进出水口卷吸一般包括抽水卷载和卷塞 2 种工况，卷载指可通过拦污栅的鱼卵、鱼苗等小型水生生物被动裹挟随水流一同进入抽水系统的过程，被卷载的生物在高压、高温作用下易伤害或死亡；卷塞指下水库进出水口抽水系统过滤装置拦截，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。抽水蓄能电站进出水口卷吸程度涉及多方面因素，一方面其易受抽水量影响，进出水口抽水量越大则卷吸影响越大；另一方面，在抽水量一定的情况下，抽水流速越大则抽水卷吸影响越大；此外，进出水口所处水域水生生物资源越丰富，卷吸影响也越严重。下水库进出水口附近水体快速交换和机组发电抽水过程中产生的卷吸效应还可能将鱼类卷入。在电栅拦鱼设施作用下，下水库进出水口产生的卷吸效应将会得到一定缓解。

本工程采用明渠自流补水，即利用原困牛山水库取水渠道引石亭江干流水对下水库进行充蓄和补水。由于个体较大的鱼类游泳能力强，受取水影响相对较小，而受精卵和仔稚鱼游泳能力差，受取水影响容易发生卷吸效应。

从石亭江干流卵苗发生时间来看，全年 5～9 月(汛期)的仔鱼总量最多，年际间鱼类早期资源的种群变化和资源总量有波动，鱼类早期资源出现频率按 42%

计算。损失量估算按照最大不利情况估算，参考《建设项目对国家级水产种质资源保护区(淡水)影响专题论证报告编制指南》附录 7“电厂取水卷载效应的鱼卵、仔稚鱼、幼鱼损害评估”估算损失量。

$$W_i = D_i \times Q \times P_i$$

式中：W_i——第 i 种类生物资源年损失量，单位为尾；

D_i——评估区域第 i 种类生物资源平均分布密度，单位为尾/m^3；

Q——电厂年取水总量，单位为 m^3；

P_i——第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率，单位为%。

石亭江前进渠取水断面鱼类早期资源量损失估算

表 5.9-1

时期	取水量 (万 m^3)	取水时长 (月)	平均分布密度 (尾/m^3)	平均出现频率 (%)	损失量计算 (万尾)
蓄水期	745.0	18	0.078	42	24.02
运行期(每年)	90.3	12	0.078	42	2.88

下水库蓄水后，水库环境与石亭江有较大区别，主要是库区水深增加，水温增加，可能不适宜部分石亭江鱼类长期生存，与原困牛山水库一样，均不适宜喜流水适宜低水温的石爬鮡属鱼类和裂腹鱼属鱼类生存及生长；对于缓水性或静水性的钝吻棒花鱼、似鲿等鱼类，可能适宜水库环境，能够存活。下水库库区水文情势与原困牛山水库相比有一定变化，且抽水时存在卷吸效应，因此下水库不再适宜鱼类生存。

水生生态调查中，在石亭江前进渠取水断面附近河段发现了齐口裂腹鱼、贝氏高原鳅、麦穗鱼、短体副鳅、钝吻棒花鱼、似鲿等，未发现重口裂腹鱼和石爬鮡属鱼类。上述鱼类非产漂流性鱼类，鱼类受精卵无涌动能力，因此卷吸效应对鱼类受精卵影响较小。而鱼类仔稚鱼游泳能力较弱，且在取水口附近采集到较多小鱼苗，因此卷吸效应对鱼类仔稚鱼有一定影响。为减轻卷吸影响，本次环评提出在四支渠水库斗渠入口设置拦鱼电栅的水生生态保护措施。

(4) 对珍稀保护鱼类的影响

1) 国家级重点保护鱼类

根据相关资料，石亭江分布有国家二级重点保护鱼类 2 种，分别为青石爬鮡、重口裂腹鱼，主要分布于石亭江洛水镇以上的山区型河流段。

青石爬鮡有较强的游泳能力，喜欢逆水游动，由于补水过程流速较小，青石爬鮡仔稚鱼能吸附在卵石或躲避在卵石缝中，因此补水过程对其影响较小。

重口裂腹鱼繁殖期为 8～10 月，产沉性卵，在此期间本工程补水量较小，为 2.50～7.90 万 m^3，占石亭江取水断面多年平均径流量的比例为 0.020～0.138%，所占比例极小，因此补水过程对重口裂腹鱼受精卵影响较小。8～12 月，重口裂腹鱼的仔稚鱼数量较多，仔稚鱼游泳能力较弱，在此期间工程补水对重口裂腹鱼的仔稚鱼的影响较其他月份大，但 8～12 月补水量仅 2.50～10.00 万 m^3，占石亭江取水断面多年平均径流量的比例为 0.020～0.517%，所占比例极小，因此工程补水对其影响总体较小。

2) 四川省重点保护鱼类

根据相关资料，石亭江洛水镇至射水河河口 23km 河段及射水河支沟孙家沟沟口至河口约 33.5km 河段分布有四川省重点保护鱼类 1 种，为彭县似鲟。

本工程运行期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例不到 1%，所占比例极小，因此工程补水对其影响总体较小。电站运行期，除特大洪水期水库泄洪以外，基本不会对射水河水文情势造成影响，而泄洪过程时间段、下泄洪水量较小、且与天然洪水期基本保持一致，因此泄洪对射水河中分布的彭县似鲟影响总体较小。

(5) 对鱼类“三场”和洄游通道的影响

1) 产卵场

根据现场调查，石亭江前进渠取水断面下游分布有新市镇产卵场和石亭江支流射水河干河子河口产卵场，其中距取水断面最近的为新市镇产卵场，约 11km，由于距离较远，且工程各时期补水量占石亭江取水断面多年平均径流量的比例较小，因此工程取水不影响产卵场功能，对产卵场基本无影响。取水断面下游零星分布的小型鱼类产卵场会随洪水等因素时常变动，工程取水也不会对其造成影响。

射水河下水库泄洪放空管下游分布有射水河干河子河口产卵场，距放空管末端约 14km。由于泄洪放空管一般在汛期泄放多余洪水，而射水河鱼类均在 3～6 月产卵，因此下水库泄洪对产卵场基本无影响。

2) 索饵场

根据现场调查，石亭江前进渠取水断面下游，人民渠–石亭江交界处和射水

河河口分布有索饵场。取水断面下游鱼类多为杂食性和滤食性鱼类，肉食性及以底栖动物为食的鱼类偏少，其中滤食性鱼类只要在有水的区域均可摄食，因此工程取水对其无影响；杂食性鱼类如鲤、鲫等喜欢摄食有机质，工程取水可能在一定程度上影响其摄食，但由于工程各时期补水量占石亭江取水断面多年平均径流量的比例均较小，且取水断面下游零星分布有小型鱼类索饵场，鱼类可寻找新的索饵场，因此工程取水对取水断面下游索饵场基本无影响。

射水河下水库泄洪放空管下游，射水河支流付家河河口、射水河与马尾河汇合处分布有索饵场，其中射水河支流付家河河口索饵场距放空管末端最近，约11km。在特大洪水期，下水库多余的洪水通过放空管泄洪至射水河支沟孙家沟中，导致射水河水深增加，可能淹没位于浅滩的索饵场。但水库泄洪与天然河道洪水期基本保持一致，且泄洪时间短，因此下水库泄洪对射水河鱼类索饵影响较小。

3) 越冬场

根据现场调查，石亭江前进渠取水断面下游，河道中心的深潭、滩坨零星分布有越冬场。工程各时期补水量占石亭江取水断面多年平均径流量的比例均较小，取水断面下游河段水深、水面宽、流速、过水断面面积减小范围有限，河道中心的深潭、滩坨等区域环境基本保持不变，因此工程取水对取水断面下游鱼类索饵场影响较小。

具规模的鱼类越冬场主要分布于石亭江支流射水河上各堰或低坝前的库区河段。本工程不在射水河取水，因此工程补水过程不会对射水河上的鱼类越冬场造成影响。在特大洪水期(6～9 月)，下水库多余洪水将通过泄洪放空管放至射水河支沟孙家沟中，导致射水河的水量在短时间内突然增加，但由于历时较短，对射水河水文情势影响较小，且鱼类越冬在冬季，因此下水库泄洪对射水河鱼类越冬场基本无影响。

4) 洄游通道

本工程在石亭江和射水河中均不新建拦河建筑物，且利用原有的取水断面取水，因此不会对鱼类洄游行为产生新的影响。

(6) 小结

鱼类影响方式分为直接影响、间接影响和累积影响三种。绵竹抽水蓄能电站

不在石亭江和射水河涉水施工，不新建拦河建筑物。根据绵竹抽水蓄能电站工程特性，主要是取水的直接影响，游泳能力相对较弱的鱼卵鱼苗会随水流被卷吸到封闭的水库中，造成损失。工程各时期补水量占石亭江取水断面多年平均径流量的比例均较小，取水断面下游水文情势变化较小，因此对下游河段鱼类生境、类早期资源量等的影响总体较小。

5.10 固体废物影响预测与评价

5.10.1 施工期固体废物影响

本工程施工期产生的固体废物主要包括建筑垃圾、生活垃圾以及危险废物。

5.10.1.1 建筑垃圾

据工程土石方平衡，上、下水库工程均无弃渣。大坝砌筑、道路铺设和其它施工现场将产生部分建筑垃圾，主要包括建筑垃圾主要为石料、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，若不妥善处置会对周围环境造成影响。

施工辅助企业生产过程中产生一定数量的固体废物，如报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、包装袋、木材等。这些固体废物若露天堆放锈蚀、腐烂后不仅造成物资财产的损失，也会对周围土壤、水体等造成污染，故应加强管理、及时回收利用，少部分不宜回收的可用于平整场地或坝后压坡。

5.10.1.2 生活垃圾

据施工规划，工程施工高峰期人数约 3000 人，类比其他电站施工区生活垃圾产生量，施工营地垃圾产生量以每人日产垃圾 0.5kg 计，本工程施工高峰期日产垃圾约 1.5t/d，工程施工期 69 个月，筹建期 18 个月，则累积生活垃圾量约 3915t。施工人员生活垃圾中有机质等多种复杂成分，如不及时清理、妥善处置，可能污染环境，影响人群健康。

为预防生活垃圾对土壤、水环境、景观和人群健康的危害，在施工过程中生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运。在采取以上措施后，生活垃圾对施工区环境影响很小。

5.10.1.3 危险废物

工程施工期产生的危险废物主要来自车辆、机修汽修厂产生的废油。

本工程施工期产生的废油集中收集临时贮存于危险废物暂存间，并遵循《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023)相关规定，做好四防(防风、防雨、防晒、防渗漏)工作，同时定期交由有危险废物处理资质的单位进行处置，对周围环境影响不大。

5.10.2 运行期固体废物影响

工程运行期固体废物主要为电站运维管理人员及业主营地工作人员生活垃圾，以及各类机械设备维修等产生的废油等。

5.10.2.1 生活垃圾

工程运行期，电站运维管理人员及业主营地工作人员总人数按 135 人考虑，生活垃圾产生量以 0.5kg/人·d 计，则日产生活垃圾量约 67.5kg。

生活垃圾含有水分，若堆放不当会对环境造成二次污染，长期堆放生活垃圾会产生沙门氏菌、寄生虫卵和霉菌等致病微生物。因此，本工程生活垃圾建议实行袋装化，由专门的保洁员进行清理，经集中收集后由当地政府进行统一转运。

5.10.2.2 危险废物

工程地下厂房设 4 台机组，运行期检修每年可能产生约 5m^3 废油、废油泥及擦油棉布，其中废油属于危险废物，若泄露到环境中，可能造成污染水环境和土壤环境，因此需集中收集临时贮存于危险废物暂存间，并遵循《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023)相关规定，做好四防(防风、防雨、防晒、防渗漏)工作，同时定期有危险废物处理资质的单位进行处置，对周围环境影响不大。使用后沾染油污的擦油棉布(废物代码 900−041−49)在危险废物豁免管理清单内，全过程不按危险废物管理，与生活垃圾一并处置。

5.11 土壤环境影响预测与评价

5.11.1 施工期影响

工程施工期各类废(污)水处理达标后综合利用或回用，生活垃圾经集中收集

后由当地政府进行统一转运，危险废物收集至危险废物暂存间后交由有资质单位处置。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。工程在上、下水库各设置了 1 处表土堆放场，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。

5.11.2 运行期影响

工程运行期主要污染物为发电厂房生活污水和厂房油污水，经处理达标后综合利用，对周边土壤环境污染影响很小，不会引起土壤的酸化、碱化。

运行期水库蓄水后，对水库蓄水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964−2018)中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

5.11.2.1 土壤盐化综合评分法

采用如下公式计算土壤盐化综合评分值(*Sa*)。

$$Sa=\sum_{i=1}^{n}Wx_i\times Ix_i$$

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。

5.11.2.2 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964−2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见下表。

土壤盐化影响因素赋值表

表 5.11−1

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深(GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD＜2.5	1.0≤GWD＜1.5	GWD＜1.0	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	EPR＜1.2	1.2≤EPR＜2.5	2.5≤EPR＜6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量(SSC)/(g/kg)	SSC＜1	1≤SSC＜2	2≤SSC＜4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体(TDS)/(g/L)	TDS＜1	1≤TDS＜2	2≤TDS＜5	TDS≥5	0.15

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

本工程上水库区地下水总体埋深 21.0～74.0m，下水库区地下水位总体埋深 0.2～48.0m。水库蓄水完成后，库区内地下水位将升高，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。库盆全库防渗后，库区不能作为排泄的位置，地下水可能找到更远且更低的排泄点，成库后下水库区地下较低水位埋深大于 2.5m，工程建成后土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据绵竹气象站观测资料，绵竹市多年平均水面蒸发量为 1052.1mm，多年平均降水量为 987.4mm。经计算，干燥度(蒸降比值)(EPR)为 1.07<1.2，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.7～0.9g/kg，土壤本底含盐量(SSC)＜1g/kg，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 0.120～0.280g/L 之间，地下水溶解性总固体(TDS)＜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，工程区域土壤质地主要为轻壤土，土壤盐化影响赋值为 4 分。

5.11.2.3 土壤盐化影响预测

根据本工程土壤盐化影响因素赋值及权重，本工程库区土壤盐化综合评分值 Sa=4×0.10=0.4。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(见下表)，本工程建成后库区周边土壤不会发生盐化现象。

土壤盐化预测表

表 5.11−2

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

5.12 人群健康影响预测与评价

工程建设对人群健康的影响主要是大量外来施工人员进入施工场地，可能对

当地居民的卫生状况带来不同程度的影响。因此通过当地居民传染病发病状况，结合临时生活区卫生医疗设施条件，分析大量人员的进入对当地原有人群健康的影响以及地方性疾病可能对施工人员造成的影响。

5.12.1 卫生环境现状

本工程位于农村地区，上水库周边居民较少，下水库距绵竹市麓棠镇较近。本工程距二级综合医院绵竹市麓棠镇卫生院公路里程约 6km，一般疾病可在麓棠镇就医，医疗卫生技术水平可满足群众日常需要。

根据施工总布置规划，上水库施工营地生活用水由施工供水系统提供，在上水库施工营地设置净水处理装置(并设清水池调节)，以满足工程区生活饮用水水质要求；业主营地生活用水接入当地供水管网。根据石亭江水质现状监测结果，石亭江水质良好，经处理后可满足饮用水水质标准。工程施工期间应加强管理，保障饮用水水质安全。

5.12.2 病媒生态的预测

传染病是病原微生物作用于人体而引起传播流行的。能作为疾病传染源或病原微生物中间宿主的病媒生物，由于工程建设而发生迁移、改变的主要是老鼠和蚊子。

本工程水库淹没影响面积不大，未发现有集中的鼠类分布区，工程建设不会导致库周鼠密度和鼠种发生较大的改变。同时水库运行后水位变幅不大，不具备蚊子孳生的洼地，因此工程建设也不会带来蚊子密度的升高和蚊类构成比的变化。

5.12.2.1 自然疫源性疾病影响

工程区近年来均未出现血吸虫和鼠疫病例，也无血吸虫和鼠疫流行史。工程施工区域面积相对较小，不会导致鼠密度和鼠种发生较大的改变，基本不会造成自然疫源性疾病在人群间流行。

5.12.2.2 介水传染病影响

介水传染病在地区传染病中占主导地位，主要有肝炎、痢疾、感染性腹泻等。肝炎是工程区周围村庄发病率最高的传染病，其原因与居民饮食、生活卫生习惯有关。

肝炎是传染性较强、危害性较大的肠道传染病，与饮用水卫生状况密切相关，因此需要加强饮用水消毒、传染病隔离和外来施工人员的乙肝疫苗的接种工作。

根据施工总布置规划，上水库施工营地生活用水由施工供水系统提供，并做适当的消毒净化处理；业主营地生活用水接入当地供水管网。通过对工程施工期饮用水源加强管理，可有效保证饮用水水质，确保施工人员的饮用水水质安全，介水传染病影响不大。

5.12.2.3 虫媒传染病影响

虫媒传染病的发病情况与媒介动物的种群、密度以及季节消长有密切关系。传播媒介主要是蚊子，常见传染病主要有乙脑、疟疾等，在定期作好消毒消灭工作后影响不大。

5.13 建设征地及移民安置影响预测与评价

5.13.1 建设征地影响

本工程建设征地影响涉及绵竹市麓棠镇和广济镇，共 2 个镇 4 个村(社区)，征占用各类土地面积 2880.47 亩，其中永久占地面积 2494.97 亩，临时占地面积 385.5 亩。

水库淹没和工程占地以林地、园地为主，其次是其他农用地、耕地等，将永久改变占地区的土地利用方式，影响当地林、农业生产；临时工程占地以林地、其他农用地为主，其次是草地、园地等，会临时改变土地利用性质，造成一定的植物生物量损失，在此栖息的野生动物将可能迁移，但在施工结束后根据实际情况恢复原有功能或进行合理开发，临时占地影响逐渐减弱。

5.13.2 移民安置影响

本工程规划生产安置 302 人，采取“自行安置”方式，生产安置过程中对周边环境无影响。

规划搬迁安置 70 人，采取“分散安置”方式，分散安置移民建房过程中扰动范围小，对安置区周边陆生生态影响轻微。分散安置移民生活污水排放量也小，且分散，对周边水环境无明显不利影响。

5.13.3 专项设施复建影响

本工程复建设施主要为交通运输工程、水利工程、电力工程、文物古迹、企事业单位、电信工程和广播电视工程和其他项目。其中规划复建吉祥村盘山汽车便道 1 条，路线全长 0.7km；迁建 10kV 线路 2 条，长度 2.17 km；复建铁塔基站 1 座，敷设中国移动、中国电信、中国联通公司光缆线路路径 1 条，光缆 129 条，共 27.44km；复建广电公司光缆线路光缆 11 条，共 5.46km；搬迁复建自动气象观测站 1 座；迁改天然气主管 1 条；对 3 处明代石板墓依法履行报批程序后进行抢救性考古发掘；对 2 处土洞墓、2 处清代墓碑桥、“三箭水”泉等 5 处文物点进行全面的资料信息提取，并采取必要的保护措施。上述复建工程规模较小，占地主要为林地、园地，无重点保护动植物栖息地分布，因此对周边环境影响较小。

其余设施按一次性补偿处理，对周边环境无影响。

6 环境保护对策措施及技术经济论证

本工程环境保护措施主要包括水环境保护措施、环境空气保护措施、声环境保护措施、生态环境保护措施、固体废物处置措施、人群健康保护措施等。

绵竹抽水蓄能电站环境保护措施总体布局详见附图 22。

6.1 地表水环境保护措施

6.1.1 施工期地表水环境保护措施

6.1.1.1 砂石加工系统废水

(1) 污染源强

本工程设置 1 座砂石加工系统，设计处理能力 480t/h，成品料生产能力 370t/h，用水量 340 m^3/h，废水产生率按 80%计，则砂石料冲洗废水高峰产生量为 272m^3/h，日运行时间为 14～16h，则高峰日约有 4352m^3/d 废水产生，废水中 SS 进水浓度约 20000～50000mg/L。

(2) 处理目标

根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)中规定，“砂石加工、混凝土生产的等产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放，回收利用水的悬浮物含量不应超过 100mg/L”，本工程砂石加工系统废水经处理后回用于自身，回用处理目标为 SS≤100mg/L。

(3) 方案比选

砂石加工系统生产废水的处理传统工艺一般采用自然沉淀法和加药絮凝沉淀法。随着技术的发展，在水电工程中还出现了磁介质混凝沉淀技术(MagCS)工艺。

方案 1：自然沉淀法。处理流程为：含高悬浮物的废水从筛分楼流出，进入沉淀池，不使用凝聚剂，在沉淀池中进行自然沉淀，上清液循环使用。该方案特点是处理流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单，运行费用少，但为达到较好的处理效果，沉淀池的规模要求很大，且很难达到回用水质要求。

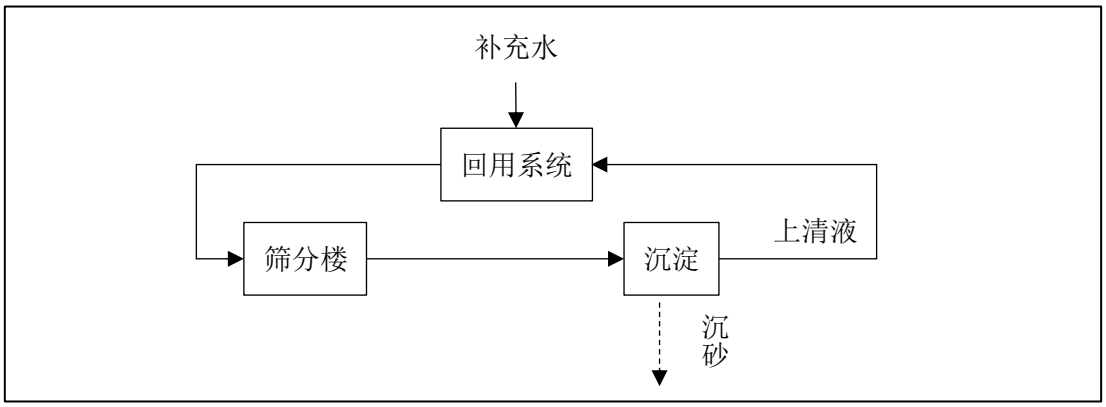


图6.1-1 自然沉淀法工艺流程

方案 2：絮凝沉淀法。处理流程为：废水经过废水收集管渠，进入旋流沉砂池，进行初步沉淀；在废水进入快速反应池前投加絮凝剂，水和絮凝剂在快速反应池内利用快速搅拌机充分混合，然后进入慢速反应池，同样利用慢速搅拌器充分反应；慢速反应池出水进入辐流式沉淀池，通过周边的配水孔，均匀地从周边进入辐流式沉淀池，废水中的絮体状颗粒沉淀到池底，上清液直接排入清水池，回水泵站将清水池中的水送至系统用水点。

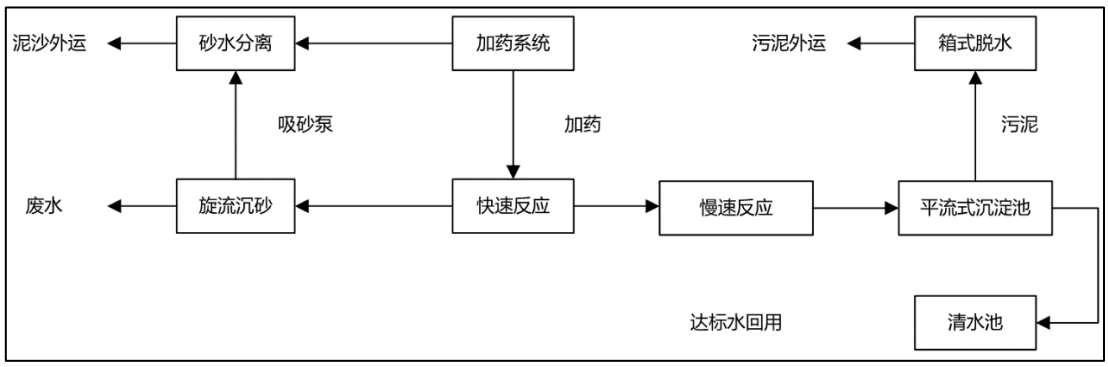


图6.1-2 絮凝沉淀法工艺流程

方案 3：磁介质混凝沉淀系统(MagCS)。处理流程为：待处理废水经过一次性提升泵入高频振动筛，筛上粗颗粒可作为骨料利用，筛下泥浆自流至调质罐，通过加入阳离子 PAM 调质后自流至厢式压滤机，滤饼晒干后外运至表土堆放场，滤液自流至磁介质混凝沉淀池净水处理系统，尾泥返回调质罐进行调质脱水，净水达标回用。

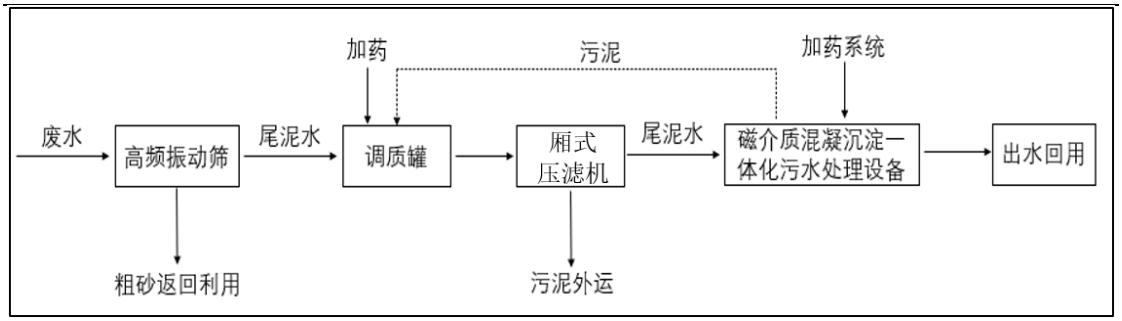


图6.1-3 磁介质混凝沉淀系统(MagCS)工艺流程

3 种处理工艺中，方案 1 采用自然沉淀法的特点是处理流程简单，基建技术要求不高，运行操作简单且运行费用低，但要达到较好的处理效果，就必须要修建规模很大的沉淀池，占地面积很大，已很少采用。方案 2 采用传统絮凝沉淀工艺，其核心处理一般采用平流沉淀池、旋流沉淀池、斜管(板)沉淀池和辐流沉淀池等工艺，这些工艺相比自然沉淀法处理效率高，占地面积相对较小，但是存在容易出现泥渣板结、堵塞，清泥工作量大等问题。方案 1 与方案 2 处理工艺存在的问题总结如下：

1) 自然沉淀占地面积大，泥渣清理工作量大。

2) 平流沉淀池悬浮物去除率较低，出水水质差，占地面积大，清泥频繁且工作量大，经常发生淤池现象。

3) 旋流沉淀池运行费用相对较高，而且设备易磨损，维护费用高。

4) 斜管(板)沉淀池要求入口悬浮物浓度一般不大于 3000～5000mg/L，适用于低悬浮浓度废水处理，在处理砂石加工系统废水时，往往处理能力低，出水水质差，斜管(板)易堵塞，清泥困难。

5) 辐流沉淀池占地面积大，废水往往需要预沉淀以后再进行处理，以减轻处理负荷，从而导致工艺路线长，操作维护工作量大，沉淀池排泥管易堵塞，刮泥机械故障多，运行可靠性差。

方案 3 采用“磁介质混凝沉淀技术(MagCS)工艺”，该技术以重介质加载沉淀技术为基础，利用常规的絮凝沉淀法，通过在混凝阶段投加高效可回收的磁介质提高絮体的沉降速度，并辅以压滤装置来提高混凝反应效果的技术。由于磁介质的比重较大，通过在絮凝反应过程中和絮体有效地进行结合，使絮体大而密实，可以有效提高絮体的比重，在澄清池中高速沉降，以此有效提高澄清池的处理效

率。其主要特点如下：

1) 以磁介质作为絮团载体，反应效果好。

2) 对 SS、TP 去除效果好，同时还对非溶解性 COD 有一定去除效果。

3) 耐冲击负荷能力强，最高可达 50$m^3/(m^2 \cdot h)$。

4) 工艺占地少，处理量大。

5) 运行成本低，设备的使用寿命长。

6) “磁介质混凝沉淀技术(MagCS)工艺”已成功应用于两河口水电站大坝灌浆废水处理，来水悬浮物浓度达 30000mg/L，主要由岩粉、泥沙、水泥颗粒等造成，出水水质悬浮物能够小于 10mg/L。

7) 开展过相关研究实验，选取水样为两河口水电站瓦支沟砂石系统生产废水，采用 MagCS 废水处理工艺进行处理后，水样 SS 浓度由 100000mg/L 左右降至 37mg/L 左右。工艺已获取相关实用新型专利证书“一种砂石骨料加工废水处理系统”(专利号：ZL201720355863.X)。

综上分析，建议本工程采用磁介质混凝沉淀技术(MagCS)工艺。

(4) 处理方案

1) 工艺流程

本工程砂石加工系统废水高峰产生量为 4352m^3/d，采用“高频振动筛+厢式压滤+MagCS 磁介质混凝沉淀系统+清水回用”的废水处理与回用设施，待处理废水经过一次性提升泵入高频振动筛，筛上粗颗粒可作为骨料利用，筛下泥浆自流至调质罐，通过加入阳离子 PAM 调质后自流至厢式压滤机，滤饼堆场外运，滤液自流至磁介质混凝沉淀池净水处理系统，尾泥返回调质罐进行调质脱水，净水达标回用。

2) 主要设备及构筑物设计

本工程砂石加工系统废水处理与回用设施占地面积约 1120m^2。各设备及构筑物设计参数如下表。砂石加工系统废水处理系统平面布置见附图 23。

砂石加工系统废水处理与回用设施设备及构筑物统计

表 6.1−1

序号	设备名称	单位	数量	规格参数	备注
1	磁介质混凝沉淀一体化污水处理设备	套	1	MagCS−4500	

序号	设备名称	单位	数量	规格参数	备注
2	高频振动筛	台	1	2ZS1756，3 层筛网，45kW	
3	调质罐	台	2	Φ4000，N=3.0kW	含加药系统
4	厢式压滤机	套	4	过滤面积 250m^2	
5	提升泵	台	4	125m^3/h，扬程 25m	3 用 1 备
6	渣浆泵	台	4	废水处理系统配套	3 用 1 备
7	回用水泵	台	3	废水处理系统配套	2 用 1 备
8	清水池	座	1	6×8×3.5	
9	废水管	项	1	不锈钢管 DN250	
10	加药管	项	1	PVC 管 dn25	
11	风管	项	1	不锈钢管 DN50	

3) 运行管理要求

砂石加工系统废水处理与回用设施在运行过程中主要需注意定时清淤。考虑到废水处理工艺中的加药间与压滤机房机械化和自动化程度较高，对管理人员有一定技术要求，应组织设废水处理与回用设施管理维护人员在上岗前接受专项技术操作培训后，才能对电气仪表设备进行科学的操作与维护，并严格制订操作规程，以保证废水处理与回用设施的良好运行。同时，工程环境管理部门应定期对废水处理与回用设施的管理运行进行监督检查，掌握废水处理与回用设施运行情况，对不良情况及时提出整改意见，杜绝事故排放。

为保证砂石加工系统废水处理与回用设施正常运行，应开展定期维护工作，每月至少进行 1～2 次板结泥渣清理，以防堵塞。同时考虑以下应急措施：

①动力装置配备了备用设备，出现故障时可采用备用设备紧急替换。

②泥渣压滤设备虽未设置备用设备，但配置了多台设备，并按照最大负荷设计，当某台出现故障，其他设备仍可正常工作，即使有剩余无法处理的泥浆也可通过专设的污泥回流管排入调节池，利用调节池临时贮存。

③工程砂石加工系统均采用 PLC 集中控制，在废水处理与回用设施中任何一个环节出现故障时，会很快响应并立即停止运行。同时，管理人员应立即通知砂石加工系统工作人员停止砂石生产，减少进入系统的入水量，按半小时左右的响应时间计算，响应前废水可临时储存于石粉回收系统或调节池中。

6.1.1.2 混凝土生产系统废水

(1) 污染源强

本工程设置 2 处混凝土生产系统，上水库混凝土生产系统设计规模为 25m^3/h；下水库混凝土生产系统设计规模为 90m^3/h。各混凝土生产系统采取三班工作制，每班冲洗一次，每次冲洗废水量约 4m^3 左右，则每天 2 个混凝土生产系统冲洗废水共计为 24m^3/d。类比同类工程，废水 SS 浓度一般在 3000～10000mg/L 之间，pH 值一般在 11～12 之间。

(2) 处理目标

根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)中规定，“砂石加工、混凝土生产的等产生的废水应进行适当处理后回收利用或排放，回收利用水的悬浮物含量不应超过 100mg/L”，本工程混凝土生产系统废水经处理后回用于自身，回用处理目标为 SS≤100mg/L。

(3) 处理方案

1) 工艺流程

针对混凝土生产系统废水水量少、排放不连续、且悬浮物浓度较高等特点，采用间歇式自然沉淀的方式去除易沉淀的砂粒。该处理方法的特点是构造简单、造价低、管理方便，仅需定期清池。虽冲洗废水 pH 值偏高，但因水量小，且循环利用，影响不大，故暂不考虑中和措施，如运行期间有较大影响，临时在处理池中投加酸性中和剂即可。

处理系统由平行布置的 1 座矩形沉淀池和 1 座清水池组成。每台班末的冲洗废水排入沉淀池内，静置沉淀至下一台班末后，上清液排入清水池回用于下一台班的冲洗，沉淀时间达 6h 以上。沉淀池的出水端设计为活动式，便于清运和调节水位。

2) 主要设备及构筑物设计

本工程混凝土生产废水处理系统沉淀池的规模及主要工程量估算见下表。

混凝土生产废水处理系统规模及主要工程量估算

表 6.1−2

名称	沉淀池尺寸 (长×宽×高，m)	清水池尺寸 (长×宽×高，m)	开挖量 (m^3)	回填量 (m^3)	浆砌石 (m^3)	占地面积 (m^2)
上水库混凝土生产废水处理系统	2.5×2.5×2.0	2.5×2.0×1.5	29.8	9.8	60	11.3
下水库混凝土生产废水处理系统	2.5×2.5×2.0	2.5×2.0×1.5	29.8	9.8	60	11.3

3) 运行管理要求

由于混凝土生产系统废水量很小，处理构筑物简单，除回用水泵外，没有机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清渣，泥渣晒干后运往表土堆放场。管理和维护工作纳入混凝土生产系统统一安排，不另设机构和人员。

6.1.1.3 机修含油污水

(1) 污染源强

本工程设置 1 处机修汽修厂，类比同类工程，高峰用水量约为 40m^3/d，废水产生系数取 0.8 计，废水产生量约为 32m^3/d。废水 SS 浓度一般在 500～1000mg/L 左右，石油类的浓度在 10～30mg/L 之间。

(2) 处理目标

本工程机修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等。

(3) 处理方案

1) 工艺流程

采用沉淀池＋成套油水分离器的处理方案。废水中的悬浮物和 COD_{Cr} 以及部分石油类在沉淀池中经絮凝沉淀后得以去除；沉淀池出水进入成套油水分离器处理，实现废油的回收利用与统一收集，以及处理出水中的石油类含量满足要求。

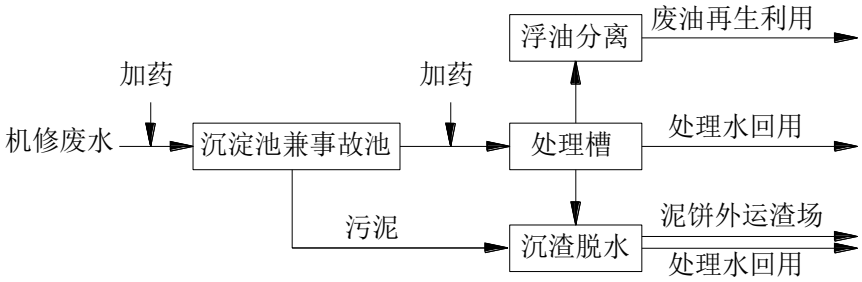


图6.1-4 机修含油污水处理工艺流程图

2) 主要设备及构筑物设计

沉淀池采用平流式。考虑到事故储存功能，停留时间取 3h，有效容积 72m^3。沉淀池分为 2 格，单格尺寸为 5.0m(长)×2.4m(宽)×3.3m(高)，池子沿宽方向单排设 1 个砂斗，砂斗容积按大于 2h 存砂量设计。沉淀池表面负荷采用 1.00m^3/(m^2 • h)，正常运行有效水深 3.0m，水平流速 0.93mm/s。沉淀池的规模及主要工程量估算见下表。

机修含油污水处理系统规模及主要工程量估算

表 6.1−3

名称	沉淀池分格数	单格规模尺寸(长×宽×高，m)	开挖量(m^3)	回填量(m^3)	C25 混凝土(m^3)	钢筋(t)	占地面积(m^2)
机修含油污水处理沉淀池	2	5.0×2.4×3.3	90.72	30.24	20.88	0.94	48.5

油水分离器采用 SFY 型含油废水处理成套设备对其进行处理。SFY 型含油废水处理成套设备在原水含油量≤1500mg/L，冲击负荷不超过 20000mg/L 的条件下，处理后出水含油量＜5mg/L。结合含油废水排放的水量及成套设备型号综合考虑，选定本工程含油污水成套处理设备的型号为 SFY−10。

机修汽修厂产生的废油应贮存于危险废物暂存间，并委托有资质的单位进行处理。

3) 运行管理要求

由于机修含油污水量较小，处理构筑物和设备较简单，在运行过程中主要注意定时清理和巡护。管理和维护工作纳入站内统一安排，不另设机构和人员。

6.1.1.4 洞室排水

(1) 排水概况

洞室排水主要由隧洞施工(开挖)废水和洞室渗水构成，施工期间可能有隧洞涌水，但涌水量不大，多以洞壁渗水或小股线状流水为主，主要污染物为 SS，浓度在 5000mg/L 左右。

(2) 处理目标

洞室排水以洞室渗水为主，非真正意义的施工废水，天然状况下将通过沟道外排并经地表渗滤进入河道，故本工程洞室排水的处理目标为经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘。

(3) 处理方案

1) 工艺流程

为方便作业，主体工程设计中已考虑用水泵将少量渗出的洞室渗出水抽排至洞外，为此，本次设计规划在各洞口分别设置规模为 2.0m(长)×2.0m(宽)×

1.0m(高)的沉淀池，在沉淀池前设细格栅(筛网缝隙为 2mm)，对洞室排水中的残渣、漂絮等进行拦截、过滤。每天洒水车定期到各洞室外抽取沉淀池内的上清液用于施工区道路洒水降尘；废渣及沉淀泥渣定期清除，晒干后运往表土堆放场。

2) 运行管理要求

洞室排水处理措施简单，在运行过程中主要注意定时清理。管理和维护工作纳入洞室施工项目统一规划，不另设机构和人员。

6.1.1.5 基坑排水

(1) 排水概况

本工程上水库基坑排水采用前期机械抽排、中期利用库底排水廊道和坝体底部堆石体及排水体向外自由排水、后期拦蓄滞洪的导流方式；下水库基坑排水采用原水库大坝挡水，环库公路排水沟将附近山坡形成的地表径流引向基坑外的沟渠中，库盆内的降雨汇水采用机械抽排，大坝全年施工的导流方式。

(2) 处理目标

考虑到基坑排水包含了大量的渗水及降水，并非真正意义的施工废水，且天然状况下也将直接汇入河道，其主要污染物为 SS，浓度约 500mg/L。故本工程基坑排水的处理目标为经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘。

(3) 处理方案

1) 工艺流程

根据目前已建和在建水电工程对基坑排水的处理经验，对基坑排水不采用特殊的处理设施，仅向基坑集水区投加絮凝剂(聚丙烯酰胺)，静置沉淀 2h 后抽出回用或排放；沉淀污泥定时人工清除，晒干后运往表土堆放场。该方案措施合理有效，经济节约，可解决实际发生的基坑排水问题。为保证其上层清液悬浮物和 pH 值不影响处理效果，在抽水时应控制水泵深度，保持水泵在上层清液部分，控制投药量，保证出水水质，处理效率可达 98%以上。水泵由主体施工配备。

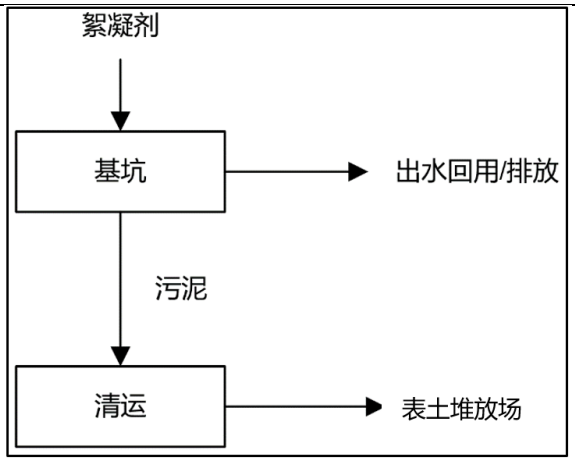


图6.1-5 基坑排水处理工艺流程图

2) 运行管理要求

基坑排水处理措施简单，主要注意定时清淤，其管理和维护工作纳入枢纽区施工统一安排，不另设机构和人员。

6.1.1.6 生活污水

本工程共布置 2 处施工营地，1 处业主营地，其中业主营地在石亭江左岸的广济镇场镇进行租赁，生活污水接入广济镇场镇污水管网，排入广济镇场镇污水处理站处理；下水库施工营地在麓棠镇天宝村进行租赁，但天宝村无污水管网。因此本小节仅对上、下水库施工营地生活污水及施工现场零星生活污水进行处理。

(1) 上、下水库施工营地生活污水

1) 污染源强

工程施工高峰期人数为 3000 人，生活污水排放量为 384m^3/d。生活污水所含污染物中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L。

1) 处理目标

上、下水库施工营地生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于营地冲厕及绿化浇灌等。

2) 处理方案

在上、下水库施工营地各设置一套水电工程中较常用的地埋式一体化污水处理设备，对生活污水进行集中处理。生活污水流经格栅去除掉水中的大块漂浮物后进入调节池，经泵提升进入地埋式一体化污水处理设备；在依次经过初沉、一级接触氧化、二级接触氧化、二级沉淀和消毒单元的处理后，出水收集并回用；

沉淀池中的污泥排入污泥池好氧消化，污泥池每年清理 1 次～2 次，清理的污泥晒干后运往表土堆放场。

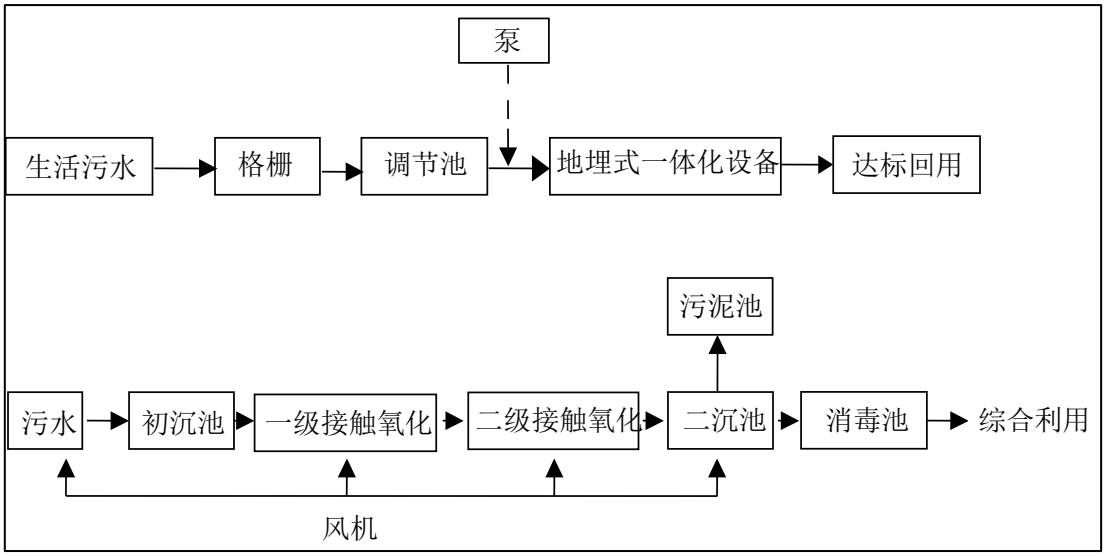


图6.1-6 施工营地生活污水处理工艺流程图

(2) 施工现场零星生活污水

针对施工现场零星生活污水，主要采取在施工区配置环保厕所的方式，实现对粪便、尿液等的无害化处理，并可循环用于冲厕。

环保厕所主要通过固液分离技术将排泄物分流，其中固态排泄物通过自动开启便盆进入发酵槽，在自动温控装置下依靠酵槽中的生物菌种将固态排泄物分解为二氧化碳和水；小便进入集尿槽和曝气槽，经曝气处理后粪尿分解成水和二氧化碳，从而实现粪尿异味去除和消化分解。经微生物处理后的污水流入蒸发反应槽，依靠槽的高温加工炭及其上附着的微生物再次对污水进行处理，水一部分蒸发，另一部分流入脱色槽，经脱色槽内的活性炭除去水中色素，出水储存在储水槽内，循环用于便器冲洗。经环保厕所的处理，粪尿的分解率可达 99%以上，且基本无沉淀生成。

1) 布置方案

环保厕所主要布置在施工区施工人员活动较密集的场所，本工程共布置 24 个环保厕所，上水库施工区、下水库施工区和石亭江施工区各设置 8 个。交通工程离场内各工区均较近，不再单独布设。由于各标段施工时序不尽相同，环保厕所应按实际情况合理调配。

2) 运行管理要求

地埋式一体化污水处理设备自动化程度高，管理操作简单，设备维修量小。上、下水库设置技术人员各 1 人，负责对地埋式一体化污水处理设备进行管理运行和出水回用操作。

环保厕所纳入各工区环境卫生统一管理，不另设机构和人员。

6.1.2 蓄水期地表水环境保护措施

6.1.2.1 蓄水前库底清理

水库淹没区需清理的废弃物主要包括拆除的建(构)筑物和清理的林木，此外可能还有居民点的生活垃圾等。库区清理要尽可能消除污染水质的因素，保证水质良好，保障库区的卫生安全，杜绝病原微生物的扩散，防止介水传染病的发生、流行或暴发。因此，为保证库区蓄水后水质，在蓄水前需按照《水电工程水库库底清理设计规范》(NB/T10183−2021)对水库进行库底清理，保证库区水质。

6.1.2.2 蓄水期污染源控制

蓄水期需对库内的枯枝树叶进行定期打捞和清理，丰水期、平水期、枯水期监测上、下水库库中水质情况各 1 次。同时设立相关管控、警示标识。

6.1.3 运行期地表水环境保护措施

6.1.3.1 生活污水

本工程运行期废(污)水主要为业主营地和电站厂房工作人员的日常生活污水。

工程运行期规划总人数约 135 人，其中业主营地 95 人，生活污水处理设施为永久设施，接入广济镇场镇污水管网，排入广济镇场镇污水处理站处理。

厂房值班人员高峰期为机组检修时，高峰人数按 40 人计，生活污水产生量约 5.12m^3/d，生活污水所含污染物中 COD_{Cr} 约 400mg/L，BOD_5 约 200mg/L，氨氮约 25mg/L，采用地埋式一体化污水处理设备处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于冲厕及绿化浇灌等。

6.1.3.2 机组检修含油污水

机组检修时会产生少量的含油污水，本电站地下厂房设置排水廊道，电站厂

区设置 150m^3 清水池一座，含油污水经排水廊道收集至清水池，再通过成套油水分离器处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中绿化用水标准后回用于场地绿化，不外排。DYF-10 型含油废水处理成套设备处理能力为 10m^3/h，经该分离器处理后的废水含油量可降至 5mg/L 以下。不能回用的废油暂存于危险废物暂存间，并委托有资质的单位进行处理。废油收集设施及相应的处理费用计入电站建设与运行成本。

6.1.3.3 库周环境管理

为保护好上下水库库区水质， 防止库区出现富营养化等现象，水库蓄水后对库周提出以下管理措施：

(1) 禁止在库周及补水渠道附近圈养禽畜；

(2) 禁止在库周及补水渠道附近兴建对水质可能产生严重污染的工矿企业；

(3) 保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，防止水库富营养化；

(4) 库区旅游开发规划制定过程中，要求规划制定部门充分考虑环境保护要求，提出相应的控制标准，对旅游开发建设可能带来的影响进行评价，并提出相应的环境保护措施要求，以减缓旅游开发对水库水质的影响。

6.2 地下水环境保护措施

6.2.1 水库防渗

本工程对地下水的影响主要表现为施工期地下工程开挖对地下水水位的影响。抽水蓄能电站防渗要求严格，影响程度均较小，采取措施后对地下水位的影响将得到控制。主体工程设计中已考虑在上水库采用“钢筋混凝土面板堆石坝+库周钢筋混凝土面板+库底复合土工膜”的全库盆防渗方案，下水库采用“钢筋混凝土面板+库底土工膜”的防渗方案，地下厂房洞室群外围设置排水廊道。

6.2.2 污染防治措施

地下水污染防治坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，采取主动控制和被动控制相结合的措施。绵竹抽水蓄能电站建设及运行基本不会对区域地下水产生不利影响，但为进一步保障区域地下水环境质量，提

出以下污染防控措施及要求：

(1) 生活垃圾禁止随意丢弃，对生活垃圾收集点采取地面硬化处理，并定期安排环卫部门清运。

(2) 堆(存)场采取覆盖措施，防止产生水土流失，污染地下水。

6.2.3 “三箭水”泉水源恢复措施

根据 5.5.3.1 节分析，“三箭水”泉的补给来源主要有山区补给和石亭江侧向补给。下水库建成后，原“三箭水”泉泉眼被下水库蓄水范围覆盖，将对原有取水用户造成影响，因此需采取工程措施对“三箭水”泉水源进行恢复，以降低对原有取水用户的影响。

本次评价提出两种工程措施方案，由主体工程实施，分述如下：

方案(一)：设置专用排水廊道恢复出水

根据目前的工程方案，下水库采用“钢筋混凝土面板+库底土工膜” 的防渗方案，库底“三箭水”泉眼位于主坝上游坡脚处。为避免泉水反渗，影响“三箭水”泉现状区域用水户取水问题，拟在泉眼上部设置混凝土盖板封堵泉眼，在泉眼处布置一条专用排水廊道，将原“三箭水”泉通过排水廊道的排水明渠引入新建水池，后期将引水渠与水池相接，以达到恢复原有“三箭水”泉出水的目的。泉眼封堵时，应做好防渗处理，使“三箭水”泉的补给水源与工程渗水等完全分离。

专用排水廊道为城门洞型，断面尺寸 2.0m×2.5m(宽×高)，廊道内采用 0.8m×0.6m(宽×高)进行明渠导流。排水廊道基础坐落在基岩上，尾部新建 6m×3m×2m(长×宽×深)水池，通过改建原来的引水渠与新建水池连接。

设置专用排水廊道恢复出水措施示意图如下。

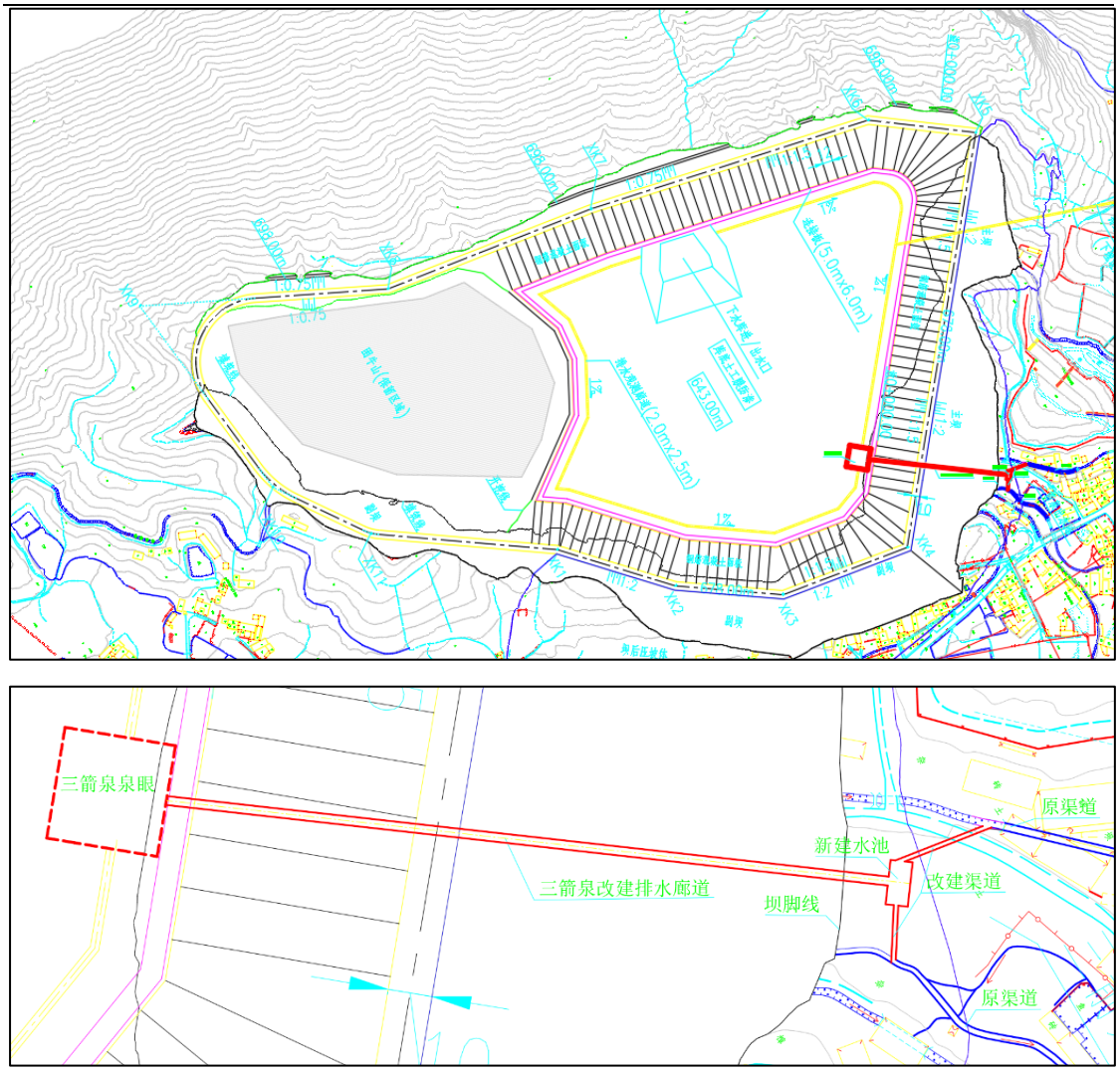


图6.2-1 专用排水廊道恢复出水措施平面图

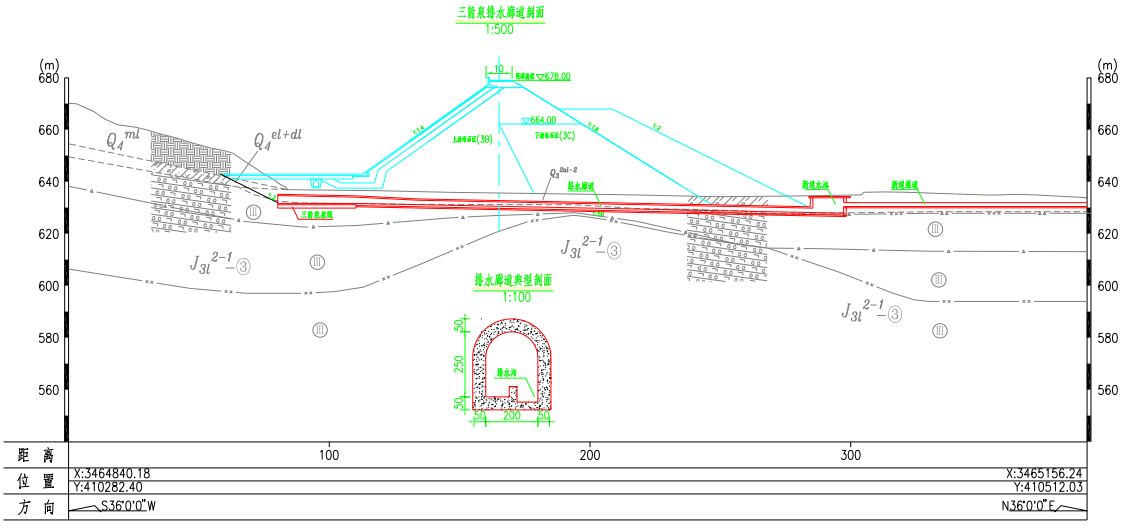


图6.2-2 专用排水廊道恢复出水措施纵断面图

根据实际情况，专用排水观测廊道位于“三箭水”泉原有补给水源的径流途径上，其水质基本可与原有“三箭水”泉水质保持一致，但汇水水量能否达到“三箭水”泉恢复所需水量无法保证。采用该方法作为“三箭水”泉的恢复方案，需对排水廊道尾部出水水质和水量进行检测，并与原有“三箭水”泉泉眼出水进行对比分析。因此，该方案具有一定不确定性，但技术难度相对较低。

方案(二)：泉水补给径流途径上设置抽水井

根据工程实施后水位雍高的库周部位，综合泉水补给的两条径流带的交汇区域，设定抽水井进行水源的恢复。其中库周水位雍高区域设置 3 个观测点，分别编号为 H1、H2、H3，如图 6.2-3 所示，读出原始水位值与水位雍高值，如表 6.2-1 所示。从雍高的水位程度来看，H1>H2>H3，但水位雍高的程度变化不大，范围为 5～12m，其中 H1 处于山区地下水汇流处，水库的防渗对其影响较大，因此雍高较高；H3 处于石亭江的来水径流带，水库防渗对其径流影响相对较小，雍高值略小，来自石亭江的水流仍保持定的流量向汇入原始流场中。因此将水源恢复井位设置在 H1 与 H2 中间，即“三箭水”泉两条补给来源交汇的中心附近。该方案可能达到对“三箭水”泉恢复的目的，但下水库建设导致区域原有渗流场发生了一定程度的改变，“三箭水”泉的补给水通过高位分散进行了排泄，水量可能相对于原有“三箭水”泉发生减少，水质可能与原有“三箭水”泉水质存在差异，同时该方案存在抽水井选址位置困难的问题。采用该方法作为“三箭水”泉的恢复方案，需要对抽水井施工完成后的水质和水量进行检测，并与原有“三箭水”泉进行对比分析。因此，利用该方案对“三箭水”泉进行恢复存在一定的技术困难，还有水质水量无法保证的风险。

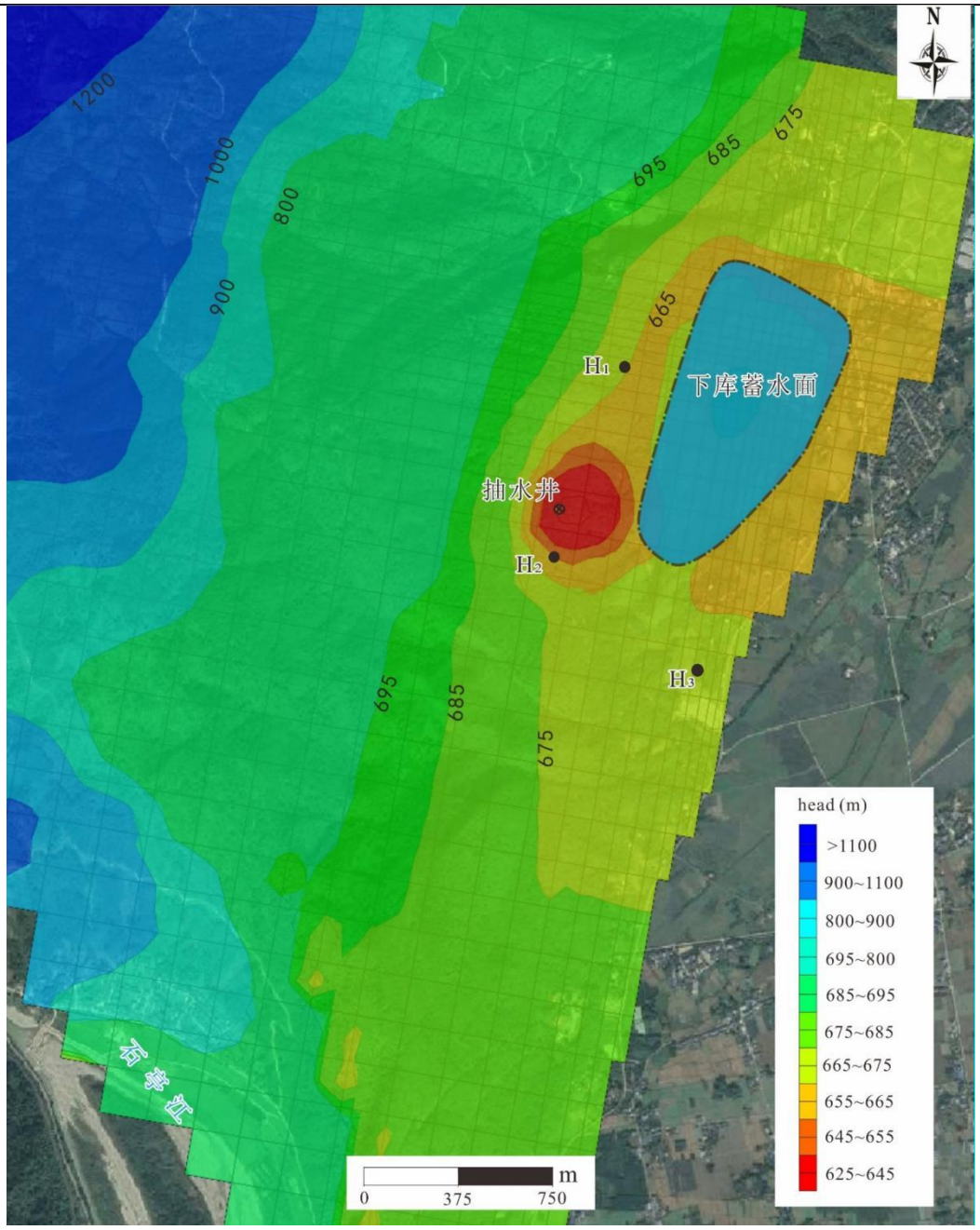


图6.2-3 下水库抽水后流场模拟结果展示图

“三箭水”泉水源恢复抽水井位参数

表 6.2−2

模型水位观测点	坐标	模拟原始水位(m)	模拟水库防渗后水位雍高(m)	水位变化情况(m)	抽水后水头高度(m)	与汇流部位关系
H1	X: 35409797.0 Y: 3464950.5	674	686	12↑	666	山区地下水汇流处
H2	X: 35409571.5 Y: 3464361.3	684	695	11↑	648	山区地下水汇流和石亭江水汇流交汇处

模型水位观测点	坐标	模拟原始水位(m)	模拟水库防渗后水位雍高(m)	水位变化情况(m)	抽水后水头高度(m)	与汇流部位关系
H3	X: 35410033.9 Y: 3463992.0	673	678	5↑	668	石亭江水汇流处

综合方案(一)和方案(二)所存在的优缺点可知，方案(一) 存在出水水量的不确定性问题，方案(二)存在出水水质和水量均不确定的问题，但方案(一)不涉及复杂的抽水井选址以及施工问题，因此建议优先考虑采取方案(一)对“三箭水”泉出水进行恢复。

6.2.4 动态监测

在水库施工期、初期蓄水期及运行期，还需对周边地下水水位、水质，专用排水廊道尾部出水水质和水量进行动态监测，在保障工程安全顺利建设的同时，防止工程建设对地下水水位、水质、水量和附近生态环境造成不良影响，保护好当地生态环境。

6.3 环境空气保护措施

6.3.1 保护目标

控制并削减施工期环境空气污染物排放量，阻碍污染物扩散，改善施工现场环境状况，保护施工生活区及附近居民点等敏感点的环境空气质量，使其达到《环境空气质量标准》(GB3095−2012)及 2018 年修改单中的二级标准，其中 TSP 的控制目标为日平均浓度≤0.30mg/m^3。

6.3.2 保护措施与方法

6.3.2.1 工程开挖与爆破粉尘

(1) 施工单位必须选用符合国家相关卫生标准的施工机械和运输工具，使其排放的废气符合国家有关标准。

(2) 工程爆破优先选用凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术；凿裂、钻孔及爆破等施工提倡湿法作业，以减少粉尘产生量。

(3) 露天开挖应采取洒水降尘措施，缩短粉尘污染影响时间和范围；在大风

天气禁止大面积基础开挖等易产生扬尘的作业；施工开挖料应及时清运至附近暂存料场堆放。

(4) 施工隧洞、支洞等工程开挖应采取洒水、通风等措施降低粉尘产生量。

(5) 在枢纽区、场内道路等边坡开挖多粉尘作业面应配备人员及设备进行定期洒水，遇大风天则增加洒水频次。

(6) 受施工大气污染影响的主要对象为施工人员，应加强一线工人防尘劳动保护措施，如分发防尘口罩等。

6.3.2.2 砂石加工系统粉尘、混凝土生产系统粉尘

(1) 砂石加工系统整体密闭，进料口半封闭；加工设备的进、出料口加设喷淋装置；制砂生产过程中保证除尘装置正常运行。

(2) 拌和系统安装仓顶除尘器，筒仓设置筒仓排放口，各筒仓顶部呼吸孔分别加装脉冲布袋除尘器，拌和过程中保证除尘装置正常运行；水泥装卸作业除要求文明作业外，水泥库实行全封闭作业，加强物料管理，以减少扬尘产生量。

(3) 砂石加工区域及混凝土拌合区域均采取全封闭措施，不设置排气筒。

(4) 施工期配备 3 辆洒水车，砂石加工系统与混凝土生产系统施工作业区定时洒水降尘，无雨日每天洒水 4～5 次。

6.3.2.3 施工交通运输扬尘

(1) 成立公路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好。

(2) 严禁车辆超载、超速；水泥、弃渣等在运输过程采用蓬布密封等操作方式，减少沿途遗洒。

(3) 配置 3 辆洒水车，在无雨日每天定时洒水 4～5 次，减少扬尘。

(4) 结合水保措施，做好公路绿化。

6.3.2.4 机械和车辆燃油尾气

(1) 选用符合国家有关标准的施工机械和运输车辆，使用符合标准的油料或清洁能源，保证尾气达标排放。

(2) 严格执行《机动车强制报废标准规定》，推行强制更新报废制度，及时更换发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆。

6.3.2.5 其他

(1) 在暂存料场及表土堆放场合理设置车辆冲洗系统，确保转存料及弃渣运输车辆进出场均得到全面的清洗，减少扬尘污染。

(2) 弃渣运输车辆采取遮盖保护，防治渣土洒落扬尘污染。

(3) 及时开展弃渣压实，避免风起扬尘污染；未作业时采取临时遮盖及洒水降尘措施，有效减少扬尘污染。

(4) 暂存料场及表土堆放场场区粉尘无组织排放必须满足《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51/2682−2020)中表 1 规定。

6.4 声环境保护措施

6.4.1 保护目标

施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523−2011)，昼、夜间噪声限值分别为 70dB(A)、55dB(A)；环境敏感点声环境执行《声环境质量标准》(GB3096−2008)2 类标准，昼、夜噪声控制标准分别为 60dB(A)、50dB(A)。

6.4.2 保护措施与方法

6.4.2.1 施工爆破噪声

(1) 减少单孔最大炸药量，减少预裂或光面爆破导爆索的用量。

(2) 在岩石爆破前 15 分钟鸣笛警戒，划定安全范围，避免爆破时产生的各种效应如振动、噪声、飞石等对周边人群及生物等造成伤害。

(3) 严格控制爆破时间，夜间(22:00～6:00)禁止爆破，昼间根据施工进度要求，制定爆破时段。

(4) 受施工爆破噪声影响的主要对象为施工人员，应加强一线工人防尘劳动保护措施，配备防声用具等。

6.4.2.2 施工机械噪声

(1) 为降低开挖、填筑和运输设备运行的噪声影响，保护施工人员及周边居民点身体健康，施工单位必须选用符合国家相关环境保护标准的施工和运输机械，在满足相关标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

(2) 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。

(3) 加强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，降低运行噪声。

(4) 受施工机械噪声影响的主要对象为施工人员，应加强一线工人防尘劳动保护措施，配备防声用具等；对于强噪声源，可尽量提高作业的自动化程度，实现远距离监视操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员尽量远离噪声源。

6.4.2.3 砂石加工系统噪声

(1) 根据噪声防治首先控制声源的原则，在砂石加工系统设置完全密闭的隔声罩，安装必要的工作窗和工作门，并做好连接部分的密闭。隔声罩为钢框架结构，均进行防腐喷涂处理，可随砂石料加工设备一同运输。隔声罩采用彩钢板制作，内外墙与顶部均为彩钢夹芯板，两面厚度各为 0.5mm 左右，其芯材为聚苯乙烯泡沫塑料，内壁加装穿孔板、吸音棉等吸声材料进行吸声。门窗和出、入料口可设置在任意位置，内部隔断可设置在任意横向轴线位置，隔声窗安装完毕后也可加装隔断。

(2) 胶带输送机可采取塑料板围护密闭措施，内部采用吸声材料进行吸声。

(3) 如无特殊情况，夜间(22:00～6:00)禁止作业。

6.4.2.4 混凝土生产系统噪声

(1) 工程各混凝土生产系统建议选用全封闭式拌合楼，内部应用多孔性吸声材料。

(2) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声。

(3) 如无特殊情况，夜间(22:00～6:00)禁止作业。

6.4.2.5 施工辅助企业生产

(1) 施工辅助企业应合理安排工作时间，夜间(22:00～6:00)禁止施工活动。

(2) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，减少运行噪声。

6.4.2.6 交通运输

(1) 道路施工应合理安排施工时间，夜间(22:00～6:00)禁止路基爆破作业。

(2) 施工运输道路沿线的敏感点处应设立限速标志，施工运输车辆经过时要减速，不得高于 20km/h，禁止高音鸣号，尽可能减少夜间车辆行驶。

6.4.2.7 振动

(1) 机械设备振动

对振动大的机械设备使用减振机座或减振垫，在加工设备底部加设隔振、减振装置，如 ZTA 型阻尼弹簧隔振器、DH 型吊架减振器等。

ZTA 型阻尼弹簧隔振器是以螺旋弹簧为主体，配以阻尼材料及上、下壳体，橡胶摩擦垫片等组成。本工程砂石加工系统的破碎机、振动筛、粗碎车间的棒条式振动给料机可选用该隔振器，以减少加工振动噪声。

DH 型吊架减振器以金属弹簧、阻尼橡胶垫为主构件，用于各种动力设备的减振降噪，最大静载为 50000N，固有频率在 2.0～4.2Hz 之间。本工程砂石加工系统中碎车间的惯性振动给料机可选用该隔振器。

(2) 爆破振动

严格按照爆破规程，起爆前先警戒疏散周围居民；为避免爆破过程中飞石对周围居民及建筑的影响，采取遮盖措施。

6.4.2.8 敏感点噪声防护

根据噪声预测结果，麓棠镇麓棠村有 3 户居民点受坝后压坡施工影响及 L5 公路运输影响，超过 2 类声功能区标准限值 3.1 dB(A)。

目前噪声污染治理措施一般采用声源控制、声传播途径控制及受声点的防护三种方式。声源控制公路有采用低噪声路面、设置限速标志等措施；声传播途径控制有设置声屏障、种植绿化林带等措施；受声点的防护有设置隔声窗、环保搬迁等措施。常用降噪措施对比情况见下表。

常见噪声防治措施比较一览表

表 6.4-1

措施名称	主要适用范围	效果	优点	缺点	造价	是否采用
改性沥青路面	噪声超标 3～6dB 的敏感点	较普通路面低约 3dB	应用于公路本身，对周围景观不会造成影响	投资较高	约 0.12 万元/m^2	不采用
设置限速、禁鸣标志	噪声超标 3dB 以下敏感点	3～5dB	基本不增加投资，同时增加行车安全	适用于噪声超标 3dB(A)以下的敏感点	约 0.11 万元/处	采用
通风隔声窗	分布分散超标较多的敏感点	10～15dB	效果较好，费用适中，适用性强	相对于声屏障，实施稍难	约 2 万元/户	采用

措施名称	主要适用范围	效果	优点	缺点	造价	是否采用
移动声屏障	超标较多、距离公路近的集中敏感点	15～20dB	效果较好，易于实施，受益人口多	对景观有影响，造成居民生活不便	约 0.15 万元/m	采用
降噪林	超标较少，有植树条件的集中村庄	约 5dB (30m 林带)	同时可净化空气、美化路容，改善生态环境	达到预期效果周期长，投资较高，适用性受到限制	约 0.09 万元/m^2	不采用
环保搬迁	个别超标较多的居民	很好	完全消除噪声影响	费用较高，对居民生活有影响	约 0.1 万元/m^2	不采用

本次评价根据噪声预测结果，结合各项环保措施的可行性，建议在临近施工道路沿线、施工场界的麓棠镇麓棠村居民房前布设移动式隔声屏障，以减轻施工对敏感点的噪声影响。移动式声屏障高 2.8m，采用金属板结构，内含吸声材料，可拆卸重复使用，使用过程中最大隔声量可达 20dB(A)。在靠近 L5 公路的麓棠镇麓棠村居民点外侧设置移动声屏障 110m，可有效降低工程施工及运输噪声对其影响。

此外，居民点附近公路限制行车速度 20km/h，施工道路沿线敏感点附近限制行车速度 15km/h，并设置限速、禁鸣标志和区间测速设备；施工期应加强声环境敏感点监测，必要时采取进一步降噪措施。

同时，工程施工噪声主要影响对象为场内施工人员，可采取配备使用耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施进行保护。

6.5 陆生生态保护措施

6.5.1 陆生植物保护措施

6.5.1.1 避让措施

(1) 优化施工布置。结合地形地质条件与陆生植被分别情况，尽量避免占用区域林地，优先选择灌草丛、荒地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。

(2) 优化施工方案。最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

(3) 保护区域农田作物，优化施工时序，建议在农作物收获后施工。

(4) 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，并设置警

示牌，严禁携带火种进山，严防放火烧荒，避免对林地的损毁。

6.5.1.2 减缓措施

(1) 加强森林资源保护。工程施工时应防止对其周边森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林等不良现象的发生，同时应保护好评价区内现有的森林。

(2) 划定施工活动范围，加强施工监理工作。应确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

(3) 设置警示牌。施工期间，在坝址区、生产生活区、砂石加工系统和混凝土生产系统等施工工厂设施区、各主要施工区及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

(4) 加强宣传教育活动，强化生态保护意识。施工前印发生态保护手册，加强对施工人员的法律和生态保护知识的宣传教育。

(5) 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。

6.5.1.3 恢复和补偿措施

(1) 植被恢复措施

施工结束后，对永久占地区周边进行景观绿化，及时对临时占用区域植被进行恢复。

1) 植被恢复物种选择

针对各类施工迹地恢复和绿化、美化，推荐一些具有经济价值、美观、速生、固土作用强的植物，为植被恢复和水土保持方案编制提供参考。在不同区域植被恢复中，应采用当地植物群落演替中的先锋种、优势种且容易收集种子的植物物种，并充分利用施工扰动区剥离的原生草皮层。

工程植被恢复物种

表 6.5-1

类型	物种	环境适应特征
乔木	柳杉	喜光，浅根性，喜温暖湿润山区气候，抗风耐寒
	麻栎	喜光、湿润，耐寒，耐干旱瘤薄
	杨树	为强阳性树种，耐寒冷、耐干旱瘠薄土壤，对土壤要求在微酸性至中性土壤皆可生长，适于山腹以下排水良好肥沃土壤
	桦木	耐寒、速生，对病虫害较有免疫力，用于重新造林、控制水土流失、防护覆盖或作保育树木
灌木	蔷薇	耐寒，有野生和众多园艺品种

类型	物种	环境适应特征
	马桑	很强的适应性，对土壤条件的要求不严
	柃木	喜阴湿环境和肥厚土壤 ，不耐涝，不耐旱
草本	披碱草	耐旱、耐寒、耐碱、耐风沙
	狗牙根	根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的固堤保土植物
	老芒麦	抗寒力强，能耐湿，抗旱力稍差，对土壤的适应性较广

2) 分区恢复措施

①枢纽工程区

在施工前对施工区可剥离区域采取表土剥离措施，运至表土堆放场堆存和养护，在边坡施工区域上游布设截水沟，在施工过程中采取临时排水、临时苫盖等措施，在施工后期结合主体设计开展景观绿化，同时对边坡区域采取覆土、边坡马道种植槽绿化、灌草绿化等措施。

②暂存料场区

渣料转存场区堆放前对表土进行剥离，运至表土堆放场进行堆存和保护。根据“先拦后弃”的原则，渣料转存场应在坡脚处设置临时拦挡措施，渣体周边设置临时截排水措施，施工期间采取临时苫盖措施，回采结束后进行覆土及灌草绿化措施。转存场回采结束后恢复植被。

③表土堆放场区

表土堆存场应在坡脚处设置临时拦挡措施，表土堆存周边设置临时截排水措施，施工期间采取临时苫盖和临时绿化等防护措施。表土堆存结束后进行土地整治，覆土并采取灌草绿化措施，同时新增施工期间的水土保持工程施工管理要求。

④交通设施区

永久道路：结合主体设计布设永久截排水沟及沉砂池，施工前采取表土剥离措施，施工期间对开挖裸露面采取临时苫盖措施，施工结束后结合主体设计布设路旁行道树，覆土并采取灌草绿化措施。

临时道路：施工前采取表土剥离措施，施工过程中采取临时排水、苫盖等措施，施工结束后进行全面整地，并进行覆土及灌草绿化措施。

⑤施工生产生活区

施工生产生活区主要为各类施工生产及生活设施临时占地区。结合主体设计对永久营地区域布设截排水措施，施工前采取表土剥离保护措施，施工中采取临时排水、苫盖措施，施工结束后进行全面整地及覆土，并结合主体设计开展景观

绿化及灌草绿化措施。同时提出施工过程中的水土保持要求。

⑥水库淹没区

为防止水库蓄水后可能发生库岸滑塌，运行期内应定期巡视可能发生坍塌的地段，进行标记，并根据情况采取相应措施。

(2) 补偿措施

对永久占用的林地，应按照相关管理要求依法办理相关的审批手续，建设单位应缴纳森林植被恢复费。对永久占用的耕地，建设单位要负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦的，应依法缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地；耕地占补平衡在数量质量要求上严格立足“占一补一、占优补优”。

对临时占用的林地，在施工期满后应恢复植被和林业生产条件。对临时占用的耕地，在施工结束后应及时复垦。

6.5.1.4 重要野生植物保护措施

评价区无国家及地方重点保护野生植物，无极危(CR)植、濒危(EN)、易危(VU)植物，也没有挂牌古树名木分布，因此，不需制定专门的保护方案。

6.5.2 陆生动物保护措施

6.5.2.1 避让措施

(1) 工程施工期，施工工厂、施工营地、临时道路等临时占地，应优先避开评价区内植被较好的区域，划定施工边界，严禁越界施工，尽量减少对动物生境的破坏。

(2) 为减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，对相关装备安装消声设备。

6.5.2.2 减缓措施

(1) 开展宣传和教育。通过多种途径广泛开展保护野生动物的宣传和法制教育，在工程区域涉及乡镇宣传有关野生动物的知识及保护的意义，保护野生动物的栖息环境，禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物，有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动。

(2) 施工前适当干扰。在主要施工场地场平前采取鸣笛敲鼓等办法驱逐野生

动物，保证其顺利迁移，避免大量动物个体在施工、挖掘、爆破中受到伤害。

(3) 工程施工和运行过程中，若发现有受伤的保护动物或发现施工区域附近有保护动物活动，要报告野生动物保护管理部门，采取相应的措施。

6.5.2.3 恢复和补偿措施

由于工程施工和水库蓄水占用了野生动物的生境，其觅食范围也相应减小，工程完工后临时用地如施工营地、施工工厂、临时道路等区域的植被恢复工作应尽快进行，以利于施工区陆生动物回归并重新选择栖息环境。

6.5.2.4 重要野生动物保护措施

评价区内有 2 种国家二级保护野生动物，分别为雀鹰(*Accipiter nisus*)、红隼(*Falco tinnunculus*)；濒危(EN)爬行动物 2 种，为乌龟(Mauremys reevesii)、中华鳖(Pelodiscus sinensis)；易危(VU)动物 1 种，乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)。

除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，如《中华人民共和国野生动物保护法》、《四川省野生动物保护实施办法》等，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义、法律责任等。

6.5.3 景观修复与保护

根据《绵竹市沿山地区(中国玫瑰谷)总体规划》(以下简称规划)，本工程上、下水库均位于规划范围，上水库位于山林景观节点，下水库位于小镇景观节点，在项目建设的同时应结合《规划》相关内容，实施景观修复与保护。《规划》中绿地及景观风貌规划以山、水、路、花田为构架，构筑有机、生态、具有活力的组团式格局；最大化展示片区山、水、田园、玫瑰小镇的生态理念和旅游区特质；形成“依山织彩谷，伴水绣花田”的整体绿化景观效果。因此，本工程通过施工迹地恢复、水库游步道修建、景观绿化带建设等措施进行景观修复与保护，打造山、林、水相结合的景观节点。

对施工营地、施工工厂、临时道路等临时用地进行植被恢复，采用乔灌草相结合的方式，尽量恢复为原植被类型；沿上、下水库连接道路，下水库连接路和库周修建水库游步道，并在道路两侧采取景观绿化措施，景观恢复的同时促进旅

游经济发展；为保护库区水质，将库周 50m 范围规划为库周防护林带，作为重点治理区，退耕还林，广种根系发达，固结土壤的树木，最大限度减低水土流失量，充分涵养水源，保护库岸稳定。

6.5.4 公益林保护措施

根据工程布置与公益林数据叠图分析，本项目将占用二级国家级公益林26.01hm^2，主要为喜树林、亮叶桦林，以及少量麻栎—灯台树林、竹林。根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》，水利水电建设项目可以占用二级国家级公益林，但本着合理和节约集约利用林地的原则，在项目建设过程中应尽量避让公益林，减少公益林的占用面积，并实施占补平衡。

为加强公益林的保护，在施工期应划定施工红线，明确告知施工作业人员征地的范围和施工边界，禁止占用红线外的公益林，工程完工后，永久占用的公益林将转变为建设用地或水域，临时占用的公益林，应及时采取措施恢复为林地。

6.6 水生生态保护措施

6.6.1 施工期水生生态保护措施

(1) 施工期间，加强宣传，制定生态环境保护手册，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。

(2) 建立和完善鱼类资源保护的规章，严禁施工人员下河捕捞。

(3) 加强监管，严格按环保要求施工，施工生产废水和生活污水按环保要求进行处理，防止影响水生生物生境的污染事故发生。

(4) 严格控制水库集水区农药和化肥的施用量，有效控制农业面源污染，避免水体污染对水生生态系统造成影响。

(5) 合适位置设立“重要水体”警告标示，加强公众保护环境意识。

(6) 困牛山水库放空末期，应对水库内残存的鱼类进行清理。部分养殖种如鲢、鳙和鲈鲤禁止再放入石亭江和射水河中。鲇为肉食性鱼类，在射水河中有分布，但若大量鲇被投放入射水河中，也会对射水河中的小型鱼类造成一定破坏，因此在清理时也建议禁止放入到石亭江和射水河中。对于土著性鱼类麦穗鱼、子

陵吻虾虎鱼等，应全部放入到射水河中。

6.6.2 初期蓄水期和运行期水生生态保护措施

6.6.2.1 保护对象

石亭江流域相关水利工程开发后，水域生态环境条件已经发生了较大的变化，石亭江流域生境已经发生了不同的变化，形成了破碎化生境，同时由于石亭江为山区性河流转为平原性河流，导致不同鱼类分布在不同区域。石亭江洛水镇以上为山区型河流，两岸植被丰富，河床底质基本为卵石和块石，水温低、流速快、溶氧充足，是重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、青石爬鮡、黄石爬鮡和贝氏高原鳅等鱼类主要分布区域；而洛水镇以下为平原性河流，两岸居民较多，水流较缓、水草较多，特别适合花鳅亚科、鮈亚科、鲃亚科、鲌亚科、鲿科等鱼类生存。

石亭江重点保护对象中国家二级保护动物 2 种(青石爬鮡、重口裂腹鱼)，四川省重点保护野生动物 1 种(彭县似鲿)，长江上游特有鱼类 13 种(齐短体副鳅、山鳅、中华花鳅、彭县似鲿、钝吻棒花鱼、四川华鳊、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、四川华吸鳅、峨眉后平鳅、黄石爬鮡、青石爬鮡和峨眉拟鲿) ，经济型鱼类齐口裂腹鱼、黄颡鱼、瓦氏黄颡鱼和鲇鱼等。由于短体副鳅、山鳅、中华花鳅、钝吻棒花鱼、峨眉后平鳅、四川华吸鳅均属于小型鱼类，对环境适应性较强，因此不作为保护对象，四川华鳊和峨眉拟鲿主要在新市镇以下河段分布，尤其是石亭江河口资源量较多，本工程对该两种鱼类影响较小。

综上所述，本次环评将重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、彭县似鲿、黄石爬鮡和青石爬鮡等作为保护对象。

6.6.2.2 保护措施体系

本工程上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，库盆内半挖半填，不涉及天然地表径流；下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，也不涉及天然地表径流，因此无需下放生态流量。工程不新建拦河建筑物，且利用原困牛山水库补水系统取水，工程实施不会产生新的阻隔影响，因此本阶段暂不考虑过鱼措施。

依据水生生态调查现状，结合绵竹抽水蓄能电站工程特性，工程实施主要对

石亭江流域水生生态带来一定不利影响，其影响主要来自于工程取水导致的石亭江取水断面下游水文情势改变带来的水生生物密度和生物量减小，以及鱼类卷吸效应，洪水期水库泄洪对射水河鱼类的短暂影响等，总体影响较小。

为有效保护石亭江和射水河鱼类资源，本次环评提出包括加强鱼类保护宣传管理、设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究(增殖放流效果观测研究)等水生生态保护措施体系。

(1) 加强鱼类保护宣传管理

向沿河居民大力宣传《中华人民共和国野生动物保护法》《中华人民共和国渔业法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国长江保护法》等法律法规及保护珍稀水生野生动物的重要意义；设立标牌标示，图文并茂地介绍石亭江的基本情况、主要分布鱼类，以及绵竹抽水蓄能电站运行期的保护措施、举报电话等。

(2) 设置渠系拦鱼设施

电场对鱼能产生刺激效应，在感受电场刺激后，鱼会本能地做出适应性反应，改变游向或避离电场方向。拦鱼电栅由脉冲电发生器、电极和导线等组成，其原理为由脉冲电流通过电流电栅在水中形成电场，利用鱼类对于电场的反应进行拦鱼。当鱼靠近电极约 3m 处时即能感觉到微弱的感应电场，越靠近电极电场感应越强。鱼在受刺激后，将本能地向电场较弱的方向游动，从而达到拦鱼导鱼的目的。电栅拦鱼具有抗流性好、过漂浮物性能好、管理检修方便等优点。

本工程拦鱼电栅设置在四支渠水库斗渠入口。

拦鱼电栅系统主要技术特征表

表 6.6−1

内容	指标	注释
系统工作电源	180V.AC ～ 260V.AC	无需交流稳压源
系统承受耐压	3KV	
系统绝缘特性	10MQ	工作人员可触摸
无电网干扰	同网链接照明不出现闪烁	电力设施要求
主控机环境温度	−45 ～+85℃	无需制冷或加热设备
节点机环境温度	−55 ～+150℃	野外环境中无需遮挡
主控机平均耗电	≤0.015 度	
节点机平均耗电	≤0.2 度	
转换效率	≥95%	
最大脉冲功率	N×259200 W	
最大可控面积	N×320 m（淡水)	

内容	指标	注释
负载能力	>0.52	
最大流速	≤3 米/秒	
自保护	电极短路响应时间≤0.5S	
短路失效方式	局部	
自恢复时间	<0.1 秒	短路消除
脉冲频率控制方式	自适应	
节点机防水等级	IPX6	
系统工作噪音	≤20dB(A)	

(3) 鱼类增殖放流

1) 放流种类

根据本阶段的水生调查成果，工程取水断面所在石亭江河段主要分布的鱼类有青石爬鮡、黄石爬鮡、重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、贝氏高原鳅、钝吻棒花鱼、短体副鳅和似鲿等。

综合考虑分布鱼类珍稀程度、资源量及项目影响程度，并结合各种鱼类人工繁殖、人工培育情况，选择重口裂腹鱼和齐口裂腹鱼作为放流种类，通过购买的方式获得苗种。

2) 放流数量及规格

放流鱼种的规格越大，适应环境能力和躲避敌害生物能力越强，成活率越高。建议主要放流苗种规格在 6～8cm，放流重口裂腹鱼 2 万尾/年，齐口裂腹鱼 1 万尾/年。

3) 放流地点

根据工程影响河段实际情况，最终确定增殖放流地点主要在石亭江前进渠取水断面上游的流水河段处。

4) 放流周期

在工程完工期的第二年开始增殖放流。连续放流 5 年，5 年后根据放流效果监测，再确定是否需要开展下一轮增殖放流。

5) 放流活动监管

根据《四川省〈中华人民共和国渔业法〉实施办法》，天然水域鱼类资源的人工增殖放流，需征得县级以上渔业主管部门批准，并在其组织管理和监督下实施。因此，建议在渔政主管部门的管理和监督下实施人工放流任务。

(4) 科学研究

开展增殖放流效果观测研究。

1) 研究目的

为及时了解本工程增殖放流效果，拟开展标志放流技术应用研究，以确定各放流苗种的生态适应性、适宜放流规格以及适宜的放流水域环境条件。

总结国内外鱼类放流技术的经验和不足，结合水生生态保护措施体系开展鱼类放流技术研究，建立非损伤性的、高效的标记辅助放流技术体系，并通过高效的回捕和标记识别技术，确定放流个体在野外群体中所占的比例等技术研究，研究放流前后鱼类资源量变化规律和渔业经济效益增长状况，为后续是否需要开展下一轮增殖放流提供理论依据。

2) 主要研究内容

监测内容主要包括种群数量与遗传多样性变动两方面。通过渔获物调查评价各放流鱼类种群数量的变化，并通过鱼类早期资源调查获得放流鱼类自然繁殖状况的有关信息。通过渔获物调查所获得的 DNA 材料，进行种群遗传结构与遗传多样性分析，具体研究包括分析标记的选择和筛选、自然种群的遗传多样性水平和遗传结构研究、人工繁殖放流对种群遗传多样性的影响评价等。

3) 监测方法

根据我国的鱼类监测技术水平及应用情况，目前采用的鱼类监测技术方法主要为荧光注射法、金属线法和挂牌法。

①荧光注射法是在鱼身上某个部位注射荧光剂，使鱼身上有一个明显的亮点。

②金属线法是用特定的仪器在鱼身上植入一条长 1.1mm，直径 0.5mm 的带有数据的金属线，以区分于其他鱼类。

③挂牌法是在鱼的外体挂一个明显的标志牌。

根据以上方法的监测效果及对鱼类资源的保护，推荐采用荧光注射法。

由于本工程放流数量较少，为了评估的准确性，标记量应占所有放流数量的50%以上。标记后，需做定点监测和试捕调查，以评估放流效果。

6.7 固体废物处置措施

6.7.1 施工期固体废物处置措施

6.7.1.1 工程弃渣

根据施工总布置规划，本工程挖填平衡，设置 2 处暂存料场、2 处表土堆放场，不设置永久渣场。

建筑垃圾尽量实现废物减量化，不仅可以减少运输费用，简化处置工艺，而且可以降低处置成本。对于工程废弃物中有用的下脚料，如金属、塑料、木材等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用，少部分不宜回收的可用于平整场地或坝后压坡。

6.7.1.2 生活垃圾

根据施工总布置规划，本工程设置 3 处施工营地，施工期累积生活垃圾量约 3915t。拟在施工营地各设置 20 个垃圾桶(含备用)，桶内生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运。

6.7.1.3 危险废物

工程施工期产生的危险废物主要来自车辆、机修汽修厂产生的废油。本工程设置 2 处危险废物暂存间，分别位于上水库机修汽修厂和下水库的机械停放场内，占地面积均为 10m^2，用于暂存施工期危险废物，按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023 代替 GB18597−2001)相关规定设置。危险废物暂存间所地面与裙脚采用达到标准要求防渗的材料，防渗建筑材料须与危险废物相容。废油等必须使用密闭容器盛装后暂存于危险废物暂存间内，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间。此外，无法装入正常容器的危险废物可用防漏胶袋盛装，容器上必须粘贴符合《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276−2022)的危险废物标签。危险废物定期委托有资质单位代为处置，贮存时间不得超过一年，确需延长期限的，必须报经原批准经营许可证的环境保护行政主管部门批准。

6.7.2 运行期固体废物处置措施

6.7.2.1 生活垃圾

运行期生活垃圾主要产生于业主营地和电站厂房内，运行期总人数约 135 人，

垃圾产生量以每人日产垃圾 0.5kg 计，本工程运行期日产垃圾约 67.5kg，拟实行袋装化，经集中收集后由当地政府进行统一转运。

6.7.2.2 危险废物

运行期检修每年可能产生约 5m³ 的废油、废油泥及擦油棉布，其中废油属于危险废物，因此在地下厂房设置危险废物暂存间 1 处，占地面积 10m²，采用钢筋混凝土结构，区域地面基础做好防渗硬化措施，内部地面还应满足耐腐蚀的要求，地面与裙脚采用达到标准要求防渗的材料，防渗建筑材料须与危险废物相容，遵循《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597−2023 代替 GB18597−2001)相关规定，并定期委托有危险废物处理资质的单位进行处置。

使用后沾染油污的擦油棉布(废物代码 900−041−49)在危险废物豁免管理清单内，全过程不按危险废物管理，与生活垃圾一并处置。

6.7.3 运行管理要求

施工期各承包商需负责落实各自的固体废物的处理，确保实现无害化处置，环保部门和建设单位负责监督和检查。

运行期固体废物的处理由电站运行单位负责落实，当地环保部门负责监督。

危险废物暂存间应采取如下控制及管理措施：

(1) 危险废物的盛装容器应严格执行国家标准。

(2) 贮存容器应具有耐腐蚀、耐压、密封和不与所贮存的废物发生反应等特性。

(3) 贮存容器保证完好无损并具有明显标志。

(4) 不相容的危险废物应分开存放，并设有隔离间隔断。

(5) 设专人专职对本工程产生的危险废物的收集、暂存和保管进行管理。

6.8 土壤环境保护措施

6.8.1 源头控制措施

(1) 工程施工期及运行期各类废(污)水和固体废物应按“水环境保护措施”和“固体废物处置措施”及时进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

(2) 对工程区内林地、园地、耕地地块进行表土剥离，并运往表土堆放场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

(3) 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。

(4) 工程运行期，地方政府应加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染导致土壤出现酸化、碱化或盐化现象。

6.8.2 过程防控措施

工程运行期，加强库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，针对库周浸没区，采取防护、排水等措施，降低地下水水位，防止出现土壤盐化问题。

6.9 人群健康保护措施

6.9.1 综合防治措施

6.9.1.1 传染源控制

(1) 开展卫生防护。工程人员进入施工区和迁移人口迁入居民点时，对生活区和部分作业区进行卫生清理，即采取消毒、杀虫、灭鼠等卫生措施，对饮用水进行消毒。普及传染病防治知识，进行经常性的灭蚊、灭蝇和灭鼠等卫生清理，改善环境卫生，加强个人防护。

(2) 确保饮用水安全。施工区应解决好生活饮用水净化、消毒设施，饮用水必须符合国家生活饮用水卫生标准，确保饮用水安全。

(3) 对生活垃圾和污水进行无害化处置。施工营地和施工区设置垃圾桶、地埋式一体化污水处理设备、环保厕所等设施。

6.9.1.2 传播途径控制

(1) 配备体温监测仪、口罩和消毒液等防疫物资，及时向员工和务工人员发放必要的卫生防护用具，并早、晚各一次对办公生活区进行消毒。

(2) 依托绵竹市麓棠镇二级综合医院绵竹市麓棠镇卫生院，对施工人员进行常见疾病的诊治、人群健康体检、预防接种和健康宣传教育，开展传染病的监测疫情报告和应急处理工作。

(3) 健全工作安排机制。所有传染病病人、病原携带者和疑似病人一律不得从事易于使该病传播的职业或工种。

(4) 加强项目封闭式管理和门卫制度管理，严格管控人员出入工地，及时掌握相关人员的动态信息；杜绝外来人员到项目部人员密集场所停留，减少交叉感染风险。

(5) 严格落实施工区、生活区环境和通勤车辆等公共区域和设备设施消毒制度，加大消毒和通风频次。

6.9.1.3 易感人群

(1) 对于新进场人员，应在当地进行体温检查并填写个人健康信息。

(2) 根据流行病学指征，有计划地对易感人群实施预防接种或预防服药。

(3) 做好公共卫生事件防疫、健康防护以及应急预案的知识培训，提高现场人员的自我防护技能。

6.9.2 自然疫源性疾病防治

(1) 灭鼠防鼠。灭鼠应与防鼠紧密结合。做好环境卫生及卫生整顿，清除鼠类栖息活动的隐蔽场所，综合采用器械灭鼠法、毒饵灭鼠法等方法，在施工生活区开展经常性灭鼠和疫源地针对性灭鼠。

(2) 灭蚤。对施工人员床铺，鼠洞、家鼠或家禽窝及其他蚤类孳生场所等要实施灭蚤，以消灭传播媒介。一般在蚤类繁殖高峰之前进行，经 1 次灭蚤后效果可维持 3 个月左右。药物灭蚤主要使用有机磷和拟除虫菊酯等地面滞留喷洒。野外工地、野外住宿场所，用杀虫剂喷洒，杀灭病媒昆虫。

6.9.3 食品卫生管理

食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按食品卫生和有关的规章制度加强执法监督和管理。

(1) 为保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水，饮用水水质需进行监测，随时掌握其变化动态。

(2) 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。

(3) 发生食物中毒时应及时报告当地的卫生行政部门，对病人采取紧急处理，对中毒食品控制处理。

6.10 建设征地及移民安置环境保护措施

6.10.1 移民安置环境保护措施

搬迁安置移民采用分散安置，其生活污水可参考当地处理方式，如建设化粪池处理，污水经化粪池处理后用于农灌。生活垃圾处理就近纳入村镇垃圾处理体系。

6.10.2 专项设施复建环境保护措施

本工程建设征地涉及专业项目主要有交通运输工程、水利工程、电力工程、文物古迹、企事业单位、电信工程和广播电视工程和其他项目。专项设施复建期间，应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；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；对施工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；加强施工管理，做好高噪声施工机械的维护和保养；加强施工期施工生活垃圾管理，不得随意丢弃，垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运。

7 环境风险分析与应急措施

7.1 环境风险评价目的

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据《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，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169−2018)，通过风险调查、风险识别、风险事故分析和环境风险管理等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

7.2 主要评价内容

本工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点、周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，存在的潜在事故风险和环境风险包括危险品运输风险、施工期废(污)水事故排放、地下厂房溢油风险、森林火灾风险、外来物种入侵风险等。

7.3 环境风险识别

7.3.1 环境风险源概况

7.3.1.1 危险品运输

工程施工期可能存在装卸、运输过程中由于事故造成炸药、雷管等爆炸，从而引起森林火灾。

7.3.1.2 施工期废(污)水

工程施工期生产废水主要包括砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机

修含油污水、洞室排水、基坑排水等，生活污水主要是施工营地生活污水。工程施工期产生的各类废(污)水处理达标后综合利用或回用，在各处理系统正常运行情况下不会对周边环境造成影响。但在事故情况下，若各类废(污)水未经处理直接排放，会对周边环境产生不良影响。

7.3.1.3 危险废物

本工程运行期地下厂房设 4 台机组，单台机组运转所用透平油和绝缘油总量约 35m^3，设置中间油罐室，设置 2 个容积为 20m^3 净油罐和 2 个容积为 20m^3 运行油罐，用于机组检修时排油和净油。运行期地下厂房油类物质最大存量约 240m^3，所用油品需定期检测，检修机组和变压器时排出的机组透平油和绝缘油，经滤油机过滤后分别回用于机组和变压器。

事故漏油一般在主变压器出现事故时产生，若不能及时处理，可能在厂房内引发火灾。

7.3.1.4 外来入侵种

通过现场实地调查，评价范围内发现有外来入侵植物喀西茄(*Solanum aculeatissimum*)、小蓬草(*Erigeron canadensis*)，为四川盆地区域常见杂草；外来入侵动物有鳄龟和红耳彩龟，均分布在困牛山水库。

7.3.2 危险物质识别

7.3.2.1 柴油

柴油主要是由烷烃、烯烃、环烷烃、芳香烃、多环芳烃与少量硫(2～60g/kg)、氮(<1g/kg)及添加剂组成的混合物。相对密度 0.78～0.90，相对密度(空气=1)4.5，熔点−29.56℃，沸点 180～370℃。

毒性：属低毒类。大鼠经口 LD_{50}7500mg/kg，兔经皮 LD＞5mL/kg，因杂质及添加剂(如硫化酯类等)不同而毒性有差异。对皮肤和粘膜有刺激作用，也有轻度麻醉作用。柴油为高沸点物质，吸入蒸气而致毒害的几率较少。

危险特性：遇热、火花、明火易燃，可蓄积静电，引起电火花。

燃烧(分解)产物：CO、CO_2 和硫氧化物。

7.3.2.2 汽油

无色或淡黄色易挥发液体，具有特殊臭味；熔点＜−60℃，沸点：40～200℃；

不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇、脂肪；相对水密度为 0.70～0.79；相对空气密度为 3.5。

毒性：属低毒类。急性毒性：LD_{50}67000mg/kg(小鼠经口)；LC_{50}103000mg/m^3，2 小时(小鼠吸入)；刺激性：人经眼为 140ppm(8h)，轻度刺激。亚急性和慢性毒性：大鼠吸入 3g/m^3，12～24h/d，78d(120 号溶剂汽油)，未见中毒症状。大鼠吸入 2500mg/m^3，130 号催化裂解汽油，4h/d，6d/周，8 周，体力活动能力降低，神经系统发生机能性改变。

危险特性：极易燃烧。其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。

燃烧(分解)产物：CO、CO_2。

7.3.2.3 地下厂房溢油

透平油主要作用是润滑、冷却和调速。

绝缘油是石油的一种分馏产物，其主要作用是在变压器中散热和冷却，保持对绕组的绝缘状态，防止电晕和电弧放电的产生；主要成分为烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物。

7.3.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018) 评价工作等级划分要求，本工程环境风险潜势为 I，确定本工程环境风险评价等级为简单分析。

7.4 环境风险评价

7.4.1 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018)，绵竹抽水蓄能电站工程属于水力发电行业，不涉及附录 C 中提及的行业，故按照附录 B 要求对本工程的危险物质进行分析，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \cdots \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q_1，q_2，…，q_n——每种危险物质的最大存在量，t；

Q_1，Q_2，…Q_n——每种危险物质的临界量，t。

当 Q＜1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：①1≤Q＜10；②10≤Q＜100；③Q≤100。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169−2018)，本工程运行期存在潜在的事故风险和环境风险物质为序号 381 的“油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)”，临界量为 2500t。工程运行期油类物质最大存量约 240m³ (约 216t)。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q=216/2500=0.086<1，则该项目环境风险潜势为 I 级。

7.4.2 环境风险评价

7.4.2.1 评价等级

绵竹抽水蓄能电站工程环境风险潜势为 I 级，工程环境风险评价工作等级为简单分析。

7.4.2.2 事故可能性分析

(1) 危险品运输事故风险

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油罐车运输油料过程中的油料泄漏，使得油料进入土壤和水体，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

本工程位于农村地区，植被覆盖率较高，若发生爆炸可能引发森林火灾，对工程区植被造成一定破坏，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响。如油罐车泄漏，油料进入土壤，会污染土壤；在雨水的淋溶、地表径流的携带下进入地表水体，会影响水环境；遇到火源，易引发火灾燃烧事故。施工期间，库区对外交通道路为进场道路，场内交通道路为上、下水库连接道路和场内施工道路，各道路主要行驶施工车辆，车流量小，发生交通事故的概率较小。

(2) 施工期废(污)水事故排放

工程施工期主要废(污)水为砂石加工系统废水、混凝土生产系统冲洗废水、机械修配系统含油废水等和施工生活污水等。各类废(污)水均配套设置了相应的处理措施，在各处理设施正常运行的情况下，不会对周边环境造成影响；在处理设施发生故障时，可能导致废(污)水处理不及时，从而发生事故排放。本工程周

边无饮用水水源保护区，工程区域地表水水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)III 类标准。根据以往水利水电工程施工情况，在加强运行管理基础上，废(污)水处理设施发生故障的可能性很小。

(3) 地下厂房溢油风险

本工程电站厂房位于地下，厂房内设置透平油系统及必要的绝缘油处理设备。

工程运行期风险源主要是由于设备年久失修老化，地下厂房内透平油和绝缘油泄漏。

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，因此电站透平油系统溢油不会造成显著影响。电站运行期有严格的检修操作规程，同时主变都配备有油压监控设备和主变保护装置，在发生事故排油时会发出警告声，通知站内值守人员及时进行应急处理。

根据以往水电站站各主变运行管理经验，主变发生事故排油的情况极少出现，因此在做好严格的监控、防范措施的前提下，地下厂房溢油造成环境污染的风险极小。

(4) 森林火灾风险

工程区位于四川盆地与西北侧山地之间的交界带上，主要植物有柳杉、喜树、麻栎、亮叶桦等，林下可燃物多，森林防火压力大。引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生火等。另外，工程施工期如爆破作业不规范等也可能引发森林火灾。

若发生森林火灾，会对工程区植被造成一定破坏，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响。因此工程建设和运行期间要抓好火源管控、进山入林人员管理和隐患治理，严防森林火灾的发生。工程区交通方便，在发生火灾后实施救火的条件便捷，不会造成大规模森林火灾。

(5) 外来物种入侵风险

工程施工期，随着工程人员、工程建筑材料及施工运输车辆进入工程区，可能会有意无意地将外来物种带进该区域，对本地物种的多样性造成威胁，主要表现为破坏景观、排挤本地动植物、扰乱生态平衡、病菌宿主、导致无序杂交、影响天然林恢复、群落物种单一化、化感物抑制物、释放有毒有害物、啃食植物、

感染植物、窒息植物、排挤植物、害虫寄主等。

7.5 环境风险防范措施

7.5.1 危险品运输风险防范措施

(1) 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。

(2) 设置明显的危险品运输车体警示标识，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。

(3) 合理安排危险品运输时段，在非施工交通高峰时进场。

(4) 危险品运输过程中将车速控制在 20km/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，避免人为造成事故。

7.5.2 施工期废(污)水事故排放对策措施

(1) 加强施工管理，一旦发生暴雨或废(污)水事故排放，应立即停止各施工生产，从源头上控制废(污)水的产生，待环保设施恢复正常后再进行施工。

(2) 废(污)水处理系统的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；发生事故时，应立即查清事故排放源，并启动应急预案。

(3) 加强环保设施的日常维护和保养，及时清运处理各废(污)水处理设施产生的污泥，以保证其良好的处理效果，同时降低发生运行故障的风险。

7.5.3 地下厂房溢油风险防范措施

(1) 透平油罐室及油处理室门口设置醒目的管理规定，应按照规定严格执行管控措施，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。

(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、专门贮存容器，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。

7.5.4 森林火灾风险防范措施

(1) 做好施工人员吸烟和其他生产生活用火的火源管理，严格执行野外用火的相关报批制度，严禁施工人员私自野外用火。

(2) 制定和执行严格的爆破规程，控制易燃易爆器材的使用，爆破时采取有效隔离措施。

(3) 配置必要的森林防火扑火机具及装备。一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关部门进行通报，同时组织人员协同灭火。

7.5.5 外来种入侵风险防范措施

外来入侵植物防范。在施工及后期的管理中要特别重视对入侵植物的防范措施，严禁在非征地范围内施工，尽可能减轻施工过程中对生态环境影响；根据工程进度及时开展临时占地的生态恢复、绿化或复垦，严控外来种的扩散和蔓延，以减少对当地生态环境和农业生产的影响。

外来入侵动物防治。评价区的外来入侵动物有鳄龟和红耳彩龟，它们适应能力极强，繁殖能力也强，会与本土的龟类抢夺食物，再加上在当地没有天敌，因此会威胁到本土龟类的生存，还会破坏生态资源。鳄龟和红耳彩龟均分布在困牛山水库，因此应在水库放空末期对鳄龟和红耳彩龟进行集中清理，禁止放入天然水域中，以免其破坏水库的生态平衡。

7.6 突发环境事件应急预案

7.6.1 总则

7.6.1.1 编制目的

为有效落实绵竹抽水蓄能电站突发环境事件应急防治的各项工作，最大程度减少突发环境事件造成的环境影响，保障人民群众的生命财产安全，制定应急预案。

7.6.1.2 编制依据

依据《国家突发公共事件总体应急预案》《四川省突发公共事件总体应急预案》《水电工程突发环境事件应急预案编制规程》(NB/T 11187−2023)和相关法律、法规，结合绵竹抽水蓄能电站工程区实际情况，制定应急预案。

7.6.1.3 分类分级

绵竹抽水蓄能电站突发环境事件包括火灾事故、环境污染、生态破坏和水质污染等。按突发环境事件的性质、严重程度、可控性和影响范围，原则上可分为特别重大(I 级)、重大(Ⅱ级)、较大(Ⅲ级)、一般(Ⅳ级)四级。

7.6.2 组织机构与职责

7.6.2.1 组织机构

绵竹市人民政府为绵竹抽水蓄能电站突发环境事件应急管理工作的行政领导机构。成立绵竹抽水蓄能电站突发环境事件应急防治总指挥部(以下简称指挥部)，具体负责对绵竹抽水蓄能电站突发环境事件应急防治工作的指挥和部署，其组成人员如下：

指挥长：绵竹市市长。

副指挥长：绵竹市副市长、办公室主任。

成员：绵竹市公安局、人武部、发展和改革局、生态环境局、自然资源和规划局、国土局、水利局、财政局、经贸局、交通局、民政局、建设局、安监局、农业局、畜牧水产局、人保局、卫生局、气象局、消防大队、供电公司、供水公司、电信公司，工程施工涉及的绵竹市各乡镇村等，四川能投绵竹抽水蓄能开发有限公司等部门和单位的负责人。

指挥部下设环境风险事件控制组、应急调查监测和治理组、医疗救护与卫生防疫组、治安交通和通讯组、基本生活保障组、信息报送和处理组、应急资金保障组等 7 个应急工作组，各工作组的部门各司其职，密切配合。

指挥部可根据实际需要聘请有关专家组成专家组，为应急管理提供决策咨询和工作建议，必要时参与现场应急处置工作。

7.6.2.2 职责

(1) 指挥办公室

根据指挥部的指令，结合现场实际情况，具体组织实施抢险救灾工作；协调应急指挥部各应急工作组和各部门之间的各项应急工作，并督促、检查、落实各项工作；及时向指挥部汇报环境事件应急工作进展情况，统一向新闻单位提供应急工作信息，做好宣传报道；协调各应急工作组按应急预案的分工及应急指挥部的指令，有效开展环境事件其它各项应急工作。

(2) 环境风险事件控制组

绵竹抽水蓄能电站建设单位和承包商单位负责及时控制环境事件的现场危险源，必要时由绵竹市的人武部、驻地解放军及武警部队参与。

绵竹市公安局负责组织调动公安和消防人员，协助动员受环境风险事件威胁的居民以及其他人员疏散，转移到安全地带，情况危急时，可强制组织避灾疏散；对影响人员进行抢救；对已经发生或可能引发的次生灾害进行抢险，消除隐患。

绵竹市建设局、水利局、安监局、电业公司负责采取有效措施，消除可能发生的灾害险患，保护供水、供电等生命线设施免遭损毁；组织抢修受损毁的供水、供电和水利等设施，保障其正常运行。

(3) 应急调查监测和治理组

绵竹市生态环境局负责进行库区和周边环境现状监测，发布应急监测简报，提出环保措施建议。

绵竹市自然资源和规划局负责提供地质状况监测，提出地质应急措施建议。

绵竹市水利局负责水情和汛情的监测以及引发的次生洪涝灾害的处置。

绵竹市气象局负责气象条件监测预报。

(4) 医疗救护与卫生防疫组

绵竹市卫生局负责组织协调卫生部门开展医疗救治工作，做好疾病预防控制和卫生监督工作，预防和有效控制传染病和食物中毒等突发公共卫生事件的发生，对受伤人员进行救治。

绵竹市农业农村局负责动物疫病的预防、控制和扑灭工作，加强动物疫情监测，切实采取有效措施，防止和控制动物疫病的发生。

绵竹市卫生局负责协调所需药品、医疗器械和卫生安全监测设备的紧急调用。

(5) 治安交通和通讯组

绵竹市公安局负责协助有关部门维护社会治安，根据应急处置需要对现场及

相关通道实行交通管制，开设应急救援“绿色通道”，保证抢险救灾工作顺行进行。

绵竹市交通局负责保证紧急情况下应急交通工具的优先安排、优先调度、优先放行，确保道路畅通；及时组织抢修损毁的交通设施，保证救灾物资运输。

绵竹市供电公司和电信公司负责组织、协调电力、通讯畅通，尽快恢复受到破坏的通信设施，保证应急指挥信息通信和电力畅通。

(6) 基本生活保障组

绵竹市民政局负责做好受影响居民的临时安置工作，妥善安排其生活，利用政府和社会资源进行政府救济、社会救济，并做好款物的分配、发放的监督和管理。

保险监督机构督促有关单位及时做好理赔工作。

(7) 信息报送和处理组

由绵竹市生态环境局负责，自然资源局、公安局、消防大队等部门参加，负责组织调查、核实突发环境事件发生的时间、地点、规模、潜在威胁、影响范围以及诱发因素；及时分析、预测发展趋势，随时根据突发环境事件变化提出应急防范的对策、措施并报告指挥部；及时发布突发环境事件应急工作进展情况。

(8) 应急资金保障组

绵竹市财政局负责应急防治与救灾补助资金的筹集和落实，做好应急防治与救助补助资金的分配及使用的指导、监督和管理等工作。

绵竹市发展改革局负责协调安排和监督管理。

7.6.3 预测、预警

指挥部要针对各种可能发生的突发环境事件，完善预测预警机制，开展风险分析，防患于未然，做到早发现、早报告、早处置。

7.6.3.1 信息监测与预测

各部门要按照各自职责范围加强对监测工作的指导、管理和监督，明确监测信息报送渠道、时限、程序。

通过对监测信息的分析研究，对可能发生突发环境事件的时间、地点、范围、程度、危害及趋势作出预测。

对可能引发特别重大、重大突发环境事件的预测预警信息，必须在 1 小时内报绵竹市人民政府，并上报上级人民政府。

7.6.3.2 预警级别和发布

根据监测和预测分析结果，对可能发生和可以预警的突发环境事件事件进行预警，预警级别可分为特别重大(I 级)、重大(Ⅱ级)、、一般(Ⅳ级)四级。

预警信息包括可能发生的突发公共事件类别、预警级别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关等。

预警信息的发布、调整和解除，可通过广播、电视等公共媒体和组织人员逐户通知等方式进行。对老、幼、病、残、孕等特殊人群以及学校等特殊场所应当采取有针对性的公告方式。

7.6.3.3 预警处置

进入预警期后，根据实际需要，采取转移、撤离或者疏散容易受到突发环境事件事件危害的人员和重要财产等措施，同时要求各类应急救援队伍和人员进入待命状态，准备启动相应应急预案。

7.6.4 应急处置

7.6.4.1 信息报告

较大(Ⅲ级)以上突发公共事件发生后，指挥部要在立即采取措施控制事态的同时，如实向上级人民政府报告，最迟不得超过 1 小时。报告内容主要包括时间、地点、信息来源、事件性质、影响范围、事件发展趋势和已经采取的措施等。应急处置过程中要及时续报有关情况。

7.6.4.2 先期处置

突发环境事件发生后，指挥部应立即派员赶赴现场，组织有关人员进行先期处置。

7.6.4.3 应急响应

指挥部根据不同等级启动相应预案，作出应急响应，指挥有关部门、乡镇，联系驻县的解放军和武警部队参与，开展突发环境事件应急处置工作。对于先期处置未能有效控制事态，或者需要上一级人民政府协调处置的，要及时通知上一级人民政府，统一指挥和指导相关县区、部门开展处置工作。

7.6.4.4 应急结束

突发环境事件的现场应急救援工作完成，或相关突发环境事件因素消除后，应急处置队伍撤离现场，应急相应结束。

7.6.5 信息发布

突发环境事件的信息发布应当及时、准确、客观、全面。按照有关规定和程序，事件发生的第一时间要向社会发布简要信息，随后发布初步核实情况、政府应对措施和公众防范措施等，并根据事件处置情况做好后续发布工作。

信息发布形式主要包括授权发布、组织报道、接受记者采访等多种形式。

7.6.6 恢复与重建

7.6.6.1 善后处置

对突发环境事件受影响人员及时进行医疗救助或给予抚恤。

有关部门及时下达救助资金和物资，做好环境污染清除工作，保险监管部门督促各保险企业快速介入，及时做好有关单位和个人损失的理赔工作。

7.6.6.2 调查与评估

突发环境事件处置结束后，对事件的起因、性质、影响、责任、经验教训和恢复重建等问题进行调查评估。

7.6.6.3 恢复重建

根据调查评估报告和受影响区域恢复计划，组织实施恢复工作。

7.6.7 监督管理

7.6.7.1 预案演练

各地、各部门要结合实际，有计划、有重点地组织有关部门对相关预案进行演练。通过预案演练，不断完善应急预案，提高对突发公共事件的应急处置能力。

7.6.7.2 宣传和培训

各地、各部门要广泛宣传应急法律法规、预案和预防、避险、自救、互救、减灾等常识，增强公众的责任感和自救、互救能力，提高全社会的防范和应急处置能力。

加强突发环境事件应急处置的教育培训工作，把应急管理知识作为各级领导干部、公务人员培训的重要内容，加强对各类应急救援队伍的专业培训。

8 环境监测与管理规划

8.1 环境监测规划

8.1.1 监测目的

(1) 掌握工程施工期及运行期工程区环境因子变化情况，为工程环境污染控制和环境管理提供科学依据；对工程区水环境、环境空气、噪声、生态环境和土壤环境等进行监测，及时掌握环保措施的实施效果，根据工程需要调整完善相关环保措施，预防突发事故对环境的危害，验证环境影响预测评价结果，为工程竣工环境保护验收提供依据。

(2) 及时掌握各施工段的环境污染程度和范围，消除环境污染隐患；及时了解施工人员的人群健康状况，以便进行疫病预防和治疗，确保施工顺利进行。

8.1.2 监测方案布设原则

(1) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应紧密结合工程施工与运行特点以及周围环境敏感对象的分布情况，及时反映工程施工与运行对周围环境的影响，以及环境变化对工程施工与运行的影响。

(2) 针对性和代表性的原则

根据环境现状、环境影响预测评价结果及环境保护措施的需要，选择对区域环境影响显著、具有控制性和代表性的主要因子进行监测，合理布设监测点位，力求做到监测方案有针对性和代表性。

(3) 经济性与可操作性的原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用附近现有监测站网、监测机构、监测断面(点)，所布设监测断面(点)可操作性应强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

(4) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

8.1.3 地表水环境监测

8.1.3.1 施工期

(1) 地表水环境监测

本工程施工期地表水环境监测主要在施工影响河段设置监测断面。具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见下表，具体监测点位可根据施工现场实际情况进行调整。

施工期地表水环境监测信息一览表

表 8.1-1

监测断面	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
石亭江工区旁石亭江断面	悬浮物、pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、石油类等基本项	丰水期、平水期、枯水期	各 1 次，每次连续监测 3 日	《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022 部分代替 HJ/T91-2002)
前进渠分水闸进水口				

(2) 废(污)水监测

结合施工组织设计及施工工艺流程，确定本工程施工期废(污)水监测内容包括砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水和施工生活污水，并选择各施工区生产废水和生活污水处理措施的出水口设置监测点。具体监测点位、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

施工期废(污)水监测技术要求一览表

表 8.1-2

监测点位	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
砂石加工系统废水处理设施出水口	pH 值、悬浮物、流量	生产高峰时段	每季度监测 1 天，4 小时监测 1 次	《污水监测技术规范》(HJ91.1-2019)
混凝土生产系统废水处理设施出水口	pH 值、悬浮物、流量		每季度监测 1 天，每天监测 2 次	
机修含油污水处理设施出水口	石油类、悬浮物、流量		每季度监测 1 天，每天监测 2 次	
洞室排水处理沉淀池出水口	pH 值、悬浮物、流量		每季度监测 1 天，每天监测 2 次	
上、下水库施工营地生活污水处理系统出水口	流量、pH 值、悬浮物、COD、BOD5、氨氮、总磷、粪大肠菌群	施工期	每季度监测 1 天，每天监测 2 次	

(3) 生活饮用水卫生监测

结合施工组织设计，在本工程上水库施工营地净水处理装置供水末端布设 1 个监测点。

生活饮用水卫生监测信息一览表

表 8.1-6

监测点位	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
上水库施工营地净水处理装置供水末端	色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、锰、铜、锌、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群等基本项	每季度	1 次，每次监测 1 天	《生活饮用水标准检测方法》(GB/T5750-2006)

8.1.3.2 蓄水期和运行期

(1) 地表水环境监测

本工程蓄水期和运行期地表水环境监测主要在工程影响河段设置监测断面。具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

运行期地表水环境监测信息一览表

表 8.1-3

监测断面	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
上水库库中	悬浮物、pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、石油类等基本项	丰水期、平水期、枯水期	各 1 次，每次连续监测 3 天。工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用	《地表水环境质量监测技术规范》(HJ91.2-2022 部分代替 HJ/T91-2002)
下水库库中				
前进渠分水闸进水口				

(2) 废(污)水监测

本工程运行期废(污)水监测点布设在电站厂房地埋式一体化污水处理设备出口处。具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

运行期废(污)水监测信息一览表

表 8.1-4

监测断面	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
电站厂房地埋式一体化污水处理设备出水口	悬浮物、pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、石油类等基本项	每季度	1 次，每次监测 1 天。工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用	《污水监测技术规范》(HJ91.1-2019)

8.1.4 地下水环境监测

8.1.4.1 施工期

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)的监测点位布设原则以及本工程沿线的环境水文地质条件，本工程施工期地下水环境监测主要在

易受影响的地下水处设置地下水水质和水位监测井。具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

施工期地下水环境监测信息一览表

表 8.1-5

监测断面	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
上水库占地区	水位、pH 值、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、总大肠菌群等常规指标	丰水期、平水期、枯水期	各 1 次	《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)
输水系统				
下水库占地区(三箭水)				

8.1.4.2 蓄水期和运行期

本工程蓄水期和运行期地下水环境监测主要在易受影响的地下水处设置地下水水质和水位监测井，在恢复“三箭水”泉出水的专用排水廊道尾部监测其水质和水量。具体监测断面、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

运行期地下水环境监测信息一览表

表 8.1-6

监测断面	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
上水库库周	水位、pH 值、溶解性总固体、耗氧量、氨氮、总大肠菌群等常规指标	工程正常运行后 2 年，每年丰水期、枯水期	各 1 次	《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)
输水系统				
下水库库周				
专用排水廊道尾部	水量、悬浮物、pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、氨氮、总磷、总氮、石油类等基本项	每季度	1 次，每次连续监测 3 天。工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用	《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)

8.1.5 环境空气监测

为监控本工程施工对区域环境空气质量的影响，根据工程布置、工程区环境空气敏感点的分布及施工期对其的影响分析情况，共布置 2 个监测点。具体监测点位、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

施工期环境空气监测信息一览表

表 8.1-7

监测点位	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
麓棠镇麓棠村居民点	SO_2、NO_2、TSP、PM_{10}	施工期	每年 2 次，施工高峰时段增加频次	《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ194-2017)、《环境空气质量标准》(GB3095-2012)
广济镇卧云村居民点				

8.1.6 声环境监测

为了解工程施工期对区域声环境的影响，结合工程施工总布置及声敏感点分布情况，共布置 2 个监测点。具体监测点位、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

施工期声环境监测信息一览表

表 8.1-8

监测点位	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
麓棠镇麓棠村居民点	L_d、L_n、夜间 L_{Amax}	施工期	每年 2 次，施工高峰时段增加频次	《声环境质量标准》(GB3096-2008)
广济镇卧云村居民点				

8.1.7 生态监测

8.1.7.1 陆生生态调查

工程的建设和运行，可能会对周边地区的陆生生态与陆生生物多样性带来一些潜在影响，为实时掌握本工程建设对评价区域内动植物物种多样性、生态系统结构与功能完整性影响，以及生态恢复的实际效果，有必要开展全生命周期生态监测。与陆生生态相关的监测内容包括监测各工程作业区域及周边环境野生动植物分布状况、活动范围、种群密度、受胁情况、栖息地恢复；以及珍稀、濒危、保护动植物的种类和数量，重要资源动植物的种类和蕴藏量变化，评价周边生态系统的格局、动态演化等生态敏感问题。根据监测变化状况制定和适时调整生态保护措施。

陆生生态监测以固定样地定期监测方法，监测频率建议本工程开工前、投入营运后第 2 年、5 年及后续每隔 5 年进行陆生生态监测与调查，重点对陆生生态修复效果、生物多样性变化等进行监测，并就此提出改进和补救措施。

评价区陆生生态监测的内容、目的、指标和频次

表 8.1-9

对象	监测地点和线路	目 的	指标	监测时间及频次
植物多样性	分别在上水库施工区、下水库施工区各设置 1 个样地，共 2 个固定监测样方	工程建设对陆生多样性的影响；多样性恢复情况	物种组成及数量	本工程开工前、投入营运后第 2 年、5 年及后续每隔 5 年各监测一次。监测时段为 3～4 月、7～8 月
植物群落	同植物多样性监测线路	工程建设对周边植物群落结构和群落稳定性分析；跟踪临时生	植物群落结构和稳定性功能	本工程开工前、投入营运后第 2 年、5 年及后续每隔 5

对象	监测地点和线路	目 的	指标	监测时间及频次
		态恢复区的植物群落演替动态		年监测一次。监测时段为3～4月、7～8月
两栖爬行动物	分别在上水库施工区、下水库施工区、石亭江施工区各设置3个样地，共3个固定监测样点	施工期和运行期对两栖爬行动物物种多样性变化	物种组成及数量	本工程开工前、投入营运后第2年、5年及后续每隔5年各监测一次。监测时段为3～4月、7～8月
小型兽类动物	同两栖爬行动物多样性监测线路	施工期和运行期小型兽类动物多样性变化	物种组成及数量	本工程开工前、投入营运后第2年、5年及后续每隔5年各监测一次。监测时段为3～4月、7～8月
鸟类	同两栖爬行动物多样性监测线路	施工期和运行期鸟类物种多样性变化	物种组成及数量	本工程开工前、投入营运后第2年、5年及后续每隔5年各监测一次。监测时段为3～4月、7～8月

8.1.7.2 水生生态监测

本工程水生生态环境监测内容主要包括：

(1) 饵料生物、浮游植物、浮游动物、水生高等植物、着生藻类、底栖动物的种类组成、生物量、优势种及变化趋势等。定性监测种类组成、优势类群及其季节变化；定量监测数量变动、生物量。

(2) 鱼类和珍稀水生动物资源鱼类和珍稀水生动物资源监测。珍稀鱼类、特有鱼类、主要经济鱼类的种类组成、资源量(含早期资源)、优势种、种群动态以及主要经济鱼类的年龄、生长、食性、繁殖习性、鱼类“三场”变化等。统计各监测点渔获物的种类组成、数量组成、长度组成、重量组成。

具体监测点位、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

水生生态监测信息一览表

表 8.1−10

监测河段	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
石亭江取水断面上下游5km	生境、水生生物、鱼类	施工期、初期蓄水期、运行期	施工期1次(由于施工期上、下水库均无水，无稳定水生生态系统，在施工期不开展下水库库区水生生态监测)，蓄水期1次，运行期3次(电站运行后的第1、3、5年)。每次监测时间为1个年度，监测时段为3～6月和8～10月	《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T10079−2018)
下水库库区				
前进渠(含北干渠)				
射水河-红原渠交界以上河段				

根据监测结果，及时反映本工程建设及运行后生态环境变化趋势，及时调整对策，为鱼类和水生生物多样性的保护及水质的科学管理提供依据。

8.1.8 土壤环境监测

本工程施工期土壤环境监测主要在施工影响区布置监测点。具体监测点位、监测因子、监测时间及频率等详见下表。

施工期土壤环境监测信息一览表

表 8.1-11

监测点位	监测因子	监测时间	监测频次	监测方法
上水库库周外	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中表 1 中 8 个项目	初期蓄水前	1 次	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)
下水库坝址占地内	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中表 1 中 45 个项目			《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、《四川省建设用地土壤污染风险管控标准》(DB51 2978-2023)
下水库库周外	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)中表 1 中 8 个项目			《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)

8.1.9 人群健康监测

(1) 调查及建档

为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻工地前，各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档，健康人员才能进入施工区作业。

调查和建档内容主要包括年龄、性别、健康状况、传染病史、来自的地区等。

调查和建档人数按施工高峰人数 3000 人计。

(2) 监测项目

根据当地环境卫生状况，本工程施工期间需要重点监控的传染病病种为结核病、传染性肝炎、细菌性痢疾，外来施工人员还应检查来源地传染病等。

(3) 监测内容

每月收集整理工程所在地各医疗机构发现的甲、乙、丙类传染病报告，作为施工区传染病防控参考；施工期每年春季对施工人员抽查检疫 1 次，检疫人数按施工高峰期施工人员的 10%计，为 300 人；根据检疫结果对施工活动影响区的当地居民进行监测，调查将施工人员外来疾病对当地居民健康的影响。

(4) 突发疫情报告

出现突发疫情、不明原因公共卫生事件时，应随时报告并通知当地相关管理部门，并配合其开展流行病学调查，明确事件原因，通过疫情点封锁、环境消毒、预防服药、紧急接种、现场采样等方式，控制疫情扩散与蔓延。

8.2 环境管理规划

8.2.1 环境管理目的

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。为充分发挥本工程的社会效益、经济效益和生态效益，保护工程建设区的生态环境，环境管理必须贯穿整个工程建设期和运行期，确保工程各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复要求顺利实施，以实现工程建设与生态环境保护、经济发展相协调。

8.2.2 环境管理原则

(1) 预防为主、防治结合的原则

绵竹抽水蓄能电站在施工和运行过程中，要预先采取环境影响防范措施，防止环境污染和生态破坏的现象发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

(2) 分级管理原则

工程的建设和运行应接受各级生态环境行政主管部门的监督，而在内部则实行分级管理制，层层负责，责任明确。

(3) 相对独立性原则

环境管理是工程管理的一部分，需要满足整个工程管理的要求。但同时环境管理又具有一定的独立性，必须依据我国的环境保护法律法规体系，从环境保护的角度对工程进行监督管理，协调工程建设与环境保护的关系。

(4) 针对性原则

工程建设的不同时期和不同区域可能会出现不同的环境问题，应通过建立合理的环境管理结构和管理制度，针对性地解决出现的问题。

8.2.3 环境管理目标

(1) 保证各项环境保护措施按照环境影响报告书及其批复、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施正常、有效运行。

(2) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放或合理回用，使工程区域水环境、环境空气、声环境、生态环境、土壤环境等质量达到区域质量标准。

(3) 水土流失和生态破坏得到有效控制，并通过采取措施恢复原有的水土保持功能和生态环境质量。

(4) 做好施工区卫生防疫工作，完善疫情管理体系，控制施工人群传染病发病率，避免传染病爆发和蔓延。

(5) 理清工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工程区环境美化。

8.2.4 环境管理体系

绵竹抽水蓄能电站环境管理分为外部管理和内部管理两部分，纳入整个电站环境管理体系之中。

8.2.4.1 外部管理

指国家及地方生态环境行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

本工程外部环境管理体系由生态环境主管部门组成。

8.2.4.2 内部管理

指建设单位、设计单位、施工单位、监理单位和工程运行管理单位等，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，并对工程的建设过程和活动按环保要求进行管理。

内部管理分为工程施工期和运行期。工程施工期，内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护要求与地方生态环境行政主管部门要求，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；工程运行期，内部管理由工程运行管理单位负责，对环境保护

措施进行优化、组织和实施。

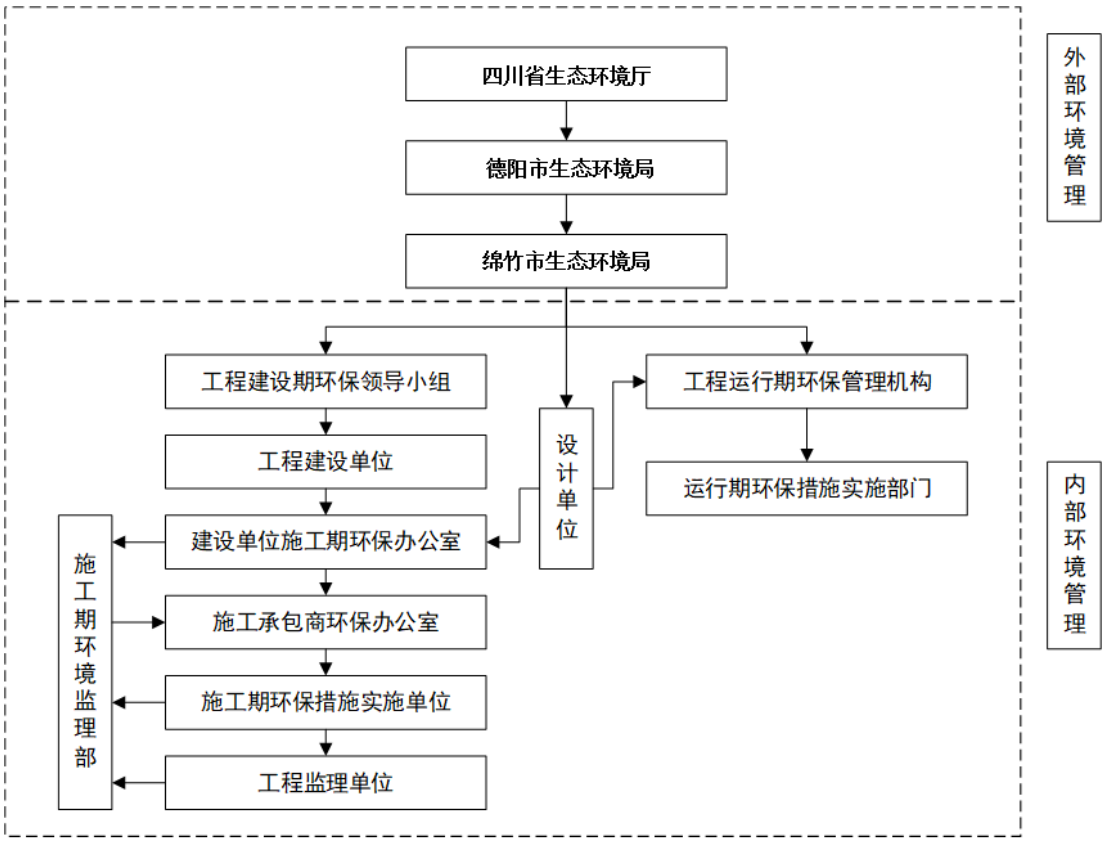


图8.2-1 绵竹抽水蓄能电站工程管理体系图

8.2.5 环境管理职责

8.2.5.1 施工期

(1) 建设单位

工程开工前，建设单位应设置“环境保护领导小组”和“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、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“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，设专职人员 1 人。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，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，不定期向上级生态环境主管部门汇报工作。

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) 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。

(2) 施工单位

施工期的废(污)水处理、环境空气保护、声环境保护、生态环境保护、固体废弃物处置等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应确保措施到位，落实相关费用。

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 1～2 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，其主要职责包括：

1) 制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作季报、年报。

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。

(3) 监理单位

为更有效地实施工程环境保护管理，应成立电站环境监理部，参与工程环境管理。

(4) 设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求，以及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。

8.2.5.2 运行期

本工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设兼职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

1) 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。

2) 负责落实运行期环保设施、环保经费及环境监测工作的正常运行和实施，做好环境信息统计。

3) 协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

8.2.6 环境管理制度

8.2.6.1 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。

8.2.6.2 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，由环境监理部门负责定期检查，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。

8.2.6.3 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及生态调查能力的单位，对工程施工区及周围的生态环境状况按环境监测计划要求进行定期监测。并对监测及调查成果实行季报、年报和定期编制监测报告、调查报告以及年审的制度。同时，应根据生态环境状况监测成果，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省、地市确定的功能区划要求。

8.2.6.4 “三同时”制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的环境保护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。环境保护设施不得擅自拆除或闲置。

8.2.6.5 制定突发事故处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即启动应急预案，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，并报建设单位生态环境主管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。

8.2.6.6 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季报、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，提交监理月报、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。

8.2.7 主要管理任务

本工程建设主要管理任务及其实施要求、实施时间、责任单位、业主责任等详见下表。

本工程施工及运行阶段环境管理任务一览表

表 8.2-1

环境因子	管理任务	实施方式	实施时段	实施机构	业主职责
水环境	砂石加工系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	负责有关事务安排，拟定协议，支付费用，监督设施运行
	混凝土生产系统废水处理	处理后回用	三同时	承包商	
	机修含油污水处理	处理后回用	三同时	承包商	
	洞室排水、基坑排水处理	沉淀处理后尽量综合利用	三同时	承包商	
	施工营地、业主营地生活污水处理	地埋式一体化污水处理设备、接入当地污水管网	三同时	承包商、业主	
	施工现场零星生活污水处理	环保厕所	三同时	承包商	
	水质保护	加强库区水质保护、开展库区漂浮物清理、蓄水前完成库底清理	蓄水期、运行期	政府、业主	负责实施和管理
	业主营地、电站厂房生活污水处理	接入当地污水管网、地埋式一体化污水处理设备	运行期	业主	
	地下水环境保护	加强地下水监测，及时采取防控措施	施工期、运行期	业主	委托专业机构监测，实施时拨付经费
环境空气	工程开挖、爆破粉尘削减与控制	选用合格的施工机械、湿法作业、洒水降尘	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况
	砂石加工系统、混凝土生产系统粉尘削减与控制	全封闭系统、除尘设备、洒水降尘	三同时	承包商	
	交通运输扬尘削减与控制	道路清扫、洒水	施工期	承包商	
	机械和车辆燃油尾气	选用符合标准的施工机械和运输车辆	施工期	承包商	
声环境	施工爆破噪声源控制	严格控制爆破时间、减少单孔炸药量	施工期	承包商	拟定管理要求和质量标准，监督进行情况，监测实施效果
	施工机械噪声源控制	尽量选用低噪声设备和施工工艺、加强机械设备的维修和保养	施工期	承包商	提出控制性要求
	砂石加工系统与混凝土生产系统噪声源控制	全封闭施工、使用减振机座或减振垫	施工期	承包商	
	施工辅助企业噪声源控制	合理安排工作时间	施工期	承包商	
陆生生态	陆生生态修复	结合水土保持植物措施，进行陆生生态修复	整个施工期	承包商	根据工程进展及时实施生态修复

环境因子	管理任务	实施方式	实施时段	实施机构	业主职责
	植物保护	避让措施、减缓措施、管理措施	施工期、蓄水前	承包商、业主	监督实施和管理
	野生动物保护	避让措施、减缓措施、恢复及补偿措施、管理措施	施工期	承包商、业主	督促管理，制定制度
水生生态	鱼类保护	加强宣传管理、设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流	施工期、运行期	绵竹市渔业主管部门、业主	委托专业机构进行设计，实施时拨付经费，切实落实措施运行
固体废物	工程弃渣和建筑垃圾处置	工程弃渣挖填平衡；建筑垃圾回收，少部分不宜回收的可用于平整场地或坝后压坡	施工期	承包商、业主	监督检查
	生活垃圾处置	经集中收集后由当地政府进行统一转运	施工期、运行期	承包商、业主	
	危险废物处置	设置危险废物暂存间，定期委托有资质单位代为处置	施工期、蓄水期、运行期	承包商、业主	
土壤环境	监测及防控	加强土壤监测，及时采取防控措施	施工期、运行期	业主	委托专业机构监测，实施时拨付经费
人群健康	综合防治措施	开展卫生防护、确保饮用水安全、对生活垃圾和污水进行无害化处置、加强进场人员健康管理	施工期、运行期	承包商、业主	定期检查
	自然疫源性疾病防治	灭鼠防鼠、灭蚤	施工期	承包商、业主	定期消杀
	食品卫生管理	监测饮用水水质	施工期	承包商、业主	定期向卫生部门工作人员咨询

8.2.8 环保宣传和培训计划

应定期邀请环保专家对环境保护管理和专业技术人员进行讲学、培训，同时组织考察学习，以提高其业务水平。

为提高广大施工人员的生态环境保护意识，应利用各种机会和场合进行环境保护宣传活动。

8.3 环境监理规划

8.3.1 环境监理目的

为保证本工程环境保护措施得以全面落实和达到预期效果，需单独实施环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施效果，及时处理和解决施工过程中出现的环境问题，使环境管理工作融入整个工程实施过程中，将变事后

管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性管理相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

8.3.2 环境监理作用

本工程施工期环境监理的作用主要有以下几点：

(1) 预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，预先采取措施进行防范，以达到减少环境污染、保护生态环境的目的。

(2) 制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受到各种因素的影响，对此需要对各单位、各环节的工作进行及时检查、牵制和调节，以保证整个过程的平衡协调。

(3) 参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作，对与工程有关的重大环境问题参与决策。

(4) 反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中可以及时发现被监理单位和被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关单位提供改进工作的科学依据。

(5) 促进功能：环境监理的约束机制不仅有限制功能，而且有促进功能，可以促进环保工作向规范化方向发展，更好地完成防治环境污染和生态破坏的任务。

8.3.3 环境监理与工程其他单位关系

(1) 环境监理与工程监理的关系

环境监理是工程监理的一个组成部分，但又具有相对的独立性。环境监理工作实行环境监理总工程师负责制，环境监理工程师对承包商违反环保条款的行为提出书面处理意见，经环境监理总工程师签发后下发承包商执行。具体由各标段中的环保人员负责监督执行，并将结果反馈给环境监理总工程师。但对施工过程中出现的重大环境问题，特别是与工程进度有直接关系的环境事件，须与工程监理相协调。

(2) 环境监理与业主、承包商的关系

环境监理是业主和承包商之外的经济独立第三方，应严格按照合同条款独立、公正地开展工作，即在维护业主利益的同时，也必须维护承包商的合法权益。业

主与环境监理的关系是经济法律关系中的委托协作关系，业主与承包商间的关系只是一种经济合同关系。业主与承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。环境监理与承包商的关系是一种工作关系，即工程施工环保工作中的监理与被监理关系。环境监理的存在构成业主、监理、承包商三方相互制约的环境管理格局。

(3) 环境监理与环境监测的关系

环境监理与环境监测是一种互为补充的关系，在环境管理中两者缺一不可。环境监测是工程区环境要素状况的动态反映，是环境管理与环境监理工作的重要依据。监测数据服务于监理，监理工程师可以根据施工进度提出监测方案调整意见，并通过业主反馈给环境监测单位。

8.3.4 环境监理工作依据

(1) 环境监理合同。

(2) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议。

(3) 工程的施工图纸与文件。

(4) 水电工程环境监理规范(NB/T35063−2015)。

(5) 国家的法律、行政法规、水电工程建设监理及水电建设的部门规章和技术标准及工程所在地的地方法规。

(6) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件。

(7) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定。

(8) 环境保护主管部门批复的环境影响报告书及批复意见。

8.3.5 环境监理目标

(1) 进度目标：环保措施制定与执行进度保持与工程进度同步。

(2) 质量目标：环保工程措施运行质量满足设计要求。

(3) 投资目标：工程措施的费用控制在施工合同规定的相应额度内，环保措施费的使用按业主的有关规定执行。

(4) 环境保护目标：污染治理、生态保护、环境质量达到经生态环境行政主管部门批复的环境影响报告书的相关要求。

8.3.6 环境监理机构设置和工作方式

根据本工程规模和施工规划，结合主体工程施工规划要求，在工程现场设置专门的环境监理机构，环境监理部设置专职监理人员 1 人、兼职人员 1～2 人。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据。发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

8.3.7 环境监理工作方法

环境监理工作方法主要有：

(1) 进行日常监理巡视检查。

(2) 出现异常现象时，由建设单位委托环境监测单位进行必要的监测。

(3) 下发指令性文件，如整改通知等。

(4) 组织召开环境例会。

(5) 提交工程环境季报及其他报告。

(6) 审查承包商环境季报和考评承包商的环境保护工作等。

8.3.8 环境监理工作范围和职责

(1) 工作范围

环境监理工作范围包括施工区、暂存料场、表土堆放场及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

(2) 职责

1) 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工程区环保措施的费用、实施进度、质量及效果。

2) 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。

3) 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。

4) 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。

5) 加强现场监控，重点监督检查生产废水收集和处理系统等重要环保设施的施工质量和运行情况、施工迹地的恢复治理效果等。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。

6) 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。

8.3.9 环境监理工作制度

(1) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况做出工作记录(监理日志)，重点描述现场环境保护工作的巡视检查情况，当时发生的主要环境问题，问题发生的责任单位，分析产生问题的主要原因，以及监理工程师对问题的处理意见。

(2) 报告制度

监理部每月向工程建设环保管理办公室提交一份环境监理月报，概述该月的环境监理工作情况，说明施工区的环境状况，指出主要的环境问题，提出处理意见，检查与监督处理结果。每半年提交阶段性评估报告，对半年的环境监理工作进行总结。

(3) 函件来往制度

环境监理工程师与承包商双方需要办理的事宜都是通过函件进行传递或确认的。监理工程师在现场检查过程中发现的环境问题，通过下发问题通知单的形式，通知承包商需要采取的纠正或处理措施。

(4) 环境例会制度

环境监理部定期会同工程建设环保管理办公室、设计单位、承包商环境保护管理办公室召开环境例会。通过环境例会，承包商对本标的环境保护工作进行回顾总结，监理工程师对该月各标的环境保护工作进行全面评议，肯定工作中的成绩，提出存在问题及整改要求。每次会议都需形成会议纪要。

8.4 环境保护“三同时”验收规划

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》中的有关要求，工程建设过

程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测(调查)报告。

本工程“三同时”竣工环境保护内容见下表。

“三同时”竣工环境保护一览

表 8.4-1

阶段	措施分类		环保措施	验收内容及重点	验收要求
竣工环保验收	地表水	施工期生产废水	砂石加工系统废水处理	废水处理设施建成情况，废水处理设施运行情况及处理效果	满足设计要求，能够正常投运
			混凝土生产系统废水处理		
			机修含油污水处理		
			洞室排水、基坑排水处理		
		施工期生活污水	地埋式一体化污水处理设备、接入当地污水管网、环保厕所	污水处理设施运行情况及处理效果	
		蓄水期水质保护	蓄水前库底清理、蓄水期污染源控制	库区清理设计及实施情况、蓄水期库区水质监测情况	满足规范要求
		运行期生活污水	接入当地污水管网、地埋式一体化污水处理设备	污水处理设施运行情况及处理效果	满足设计要求，能够正常投运
		运行期机组检修含油污水	成套油水分离器	污水处理设施运行情况及处理效果	
	地下水	地下水环境保护	及时采取防控措施	/	满足区域环境功能要求
	环境空气	工程开挖、爆破粉尘削减与控制	选用合格的施工机械、湿法作业、洒水降尘	洒水频率及效果	满足区域环境功能要求
		砂石加工系统、混凝土生产系统粉尘削减与控制	全封闭系统、除尘设备、洒水降尘	全封闭设施运行情况、洒水频率及效果	
		交通运输扬尘削减与控制	道路清扫、洒水	清扫、洒水频率及效果	
		机械和车辆燃油尾气	选用符合标准的施工机械和运输车辆	措施落实情况及效果	
	声环境	施工爆破噪声源控制	严格控制爆破时间、减少单孔炸药量	管理和控制措施落实情况及效果	满足区域环境功能要求
		施工机械噪声源控制	尽量选用低噪声设备和施工工艺、加强机械设备的维修和保养	措施落实情况及效果	
		砂石加工系统与混凝土生产系统噪声源控制	全封闭施工、使用减振机座或减振垫	措施落实情况及效果	
		施工辅助企业噪声源控制	合理安排工作时间	管理和控制措施落实情况及效果	
	陆生	陆生生态修复	结合水土保持植物措施，进行陆生生态修复	陆生生态修复效果以及影响	满足陆生生态修复要求

阶段	措施分类		环保措施	验收内容及重点	验收要求
	生态	植物保护	避让措施、减缓措施、管理措施	措施落实情况及效果	满足植物保护要求
		野生动物保护	避让措施、减缓措施、恢复及补偿措施、管理措施	措施落实情况及效果	对野生动物不产生明显影响
	水生生态	鱼类保护	加强鱼类保护宣传管理、设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究	措施落实情况及效果	满足水生生态修复要求
	固体废物	建筑垃圾处置	回收，少部分不宜回收的可用于平整场地或坝后压坡	回收情况，外运处置情况	外运处置
		生活垃圾处置	经集中收集后由当地政府进行统一转运	垃圾桶、垃圾箱设置情况，垃圾外运日常管理情况	生活垃圾无害化处理
		危险废物处置	设置危险废物暂存间，定期委托有资质单位代为处置	危险废物暂存间设置情况、有资质单位代为处置情况	满足处置要求
	土壤	对施工场地的表土进行剥离		表土堆放场使用情况	满足表土剥离要求
	居民安全保护措施		警示牌设置情况	警示牌设置情况	满足环评报告要求
	环境管理			环境管理机构、环境管理制度的建立及落实情况	满足环境管理要求
	环境监理、监测			执行情况及其效果	

9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

9.1 编制说明

9.1.1 编制依据

(1)《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T35033−2014)

(2)《水电工程水土保持专项投资编制细则》(NB/T35072−2015)

(3)《水电工程施工机械台时费定额》(水电规造价〔2004〕0028 号文)

(4) 可再生定额〔2014〕54 号文颁布的《水电工程设计概算编制规定(2013 年版)》《水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013 年版)》

(5) 可再生定额〔2016〕25 号文颁布的《关于发布<关于建筑业营业税改征增值税后水电工程计价依据调整实施意见>的通知》

(6) 可再生定额〔2019〕14 号文发布的《关于调整水电工程计价依据中建筑安装工程增值税税率及相关系数的通知》

(7) 可再生定额〔2008〕5 号文颁布的《水电建筑工程概算定额(2007 年版)》

(8) 国家经济贸易委员会〔2003〕第 38 号文《水电设备安装工程概算定额》

(9) 其余同主体工程概算编制依据。

9.1.2 编制原则

(1)“谁开发、谁保护、谁污染、谁治理”原则。对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。

(2)“突出重点”原则。对环境影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

(3)“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。

(4)“三同时”原则。环保工程与主体工程一致，同时设计、同时施工、同时

运行。

9.1.3 费用构成

根据《水电工程环境保护专项投资编制细则》(NB/T35033−2014)，水电工程环境保护总投资包括环境保护和水土保持投资，本次环境保护投资概算仅计算环境环保专项投资。

环境保护专项投资(静态)由枢纽工程环境保护专项投资、建设征地移民安置补偿环境保护专项投资、独立费用和基本预备费四部分构成。其中枢纽工程环境保护专项投资包括：水环境保护费、大气环境保护费、声环境保护费、生态环境保护费、固体废物处置费、人群健康保护费、环境监测/调查费等。

独立费用包括项目建设管理费和科研勘察设计费。

9.1.4 基础价格

9.1.4.1 基础单价

(1) 人工预算单价

工程措施及临时措施人工预算单价与主体工程保持一致。

(2) 主要材料预算单价

工程措施材料与主体工程一致，主体工程中没有明确规定的，采用当地现行价格。

9.1.4.2 独立费用

(1) 项目建设管理费

1) 环境管理费：按环境保护专项投资的 3%计算。

2) 环境监理费：按 10 万元/月计算。

3) 咨询服务费：包括环境影响报告书及专题等编制及咨询费用。

4) 项目技术经济评审费：按环境保护专项投资的 0.5%计算。

5) 项目验收费：包括蓄水阶段环境保护验收和竣工环境保护验收等所需的费用，按环境保护专项投资的 4%计算。

(2) 科研勘察设计费

按环境保护专项投资的 8%计算。

9.1.4.3 基本预备费

基本预备费按枢纽工程环境保护专项投资、建设征地移民安置环境保护专项投资、独立费三项之和的 6%计算。

9.2 环境保护投资概算

9.2.1 环境保护专项投资费用

本工程环境保护专项投资 8301.84 万元，投资汇总见下表。其中，枢纽工程环境保护专项投资 5610.60 万元，占环保静态投资的 67.58%；建设征地移民安置补偿环境保护专项投资 150.00 万元，占环保静态投资的 1.81%；独立费用 2071.33 万元，占环保静态投资的 24.95%；基本预备费 469.92 万元，占环保静态投资的 5.66%。

本工程环境保护专项投资汇总表

表 9.2-1

序号	项目	投资(万元)	占总投资百分比
一	枢纽工程环境保护专项投资	5610.60	67.58%
(一)	水环境保护工程	2147.25	
(二)	大气环境保护工程	753.30	
(三)	声环境保护工程	405.50	
(四)	固体废物处置工程	412.55	
(五)	陆生生态保护工程	316.00	
(六)	水生生态保护工程	354.50	
(七)	人群健康保护措施	201.25	
(八)	环境监测/调查	620.25	
(九)	其他环境保护工程	400.00	
二	建设征地移民安置补偿环境保护专项投资	150.00	1.81%
三	独立费用	2071.33	24.95%
(一)	项目建设管理费	1098.15	
(二)	科研勘察设计费	1668.94	
四	基本预备费=(第一部分+第二部分+第三部分)*6%	469.92	5.66%
五	静态总投资	8301.84	100%

9.2.2 枢纽工程环境保护专项投资

9.2.2.1 水环境保护措施费用

本工程施工期废(污)水处理费用主要包括砂石加工系统废水处理、混凝土生

产系统废水处理废水处理、机修含油污水处理、基坑排水和洞室排水处理、生活污水处理费；运行期主要包括电站厂房生活污水处理、机组检修含油污水处理费及“三箭水”泉水源恢复措施，均计入工程投资。共计 2147.25 万元。

水环境保护措施费用

表 9.2-2

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
1	水环境保护工程				2147.25	
1.1	施工期				2147.25	
1.1.1	砂石加工系统废水处理系统		套	1	1095.00	1 个砂石加工系统
a	土建费		项	1	110.00	
b	设备及安装费		项	1	550.00	
c	运行费	60	/年	7.25	435.00	
1.1.2	混凝土生产系统废水处理系统		套	2	168.00	2 个混凝土生产系统
a	土建费	25	项	2	50.00	
b	设备及安装费	30	项	2	60.00	
c	运行费	4	/年	14.5	58.00	
1.1.3	机修含油污水处理系统		套	1	111.25	1 个机修汽修厂
a	土建费		项	1	25.00	
b	设备及安装费		项	1	50.00	
c	运行费	5	/年	7.25	36.25	
1.1.4	基坑排水		项	1	100.00	沉淀池
a	基建费		项	1	100.00	
1.1.5	洞室排水		项	1	100.00	沉淀池
a	基建费		项	1	100.00	
1.1.6	生活污水处理系统				573.00	
a	地埋式一体化污水处理设备	120	套	2	240.00	上、下水库施工营地各 1 套
b	设备及安装费		项	2	60.00	
c	运行费	15	/年·套	15	225.00	
d	环保厕所	2	个	24	48	3 个工区，每个工区 8 个环保厕所
1.1.7	“三箭水”泉水源恢复措施		/			计入主体工程费用
1.2	运行期					
1.2.1	地下厂房生活污水		/			计入主体工程费用
1.2.2	机组检修含油污水		/			计入主体工程费用

9.2.2.2 大气环境保护措施费用

本工程大气环境保护措施费共计 753.30 万元。

大气环境保护措施费用

表 9.2-3

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
2	大气环境保护工程				753.30	
2.1	混凝土生产系统封闭除尘	60	项	2	120.00	系统整体密闭、输送带等全密闭，计入主体工程费用；环保主要考虑配套的脉冲布袋除尘器
2.2	砂石加工系统封闭除尘	60	项	1	60.00	系统整体密闭；环保主要考虑进、出料口加设喷淋装置；
2.3	道路清扫	0.3	人·月	261	78.30	3
2.4	洒水车	20	辆	3	60.00	3 辆
2.5	洒水车运行	0.5	辆·月	261	130.50	含车辆保养维修及人员工资
2.6	运输车辆清洗	0.5	月	87	43.50	
2.7	其他防护措施	3	月	87	261.00	防尘口罩、眼罩等个人防护措施

9.2.2.3 声环境保护措施费用

本工程声环境保护措施费共计 405.50 万元。

大气环境保护措施费用

表 9.2-4

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
3	声环境保护工程				405.50	
3.1	交通限速警示牌	0.1	个	20	2.00	
3.2	施工设备降噪		/			计入主体工程费用
3.3	移动声屏障	0.15	项	110	16.50	
3.4	其他防护措施	1	月	87	87.00	耳塞、耳罩、防声头盔等个人防护措施
3.5	噪声影响补偿	1	项	300	300.00	

9.2.2.4 陆生生态环境保护措施费用

本工程陆生生态保护措施包括宣传教育等预防保护措施、设置生态警示牌、植被恢复措施(计入水保投资)、动物保护措施(含动物驱离、动物救护)等，合计 316.00 万元。

陆生生态保护措施费用

表 9.2-5

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
4	陆生生态保护工程				316.00	
4.1	宣传教育等预防保护措施	2.00	/年	7.25	14.50	
4.2	生态警示牌	0.10	个	15	1.50	

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
4.3	植物植被恢复措施				/	计入水保投资
4.4	动物保护	100.00	项	1	100.00	含动物驱离、动物救护等费用
4.5	景观修复与保护	200.00	项	1	200.00	含施工迹地恢复、水库游步道修建、景观绿化带建设等费用

9.2.2.5 水生生态环境保护措施费用

本工程陆生生态保护措施包括宣传教育等预防保护措施、拦鱼电栅、增殖放流、科学研究等，合计 354.50 万元。

水生生态保护措施费用

表 9.2-6

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
5	水生生态保护工程				354.50	
5.1	宣传教育等预防保护措施	2.00	/年	7.25	14.50	
5.2	拦鱼设施	200.00	项	1	200.00	拦鱼电栅，四支渠水库斗渠入口
5.3	增殖放流	8.00	/年	5	40.00	暂按 5 年计
5.4	科学研究(增殖放流效果观测研究)	20.00	/年	5	100.00	暂按 5 年计

9.2.2.6 固体废物处置费用

本工程固体废物处置费共计 412.55 万元。

大气环境保护措施费用

表 9.2-7

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
6	固体废物处置工程				412.55	
6.1	施工期				412.55	
6.1.1	垃圾桶购置	0.03	个	60	1.80	含备用
6.1.2	垃圾转运车	25.00	辆	2	50.00	
6.1.3	垃圾转运车运行	0.50	辆·月	261	130.50	含车辆保养维修及人员工资
6.1.4	危险废物暂存间	10.00	个	2	20.00	上、下水库各 1 个
6.1.5	生活垃圾处理	0.05	t	3915	195.75	集中收集后由当地政府进行统一转运
6.1.6	危险废物处理	2.00	/年	7.25	14.5	委托有资质的单位进行处理
6.2	运行期					
6.2.1	生活垃圾处理		/			计入主体工程费用
6.2.2	危险废物处理		/			计入主体工程费用

9.2.2.7 人群健康保护措施费用

本工程人群健康保护措施费共计 201.25 万元。

人群健康保护措施费用

表 9.2-8

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
7	人群健康保护措施				201.25	
7.1	健康宣传及环境卫生费	2.00	/年	7.25	14.50	
7.2	卫生清理费	3.00	/年	7.25	21.75	含病媒生物灭杀，3 个施工区清理消毒
7.3	建档及疫情普查费	0.05	人	3000	150.00	

9.2.2.8 环境监测/调查费用

本工程环境监测费共计 620.25 万元。

环境监测/调查费用

表 9.2-9

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
8	环境监测/调查				620.25	
8.1	施工期				325.75	
8.1.1	水环境监测（水质监测）				137.75	
a	地表水监测	3	/年	7.25	21.75	
b	生产废水监测	10	/年	7.25	72.50	
c	生活污水监测	2.5	/年	7.25	18.13	
d	生活饮用水监测	1.5	/年	7.25	10.88	
e	地下水监测	2	/年	7.25	14.50	
8.1.2	环境空气监测	5	/年	7.25	36.25	
8.1.3	噪声监测	5	/年	7.25	36.25	
8.1.4	土壤监测	5	/年	7.25	36.25	
8.1.5	人群健康调查	1	/年	7.25	7.25	
8.1.6	陆生生物监测	30	/期	1	30.00	开工前监测一次。监测时段为 3～4 月、7～8 月
8.1.7	水生生物监测	21	/期	2	42.00	施工期 1 次，蓄水期 1 次。每次监测时间为 1 个年度，监测时段为 3～6 月和 8～10 月
8.2	运营期				294.50	
8.2.1	地表水监测				22.50	
a	地表水环境	3	/年	5	15.00	工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用
b	废(污)水	1.5	/年	5	7.50	工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用
8.2.2	地下水监测				7.00	

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
a	易受影响的地下水处	2	/年	2	4.00	工程正常运行后 2 年，每年丰水期、枯水期
b	专用排水廊道尾部	1.5	/年	2	3.00	工程蓄水后前 5 年监测纳入工程环保投资，之后纳入电站运行管理费用
8.2.3	陆生生态监测	30	/期	2	60.00	投入营运后第 2 年、5 年及各监测一次。监测时段为 3～4 月、7～8 月。后续每隔 5 年监测一次，纳入电站运行管理费用
8.2.4	水生生态监测	35	/期	3	105.00	运行期 3 次(站运行后的第 1、3、5 年)。每次监测时间为 1 个年度，监测时段为 3～6 月和 8～10 月
8.2.5	其他		项	1	100.00	

9.2.3 建设征地移民安置环境保护专项投资

本工程建设征地移民安置环境保护专项投资共计 150.00 万元。

建设征地移民安置环境保护专项费用

表 9.2-10

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
二	建设征地移民安置环境保护专项投资				150.00	

9.2.4 独立费和基本预备费

本工程独立费共计 2071.33 万元，基本预备费共计 469.92 万元。

独立费和基本预备费

表 9.2-11

序号	项目	单价(万元)	单位	数量	费用(万元)	备注
三	独立费用				2071.33	
1.1	项目建设管理费				1790.80	
1.1.1	环境管理		项		168.32	第一部分的 3%
1.1.2	环境监理	10	/月	87	870.00	以 10 万/月计
1.1.3	咨询服务	1	项	500	500.00	包括环境影响报告书及专题等编制及咨询费用
1.1.4	项目技术经济评审		项		28.05	第一部分的 0.5%
1.1.5	项目验收	1	项		224.42	包括验收报告等编制及咨询费用，以第一部分的 4%计

1.2	科研勘察设计费				280.53	第一部分的 5%
四	基本预备费				469.92	第一、二、三部分的 6%

9.3 环境影响经济损益分析

9.3.1 环境影响经济效益分析

绵竹抽水蓄能电站的建设将给当地带来大量的财政税收，为相关产业提供能源支持。随着工程的建设，工程资金的投入等，将为区域经济发展创造良好的机遇。因本效益难于货币化，暂不计列。

本工程总工期 69 个月(不含筹建期 18 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，将极大促进当地农业、餐饮业和其他服务业的发展，有利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展，社会效益显著。

本工程具有较大的清洁能源效益，节能减排效果显著，能为实现“30·60 双碳目标”提供有力支撑。

9.3.2 环境影响经济损失分析

根据环境经济学理论，如建设项目引起环境质量下降，恢复环境质量或生产性资产所花费用可作为环境效益损失的最低估价。本工程以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程影响损失大小的尺度，计算其损失值。

根据工程特性及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿绵竹抽水蓄能电站工程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：施工期废(污)水处理及回用、大气污染防治、噪声污染防治、固体废弃物处置及生态环境保护措施；运行期水环境保护和水质管理；陆生、水生生态保护；人群健康保护等。

本工程环境保护专项投资 8301.84 万元，作为本工程可货币化的环境损失。

9.3.3 小结

综上所述，绵竹抽水蓄能电站的实施，将产生相当的经济效益、社会效益和环境效益，而电站建设对环境带来的不利影响，可通过投入相当数量的资金用于实施环境保护措施，从而得到减免。

因此，从环境影响经济损益分析角度，本工程的建设是合理可行的。

10 环境影响评价结论

10.1 综合评价结论

10.1.1 流域概况

石亭江属沱江上游二级支流，流域面积 1518km^2，干流河道全长 131.7km，多年平均径流量 27 亿 m^3。高景关以上为山区河道，长 78km，流域面积 629km^2；高景关至汇口河道为平原河段，长 54km，流域面积 872km^2。

10.1.2 工程概况

绵竹抽水蓄能电站位于四川省德阳市绵竹市麓棠镇及广济镇境内。电站装机容量 120 万 kW(4×30 万 kW)，为一等大(1)型工程，安装 4 台单机容量为 30 万 kW 的可逆式水轮发电机组，连续满发小时数为 6h。电站枢纽工程主要建筑物由上水库、下水库、输水系统、泄洪放空系统、地下厂房和开关站等组成，次要建筑物包括补水工程。

上水库位于广济镇半月山山顶“圆包山”沟槽洼地，在库周 4 处低矮垭口筑坝成库，库盆内半挖半填，不涉及天然地表径流。上水库正常蓄水位 1197m、死水位 1174m，调节库容 633 万 m^3，主要建筑物由挡水坝、库岸及库底防渗结构等组成。挡水坝为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高 1201.50m，坝顶宽 10m；设环库公路，总长约 2077m；采用“钢筋混凝土面板堆石坝+库周钢筋混凝土面板+库底复合土工膜”的全库盆防渗方案。

下水库位于麓棠镇半月山山前台地，通过拆除原困牛山水库大坝并在其下游侧筑坝扩挖成库，不涉及天然地表径流。下水库正常蓄水位 674m、死水位 644m，调节库容 633 万 m^3，主要建筑物由挡水坝、库盆开挖及防护、库岸公路和泄洪放空管等组成。下水库挡水坝为钢筋混凝土面板堆石坝，坝顶高程 678.00m；库底采用“钢筋混凝土面板+库底土工膜”的防渗方案；设环库公路，总长约 2452m；下水库主坝下方，排水廊道底板下埋设两根泄洪放空管作为泄洪放空设施，延伸到主坝下游左侧射水河支沟孙家沟内，通过布置锥形阀进行启闭控制并兼具消能作用。

输水系统主要建筑物包括电站上水库进/出水口、压力管道、尾水调压室及其通气洞、尾水隧洞、下水库进/出水口等。输水系统总长约 1809.92～1812.56m，其中引水系统长约 1227.49～1269.44m，尾水系统长约 540.48～585.07m。电站距高比为 3.4。

地下厂房位于输水系统中部偏下游，距上、下水库水平距离分别为 890m、413m，垂直埋深约为 325～372m。500kV 电缆采用竖井+平洞的方式出线，与地面 500kV 开关站连接。

下水库补水工程在原困牛山水库补水系统——四支渠至水库斗渠的基础上，通过适当改建形成。

本工程共布置三个工区：上水库施工区、下水库施工区和石亭江施工区，施工工厂及临时设施布置采用分区与相对集中相结合的布置方案。其中下水库施工区距麓棠镇麓棠村较近，石亭江施工区距广济镇卧云村较近。

本工程枢纽工程建设区涉及绵竹市麓棠镇和广济镇，共 2 个镇 4 个村(社区)。征占用各类土地面积 2883.34 亩，其中永久占地面积 2497.22 亩，临时占地面积 386.12 亩。土地利用类型以林地、耕地为主，不涉及Ⅰ级保护林地，不涉及永久基本农田，未实际压覆矿产。

工程施工总工期(不含筹建期)69 个月，工程总投资 834369.04 元。

10.1.3 工程合理性分析

绵竹抽水蓄能电站属于《抽水蓄能中长期发展规划(2021−2035 年)》中规划储备项目，也在四川省“十四五”期间列为重点实施电源项目，同时已纳入绵竹市石亭江流域水资源配置规划。工程符合国家产业政策，与长江保护法等法律法规相符合，与国家及地方主体功能及生态功能区划相符合，与沱江流域、石亭江流域相关综合规划及规划环评均不矛盾。

工程水库淹没和工程临时、永久用地不占用四川省生态保护红线或基本农田，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。

工程在装机规模、枢纽布置、施工总布置、运行调度等重大方案比选设计时，已充分考虑环境影响因素，最终推荐方案不存在重大环境制约因素，从环境保护

角度具有可行性和合理性。

10.1.4 环境质量现状

根据环境质量现状监测成果，工程区地表水环境满足《地表水环境质量标准》(GB3838−2002)Ⅲ类标准；地下水水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848−2017)III 类标准；环境空气满足《环境空气质量标准》(GB3095−2012)中二级标准限值；声环境满足《声环境质量标准》(GB3096−2008)2 类标准限值。

工程上下水库和地下工程区域(输水系统和地下厂房)地下水类型均为裂隙溶隙水。上水库区域接受大气降水补给，大部分地下水向南东沿垂向裂隙及层间溶隙发生径流，以泉的形式泄于低洼部位形成地表明流；下水库区域接受大气降水及石亭江补给，水流垂向运移一定深度后便转向沿层面运移，于坡脚处以泉的形式排泄；地下工程区域接受大气降水补给，地下水向南东沿垂向裂隙及层间溶隙发生径流，部分地下水于坡脚处以泉的形式排泄。

评价区共有维管束植物 102 科 231 属 315 种，无国家及地方重点保护植物；无极危、濒危、易危植物；无极小种群物种；有特有种 71 种。评价区共有陆生脊椎动物 19 目 48 科 100 种，其中国家二级重点保护野生动物 2 种，无四川省重点保护动物；濒危动物 2 种，易危动物 1 种；中国特有陆生脊椎动物 3 种。

评价河段观察到浮游植物 6 门 14 科 22 属 52 种，采集鉴定有着生藻类 3 门 14 科 24 属 51 种，采集到浮游动物 4 类 33 种，分布有鱼类 35 种，其中国家二级保护动物 2 种，四川省重点保护鱼类 1 种，长江上游特有鱼类 14 种。石亭江前进渠取水断面下游分布有石亭江干流新市镇产卵场、石亭江支流射水河干河子河口产卵场、人民渠−石亭江交界处产卵场及索饵场、石亭江支流射水河河口索饵场。射水河下水库泄洪放空管下游分布有石亭江支流射水河干河子河口产卵场、射水河支流付家河河口索饵场、射水河与马尾河汇合处索饵场以及位于射水河水体较深的电站库区、深潭、拐弯处的越冬场。

10.1.5 主要环境影响

10.1.5.1 水资源

根据《绵竹市石亭江流域水资源配置规划报告》及《四川绵竹抽水蓄能电站

水资源论证报告书》，规划水平年 2030 年、2035 年绵竹市石亭江流域多年平均总配置水量分别为 18194 万 m^3、19049 万 m^3(含绵竹抽水蓄能电站正常运行期年配置水量 90.3 万 m^3)，未超过规划水平年用水总量控制要求。

规划水平年石亭江前进渠取水断面剩余可供水量能满足本工程施工期、初期蓄水期需水要求，不影响取水断面以下其他取水用户及生态用水，对石亭江流域水资源量影响很小。工程运行期除 2～4 月取水量占当月剩余可供水量的比例较大外，其余月份对石亭江流域水资源量影响很小。

10.1.5.2 水文情势

本工程施工期、初期蓄水期及运行期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例均较小，不会导致石亭江取水断面下游河道水面宽、水深等发生明显变化，对下游河道的水文情势影响有限，基本不改变前进渠干渠及前进渠现有分水口以下渠道水文情势。

当遭遇洪水工况时，本工程通过泄洪放空管向射水河进行泄洪，会短暂导致射水河支沟孙家沟至射水河河口河段水文情势变化，使其流量、水深、河面宽等加大。但该影响是短暂的，历时 23 小时左右，随着泄洪结束，影响也消失。

10.1.5.3 水温

本工程为日调节电站，上、下水库水温结构为混合型，不会出现水温稳定分层或季节性分层情况。

10.1.5.4 地表水水环境

本工程施工期生产废水主要为砂石加工系统废水、混凝土生产系统废水、机修含油污水、洞室排水、基坑排水等，生活污水主要来自上、下水库施工营地；工程运行期废(污)水主要为电站厂房工作人员的日常生活污水和机组检修含油污水。工程施工期、运行期生产废水和生活污水经处理达标后综合利用或回用，正常情况下不会对周边地表水体水质造成污染。

工程建成运行后，上、下水库间水体交换频繁，可有效改善库区静水状态，从而有利于有机物溶解，水库出现富营养化的可能性很小。

10.1.5.5 地下水环境

本工程施工期和运行期各类废(污)水均处理达标后综合利用或回用，不外排，不会进入地下水补给区，因此对区域地下水水质无影响。

工程施工期，上水库建设期间对库岸地下水基本无影响；下水库建设过程中将淹没位于原困牛山水库大坝左岸坡脚的“三箭水”泉泉眼，对区域地下水排泄可能造成一定影响；地下工程建设区涌突水风险较低，对下水的补、径、排影响程度有限。工程运行期上、下水库均采取了相应的防渗方案，地下厂房洞室群外围设置了排水廊道，不会出现水库渗漏、水库浸没等现象，不会改变地下工程区域原有的水文地质条件。下水库建设对地下水敏感对象“三箭水”泉的影响主要为，施工过程中对原困牛山水库坝体的开挖，可能对“三箭水”泉的补给通道产生物理扰动，导致泉水水质混浊；工程建成运行后，下水库全库防渗，“三箭水”泉泉眼被淹没，下水库库区附近地下水位整体抬高，泉水流量在一定程度上减少，考虑采取设置专用排水廊道恢复“三箭水”泉出水的措施。

10.1.5.6 环境空气

本工程施工期大气环境影响主要来自工程开挖与爆破粉尘、砂石加工系统粉尘、混凝土生产系统粉尘、施工交通运输扬尘以及机械和车辆燃油尾气，产生的主要大气污染物为 TSP，污染物均属无组织排放。由于下水库施工区和石亭江施工区离麓棠镇麓棠村和广济镇卧云村居民点较近，应采取封闭除尘措施、洒水降尘、加强路面清扫、控制车速等措施。

10.1.5.7 声环境

本工程施工期噪声主要来源于工程开挖与爆破、砂石加工系和混凝土生产系统、施工辅助企业、交通运输、施工作业面等。经预测，在最不利情况下，麓棠镇麓棠村有 3 户居民点受坝后压坡施工影响及 L5 公路运输影响，超过 2 类声功能区标准限值 3.1 dB(A)。

10.1.5.8 生态环境

(1) 陆生生态

本工程施工临时占地面积 385.5 亩，以林地为主(面积 151.23 亩)，所占用的植被群系在评价区及其周边大面积分布，且工程评价范围内未发现国家重点保护野生植物，因此工程建设对区域植被和植物的影响有限。

工程建设对动物的影响主要包括占用动物生境、施工活动对其的惊吓等。随着时间的推移，动物逐渐会适应环境变化，因此影响是短暂和局部的。在采取措施后，工程建设不会对珍稀野生动物造成实质影响。

(2) 水生生态

本工程施工均不涉水，且施工期各类废(污)水经处理达标后综合利用或回用，固体废弃物等集中收集和处置，因此正常情况下工程施工不会对工程河段水生生物和鱼类造成明显不利影响。

工程各时期月取水量占取水断面多年平均天然来水量的比例均较小，对取水断面下游河段的径流量、河面宽度、水深影响较小，因此对取水断面下游水生生物和鱼类影响限。工程在抽水和发电过程中，下水库进/出水口附近流场将发生变化，可能产生卷吸效应，对影响范围内水体鱼类资源产生一定影响。

工程下水库泄洪放空管运行时，会导致射水河支沟孙家沟水量、水深及流速增加，从而对射水河中水生生物产生一定影响，但泄洪时间较短，因此影响是短暂的。

10.1.5.9 固体废物

本工程施工期固体废物主要包括建筑垃圾、生活垃圾以及危险废物；运行期固体废物主要为电站运维管理人员及业主营地工作人员生活垃圾，及运行期检修产生的废油等。建筑垃圾由指定的物资回收部门定期回收利用；生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运；危险废物暂存于危险废物暂存间内，定期委托有资质单位代为处置，对周围环境影响较小。

10.1.5.10 土壤环境

本工程各类废(污)水经处理达标后综合利用或回用，固体废弃物等集中收集和处置，正常情况下不会对周边土壤环境造成污染。工程区域土壤盐化综合评分值为 0.4，工程建成后库区周边土壤基本不会发生盐化现象。

10.1.6 环境保护对策措施

10.1.6.1 地表水环境

本工程施工期和运行期生产废水和生活污水经处理达标后综合利用或回用，其中施工期砂石加工系统废水和混凝土生产系统废水经处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021) 要求后回用于系统本身；洞室排水、基坑排水经沉淀处理达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491−2021)要求后回用于工程施工，或达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/Tl8920−2020)中

绿化用水标准后回用于场地绿化用水或洒水降尘；机修含油污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后回用于车辆冲洗、场地洒水等。施工期和运行期生活污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920−2020)标准后综合利用于冲厕或绿化浇灌等。

10.1.6.2 地下水环境

本工程上、下水库均采用全库盆防渗，地下厂房洞室群外围设置排水廊道。水库施工期间，对周边地下水水位、水质进行动态监测。

根据数值模拟结果，“三箭水”泉水源恢复方案一为在泉眼处设置专用排水廊道，达到对原有“三箭水”泉的恢复目的；方案二为在“三箭水”泉两条补给来源交汇的中心附近设置一口抽水井，抽水量 2500 m3/d，可基本满足“三箭水”泉原有取水用户的需求，使工程建设对取水用户基本不造成影响。经对比，推荐采取方案(一)对“三箭水”泉进行恢复。

10.1.6.3 环境空气

本工程砂石加工系统整体密闭，拌和系统安装仓顶除尘器；采取湿式作业，施工作业区定时洒水降尘；加强施工人员防尘劳动保护措施。

10.1.6.4 声环境

针对施工噪声，采取优化施工时序等降噪措施；采用低噪声设备和施工工艺，降低声源；设置限速和禁鸣标志牌；施工人员配戴耳塞。

针对受坝后压坡施工影响及 L5 公路运输影响的麓棠镇麓棠村 3 户居民点，在靠近 L5 公路的麓棠镇麓棠村居民点外侧设置移动声屏障 110m。

10.1.6.5 生态环境

(1) 陆生生态

通过优化施工布置、施工方案，加强表土利用、制定生态恢复方案、分区防控等措施，减缓工程建设对陆生植物的影响；通过加强施工管理，减缓对陆生脊椎动物的影响，如加强保护植被，积极采取措施降低施工机械的噪声，加强施工人员教育，防止扑杀野生动物等。

(2) 水生生态

提出了加强鱼类保护宣传管理，在四支渠水库斗渠入口设置拦鱼电栅，开展增殖放流，以及科学研究(增殖放流效果观测)等水生生态保护措施体系。

10.1.6.6 固体废物

本工程施工期无弃渣；生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运；车辆、机修汽修厂产生的废油属危险废物，贮存于危险废物暂存间，并委托有危险废物处理资质的单位进行处置。

工程运行期生活垃圾经集中收集后由当地政府进行统一转运，危险废物委托有危险废物处理资质的单位进行处置。

10.1.6.7 土壤环境

本工程施工期及运行期各类废(污)水、固体废物应按要求处理和处置，避免污染工程周边土壤环境；进行表土剥离，用于后期植被恢复；加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类对土壤环境的影响。

10.1.7 环境监测与管理规划

10.1.7.1 环境监测

本工程环境监测分为施工期、蓄水期和运行期，主要包括地表水环境、地下水、和监控器、声环境、生态环境、土壤环境和人群健康监测。其中生态监测贯穿工程全生命周期，陆生生态监测重点对陆生生态修复效果、生物多样性变化等进行监测；水生生态监测重点调查水生生物、鱼类种群动态变化情况，增殖放流效果等。

10.1.7.2 环境管理

建设单位须设立环境管理机构，分为外部管理和内部管理两部分。环境管理工作需贯穿于设计、招标、施工、竣工验收及运行等工程建设的全过程，应坚持预防为主、防治结合、分级管理、相对独立性和针对性等原则，建立环境保护责任制、分级管理制度、监测和报告制度、“三同时”制度、制定突发事故处理措施、报告制度等环境管理制度。

10.1.7.3 环境监理

依据国家有关文件规定，在电站施工期间，应根据环境保护设计要求开展施工期环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和解决临时出现的环境污染事件。监理成果将作为建设项目环保验收工作的基础和验收报告必备的专项报告。环境监理范围包括电站施工区及影响区等所有可

能造成环境污染和生态破坏的区域。

10.1.8 环境风险

本工程施工期和运行期存在的潜在事故风险和环境风险包括危险品运输风险、施工期废(污)水事故排放、地下厂房溢油风险、森林火灾风险、外来物种入侵风险等。发生事故风险时会对周边环境带来一定不利影响，本次评价针对各风险事故提出了相应的环境风险防范措施。

10.1.9 公众参与

建设单位于 2023 年 3 月 28 日委托中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司开展绵竹抽水蓄能电站环境影响评价工作，依据《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号)要求，于 2023 年 3 月 28 日在建设单位官网上进行首次环评信息公示。

2023 年 10 月 31 日～11 月 14 日，建设单位在其官网上对《四川绵竹抽水蓄能电站环境影响报告书(征求意见稿)》进行了公示，并在麓棠镇、广济镇政府公开栏对绵竹抽水蓄能电站环境影响评价相关信息进行了张贴公示，公示时间不少于 10 个工作日，公示期间在《西南商报》进行了 2 次报纸公示。

2024 年 3 月 11 日，建设单位在其官网上对《四川绵竹抽水蓄能电站环境影响报告书》《四川绵竹抽水蓄能电站环境影响评价公参说明》进行了报批前公示。

公示期间，建设单位及环评单位均未收到公众反馈的意见或建议。

10.1.10 总体结论

绵竹抽水蓄能电站是《四川省电源电网发展规划(2022−2025 年)》中被列为重点实施的电源项目，工程建设符合国家产业政策、环境保护相关规划，具有良好的社会效益、经济效益和环境效益。工程建设不占用四川省生态保护红线，不涉及自然保护地、水产种质资源保护区、集中式饮用水水源保护区、I 级保护林地、永久基本农田等环境敏感区，符合四川省“三线一单”生态环境分区管控要求和“三区三线”划定成果。

工程施工期环境影响主要表现为施工产生的废(污)水、废气、粉尘、噪声、

固体废物等污染物对施工区及周边环境质量的影响，地表开挖造成的植被破坏，施工活动及施工噪声对野生动物的惊扰和驱赶等；初期蓄水期和运行期环境影响主要表现为取水断面下游水量减少导致水文情势的改变等。

本次评价提出了废(污)水处理、库底清理等水环境保护措施；湿式生产、封闭作业、洒水降尘等大气污染防控措施；合理布置施工机械、设置移动声屏障、设立标识标牌等噪声污染防控措施；植物保护、动物驱离、植被恢复等陆生生态保护措施；加强鱼类保护宣传管理、设置渠系拦鱼设施、鱼类增殖放流、科学研究等水生生态保护措施；制定了应急预案等风险防范措施，可有效减缓工程建设运行对环境的不利影响。

从环境保护角度分析，在严格落实各项环境保护措施和管理要求的前提下，本工程建设可行。

10.2 建议

(1) 建议优化场内交通及施工区高噪声设施的布置，使其远离环境敏感点，并做好大气和噪声防护措施。

(2) 建议结合工程实际进度及时开展环保措施技施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计，优化拦鱼设施设计。

(3) 严格遵循“三同时”制度，并落实相应费用，确保各项环境保护措施的实施。