



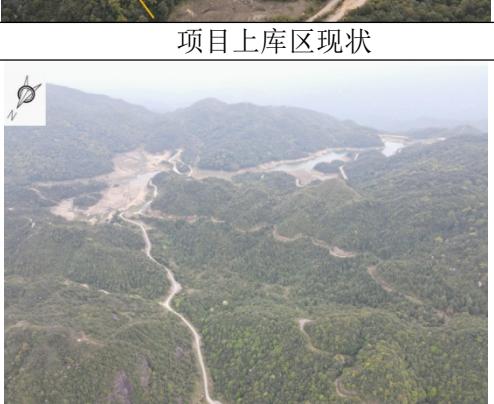
广东陆河抽水蓄能电站 环境影响报告书

(征求意见稿)

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

2022年5月

广东陆河抽水蓄能电站现场图片集

	
项目现状	项目下库区现状
	
项目下库区现状	项目上库区现状
	
项目上库区现状	项目上库区现状
	
项目上库区现状	管理区现状

	
1#上库弃渣场现状	2#下库弃渣场
	
1#上库区料场现状	项目区植被现状

目 录

概述.....	1
一、项目特点.....	1
二、环境影响评价工作过程.....	2
三、规划符合性分析.....	2
四、建设项目特点及评价关注的主要环境问题.....	3
五、报告书主要结论.....	5
1 总则.....	6
1.1 任务由来.....	6
1.2 编制目的与原则.....	6
1.3 编制依据.....	7
1.4 环境功能区划.....	12
1.5 评价标准.....	15
1.6 评价工作等级.....	22
1.7 评价范围.....	26
1.8 环境影响因子与评价因子筛选.....	28
1.9 环境保护目标.....	30
1.10 评价水平年.....	37
1.11 评价重点.....	37
1.12 评价工作程序.....	37
2 工程概况.....	39
2.1 工程开发背景.....	39
2.2 工程特性.....	43
2.3 工程建设必要性.....	53
2.4 工程项目组成.....	55
2.5 枢纽布置及主要建筑物.....	58
2.6 工程施工规划.....	62

2.7 建设征地与移民安置.....	99
3 工程分析.....	102
3.1 规划符合性与协调性分析.....	102
3.2 生态环境保护相关要求符合性分析.....	107
3.3 工程方案环境合理性分析.....	114
3.4 工程建设影响分析.....	119
4 环境现状.....	141
4.1 自然环境.....	141
4.2 生态环境.....	144
4.3 水环境现状.....	216
4.4 大气环境及声环境现状.....	220
4.5 土壤环境现状.....	222
4.6 电磁环境质量现状.....	224
4.7 水土流失现状.....	225
4.8 社会环境.....	227
4.8 文物矿产.....	228
4.9 人群健康.....	228
5 环境影响预测评价.....	229
5.1 水文情势变化分析.....	229
5.2 地表水环境影响分析.....	246
5.3 地下水环境影响分析.....	251
5.4 生态环境影响分析.....	259
5.5 对大气环境的影响分析.....	277
5.6 对声环境的影响分析.....	278
5.7 固体废物影响分析.....	283
5.8 电磁辐射影响分析.....	284
5.9 土壤环境影响分析.....	285
5.10 水土流失影响预测评价.....	287

5.11 移民安置环境影响评价.....	290
5.12 人群健康影响分析.....	290
5.13 社会环境影响分析.....	290
6 环境保护措施.....	292
6.1 设计原则、任务与目标.....	292
6.2 水环境保护措施.....	293
6.3 生态环境保护措施.....	322
6.4 大气环境保护措施.....	329
6.5 声环境保护措施.....	330
6.6 固废废物处置措施.....	334
6.7 电磁环境保护措施.....	335
6.8 土壤环境保护措施.....	336
6.9 水土保持措施.....	336
6.10 移民安置专项复建环境保护措施.....	345
6.11 人群健康.....	346
6.12 环境保护措施实施计划.....	348
7 环境管理与监测计划.....	350
7.1 环境管理.....	350
7.2 环境监测.....	352
7.3 环境监理.....	363
7.4 环境保护措施实施保证.....	368
8 环境保护投资概算.....	372
8.1 编制原则.....	372
8.2 编制依据.....	372
8.3 投资项目划分.....	372
8.4 基础资料.....	373
8.5 工程投资概算.....	373
9 环境影响经济损益性分析.....	392

9.1 环境效益分析.....	392
9.2 环境损失分析.....	393
9.3 环境影响损益分析.....	394
10 环境风险评价.....	395
10.1 环境风险评价目的.....	395
10.2 环境风险潜势初判.....	395
10.3 影响途径.....	396
10.4 环境风险分析.....	397
10.5 施工期环境风险应急预案.....	406
11 结论与建议.....	409
11.1 结论.....	409
11.2 建议.....	420
<u>附录</u>	409
附录 1 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区主要植物名录	
附录 2 评价区植物调查样方表	
附录 3 评价区主要陆生脊椎动物名录	
附录 4 评价区水生生物名录	
<u>附件</u>	409
附件 1：关于广东陆河抽水蓄能电站项目环境影响报告编制的函	
附件 2：关于广东陆河抽水蓄能电站项目名称问题的复函	
附件 3：关于印送《广东省陆河抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见》的函	
附件 4：关于印送《广东省陆河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	
附件 5：关于印送《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局选择专题咨询报告》的函	
附件 6：关于印送《广东陆河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	

附件 7：广东汕尾三江口抽水蓄能电站工程场地地震安全性评价专家评审意见

附件 8：汕尾市自然资源局关于广东陆河抽水蓄能电站项目用地是否压覆矿产资源的复函

附件 9：广东陆河抽水蓄能电站项目社会稳定风险评估工作的函(汕府办函〔2021〕274 号)

附件 10：关于广东陆河抽水蓄能电站项目用地范围文物考古调查勘探已完成的通知

附件 11：广东陆河抽水蓄能电站项目节地评价审查意见的函(粤自然资利用〔2021〕2668 号)

附件 12：陆河县林业局关于《关于申请核查广东省陆河抽水蓄能电站项目建设征地范围压占广东陆河花鳗鲡省级自然保护区情况的函》的复函

附件 13：汕尾市自然自然局《关于广东省陆河抽水蓄能电站项目用地预审与选址意见书初审意见报告》汕自然资〔2022〕113 号

附表

- 1 大气环境影响评价自查表
- 2 地表水环境影响评价自查表
- 3 环境风险评价自查表
- 4 土壤环境影响评价自查表
- 5 环评审批基础信息表

附图

附图 1 广东陆河抽水蓄能电站工程地理位置图

附图 2 广东陆河江抽水蓄能电站工程评价区卫星影像图

附图 3 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区土地利用现状图

附图 4 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区植被类型图

附图 5 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区地表水系图

附图 6 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区调查线路与调查点位分布图

附图 7 广东陆河抽水蓄能电站工程重点保护动植物分布图

附图 8 广东陆河抽水蓄能电站工程与广东陆河花鳗鲡省级自然保护区位置关系图

附图 9 广东陆河抽水蓄能电站与汕尾市生态保护红线位置关系示意图

附图 10 广东陆河抽水蓄能电站评价区生态公益林分布图

附图 11 广东陆河抽水蓄能电站评价区保护林地分布图

附图 12 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区生态监测点位分布图

附图 13 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区生态保护措施示意图

附图 14 广东陆河抽水蓄能电站枢纽总平面布置图

附图 15 广东陆河抽水蓄能电站施工总平面布置图

附图 16 广东陆河抽水蓄能电站建设征地范围示意图

附图 17 广东陆河抽水蓄能电站环境现状监测图

附图 18 广东陆河抽水蓄能电站工程评价区土壤侵蚀图

附图 19 广东陆河抽水蓄能电站工程环境保护敏感目标分布示意图

附图 20 广东陆河抽水蓄能电站工程环境保护措施示意图

概述

一、项目特点

2017年2月，为积极做好调峰电源规划建设工作，适应广东省电力系统安全经济运行和清洁能源快速发展需要，推动调峰电站科学有序建设，广东省发展和改革委员会联合广东电网有限责任公司共同委托广东省电力设计研究院、广东省水利电力勘测设计研究院(以下简称广东水电院)开展了《广东省调峰电源发展规划研究(2017-2030年)》、《广东省抽水蓄能电站选点规划研究(2017-2030年)》两项课题研究工作；2018年12月，广东水电院提出了《广东省抽水蓄能电站选点规划报告(2017~2030年)》，研究报告提出2030年广东省新增抽水蓄能电站合理规模约6000MW，其中电网东区3600MW、西区2400MW；2035年再新增2400MW，其中东西区各1200MW。东区推荐的规划站点为：惠东中洞、河源岑田、汕尾三江口3个站点；西区推荐的规划站点为：云浮水源山、肇庆浪江2个站点。

根据国家2021年8月发布的《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035年)》规划成果，到2035年，抽水蓄能电站投产总规模达到3亿kW，“十四五”期间开工1.6亿kW，2025年投产总规模达到0.62亿kW以上；“十五五”期间开工0.8亿kW，2030年投产总规模达到1.2亿kW以上；“十六五”期间开工0.4亿kW，2035年投产总规模达到3亿kW。其中广东省“十四五”期间重点实施项目包括岑田(1200MW)、汕尾三江口(1200MW)、梅州二期(1200MW)、阳江二期(1200MW)、浪江(1200MW)、中洞(1200MW)、水源山(1200MW)、电白(1200MW)。

2021年6月广东省水利电力勘测设计研究院有限公司完成《广东汕尾三江口抽水蓄能电站工程预可行性研究报告》；2021年6月，广东能源陆河蓄能发电有限公司与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司签订广东陆河抽水蓄能电站可行性研究、招标设计和施工图设计阶段勘测设计合同。在前期已经完成的勘测设计科研成果的基础上，考虑新型电力系统下，广东电力系统未来主要发展核电和新能源，调峰电源缺口较大，并且陆河抽蓄库盆条件较好，具备增加规模至1400MW的建设条件，因此设计院按照合同和国家的法律法规及规程规范的要求，结合本项目的特点，全面开展了本工程可行性研究阶段的勘测设计和科研等工作，可研阶段推荐陆河装机

容量 1400MW。

2021 年 11 月，中南院先后编制完成《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告》(以下简称“枢纽布置格局专题”)、《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》(以下简称“正常蓄水位专题”)、《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》(以下简称“施工总布置专题”)，并通过审查。

目前，陆河抽水蓄能电站的设计已进入可行性研究阶段，本工程在开工前需要编制环境影响报告书。

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》和《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，本工程在开工前应编制环境影响报告书。2022 年 4 月，建设单位广东能源陆河蓄能发电有限公司正式委托我公司开展广东陆河抽水蓄能电站的环境影响评价工作，见附件 1。在接受委托后，我公司会同各有关协作单位多次对工程区及其周围区域的环境现状进行了实地调查，组织了第一次环境影响评价公众参与调查，收集工程相关资料和区域群众意见；开展工程区环境质量进行了监测；委托武汉市伊美净生态环境技术有限公司对工程区及其影响区的生态进行调查评价。在广东省抽水蓄能选点规划报告、广东陆河抽水蓄能电站预可行性研究报告、枢纽布置格局比选专题报告、正常蓄水位选择专题报告、施工总布置规划专题报告、水土保持方案报告书、水资源论证报告书、移民安置规划大纲的基础上，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，我公司开展了工程分析、环境影响预测与评价、环境保护措施、环境管理及监测计划、环境风险分析与应急措施、环保投资概算等工作，于 2022 年 6 月编制完成《广东陆河抽水蓄能电站环境影响报告书》(送审稿，以下简称“环境影响报告书”)。

三、规划符合性分析

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

电站属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中鼓励类的电力项目，符合国家产业政策。工程建设与《广东省抽水蓄能电站选点规划调整研究报告》、《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》、《汕尾市人民政府关于印发<汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》、《广东省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》、《广东省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》等均相符。工程建设符合《全国主体功能区规划》、《广东省主体功能区规划》、《汕尾市主体功能区规划》。

工程区环境现状良好，基本能满足各环境功能区划的标准要求。工程水库淹没和工程占地均不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水源保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园等环境敏感区。根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71 号)以及《汕尾市人民政府关于印发<汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案>的通知》(肇府〔2021〕4 号)，本项目位于一般管控单元，不涉及生态保护红线，符合生态保护红线要求。

四、建设项目特点及评价关注的主要环境问题

广东陆河抽水蓄能电站是国家 2021 年 8 月发布的《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》“十四五”重点实施项目。陆河抽水蓄能电站供电范围为广东电网，主要服务于粤港澳大湾区、广东电网东部区域及粤东海上风电基地等，工程开发任务为承担广东电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等。实施该工程可保障广东省经济发展和电力需求快速增长，有利于粤港澳大湾区能源安全保障和能源存储体系建设，有利于节能减排、发展低碳经济，并对带动地方经济社会发展具有重要作用。

广东陆河抽水蓄能电站位于汕尾市陆河县境内，上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库；下水库位于吉溪林场山间谷地坐背。电站装机容量 1400 MW (4×350MW)，上水库正常蓄水位 851.00m、死水位 828.00m，下水库正常蓄水位 232.00m、死水位 193.00m。

本工程主要建筑物包括上水库、输水系统、厂房系统和下水库等。上水库挡水建筑物为 1 座主坝，5 座副坝，正常蓄水位 851.00m，大坝采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 858.00m。下水库主要建筑物由碾压混凝土重力坝等组成。正常蓄水位 232.00m，

坝顶高程 237.00m，最大坝高 98.00m，坝顶长 456.00m，坝顶宽度 11m。上、下水库进/出水口间水平直线距离约 2755m，距离比为 4.46。引水、尾水系统均按一洞四机布置，设置引水、尾水调压室，水流进/出厂房方式采用正进正出；引水立面采用两级斜井布置，尾水采用一坡到底的布置。区建筑物主要包括地下厂房系统、GIS 开关站及出线平台。地下厂房系统包括主副厂房洞、主变洞、母线洞、主变运输洞、电缆交通洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆平洞及竖井、排水廊道、自流排水洞等建筑物。地下厂房采用中部式布置方案，安装 4 台单机容量为 350MW 的可逆式水泵水轮发电机组。

本工程为一等大(1)型工程，上、下水库挡水建筑物及泄水建筑物、输水发电系统等永久性主要水工建筑物按 1 级建筑物设计；通风兼安全洞、排水廊道等次要建筑物按 3 级建筑物设计，其它临时建筑物为 4 级。永久性主要建筑物的设计使用年限为 100 年，永久性次要建筑物的设计使用年限为 50 年。

电站建设征地征占用土地总面积为 4791.33 亩。其中水库淹没区为 1378.90 亩，枢纽工程建设区为 3412.43 亩，水库淹没区与枢纽工程建设区完全重叠，工程不涉及搬迁安置人口。本项目建设征地共涉及永久基本农田 125.18 亩，均为永久征地；涉及省级公益林 2813.92 亩，其中永久占用 2195.73 亩，临时占用 618.19 亩，无 I、II 级保护林地；征地范围内不涉及生态保护红线、自然保护区等环境制约因素。

评价区内生态系统以森林生态系统为主，评价区维管束植物共有 573 种，占广东省维管束植物总种数的 9.74%。评价区内分布有国家二级保护野生植物 1 种，为建兰 (*Cymbidium ensifolium*)，分布在下库输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内，约 8 株，均长势良好；在评价区范围内未发现古树名木分布。评价区内野生两栖动物种类有 1 目 5 科 9 种，评价区有国家二级保护两栖类 1 种，为虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*)，评价区内野生爬行类共有 1 目 6 科 12 种，评价区内未发现国家级保护爬行类和广东省级重点保护野生爬行类分布。评价区内共分布有野生鸟类 56 种，评价区内未发现国家一级保护鸟类分布；有国家二级保护鸟类 5 种，即褐翅鸦鹃 (*Centropus sinensis*)、小鸦鹃 (*Centropus bengalensis*)、黑鸢 (*Milvus migrans*)、画眉 (*Garrulax canorus*) 和红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*)；有广东省级重点保护野生鸟类 7 种，即白鹭 (*Egretta garzetta*)、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀 (*Emberiza spodocephala*)、小鹀、三道眉草鹀 (*Emberiza cioides*)。评价区内野生兽类共有 5

目 9 科 20 种，以啮齿目种类最多，共 6 种，占评价区野生兽类种类总数的 75.00%。评价区有国家一级保护兽类 1 种，为小灵猫（*Viverricula indica*）。评价区流域有国家级重点保护鱼类 2 种，分别为国家二级保护水生野生动物花鳗鲡和唐鱼。

工程施工期间会产生废水、废气、噪声、固体废物等，环保治理措施采用国内领先的施工方案和工艺，减少污染物的产生量，施工期废污水、运行期产生的污水经处理后回用，减少外排，工程建设符合《中华人民共和国水污染防治法》。工程建设将使区域自然景观系统的生物量有所降低，对评价区的生态完整性将产生一定影响，但影响程度有限。工程建设将改变该区域部分动物的栖息环境，但由于动物具有一定的活动能力，适应能力较强，且工程占地区周边有较多相似环境，随着工程施工和水库淹没线的上升，将会主动迁移至周围地区，不会对其生存带来灭绝性影响。为尽量减小对珍稀保护动物的影响，需对施工人员进行野生动物保护教育，提高环保意识，严禁在施工期间捕杀猎物，并注意不要切断野生动物的迁徙通道，以保证其顺利迁移。

五、报告书主要结论

广东陆河抽水蓄能电站建设符合国家法律法规和产业政策，与相关规划协调一致，具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。陆河抽水蓄能电站工程建设征地不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、重要矿产资源、生态保护红线、文物保护单位等环境敏感区。工程施工期、初期蓄水期、运行期均考虑了上、下水库坝址的生态流量泄放，以减缓对下游水环境的影响；工程施工占地、水库淹没造成陆生生物量的损失可以通过采取措施得到一定程度的补偿，因此，工程建设对区域生态环境的影响是评价区生态系统可以承受的；工程施工期产生的“三废一噪”等环境影响大多是暂时的，可以通过采取相应的环保措施予以减免。抽水蓄能电站运行属于清洁生产，在抽水发电过程中，基本不产生、排放污染物。从环境保护角度看，在落实各项环境保护措施的前提下，工程建设是可行的。

1 总则

1.1 任务由来

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价分类管理目录》(2021年版)以及相关环境保护法律法规的规定,广东陆河抽水蓄能电站应编制环境影响报告书。广东能源陆河蓄能发电有限公司委托我公司开展广东陆河抽水蓄能电站的环境影响报告书编制工作。

1.2 编制目的与原则

1.2.1 评价目的

- a) 调查了解工程区及影响区域的环境现状及其发展趋势、环境敏感保护对象和目标,以及存在的主要环境问题。
- b) 综合工程的施工和运行情况,预测工程施工与运行对工程区及其周围、工程区下游河段的影响,分析工程建设与运行对保护动植物、风景资源等环境敏感对象的不利影响。
- c) 针对工程施工与运行给区域环境、环境敏感保护对象和目标带来的不利影响,制定可行的减缓不利影响对策和措施,使工程兴建尽量不降低所在地区及其周围区域的环境质量,环境敏感保护对象和目标得到保护,生态系统和生物多样性不被破坏,充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益,促进工程所在区域生态环境的良性发展。
- d) 结合工程环境保护要求,制定科学合理的环境监测和管理计划,以便掌握工程兴建对环境的实际影响程度,为工程的环境管理提供科学依据。
- e) 综合分析工程建设的环境影响,从环境保护的角度论证工程兴建的可行性,从而为工程的方案论证和项目决策提供科学依据。

1.2.2 评价原则

- a) 合法合规原则

评价工作必须遵守国家和广东省相关法律法规,符合相关部门规范性文件的规定,并满足环境影响技术导则要求。

- b) 与相关规划协调性原则

环境影响评价应论述工程建设是否与当地国民经济和社会发展规划、环境保护规划等协调一致。

c) 科学、客观、公正原则

环境影响评价必须科学、客观、公正评价工程实施后对各种环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，为决策提供科学依据。

d) 生态保护原则

抽水蓄能电站属于生态影响类建设项目，报告书应重点论述工程建设是否存在重大生态破坏问题。对工程施工“三场”(料场、渣场和施工场地)的选址情况进行可行性分析，在环境影响评价工作中，应根据可研设计成果进行分析评价，对不合理的施工“三场”布置方案提出修改要求，力争使料场、渣场等的选址对生态环境的破坏降到最小。

e) 符合环境功能区划原则

电站运行期基本不产生和排放污染物，但工程施工期较长，施工期主要污染为“三废一噪”，其排放应符合环境功能区划要求。

f) 开发与保护并重原则

工程建设应在落实切实可行的环境保护措施的条件下进行，并在工程建设时尽量降低对生态环境的不利影响，将环境保护放在与工程同等重要的地位。

g) 早期介入原则

环境影响评价应尽可能在工程设计的初期介入，并将对环境的考虑充分融入到工程的设计中。

h) 一致性原则

环境影响评价的工作深度应当与工程设计的层次、详尽程度相一致。

1.3 编制依据

1.3.1 法律、法规

《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订);

《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修正);

《中华人民共和国水法》(2016年7月2日修改);

《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修正);

《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修正);

《中华人民共和国噪声污染防治法》(2021年12月24日修订);
《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月29日修订);
《中华人民共和国土壤污染防治法》(2018年8月31日);
《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日修订);
《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日修订);
《中华人民共和国防洪法》(2016年7月2日修改);
《中华人民共和国森林法》(2019年12月29日修订);
《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修订);
《中华人民共和国文物保护法》(2017年11月4日修正);
《中华人民共和国河道管理条例》(2018年3月19日修订);
《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日修订);
《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016年2月6日修订);
《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月7日修订);
《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日修订);
《基本农田保护条例》(2011年1月8日修订);
《国家重点保护野生动物名录》(2021年2月1日);
《国家重点保护野生植物名录》(2021年9月7日);
《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号);
《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17号);
《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31号);
《突发环境事件应急管理办法》(2015年环境保护部令第34号);
《水电建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》。

1.3.2 部委规章及规范性文件

《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》(部令第16号);
《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》(环发〔2004〕24号);
《关于加强水电建设环境保护工作的通知》(环发〔2005〕13号);
《环境影响评价公众参与办法》(部令第4号);
《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号);
《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕

86 号);

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

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

《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65 号);

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

《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)>的通知》(环办〔2013〕103 号);

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

《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办〔2012〕4 号);

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

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅);

《关于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);

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

《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号);

《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65 号);

《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015 年 3 月);

《建设项目环境保护事中事后监督管理办法(试行)》(环发〔2015〕163 号)。

1.3.3 地方法规及规范性文件

《广东省环境保护条例》(2019 年 11 月 29 日第二次修订);

《广东省建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订);

《广东省水污染防治条例》(2020 年 11 月 27 日通过);

《广东省大气污染防治条例》(2019 年 3 月 1 日起施行);

《广东省固体废物污染环境防治条例》(2019 年 3 月 1 日起施行);

《广东省实施〈中华人民共和国环境噪声污染防治法〉办法》(2018 年 11 月 29 日第三次修正);

《广东省主体功能区规划》(粤府〔2012〕120号);
《广东省生态公益林体系建设规划纲要》(粤林〔1995〕003号);
《广东省生态公益林调整管理办法(试行)》(粤林〔2009〕173号);
《广东省农业环保条例》(1998年6月22日发布);
《广东省生态环境建设规划》(粤府办〔2001〕18号);
《广东省野生动物保护管理条例》(2020年3月31日修订,自2020年5月1日起施行);
《广东省实施<中华人民共和国文物保护法>办法》(2014年9月25日修正);
《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》(2017年3月6日);
《关于同意实施广东省地表水环境功能区划的批复》(粤府函〔2011〕29号,2011年1月30日);
《关于同意广东省地下水环境功能区划的复函》(粤办函〔2009〕459号,2009年9月);
《广东省环境保护规划纲要(2006-2020年)》(粤府〔2006〕35号);
《广东省森林保护管理条例》(1997年12月1日公布修订、施行);
《广东省基本农田保护区管理条例》(2002年4月1日起施行);
《广东省湿地保护条例》(2014年9月25日修订、施行);
《广东省重点保护陆生野生动物名录》(粤林〔2021〕18号);
《广东省重点保护野生植物名录(第一批)》(粤府〔2018〕390号);
《广东省实施<中华人民共和国土壤污染防治法>办法》(2019年3月1日施行);
《广东省人民政府关于印发<广东省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>的通知》(粤府〔2021〕28号);
《广东省生态环境厅关于印发<广东省生态环境保护“十四五”规划>的通知》(粤环〔2021〕10号);
《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71号);

1.3.4 规范、导则

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);
《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018);

《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);
《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009);
《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011);
《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);
《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019);
《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018);
《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018);
《生态环境状况评价技术规范》(HJ192-2015);
《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002);
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
《声环境质量标准》(GB3096-2008);
《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);
《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
《广东省水污染物排放限值》(DB44/26-2001);
《广东省大气污染物排放限值》(DB44/27-2001);
《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020);
《水电水利工程环境保护设计规范》(DL/T5402-2007);
《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T5381-2007)。

1.3.5 相关文件及批复

《广东汕尾三江口抽水蓄能电站工程预可行性研究报告(审定稿)》(2021年8月);
《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告(咨询稿)》
(2021年11月);
《广东陆河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)》

(2021 年 11 月)；

《广东陆河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)》

(2021 年 11 月)；

《广东省抽水蓄能电站选点规划报告(2010 年版)》；

《广东省抽水蓄能电站选点规划调整报告》；

《关于印送《广东陆河抽水蓄能电站预可行性研究报告审查意见》的函》(水电规〔2021〕151 号)

《关于报送《广东陆河(汕尾三江口)抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题咨询报告》的函》(水电咨水工〔2021〕182)

《关于印送《广东陆河(汕尾三江口)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〔2021〕203 号)

《关于印送《广东陆河(汕尾三江口)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》

《广东省人民政府关于禁止在广东陆河抽水蓄能电站项目工程占地及淹没区新增建设项目和迁入人口的通告》(粤府函〔2021〕368 号)

《广东省自然资源厅关于广东陆河抽水蓄能 电站项目节地评价审查意见的函》
(粤自然资利用〔2021〕2668 号)

《汕尾市人民政府办公室关于广东陆河(汕尾 三江口)抽水蓄能电站项目社会稳定风险评估工作的函》(汕府办函〔2021〕274 号)

1.4 环境功能区划

1.4.1 地表水环境功能区划

陆河抽水蓄能电站位于广东省陆河县新田镇，距陆河县城直线距离约 20km。电站站址上、下库属同一水系，都属于粤东地区螺河支流新田水的支流激石溪(又称碣石溪)的上游支流激石水，属于螺河的三级支流。螺河发源于汕尾市陆河县与河源市紫金县交界的三神凸山，从北部山区向南经中部丘陵、河口平原注入南海，流域面积 1356km²，为陆河县境内最大的河流。

根据《广东省地表水环境功能区划》(粤环〔2011〕14 号)、陆河县人民政府关于印发《陆河县环境保护规划暨陆河县重点生态功能区保护与建设规划(2017-2030 年)》的通知(陆河府〔2018〕37 号)的划分，螺河水质执行《地表水环境质量标准》

(GB3838-2002) III类水标准。工程涉及的地表水体新田水、激石溪、及激石溪支流水质执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水标准。

表 1.4.1-1 地表水环境功能区划

序号	功能现状	水系	河流	起点	终点	长度(km)	水质目标	行政区	备注
8800	饮农	粤东沿海 诸河 北江	螺河	陆河市村	广宁石澜大胆石	60	II	汕尾市	
8802	饮农		螺河	陆丰河二	广宁新圩	42	III	汕尾市	
9000	农		南北溪	陆丰罗径嶂	陆丰河口	26	III	汕尾市	
9100	饮		西河	新田	陆丰交接(河二)	30	II	汕尾市	又名新田水



图 1.4.1-1 陆河县地表水环境功能区划图

1.4.2 地下水功能区划

根据《广东省地下水功能区划》(2009年)工程位于地下水保护区，属韩江及粤东诸河汕尾陆河地下水水源涵养区(代码 H084415002T01)，地下水类型为裂隙水，地下水功能区保护目标为III类。

1.4.3 环境空气质量功能区划

根据陆河县人民政府关于印发《陆河县环境保护规划暨陆河县重点生态功能区保护与建设规划（2017-2030 年）》的通知（陆河府[2018]37 号）的划分，本项目工程区为二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及 2018 年修改单二级标准。

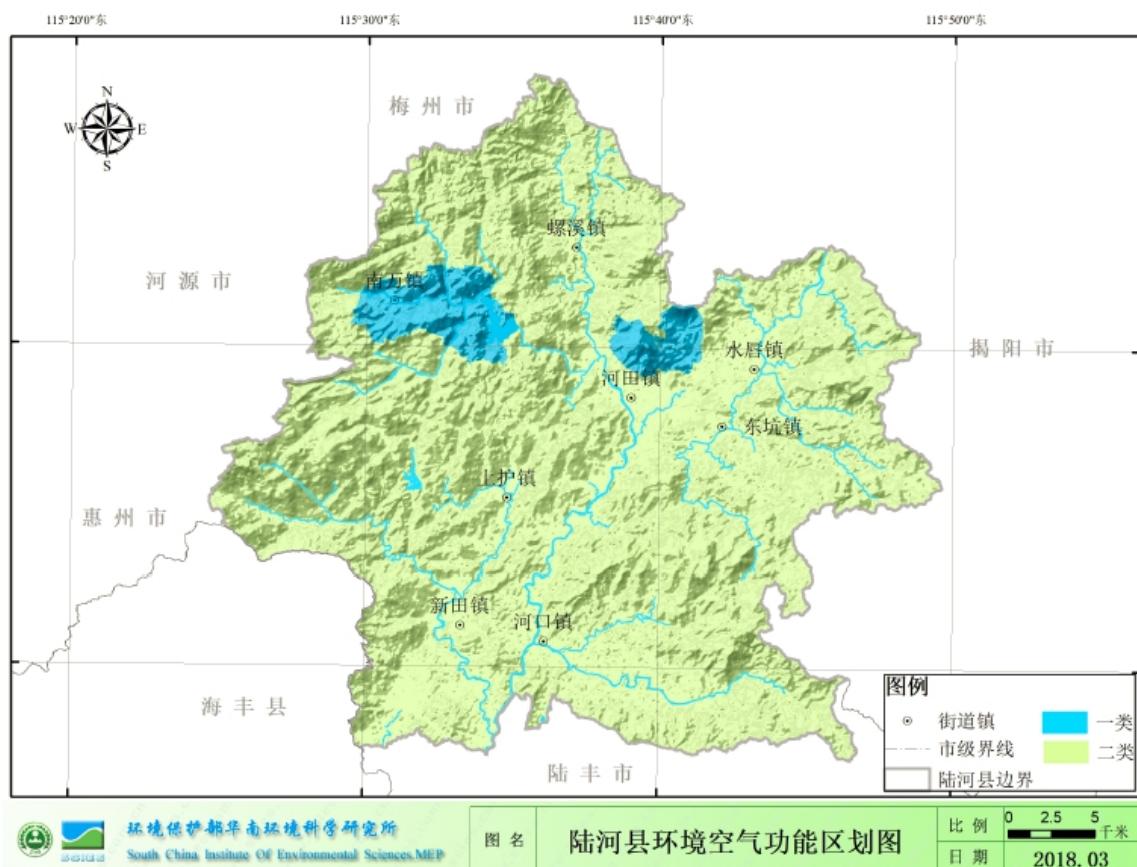


图 1.4.3-1 陆河县环境空气功能区划图

1.4.4 声环境功能区划

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)的功能区划规定，本项目所在区域属于 1 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。

1.4.5 “三线一单”生态环境分区

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(粤府〔2020〕71 号)以及文中“广东省环境管控单元图”、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(汕府〔2021〕29 号)及其附图可知，本项目所在地新田镇属于优先保护单元。

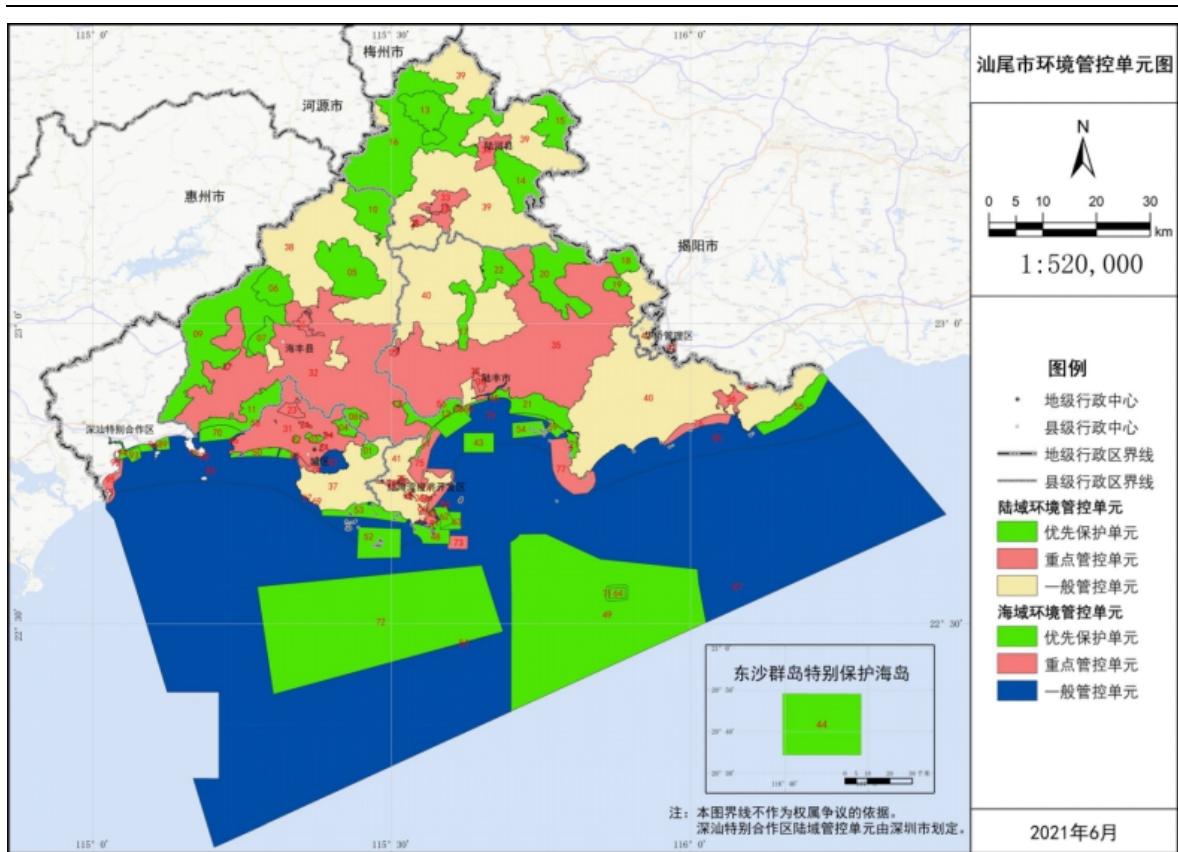


图 1.4.5-1 汕尾市环境管控单元图

1.5 评价标准

根据各环境功能区划，本工程环境影响评价的水环境、环境空气、声环境质量标准和污染物排放标准以及土壤环境和固体废物评价标准如下。

1.5.1 地表水环境

1.5.1.1 环境质量标准

工程影响范围内的地表水水体主要为激石溪及其支流，根据水功能区划，激石溪为II类水环境功能，本工程周边水体地表水评价标准执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准。水环境主要评价标准值见表 1.5.1-1。

表 1.5.1-1 地表水环境质量标准 (GB3838-2002)(摘录) 单位: mg/L

指标	标准值(II类)	指标	标准值(II类)
pH(无量纲)	6~9	砷	≤0.05
DO	≥6	汞	≤0.00005
高锰酸盐指数	≤4	镉	≤0.005

COD	≤ 15	铬(六价)	≤ 0.05
BOD ₅	≤ 3	铅	≤ 0.01
氨氮(NH ₃ -N)	≤ 0.5	氰化物	≤ 0.05
总磷(以 P 计)	≤ 0.1 (湖、库 0.025)	挥发酚	≤ 0.002

1.5.1.1 污染物排放标准

工程所在的河段水质要求均为 II 类，不允许排放污染物，因此，施工期和运行期各类污废水经处理后尽量回用，禁止排放。

a) 施工期

施工期生产污废水需经处理后回用于生产或场地洒水；业主营地生活污水经处理达标后回用于营地内绿化用水，其他施工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)相应标准，回用于绿化、洒水等，禁止排放污废水。砂石系统生产废水经处理后回用，根据《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)的要求，砂石料废水处理后回用标准为 SS $\leq 10\text{mg/L}$ ；混凝土冲洗废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，混凝土冲洗废水处理后回用标准为 SS $\leq 100\text{mg/L}$ ；地下洞室施工废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，地下洞室施工废水处理后回用标准为 SS $\leq 100\text{mg/L}$ 。

b) 运行期

生活污水经处理后全部回用于营地内草地树木绿化、附近林地的浇灌等，不向外排放。处理后的水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相应的绿化用水标准。

1.5.2 地下水环境

根据《广东省地下水功能区划》(2009 年)工程位于地下水保护区，属韩江及粤东诸河汕尾陆河地下水水源涵养区（代码 H084415002T01），地下水类型为裂隙水，地下水功能区保护目标为III类，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)的III类标准。

表 1.5.1-1 地下水环境质量标准 (GB/T14848-2017)(摘录) 单位: mg/L

序号	单位	污染物因子	III类
1	无量纲	pH	6.5~8.5

2	mg/L	耗氧量(COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计)	≤3.0
3	mg/L	总硬度(以 CaCO ₃ 计)	≤450
4	mg/L	氨氮	≤0.5
5	mg/L	硝酸盐(以 N 计)	≤20.0
6	mg/L	亚硝酸盐(以 N 计)	≤1.00
7	mg/L	钠	≤200
8	mg/L	硫酸盐	≤250
9	mg/L	氯化物	≤250
10	mg/L	铁	≤0.3
11	mg/L	锰	≤0.10
12	mg/L	溶解性总固体	≤1000
13	mg/L	汞	≤0.001
14	mg/L	砷	≤0.01
15	mg/L	铬(六价)	≤0.05
16	mg/L	铅	≤0.01
17	mg/L	镉	≤0.005
18	mg/L	氟化物	≤1.0
19	mg/L	氰化物	≤0.05
20	mg/L	挥发性酚类	≤0.002
21	CFU/100mL	总大肠菌群	≤3.0
22	CFU/mL	细菌总数	≤100
23	mg/L	铜	≤1.00
24	mg/L	硒	≤0.01
25	mg/L	锌	≤1.00
26	mg/L	镍	≤0.02
27	mg/L	钡	≤0.70
28	mg/L	铍	≤0.002

1.5.3 空气环境

1.5.3.1 环境质量标准

工程区环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。主要标准值见表 1.5.3-1。

表 1.5.3-1 环境空气质量标准 GB3095-2012(摘录) 单位: mg/m³

标准等级		TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂
二级标准	年平均	0.20	0.07	0.035	0.04	0.06
	日平均	0.30	0.15	0.075	0.08	0.15
	1 小时平均	-	-	-	0.20	0.50

1.5.3.2 污染物排放标准

施工期大气污染物排放执行《大气污染物排放标准》(GB16297-1996)表 2 中的无组织排放监控浓度限值。运行期大气污染物排放执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)。主要标准值见表 1.5.3-2、表 1.5.3-3。

表 1.5.3-2 大气污染物综合排放标准 GB16297-1996(摘录) 单位: mg/m³

标准名称	标准等级	指标		
		TSP	NO _x	PM ₁₀
《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)	无组织排放监控浓度限值 (监控点为周界外浓度最高点)	1.0	0.12	-

表 1.5.3-3 饮食业油烟排放标准(试行)

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度(mg/m ³)	2.0		
净化设施最低去除效果(%)	60	75	85

施工过程中产生的 TSP 执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 中第二时段的二级标准，具体见表 1.5.3-4。

表 1.5.3-4 《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)二时段二级标准(摘录)

生产工艺	污染物	排放浓度限值(mg/m ³)	备注

混凝土搅拌等	TSP	120	1.0
--------	-----	-----	-----

1.5.4 声环境

主体工程区声环境质量评价标准执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准,交通干线红线两侧50m内声环境执行4a类标准。施工期施工作业执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)所定各阶段标准,运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1类标准。主要标准值见表1.5.4。

表 1.5.4 声环境评价标准(摘录)

单位: dB

标准类别	标准名称	标准等级	标准值
环境质量标准	《声环境质量标准》(GB3096-2008)	1类	昼间55、夜间45
		4a类	昼间70、夜间55
污染物排放标准	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	/	昼间70、夜间55
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)	1类	昼间55、夜间45

1.5.5 土壤环境

农用地土壤执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018),建设用地土壤执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准。农用地土壤污染风险筛选值(基本项目)见表1.5.5-1,建设用地土壤污染风险筛选值和管制值(基本项目)见表1.5.5-2。

表 1.5.5-1 农用地土壤污染风险筛选值一览表

单位: mg/kg

污染物项目		风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
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	果园	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

表 1.5.5-2 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值一览表(摘录) 单位: mg/kg

污染物项目	筛选值(第二类用地)	污染物项目	筛选值(第二类用地)
重金属和无机物			
砷	60	铅	800
镉	65	汞	38
铬(六价)	5.7	镍	900
铜	18000		
挥发性有机物			
四氯化碳	2.8	1,1,2-三氯乙烷	2.8
氯仿	0.9	三氯乙烯	2.8
氯甲烷	37	1,2,3-三氯丙烷	0.5
1,1-二氯乙烷	9	氯乙烯	0.43
1,2-二氯乙烷	5	苯	4
1,1-二氯乙烯	66	氯苯	270
顺-1,2-二氯乙烯	596	1,2-二氯苯	560
反-1,2-二氯乙烯	54	1,4-二氯苯	20
二氯甲烷	616	乙苯	28
1,2-二氯丙烷	5	苯乙烯	1290
1,1,1,2-四氯乙烷	10	甲苯	1200

1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	间二甲苯+对二甲苯	570
四氯乙烯	53	邻二甲苯	640
1,1,1-三氯乙烷	840		
半挥发性有机物			
硝基苯	76	苯并(k)荧蒽	151
苯胺	260	䓛	1293
2-氯酚	2256	二苯并(a,h)蒽	1.5
苯并(a)蒽	15	茚并(1,2,3-cd)芘	15
苯并(a)芘	1.5	萘	70
苯并(b)荧蒽	15		

1.5.6 固体废物

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单的标准；生活垃圾收集、处置执行《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889-2008)。

1.5.7 电磁环境

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，公众曝露的电场、磁场、电磁场(1Hz~300GHz)强度控制限值应满足表 1.5.7-1 的要求。

表 1.5.7-1 《电磁环境控制限值》公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μT)	等效平面波功率 密S _{eq} (W/m ²)
1Hz~8Hz	8000	$32000/f^2$	$40000/f^2$	-
8Hz~25Hz	8000	$4000/f$	$54000/f$	-
0.025kHz~1.2kHz	$200/f$	$4/f$	$5/f$	-
1.2kHz~2.9kHz	$200/f$	3.3	4.1	-
2.9kHz~57kHz	70	$10/f$	$12/f$	-
57kHz~100kHz	$4000/f$	$10/f$	$12/f$	-
0.1MHz~3MHz	40	0.1	0.12	4

3MHz~30MHz	$67/f^{1/2}$	$0.17/f^{1/2}$	$0.21/f^{1/2}$	$12/f$
30MHz~3000MHz	12	0.032	0.04	0.4
3000MHz~153000MHz	$0.22/f^{1/2}$	$0.00059/f^{1/2}$	$0.00074/f^{1/2}$	$f/7500$
15GHz~300GHz	27	0.073	0.092	2

注 1：频率 f 的单位为所在行中第一栏的单位。
 注 2：0.1MHz~300GHz 频率，场量参数是任意连续 6 分钟内的方均根值。
 注 3：100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度；100kHz 以上频率，在远场区，可以只限制电场强度或磁场强度，或等效平面波功率密度，在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。
 注 4：架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

本项目频率为 50Hz，属于 100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度，限值换算后见表 1.5.7-2。

表 1.5.7-2 本工程公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μ T)	等效平面波功率密 S_{eq} (W/m ²)
50Hz	4000	-	100	-

1.6 评价工作等级

1.6.1 地表水环境

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

1.6.1.1 水污染影响

本项目施工期污水经处理后全部回用至生产或场地绿化或洒水降尘，严禁外排；工程运行期间主体工程区域污废水量不大，主要为电站工作人员的生活污水、机组检修时产生的少量油污水，主要污染物为 pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、石油类等，各类污废水经处理达标后回用于厂区绿化，不直接排放。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)“水污染影响型建设项目评价等级判定依据”，确定地表水环境水污染影响评价的工作等级为三级 B。

1.6.1.2 水文要素影响

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定。

本工程上水库集水面积为 1.30km^2 , 多年平均径流量为 195 万 m^3 , 正常蓄水位 851.00m, 相应库容为 1049 万 m^3 , 总库容 1167.40 万 m^3 。下水库坝址集水面积为 16.60km^2 (不含上水库), 多年平均径流量为 2500.00 万 m^3 。下水库正常蓄水位 232.00m, 相应正常蓄水位库容 953 万 m^3 , 总库容为 1085.1 万 m^3 。

本工程为日调节纯抽水蓄能电站, 根据抽水蓄能电站运行规律, 工程上下水库水体频繁交换基本不会出现水温分层的情况。上、下水库坝址以上天然径流量小, 但因水体交换频繁, 实际入库径流量大, 根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)“水文要素影响型建设项目评价等级判定依据”, 本工程兴利库容与年径流量百分比分别为 1.47% 和 0.10%, 上、下库 β 均小于 2%; 工程取水量(水库水面蒸发渗漏损失量年总量为 48.5 万 m^3)占多年平均径流量百分比 γ 值分别 24.8% 和 1.94%, 其中上库 $10 < \gamma < 30$, 下库 $\gamma < 10$ 。工程下坝址距离花鳗鲡省级自然保护区最近距离约 600m, 电站运行对汇入自然保护区径流有影响。

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)中水文要素影响型建设项目评价等级判定表, 确定本工程水文要素影响型建设项目评价等级定为二级。

1.6.2 地下水环境

本工程属于生态影响型项目, 工程施工期和运行期生产废水和生活污水经处理后全部回用, 对地下水水质影响较小。本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)地下水环境影响评价行业分类表, 本工程属于III类建设项目。地下水环境影响评价行业分类表见表 1.6.2-1。

表 1.6.2-1 地下水环境影响评价行业分类表(摘录)

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 1000kW 以上; 抽水蓄能电站; 涉及环境敏感区	其他	III类	IV类
---------	--------------------------------	----	------	-----

本工程所在区域无地下水集中供水水源，无地下水环境保护目标，地下水环境敏感程度属于不敏感程度，因此，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)，本次地下水评价工作等级为三级。

表 1.6.2-2 地下水评价工作等级分级表

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

1.6.3 空气环境

根据项目工程分析，本项目施工期主要空气污染因子为施工扬尘，经采取措施治理后其污染物排放量较少，且施工结束后其扬尘污染消除。陆河抽水蓄能电站运营期无废气产生，根据《环境影响评价技术导则》(HJ2.2-2018)中关于大气环境影响评价工作等级划分表的依据，可确定环境空气评价等级为三级，仅开展一般性影响分析。

1.6.4 声环境

本工程上、下水库施工区周围分布人口不多。工程对声环境产生的影响主要在施工期，电站运行期间对声环境基本不产生影响。项目建设前后噪声级基本上没有变化，区域噪声排放执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中环境评价等级划分标准，确定本工程声环境评价等级为二级评价。

1.6.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)有关规定，本工程生态环境影响区域为水库淹没区和施工占地区等，根据本工程施工总布置规划方案，工程征占地面积 319.42hm² (含水库淹没区面积，下同)，其中永久征地面积 255.30hm²，临时征地面积 64.12hm²，面积大于 2km²，小于 20km²；场内交通总计 36.3km，长度小于 50km，本工程自流排水洞涉及广东陆河花鳗鲡省级自然保护区，属于特殊生态敏感区。因此，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)的相关规定，生态环境影响评价工作等级为一级。

表 1.6.5-1 生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地(水域)范围		
	面积 $\geq 20\text{km}^2$ 或长度 $\geq 100\text{km}$	面积 $2\text{km}^2 \sim 20\text{km}^2$ 或长度 $50\text{km} \sim 100\text{km}$	面积 $\leq 2\text{km}^2$ 或长度 $\leq 50\text{km}$
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

1.6.6 土壤环境

本工程为抽水蓄能电站项目，属于水力发电项目，根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)，本项目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表见表 1.6.6-1。

表 1.6.6-1 土壤环境影响评价项目类别(摘录)

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); 研石、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 65t/h (不含)以上的热力生产工程	其他

本工程对土壤的影响属于生态影响型，工程建设造成地下水位的变化可能引起土壤沙化、次生盐碱化或沼泽化。本项目库区地下水位埋深较大，据钻孔地下水位长期观测资料，工程区地下水位埋藏较深，上水库地下水位最大埋深为 27.8m ，最大水位变幅为 53.3m ；下水库地下水位最大埋深为 34.3m ，最大水位变幅 34.3m ，水库蓄水完成后，库区内地下水位将升高，根据预可研阶段地质专业成果，上、下水库经防渗处理后，水库建设不会造成库区两侧土壤地下水水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m ，土壤盐化影响赋值为0分。

根据气象统计资料，陆河县多年平均蒸发量为 1027.4mm ，多年平均降雨量为 2255.1mm ，经计算干燥度(蒸降比值)(EPR)为 $0.46 < 1.2$ ，土壤盐化影响赋值为0分。根据土壤环境质量监测结果，土壤本底含盐量(SSC) $< 1\text{g/kg}$ ，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(TDS) 含 $< 1\text{g/L}$ ，土壤盐化影响赋值为0分。根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为粘土及砂土，土壤盐化影响赋值为2分，pH值约为5.5，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》(HJ 964-2018)，土壤环境影响评价工作等级定为三级。生态影响型项目土壤环境影响评价工作等级划分表见表 1.6.6-2。

表 1.6.6-2 生态影响型项目土壤环境影响评价工作等级划分表

敏感程度	项目类别		
	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.6.7 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则输变电工程》(HJ24-2020)：本工程主变位于地下厂房内，新建的 500kV 开关站为户内式；输电线路位于电缆洞内，为地下电缆，电磁环境评价等级为二级。

1.6.8 风险评价

本工程不设置炸药库、油库和加油站，工程所需油品通过油车(约 8m³)运至施工区域定点供应，突发环境事件风险物质主要为油类物质，存量较小，最大存量小于临界值(2500t)，因此其总量与临界值的比值 $Q < 1$ ，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，本项目环境风险潜势为 I，环境风险评价可做简要分析。环境风险评价工作等级划分表见表 1.6.8-1。

表 1.6.8-1 环境风险评价工作等级划分表

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

^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。

1.7 评价范围

1.7.1 地表水环境

广东汕尾陆河抽水蓄能电站工程站址位于陆河县新田镇。站址范围内水体为西河，西河又名新田水，流域集雨面积 201km²，均在陆河县境内，是陆河县螺河水系最大的一脉支流。上水库库址位于新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库，下水库

位于西河。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中水环境影响评价范围确定原则，确定水环境评价范围为：上、下库库区及所在激石溪支流、下水库址至激石溪河段汇口处、激石溪汇口处至自流排水洞间所在河段。

1.7.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中水环境影响评价范围确定原则，地下水评价范围应包括工程建设和运行期地下水位变化影响区域，确定水环境评价范围为：工程区域内的水文地质单元，集水面积合计约 16.60km^2 。

1.7.3 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中水环境影响评价范围确定原则，本工程运行期无大气污染物产生，参照三级评价不需设置评价范围。

1.7.4 声环境

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ 2.4-2009)中声环境影响评价范围的确定原则，确定本工程声环境影响评价范围为：上水库、下水库、厂区和输水系统的各施工工区及周围 200m 范围，对外交通衔接公路、进场道路、上下库连接道路以及场内施工道路两侧 200m 范围内。本工程电站建成运行后厂房位于地下不产生噪声污染，运行期声环境影响评价范围为 500kV 开关站厂界外 200m 范围内。

1.7.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》、《环境影响评价技术导则 水利水电工程》、《水利水电工程环境影响评价技术规范》的要求，结合工程对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系，充分考虑区域生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区和间接影响区域，以项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界来确定评价范围，具体如下：

(1) 陆生生态评价范围：

枢纽工程区：上下水库库尾至坝址区间两岸第一道山脊线所形成的封闭区域以及施工占地区（工程占地区包括工程建设永久占地区、各施工场地、土石料场、上下库连接公路、输水系统区等区域）向外扩展 300m 的范围。陆生评价范围总面积 1523.38hm^2 ，以下统称为评价区。

(2) 水生生态评价范围:

水生生态评价范围为上水库所在的上坪田和下坪田水库，长度约 1.4km；下水库回水末端及下水库坝址下游至漯河汇入口约 25km 河段。

1.7.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中土壤环境影响评价项目类别划分，本项目属于水利行业II类项目。评价等级为三级，评价范围为工程占地边界 2km 范围内。

1.7.7 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则输变电工程》(HJ24-2014)，本工程工频电场、工频磁场评价范围为 500kV 开关站站界外 50m 的范围区域内。

1.8 环境影响因子与评价因子筛选

1.8.1 环境影响识别

1.8.1.1 施工期

a) 上、下水库大坝工程、上下库连接以及对外衔接道路、厂房及业主营地等施工，施工工厂及施工营地、弃渣场、堆土场等场地布置以及施工人员活动等直接或间接对区域局部植被的破坏和土壤扰动，造成地表裸露，引起局部水土流失，影响自然景观及生态环境。

b) 工程施工机械和运输车辆的废气和噪声等对附近村屯生活环境、生态环境有所影响；施工废水对坝址上、下游河流水质和水生生物直接或间接的影响等。

1.8.1.2 运行期

a) 水文情势、水环境等影响

1) 水库建成蓄水，库区水面面积、流速、深度等水文情势发生变化，初期蓄水可能对坝下河道水文情势产生环境影响。

2) 水库建成后导致库区水温、水位、流速等条件的改变可能导致库区水质变化。

3) 厂房渗水以及机组检修排水可能对下游水质影响。

b) 地下水环境影响

水库建成蓄水，库区水位升高，可能对库区地下水水位产生影响。

c) 生态环境影响

1) 水库建成蓄水，淹没库区部分用材林、耕地和经济林等，带来一定的植物生

产力损失，局部区域生态完整性可能受损；

2) 部分野生动物栖息地因被淹没而丧失，对水库周边动物生活习性有一定影响；

3) 水库建成后造成水生生物的生境阻隔，改变部分水生生物的群落结构。

d) 声环境

陆河抽水蓄能各机电设备均位于地下厂房内，产生的噪声对厂房外部声环境影响较小。500kV 开关站运行期间的噪声主要来自配电装置等电器设备所产生的电磁噪声，以及冷却风扇产生的机械噪声。

e) 生活污水和生活垃圾

陆河抽水蓄能电站管理职工生活污水和生活垃圾会对周边环境带来影响。

f) 大气环境分析

工程运行期，对大气环境没有影响。

g) 电磁环境

500kV 开关站内的工频电场、工频磁感应强度主要产生于配电装置的母线下及电气设备附近。在交流变电站内各种带电电气设备包括电力变压器、高压电抗器、断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器等以及设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生电磁场，对周围环境产生一定的电磁影响。

h) 环境风险

主要有水库溃坝、地震、水质污染等风险。

1.8.2 环境影响评价因子筛选

在全面、深入开展工程区环境现状调查、发展规划资料搜集等工作基础上，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(结果见表 1.8.2-1)。

表 1.8.2-1 环境影响因子识别矩阵分析表

环境要素	环境因子	影响源			识别结果
		工程施工	水库淹没	工程运行	
地表水	水质	-1R	-1L	-1R	-1L
	水文情势	-2L	-3L	-3L	-3L
地下水	水质	-1L	-1L	0	-1L

	地下水位	-2L	-3L	-1L	-3L
声环境	噪声	-2L	0	0	-1L
大气环境	环境空气	-2L	0	0	-1L
土壤环境	土壤	-2R	-1L	0	-1R
生态环境	水生生态	-1L	-3L	-3L	-3L
	陆生生态	-2L	-3L	$\pm 1L$	-3L
社会环境	人群健康	-1R	0	0	-1R

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。

经筛选、识别确定本项目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、陆生生态影响；影响较小的环境因子主要是水质、人群健康等。

根据环境影响识别，本次评价给出了环境影响评价现状评价因子和预测评价因子，详见表 1.8.2-2。

表 1.8-2 评价因子一览表

环境要素	现状评价因子	预测评价因子
地表水环境	pH、SS、DO、COD、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、氨氮、总磷、铜、锌、六价铬、氟化物、砷、汞、镉、铅、石油类、硫化物、粪大肠菌群、叶绿素 a 等	SS、总磷、总氮、氨氮、COD、BOD ₅ 、水文情势
地下水环境	pH、氨氮、硝酸盐、挥发性酚类、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、总大肠菌群、细菌总数等	/
声环境	L _{Aeq}	L _{Aeq}
大气环境	NO ₂ 、PM ₁₀ 、TSP、CO、SO ₂ 、O ₃ 、PM _{2.5}	TSP
土壤环境	土壤理化特性，重金属和无机物，挥发性有机物，半挥发性有机物，pH，镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍	/
生态环境	陆生生态、水生生态、珍稀动植物	陆生生态、水生生态、珍稀动植物

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境保护敏感目标

本工程上下库及拟施工区域周边无居民，无大气及声环境敏感点，根据工程所在区域的环境现状和环境敏感点分布，以及本工程施工、运行特点，拟定本工程的环境

保护目标如下：

1.9.1.1 水环境

a) 地表水环境

工程位于激石溪支流，根据水功能区划，激石溪支流水质执行《地表水环境质量标准》(GB3828-2002) II类水标准。根据本工程建设涉及区域水系分布以及水利设施分布情况，水环境敏感保护目标包括激石溪支流、激石溪支流小水电（大沥唇水电站、三江口水电站、三坑水电站、坪田水电站、激石溪老区水电站）、新溪水厂、花鳗鲡省级自然保护区。

表 1.9.1.1-1 水环境保护敏感目标一览表

名称	规模及特征	位置	主要影响源	可能造成的影响	保护要求
激石溪支流及干流	电站下水库所在激石溪支流的整个小流域以及该支流与激石溪干流汇合后的激石溪干流（合计为 57.2km ² ）	上、下水库所在水系	工程施工与运行	施工废(污)水进入河流；初期蓄水与运行影响坝下流量	施工废(污)水回用；保障生态流量
大沥唇电站	大沥唇水电站总装机830kW，拥有一台630kW 和 1 台200kW 发电机组，其中630kW 机组从位于上库区的下坪田水库取水，通过地上钢管(直径0.4m 直径)输水1.51km 至场区发电，200kW 机组从南房水库取水，通过地上钢管(直径0.8m 直径)输水0.43km 至 场区发电	位于上库区	工程施工与运行	电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏大沥唇电站发电的主要水源，而公路区的建设将破坏输水设施，因此大沥唇水电站由于上下坪田水库被淹没而损失的装机容量为 630kW。	施工废(污)水回用，保证引用水水质不影响；电量损失补偿
三江口电站	位于下库区中央，从上游三把坑水库取水，通过地下隧道(1.8m×1.2m)输水(长度 1.87km)至坪田前池，再通过地上钢管(直径 0.8m)输水(长度 1.50km)至该水电站场区发电	位于库区中央	水库淹没	电站建成后，下库区将会淹没三江口水电站的场区，下库区和进场路的建设将会破坏输水设施，导致三江口水电站无法再进行运行。	一次性补偿
三坑水电站	从大沥唇水电站尾水取水，通过地下隧道(1.8m×1.2m)输水(长度 1.41km)至三坑电站发电前池，再通过地上钢管(直径 0.8m)输水(长度 0.95km)至该水电站场区发电	位于下库区中央	水库淹没	电站建成后，下库区将会淹没三坑水电站的场区，下库区和进场路的建设将会破坏输水设施，导致三坑水电站无法再进行运行。	一次性补偿
坪田电站	共一台 630kW 发电机组，水电站从上库区的上下坪田水库取水，通过地上钢管(0.4m 直径)输水 1.10km 至场区发电	位于上下库连接公路旁	水库淹没	电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏坪田电站发电的水源，	一次性补偿

				而 公路区的建设将破坏输水设施，导致坪田水电站无法再进行运行。	
激石溪老区电站	场区在工程占地范围外，共 2 台 500kW 和 1 台 200kW 发电机组，电站主要从三江口水电站发电尾水取水，通过地上明渠和地下隧道输水 0.96km 至发电压力前池，再通过 60m 长的压力钢管输送至场区发电，次要水源的拦沙坝位于上湾处，位于征地红线外，不受影响，通过 0.55km 地上明确和 1.45km 地下隧洞输水 2km 至发电压力前池，再通过 60m 长的压力钢管输送至场区发电	位于下库坝后管理用地南边	工程施工与运行	电站建成后，下库区建设将会淹没三江口水电站厂房，因此激石溪老区水电站的主要发电水源将被淹没，因此对激石溪老区水电站的发电水量有一定的影响。	施工废(污)水回用，保证引用水水质不影响；电量损失补偿
新溪自来水厂取水口	水厂占地面积 23500 平方米，建设规模为 3 万 m ³ /d。水厂主水源为章姑潭拦水陂，最高日取水量为 3 万 m ³ /d，平均日取水量为 2.295 万 m ³ /d，年取水总量为 837.522 万 m ³ 。备用水源湖坑村神鱼控拦水陂位于激石溪小支流，集雨面积 4.5km ² ，与陆河抽蓄电站的上、下水库分属不同的支流。	位于激石溪干流上 自陆河抽蓄电站所在支流汇入口下游 3.2km 处	工程施工与运行	施工废(污)水进入河流；电站施工用水及蓄水影响	与新溪自来水厂商讨赔偿事宜，并另行寻找第二水源建设永久或临时取水工程
花鳗鲡省级自然保护区		下库坝址下游 600 米汇入河段	工程施工与运行	施工废(污)水进入河流；初期蓄水与运行影响坝下流量	施工废(污)水回用；保障生态流量

1.9.1.2 环境空气和声环境保护目标

根据项目周边环境特征、工程特点以及评价工作等级和评价范围，确定大气环境和声环境敏感目标主要为施工期各施工作业影响区，上下库连接道路、施工道路以及对外衔接道路两侧 200m 范围的村屯。本项目大气环境和声环境敏感目标见表 1.9.1-2。

表 1.9.1.2-1 空气和声环境保护敏感目标一览表

敏感点	附近噪声源	最近距离	户数/人 数	主要影响 源	可能造成 影响	保护要求
激石溪村上屋仔	下库导流洞出口	80m	4 户	工程施工	施工可能造成征地范围线外居民的大气环境质	保证居民居住地大气环境和声环境质量满足相
激石溪村	下库施工区	150m	8 户			
吉溪森林派出所	下库导流洞出口	300m	约 30 人			

进场路	进场道路、大坝标 施工营地	40m	4 户		量下降、 声环境受 到影响	应标准要 求
-----	------------------	-----	-----	--	---------------------	-----------

1.9.1.3 生态环境保护目标

通过对工程区域环境敏感点的资料分析和调查，确定广东陆河抽水蓄能工程主要环境敏感目标见表 1.9.1.2- 1。

表 1.9.1.2-1 陆河抽水蓄能电站工程评价区主要环境敏感目标一览表

环境因子	类别	敏感目标	级别	保护类别/对象	面积/数量	与工程区位置关系	影响方式	影响因素
生态敏感区	特殊生态敏感区	广东陆河花鳗鲡省级自然保护区	省级	花鳗鲡、唐鱼、香港黑叉尾斗鱼等珍稀保护鱼类	695.54km ²	工程自流排水口位于保护区核心区	直接影响	施工活动、施工噪声、人为干扰影响等
陆生植物	保护植物		国家二级	建兰	1种 8株	位于评价区输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内	直接影响	施工可能对建兰产生直接影响，造成个体损失；施工建设过程中造成的土壤扰动、产生的废水、废气、粉尘等均可能间接影响建兰的生存和生长。
	生态公益林		国家二级		下库备用料场占用		直接影响	工程占地直接占用
			省级		上库工程区、输水系统及下库部分占用			
	保护林地		三级	天然林、用材林等	上水库及部分输水系统区占用的林地均为三级保护林地		直接影响	
			四级		下水库及部分输水系统区占用的林地均为四级保护林地		直接影响	
陆生动物	重点保护野生动物	国家重点保护野生动物	国家一级	小灵猫	1种	栖息于评价区的山间林中	间接影响	工程占地、施工噪声、震动、灯光影响等

			国家 二级	虎纹蛙、褐翅 鸦鹃、小鸦 鹃、黑鳽、画 眉、红嘴相思 鸟	6 种	主要栖息在上、下水库 和周围的山林内		
	广东省级重 点保护野生 动物	省级	白鹭、池鹭、 牛背鹭、斑姬 啄木鸟、灰头 鳽、小鵟、三 道眉草鶲	7 种	评价区近水林地、草地 附近有分布	间接影响		
水生 生物	重点 保护 水生 生物	国家重点保 护鱼类	国家 二级	花鳗鲡、唐鱼	2 种	广东陆河花鳗鲡省级自 然保护区内	间接影响	施工噪声、震动等影响

1.9.2 环境保护目标

1.9.2.1 水环境保护目标

a) 地表水环境

加强施工期和运行期各类污废水的治理，各种污废水经处理后全部回用，禁止外排。加强上、下水库周围水污染源管理和控制，保护水库水质，使工程所在的激石溪支流水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准，确保生态流量下泄设施运行正常，满足下游用水要求。

b) 地下水环境

通过施工控制、综合防渗措施，防止工程区下游的地下水位和流场受到影响，将库区周围地下水位受上、下水库水位变幅影响控制在可接受范围内，避免因地下水位变化出现环境水文地质问题。

1.9.2.2 生态环境保护目标

通过合理布置施工场地、控制施工占地、加强施工管理、减轻工程对区域动植物的不利影响，维持区域生态系统的完整性和稳定性，使区域现状生态环境不至因新建本工程而恶化。保护工程所在区域陆生生态系统的完整性，加强施工期管理，避免扰动施工管理区范围外的动植物，禁止捕杀野生保护动物。施工期加强对鱼类的保护，运行期合理开发和利用水力资源，保障大坝下游河段内生态环境用水的需要。采取有效、可行的工程措施和植物措施，减少工程建设中新增水土流失量，施工结束后，对各类临时施工场地实施植被恢复。对因工程建设占用和破坏的林地和农田采取确实有效的补偿和恢复措施，维护工程区生态完整性，保持其生产力。

1.9.2.3 环境空气保护目标

大气污染物排放强度满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放浓度限值，建筑施工厂界噪声排放满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的排放限值，同时使敏感点和周边的环境空气符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

1.9.2.4 声环境保护目标

维护工程所在区域及周边区域的声环境。施工期与运行期，敏感点和周边的声环境达《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准，交通干线两侧红线外50m以内的区域应达到4a类标准。

1.9.2.5 土壤环境保护目标

本项目土壤环境保护目标为占地范围及周边 2km 范围内的耕地、园地林地等。土壤环境的保护要求是合理利用土壤资源，防止破坏和浪费表土资源；加强施工管理，禁止随意扩大施工用地侵占土地；防止因本工程建设而影响周边土的理化性质，防止出现土壤酸化或碱化问题。

1.9.2.6 社会环境保护目标

做好施工区以及移民安置区的人群健康保护。采取有效措施控制施工人员的传染性疾病发病率，使施工期地方病、传染病发病率控制在现状水平以下。保障移民居住环境、卫生条件良好。

1.10 评价水平年

本工程环境影响评价期限分为施工期和运行期。现状评价水平年为 2022 年。施工期评价时段为工程施工全过程，预测水平年为施工高峰年。运行期评价时段为工程运行并发挥全部效益后。

1.11 评价重点

本工程的环境影响评价重点是：工程建设对激石溪支流水文情势影响、与对花鳗鲡省级自然保护区影响评价与生态环境影响评价。

1.12 评价工作程序

评价程序见图 1.12.1。

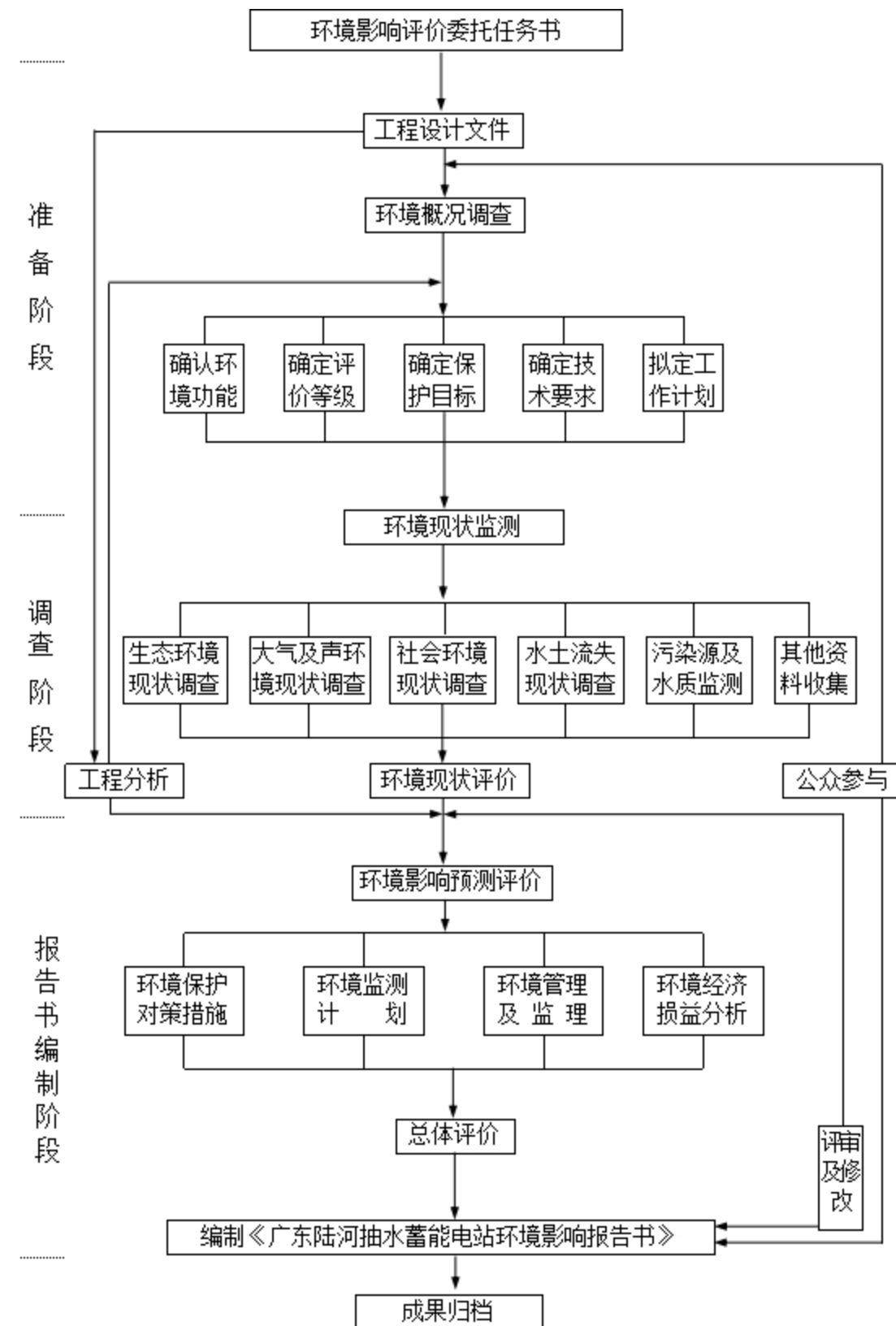


图 1.12.1 陆河抽水蓄能电站环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 工程开发背景

2.1.1 流域概况

陆河抽水蓄能电站位于广东省陆河县新田镇，距陆河县城直线距离约 20km。工程位于螺河三级支流激石溪(又称碣石溪)流域。螺河发源于汕尾市陆河县与河源市紫金县交界的三神凸山，从北部山区向南经中部丘陵、河口平原注入南海，流域面积 1356km²，为陆河县境内最大的河流。

工程上水库位于激石溪流域北部，为流域内最高山间盆地，坝址以上流域集雨面积 1.3km²，干流长 1.46km，河道平均坡降 19‰。下水库位于上水库南面约 3km 处的石碣元、大冬排一带，坝址以上流域集雨面积 16.6km²，干流长 8.4km，河道平均坡降 101‰。下库库盆主要为一北西向冲沟和一北东向冲沟交汇形成，平坦开阔。

陆河站址上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的下坪田水库，下水库位于新田镇吉溪林场山间谷地坐背。激石水流域内树木密布，气候温和，雨量丰沛，光照充足，植被良好。

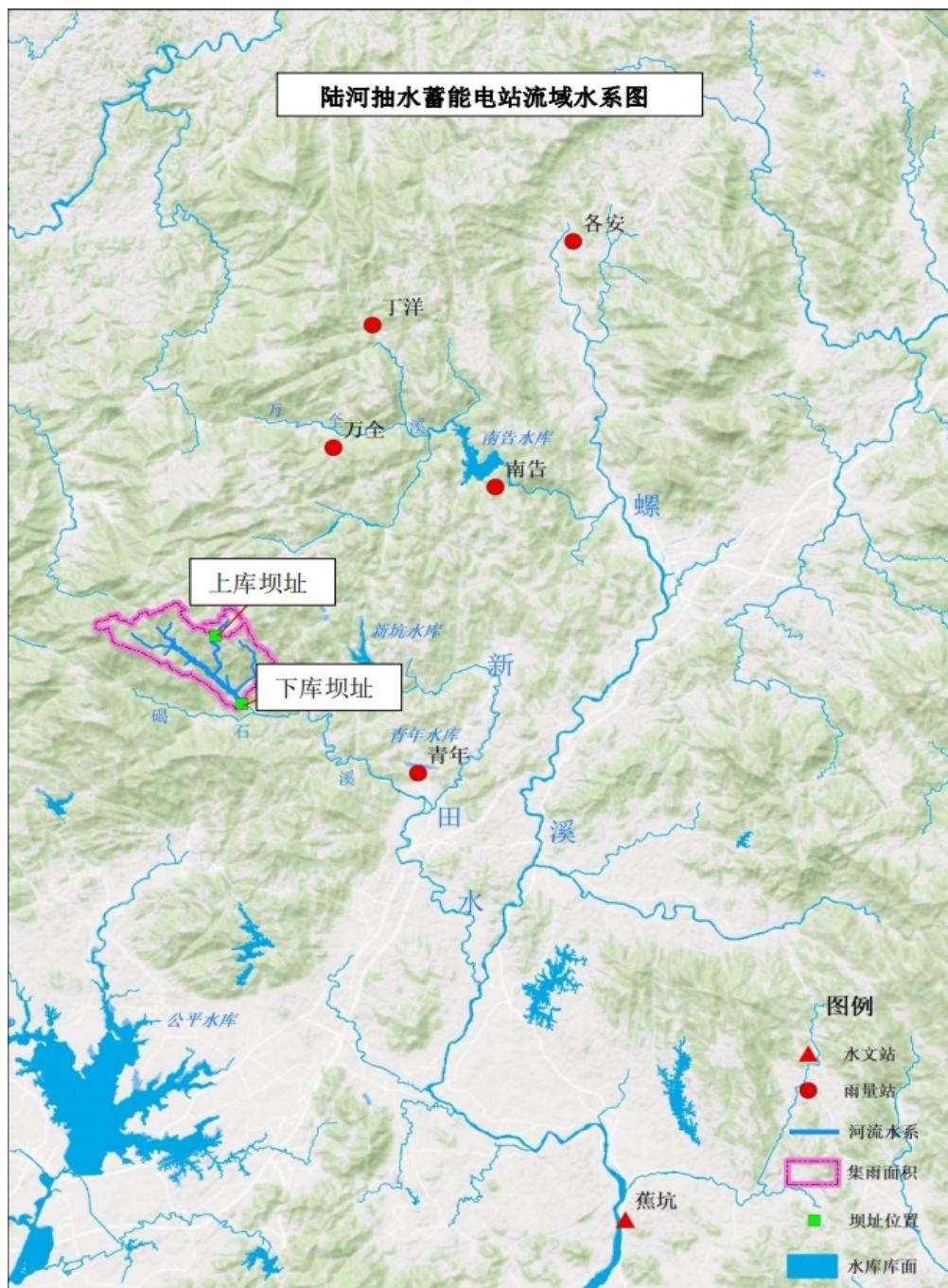


图 2.1.1-1 陆河抽水蓄能电站流域水系图

2.1.2 项目规划及开发情况

2.1.2.1 广东陆河蓄能电站选点规划概况

广东省抽水蓄能电站上一轮选点规划工作始于 2007 年。2007 年 4 月，受中国南方电网有限公司委托，广东省电力设计研究院、广东省水利电力勘测设计研究院、中南勘测设计研究院共同承担《广东省抽水蓄能电站选点规划报告(2010 年版)》的编制工作。经 3 年多的共同努力，2010 年 4 月，三方提出了《广东省抽水蓄能电站选点

规划报告(2010 年版)》; 2010 年 5 月, 水电水利规划设计总院会同广东省发展改革委对选点规划报告进行了审查; 2011 年 10 月 28 日, 国家能源局以“国能新能〔2011〕350 号”文, 复函广东省发展改革委和水电水利规划设计总院, 原则同意广东省抽水蓄能电站选点规划成果及审查意见, 同意在初选梅州(五华)、大洋、岑田、新会和天堂作为比选站点, 以及以往规划的阳江站点的基础上, 确定梅州(2400MW/一期 1200MW)、阳江(2400MW/一期 1200MW)和新会(1200MW)为广东电网 2020 年新建抽水蓄能电站的推荐站点。

2020 年 8 月, 为有序推进广东省抽水蓄能电站建设, 水电水利规划设计总院委托中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司和广东省水利电力勘测设计研究院共同开展广东省抽水蓄能电站选点规划调整勘察设计工作。2021 年 4 月, 中南院和广东水利电力勘测设计研究院完成《广东省抽水蓄能电站选点规划调整报告》的编制工作。同年 5 月, 水电水利规划设计总院会同广东省发展和改革委员会在广州主持召开了《广东省抽水蓄能电站选点规划调整报告》审查会议, 审查意见认为: “东区的中洞、陆河、岑田站点, 西区的水源山、浪江站点工程建设条件较好, 不涉及环境制约因素, 技术经济指标相对较优, 并具有较好的前期工作基础, 均拟纳入广东省电力发展“十四五”规划重点开工项目”。

根据国家 2021 年 8 月发布的《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》规划成果, 到 2035 年, 抽水蓄能电站投产总规模达到 3 亿 kW, “十四五”期间开工 1.6 亿 kW, 2025 年投产总规模达到 0.62 亿 kW 以上; “十五五”期间开工 0.8 亿 kW, 2030 年投产总规模达到 1.2 亿 kW 以上; “十六五”期间开工 0.4 亿 kW, 2035 年投产总规模达到 3 亿 kW。其中广东省“十四五”期间重点实施项目包括岑田(1200MW)、汕尾陆河(1400MW)、梅州二期(1200MW)、阳江二期(1200MW)、浪江(1200MW)、中洞(1200MW)、水源山(1200MW)、电白(1200MW)。

目前, 广东省已投运广州、惠州、清远和深圳 4 座抽水蓄能电站, 已建抽水蓄能电站装机容量 7280MW; 梅州和阳江在建, 计划于 2021 年开始投产。广东省抽水蓄能电站选点规划推荐站点实施情况见表 2.1.1-1。

表 2.1.1-1 广东省抽水蓄能已建、在建站点情况表

序号	规划站点	规模	状态	实施情况	批准时间
1	广州蓄能	2400MW	已建	一期 1994 年投产; 二期 2000 年投产	1988 年

2	惠州蓄能	2400MW	已建	2011 年投产	2005 年
3	清远蓄能	1280MW	已建	2015 年投产	2009 年
4	深圳蓄能	1200MW	已建	2018 年投产	2004 年
5	梅州一期	1200MW	在建	2015 年开工，预计 2021 年开始投产	2011 年
6	阳江一期	1200MW	在建	2015 年开工，预计 2021 年开始投产	

2.1.2.2 项目勘测设计工作过程

a) 预可行性研究设计

2021 年 6 月广东省水利电力勘测设计研究院有限公司完成《广东汕尾陆河抽水蓄能电站工程预可行性研究报告》，2021 年 8 月 12 日至 13 日，水电水利规划设计总院在北京市主持召开广东陆河(陆河)抽水蓄能电站预可行性研究报告审查视频会议。2021 年 9 月 22 日，水规总院以“水电规〔2021〕151 号”文签发了预可研报告的审查意见，意见认为，报告内容满足预可行性研究报告编制规程的要求，基本同意该报告，基本同意“初选电站装机容量 1200MW、电站连续满发小时数 9h。下阶段应根据相关规划，进一步分析上、下水库库容条件，经技术经济比较论证选择电站装机容量和电站连续满发小时数”。

b) 可行性研究设计

2021 年 6 月，广东能源陆河蓄能发电有限公司与中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司签订广东陆河抽水蓄能电站可行性研究、招标设计和施工图设计阶段勘测设计合同。在前期已经完成的勘测设计科研成果的基础上，考虑新型电力系统下，广东电力系统未来主要发展核电和新能源，调峰电源缺口较大，并且陆河抽蓄库盆条件较好，具备增加规模至 1400MW 的建设条件，因此设计院按照合同和国家的法律法规及规程规范的要求，结合本项目的特点，全面开展了本工程可行性研究阶段的勘测设计和科研等工作，可研阶段推荐陆河装机容量 1400MW。

2021 年 11 月，中南院编制完成《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告》(以下简称“枢纽布置格局专题”)。2021 年 11 月 14 日至 15 日，中国水利水电建设工程咨询有限公司在广东汕尾主持召开了广东陆河(汕尾陆河)抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题报告咨询会议，形成《广东陆河(汕尾陆河)抽水蓄能电站可行性研究阶段枢纽布置格局比选专题咨询报告》，咨询意见认为“报告推荐在新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在山间凹地周围

开挖扩库筑坝形成上水库、采用下坝线混凝土面板堆石坝坝型，在吉溪林场山间谷地坐背筑坝形成下水库、采用下坝址碾压混凝土重力坝坝型，在上、下水库之间山体内布置直线型输水线路、地下厂房采用中部式的枢纽总体布置格局基本合适”。

2021年11月，中南院编制完成《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告》(以下简称“正常蓄水位专题”)。2021年11月15日至16日，水电水利规划设计总院在广东省汕尾市主持召开了广东陆河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会议，审查认为“报告内容和工作深度基本满足《水电工程可行性研究阶段正常蓄水位选择专题报告编制暂行规定》的要求，同意报告推荐上水库正常蓄水位为851m，下水库正常蓄水位为232m”。

2021年11月，中南院编制完成《广东陆河抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》(以下简称“施工总布置专题”)。2021年11月15日至16日，水电水利规划设计总院在汕尾主持召开了广东陆河(汕尾陆河)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会议，审查认为“报告的设计内容和工作深度基本满足《水电工程可行性研究阶段施工总布置规划专题报告编制暂行规定》的要求，基本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。经审查确定的施工总布置规划方案和枢纽工程建设区施工用地范围，可作为广东省人民政府发布禁止在工程占地地区新增建设项目和迁入人口通告，以及部署开展实物指标调查和移民安置规划设计的依据”。

2.2 工程特性

2.2.1 地理位置

广东陆河抽水蓄能电站位于广东省汕尾市陆河县境内，陆河县地处粤东沿海与兴梅山区。工程区域地质条件为燕山三期花岗岩。上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库；下水库位于吉溪林场山间谷地坐背。站址距汕尾市区直线距离55km，距广州直线距离210km，靠近粤东海上风电基地，地理位置优越。电站装机为4x350MW，总装机容量1400MW，为日调节电站，属一等大(1)型工程。枢纽布置包括上水库区、输水系统、厂房系统、下水库区。

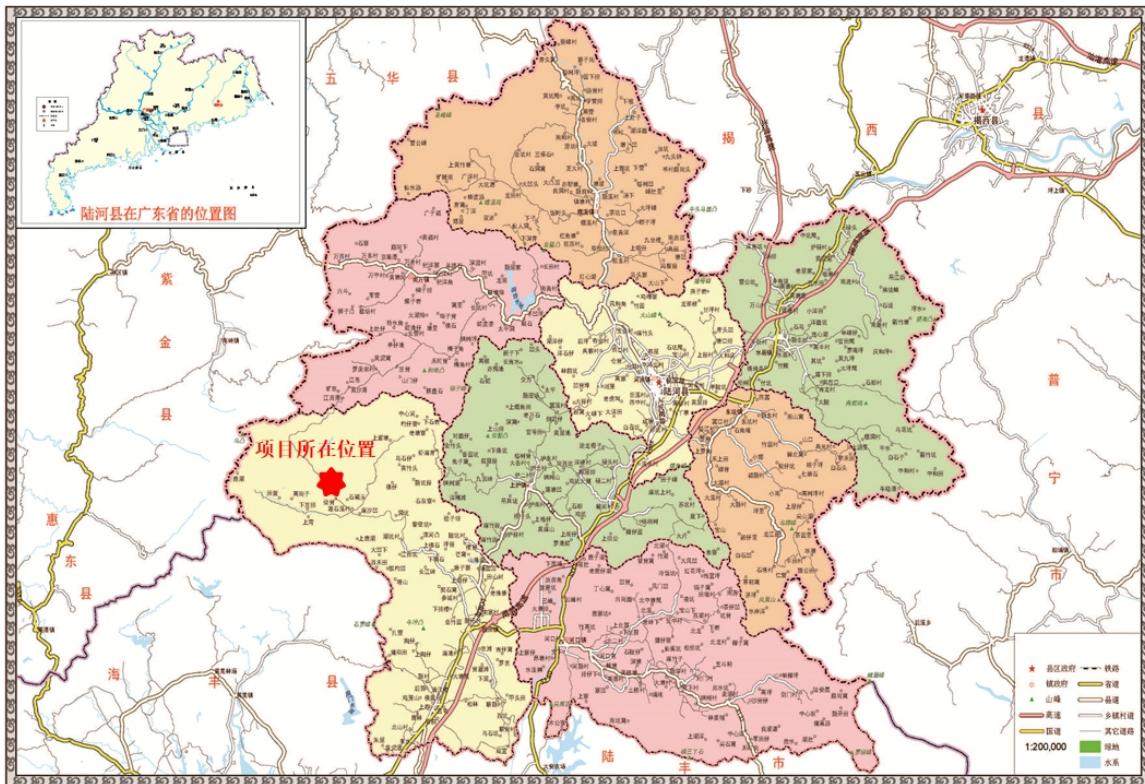


图 2.2.1 电站地理位置示意图

2.2.2 工程开发任务

陆河抽水蓄能电站供电范围为广东电网，工程开发任务为承担广东电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等，初拟以 2 回 500kV 线路接入盘龙变电站，输电线路长度约为 65km。

2.2.3 工程规模

陆河抽水蓄能电站装机容量 1400MW，安装 4 台 350MW 立轴混流可逆式抽水蓄能机组。上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地，集水面积为 1.30km²，多年平均径流量为 195 万 m³，正常蓄水位 851.00m，相应库容为 1049 万 m³，总库容 1167.40 万 m³，死水位 828.00m，死库容为 121 万 m³，水库调节库容 928 万 m³。

下水库坝址集水面积为 15.30km²(不含上水库)，多年平均径流量为 2500.00 万 m³。下水库正常蓄水位 232.00m，相应正常蓄水位库容 953 万 m³，总库容为 1085.1 万 m³，死水位 193.00m，死库容为 106 万 m³，调节库容为 848 万 m³。

本工程为一等大(1)型工程，上、下水库挡水建筑物及泄水建筑物、输水发电系统等永久性主要水工建筑物按 1 级建筑物设计；通风兼安全洞、排水廊道等次要建筑

物按 3 级建筑物设计，其它临时建筑物为 4 级。永久性主要建筑物的设计使用年限为 100 年，永久性次要建筑物的设计使用年限为 50 年。

本工程上、下水库永久性挡水及泄水建筑物设计洪水标准为 200 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇。

进/出水口及地下厂房设计洪水重现期 200 年，非常运用洪水重现期 1000 年。

消能防冲建筑物的设计洪水标准按 100 年一遇洪水设计。

工程特性表详见 2.2.3-1。

表 2.2.3-1 工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1. 上水库			
1.1 坝址以上流域面积	km ²	1.3	
1.2 利用的水文系列	年	56	
1.3 多年平均年径流量	万 m ³	196	
1.4 洪水			
设计最大洪量 W24h(P=0.5%)	万 m ³	92.6	
校核最大洪量 W24h(P=0.1%)	万 m ³	119	
1.5 代表流量			
多年平均流量	m ³ /s	0.062	
设计洪水流量(P=0.5%)	m ³ /s	64.2	
校核洪水流量(P=0.1%)	m ³ /s	78.2	
1.6 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	265.9	
多年平均悬移质含沙量	kg/m ³	0.136	
多年平均推移质年输沙量	t	78.9	
多年平均总输沙量	t	345.7	
2. 下水库			
2.1 坝址以上流域面积	km ²	16.6	
2.2 利用的水文系列	年	56	
2.3 多年平均年径流量	万 m ³	2500	
2.4 洪水			
设计最大洪量 W24h(P=0.5%)	万 m ³	1000	
校核最大洪量 W24h(P=0.1%)	万 m ³	1304	
2.5 代表流量			

多年平均流量	m^3/s	0.794	
设计洪水流量($P=0.5\%$)	m^3/s	604	
校核洪水流量($P=0.1\%$)	m^3/s	742	
2.6 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	t	3395	
多年平均悬移质含沙量	kg/m^3	0.136	
多年平均推移质年输沙量	t	1019	
多年平均总输沙量	t	4414	
二、水库			
1. 上水库			
1.1 水库水位			
校核洪水位($P=0.1\%$)	m	852.99	
设计洪水位($P=0.5\%$)	m	852.55	
正常蓄水位	m	851	
死水位	m	828	
淤沙高程($P=1\%$)	m	816.2	
1.2 正常蓄水位水库面积	km^2	0.58	
1.3 水库容积			
总库容($P=0.1\%$)	万 m^3	1167	
正常蓄水位时库容	万 m^3	1049	
死库容	万 m^3	121	
蓄能发电调节库容	万 m^3	875	
2. 下水库			
2.1 水库水位			
校核洪水位($P=0.1\%$)	m	234.68	
设计洪水位($P=0.5\%$)	m	234.48	
正常蓄水位	m	232	
死水位	m	193	
淤沙高程($P=1\%$)	m	183	
2.2 正常蓄水位水库面积	km^2	0.34	
2.3 水库容积			
总库容($P=0.1\%$)	万 m^3	1090	
正常蓄水位时库容	万 m^3	997	
死库容	万 m^3	106	
蓄能发电调节库容	万 m^3	875	
三、工程效益指标			

装机容量	万 kW	140	
机组台数	台	4	
年发峰荷电量	亿 kW·h	26.53	
年抽水耗用低谷电量	亿 kW·h	35.37	
年发电利用小时数	h	1895	
年抽水利用小时数	h	2527	
四、建设征地及移民安置			
1. 建设征地总面积	亩	4707.14	
2. 占用耕地	亩	290.64	
3. 占用林地	亩	4058.72	
4. 占用园地	亩	16.32	
5. 搬迁人口	人	0	
6. 拆迁房屋	m ²	782	
五、主要建筑物及设备			
1. 上水库建筑物			
挡水建筑物	座	6	
型式	混凝土面板堆石坝/混凝土防渗墙土 干挂		
地基特性	中粗粒黑云母花岗岩		
地震基本烈度/设防烈度	度	VI/VII	
坝顶高程	m	858	
最大坝高	m	64	
坝顶长度	m	414	
2. 输水系统建筑物			
2.1 上水库进/出水口			
型式	侧式		
地基特性	花岗岩		
事故检修闸门型式	潜孔式平面滑动门		
事故检修闸门孔口尺寸	m×m	7.00×9.00	
拦污栅孔口尺寸	m×m	7.00×13.00	
事故闸门底板高程	m	809	
拦污栅底板高程	m	809	
启闭机型式/数量	固定卷扬式启闭机/1 台		
2.2 引水调压室			
型式	阻抗式(圆形)		
围岩特性	花岗岩		
直径: 大井/连接管	m	16.00/8.50	

高度：大井/连接管	m	61.00/32.263	
阻抗孔直径	m	5.5	
2.3 引水主洞			
型式	圆形有压洞		
围岩特性	花岗岩		
条数/长度	条/m	1/1415.303	
衬砌型式	钢筋混凝土衬砌		
直径	m	8.5	
2.4 引水高压岔、支管			
型式	圆形有压洞		
围岩特性	花岗岩		
条数(主/支)	条	1月4日	
管径(主/支)	m	8.5/3.5	
支洞长度	m	256.455	
岔管结构型式	梳子状“卜”型岔管		
支管衬砌型式	钢筋混凝土/钢板		
2.5 尾水闸门室			
型式	城门洞型		
结构尺寸(长×宽×高)	m×m×m	102.00×7.80×21.55	
事故闸门型式	潜孔式平面滑动门		
事故闸门孔口尺寸	m×m	4.50×5.00	
启闭机型式/数量	液压启闭机/4扇		
2.6 尾水岔、支管			
型式	圆形有压洞		
围岩特性	花岗岩		
条数(主/支)	条	1月4日	
管径(主/支)	m	8.5/5.0	
支管长度	m	139.493	
岔管结构型式	梳子状“卜”型岔管		
支管衬砌型式	钢筋混凝土/钢板		
2.7 尾水调压室			
型式	阻抗式(圆形)		
围岩特性	花岗岩		
直径：大井/连接管	m	20.00/8.50	
高度：大井/连接管	m	107.918/77.95	
阻抗孔直径	m	5.5	

2.8 尾水主洞					
型式	圆形有压洞				
围岩特性	花岗岩				
条数/长度	条/m	1/953.116			
直径	m	8.5			
衬砌型式	钢筋混凝土衬砌				
2.9 下水库出/进水口					
型式	侧式				
地基特性	花岗岩				
检修闸门型式	潜孔式平面滑动门				
检修闸门孔口尺寸	m×m	7.0×9.0			
拦污栅孔口尺寸	m×m	7.0×13.0			
检修闸门底板高程	m×m	175			
拦污栅底板高程	m	175			
启闭机型式/数量	固定卷扬式启闭机/1 台				
3. 厂房					
3.1 主厂房					
型式					
围岩特性					
开挖尺寸(长×宽×高)	m×m×m	178.0×26.0(27.5)×58.22			
拱顶开挖高程	m	141.72			
吊车轨顶高程	m	128.1			
电动发电机层高程	m	114.1			
水泵水轮机机组安装高程	m	101.6			
机组间距	m	25.5			
3.2 主变洞					
型式	地下洞室				
围岩特性	中粗粒黑云母花岗岩				
开挖尺寸(长×宽×高)	m×m×m	169.0×20.00×22.0			
拱顶开挖高程	m	135.5			
主变层高程	m	114.1			
3.3 开关站和地面副厂房					
地基特性	全风化～弱风化花岗岩				
面积(长×宽)	m×m	110.0×62.0			
4. 下水库建筑物					
4.1 挡水建筑物	座	1			

型式	碾压混凝土重力坝		
地震基本烈度/设防烈度	度	VI/VII	
地基特性	中粗粒黑云母花岗岩		
坝顶高程	m	237	
最大坝高	m	98	
坝顶长度	m	456	
4.2 泄水建筑物(溢流表孔)	个	4	
型式	WES 实用堰		
堰顶高程	m	232	
最大下泄流量($P=0.1\%$)	m^3/s	412	
4.3 泄水建筑物(放水管)	条	1	
型式	无压坝身泄水孔		
放水管进口高程	m	184	
放水管管径	m	(2.5×3)	
5. 主要机电设备			
5.1 水泵水轮机			
台数	台	4	
型号	—	HLNTP-LJ-420	
额定出力/最大入力	MW	357.1/360	
额定转速	r/min	500	
吸出高度	m	-95	
转轮直径	m	4.2	
最大水头/扬程	m	658/668.6	
最小水头/扬程	m	582.65/599.4	
额定水头	m	618	
额定发电流量/最大抽水流量	m^3/s	65.4/55.7	
水轮机工况额定比转速	m.kW	97	
水泵工况最小扬程点比转速	$m.m^3/s$	30.8	
5.2 发电电动机			
台 数	台	4	
单机容量	MW	350	
发电/抽水功率因数	—	0.9/0.975	
额定电压	kV	18	
发电机额定容量	MW	350	
电动机额定容量	MW	379	
额定转速	r/min	500	

5.3 主变压器			
台 数	台	4	
型 号	SSP-420000/500		
额定容量	MVA	420	
电 压	kV	525±2x2.5%/18kV	
5.4 出线电压等级	kV	500	
5.5 主厂房桥式起重机			
台 数	台	1	
型 式	2×300t/50t 双小车桥式起重机		50t 单小车桥式
跨 度	m	24.5	
6. 输电电压	kV	500	
回路数	回	1	
六、施工			
1. 主体工程量			
土石方明挖	万 m ³	508.8	
石方洞挖	万 m ³	148.8	
坝体土、石方填筑	万 m ³	130.97	
混凝土	万 m ³	127.96	
钢筋、钢材	万 t	4.7751	
帷幕灌浆	万 m	3.96	
固结灌浆	万 m	27.76	
2. 施工临时房屋	m ²	56400	
3. 施工动力来源			
供电	MW	18	
4. 对外交通(公路、铁路、水运)			
配套对外交通公路	km	1.656	
运量	万 t	45.62	
距离最近的县城	km	34	
距离最近的市	km	78	
距离最近的火车站	km	121	
距离最近的四级航道码头	km	103	
5. 施工导流			
5.1 上水库施工导流			
方式、型式	围堰一次拦断，隧洞泄流		
导流流量	m ³ /s	43.6	
度汛流量	m ³ /s	58.1	

长度、尺寸(底×高)	m、 m×m	4×4	
5.2 下水库施工导流·			
方式、型式	围堰一次拦断，隧洞泄流		
导流流量	m ³ /s	439	
度汛流量	m ³ /s	439	
长度、尺寸(底×高)	m、 m×m	6×6	
6. 施工用地	亩	4791.33	
永久用地	亩	3829.51	
临时用地	亩	961.82	
7. 施工工期			
准备工期	月	18	
第一台机组投产工期	月	54	
总工期	月	64	
七、经济指标			
1. 静态投资	万元	748020.74	
其中：枢纽工程	万元	546255.06	
建设征地和移民安置	万元	30222.28	
独立费用	万元	110582.38	
基本预备费	万元	60961.02	
2. 价差预备费	万元	51257.09	
3. 建设期利息	万元	115158.03	
4. 总投资	万元	914435.86	不含流动资金 1400 万元
5. 经济指标			
单位千瓦投资(静态)	元/kW	5343	
经济内部收益率	%	13.68	
全部投资财务内部收益率	%	5.12	
资本金财务内部收益率	%	6.5	
容量价格	元/kW·年	647	
电量价格	元/kW·h	0.3397	
货款偿还年限	年	25	
投资回收年限	年	18.36	

2.2.4 工程运行特性

陆河抽水蓄能电站装机容量 1400MW，电站运行方式取决于电力系统需求，接受广东电网调度中心统一调度，随时进行调峰、填谷、储能和调频、储能以及紧急事故

备用等功能运行。广东电网夏季8月统调日负荷一般呈现三个高峰，分别出现在上午的9:00~12:00、下午的14:00~18:00以及晚上的20:00~21:00，日最高负荷一般出现在11:00~12:00；日最低负荷则出现在6:00~7:00。广东电网冬季12月份日负荷呈现两个高峰，一般在9:00~12:00、14:00~20:00，日最高负荷一般出现在早高峰10:00~12:00；日最低负荷则一般出现在早上的4:00~5:00。一般情况下电站以日调节方式运行，一天内完成一次抽水和发电过程，利用夜间用电低谷时间(0:00~7:00)作抽水填谷运行，并根据电网要求在白天用电高峰期发电运行，发挥电站调峰作用。

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。因此，为满足广东电网的电压及频率稳定，满足规范规定的波动要求，陆河抽水蓄能电站可随时根据电网要求进行调频、调相运行。

2.2.5 水库运行特性

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

2.3 工程建设必要性

2.3.1 保障广东省经济发展和电力需求快速增长

2020 广东省全社会用电量 6626.12 亿 kWh，已连续多年成为我国用电第一大省。随着国家“一带一路”建设，粤港澳大湾区发展战略的实施和沿海经济带的发展建设，与预计未来广东省国民经济将会继续保持较快增长速度，同时对能源需求会不断提高。全省用电量、用电负荷和峰谷差的增长是客观存在的，在新能源大力发展的背景下，系统运行安全稳定性将面临更大的挑战。

抽水蓄能电站在低谷时抽水蓄能，在高峰时发电，具有双倍解决系统峰谷差的功

能，发展抽水蓄能是缓解电力系统调峰矛盾最为经济有效的手段，对于保障广东省经济发展和电力需求快速增长具有重要意义。

2.3.2 有利于粤港澳大湾区能源安全保障和能源存储体系建设

广东省围绕粤港澳大湾区全面建设国际一流湾区和世界级城市群的目标，把构建坚强安全的电力供应保障，优化绿色低碳的电力供应结构，推动电力体制机制创新，促进粤港澳三地能源和电力广泛互利合作，努力构建清洁低碳、安全高效、智慧创新、共享互融的现代能源体系，作为大湾区建设的新时代改革开放的总纲要。

未来粤港澳大湾区将全面建成世界一流智能电网，具备以下特点和功能：基本形成容量充足、结构清晰、运行高效、事故可控的主网架结构；可进一步提升电网资源配置能力和互联互通水平；可使大湾区“源网荷储”综合防灾保障体系运转顺畅，极端自然灾害情况下城市核心区域、关键用户可实现不停电、少停电；大湾区全区供电可靠性不低于 99.999%，客户年均停电时间低于 5 分钟，建成灵活可靠的城配网，实现普遍智慧用电，抽水蓄能的建设将全面为粤港澳大湾区建设世界级城市群提供相匹配的电力保障。

2.3.3 有利于节能减排、发展低碳经济

2020 年 9 月，国家主席习近平在联合国大会上向全世界庄严宣布，中国将争于 2030 年前实现碳达峰，在 2060 年前实现碳中和。到 2030 年，中国单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量将达 12 亿 kW 以上。

广东省煤电装机占全省发电总装机容量的 47%左右，碳排放量较高。未来大力开发风能、太阳能等资源是推动广东新能源产业持续发展、满足能源供应的新途径，是增加绿色可再生能源、实现节能减排的重大举措，对调整能源结构、保护环境、促进社会经济可持续发展具有重要作用。抽水蓄能电站良好的调节性能和快速负荷跟踪能力，可有效减少新能源电力大规模并网运行对电网造成的冲击，提高电网运行的协调性及安全稳定性，有利于新能源的开发建设与消纳。抽水蓄能的建设是广东省实现节能减排，发展低碳经济的重要保障，是实现国家碳中和与碳达峰的双碳目标的重要途径。

2.3.4 带动地方经济社会发展

陆河抽水蓄能电站工程的开发建设将使当地的劳动力资源得到大量利用，增加地

方就业机会的同时，还将增加建筑材料、工程机械和日常生活用品等物资的需求，对工程所在地经济有较大的拉动作用。电站建成后可有效增加地方政府财政、税收收入，同时形成一个新的风景点，促进当地旅游发展。电站建设将进一步完善当地交通、供水、供电、通信、文教卫等基础设施，极大地改善工程所在地的基础设施和发展条件，提高当地群众生活质量。因此，发展抽水蓄能对于带动和促进广东省经济社会全面发展具有重要作用，经济及社会效益显著。

因此，建设陆河抽水蓄能电站工程是必要的。

2.4 工程项目组成

本工程项目组成包括主体工程、施工辅助工程、移民安置工程、环境保护工程等，工程项目详细构成见表 2.4-1。

表 2.4.1 主要工程项目组成表

工程项 目		工 程 组 成
主体工程	上水库	挡水建筑物为 1 座主坝, 5 座副坝, 正常蓄水位 851.00m, 大坝采用混凝土面板堆石坝, 坝顶高程 858.00m。最大坝高 64.00m, 坝顶长 414.00m, 坝顶宽度 10m, 采用混凝土路面结构。
	下水库	主要建筑物由碾压混凝土重力坝等组成。正常蓄水位 232.00m, 坝顶高程 237.00m, 最大坝高 98.00m, 坝顶长 456.00m, 坝顶宽度 11m。
	输水系统	上水库进水口位于左岸坝前山脊处, 距离左坝肩约 200m。从上水库进/出水口开始, 引水隧洞洞轴线走向为 N8.241° W, 在引水主洞上平段转弯后洞轴线方向变为 N12.5° W, 再经分岔角为 60° 的梳子形 1 分 4 “卜”型钢筋混凝土岔管后接引水支洞, 垂直进厂; 尾水支洞轴线方向为 N12.5° W, 经分岔角为 60° 的梳子形 1 分 4 “卜”型钢筋混凝土岔管后接尾水主洞, 起始洞轴线为 N12.5° W, 转弯后洞轴线方向变为 N2.073° W, 再直至下水库进/出水口。下水库进出水口位于位于下水库左岸冲沟西北处的山脊。引水、尾水系统均按一洞四机布置, 设置引水、尾水调压室, 水流进/出厂房方式采用正进正出; 引水立面采用两级斜井布置, 尾水采用一坡到底的布置。
	发电厂房	厂房采用中部式布置, 距上水库进水口平面直线距离约 1488m, 距下水库出水口约 1267m。厂区建筑物主要分为地下建筑物和地面建筑物两部分。厂区建筑物主要包括地下厂房系统、GIS 开关站及出线平台。地下厂房系统包括主副厂房洞、主变洞、母线洞、主变运输洞、电缆交通洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆平洞及竖井、排水廊道、自流排水洞等建筑物。地下厂房采用中部式布置方案, 安装 4 台单机容量为 350MW 的可逆式水泵水轮发电机组。
施工辅助工程	施工导流	上水库采用全年围堰挡水方案, 施工导流隧洞宜布置在右岸。导流洞断面采用 4.0m×4.0m(宽×高)城门洞型, 进口底板高程为 815.00m, 出口底板高程为 808.00m。隧洞长 383.161m, 平均底坡 1.83%。下库施工导流拟采用一次拦断河床的隧洞导流方式, 导流隧洞布置在下水库大坝左岸的山体内。
	场内交通	上、下水库两个施工区场内规划主干道路 20 条, 共计 36.3km。上水库共布置 10 条主干施工道路, 合计公路里程 10.7km, 其中临时桥梁长 0.60km/1 座。下水库共布置 8 条主干施工道路, 合计公路里程 8.80km, 其中临时桥梁长 1.20km/2 座, 永久桥梁长 0.60km/1 座; 上下库连接段共布置 2 条主干施工道路, 合计公路里程 11.8km 其中隧洞长 1.30km/2 座; 其它场地施工道路 5.00km。
	施工支洞	施工支洞 5 条; 充分利用主体工程中的进厂交通洞、通风兼安全洞
施工辅助工程	施工企业	砂石加工系统 2 个、混凝土生产系统 3 个; 施工钢管加工厂、金属结构拼装厂、钢筋加工厂、木材加工厂、修钎厂
	施工堆场	6 处利用料中转场 (上水库转运堆存场、上水库表土堆存场、上库成品骨料堆存场、下水库毛料堆存场、下水库表土堆存场、下库成品骨料堆存场、2 处弃渣场 (上库、下库))。
	施工料源	主体工程洞挖料、扩库开挖料、3 个石料场

移民安置工程	生产安置	本工程不涉及搬迁安置人口，生产安置 160 人，均采取一次性货币补偿安置。
	专业项目处理	规划复建道路 1 条，四级公路(II 类)，路线长度约 2.5km；复建 35kV 电力线路 2.2km，复建 10kV 电力线路 10.90km，本工程无新建的移民安置点 10kV 外部进线；规划复建权属电信公司的通信杆路 2 段，长度为 3.20km，24 芯光缆线路 4 条，总长度为 6.40km，12 芯光缆线路 2 条，总长度为 4.40km；复建移动公司 12 芯光缆线路 1 条，长度为 2.20km，按照共建共享原则，该通信线路与电信公司共杆敷设；另搬迁电信公司的激溪林场 C 网基站一座，将 15m 高的支撑铁塔、铁皮构架以及基站内的所有设备搬迁至陆河抽蓄进场道路西侧的高地上。
环境保护工程	工程建设区	建设 2 套砂石加工废水处理系统，处理规模分别为 30m ³ /h、15m ³ /h；3 套混凝土废水处理系统，处理规模 10m ³ /d；7 套洞室废水处理系统；5 套生活污水处理系统，总处理规模 511.2m ³ /d。生态流量泄放措施：上水库生态流量管结合导流洞与竖井式泄洪洞布置，采用在堵头中预埋钢管的方式给下游生态补水；下水库生态流量管结合泄洪放空洞布置。大气环境保护措施：配备洒水车洒水降尘；设置限速牌，控制车速。声环境保护措施：选择低噪声设备，合理布置施工系统；设置禁鸣，控制施工噪声排放。生活垃圾处理措施：设置垃圾收集站、生活垃圾运输车、1 垃圾桶和危废收集桶等。环境监测：设置地表水监测断面 4 个、废(污)水监测点 16 个，陆生生态监测点、水生生态监测点、大气监测点 3 个、噪声监测点 5 个

2.5 枢纽布置及主要建筑物

2.5.1 上水库

上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地，集水面积为 1.30km^2 ，多年平均径流量为 195 万 m^3 ，正常蓄水位 851.00m，相应库容为 1048.60 万 m^3 ；校核水位 852.99m，总库容 1167.40 万 m^3 ，死水位 828.00m，死库容为 121.40 万 m^3 ，水库调节库容 927.20 万 m^3 。

枢纽主要挡水建筑物为 1 座主坝，5 座副坝，主坝为混凝土面板堆石坝，副坝均为混凝土防渗墙堆渣坝，无泄洪建筑物。混凝土面板堆石坝坝顶高程 858.00m，坝顶宽度 10.00m，最大坝高 64.00m，坝顶轴线长 414.00m，坝顶设 U 型防浪墙，上游墙高 4.0m，下游墙高 3.3m。拟定大坝上游坝坡为 1:1.4，下游坝坡为 1:1.4。

混凝土防渗墙堆渣坝坝顶高程 858.00m，坝顶宽度 10.00m，副坝一~副坝五的最大坝高分别为 25m、15m、16m、22m、12m，坝顶长分别为 124m、60m、59m、172m、48m。坝顶设 L 型防浪墙，墙高 2.2m。大坝上游坝坡 1:2.2，大坝下游坝坡 1:2.5，坡脚设排水棱体，顶宽 1.50m，上游坡比 1:1.3，下游坡比 1:2.5。

为满足电站运行需要，对天然库盆进行扩库开挖，以增加调节库容、降低坝高，并作为大坝填筑料源。对副坝 3 和副坝 4 上游的库底进行扩库开挖，开挖至死水位高程 828.00m，总开挖量 894400m^3 。

2.5.2 输水系统布置

上、下水库进/出水口间水平直线距离约 2755m，距离比为 4.46。电站发电额定水头 618.000m、最大水头 658.000m、最小水头 582.650m，额定流量 $65.80\text{m}^3/\text{s}$ ；抽水工况最大扬程 668.600m，最小扬程 599.400m，水泵工况最大抽水流量为 $55.700\text{m}^3/\text{s}$ 。

引水、尾水系统均按一洞四机布置，设置引水、尾水调压室，水流进/出厂房方式采用正进正出；引水立面采用两级斜井布置，尾水采用一坡到底的布置。

上水库进水口位于左岸坝前山脊处，距离左坝肩约 200m。从上水库进/出水口开始，引水隧洞洞轴线走向为 N8.241°W，在引水主洞上平段转弯后洞轴线方向变为 N12.5°W，再经分岔角为 60°的梳子形 1 分 4“卜”型钢筋混凝土岔管后接引水支洞，垂直进厂；尾水支洞轴线方向为 N12.5°W，经分岔角为 60°的梳子形 1 分 4“卜”型钢筋混凝土岔管后接尾水主洞，起始洞轴线为 N12.5°W，转弯后洞轴线方向变为 N2.073°W，再直至下水库进/出水口。下水库进/出水口位于主冲沟与常年流水沟交汇处北侧的山

脊内。

引水主洞采用钢筋混凝土衬砌，总长 1415.303m，直径 8.50m。引水调压室位于进出水口拦污栅段下游侧 486.771m 处，为圆形阻抗式调压室，大井直径 16.00m，阻抗孔直径 5.50m。引水岔洞采用钢筋混凝土衬砌，布置型式为梳子形“卜”型岔洞。引水支洞总长 256.445m(④机长度)，标准段直径 3.50m，其中引水支管钢衬段长 250.000m。尾水支洞总长 139.493m(④机长度)，标准段直径 5.00m，其尾支管钢衬段长 115.000m。尾水岔洞采用钢筋混凝土衬砌，布置型式为梳子形“卜”型岔洞。尾水支洞上设置尾闸室，闸门室轴线与主变洞轴线平行，其上游边墙距离主变洞下游边墙 38.32m。尾水调压室位于尾水岔洞下游侧 25.00m 处，为圆形阻抗式调压室，大井直径 20.00m，阻抗孔直径 5.50m。尾水主洞长 953.116m，直径 8.50m，底坡 9.78%。

2.5.3 发电系统布置

厂房采用中部式布置，距上水库进水口平面直线距离约 1488m，距下水库出水口约 1267m。厂区建筑物主要分为地下建筑物和地面建筑物两部分。地下建筑物主要包括主厂房洞、主变洞、母线洞、主变运输洞、交通电缆洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆洞、排水廊道、自流排水洞等洞室。地面建筑物主要是 GIS 楼、继保楼、出线平台和柴油发电机房。

地下布置区山体雄厚，发电厂房洞室群埋深约 455m~518m，主厂房纵轴线初拟为 N77.5°E。主厂房由主机间、安装间、副厂房组成，主机间位于中间，长度 108.0m，主机间内布置 4 台单机 350MW 可逆式水泵水轮机组，机组安装高程 98.00m；安装场布置在主机间右侧，长度 46.0m；副厂房布置在主机间左侧，长度 24.0m。

地下厂房采用主厂房洞、主变洞和尾闸洞三大洞室平行布置，主变洞布置在主厂房洞下游 40.0m 处，尾闸洞布置在主变洞下游 38.32m 处。主厂房与主变洞之间通过 4 条母线洞、1 条主变运输洞和 1 条交通电缆洞连接。主厂房洞开挖尺寸为 178.0m×26.0m×58.22m(长×宽×高)，主变洞开挖尺寸为 169.0m×20.0m×22.0m(长×宽×高)。

进厂交通洞从安装场右侧水平进入地下厂房，洞口布置在下水库库岸道路旁，距离下水库坝址约 650m 处，进口高程 238.0m，总长约 1992.5m，平均纵坡 6.3%，断面为城门洞型，净尺寸为 8.5m×8.0m(长×宽)。进厂交通洞同时兼做主厂房进风通道。

通风兼安全洞洞口布置在下水库库岸道路旁，距下水库坝址上游约 220m 左右，

洞口高程 238.00m，总长约 1750.00m，平均纵坡 6.2%，断面为城门洞型，净尺寸 7.5m×7.0m(长×宽)。通风兼安全洞与地下副厂房和主变洞上部左端相连。

排风竖井布置在地下厂房副厂房和主变洞之间的排水廊道左侧，排风竖井内径 6.3m，竖井顶部高程 619.0m，竖井高约 489.0m。

高压电缆平洞从主变洞下游侧中部引出，另一端连接地面开关站电缆层，高压电缆洞全长约 840m，断面为城门洞型，净尺寸 5.0m×5.0m(宽×高)。开关站布置在地下厂房东南向距地下厂房约 800m 的缓坡地带，平面尺寸为 110.0m×62.0m(长×宽)，场地高程 285.00m，布置有 GIS 楼、继保楼、出线平台和柴油发电机房。

环绕主厂房、主变洞和尾闸室外围设置有上、中、下三层排水廊道，并有排水孔互为相通形成排水帷幕，断面为城门洞形，净尺寸 3.0m×3.0m(宽×高)。

自流排水洞洞口位于厂房东南方向下游的吉溪河处，全长约 7210m，进口高程 84.7m，出口高程 77m，坡度约 1.1‰，采用 TBM 施工。厂内岩体渗漏水通过自流排水洞排出厂外，而消防、经处理达标后的生产生活废水、机组检修含油废水则通过抽排的方式抽排到通风兼安全洞出口位置的净水池，用于厂区绿化。

表 2.5.3-1 输水系统主要工程特性(④机)

项目		单位	参数
上水库进/出水口	底板高程	m	809.000
	闸门井平台高程	m	859.000
	拦污栅孔口尺寸	数量×m×m	4×7.00×13.00
	闸门孔口尺寸	m×m	7.00×9.00
引水隧洞	主洞长度/洞径	m	1415.303/8.50
	支洞长度/洞径	m/m	256.455/3.5(④机)
引水调压室	大井直径/高度	m	16.00/61.00
	连接管直径/高度	m	8.50/32.263
	阻抗孔直径	m	5.50
尾水隧洞	支洞长度/洞径	m	139.493/5.00
	主洞长度/洞径	m/m	953.116/8.50
尾水	大井直径/高度	m	20.00/107.918

调压室	连接管直径/高度	m	8.50/77.95
	阻抗孔直径	m	5.50
下水库进/出水口	闸门孔口尺寸	m×m	7.00×9.00
	拦污栅孔口尺寸	数量×m×m	4×7.00×13.00
	底板高程	m	175.000
	闸门井平台高程	m	240.000
发电输水系统总长度		m	2872.247

2.5.4 下水库布置

下水库坝址集水面积为 16.60km²，多年平均径流量为 2500.00 万 m³。下水库正常蓄水位 232.00m，相应正常蓄水位库容 997.00 万 m³；校核水位 234.54m，总库容为 1085.10 万 m³，死水位 193.00m，死库容为 105.50 万 m³，调节库容为 891.50 万 m³。

下水库大坝采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 237.00m，坝顶长 456m，最大坝高 98m，大坝建基面为弱风化岩体。从左至右依次布置左岸挡水坝段、泄水坝段、右岸挡水坝段。左岸挡水坝段长 133m；泄水坝段由溢流表孔和泄洪放空底孔组成，泄洪放空底孔位于河床中间，坝段长 68m；右岸挡水坝段长 255m。

泄水坝段共设置 4 个溢流表孔，单孔净宽 12m，采用 WES 实用堰，无闸门控制，堰顶高程 232.00m，齐平正常蓄水位。泄洪放空底孔布置在溢流表孔中间，采用无压坝身泄水孔，孔口尺寸 2.5m×3m，进口底板高程 181m。底孔右侧坝体混凝土埋设 1 根生态泄放管，用于泄放生态流量，并在天然来流量较小的时段泄放水库多余水量，避免底孔频繁开启，生态泄放管管径 500mm。

2.5.5 主要工程量表

枢纽工程主体建筑物、施工导流建筑物及施工支洞主要工程量汇总见表 2.5.5-1。

表 2.5.5-1 主要项目工程量表

项目	单位	上库工程	下库工程	输水工程	厂房工程	小计	导流工程	施工支洞	合计
土石明挖	万 m ³	144.59	96.55	224.31	39.34	504.79	2.69	1.32	508.8
石方洞挖	万 m ³	0.04	0.03	49.7	82.18	131.95	2.9	13.95	148.8
土石填筑	万 m ³	115.88	0	0	0	115.88	15.09	0	130.97
粉煤灰	万 m ³	0.98	0	0	0	0.98	0	0	0.98

混凝土	万 m ³	1.97	9.81	16.31	15	43.09	0.89	2.37	46.35
碾压混凝土	万 m ³	0	69.41	0	0	69.41	0	0	69.41
防渗墙	万 m ³	2.59	0	0	0	2.59	0	0	2.59
喷混凝土	万 m ³	0.2	0.08	4.17	4.01	8.46	0.38	0.77	9.61
钢筋	万 t	0.13	0.37	1.16	1.48	3.14	0.09	0.04	3.27
挂网钢筋	t	64	30	1042	795	1931	28	114	2073
钢材	t	0	20	13283	1300	14603	162	286	15051
帷幕灌浆	万 m	1.68	1.56	0.72	0	3.96	0	0	3.96
固结灌浆	万 m	0.36	2.09	22.23	1.84	26.52	0.3	0.94	27.76
回填灌浆	万 m ²	0.02	0	4.45	2.91	7.38	0.64	0.8	8.82
锚杆	万根	0.4	0.48	9.94	11.66	22.48	0.64	2.05	25.17
锚索	束	0	0	600	326	926	0	0	926

2.6 工程施工规划

2.6.1 对外交通运输

2.6.1.1 对外交通条件

广东陆河(汕尾陆河)抽水蓄能电站站址位于汕尾市陆河县新田镇境内，上、下水库均位于激石溪左岸支流上，上水库位于新田镇坪天栋西面的山间凹地，下水库位于吉溪林场山间谷地坐背。上、下库目前已有简易道路(宽约 5.0m)相连，通往坐背后经现有乡道通往新田镇。

甬莞高速、S335 省道等在站址附近通过，下水库距陆河县县城 41km，其中 S335 省道 23km，县道 13km， 简易道路(宽约 5.0m) 5km，省道及县道为双车道混凝土(或沥青混凝土)路面。工程距汕尾市、广州市公路里程分别为 78、298km。

距本站址最近的铁路货运站为广汕铁路上的揭阳南火车站，公路里程约 121km。外来物资及设备器材可由铁路运至揭阳南火车站，然后转公路运至工地；也可直接采用公路运输至工地。

最近的海运港—汕尾港距本站址的公路里程约 103km。原汕尾市港务局五千吨码头，航道淤泥严重，无法达到船舶进出口要求。目前在汕尾新港区，广东红海湾发电有限公司配套建设了港口码头工程，主要包括一个 7 万 t 级煤码头泊位(具备靠泊 10 万 t 船舶能力，水工结构按照靠泊 15 万 t 级船舶设计建造)和 1 个 3000 t 级重件码头泊位，煤码头年设计通过能力为 638 万 t/年，港池通过贯通连岛砂坝的进港航道与碣石湾相连。泊位布置为顺岸式，采用重力式钢筋混凝土沉箱结构。停泊水域按 2

倍设计船宽设计，对于 7 万 t 级设计船型，其停泊水域宽度为 65m，停泊水域外侧为船舶调头水域，调头水域直径按两倍船长即 460m 设计回旋水域底标高为 -15.2m。码头位于汕尾市红海湾东部、碣石湾的西部、汕尾市遮浪镇以北、施公寮半岛以西的白沙湖内，距汕尾市区达 26km，交通便利。

海运物资可由汕尾红海湾发电有限公司配套建设港口码头卸货转公路运往现场。

水运转公路运输线路：汕尾港码头→国道 G236→省道 S241→国道 G324→省道 S240→国道 G235→县道 X140→进场道路→本站站址。

铁路转公路运输线路：揭阳南火车站→潮惠高速→甬莞高速→国道 G235→县道 X140→进场道路→本站站址。

工程海运、铁运转公路路线示意见图 2.6.1.1-1。

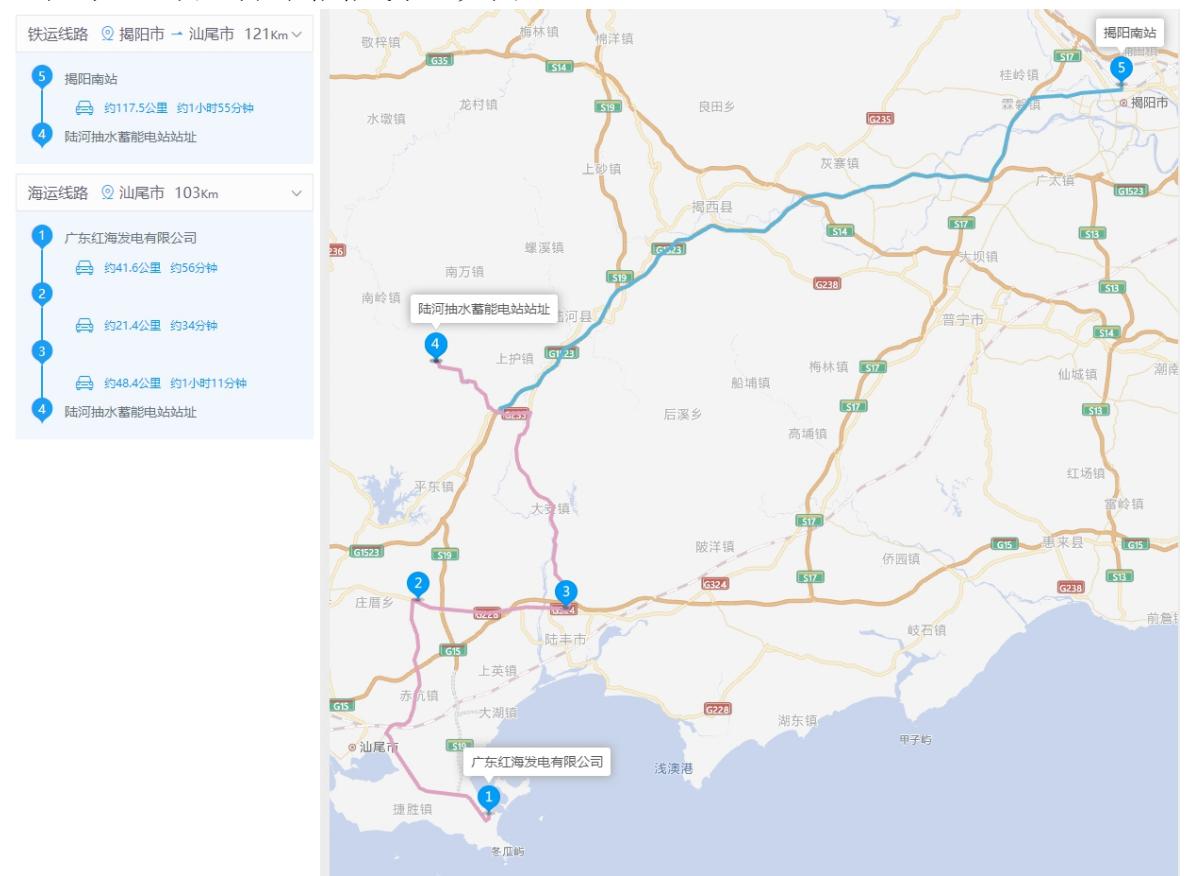


图 2.6.1.1-1 工程海运、铁运转公路路线示意图

工程所需的普通外来物资以公路运输为主，大宗设备外来物资采用公路运输为主、水运和铁路运输为辅的方式。

综上所述，本工程对外交通条件比较便利。

2.6.1.2 外来物资供应

a) 一般外来物资运输方案

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。根据对汕尾市及周边地区物资供应情况的调查，本工程附近的汕尾市有大型水泥生产企业华润水泥(汕尾)有限公司，质量满足水电工程的要求。工程所需的粉煤灰可由广东红海湾发电有限公司提供。钢筋、钢材、油料可从附近的市场采购，其中部分特种钢材从国内大型企业采购；本工程所需木材量较小，可由省内就近采购。火工材料可由经主管部门批准的生产厂家定点或当地民爆公司定点供应。

工程所需的普通外来器材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质在当地采购，通过公路运至工区。

工程建设所需水泥、粉煤灰、钢筋、钢材、木材拟采用公路运输至工地，从陆河方向进入工区，运输线路为陆河县→新田镇→激石溪村(进场道路道路)→下水库坝址，将新修建 1 条进场道路。

部分机电设备、金属结构拟采用水运转公路运输至工地，运输线路为：汕尾港码头(红海湾电厂)→省道 S241→国道 G324→省道 S240→国道 G235→县道 X140→进场道路→本站站址。

本工程所需一般外来器材物资主要有水泥、粉煤灰、钢材、木材、油料、火工材料、施工机械设备、金属结构及机电设备等，工程施工期所需外来物资运输总量约为 45.62 万 t，年高峰运输强度约为 22.33 万 t，月高峰运输强度为 2.42 万 t。本工程外来物资分年货运量见表 2.6.1.2-1 所示。

表 2.6.1.2-1 外来器材物资运输量 单位：万 t

项 目	筹建期	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	合 计
水泥	0.35	0.70	8.92	12.29	2.03	0.11	0.00	24.39
粉煤灰	0.17	0.35	4.46	6.14	1.01	0.06	0.00	12.20
木材	0.01	0.02	0.21	0.29	0.05	0.00	0.00	0.58
钢筋钢材	0.05	0.11	1.40	3.15	1.55	0.02	0.00	6.28
炸药	0.03	0.11	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00	0.33
油料	0.09	0.37	0.88	0.44	0.06	0.00	0.00	1.84

施工机械	0.40	1.00	1.08	0.92	0.44	0.16	0.00	3.98
永久机电设备	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.60
合计	1.10	1.65	16.05	22.33	4.70	0.19	0.00	45.62

b) 重大件运输路线选择

本工程机组重大件设备中，最重件为主变压器，其重量约 230.00t；最宽件为蜗壳/座环，其运输尺寸为 9.85m×4.98m×3.0m；最长件为桥机大梁，单根长约 25.50m。本工程初估的主要重大件设备、尺寸及重量见表 2.6.1.2-2。

表 2.6.1.2-2 重大件运输特性表

序号	设备名称	外形尺寸 m	单件重量 t	数量 台	备注
1	转轮	Φ4.20×1.50(直径×高)	40	4	整体运输
2	主轴	Φ2.36×11.8(直径×长)	110	4	整体运输
3	桥机大梁	25.5×2.50×3.00(长×宽×高)	50	4	整体运输
4	顶盖	单瓣尺寸 6.60×3.30×2.20 (长×宽×高)	60	8	分 2 瓣运输
5	底环	单瓣尺寸 6.40×3.20×2.00 (直径×高)	50	8	分 2 瓣运输
6	座环 (1/2 座环带蜗壳)	单瓣尺寸： 9.85×4.98×3.0 (长×宽×高)	90	8	分 2 瓣运输
7	球阀	5.2×4.5×3.8(长×宽×高)	150	4	整体运输
8	主变压器	9.95×3.50×4.20(长×宽×高)	230	4	整体运输
9	1/2 定子机座	单瓣尺寸 8.25×4.13×5.6 (长×宽×高)	41	8	分 2 瓣运输

本工程重大件运输路线和运输方式：尺寸未超过铁路运输二级超限的设备，可通过公路运输至工区或铁路运输运至揭阳站，再转公路运至工区；当超出铁路二级超限的设备，可以从公路运输的由厂家从公路运至工区。对超重件、超宽件的大件设备，如座环/蜗壳等，可采用水运的方式，由海运运至汕尾港区，再转公路运输的方式运至工区。

2.6.2 场内交通规划

根据枢纽布置特点及施工需要，上、下水库两个施工区场内规划主干道路 20 条，共计 36.3km。上水库共布置 10 条主干施工道路，合计公路里程 10.7km，其中临时桥梁长 0.60km/1 座。下水库共布置 8 条主干施工道路，合计公路里程 8.80km，其中临

时桥梁长 1.20km/2 座，永久桥梁长 0.60km/1 座；上下库连接段共布置 2 条主干施工道路，合计公路里程 11.8km 其中隧洞长 1.30km/2 座；其它场地施工道路 5.00km。

2.6.2.1 场内主干道路规划布置

a) 上水库道路规划

根据施工场地布置及工程施工需要，上水库施工主干道规划如下：

2#上库环库道路：起点从副坝五处的上下库连接路接线，高程 858.00m，沿上水库库岸布置，途经上水库大坝、上库转运堆存场、大坝标金结加工厂、上库弃渣场、上库混凝土系统、大坝标施工营地、上库综合加工厂、仓库及上库表土堆存场，同时连接五座副坝，高程为 858.00m，路线总里程约 5.2km；其中，副坝五左岸防渗墙末端逆时针至副坝一右岸，为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m；考虑到东岸沿线交通需求量小，副坝一右岸顺时针至副坝五左岸防渗墙末端段，为场内四级永久道路，单车道，混凝土路面，路面宽度 3.50m，路基宽度 5.00m；2#道路西侧主要承担上水库大坝、上水库进出水口等部位施工、承担上水库砂石骨料及混凝土运输任务，2#道路东侧主要承担运行期巡视维护的交通运输任务。

4#上库调压井连接道路：起点从上库主坝左坝肩接线，高程 858.00m，终点至引水调压室顶部平台，高程为 847.00m，路线总里程约 0.40km。为场内三级永久道路，单车道，混凝土路面，路面宽度 3.50m，路基宽度 5.00m。4#道路主要承担引水调压井混凝土运输任务。

6#上库库盆施工道路：起点从副坝五处的上下库连接路接线，高程 858.00m，沿冲沟进入库盆，沿库盆右岸通向上库大坝，途经上库进出水口，终点至上水库下游围堰，高程为 814.00m，路线总里程约 1.60km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。6#道路主要承担进出水口的开挖出渣、混凝土浇筑任务及大坝开挖出渣、混凝土浇筑任务。

8#上库进出水口施工道路：起点从 6#上库库盆施工道路接线，高程 820.00m，终点至上库上游围堰右岸，高程为 825.00m，路线总里程约 0.60km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。8#道路主要承担上库进出水口的开挖出渣及混凝土运输。

10#上库坝后施工道路：起点从主坝右坝肩接线，高程 858.00m，走之子路下降至坝后下游围堰，终点至主坝左岸坝肩，高程为 820.00m，路线总里程约 1.00km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。10#

道路主要承担坝后施工交通运输任务。

12#上库料场施工道路：起点从 10#上库坝后施工道路接线，高程 830.00m，地形布置，终点至上库料场 770.00m 平台，路线总里程约 0.90km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。12#道路主要承担料场料上坝运输任务。

14#上库库盆连接施工：起点从 6#上库库盆施工道路接线，高程 827.00m，连接 6#上库库盆施工道路、16#上库副坝施工道路及 2#上库环库道路，终点至 2#上库环库道路，高程为 858.00m，路线总里程约 0.50km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。14#道路主要承担上述道路连接任务。

16#上库副坝施工道路：起点从 6#上库库盆施工道路接线，高程 840.00m，沿扩库开挖边线布置，途经上库砂石加工系统及毛料堆存场，终点至下副坝一坝基，高程为 840.00m，路线总里程约 1.60km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。16#道路主要承担上库盆开挖弃渣运输任务。

18#上库弃渣场施工道路：起点从副坝四左坝肩接线，高程 858.00m，终点至上库弃渣场顶部，高程为 850.00m，路线总里程约 0.20km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。18#道路主要承担上库弃渣场弃渣运输无。

20#上库混凝土系统道路：起点从上库混凝土系统接线，高程 858.00m，沿扩库开挖边界线布置，终点至 16#上库副坝施工道路，高程为 840.00m，路线总里程约 0.30km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。20#道路主要承担砂石系统至混凝土系统的骨料运输任务。

b) 下水库道路规划

3#下库库岸道路：起点从下库右坝肩进场路终点接线，高程 238.00m，沿下水库库岸布置，途经 5#业主营地道路、大坝标混凝土系统、输水发电标混凝土系统、施工变电站、机电安装标施工营地、输水发电系统综合加工厂、仓库、钢管加工厂、通风兼安全洞口、下库进出水口闸门启闭平台、下库弃渣场坡脚及左坝肩，与下库坝顶道路组成环线，终点至下库大坝左，高程为 238.00m，路线总里程约 3.00km。为场内二级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 7.00m，路基宽度 8.00m。3#道路主要承担进场路与上下库连接路连接及环库盆场地的运输任务。

5#业主营地道路：起点从 3#下库库岸道路接线，高程 238.00m，终点至 270.00m 业主营地，路线总里程约 0.50km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。5#道路主要承担业主营地与施工区的交通任务。

7#下库弃渣场高线施工道路：起点从 1#上下库连接路接线，高程 330.00m，沿下水库弃渣场右岸布置，终点至下库弃渣场排水隧洞进口，高程为 330.00m，路线总里程约 0.90km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。7#道路主要承担下库弃渣场排水工程挡渣坝及排水隧洞的开挖弃渣及混凝土浇筑任务，后期作为下库弃渣的主要道路。

11#下库坝后施工道路：起点从进场路接线，高程 230.00m，沿进场路山头之字路布置，终点至下 19#下库右岸低线施工道路坝后段，高程为 167.500m，路线总里程约 1.20km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。11#道路主要承担坝后交通运输任务。

13#下库库盆施工道路：起点从 3#下库库岸道路接线，高程 238.00m，下入库盆后，沿砂石系统外边界布置，终点至 15#下库左岸低线施工道路，高程为 185.00m，路线总里程约 0.50km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。13#道路主要承担 3#下库库岸道路至库盆的运输任务。

15#下库左岸低线施工道路：起点从库尾 3#下库库岸道路接线，高程 238.00m，沿下水库左岸布置，终点至下库大坝坝基，高程为 185.00m，路线总里程约 1.10km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。15#道路主要承担下库进出水口及坝基左岸的开挖出渣及混凝土浇筑运输任务。

17#下库弃渣场低线施工道路：起点从 15#下库左岸低线施工道路接线，高程 195.00m，沿上下库弃渣场冲沟左岸布置，终点至下库弃渣场，高程为 290.00m，路线总里程约 1.00km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。17#道路主要承担上至弃渣场的弃渣运输任务。

19#下库右岸低线施工道路：起点下库砂石系统接线，高程 200.00m，沿下水库左岸布置，终点至下库大坝坝基右岸，高程为 180.00m，路线总里程约 0.60km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。19#道路主要承担下库大坝坝基右岸开挖弃渣及混凝土浇筑运输任务。

c) 上下库连接道路规划

1#上下库连接道路：起点从下库库尾 3#下库库岸道路接线，高程 238.00m，山体呈之字形布置，终点至上库副坝五右坝肩，高程为 858.00m，路线总里程约 11.50km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。1#道路主要承担上下库连接运输任务。

9#排风洞道路：起点从 1#上下库连接道路接线，高程 592.00m，终点至排风竖井顶部平台，高程为 619.00m，路线总里程约 0.30km。为场内三级永久道路，双车道，混凝土路面，路面宽度 6.50m，路基宽度 7.50m。3#道路主要承担排风竖井混凝土浇筑及日常维护检修运输任务。

2.6.2.2 场内物资运输流向

场内交通运输的主要物资为土石方开挖料与填筑料、水泥、钢筋钢材、混凝土、砂石骨料、机电设备及金属结构等。

本工程土石方开挖总量(含主体工程、前期工程(不含道路)等)为 1298.14 万 m³(自然方)，其中洞挖量 284.99 万 m³，明挖总量 1013.15 万 m³。

本工程主体及导流工程填筑工程量为 246.85 万 m³(压实方，下同)，其中上水库区 115.88 万 m³，下水库区无填筑工程量，导流工程 15.09 万 m³。

本工程混凝土总量约 253.13 万 m³，含常规混凝土、碾压混凝土、防渗墙混凝土及喷混凝土，其中上水库工程 4.77 万 m³(含常规混凝土 1.97 万 m³、防渗墙混凝土 2.59 万 m³ 及喷混凝土 0.20 万 m³)、下水库工程 79.30 万 m³(含常规混凝土 9.81 万 m³、碾压混凝土 69.41 万 m³ 及喷混凝土 0.08 万 m³)、输水工程 20.48 万 m³、厂房工程 19.81 万 m³、施工支洞 3.14 万 m³、导流工程 1.27 万 m³。

a) 上水库区物资运输流向分析

上水库料物运输主要有大坝、上水库进/出水口、导流隧洞、引水调压井、上平段相关洞室的土石方和混凝土运输，砂石骨料运输及金属结构运输等。

1) 大坝

左岸岸坡上部开挖经 2#上库环库道路→6#上库库盆施工道路→14#上库库盆连接施工道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场，中部开挖经 10#上库坝后施工道路→6#上库库盆施工道路→14#上库库盆连接施工道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场。右岸岸坡开挖经 2#上库环库道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场。

大坝填筑从上库转运堆存场、上库砂石系统及上库石料场取料，上库转运堆存场料经 6#上库库盆施工道路上坝；上库砂石系统料及上库混凝土系统料经 16#上库副坝施工道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路或者 2#上库环库道路运输上坝；上库石料场取料经 12#上库料场施工道路→6#上库库盆施工道路或者 12#上库料场施工道路→10#上库坝后施工道路运输上坝。

2) 导流隧洞

进口明挖经 6#上库库盆施工道路→14#上库库盆连接施工道路→16#上库副坝施工道路至毛料堆存场。

混凝土从 2#上库环库道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路运输至导流洞。

3) 上水库进/出水口

土石开挖弃料，经 1#上下库连接路→6#上库库盆施工道路→14#上库库盆连接施工道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场。开挖利用料经 1#上下库连接路→2#上库环库道路上坝。混凝土经 2#上库环库道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路→1#上下库连接路运输至①施工支洞或经 2#上库环库道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路→8#上库进出水口施工道路运输至尚酷进出水口。

4) 引水调压井

土石方开挖弃料经 8#上库进出水口施工道路→14#上库库盆连接施工道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场。

混凝土经 2#上库环库道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路→2#上库环库道路→4#上库调压井连接道路运输至调压井顶部平台。

5) 上平段相关洞室

有用料从①施工支洞出洞，经 1#上下库连接路→2#上库环库道路上坝；无用料经 1#上下库连接路→6#上库库盆施工道路→14#上库库盆连接施工道路→18#上库弃渣场施工道路至上水库弃渣场。

6) 砂石骨料运输

从库尾砂石加工系统经 16#上库副坝施工道路→14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路运输至施工区。

7) 金属结构

上水库进进出水口闸门及拦污栅经 14#上库库盆连接施工道路→6#上库库盆施工道路→8#上库进进出水口施工道路运输至上库进进出水口。

b) 下水库区物资运输流向分析

下水库料物运输主要有大坝、下水库进/出水口、地面开关站、输水发电系统地下洞室的土石方和混凝土运输，砂石骨料运输及机电设备运输等。

1) 大坝

左岸岸坡上部开挖经 3#下库库岸道路→17#下库弃渣场低线施工道路运输至下库弃渣场。右岸岸坡上部开挖经 3#下库库岸道路→13#下库库盆施工道路→15#下库左岸低线施工道路→17#下库弃渣场低线施工道路运输至下库弃渣场。基坑开挖经 15#下库左岸低线施工道路→17#下库弃渣场低线施工道路运输至下库弃渣场。

大坝填筑从下水库进/出水口及下库毛料堆存场取料，从下水库进/出水口取料经 3#下库库岸道路直接上坝。毛料堆存场取料经 3#下库库岸道路上坝。

2) 下水库进/出水口

土石开挖弃料，3#下库库岸道路→17#下库弃渣场低线施工道路运输至下库弃渣场。

3) 地面开关站

土石方开挖弃料经 1#上下库连接路→7#下库弃渣场高线施工道路弃渣至下库弃渣场。混凝土从输水发电标混凝土系统经 3#下库库岸道路→1#上下库连接路运输至地面开关站。

4) 输水发电系统地下洞室

洞挖骨料从通风兼安全洞洞或交通洞出洞，经 3#下库库岸道路运至下水库毛料堆存场；洞挖上坝料从通风兼安全洞洞或交通洞出洞，经 3#下库库岸道路运至下水库石料转存场或直接上坝。

混凝土从进厂交通洞口直接运至洞内浇筑部位。

5) 砂石骨料运输

下库砂石骨料主要采用皮带机运输至各混凝土系统。

6) 机电设备

直接进厂房部分经 3#下库库岸道路→进厂交通洞→安装间。未直接进厂房部分经 3#下库库岸道路→1#上下库连接路至机电设备加工厂。

2.6.2.3 场内主干道路线路标准

根据线路及桥涵标准确定依据，并结合本工程具体特点，确定的各主干道路线路及桥涵标准见表 2.6.2.3-1。

表 2.6.2.3-1 场内施工主干道物流及行车密度分析表

部位	编号	道路名称	总长度 km	道路等级	路面宽度 m	路基宽度 m	路面结构	控制路宽 车辆类型	单向行车密 度 辆/h
上水库	2#	上库库岸道路	5.2	场内三级	6.5/3.5	7.5/5	混凝土路面	20t	24
	4#	上库调压井连接道路	0.4	场内三级	3.5	5	混凝土路面	20t	6
	6#	上库库盆施工道路	1.6	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	24
	8#	上库进出水口施工道 路	0.6	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
	10#	上库坝后施工道路	1	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	13
	12#	上库料场施工道路	0.9	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	24
	14#	上库库盆连接施工道 路	0.5	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
	16#	上库副坝施工道路	1.6	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	13
	18#	上库弃渣场施工道路	0.2	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	24
	20#	上库混凝土系统道路	0.3	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
		小计	12.3						
下水库	1#	上下库连接道路	11.5	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	13
	3#	排风洞道路	0.3	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	6
		小计	11.8						

下水库	5#	下库库岸道路	3	场内二级	7	8	混凝土路面	25t	24
	7#	业主营地道路	0.5	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	6
	9#	下库弃渣场高线施工道路	0.9	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
	11#	下库坝后施工道路	1.2	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	13
	13#	下库库盆施工道路	0.5	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
	15#	下库左岸低线施工道路	1.1	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	24
	17#	下库弃渣场低线施工道路	1	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
	19#	下库右岸低线施工道路	0.6	场内三级	6.5	7.5	混凝土路面	20t	20
		小计	8.8						
	其它			5	场内三级	6.5	7.5	泥结石路面	20t
总计			37.9						

2.6.3 料源规划

2.6.3.1 料源需要量

a) 土石填筑料

本工程主体工程土石填筑工程量(含砌石)为 136.94 万 m³。

上水库区填筑堆石料、石渣料、风化料、块石护坡石料等共 123.35 万 m³(压实方)。

上水库填筑料设计需要量为 127.40 万 m³(自然方), 各分区料设计需要量见表 2.6.3.1-1。

表 2.6.3.1-1 水库区土石填筑(含砌筑)设计需要量

单位: 万 m³

部位	主坝	副坝	围堰	其它	小计		
					压实方	折合自然方	设计需要量
主堆石区	50.96	0.47			51.44	41.15	50.42
次堆石区	19.18				19.18	15.34	18.80
过渡料	7.88				7.88	6.41	7.71
块石护坡	0.31	0.97			1.28	1.03	1.20
以上合计	78.34	1.45	0.00	0.00	79.79	63.93	78.13
全风化料	1.99	23.51			25.50	21.94	29.44
石渣料	4.90		6.11	1	12.02	9.70	13.02
垫层料	5.58				5.58	4.46	6.29
反滤料		0.47			0.47	0.37	0.53
总计	90.81	25.42	6.11	1.00	123.35	100.41	127.40

注: 表中“设计需要量”栏内数据已包含开采、运输、转存、加工、作业面等损耗。

下水库工程仅围堰等部位需要石渣混合料填筑 13.59 万 m³(压实方), 料源设计需要量为 14.73 万 m³(自然方), 全部可采用建筑物开挖的全强风化料。

b) 混凝土骨料

本工程混凝土及喷混凝土总量约 129.85 万 m³, 其中上水库混凝土 12.65 万 m³, 下水库混凝土 117.21 万 m³。本工程混凝土所需砂石骨料 285.68 万 t, 其中粗骨料 171.41 万 t, 细骨料 114.27 万 t。考虑开采、加工、运输、施工等损耗系数, 本工程混凝土所需毛料设计需要量总计为 148.08 万 m³(自然方, 下同), 其中上水库毛料设计需要量总计为 14.42 万 m³(自然方), 下水库毛料设计需要量总计为 133.66 万 m³(自然方)。

2.6.3.2 料源选择

a) 混凝土骨料、碎石垫层及反滤料料源

1) 上水库区

考虑开采、运输、转存、加工、作业面损耗补偿系数后，上水库垫层及反滤料设计需要量为 6.81 万 m³，混凝土骨料设计需要量为 14.42 万 m³，总的设计需要量为 23.20 万 m³。全部从石料场开采。

2) 下水库区

考虑开采、运输、转存、加工、作业面损耗补偿系数后，下水库区混凝土骨料设计需要量为 133.66 万 m³。

下水库区弱风化以下可利用洞挖料为 112.95 万 m³，下库进/出水口明挖弱风化以下可利用洞挖料为 50.82 万 m³，合计 163.76 万 m³，可满足下水库区混凝土骨料设计需要量要求。

b) 堆石料、块石料、石渣料料源

1) 上水库区

上水库区填筑堆石料、过渡料及块石护坡石料设计需要量共 78.13 万 m³(自然方)。

上水库区弱风化以下可利用明挖料共 35.63 万 m³，洞挖可利用料约 8.38 万 m³，总量约 44.01 万 m³，不满足堆石料设计需要量要求，建筑挖开挖可利用料全部用于填筑石料，其中过渡料优先利用洞挖料填筑，不足部分需从上库石料场开采有用料约 34.12 万 m³。

坝前石渣铺盖及围堰填筑等石渣混合料设计需要量共 13.02 万 m³，可利用上水库强风化料填筑。

2) 下水库区

围堰填筑等石渣混合料设计需要量共 14.73 万 m³，可利用下水库强风化料填筑。

c) 土料料源

上水库主、副坝全风化土料设计需要量共 29.44 万 m³(自然方)，可利用上水库扩库开挖和进出水口等部位丰富的全风化料填筑。

2.6.3.3 料场开采规划

a) 石料开采规划

经分析计算，本工程上水库区石料(含填筑料和骨料)设计需要量为 101.33 万

m^3 (自然方)。规划需要量需按满足设计需要量的 1.15~1.50 倍选取，本阶段按 1.3 倍考虑，规划开采量为 131.73 万 m^3 ，利用建筑物开挖利用料不满足设计需要量要求，不足部分从上水库石料场，设计开采量补充需要量 57.32 万 m^3 ，规划开采量补充需要量 87.72 万 m^3 ，详见表 2.6.3.3-1。考虑料场剥离及有用层开挖利用率，料场设计总开采量 83.35 万 m^3 ，料场规划总开采量 127.55 万 m^3 。上水库全风化料和石渣料利用建筑物开挖的全强风化料，料源充足。

下水库区石料(主要为混凝土骨料)设计需要量为 133.66 万 m^3 (自然方)。规划需要量需按满足设计需要量的 1.15~1.50 倍选取，本阶段按 1.2 倍考虑，规划开采量为 160.39 万 m^3 。建筑物开挖利用料满足设计需要量要求，满足规划开采量要求，详见表 2.6.3.3-1。下水库石渣料利用建筑物开挖的全强风化料，料源充足。

表 2.6.3.3-1 石料料源规划汇总表

单位：万 m^3

类 型	设计 需要量	规划 开采量	可利用量	设 计 开采量	规划开采量 补充需要量
上水库区垫层及 反滤料、混凝土骨料	23.20	30.16	44.01	57.32	87.72
上水库堆石料	78.13	101.57			
下水库混凝土骨料	133.66	160.39	163.76	0.00	0.00
合 计	253.22	329.19	207.77	57.32	121.42

b) 料场开采

根据料源选择，本工程大坝填筑料、混凝土骨料及垫层料料源部分采用工程开挖利用料。

根据施工进度安排，部分开挖利用料需经中转场或砂石毛料堆存场堆存后回采运输。中转场堆存料回采开挖采用 2 m^3 挖掘机配 15t 自卸汽车运输。

上水库大坝填筑料、混凝土骨料及垫层料料源部分采用料场开采料，料场开采覆盖层剥离料采用 132kW 推土机集料，3 m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣运至上水库渣场；岩石开挖采用潜孔钻孔或液压钻机钻孔，为保证爆破石料的级配符合填筑料的要求，采用分层微差挤压爆破，石渣由 132kW 推土机配合 3 m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车，有用料直接运输上坝，无用料运至上水库弃渣场。

2.6.4 土石方平衡及堆渣利用

2.6.4.1 土石方平衡规划

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

a) 上水库土石方平衡

上水库施工区主体工程开挖量总量为 241.50 万 m³(自然方, 下同), 利用作为上水库区大坝及围堰填筑料(堆石料、过渡料、砌石、石渣)共 86.46 万 m³, 弃渣 155.03 万 m³(自然方), 加上料场剥离弃渣 20.47 万 m³(自然方), 弃渣合计 181.06 万 m³(自然方, 换算成松方约 217.27 万 m³)。

表 2.6.4.1-1 土石方平衡调配表

单位: 万 m³

项目			开挖量	利用量	受料区												利用	渣场	
					上水库面板堆石坝							副坝				围堰	混凝土骨料	其它石渣回填	
					主堆石区	次堆石区	垫层料	过渡料	块石护坡	全风化土铺盖	石渣盖重	堆石	全强风化料	反滤料	块石护坡	石渣混合料			
填筑方(压实方)			50.96	19.18	5.58	7.88	0.31	1.99	4.90	0.47	23.51	0.47	0.97	6.11	12.65	1.00			
折合自然方			40.77	15.34	4.46	6.41	0.25	2.34	3.96	0.38	19.59	0.37	0.78	4.94	10.70	0.81			
设计需要量(自然方)			49.95	18.80	6.29	7.71	0.29	3.15	5.31	0.46	26.29	0.53	0.91	6.62	14.42	1.08			
开挖区	主坝	土方明挖	50.75												3.31			3.31	47.44
		石方明挖	7.14												3.31			3.31	3.82
	副坝	土方明挖	8.99						3.15									3.15	5.84
		石方明挖	0.00															0.00	0.00
	扩库开挖	土方明挖	55.61								26.29							26.29	29.32
		石方明挖	23.83	11.92		11.92												1.08	13.00
	输水系统上库区	土方明挖	35.37															0.00	35.37
		石方明挖	47.43	23.72	16.83	6.88				5.31								29.03	18.40
		石方洞挖	6.16	5.23	0.66			4.57										5.23	0.92

表 2.6.4.1-1 (续)

项目			开挖量	利用量	受料区													利用	渣场		
					上水库面板堆石坝							副坝				围堰	混凝土骨料	其它石渣回填			
					主堆石区	次堆石区	垫层料	过渡料	块石护坡	全风化土铺盖	石渣盖重	堆石	全强风化料	反滤料	块石护坡	石渣混合料					
开挖区	1#施工支洞	土方明挖	0.13															0.00	0.13		
		石方明挖	0.53															0.00	0.53		
		石方洞挖	2.67	2.14					2.14									2.14	0.53		
	导流工程	土方明挖	1.35															0.00	1.35		
		石方明挖	0.28															0.00	0.28		
		石方洞挖	1.25	1.00					1.00									1.00	0.25		
合计			241.50	44.01	17.50	18.80	0.00	7.71	0.00	3.15	5.31	0.00	26.29	0.00	0.00	6.62	0.00	1.08	86.46	155.03	
	石料场开采	土方明挖	5.56															0.00	5.56		
		石方明挖	77.80	57.32	32.46	0.00	6.29	0.00	0.29	0.00	0.00	0.46	0.00	0.53	0.91	0.00	14.42	0.00	57.32	20.47	
直接上坝					17.50			3.86								6.62		1.08			
中转上坝					0.00			3.86								0.00		0.00			
合计			324.85	101.33	17.50	0.00	0.00	7.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.62	0.00	1.08		181.06	

b) 上水库土石方平衡

下水库施工区主体工程开挖量总量为 425.07 万 m³(自然方, 下同), 利用作为下水库区大坝及围堰填筑料(堆石料、过渡料、砌石、石渣)共 166.62 万 m³, 总共弃渣 258.45(自然方, 换算成松方约 335.98 万 m³)。

因此, 工程弃渣总量为 553.26 万 m³(松方, 下同), 其中上水库施工区、下水库施工区弃渣量分别为 217.27 万 m³、335.98 万 m³。土石方平衡结果见下表。

表 2.6.4.1-2 土石方平衡调配表

单位: 万 m³

项目			开挖量	可利用量	受料区			利用	渣场
					混凝土 骨料	围堰	其它		
						石渣 混合料	石渣 混合料		
折合自然方					99.18	6.94	4.04		
设计需要量(自然方)					133.66	9.31	5.42		
开 挖 区	大坝	土方明挖	80.58			4.66	2.71	7.37	73.22
		石方明挖	15.97			4.66	2.71	7.37	8.61
		石方洞挖	0.03					0.00	0.03
	输水 系统 下库区	土方明挖	43.56					0.00	43.56
		石方明挖	101.63	50.82	38.94			38.94	62.69
		石方洞挖	42.73	36.32	36.32			36.32	6.41
	厂房 系统	土方明挖	12.99					0.00	12.99
		石方明挖	26.12					0.00	26.12
		石方洞挖	84.30	65.16	65.16			65.16	19.14
	其它 施工 支洞	土方明挖	0.13					0.00	0.13
		石方明挖	0.53					0.00	0.53
		石方洞挖	11.27	9.02	9.02			9.02	2.25
	导流 工程	土方明挖	1.84					0.00	1.84
		石方明挖	0.33					0.00	0.33
		石方洞挖	3.07	2.45	2.45			2.45	0.61
合计			425.07	163.76	133.66	9.31	5.42	166.62	258.45

2.6.4.2 弃渣场、转料场规划

a) 弃渣场规划

根据本工程场地条件和上、下水库工程区之间高差大、距离远的特点，将弃渣场及暂存场分上、下水库区分别布置。上、下水库死库容分别为 121.4 万 m³ 和 105.5 万 m³，考虑预留於砂容量，本阶段暂不考虑利用死库容弃渣，主要规划设置 2 个库外弃渣场，分别为上库弃渣场和下库弃渣场。

上库弃渣场，布置在上水库副坝三和副坝四下游的冲沟内，设一个堆渣平台，高程为 850.00m，最大堆渣高度约 75.00m。堆渣坡比采用 1:2.5，每 15.00m 高设置一级马道，马道设计宽度为 3.00m，弃渣场规划容量约 235.00 万 m³。上水库区弃渣量 217.27 万 m³(松方)，满足弃渣堆存容量要求。

下库弃渣场，布置在下水库左岸、下库进进出水口下游冲沟内，设 1 个堆渣平台，高程 320.00m，最大堆渣高度约 96.00m。堆渣坡比采用 1:2.5，每 15.00m~20.00m 高设置一级马道，马道设计宽度为 3.00m。弃渣场容量约 361.00 万 m³。下水库区弃渣量 335.98 万 m³(松方)，满足弃渣堆存容量要求。

上下库连接道路弃渣场，上下库连接路上库明线段弃渣可用弃至上库输水发电系统营地及①支洞进口处形成场地；为中部洞线段设置一个渣场，兼作施工场地，位于洞线段之间的明线段，容量约 8 万 m³；下库明线段弃渣可直接运至下库弃渣场。

本工程弃渣场规划见表 2.6.4.2-1。

表 2.6.4.2-1 弃渣场规划特性表

渣场名称	堆渣高程 m	规划容量 万 m ³	弃渣量 (松方) 万 m ³	备注
上库弃渣场	775~850	235.00	217.27	堆渣体适当碾压
下库弃渣场	224~320	361.00	335.98	堆渣体适当碾压
合计		596.00	553.25	

b) 中转场规划

根据土石平衡及施工时序需求，上水库在导流洞进口上游规划约 5.4 万 m³ 的转运堆存场，在副坝二坝后规划一个容量约 15.0 万 m³ 的表土堆存场。下水库，库盆内进厂交通洞口布置毛料堆存场，容量约 50.0 万 m³，在下库弃渣场尾部规划一个容量为 15.0 万 m³ 的表土堆存场。

上、下水库砂石加工系统均布置于库内，蓄水前须予以拆除，蓄水后部分工程混凝土骨料需要中转堆存，按照进度，上水库施工区蓄水后蓄水后混凝土工程量约 0.69 万 m³，考虑进度的不确定因数 1.5，在蓄水前堆存 1.1 万 m³ 成品骨料，在上库弃渣场尾部，靠近混凝土系统布置上库成品骨料堆存场，规划容量为 1.15 万 m³。下水库施工区蓄水后混凝土工程量约 9.4 万 m³，考虑进度的不确定因数 1.5，在蓄水前堆存 14.1 万 m³ 成品骨料，在下库原大坝标混凝土拌合系统场地布置下库成品骨料堆存场，规划容量为 17.5 万 m³。

表 2.6.4.2-2 中转场规划特性表

位置	堆场名称	堆存高程 m	规划容量 万 m ³	高峰转存量 万 m ³	备注
上水库	转运堆存场	830~850	5.4	5.4	导流洞进口上游
	表土堆存场	840~860	15	13	副坝二坝后
	上库成品骨料堆存场	850~852	1.15	1.1	上库弃渣场尾部
下水库	毛料堆存场	200~238	50	47	进厂交通洞口
	表土堆存场	320~330	15	15	下库弃渣场尾部
	下库成品骨料堆存场	240~250	17.5	14.1	原大坝标混凝土系统场地

2.6.5 施工总布置规划

根据枢纽布置和地形条件，本工程施工场地布置采用集中与分散相结合的方式。上水库施工布置条件较好，可沿 2#上库环库道路沿线选择场平工程量小的场地择优布置；下水库施工布置条件较差，根据分标，就近利用进场路山头及库尾的场地分别集中布置大坝和输水发电系统的场地。砂石系统布置于库盆内缓坡地，并利用砂石系统西侧的两个冲沟布置大坝标及输水发电系统标混凝土系统。

2.6.5.1 上水库施工场地布置

上水库施工区沿 2#上库环库道路沿线布置，主要满足上水库库岸开挖、大坝填筑和面板混凝土、进/出水口开挖及混凝土的施工需要。上库库尾存在大面积缓坡地，在库尾布置砂石加工系统；副坝三附近山头平缓，场坪工程量小，布置大坝相关的加工厂、仓库及施工营地和上库混凝土系统，初期交通问题可通过已有道路解决。

上库弃渣场位于副坝三和副坝四坝后的冲沟内，该渣场集雨面积较小，坡面防护面积较小。

上库输水发电系统相关的场地靠近上库进/出水口及 1#施工支洞布置，施工营地和仓库布置于 1#上下库连接道路旁，副坝五坝后冲沟内，综合加工厂布置于 1#施工支洞口填方场地，也位于 1#上下库连接道路旁。

2.6.5.2 下水库施工场地布置

下水库大坝相关的场地布置于进场路沿线的山头，通过 11#下库坝后施工道路及 13#下库库盆施工道路连接大坝施工区。导流洞出口施工场地及下库坝后施工场地布置于坝后左岸缓坡地，通过 1 座临时桥沟通两岸。

砂石系统布置于库盆内缓坡地，并利用砂石系统西侧的两个冲沟布置大坝标及输水发电系统标混凝土系统场地。

输水发电系统标下库场地位于库尾，下库/进出水口旁，布置有加工厂、仓库、营地等设施。

下库库内有一处较大冲沟可用于布置下库弃渣场，下库库外弃渣场限制因素较多，不采用，因此下库渣场布置于库内。

2.6.6 施工用地

陆河抽水蓄能电站建设征地征占用土地总面积为 4791.33 亩。其中水库淹没区为 1378.90 亩，其中永久占地 3829.51 亩，临时用地 961.82 亩。枢纽工程建设区为 3412.43 亩，水库淹没区与枢纽工程建设区完全重叠。

本工程的施工用地类型情况见表 2.6.6-1。

表 2.6.6-1 施工征地面积明细表

永久用地			
施工区域	子块编号	地块名称	征地面积(亩)
上库施工区	1	上库副坝及防渗墙用地	325.15
	2	上库环库道路用地 1	10.69
	3	上库环库道路用地 2	70.98
	4	上库环库道路用地 3	70.91
	5	上库库周修整用地 1	25.18
	6	上库库周修整用地 2	38.00
	7	副坝五防渗墙用地	3.96
	8	上水库淹没区	872.79
	9	上库进出水口用地	49.87
	10	上库大坝用地	196.17
	11	副坝五用地	33.33
	12	上库调压井道路用地	9.33
	13	上库调压井用地	8.98

永久用地			
施工区域	子块编号	地块名称	征地面积(亩)
上下库连接路施工区		合计	1715.35
	14	上下库连接路用地 1	40.09
	15	上下库连接路用地 2	114.53
	16	上下库连接路用地 3	12.57
	17	上下库连接路用地 4	279.00
	18	排风竖井道路用地	6.62
	19	排风竖井用地	10.73
	20	①施工支洞口用地	27.70
	21	②施工支洞口用地	8.11
		合计	499.33
下库施工区	22	综合仓库用地	14.94
	23	开关站用地	70.97
	24	消防站用地	12.81
	25	机电设备库用地	26.53
	26	通风兼安全洞口用地	12.96
	27	下库取水用地	6.90
	28	下库进出水口用地	101.58
	29	业主营地道路用地及下库库岸公路用地 1	67.52
	30	下库库岸公路用地 2	21.30
	31	下库库岸公路用地 3	30.73
	32	下库弃渣场道路用地	35.23
	33	下库弃渣场表面排水用地	58.13
	34	施工变电站用地	34.39
	35	进厂交通洞口用地	27.10
	36	业主营地用地	195.81
	37	下库大坝用地	284.95
	38	下水库淹没区	506.12
	39	进场路用地	99.93
		合计	1607.90
自流排水洞出口	40	自流排水洞出口用地	6.93
		合计	6.93
总计			3829.51
临时用地			
上库施工区	41	上库表土堆存场用地	34.22
	42	上库弃渣场用地	228.98
	43	上库石料场用地	151.57
	44	上库输水发电标施工用地	94.20
		合计	508.97
上下库连接路施工区	45	上下库连接路渣场用地	19.81
	46	中平洞施工场地用地	5.15
		合计	24.96

永久用地			
施工区域	子块编号	地块名称	征地面积(亩)
下库施工区	47	下库弃渣场用地	307.13
	48	下库坝后施工场地用地	20.52
	49	下库坝后道路及 大坝标场地用地	67.08
	50	下库大坝标施工营地用地	33.16
		合计	427.89
总计			961.82
临时用地及永久用地总计			4791.33

2.6.7 施工导流

本工程需要导流的建筑物主要有上水库、下水库、上水库进/出水口及下水库进/出水口。

2.6.7.1 上水库施工导流

a) 导流方式

上水库位于场区北部，为场区最高山间盆地。库盆地势狭长、平坦，呈串珠状，库底高程约 810.00m~840.00m。上水库集雨面积 1.3km²，上水库挡水建筑物设 1 座主坝和 5 座副坝，主坝为混凝土面板堆石坝，坝顶高程为 858.00m，最大坝高 64m，坝顶长度 414m，副坝均为均质土坝，坝顶高程为 858.00m，最大坝高 12m~25m，坝顶宽度均为 8.0m。

上水库集雨面积仅为 1.3km²，流量较小，水量不大，坝址两岸山体宽厚，均具备成洞条件。从枢纽布置、地形地质及施工条件看，上库进/出水口紧邻左坝头，若导流隧洞布置在左岸，导流隧洞进水口将受到限制，同时对进/出水口的施工干扰较大，因此导流隧洞宜布置在右岸。导流洞断面采用 4.0m×4.0m(宽×高)城门洞型，进口底板高程为 815.00m，出口底板高程为 808.00m。隧洞长 383.161m，平均底坡 1.83%。

同时，为确保施工期排水畅通，需拆除现有下坪田水库大坝。

b) 导流标准及导流流量

上水库正常蓄水位 851.00m，相应库容 1048.60 万 m³，死水位 828.00m，相应库容 121.40 万 m³，电站装机容量 1400MW，工程属一等大(1)型工程，枢纽拦河坝和引水发电系统等主要建筑物为 1 级。根据 NB/T10491-2021《水电工程施工组织设计规范》，确定上水库导流建筑物级别为 4 级。为充分利用当地建筑材料，导流工程挡水建筑物拟采用土石围堰结构型式。导流建筑物设计洪水标准为 20 年~10 年重现期，施工期临时度汛标准为全年 100 年~50 年重现期。

上水库大坝施工初拟采用全年围堰挡水方案。初期导流标准选定为全年 20 年重现期，洪峰流量 $43.6\text{m}^3/\text{s}$ 。大坝施工期临时度汛标准选定为全年 100 年重现期，洪峰流量 $58.10\text{m}^3/\text{s}$ 。

c) 导流程序

根据施工总进度安排，上水库施工导流程序如下：

- 1) 第 1 年 4 月初开始进行导流隧洞施工，至第 2 年 1 月底导流隧洞具备过水条件，第 2 年 2 月初截流，导流隧洞开始过水，第 2 年 2 月底完成土石围堰施工。第 1 年 7 月初～第 2 年 1 月底完成大坝坝基岸坡部分开挖，施工期雨水通过河沟自然排出。
- 2) 第 2 年 3 月初～第 3 年 4 月底，由上游围堰挡水，导流隧洞过流，期间进行大坝基础开挖、趾板混凝土浇筑、帷幕灌浆、坝体填筑等项目施工。第 3 年 4 月底，坝体全断面填筑至高程 855.20m。第 2 年汛期由围堰挡水，导流隧洞过流。
- 3) 第 3 年 10 月初～第 4 年 1 月底，由上游围堰挡水，导流隧洞过流。期间进行混凝土面板浇筑、坝前铺盖填筑、防浪墙浇筑、坝顶公路等施工。
- 4) 第 4 年 4 月初上水库导流洞下闸封堵，上水库开始初期蓄水，第 4 年 5 月底完成导流洞封堵施工。第 4 年 6 月初至第 5 年 3 月底进行第 1 台机组安装，调试 3 个月后于第 5 年 6 月底投产发电。

d) 导流建筑物设计

根据地形地质条件，导流隧洞布置在大坝右岸，导流隧洞长 383.161m，平面上设 1 个弯段。导流隧洞进口底板高程 815.00m，出口底板高程 808.00m，纵坡 1.83%，城门洞型断面，顶拱中心角 120° ，净断面尺寸 $4.00\text{m} \times 4.00\text{m}$ (宽×高)。隧洞全断面钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度为 0.40m。

上游围堰选用土石围堰型式，围堰堰顶高程为 820.00m。堰顶长 141.738m，顶宽 8.00m，最大堰高 7.50m，土石围堰迎、背水坡坡比均为 1:1.75，堰基及堰身均采用高喷灌浆的防渗型式。

下游围堰选用土石围堰型式，围堰堰顶高程为 814.00m。堰顶长 55.076m，顶宽 6.00m，最大堰高 4.00m，土石围堰迎、背水坡坡比均为 1:1.75，堰基及堰身均采用高喷灌浆的防渗型式。

2.6.7.2 下水库施工导流

a) 导流方式

下水库集雨面积 16.6km^2 ，下水库挡水建筑物为一座碾压混凝土重力坝，坝顶高

程为 237.00m，最大坝高 98.00m，坝顶长度 456.00m，坝顶宽度为 8.00m。

下水库大坝坝址处河床较窄，坝型为碾压混凝土重力坝，不宜分期分段施工，下库施工导流拟采用一次拦断河床的隧洞导流方式，导流隧洞布置在下水库大坝左岸的山体内。

b) 导流标准及导流流量

下水库正常蓄水位 232.00m，相应库容 997.00 万 m³，死水位 193.00m，相应库容 105.50 万 m³，电站装机容量 1400MW，工程属一等大(1)型工程，枢纽拦河坝和引水发电系统等主要建筑物为 1 级。根据 NB/T10491-2021《水电工程施工组织设计规范》规定：施工导流建筑物为 4 级。为充分利用当地建筑材料，导流工程挡水建筑物拟采用土石围堰结构型式，导流建筑物设计洪水标准为 20 年～10 年重现期，施工期临时度汛标准为全年 20 年～10 年重现期。

下水库大坝施工初拟采用全年围堰挡水方案。初期导流标准选定为全年 20 年重现期，大坝施工期临时度汛标准选定为全年 20 年重现期。

c) 导流程序

根据施工总进度安排，下水库施工导流程序如下：

- 1) 第 1 年 1 月初开始进行导流隧洞施工，至第 1 年 9 月底导流隧洞具备过水条件。第 1 年 1 月初～第 1 年 9 月底完成大坝坝基高程 170.00m 以上开挖，原河床过流；
- 2) 第 1 年 10 月初进行河床截流及围堰填筑，第 1 年 11 月底完成围堰防渗施工，围堰挡水，导流隧洞过流；
- 3) 第 3 年 3 月底坝体填筑至高程 210.40m(拦洪度汛高程为 180.74m)，第 3 年 7 月底坝体填筑到高程 236.00m；
- 4) 第 4 年 2 月初至 3 月底完成蓄水验收，于第 4 年 4 月初下水库导流洞下闸封堵，下水库开始初期蓄水，第 4 年 5 月底完成导流隧洞封堵施工，第 5 年 6 月底，首台机组具备发电条件。

d) 导流建筑物设计

根据地形地质条件，导流隧洞布置在大坝左岸，导流隧洞进口布置在大坝上游约 165m 处，导流洞出口布置在坝址下游约 160m 处，进口底板高程 170.00m，出口底板高程 150.00m，洞长 370.751m，平均纵坡 5.22%，衬砌后断面尺寸为 6.0m×6.0m 城门洞型。洞身段采用全断面钢筋混凝土衬砌，衬砌厚度 0.4m。

上游围堰为土石围堰，堰体和堰基采用高压喷射灌浆进行防渗。堰顶高程为

183.00m，堰顶宽度为 8.00m，围堰轴线长为 126.691m，最大堰高 20.00m。围堰迎水面坡比为 1：2.00，背水侧坡比为 1：1.75。

大坝施工期间由导流洞泄流，全年 20 年一遇标准下泄量为 439m³/s，查得导流洞出口处的水位流量关系得到下游水位为 151.75m，低于大坝下游坡脚处的最低高程 155.00m，因此不需设置下游围堰。

2.6.7.3 上、下水库进/出水口施工导流

a) 上水库进/出水口施工导流

上水库进/出水口位于大坝左侧围堰上游，进/出水口前期施工导流设计标准采用全年 20 年重现期，相应洪峰流量量为 43.6m³/s，对应水位高程 818.66m。引水系统贯通后厂房度汛标准采用全年 100 年重现期，相应洪峰流量量为 58.10m³/s，对应水位高程 819.33m，进/出水口外侧平台高程 819.00m，低于 100 年重现期洪水拦洪度汛高程，因此，上水库进/出水口可采用预留岩坎挡水，保证输水系统和厂房全年连续施工。

b) 下水库进/出水口施工导流

下水库进/出水口位于围堰上游，前期施工导流设计标准采用全年 20 年重现期，相应洪峰流量 336.00m³/s，对应上游水位高程 193.96m。引水系统贯通后厂房度汛标准采用全年 100 年重现期，相应洪峰流量量为 460.00m³/s，对应上游水位高程 194.18m。

进/出水口施工采用扩宽原河床的明渠导流方式，导流明渠采用梯形断面，底宽 12m，两侧边坡 1：2.0，护坡护底采用 600mm 厚钢筋混凝土衬砌，渠长约 130m，进口底板高程 190.00m，出口底板高程 183.00m，底坡 $i=5.38\%$ 。

明渠外侧预留岩坎。岩坎上游段顶高程为 195.00m，岩坎下游段顶高程为 186.00m。

2.6.7.4 初期蓄水

根据施工组织进度安排，陆河抽水蓄能电站上、下水库导流洞下闸蓄水时间为第 4 年 3 月初，第 1 台机组正式投产时间为第 5 年 6 月底，以后每 3 个月投产 1 台机组，到第 6 年 4 月底所有机组投产发电。

根据施工计划安排，陆河抽水蓄能电站首台机组正式投产时间为第 5 年 6 月底，根据国内已建抽水蓄能电站的经验，首台机调试运行时间一般为 2~3 个月，本次按 3 个月考虑，即首台机开始调试运行的时间为第 5 年 3 月底。

由于陆河抽水蓄能电站上水库集水面积较小，坝址多年平均年径流量仅 195.5 万

m^3 , 按照施工组织安排, 经分析计算, 上水库来水量扣除蒸发、渗漏损失、生态流量和下游用水后, 水库蓄水量无法满足蓄至死库容的要求, 初步判断, 一般情况下, 陆河抽水蓄能电站首台机组调试运行无法从发电工况启动, 建议按抽水工况启动。

以抽水工况启动时, 上水库蓄水需完全充填单条引水道, 并蓄水至进/出水口底板高程, 相应蓄水量为 26 万 m^3 , 上、下水库总蓄水量需满足上水库死库容、下水库死库容、单条引水隧洞充填水量、单条尾水隧洞充填水量和首台机调试 4h 所需水量, 共需蓄水 347 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日满发利用小时数 9h 要求所需水量。根据上述蓄水要求, 陆河抽水蓄能电站初期蓄水各阶段所需水量成果见表 2.6.7.3-1。

表 2.6.7.3-1 初期蓄水各阶段总需水量 单位: 万 m^3

项目	投产时间	累计需水量	备注
第 1 台机组调试运行	第 5 年 3 月底	347	其中上水库 121 万 m^3 , 下水库 226 万 m^3
第 1 台机组正式投产	第 5 年 6 月底	464	水量可交换, 上、下水库总水量满足要求即可
第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底	646	
第 3 台机组正式投产	第 6 年 1 月底	858	
第 4 台机组正式投产	第 6 年 4 月底	1070	

根据上、下水库坝址长系列月径流资料, 从起蓄到各机组投产阶段的不同蓄水历时, 对上、下水库天然径流量进行蓄水时段组合滑动排频, 选取 $P=75\%$ 保证率相应的来水时段, 考虑蒸发、渗漏损失及下游用水要求, 计算初期蓄水期间上、下水库可蓄水量, 成果见表 2.6.7.3-2。

表 2.6.7.3-2 初期蓄水计算成果表(75%保证率来水) 单位: 万 m^3

投产台数	总需蓄水量	上水库		下水库		上下水库可蓄水量合计
		径流量	可蓄水量	径流量	可蓄水量	
首台调试	347	145	78	1711	1497	1575
1	464	217	129	2625	2307	2436
2	646	276	161	3375	2966	3127

3	858	287	161	3524	3090	3251
4	1070	302	165	3698	3240	3405

对于 P=75%保证率来水时段，上、下水库总蓄水量均可满足首台机组调试和4台机组投产的需水要求。因此，在 P=75%保证率来水情况下，电站初期蓄水计划可满足电站初期运行的水量要求。

上水库需泄放的生态流量按上水库坝址处多年平均流量 10%考虑，为 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ 。生态流量利用在导流洞设置的直径为 0.2m 生态流量泄放钢管泄放，泄放管进口中心高程为 821.00m，出口设闸阀控制流量。

下水库需泄放的生态流量按下水库坝址处多年平均流量 10%考虑，为 $0.07\text{m}^3/\text{s}$ 。为确保下水库放空底功能和下游的生态流量，在坝体设置放空钢管。放水底孔兼生态流量放水钢管直径为 1.4m，进口高程为 198.00m，放空底孔出口接于下游消力池处，出口设闸阀控制流量，以满足水量下泄和生态流量要求。

2.6.8 施工进度

根据 NB/T10491-2021《水电工程施工组织设计规范》的规定，广东陆河(汕尾陆河)抽水蓄能电站工程建设划分为四个施工时段：即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期，其中工程筹建期不计入工程施工总工期。

根据枢纽布置特点、工程规模、工程地质条件及工程量，经分析，筹建期初步安排 1 年半(不计入工程施工总工期)，工程施工总工期 64 个月(5 年 4 个月)，其中净准备工期 6 个月(净准备期指工程开工至厂房顶拱开挖这一时段)，主体工程施工期 48 个月(4 年)，第 1 台机组发电期 54 个月(4 年半)，工程完建工期 10 个月。

2.6.8.1 工程筹建期进度计划

筹建期工程项目主要有由业主负责筹建的对外交通、业主营地生活供水、施工用电、通讯、征地、移民以及招标、评标、签约等工作。考虑到本工程规模比较大，为满足主体工程正式开工的需要，拟将场内主干交通设施、主要施工场地平整及部分生活办公设施等准备期的工程项目安排在筹建期开始施工。通风兼安全洞及进厂交通洞作为地下厂房系统的主要施工通道，为保证施工总进度目标的实现，应尽早进行施工，为厂房顶拱开挖创造条件，因此必须将其安排至筹建期开始施工。

通过对筹建期需要施工的主要工程项目施工进度的初步分析，拟定筹建期工期为

1年半。筹建期第1年7月初开始工程筹建，包括移民、施工征地、前期项目招投标等，筹建期第1年8月初开始筹建项目的施工，到筹建期第2年12月底完成对外交通工程、场内主干施工道路、业主营地生活供水供电设施、主要施工场地平整及营地建设，为上下水库工程、输水发电系统工程正式开工创造条件。

控制筹建期施工进度的关键线路为通风兼安全洞以及进厂交通洞的施工，通风兼安全洞长约1750m，进口施工工期1个月，洞身洞挖及衬砌施工工期22个月，综合平均进尺约为81.36m/月；进厂交通洞长约1990m，进口施工工期2个月，洞身洞挖及衬砌施工工期26个月，综合平均进尺约为76.54m/月。

2.6.8.2 施工总进度计划

a) 工程准备期施工进度

本工程输水发电系统地下厂房工程的施工处在控制发电工期的关键线路上。因此，将工程正式开工起至主厂房顶拱开始开挖的工期确定为工程净准备工期。

净准备工期为6个月，需完成承包人进场及主体工程开工前必要的准备工作，为第1年7月主体工程开工(以主厂房顶拱层开始开挖为标志)创造条件。剩余场内施工道路、风水电供应、施工场地平整、施工仓库及工厂、砂石加工系统、混凝土生产系统、上库导流工程、下库导流工程、上库料场无用料剥离、输水发电系统辅助洞室及其它临时施工设施等准备工程安排在承包商进场后(第1年1月)依次开始施工，根据主体工程开工的需要相应建成。同时，尾调通风洞和下水库大坝岸坡开挖也安排在净准备期内开工，为主体工程开工创造条件。

大部分准备工程至第1年12月底完成，准备工程工期约12个月，与主体工程施工期重叠6个月。

b) 主体工程施工进度

1) 导流工程施工进度

(1) 上水库导流工程进度

上水库大坝施工采用隧洞导流方式。第1年4月初开始导流隧洞施工，第2年1月底导流隧洞具备过水条件。第2年2月初河床截流，随后进行上游土石围堰填筑，3月中完成围堰填筑、防渗系统施工及围堰闭气。待上水库面板堆石坝和上水库进/出水口施工完成并经蓄水验收后，于第4年4月初上水库导流洞封堵，上水库开始初期蓄水，第4年5月底完成导流洞封堵施工。

上水库进/出水口采用预留岩坎方式进行施工期导流，不需要修建围堰，预留岩

坎安排在第 4 年 2 月进行拆除。

（2）下水库导流工程进度

下水库大坝施工采用隧洞导流方式。第 1 年 1 月初开始导流隧洞施工，第 1 年 9 月底导流隧洞具备过水条件。第 1 年 10 月初河床截流，随后进行上游土石围堰填筑，11 月底完成围堰填筑、防渗系统施工及围堰闭气。待下水库碾压混凝土重力坝和下水库进/出水口施工完成并经蓄水验收后，于第 4 年 4 月初下水库导流洞封堵，上水库开始初期蓄水，第 4 年 5 月底完成导流洞封堵施工。

下水库进/出水口采用预留岩坎方式进行施工期导流，不需要修建围堰，预留岩坎安排在第 4 年 2 月进行拆除。

2) 上水库施工进度

上水库主要施工项目为上水库主坝、副坝和库盆开挖及库岸防护工程等。

（1）上水库主坝工程施工进度

上水库大坝为混凝土面板堆石坝，第 1 年 7 月初至第 2 年 5 月底进行大坝坝基开挖，截流前完成岸坡开挖，河床截流闭气抽水后进行河床部位开挖，共完成开挖量 56.16 万 m^3 ，月平均开挖 5.11 万 m^3 /月；第 2 年 6 月初开始河床趾板混凝土浇筑，第 2 年 7 月初开始坝体填筑，第 2 年汛期大坝在围堰保护下施工，第 3 年 4 月底坝体全断面填筑至高程 855.20m，待坝体沉降 5 个月后于第 3 年 10 月初至 11 月底进行面板混凝土浇筑，随后进行防浪墙施工并形成坝顶公路，在防浪墙施工的同时进行上游铺盖的填筑。大坝总填筑量 85.33 万 m^3 (不含上游铺盖)，坝体填筑历时 10 个月，月平均填筑强度 8.53 万 m^3 /月，月平均上升速度为 6.12m/月。第 4 年 1 月底完成坝顶结构施工和上游铺盖铺筑，第 4 年 3 月底完成蓄水验收，上水库具备初期蓄水条件。

（2）副坝工程施工进度

上水库共有 5 座副坝，均为塑性混凝土心墙堆渣坝，规模及工程量均较小，在施工过程中，可结合库岸防护工程及库盆开挖施工进度根据现场情况择机进行施工。

（3）上水库库岸防护及库盆开挖工程施工进度

上库库盆开挖有用料主要用作主坝和副坝填筑料，为减少开挖料的堆存，增加直接上坝率，应尽可能将上库库岸防护及库盆有用料的开挖与大坝填筑同步进行。安排在第 2 年 4 月初至 6 月底进行无用料剥离，第 2 年 7 月初大坝开始填筑时同步进行有用料区开挖及支护，至第 3 年 3 月底完成开挖及初期支护施工，开挖量共 79.44 万

m^3 , 月平均开挖 6.62 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。

相应区域的开挖支护完成后可进行库岸塑性混凝土心墙施工, 安排在第 2 年 11 月初开始至第 3 年 8 月底完成, 共完成塑性混凝土心墙 2.59 万 m^3 , 月平均浇筑 0.26 万 $\text{m}^3/\text{月}$; 帷幕灌浆滞后 2 个月于第 3 年 10 月底完成。

3) 下水库施工进度

下库主要建筑物为碾压混凝土重力坝, 第 1 年 1 月初至 9 月底进行大坝岸坡开挖, 共完成开挖量 66.87 万 m^3 , 月平均开挖 7.43 万 $\text{m}^3/\text{月}$; 河床截流闭气抽水后于第 1 年 12 月初至第 2 年 2 月底进行河床部位开挖, 共完成开挖量 29.68 万 m^3 , 月平均开挖 9.89 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。

第 2 年 3 月进行坝基地质缺陷处理, 第 2 年 4 月进行基础垫层浇筑及固结灌浆。坝体碾压混凝土计划从第 2 年 5 月初开始浇筑, 汛期在全年围堰的保护下连续施工, 9 月底浇筑至高程 172.00m, 第 3 年 3 月底浇筑至高程 210.40m(超过 50 年一遇度汛水位 185.41m), 第 3 年 7 月底浇筑至高程 236.00m。下库大坝碾压混凝土最大高度为 96.00m(高程 236.00.00m~140.00m), 其施工总历时 15 个月, 碾压混凝土平均上升速度约为 6.40m/月; 共浇筑碾压混凝土 69.41 万 m^3 , 月平均浇筑 4.63 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。坝顶高程 236.00m 以上为常态混凝土, 计划于第 3 年 8 月初开始浇筑, 9 月底浇筑完成, 共浇筑常态混凝土 1.80 万 m^3 。

溢流堰导墙及溢流堰堰面、闸墩混凝土计划于第 2 年 6 月初开始浇筑, 至第 3 年 9 月底浇筑完成, 共浇筑常态混凝土 4.87 万 m^3 , 月平均浇筑 0.30 万 $\text{m}^3/\text{月}$ 。

大坝总高度为 98.00m, 大坝总浇筑历时 18 个月, 月平均上升速度为 5.44m/月。

第 3 年 11 月底完成坝顶结构施工, 待下水库进/出水口施工完成后, 于第 4 年 2 月初至 3 月底完成蓄水验收, 下水库具备初期蓄水条件。

4) 输水工程施工进度

本工程的引水工程包括上水库进/出水口(含引水事故检修闸门井)、引水隧洞上平段、上斜井段、中平段、下斜井段、下平段及岔管段和支管段、引水调压室、尾水隧洞支管段及主管段、尾水调压室、尾调交通洞、尾闸交通洞、尾水闸门室、下水库进/出水口(含尾水事故检修闸门井)的施工, 施工进度须充分结合输水发电系统施工通道的布置, 合理安排。

(1) 上水库进/出水口

上水库进/出水口安排在第2年3月初至12月底进行土石方明挖施工，开挖量79.05万m³，月平均开挖7.90万m³/月；第3年1月初至11月底完成混凝土浇筑。共浇筑混凝土2.47万m³，月平均浇筑0.22万m³/月。

引水事故检修闸门井及渐变段利用①施工支洞及上平段作为施工通道。开挖安排在第2年7月初至12月底进行，完成石方洞挖量1.48万m³，月平均开挖0.25万m³/月；其后于第3年1月初至6月底进行闸门井及渐变段衬砌混凝土浇筑，混凝土总量0.76万m³，月平均浇筑0.13万m³/月；。第3年12月初至第4年1月底进行闸门安装，汛前下闸挡水。

(2) 引水隧洞

引水上平段施工利用①施工支洞作为施工通道，同时又作为上斜井的施工通道。①施工支洞全长463.66m，进口安排在第1年3月施工，洞身开挖及初期支护计划在第1年4月初至9月底完成，月平均开挖及初期支护进尺为77.28m/月，衬砌混凝土滞后2个月完成。

引水上平段开挖及初期支护计划于第1年10月初开始开挖，至第2年3月底完成并提供工作面给上斜井，共完成开挖量3.16万m³，月平均开挖0.53万m³/月。上平段位于①施工支洞上游段衬砌混凝土、灌浆可独立施工；位于①施工支洞下游段混凝土衬砌需待上斜井施工完成后进行。综合分析后，于第3年10月初至第4年3月底进行引水上平段衬砌混凝土浇筑，混凝土总量0.74万m³，月平均浇筑0.12万m³/月。

上斜井利用①施工支洞、②施工支洞及引水上平段、引水中平段作为施工通道，当引水隧洞上平段及中平段开挖至上斜井部位后于第2年4月初至第3年5月底进行引水上斜井开挖及初期支护，完成开挖量3.59万m³，月平均开挖0.26万m³/月，综合月平均开挖进尺为30.69m/月。开挖完成后即可开始混凝土浇筑，至第4年1月底浇筑完成，共完成混凝土量0.84万m³，月平均浇筑0.10万m³/月。

引水中平段施工利用②施工支洞作为施工通道。②施工支洞全长1050.00m，进口安排在第1年1月施工，洞身开挖及初期支护计划在第1年2月初至第2年1月底完成，月平均开挖及初期支护进尺为87.50m/月，洞身衬砌于第2年4月底完成。

中平段开挖安排在第2年2月初至3月底进行，完成开挖量1.16万m³，月平均开挖0.58万m³/月。中平段位于②施工支洞上游段衬砌混凝土、灌浆可独立施工，不

处于直线工期上，位于②施工支洞下游段衬砌混凝土、灌浆需待下斜井施工完成后进行。综合分析后，于第4年1月初至3月底进行引水中平段衬砌混凝土浇筑，混凝土总量0.27万m³，月平均浇筑0.09万m³/月。

下斜井利用②施工支洞、③施工支洞及引水中平段、引水下平段进行施工，待引水中平段及引水下平段位于③施工支洞上游侧洞段开挖及初期支护完成后再进行引水下斜井的开挖及支护。于第2年4月初至第3年5月底进行引水下斜井开挖及初期支护，完成开挖量3.59万m³，月平均开挖0.26万m³/月，综合月平均开挖进尺为30.79m/月。开挖完成后即可开始混凝土浇筑，至第4年1月底浇筑完成，共完成混凝土量0.84万m³，月平均浇筑0.10万m³/月。

引水下平段(含岔管段和支管段)施工利用③施工支洞作为施工通道，同时又作为下斜井的施工通道。③施工支洞全长432.96m，待进厂交通洞到达其交叉位置后即可进行施工，开挖及初期支护计划在第1年9月初至第2年1月底完成，月平均开挖及初期支护进尺为86.59m/月，衬砌混凝土滞后2个月于第2年3月底完成。

引水下平段位于③施工支洞上游部分作为下斜井的施工通道，其开挖需在下斜井开挖前完成，计划于第2年3月底提供工作面给下斜井。经综合分析后，引水下平段开挖及初期支护安排在第2年2月初至12月底进行，完成开挖量约5.40万m³，月平均开挖0.49万m³/月；钢管安装安排在第3年7月初至第4年6月底进行，共完成钢管安装量9222t，月平均安装768.50t/月。混凝土回填及灌浆滞后钢管安装1个月全部完成，共完成混凝土量1.78万m³，月平均浇筑0.14万m³/月。

引水调压室主要利用①施工支洞及引水上平段为施工通道，井口土石方明挖安排在第2年3月完成，完成土石方明挖量0.07万m³；井身开挖安排在第2年4月初至12月底进行，完成开挖量1.96万m³，月平均开挖0.22万m³/月；其后于第3年1月初至9月底进行混凝土浇筑及灌浆，完成混凝土量0.41万m³，月平均浇筑0.05万m³/月。

(3) 尾水系统施工进度

尾水隧洞的施工利用⑤施工支洞作为施工通道，而⑤施工支洞及尾水隧洞位于⑤施工支洞上游部分(含尾水支管段)又作为主厂房VII层的施工通道，需在主厂房VII层开挖前完成。

⑤施工支洞全长约284.55m，待尾闸交通洞到达其交叉位置后即可开始施工，开

挖及初期支护计划在第1年9月初至11月底完成，月平均开挖及初期支护进尺为94.85m/月，衬砌混凝土滞后2个月于第2年1月底完成。

尾水隧洞(含尾水支管段)开挖安排在第1年12月初至第2年11月底进行，完成开挖量约11.81万m³，月平均开挖0.98万m³/月；其钢管安装安排在第3年7月初至第4年1月底进行，完成钢管安装量约2799t，月平均安装399.86t/月，尾水隧洞(含尾水支管段)混凝土衬砌、灌浆安排在第3年4月初至第4年6月底完成，完成混凝土量3.10万m³，月平均浇筑0.21万m³/月。

尾调通风洞开挖安排在第1年2月初至9月底进行，完成开挖量4.56万m³，月平均开挖0.57万m³/月；混凝土衬砌及灌浆于第1年12月底完成。

尾水调压室开挖安排在第2年1月初至第3年3月底进行，完成开挖量4.50万m³，月平均开挖0.30万m³/月；其后于第3年4月初至第4年3月底进行混凝土浇筑及灌浆，完成混凝土量0.80万m³，月平均浇筑0.07万m³/月。

尾闸通风洞开挖安排在第1年8月初至9月底施工，完成开挖量0.46万m³，月平均开挖0.23万m³/月；混凝土衬砌及灌浆于第1年10月完成。

尾闸交通洞开挖安排在第1年8月初至10月底施工，完成开挖量1.77万m³，月平均开挖0.59万m³/月；混凝土衬砌及灌浆至第1年12月底完成。

尾水闸门室利用其交通洞和通风洞及⑤施工支洞进行施工。为避免与主厂房施工干扰，尾水闸门室应尽量在主厂房第VII层开挖前开挖完成，计划安排在第2年2月初至12月底进行，完成开挖量2.71万m³，月平均开挖强度0.25万m³/月；待主厂房尾水管混凝土浇筑完成后于第3年7月初至第4年3月底进行混凝土浇筑及灌浆，完成混凝土量0.27万m³，月平均浇筑0.03万m³/月，其后于第4年4月初至6月底完成闸门安装。

(4) 下水库进/出水口

下水库进/出水口开挖有用料将作为下水库碾压混凝土重力坝骨料，在保证下水库度汛安全的前提下，为减小有用料堆存量，下水库进/出水口开挖施工进度应尽量与下水库碾压混凝土重力坝浇筑进度相协调，安排在第1年11月初至第2年10月底进行土石方明挖施工，开挖量145.19万m³，月平均开挖12.10万m³/月。尾水事故检修闸门井及渐变段利用尾水出口作为施工通道，开挖安排在第2年11月初至第3年2月底进行，完成石方洞挖量1.30万m³，月平均开挖0.33万m³/月；其后于第3

年3月初至11月底进行闸门井、渐变段衬砌混凝土及进/出水口混凝土浇筑；第3年12月初至第4年1月底进行闸门安装，汛前下闸挡水。

(5) 施工支洞封堵及水道充水调试

各施工支洞在其作为施工通道的各输水洞室施工完成后即可进行封堵及灌浆，施工支洞安排在第4年7月初至12月底陆续进行封堵及灌浆，其后于第5年1月初至3月底进行水道充水调试及消缺。

5) 地下厂房工程施工进度

地下厂房系统主要由通风兼安全洞、进厂交通洞、主厂房、主变洞、母线洞、高压电缆洞、排水廊道及地面GIS开关站等建筑物组成。

主厂房为控制本工程发电工期的关键项目。其开挖共分7层，由4层施工通道负责出渣；第I层、第II层由通风兼安全洞负责出渣，第III层、第IV层由进厂交通洞负责出渣，第V层由④施工支洞、③施工支洞及进厂交通洞负责出渣，第VI层、第VII层由尾水隧洞位于⑤施工支洞上游部分(含尾水支管段)、尾闸交通洞及进厂交通洞负责出渣。在各层施工通道施工完成后方可进行主厂房各层开挖。④施工支洞全长约230.08m，待③施工支洞到达其交叉位置后于在第2年4月初至6月底进行开挖及初期支护，月平均进尺为76.69m/月，衬砌混凝土滞后2个月于第2年8月底完成。

根据主厂房的施工通道布置，在通风兼安全洞施工完成后于第1年7月初进行主厂房顶拱开挖，参考国内类似抽水蓄能电站工程地下厂房的实际施工进度，考虑到本工程地质条件较好，为了尽快使工程投产发电发挥效益，安排本工程地下厂房开挖支护工期21个月(包括岩壁吊车梁的施工)，于第3年3月底完成主厂房开挖。主厂房尺寸规模为178.00m×26.00m×56.92m(长×宽×高)，开挖量26.45万m³，月平均开挖1.26万m³/月；在开挖过程中，支护及衬砌混凝土穿插进行。主厂房开挖完成后即可进行厂房下部结构混凝土浇筑，于第4年5月底浇筑完成，完成混凝土量4.94万m³，月平均浇筑强度0.35万m³/月；第4年6月初至第5年3月底进行第1台机组安装，调试3个月后于第5年6月底投产发电，间隔4个月后第2台机组投产，以后每隔3个月投产1台机组，至第6年4月底全部工程完工。

主变洞分3层进行开挖，由两层施工通道出渣，第I、II层由主变排风洞负责出渣，第III层由进厂交通洞运输。第1年7月初至第2年6月底进行主变洞开挖，完成开挖量9.02万m³，月平均开挖0.75万m³/月，其混凝土浇筑安排在主厂房开挖完成后于

第3年4月初至12月底进行，完成混凝土浇筑1.67万m³，月平均浇筑强度0.18万m³/月。

母线洞开挖施工进度与主变洞第III层开挖及主厂房III层~VI层开挖进度相协调，安排在第2年7月初至9底进行开挖，第3年4月初至6月底进行衬砌混凝土浇筑。

地面开关站及出线平台为地面结构，施工制约因素较少，施工进度安排较灵活。考虑到高压电缆洞要从其开挖边坡引出，其开挖及初期支护要尽早进行，安排在第1年8月初至12月底进行出线平台的开挖及初期支护，开挖量26.38万m³，月平均开挖5.28万m³/月；同时考虑避免与高压电缆洞的施工干扰，其混凝土浇筑安排在第4年1月初至6月底进行，共完成混凝土浇筑1.18万m³，月平均浇筑强度0.20万m³/月。

高压电缆洞长约840m，其施工利用地面开关站进行施工，计划在第2年1月初至12月底进行开挖及初期支护，完成开挖量2.61万m³，月平均开挖0.22万m³/月，其后进行衬砌混凝土浇筑，至第3年12月底进行，完成混凝土浇筑0.78万m³，月平均浇筑0.06万m³/月。

地下厂房工程其它洞室的施工不处在关键线路上，可根据施工通道和施工程序均衡安排施工进度。

c) 完建期工程进度

本工程完建期工程施工项目主要包括地下厂房后续机组安装调试施工。首台机组于第5年6月底发电，最后一台机组于第6年4月底投产，因此，完建期为10个月。

2.7 建设征地与移民安置

2.7.1 建设征地实物指标概况

a) 土地

陆河抽水蓄能电站工程建设征地总面积为4791.33亩，其中永久征收面积3829.5亩，临时征用面积961.83亩。

按建设用地类别划分，枢纽工程建设区征收(用)土地面积为3412.37亩，其中永久征地区2450.55亩，临时用地区961.83亩；水库淹没区征收(用)土地面积为1378.96亩。

按地类划分，永久征收土地3829.51亩中，耕地237.89亩，园地48.83亩，林地3316.47亩(灌木林地34.05亩，有林地3282.42亩)，草地22.73亩，住宅用地3.09亩，

交通运输用地 51.88 亩，水域及水利设施用地 148.61 亩；临时征用土地 961.83 亩中，耕地 0.25 亩，园地 5.75 亩，林地 945.59 亩(均为有林地)，草地 0.02 亩，交通运输用地 10.22 亩。

b) 房屋

陆河抽水蓄能电站建设征地涉及广东省汕尾市陆河县新田镇激石溪村委和汕尾市吉溪林场，激石溪村全部村民于 10 年前集中搬迁至新田镇居住，且村内大部分房屋已于 2019 年农村改造时拆除，剩余本工程建设征地范围内的零星房屋均无常驻村民，仅作为生产性房屋，各方案不涉及搬迁人口。涉及房屋总面积 1086.63m²，其中砖混结构 133.43m²；砖木结构 2.03m²；土木结构 193.53m²，木结构 10.2m²；其他结构 747.44m²。均在水库淹没区。

c) 农村小型专项

陆河抽水蓄能电站建设征地淹没占用影响的拦河坝共 368m 长，灌溉渠道共 15900m。

d) 专项设施

工程建设征地影响专业项目涉及交通专项，包括四级公路 1.76 km，农村道路 11.33 km。涉及水利专项，包括水电站 5 座(激石溪老区水电站装机 1200kW、陆河水电站装机 3150kW、三坑水电站装机 1580kW、大沥唇水电站装机 830kW、坪田水电站装机 630kw)；涉及电力专项，包括 20kVA 变压器 1 台，0.4kV 输电线路 0.4km，10kV 输电线路 17.27km，35kV 输电线路 0.80km，水泥杆 135 根，铁塔 3 座；涉及通信专项，包括 12 芯光缆线路 3.00km，16 芯光缆线路 2.80km，24 芯光缆线路 2.40km，48 芯光缆线路 2.00km，水泥杆 20 根，信号基站 2 座。

本工程不涉及县级(含)以上文物保护单位；不涉及压覆矿产。

2.7.2 移民安置规划

至规划水平年，陆河抽水蓄能电站建设征地涉及生产安置人口 98 人，其中长效实物补偿安置 39 人，一次性货币补偿安置 59 人。

规划对影响的小型拦水堰和灌溉渠道采取一次性货币补偿处理。

规划对建设征地影响的个体工商户采用货币补偿后自行迁建的处理方案。

规划复建道路 1 条，四级公路(II类)，路线长度约 2.5km；其余 9.95km 均为货币补偿。规划对陆河水电站、三坑水电站、大沥唇水电站、坪田水电站以及激石溪老区

水电站由于水量减少而损失的装机容量采取一次性货币补偿处理。规划复建 35kV 电力线路 2.2km，复建 10kV 电力线路 10.90km。规划复建权属电信公司的通信杆路 1 段，长度为 2.20km，24 芯光缆线路 2 条，总长度为 4.40km，12 芯光缆线路 2 条，总长度为 4.40km；复建移动公司通信杆路 1 段，长度为 2.20km，12 芯光缆线路 1 条，总长度为 2.20km；另搬迁电信公司的激溪林场 C 网基站一座，将除 15m 高的支撑铁塔及铁皮构架外的所有设备搬迁至老区水电站蓄水池边上的激溪林场基站。

规划在工程施工期对征地红线外不远处的红二师纪念亭采取临时保护措施。

本报告对工程临时征用的耕地、园地及林地等农用地进行复垦规划设计，在用地期满后按照《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《土地整治项目规划设计规范》(TD/T1012-2016)和相应的行业标准的技术要求进行复垦。其它地类结合水土保持措施统一考虑。

为保证枢纽工程及水库运行安全，保护水库环境卫生，控制水传染疾病，防止水质污染，给水库防洪、供水、旅游等综合开发利用创造有利条件，在水库蓄水前应进行库底清理。根据本工程建设征地影响范围、水库淹没影响的特点以及水库运行方式，本工程库底清理为一般清理，包括卫生清理、建(构)筑物清理，无特殊清理项目。

3 工程分析

3.1 规划符合性与协调性分析

3.1.1 产业政策符合性分析

电力产业是国家重要的基础能源产业和关系国计民生的公用事业。电网是支撑经济社会发展的重要基础设施，承担着电力输送、保证电力供应和促进经济社会协调发展的重要作用。随着我国社会经济的发展，电力系统规模不断扩大，用电负荷和峰谷差持续加大，电力用户对供电质量要求不断提高，尤其双碳目标提出以来，为满足社会经济发展对能源的需求及节能减排的要求，我国的非化石能源有了长足的发展。

抽水蓄能电站在低谷时抽水蓄能，在高峰时发电，具有双倍解决系统峰谷差的功能，发展抽水蓄能是缓解电力系统调峰矛盾最为经济有效的手段，对于保障广东省经济发展和电力需求快速增长具有重要意义。

抽水蓄能电站是非化石能源的一部分，作为保障电网安全、稳定、环保、经济运行的电源也逐步为人们所接受；随机性、间歇性新能源大规模开发，对抽水蓄能电站发展提出了更高要求。为此国家发改委、能源局出台了一系列有关加快抽水蓄能电站建设、建设运营管理、电价政策及电站费用回收方式等方面的文件：《国家发展改革委关于完善抽水蓄能电站价格形成机制有关问题的通知》(发改价格[2014]1763号)；《国家发展改革委关于促进抽水蓄能电站健康有序发展有关问题的意见》(发改能源[2014]2482号)；《国家能源局综合司关于落实抽水蓄能电站选点规划进一步做好抽水蓄能电站规划建设工作的通知》(国能综新能[2014]699号)；《国家发展改革委关于进一步完善抽水蓄能价格形成机制的意见》(发改价格〔2021〕633号)等。

综上所述，陆河抽水蓄能电站建设符合相关建设与管理规定，符合国家行业准入政策。

3.1.2 与相关规划符合性分析

3.1.2.1 与电网规划的符合性分析

根据地区能源资源状况和电力发展规划，区外水电和火电输电规模和特性，结合系统经济比较，考虑煤电综合调峰幅度、煤电年利用小时、系统总耗煤量等指标，经综合分析认为：预计广东电网2025年、2030年全社会用电量分别为8800亿kWh、9600亿kWh。考虑广东省内在建和核准电源，以及前述新能源发电的规划发展规模后，广东省2030年系统最大负荷1.83亿kW，2030年电力缺口19680MW。表明广

东电网具有较大的抽水蓄能电站容量建设空间。

陆河抽水蓄能电站建成投产后，将承担广东电网的调峰、填谷、调频、调相及紧急事故备用等任务。电站的建设可增加广东电网运行的安全、稳定和经济性，是满足广东用电负荷和用电量不断增长需要的有效途径，符合国家电网系统发展规划。

3.1.2.2 与“碳达峰、碳中和”目标符合性分析

2020 年，国家主席习近平在第七十五届联合国大会上宣布，中国计划 2030 年左右达到二氧化碳排放峰值，争取 2060 年前实现碳中和。为实现节能降耗目标，预计至 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65% 以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25% 左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿 m³，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿 kW 以上。

目前，我国已取代美国成为全球第一大温室气体排放国，受到国际社会减排舆论压力日益增大，发展低碳经济，以低能耗、低排放、低污染为基础的生态经济模式是我国未来经济发展的必由之路。广东省能源消费结构中煤炭消费比例达 60% 以上，原煤多为高硫煤，燃煤火电产生的烟尘、二氧化硫和氧化物对生态环境造成的污染和破坏较大。

陆河抽水蓄能电站 1400MW 容量投入系统运行后可相应减少烟尘、二氧化碳、二氧化硫和氮化物等排放，同时还减免了火电站运行过程中的废水、废热污染问题。陆河抽水蓄能电站的建设可在一定程度上减少化石能源的消耗，符合可持续发展的要求。因此，建设陆河抽水蓄能电站是实现双碳目标的重大举措，有利于促进生态环境保护和节能减排，发展低碳经济，对促进社会经济可持续发展有积极作用。

3.1.2.3 与广东省能源发展规划符合性分析

根据《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021-2025 年)》，规划“十四五”期间，广东省新能源发展目标为：大力发展先进核能、海上风电、太阳能等优势产业，加快培育氢能、储能、智慧能源等新兴产业，建设沿海新能源产业带和省内差异布局的产业集聚区，助推能源清洁低碳化转型，到 2025 年，储能规模约 2000MW，初步建成安全、可靠、绿色、高效的智能电网体系；储能初步实现规模化发展，形成源-网-荷-储全面布局。

陆河抽水蓄能电站的建设符合《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划(2021-2025 年)》要求。

3.1.2.4 与抽水蓄能相关规划符合性分析

a) 选点规划符合性分析

广东省抽水蓄能电站上一轮选点规划工作始于 2007 年。2007 年 4 月，受中国南方电网有限公司委托，广东省电力设计研究院、广东省水利电力勘测设计研究院、中南勘测设计研究院共同承担《广东省抽水蓄能电站选点规划报告(2010 年版)》的编制工作。经 3 年多的共同努力，2010 年 4 月，三方提出了《广东省抽水蓄能电站选点规划报告(2010 年版)》；2010 年 5 月，水电水利规划设计总院会同广东省发展改革委对选点规划报告进行了审查；2011 年 10 月 28 日，国家能源局以“国能新能〔2011〕350 号”文，复函广东省发展改革委和水电水利规划设计总院，原则同意广东省抽水蓄能电站选点规划成果及审查意见，同意在初选梅州(五华)、大洋、岑田、新会和天堂作为比选站点，以及以往规划的阳江站点的基础上，确定梅州(2400MW/一期 1200MW)、阳江(2400MW/一期 1200MW)和新会(1200MW)为广东电网 2020 年新建抽水蓄能电站的推荐站点。

2020 年 8 月，开展广东省抽水蓄能电站选点规划调整勘察设计工作。2021 年 5 月，水电水利规划设计总院会同广东省发展和改革委员会在广州主持召开了《广东省抽水蓄能电站选点规划调整报告》审查会议，审查意见认为：“东区的中洞、陆河、岑田站点，西区的水源山、浪江站点工程建设条件较好，不涉及环境制约因素，技术经济指标相对较优，并具有较好的前期工作基础，均拟纳入广东省电力发展“十四五”规划重点开工项目”。

因此，陆河抽水蓄能电站符合选点规划要求。

b) 抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)

根据国家 2021 年 8 月发布的《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》“生态优先，和谐共存。严守底线思维，强化红线意识，执行最严格的生态保护措施，项目建设不涉及自然保护地等环境制约因素，不涉及生态保护红线，做到抽水蓄能与生态环境保护协调发展。中长期规划布局重点实施项目 340 个，总装机容量约 4.21 亿千瓦。严格基本建设程序管理，按照规程规范要求做好项目勘测设计工作，落实各项建设条件，加大资金支持和资源保障力度，加快项目核准建设。抽水蓄能电站是生态环境友好型工程，中长期规划实施支持新能源大规模发展和消纳利用，减少化石能源消耗，降低二氧化碳、二氧化硫和氮氧化物的排放，有利于应对气候变化和生态环境保护。”

根据《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》，到 2035 年，抽水蓄能电站投产总规模达到 3 亿 kW，“十四五”期间开工 1.6 亿 kW，2025 年投产总规模达到 0.62 亿 kW 以上；“十五五”期间开工 0.8 亿 kW，2030 年投产总规模达到 1.2 亿 kW 以上；“十六五”期间开工 0.4 亿 kW，2035 年投产总规模达到 3 亿 kW。其中广东省“十四五”期间重点实施项目包括岑田(1200MW)、汕尾陆河(1400M W)、梅州二期(1200MW)、阳江二期(1200MW)、浪江(1200MW)、中洞(1200MW)、水源山(1200MW)、电白(1200MW)。

广东陆河抽水蓄能电站(装机 1400MW)前期已开展外部制约因素专项排查，并取得自然资源、生态环境、林草、水利等部门意见，工程水库淹没和工程占地不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、重要矿产资源、生态保护红线、文物保护单位等环境敏感区。根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号），广东陆河抽水蓄能电站工程不涉及各类生态保护红线区，符合生态保护红线要求。广东陆河抽水蓄能电站是生态环境友好型工程，工程建设影响主要集中在施工期“三废”和工程占地植被破坏。施工产生的废污水严禁外排，需经处理后回用；枢纽工程等临时占地施工结束后及时进行植被恢复，加强生态监测，确保恢复效果；永久征地采取征地补偿，采取长效实物补偿生产安置、自谋职业安置、一次性货币补偿安置，不新开垦耕地，可减少了植被破坏和水土流失。本工程设计及施工过程中，严守底线思维，强化红线意识，执行最严格的生态保护措施，项目建设不涉及自然保护地等环境制约因素，不涉及生态保护红线，做到抽水蓄能与生态环境保护协调发展。

工程建设符合《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》的相关要求。

3.1.2.5 与广东省主体功能区划的符合性分析

根据《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120 号），评价区属于广东省省级重点生态功能区——韩江上游片区，该生态发展区域为南岭山地森林及生物多样性生态功能区，该片区是北江上游水源涵养区，广东省主要生态屏障和珠三角地区的重要水源地，要切实保护生态环境和水源环境。

——建设三列生态屏障带及与其相关联的河流水源涵养区：蔚岭、大庚岭屏障带——广东最北的生态屏障带；天堂山、大东山、大瑶山、滑石山屏障带——禁止开发区最集中区域，也是南水、泉水、潭岭水库等大中型水库所在地；连山、起微山、青

云山生态屏障带——离珠三角较近的北部生态屏障带。

——在严格控制开发强度和保护水资源及生态环境的前提下，选择适当区域适度开发、承接产业转移。

——促进产业协调发展。重点将盆地和河谷平原的基本农田建成标准化农田；以生态林为主，适当发展速生丰产林，重视林下产业发展，扩大林业效益；建设南岭特色的旅游景区，促进人文旅游及自然风光旅游资源的开发；在加强生态环境保护的前提下，有序推进优势矿产资源开发利用，提升矿产资源节约与综合利用率。

上水库和下水库工程位于激石溪支流，上下水库自然条件较好，植被发育良好。评价区多以林地为主。本工程建设对评价区生态功能的影响主要为：a) 工程施工会破坏占地区植物及植被，评价区生态系统面积减少，生态系统功能受影响；b) 施工期占地区开挖将扰动地表，破坏土壤结构，易引起土层营养物质流失；c) 施工活动会扰动地表，形成再塑地貌，地表植被和土壤结构都受到不同程度的破坏，植被防护能力和土壤抗蚀能力降低或丧失，易引发水土流失。

本工程在施工期可能引起的生态系统退化，造成水土流失，对生态环境造成一定影响。但随着施工结束，评价区植被恢复等水土保持和水土流失防治措施的实施会将本工程建设对区域生态功能的影响减小到最低，蓄水运行稳定后，对区域的水源影响较小。

因此，本项目与《广东省主体功能区划》协调。

3.1.2.6 与陆河县环境保护规划暨陆河县重点生态功能区保护与建设规划符合性分析

根据《陆河县环境保护规划暨陆河县重点生态功能区保护与建设规划（2017-2030）》，陆河抽水蓄能项目位于新田河，根据陆河县地表水环境功能区划，属于II类水体，工程区水质保护目标为《地表水环境质量标准》（GB3838- 2002）II类。因此，工程产生的各类污水均需经处理后回用，禁止排放。

工程施工期间施工污废水水量较大，且污染物浓度较高，若不经处理将对下游水质造成一定的影响，本次施工期施工废水均经处理后回用，可做到不排放，不设置排污口，对水环境影响较小。运行期生活污水经处理后回用，不直接外排。

陆河抽水蓄能电站运行以后，上水库达到发电库容以后水量即可循环使用。抽水蓄能电站正常运行期主要的水量损耗为蒸发、渗漏等，对河道下泄水量有所减少，但不会对其水体自净能力造成较大影响，对所在水域水功能区水质影响较小。本工程建

设符合水环境功能区划的要求。本工程建设符合水环境功能区划的要求。

3.2 生态环境保护相关要求符合性分析

3.2.1 与公益林及保护林地保护要求的符合性分析

《国家级公益林管理办法》要求：“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。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。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局和财政部。”

《建设项目使用林地审核审批管理办法》规定，建设项目应当不占或者少占林地，必须使用林地的，应当符合林地保护利用规划，合理和集约利用林地。占用和临时占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：(一)各类建设项目不得使用Ⅰ级保护林地；(二)国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地……(八)公路、铁路、通讯、电力、油气管线等线性工程和水利水电、航道工程等建设项目配套的采石(沙)场、取土场使用林地按照主体建设项目使用林地范围执行，但不得使用Ⅱ级保护林地中的有林地。其中，在国务院确定的国家所有的重点林区(以下简称重点国有林区)内，不得使用Ⅲ级以上保护林地中的有林地。

《广东省森林保护管理条例》第七条要求“禁止采伐生态公益林。确因国家重点建设项目、林木更新改造或卫生间伐需要采伐的，须经省林业行政部门或其授权单位批准。”

《广东省林地保护管理条例》第十一条“进行勘查、开采矿藏和各项建设工程确需征收、征用、占用林地的，必须向县级林业主管部门提出申请，经省级以上林业主管部门审核同意发给使用林地许可证后，依照有关土地管理的法律法规办理建设用地审批手续。未经林业主管部门审核同意，有关部门不得办理用地审批手续。”第十三条“经依法批准征用、占用林地的单位或个人，必须缴纳征用、占用林地的林地补偿费、林木补偿费、安置补助费和森林植被恢复费。征用、占用商品林林地，按下列标准缴纳补偿费：征用、占用生态公益林林地的，其林地补偿费、林木补偿费和森林植被恢复费按征用、占用商品林林地的补偿标准加倍缴纳。安置补助费按征用、占用商

品林林地的标准补助。”

本项目建设征地共涉及省级公益林 2813.92 亩，其中永久占用 2195.73 亩，临时占用 618.19 亩，无I、II级保护林地。经相关部门批准后，本项目符合公益林及保护林地保护要求。

3.2.2 与永久基本农田保护要求的符合性分析

本项目建设征地共涉及永久基本农田 125.18 亩，均为永久征地。根据《中华人民共和国土地管理法》，国家实行永久基本农田保护制度，永久基本农田经依法划定后，任何单位和个人不得擅自占用或者改变其用途。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实难以避让永久基本农田，涉及农用地转用或者土地征收的，须经国务院批准。《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》(自然资规〔2019〕1号)要求，重大建设项目占用永久基本农田的，按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求进行补划，并按照法定程序修改相应的土地利用总体规划。

3.2.3 与广东生态环境保护“十四五”规划协调性分析

《广东省生态环境保护“十四五”规划》指出：持续优化能源结构。推进能源革命，安全高效发展核电……到 2025 年，全省煤炭消费占一次能源消费比重控制在 31% 以下，珠三角实现煤炭消费总量负增长；全省非化石能源占一次能源消费比重达到 29%以上；天然气占一次能源消费比重达到 14%。

陆河抽水蓄能电站既可以作为电源又可以作为负荷，保证电网的安全、经济、可靠和稳定运行，电站装机 1400MW，每年可为电网输送清洁能源，对减轻能源供求矛盾，促进生态保护发展有积极意义。同时陆河抽水蓄能电站投入系统运行后可替代燃煤火电节省标煤耗，减少化石能源的消耗，减免火电站运行过程中的废水、废热污染问题，减轻环境保护压力。

综上所述，陆河抽水蓄能电站工程的建设是广东省经济快速发展和电力需求增长的需要，可在一定程度上减少化石能源的消耗，有利于广东生态省的建设。

3.2.4 与汕尾市生态环境保护“十四五”规划的相符性分析

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》尚未正式发布，其征求意见稿提出：“科学推进能源消费总量和强度“双控”，强化重点用能单位节能管理，全面推动重点耗能

行业开展能效对标活动。构建多元化清洁能源新体系，有序推进清洁高效煤电发展。”

陆河抽水蓄能电站工程属于抽水蓄能电站项目，施工期严格执行“三同时”制度，工程建设后期迹地恢复注重采用本地树种对其进行绿化建设，运行期对环境不会造成不利影响。因此，陆河抽水蓄能电站的建设符合汕尾市生态环境保护“十四五”规划要求。

3.2.5 与广东省水污染防治条例的相符性分析

《广东省水污染防治条例》规定：地表水I、II类水域，以及III类水域中的保护区、游泳区，禁止新建排污口，已建成的排污口应当实行污染物总量控制且不得增加污染物排放量。

陆河抽水蓄能电站工程施工期废污水全部回用，符合《广东省水污染防治条例》要求。

3.2.6 与“三线一单”管控要求的符合性分析

“三线一单”是指生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单。2020年12月29日，广东省政府以粤府〔2020〕71号文发布了《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》。

a) 生态保护红线

中共中央办公厅、国务院办公厅《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(厅字[2017]2号)规定：“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。生态保护红线划定后，只能增加、不能减少，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。”本项目征地范围不涉及生态保护红线，不属于文件所述需要由省级政府组织论证、对生态保护红线进行调整的国家重大基础设施、重大民生保障项目。

b) 环境质量底线

广东省“三线一单”中环境质量底线考虑了地表水、大气和土壤环境质量底线，与本工程有关的主要的地表水和大气环境质量底线。

根据激石溪现状水质情况，各项指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838) II类水质标准的要求。类比工程临近区域，环境空气质量能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准，工程区域环境质量现状较好。施工期间废污水经处理后回用或综合利用不外排，施工过程只有少量粉尘和噪声排放，根据预测，施工区及

周边的地表水环境、环境空气质量能够维持现状水平，不会超过划定的环境质量底线目标。电站建成后，工程河段 BOD_5 、 COD_{Cr} 、氨氮和总磷指标均可满足《地表水环境质量标准》(GB3838) II类标准要求，水体水质维持现状，不会超过“三线一单”中的环境质量底线目标。因此，本工程建设和运行不会突破环境质量底线。

c) 资源利用上线

本项目为新建抽水蓄能电站工程，与本项目有关的主要为土地资源和水资源利用上线。

土地资源利用上线：根据本工程的用地预审，工程用地不会突破土地资源利用上线指标。水资源利用上线：本项目运行期间由于水库水量蒸发会进行少量补水，消耗水量很小，不会突破水资源利用上线。

d) 生态环境准入清单

《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》粤府〔2020〕71号提出各市人民政府按照生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线等相关要求，划定优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类生态环境管控单元。基于生态环境管控单元，分类制定生态环境准入清单。由粤府〔2020〕71号文中“广东省环境管控单元图”可知，本项目所在地新田镇属于优先保护单元。根据《生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单编制技术指南(试行)》(环办环评〔2017〕99号)要求，优先保护单元禁止或限制大规模的工业发展、矿产等自然资源开发和城镇建设。本项目为清洁水电工程，不触及生态保护红线、环境质量底线与水资源利用上线，不属于大规模工业、矿产和城镇建设，电站建设运行对生态环境功能影响较小。因此，本项目建设符合生态环境准入清单相关要求。

表 3.2.3-1 项目“三线一单”相符性分析

“三线一单”要求		本项目	相符性	
全省总体管控要求	区域布局管控要求	优先保护生态空间，保育生态功能。持续深入推进产业、能源、交通运输结构调整。积极推进电子信息、绿色石化、汽车制造、智能家电等十大战略性支柱产业集群转型升级，加快培育半导体与集成电路、高端装备制造、新能源、数字创意等十大战略性新兴产业集群规模化、集约化发展，全面提升产业集群绿色发展水平。推动工业项目入园集聚发展，引导重大产业向沿海等环境容量充足地区布局，新建化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目入园集中管理。依法依规关停落后产能，全面实施产业绿色化改造，培育壮大循环经济。环境质量不达标区域，新建项目需符合环境质量改善要求。	本项目为清洁水电工程，电站建设运行对生态环境功能影响较小。项目所在地环境空气、土壤及环境噪声质量状况良好，属于达标区域；地表水、地下水部分点位出现总大肠菌群、细菌总数、锰及氨氮超标。针对现状地下水环境质量不达标现象，项目运行后会对区域水质有所改善。	符合
	能源资源利用要求	积极发展先进核电、海上风电、天然气发电等清洁能源，逐步提高可再生能源与低碳清洁能源比例，建立现代化能源体系。科学推进能源消费总量和强度“双控”，严格控制并逐步减少煤炭使用量，力争在全国范围内提前实现碳排放达峰。依法依规强化油品生产、流通、使用、贸易等全流程监管，减少直至杜绝非法劣质油品在全省流通和使用。贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度，把水资源作为刚性约束，以节约用水扩大发展空间。落实东江、西江、北江、韩江、鉴江等流域水资源分配方案，保障主要河流基本生态流量。强化自然岸线保护，优化岸线开发利用格局，建立岸线分类管控和长效管护机制，规范岸线开发秩序；除国家重大项目外，全面禁止围填海。落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。推动绿色矿山建设，提高矿产资源产出率。积极发展农业资源利用节约化、生产过程清洁化、废弃物利用资源化等生态循环农业模式。	项目生产废水经处理达标后回用于场地绿化，符合节约用水要求	符合
	污染物排放管控要求	优化调整供排水格局，禁止在地表水I、II类水域新建排污口，已建排污口不得增加污染物排放量。加快推进生活污水处理设施建设和提质增效，因地制宜治理农村面源污染，加强畜禽养殖废弃物资源化利用。	项目生产废水经处理达标后回用于场地绿化，不外排	符合

全省总体管控要求	环境风险防控要求	加强东江、西江、北江和韩江等供水通道干流沿岸以及饮用水水源地、备用水源环境风险防控，强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。重点加强环境风险分级分类管理，建立全省环境风险源在线监控预警系统，强化化工企业、涉重金属行业、工业园区和尾矿库等重点环境风险源的环境风险防控。	项目针对主要环境风险源采取了风险防范措施	符合
“一核一带一区”区域管控要求	区域布局管控要求	引导电子信息、汽车制造、先进材料等战略性支柱产业绿色转型升级发展，已有石化工业区控制规模，实现绿色化、智能化、集约化发展；加快发展半导体与集成电路、高端装备制造、前沿新材料、区块链与量子信息等战略性新兴产业。禁止新建、扩建燃煤燃油火电机组和企业自备电站，推进现有服役期满及落后老旧的燃煤火电机组有序退出；原则上不再新建燃煤锅炉，逐步淘汰生物质锅炉、集中供热管网覆盖区域内的分散供热锅炉，逐步推动高污染燃料禁燃区全覆盖；禁止新建、扩建水泥、平板玻璃、化学制浆、生皮制革以及国家规划外的钢铁、原油加工等项目。推广应用低挥发性有机物原辅材料，严格限制新建生产和使用高挥发性有机物原辅材料的项目，鼓励建设挥发性有机物共性工厂。	项目不新建燃煤锅炉；不属于禁止新建、扩建水泥、平板玻璃、化学制浆、生皮制革以及国家规划外的钢铁、原油加工等项目；生产过程中无挥发性有机物产生。	符合
	能源资源利用要求	科学实施能源消费总量和强度“双控”，新建高能耗项目单位产品(产值)能耗达到国际国内先进水平，实现煤炭消费总量负增长。率先探索建立二氧化碳总量管理制度，加快实现碳排放达峰。	项目采用电能作为清洁能源；建设过程中应满足相关部门核定的能源消费总量。	符合
	污染物排放管控要求	大力推进固体废物源头减量化、资源化利用和无害化处置，稳步推进“无废城市”试点建设。	项目固废由汕尾市生活垃圾无害化处理场进行处理。	符合
	环境风险防控要求	提升危险废物监管能力，利用信息化手段，推进全过程跟踪管理；健全危险废物收集体系，推进危险废物利用处置能力结构优化。	扩建项目运营过程中产生的危险废物根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单的要求进行贮存，并定期交由有资质的单位进行转运处置。	符合
环境管控单元总体管控要求	一般管控单元	执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定	项目建成后废水经处理后回用，废气污染物经处理后达标排放，固废合理妥善处置，各污染物对周围的环境影响可接受；此外，项目的建设未对周围生态环境功能造成破坏。	符合

表 3.2.3-2 项目与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

管控维度	管控要求	本项目	相符性
区域布局管控要求	加强生态环境分区准入管控，生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	本项目不在生态红线范围和自然保护区核心区内；	符合
能源资源利用要求	科学推进能源消费总量和强度“双控”，积极发展先进核电、海上风电等清洁能源，利用价格机制推动抽水蓄能电站建设，进一步提升清洁能源消纳和储存能力，逐步提高可再生能源与低碳清洁能源比例及能源利用效率，建立现代化能源体系。 严格实行建设项目水资源论证和取水许可制度，落实榕江等流域水量分配方案，统筹协调生活、生产、生态用水，保障主要河流基本生态流量。	废(污)水处理后全部回用，属于清洁能源项目。本项目发电过程水量没有损耗，水质也没有变化，项目采取生态流量下泄措施。	符合
污染物排放管控要求	优化调整供排水格局，禁止在地表水I、II类保护目标水域，以及III类保护目标水域中的保护区、游泳区新建排污口，已建成的排污口应当实行污染物总量控制且不得增加污染物排放量；	本项目生活污水均经过处理达标后回用，生产废水全部回用于施工和绿化，不外排，不新建废水排污口。	符合
环境风险防控要求	强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。	本项目建立完善的监测、监理制度，落实应急风险风控措施。	符合

3.3 工程方案环境合理性分析

3.3.1 枢纽布置方案合理性分析

3.3.1.1 选址环境合理性分析

a) 上下库布置

本工程上水库位于位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地，库盆地势狭长、平坦，呈串珠状，库底高程约 810m~840m。下水库位于上水库南侧约 3km 处的新田镇激石村上游坐背、激石水沟谷。

b) 输水系统布置

上水库进水口位于左岸坝前山脊处，距离左坝肩约 200m，下水库进出水口位于位于下水库左岸冲沟西北处的山脊。引水、尾水系统均按一洞四机布置，设置引水、尾水调压室，水流进/出厂房方式采用正进正出；引水立面采用两级斜井布置，尾水采用一坡到底的布置。

c) 地下厂房系统布置

地下厂房采用中部式开发方式，距上水库进水口平面直线距离约 1488m，距下水库出水口约 1267m，埋深约 476m~518m。地下厂房采用主厂房、主变洞和尾闸洞三大洞室平行布置，主变洞布置在主厂房的下游，尾闸洞布置在主变洞的下游。

主变洞布置在主厂房洞下游，通过主变运输洞、母线洞(4 条)、交通电缆洞与主厂房洞相连。主变洞右端设置主变交通洞和进厂交通洞相连，左端设有主变排风洞与通风兼安全洞连接，以满足交通、通风要求。

进厂交通洞洞口位于下水库大坝上游约 650m 的下水库库岸道路旁；通风兼安全洞洞口设在下水库库岸道路旁，距下水库大坝约 220m；开关站布置在厂房东南侧约 800m 处的缓坡地带；自流排水洞洞口位于厂房东南方向下游的吉溪河处，全长约 7210m 进口高程 84.7m，出口高程 77m，坡度约 1.1‰。

d) 合理性分析

本阶段对工程选址进行进一步调查复核，工程水库淹没和工程占地均不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、饮用水水源保护区等重大环境敏感区域，也不涉及生态保护红线；工程建设占地范围内未发现古树、有开采价值的矿产资源、不涉及县级以上文物保护单位、重要军事设施等。从环境合理性角度分析，工程建设不涉及重大环境制约因素，工程选址较为合理。

3.3.1.2 装机容量与正常蓄水位选择环境合理性分析

a) 装机容量选择环境合理性分析

综合考虑陆河抽水蓄能电站的成库条件、水头参数、机组制造难度等工程建设技术条件和广东电网需求特性，对电站装机容量 1200MW、1400MW、1600MW 进行综合对比分析，不同装机容量对应的上库正常蓄水位分别为 853m、851m、849m，下库正常蓄水位分别是 232m、232m、232m。根据对三个装机容量比选方案枢纽布置的比较，总体来讲，3 个装机容量比选方案枢纽的工程规模相当，施工导流、混凝土骨料料源、施工工厂及临时设施、施工场地布置、施工道路布置、施工总工期相同，各方案上、下水库大坝布置位置基本相同，在规模上有一定差距，输水发电系统布置形式基本相同。各装机容量比选方案均无环境制约因素，环境影响差异不大，在采取了严格且有效的环境保护措施后，各比选方案均是可行的。

因此，装机容量选择结果是合理的。

b) 正常蓄水位选择环境合理性分析

本工程正常蓄水位比选方案的方案 1、方案 2、方案 3，对应的上水库正常蓄水位分别为 853.00m、851.00m、849.00m，对应的下水库正常蓄水位分别为 232.00m、232.00m、232.00m。3 个正常蓄水位比选方案由于枢纽布置、工程量及工程规模差别不大，因此，施工道路布置、施工工厂及临时设施的规模、施工场地布置也基本相同，而弃渣场地、可利用开挖料中转场地的规模由于工程量的不同而略有不同。各正常蓄水位比选方案均无环境制约因素，环境影响差异不大，在采取了严格且有效的环境保护措施后，各正常蓄水位比选方案均是可行的。

因此，上水库、下水库正常蓄水位选择结果是合理的。

3.3.2 施工布置方案合理性分析

经初步调查，本工程各施工场地区均不涉及环境敏感区，工程施工期间需合理安排施工时间，并采取降噪、抑尘等相应措施减小对该敏感点的噪声、扬尘的影响，确保满足排放标准和周边环境质量达标。

3.3.2.1 料源选择环境合理性分析

a) 石料

工程区石料料源宜优先采用主体工程开挖石料，不足部分从石料场开采，石料场的选择按就近开挖并结合进/水口开挖的原则考虑。上水库大坝堆石填筑料大部从库

外石料场开采，部分利用库内开挖料；下水库大坝混凝土骨料采用进/出水口开挖料及洞挖料。根据工程需要，本阶段初拟石料场共3个。2#石料场为上库库外料场，3#石料场为下库扩库料场。

2#石料场为上库库外料场，位于上水库大坝下游冲沟左岸岸坡内。总体地势中部高、四周低，地面高程775.00m~835.00m，地形坡度20°~30°，局部坡度可达40°；西侧及南侧地形相对整齐，大部有基岩出露，东侧及北侧地形稍显凌乱，地表植被茂盛。料场至大坝暂无道路通行，需修建施工便道，至上库大坝运距约800m，交通运输方便。

3#石料场作为下水库混凝土重力坝骨料料源，位于下库库尾右岸，料场为一近南北向山脊，西侧为下库主冲沟，东侧为常年流水支沟。该料场结合下库进/出水口进行扩库开挖，分布高程190.00m~315.00m，地形坡度15°~30°，地表植被茂盛，南侧局部为岩石光面。目前无公路可通往3#石料场，需修建施工便道，至下库大坝运距约0.55km，交通运输方便。

b) 人工骨料

推荐微新花岗岩开挖料作为轧制混凝土骨料料源，即上水库所需从库外2#石料场开采，下水库利用进/出水口开挖料3#石料场及部分洞挖料。

c) 土料场

上水库主、副坝全风化土料设计需要量共29.44万m³(自然方)，可利用上水库扩库开挖和进出水口等部位丰富的全风化料填筑。

本工程充分利用水库扩库开挖和洞挖料，石料场设置位置合理，从源头上减少了对地表土壤和植被的破坏，从环境保护的角度，本工程料源选择是合理的，也符合清洁生产的要求。

3.3.2.2 弃渣场和转料场环境合理性分析

a) 弃渣场

本工程主要规划设置2个库外弃渣场，分别为上库弃渣场和下库弃渣场。上库弃渣场，布置在上水库3#副坝和4#副坝下游的冲沟内；下库弃渣场，布置在下水库左岸、下库进出水口下游冲沟内

本工程场地条件和上、下水库工程区之间高差大、距离远的特点，分设两个弃渣场位置合理。经初步调查，各弃渣场植被均为乔木林，无珍稀保护动植物分布，各弃

渣场周围 400m 范围内无居民分布，各弃渣场占地均不涉及环境敏感区，未见滑坡、崩塌、泥石流等不良物理地质现象场地稳定性较好。上水库渣场防护主要采用护脚和压坡措施，渣场坡脚采用混凝土挡墙护脚，坡面采用网格梁植草护坡，渣场顶部铺设植被，两侧设置排水沟，避免渣场内部积水。下水库弃渣场主要采用护脚和压坡措施，渣场坡脚采用混凝土挡墙护脚，坡面采用网格梁植草护坡，渣场顶部铺设植被。在渣场尾部设置挡水墙，左岸山体内设置排水洞，出口采用急流槽接到下水内原河道，渣场两侧设置排水沟。渣场在堆渣过程中采取临时排水沟，避免渣场内部积水。

各弃渣场即使发生滑坡或者崩塌，因有下游河道的缓冲，对居民的影响较小。

b) 中转场规划

根据土石平衡及施工时序需求，上水库在导流洞进口上游规划约 5.4 万 m^3 的转运堆存场，在副坝二坝后规划一个容量约 15.0 万 m^3 的表土堆存场。下水库，库盆内进厂交通洞口布置毛料堆存场，容量约 50.0 万 m^3 ，在下库弃渣场尾部规划一个容量为 15.0 万 m^3 的表土堆存场。本工程中转料场设置位置合理，距离合适，减少运输过程对环境的影响，从环境保护的角度，本工程中转场选择是合理的。

综合分析，从环境保护的角度，本工程渣场及转料场选址基本合理。

3.3.2.3 场内道路环境合理性分析

本工程场内道路布置尽量依托现有道路布置，减少了对植被的破坏。道路走线途径植被主要为灌木林地，无珍稀保护动植物分布。场内道路沿线无居民分布。从环境保护的角度，场内道路布置基本合理。

3.3.2.4 其他布置环境合理性分析

a) 生活营地布置

本工程生活营地包括业主营地和施工营地。本工程业主营地规划布置于下水库右岸山脊，与下水库直线距离约 450m。施工期作为建设单位(业主)、设代和监理办公生活用地，后期作为电站运行前方营地。施工营地包括上水库工程标、输水发电系统工程标、下水库工程标、机电设备安装工程标分别设置，分为 4 个较为集中的区域。各施工营地尽量远离施工区和弃渣场、中转料场。各施工营地占地区植被主要为灌木林地，占地区均无珍稀保护动植物分布。

从环境保护角度分析，各施工营地和业主营地的选址基本合理。

b) 施工工厂布置

本工程施工噪声较大的砂石加工系统、混凝土拌和系统等施工工厂均远离了施工营地、业主营地等敏感点，直线距离均在 500m 以上。同时，各施工工厂与各村庄居民点受山体及规划建筑物的阻隔后，其噪声对其影响很小。从环境保护角度分析，施工工厂布置基本合理。

3.3.2.5 小结

从料源选址、渣场选址、生活营地、施工工厂等布置上看，施工总布置体现了远离敏感保护目标，尽量减少占地，充分利用有限土地资源，保护生态环境，防止污染的原则，工程施工的总体布置基本是合理的。

3.3.3 移民安置方案合理性分析

本工程不涉及搬迁安置人口，生产安置采取一次性货币补偿安置。对电站建设征地影响的 X020 县道、上屋村小组农村道路进行复建，折算货币补偿；对其余农村道路采取一次性货币补偿的处理方式。对电站建设征地影响的吉溪林场，按土地补偿费和青苗补偿费采取一次性货币补偿的处理方式。对电站建设征地影响的 10kV 电力线路进行复建，折算货币补偿；电信线路采取一次性货币补偿的处理方式。对电站建设征地影响的 5 座水电站，初步规划采取一次性货币补偿的处理方式。

从农业生产角度来看，陆河抽水蓄能电站建设征地对陆河的农业生产影响有限。随着电站的开工建设及移民安置规划的实施，移民生产条件可以得到恢复并有所提高。通过合理的规划，对影响的水、电、路、通信等各类基础设施可进行复(改)建处理，对建设征地区的生产生活条件基本没有影响。电站建成后，在提高当地电力供应质量、发展地方经济，调整产业结构，提高群众生活水平等方面将发挥重要的促进作用。

3.3.4 建设征地方案合理性分析

根据《广东陆河(汕尾陆河)抽水蓄能电站可行性研究阶段施工总布置规划专题报告》(审定本)成果，陆河抽水蓄能电站建设征地征占用土地总面积为 4791.33 亩。其中水库淹没区为 1378.90 亩，枢纽工程建设区为 3412.43 亩，水库淹没区与枢纽工程建设区完全重叠。本项目建设征地共涉及永久基本农田 125.18 亩，均为永久征地；涉及省级公益林 2813.92 亩，其中永久占用 2195.73 亩，临时占用 618.19 亩，无 I、II 级保护林地；征地范围内不涉及生态保护红线、自然保护区等环境制约因素，工程建设征地方案是合理的。

3.4 工程建设影响分析

3.4.1 工程施工环境影响分析

3.4.1.1 工程施工概况

a) 上水库工程施工

上水库枢纽主要单位工程有主坝、副坝及库盆扩挖工程等。

主坝为混凝土面板堆石坝，混凝土面板堆石坝坝顶高程 858.00m，坝顶宽度 10.00m，最大坝高 64.00m，坝顶轴线长 414.00m，坝顶设 U 型防浪墙，上游墙高 4.0m，下游墙高 3.3m。拟定大坝上游坝坡为 1:1.406，下游坝坡为 1:1.4。

副坝均为塑性混凝土心墙堆渣坝，无泄洪建筑物。塑性混凝土心墙堆渣坝坝顶高程 858.00m，坝顶宽度 10.00m，副坝一～副坝五的最大坝高分别为 25、20、15、25、12m，坝顶长分别为 124、60、59、172、48m。坝顶设 L 型防浪墙，墙高 2.2m。大坝上游坝坡 1: 2.2，大坝下游坝坡 1: 2.5，坡脚设排水棱体，顶宽 1.50m，上游坡比 1: 1.3，下游坡比 1: 2.5。

为满足电站运行需要，对天然库盆进行扩库开挖，以增加调节库容、降低坝高，并获得大坝填筑材料。对副坝三和副坝四上游的库底进行扩库开挖，开挖至死水位高程 828.00m，总开挖量 89.44 万 m³。

上水库工程主要工程量为：土石明挖 144.59 万 m³，石方洞挖 0.04 万 m³，土石填筑 115.88 万 m³，粉煤灰 0.98 万 m³，混凝土 1.97 万 m³，防渗墙 2.59 万 m³，喷混凝土 0.2 万 m³，钢筋 0.13 万 t，挂网钢筋 63.62t，帷幕灌浆 1.68 万 m，固结灌浆 0.36 万 m，回填灌浆 0.02 万 m²，锚杆 0.4 万根。

1) 混凝土面板堆石坝施工

(1) 土石方开挖

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。

石方开挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场。

(2) 坝体填筑

垫层料：从上库砂石加工系统由 3m³ 液压挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝，按后

退法卸料，层厚 0.4m，180kW 推土机铺料，用反铲铺料，加水 10%~15%，20t 振动平碾按进退错距法碾压 8~10 遍。

过渡料：50%采用洞挖料直接上坝，50%采用洞挖料转运上坝， 3m^3 液压挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝，按后退法卸料，层厚 0.4 m，180kW 推土机铺料，用反铲铺料，加水 10%~15%，20t 振动平碾按进退错距法碾压 8~10 遍。

主堆石区：采用料场料直接运输上坝，用 3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输，220kW 推土机铺料，铺料厚度为 0.8m。采用进占与后退相结合的混合法卸料，25t 振动平碾按进退错距法碾压 6~8 遍，洒水量按堆石体积的 10%~15%。

次堆石区(下游堆石区)：全部采用料场料直接运输上坝，用 3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输，220kW 推土机铺料，铺料厚度为 0.8m。采用进占与后退相结合的混合法卸料，25t 振动平碾按进退错距法碾压 6~8 遍，洒水量按堆石体积的 10%~15%。

上游盖重和上游铺盖：石渣从弃渣场回采，全风化土料利用建筑物开挖的全强风化料填筑，用 3m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运输上坝，132kW 推土机平料，18t 振动平碾按进退错距法碾压 4~6 遍。

上、下游块石护坡：块石护坡从料场开采，20t 自卸汽车至工作面附近，采用人工配合反铲上料，采用卧砌法铺砌。

(3) 混凝土施工

趾板混凝土采用 6m^3 混凝土搅拌车运输，溜槽入仓。

主坝面板混凝土采用无轨滑模连续浇筑，滑模由布置在顶部的卷扬台车牵引，以侧模为导轨向上滑升。混凝土由 6m^3 混凝土搅拌车运输至坝顶，溜槽入仓。

防浪墙及挡墙混凝土：用 6m^3 混凝土搅拌车从混凝土拌和站运输，25t 汽车吊 1.5m^3 吊灌入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

坝顶混凝土：用 6m^3 混凝土搅拌车运料直接入仓。

2) 塑性混凝土心墙堆渣坝

(1) 开挖

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合， 3m^3 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃，运距 2.0km。石方开挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料， 3m^3 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场，运距 2.0km。

(2) 坝体填筑

堆石棱体：采用料场料直接运输上坝(运距 3.0km)，用 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输，220kW 推土机铺料，铺料厚度为 0.8m。采用进占与后退相结合的混合法卸料，25t 振动平碾按进退错距法碾压 6~8 遍，洒水量按堆石体积的 10%~15%。

全风化土料：全部利用建筑物开挖的全强风化料填筑，其中 80%采用开挖料直接上坝(运距 2.0km)，20%采用开挖料转运上坝(运距 2.0km)，用 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车运输，按进占法卸料，推土机铺料，碾压层厚 0.80m，20t 振动碾按进退错距法碾压 8~10 遍，碾压过程中洒水 10%~15%。

上、下游块石护坡：块石护坡从料场开采，20t 自卸汽车至工作面附近，运距 2.0km，采用人工配合反铲上料，采用卧砌法铺砌。

(3) 混凝土施工

防浪墙及挡墙混凝土：用 6m³ 混凝土搅拌车从混凝土拌和站运输，25t 汽车吊 1.5m³ 吊灌入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣，运距 2.0km。**坝顶混凝土：**用 6m³ 混凝土搅拌车运料直接入仓，运距 2.0km。

(4) 混凝土防渗墙施工

副坝坝身及基础、副坝之间单薄分水岭均采用混凝土防渗墙防渗。混凝土防渗墙施工采用铣槽机施工，防渗墙槽孔采用泥浆护壁，墙体混凝土采用水下导管法浇筑。槽段划分根据地质情况、墙深、施工方法等因素综合考虑，一期槽孔采用“三主两副”，槽孔长度 6m 左右，槽孔间采用双反弧连接。混凝土：用 6m³ 混凝土搅拌车运料溜槽接导管入仓，运距 2.0km。

3) 地基处理

主要包括断层处理及固结灌浆和帷幕灌浆。

断层处理：工程坝基范围内主要的断层采用开挖后回填混凝土塞的方法处理。断层开挖采用人工配合风镐进行，混凝土用 10t 自卸汽车运输转溜槽入仓。

帷幕灌浆：坝基帷幕灌浆采用 150 型地质钻机钻孔，孔口封闭，自上而下分段钻灌。每排孔分三序，按逐渐加密的方法进行。

固结灌浆：固结灌浆采用有压压重灌浆，采用 CT-400A 型台车配凿岩机钻孔，BW-200 灌浆机孔内循环分段灌浆。

b) 输水发电系统施工

输水发电系统主要由引水、厂房、尾水 3 大部分组成。引水系统由上水库进/出水口(含引水事故检修闸门井)、引水上平段、引水调压室、引水上斜井、引水中平洞、引水下斜井、引水下平段及支管段、引水压力管道等组成；厂房系统由进厂交通洞、主厂房、主变洞、母线洞、高压电缆洞、开关站、通风兼安全洞、自流排水洞等组成；尾水系统由尾水管(含支管段)、尾水闸门室、尾闸通风洞、尾水调压室、尾水洞、下水库出/进水口(含尾水事故检修闸门井)等组成。

输水系统工程主要工程量为：土石明挖 224.31 万 m^3 ，石方洞挖 49.7 万 m^3 ，混凝土 16.31 万 m^3 ，喷混凝土 4.17 万 m^3 ，钢筋 1.16 万 t，挂网钢筋 1041.9t，钢材 13283.23t，帷幕灌浆 0.72 万 m，固结灌浆 22.23 万 m，回填灌浆 4.45 万 m^2 ，锚杆 9.94 万根，锚索 600 束。

厂房系统主要工程量为：土石明挖 39.11 万 m^3 ，石方洞挖 84.3 万 m^3 ，混凝土 15.49 万 m^3 ，喷混凝土 4.32 万 m^3 ，钢筋 1.5 万 t，挂网钢筋 795t，钢材 10823.8t，固结灌浆 1.89 万 m，回填灌浆 2.92 万 m^2 ，锚杆 12.43 万根，锚索 412 束。

1) 引水系统

(1) 上水库进/出水口

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合，3 m^3 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。石方开挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料，3 m^3 挖掘机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。进水口主要是底板混凝土及结构混凝土，底板混凝土直接入仓或溜槽入仓，结构混凝土采用滑模施工，用 6 m^3 混凝土搅拌车运输混凝土至进口 3 m^3 卧罐内，用 M900 塔机吊 3 m^3 混凝土罐提升入仓，然后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

(2) 引水平洞

上平段、中平段及下平段均采用三臂台车钻孔，全断面开挖，周边光面爆破，3 m^3 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。采用钢模台车立模，6 m^3 混凝土搅拌车运至工作面，转至集料斗，然后用混凝土泵(60 m^3/h)泵送入仓。

(3) 引水斜井

上、下斜井先用 BM600 反井钻机自上而下先钻直径为 216mm 的导孔，再自下而

上将导孔直径扩挖至 2.50m，然后自上而下进行全断面扩挖，扩挖采用手风钻钻孔，每次循环进尺 2m，周边光面爆破，石渣落入井底后，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。引水斜井混凝土衬砌采用滑模施工，采用 6m³ 混凝土搅拌车运至集料斗内，从井顶用 MYBOX 管入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

（4）引水调压井

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。石方开挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。井挖先用 BM200 反井钻机自上而下先钻直径为 216mm 的导孔，再自下而上将导孔直径扩挖至 2.50m，然后自上而下进行全断面扩挖，扩挖采用手风钻钻孔，每次循环进尺 2m，周边光面爆破，石渣落入井底后，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。混凝土衬砌采用滑模施工，采用 6m³ 混凝土搅拌车运至集料斗内，从井顶用 MYBOX 管入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

2) 尾水系统

（1）尾水隧洞

尾水隧洞施工方法同引水平洞。

（2）尾水闸门室

尾水闸门室分 3 层开挖。第 I 层为顶拱部分(开挖量约占 30%)、第 II 层为操作平台以上部分(开挖量约占 50%)，用 3 臂台车钻孔，周边光面爆破，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车出渣。第 III 层为操作平台以下部分(开挖量约占 20%)，先采用手风钻钻孔、爆破，自上而下开挖 2.5m×2.5m 的导井，然后自上而下进行全断面扩挖，扩挖采用手风钻钻孔，每次循环进尺 2m，周边光面爆破，石渣落入井底后，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。混凝土衬砌采用滑模浇筑，用 6m³ 混凝土搅拌车运至集料斗内，用 60m³/h 混凝土泵泵送入仓。

（3）尾水调压室

调压室先施工通风洞，然后采用 BM200 反井钻机自上而下先钻直径为 216mm 的导孔，再自下而上将导孔直径扩挖至 2.50m，最后自上而下全断面开挖，采用手风钻钻孔，每次循环进尺 2.00m，周边预裂爆破，石渣落入井底后，用 3m³ 侧卸式装载机

配 20t 自卸汽车运至渣场或转料场。混凝土衬砌采用滑模施工，采用 6m³ 混凝土搅拌车运至集料斗内，从井顶用 MYBOX 管入仓，2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

(4) 下库进(出)水口

施工方法同上库进(出)水口。

混凝土浇筑采用 6m³ 混凝土搅拌车运输混凝土至出口平台 3m³ 卧罐内，用 M900 塔机提升入仓，然后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

3) 厂房系统

(1) 主厂房

厂房分 7 层进行施工，开挖石料直接运至弃渣场或转料场转存。

I 层为顶拱部分，高 8.625m，采用中心导洞先进，两侧扩挖跟进的施工程序，用 3 臂台车钻孔，周边光面爆破，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车通过通风兼安全洞出渣。II 层为岩锚吊车梁区，高 8m，采用中心挖槽先进，两侧扩挖跟进、最后开挖岩台的施工程序，中心挖槽与两侧扩挖用 3 臂台车或液压履带钻钻孔，岩锚吊车梁岩台用 3 臂台车钻孔，手风钻配合，周边光面爆破，用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车通过通风兼安全洞出渣。III 层高 7m，IV 层高 7.5m，采用先周边预裂，后液压履带钻钻孔，深孔梯段爆破，3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车从进场交通洞出渣。V、VI 层高均为 7.5m，均采用先周边预裂，后液压履带钻钻孔，深孔梯段爆破，3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车从施工支洞出渣。VII 层高 7.5m，先用 3 臂台车水平钻孔爆破，周边光面爆破，爆破通风散烟后，3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车从尾水出渣。

厂房混凝土部位主要是机坑一、二期混凝土以及肘管混凝土，采用钢木模板施工，用 6m³ 混凝土搅拌车分别运至母线洞、引水下平洞集料斗内，肘管及一期混凝土用皮带机、溜槽、或泵送(60m³/h)混凝土入仓相结合，二期混凝土用桥吊吊 3m³ 卧罐入仓。岩锚梁部位混凝土采用钢木模板施工，用 6m³ 混凝土搅拌车运至工作面，25t 汽车吊 1.5m³ 吊灌入仓。厂房喷混凝土部位主要是顶拱、侧墙，喷射面积大、高度高，混凝土用 6m³ 混凝土搅拌车从拌和站运至工作面集料斗内，然后用 SP-3 型混凝土喷射机喷射。

(2) 主变室

主变室分 3 层进行施工。第 1 层为顶拱，开挖高度 7m，采用中心导洞先进，两

侧扩挖跟进的施工程序，用三臂台车钻孔，周边光面爆破，通风散烟后，用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣；第II层开挖高度7m，采用液压履带钻孔、边墙预裂、梯段爆破，通风散烟后，用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣；第III层开挖高度6.55m，采用液压履带钻孔、边墙预裂、梯段爆破，通风散烟后，用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣。

主变室混凝土采用钢木模板施工。地板混凝土，用 $6m^3$ 混凝土搅拌车直接入仓。板、梁、柱及边墙混凝土用 $6m^3$ 混凝土搅拌车运至安装场集料斗内，然后用泵送($60m^3/h$)混凝土入仓。

4) 母线洞、主变运输洞

母线洞、主变运输洞在主厂房第IV层范围内，采用三臂台车钻孔，周边光面爆破，用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车通过进厂交通洞出渣。混凝土采用 $6m^3$ 混凝土搅拌车运至主变洞集料斗内，然后用泵送($60m^3/h$)混凝土入仓。

5) 电缆平洞、电缆竖井及排风竖井、排水廊道及排水洞

(1) 电缆平洞

开挖采用三臂台车钻孔，周边光面爆破，通风散烟后采用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣。混凝土衬砌，用钢木模板立模， $6m^3$ 混凝土搅拌车运至工作面，转至集料斗，然后用混凝土泵($60m^3/h$)泵送入仓。

(2) 电缆竖井及排风竖井

电缆竖井采用BM200反井钻施工导井，排风竖井采用BM600反井钻施工导井。先用反井钻机自上而下先钻直径为216mm的导孔，再自下而上将导孔直径扩挖至2.00m，最后自上而下全断面开挖，采用手风钻钻孔，每次循环进尺2.00m，周边预裂爆破，石渣落入井底后，用 $3m^3$ 侧卸式装载机配20t自卸汽车出渣。竖井混凝土混凝土衬砌采用滑模施工，采用 $6m^3$ 混凝土搅拌车运至集料斗内，从井顶用MYBOX管入仓，2.2kW电动插入式振捣器振捣。

(3) 排水廊道

开挖采用手风钻钻孔，周边光面爆破，用扒渣机装渣，小型机动车出渣。混凝土衬砌采用钢木组合模板，小型机动车运至工作面，转至集料斗，然后用混凝土泵($30m^3/h$)泵送入仓。

(4) 开关站

开关站土石方明挖施工方法与大坝岸坡开挖相同。混凝土采用 6m³ 混凝土搅拌车从混凝土系统运至工作面，用 1 台 10/25t 塔机吊 2m³ 混凝土罐入仓，然后用 2.2kW 电动插入式振捣器振捣。

(5) 通风洞及进厂交通洞

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。石方明挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至渣场。石方洞挖采用三臂台车钻孔，周边光面爆破，通风散烟后采用 3m³ 侧卸式装载机配 20t 自卸汽车出渣。混凝土衬砌，用钢木模板立模，6m³ 混凝土搅拌车运至工作面，转至集料斗，然后用混凝土泵(60m³/h) 泵送入仓。

5) 支护

预应力锚索：采用 XY-2PB 型钻机钻孔，人工编索，人工抬运至安装现场，人工穿索，SNS—200/10 型砂浆泵灌浆。

锚杆：采用 kD-50 锚杆钻机钻孔，人工安装锚杆，SNS—200/10 型砂浆泵灌浆。

喷混凝土：喷混凝土采用 6m³ 混凝土搅拌车从拌和站运至工作面集料斗内，然后用 SP-3 型混凝土喷射机喷射。

排水孔：采用 KQ-100 潜孔钻钻孔，人工安装。

c) 下水库工程施工

下水库枢纽主要单位工程为大坝。

下水库大坝采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 245.00m，坝顶长 456m，最大坝高 98m，大坝建基面为弱风化岩体。从左至右依次布置左岸挡水坝段、泄水坝段、右岸挡水坝段。左岸挡水坝段长 133m；泄水坝段由溢流表孔和泄洪放空底孔组成，泄洪放空底孔位于河床中间；右岸挡水坝段长 255m。

泄水坝段共设置 4 个溢流表孔，单孔净宽 12m，采用 WES 实用堰，无闸门控制，堰顶高程 232.00m。泄洪放空底孔布置在溢流表孔中间，采用无压坝身泄水孔，孔口尺寸 2.5m×3m，进口底板高程 181.00m。底孔右侧坝体混凝土埋设 1 根生态泄放管，管径 500mm，中心线高程 156.00m。

下水库工程主要工程量为：土石明挖 96.55 万 m³，石方洞挖 0.03 万 m³，混凝土

9.81 万 m³, 碾压混凝土 69.41 万 m³, 喷混凝土 0.08 万 m³, 钢筋 0.37 万 t, 挂网钢筋 30.07t, 钢材 20.4t, 帷幕灌浆 1.56 万 m, 固结灌浆 2.09 万 m, 锚杆 0.48 万根。

1) 碾压混凝土重力坝施工

下库大坝的混凝土骨料、垫层料、反滤料、碎石料全部采用建筑物开挖料加工，不设置料场

(1) 开挖(包括扩库开挖)

覆盖层开挖采用 132kW 推土机集渣，局部以人工清挖配合，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至弃渣场堆弃。

石方开挖采用自上而下分层开挖程序，采用 YQ-100B 潜孔钻机为主，手风钻配合，微差深孔梯段爆破，边坡采用预裂爆破，开挖石渣由 132kW 推土机集料，3m³ 挖掘机配 20t 自卸汽车运至渣场。

(2) 混凝土施工

大坝基础垫层常态混凝土采用 6m³ 混凝土搅拌车直接入仓，然后用 2.5kW 电动插入式振捣器振捣。大坝其它常态混凝土采用 10t 自卸汽车从混凝土系统运至工作面，用 M900 塔机吊 3m³ 罐入仓，然后用 2.5kW 电动插入式振捣器振捣。

大坝碾压混凝土采用 20t 自卸汽车从混凝土系统运输直接入仓。碾压混凝土采用大仓面薄层连续多层短间歇浇筑，铺筑方式可采用平层通仓法，也可采用斜层平推法。采用 D75A 型推土机平仓、BW202AD 型振动碾，建筑物周边采用 BW75S 型小型振动碾压实。

变态混凝土浇筑随碾压混凝土施工逐层进行，入仓方式同碾压混凝土，铺筑层厚为 34cm 左右，分两层摊铺，采用手持大功率振捣器或振捣车振捣。

2) 地基处理

主要包括断层处理及固结灌浆和帷幕灌浆、防渗墙施工。断层处理及固结灌浆、帷幕灌浆施工方法同上水库地基处理。

混凝土防渗墙采用 CZ-22 型冲击钻机施工，槽孔分两序施工，先施工一期槽孔，后施工二期槽孔。槽孔施工方法为冲击钻进、抽筒或泵吸出渣、泥浆固壁、下直升导管法浇筑混凝土。防渗墙混凝土在拌和站拌制后，用 10t 自卸汽车运输，混凝土泵送至槽孔。

3.4.1.2 生态影响源分析

本工程组工程区开挖主要包括上水库、下水库开挖，上水库石方明挖料主要包括主坝、扩库开挖、上水库进/出水口、1#施工支洞、导流工程，石方明挖总量 79.21 万 m³。下水库石方明挖料主要包括大坝坝基、下水库进/出水口、开关站和辅助洞室、施工支洞、导流洞洞口等，石方开挖总量为 144.58 万 m³。土石方明挖面较广，对上下水库施工区所在区域的土壤、植被以野生动物生境的扰动和破坏较大。

根据施工布置规划，陆河抽水蓄能电站建设征地征占用土地总面积为 4791.33 亩。其中水库淹没区为 1378.90 亩，其中永久占地 3829.51 亩，临时用地 961.82 亩。枢纽工程施工过程中，上述占地范围内地表将受到不同程度的破坏或扰动，施工开挖、永久性或临时性工程将使施工区原有的地形地貌、土地利用方式发生改变，植被受到破坏；同时，施工开挖和围堰等将产生的不可利用料，若对于受到破坏或扰动的地表和产生的不可利用料处理不当，易形成水土流失和尘土，不仅对所在区域的水土流失和施工区生态环境产生一定的影响，还将对周边的环境尤其花鳗鲡省级自然保护区的水质产生不利影响。

3.4.1.3 污染源影响分析

a) 施工期污废水

施工期污废水主要包括施工生产废水（砂石料系统废水、混凝土生产系统冲洗废水、洞室施工废水、基坑废水等）和生活污水两大部分。本工程施工机械修配委托当地有能力的专业修配厂进行，本阶段不设置机械和汽车修配厂，不产生机械和汽车维修保养含油废水。

1) 砂石加工系统生产废水

工程在上下库施工区各设置一座砂石加工系统，上水库砂石加工系统生产用水量 30 m³/h，下水库砂石加工系统生产用水量 150 m³/h，主要为砂石料冲洗及降尘用水，主要来源于筛分车间。考虑物料表面含水、蒸发和渗漏所造成的水量损失 10%，其余 90%作为生产废水排放，排放废水强度约为 27m³/h 和 135m³/h，确定砂石加工系统废水处理设计流量分别为 27 m³/h、135m³/h。砂石、骨料料加工系统废水中主要污染物为 SS，浓度可达 50000mg/L 左右。砂石料加工系统冲洗废水经处理后回用于砂石料加工系统。

2) 混凝土系统冲洗废水

在工程上水库设置有 1 个混凝土生产系统，分别为大坝标混凝土系统，生产能力为 $12\text{m}^3/\text{h}$ ；下水库设置有 2 个混凝土系统，大坝混凝土拌合系统和输水发电系统标混凝土拌合系统，生产能力为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 、 $12\text{m}^3/\text{h}$ 。

混凝土系统冲洗废水为间歇排放，每天冲洗 3 次，每次用水约 3m^3 ，各系统日冲洗废水产生量约为 10m^3 。混凝土系统废水 PH 一般大于 10，并含有较高悬浮物，其浓度为 5000mg/L 左右。该部分废水经处理后回用于混凝土系统，对周围水环境影响不大。

3) 洞室施工废水

洞室废水主要是引水隧洞、尾水隧洞、调压室、引水岔管、引水支管以及连接各隧洞的施工支洞开挖面产生的涌水，其产生量与工程地质条件、地下水含量、施工用水等因素有关，易受季节变化硬性，产生量不稳定。输水隧洞施工过程中，爆破所用炸药为乳化炸药，并严禁使用 TNT 炸药，炸药成分主要是硝酸铵等无机盐水溶液和蜡、油等碳氢化合物，不会产生有毒物质，对水质影响较小。在施工前期，输水隧洞以及施工支洞主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物、石油类；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为 pH。根据有关的工程资料分析，隧洞施工废水中 pH 可达 12，悬浮物浓度达 $8000\text{mg/L} \sim 10000\text{mg/L}$ 。湿法作业产生的废水经沉淀处理达标后回用，地下涌水具有量大水净的特点，经过沉淀处理后检测达标排放，对周围水体影响较小。

4) 基坑排水

大坝施工包括基础开挖、基础处理、坝体填筑、混凝土养护及灌浆等，在施工过程中会产生基坑废水，分初期基坑排水和经常性基坑排水两部分。初期基坑排水包括基坑积水、围堰基础渗水和可能出现的降水等，经常性基坑排水包括围堰基础渗水、混凝土养护和冲洗废水、灌浆废水及可能出现的降水等。初期排水水质与河流水质基本相似，经常性排水包含了大量的降水渗水及施工用水(主要是混凝土养护废水)，污染物主要为悬浮物。当基坑内水量较小时，由于存在人为扰动，SS 含量较高，可采用絮凝沉淀的方法沉淀。经常性基坑排水为少量地下渗水，多数情况为清水。当出现强降雨时，基坑内积水 SS 浓度较高，采用絮凝沉淀后基本与天然河道水质一致。向基坑投加絮凝剂后，让坑水静置沉淀 2h 后，经收集后回用，剩余污泥定期人工清除，

干化后运至弃渣场，对环境影响较小。

5) 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，工程高峰施工人数 3000 人。生活用水量按 $150\text{L}/\text{人}\times\text{d}$ 计，污水系数按 80%计，则高峰期生活污水产生量为 $360\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水中的污染物主要有 pH、SS、 COD_{Cr} 、 BOD_5 、氨氮等，其中 COD_{Cr} 、 BOD_5 浓度分别约为 400mg/L 和 200mg/L ，生活污水处理后回用于园林绿化或者除尘，对周围水环境影响不大。

6) 废(污)水总量

根据陆河抽水蓄能电站施工布置规划以及施工废(污)水的产生特征，施工高峰期经常性的废(污)水最大产生量约 $445\text{m}^3/\text{h}$ 。施工废水主要来自砂石加工生产、混凝土系统冲洗、基坑、车辆冲洗、洞室。砂石加工系统生产废水量较大，但其废水污染物组成简单，主要是冲洗废水携带的泥沙悬浮物 SS，不含有毒污染物。混凝土系统冲洗废水间歇性产生，洞室废水跟地下水有关，两者排放量均不稳定。基坑废水，分初期基坑排水和经常性基坑排水两部分，主要污染物为 SS。生活污水来自施工营地和业主营地。

陆河抽水蓄能电站施工期生产废水、生活污水特性表如下：

表 3.4.1.3-1 施工期污(废)水排放特性表

名称		高峰期(最大)排放强度	产生位置	排放时段	主要污染物及其浓度
生产废水	砂石系统生产废水	$30+150\text{m}^3/\text{h}$	上、下水库砂石加工系统	筹建期	SS:50000mg/L
	混凝土系统冲洗废水	$10+10+10\text{m}^3/\text{h}$	上水库大坝标混凝土系统、下水库大坝标混凝土拌合系统、输水发电系统混凝土拌合系统	筹建期，间歇性排放	SS:5000mg/L, pH:12
	基坑废水	$20\text{ m}^3/\text{h}$	上下库施工区	筹建期	SS:2000mg/L, pH:12
	洞室废水	$200\text{ m}^3/\text{h}$	上下库施工区	筹建期	SS:8000mg/L, pH:12
生活污水	营地生活污水	$360\text{ m}^3/\text{d}$	施工营地及业主营地	施工期	$\text{BOD}_5:200\text{ mg/L}$, $\text{COD}:400\text{ mg/L}$

合计		445 m ³ /h			
----	--	-----------------------	--	--	--

b) 废气

工程施工废气主要来自于爆破、开挖、材料加工，以及各类施工机械设备运行和施工运输，废气中主要污染物是粉尘、CO、NO₂，以粉尘为主。据已建水电站实测资料，砂石料破碎、筛分，水泥装卸、交通运输等作业区废气排放超标，污染作业区大气环境，影响施工人员和施工区周围居民身体健康，使施工区大气环境质量下降，对附近的居民生活产生影响。

1) 土石方开挖

水电工程土石方开挖粉尘主要来源于土石方明挖。本工程土石方明挖包括上、下水库大坝地基、进/出水口开挖，开挖面较广。由于开挖的对象主要是山体的覆盖土石层，土方主要开挖采用 132kW 推土机集渣，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣，单次开挖扰动范围小，且覆盖层植良好，含水率高，开挖过程产生的粉尘量小。工程土石方开挖粉尘的排放系数类比其他抽水蓄能工程坝基开挖区粉尘产生量的估算。在未采取防尘降尘措施前，水电工程坝基开挖系统粉尘排放系数为 12t/万 m³。在采取湿式爆破新技术，配备无尘钻机后，粉尘的去除率可达 92%，粉尘排放系数为 0.96t/万 m³，上水库施工区主体工程开挖量总量为 241.50 万 m³，下水库施工区主体工程开挖量总量为 425.07 万 m³，土石方开挖的粉尘产生总量为 639.9t。

根据《炸药爆炸理论基础》给出的每吨炸药爆破作业在无防治措施时产生的有害气体污染物排放系数：CO41.75kg/t 和 NO₂15.27kg/t，以及爆破开挖的工程量和炸药的使用量来估算施工期的有害气体的排放量。本工程火工材料使用量为 0.33 万 t，全部按照炸药计，CO 和 NO₂ 产生总量分别为 137.78t、50.39t。

2) 材料加工

砂石料加工、混凝土拌和等施工过程中，砂石料破碎和筛分、水泥装卸和拌合等材料加工、运输过程中，均会产生一定量的粉尘。

本工程主体工程土石填筑工程量(含砌石)为 136.94 万 m³，上水库砂石加工系统生产能力为 30 m³/h。下水库砂石加工系统生产能力为 100 m³/h。根据《环境影响评价指南》，砂石加工粉尘排放系数在无控制排放的情况下，一般为 0.77kg/t 产品(含破碎、筛选、运输等)。本工程在砂石加工系统中采用湿式作业，并配置石粉回收装置，湿式作业粉尘的产生量将减少 98%以上，由此推算，该系统粉尘排放系数约为

0.015kg/t，粉尘的排放总量约 20.54t。

本工程需混凝土及喷混凝土工程量总计 129.85 万 m³，上水库大坝标混凝土系统日生产能力均为 12 m³/h、下水库大坝标混凝土系统生产能力为 200 m³/h，输水发电系统混凝土系统生产能力为 12m³/h。此系统产生的污染物主要是粉尘，在无防治措施下，混凝土拌和系统粉尘排放系数为 0.91kg/t。本工程混凝土拌和系统采用全封闭拌和楼，配有除尘设备，除尘效率可达 99%，拌和系统的粉尘排放系数为 0.009kg/t，由此可计算工程混凝土系统产生的粉尘总量约为 11.69t。

3) 交通运输

本工程外来物资运输车辆的流通量少且主要通过高速公路转县级公路进行运输，对外交通运输标准行车密度最高约为 65 辆/单向小时，外来物资运输对沿线居民的大气环境影响很小。交通运输产生的大气污染物主要来自施工区内交通运输产生的废气和粉尘。产生废气和粉尘的主要施工活动为工程开挖弃料、填筑所需的土石料和混凝土运输。交通运输的扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面状况、运输工程量及车流量等因素有关。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样的路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速下，路面砂土多扬尘量越大。本工程主干道路均为混凝土路面，在及时洒水降尘和清理路面的情况下，运输车辆扬尘产生量相很小。

表 3.4.1.3-2 主体工程主要大气污染物排放估算表

序号	主要项目	粉尘 t	CO t	NO ₂ t
1	土石方开挖	639.9	137.78	50.39
2	材料加工	32.23	0	0
3	合 计	672.13	137.78	50.39

c) 噪声

本工程施工噪声主要来源于施工开挖、钻孔、砂石粉碎、短时和定时爆破、交通噪声等。根据施工总体布置，较大的噪声源主要分布在进/出水口、砂石加工系统和混凝土生产系统、施工主干道等地方。施工过程中所使用部分机械设备运转过程中噪声参考值见表 3.4.1.3-3。

表 3.4.1.3-3 水电工程部分机械设备噪声实测值参考表 单位：dB

序号	设备名称	实测值	测试点位置
----	------	-----	-------

1	手风钻	104	手风钻操作点
2	凿岩机	114	操作位置
3	混凝土搅拌机	90	混凝土施工
4	砂石骨料场皮带运输机	100	机 头
5	自卸汽车(20t/15t)	90	驾驶室
6	挖掘机、推土机	95	驾驶室

1) 主体工程施工

主体工程施工主要包括上水库主副坝、下水库大坝及泄洪洞、引水发电系统地下洞室及进/出水口等建筑物的建设，工程施工产生噪声主要来自爆破、开挖与出渣、混凝土浇筑等。施工开挖采用的挖掘机、推土机等土石方作业设备的可达 95dB。根据已建工程实测资料表明，爆破过程中产生的噪声均大于 90dB，爆破产生的噪声随爆破点位置、爆破方法及装药量不同而不同。

2) 砂石加工

砂石加工系统按工艺流程依次设粗碎车间、半成品堆场、筛分车间、中细碎车间、制砂车间及成品堆场。砂石加工系统为固定噪声污染源，参照已建工程砂石加工设备噪声实测资料，把砂石加工系统作为点声源，在所有设备同时运行时，人工碎石系统的叠加声级约为 102dB。

3) 混凝土拌和

混凝土生产系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，根据已建工程拌和楼在未采取隔音降噪措施时监测结果，搅拌层噪声与出料口噪声的实测值均大于 90dB，出料口不出料时噪声值仅为 77dB。依据拌和层和出料口噪声值计算，拌和楼作业时的叠加声级为 96dB~99dB，本工程混凝土生产系统声级定为 99dB。

4) 场内运输

本工程施工区交通车辆以大型载重汽车为主，噪声最大达 90dB，声源呈线性分布，源强与行车速度、车流量有关，根据设计规划，场内行车速度不超过 40km/h。施工征地红线外分布少量居民。

d) 固体废弃物

施工期产生的固体废弃物主要包括工程弃渣、建筑垃圾和施工人员的生活垃圾。

工程弃渣运至弃渣场，弃渣场在做好水土保持相关防护下，对环境产生影响较小。建筑垃圾进行分类处置，对可利用部分进行回收，难以回收利用处理的同生活垃圾一

同处理。根据施工规划，本工程施工期高峰人数为 3000 人，按施工期每人每天生活垃圾产生量 1.0kg 计，施工期日最大垃圾产生量 3.0t，日最平均垃圾产生量 2.45t。生活垃圾拟设置垃圾箱收集，最终将通过生活垃圾压缩转运站运往汕尾市生活垃圾处理中心焚烧处理。

e) 施工人员进驻

工程施工期间，施工期高峰人数约 3000 人，其中上库大坝标施工营地（最高峰约 600 人）、输水发电标上库施工营地（最高峰约 400 人）、业主营地（最高峰约 350 人）、下库大坝标施工营地（最高峰约 800 人）、机电安装标施工营地（最高峰约 400 人）。施工区人口密度大、高度集中，人员流动性大，卫生条件不好，在卫生防疫措施不当时，具有爆发流行性疾病的潜在危险，容易引起一些传染性疾病的传播和流行，可能对施工区人群和施工区周围居民的健康产生不利影响。

3.4.2 移民安置环境影响分析

激石溪村全部村民于 10 年前集中搬迁至新田镇居住，且村内大部分房屋已于 2019 年农村改造时拆除，剩余本工程建设征地范围内的零星房屋均无常驻村民，仅作为生产性房屋，建设征地范围内不涉及搬迁人口。至规划水平年，陆河抽水蓄能电站建设征地涉及生产安置人口 160 人，全部为一次性货币补偿安置。

陆河抽水蓄能电站交通运输工程规划复建道路 1 条，四级公路(II类)，路线长度约 2.5km；电力设施进行复建规划内容为：复建 35kV 电力线路 2.2km，复建 10kV 电力线路 10.90km，本工程无新建的移民安置点 10kV 外部进线；规划复建权属电信公司的通信杆路 2 段，长度为 3.20km，24 芯光缆线路 4 条，总长度为 6.40km，12 芯光缆线路 2 条，总长度为 4.40km；复建移动公司 12 芯光缆线路 1 条，长度为 2.20km，按照共建共享原则，该通信线路与电信公司共杆敷设；另搬迁电信公司的激溪林场 C 网基站一座，将 15m 高的支撑铁塔、铁皮构架以及基站内的所有设备搬迁至陆河抽蓄进场道路西侧的高地上；对三江口水电站、三坑水电站、坪田水电站以及大沥唇水电站和激石溪老区水电站由于水量减少而损失的装机容量均按以下方法采取一次性货币补偿处理。

本项目不涉及移民，专项设施项目少，工程量小，占地主要为耕地、少量林地，无保护动植物重点栖息地的分布，复建设施对居民居住点影响很小。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。

3.4.3 工程运行环境影响分析

3.4.3.1 水环境

a) 水文情势

工程蓄水期和运行期将对工程所在水域的水文情势产生不同程度的影响。工程上、下库大坝拦截了激石溪支流的流量。工程所在溪流原为天然河道，工程建成后形成上、下两个水库，水体面积和体积较原来增加。

水库蓄水期间，水量损耗主要为上、下库的蒸发和渗漏损失，以及下库区间的少量灌溉用水；同时，除上、下库拟下泄的生态流量外，其余水量基本拦蓄在库内；因此，下泄水量较少；电站正常运行后，库水在上、下水库间循环，水量主要损耗为上、下库的蒸发和渗漏损失，以及少量灌溉用水，汛期多余水量均通过泄洪洞下泄。

b) 地表水环境

1) 水库水质

在水库蓄水初期，水库水质主要受上游来水水质、库周林地落叶腐烂和土壤释放出的有机质的影响，使得水体中 BOD_5 、COD、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，会对水质产生一定影响。

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

2) 坝下河道水质

电站蓄水初期和运行期下水库下泄生态流量，但经过下泄流量调节的下游河道与原有天然河道相比，其流量、流速以及水位等会发生改变，从而对下游河道水质产生相应影响。

3) 运行期电站污废水

电站建成运行本身不产生水污染物，运行期厂房产生的污废水主要为机组运转事故产生的绝缘油污水，除此之外即为各区域电站工作人员的日常生活污水。

本工程业主营地环下水库规划布置于下水库右坝头，施工期作为建设单位(业主)、

设代和监理办公生活用地，后期作为电站运行前方营地，运行期规划总人数约350人，每人每天生活用水量取 $150\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ ，污水排放系数取0.8，运行期污水日均产生量 42.0m^3 ，高峰小时产生量 3m^3 。生活污水主要包括食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为BOD₅、COD、SS、氨氮等。各种污水混合后，BOD₅约 150mg/L ，COD约 300mg/L ，SS约 220mg/L ，氨氮约 25mg/L 。

机组正常运行时，水轮机坑顶盖基本无含油积水，全厂含油污水约 $30\text{m}^3/\text{d}$ ；轴承甩油情况下，按顶盖排水泵 $40\sim60\text{min}$ 排尽机坑含油积水，考虑全厂含油污水约 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，含油污水经管路收集至浮油收集池。电站设置厂区 150m^3 清水池一座，含油污水收集至油污井后，通过含油污水处理系统处理达标后，排入电站厂区清水池储存用于厂区回收利用，浮油为危险废物，需委托有资质的单位妥善处理。

4) 地下水环境

本工程施工期废污水一般不含危害大的污染物，废污水排放的影响一般作用于地表水体，不会进入地下水体；运行期基本没有废污水排放。本工程属于非污染类项目，运行期基本不产生污废水，对地下水水质影响很小。

本项目对地下水的影响主要为引水发电系统以及地下厂房建设过程中可能对周边的地下水水位产生影响，以及水库和坝基渗漏对地下水流场和水位的影响。

上、下水库影响范围居民点以山泉水为生活饮用水源，工程影响范围无集中利用地下水要求，工程地下水水位变化不会对居民点取用水产生影响。同时，本工程影响范围无重要价值泉眼以及特殊地下水资源保护区(如矿泉水、温泉水)。

3.4.3.2 生态环境

运行期减水河段对植物的影响主要为坝址下游水位下降及水量减少对河岸滩涂区域植物及植被产生的影响。但减水河段河滩面积较小，湿地植物种类较少，水生植被类型单一且多为抗逆性较强的种类，故评价区内减水河段的减水影响较小。

工程区所在的激石溪支流为山溪性河流，河道径流受降水影响暴涨暴落，无雨季节河道水量较少，区域河段内鱼类资源稀少，无具规模的鱼类“三场”分布。上水库处天然径流量较小，区间水生生物较少，上水库蓄水对其生态环境影响甚微。下水库鱼类均为常见种类，无国家级重点保护鱼类。但下水库下游激石溪河段为花鳗鲡省级自然保护区，初期蓄水期由于大坝的阻拦使得下水库下游生物用水受到影响，但由于该河段有多条支流汇入，且下水库将会保证相应的下泄量后，因此对下游生态环境影响

小。

3.4.3.3 大气环境

工程建成后运行期不产生空气污染物，对环境空气无影响。

3.4.3.4 声环境

工程建成运行后，噪声源主要为地下发电厂房内的发电(水轮机)机组，由于机组位于地面以下，地下厂房顶部无居民点分布，周边居民分布较远，不影响地面声环境质量。

3.4.3.5 固体废物

运行期电站工作人员的生活垃圾主要来自业主营地和地下厂房，总人数约 350 人，生活垃圾的产生量按 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，日均垃圾产生量为 0.35t ，年垃圾产生量为 127.75t 。

3.4.3.6 电磁辐射

开关站、高压电缆和带电装置运行时，由于导线、金属构件等导体内部带有电荷而在周围产生电场，导体上有电流通过而产生磁场，随时间做 50Hz 周期变化的电场、磁场称之为工频电场和工频磁场，工频电场、工频磁场是一种频率极低的电场、磁场，也是一种准静态场。开关站主要污染源为 500kV 主变压器和配电设施，由于本工程主变均位于地下主变洞内，地面开关站采用 GIS 户内布置，开关站运行期间对周边电磁环境影响较小。

3.4.3.7 社会环境

陆河抽水蓄能电站供电范围为广东电网，主要服务于粤港澳大湾区、广东电网东部区域及粤东海上风电基地等，工程开发任务为承担广东电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等。电站投入运行后，可改变陆河抽水蓄能电站供电范围为广东电网，主要服务于粤港澳大湾区、广东电网东部区域及粤东海上风电基地等，工程开发任务为承担广东电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等。

3.4.4 环境影响因素分析

3.4.4.1 主要生态影响源

根据工程施工与运行影响分析，影响本工程生态环境的主要施工区场地使用与水库淹没。工程建设征地总面积为 4791.33 亩，其中永久征收面积 3829.50 亩，临时征用面积 961.83 亩。其中永久征地中耕地 500.63 亩，园地 23.99 亩，林地 3082.00 亩(灌

木林地 34.05 亩，有林地 3047.95 亩)，草地 21.33 亩，住宅用地 2.48 亩，交通运输用地 51.22 亩，水域及水利设施用地 147.84 亩；临时征用土地中，耕地 15.55 亩，园地 3.68 亩，林地 932.36 亩(均为有林地)，草地 0.02 亩，交通运输用地 10.22 亩。

施工期，地表因施工场地利用而导致地表植被被破坏，区域生态环境受影响。运行期，上下库淹没区淹没土地从而导致区域植被数量下降、农业生产条件减少。

3.4.4.3 环境影响因子的识别与筛选

根据陆河抽水蓄能电站的建设特点、工程所在区域的环境现状特征，施工期、运行期分别以工程施工活动、移民安置和水库运行为主要影响源，分析工程施工对施工区及周围环境的影响，以及工程运行对水库水环境、地质环境和社会环境的影响。其环境要素的识别与筛选采用矩阵分析法，并以环境影响程度和范围的严重性、影响时间的持续性、影响的潜在性及敏感性作为判别依据，其识别和筛选结果详见表 3.4.4.3-1。

表 3.4.4.3-1 环境影响矩阵分析表

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

声环境	噪 声	1R	-	-	I
社会环境	社会经济	2R	1R	3L	III
	土地利用	2L	1R	1L	II
	供 水	1R	-	1R	I
	人群健康	1R	-	-	I
	文物古迹	-	1R	1L	I
	景 观	1L	-	2L	I

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

3.4.4.4 筛选结果

由表 3.4.4.3-1 可知，受影响的环境要素按重要性从大到小可分为如下 3 类：

第III类的环境要素有：水量水位变化、水土流失、陆生植物、陆生动物、水生动物和社会经济，本工程建设对这些环境要素产生较大影响，在环境影响预测评价中应进行重点评价；第II类的环境要素有：地貌景观、水质、地下水、土地利用，本工程建设对这些环境要素将产生一定影响，在环境影响预测评价中应进行评价；第I类的环境要素有：水库诱发地震、库岸稳定、泥沙淤积、水温、空气质量、噪声、供水、人群健康、文物古迹和景观，电站建设对这些环境要素的影响甚微，在环境影响预测评价中作简要分析，对于空气质量、噪声和景观的影响主要是对敏感受体进行评价。

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

3.4.5 工程分析结论

根据以上分析，陆河抽水蓄能电站工程建设主要影响源为工程开挖与回填、砂石加工、水库淹没等，主要的影响受体是施工区周边的居民，陆生动植物、水生动植物等。工程影响分析主要结论详见表 3.4.4.5-1。根据环境因子识别结果，本工程主要环境因子是陆生植物、水土流失和噪声等。

表 3.4.4.5-1 工程影响分析汇总表

影响时段		影响源	可能产生的环境影响
施 工	工程	工程开挖、混凝土	1.破坏植被，新增水土流失；

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

4 环境现状

4.1 自然环境

4.1.1 区域概况

汕尾市位于广东省东南部，莲花山南麓，东临惠来县，西连惠东县，北接梅州市和紫金县，南濒南海，辖内海域有 93 个岛屿、12 个港口和 3 个海湖，汕尾港是天然深水良港，是全国沿海开放第一类口岸。辖区内地形内陆以山地、丘陵为主，沿海多平原、丘陵。海陆丰革命根据地是中国 13 块革命根据地之一。

陆河县地处粤东沿海与兴梅山区，周边与 7 个县(市)接壤，位于北纬 23°9'~23°28' 之间，东经 115°24'~115°49' 之间，北回归线横贯县境。陆河县距汕尾市区 80km、广州 260km、深圳 210km、东莞 240km、惠州 140km、潮汕机场 110km，处于港澳、深圳、东莞、惠州、河源、梅州、潮汕揭等地区 1~3 小时生活圈内。

站址区域位于粤东莲花山主峰地段，为中低山区，地势起伏较大；南东部地势平缓，为近海丘陵平原，其余部位为中低山丘陵，地形高差较大，沟壑发育。区内山脉走向受莲花山构造控制，多呈北东向，高程一般为 300m~1000m，最高峰为西南部的莲花山主峰，高程为 1337.3m，地形切割强烈，多呈“V”形谷，地形陡峭，属构造剥蚀中低山地形，植被发育。区内零星发育山间小盆地，如高潭水口盆地等。

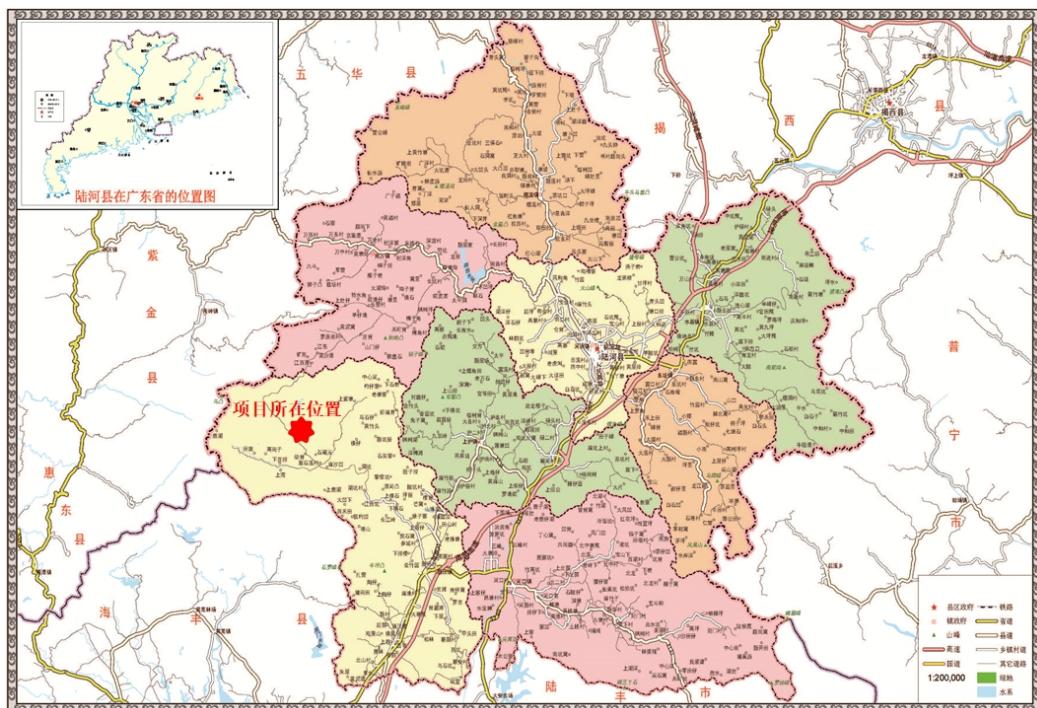


图 4.1.1-1 陆河抽水蓄能项目位置示意图

4.1.2 水系情况

陆河县境内流域主要水系为螺河和水东洞，在陆河县境内主河长分别为 63.36km 和 37km，共计流域面积 1005km²。螺河属粤东地区独流入海的一条河流，自成水系。水东河历史称为南河，属榕江水系一脉主流，是榕江干流的上游河段，干流长 175km，流域面积 4408km²，发源于普宁市峨眉嶂山地西部后溪乡南水凹村附近的禾坑。

陆河抽水蓄能站址位于陆河县新田镇，站址范围内水体为西河，西河又名新田水，流域集雨面积 201km²，均在陆河县境内，是陆河县螺河水系最大的一脉支流。

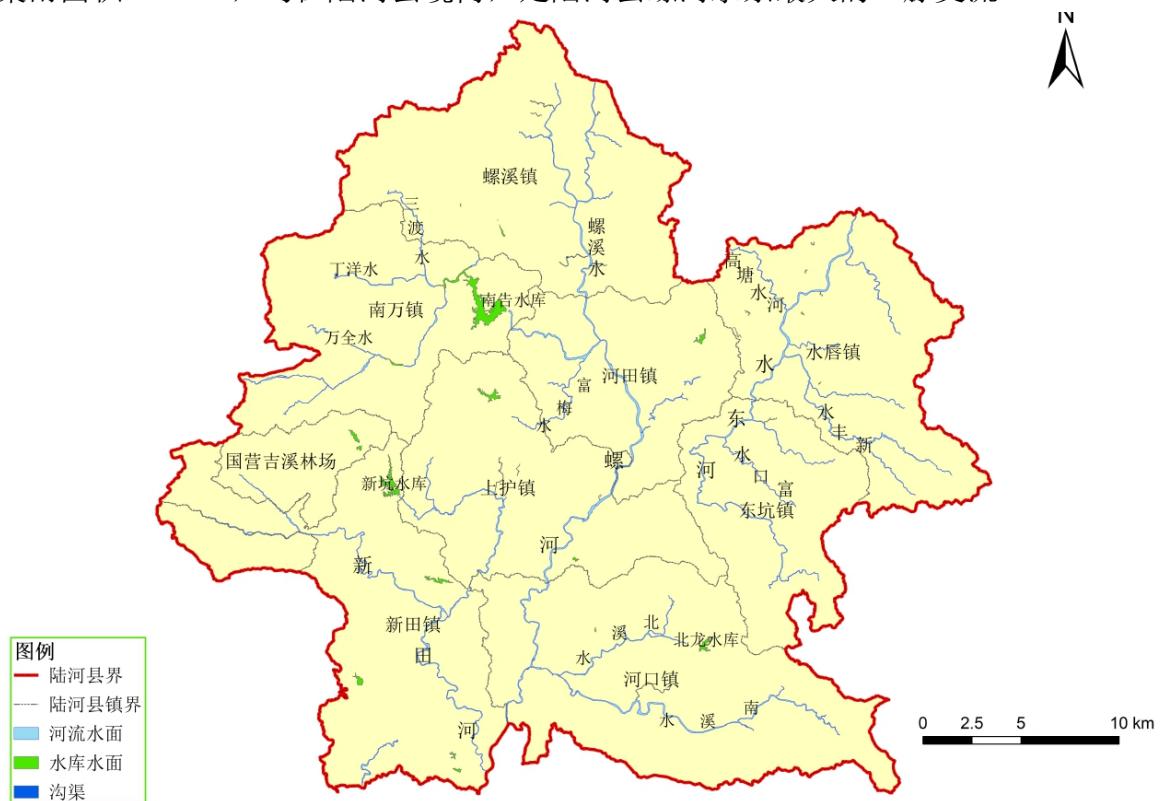


图 4.1.2-1 陆河县水系分布图

4.1.3 气候

汕尾市面临南海，属亚热带海洋性气候，气候温暖，雨量充沛，年雨量分配不均，汛期(4~9月)雨量占全年雨量的 85%。本地区常受热带气旋的侵袭，带来大量暴雨。年最多风向为东北风，风向季节变化大，9月~次年1月盛行东北风，2~5月盛行偏东风，6~8月盛行西南风。7~8月为热带气旋较多期，在热带气旋的影响下，汕尾气象站曾出现过 10min 平均最大风速 45.0m/s，瞬时极大风速 60.4m/s。

陆河站址位于北回归线以南，西北面背靠莲花山脉，东面紧接榕江、韩江两大流

域，西面与东江上游的秋香江分水。冬春季由于北方冷空气入侵，气温较低。多年平均气温 22.4°C，最高气温 38.5°C，最低气温 1.6°C。年平均霜期 0.9d。

4.1.4 地形地貌

a) 地形地貌

站址位于汕尾市东北部陆河县境内，上水库位于场区北部，为场区最高山间盆地。库盆地势狭长、平坦，呈串珠状，库底高程约 810m~840m。库南东侧山体雄厚，分别为坪田凸(山顶高程 1056m)和架上金盘(山顶高程 905m)，仅在两山相交处存在一低矮垭口，高程约 855m。库北~北西侧山体相对低矮、单薄，山顶高程在 875m~930m，且有 4 个低矮垭口，环库逆时针高程依次为 836m、846m、845m 和 840m。西~西南侧山体雄厚，最高峰马头拗宗(山顶高程 1027.4m)。库周山坡坡度较缓，约 10°~25°，局部达到 30°~35°，植被茂密。库盆现状为上坪田水库及下坪田水库，上坪田水库位于上水库北东部位，大坝为常态混凝土实体重力坝，坝高 18m，坝顶长 68m、宽 1.6m。下坪田水库位于上水库西南部位，上坪田水库下游，大坝为常态混凝土实体重力坝，坝高 18m，坝顶长 34m、宽 2.5m。有水库公路直达库区，交通便利。

上水库主坝位于下坪田水库中部，左岸为架上金盘，右岸为马头拗宗，剖面呈开阔的“V”字形。两岸山体雄厚，山坡坡度较缓，约 15°~25°。库北面~北西侧分布 4 个低矮垭口，均低于正常蓄水位高程 850.4m，需修建副坝。

下水库位于上水库南面约 3.0km 处的石喝元、大冬排一带，库盆主要由一条北西向冲沟和一条北东向冲沟交汇形成，平坦开阔，库底高程约 165m~200m。库周除东南面为北西向冲沟沟口外，其余山体雄厚，分水岭高程大于 300m。库周山坡坡度一般为 15°~35°，局部大于 40°。库区有一条双车道电站公路穿过，交通便利。

下水库大坝布置于下水库东南面冲沟沟口处，左岸山体雄厚，山顶高程为 363.2m，右岸为一北西向山脊，高程为 290m~324.8m，沟底高程为 162m，剖面呈开阔的“V”字形。

b) 地质

区内仅发育中生代及新生代地层，其中以保罗系及第四系最发育，下第三系仅有小面积分布：侵入岩主要有燕山第三期、第四期和第五期的花岗岩、黑云母花岗岩、花岗斑岩和二长花岗岩。

4.2 生态环境

为了解工程涉及区域生态环境现状，我院委托武汉市伊美净科技发展有限公司于2022年3-5月对评价区的生态环境现状进行了调查。

4.2.1 调查与评价方法

4.2.1.1 陆生生态现状调查方法

a) 基础资料收集

收集整理工程涉及区域现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

b) 野外实地考察

(1) 陆生植物及植被

参考《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1-2014）、《全国植物物种资源调查技术规定（试行）》等，主要采用样线、样方调查。

1) 样线/样带调查法

根据评价区地形地貌、坡度、坡向、坡位、海拔等特点，结合卫星遥感图片、地形图、林相图等资料，按照施工布置确定调查点位，在每个调查点设置3条样线（分别设置水平样线和垂直样线），在调查时采取随机样方法调查植物群落状况。力求这些调查点和调查线路基本代表评价区内的所有生境，确保调查数据和采集标本的真实可靠。水平样线的调查内容包括记录沿线的植被类型、生境概况、植物种类、及其个体数目和人为干扰现状，记录方式有现场调查、咨询记录、数码拍摄记录等。通过沿线踏勘选择合适的垂直样线，并为样地调查提供参考。根据选定的垂直样线，顺着山坡垂直向上，沿线记录物种分布及植被类型的变化，同时选择典型的群落样地，进行样方调查。

2) 样方调查法

样方调查采用典型样方记录法，乔木群落样方面积为 $20m \times 20m$ ，灌木样方为 $5m \times 5m$ ，草本样方为 $1m \times 1m$ ，记录样方内的所有植物种类，并利用GPS确定样方位置。样方调查内容包括：样地的地理位置（包括地理名称、经纬度、海拔和部位等），坡形、坡度、坡向；土壤类型、生境特征；群落的名称，群落外貌特征和郁闭度；乔木层植物进行每木调查，分别记录乔木植株的种名、树高、胸围和冠幅；灌木层记录灌木的种名、高度、盖度和株数（丛数），草本植物和层间植物的种名、高度和分布

均匀度。另外，对样地受干扰现状、程度和原因，林内植物死亡状况，分别作为备注进行记载。

（2）陆生动物

参照《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）、《全国动物物种资源调查技术规定（试行）》等陆生动物调查方法主要采用样线、样点、样方法对评价区陆生动物进行调查。

1) 样线法

两栖类与爬行类样线法调查：调查方法以样线法为主，具体操作为：3人一组，样线左右两侧各1人负责观察寻找，剩余1人负责记录，调查人员沿选定的路线匀速前进，一般行进速度为2km/h。在实地调查过程中，仔细搜寻样线两侧的两栖动物和爬行动物，并使用奥维互动地图软件或轨迹记录仪对物种进行定位，详细记录动物发现位点的地理坐标、海拔、生境及航迹等信息，对物种实体及其生境进行拍照。尽量不采集标本，对当场不能辨认的物种，采集1~2只带回住所进行鉴定，并于鉴定后放生。

鸟类样线法查：评价区内大部分地区的鸟类调查采用样线法。在每个调查点依据生境类型和地形布设样线，各样线互不重叠；样线长度以1~3km为宜。通过望远镜、数码相机等观察样带两侧约200m以内的鸟类，辅以鸟类鸣叫声、飞行姿势、生态习性和羽毛等辨认。仔细记录发现鸟类的名称、数量、距离中线的距离，并利用奥维互动地图软件或轨迹记录仪记录鸟类物种发现点的经纬度、海拔、生境、样带长度及航迹等信息。如未观察到鸟类，但能听到鸟类鸣叫声的，借助录音笔记录其鸣声，以此作为识别物种的依据。

兽类样线法调查：兽类调查与鸟类调查同时进行。调查时统计样线两边的兽类足迹、粪便、叫声及活体的活动情况等，并在发现动物实体或其痕迹时，利用奥维互动地图软件或轨迹记录仪记录动物名称、数量、痕迹种类及地理位置、航迹等信息。

2) 样方法

两栖类和爬行类的调查可结合样方法，在调查样地内随机或均匀设置一定数量的样方，样方的大小根据不同的调查对象及调查地生态环境概况设置，尽可能地涵盖不

同的生境类型。详细记录样方的地理坐标、海拔、生境以及样方内物种种类、数量，计算种群密度。

3) 样点法

鸟类调查可结合样点法，此法适合在崎岖山地或片段化生境中使用。样点设置应不违背随机性原则，同时需根据生境类型确定样点数量，保证样点数量可有效估计大多数鸟类的密度。样点半径的设置应使调查人员能发现监测范围内的野生动物。在森林、灌丛内设置的样点半径不大于 25m，在开阔地设置的样点半径不大于 50m。样点间距不少于 200m。半径的设置还有一种方法：以观察点为中心，记录每一次观察的动物距离观察点的距离，n 次观察的平均距离即为样点的半径

到达样点后，宜安静休息 5 分钟后，以调查人员所在地为样点中心，观察并记录四周发现的鸟类名称、数量、距离样点中心距离、影像等信息。每个样点的计数时间一般视具体情况而定。

c) 专家和公众咨询法

咨询有关专家、通过走访当地林业局及访问当地居民，详细调查两栖、爬行动物、鸟类、哺乳动物种类，并提供图谱予以确认；此外走访农贸市场和餐馆了解物种种类，然后根据特征进行物种判定或查阅资料确定访问到的物种。

4.2.1.2 水生生态现状调查方法

a) 基础资料收集

收集整理评价区及邻近地区水域的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。搜集的资料主要有：《广东陆河抽水蓄能电站工程施工总布置规划专题研究报告（审定稿）》等。收集整理评价区及邻近地区水域的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

b) 野外实地调查

水生生物野外调查方法主要依据《淡水浮游生物研究方法》、《内陆水域渔业自然资源调查手册》，同时参照 SL219-98《水环境监测规范》进行。收集整理评价区及邻近地区水域的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

（1）浮游藻类

①采集、固定及沉淀

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

②水样固定

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

③沉淀和浓缩

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

④样品观察及数据处理

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

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：N-----一升水中浮游植物的数量 (ind./ L)；

Cs-----计数框的面积 (mm²)；

Fs-----视野面积 (mm²)；

Fn-----每片计数过的视野数；

V-----一升水样经浓缩后的体积 (ml)；

v-----计数框的容积 (ml)；

Pn-----计数所得个数 (ind.)。

(2) 浮游动物

1) 采集、固定及沉淀

①原生动物和轮虫

原生动物和轮虫的样品采集同浮游植物。

②枝角类和桡足类

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

2) 鉴定

①原生动物

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

②轮虫

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

③枝角类

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

④桡足类

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

剖针解剖后检测种类。

3) 浮游动物的现存量计算

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

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

式中：N——每升水样中浮游动物的数量（ind./L）；

V₁——样品浓缩后的体积（ml）；

V——采样体积（L）；

C——计数样品体积（ml）；

n——计数所获得的个数（ind.）；

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

(3) 底栖无脊椎动物

底栖无脊椎动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。软体动物定性样品用 D 形踢网 (kick-net) 进行采集，水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品，选取 1 m²，将此 1 m² 内的石块捡出，用镊子夹取各种附着在石块上的底栖动物，若底质为沙或泥沙则用铁铲铲出泥沙，用 60 目分样筛小心淘洗和筛取出各类标本，放入标本瓶并用 5% 的甲醛溶液保存。将每个断面采集的底栖动物样本，按采集编号进行整理，所采集标本鉴定到属或种，再分种逐一进行种类数量统计，然后用电子天平称重，称重前需将标本放到吸水纸上，吸去虫体表面的水分，称出每个物种的湿重，最后换算成以 m² 为单位的种类密度及生物量（湿重），密度单位 ind./m²，生物量单位 g/m²。

(4) 水生维管束植物

在样地和样带上，深水区用 0.2 m² 的采草器采样，浅水处采用收割法采样，截取 2 m×2 m 样方面积，记录样地内物种组成和盖度，并统计生物量。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存后，带回实验室鉴定种类。

(5) 鱼类

①鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面

面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用 75 % 的酒精固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成员录。

②鱼类资源现状

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

③鱼类“三场”

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

4.2.1.3 主要评价方法

在实地调查和资料收集的基础上，充分利用遥感和地理信息系统等技术手段，绘制工程沿线植被类型图、土地利用现状图、工程评价区重点保护动物分布图等一系列图件，在地理信息系统支持下，分析和评价区生态现状；根据评价区生态现状，结合工程施工和运营特点，运用地理信息系统的空间分析功能，分析和评价工程建设对区域生态及其敏感保护目标的影响。

a) 生态制图

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

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面调查和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用 2021 年 4 月 LandSat8 的 L1 影像，地面精度为 15m，以反映地面植被特征的 6、5、4 波段合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合不同植被类型分布的生态学特征，不单纯依靠色彩进行划分，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得

到土地利用类型图。

遥感处理分析软件，采用 ERDAS Imagine9.1；制图、空间分析软件，采用 ArcGIS10.0。

b) 生物量的测定与估算

重点测定评价范围内分布面积广的植被类型生物量，但由于评价区范围大，在短时间内不可能对每一种植被类型都进行实际测定，加上生态环境保护相关法律法规的实施，禁止随意砍伐树木，因此，评价区内植被类型生物量数据主要借用中国科学院生态环境研究中心专家建立的我国森林生物量的基本参数，并以其对湖北森林推算的平均生物量作为本次森林生物量估算的基础，参考湖北省森林资源连续调查报告及《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐嵩龄，1996年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜 等，1999年）、《中国森林生物量与生产力的研究》（肖兴威，2005年）、《中国森林植被净生产量及平均生产力动态变化分析》（林业科学研究所，2014年）、《中国不同植被类型净初级生产力变化特征》（陈雅敏等，2012年）、《广东省森林植物生物量及其分布规律的研究》（叶金盛、薛春泉，2008）、《广东省森林植被碳储量动态研究》（叶金盛，余光辉，2010）等资料，并根据当地实际情况作适当调整，估算出评价区内各植被类型的平均生物量。

c) 生态影响预测

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

植物影响的预测：在获得植物现状资料之后，根据工程特点进行分析。预测包括两个部分：施工期对植物的影响和运营期对植物的影响。施工期对植物的影响包括工程施工占地（永久占地及临时占地）、施工建设活动对植物的影响。运营期对植物影响的预测包括水文形势变化对植物群落演替的影响以及外来物种对当地生态系统的影晌。

动物影响的预测：根据环境及植被变化趋势，采用生态机理分析方法预测。

对于其他方面的影响预测主要采取定性分析的方法。

4.2.2 评价区土地利用现状

根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），土地利用现状一级类包括 12 个。土地利用现状调查是在现有资料基础上，运用景观法进行卫片解译，即以植被作为主导因素，结合土壤、地貌等因子进行综合分析对土地进行分类。因卫片解译精度限制，将商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地统一解译为建设用地，则广东陆河抽水蓄能电站工程评价区土地利用类型分为林地、草地、耕地、水域及水利设施用地、建设用地和其他土地 5 类。根据 2021 年评价区卫星影像图片解译，评价区土地利用现状见表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 陆河抽水蓄能电站评价区土地利用现状表

拼块类型	面积 (hm ²)	比例 (%)
林地	1082.05	71.03
草地	238.05	15.63
耕地	144.86	9.51
水域及水利设施用地	14.16	0.93
建设用地及其他土地	44.26	2.91
合计	1523.38	100.00

4.2.3 生态系统现状

根据对评价区内土地利用现状的分析，结合动植物分布和生物量的调查，对评价区的陆生生态环境进行生态系统划分，可分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统五大生态系统。根据遥感解译数据，评价区内各生态系统的分布面积见表 4.2.3-1，以森林生态系统为主，占评价区总面积的 71.03%，其次是灌丛生态系统和农田生态系统，分别占评价区面积的 15.63% 和 9.51%，湿地生态系统比例最小，仅占评价区总面积的 0.93%。

表 4.2.3-1 评价区内生态系统类型

生态系统类型	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
面积 (hm ²)	1082.05	238.05	14.16	144.86	44.26
所占百分比 (%)	71.03	15.63	0.93	9.51	2.91

4.2.3.1 森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体，是陆地生态系统中面积最大、最重要的自然生态系统。森林生态系统生物多样性丰富，生态功能突出。森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂

的空间结构和营养链式结构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能包括光能利用、调节大气、调节气温、涵养水源、稳定水文、改良土壤、防风固沙、水土保持，控制水土流失、净化环境、孕育和保存生物多样性等几个方面。

根据广东陆河抽水蓄能电站工程评价区植被类型图，评价区内森林生态系统广泛分布于整个评价区，面积为 1082.05hm^2 ，占评价区总面积的 71.03%。

评价区森林生态系统内植被以针叶林、阔叶林为主。针叶林主要为暖性针叶林，常见群系包括湿地松林（From. *Pinus elliottii*）和杉木林（From. *Cunninghamia lanceolata*）。湿地松林在评价区内广泛分布，杉木林则多集中分布于下水库范围内及附近。阔叶林主要为常绿阔叶林和竹林，常见群系包括桉林（*Eucalyptus robusta*）、秋枫林（From. *Bischofia javanica*）、钩锥林（From. *Castanopsis tibetana*）、红锥林（From. *Castanopsis hystrix*）和山矾林（From. *Symplocos sumuntia*）。桉林多分布于下水库及输水系统附近；钩锥林、秋枫林、等多分布于下水库范围内；山矾林、红锥林等则多分布于上水库附近。竹林多为软箭竹林（From. *Bambusa latideltata*），广泛分布于下水库附近。另有人工植被，常见群系包括桉林和湿地松林。

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价区内森林生态系统包括树栖型两栖类（如：斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）；灌丛石隙型爬行类（如：中国石龙子（*Plestiodon chinensis*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）等）、林栖傍水型爬行类（如：翠青蛇（*Cyclophiops major*）、黄斑异色蛇（*Xenochrophis flavipunctatus*）等）；鸟类中的陆禽（如：环颈雉（*Phasianus colchicus*）、山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）等）、猛禽（如：黑鸢（*Milvus migrans*）等）、攀禽（如：四声杜鹃（*Cuculus micropterus*）、斑姬啄木鸟（*Picumnus innominatus*）、大多数鸣禽等；兽类中的半地下生活型种类（如：黄鼬（*Mustela sibirica*）等），树栖型种类（如赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）等）。

4.2.3.2 灌丛生态系统

灌丛生态系统在植被组成上来看，以灌丛和灌草丛为主，为森林破坏后的次生类型，属隐域植被，可出现在不同生物气候地带。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，其生态服务功能主要有生产经营、涵养水域、保育土壤、固氮释氧、控制污染、净化空气、更新能源、减缓洪灾危险等几个方面。评价区内灌

从生态系统面积为 238.05hm²，占评价区总面积的 15.63%。

评价区内灌丛生态系统广泛分布于评价区的林缘、道路两侧。常见灌丛群系包括毛棉杜鹃灌丛（From. *Rhododendron moulmainense*）、马缨丹灌丛（From. *Lantana camara*）、格药柃灌丛（From. *Eurya muricata*）、大头茶灌丛（From. *Polyspora axillaris*）、广东箬竹灌丛（From. *Indocalamus guangdongensis*）、水竹灌丛（From. *Phyllostachys heteroclada*）等。其中毛棉杜鹃灌丛广泛分布于上库区范围内；马缨丹灌丛则广泛分布于下库区范围内；格药柃灌丛多分布于上库综合加工厂、副坝、砂石系统等工程范围内；大头茶灌丛多分布于上库砂石系统、表土堆存场和副坝等工程范围内、广东箬竹灌丛多分布于上库库盆施工道路、进出水口施工道路附近以及副坝 5 等工程范围内、水竹灌丛则多分布于上库库盆施工道路附近。常见的灌草丛群系包括芒萁灌草丛（From. *Dicranopteris dichotoma*）、五节芒灌草丛（From. *Miscanthus floridulus*）、芦竹灌草丛（From. *Arundo donax*）、中华里白灌草丛（From. *Hicriopteris chinensis*）、黑莎草灌草丛（From. *Gahnia tristis*）、象草灌草丛（From. *Pennisetum purpureum*）等。其中芒萁灌草丛和五节芒灌草丛广泛分布于评价区各处；芦竹灌草丛多分布于下库区范围；中华里白灌草丛和黑莎草灌草丛多分布于上库区范围内；象草灌草丛则多集中分布于上库区进出水口和淹没区。

灌丛生态系统为小型动物提供食物和栖息的场所，因此灌丛生态系统中也分布着较为丰富的小型啮齿类动物、爬行类动物、草地鸟类以及陆栖型两栖类等。评价区内灌丛生态系统分布的动物，包括陆栖型两栖类（如泽陆蛙、饰纹姬蛙（*Microhyla fissipes*）等）；灌丛石隙型爬行类（如中国石龙子、舟山眼镜蛇（*Naja atra*）等）、林栖傍水型爬行类（如黑眉晨蛇（*Orthriophis taeniurus*）、灰鼠蛇（*Ptyas korros*）等）；鸟类中的陆禽（如环颈雉、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）等）、攀禽（如普通翠鸟（*Alcedo atthis*）、戴胜（*Upupa epops*）等）、部分体型较小的鸣禽如纯色山鹪莺（*Prinia inornata*）、小鹀（*Emberiza pusilla*）、棕头鸦雀（*Paradoxornis webbianus*）等；兽类中的半地下生活型种类（如黄胸鼠（*Rattus tanezumi*）、华南兔（*Lepus sinensis*）等）。

4.2.3.3 湿地生态系统

湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品，而且具有大的环境调节功能和环境效益，在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用。同时，湿地还是重要的遗传基因库，拥有丰富的动植物群落和珍稀濒危物种。

评价区所在的上坪田水库、下坪田水库、漂河为山间型河流，湿地多处山间溪流、冲沟附近，分布面积较小，为 14.16hm^2 ，占评价区总面积的 0.93%。评价区人工活动对其干扰影响较大，湿地生态系统植被类型较为简单，多为禾草类植物。湿地植物常见有荩草（*Arthraxon hispidus*）、芦苇（*Phragmites australis*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、香附子（*Cyperus rotundus*）等。

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。拟建工程区域内湿地生态系统主要为山区溪流，分布的爬行类及两栖类多为适应于水田及丘陵生活的种类，如沼蛙（*Boulengerana guentheri*）、泽陆蛙等。鸟类以涉禽和鸣禽为主，如白鹭（*Egretta garzetta*）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、鹊鸲（*Copsychus saularis*）等为常见种。兽类中的优势种则是一些常见的啮齿类。

4.2.3.4 农田生态系统

农田生态系统由一定农业地域内相互作用的生物因素和非生物因素构成的功能整体，人类生产活动干预下形成的人工生态系统。农田生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料，以及提供生物生源等。同时，农田生态系统也具有大气调节、土壤保持、养分循环、水分调节、生物多样性及基因资源以及餐饮、娱乐、文化等功能。评价区内农田生态系统是最主要的生态系统类型，分布广泛，面积为 144.86hm^2 ，占评价区总面积的 9.51%。

评价区农田生态系统内植被以农作物、经济作物为主，常见的农作物有水稻（*Oryza sativa*）等，常见的经济作物有油茶（*Camellia oleifera*）等。

由于农田生态系统中植被类型较为单一，距离居民区较近，受人为干扰较为严重，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富。由于农田生态系统中的水田多靠近湿地水域，为动物提供了较为合适的栖息环境，因此分布于其中的两栖类种类较多，静水型（如：沼蛙等）、陆栖型（如：泽陆蛙等）种类在农田中都有分布，爬行动物中的水栖型（如：黑眉晨蛇、翠青蛇、灰鼠蛇等）等种类也多在农田及周围活动。鸟类中的涉禽（如：牛背鹭（*Bubulcus ibis*）、白鹭、池鹭（*Ardeola bacchus*）等）和常见鸣禽（如：麻雀（*Passer montanus*）、白腰文鸟（*Lonchura striata*）、八哥（*Acridotheres cristatellus*）、三道眉草鹀（*Emberiza cioides*）、喜鹊（*Pica pica*）等），及兽类中的部分半地下生活型种类（如：黄胸鼠等）。

4.2.3.5 城镇生态系统

城镇、村落是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别。城镇生态系统的服务功能主要包括三大类：①提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；②与人类日常生活和身心健康相关的生命支持的功能，包括：气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、净化空气、生物多样性保护、减轻噪声；③满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。评价区内城镇生态系统面积为 44.26hm²，占评价区总面积的 2.91%。

评价区城镇生态系统内植物多零散分布，以绿化树种和经济树种为主，常见的树种有樟（*Cinnamomum camphora*）、枇杷（*Eriobotrya japonica*）、木犀（*Osmanthus fragrans*）、叶子花（*Bougainvillea spectabilis*）、紫茉莉（*Mirabilis jalapa*）和月季花（*Rosa chinensis*）等。

城镇生态系统中虽自然植被较少，人为干扰程度最强，但其中生活着一些适应与人类伴居的动物，如爬行类中的住宅型种类和某些蛇类如中国壁虎（*Gekko chinensis*）等；鸟类中的一些种类，主要是鸣禽如四声杜鹃、家燕（*Hirundo rustica*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、八哥、鹊鸲、麻雀等；兽类中的一些鼠科、鼬科种类如黄胸鼠、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、黄鼬等。

4.2.4 植物现状

为客观评价广东陆河抽水蓄能电站工程评价区植物现状，2022年3月，武汉市伊美净科技发展有限公司的技术人员对评价区进行了实地调查。在调查过程中，根据工程特点，选择典型生境进行考察分析，采用样方调查法、资料搜集法对工程评价区内植物资源现状进行了调查。在实地调查访问的基础上，查阅并参考《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011年）、《中国植被》（吴征镒，1995）、《中国植物志》（中国植物志编委会，1958~2004）、《广东植被》（广东省植物研究所，1976）、《广东植物志》（中国科学院华南植物园，2009）、《广东植物区系的特点》（张宏达，1962）、《广东种子植物区系地理成分研究》（廖文波，1994）、《广东种子植物区系与临近地区的关系》（廖文波，1994）、《广东省植物区系的分区》（廖文波等，1995）等相关资料及文献，对工程评价区的植物资源现状得出综合结论。

4.2.4.1 植物区系

a) 植物区系概况

根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011）对中国植物区系的分区，评价区植物区系组成上属东亚植物区——中国—日本森林植物亚区——岭南山地地区——南岭东段亚地区。本区域在植物组成上较为丰富，植被类型以常绿阔叶林为主，主要优势及建群种为樟科、壳斗科、金缕梅科等科的种类，同时也有热带成分的渗透，是华南植物区系的重要组成部分。

b) 植物区系组成成分数量统计分析

通过对评价区现场考察采集的植物标本鉴定，以及对历年积累的植物区系资料系统的整理，蕨类植物分类按照秦仁昌分类系统（1978年）、裸子植物按照郑万钧分类系统（1978年）、被子植物科按照恩格勒植物分类系统（1964年），评价区维管束植物共有573种（含亚种、变种及变型），隶属于136科374属，其中蕨类植物17科22属31种；裸子植物4科6属8种，被子植物116科347属534种。野生的有136科351属534种，其中蕨类植物17科22属31种；裸子植物4科6属8种；被子植物115科324属495种，评价区维管束植物占广东省维管束植物总种数的9.74%（详见表4.2.4.1-1）。

表4.2.4.1-1 评价区野生维管束植物统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	17	22	31	4	6	8	115	346	495	136	351	534
广东省	56	139	464	8	16	32	227	1418	4986	291	1573	5482
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占广东省比例 (%)	30.36	15.83	6.68	50.00	37.50	25.00	51.10	24.47	9.93	47.08	22.38	9.74
占全国比例 (%)	26.98	9.82	1.19	36.36	16.67	4.21	33.53	10.90	1.74	32.62	10.22	1.71

注：表格中关于广东种子植物区系数据参考《广东种子植物区系科的组成及其特点》（仲铭锦、廖文波，1995年），蕨类植物参考《广东蕨类植物区系的特点》（廖文波、张宏达，1994）。

由上表可知，评价区植物区系组成成分以被子植物占绝对优势。根据现场调查，评价区内被子植物主要为中生植物，以樟科、壳斗科、杜鹃花科、山矾科、禾本科种类为主。

c) 植物区系地理成分

在植物区系研究中通常以属作为划分植物区系地理的标志或依据。属的分布区指某一属在地表分布的区域。种子植物属按照吴征镒关于中国种子植物属分布区类型系统（1991年、1993年），蕨类植物的属按照《中国植物志》（第一卷）陆树刚关于中国蕨类植物属的分布区类型（2004年），评价区野生维管植物可分为15个分布区类型，详见表4.2.4.1-2。

表4.2.4.1-2 广东陆河抽水蓄能电站评价区维管束植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占非世界分布总属数比例 (%)
1、世界分布	44	—
2、泛热带分布	98	31.92
3、热带亚洲和热带美洲间断分布	13	4.23
4、旧世界热带分布	28	9.12
5、热带亚洲至热带大洋洲分布	28	9.12
6、热带亚洲至热带非洲分布	13	4.23
7、热带亚洲分布	31	10.10
第2-7项热带分布	211	68.73
8、北温带分布	34	11.07
9、东亚和北美洲间断分布	19	6.19
10、旧世界温带分布	15	4.89
11、温带亚洲分布	4	1.30
12、地中海、西亚至中亚分布	1	0.33
14、东亚分布	21	6.84
第8-14项温带分布	94	30.62
15、中国特有分布	2	0.65
总计	351	100.00

由上表可知：评价区野生维管束植物区系地理成分复杂，有14个分布区类型，含有世界分布属、热带分布属（第2~7类）、温带分布属（第8~14类）和中国特有分布属4个大类，其中热带分布属、温带分布属及中国特有分布属分别占评价区野生维管束植物非世界分布总属数的68.73%、30.62%、0.65%，属的分布区中，以热带分布为主要分布区，其次为温带分布属，其中泛热带分布的属占优势比例，为31.92%。评价区植物区系为南亚热带性质，具有以热带植物区系为主，兼有部分温带植物区系的特点。

d) 植物区系主要特征

根据《中国种子植物属的分布区类型》（吴征镒，1991），并参考其他资料对评价区维管植物区系组成及其特征进行了详细分析，结合评价区所处地理位置、环境及

所属气候特点等，归纳得出评价区植物区系的基本特征如下：

(1) 分布类型多样，以热带成分占优势，兼有一定温带成分。

评价区在属的分布区种主要表现为热带亚热带性质，兼有温带成分和东亚成分，热带分布属和温带分布属分别占非世界分布总属数的 68.73%、30.62%，总体反映了研究区域的亚热带低山丘陵气候地带性性质。

(2) 区系地理成分多样，与其它植物区系有着广泛的联系。

评价区野生维管束植物区系地理成分复杂，有 14 个分布区类型，含有世界分布属、热带分布属（第 2~7 类）、温带分布属（第 8~14 类）和中国特有分布属 4 个大类，说明本区植物区系与世界各地的植物区系有着广泛的联系。

4.2.4.2 植物现状

a) 植被概况

(1) 评价区在全国的植被区划

根据《中国植被》中自然植被的分类系统，评价区属于亚热带常绿阔叶林区域——东部湿润常绿阔叶林亚区域——南亚热带季风常绿阔叶林地带——闽、粤沿海台地丘陵，栽培植被、刺栲、厚壳桂林区。

(2) 评价区在广东省的植被区划

根据《广东植被》（广东省植物研究所，1976）中的植被区划，评价区属于亚热带植被带-华南南亚热带常绿季节林地带-莲花山丘陵山地亚热带植被段-莲花山丘陵山地植被分段。

b) 主要植被类型

参考《中国植被》及相关林业调查资料，遵循植物群落学-生态学的分类原则，采用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存植被进行调查的基础上，根据区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征，可划分为自然植被和人工植被两种植被型。自然植被总共分为 5 种植被类型，20 个群系（详见表 4.2.4.2-1）。

表 4.2.4.2-1 主要自然植被类型及分布情况表

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	分布
针叶林	暖性针叶	湿地松林	From. <i>Pinus elliottii</i>	评价区内广泛分布于下库、输水线路范围内以及

	林			上下库连接道路附近
		杉木林	Form. <i>Cunninghamia lanceolata</i>	评价区内多分布于下库、输水线路、上下库连接道路附近
阔叶林	常绿阔叶林	桉林	From. <i>Eucalyptus robusta</i>	评价区内多分布于厂房和下库等海拔低于500m的范围内
		秋枫林	From. <i>Bischofia javanica</i>	评价区内多分布于下库下库范围内
		钩椎林	Form. <i>Castanopsis tibetana</i>	评价区内多分布于下库范围内
		红锥林	From. <i>Castanopsis hystrix</i>	评价区内多分布于上下库连接道路附近和下库范围内
		山矾林	Form. <i>Symplocos sumuntia</i>	评价区内多分布于上库主坝、成品骨料堆存场范围内
	竹林	软箭竹林	From. <i>Bambusa latidelta</i>	评价区内广泛分布于下库范围内
灌丛和灌草丛	灌丛	马缨丹灌丛	From. <i>Lantana camara</i>	评价区内广泛分布于下库范围内
		毛棉杜鹃灌丛	From. <i>Rhododendron moulmainense</i>	评价区内广泛分布于上库范围内
		格药柃灌丛	Form. <i>Eurya muricata</i>	评价区内多分布于上库综合加工厂、副坝、砂石系统等工程范围内
		大头茶灌丛	Form. <i>Polyspora axillaris</i>	评价区内多分布于上库砂石系统、表土堆存场和副坝等工程范围内
		广东箬竹灌丛	From. <i>Indocalamus guangdongensis</i>	评价区内多分布于上库库盆施工道路、进出水口施工道路附近以及副坝5等工程范围内
		水竹灌丛	From. <i>Phyllostachys heteroclada</i>	评价区内多分布于上库库盆施工道路附近
	灌草丛	芒萁灌草丛	From. <i>Dicranopteris dichotoma</i>	评价区内广泛分布
		五节芒灌草丛	From. <i>Miscanthus floridulus</i>	评价区内广泛分布
		芦竹灌草丛	From. <i>Arundo donax</i>	评价区内多分布于上下库连接道路和下库范围内
		中华里白灌草丛	From. <i>Hicriopteris chinensis</i>	评价区内广泛分布于上库范围内
		黑莎草灌草丛	From. <i>Gahnia tristis</i>	评价区内多分布于金结加工厂和施工道路附近
		象草灌草丛	From. <i>Pennisetum purpureum</i>	评价区内多分布于上库进出水口施工道路附近和淹没区

c) 主要植被类型描述

1) 自然植被

根据现场对评价区内植被的实地调查，利用典型样方法，参照《中国植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征进行简要的描述。

(1) 针叶林

针叶林是以针叶林为建群种所组成的森林群落的总称。包括针叶纯林，针叶树种的混交林，以及以针叶树为主的针阔混交林。根据现场调查，结合《中国植被》，评价区内针叶林主要为暖性针叶林，包括湿地松林和杉木林等。

I. 暖性针叶林

暖性针叶林主要分布于亚热带低山、丘陵和平地，森林建群种喜温暖湿润气候，适于山地丘陵的酸性红黄壤。多数树种一般较相同立地生长的阔叶树具有更强的抗性，可在干燥贫瘠的土地上蔚然成林，并成为荒山先锋树种。

1 湿地松林 (From. *Pinus elliottii*)

湿地松 (*Pinus elliottii*) 适生于低山丘陵地带，耐水湿，喜生于海拔 150-500 米的潮湿土壤，广布于长江以南各地，是亚热带地区重要的经济树种。评价区内湿地松林广泛分布于下库、输水线路范围内以及上下库连接道路附近。

乔木层郁闭度 0.4，层高约 13m，优势种湿地松，高约 9~17m，盖度 35%，胸径 7~20cm，主要伴生种有马尾松 (*Pinus massoniana*) 等。灌木层层盖度 55%，层高约 1.8m，优势种为柳叶润楠 (*Machilus salicina*)，高 1.4~2.5m，盖度 40%，主要伴生种有毛菍 (*Melastoma sanguineum*)、石斑木 (*Rhaphiolepis indica*)、锈毛莓 (*Rubus reflexus*)、匙羹藤 (*Gymnema sylvestre*) 等。草本层层盖度 50%，层高约 0.5m，优势种为芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*)，高约 0.3~0.7m，盖度 30%，其他伴生种主要有井栏边草 (*Pteris multifida*)、渐尖毛蕨 (*Cyclosorus acuminatus*)、五节芒 (*Miscanthus floridulus*) 等。

样方地点：地下厂房附近 (E: 115°28'24.63", N: 23°15'32.04", H: 564m)。

2 杉木林 (From. *Cunninghamia lanceolata*)

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 是我国的特产速生树种，广布于长江以南各地，是亚热带地区重要的造林树种，杉木林广泛分布于东部亚热带地区，为我国东部亚热带常绿针叶林之一。本次调查到杉木林多分布于下库、输水线路、上下库连接道路等

附近，呈小面积块状分布。

乔木层郁闭度 0.8，层高约 11m，优势种为杉木，高约 8~14m，盖度 65%，胸径 9~15cm，主要伴生种有马尾松、樟等。灌木层层盖度 40%，层高约 2.2m，优势种为柳叶润楠，高 1.5~2.8m，盖度 20%，主要伴生种有石斑木、鹅掌柴 (*Schefflera heptaphylla*)、毛菍、锈毛莓、二列叶柃 (*Eurya distichophylla*) 等。草本层层盖度 30%，层高约 1.2m，优势种为五节芒，高约 1~2m，盖度 18%，其他伴生种主要有鬼针草 (*Bidens pilosa*)、藿香蓟 (*Ageratum conyzoides*)、芒萁、渐尖毛蕨、狗脊 (*Woodwardia japonica*) 等。

样方地点：下水库坝下附近 (E: 115°29'30.39", N: 23°14'16.22"; H:95m)。



(2) 阔叶林

阔叶林是指阔叶树种为建群种构成的森林群落，在我国湿润和半湿润的气候条件区域广泛分布。我国阔叶树种非常丰富，依树种的适应性状和对于生境条件要求的差异，在不同环境条件下构成各种各样的阔叶林。评价区内阔叶林主要为常绿阔叶林和竹林。

II. 常绿阔叶林

常绿阔叶林是我国亚热带地区具有代表性的森林植被类型。森林外貌四季常绿，呈深绿色，上层树冠呈半圆球形，林冠整齐一致。我国常绿阔叶林中，壳斗科、樟科、木兰科、山茶科等科的树种是其基本的组成部分。根据现场调查，评价区内主要常绿阔叶林包括桉林、秋枫林、钩锥林、红锥林、山矾林等。

3 桉林 (From. *Eucalyptus robusta*)

桉 (*Eucalyptus robusta*) 喜光, 喜湿, 耐旱, 耐热, 畏寒, 对低温很敏感; 适生于酸性的红壤、黄壤和土层深厚的冲积土, 但在土层深厚、疏松、排水好的地方生长良好。主根深, 抗风力强。评价区内桉林多分布于下库自流排水洞出口施工场地、施工营地、上下库连接道路等区域。

乔木层郁闭度 0.6, 层高约 12m, 优势种桉, 高约 7~15m, 盖度 50%, 胸径 10~25cm, 主要伴生种有杉木、钩锥 (*Castanopsis tibetana*)、木荷 (*Schima superba*) 等。灌木层盖度 40%, 层高约 2m, 无明显优势种, 盖度 40%, 主要伴生种有鹅掌柴、匙羹藤、二列叶柃、粗叶榕 (*Ficus hirta*) 等。草本层层盖度 40%, 层高约 0.4m, 优势种为芒萁, 高约 0.3~0.6m, 盖度 20%, 其他伴生种主要有井栏边草、渐尖毛蕨、五节芒、半边旗 (*Pteris semipinnata*) 等。

样方地点: 大坝施工营地附近 (E: 115°28'55.55", N: 23°14'17.32", H:184m)。

4 秋枫林 (From. *Bischofia javanica*)

秋枫 (*Bischofia javanica*) 常生于海拔 800 米以下山地潮湿沟谷林中, 在土层深厚、湿润肥沃的砂质壤土生长特别良好, 为热带和亚热带常绿季雨林中的主要树种。评价区内秋枫林多分布于下库大坝仓库附近等区域。

层高约 8m, 优势种秋枫, 高约 8~12m, 盖度 60%, 胸径 8~15cm, 主要伴生种有等亮叶猴耳环 (*Archidendron lucidum*)、黄樟 (*Cinnamomum parthenoxylon*) 等。灌木层盖度 20%, 层高约 1.6m, 优势种为鹅掌柴, 高约 1~1.7m, 盖度 16%, 主要伴生种有毛果算盘子 (*Glochidion eriocarpum*)、柳叶石斑木 (*Rhaphiolepis salicifolia*)、毛菍、鲫鱼胆 (*Maesa perlarius*) 等。草本层层盖度 85%, 层高约 0.6m, 优势种为华南毛蕨 (*Cyclosorus parasiticus*), 高度 0.3~0.8m 盖度 70%, 其他伴生种主要有芒萁、鬼针草、半边旗、渐尖毛蕨、狗脊等。

样方地点: 大坝施工营地附近 (E: 115°28'55.55", N: 23°14'17.32", H:185m)。

5 钩椎林 (From. *Castanopsis tibetana*)

钩椎生于海拔 1500 米以下山地杂木林中较湿润地方或平地路旁周围, 有时成小片纯林。在中国天然分布主要在长江以南, 南达华南北部, 西界川、滇等地。评价区内钩椎林多分布于下库大坝仓库、输水发电系统附近等区域。

乔木层郁闭度 0.6, 层高约 8m, 优势种钩锥, 高约 6~12m, 盖度 40%, 胸径 10~15cm, 主要伴生种有杉木、黄樟、厚壳桂 (*Cryptocarya chinensis*)、猴耳环 (*Archidendron*

clypearia) 等。灌木层层盖度 45%，层高约 2.2m，优势种为九节 (*Psychotria asiatica*)，高约 1.5~2.5m，盖度 25%，主要伴生种有粗叶榕、紫玉盘 (*Uvaria macrophylla*)、中南鱼藤 (*Derris fordii*) 等。草本层层盖度 40%，层高约 0.5m，优势种为华南毛蕨，高度 0.3~0.6m 盖度 20%，其他伴生种主要有芒萁、扇叶铁线蕨 (*Adiantum flabellulatum*)、狗脊等。

样方地点：输水发电系统附近 (E: 115°28'55.55", N: 23°14'17.32", H:233m)。

6 红锥林 (From. *Castanopsis hystrix*)

红锥 (*Castanopsis hystrix*) 喜湿润、温暖、多雨的季风气候；土壤条件为由花岗岩、变质岩、沙页岩等母岩发育而成的、土层深厚 (>80 厘米) 的、排水性良好的酸性壤土或轻黏土 (砖红壤、赤红壤和红壤)。生于海拔 30~1600 米缓坡及山地常绿阔叶林中，稍干燥及湿润地方。有时成小片纯林，常为林木的上层树种，老年大树的树干有明显的板状根。评价区内红锥林多分布于输水发电标上库施工营地 (上下库连接路渣场) 等区域。

乔木层郁闭度 0.55，层高约 10m，优势种为扇叶铁线蕨，高约 7~13m，盖度 40%，胸径 10~18cm，主要伴生种有蕈树 (*Altingia chinensis*)、黄樟、樟、米槠 (*Castanopsis carlesii*) 等。灌木层层盖度 50%，层高约 2m，优势种为毛棉杜鹃 (*Rhododendron moulmainense*)，高约 2~3m，盖度 20%，主要伴生种有鹅掌柴、粗叶榕、二列叶柃、凹脉金花茶 (*Camellia impressinervis*)、马甲菝葜 (*Smilax lanceifolia*)、牛白藤 (*Hedyotis hedyotidea*)、毛菍、苎麻 (*Boehmeria nivea*) 等。草本层层盖度 30%，层高约 0.8m，优势种为五节芒，高约 0.5~1.2m，盖度 15%，其他伴生种主要有芒萁、扇叶铁线蕨、狗脊等。

样方地点：输水发电标 上库施工营地 (上下库连接路渣场) (E: 115°28'55.55", N: 23°14'17.32", H:808m)。

7 山矾林 (From. *Symplocos sumuntia*)

山矾 (*Symplocos sumuntia*) 喜光，耐阴，喜湿润、凉爽的气候，较耐热也较耐寒。对土壤要求不严，酸性、中性及微碱性的沙质壤土均能适应，多生长在海拔 200~1500 米的山林间，分布于中国各省。评价区内山矾林多分布于上库成品骨料堆存场、主坝附近等区域。

乔木层郁闭度 0.45，层高约 7m，优势种为山矾，高约 5~10m，盖度 30%，胸径

8~13cm，主要伴生种有杉木、马尾松、黄樟等。灌木层层盖度 50%，层高约 2m，优势种为毛棉杜鹃，高约 1.5~3m，盖度 30%，主要伴生种有浙江润楠（*Machilus chekiangensis*）、格药柃（*Eurya muricata*）、鹅掌柴、柳叶石斑木、桃金娘（*Rhodomyrtus tomentosa*）等。草本层层盖度 75%，层高约 0.4m，优势种为芒萁，高约 0.3~0.7m，盖度 50%，其他伴生种主要有中华里白（*Hicriopteris chinensis*）、黑莎草（*Gahnia tristis*）、垂穗石松（*Palhinhaea cernua*）、五节芒、地菍（*Melastoma dodecandrum*）、扇叶铁线蕨等。

样方地点：①上库主坝（E: 115°28'21.31", N: 23°16'21.34", H:835m）；②上库成品骨料堆存场（E: 115°28'31.51", N: 23°16'49.96", H: 829m）。

	
桉林（From. <i>Eucalyptus robusta</i> ） 样方地点：大坝施工营地附近 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋	秋枫林（From. <i>Bischofia javanica</i> ） 样方地点：下库大坝仓库附近 时间：20220311 拍摄人：谢峰淋
	
钩锥林（From. <i>Castanopsis tibetana</i> ） 样方地点：输水发电系统附近 时间：20220311 拍摄人：谢峰淋	红锥林（From. <i>Castanopsis hystricaria</i> ） 样方地点：输水发电标 上库施工营地 （上下库连接路渣场） 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋



山矾林 (From. *Symplocos sumuntia*)

样方地点：上库主坝附近

时间：20220313

拍摄人：谢峰淋

III. 竹林

竹林是指单优势种竹子组成的纯林。评价区内成群落分布的竹林主要为软箭竹林。

8 软箭竹林 (From. *Bambusa latideltata*)

软箭竹 (*Bambusa latideltata*) 为丛生竹类，密集具刺，分支很多，主要分布于广东、广西的南部等区域。评价区内软箭竹林多分布于下库输水发电系统、机电安装、综合加工厂、仓库等工程范围内。

乔木层郁闭度 0.8，层高约 15m，优势种软箭竹，高约 11~17m，盖度 75%，胸径 4~5cm，主要伴生种有杉木等。灌木层层盖度 20%，层高约 1.5m，无明显优势种，盖度 20%，主要伴生种有鹅掌柴、鲫鱼胆、匙羹藤、毛果算盘子、细圆藤 (*Pericampylus glaucus*) 等。草本层层盖度 20%，层高约 0.3m，无明显优势种，盖度 20%，其他伴生种主要有芒萁、鬼针草、藿香蓟、半边旗、狗脊、单叶对囊蕨 (*Deparia lancea*) 等。

样方地点：下库大坝仓库附近 (E: 115°28'58.51", N: 23°14'36.50", H:176m)。



软箭竹林 (From. *Bambusa latideltata*)

样方地点：下库大坝仓库附近

时间：20220311

灌丛和灌草丛

IV. 灌丛

灌丛包括一切以灌木占优势所组成的植被类型。群落高度一般在 5m 以下，盖度大于 30~40%。灌丛的生态适应幅度较广，从热带到温带，从平地到海拔 5000m 左右的高山都有分布。组成种类不同，区系成分复杂，生活型多样。评价区主要的灌丛包括马缨丹灌丛、毛棉杜鹃灌丛、格药柃灌丛、大头茶灌丛、广东箬竹灌丛和水竹灌丛等。

9 马缨丹灌丛 (From. *Lantana camara*)

马缨丹 (*Lantana camara*) 性喜温暖、湿润、向阳之地，耐干旱，稍耐阴，不耐寒。对土质要求不严，以肥沃、疏松的砂质土壤为佳，生长于海拔 80~1500 米的海边沙滩和空旷地区。评价区内马缨丹灌丛多分布于下库范围内。

灌木层层盖度 70%，层高约 1.5m，优势种为马缨丹，高约 1~2m，盖度为 60%，伴生种主要有多花勾儿茶 (*Berchemia floribunda*)、柳叶润楠、藤构 (*Broussonetia kaempferi* var. *australis*)、鲫鱼胆、野黄桂 (*Cinnamomum jensenianum*) 等。草本层层盖度 75%，层高约 0.15m，优势种为荩草 (*Arthraxon hispidus*)，高约 0.1~0.3m，盖度为 50%，其他伴生种主要有半边旗、鬼针草、藿香蓟、五节芒、金钮扣 (*Acemella paniculata*) 等。层间植物倒地铃 (*Cardiospermum halicacabum*)。

样方地点：下库坝后施工场地 (E: 115°29'16.30", N: 23°14'33.36", H:166m)。

10 毛棉杜鹃灌丛 (From. *Rhododendron moulmainense*)

毛棉杜鹃喜凉爽湿润的气候，恶酷热干燥，要求富含腐殖质、疏松、湿润及 pH 在 5.5~6.5 之间的酸性土壤，生于海拔 700-1500 米的灌丛或疏林中。评价区内马缨丹灌丛多分布于下库范围内。

灌木层层盖度 60%，层高约 3m，优势种为毛棉杜鹃，高约 2~4.5m，盖度为 45%，伴生种主要有油茶 (*Camellia oleifera*)、浙江润楠、杜虹花 (*Callicarpa formosana*)、杜茎山 (*Maesa japonica*)、菝葜 (*Smilax china*)、网脉山龙眼 (*Helicia reticulata*) 等。草本层层盖度 40%，层高约 0.3m，优势种为芒萁，高约 0.2~0.5m，盖度为 20%，其他伴生种主要有乌蕨 (*Sphenomeris chinensis*)、五节芒、鸟毛蕨 (*Blechnum orientale*) 等。

样方地点：①上库弃渣场 (E: 115°28'22.82", N: 23°16'47.04", H:733m)；②

上库成品骨料堆存场 (E: 115°28'27.41", N: 23°16'46.89", H: 823m)。

11 格药柃灌丛 (From. *Eurya muricata*)

格药柃多生于海拔 350-1300 米的山坡林中或林缘灌丛中，评价区内格药柃灌丛多分布于上库综合加工厂、上库施工营地、副坝 3 附近等区域。

灌木层层盖度 60%，层高约 2m，优势种为格药柃，高约 1.5~3m，盖度为 40%，伴生种主要有柳叶润楠、石斑木、桃金娘、鼠刺 (*Itea chinensis*)、毛棉杜鹃等。草本层层盖度 50%，层高约 1m，优势种为中华里白，高约 1~1.8m，盖度为 30%，主要伴生种有芒萁、扇叶铁线蕨、狗脊、石松 (*Lycopodium japonicum*)、五节芒、地菍、黑莎草、乌毛蕨等。

样方地点：上库综合加工厂 (E: 115°28'44.07", N: 23°16'53.34", H: 854m)。

12 大头茶灌丛 (From. *Polyspora axillaris*)

大头茶 (*Polyspora axillaris*) 喜温暖湿润环境和排水良好、疏松肥沃的砂质壤土，多生于海拔 500~2000m 的阔叶林或混交林中。评价区内大头茶灌丛多分布于上库表土堆存场附近等。

灌木层层盖度 50%，层高约 3m，优势种为大头茶，高约 1.5~2.5m，盖度为 35%，伴生种主要有格药柃毛棉杜鹃、柳叶润楠、石斑木、光叶山矾 (*Symplocos lancifolia*) 等。草本层层盖度 80%，层高约 1m，优势种为黑莎草，高约 0.5~1.2m，盖度为 70%，主要伴生种有芒萁、五节芒等。

样方地点：表土堆存场附近 (E: 115°28'51.00", N: 23°16'55.46", H: 853m)。

13 广东箬竹灌丛 (From. *Indocalamus guangdongensis*)

广东箬竹 (*Eucalyptus robusta*) 生于海拔 300~1400 米山坡和山沟等地。评价区内广东箬竹灌丛多分布于上库库盆施工道路、进出水口施工道路附近以及副坝 5 等工程范围内。

灌木层层盖度 88%，层高约 2m，优势种为广东箬竹，高约 1.5~2.5m，盖度为 80%，伴生种主要有毛棉杜鹃等。草本层层盖度 30%，层高约 1.2m，优势种为中华里白，高约 0.8~1.7m，盖度为 20%，主要伴生种有芒萁、黑莎草等。

样方地点：上库库盆施工道路 (E: 115°28'36.29", N: 23°16'28.64", H: 824m)。

14 水竹灌丛 (From. *Phyllostachys heteroclada*)

水竹 (*Phyllostachys heteroclada*) 对水、土条件要求不严格，在各种土地类型中

均能生长，主要分布在长江流域的中亚热带地区，在北亚热带也有小面积分布。评价区内水竹灌丛多分布于上库库盆施工道路、进出水口施工道路附近。

灌木层层盖度 85%，层高约 2.2m，优势种为水竹，高约 1.6~2.5m，盖度为 80%，伴生种主要有毛棉杜鹃、石斑木、蓬藋（*Rubus hirsutus*）等。草本层层盖度 15%，层高约 0.4m，优势种为象草（*Pennisetum purpureum*），高约 0.2~0.6m，盖度为 10%，主要伴生种有芒萁、五节芒等。

样方地点：上库库盆施工道路（E: 115°28'31.29"，N: 23°16'31.35"，H:815m）。

	
马缨丹灌丛（From. <i>Lantana camara</i> ） 样方地点：下库坝后施工场地 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋	毛棉杜鹃灌丛（From. <i>Rhododendron moulmainense</i> ） 样方地点：上库弃渣场 时间：20220311 拍摄人：谢峰淋
	
格药柃灌丛（From. <i>Eurya muricata</i> ） 样方地点：上库综合加工厂 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋	大头茶灌丛（From. <i>Polyspora axillaris</i> ） 样方地点：上库表土堆存场附近 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋

A photograph showing a dense thicket of green bamboo plants, identified as Guangdong Indocalamus shrubland.	A photograph showing a dense thicket of green bamboo plants, identified as Phyllostachys heteroclada shrubland.
<p>广东箬竹灌丛 (From. <i>Indocalamus guangdongensis</i>) 样方地点：上库库盆施工道路 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋</p>	<p>水竹灌丛 (From. <i>Phyllostachys heteroclada</i>) 样方地点：上库库盆施工道路 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋</p>

V.灌草丛

灌草丛指以中生或旱中生多年生草本植物为主要建群种的植物群落，广泛分布于我国温带、亚热带和热带地区。这类群落除在特殊生境下（如海滨）为原生类型外，大部分是由森林、灌丛被反复砍伐、火烧，导致水土流失，土壤日益瘠薄，生境趋于干旱化所形成的次生类型。评价区主要的灌草丛包括芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、芦竹灌草丛、中华里白灌草丛、黑莎草灌草丛、象草灌草丛等。

15 芒萁灌草丛 (From. *Dicranopteris dichotoma*)

芒萁耐酸、耐旱、耐瘠薄，生强酸性土的荒坡或林缘，在森林砍伐后或放荒后的坡地上常成优势群落。分布于我国大部分省市。芒萁灌草丛在评价区广泛分布，群落物种组成较简单。

草本层层盖度 80%，层高约 0.3m，优势种为芒萁，高约 0.2~0.6m，盖度 80%，主要伴生种有乌毛蕨等。

样方地点：①自排流水洞出口施工场地 (E: 115°31'43.91", N: 23°13'13.84", H:84m)；②金结加工厂 (E: 115°28'34.10", N: 23°16'34.09", H: 865m)。

16 五节芒灌草丛 (From. *Miscanthus floridulus*)

五节芒主要分布于中亚热带和南亚热带山地，沟谷两旁和山坡下部土壤湿润的地方以及荒地上，密集的草层下很少其他植物生长，多呈片块状分布。五节芒灌草丛在评价区广泛分布，群落物种组成较简单。

草本层层盖度 87%，层高约 2m，优势种为五节芒，高约 1.2~2.5m，盖度 85%，主要伴生种有蜈蚣凤尾蕨 (*Pteris vittata*)、井栏边草等。

样方地点：①上下库连接路渣场（E: 115°28'7.03”，N: 23°15'32.80”，H:84m）；
②上库成品骨料堆存场（E: 115°28'30.20”，N: 23°16'48.83”，H: 836m）；③上库
砂石系统（E: 115°28'49.34”，N: 23°16'51.24”，H: 842m）。

17 芦竹灌草丛（From. *Arundo donax*）

芦竹（*Arundo donax*）喜温暖，喜水湿，耐寒性不强。分布于我国大部分省市。
芦竹灌草丛在评价区多分布于渣场、施工道路、上下库连接路附近，群落物种组成较
简单。

草本层层盖度 70%，层高约 2m，优势种为芦竹，高约 1.5~2.5m，盖度 65%，主
要伴生种有渐尖毛蕨、石松、鬼针草、五节芒等。

样方地点：上下连接路渣场附近（E: 115°28'27.09”，N: 23°15'34.66”，H:562m）。

18 中华里白灌草丛（From. *Hicriopteris chinensis*）

中华里白性喜温暖湿润而又荫蔽的生态环境，要求在疏松肥沃、富含有机质的酸
性土壤中生长，生长于海拔 800-1650 米的亚热带酸性土地带山谷灌丛中、常绿阔叶
林林缘或疏林下，有时成片生长。分布于我国大部分省市。中华里白灌草丛在评价区
多分布于上库范围内，群落物种组成较简单。

草本层层盖度 90%，层高约 1.3m，优势种为中华里白，高约 0.5~2m，盖度 90%，
主要伴生种有如芒萁、地菍等。

样方地点：①上库副坝 3（E: 115°28'39.69”，N: 23°16'50.91”，H:841m）；②
上库库盆施工道路旁（E: 115°28'39.69”，N: 23°16'50.91”，H: 827m）。

19 黑莎草灌草丛（From. *Gahnia tristis*）

黑莎草生于山坡、林下或灌丛中。荒山坡和低山地的疏林下或林缘。分布于广东、
广西、福建和湖南等省区。黑莎草灌草丛在评价区多分布于上库范围内，群落物种组
成较简单。

草本层层盖度 70%，层高约 1.3m，优势种为黑莎草，高约 0.5~1.5m，盖度 60%，
主要伴生种有芒萁、粽叶芦（*Thysanolaena latifolia*）等。

样方地点：①上库库盆连接施工道路附近（E: 115°28'34.89”，N: 23°16'33.68”，
H: 840m）；②上库副坝 3（E: 115°28'40.10”，N: 23°16'50.94”，H: 850m）。

20 象草灌草丛（From. *Pennisetum purpureum*）

象草适应性强，喜湿热气候，适应年平均温度 18~24°C，最低月均温度 6~16°C，

年降雨量 1000 毫米以上地区。生长迅速，再生力强。对土壤要求不严，耐酸性强的红壤，以土层深厚、养分充足和排水良好的土壤最适宜。象草灌草丛在评价区多分布于上库进出水口施工道路以及淹没区，群落物种组成较简单。

草本层层盖度 85%，层高约 0.4m，优势种为象草，高约 0.2~0.6m，盖度 85%，主要伴生种有地菍。

样方地点：上库进出水口施工道路（E: 115°28'34.19"，N: 23°16'30.15"，H: 817m）。

	
芒萁灌草丛（From. <i>Dicranopteris dichotoma</i> ） 样方地点：自排流水洞出口施工场地 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋	五节芒灌草丛（From. <i>Miscanthus floridulus</i> ） 样方地点：上下库连接路渣场 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋
	
芦竹灌草丛（From. <i>Arundo donax</i> ） 样方地点：上下连接路渣场附近 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋	中华里白灌草丛（From. <i>Hicriopteris chinensis</i> ） 样方地点：上库副坝 3 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋

A photograph showing a white pentagonal frame set against a background of tall, dry grass. The grass appears to be a mix of green and brown, characteristic of black sedge grassland.	A photograph showing a white pentagonal frame set against a background of tall, green grass. The grass has a more uniform green color compared to the black sedge grassland.
黑莎草灌草丛 (From. <i>Gahnia tristis</i>) 样方地点：上库副坝 3 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋	象草灌草丛 (From. <i>Pennisetum purpureum</i>) 样方地点：上库进出水口施工道路 时间：20220312 拍摄人：谢峰淋

d) 植被分布特征

参考《广东植被》，评价区属华南南亚热带常绿季节林地帶，以低山丘陵为主，主要土壤类型为低山丘陵砖红壤性红壤，山地黄壤等。本区域的典型植被类型为亚热带常绿季雨林植被，在植被区划上属于亚热带植被带-华南南亚热带常绿季节林地帶-莲花山丘陵山地亚热带植被段-莲花山丘陵山地植被分段。莲花山丘陵山地植被分段属于莲花山脉南段的一块山地和丘陵，土壤主要为红壤和山地黄壤。气候特点是气温较高，雨量丰富，但山区气温变化大。评价区内人工干扰程度较小，有地质勘测的痕迹。评价区海拔约为 50~1000m，起伏较大，植被显示出垂直分布的差异。根据评价区生境条件，结合工程组成，将评价区植被分为 3 个海拔梯度进行描述。

(1) 上水库（海拔约 700~1000m）

上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地库区范围内人为干扰强度较小，植被分布主要地形、地貌、土壤、水分等因素影响。自然植被以亚热带常绿阔叶林、灌丛/灌草丛为主。常绿阔叶林多见红锥林、山矾林；灌丛包括毛棉杜鹃灌丛、格药柃灌丛、大头茶灌丛、广东箬竹灌丛、水竹灌丛等；灌草丛包括芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛、黑莎草灌草丛、象草灌草丛等。其中乔木林和灌丛的分布面积较大。

(2) 输水系统和地下厂房系统（海拔约 400~700m）

输水系统和地下厂房系统（包括上下库连接道路等）位于上、下水库之间，人为干扰强度相较上水库大，植被分布除受地形、地貌、土壤、水分等自然因素干扰外，

也受人为干扰的影响。自然植被以暖性针叶林、亚热带常绿阔叶林和灌草丛为主，暖性针叶林湿地松林、杉木林等；常绿阔叶林多为桉林等，乔木林分布面积较大。另外灌草丛常见芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、芦竹灌草丛等。人工植被包括桉林和湿地松林。

(3) 下水库（海拔约 50~400m）

下水库位于吉溪林场山间谷地坐背，人工干扰强度中等，植被分布受地形、地貌、土壤、水分和人为干扰等因素影响。自然植被以暖性针叶林和亚热带常绿阔叶林为主。针叶林以杉木林为主，亚热带常绿阔叶林目前多为片状分布的次生林，包括钩椎林、秋枫林等，竹林常见软箭竹林。林下多见鹅掌柴、石斑木、锈毛莓、毛菍等灌木和芒萁、渐尖毛蕨、狗脊、鬼针草等草本。另外常见灌丛和灌草丛包括马缨丹灌丛、芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、芦竹灌草丛等。

4.2.4.3 重点保护野生植物和古树名木

a) 重点保护野生植物

根据 2021 年 9 月 7 日国家林业和草原局和农业农村部联合公布新调整的《国家重点保护野生植物名录》，结合现场调查的结果和相关资料，评价区内分布有国家二级保护野生植物 1 种，为建兰 (*Cymbidium ensifolium*)。在评价区下库输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内调查到建兰 1 处，约 8 株，均长势良好，具体情况见表 4.2.4.3-1。

表 4.2.4.3-1 评价区国家重点保护野生植物分布情况

编号	种名	保护等级	分布点及坐标	数量	生长状态	与工程位置关系
1	建兰 (<i>Cymbidium ensifolium</i>)	国家二级	下库输水发电系统标混凝土拌合系统范围内 (GPS: 115°28'42.92", H: 233m)	8	良好	位于评价区输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内



建兰 (*Cymbidium ensifolium*)

地点：下库输水发电系统标混凝土拌合系统范围内

(GPS: 115°28'42.92", H: 233m)

时间：2022.3.11

拍摄人：谢峰淋

b) 古树名木

根据《古树名木鉴定规范》(LY/T2737-2016, 2017年1月1日实施)、《古树名木普查技术规范》(LY/T2738-2016, 2017年1月1日实施)及陆河县林业局关于区域古树名木的调查资料，在评价区范围内未发现古树名木分布。

c) 外来入侵植物

依据《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)、《中国外来入侵物种名单》(第四批, 2016年)等资料，通过现场调查，评价区分布有外来入侵植物3种，分别为鬼针草、马缨丹、藿香蓟。外来入侵种的具体分布情况见表4.2.4.3-2。

表4.2.4.3-2 评价区外来入侵植物分布情况

序号	植物物种	分布	目前影响
1	鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i>)	评价区范围内路旁、林缘、荒地等区域	一般
2	马缨丹 (<i>Lantana camara</i>)	主要集中分布于下水库各工程范围内的	一般

		路旁、荒地等区域	
3	藿香蓟 (<i>Ageratum conyzoides</i>)	零星分布于下水库坝后施工场地路旁、大坝仓库范围内等位置	轻微

表 4.2.4.3-3 评价区外来入侵植物现状

		
	<p>鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i>) 地点：下库自流排水洞出口 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋</p>	<p>藿香蓟 (<i>Ageratum conyzoides</i>) 地点：下库坝后施工场地 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋</p>
		
	<p>马缨丹 (<i>Lantana camara</i>) 地点：下库坝后施工场地 时间：20220310 拍摄人：谢峰淋</p>	

4.2.4.5 评价区生态公益林现状

生态公益林是指生态区位重要、生态状况脆弱，对国土生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用，以提供公益性、社会性产品或者服务为主要利用放心和目的，并按照有关规定划定为生态公益林的森林、林木和林地，包括防护林和特种用途林。生态公益林包括水源涵养林、水土保持林、防风固沙林和护岸林、自然保护区的森林和国防林等。

根据《广东省生态公益林更新改造管理办法》第十二条、第十三条：公益林采伐更新改造须经省林业厅或其授权单位批准，并实行采伐许可制度；公益林更新改造单位和个人申请采伐情况、林业主管部门的采伐审核情况等。

通过与陆河县林业局核实，并根据提供的生态公益林区划图，通过实地调查和叠

图分析，本工程下库备用料场位于陆河县国家二级公益林内；上库工程区、输水系统占用林地均为省级生态公益林，下库部分占用省级生态公益林。本工程与评价区生态公益林位置关系见附图。

4.2.5 动物现状

4.2.5.1 评价区动物地理区划

拟建工程位于广东省汕尾市陆河县，根据《中国动物地理》（张荣祖主编，科学出版社，2011）中的中国动物地理区划，对拟建工程所涉及的区域进行分析得出：评价区动物区划属于东洋界—中印亚界—华南区—闽广沿海亚区，工程区涉及1个动物地理省，即东部丘陵省-热带常绿阔叶林、农田动物群。

4.2.5.2 评价区陆生动物多样性现状

通过查阅并参考《中国两栖动物图鉴》（费梁，1999年）、《中国动物志》（两栖纲）（科学出版社，2009年）、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁，叶昌媛，江建平，2012年）、《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波等，2015年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000年）、《中国鸟类分类与分布名录（第3版）》（郑光美，2017年）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002年）、《中国鸟类图鉴》（钱燕文，1994年）、《中国脊椎动物大全》（刘明玉，解玉浩等，2000年）、《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009年）、《中国野生哺乳动物》（盛和林、大泰司纪之等，1999年）和《中国脊椎动物大全》（刘明玉，解玉浩等，2000年）及关于本地区脊椎动物类的相关文献资料《广东省两栖动物和爬行动物》（广东科技出版社，2011）、《广东两栖动物地理分布的聚类分析》（徐剑，2006）、《广东爬行动物地理分布的聚类分析》（徐剑，2007）、《广东省的鸟类及考察历程》（Richard W.Lewthwaite，邹发生，2015）、《广东省森林鸟类的样线有效宽度与分布格局》（陈道剑，2019）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生等，2016）等著作及相关科研论文，对评价区的野生动物资源现状得出综合结论。

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用数量等级方法：对某动物种群在单位面积内其数量占所调查动物总数的10%及以上，用“+++”表示，该种群为当地优势种；对某动物种群占调查总数的1~10%之间，用“++”表示，该动物种为当地普通种；对某动物种群占调查总数的1%及以下或仅1只，用“+”表示，该物种为当地稀有种。数

量等级评价标准见表 4.2.5.2-1。

表 4.2.5.1-1 动物资源数量等级评价标准

种群状况	表示符号	标准
当地优势种	+++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 10% 及以上
当地普通种	++	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1~10% 之间
当地稀有种	+	单位面积内其数量占所调查动物总数的 1% 及以下或仅 1 只

根据实地考察及对相关资料的综合分析，评价区共有陆生野生脊椎动物 4 纲 16 目 51 科 97 种。评价区有国家一级保护动物 1 种，有国家二级保护动物 6 种，有广东省级重点保护野生动物 7 种。评价区两栖类、爬行类、鸟类、兽类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.2.5.1-2。

表 4.2.5.1-2 评价区陆生脊椎动物种类组成、区系和保护等级

种类组成				动物区系			保护动物		
纲	目	科	种	东洋种	古北种	广布种	国家一级	国家二级	广东省级
两栖纲	1	5	9	8	0	1	0	1	0
爬行纲	1	6	12	12	0	0	0	0	0
鸟纲	9	31	56	31	2	23	0	5	7
兽纲	5	9	20	12	0	8	1	0	0
合计	16	51	97	63	2	32	1	6	7

a) 两栖类

(1) 种类、数量及分布

评价区内野生两栖动物种类有 1 目 5 科 9 种（名录详见附录 3-1），评价区有国家二级保护两栖类 1 种，为虎纹蛙（*Hoplobatrachus chinensis*）。评价区内野生两栖类中，优势种为沼蛙、泽陆蛙等，它们适应能力强，分布较广泛。

(2) 区系组成

按区系类型分，评价区的两栖类有东洋种 8 种，占评价区两栖类总种数的 88.89%；广布种 1 种，占评价区两栖类总种数的 11.11%，这与评价区处于东洋界相符，两栖类的迁移能力不强，因此古北界成分难以跨越地理阻障而向东洋界渗透。

(3) 生态类型

根据两栖动物生活习性的不同，将评价区内的 9 种两栖动物分为以下 4 种生态类型：

静水型（在静水或缓流中觅食）：有沼蛙、泽陆蛙和虎纹蛙，共 3 种，主要在评

价区内水流较缓的水域，如河塘、水洼、稻田等处生活，相对适应一般强度的人为干扰，与人类活动关系较为密切。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：包括黑眶蟾蜍、小弧斑姬蛙（*Microhyla heymonsi*）、饰纹姬蛙和花姬蛙（*Microhyla pulchra*）4种，它们在评价区主要栖息于相对较为干燥的草地和居民区附近，对海拔和湿度等没有太大的限制性因素，在评价区分布相对广泛。主要食物为昆虫类，对人为干扰相对适应性比较强。

溪流型（在流水中活动觅食）：仅有华南湍蛙（*Amolops ricketti*）1种，在下水库库尾河段有分布。

树栖型（在树上活动觅食，离水源较近的林子）：仅有斑腿泛树蛙1种，它们主要在评价区内临近水源的灌丛、水田及水域附近的高杆作物上活动。

b) 爬行类

(1) 种类、数量及分布

评价区内野生爬行类共有1目6科12种（名录见附录3-2），以游蛇科的种类最多，共5种，占评价区野生爬行类种类总数的41.67%。评价区内未发现国家级保护爬行类和广东省级重点保护野生爬行类分布。在评价区内，中国壁虎、中国石龙子、黑眉晨蛇等较为常见。

(2) 区系组成

按照区系类型分，评价区内的野生爬行类均为东洋种，占评价区内野生爬行类总种数的100%。与两栖类类似，评价区无古北界种分布，因为爬行类的迁移能力也不强，所以古北界成分难以跨越地理阻障而向东洋界渗透。

(3) 生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，将评价区内的12种野生爬行动物分为以下3种生态类型：

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：包括中国壁虎和原尾蜥虎（*Hemidactylus bowringii*）2种，主要在评价区内的建筑物如居民区附近活动，白天常隐蔽于墙缝或阴暗处，夜间出来活动，主要食物为蚊虫。

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括变色树蜥（*Calotes versicolor*）、中国石龙子和舟山眼镜蛇共3种。它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带，其对生境要求严格，适应人为干扰能力较弱。

林栖傍水型（在山谷间有溪流的山坡上活动）：包括黑眉晨蛇、白唇竹叶青蛇（*Trimeresurus albolabris*）、银环蛇（*Bungarus multicinctus*）、翠青蛇、滑鼠蛇（*Ptyas mucosus*）、灰鼠蛇和黄斑异色蛇，共 7 种。它们主要在评价区内水域附近的山间林地、灌草地活动。评价区内林栖傍水型爬行类种类数量最多，此种生态类型构成了评价区内爬行类的主体，它们主要捕食蜥蜴、鼠类、鸟卵、蛙类等。

c) 鸟类

(1) 种类、数量及分布

评价区内共分布有野生鸟类 56 种，隶属于 9 目 31 科（名录见附录 3-3），以雀形目鸟类最多，共 40 种，占评价区内野生鸟类种类总数的 71.43%。评价区内未发现国家一级保护鸟类分布；有国家二级保护鸟类 5 种，即褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）、小鸦鹃（*Centropus bengalensis*）、黑鸢（*Milvus migrans*）、画眉（*Garrulax canorus*）和红嘴相思鸟（*Leiothrix lutea*）；有广东省级重点保护野生鸟类 7 种，即白鹭（*Egretta garzetta*）、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀（*Emberiza spodocephala*）、小鹀、三道眉草鹀（*Emberiza cioides*）。评价区内常见鸟类有珠颈斑鸠、白鹭、棕背伯劳、红嘴蓝鹊（*Urocissa erythrorhyncha*）、喜鹊、纯色山鹧鸪、红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、白头鹎、白喉红臀鹎（*Pycnonotus aurigaster*）、领雀嘴鹀（*Spizixos semitorques*）、八哥、乌鸫（*Turdus merula*）、鹩哥、红尾水鸲（*Rhyacornis fuliginosa*）、家燕、麻雀、斑文鸟、白鹇等。

(2) 生态类型

根据鸟类生活习性的不同，将评价区内的 56 种野生鸟类分为以下 5 种生态类型：

涉禽（嘴，颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，常用长嘴插入水底或地面取食）：评价区分布的涉禽有鹤形目的部分种类，如：白鹭、池鹭和牛背鹭共 3 种。它们在评价区内主要分布于河流两岸、水库岸边的滩涂，以及沼泽，水田等处。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：评价区分布的陆禽有鸡形目和鸽形目的部分种类，如：环颈雉、山斑鸠和珠颈斑鸠，共 3 种。环颈雉主要分布于路边农田及灌丛中，偶尔也会到居民区附近活动，对人为干扰适应能力相对较强；珠颈斑鸠则常见于居民区，山斑鸠在林地、灌丛以及农田区均可见，适应人为干扰能力较强。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食

空中或地下活的猎物)：评价区分布的猛禽有鹰形目的黑鸢 1 种，由于猛禽活动范围较广，偶尔游荡至评价区上空。猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占有重要地位。它们在控制啮齿类动物的数量，维持环境健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家重点保护鸟类。

攀禽(嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘)：评价区分布的攀禽有鹃形目、犀鸟目、佛法僧目和啄木鸟目的部分种类，如：褐翅鸦鹃、小鸦鹃、四声杜鹃、噪鹃(*Eudynamys scolopacea*)、戴胜、普通翠鸟、大拟啄木鸟(*Megalaima virens*)、黑眉拟啄木鸟(*Megalaima oorti*)和斑姬啄木鸟，共 9 种。其中鹃形目和啄木鸟目种类主要分布于高大乔木林间，戴胜主要分布于居民区与农田区域，在评价区内较常见，普通翠鸟主要在鱼塘、河流等地水域附近活动。

鸣禽(鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢)：评价区雀形目的所有鸟类都为鸣禽，共 40 种，为典型的森林鸟类。它们在评价区内广泛分布，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。野外实地调查中，目击到的种类中，大多数为雀形目种类。其中目击到次数较多的有红耳鹎、白喉红臀鹎、珠颈斑鸠、棕背伯劳、家燕、白鹡鸰、麻雀、斑文鸟等。

(3) 区系类型

按照区系类型分，将评价区内的野生鸟类分为 3 种区系类型：东洋种 31 种，占评价区鸟类总数的 55.36%；广布种 23 种，占评价区鸟类总数的 41.07%；古北种有 2 种，占评价区鸟类总数 3.57%。

(4) 居留型

在评价区内鸟类中，留鸟 42 种，占评价区鸟类总数的 75.00%；夏候鸟 9 种，占评价区鸟类总数的 16.07%；冬候鸟 5 种，占评价区鸟类总数的 8.93%。评价区内繁殖鸟(留鸟和夏候鸟)有 51 种，占评价区鸟类总数的 91.07%，迁徙鸟(冬候鸟和夏候鸟) 14 种，占评价区鸟类总数的 25.00%，说明评价区分布的鸟类多为繁殖鸟类，大多数的鸟类在评价区繁殖。

d) 兽类

(1) 种类、数量及分布

评价区内野生兽类共有 5 目 9 科 20 种(名录见附录 3-4)，以啮齿目种类最多，共 6 种，占评价区野生兽类种类总数的 75.00%。评价区有国家一级保护兽类 1 种，

为小灵猫（*Viverricula indica*）。其中，在评价区内，华南兔、褐家鼠、黄鼬等为优势种，较为常见。

（2）区系组成

按照区系类型分，将评价区内兽类分为以下 2 类：东洋种 12 种，占评价区内兽类总数的 60.00%；广布种 8 种，占评价区内兽类总数的 40.00%。可见评价区兽类以东洋界成分占绝对优势，这与评价区地处东洋界相符。

（3）生态类型

根据兽类生活习性的不同，将评价区内的 20 种野生兽类分为以下 5 种生态类型：

半地下生活型（穴居型，主要在地面活动觅食、栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：此种类型的有华南兔（*Lepus sinensis*）、北社鼠（*Niviventer confucianus*）、褐家鼠、黄胸鼠、板齿鼠（*Bandicota indica*）、黄毛鼠（*Rattus losea*）、小家鼠、针毛鼠（*Rattus fulvescens*）、社鼠（*Niviventer confucianus*）、猪獾、亚洲狗獾（*Meles leucurus*）、黄鼬和鼬獾（*Melogale moschata*），共 13 种，黄鼬、鼬獾、华南兔等主要栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近，夜行性，主要以啮齿类动物为食，性机警，在评价区主要分布于农田草丛及村庄附近；小家鼠、褐家鼠等鼠类具有家和野外两种习性，由于居民区生活垃圾比较多，食物资源比较丰富，因此密度相对较高，这些鼠类对人为干扰适应能力较强，伴人而居的类群。

地面生活型（主要在地面上活动、觅食）：仅有野猪（*Sus scrofa*）1 种，其栖息环境多样，杂食性，一般在早晨和黄昏时分活动觅食，主要评价区的林间，在评价区内较少见。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：该类型有赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）和小灵猫 2 种。小灵猫性机警，一般很少出没于人类活动的区域，主要分布在丘陵、山地等；赤腹松鼠主要活动于评价区内人为干扰较小的林中，抗人为干扰能力较弱。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：有棕果蝠（*Rousettus leschenaultii*）、皮氏菊头蝠（*Rhinolophus pearsoni*）、小菊头蝠（*Rhinolophus pusillus*）和普通伏翼（*Pipistrellus pipistrellus*），共 4 种，它们在清晨和黄昏活动频繁，食物为空中飞翔的昆虫等，多栖息于乔木树冠或村落具有洞穴处，多在山洞中栖息，适应人为干扰能力较强，村落常见优势类群。

4.2.5.3 重点保护野生动物

a) 国家重点保护野生动物

评价区内陆生脊椎动物中，有国家一级保护动物 1 种，为小灵猫，有国家二级保护动物 6 种，分别为虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑鸢、画眉和红嘴相思鸟。

表 4.2.5.3-1 评价区国家级重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	生活习性	保护等级	评价区分布
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	多栖息在热带、亚热带低海拔地区	国家一级	评价区内山间密林中
虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	生活于山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内	国家二级	评价区内的水域、山涧溪流处分布
黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。	国家二级	偶尔在评价区上空游荡。
褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	栖息于低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中。	国家二级	评价区内的林地、灌草地有分布。
小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	栖息于低山丘陵灌丛、次生林、果园。	国家二级	
画眉 <i>Garrulax canorus</i>	多见于低山灌丛及村落附近的竹林等处。	国家二级	广泛分布于评价范围内各类生境中
红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	栖息于稍高的山地常绿阔叶林、常绿落叶混交林、竹林和林缘疏林灌丛中。	国家二级	

b) 省级重点保护野生动物

评价区内陆生脊椎动物中，有广东省省级重点保护野生动物 7 种，即白鹭、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀、小鹀、三道眉草鹀。

表 4.2.5.3-2 评价区广东省省级重点保护野生动物名录

中文名、拉丁名	生活习性	数量	保护等级	评价区分布
白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	栖息在稻田、溪流、池塘和江河及水库附近的山坡或村寨周围。	+	省级	主要活动于评价区农田生境中。
池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域。	+	省级	
牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	栖息于平原草地、牧场、湖泊、水库、山脚平原和低山水田、池塘、旱田和沼泽地上。	+	省级	
斑姬啄木鸟	栖息于低山丘陵和山脚	+	省级	主要活动于评价区森林生

<i>Picumnus innominatus</i>	平原常绿或落叶阔叶林。			境中。
灰头鹀 <i>Emberiza spodocephala</i>	栖息于山区河谷溪流两岸，平原沼泽地的疏林和灌丛中，也在山边杂林、草甸灌丛、山间耕地以及公园、苗圃和篱笆上。	+	省级	主要活动于评价区林缘灌丛中。
小鹀 <i>Emberiza pusilla</i>	栖息于中低山丘陵和山脚平原地带的灌丛、草地及农田等。	+	省级	
三道眉草鹀 <i>Emberiza cioides</i>	栖息于低山丘陵阔叶林林缘及灌丛。	+	省级	

4.2.6 水生动物现状

4.2.6.1 水生采样点设置

广东陆河抽水蓄能电站位于汕尾市陆河县境内，陆河县地处沿海与兴梅山区。上、下水库均位于激石溪左岸支流上，上水库位于新田镇坪天栋西面的山间凹地，下水库位于吉溪林场山间谷地坐背。为了较为全面的评价工程影响范围内水域的水生生物现状，根据代表性、整体性原则及委托任务书要求，2022年3月技术人员在广东陆河抽水蓄能电站工程影响范围内设置了6个采样点开展水生生态调查工作，各点位分别为：上坪田水库、下坪田水库、下水库库尾、下水库库区、下水库坝下、漂河与螺河汇口；各采样点环境因子见表4.2.6.1-1。

表 3.5-1 评价区水生生物调查点位环境因子表

编号	采样点	经纬度	气温(°C)	水体特征					
				水温(°C)	pH值	底质	水深(m)	透明度(cm)	流速(m/s)
1	上坪田水库	23°16'24.84"N; 115°28'26.56"E	21	19	6.8	淤泥、砂石	0.9	100	0
2	下坪田水库	23°16'33.4"N; 115°28'36.9"E	22	17	6.8	淤泥、砂石	0.7	50	0
3	下水库库尾	23°15'1.15"N; 115°28'36.28"E	28	17	7.2	砂石、砾石	0.4	见底	0.2
4	下水库库区	23°14'47.54"N; 115°28'51.96"E	26	17	7.5	砂石、砾石	0.5	80	0.2
5	下水库坝下	23°14'18.1"N; 115°29'29.73"E	19	9	7.5	砂石、砾石	0.6	见底	0.3
6	漂河与螺	23°7'42.26"N; 115°34'42.2"E	22	18	7.0	砂石、砾石	0.5	见底	0.3

	河汇口							
--	-----	--	--	--	--	--	--	--



4.2.6.2 浮游植物

a) 种类组成

技术人员于 2022 年 3 月对评价区河段进行水生生态调查，6 个采样点共检出浮游植物 5 门 55 种（属），名录见附录 4-1。其中硅藻门种类最多，为 27 种（属），占总种类数的 49.09%；其次为绿藻门 18 种（属），占 32.73%；蓝藻门 7 种（属），占 12.73%；甲藻门 2 种，占 3.64%；金藻门 1 种，占 1.81%；见表 1.2-1。可见，评

价区水体浮游植物以硅藻门占优势，其次为绿藻门、蓝藻门、甲藻门、金藻门。常见的种类有普通小球藻（*Chlorella vulgaris*）、水绵（*Spirogyra communis*）、颤藻（*Oscillatoria sp.*）、颗粒直链藻（*Melosira granulata*）、颗粒直链藻极狭变种（*Melosira granulata*）、粗糙桥弯藻（*Cymbella aspera*）、双菱藻（*Surirella sp.*）、飞燕角甲藻（*Ceratium hirundinella*）等。

表 4.2.6.2-1 评价区各门类浮游植物种（属）数及所占比例

类别	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	金藻门	合计
种类数	7	18	27	2	1	55
比例	12.73%	32.73%	49.09%	3.64%	1.81%	100%

b) 密度和生物量

通过调查，评价范围内浮游植物平均密度为 17.9×10^4 ind./L，其中硅藻门的平均密度最高为 9.8×10^4 ind./L，其次为蓝藻门，平均密度为 4.5×10^4 ind./L；绿藻门平均密度为 2.5×10^4 ind./L；其它种类的平均密度为 1.1×10^4 ind./L。

评价范围水体中浮游植物的平均生物量为 203.98mg/L，其中硅藻门的平均生物量最大为 65.37mg/L；蓝藻门为 22.92mg/L；绿藻门的为 63.61mg/L；其它种类的平均生物量为 52.08mg/L。各采样点浮游植物的密度和生物量见表 4.2.6.2-2。

表 4.2.6.2-3 评价区各调查点位浮游植物密度 ($\times 10^4$ ind./L) 和生物量 ($\times 10^{-3}$ mg/L)

种类	现存量	采样断面						平均值
		1	2	3	4	5	6	
蓝藻门	密度	1.1	0.2	2.5	8.8	0.9	13.7	4.5
	生物量	27.41	6.40	15.53	45.50	23.30	19.37	22.92
绿藻门	密度	3.5	0.6	1.1	2.5	0.4	7.0	2.5
	生物量	71.89	20.48	30.04	65.21	21.34	172.71	63.61
硅藻门	密度	18.0	2.9	8.2	8.1	7.8	13.5	9.8
	生物量	110.22	20.76	50.31	68.09	47.73	95.09	65.37
其它	密度	0.9	0.2	0.2	0.2	0.3	4.5	1.1
	生物量	32.52	18.82	9.87	11.69	34.16	205.44	52.08
总计	密度	23.5	3.9	12.0	19.6	9.4	38.7	17.9
	生物量	242.04	66.46	105.75	190.49	126.53	492.61	203.98

4.2.6.3 浮游动物

a) 种类组成

通过本次现场调查，各采样点共计检到浮游动物 4 大类 28 种（属），名录见附

录 4-2, 其中原生动物 10 种(属), 占浮游动物种类的 35.71%; 轮虫 11 种(属), 占 39.29%; 枝角类 4 种(属), 占 14.29%; 拐足类 3 种(属), 占 10.71%, 各类浮游动物种类数及所占比例见表 3.5-4。从分布范围来看, 常见的种类有瘤棘砂壳虫 (*Diffugia tuberspinifera*)、球砂壳虫 (*Diffugia globulosa*)、裂足臂尾轮虫 (*Brachionus diversicornis*)、螺形龟甲轮虫 (*Keratella cochlearis*)、针簇多肢轮虫 (*Polyarthra trigla*)、裸腹溞 (*Moina* sp.)、短尾温剑水蚤 (*Thermocyclops brevifurcatus*)、无节幼体 (*Nauplius*) 等。

表 4.2.6.3-1 评价区各类浮游动物种(属)数及所占比例

类别	原生动物	轮虫类	枝角类	桡足类	合计
种类数	10	11	4	3	28
比例	35.71%	39.29%	14.29%	10.71%	100%

b) 密度和生物量

评价区浮游动物平均密度为 218.6ind./L, 平均生物量为 8.04mg/L。其中原生动物平均密度为 169.6ind./L, 平均生物量为 5.09mg/L; 轮虫平均密度为 31.8ind./L, 平均生物量为 1.19mg/L; 枝角类平均密度为 5.7ind./L, 平均生物量为 0.87mg/L; 拐足类平均密度为 11.5ind./L, 平均生物量 0.90mg/L; 浮游动物的密度及生物量见表 4.2.6.3-2。

表 4.2.6.3-2 评价区各调查点位浮游动物密度 (ind./L) 和生物量 (mg/L)

种类	现存量	采样断面						平均值
		1	2	3	4	5	6	
原生动物	密度	220.0	112.0	285.0	157.5	130.5	112.5	169.6
	生物量	6.60	3.36	8.55	4.73	3.92	3.38	5.09
轮虫类	密度	28.8	69.0	6.0	37.0	17.0	33.0	31.8
	生物量	0.21	1.23	0.04	1.79	0.35	3.51	1.19
枝角类	密度	5.6	10.0	2.0	8.4	2.0	6.0	5.7
	生物量	0.63	1.21	0.15	1.93	0.04	1.24	0.87
桡足类	密度	4.6	15.0	1.5	14.0	19.0	15.0	11.5
	生物量	0.03	1.12	0.33	0.99	1.75	1.16	0.90
总计	密度	259.0	206.0	294.5	216.9	168.5	166.5	218.6
	生物量	7.47	6.92	9.07	9.44	6.06	9.29	8.04

4.2.6.4 底栖动物

a) 种类组成

底栖动物是淡水生态系统的一个重要组分, 对了解生态系统的结构和功能有理论

意义。通过本次现场调查，评价范围内共检出底栖动物有3门19种（属），名录见附录4-3。其中环节动物门中有2种（属），占总种类数的10.53%；软体动物门7种（属），占总种类数的36.84%；节肢动物门中有10种（属），占总种类数的52.63%。各种类型种类数及所占比例见表3.5-6。从分布范围来看，底栖动物常见种有霍甫水丝蚓（*Limnodrilus hoffmeisteri*）、耳萝卜螺（*Radix auricularia*）、福寿螺（*Pomacea canaliculata*）、钩虾（*Gammarus sp.*）、锯齿新米虾（*Neocaridina denticulata*）、日本沼虾（*Macrobrachium nipponense*）、摇蚊幼虫（*Tendlipus sp.*）等。

表4.2.6.4-1 评价区各类底栖动物种（属）数及所占比例

类别	环节动物	软体动物	节肢动物	合计
种类数	2	7	10	19
比例	10.53%	36.84%	52.63%	100%

b) 密度和生物量

评价范围水体底栖动物的平均密度为58.2ind./m²，其中，节肢动物的平均密度最高，为35.8ind./m²；其次为软体动物，平均密度为20.2ind./m²；环节动物平均密度为2.2ind./m²。

评价范围水体中底栖动物的平均生物量为6.66g/m²，其中，节肢动物的平均生物量最大，为5.70g/m²；其次为软体动物，平均生物量为0.76g/m²；环节动物平均生物量为0.20g/m²。各类底栖动物的密度及生物量见表4.2.6.4-2。

表4.2.6.4-2 评价区各调查点位底栖动物密度（ind./m²）和生物量（mg/m²）

种类	现存量	采样断面						平均值
		1	2	3	4	5	6	
环节动物	密度	4.0	2.0	0	0	3.0	4.0	2.2
	生物量	0.35	0.24	0	0	0.36	0.27	0.20
软体动物	密度	5.0	4.0	16.0	16.0	32.0	48	20.2
	生物量	0.68	0.35	0.51	0.69	0.43	1.87	0.76
节肢动物	密度	32	0	10.0	13.0	16.0	144.0	35.8
	生物量	4.10	0	1.69	2.42	7.85	18.16	5.70
总计	密度	41.0	6.0	26.0	29.0	51.0	196.0	58.2
	生物量	5.13	0.59	2.20	3.11	8.64	20.30	6.66

4.2.6.5 水生维管植物

陆河抽蓄上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库；下水库位于新田镇吉溪林场山间谷地坐背。激石水流域内树木密布，气候温和，雨量丰沛，光照充足，植被良好。2022年3月调查人员对广东陆河抽水蓄能电站工程评价区水

生维管束植物进行了现场采样调查。经技术人员鉴定和统计，调查水域共发现水生维管束植物 19 种，水生维管束植物名录见附录 4-4。调查河段主要分布有芦苇、叶蓼、酸模叶蓼、广东箬竹、金钱蒲等挺水植物，菹草、苦草、金鱼藻、黑藻等沉水植物。

4.2.6.6 鱼类

a) 种类组成

为了解评价区范围内鱼类资源现状，调查人员于 2022 年 3 月对评价区共布设 6 个点位进行了鱼类资源调查，调查点位分别是上坪田水库、下坪田水库、下水库库尾、下水库库区、下水库坝下、漂河与螺河汇口，采用流刺网和地笼网的捕捞方式以及市场访问调查共统计出鱼类 44 种（其中现场捕捞 25 种，访问统计 19 种）；结合《拟建广东陆河花鳗鲡省级自然保护区申报材料》、《广东淡水鱼类志》（1991）等历史资料记载共统计出评价区影响河段鱼类 73 种，分别隶属于 7 目 19 科，评价区鱼类名录见附录 4-5。

评价区鱼类主要以鲤形目（49 种，其中：鲤科 41 种、鳅科 4 种、平鳍鳅科 4 种）为主，占鱼类总种类数的 67.12%；其次为鲈形目 8 科 13 种，占鱼类总种类数的 17.81%；鲇形目有 4 科 6 种，占鱼类总种类数的 8.22%；鳗鲡目有 1 科 2 种，占 2.74%；鲑形目、鱊形目、合鳃鱼目均 1 科 1 种，各占鱼类总种类数的 1.37%。评价区鱼类种类组成具体情况见表 4.2.6.6-1。

表 4.2.6.6-1 评价区鱼类组成及所占比例

目	科	种	
		种数	比例 (%)
鲑形目	1	1	1.37
鳗鲡目	1	2	2.74
鲤形目	3	49	67.12
鲇形目	4	6	8.22
鱊形目	1	1	1.37
合鳃鱼目	1	1	1.37
鲈形目	8	13	17.81
合计	19	73	100.00

b) 区系组成及特点

项目所在水体属于螺河三级支流激石溪（又称碣石溪）流域，现场调查以及历史记录到的鱼类大致可以划分为以下 5 个区系类群：

（1）中国平原区系复合体：评价区的草鱼、鲤和鲫等属中国平原区系。这类鱼

的主要特点：多数种类产漂流性鱼卵，少部分种类产粘性卵但粘性较弱，卵产出后附着在物体上，不久即脱离并顺水漂流发育；该复合体的鱼类通常对水位变化较敏感，许多种类在水位升高时从湖泊进入江河产卵，幼鱼和产卵后的亲鱼入湖泊育肥。在北方当秋季水位下降时，鱼类又回到江河中越冬。其中部分种类食物较单纯，生长较快。

(2) 南方山地区系复合体：主要包括平鳍鳅科、𬶐科等，该地区平鳍鳅科的平舟原缨口鳅属此复合体类群。这类鱼具有特化的吸附构造，适应于在南方山区急流的河流中生存，常分布在我国南部山区及东南亚山区河流中。

(3) 南方平原区系复合体：主要包括合鳃鱼科、鳢科、塘鳢科、斗鱼科、刺鳅科等，评价区有斑鳢、黄鳝等。这类鱼常具拟草色，身上花纹较多，有些种类具棘和吸取游离氧的副呼吸器官，如斑鳢的鳃上器，黄鳝的口腔表皮等。主要分布亚热带低地沼泽区，适合在炎热气候、多水草易缺氧的浅水湖泊池沼中生活，在较高水温的夏季繁殖，多有护卵、护幼习性。

(4) 晚第三纪早期区系复合体：主要包括鲤亚科、鲇科、泥鳅属等，评价区有鲤、泥鳅、鲇等属于该区系复合体。该区系复合体被分割成若干不连续的区域，有的种类并存于欧亚。它们共同特征是适应性强，分布广泛，适应静水或缓流水环境，产粘性卵于水草或石砾上，部分种类产卵于软体动物外套膜中，视觉不发达，嗅觉发达，以底栖生物为食者较多，适应于在较浑浊水体中生活。

(5) 南方山地区系类群：调查区域有白线纹胸𬶐等。此类鱼有特化的吸附构造，如吸盘等，适应于南方山区急流的河流中生活。

c) 食性类型

从食性上看，评价区鱼类可分为4大类：

(1) 肉食性鱼类：此类鱼以底栖无脊椎动物如水生昆虫、螺类为食，有的也摄食其它小型脊椎动物如鱼类等，斑鳢、月鳢、花鳗鲡等属于此类。

(2) 植食性鱼类：以丝状藻类、水生维管束植物、着生藻为主要食物的鱼类，评价区主要分布有中华鳑鲏、高体鳑鲏以及越南鱊等。

(3) 滤食性鱼类：以水生浮游动植物为主要食物的鱼类，包括：鲢、鳙等。

(4) 杂食性鱼类：此类鱼食谱较广，兼有动物和植物食性，食物主要包括小型动物、植物及有机碎屑，其食性在不同环境水体和不同季节有明显变化。评价区有鲫、泥鳅、尼罗罗非鱼、纹唇鱼、鲮和北江光唇鱼等种类。如北江光唇鱼主要用下颌发达

的角质层铲食石块上的苔藓与藻类，也喜欢摄食水生昆虫、底栖无脊椎动物等；鲮鱼为杂食性鱼类，舔刮水底泥土表面或岩石表面生长的藻类，还吞食少量浮游动物和有机碎屑。

d) 产卵类型

根据产卵习性的差异性，评价区分布鱼类依繁殖习性可分为 4 个类群：

(1) 产粘沉性卵类群

该类鱼所产卵沉于水底各种基质上或黏着在水草上发育，调查水域分布鱼类有许多为产粘沉性卵类群，包括：鲤、拟细鲫、异鱲和泥鳅等。产卵季节多为春夏间，也有部分种类晚至秋季，不同种类对产卵水域流态底质有不同的适应性，多数种类都需要一定的流水刺激，少数鱼类产卵时不需要水流刺激，可在静缓流水环境下繁殖产粘性卵。

(2) 产漂流性卵类群

此类鱼产卵需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后产卵。这一类鱼卵比重略大于水，但产出后卵膜吸水膨胀，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流。孵化出的早期仔鱼，仍然要顺水漂流，待身体发育到具备较强的溯游能力后，才能游到浅水或缓流处停歇。这类鱼有鲢、鳙、草鱼等。

(3) 产浮性卵类群

斑鳢、斑鳜等的受精卵为微粘性，在发育过程中粘性逐步消失，由于卵黄具较大油球，也可随水漂流发育。

(4) 特异性产卵类群

高体鳑鲏等鱊亚科鱼类，在生殖季节，雌鱼具产卵管，通过产卵管，将卵产在河蚌的外套腔内发育。叉尾斗鱼等繁殖期雄鱼在水草丛中于水面吐泡筑巢，雌鱼产浮性卵于泡沫中。尼罗罗非鱼会在池塘底部挖许多产卵的巢穴，尼罗罗非鱼产卵后雌鱼会将鱼卵含入口中孵育。

e) 栖息类型

根据水域流态特征及鱼类的栖息特点，评价区鱼类大致可分为以下 4 个类群。

(1) 流水类群

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

底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。该类群有宽鳍鱲、马口鱼、异鱲、银鮈、光唇鱼等。

(2) 静缓流类群

此类群适宜生活于静缓流水体中，或以浮游动植物为食，或杂食，或动物性食性，部分种类需在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，该类群种类有鲤、鲫、鮈、泥鳅、斑鱧、黄鳝等。

(3) 激流底栖类群

此类群部分种类具有特化的吸盘的附着结构，适于附着在急流河底物体上生活，以附着藻类及有机碎屑等为食，也有少数头部不具特化的吸附结构但习惯于生活于激流的种类，或以藻类有机碎屑或以小型鱼类及软体动物等为食。这一类群在调查水域极少，多分布于水流较急的支流及干流的激流段。该类群有白线纹胸𬶐等。

(4) 涠游型类群

江湖洄游型，四大家鱼青鱼、草鱼、鲢、鳙都是半洄游鱼类，在江河干流的附属湖泊中摄食肥育，在江河干流繁殖。花鳗鲡为典型降河洄游鱼类之一；生长于河口、沼泽、河溪、湖塘、水库等内，性情凶猛，体壮而有力，白昼隐伏于洞穴及石隙中，夜间外出活动，捕食鱼、虾、蟹、蛙及其它小动物，也食落入水中的大动物尸体，于成年时冬季降河洄游到江河口附近性腺才开始发育，而后入深海进行繁殖。香鱼是一种溯河产卵的洞游性鱼类，每年秋季在江河中产卵，当年孵出的幼鱼入海越冬。

f) 珍稀、保护鱼类

根据 2021 年国家林业和草原局、农业农村部联合发布的《国家重点保护野生动物名录》，评价区流域有国家级重点保护鱼类 2 种，分别为国家二级保护水生野生动物花鳗鲡和唐鱼。列入《中国濒危动物红皮书》的鱼类有 4 种，其中野外灭绝（EW）有 1 种为唐鱼；濒危（EN）1 种为花鳗鲡；易危（VU）2 种，分别为香鱼、异鱲。列入《中国物种红色名录》的鱼类有 5 种，其中极危种(CR)有 1 种为唐鱼；濒危种(EN)3 种，分别为日本鳗鲡、花鳗鲡、香鱼；近危种（NT）1 种为台湾白甲鱼；广东特有种鱼类有 3 种，分别为东坡长汀品唇鳅、白线纹胸𬶐、海丰沙塘鳢。见下表 4.2.6.6-2。

根据现场调查结果，评价区未调查到国家级和广东省重点野生保护鱼类；仅在下水库库尾调查到 1 尾被列入在《中国物种红色名录》近危种的台湾白甲鱼。

表 4.2.6.6-2 评价区濒危和保护鱼类名录

种类	国家级	广东特有种	红皮书	红色名录
花鳗鲡	二级		EN	EN
唐鱼	二级		EW	CR
日本鳗鲡				EN
香鱼			VU	EN
台湾白甲鱼				NT
异鱲			VU	
东坡长汀品唇鳅		△		
白线纹胸𬶐		△		
海丰沙塘鳢		△		

注：“二级”代表国家二级保护野生动物；“△”代表广东特有品种；“VU”代表易危种；“NT”代表近危种；“EN”代表濒危种；“CR”代表极危种；“EW”代表野外灭绝。

(1) 花鳗鲡 (*Anguilla marmorata*)

花鳗鲡，又名鳝王、学鳗、芦鳗，属鳗鲡目、鳗鲡科、鳗鲡属。花鳗鲡分布较广，在非洲、澳洲、亚洲一些地方有分布。我国长江下游以及疑难的钱塘江、灵江、闽江、台湾到广东、海南及广西等江河。花鳗鲡体圆筒形。尾部稍侧扁。腹缘平直，头背缘稍呈弧形，吻端稍平扁，眼较小，眼间隔较宽。口大，前方口裂伸越眼后缘，鳃孔小。紧靠胸鳍基部前下方。体被细鳞。各鳞互相垂直交叉，呈席纹状。埋于皮下，侧线完全，起点在胸鳍前上方。平直。行于体中侧偏下方。侧线孔间距离较大。胸鳍短，后缘圆形。尾鳍末端稍尖，肛门在臀鳍起点前方。体背侧密布黄色斑块和斑点，腹部白色，胸鳍边缘黄色，其余各鳍也有许多蓝绿色斑块。

花鳗鲡是河海洄游鱼类，幼鱼生长于河口、沼泽、河溪、湖、塘、水库内，长成年的花鳗鲡于冬季降河洄游到江河口附近性腺才开始发育，而后进入深海产卵繁殖。南渡江每年 2~4 月幼鳗开始进入河口溯河觅食生长，在河溪中营穴居生活。花鳗鲡最大个体达 2.3m 以上，重 40~50kg，摄食小鱼、虾、贝类，为较凶猛肉食性鱼类。花鳗鲡具有喜暗怕光、昼伏夜出的习性，适应能力很强，当环境不适时，也会离开原来的水域寻找其它水域生活。可利用湿润的皮肤进行呼吸，离水时间较长也不会窒息而死，且溯游可攀越一定高度，涉水进入山溪河谷。花鳗鲡属热带性鱼类，生活温度 10°C~36°C，适应的水温范围较大。

(2) 唐鱼 (*Tanichthys albonubes*)

唐鱼是鲤科、唐鱼属鱼类。为很小型的淡水鱼，最大雄性成鱼体长约 25 毫米，雌鱼仅约 30 毫米。喜体细小，长而侧扁，体高约等于头长。腹部圆，无腹棱。吻短

而圆钝。口小，亚上位。眼大，侧上位。眼后头长显著大于吻长。眼间距约为吻长之2倍。体被圆鳞，鳞片中等大小，未见有侧线。生活时体色艳丽多彩。其体色及斑纹随产地、雌雄性别和饲养条件的不同有一定的变异。一般体背棕色，腹面银白，沿体侧中部有1道金黄色或银蓝色纵行条斑，在条斑上下各有数道深棕色线纹。尾柄基部郁红色圆斑。虹膜金黄。背鳍基部红色，上杂黄、蓝斑点；其他各鳍黄绿，边缘透明。固定标本体背棕黑色，腹面灰白，沿体侧中轴有1道黑色条纹与尾鳍基部的黑斑相连，鳞片上带有小黑点，其余色彩消褪。

唐鱼多栖息在山区清澈的溪流流水的环境中。习性较胆大，性活泼、温和。虽分布于亚热带，尚能耐寒，当水温低至5°C时，仍能正常生活。为杂食性小型鱼类，以食浮游动物和腐殖质为主。分布于中国（海南、广东）和越南；在中国主要分布于珠江三角洲的一些山涧小溪之中。

（3）日本鳗鲡（*Anguilla japonica*）

日本鳗鲡为降河洄游种类，海洋出生，淡水成长，最后又回到海洋的出生地繁殖并结束一生。在河流、湖沼、水库淡水水域生活时，白天潜藏于石缝、岩洞和泥土中，夜间出来活动。具有洄游习性，性成熟的亲鱼在秋季降河入海，于深海处生殖，产卵后死亡；受精卵在海洋中孵化，仔鳗脱膜后向大陆方向漂游，并在漂游中变态，靠近河口后溯水进入它们父母曾经生活过的江河湖泊；性凶猛，好动，贪食；喜光照，喜流水，喜温暖；善游泳又善钻洞，常穴居潜藏。具有皮肤、单鳃、冬眠式呼吸等三种特殊的呼吸方式。广盐性，海、淡水均能生活。适宜生长水温13~30°C，致死水温的下限为0°C。海南岛的南渡江、万泉河、太阳河等河口十月至翌年三月均有鳗苗出现，高峰期是12-2月，时间较广东大陆沿海河口早1个月。3月间鳗苗体长已达30~60mm。

（4）香鱼（*Plecoglossus altivelis*）

香鱼是香鱼科、香鱼属鱼类。香鱼体狭长而侧扁，成体香鱼一般体长15~20厘米，大者30多厘米。头小，吻尖，前端向下弯成钩形突起。口大，下颌两侧前端各有一突起，突起之间呈凹形，口关闭时，吻钩与此凹陷正相吻合。上下颌生有宽扁的细齿，前上颌骨、上颌骨和舌上均有齿，口底有囊形粘膜皱褶。除头部外，全身密被极细小网鳞。背鳍后方有一个小脂鳍，与臀鳍后端相对。身体背部青黑色，体侧面由上半部至下半部逐渐带黄色，腹部银白，各鳍皆为淡黄色，脂鳍周围微红色，胸鳍上

方有一群黄色的斑点。

香鱼是一种溯河产卵的洞游性鱼类，每年秋季在江河中产卵，当年孵出的幼鱼入海越冬。冬天在平静的沿岸越冬。香鱼的幼鱼以浮游动物为食，可用毛钩钓取。进入淡水后，以刮食岩石上的硅藻、蓝藻等植物性为主，同时也摄食昆虫类和浮游动物，故渔民常以拟饵钩捕获。分布于中国辽宁到台湾、广东、香港及广西北仑河等河流下游。

g) 渔获物组成

2022年3月，调查人员在评价区的上坪田水库、下坪田水库、下水库库尾、下水库库区、下水库坝下、漂河与螺河汇口6个捕捞点位，主要调查方式有流刺网（规格：孔径：1.5cm，长：6m，高：1.5m）、地笼网（规格：长：4m，宽：40cm，高：20cm）进行捕鱼。

调查人员现场对渔获物进行鉴定、记录，共统计到鱼类25种，数量共364尾，现场调查到的渔获物以拟细鲫、尼罗罗非鱼、厚唇光唇鱼、越鮈、异鱲等为优势种。其中上坪田水库现场采集到鱼类3种，共计12尾，渔获物有异鱲、拟细鲫、鲤，分别占渔获物总数量的50%、41.67%、8.33%；下坪田水库现场采集到鱼类2种，渔获物有异鱲、拟细鲫；下水库库尾现场采集到鱼类11种，渔获物以拟细鲫为主，占渔获物总数量的79.02%；下水库库区现场采集到鱼类5种，渔获物有越鮈、宽鳍鱲、尼罗罗非鱼、拟细鲫、子陵吻鰕虎鱼；下水库坝下现场采集到鱼类8种，渔获物以罗非鱼、温州光唇鱼等为主；漂河与螺河汇口现场采集到鱼类12种，渔获物以尼罗罗非鱼、子陵吻鰕虎鱼、高体鳑鲏等为主。现场渔获物统计调查表见表4.2.6.6-3~表4.2.6.6-8。

表4.2.6.6-3 2022年3月上坪田水库现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
异鱲	6	50.00	84.5	59.05
拟细鲫	5	41.67	38.9	27.18
鲤	1	8.33	19.7	13.77
合计	12	100.00	143.1	100.00

表4.2.6.6-4 2022年3月下坪田水库现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
异鱲	2	66.67	34.2	76.51
拟细鲫	1	33.33	10.5	23.49
合计	3	100.00	44.7	100.00

表 4.2.6.6-5 2022 年 3 月下水库库尾现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
拟细鲫	162	79.02	409.5	59.01
厚唇光唇鱼	15	7.32	65.4	9.42
异鱲	6	2.93	36.3	5.23
泥鳅	6	2.93	71.4	10.29
越鮎	5	2.44	76.5	11.02
子陵吻鰕虎鱼	4	1.95	11.7	1.69
北江光唇鱼	2	0.98	2.4	0.35
圆斑拟腹吸鳅	2	0.98	3.6	0.52
台湾白甲鱼	1	0.49	12.5	1.80
花斑拟腹吸鳅	1	0.49	1.7	0.24
11. 美丽小条鳅	1	0.49	2.9	0.42
合计	205	100.00	693.9	100.00

表 4.2.6.6-6 2022 年 3 月下水库库区现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
越鮎	7	53.85	307.6	59.37
宽鳍鱲	2	15.38	47.4	9.15
尼罗罗非鱼	2	15.38	152.8	29.49
拟细鲫	1	7.69	8.2	1.58
子陵吻鰕虎鱼	1	7.69	2.1	0.41
合计	13	100.00	518.1	100.00

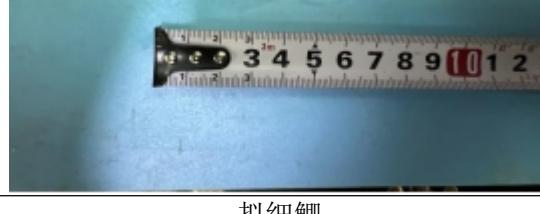
表 4.2.6.6-7 2022 年 3 月下水库坝下现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比

	(尾)	(%)	(g)	(%)
尼罗罗非鱼	20	58.82	138	46.89
温州光唇鱼	5	14.71	107.5	36.53
南方拟餐	4	11.76	29.2	9.92
宽鳍鱲	1	2.94	4.8	1.63
厚唇光唇鱼	1	2.94	4.9	1.66
北江光唇鱼	1	2.94	1.3	0.44
纵带鮈	1	2.94	5.1	1.73
美丽小条鳅	1	2.94	3.5	1.19
合计	34	100.00	294.3	100.00

表 4.2.6.6-8 2022 年 3 月漂河与螺河汇口现场渔获物调查表

种类	数量	数量比	重量	重量比
	(尾)	(%)	(g)	(%)
尼罗罗非鱼	55	55.56	354.5	49.87
子陵吻鰕虎鱼	13	13.13	42.5	5.98
高体鳑鲏	11	11.11	20.4	2.87
马口鱼	6	6.06	62.4	8.78
宽鳍鱲	4	4.04	39.3	5.53
泥鳅	3	3.03	68.1	9.58
越南鱊	2	2.02	7.6	1.07
须鱊	1	1.01	2	0.28
胡子鲇	1	1.01	11.3	1.59
黄颡鱼	1	1.01	91.5	12.87
银鮈	1	1.01	3.5	0.49
横纹南鳅	1	1.01	7.8	1.10
合计	99	100.00	710.9	100.00

	
<p>异鱲</p>	<p>南方拟鱲</p>
	
<p>纵带鮈</p>	<p>台湾白甲鱼</p>
	
<p>拟细鲫</p>	<p>马口鱼</p>
	
<p>尼罗罗非鱼</p>	<p>宽鳍鱲</p>

	
黄颡鱼	胡子鲇
	
泥鳅	银鮈
	
北江光唇鱼	温州光唇鱼
	
厚唇光唇鱼	子陵吻鰕虎鱼

	
圆斑拟腹吸鳅	花斑拟腹吸鳅
	
越南鱊	越鲇
渔获物照片	
	
浮游生物调查	底栖生物调查

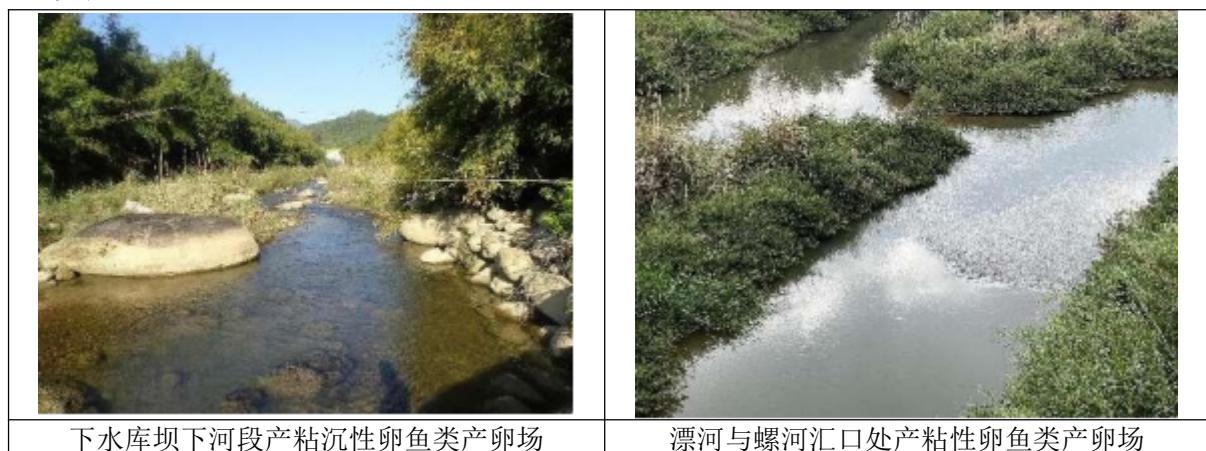


h) 鱼类重要生境

(1) 产卵场

评价区大部分鱼类产粘性卵，繁殖期在3~7月份，主要有鲫、鲤、鮈等。这些鱼类繁殖需要砾石、沙石底质和水草环境，鱼类产卵后，受精卵或入砾石缝中，或粘附沙砾上，或埋藏于沙砾中，或粘附于水生高等植物体上，在河水良好的溶氧环境中顺利孵化。

2022年3月现场调查发现，评价区所在的上坪田水库、下坪田水库、漂河为山溪型河流，河床砾石遍布，鱼类以拟细鲫、异鱲、宽鳍鱲、光唇鱼等小型鱼类为主，营底栖生活，常栖息于水质清澈、底多卵石、水流湍急的山涧溪流中，这些鱼类产卵在石缝或粘在砂砾上，产卵场分布较为零散，无固定成规模产卵场；仅在下水库坝下河段以及漂河与螺河汇口河段周围水生植物较为丰富的地方，存在部分小规模产粘性鱼类产卵场。



(2) 索饵场

通常鱼类的索饵场在产卵场附近，这些区域水流复杂，水草丰茂，有利于幼鱼索饵。鱼类的索饵或育幼场，常取决于食性。鲫、泥鳅、尼罗罗非鱼等杂食性鱼类索饵

场的环境基本特征是缓流或静水，水深 0~0.5m，其间有砾石、礁石、沙质岸边，这些区域易于躲避敌害，同时，这些地方小型饵料丰富，敌害生物少，有利于幼鱼的存活，下水库坝下河段及漂河与螺河汇口处水生植物较丰富的地方亦为鱼类索饵场。工程上水库原有的两个小水库（上坪田水库、下坪田水库）以及下水库坝址的山涧溪流底质多为大块石，枯水期水量较小，渔获物以拟细鲫、异鱲、美丽小条鳅、泥鳅等山溪鱼类为主，该类鱼类多为杂食性鱼类，刮食石块上的藻类，也摄食水生昆虫或有机碎屑，该类鱼类的索饵场在评价区内分布较为零散。



漂河与螺河汇口河段仔稚鱼索饵

(3) 越冬场

每年秋冬季节，随着气温下降，水量减少，水位降低，鱼类活动减少，鱼类从浅水区进入饵料资源相对较为丰富，温度较为稳定的深水潭中越冬。鱼类的越冬场主要分布于河道的深槽或坑穴中，一般水深 3~4 m 以上，多为河槽、河沱和湾沱等，底质主要为乱石或礁石。2022 年现场考察评价区河流生境发现，评价区为典型山溪性河流，部分河段易出现季节性干涸，水深不足 1m，不适宜作为越冬的主要场所。只是在枯水期来临之际，位于下水库坝下至漂河与螺河汇口河段的鱼类会进入到饵料相对丰富、水态相对稳定、水深相对较大的螺河干流中生活。

(4) 洄游通道

据《拟建广东陆河花鳗鲡省级自然保护区申报材料》记载，评价区分布有花鳗鲡、香鱼、日本鳗鲡三种洄游鱼类，本次现场未调查到。花鳗鲡一般生活于河段上游的深潭和洞穴等隐身场所，在大河中只是作为洄游通道。香鱼是一种溯河产卵的洞游性鱼类，每年秋季在江河中产卵，当年孵出的幼鱼入海越冬。冬天在平静的沿岸越冬。翌年春季，体长大约为 46mm 的香鱼自海里上溯至河流饵料丰富地带育肥，此时全体透明。上溯时一天可达 20km 以上的旅程，并能超越过相当大的障碍。根据调查，评价

区的激石溪（下水库）、下水库坝下至漂河与螺河汇口处这些区域地势陡峻，水流复杂，水草丰茂，其间有砾石、礁石、沙质等岸边，因此推测下水库坝下河段至漂河与螺河汇口河段可能存在鱼类的洄游通道。

4.2.7 典型工程区生态现状

4.2.7.1 上水库工程区生态现状

广东陆河抽水蓄能电站站址位于汕尾市陆河县新田镇境内，上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的下坪田。上水库枢纽主要挡水建筑物为1座主坝，5座副坝，无泄洪建筑物。为满足电站运行需要，对天然库盆进行扩库开挖，以增加调节库容、降低坝高，并获得大坝填筑材料。由此，上水库施工区需要布置的施工设施及场地主要有：主坝、副坝1-5、上库进出水口、上库砂石系统、上库弃渣场、上库混凝土系统、上库综合加工厂、仓库、金结加工厂、表土堆存场、大坝标施工营地、上库石料场、毛料堆存场、10#上库坝后施工道路、上库转运堆存场、上库成品骨料堆存场。上水库工程区生态现状详见表4.2.7.1-1。

表4.2.7.1-1 上水库工程区生态环境现状

序号	工程点位	植被现状	现场照片
1	主坝	主坝位于下坪田水库，主坝两岸土地利用类型以林地为主，主要植被为山矾林、毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；常见的植物为马尾松、浙江润楠、格药柃、毛棉杜鹃、柳叶石斑木、桃金娘、中华里白、芒萁、五节芒、黑莎草等。	
2	副坝一	土地利用类型以林地和草地为主，主要植被为毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；常见的植物为湿地松、浙江润楠、格药柃、柳叶石斑木、中华里白、鸟毛蕨、黑莎草、芦竹等。	
3	副坝二	土地利用类型以林地为主，主要植被类型包括毛棉杜鹃灌丛、芒萁灌草丛等；常见的植物为湿地松、杉木、油茶、柳叶润楠、芒萁、五节芒、黑莎草、地菍、石松等。	

4	副坝三	土地利用类型以林地为主，主要植被类型包括中华里白灌草丛、芒萁灌草丛、黑莎草灌草丛等；常见的植物为湿地松、毛棉杜鹃、石斑木、光叶山矾、大头茶、格药柃、五节芒、地菍等。	
5	副坝四	土地利用类型以林地为主，主要植被类型包括山矾林、毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛等；常见的植物为樟、湿地松、杉木、水竹、柳叶石斑木、杜茎山、菝葜、浙江润楠、乌蕨、芒萁、粽叶芦等。	
6	副坝五	土地利用类型以林地为主，主要植被包括广东箬竹灌丛、毛棉杜鹃灌丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛等；常见的植物为山矾、石斑木、柳叶润楠、蓬蘽、五节芒、乌蕨、狗牙根、地菍、黑莎草等。	
7	上库进出水口	土地利用类型以草地为主，主要植被包括水竹灌丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛、象草灌草丛等；常见植物有以毛棉杜鹃、五节芒、粽叶芦、薹草等草本植物等。	
8	上库砂石系统	土地利用类型以草地为主，也有小面积林地，主要植被包括五节芒灌草丛、中华里白灌草丛等；常见的植物为湿地松、杉木、毛棉杜鹃、石斑木、中华里白、芒萁、五节芒、黑莎草等。	
9	上库弃渣场	土地利用类型以林地为主，常见的植物包括湿地松、杉木、石斑木、杜茎山、毛棉杜鹃、芒萁、五节芒等。	

10	上库混凝土系统	土地利用类型以林地为主，常见的植物为湿地松、毛蕊、毛棉杜鹃、中华里白、芒萁、白茅、五节芒、黑莎草等。	
11	上库综合加工厂	土地利用类型以林地和草地为主，常见的植物为湿地松、石斑木、毛棉杜鹃、中华里白、芒萁、五节芒、地菍、狗脊等。	
12	仓库、金结加工厂	土地利用类型以林地为主，常见的植物为湿地松、石斑木、毛棉杜鹃、芒萁、芦竹、粽叶芦、五节芒、黑莎草等。	
13	表土堆存场	土地利用类型以林地为主，常见的植物为湿地松、杉木、毛棉杜鹃、石斑木、光叶山矾、芒萁、五节芒、黑莎草等。	
14	大坝标施工营地	土地利用类型以林地为主，常见的植物为湿地松、毛棉杜鹃、柳叶石斑木、乌毛蕨、芒萁、五节芒等。	
15	上库石料场	土地利用类型以林地为主，常见的植物为水竹、毛棉杜鹃、石斑木、芒萁、五节芒、黑莎草等。	

16	毛料堆存场	土地利用类型以草地为主，也有小面积林地，常见的植物为毛棉杜鹃、光叶山矾、石斑木、中华里白、芒萁、五节芒等。	
17	10#上库坝后施工道路	土地利用类型以林地为主，植被多为灌丛，常见的植物为湿地松、杉木、毛棉杜鹃、鹅掌柴、芒萁、五节芒、中华里白、地菍等。	
18	上库转运堆存场	土地利用类型以林地为主，植被多为毛棉杜鹃灌丛、水竹灌丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛和芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括湿地松、杉木、石斑木、中华里白、黑莎草等。	
19	上库成品骨料堆存场	土地利用类型以林地为主，植被多为毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛、白茅灌草丛等，常见的植物包括湿地松、石斑木、杜茎山、鹅掌柴、毛棉杜鹃、黑莎草、乌蕨、狗脊等。	

4.2.7.2 下水库工程区生态现状

下水库位于新田镇吉溪林场山间谷地坐背。下水库枢纽主要单位工程为大坝，大坝采用碾压混凝土重力坝，坝顶高程 245.00m，坝顶长 456m，最大坝高 98m，大坝建基面为弱风化岩体。从左至右依次布置左岸挡水坝段、泄水坝段、右岸挡水坝段。根据主体工程规划，下水库施工区的施工场地及设施布置主要有：下库进出水口、业主营地、钢管加工厂、输水发电系统下库、综合加工厂、仓库、机电安装标 综合加工厂、仓库、1#上下库连接道路、砂石加工系统、大坝标混凝土拌合系统、施工变电站、毛料堆存场、下库弃渣场、大坝标施工营地、大坝标综合加工系统、表土堆存场、输水发电系统 施工营地、大坝标仓库、下库坝后施工场地、机电安装标施工营地、中平洞施工场地、下库备用石料场、业主营地生活水厂、下库成品骨料堆存场。下水

库工程区生态现状详见表 4.2.7.2-1。

表 4.2.7.2-1 下水库工程区生态环境现状

序号	工程点位	植被现状	现场照片
1	大坝	土地利用类型以林地为主，植被多为簕竹林、湿地松林；其他常见的植物包括杉木、芒萁、盐肤木、鹅掌柴、五节芒、芒萁等	
2	自流排水洞出口施工场地	土地利用类型以林地为主，植被多为黎庵高竹林、人工桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括石斑木、鹅掌柴、毛菍、乌毛蕨、鬼针草等。	
3	业主营地、业主营地生活水厂	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括湿地松、石斑木、柳叶润楠、毛菍、盐肤木、鹅掌柴、芦竹、等。	
4	输水发电系统下库综合加工厂、仓库	土地利用类型以林地为主，植被多为簕竹林、湿地松林、人工柑橘灌丛等；其他常见的植物包括杉木、黄樟、盐肤木、鹅掌柴、五节芒、芒萁等。	
5	机电安装标综合加工厂、仓库	土地利用类型以林地为主，植被多为软簕竹林、湿地松林、人工柑橘灌丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括枫香树、杉木、桉、毛菍、盐肤木、鹅掌柴、五节芒等。	

6	1#上下库连接道路	土地利用类型以林地为主，植被多为湿地松林、人工柑橘灌丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括杉木、黄樟、鹅掌柴等。	
7	砂石加工系统	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、人工果林（包括柑橘和香蕉）等；其他常见的植物包括楤木、鬼针草、五爪金龙、野茼蒿、五节芒等。	
8	大坝标混凝土拌合系统、下库成品骨料堆存场	土地利用类型以林地为主，植被多为杉木林、软箭竹林、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括湿地松、石斑木、毛菍、盐肤木、鹅掌柴、五节芒等。	
9	毛料堆存场	土地利用类型以林地为主，植被多为杉木林、竹林、马缨丹灌丛、五节芒灌草丛、鬼针草灌草丛等；其他常见的植物包括乔木、鹅掌柴、芦竹、粽叶芦等。	
10	大坝标施工营地	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括湿地松、杉木、柳叶润楠、石斑木、毛菍、鹅掌柴、乌毛蕨等。	

11	大坝标综合加工系统	土地利用类型以林地为主，植被多为人工湿地松林、人工桉林、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括柳叶润楠、杉木、毛竹、毛葱、盐肤木、鹅掌柴、五节芒等。	
12	输水发电系统施工营地	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、湿地松林、杉木林等；其他常见的植物包括软箭竹、枫香树、毛葱、鹅掌柴、五节芒等。	
13	大坝标仓库	土地利用类型以林地为主，植被多为秋枫林、软箭竹林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括杉木、毛果算盘子、鲫鱼胆、石斑木、毛葱、鹅掌柴、鬼针草、乌毛蕨、渐尖毛蕨、井栏边草等。	
14	下库坝后施工场地	土地利用类型以林地为主，植被多为软箭竹林、马缨丹灌丛、五节芒灌草丛等；其他常见的植物包括秋枫、湿地松、鲫鱼胆、毛葱、野黄桂、荩草、鬼针草、藿香蓟、渐尖毛蕨等。	
15	机电安装标施工营地	土地利用类型以林地为主，植被多为杉木林、湿地松林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括软箭竹、木荷、润楠、毛葱、鹅掌柴、狗脊、渐尖毛蕨、乌毛蕨、鬼针草、等。	
16	下库备用石料场	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括湿地松、石斑木、毛葱、红叶藤、盐肤木、毛竹、鹅掌柴、白背叶、芦竹、粽叶芦等。	

17	业主营地 生活水厂	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、人工湿地松林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括杉木、柳叶润楠、石斑木、毛菍、红叶藤、盐肤木、鹅掌柴、白背叶、乌毛蕨、芦竹等。	
----	--------------	--	--

4.2.7.3 输水发电系统工程区生态现状

输水发电系统主要由引水、厂房、尾水 3 大部分组成。·上、下水库进/出水口间水平直线距离约 2755m，距离比为 4.46。上水库进水口位于左岸坝前山脊处，距离左坝肩约 200m；下水库进出水口位于位于下水库左岸冲沟西北处的山脊。根据工程布置，输水发电系统工程区施工场地及设施布置主要有：地下厂房、输水发电标 上库施工营地、1 施工支洞、3 施工支洞、4 施工支洞、5 施工支洞、输水发电标仓库、进场道路、上下库连接道路等。输水发电系统工程区生态现状详见表 4.2.7.3-1。

表 4.2.7.3-1 输水发电系统工程区生态环境现状

序号	工程点位	植被现状	现场照片
1	地下厂房区	土地利用类型以林地为主，植被多为软箭竹林、人工桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括石斑木、鹅掌柴、毛菍、乌毛蕨、鬼针草等。	
2	输水发电标 上库施工营地	土地利用类型以林地为主，植被多为林、五节芒灌草丛等；其他常见的植物包括黄樟、石斑木、柳叶润楠、毛菍、盐肤木、鹅掌柴、芦竹、等。	
3	输水发电标仓库	土地利用类型以林地为主，植被多为人工桉林、人工果林（包括柑橘和香蕉）等；其他常见的植物包括楤木、鬼针草、五爪金龙、野苘蒿、五节芒等。	

4	进场道路	土地利用类型以林地为主，植被多为毛竹林、湿地松林、芒萁灌草丛等；其他常见的植物包括杉木、桉、鹅掌柴、五节芒等。	
5	上下库连接道路、	土地利用类型以林地为主，植被多为桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛、芦竹灌草丛、粽叶芦灌草丛等；其他常见的植物包括毛菍、楤木、鹅掌柴、石斑木、锈毛莓、荩草等。	

4.2.7 生态敏感区

4.2.7.1 保护区概况

a) 地理位置

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区位于广东省汕尾市陆河县境内，地理坐标为东经 $115^{\circ}27'-115^{\circ}45'$ 、北纬 $23^{\circ}8'-23^{\circ}26'$ 之间。保护区总体上呈“上”型，由螺河路河段干流、南北溪、激石溪、螺溪及部分支流组成。螺河干流从咸宜到南告水库，全长40.88km，南溪打鼓潭到螺河干流全长26km，北溪从北龙到螺河干流全长10km，激石溪从上官排到咸宜，全长30km，螺溪从沥背到干流全长20km。樟河水8.8km，河东水10km。

b) 功能区划与命名

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区总体上呈“上”型，由螺河路河段干流、南北溪、激石溪、螺溪及部分支流组成。保护区总面积为 1865.6hm^2 ，其中核心区面积 660hm^2 ，缓冲区面积 817.6hm^2 ，试验区面积 388hm^2 。保护区以螺河干流作为缓冲区，全长40.88km，面积 817.6hm^2 ，以南北溪、激石溪为核心区，全长66km，面积 660hm^2 ，螺溪、樟河水、河东水为实验区，全长38.8km，面积 388hm^2 。

c) 自然地理状况

1) 地质地貌

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区位于莲花山脉南麓，地质构造上属华南褶皱带，在地史上属于华夏古陆和扬子古陆的华南台地。燕山运动的断块和岩浆活动控制东北-西南走向水系（如东江、螺河）的发育，后来的喜玛拉雅造山运动至新构造运动期

间，断块的进一步演化，这种断块对沿海第四纪盆地的发育，对西北-东南向水系(如榕江、螺河)的分布，对与这组水系的走向大致平行的岭谷的延伸，都起着明显控制作用。海漫盛期的泥盆纪及中生代以来，经历多次激烈的华南台地抬升，使原各地质时期沉积的地层褶皱断裂，并伴随大规模的花岗岩入侵。形成了螺河水系的地质和地貌特征。

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区地势大致上北高南低，北、西、东三面山峦起伏，群峰环抱。北部多为高山，中部地势低洼，为河流冲积或洪积山区小平原或小盆地，南部以丘陵台地居多，地势逐步平坦，濒临南海，呈山门敞开之势。故此，陆河县地形由边缘向中间倾斜，中间由北向南倾斜的格局，在地势格局控制下，形成高山、丘陵、盆地的三种地貌类型。

2) 河流特征

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区主要有螺河干流河段，螺河支流南北溪、激石溪和螺溪组成。螺河发源于陆河县南万镇境内的三种凸东坡，高程 1131m，与河源市的紫金县分界。螺河干流全长 102km，河床平均比降 2.69%，河流的弯曲系数为 2.0，总集雨面积 1356km²。其中：陆河县境内，从发源地至牛牯头干流长 63.36km，集雨面积 778km²，占全流域的 57.33%。保护区位于螺河干流的上游河段，崇山峻岭，林木茂盛，河槽跌坎落差大，河床比降陡，区间分支流密布，且集流快，洪峰高，构成深山峡谷溪流飞瀑天然网络，流域多年平均流量 68.1m³/s，多年平均径流深 1671.2mm，多年平均径流总量 15.89 亿 m³。

螺溪支流集雨面积 159km²，陆河县境内 127km²。多年平均流量 7.22m³/s，天然落差 521m，河床平均比降 7.3‰，主支流沿程的各小支流，山势险峻，植被良好，河道狭窄，水资源丰富，潜力大。

南北溪，由南溪水和北溪水组成。南溪水为南北溪支流的主河段，集雨面积 91km²，东西流向，沿程小支流较多。河床多为岩石或卵石出露，河道比降大，弯曲系数小，当地称为“骑马水”。北溪是南北溪的北面支流，发源于鸡公髻嶂（高程 645 米），集雨面积 37 平方公里。流经西湖出石坡宫，在距河口圩 1km 处与主流南溪水汇合，经河口月地埔下侧从左岸注入螺河干流。

南北溪流域集雨面积 128km²，主河道长 26km，多年平均流量 7.36m³/s，河床平

均降价 12.39%。

激石溪水是发源于乌凸山（高程 1233m）的山间河谷，在国营激石溪林场场部三江口，与南面流来的五马归槽水和北面流来的鹰嘴水三水合一后，经山间迂回至北潭林场，纳入江西坑水，曲折流程 11km，至田心村前流入新田盆地，流程 21.9km。

3) 气候水文

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区属亚热带季风气候区，气候温和，雨量充沛，日照充足。其气候除受到地理位置和季风环流的影响外，受山区地形的影响也很显著。年均气温 21.50C，全年以 1 月份温度最低，平均 13.20C，极端气温最低 0.90C，7 月年均气温 27.80C，立秋前后气温最高，极端最高气温 37.80C。年均降雨量 2187mm，日照时数 2138 小时，无霜期 350 天以上，有利于各种生物繁衍和生长。

保护区海洋性气候明显，雨量充沛，年径流量由降雨产生，多年平均径流变化范围在 1500—1700mm 之间，其变差系数 CVy 为 0.4。多年平均径流深 1640mm，年径流总量为 16.48 亿 m³，过境客水量 0.41 亿 m³。

d) 主要保护对象

广东陆河花鳗鲡省级自然保护区具体保护对象为：①目花鳗鲡种群及其赖以生存的栖息地；②保护区内的唐鱼陆河亚种种群及其栖息地。③濒危鱼类异鱲、香鱼；④广东特有鱼类：东坡长汀品唇鳅，白线纹胸𬶐、海丰沙塘鳢；以及有重要研究价值或经济价值的种类如拟细鲫、台湾白甲鱼、花斑拟腹吸鳅、黑叉尾斗鱼。

e) 水生生物资源

根据中国水产科学研究所南海水产研究所《广东陆河花鳗鲡省级自然保护区调整论证报告》（2019），保护区已记录鱼类共有 68 种，隶属于 7 目 20 科 56 属，其中鲤形目(Cypriniformes)4 科 38 属 45 种，占总数的 66.18%；鲇形目(Siluriformes) 4 科 5 属 6 种，占总数的 8.82%；鲈形目(Perciformes)7 科 7 属 11 种，占总数的 16.18%；鱂形目(Cyprinodontiformes) 和颌针鱼目 1 科 1 属 1 种，都占总数的 1.47%。合鳃目(Synbranchiformes) 2 科 2 属 2 种，鳗鲡目(Anguilliformes) 1 科 1 属 2 种，都占总数的 2.94%。

浮游植物组成中蓝藻、绿藻、硅藻等各门类浮游植物共 41 种，隶属于 6 个门，以绿藻门、硅藻门和蓝藻门为主。其中包括绿藻 14 种、蓝藻 6 种、硅藻 18 种、甲藻

1种、裸藻1种、金藻1种。浮游动物41种，其中轮虫种类数最多24种，枝角类5种，桡足类5种，原生动物7种。底栖动物40种（部分为科，或属），其中扁形动物门涡虫纲1种，环节动物门寡毛纲2种，软体动物门腹足纲7种，双壳纲2种；节肢动物门甲壳纲5种，昆虫纲23种，蜻蜓目17种。

4.2.7.2 工程与保护区的位置关系

工程下水库坝址位于吉溪林场山间谷地坐背，位于陆河花鳗鲡省级自然保护区激石溪上游支流600m处。陆河抽水蓄能电站自流排水洞全长约7210m，坡度约1.1‰，进口高程84.7m，出口高程77m，临近陆河花鳗鲡省级自然保护区激石溪河段，工程建设会对激石溪的水文情势产生明显影响。

4.2.8 生态环境质量现状

为深入认识评价区内生态质量特点，运用景观生态学的原理和方法来研究评价区生态体系的组成、特征、生产力及其稳定性。

4.2.8.1 评价区生态体系组成

根据生态学中景观的概念描述可知，景观生态体系的组成即生态系统或土地利用类型结构，本报告用评价区内主要的土地利用类型及相应的生态系统作为景观体系的基本单元拼块来进行景观特征分析。评价区生态体系组成成分及面积见下表。

表 4.2.8.1-1 评价区生态体系组成

景观拼块类型	面积 (hm ²)	所占比例 (%)
1.以桉树、秋枫林、红椎林等为主的阔叶林	656.12	43.07
2.以杉木，湿地松为主的针叶林	425.93	27.96
3.以毛棉杜鹃、大头茶、芒萁、芒等为主的灌丛/灌草丛	238.05	15.63
4.以水稻、玉米等为主的农业植被	144.86	9.51
5以上坪田、下坪田、河塘等为主的水域	14.16	0.93
6.以居住区、道路、裸地等为主的建设用地及其他用地	44.26	2.91
合计	1523.38	100.00

由上表可知，评价区景观生态体系组成成分以桉树、秋枫林、红椎林等为主的阔叶林，面积为656.12hm²，占评价区总面积的43.07%；以杉木，湿地松等为主的针叶林，面积为425.93hm²，占评价区总面积的27.96%；以毛棉杜鹃、大头茶、芒萁、芒等为主的灌丛、灌草丛，面积为238.05hm²，占评价区总面积的15.63%；以水稻、玉米等为主的农业植被，面积为144.86hm²，占评价区总面积的9.51%；水域、河流滩涂，

面积为 14.16hm², 占评价区总面积的 0.93%; 评价区建设用地及其他用地面积为 44.26hm², 占评价区总面积的 2.91%, 评价区森林景观面积占绝对优势, 区域生态环境较好。

4.2.8.2 自然体系生物量现状

根据评价区各类土地的现状调查数据, 以针叶林、阔叶林、竹林、经济林、灌草丛、水生植被等的生物量及耕地的近年平均粮食产量等参数来推算其实际生物量。评价区自然体系生物量现状见表 4.2.8.1-2。

表 4.2.8.1-2 评价区各生态类型的生物量

生态类型	面积 (hm ²)	占总面积 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量 (t)	占总生物量 (%)
阔叶林	656.12	43.07	78.17	51288.90	68.09
针叶林	425.93	27.96	38.6	16440.90	21.83
灌丛及灌草丛	238.05	15.63	28.2	6713.01	8.91
农作物	144.86	9.51	6	869.16	1.15
水域	14.16	0.93	1.2	16.99	0.02
建设用地及其它用地	44.26	2.91	/	/	/
合计	1523.38	100.00		75328.96	100.00

注: 各植被类型平均生物量数据来源于: ①《我国森林植被的生物量和净生产量》(方精云等, 1996); ②《中国森林生态系统的生物量和生产力》(冯宗炜 等, 1999); ③《广东省森林植物生物量及其分布规律的研究》(叶金盛、薛春泉, 2008); ④《广东省森林植被碳储量动态研究》(叶金盛, 余光辉, 2010) 等文献。

由上表可知, 评价区植被总生物量为 75328.96t, 其中阔叶林生物量最多, 其次为针叶林、灌丛及灌草丛, 农作物和水域生态类型生物量较少, 说明森林生态系统是评价区的主要生态类型, 对生态系统的稳定和变化受人为干扰的影响较小。

4.2.8.3 景观生态体系质量现状

景观生态系统的质量现状由评价范围内自然环境, 各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。从景观生态学结构与功能相匹配的理论来说, 结构是否合理决定了景观功能的优劣, 在组成景观生态系统的各类组分中, 模地是景观的背景区域, 它在很大程度上决定了景观的性质, 对景观的动态起着主导作用。模地采用传统的生态学方法来确定, 即计算组成景观的各类斑块的优势度值 (Do), 优势度值大的就是模地。

$$\text{优势度值 (Do)} = \{ (\text{Rd} + \text{Rf}) / 2 + \text{Lp} \} / 2 \times 100$$

密度 (Rd) = 嵌块 i 的数目/嵌块总数×100

频度 (Rf) = 嵌块 i 出现的样方数/总样方数×100

景观比例 (Lp) = 嵌块 i 的面积/样地总面积×100

运用上述参数计算本项目生态评价范围各类斑块优势度值，详见表 4.2.8.3-1。

表 4.2.8.3-1 评价区各类斑块优势度值表

斑块类型	密度 (Rd/%)	频度 (Rf%)	景观比例 (Lp%)	优势度 (Do%)
林 地	57.90	72.54	71.03	68.13
灌草地	20.70	17.38	15.63	17.34
耕 地	15.98	9.66	9.51	11.17
水域及水利设施用地	0.28	0.84	0.93	0.75
建设用地及其他土地	5.13	2.36	2.91	3.33

由上表可知，评价区各斑块类型中，林地是生态环境斑块中对生态质量调控能力最强的高亚稳定性元素类型。林地的优势度 Do 最高，为 68.13%，说明林地是该地区的模地，是本区域内对景观具有控制作用的生态体系部分，所以区域景观生态体系具有较强的生产能力和抗干扰能力，系统调控环境质量能力较强。

4.3 水环境现状

4.3.1 地表水环境

根据抽水蓄能电站工程建设对水质影响的特点，为进一步了解工程涉及水体的水质状况，2022 年 1 月、6 月，我院委深圳市索奥检测技术有限公司对工程建设影响河段的地表水水质进行了监测。地表水水质监测断面选择在上水库坝址处 (SW1)、下水库库中 (SW2)，下游汇入口 (SW3)、激石溪左侧支流 (SW4)、花鳗鲡省级自然保护区 (SW5)，监测项目包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、硒(Se)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、六价铬(Cr⁶⁺)、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等 24 项，监测时间为 2022 年 1 月 10 日~12 日、12 月 13 日~15 日，监测 2 期，连续采样 3 天，每天 1 次。监测结果见表 4.3.1-1~表 4.3.1-2。监测结果显示，上、下水库坝址处地表水各项水质指标均能满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求。

表 4.3.1-1 2022 年 1 月地表水水质监测结果

监测项目	单位	II 类水质标准	SW1 (上库坝址处)			SW2 (下库坝址处)		
			10 日	11 日	12 日	10 日	11 日	12 日
水温	°C	/	15.0	15.0	13.6	17.8	17.8	16.9
pH	无量纲	6~9	6.8	6.6	7.4	6.3	6.6	6.3
溶解氧	mg/L	≥6	8.12	8.34	8.17	8.86	8.76	8.79
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	1.1	1.3	1.3	0.5	0.6	0.8
化学需氧量	mg/L	≤15	7	7	4	5	6	6
五日生化需氧量	mg/L	≤3	0.9	1.0	1.0	0.6	0.8	0.7
氨氮	mg/L	≤0.5	0.062	0.063	0.079	0.029	0.025L	0.025L
总磷	mg/L	≤0.025	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01L
总氮	mg/L	≤0.5(湖、库)	0.21	0.21	0.24	0.23	0.25	0.25
铜	mg/L	≤1	0.00026	0.00014	0.00010	0.00014	0.00009	0.00008L
锌	mg/L	≤1	0.00270	0.00148	0.00148	0.00208	0.00236	0.00207
氟化物	mg/L	≤1	0.16	0.18	0.15	0.40	0.34	0.34
硒	mg/L	≤0.01	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L
砷	mg/L	≤0.05	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0007
汞	mg/L	≤0.00005	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L	0.00001L
镉	mg/L	≤0.005	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L	0.00005L
六价铬	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L
铅	mg/L	≤0.01	0.00014	0.00009L	0.00009L	0.00009L	0.00009L	0.00009L
氰化物	mg/L	≤0.05	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L
石油类	mg/L	≤0.05	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L
硫化物	mg/L	≤0.1	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	4.0×10 ²	2.2×10 ²	20	8.4×10 ²	7.2×10 ²	1.3×10 ³

表 4.3.1-2 2022 年 1 月地表水水质监测结果

监测项目	单位	II类水质标准	SW3(下游汇入口)			SW4(激石溪左侧支流)			SW5(花鳗鲡保护区)		
			10日	11日	12日	10日	11日	12日	10日	11日	12日
水温	°C	/	18.3	18.3	17.8	116.8	16.8	15.4	17.6	17.6	17.1
pH	无量纲	6~9	6.1	5.7	6.4	7.3	6.4	6.5	7.0	7.0	7.1
溶解氧	mg/L	≥6	8.02	7.86	7.89	7.49	8.07	7.89	8.94	8.49	8.84
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	0.8	0.9	1.0	0.6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8
化学需氧量	mg/L	≤15	6	4	4	6	5	7	5	5	6
五日生化需氧量	mg/L	≤3	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7
氨氮	mg/L	≤0.5	0.045	0.025L	0.025L	0.036	0.025L	0.025L	0.064	0.042	0.047
总磷	mg/L	≤0.025	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01L	0.02	0.02	0.02
总氮	mg/L	≤0.5(湖、库)	0.18	0.16	0.20	0.20	0.17	0.20	0.22	0.21	0.19
铜	mg/L	≤1	0.00011	0.00015	0.00008L	0.00008L	0.00008L	0.00008L	0.00072	0.00066	0.00084
锌	mg/L	≤1	0.00176	0.00233	0.00086	0.00222	0.00129	0.00067L	0.00154	0.00067L	0.00250
氟化物	mg/L	≤1	0.39	0.37	0.30	0.35	0.34	0.31	0.27	0.27	0.29
硒	mg/L	≤0.01	0.0004L	0.0004L	0.0004L						
砷	mg/L	≤0.05	0.0007	0.0006	0.0006	0.0007	0.0006	0.0008	0.0023	0.0023	0.0020
汞	mg/L	≤0.00005	0.00001L	0.00001L	0.00001L						
镉	mg/L	≤0.005	0.00005L	0.00005L	0.00005L						
六价铬	mg/L	≤0.05	0.004L	0.004L	0.004L						
铅	mg/L	≤0.01	0.00009L	0.00009L	0.00009L						
氰化物	mg/L	≤0.05	0.001L	0.001L	0.001L						
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L						
石油类	mg/L	≤0.05	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05L	0.05L	0.05L						
硫化物	mg/L	≤0.1	0.005L	0.005L	0.005L						
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	1.5×10 ³	1.6×10 ³	1.4×10 ³	5.2×10 ²	1.1×10 ³	9.2×10 ²	6.4×10 ²	80	7.6×10 ²

本项目上库及下库所在河沟执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类水质标准，根据监测结果可知水质较好。

4.3.2 地下水环境

根据抽水蓄能电站工程建设对水质影响的特点，为进一步了解工程涉及水体的水质状况，2022年1月，我院委深圳市索奥检测技术有限公司对工程建设影响河段的地下水水质进行了监测。地表水水质监测断面选择在上水库坝址（GW1）、下水库坝址（GW2）、地下厂房（GW3）和自流排水洞出口（GW4）。共监测27项：钾、钠、钙、镁、碳酸根、碳酸氢根、氯化物、硫酸盐、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、总大肠菌群、细菌总数。监测结果见表4.3.2-1。

表4.3.2.1-地下水水质监测结果

监测项目	单位	III类标准	监测点位			
			GW1	GW2	GW3	GW4
水温	/	°C	19.5	21.4	22.7	
pH	无量纲	6.5~8.5	7.6	7.2	7.4	
氨氮	mg/L	0.5	0.457	0.265	0.025L	
耗氧量	mg/L	3	2.90	0.40	0.56	
碳酸根	mg/L	/	5L	5L	5L	
重碳酸根	mg/L	/	104	31	104	
氟化物	mg/L	1	1.55	0.474	3.58	
氯化物	mg/L	250	1.08	1.04	1.33	
硝酸盐	mg/L	20	0.562	1.11	1.65	
亚硝酸盐	mg/L	1	0.006	0.009	0.004	
硫酸盐	mg/L	250	0.562	1.11	1.33	
挥发酚	mg/L	0.002	0.0003L	0.0003L	0.0003L	
氰化物	mg/L	0.05	0.002L	0.002L	0.002L	
溶解性总固体	mg/L	1000	145	94	138	
总硬度	mg/L	450	63.4	38.0	59.6	
碳酸根	mg/L	/	5L	5L	5L	
重碳酸根	mg/L	/	104	31	104	

总大肠菌群	MPN/100mL	3	20L	20L	20L	
细菌总数	CFU/mL	100	52	92	67	
钙	mg/L	/	18.2	7.80	23.3	
镁	mg/L	/	1.45	0.83	0.68	
钾	mg/L	/	1.65	1.70	1.03	
钠	mg/L	200	8.02	5.00	14.1	
铁	mg/L	0.3	0.03	0.01L	0.01L	
锰	mg/L	0.1	3.41	0.26	0.03	
砷	mg/L	0.01	0.00140	0.00039	0.00094	
镉	mg/L	0.005	0.00007	0.00005L	0.00005L	
铅	mg/L	0.01	0.00009L	0.00009L	0.00009L	
汞	mg/L	0.001	0.00035	0.00035	0.00024	
六价铬	mg/L	0.05	0.004L	0.004L	0.004L	

4.4 大气环境及声环境现状

4.4.1 评价区空气质量

本工程区域内无工业企业等大气污染源分布。为了解工程区的空气质量，我院委深圳市索奥检测技术有限公司于2022年1月8日~1月14日在工程区设置了2个大气采样点，分别对上水库坝址(A1)、下水库坝址(A2)的二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、总悬浮颗粒物(TSP)、PM₁₀等指标进行监测，监测结果见表4.4.1-1。监测结果显示，工程区监测点位的二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、总悬浮颗粒物(TSP)等指标可以达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准的要求。

表 4.4.1-1 环境空气监测结果汇总

检测点位	采样日期	采样时间	监测结果			
			NO2	SO2	TSP	PM10
上水库坝址 (A1)	2022-1-8	2:00~3:00	0.023	ND		
		8:00~9:00	0.031	ND		
		14:00~15:00	0.030	ND		
		20:00~21:00	0.076	ND		
		日检测均值	0.006	ND	0.030	0.023
	2022-1-9	2:00~3:00	0.027	ND		
		8:00~9:00	0.006	ND		
		14:00~15:00	0.007	ND		
		20:00~21:00	0.027	ND		
		日检测均值	0.004	ND	0.039	0.028

下水库坝址 (A2)	2022-1-10	2:00~3:00	0.100	ND		
		8:00~9:00	0.034	ND		
		14:00~15:00	0.018	ND		
		20:00~21:00	0.008	ND		
		日检测均值	0.005	ND	0.033	0.026
	2022-1-11	2:00~3:00	0.010	ND		
		8:00~9:00	0.068	ND		
		14:00~15:00	0.016	ND		
		20:00~21:00	0.019	ND		
		日检测均值	0.010	ND	0.036	0.027
	2022-1-12	2:00~3:00	0.008	ND		
		8:00~9:00	0.008	ND		
		14:00~15:00	0.017	ND		
		20:00~21:00	0.018	ND		
		日检测均值	0.012	ND	0.042	0.035
	2022-1-13	2:00~3:00	0.019	ND		
		8:00~9:00	0.007	ND		
		14:00~15:00	0.020	ND		
		20:00~21:00	0.013	ND		
		日检测均值	0.014	ND	0.035	0.033
	2022-1-14	2:00~3:00	0.008	ND		
		8:00~9:00	0.009	ND		
		14:00~15:00	0.010	ND		
		20:00~21:00	0.055	ND		
		日检测均值	0.012	ND	0.036	0.024
	2022-1-8	2:00~3:00	0.035	ND		
		8:00~9:00	ND	ND		
		14:00~15:00	0.006	ND		
		20:00~21:00	0.023	ND		
		日检测均值	0.004	ND	0.042	0.032
	2022-1-9	2:00~3:00	0.011	ND		
		8:00~9:00	0.005	ND		
		14:00~15:00	0.022	ND		
		20:00~21:00	0.037	ND		
		日检测均值	0.005	ND	0.041	0.033
	2022-1-10	2:00~3:00	0.041	ND		
		8:00~9:00	0.039	ND		
		14:00~15:00	0.008	ND		
		20:00~21:00	0.126	ND		
		日检测均值	0.006	ND	0.035	0.030
	2022-1-11	2:00~3:00	0.054	ND		
		8:00~9:00	0.021	ND		
		14:00~15:00	0.023	ND		
		20:00~21:00	0.013	ND		
		日检测均值	0.011	ND	0.041	0.032
	2022-1-12	2:00~3:00	0.018	ND		
		8:00~9:00	0.015	ND		
		14:00~15:00	0.017	ND		
		20:00~21:00	0.047	ND		
		日检测均值	0.014	ND		
	2022-1-13	2:00~3:00	0.006	ND		

2022-1-14	8:00~9:00	0.017	ND			
	14:00~15:00	0.009	ND			
	20:00~21:00	0.024	ND			
	日检测均值	0.010	ND			
	2:00~3:00	0.023	ND			
	8:00~9:00	0.007	ND			
	14:00~15:00	0.057	ND			
	20:00~21:00	0.019	ND			
	日检测均值	0.012	ND	0.052	0.046	
备注：检测结果低于方法检出限或未检出以“ND”表示。						

4.4.2 评价区声环境质量

为了解工程区的噪声，我院委深圳市索奥检测技术有限公司于2022年1月8日~1月14日在工程区设置了5个噪声监测点，导流洞出口山坡居民点（N1），下游汇入口居民点（N2）、上水库坝址（N3）、上下库连接道路（N4）、下水库坝址（N5），监测2天，昼夜间各监测1次，每次10min。监测结果见表4.4.2-1。

表4.4.2-1 工程区域环境噪声监测结果汇总表 单位：dB（A）

测点位置	监测结果 等效连续A声级（Leq）				1类声环境标 准		达标情况	
	2022-01-08		2021-10-27					
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
导流洞出口山坡居民点（N1）	37.5	<28	36.1	29.5	55	45	达标	达标
下游汇入口居民点（N2）	44.1	<28	45.3	28.3	55	45	达标	达标
上水库坝址（N3）	34.9	29.6	34.5	<28	55	45	达标	达标
上下库连接道路（N4）	39.7	35.7	39.6	<28	55	45	达标	达标
下水库坝址（N5）	37.1	33.4	41.1	32.9	55	45	达标	达标

现场监测结果表明，工程区域各监测点昼间、夜间均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类声环境功能区噪声限值要求。

4.5 土壤环境现状

我院委深圳市索奥检测技术有限公司于2022年1月9日~1月20日在工程区设置了3个土壤监测点，上水库坝址处（S1）、下水库坝址处（S2）、拟建开关站（S3），均采集表层土样。监测结果见表4.5.1-1。

表4.5.1-1 工程占地范围内（永久用地）土壤现状监测结果 mg/kg

检测项目	监测点位			建设用地第二类用地筛选值
	上水库坝址处(S1) (黄灰色、潮、砂壤土)	下水库坝址处(S2) (灰褐色、潮、砂壤土)	拟建开关站(S3) (黄色、干、砂土)	
镍	ND	ND	ND	900
铜	8	5	4	18000
砷	7.97	3.50	9.04	60
镉	0.02	0.02	ND	65
铅	8.6	8.5	6.1	800
汞	0.163	0.129	0.197	38
六价铬	ND	ND	ND	5.7
四氯化碳	ND	ND	ND	2.8
氯仿	0.0014	0.0015	0.0012	0.9
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	9
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	5
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	66
顺式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	596
反式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	54
二氯甲烷	0.0020	0.0020	0.0021	616
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	5
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	10
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	6.8
四氯乙烯	ND	ND	ND	53
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	840
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	2.8
三氯乙烯	ND	ND	ND	2.8
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	0.5
氯乙烯	ND	ND	ND	0.43

苯	ND	ND	ND	4
氯苯	ND	ND	ND	270
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	560
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	20
乙苯	ND	ND	ND	28
苯乙烯	ND	ND	ND	1290
甲苯	ND	ND	ND	1200
间、对-二甲苯	ND	ND	ND	570
邻二甲苯	ND	ND	ND	640
硝基苯	ND	ND	ND	76
苯胺	ND	ND	ND	260
2-氯酚	ND	ND	ND	2256
苯并(a)蒽	ND	ND	ND	15
苯并(a)芘	ND	ND	ND	1.5
苯并(b)荧蒽	ND	ND	ND	15
苯并(k)荧蒽	ND	ND	ND	151
䓛	ND	ND	ND	1293
二苯并(a,h)蒽	ND	ND	ND	1.5
茚并 (1,2,3-cd)芘	ND	ND	ND	15
萘	ND	ND	ND	70

备注：检测结果低于方法检出限或未检出以“ND”表示，重金属和类金属砷均按元素总量计。

现场监测结果表明，工程区土壤无酸化或碱化、未盐化，工程占地范围内（永久占地）各监测点土壤环境现状监测结果均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地的筛选值，工程区域土壤环境现状质量良好。

4.6 电磁环境质量现状

我院委深圳市索奥检测技术有限公司于2022年1月9日在工程区拟建开关站(E1)

设置监测点位。监测结果见表 4.6.1-1。

表 4.6.1-1 工程区电磁辐射现状监测结果

监测地点	线路电压/电站 母线电压 (KV)	监测结果	
		工频电场强度 (V/m)	工频磁场强度 (μ T)
拟建 500KV 开关站站址中心 (E1)	0	0	0

从表 4.4.6-1 可知，拟建 500kV 开关站站址处的工频电场强度和工频磁感应强度监测值远小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中的工频电场 4000V/m、磁感应强度 100 μ T 的控制限值，本工程建设区域电磁环境质量良好。

4.7 水土流失现状

4.7.1 项目区水土流失调查

按照水利部《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，汕尾市陆河县土壤侵蚀类型为南方红壤丘陵区，容许土壤流失量为 500t/(km²·a)，侵蚀强度为轻度。根据水土保持方案，项目区除现有水库库底裸露，其他区域植被茂盛。拟建项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主，侵蚀强度属轻度，水土流失背景值为 500t/(km²·a)。



图 4.7.1-1 项目区场地现状

4.7.2 区域水土流失现状

根据水利部办公厅通知《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保[2013]188 号)、《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(2015 年 10 月 13 日)、《汕尾市水土保持规划(2017 年~2030 年)》(2018 年 12 月)和《陆河县水土保持规划(2019~2030

年)》(2019年12月),项目管理区及进场道路用地位于广东省水土流失重点治理区。根据《广东省第五次水土流失遥感普查成果报告》(2019年5月),陆河县土壤侵蚀总面积为 86.11km^2 ,其中轻度侵蚀面积为 60.00km^2 ,中度侵蚀面积 10.19km^2 ,强烈侵蚀面积 7.48 km^2 ,极强烈侵蚀面积 5.42km^2 ,剧烈侵蚀面积 3.02km^2 。土壤侵蚀类型及面积情况详见表4.7.2-1。

表 4.7.2-1 陆河县土壤侵蚀类型及面积一览表 单位 km^2

区域	土地总面积	轻度侵蚀	中度侵蚀	强烈侵蚀	极强烈侵蚀	剧烈侵蚀	土壤侵蚀总面积
陆河县	1005	60.00	10.19	7.48	5.42	3.02	86.11

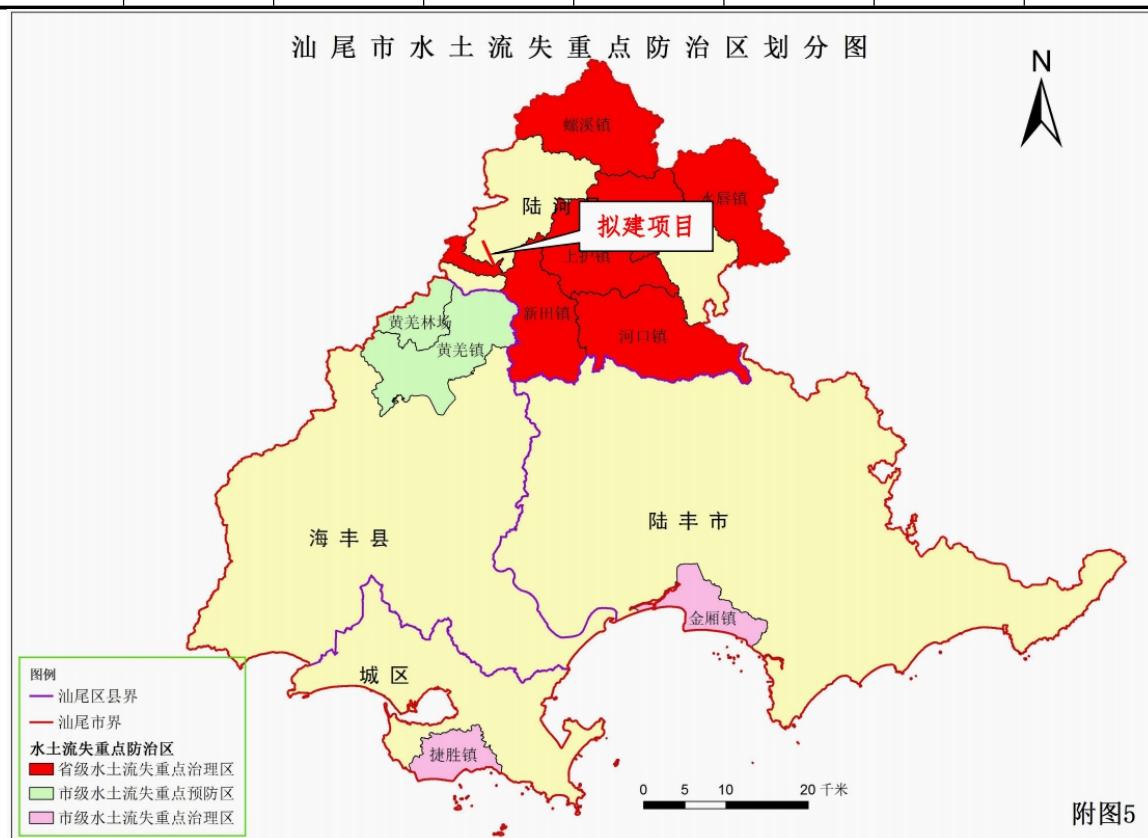


图 4.7.2-1 汕尾市水土流失重点防治区划分图



图 4.7.2-2 陆河县水土流失重点防治区划分图

4.8 社会环境

汕尾市位于广东省东南部，下辖城区、海丰县、陆河县，代管陆丰市。2020年，汕尾市地区生产总值 1123.81 亿元。其中，第一产业完成增加值 159.64 亿元，增长 4.1%；第二产业完成增加值 408.26 亿元，增长 4.5%；第三产业完成增加值 555.90 亿元，增长 4.8%。三次产业结构为 14.2:36.3:49.5。

陆河县域总面积 1005km²，下辖河田、河口、螺溪、新田、上护、水唇、东坑、南万 8 个镇和国营吉溪林场，总人口 35.4 万。新田镇位于陆河县西南端，与海丰、陆丰、惠东、紫金等四市县八乡镇为邻，下辖 13 个村委会和 1 个居委会，人口 4.2 万，面积 182 km²(含国营吉溪林场)，其中耕地 1240hm²，山地 1.1 万 hm²，全镇地势北向南倾斜，属丘陵地。新田镇是传统的农业镇，盛产水稻、甘薯、糖蔗、花生、亚热带水果，还有马铃薯、生姜、蔬菜等。

4.8 文物矿产

4.8.1 文物古迹

2021年12月，广东省文物考古研究所对陆河抽水蓄能电站工程建设征地区域内文物进行考古调查、勘探工作，并由广东省文物考古研究所编制了《广东陆河抽水蓄能电站工程项目文物考古调查、勘探工作报告》。根据文物调查、勘探工作报告，发现经过全面而细致的考古调查和勘探工作，在广东陆河抽水蓄能电站工程项目规划用地范围内发现遗物点1处，为博背村遗物点。此外，还对项目征地红线外且距离最近的1处不可移动文物点进行了复查，即红二师纪念亭，属第三次全国文物普查登记的不可移动文物点。

以上均未涉及县级(含)以上文物保护单位。

4.8.2 压覆矿产资源

根据汕尾自然资源局《关于广东陆河抽水蓄能电站项目用地是否压覆矿产资源的复函》(汕自然资函〔2021〕1760号)，工程建设征地范围内无压覆上表矿区，无压覆已设采矿权，探矿权。

4.9 人群健康

区域社会经济发展较快，人民群众的生活水平及卫生条件改善较好，人群健康情况良好，地方病现已消灭，近年来均未发生过大规模的传染性疾病。区域较常见的传染性疾病主要有病毒性肝炎、病疾、伤寒、痢疾、钩端螺旋体等。

5 环境影响预测评价

5.1 水文情势变化分析

5.1.1 区域来水分析

陆河抽水蓄能电站工程站上水库库址位于新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库，下水库位于西河。

通过采用历年降雨系列和降雨径流关系求得水库的年径流系列，陆河上、下库坝址年径流成果，与等值线图以及邻近流域腰古水文站、共成水库径流进行对比分析，结果如下表。

表 5.1 -1 查等值线图与相邻流域各测站径流特征值对照表

水系	河名	站名	集水面积 (km ²)	径流 系列	多年平均 流量 (m ³ /s)	径流深 (mm)	径流模数 (L/(s·km ²))	面降水 (mm)	径流 系数
螺河	激石水	陆河蓄能上 水库	1.3	1963～ 2018	0.06	1500	47.6	2234	0.67
螺河	激石水	陆河蓄能下 水库	15.3	1963～ 2018	0.73	1500	47.6	2234	0.67
螺河	螺河 干流	蕉坑 水文站	1104	1955～ 2018	59.6	1702	54.0	2132	0.80
等值线图					1500	47.6	2100	0.71	

采用本工程上、下水库坝址 1963～2018 年的年径流系列，利用数学期望公式计算经验频率，并以 P-III 线型适线，确定统计参数，计算上、下水库坝址设计年径流多年平均年、月径流及径流成果如下表。

表 5.1-2 陆河抽水蓄能电站上、下库多年平均流量及年内分配表

流域	项目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年
上 水 库	流量 (m ³ /s)	0.06	0.08	0.13	0.12	0.11	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06
	径流量 (万 m ³)	15.8	22.2	34.3	32.5	30.3	20.2	7.7	4.9	4.9	5.3	6.5	10.4	195.0
	径流深 (mm)	121.2	170.9	264.2	249.9	233.0	155.2	59.1	37.7	37.9	40.5	50.3	80.1	1500.0
	占(%)	8.08 %	11.39 %	17.61 %	16.66 %	15.53 %	10.35 %	3.94 %	2.52 %	2.53 %	2.70 %	3.35 %	5.34 %	100%
下 水	流量 (m ³ /s)	0.72	0.98	1.56	1.43	1.33	0.92	0.34	0.22	0.22	0.23	0.32	0.46	0.73
	径流量 (万 m ³)	185.4	261.4	404.2	382.4	356.5	237.5	90.5	57.7	58.0	61.9	77.0	122.5	2295.0

库	径流深 (mm)	121.2	170.9	264.2	249.9	233.0	155.2	59.1	37.7	37.9	40.5	50.3	80.1	1500. 0
占(%)		8.08 %	11.39 %	17.61 %	16.66 %	15.53 %	10.35 %	3.94 %	2.52 %	2.53 %	2.70 %	3.35 %	5.34 %	100%

表 5.1-3 陆河抽水蓄能电站上、下水库坝址设计年径流量成果表

坝 址	平均径流 量(万 m ³)	Cv	Cv/Cs	设计值(m ³ /s)						
				5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
上水库	195	0.31	2	303.9	275.4	231.7	188.8	151.6	122.6	107.3
下水库	2295	0.31	2	3576.6	3240.9	2726.7	2221.9	1783.8	1443.4	1262.8

根据分析结果，陆河抽水蓄能电站上、下坝址径流系数采用径流系数为 0.67 略小于等值线图查算值也偏于安全，本工程上、下坝址径流模数和径流系数位于变化区间内，符合地区降水、径流变化规律，本工程上、下水库坝址多年平均流量成果取值 $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $0.73 \text{ m}^3/\text{s}$ 合理。

5.1.2 生态用水需求分析

根据《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会议纪要》的函(环办函[2006]11 号文)、“关于印发《水电水利建设项目生态用水、低温水和过鱼 设施环境影响评价技术指南(试行)》的函”(环评函[2006]4 号文)和《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z712-2014)，为维护河段水生生态系统稳定，水利水电工程必须下泄一定的生态流量，将其纳入工程水资源综合配置中统筹考虑。生态流量需要考虑以下因素：①工农业生产及生活需水量；②维持水生生态系统稳定所需水量；③维持河道水质的最小稀释净化水量；④维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量；⑤水面蒸发量；⑥维持地下水位动态平衡补给需水；⑦ 航运、景观和水上娱乐环境需水量；⑧河道外生态需水量。对于不同的河流，其需水对象的主要功能存在差异，相应生态用水应根据其具体的主要功能而定，其考虑的对象和重点也应有所区别。上述 8 个方面水量相互重叠、互相补充。

5.1.2.1 上水库坝下生态流量分析

(1) 工农业生产及生活需水量

根据现场情况调查，工程上下库淹没区和工程占地区涉及土地利用类型以林地为主，耕地次之，有部分耕地为基本农田，项目区域内无村落。因此基本不考虑生活用水量，仅考虑少量灌溉用水量。

(2) 维持水生生态系统稳定所需水量

根据现场踏勘和水生生态调查结果，工程上水库所在河道水深一般不超过1m，不具备大型鱼类生存，河道内渔获物基本以小型鱼类为主，鱼类资源种类简单，资源量不大，个体较小，不属于洄游性鱼类。根据现场调查，工程区无规模性鱼类三场一通道分布。

(3) 维持河道水质的最小稀释净化水量

工程上水库坝下河道两岸植被覆盖率高，无工矿企业及居民，排入河流的污废水量较少，本次已考虑泄放最小生态流量维持河流水体功能，不需额外新增水量稀释污染物。

(4) 维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量

本工程位于陆河县，不涉及河口和咸潮。

(5) 水面蒸发量

工程上水库所在流域径流主要以降水补给为主，地下水补给较少，减水河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于减水区间汇流量而言很少。

(6) 维持地下水位动态平衡补给需水

工程区地下水主要来源于大气降水补给，根据地下水赋存条件，可分为基岩裂隙水和孔隙性潜水。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙、断层破碎带中，以潜水类型为主；孔隙性潜水分布于第四系覆盖层及全风化岩(土)层内，埋藏深浅不一，直接受大气降水补给，沿覆盖层或基岩面渗出，或侧向补给基岩裂隙性水，因此也不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(7) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

工程上、下库所在溪沟规模较小，无航运、景观和水上娱乐的需要，因此，不存在航运、景观和水上娱乐需水量。

(8) 河道外生态需水量

河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。工程区天然降水充沛，现状植被主要依靠天然降水，没有从周边河道取水灌溉的需求。

(9) 用水需求综合分析

综上所述，本工程上水库坝址下游评价范围河段内无无航运用水要求，无需考虑下游工农业及生活用水、河水补给地下水量、水面蒸发所损耗的水量、维持河流水生态功能的最小稀释净化水量、景观用水等，最小生态环境需水量考虑范围主要为维持

水生生物生态系统稳定所需要的水量。

本工程主要采用 Tennant 法和 90% 保证率法综合比较后确定减水河段维持水生生态系统稳定所需水量。

① Tennant 法

根据《河湖生态需水评估导则（试行）》（SL/Z 479-2010），维持水生生态系统稳定所需水量采用 Tennant 法计算时，最小下泄流量达到多年平均流量的 10% 时，已能使河道维持在“一般”状态。上水库坝址多年平均流量为 $0.06\text{m}^3/\text{s}$ ，则生态基流取多年平均流量的 10%，即为 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ 。

② 90% 保证率法

以 90% 保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据坝址处系列径流数据，90% 保证率坝址处月径流过程见表 5.1-4。分析表中数据可知，上水库坝址处 90% 保证率最枯月平均流量为 $0.02\text{m}^3/\text{s}$ ，小于 Tennant 法所取生态流量 $0.06\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 5.1-4 工程上水库坝址处 90% 保证率径流年内分配成果表

项目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年
流量 (m^3/s)	0.06	0.08	0.13	0.12	0.11	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06

因此，综合确定陆河抽水蓄能电站上库坝址处最小下泄生态流量为 $0.006\text{ m}^3/\text{s}$ 。

5.1.2.2 下水库坝下生态流量分析

(1) 工农业生产及生活需水量

根据现场情况调查，工程上下库淹没区和工程占地区涉及土地利用类型以林地为主，耕地次之，有部分耕地为基本农田，项目区域内无村落。因此基本不考虑生活用水量，仅考虑少量灌溉用水量。

(2) 维持水生生态系统稳定所需水量

根据现场踏勘和水生态调查结果，评价区所在的激石溪河流为山溪型河流，产卵场以粘砾石卵鱼类产卵为主，分布较为零散，无固定成规模产卵场。但工程下库距离陆河花鳗鲡省级自然保护区最近距离仅为 600m，工程所在激石溪支流为花鳗鲡保护区核心区河段激石溪的主要支流，根据水文资料分析，激石溪支流多年平均径流量占激石溪的径流量比重很小，因此，下库坝址下泄流量需考虑坝址下游至汇合口段水生生态系统需水量。

(3) 维持河道水质的最小稀释净化水量

工程下水库坝下河道两岸植被覆盖率高，无工矿企业，有少部分农田，排入河流的污废水量较少，本次已考虑泄放最小生态流量维持河流水体功能，不需额外新增水量稀释污染物。

(4) 维持河口泥沙冲淤平衡和防止咸潮上溯所需水量

本工程位于陆河县，不涉及河口和咸潮。

(5) 水面蒸发量

工程上水库所在流域径流主要以降水补给为主，地下水补给较少，减水河段水面较窄，水面蒸发消耗的水量对于减水区间汇流量而言很少，故由此引起的水量损耗不予考虑。

(6) 维持地下水位动态平衡补给需水

工程区地下水主要来源于大气降水补给，根据地下水赋存条件，可分为基岩裂隙水和孔隙性潜水。基岩裂隙水赋存于基岩裂隙、断层破碎带中，以潜水类型为主；孔隙性潜水分布于第四系覆盖层及全风化岩(土)层内，埋藏深浅不一，直接受大气降水补给，沿覆盖层或基岩面渗出，或侧向补给基岩裂隙性水，因此也不存在维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

(7) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

工程上、下库所在溪沟规模较小，无航运、景观和水上娱乐的需要，因此，不存在航运、景观和水上娱乐需水量。

(8) 河道外生态需水量

河道外生态需水量，包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。工程区天然降水充沛，现状植被主要依靠天然降水，没有从周边河道取水灌溉的需求。

(9) 用水需求综合分析

综上所述，本工程下水库坝址下游评价范围河段内无无航运用水要求，无需考虑下游工农业及生活用水、河水补给地下水量、水面蒸发所损耗的水量、维持河流水生态功能的最小稀释净化水量、景观用水等，最小生态环境需水量考虑范围主要为维持水生生物生态系统稳定所需要的水量。

本工程主要采用 Tenant 法和 90%保证率法综合比较后确定减水河段维持水生生态系统稳定所需水量。

① Tennant 法

根据《河湖生态需水评估导则（试行）》（SL/Z 479-2010），维持水生生态系统稳定所需水量采用 Tennant 法计算时，最小下泄流量达到多年平均流量的 10%时，已能使河道维持在“一般”状态。下水库坝址多年平均流量为 $0.73\text{m}^3/\text{s}$ ，则生态基流取多年平均流量的 10%，即为 $0.073\text{m}^3/\text{s}$ 。

② 90%保证率法

以 90%保证率最枯月平均流量作为河流基本生态环境需水量，根据坝址处系列径流数据，90%保证率坝址处月径流过程见表 5.1-5。分析表中数据可知，上水库坝址处 90%保证率最枯月平均流量为 $0.22\text{m}^3/\text{s}$ ，小于 Tennant 法所取生态流量 $0.73\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 5.1-5 工程下水库坝址处 90%保证率径流年内分配成果表

项目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年
流量 (m^3/s)	0.72	0.98	1.56	1.43	1.33	0.92	0.34	0.22	0.22	0.23	0.32	0.46	0.73

因此，综合确定陆河抽水蓄能电站下库坝址处最小下泄生态流量为 $0.073\text{ m}^3/\text{s}$ 。

5.1.3 施工期影响

5.1.3.1 施工期用水需求

根据广东陆河抽水蓄能电站工程建设施工期计划安排，工程分为四个阶段：即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期，工程施工总工期 82 个月(含筹建期)。

上、下水库水源分别选取上、下水库冲沟，其中，上水库集雨面积 1.3km^2 ，下水库集雨面积 15.3km^2 (不含上水库)。根据施工规划，上水库区施工用水高峰发生在第 3 年 3 月，高峰期施工生产用水规模为： $116\text{m}^3/\text{h}$ ，高峰期施工人数约 600 人，生活用水规模为： $15\text{m}^3/\text{h}$ 。下水库区施工用水高峰发生在第 3 年的 6 月份，高峰期施工生产用水规模为： $622\text{m}^3/\text{h}$ ，高峰期施工人数约 2400 人，生活用水规模为： $75\text{m}^3/\text{h}$ 。

5.1.3.2 施工期取水来源

本工程上、下水库相距较远，高差较大，为减少供水设施规模及投资，根据施工总布置规划，先按就近供水原则，采用上、下水库分区供水。

a) 上水库区

上水库生产、生活取水点有两个，分别位于围堰上游河道上和上坪田水库。设置取水泵站，送水至上水库调节水池，水池位于上水库副坝四东侧的山包顶部，高程 890.00m，调节水池设两组，总调节容量 600.00m³。上水库施工区消防用水量按同时发生 1 起火灾，持续 2h 计算，一次消防用水量为 108.00m³，贮存于生产水池内。上水库的施工用水、混凝土系统用水、企业加工厂用水、生活用水均由高程 890.00m 调节水池接引。

b) 下水库区

在大沥唇水电站尾水下游增设取水设施，自流至下水库调节水池，供应下水库施工用水，由大沥唇水电站尾水下游敷设管道至下水库右岸高程 285.00m 生产生活调节水池，总调节容量 1000m³。下水库的施工用水、企业加工厂、砂石系统、混凝土系统用水、施工消防用水由高程 285.00m 生产生活调节水池接引。

业主营地生活用水由大沥唇水电站尾水下游的拦水坝接引，并在业主营地西的西北侧建一座生活水厂。

下水库消防用水量按同时发生 1 起火灾，持续 2h 计算，一次消防用水量为 108m³，贮存在 310.00m 消防水池。

5.1.3.3 施工期影响分析

a) 施工期项目用水分析

本工程上、下水库相距较远，高差较大，为减少供水设施规模及投资，根据施工总布置规划，先按就近供水原则，采用上、下水库分区供水方案进行水量平衡计算。

施工供水系统为临时系统，为了合理控制系统建设规模，本工程按 P=75% 月均来水量进行分析。上、下水库施工高峰期月均用水量及缺水量情况见表 5.1.3-1、表 5.1.3-2。

表 5.1.3-1 上水库施工高峰期月平均用水量分析表（按坝址径流分析）

时间		第 2 年						第 3 年					
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
上水库月用水量	万 m ³	3.03	3.33	3.35	3.43	3.67	3.48	4.21	4.21	4.36	3.34	1.84	1.84
上水库月均来水量 P=75%	万 m ³	12.44	45.10	8.55	5.70	1.56	5.96	9.33	6.22	7.52	5.18	19.44	24.88

上水库月均 余缺水量	万 m ³	9.41	41.77	5.20	2.27	-2.12	2.49	5.12	2.01	3.15	1.85	17.60	23.05
---------------	------------------	------	-------	------	------	-------	------	------	------	------	------	-------	-------

表 5.1.3-2 下水库施工高峰期月平均用水量分析表（按坝址径流分析）

时间		第 2 年						第 3 年					
		7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
下水库 月用水量	万 m ³	19.33	19.33	19.24	19.21	18.67	18.62	18.35	18.35	19.84	22.85	22.85	23.34
下水库月 均来水量 $P=75\%$	万 m ³	159.15	575.42	109.38	73.35	19.44	74.91	117.68	81.13	95.64	67.65	248.05	318.82
下水库月 均 余缺水量	万 m ³	139.82	556.10	90.15	54.15	0.77	56.29	99.32	62.78	75.81	44.80	225.20	295.47

分析高峰年逐月用水量与来水量，上水库仅有第 2 年 11 月来水量不能满足用水量要求，结合上库施工导流布置，枯水期施工生产用水可利用现有的上坪田水库供水。考虑施工导流和后期运行，上坪田水库大坝需拆除至高程 826.00m，保留库容约 9.50 万 m³，可满足上水库施工供水调蓄需要。下水库各月份来水量均能满足用水量要求。

b) 对下游河段影响

工程所在的激石溪河段主要为山溪生境，施工用水首先保证取水断面保障其下泄多年平均流量的 10% 作为生态流量，才考虑施工用水。因此工程施工对取水点下游河段水文情势存在一定影响，但是通过保证下泄最小生态流量起到一定缓解作用。

5.1.4 水库初期蓄水

根据施工组织进度安排，陆河抽水蓄能电站上、下水库导流洞下闸蓄水时间为第 4 年 3 月初，第 1 台机组正式投产时间为第 5 年 6 月底，以后每 3 个月投产 1 台机组，到第 6 年 4 月底所有机组投产发电。

根据施工计划安排，陆河抽水蓄能电站首台机组正式投产时间为第 5 年 6 月底，根据国内已建抽水蓄能电站的经验，首台机调试运行时间一般为 2~3 个月，本次按 3 个月考虑，即首台机开始调试运行的时间为第 5 年 3 月底。

由于陆河抽水蓄能电站上水库集水面积较小，坝址多年平均年径流量仅 195.5 万 m³，按照施工组织安排，经分析计算，上水库来水量扣除蒸发、渗漏损失、生态流量和下游用水后，水库蓄水量无法满足蓄至死库容的要求，初步判断，一般情况下，陆河抽水蓄能电站首台机组调试运行无法从发电工况启动，建议按抽水工况启动。

以抽水工况启动时，上水库蓄水需完全充填单条引水道，并蓄水至进/出水口底

板高程，相应蓄水量为 26 万 m³，上、下水库总蓄水量需满足上水库死库容、下水库死库容、单条引水隧洞充填水量、单条尾水隧洞充填水量和首台机调试 4h 所需水量，共需蓄水 347 万 m³。

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日满发利用小时数 9h 要求所需水量。根据上述蓄水要求，陆河抽水蓄能电站初期蓄水各阶段所需水量成果见表 5.1.4-1。

表 5.1.4-1 初期蓄水各阶段各需水量

项目	投产时间	累计需水量 万 m ³	备注
第 1 台机组调试运行	第 5 年 3 月底	347	其中上水库 121 万 m ³ ，下水库 226 万 m ³
第 1 台机组正式投产	第 5 年 6 月底	464	水量可交换，上、下水库总水量满足要求即可
第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底	646	
第 3 台机组正式投产	第 6 年 1 月底	858	
第 4 台机组正式投产	第 6 年 4 月底	1070	

根据上、下水库坝址长系列月径流资料，从起蓄到各机组投产阶段的不同蓄水历时，对上、下水库天然径流量进行蓄水时段组合滑动排频，选取 P=75% 保证率相应的来水时段，考虑蒸发、渗漏损失及下游用水要求，计算初期蓄水期间上、下水库可蓄水量，成果见表 5.1.4-2。

表 5.1.4-2 初期蓄水计算成果表(75%保证率来水) 单位：万 m³

投产台数	总需蓄水量	上水库		下水库		上下水库 可蓄水量合计
		径流量	可蓄水量	径流量	可蓄水量	
首台调试	347	145	78	1711	1497	1575
1	464	217	129	2625	2307	2436
2	646	276	161	3375	2966	3127
3	858	287	161	3524	3090	3251
4	1070	302	165	3698	3240	3405

由表 5.1.4-2 可见，对于 P=75% 保证率来水时段，上、下水库总蓄水量均可满足首台机组调试和 4 台机组投产的需水要求。因此，在 P=75% 保证率来水情况下，电

站初期蓄水计划可满足电站初期运行的水量要求。

水库蓄水对下游水文情势存在一定影响，但由于每月都考虑了下泄生态流量，对枯水期影响起到一定减缓作用。本工程上、下库均位于激石溪支流，蓄水取水区域所占流域面积较小，加之土库坝址下泄 10% 的生态流量，以及蒸发渗漏损耗中的渗漏水量最终也将回归至坝址下游，可减缓对上水库坝下激石溪支流河段水文情势的影响。花鳗鲡省级自然保护区位于激石溪，河段流量主要来自本身干流，本工程的建设对保护区河段水文情势基本无影响。

5.1.5 工程运行对水文情势的影响分析

5.1.5.1 上游水文情势影响分析

工程上水库位于激石溪流域北部，为流域内最高山间盆地，坝址以上流域集雨面积 1.3km^2 ，干流长 1.46km，河道平均坡降 19‰。下水库位于上水库南面约 3km 处的石碣元、大冬排一带，坝址以上流域集雨面积 16.6km^2 ，干流长 8.4km，河道平均坡降 101‰。下库库盆主要为一北西向冲沟和一北东向冲沟交汇形成，平坦开阔。

陆河抽水蓄能电站为日调节电站，根据电站运行调度方式，一般白天放水发电，晚上抽水蓄能。调节水量在上、下库中循环使用，除蒸发渗漏损失外，水量损耗较小。电站处于发电工况和抽水工况时，上、下库水位和库容均相应产生变化，每一时段库水位的变化随该时段发电量的大小而定，同时也与水库当时的蓄水量有关。

由于兴建水库，上、下水库蓄水后抬高了水库上游河道水位。当上水库达到正常蓄水位时，上水库坝址处水位相较于现状已建下坪田水库正常蓄水位，坝前水位抬高 38m 左右，下水库坝址处水位比原河道水位抬升了约 70m。下水库与上水库属激石溪同一支流，上水库流域面积小、河道距离短且坡降陡，水库形态呈盆状，上水库建成后的水面四周均被大坝和山体围绕，库内各冲沟的平均坡降在 10%~15% 之间，远大于临界坡降，洪水时为急流状态，相较于正常蓄水位不会产生回水上延，下水库 20 年一遇回水淹没长度为 1.17km。电站修建后，上水库、下水库大坝壅水，使库区内水深变大，河道水面比降变缓，流速也大为减缓，水流挟沙力降低，使入库的悬移质沿库区落淤，推移质淤积于库尾的变动回水区，随着水库运用年限的增加，淤积量不断增加。上水库淤积的泥沙主要为径流挟带的泥沙，水库运行 100 年后，淤积总量 9.1 万 m^3 ，按全部淤积在死库容内考虑，约占死库容 7.5%，按全部淤积在调节库容内考虑，约占调节库容 0.98%，有效库容淤损率较小。因此水库建设对上水库库区河

势影响较小；下水库运行 100 年后，泥沙淤积总量为 33.3 万 m³，下水库天然来沙大部分淤积在有效库容内，但淤积总量不大，水库运行 100 年有效库容淤损率为 3.73%，小于水库发电调节库容裕度。根据泥沙淤积沿程分布图，水库泥沙淤积一般集中在库尾的缓坡段，坝前段及进出水口附近泥沙淤积较少。

工程建成后，上、下水库库区的水文情势较原来水库及天然河道发生了变化，水位大幅升高，水深加大，水域面积增加，水面蒸发量增大。进而引起库区水流流速减小，导致水流含沙量沉积；水库下游段水流流速加大，导致河床冲刷。所以，兴建水库对于水库坝址上下游局部河段的水位、水流态势、水文情势有一定影响。

5.1.5.2 对下游水文情势影响分析

根据抽水蓄能电站运行方式，电站处于发电工况时，水量从上水库逐渐转移至下水库，上水库水位从正常蓄水位逐步消落至死水位；电站处于抽水工况时，水量从下水库逐渐转移至上水库，下水库水位从正常蓄水位逐步消落至死水位。

陆河抽水蓄能电站为日调节性能，根据电网需求运行频繁，本次计算蒸发量以上水库满库(下水库死水位)及下水库满库(上水库死水位)两种工况为代表进行分析计算，取其蒸发量平均值；上、下水库水库渗漏量以渗漏系数乘平均库容。

上、下水库每月蒸发、渗漏水量如表 5.1.5-1 所示：

表 5.1.5-1 陆河抽水蓄能电站运行期上、下水库蒸发渗漏量 单位：万 m³

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
蒸发水量	1.6	1.5	1.5	2	2.9	3.3	4.4	4.3	4.2	3.9	2.8	2.2	34.6
渗漏水量	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	62.4
合计	6.8	6.7	6.7	7.2	8.1	8.5	9.6	9.5	9.4	9.1	8	7.4	97

抽水蓄能电站进入正常运行后，工程本身正常运行期补水主要考虑补充上、下水库蒸发、渗漏损失水量，年取水量为 97 万 m³，此外，还需由生活取水坝取用 2.67 万 m³ 水量，用于运行期永久办公生活区用水。运行期取水量合计为 99.67 万 m³。

电站运行期取用水量相当于上、下水库坝址以上流域多年平均来水量的 3.7%，占下水库所在支流与激石溪干流汇河口以上径流量的 3.5%，占激石溪流域多年平均径流量的 0.9%，占新田河流域多年平均径流量 3.14 亿 m³ 的 0.3%。抽水蓄能电站本身新增耗水量很小，而且电站运行期补水优先保证下游河道生态用水需要，项目正常运行期取水对区域资源环境基本不会产生影响。

运行期水库对河道来水量基本不产生调蓄作用，上游河道来水过程经过水库时仍处于天然下泄状态，水库下游河道流量过程基本属于自然流态。由于电站运行期发电本身不消耗水量，河道来水量只需要补充建水库后的蒸发、渗漏损失水量。其中，绝大部分水库渗漏水量仍然回归下游河道，所以它基本不消耗河道径流量，与此同时使河流量过程变化的更有利于水库下游生态补水和生产、生活用水需要。

综合上述分析，对水库下游流量及其过程的变化影响较小。

5.1.6 工程影响范围内其他供水工程影响

5.1.6.1 对下游供水工程影响

a) 下游供水工程情况

经调查，上、下水库所在激石溪支流主要分布的林地、耕地均计划征收，无其他农村生活取水户，沿激石溪干流 主要分布有激石溪村、湖坑村、新田镇镇区及深圳（汕尾）产业转移工业园陆河产业集聚区等用水户。

其中，激石溪村及湖坑村农村生活用水均由各村小型集中供水工程提供，激石溪村水厂供水人口 1281 人，设计供水 $300\text{m}^3/\text{d}$ ，取水水源为激石溪村以北约 1 公里处的激石溪小支流上的拦水陂；湖坑村水厂供水人口 2850 人，设计供水 $500\text{m}^3/\text{d}$ ，取水水源为湖坑村以西约 800 处的激石溪小支流上的拦水陂。

新田镇新溪自来水厂根据陆河县发展和改革局《关于陆河县新田镇城镇供水改扩建工程可行性研究报告（二期）的批复》，于新田镇湖坑村委神鱼控，建设溪自来水厂，水厂占地面积 23500m^2 ，建设规模为 3 万 m^3/d 。水厂主水源为章姑潭拦水陂，位于激石溪干流上自陆河抽蓄电站所在支流汇入口下游 3.2km 处，集雨面积 32.3km^2 ，最高日取水量为 3 万 m^3/d ，平均日取水量为 2.295 万 m^3/d ，年取水总量为 837.522 万 m^3 。备用水源湖坑村神鱼控拦水陂位于激石溪小支流，集雨面积 4.5km^2 ，与陆河抽蓄电站的上、下水库分属不同的支流。 水厂供水范围为新田镇镇区及深圳（汕尾）产业转移工业园陆河产业 集聚区。

取水影响范围各取水工程位置示意图见图 5.1.5-4-1，如图，激石溪村、湖坑村集中供水工程水源及新溪自来水厂备用水源均与陆河抽蓄电站分属不同的激石溪支流，因此不受陆河抽水蓄能电站取水的影响，新溪自来水厂主水源取水口位于电站下游，为受影响的利益相关方。



图 5.1.3.1 电站影响范围内供水工程位置示意图

b) 对下游供水工程影响

根据 2020 年 7 月已批复《陆河县新田镇新溪自来水厂水资源论证报告书》，新田镇新溪自来水厂各月用水过程如下：

表 5.1.6-1 新溪自来水厂各月用水量过程表 单位：万 m³

时段 (月)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合计
水厂供 水量	67.00	67.00	67.84	72.03	79.56	75.38	69.51	72.86	69.51	66.16	67.00	63.65	837.50
生态用 水量	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	174.24
水厂总 用水量	81.52	81.52	82.36	86.55	94.08	89.90	84.03	87.38	84.03	80.68	81.52	78.17	1011.74

根据水资源论证报告，对 P=75% 及 P=95% 来水条件下，对水厂的用水保证程度影响分析结果。

表 5.1.6-2 p=75%来水抽蓄电站建设后水厂主水源点用水过程表 单位：万 m³

时段 (月)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合计

水源点径流量	222.5	732.8	367.7	941.9	884.6	392.5	179.4	136.3	127.0	133.7	162.0	159.8	4440.3
施工期取水量	5.6	26.7	26.8	29.5	29.7	29.7	29.8	28.7	28.0	4.9	6.4	4.5	250.3
运行期取水量	7.4	8.3	8.7	9.8	9.7	9.6	9.3	8.2	7.6	7.0	6.9	6.9	99.5
施工期水源点径流量	216.9	706.1	340.8	912.4	855.0	362.8	149.6	107.5	99.0	128.8	155.6	155.4	4190.0
初期蓄水期水源点径流量	130.6	378.6	201.2	480.3	452.5	213.3	109.7	88.7	84.2	87.5	101.2	100.2	2427.9
运行期水源点径流量	215.1	724.5	359.0	932.1	874.9	382.9	170.1	128.1	119.4	126.7	155.1	152.9	4340.8
水厂取水量	67.0	67.0	67.8	72.0	79.6	75.4	69.5	72.9	69.5	66.2	67.0	63.7	837.5
水厂生态用水量	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	174.2
水厂总用水量	81.5	81.5	82.4	86.6	94.1	89.9	84.0	87.4	84.0	80.7	81.5	78.2	1011.7
施工期余(缺)水量	135.3	624.6	258.5	825.9	760.9	272.9	65.6	20.2	15.0	48.1	74.1	77.2	3178.2
初期蓄水期余(缺)水量	49.1	297.1	118.8	393.7	358.4	123.4	25.6	1.3	0.2	6.8	19.7	22.0	1416.2
运行期余(缺)水量	133.6	643.0	276.6	845.5	780.8	293.0	86.1	40.7	35.4	46.0	73.6	74.8	3329.0

表 5.1.6-3 p=95%来水抽蓄电站建设后水厂主水源点用水过程表 单位: 万 m³

时段(月)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合计
水源点径流量	145.3	478.6	240.1	615.2	577.7	256.4	117.2	89.0	82.9	87.3	105.9	104.4	2900.0
施工期取水量	5.6	26.7	26.8	29.5	29.7	29.7	29.8	28.7	28.0	4.9	6.4	4.5	250.3
运行期取水量	7.4	8.3	8.7	9.8	9.7	9.6	9.3	8.2	7.6	7.0	6.9	6.9	99.5
施工期水源点径流量	139.7	451.9	213.3	585.7	548.0	226.7	87.4	60.3	54.9	82.4	99.5	99.9	2649.7
初期蓄水期水源点径流量	93.1	255.1	139.2	321.5	303.3	147.1	79.4	65.7	62.8	64.9	73.9	73.2	1679.2
运行期水源点径流量	137.9	470.3	231.4	605.4	568.0	246.8	107.9	80.8	75.3	80.3	99.0	97.5	2800.5
水厂取水量	67.0	67.0	67.8	72.0	79.6	75.4	69.5	72.9	69.5	66.2	67.0	63.7	837.5

水厂生态用水量	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	174.2
水厂总用水量	81.5	81.5	82.4	86.6	94.1	89.9	84.0	87.4	84.0	80.7	81.5	78.2	1011.7	
施工期余(缺)水量	58.1	370.4	130.9	499.2	453.9	136.8	3.4	-27.1	-29.2	1.7	18.0	21.8	1637.9	
初期蓄水期余(缺)水量	11.6	173.6	56.8	234.9	209.2	57.2	-4.6	-21.7	-21.3	-15.8	-7.6	-5.0	667.5	
运行期余(缺)水量	56.4	388.8	149.0	518.8	473.9	156.9	23.9	-6.6	-8.7	-0.4	17.5	19.3	1788.7	

根据陆河抽水蓄能电站用水情况，其施工期最大年取水量为 250.3 万 m³，初期蓄水期仅考虑上、下水库坝址处生态流量的下泄，其他水量均进行拦蓄，运行期上下水库年补水量 97.0 万 m³，业主营地年生活用水量约 2.53 万 m³。根据表 5.1.6-2，在 P=75% 来水条件下，经逐月水量平衡分析，无论在施工期、初期蓄水期、运行期，陆河抽水蓄能电站的用水均不会影响到新溪自来水厂年取水量 1011.7 万 m³（含生态用水量）的用水需求。根据表 5.1.6-3，在 P=95% 来水条件下，经逐月水量平衡分析，陆河抽水蓄能电站在施工期取水量最大年份（第二年），会造成自来水厂年 56.3 万 m³ 的用水缺口，缺水月份发生在 11、12 月，陆河抽水蓄能电站在初期蓄水阶段（第 4 年 3 月底~第 6 年 4 月底，共 25 个月），会造成自来水厂年 75.8 万 m³ 的用水缺口，缺水月份发生在 10 月~次年 3 月，陆河抽水蓄能电站在运行期，会造成自来水厂年 15.7 万 m³ 的用水缺口，缺水月份发生在 11 月~次年 1 月。

综上，在 p=95% 来水条件下，陆河抽水蓄能电站在施工期取水量最大年份会造成自来水厂年 56.3 万 m³ 的缺水，在初期蓄水阶段，会造成自来水厂年 75.8 万 m³ 的缺水，在运行期，会造成自来水厂年 15.7 万 m³ 的缺水。

5.1.6.2 对流域小水电工程影响

根据调查，工程取水影响范围涉及的水利水电设施主要有大沥唇水电站、三江口水电站、三坑水电站、坪田水电站、激石溪老区水电站。

表 5.1.6.2-1 取水影响范围内农村小水电情况

序号	权属单位	项目	装机容量(kW)	多年平均发电量(万 kW.h)	备注
1	广东泰源伟业集团有限公司	大沥唇电站	830	206.62	淹没水源，影响管线

2	广东泰源伟业集团有限公司	三江口电站	3150	924.32	淹没厂房，影响管线
3	广东泰源伟业集团有限公司	三坑电站	1580	372.82	淹没厂房，影响管线
4	广东泰源伟业集团有限公司	坪田电站	630	84.36	淹没水源，影响管线
5	陆河县激石溪老区水电有限公司	激石溪老区电站	1200	382.17	淹没水源，影响管线

a) 对大沥唇电站的影响

大沥唇水电站位于广东省汕尾市陆河县西北部地区新田镇激石溪林场，电站距离县城约 38 公里，大沥唇水电站始建于 2000 年，2000 年建成投产发电，电站上游有南房水库 1 座，大坝为浆砌石 WES 实用坝，坝顶高程 498.1m。电站原装机容量为 820kW，2015 年进行了增效扩容改造，改造后装机容量为 830kW，最高水头 250m，设计水头 245m，设计发电流量 $0.55\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均年发电量为 206.62 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

大沥唇水电站位于上下库连接公路旁，有一台 630kW 和 1 台 200kW 发电机组，其中 630kW 机组从位于上库区的下坪田水库取水，通过地上钢管(直径 0.4m 直径)输水 1.51km 至场区发电，200kW 机组从南房水库取水，通过地上钢管(直径 0.8m 直径)输水 0.43km 至场区发电。陆河抽水蓄能电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏大沥唇电站发电的主要水源，而公路区的建设 将破坏输水设施，因此大沥唇水电站由于上下坪田水库被淹没而损失的装机容量为 630kW。

b) 对三江口电站的影响

三江口电站：三江口电站位于下库区中央，从上游三把坑水库取水，通过地下隧道($1.8\text{m}\times1.2\text{m}$)输水(长度 1.87km)至坪田前池，再通过地上钢管(直径 0.8m)输水(长度 1.50km)至该水电站场区发电，陆河抽水蓄能电站建成后，下库区将会淹没三江口水电站的场区，下库区和进场路的建设将会破坏输水设施，导致三江口水电站无法再进行运行。

c) 对三坑水电站的影响

三坑水电站：三坑水电站位于下库区中央，从大沥唇水电站尾水取水，通过地下隧道($1.8\text{m}\times1.2\text{m}$)输水(长度 1.41km)至三坑电站发电前池，再通过地上钢管(直径 0.8m)输水(长度 0.95km)至该水电站场区发电，陆河抽水蓄能电站建成后，下库区将会淹没三坑水电站的场区，下库区和进场路的建设将会破坏输水设施，导致三坑水电站无法再进行运行。

d) 对坪田水电站的影响

坪田水电站：坪田水电站位于上下库连接公路旁，共一台 630kW 发电机组，水电站从上库区的上下坪田水库取水，通过地上钢管(0.4m 直径)输水 1.10km 至场区发电，陆河抽水蓄能电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏坪田电站发电的水源，而公路区的建设将破坏输水设施，导致坪田水电站无法再进行运行。

e) 对坪田水电站的影响

激石溪老区水电站：激石溪老区水电站位于下库坝后管理用地南边，场区在工程占地范围外，共 2 台 500kW 和 1 台 200kW 发电机组，电站主要从三江口水电站发电尾水取水，通过地上明渠和地下隧道输水 0.96km 至发电压力前池，再通过 60m 长的压力钢管输送至场区发电，次要水源的拦沙坝位于上湾处，位于征地红线外，不受影响，通过 0.55km 地上明确和 1.45km 地下隧洞输水 2km 至发电压力前池，再通过 60m 长的压力钢管输送至场区发电，陆河抽水蓄能电站建成后，下库区建设将会淹没三江口水电站厂房，因此激石溪老区水电站的主要发电水源将被淹没，因此对激石溪老区水电站的发电水量有一定的影响。

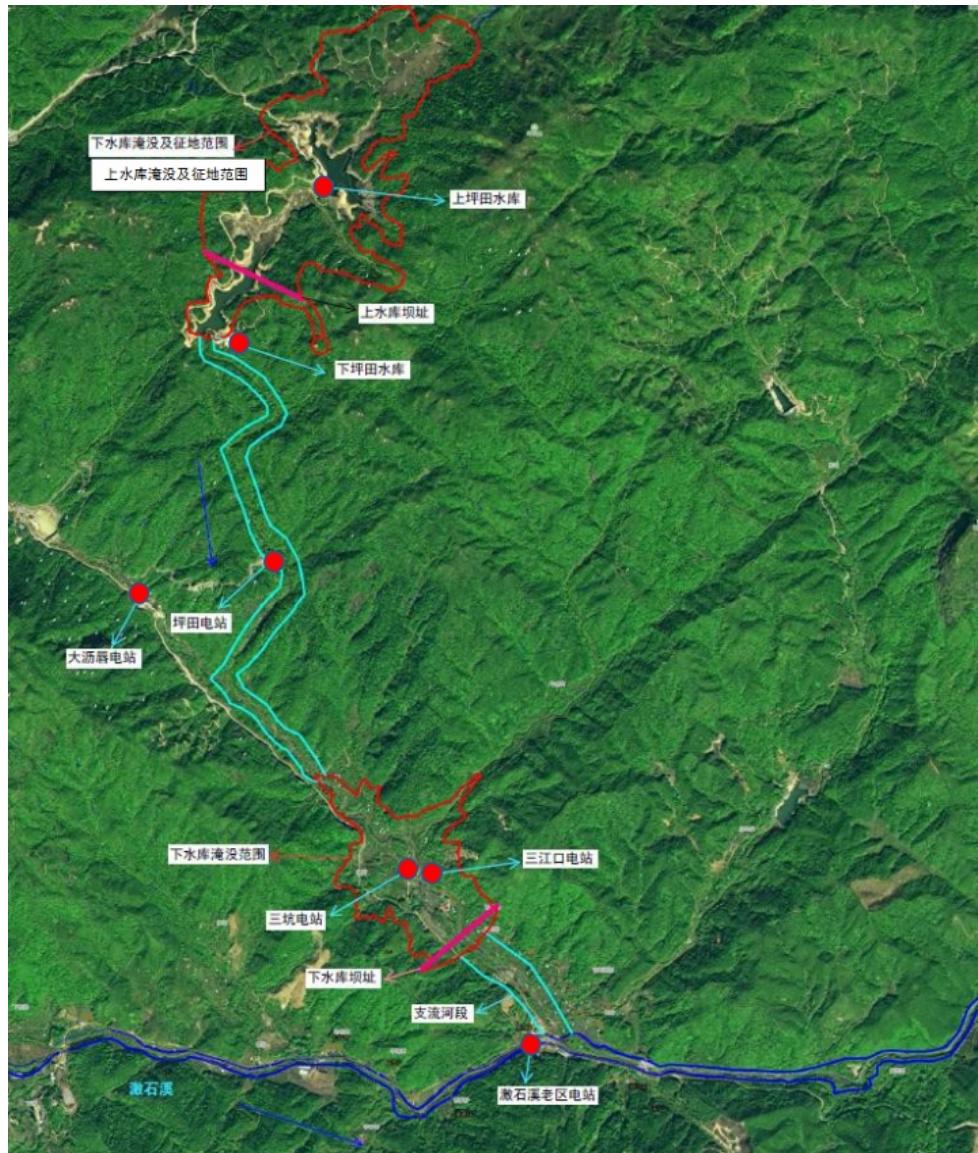


图 5.1.6.1 陆河抽水蓄能电站取水影响范围小水电分布图

5.2 地表水环境影响分析

广东汕尾陆河抽水蓄能电站工程站址位于陆河县新田镇。上水库库址位于新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库，下水库位于西河。上坪田水库库容 16 万 m^3 ，下坪田水库 16 万 m^3 。工程上、下水库淹没区土地现状主要为林地、耕地、水工建筑用地，无工矿企业及居民，耕地较少，农田化肥、农药施用量很低，农业面源污染较轻。

5.2.1 施工期对地表水水质的影响

工程施工期施工用水将产生一定的污废水，主要为施工生产废水和生活污水两大部分，包括：砂石加工系统冲洗废水、混凝土生产系统废水、洞室废水、基坑废水、

施工和管理人员的生活污水等。

根据《广东省地表水环境功能区划》(粤环[2011]14号)的划分，工程评价范围内执行《地表水环境质量标准》(GB3828-2002)II类水标准，根据《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)，施工废(污)水应处理后回用或综合利用于洒水降尘、农林灌溉等，禁止排入水体。因此，本工程针对各种施工废(污)水的特性分别采取了相应的水处理与回用措施，在正常情况下不会对河流水质造成影响；但若事故排放，则将对河流水质造成一定影响。基于以上考虑，本次水环境影响预测与评价将针对生产废水和生活污水不经处理直接排放(即事故排放)的最不利工况进行，评价时段也选择枯水年的最枯月的最不利时段。

a) 砂石骨料加工废水

工程在上下库各设置一处砂石加工系统，砂石料加工冲洗废水高峰产生量约为 $180\text{m}^3/\text{h}$ 。砂石料加工系统按两班制运行，1天生产时间约14h。砂石料加工系统废水中主要污染物为SS，浓度可达 50000mg/L 左右。砂石料加工系统冲洗废水经处理后达到回用标准(SS小于等于 100mg/L)后回用于砂石料加工系统，对周围水环境影响较小。若发生事故排放对下库及陆河县花鳗鲡省级自然保护区将产生不利影响。因此，本处需分析时综合考虑砂石料加工系统冲洗废水未经处理直接排放至下库的情况。

事故排放量按1h高峰期废水量计(砂石料冲洗废水约 $180\text{ m}^3/\text{h}$)，预测主要污染因子为SS，分析砂石料废水未经处理汇入下库对下库水质的影响。

b) 混凝土生产系统冲洗废水

工程区上库和下库分别各设置1处混凝土拌合系统，上库区拌合系统生产能力为 $100\text{m}^3/\text{h}$ ，下库拌合系统生产能力为 $350\text{m}^3/\text{h}$ ，按每天冲洗一次，系统日废水产生量分别为 40m^3 、 140m^3 。混凝土系统废水PH一般大于10，并含有较高悬浮物，期浓度约为 5000mg/L 。正常情况下，该废水经处理回用后不会对周围水域水质产生影响；但若处理设备非正常运行导致废水事故外排时，将对附近局部水域造成污染。但总体来看，废水量少且非连续分散排放，因此其影响范围与程度均较小。

c) 基坑废水

基坑排水由初期基坑排水和经常性基坑排水等两部分组成。初期基坑排水包括围堰截流的地表水体、基坑积水和降雨形成的地表径流，水质污染物及浓度与原地表水水体基本相同，可以直接排往下游河道。基坑经常性排水主要是混凝土养护废水、围

堰渗水等，主要污染物为 SS 和少量石油类等物质，其中 SS 浓度约 500mg/L，该部分废水如果直接排入水体，将对下游河段水体水质造成一定影响，应经沉淀后再排放。

d) 洞室排水

施工支洞、引水隧洞及地下厂房开挖过程中喷淋等湿法作业将会产生一定的废水量，同时也会有一定量的地下涌水。钻孔、开挖作业过程中将伴随产生一定的 SS，和炸药残留物，并伴有少量油污，若渗水量过大且不采取有效的处理措施，直接排入河道，可能增大水体 SS 的含量，将对排放口附近环境和受纳水体带来一定的影响。洞室排水应经沉淀处理后再外排。

f) 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，工程高峰施工人数 3000 人。生活用水量按 $150\text{L}/\text{人}\times\text{d}$ 计，污水系数按 80%计，则高峰期生活污水产生量为 $360\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水中的污染物主要有 pH、SS、 COD_{Cr} 、 BOD_5 、氨氮等，其中 COD_{Cr} 、 BOD_5 浓度分别约为 400mg/L 和 200mg/L，生活污水处理后回用于园林绿化或者除尘，对周围水环境影响不大。

5.2.2 蓄水初期对地表水水质的影响

本工程水库蓄水初期，上、下水库淹没区残留的腐烂物质(如杂草、树木和枝叶等)、土壤和堆渣均会分解释放出有机质，有机质分解使水体中 BOD_5 、 COD 、氮和磷等浓度增加，溶解氧降低，有机质经水浸泡分解，在缺氧条件下产生硫化物，可能导致水库库底层水质发臭恶化。根据以往水库蓄水经验，初期蓄水的水质一般相对较差，尤其是库底清理不彻底，库底浸出物较多的情况下，水质会更差。随着电站的正常运行，反复的抽水和发电放水，促进了水体交换，水体的循环混合加强有利于促进污染物质的降解，增强其自净能力，有利于水库水质的改善。

电站抽水和发电时，进/出水口的流态为辐射状，抽水和发电时，局部水位有所壅高或降低，但上、下库进/出水流分布基本均匀，引水渠(或护坦)内流速已较为平缓，对库区水流流态影响范围很小，对库底没有冲刷影响，不会造成库区水体浑浊。

根据水文情势分析，电站运行期水库水质主要受上游来水影响，根据地表水环境现状监测结果，工程上库库区、下水库库区各水质指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准要求，水质总体良好。

上、下水库水体在上下库间循环往复，互相影响，因此上、下库水体水质具有相

同变化趋势。工程位于山区，植被覆盖率高，上游无生活、农田污染，且无工业企业污染，除林地地表径流携带部分营养物质入库外，无其它污染源。生活办公区的生活污水经处理后回用于办公区绿化，对水库水质无影响。

一般情况水库建成后水流流速减缓，污染物易在库区沉积。但由于抽水蓄能电站的运行特点，上下水库间水量交换频繁，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物的降解，增大污染物降解速度。

工程位于山区，上水库及坝址上游汇水范围内无工业企业分布，现状周边主要林地，上、下水库坝址上游及汇水范围内无工业企业、居民分布。电站建设后地下厂房生活污水处理后达标后回用，库周也无工业污染源及生活污染源，因此只要蓄水前清库彻底，预计蓄水初期上、下水库水质相对较好。

5.2.3 运行期对地表水水质的影响

5.2.3.1 水库水质预测

a) 污染物分析

1) 有机污染物

本工程运行期的管理区(业主营地)设置在下水库区域，场区工作人员配备为350人，生活污水产生量约为 $42\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水中 BOD_5 浓度在 200mg/L 左右， COD 浓度在 400 mg/L 左右。由于电站运行期管理区生活污水排放量极小，在采取相应的处理措施回用后，对激石溪水质无影响。

本工程上、下库区及周围无工业污染源分布，库区周围分布的农业面源、生活污染源很少，地表水质各项指标均可以达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准。

2) 含油污染物

厂房的含油污水主要来源于发电机机坑含油积水、水轮机坑顶盖含油积水、厂内油库及油处理室防火地漏排水、变压器集油坑检修排水、空气压缩机排污水、储气罐排污水等。考虑机组正常运行时，水轮机坑顶盖基本无含油积水，全厂含油污水约 $30\text{m}^3/\text{d}$ ；轴承甩油情况下，按顶盖排水泵 $40\sim60\text{min}$ 排尽机坑含油积水，考虑全厂含油污水约 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，含油污水经管路收集至浮油收集池。电站设置厂区 150m^3 清水池一座，含油污水收集至油污井后，通过含油污水处理系统处理达标后，排入电站厂区

清水池储存用于厂区回收利用。

本电站含油污水采用高效、稳定的以“浮油收集+高效油水分离器+过滤”处理工艺进行处理，处理规模为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，经含油污水处理系统处理后的达标水含油量(石油类)满足现行国家标准《污水综合排放标准》GB8978 的规定(包括但不限于出水含油 $\leq 5\text{mg/L}$ ，出水悬浮物 $\leq 30\text{mg/L}$)。

b) 库区水质预测

蓄水初期，受库区土壤溶出物以及淹没植物残体释放物的影响，库区有机物质会增多，导致库区水质处于一个较差的状态。随着电站的正常运行，未进入上库、下库管道的区间径流汇入，不断对水库水体进行交换，将有效改善水库水质。另一方面，工程运行期反复的抽水和发电放水，促进了水体交换，水体的循环混合及复氧作用的加强有利于促进污染物质的分解和降解，增强其自净能力，有利于水库水质的改善。由于水体在上、下库间循环往复，互相影响，上、下库水体水质具有相同变化趋势。可以判断，陆河抽水蓄能电站建成运行后，库区污染源减少，上下库间水体交换频繁，基本能维持现有的水质现状。

c) 富营养化分析

水库蓄水期，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氮、磷，形成水库的内源污染，但是释放为短期影响且数量有限；运行期水库氮、磷污染主要来自下水库上游来水，本电站下库上游无工农业污染源。污染源主要是附近居民的生活污水和农田面源污染。

抽水蓄能电站下水库的建成，改变了原有流水状态，但蓄能电站属于日调节运行，水体在上、下库间循环往复运动，增加了溶解氧含量，从而促进了有机物的降解，对库区水质有机物含量影响较小；水动力作用也能抑止水库的富营养化，减小“水华”发生的可能性。

5.2.3.2 坝下水质预测

a) 对上水库坝下河道水质影响

工程上水库位于激石溪流域北部，为流域内最高山间盆地，坝址以上流域集雨面积 1.3km^2 ，干流长 1.46km ，河道平均坡降 19% 。

工程建成后，上水库坝址仅考虑下泄一定的生态流量，上水库坝址下游河段流量有所减少，但该河段沿程无工矿企业、农业面源和农村生活污染源，与现状情况相比，

工程上水库建库后对坝址下游河段水质影响不大。

b) 对下水库坝下河道水质的影响

下水库位于上水库南面约 3km 处的石碣元、大冬排一带，坝址以上流域集雨面积 16.6km²，干流长 8.4km，河道平均坡降 101‰。下库库盆主要为一北西向冲沟和一北东向冲沟交汇形成，平坦开阔。上、下库坝址直线距离约 3.3km。

工程运行期，抽水蓄能电站在正常运行期间本身并不消耗水量，水量损失主要为水库蒸发损失、水库渗漏损失。上水库仅下泄生态流量，上、下水库天然来水量扣除水库蒸发、渗漏损耗水量外，多余水量全部通过下水库溢洪道下泄至下游河道。

5.2.3.3 水库水温结果分析

除渗透、蒸发的水量外，本工程的调节水量始终在上、下水库循环使用，上、下水库水体交换频繁。在上、下水库水体交换频繁的情况下，结合国内抽水蓄能电站的水温结构判断，本工程上、下水库水温结构不会发生分层现象。上、下坝址上游来水基本通过景观供水渠、排水流至坝下，不存在低温水问题。

5.3 地下水环境影响分析

5.3.1 地下水水质影响

施工期废污水主要包括砂石料冲洗废水、混凝土系统冲洗废水、基坑排水、洞室废水等生产废水和施工人员的生活污水，处理后回用，不会对地下水水质产生的明显的影响。

5.3.2 地下水水位影响

本工程对地下水影响主要为工程施工期间可能造成地下水水位发生变化，主要为输水发电系统(包括输水发电系统和地下厂房)、上水库、下水库等工程。

5.3.2.1 输水发电系统

a) 输水发电系统和地下厂房布置方案

1) 输水发电系统

输水发电系统主要由引水、厂房、尾水 3 大部分组成。引水系统由上水库进/出水口(含引水事故检修闸门井)、引水上平段、引水调压室、引水上斜井、引水中平洞、引水下斜井、引水下平段及支管段、引水压力管道等组成；厂房系统由进厂交通洞、主厂房、主变洞、母线洞、高压电缆洞、开关站、通风兼安全洞、自流排水洞等组成；

尾水系统由尾水管(含支管段)、尾水闸门室、尾闸通风洞、尾水调压室、尾水洞、下水库出/进水口(含尾水事故检修闸门井)等组成。

上水库进水口位于左岸坝前山脊处，距离左坝肩约 200m。下水库进/出水口位于主冲沟与常年流水沟交汇处北侧的山脊内。引水、尾水系统均按一洞四机布置，设置引水、尾水调压室，水流进/出厂房方式采用正进正出；引水立面采用两级斜井布置，尾水采用一坡到底的布置。

2) 地下厂房

厂房采用中部式布置，距上水库进水口平面直线距离约 1488m，距下水库出水口约 1267m。厂区建筑物主要分为地下建筑物和地面建筑物两部分。地下建筑物主要包括主厂房洞、主变洞、母线洞、主变运输洞、交通电缆洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆洞、排水廊道、自流排水洞等洞室。地面建筑物主要是 GIS 楼、继保楼、出线平台和柴油发电机房。

地下布置区山体雄厚，发电厂房洞室群埋深约 455m~518m，主厂房纵轴线初拟为 N77.5°E。主厂房由主机间、安装间、副厂房组成，主机间位于中间，长度 108.0m，主机间内布置 4 台单机 350MW 可逆式水泵水轮机组，机组安装高程 98.00m；安装场布置在主机间右侧，长度 46.0m；副厂房布置在主机间左侧，长度 24.0m。

地下厂房采用主厂房洞、主变洞和尾闸洞三大洞室平行布置，主变洞布置在主厂房洞下游 40.0m 处，尾闸洞布置在主变洞下游 38.32m 处。主厂房与主变洞之间通过 4 条母线洞、1 条主变运输洞和 1 条交通电缆洞连接。主厂房洞开挖尺寸为 178.0m×26.0m×58.22m(长×宽×高)，主变洞开挖尺寸为 169.0m×20.0m×22.0m(长×宽×高)。

进厂交通洞从安装场右侧水平进入地下厂房，洞口布置在下水库库岸道路旁，距离下水库坝址约 650m 处，进口高程 238.0m，总长约 1992.5m，平均纵坡 6.3%，断面为城门洞型，净尺寸为 8.5m×8.0m(长×宽)。进厂交通洞同时兼做主厂房进风通道。

通风兼安全洞洞口布置在下水库库岸道路旁，距下水库坝址上游约 220m 左右，洞口高程 238.00m，总长约 1750.00m，平均纵坡 6.2%，断面为城门洞型，净尺寸 7.5m×7.0m(长×宽)。通风兼安全洞与地下副厂房和主变洞上部左端相连。

排风竖井布置在地下厂房副厂房和主变洞之间的排水廊道左侧，排风竖井内径 6.3m，竖井顶部高程 619.0m，竖井高约 489.0m。

高压电缆平洞从主变洞下游侧中部引出，另一端连接地面开关站电缆层，高压电缆洞全长约 840m，断面为城门洞型，净尺寸 $5.0\text{m} \times 5.0\text{m}$ (宽×高)。开关站布置在地下厂房东南向距地下厂房约 800m 的缓坡地带，平面尺寸为 $110.0\text{m} \times 62.0\text{m}$ (长×宽)，场地高程 285.00m，布置有 GIS 楼、继保楼、出线平台和柴油发电机房。

环绕主厂房、主变洞和尾闸室外围设置有上、中、下三层排水廊道，并有排水孔互为相通形成排水帷幕，断面为城门洞形，净尺寸 $3.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ (宽×高)。

自流排水洞洞口位于厂房东南方向下游的吉溪河处，全长约 7210m，进口高程 84.7m，出口高程 77m，坡度约 1.1‰，采用 TBM 施工。厂内岩体渗漏水、机组检修排水通过自流排水洞排出厂外，而消防、经处理达标后的生产生活废水则通过抽排的方式抽排到通风兼安全洞出口位置的净水池，用于厂区绿化。

b) 地下水影响预测评价

1) 地下水观测成果

工程施工期对地下水影响主要为输水发电系统在施工过程中对沿线地下水水位的影响，施工对地下水的影响利用地下水长期观测成果进行预测评价。

场区地下水根据赋存介质划分，主要有松散堆积物孔隙水和基岩裂隙水两种。松散堆积物孔隙水主要分布于山坡表层的残坡积层、全风化带及沟谷部位的冲洪积层，其含水量受季节降雨影响较大，一般丰水季节时含水量充沛，枯水季节时水量少，大气降水是其主要补给来源，大气蒸发及下渗是其主要排泄途径。基岩裂隙水主要赋存于强风化带与弱风化带顶部及连通性较好的构造带内，强风化带和弱风化带顶部是基岩裂隙水的主要赋集和活动空间，其特点是岩体裂隙密集发育，岩体切割破碎并有卸荷松动现象，地下水水力联系密切，形成具有自由水面的地下含水层。水位变化受季节降雨影响，地下水补给来自降雨及侧向入渗，顺山坡渗流，向沟谷和小溪排泄。

上水库主坝坝址范围内钻孔地下水位埋深 $3.6\text{m} \sim 27.8\text{m}$ ，水位为 $813.9\text{m} \sim 867.2\text{m}$ ，坝肩钻孔水位高于正常蓄水位 851m；上库 1#～4#副坝区钻孔地下水位埋深 $0.5\text{m} \sim 24.4\text{m}$ ，水位为 $817.9\text{m} \sim 852.2\text{m}$ ，该部位大部分区段的地下水位低于正常蓄水位 851m。上下库进/出水口钻孔地下水位埋深一般小于 10m。下库下坝址范围内钻孔地下水位埋深 $0\text{m} \sim 34.3\text{m}$ ，水位为 $159.6\text{m} \sim 257.7\text{m}$ ，坝肩钻孔水位高于正常蓄水位 232m。因此上、下水库除 1#～4#副坝区大部分区段地下水位低于正常蓄水位外，水库库周其余部位均有高于正常蓄水位的地下水位存在。

2) 岩体透水性

(1) 土体渗透性

工程区上覆土体渗透性与其物质组成密切相关。一般而言，花岗岩分布区土体由于结构较松散，土体内砂质、碎石、块石含量较高，所以其渗透性较强，另外，渗透性与花岗岩风化产物及其含量有关，风化产物为粘性土且含量较大时渗透性小，反之，风化产物为砂性土且含量较大时渗透性大；砂岩区的土体相对较密实，砂质含量少，土体的渗透性较弱。钻孔注水试验成果表明：工程区土体渗透系数试验值介于 $2.24 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \sim 1.67 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 之间，具中等透水性。渗透系数相对差异较小，这表明工程区母岩岩体岩性较单纯，其全风化物质组成相对均一，另全风化土体渗透性相对较大，具中等透水性，这与工程区母岩岩体以中粗粒花岗岩为主相对应，全风化土体中颗粒相对较粗，结构较松散，具有较强的透水性。

(2) 岩体渗透性

岩体透水性不仅与岩性条件、构造发育程度和风化卸荷状况等因素关系密切，同时也受围压大小的影响，一般来说，浅部受风化、构造影响较大的部位岩体透水性较大，深部新鲜、完整的岩石透水性小。

表 5.3.2-1 输水发电系统钻孔压水试验统计表

位置	统计段数	透水率分级 Lu						合计	
		极微透水	微透水	弱透水		中等透水	强透水		
				弱偏微透水	弱偏中等透水				
		<0.1	0.1≤q<1	1≤q<3	3≤q<10	10≤q<100	≥100		
输水发电系统	段数	0	6	6	0	0	0	12	
	百分比	0	50	50	0	0	0	100	

在弱风化及微新岩体中进行钻孔常规压水试验，输水发电系统进行了 12 段压水试验，中等透水以上的 0 段，占 0%， $0.1 \text{ Lu} \leq q < 1 \text{ Lu}$ 的 6 段，占 50.0%， $1 \leq q < 3 \text{ Lu}$ 的 6 段，占比 50%。压水试验成果表明输水发电系统弱风化及微新岩体属微透水～弱偏微透水。

3) 对地下水影响分析

地下厂房拟采用中部方案布置在输水发电系统中部，在练背山体西侧一条北东向

山脊下，地面高程约465m~635m，埋深约370m~450m。尾水隧洞沿线地形呈降坡趋势，山坡坡度一般为20°~35°，局部较陡，约45°，地面高程190m~465m，埋深20m~370m。下水库进/出水口布置在练背山体南侧一近南北向山脊的山脚下，距小水电三江口水电厂约150m，地面高程约190m~270m，山坡坡度5°~25°。沿线地质调查和测绘，发现山坡坡脚、冲沟中滚石堆积体较多。

输水发电系统地表水和地下水主要来源于大气降水，沿线地表沟谷较发育，多为切割较浅的冲沟。地下水位观测孔水位观测资料表明，地下水与地表水体及上水库水系的水力联系弱。综上分析，输水发电系统沿线山体内的隧洞和洞室群围岩体为隔水岩体，水文地质条件总体较简单，与地表水水力联系弱，地下水渗水或涌水的现象具有局部性、短暂性、流量较小的特征，对地下水影响小。

据输水系统钻孔压水试验成果揭示，引水系统沿线岩体总体以微透水~弱偏微透水为主，均为相对隔水岩体。局部岩体破碎段、断层发育段及岩脉段可能存在中等透水部位，不会对地表水产生明显的影响。主要洞室位于地下水位线以下，围岩以微风化~新鲜岩体为主，透水性微弱，均为相对隔水岩体。

施工过程中局部沿断层及部分节理(裂隙)有渗流水现象，局部可能出现短暂性涌水现象，但涌水量总体较小，时间短，流量随时间延长而减小，建议采取抽排水措施处理。地下洞室开挖后，可能引起沿线局部地下水位的下降，并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面。由于洞室围岩岩体透水性微弱，为隔水层，出水量小，因此，地下洞室的开挖不会引起沿线地下水位的大幅下降和对工程区地下水环境产生较大影响。

运行期，输水隧洞以及各施工支洞均将被封堵，地下水渗漏点会被浇灌的衬砌混凝土封堵，只有地下厂房可能存在渗水，将通过房排水系统(自流排水洞)排出地下厂房，因此，本工程建设基本不会改变输水线路原有的水文地质条件。

5.3.2.2 上水库

上水库位于场区北部，为场区最高山间盆地。库盆地势狭长、平坦，呈NE向串珠状，库底高程约810m~840m。库盆南侧、东侧山体雄厚，分别为坪田凸(山顶高程1056m)和架上金盘(山顶高程905m)，在两山相交处存在一低矮垭口，高程约852m。库盆北侧~北西侧山体相对低矮、单薄，山顶高程在875m~930m，分布有5个低矮垭口，由东往西、西南面，环库逆时针分布的高程依次为836m、846m、845m、852.45m

和 840m。西～西南侧山体雄厚，最高峰马头坳岽(山顶高程 1027.4m)。库周山坡坡度较缓，约 $10^\circ \sim 25^\circ$ ，局部达 $30^\circ \sim 35^\circ$ ，植被茂密。库盆现建有两座小水库，上坪田水库及下坪田水库。上坪田水库位于上水库上游北东部位，库容为 16 万 m³，大坝为混凝土重力坝，坝高 18m，坝顶长 68m、宽 1.6m。下坪田水库位于上水库西南部位，库尾接上坪田水库大坝，库容为 16 万 m³，大坝为混凝土重力坝，坝高 18m，坝顶长 34m、宽 2.5m。上坪田水库库内小山包有几座墓地。现有简易公路贯穿上水库库区右岸，交通便利。

拟建上水库主坝位于下坪田水库中部，左岸为架上金盘山(山顶高程 905m)，右岸为马头坳岽山(山顶高程 1027.4m)，两山间沟谷呈开阔的“阔的字形”。两岸山体雄厚，山坡坡度较缓，约 $15^\circ \sim 25^\circ$ ，植被发育。库盆北面～北西面分布有 5 个低矮垭口，库南东侧的坪田凸和架上金盘两山连接处存在 1 个低矮垭口，均低于正常蓄水位高程 853.4m，西北侧 852.45m 高程垭口结合环库公路进行加高处理，其余需修建 5 座副坝。

上水库主坝坝址范围内钻孔地下水位埋深 3.6m～27.8m，水位为 813.9m～867.2m，坝肩钻孔水位高于正常蓄水位 851m；上库 1#～4#副坝区钻孔地下水位埋深 0.5m～24.4m，水位为 817.9m～852.2m，该部位大部分区段的地下水位低于正常蓄水位 851m。上下库进/出水口钻孔地下水位埋深一般小于 10m。

表 5.3.2-2 上水库工程区钻孔压水试验统计表

位置	统计项目	透水率分级(Lu)						合计
		极微透水	微透水	弱透水 $1 \leq q < 10$		中等透水	强透水	
		< 0.1	$0.1 \leq q < 1$	弱偏微透水	弱偏中等透水	$10 \leq q < 100$	≥ 100	
上库	段数	0	58	17	2	0	0	77
	百分比	0	75	22	3	0	0	

在钻孔常规压水试验，上水库工区进行了 77 段压水试验，中等透水以上的 0 段，占 0%， $0.1Lu \leq q < 1Lu$ 的 58 段，占 75.0%， $1 \leq q < 3Lu$ 的 17 段，占比 22%，弱偏中等透水 $3 \leq q < 10$ 的 2 段，占比 3%。压水试验成果表明输上水库库区岩体属微透水～弱偏微透水。

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，库岸基岩以微透水～弱偏微透水为主，山体雄厚，地表水丰富，开挖范围位于库内侧山梁，对山体地下水影响小，因此，水库建设期间对库岸山体的地下水位基本无影响。

水库建成蓄水后，随水库水位的升高，山体地下水位线将由陡变缓，水力坡度将变小，库岸一定范围内的地下水位将升高，最终形成以库水位为基准新的地下水排泄基准面。地下水位的上升，不会出现水库渗漏、水库浸没问题，对库岸边坡稳定影响不大。

综上所述，陆河抽水蓄能电站上水库工程在项目建设、生产运行的各个过程中，基本不涉及地下水环境问题，对区域地下水环境不会产生影响，局部地下水位的上升对库岸稳定影响不大，无水库浸没问题，不会引发或加剧水库区地质灾害。

5.3.2.3 下水库

下水库位于上水库南面约 3.0km 处的石碣元、大冬排一带，库盆主要为一条北西向冲沟和一条北东向支冲沟组成，平坦开阔，库底高程约 165m～200m。库周除东南侧为北西向冲沟沟口外，其余山体雄厚，分水岭高程大于 300m。库周山坡坡度一般为 $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，局部大于 40° 。库区有茶园、水电站及民房，植被发育。库内右岸现有一条贯穿库区直通上水库的公路，在坝址上游沿公路约 300m 处有一浅层滑坡，方量约 1000m³，坡面为公路开挖边坡，坡度约 50° ，高约 15m，宽约 35m，塌深约 2m，为全风化花岗岩，局部有球状风化体，直径约 0.3m～0.5m。

下水库大坝布置于下水库东南面北西向冲沟沟口处，左岸山体雄厚，山顶高程为 363.2m，右岸为一北西向山脊，高程为 290m～324.5m，沟底高程为 162m，沟谷断面呈开阔的“V”字形。

下库下坝址范围内钻孔地下水位埋深 0m～34.3m，水位为 159.6m～257.7m，坝肩钻孔水位高于正常蓄水位 232m。因此上、下水库除 1#～4#副坝区大部分区段地下水位低于正常蓄水位外，水库库周其余部位均有高于正常蓄水位的地下水位存在。

表 5.3.2-3 下水库工程区钻孔压水试验统计表

位置	统计项目	透水率分级(Lu)						合计
		极微透水	微透水	弱透水 $1 \leq q < 10$		中等透水	强透水	
		< 0.1	$0.1 \leq q < 1$	弱偏微透水	弱偏中等透水	$10 \leq q < 100$	≥ 100	

			$1 \leq q < 3$	$3 \leq q < 10$				
下库	段数	0	53	19	11	5	0	88
	百分比	0	60	22	12	6	0	

在钻孔常规压水试验，下水库工区进行了 88 段压水试验，中等透水以上的 5 段，占 6%， $0.1Lu \leq q < 1Lu$ 的 53 段，占 60.0%， $1 \leq q < 3Lu$ 的 19 段，占比 22%，弱偏中等透水 $3 \leq q < 10$ 的 11 段，占比 12%。压水试验成果表明输上水库库区岩体属微透水～弱偏中等透水。

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，两岸一定范围内的地下水位将升高，最终形成以库水位为新的地下水排泄基准面。水库主要淹没三江口电站、三坑水电站，淹没损失较小。库周蓄水位附近的耕地、农田很少，多为山坡、林地，仅库尾有少量农田，且为水田，不存在浸没问题。

综上所述，陆河抽水蓄能电站下水库工程在项目建设、生产运行的各个过程中，基本不涉及地下水环境问题，对区域地下水环境不会产生影响，局部地下水位的下降或上升对库岸的稳定性影响不大，不会引发或加剧水库区地质灾害。

5.3.3 地下水水位变化对周边环境影响

根据调查，本工程地下水影响范围内无集中利用地下水要求，工程区居民生活取用水均为山泉水，工程施工期间造成局部地下水位变化不会对周边居民点取用水产生影响。

地下水变化对植被的影响主要为间接影响，这种影响取决于土层中水文地质条件、天然地下水位的高度和上层滞水等。植物根系生长既需要水分又需要氧气，往往在浅层中扩展，因而土壤结构的特征与水分的多少更重要，土壤水分是决定植被分布和植物生长的一个重要控制生态因子。由于本区在自然状态下地下水位埋深都较高，大气降水是其主要的补给途径；并且工程区岩土体基本都为弱透水。工程施工以及运行期间开挖虽然会在一定范围内降低或提高地下水位，但对表层土壤中的孔隙水潜水面的影响较小，即不致影响地表土壤中的水分；根据地下水位监测结果，大部分钻孔观测的地下水位受降水影响不明显，主要是地形坡度陡，且多为基岩裸露，雨水入渗条件差所致。根据调查，输水隧洞和工程区各洞室上方植被均为当地常见植被，未发现有珍稀保护植物和古树名木。因此工程施工及运行期开挖对地表植被的生长影响较小。

山区支沟和泉水是两栖类动物的主要栖息区域和陆生动物重要的水源，经调查，

本工程影响范围内无泉眼分布。地下水主要通过大气降水下渗补给，地下水位的变化不会对地表水系产生较大影响。本工程建设对支沟地表水的影响有限，且两栖类和陆生动物主要依靠天然降水和地表径流形成的坑塘和水潭，因此地下水变化对两栖类和陆生动物影响较小。

5.4 生态环境影响分析

5.4.1 对植物的影响分析

本项目工程主要包括上水库工程、下水库工程、输水发电系统工程等。根据工程特点，工程建设不可避免会对评价区植物及植被产生一定影响。

5.4.1.1 施工期对植物和植被的影响

施工期工程建设对植物及植被的影响因素主要有施工占地、施工活动、水土流失等。

a) 施工占地对植物及植被的影响

工程占地不可避免地破坏占地区植物及植被，其中，永久占地是长期的、不可逆的，临时占地是暂时的、可恢复的。根据工程布置，本项目总占地面积 319.42hm²，其中永久占地 255.30hm²，占总占地面积的 79.93%，永久占地工程主要有上下水库枢纽及库盆、业主营地、开关站、上下库连接道路、进厂道路、对外衔接道路等；临时占地 64.12hm²，占总占地面积的 20.07%，临时占地工程主要有：施工场地、施工营地、场内临时道路、砂石加工系统、混凝土系统、弃渣场、转运场等。工程占用植被面积详见表 5.4.1.1-1。

表 5.4.1.1-1 广东陆河抽水蓄能工程施工占地区植被面积一览表

植被类型	占地面积 (hm ²)		合计	主要植被群系
	永久占地	临时占地		
针叶林	71.55	36.07	107.62	湿地松、杉木
阔叶林	146.92	41.38	188.30	桉树、秋枫林、红锥林等
灌丛/灌草丛	9.30	2.44	11.74	芒、芒萁、里白等
湿地植被	8.18	0.012	8.19	芦苇、叶蓼、酸模叶蓼、苦草等
农业植被	19.35	0.03	19.38	水稻、玉米等
合计	255.30	64.12	319.42	/

(1) 永久占地对植物的影响

本项目永久占地区主要工程建筑包括上水库的主坝、副坝 1~5、下水库大坝、输

水发电系统的引水系统、厂房、尾水系统等。永久占地将使占地区土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少。根据工程布置，本项目永久占地区植被包含针叶林、阔叶林、灌丛、灌草丛等，面积分别为 255.30hm²。

结合工程布置，根据现场调查，上水库永久占地区自然植被以亚热带常绿阔叶林、灌丛/灌草丛为主，常见群系包括山矾林、毛棉杜鹃灌丛、水竹灌丛、芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛、黑莎草灌草丛、象草灌草丛等。常见植物包括马尾松、湿地松、杉木、柳叶润楠、浙江润楠、桃金娘、格药柃、杜茎山、油茶、蓬虆、柳叶石斑木、中华里白、乌毛蕨、黑莎草、芦竹、粽叶芦等。输水发电系统永久占地区植被以暖性针叶林、亚热带常绿阔叶林和灌草丛为主，常见群系包括湿地松林、杉木林、桉林、芒萁灌草丛、五节芒灌草丛、芦竹灌草丛等。常见植物包括软箭竹、马尾松、毛菍、石斑木、锈毛莓、井栏边草、渐尖毛蕨、粽叶芦等。下水库永久占地区永久占地区植物主要以暖性针叶林、亚热带常绿阔叶林和竹林为主，常见群系包括杉木林、桉林、软箭竹林等，林下多见鹅掌柴、石斑木、锈毛莓、毛菍、芒萁、渐尖毛蕨、狗脊、鬼针草等植物。评价区永久占地区内植物均为常见种，植被及群系均为常见类型，在区域内广泛分布，永久占地对植物的影响仅为个体损失，植物数量减少，但不会损害区域内植物的生物多样性，对评价区植物及植被的影响有限。

表 5.4.1.1-2 永久占地区主要植物

工程区		植被类型	主要群系	主要植物
上水库	主坝	阔叶林/灌丛/灌草丛	山矾林、毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛	马尾松、浙江润楠、格药柃、毛棉杜鹃、柳叶石斑木、桃金娘、中华里白、芒萁、五节芒、黑莎草
	副坝 1~5	阔叶林/灌丛/灌草丛	山矾林、毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛、黑莎草灌草丛	湿地松、杉木、柳叶润楠、浙江润楠、格药柃、杜茎山、蓬虆、柳叶石斑木、中华里白、乌毛蕨、黑莎草、芦竹、粽叶芦
下水库	大坝	阔叶林/竹林	杉木林、桉林、软箭竹林	鹅掌柴、石斑木、锈毛莓、毛菍、芒萁、渐尖毛蕨、狗脊、鬼针草
输水发电系统	引水系统	灌丛/灌草丛	水竹灌丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛、象草灌草丛	毛棉杜鹃、蓬虆、石斑木、五节芒、粽叶芦、黑莎草、薹草

(2) 临时占地对植物及植被的影响

本项目临时占地区工程项目包括：业主营地、施工营地、进场道路、骨料场、弃渣场等。临时占地区植被包含针叶林、阔叶林、灌丛、灌草丛等，面积分别为 64.12hm²。

工程建设区临时占地对占地区植物及植被的影响是暂时的、可恢复的。结合工程布置，根据现场调查，上水库临时占地区的植被以阔叶林和灌丛为主。常见群系包括山矾林、红锥林、毛棉杜鹃灌丛、格药柃灌丛、大头茶灌丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛、黑莎草灌草丛等；常见植物包括湿地松、杉木、柳叶润楠、浙江润楠、杜茎山、油茶、蓬虆、柳叶石斑木、乌毛蕨、芦竹、粽叶芦等。下水库临时占地区以针叶林、阔叶林、灌草丛为主，常见群系包括杉木林、桉林、五节芒灌草丛、芒萁灌草丛等；常见植物包括鹅掌柴、毛菍、石斑木、锈毛莓、芒萁、渐尖毛蕨、狗脊、鬼针草。输水发电系统临时占地区以针叶林、阔叶林和灌草丛为主，常见群系为湿地松林、杉木林、桉林、芦竹灌草丛、芒萁灌草丛、五节芒灌草丛；常见植物包括软箭竹、粉单竹、马尾松、毛菍、石斑木、锈毛莓、井栏边草、渐尖毛蕨、粽叶芦等。工程临时占地影响区的植被均为常见类型，植物也均为常见种，在区域内广泛分布，工程临时占地对植物的影响仅为个体损失，不会影响区域内生物多样性。随着施工结束，临时工程区的植物部分在适宜条件下可以自然恢复，也将采取一定措施对临时占地区进行植被恢复，使其植物物种多样性和植被类型恢复甚至增加。因此，工程临时占地对评价区内植物及植被影响较小。

b) 隧洞、地下厂房等地下工程施工对植物及植被的影响

输水发电系统主要由引水、厂房、尾水 3 大部分组成，其工程多为隧洞和地下厂房，包括引水进出水口、水中平洞、引水压力管道、进厂交通洞、主厂房、主变洞、母线洞、高压电缆洞、开关站、通风兼安全洞、自流排水洞尾水管(含支管段)、尾水闸门室、尾闸通风洞、尾水调压室、尾水洞、下水库出/进水口(含尾水事故检修闸门井)等。隧洞工程规模大、跨度大、地下洞室多、洞径大，施工可能改变导致地表塌陷、地表水漏失及地下水径流改变，对上方植物及植被产生不利影响。

(1) 地表塌陷对植物及植被的影响

输水系统涵洞和地下厂房等地下工程施工可能遇到地表塌陷或地表沉降等问题，对植物的影响主要为①地表塌陷使植物根系被撕扯拉断，影响植物生长发育；②影响塌陷区土壤理化性质等自然条件，从而影响植物生存；③塌陷区地下水位下降，地表裂缝加速水分流失，植物水分供应不足，影响植物生长发育。根据《广东汕尾三江口

抽水蓄能电站工程场地地震安全性评价报告》，结合《水电工程区域构造稳定性勘察规程》区域构造稳定性分级标准，可知工程区区域构造整体稳定性好。输水发电系统沿线主要穿越地层为燕山三期中粗粒花岗岩。岩石多坚硬，强度高，弱风化至新鲜状，岩体完整性较好，地质构造较简单，整体稳定性较好，因此施工时遇到地表塌陷的可能性较小，对植物及植被的影响也较小。

（2）地表水及地下水改变对植物及植被的影响

水分是维持植物生长发育的重要非生物因素，水分的含量与分布与地表植物生命活动密切相关。由于植物与环境的相互影响，输水系统上方植物多以适应区域水分条件。本项目地下工程施工可能引起岩层水动力条件改变、破坏岩土水系统循环转移条件，造成地下水与地表水的重新分配，影响植物生命活动。

评价区位于南亚热带季风常绿阔叶林地带，气候温和，雨量丰沛，工程所处河流属山区性雨源型，地表径流多与降雨相关，地下水主要为裂隙水，接受大气降水补给，汇入冲沟内经坝址流向下游。输水发电系统洞室围岩多呈微风化～新鲜状，岩体较完整，以弱～微透水性为主，隧洞位于地下水位以下，地下水活动总体微弱，沿断层带及裂隙密集带存在富水带，局部可能有暂时性的承压和涌水现象，地表水漏失的可能性较小。隧洞上方植被多为簕竹林、湿地松和马尾松林、杉木林、桉林等，植物多为中生植物，其形态结构和适应性均介于湿生植物和旱生植物之间。中生植物在发展中逐渐形成了整套保持水分平衡的结构和功能，它们的根系和疏导系统比湿生植物发达，保证了能吸收更多的水分。叶片表面有角质层，栅栏组织比湿生植物发达，细胞渗透压介于湿生和旱生植物之间，能抵抗短期内轻微干旱。且评价区为亚热带季风气候区，在施工期雨量大，因此本工程隧道施工引起的地表水漏失及地下水径流的改变对隧道上方植物及植被的影响较小。

c) 施工活动对植物及植被的影响

施工期施工活动对植物和植被的影响因素主要有施工产生的扬尘、弃渣、废水、废气以及人为干扰等。

（1）扬尘：主要来源于坝区、库区及水道系统区爆破、开辟施工便道、土石方调配，建筑物施工、工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，对其生存产生不利影响。但评价区处亚热带季风气候区，区域内空气湿度相对较大，土壤湿润，扬尘扩散范围相对较小，且施工期可采取洒水

抑尘、喷雾抑尘和布袋式除尘器结合的方式控制粉尘，有效缓解扬尘对周围植物及植被的影响。

(2) 弃渣：主要来源于主体工程开挖、库盆清理、施工场地以及施工道路建设等，弃渣的随意堆放不仅会压覆区域植物及植被，改变区域生境条件，还可能引起局部区域的水土流失。但这种影响可通过对弃渣等进行统一调配与处理等措施进行缓解。

(3) 废水：分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于砂石料系统废水、混凝土生产系统冲洗废水、机械和汽车维修保养废水、洞室施工废水、基坑废水等，主要污染物包括 SS 和石油类。废水对植物的影响主要是废水的随意排放将污染区域生态环境，影响植物生长及生存。生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，工程高峰施工人数 3000 人。生活污水中的污染物主要有 PH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮等，其中 COD_{Cr}、BOD₅ 浓度分别约为 400mg/L 和 200mg/L。生产废水和生活污水经污水处理系统处理后回用于园林绿化或者除尘，对周围水环境影响不大。

(4) 废气：施工期废气主要来源于燃油机械的尾气，其主要污染物为 SO₂、NO₂、CO 等。废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物光合生产受阻，生长发育变缓。本项目施工营地、表土堆存场、主坝等施工区较集中，施工期机械尾气属移动线源排放，废气浓度不高，对区域及周边植物及植被的影响较小。

(5) 人为干扰：主要包括人为砍伐、践踏、运输作业等。施工期人员增多，施工人员活动及施工机械作业等可能会破坏区域植物及植被。如施工人员践踏、施工机械碾压会对植物地上部分造成机械性伤害，直接影响植物生长发育，践踏等造成的土壤结构变化也将间接影响植物的生长发育等。另外运输作业可能导致外来入侵物种的蔓延，破坏原生境植被等。本项目施工区、生产生活区多集中分布，区域人为干扰范围较小，同时人为干扰的影响可通过加强宣传教育活动，加强施工监理工作，在施工前划定施工范围等措施进行缓解，在相关措施得到落实后，人为干扰等对区域植物的影响较小。

d) 水土流失对植物及植被的影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等活动扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响，同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，土壤的结构破坏，土地复垦工作的难度

增加。但施工产生的水土流失可以通过采取水土保持措施予以缓减，本工程施工期水土流失对区域植物及植被的影响较小。

5.4.1.2 运营期对植物及植被的影响

运营期工程活动主要有库区蓄水、引水系统运行等，对植物及植被的影响因子主要有库区蓄水及消落带区的影响等。

a) 水库蓄水的影响

本项目水库进行蓄水前，将对水库区植物及植被进行清理，水库淹没区范围内植物及植被将受到破坏。根据工程布置，上水库位于上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地，集水面积为 1.30km^2 ，蓄水位851m，死水位828m。下水库坝址集水面积为 15.30km^2 ，蓄水位232m，死水位193m。上库淹没区范围内大部分区域为原上坪田水库和下坪田水库库区，水域范围较大，植被以湿生植物和灌丛/灌草丛为主。常见群系包括水竹灌丛、毛棉杜鹃灌丛、五节芒灌草丛、中华里白灌草丛、芒萁灌草丛等；常见植物包括蓬蘽、薹草、莎草、芦竹、粽叶芦等。上库区常见植被和植物均为常见类型。下库区植被以乔木林和农业植被为主，常见群系包括软箭竹林、湿地松林、杉木林、马尾松林、桉林等，常见植物包括红锥、黄樟、粉单竹、毛竹、毛棉杜鹃、石斑木、鹅掌柴、柳叶润楠、芒萁、五节芒、芦竹、粽叶芦等。下库区常见植被和植物也均为常见类型。

受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在评价区内广泛分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、不会影响区域内植物物种多样性和植物区系组成，因此水库蓄水对植物及植被影响较小。

b) 消落带区的影响

水库消落带区是水库季节性水位涨落而使周边被淹没土地周期性地出露于水面的一段特殊区域。是水生生态系统和陆生生态系统交替控制的过渡地带，是一类特殊的湿地生态系统。消落带区对植物和植被的影响主要包括：（1）库区蓄水后，在水库水位周期性涨落的水动力作用下，消落带坡面上的植被和土壤结构将被破坏，加剧水土流失，从而影响植物生长发育；（2）水库蓄水后，由于水位周期性变化，消落带区将演变为季节性湿地生态系统，适应陆生环境的物种将逐步消失，适应水生环境的物种又因消落带季节性露出水面而存活率低，因此在此区域生长的植物仅为湿生和水生植物群落，稳定性较差。

根据工程布置，本项目上水库正常蓄水位851m，死水位828m，上水库水位落差

为 23m；下水库正常蓄水位 232m，死水位 193m，下水库水位落差为 39m。运营期，上下水库间水文调度将使水库库周出现环状消落区，消落带区水位变化等可能引发水体污染、水土流失等问题，可能会对周边植物及其生境产生不利影响。但因本工程消落带区域面积较小，且可以进行水库消落带的植被恢复，在落实相关措施后，水库消落带区对植被及植物的影响较小。

5.4.1.3 对重点保护植物的影响

根据资料搜集、访问调查及现场实地调查，在评价区调查到国家二级重点保护野生植物 1 种，为建兰（*Cymbidium ensifolium*），约 8 株，位于评价区下库输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内，属工程直接影响区，施工占地和施工活动等产生的废水、废气、粉尘等将对其生长生存等产生不利影响。评价区保护植物影响分析见表 5.4.1.3-1。

表 5.4.1.3-1 评价区国家重点保护野生植物影响分析

编号	种名	分布点及坐标	生长状态	影响程度分析
1	建兰 (<i>Cymbidium ensifolium</i>)	下库输水发电系统标混凝土拌合系统范围内 (GPS: 115°28'42.92", H: 233m)	良好	位于评价区输水发电系统混凝土拌合系统占地范围内，区域内进行施工可能对建兰产生直接影响，造成个体损失；施工建设过程中造成的土壤扰动、产生的废水、废气、粉尘等均可能间接影响建兰的生存和生长。

5.4.1.4 外来入侵种的影响

外来入侵植物的危害主要表现在破坏本地的生态平衡，导致本地植物生物多样性的减少等。通过现场调查，评价区有外来入侵植物 3 种，分别为鬼针草、马缨丹、藿香蓟。其中鬼针草常生于农田、路旁及荒地，是常见的杂草，影响其他植物生长。在评价区中鬼针草多分布于路旁、林缘、荒地等区域，但并未入侵森林和灌丛内，不会破坏自然植被群落结构，对植物及植被影响较小。马缨丹常以蔓生枝着地生根进行无性繁殖，适应性强，常形成单优势群落，妨碍其他植物生存，其植株有毒，若被误食可能引起人或动物中毒。评价区内马缨丹主要集中分布于下水库各工程范围内的路旁、荒地等区域，多为小范围分布，并未入侵森林等区域，不会破坏自然植被的群落结构，对植物和植被的影响较小。藿香蓟常见于山谷、林缘、茶园、农田和荒地等生境，能产生和释放多种化感物质，抑制本土植物生长，常形成单优势群落。在评价区零星分布于下水库坝后施工场地路旁、大坝仓库范围内等位置，暂未蔓延，对当地植物的影

响较小。

5.4.2 对陆生动物影响分析

5.4.2.1 施工期

工程在施工期对陆生动物的影响主要有以下几个方面：①工程占地；②施工干扰（包括噪声、废水、灯光、人为捕捉等）；③交通影响，影响范围主要为输水隧洞进出口。对各类动物的影响方式和程度具体如下：

（1）对两栖类和爬行类动物的影响

根据工程布置，本项目总占地面积 319.42hm²，其中永久占地 255.30hm²，占总占地面积的 79.93%，永久占地工程主要有上下水库枢纽及库盆、业主营地、开关站、上下库连接道路、进厂道路、对外衔接道路等；临时占地 64.12hm²，占总占地面积的 20.07%，临时占地工程主要有：施工场地、施工营地、场内临时道路、砂石加工系统、混凝土系统、弃渣场、转运场等。

工程施工期间占用地以及产生的噪声、粉尘、生产生活产生的废弃物和污水以及人为活动干扰，会对两栖类动物的生存产生一定影响，它们会暂时迁往附近区域活动，其个体数量可能会有一定程度的减少。施工期两栖类会离开项目占地区，到附近的农田、林地、溪涧和坑沟中生活。

另外，施工期间，施工人员进驻，人为干扰增加，一些具有经济价值的两栖爬行类（如泽陆蛙、沼蛙等）可能会遭到施工人员的捕捉，对其个体造成伤害，这种影响可以通过加强管理减小和避免。

除此之外，施工期间运输车辆的增加会造成对其的碾压伤害，施工期间可设置指示牌，严格控制行驶的施工车辆速度，因此场内车辆通行碾压造成两栖爬行个体伤亡影响有限。

综上，本工程占地、施工干扰及新建道路影响对区域内的两栖爬行类存在一定的不利影响。但工程区外围地带分布有大量的适宜生境，受影响的两栖爬行类动物可顺利迁移，施工结束后，临时占地区会及时进行植被恢复，同时施工期间在加强施工管理的前提下，工程建设对两栖爬行类造成的影响可进一步减小。因此，工程建设对两栖动物和爬行动物的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的变化，不改变其区系组成，对其影响较小。

（2）对鸟类的影响

本工程占地类型主要为林地，占用草地和耕地等面积相对较小，工程永久占地会使得分布于这些生境的鸟类丧失部分栖息、活动、觅食环境，但由于鸟类具有迁移能力强、活动范围广及食物来源多样化的特点，工程占地区周围分布有较多的可成为其替代生境的林地、草地、耕地和水域等，且工程完工后永久占地（如施工营地、混凝土生产系统、交通占地区等区域）会及时进行绿化，受影响迁移的鸟类可重新回到原生境活动，因此施工占地对鸟类的影响相对较小。

施工期间产生的噪声、震动、废水、扬尘、灯光等也会对鸟类产生不利影响。大部分鸟类对噪音较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声尤其是施工过程中的爆破噪声等会对施工区周边的鸟类造成一定的惊扰，使其迁往噪声影响相对较小的区域生存；施工期产生的机械含油废水、施工人员生活污水若未经处理直接排放会污染土壤或水域，导致鸟类栖息地及觅食地被污染，影响鸟类的栖息及觅食；场内道路等施工、碎石加工毛料堆存场、碎石加工系统及混凝土系统等处施工产生的扬尘、粉尘对也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响；另外夜间灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。因此施工期间应合理安排施工时间，避免晨昏进行高噪声的爆破作业，减少夜间施工，严格管理废水污水的处理，定期洒水抑尘，以减小施工活动对鸟类产生的不利影响。

评价区内分布有部分具有观赏价值和经济价值的鸟类，如画眉、环颈雉等，施工期间施工人员可能会对这些种类进行捕捉、捕杀等，对其个体造成伤害，施工期间应加强宣传和管理，以避免人为活动对鸟类造成影响。

综上所述，由于鸟类活动和觅食范围较广，躲避风险能力和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，施工区外围仍有大量林地、草地、耕地等适宜生境，它们在受到施工活动影响后会自动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域鸟类种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

（3）对兽类的影响

施工期间，场内交通、土石料场及生活营地布置等，将占用部分林地、耕地，对原栖息于此的兽类的栖息和觅食造成一定影响，同鸟类一样，兽类也具有较强的活动和迁移能力，施工期间，工程影响区域内的兽类可迁移至周边相似生境生活，因此工程永久及临时占地对兽类生境的占用影响有限。

另外，施工期间施工道路上行驶车辆对小型兽类具有碾压影响。由于施工道路多是材料运输车辆通行，行车速度较慢，兽类活动能力较强，因此直接碾压的概率较小，行驶车辆造成兽类个体伤亡的影响有限。

由于兽类活动能力相对较强，且工程占地区周边存在较多的相似生境，受工程占地及施工干扰影响的兽类会及时转移到临近的适宜生境，工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰等对其影响相对较小。

5.4.2.2 运行期

水库建成后，上下库区都有一定的淹没范围，根据工程资料，水库淹没面积 91.92hm^2 ，淹没区主要为林地、灌草地及耕地。水库蓄水和库底清理将导致库区原有的林地、灌草地、耕地等陆生植物损失，导致原栖息于此的部分野生动物栖息地损失，使其受到一定影响，大多数野生动物都会随着水库蓄水水位的逐步抬升，逐渐向水库周边的高海拔区域迁移，规避水库蓄水带来的不利影响，因此，一般不会危及野生动物生存。由于水库库周分布有大面积的林地、灌草地和耕地，野生动物生境丰富多样，食物来源较广，水库蓄水淹没对其栖息活动和觅食影响较小。

水库蓄水完成后，该区域由原来的林地、灌草地、耕地变为水域，库区水域面积增加，为评价区内的静水型两栖动物如沼蛙、泽陆蛙等以及林栖傍水型爬行类动物如黑眉晨蛇、滑鼠蛇、灰鼠蛇等的生活、繁殖提供了适宜的生境。库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的动物摄食有利，为其带来一种安定的生活环境，可能导致库区周边一定范围两栖爬行类动物种类和数量增加。经过一段时间的调节后，其种群密度将达到生态平衡状态。

另外水库蓄水完成后，库区水域面积的扩大，对鹭类有一定的吸引作用，这些类型鸟类的种类和数量将会明显增加。

综上所述，运行期间，水库库区野生动物的分布及种类数量将发生一定变化，但不至于改变库区动物的区系组成。

5.4.2.3 对重点保护野生动物的影响

评价区内陆生脊椎动物中，有国家一级保护动物 1 种，为小灵猫，有国家二级保护动物 6 种，分别为虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑鳽、画眉和红嘴相思鸟。

(1) 对国家重点保护动物的影响

小灵猫多栖息在热带、亚热带低海拔地区，性机警，在评价区主要活动于山间密林，一般很少出现在人为活动区域，工程建设对其主要影响是施工噪声驱赶，迫使其远离噪声干扰区，由于评价区林地面积大，适宜小灵猫栖息的生境众多，在其受到干扰是可以很好的寻找其它适宜生境。

虎纹蛙为两栖类，其主要在评价区的溪流水域栖息，工程对其造成的影响主要是施工产生的废弃物和污水以及人为活动干扰，会对它们的生存产生一定影响，它们会暂时迁往附近的农田、林地、溪涧和坑沟中生活，影响其分布格局。工程在运行后，水域面积增大，适宜其栖息的生境增加，有利于它们的生存繁衍，对其有有利的作用。

黑鸢为猛禽，猛禽活动范围广，数量较少，偶尔活动在评价区的森林或草地上空，本工程对其影响主要是施工期的占地可能会占用其部分生境，以及施工产生的噪声干扰等，但由于评价区适宜生境较多，且猛禽在工程影响区出现的频率较低，因此，工程对其影响较小；褐翅鸦鹃和小鸦鹃为攀禽，其活动能力也较强，主要分布于评价区内的林地及林缘灌丛，工程建设对其造成的影响主要为工程占地占用其生境，以及施工和人为活动对其造成的干扰，由于评价区内分布有较多相似生境，施工期间，其可顺利迁移至周边生境生活，因此工程对其影响较小；画眉和红嘴相思鸟为鸣禽，多在林地和草地活动的种类，工程施工占地及淹没会占用其部分生境，导致其活动和觅食范围减小；另外施工活动产生的噪声、震动等会对其造成一定干扰，扬尘、废水等会劣化其生境，使这些重点保护鸟类远离工程影响区。但由于鸟类的迁移能力较强，且区域适宜生境丰富，其可顺利找到适宜生境生活，因此，工程占地及淹没，以及施工活动对其栖息觅食影响较小。

（2）对广东省省级重点保护动物的影响

评价区有广东省省级重点保护野生动物 7 种，即白鹭、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀、小鹀、三道眉草鹀，为鸟类。其中白鹭、池鹭、牛背鹭为涉禽，主要在评价区农田附近活动，本工程对其影响主要是施工期占地可能会占用其部分生境，以及车辆通行产生的扬尘、噪声、震动等影响；斑姬啄木鸟为攀禽，其活动能力也较强，主要分布于评价区内的林地及林缘灌丛，工程建设对其造成的影响主要为工程占地占用其生境，以及施工和人为活动对其造成的干扰，由于评价区内分布有较多相似生境，施工期间，其可顺利迁移至周边生境生活，因此工程对其影响较小；灰头鹀、小鹀、三道眉草鹀为鸣禽，多在林地和草地活动的种类，工程施工占地及淹没会占用其部分

生境，导致其活动和觅食范围减小；另外施工活动产生的噪声、震动等会对其造成一定干扰，扬尘、废水等会劣化其生境，使这些重点保护鸟类远离工程影响区。但由于鸟类的迁移能力较强，且区域适宜生境丰富，其可顺利找到适宜生境生活，因此，工程占地及淹没，以及施工活动对其栖息觅食影响较小。

5.4.3 对水生生物影响分析

5.4.3.1 施工期

a) 对浮游生物的影响

上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的上坪田水库和下坪田水库所在位置山间凹地，集水面积为 1.30km²，多年平均径流量为 195 万 m³，正常蓄水位 851.00m，相应库容为 1049 万 m³，总库容 1167.40 万 m³，死水位 828.00m，死库容为 121 万 m³，水库调节库容 928 万 m³。施工期间为确保排水畅通，需拆除现有下坪田水库大坝以及对天然库盆进行扩库进行开挖，施工所产生的悬浮物将会影响原有两个水库里浮游生物的栖息环境。邻水工程施工扰动地表，易造成水土流失，泥浆随雨水汇入水体，造成水体悬浮物浓度上升，导致水体透明度下降，进而影响浮游植物光合作用，造成浮游植物的损失，以浮游植物为饵的浮游动物也有一定程度的损失，桡足类的存活和繁殖受到明显的抑制作用，过量悬浮物使其食物过滤系统和消化器官堵塞，大量的悬浮颗粒黏附在动物的体表，干扰其正常的生理功能。

对于下水库，施工期间下水库大坝截流、大坝浇筑等主体工程施工，将导致激石溪（漂河）河流水体悬浮物增加，造成水质的浑浊，水体透明度下降，光照强度下降，溶解氧降低，对浮游植物的光合作用产生不利的影响，进而抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力。与此同时，悬浮物含量增多对浮游动物尤其是滤食性的浮游动物带来不利影响，枝角类、桡足类等浮游动物存活和繁殖受到明显的抑制作用。工程的开展会造成上、下水库施工区域内浮游生物的密度和生物量明显降低。

b) 对底栖动物的影响

广东陆河抽水蓄能电站的上水库导流工程挡水建筑物拟采用土石围堰结构型式，大坝施工拟采用全年围堰挡水方案；下水库大坝坝址处河床较窄，坝型为碾压混凝土重力坝，不宜分期分段施工，下库施工导流拟采用一次拦断河床的隧洞导流方式，导流隧洞布置在下水库大坝左岸的山体内。这些工程施工活动将会直接伤害到底栖动物，

同时也直接改变了其栖息环境，施工所产生的悬浮物也会影响到附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动。在施工期，施工区域的底栖动物大部分都会死亡，从而对该河段底栖动物的种类和数量产生影响。但是施工区所在河段相对整个河段占比较小，工程施工对底栖生物的影响有限。其中拦断河床修建水库占用部分底质的影响是永久性的，导流及局部冲刷、废水排放等产生的影响均是暂时性的，随着工程的结束，影响逐渐消失，底栖动物会形成适应生存的新生境。

c) 对鱼类的影响

本工程施工对鱼类的影响主要包括上下水库坝址施工活动对鱼类的影响。

上水库大坝施工期将对原有小水库破坝放水，工程爆破将导致小水库库区内部分鱼类资源的直接损失。现场调查显示，小水库库区内调查的渔获物主要为拟细鲫、异鱲、鲤等，鱼类组成与下水库所在的激石溪河流相似，建议在工程爆破施工前对原有小水库的鱼类进行捕获后放归激石溪河流、漂河等天然水域，再进行施工。

下水库施工围堰和施工导流过程中，施工区附近水体的悬浮物颗粒浓度增加，一定程度破坏了鱼类的生存环境。由于施工过程中会造成区域内浮游生物和底栖生物其生境和生物量的损失，以这类饵料生物为食物的鱼类其摄食受限，饵料竞争加剧；此外，悬浮物颗粒的增加容易堵塞鱼类鳃部不利于呼吸。施工建设中机械设施及往来车辆产生的大量噪音，将对鱼类造成一定的干扰，迫使其往上下河段迁移。调查人员2022年3月对工程所在区域及周边生境现场调查时发现，工程所在的激石溪河流为山溪河流，底质为大块石，枯水期水量较小，水深约0-0.6m左右，部分河段甚至干涸，鱼类主要以拟细鲫、异鱲、光唇鱼、泥鳅等小型鱼类为主，工程施工对其影响相对有限。

d) 对鱼类重要生境的影响

评价区所在的激石溪河流为山溪型河流，河床砾石遍布，水流湍急，鱼类以拟细鲫、异鱲、光唇鱼、泥鳅、美丽小条鳅等小型鱼类为主，这些鱼类产卵在石缝或粘在砂砾上，产卵场分布较为零散，无固定成规模产卵场。仅在下水库坝下河段以及漂河与螺河汇口处周围水生植物较为丰富的地方，存在部分小规模产粘性鱼类产卵场和索饵场。由于上、下水库库区鱼类产卵场、索饵场和越冬场零散分布，因此工程施工对上、下水库库区河段的鱼类“三场”影响较小。

本次现场未调查到洄游鱼类。据《拟建广东陆河花鳗鲡省级自然保护区申报材料》记载，评价区分布有花鳗鲡、香鱼、日本鳗鲡三种洄游鱼类，激石溪河段可能存在鱼类的洄游通道。工程施工涉及激石溪河段正处于广东陆河花鳗鲡省级自然保护区核心区，工程施工间人员、机械和车辆产生的大量噪音对鱼类有一定驱赶行为，迫使洄游鱼类往上、下河段逐步迁移。因此，工程施工对鱼类洄游产生了一定影响。

e) 对水生维管束植物的影响

本工程施工期对这些水生维管束植物的影响主要集中在上下水库的大坝、溢洪道、进/出水口及导流泄放洞建设等。工程可能会直接造成水生维管植物个体的损失，生物量下降；此外，施工活动会使得施工区及其附近水体悬浮物浓度升高，破坏水生维管束植物生境，影响其光合作用。根据现场调查，上水库坝址处于原建有两个小型水库，分布有眼子菜、狗牙根、芦苇、广东箬竹、荩草、双穗雀稗、菹草等水生植物，主要以常见挺水植物为主，上水库原有小水库破坝施工将对该水库库周水生维管束植物造成一定影响。

下水库所在的激石溪河段主要为山溪生境，底质为大块块石和砾石，水生植物分布较少，主要分布有芦苇、刚莠竹、海芋、金钱蒲、水竹叶、水蓼、荩草等挺水植物，下水库坝址施工、上下水库之间的施工道路施工对水生植物有一定影响。

5.4.3.2 运行期

a) 对浮游生物的影响

对于上水库来说，工程施工期破坝放水浮游生物将随水流转移到下游水域，工程建成后，上水库库区蓄水将形成新的水体环境。

对于下水库来说，大坝建成后，库区原有河流东坑沟将变成河道型水库，水生生境发生明显改变，水面变宽，水流速度减缓，营养物质滞留，泥沙沉降，水体透明度增大，被淹没区域土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质增加，这些条件的变化均有利于浮游生物的生长繁殖，预计建库后库区浮游生物种类数量和生物量均会有所增加，群落结构也会相应发生变化。对于浮游植物，绿藻和蓝藻种类和数量会有所增加，但硅藻仍将是水库的主要优势种类。对于浮游动物，原生动物中纤毛虫的比例趋向增加；枝角类种类明显增加；浮游动物种类尤其大型浮游甲壳类的增加，将引起浮游动物生物量明显增大。

工程运行后，上下库水体的频繁交换，随着上下水库水体交换，上下库的浮游生

物种组成将趋于相似。

对于上下水库的坝下河段，蓄水后坝下河段浮游生物有效栖息空间将部分缩小，浮游植物生物量下降，浮游生物密度和生物量因此也会因为生存空间变小和饵料生物减少而下降，但种类组成变化不大。

b) 对底栖动物的影响

对于上水库来说，上水库库区破坝放水将造成底栖动物的直接损失，蓄水后库周浅水水域待稳定后将形成新的底栖动物栖息地。

对于下水库来说，水库建成后，东坑沟水体流速明显减缓，水深增加，水面积扩大，泥沙沉降，底质由砾石型为主逐步向泥沙型、淤泥型发展。这些条件的改变都将对底栖动物的生长与繁殖产生影响。水生昆虫的蜉蝣目等的种类在库区内将发生变化，种类将由以流水型为主转为以静水型为主，适应于静缓流生境的软体动物将增多，密度和生物量将增大。

对于上下水库的坝下河段，坝下河段因水流流量减少，流速也相对降低，坝下河段原有的底栖动物除节肢动物和部分软体动物会随水位变化迁移外，大部分环节动物会因水位下降、生物量出现下降。

c) 对水生维管束植物的影响

对于上水库来说，上水库库区破坝放水将造成库周水生维管束植物的部分损失，待工程蓄水后新形成的库周浅水区域待稳定后将有利于水生维管束植物如芦苇、眼子菜、菹草等的生长。但由于运行期上、下水库周边水位变化相对频繁，库区两岸会形成明显的消落带，上水库在死水位 828.00m~正常蓄水位 851.00m 之间变化，水位变幅最大为 23m，对水生维管植物有一定的负面影响，因此水生维管束植物将不会有较大增加。

对于下水库来说，工程建成后，新形成的库周浅水区域待稳定后将有利于水生维管束植物芦苇、海芋、类芦、水竹叶、水蓼等挺水植物的生长。但广东陆河抽水蓄能电站建成运行后，上、下水库周边水位变化相对频繁，库区两岸消落带明显，下水库在死水位 232.00m~正常蓄水位 193.00m 之间变化，水位变幅最大为 39m，因此水生维管束植物将不会有较大增加。

e) 对鱼类的影响

(1) 水文情势改变对上、下库库区鱼类资源的影响

上水库库区破坝放水将造成上水库鱼类资源的直接损失，上水库水库蓄水阶段将

从上游水域获得部分鱼类资源。上水库蓄水后，原有库区面积增加，水深增大，使得喜栖缓流敞水生活的鱼类将进一步发展。

下水库蓄水后，水深增大，流速减缓，使得原有流动的水体变为半静止或静止的水体。这样为喜栖缓流敞水生活的鱼类提供一个适宜的环境，如分布于该河段内的鲤科的种类如鲤、越鮈、泥鳅、拟细鲫、美丽小条鳅等能很好地生存和繁衍，将使这些鱼类在上、下库区逐渐居于优势地位。建坝后由于水位抬高使原有的底质多为砾石，流水落差较大，水流湍急的水环境变为缓流环境。由于环境的改变，就使那些适应在流水中生活的种类如北江光唇鱼、厚唇光唇鱼等被迫迁移到库周各支流的滩多水急的环境中生活。

此外，上下水库建成后，将鱼类分割为水库上、下两个群体，使其基因交流的范围缩小，削弱河流上、下群体种群遗传多样性和生存力。

初期蓄水后，水库水位由水库死水位蓄至首台机发电水位，由生态流量泄放管下泄生态流量，可满足坝下河段鱼类生长繁殖基本需求。

（2）水文情势改变对坝下鱼类资源的影响

运行期内，上水库坝下鱼类可能受到河段减水的影响。但是由于上坪田水库、下坪田水库、激石溪河段鱼类资源较匮乏，河流中的鱼类以拟细鲫、异鱲、泥鳅、光唇鱼等小型鱼类为主。因此，工程对坝下鱼类资源的影响不明显。

（3）水文情势变化对鱼类繁殖的影响

根据现场调查显示，评价区上水库为原建两个小水库，施工期破坝放水将对上水库鱼类资源产生直接破坏，小水库库周浅水区域原有拟细鲫、异鱲、鲤等零散分布的产粘性卵鱼类产卵场和索饵场将暂时消失，待工程蓄水稳定后，上下水库直接频繁水交换，部分鱼卵可能被带入上水库，带来新的鱼类资源，上水库库周在一定时间后待水生植物生长稳定可能会形成新的鱼类产卵场。但由于上、下水库周边水位变化相对频繁，库区两岸会形成明显的消落带，上水库在死水位 860.0m~正常蓄水位 897.0m 之间变化，水位变幅最大为 37m，水库水位频繁变动使卵苗裸露于水面，会造成鱼卵死亡，预测库区新形成的产粘草基质鱼类产卵场规模有限。

对于下水库，库区内未发现鱼类产卵场和索饵场。工程运行后，下水库在死水位 310.0m~正常蓄水位 341.0m 之间变化，水位变幅最大为 31m，水生植物受消落带的影响，可能形成新的产卵场面积有限，因此，水库运行水文情势变化对鱼类繁殖的影

响较小。

f) 对鱼类重要生境的影响

上下库坝址所在的上、下坪田水库以及激石溪区域的鱼类以异鱲、拟细鲫、北江光唇鱼、厚唇光唇鱼、泥鳅、美丽小条鳅等为主，这些鱼类在石缝、砂砾上产卵，对产卵场的要求不高，上、下坪田水库以及激石溪区域没有成规模的产卵场，库区形成后，这些鱼类可能到库尾河段或库区沿岸寻找其他适宜生境进行产卵繁殖。

对于上水库来说，上水库库区破坝放水将造成库周零散产卵场和索饵场的暂时消失，待工程蓄水后新形成的库周浅水区域待稳定后将形成新的鱼类产卵场和索饵场。下水库库区无成大规模的鱼类产卵场、索饵场和越冬场分布。因此上下库库区形成对该河段鱼类产卵场和索饵场的影响较小。电站蓄水后，上下水库库区的形成会为大型鱼类提供一个空间较大的越冬场所。水库建坝后不仅阻断了洄游性鱼类溯河产卵的通道，同时也阻隔大坝上下鱼类种群的交流，影响洄游性鱼类的繁殖过程，降低被隔离物种的存活概率。

5.4.4 对生态敏感区影响分析

工程下水库坝址位于吉溪林场山间谷地坐背，位于陆河花鳗鲡省级自然保护区激石溪上游支流 500m 处。陆河抽水蓄能电站自流排水洞全长约 7210m，坡度约 1.1‰，进口高程 84.7m，出口高程 77m，临近陆河花鳗鲡省级自然保护区激石溪河段。工程建设会对激石溪的水文情势产生明显影响，生态影响从施工期与运行期两个方面分析如下：

5.4.4.1 施工期

施工期间下水库大坝截流、大坝浇筑等主体工程施工，尘土、泥浆汇入激石溪，将导致河流水体悬浮物增加，造成水质的浑浊，水体透明度下降，光照强度下降，溶解氧降低，对浮游植物的光合作用产生不利的影响，进而抑制浮游植物的细胞分裂和生长，降低浮游植物的生物量和库区的初级生产力。与此同时，悬浮物含量增多对浮游动物尤其是滤食性的浮游动物带来不利影响，枝角类、桡足类等浮游动物存活和繁殖受到明显的抑制作用；悬浮物也会影响到附近水域底栖动物的呼吸、摄食等生命活动。工程的开展会造成激石溪浮游生物和底栖生物的密度和生物量降低。但是施工区所在河段相对整个河段占比较小，且水体有自净能力，工程施工对浮游生物和底栖生物的影响有限，随着工程的结束，影响逐渐消失。

下水库施工围堰和施工导流过程中，施工区附近水体的悬浮物颗粒浓度增加，会影响鱼类的生存环境。由于施工过程中会造成区域内饵料生物其生境和生物量的损失，以这类饵料生物为食物的鱼类摄食受限，饵料竞争加剧；此外，悬浮物颗粒的增加容易堵塞鱼类鳃部不利于呼吸。施工建设中机械设施及往来车辆产生的大量噪音，将对鱼类造成一定的干扰，迫使其往上下河段迁移。工程所在的激石溪河流为山溪型河流，底质为大块石，枯水期水量较小，水深约 0-0.6m 左右，部分河段甚至干涸，鱼类主要以拟细鲫、异鱲、光唇鱼、泥鳅等小型鱼类为主，工程施工对其影响相对有限。

评价区所在的激石溪河流为山溪型河流，产卵场以粘砾石卵鱼类产卵产为主，分布较为零散，无固定成规模产卵场。因此工程施工对保护区鱼类产卵场影响较小。

5.4.4.2 运行期

下水库大坝建成将造成保护区激石溪河段水文情势发生变化，激石溪河流将变成河道型水库，位于水库坝下的保护区河段水流流量减少，流速也相对降低，浮游生物有效栖息空间将部分缩小，浮游植物生物量下降，浮游生物密度和生物量因此也会因为生存空间变小和饵料生物减少而下降，但种类组成变化不大；底栖动物除节肢动物

和部分软体动物会随水位变化迁移外，大部分环节动物会因水位下降、生物量出现下降。

下水库大坝建成将导致坝下水流流量减少，可能存在河床裸露等现象，习惯水流湍急的水环境的种类如北江光唇鱼、厚唇光唇鱼等被迫迁移到各支流的滩多水急的环境中生活。同时，水库建成后，使保护区鱼类基因交流的范围缩小，削弱河流上、下群体种群遗传多样性和生存力。

激石溪河流无固定成规模产卵场，下水库大坝建成对保护区鱼类产卵场影响较小。

5.5 对大气环境的影响分析

5.5.1 污染源概况

本工程属于非污染类项目，运行期基本不会产生大气污染物，不会影响工程区及周围区域的空气质量。本工程施工区中的污染物排放方式基本上是无组织排放，污染源虽呈点状，但其污染源和污染物分布范围较大。坝基开挖、爆破和填筑时产生的粉尘，炸药爆破作业排放的废气，混凝土拌和产生的粉尘，交通运输的燃油废气、扬尘，砂石加工产生的粉尘等均是影响周边空气质量的污染物，且各种污染物的排放方式、排放量、排放时间都不相同。根据在建水电工程现场施工的调查，由于水电工程作业面大，CO、SO₂和NO₂等污染源分布分散，且多为露天排放，经大气扩散和稀释后，有机废气浓度一般比较低，粉尘是水电工程施工最主要的污染源，尤其开挖产生的飘尘和施工车辆引起的扬尘。本工程施工期产生的大气污染物主要有粉尘、CO、NO₂，工程开挖、建筑材料生产过程中排放总量分别为672.13t、137.78t、50.39t。

5.5.2 敏感受体分析

工程所在区敏感点较少，受影响的主要为（施工影响范围200m内）激石溪村及工程进场道路周边居民。

表 5.5.2-1 工程大气敏感受体一览表

敏感点	附近噪声源	最近距离	户数/人数
激石溪村上屋仔	下库导流洞出口	80m	4户
激石溪村	下库施工区	150m	8户
吉溪森林派出所	下库导流洞出口	300m	约30人
进场路	经常道路、大坝标施工营地	40m	4户

5.5.3 大气污染评价

5.5.3.1 土石方开挖

本工程土石方开挖主要包括施工场地平整，大坝地基、进出水口、溢洪道进出口及边坡开挖，开挖面以及开挖时间段分散。土方主要开挖采用 132kW 推土机集渣，3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车出渣运至渣场；岩石开挖采用潜孔钻钻孔或液压钻机钻孔，为保证爆破石料的级配符合填筑料的要求，采用分层微差挤压爆破，石渣由 132kW 推土机配合 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车，有用料直接运输上坝或运至转存场，无用料运至库底平整或坝后堆填。土石方开挖过程中，由于开挖面分散，开挖时间不集中，产生的粉尘浓度虽然高，但量并不大，扩散距离也不大。本工程下水库导流洞出口施工区域施工区 200m 范围内 4 户居民（施工区域距居民点最近距离约 55m，主要爆破点距左岸山坡居民点约 80m），土石方开挖粉尘易飘散到居民住宅，应采取措施降低开挖产生的粉尘影响。

5.5.3.2 砂石料加工、混凝土拌和等混凝土生产

砂石料加工、混凝土拌和等过程中，砂石料破碎和筛分、水泥装卸、板材切割等材料加工、运输过程中，均会产生一定量的粉尘与烟气。由于砂石加工系统与混凝土拌和系统周边居民点所在的位置距离料源加工区域超过 200m，且有山体阻隔，材料加工产生的粉尘对居民的生活基本没有影响。在无防治措施下，材料加工产生的粉尘的主要影响受体主要是施工人员。

5.6.3.3 交通运输

本工程交通运输产生的大气污染物主要来自施工区内交通运输产生的废气和粉尘。产生废气和粉尘的主要施工活动为工程开挖弃料、填筑所需的土石料和混凝土运输。交通运输的扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面状况、运输工程量及车流量等因素有关。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样的路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘越大；在同样的车速下，路面砂土多扬尘量越大。本工程上、下库连接道路为现有道路改建，为混凝土路面，在采取及时清理道路路面、定时洒水等措施后，道路扬尘对主体工程周围的居民影响很小。

5.6 对声环境的影响分析

本工程的发电机组位于上、下水库之间山体的岩层中，机组运行产生的噪声不会影响到地表的声环境。工程建设带来的噪声影响主要发生在施工期间，施工期的噪声

主要来源于施工开挖、钻孔、短时和定时爆破，砂石粉碎，交通运输等。根据施工场地布置，较大的噪声源主要分布在砂石加工系统、混凝土生产系统、坝基、施工主干道等地方。

5.6.1 施工期

工程施工期主要噪声敏感点为（施工影响范围 200m 内）激石溪村及工程进场道路周边居民。

5.6.1.1 噪声源强

工程施工主要噪声源包括各临时施工场地的爆破噪声、机械噪声，道路施工的爆破噪声、机械噪声和场内道路、进场公路、对外交通衔接公路的运输噪声，工程主要噪声源强见表 5.6.1.2-1。

表 5.6.1.2-1 工程大噪声预测点及主要噪声源强表 单位：dB(A)

敏感点	附近噪声源	最近距离	源强（1m）
激石溪村上屋仔	下库导流洞出口	80m	80-100
激石溪村	下库施工区	150m	80-90
吉溪森林派出所	下库导流洞出口	300m	80-100
进场路	经场道路、大坝标施工营地	40m	70-90

5.6.1.2 预测模型

a) 施工噪声

根据施工组织布置，确定的本工程施工中产生的噪声源分布和强度，结合地形条件和障碍物以及污染源与敏感点的相对位置，采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式，根据各噪声源位置考虑山谷反射、空气吸收、地面与遮挡物附加衰减效应。

$$L_A(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20\lg(r/r_0) - \alpha(r-r_0)/100 - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ —距声源 r 处的 A 声级(dB)；

$L_A(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级(dB)；

ΔL_r —山谷反射叠加值，取 0dB。

r —距点声源的距离(m)；

r_0 —参考位置距点声源的距离(m)；

a—每 100m 空气吸收系数(dB), 取 1dB;

ΔL —地面附加衰减效应。

b) 交通噪声

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)推荐的公路交通运输噪声预测模式:

$$L_{eq}(h)_i = (\bar{L}_{0E})_i + 10 \lg \left[\frac{N^2}{V_i T} \right] + 10 \lg \left[\frac{7.5}{r} \right] + 10 \lg \left[\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi} \right] + \Delta L - 16$$

式中: $L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车的小时等效声级, dB(A);

$(\bar{L}_{0E})_i$ —第 i 类车的速度为 V_i , km/h; 水平距离为 7.5m 的能量平均 A 声级, dB(A);

N_i —昼间, 夜间通过某测试点的第 i 类车平均小时车流量;

r—从车道中心到预测点的距离, m;

V_i —第 i 类车的平均车速, km/h;

T—计算等效声级的时间, 1h;

Ψ_1 、 Ψ_2 —预测点到有线长路段两端的张角, 弧度;

ΔL —由其他因素引起的修正量, dB(A); 按下式计算:

$$\begin{aligned}\Delta L &= \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 \\ \Delta L_1 &= \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}} \\ \Delta L_2 &= A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}\end{aligned}$$

式中: ΔL_1 —线路因素引起的修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{坡度}}$ —公路纵坡修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{路面}}$ —公路路面材料引起的修正量, dB(A);

ΔL_2 —声波传播途径引起的衰减量, dB(A);

ΔL_3 —由反射等引起的修正量, dB(A)。

c) 综合叠加预测模式

对点声源和线声源的噪声贡献值、噪声背景值进行叠加, 计算公式如下:

$$L_{Aeq} = 10 \times \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \times L_i} + 10^{0.1 \times L_0} \right]$$

式中: L_{Aeq} —叠加后的综合值;

L_i —各类噪声影响贡献值;

L_0 —噪声背景值。

5.6.1.3 预测结果

根据噪声来源、分布及污染源与敏感点的位置关系，预测确定本工程对环境影响较大的点声源位于开挖于填筑区等对周围声环境和敏感点的影响，施工噪声及道路交通噪声对敏感点噪声预测结果见表 5.6.1-1。

表 5.6.1-1 施工期噪声对村庄影响计算叠加结果表

敏感点	附近噪声源	1m处噪 声	最近 距离	噪 声 贡 献 值	现状值		预测值		超标值		标准值	
					昼 间	夜 间	昼 间	夜 间	昼 间	夜 间	昼 间	夜 间
激石溪村上屋仔	下库导流洞出口	100	80	61.9	37.5	29.5	61.9	61.9	-6.9	-16	55	45
激石溪村	下库施工区	90	150	46.5	37.5	29.5	46.9	46.5	8	-1.5	55	45
吉溪森林派出所	下库导流洞出口	100	300	50.5	45.3	28.3	51.6	50.5	3.4	-5.5	55	45
进场路	经常道路、大坝标施工营地	80	40	47.9	45.3	28.3	49.8	48.0	20.1	7.0	70	55

根据表 5.6.1-1 的预测结果，进场路边居民敏感点昼间噪声均达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准，其余居民敏感点均超出《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准。因此工程施工期间需加强施工管理，合理安排运输时间，车辆进入村庄应减速行驶，禁止鸣笛，并采取相应的隔声、吸声措施，夜间禁止施工，以减少影响。

5.6.2 运行期

5.6.2.1 噪声源强

本工程的主要噪声源为 500kV 主变压器、主变洞排风风机和开关站 GIS 楼配电装置与排风风机，由于本工程主变以及主变排风风机布置于主变洞，距地表垂直距离约 460m，经地层隔声和距离衰减后，对地面声环境影响很小，可不考虑噪声影响，因此仅对开关站 GIS 楼配电装置与风机运行噪声进行预测评价。

地面开关站采用 GIS 户内布置，室内配电装置噪声源强为 60dB(A)(1.0m 处)，在 GIS 楼北墙布置 7 台通风风机，根据设备参数，风机噪声小于 65dB(1.0m 处)。

表 5.6.2-1 运行期噪声源强

序号	噪声源	声压级/dB(A)	位置
1	开关站 GIS 配电装置	60dB(A)(1m 处)	GIS 室
2	开关站风机	65dB(A)(1m 处)	开关站

表 5.6.2-2 噪声影响预测参数

项目		主要参数设置
点声源源强		(1m 处)噪声为 60~65dB(A), 不分时段/频率
声传播衰减效应	声屏障	无
	建筑物隔声作用	墙体隔声量取 15dB(A)
	地面效应	不考虑
	大气吸收	不考虑
接收点	厂界噪声	线接收点: 厂界外 1m、离地 1.2m 高处
	环境保护目标	无

表 5.6.2-3 500kV 开关站的噪声源

噪声源	距离东边界	距离南边界	距离西边界	距离北边界
风机 1	20.5	60	19.5	40
风机 2	20.5	55	19.5	45
风机 3	20.5	50	19.5	50
风机 4	20.5	45	19.5	55
风机 5	20.5	40	19.5	60
风机 6	20.5	35	19.5	65
风机 7	20.5	30	19.5	70
GIS 设备	15	80	25	20

5.6.2.2 预测结果及影响分析

经计算, 本站投运后噪声预测结果见表 5.6.2-4。

表 5.6.2-4 噪声排放预测结果

单位: dB(A)

监测点位	噪声贡献值/dB(A)	标准值/dB(A)	执行标准

		昼间	夜间	GB12348-2008
东侧厂界	36.6	55	45	1类
南侧厂界	36.8	55	45	1类
西侧厂界	41.2	55	45	1类
北侧厂界	42.3	55	45	1类

可上表可知，在正常运行情况下，开关站四周厂界处噪声贡献值约为36.6dB(A)~42.3dB(A)，能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1类标准(昼间55dB(A)、夜间45dB(A))要求。

根据预测结果可知，户内GIS地面开关站建成运行后对周围声环境影响不大。

5.7 固体废物影响分析

5.7.1 施工期固体废物影响分析

5.7.1.1 生活垃圾影响

本工程施工期高峰人数为3000人，按施工期每人每天生活垃圾产生量1.0kg计，施工期日最大垃圾产生量3.0t，日平均垃圾产生量2.45t。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，垃圾中有机质会变质腐烂，发生恶臭，污染空气，招引和孳生苍蝇，繁殖老鼠，垃圾中的病原微生物就会随着雨水淋洗，污染水质，也会随着飘尘污染大气，造成疾病传染和流行，特别是肠道传染病。为了预防生活垃圾对土壤、水环境、景观和人群健康的危害，预防垃圾随意向河道倾倒，在施工过程中生活垃圾要用垃圾箱收集，集中收集后压缩外运至汕尾市生活垃圾处理场进行处置，采取以上措施后对施工区环境影响很小。

5.7.1.2 建筑垃圾影响

建筑垃圾主要是工程竣工阶段临时工程拆除和地面清理产生的砖瓦、混凝土块、弃土及污水处理后产生的污泥等。建筑垃圾中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用，其他建筑垃圾统一运送至本工程各弃渣场就近处理，以免影响临时用地的恢复和生态重建。

5.7.1.3 施工弃渣影响

经土石方平衡计算，本工程弃渣总量553.25万m³。工程弃渣将按照水土保持要求堆放于指定的弃渣场，并采取相关的工程措施和植物措施防止流失，设计弃渣场能

够满足弃渣的要求。

5.7.2 运行期固体废物影响分析

项目运行期间固体废弃物主要为电站业主营地工作人员生活垃圾与厂房含油污水分离出的油污。生活垃圾产生于部门工作人员日常生活过程中。主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等，总人数约 350 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d 计，日均垃圾产生量为 0.35t，年垃圾产生量 127.75t。

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，因此本项目固体垃圾建议实行袋装化，由专门的保洁员进行清理，分类收集后，托环卫部门定期清运至汕尾市生活垃圾无害化处理场进行处置，使其对环境影响减至最低。

油污来源于厂房含油污水，产生量很少，油污属于危废，属于危险废物，照危废管理要求规范收集、处置，健全台账，设立危废识别标志，交有危废处理能力和资质的单位进行处理后，不会对周围环境产生影响。

通过以上方法处理处置后，本项目固体废弃物均可得到合理处置，处理率 100%，各类固体废弃物处理处置方案合理可行，实现了“减量化、资源化、无害化”。本项目产生的固体废物将不会对周围的环境产生二次影响。

5.8 电磁辐射影响分析

根据《环境影响评价技术导则输变电》(HJ 24-2020)，本项目电磁环境影响评价等级为二级，采用类比评价方法对项目的电磁环境影响进行评价和预测。

根据本项目的特点，类比对象的选择主要考虑以下几个因素：

- a) 最高电压等级相同；
- b) 变压器变电功率与数量相同或接近；
- c) 电气布置相同或类似；
- d) 进出线数量和布置接近；
- e) 区地形条件类似或接近。

经综合比较，选取已运行的广东清远抽水蓄能电站 500kV 开关站为类比对象。

广东清远抽水蓄能电站 500kV 变电站目前运行规模为 4×360MVA，主变布置在地下主变洞内，地面开关站配电装置采用 GIS 户内布置，目前 4 台主变运行情况良好。

抽水蓄能电站 500KV 变电工程与类比变电站的参数对比情况如表 5.8-1 所示

表 5.8-1 可比性分析

变电站		本工程	类比对象
电压等级		500kV	500kV
主变压器	容量	4×350MVA	4×360MVA
	布置形式	4 组, 布置于地下主变洞	4 组, 布置于地下主变洞
500kV 配电装置		开关站布置在地下厂房东南约 800m 的缓坡地带处, 地面高程 285.0m	东北面是 500kV 出线场, GIS 楼位于 500kV 出线场西南侧
地面开关站占地面积		平面尺寸为 110.0m×62.0m, 占地面积 6820m ²	6170m ²

根据表 5.8-1 可见, 广东清远抽水蓄能电站 500kV 开关站在电压等级、电气布置、主变容量、占地面积等方面均与本工程均较为相似, 具有很好的可比性。

根据《广东清远抽水蓄能电站 500kV 变电工程环境影响报告书》于 2021 年 2 月 2 日类比监测结果, 运行期间广东清远抽水蓄能电站 500kV 地面开关站厂界工频电场强度在 32.6V/m~1258.3V/m, 工频磁感应强度为 0.06μT~0.81μT; 地面开关站厂界衰减断面工频电场强度为 0.6V/m~54.5V/m, 工频磁感应强度为 <0.03μT~0.67μT。各点位监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)频率为 0.05kHz 的公众曝露控制限值要求, 即工频电场强度 4000V/m, 工频磁感应磁场强度 100μT。

因此, 广东陆河抽水蓄能电站 500kV 开关站建成运行后, 工程所在区域电磁环境能够满足相关标准要求。

5.9 土壤环境影响分析

5.9.1 施工期影响

工程施工期各类污废水处理后回用, 不排放, 生活垃圾运至汕尾市生活垃圾处理场处置, 危险废物交由有资质单位进行处置, 在采取上述措施后, 施工期各类污染物对工程区土壤环境影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏, 对其产生不利影响, 因此, 应对扰动区表土进行收集并单独存放, 在施工结束后用于扰动区的植被恢复, 减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.9.2 运行期影响

工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，对周边土壤环境污染影响很小，也不会引起土壤的盐化、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。

5.9.2.1 土壤盐化综合评分法

采用公式计算土壤盐化综合评分值(Sa)，具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times IX_i$$

式中：n—影响因素指标数目；

IX_i—影响因素 i 指标评分；

WX_i—影响因素 i 指标权重。

5.9.2.2 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表 5.9.2-1。

表 5.9.2-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度(蒸降比值)(EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量 (SSC)/(g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS)/(g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

本项目库区地下水位埋深较大，据钻孔地下水位长期观测资料，工程区地下水位埋藏较深，上水库地下水位最大埋深为 27.8m，最大水位变幅为 53.3m；下水库地下水位最大埋深为 34.3m，最大水位变幅 34.3m，水库蓄水完成后，库区内地下水位将升高，根据预可研阶段地质专业成果，上、下水库经防渗处理后，水库建设不会造

成库区两侧土壤地下水水位明显提升，工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于2.5m，土壤盐化影响赋值为0分。

根据气象统计资料，陆河县多年平均蒸发量为1027.4mm，多年平均降雨量为2255.1mm，经计算干燥度（蒸降比值）（EPR）为 $0.46 < 1.2$ ，土壤盐化影响赋值为0分。根据土壤环境质量监测结果，土壤本底含盐量（SSC） $< 1\text{g/kg}$ ，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（TDS）含 $< 1\text{g/L}$ ，土壤盐化影响赋值为0分。根据土壤理化特性调查结果，工程区域土壤主要为粘土及砂土，土壤盐化影响赋值为2分。

5.9.2.3 土壤盐化预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $Sa = 2 \times 0.10 = 0.2 < 1$ 。根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录F的表F.2土壤盐化预测表，见表5.9.2-2，本项目建成后周边土壤不会发生盐化现象。

表 5.9.2-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值(Sa)	$Sa < 1$	$1 \leq Sa < 2$	$2 \leq Sa < 3$	$3 \leq Sa < 4.5$	$Sa \geq 4.5$
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

5.10 水土流失影响预测评价

5.10.1 水土流失预测范围

根据主体工程资料，结合实地调查，本项目建设扰动地表区域主要包括枢纽工程区(含上水库大坝、下水库大坝、输水系统及发电厂房系统)、弃渣场区、表土堆存场区、料场区、交通设施区、施工生产生活区、移民专项设施复建区和水库淹没及库岸区。本项目防治责任范围总面积为 316.49hm^2 ，包括枢纽工程区 175.50hm^2 ，交通设施区 66.74hm^2 ，管理区 13.05hm^2 ，施工生产生活区 11.48hm^2 ，料场区 10.10hm^2 ，弃渣场区 39.62hm^2 。项目位于汕尾市陆河县。防治责任主体为广东能源陆河蓄能发电有限公司。

5.10.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)规定，生产建设项目建设可能产生的水土流失量应按施工期(含施工准备期)和自然恢复期两个时段进行预

测。每个预测单元的预测时段按最不利情况考虑，超过雨季长度的按全年计，未超过雨季长度的按占雨季长度比例计算；自然恢复期预测时段均按2年计算。

表 5.10.2-1 水土流失预测范围及时段

序号	预测单元	施工期面积		自然恢复期	
		预测范围	预测时段	预测范围	预测时段
		hm ²	a	hm ²	a
1	枢纽工程区	175.50	3.5	41.71	2
2	交通设施区	66.74	2	44.44	2
3	管理区	13.05	2	6.66	2
4	施工生产生活区	11.48	2	11.13	2
5	料场区	10.10	3	9.92	2
6	弃渣场区	39.62	3	31.18	2
7	合计	316.49		145.04	

备注：1、施工期面积为扰动面积，自然恢复期面积为可绿化面积。

2、项目区每年降雨量大于800mm，属于湿润区，自然恢复期水土流失预测时段取2年。

5.10.3 水土流失量预测

根据水土保持方案，本项目建设可能造成土壤流失总量5.69万t，新增土壤流失量5.07万t。

表 5.10.3-1 水土流失量预测

序号	预测时段	预测单元	土壤侵蚀背景值	扰动后侵蚀模数	侵蚀面积	侵蚀时间	背景流失量	预测流失量	新增流失量
		单位	t/km ² .a	t/km ² .a	hm ²	a	万t	万t	万t
1	施工期	枢纽工程区	500	6425	175.5	3.5	0.31	3.95	3.64
2		交通设施区	500	4928	66.74	2	0.07	0.66	0.59
3		管理区	500	5017	13.05	2	0.01	0.13	0.12
4		施工生产生活区	500	1883	11.48	2	0.01	0.04	0.03
5		料场区	500	4752	10.1	3	0.02	0.14	0.12
6		弃渣场区	500	5280	39.62	3	0.06	0.63	0.57

7		小计			316.49		0.48	5.55	5.07
8	自然恢复期	枢纽工程区	500	500	41.71	2	0.04	0.04	0
9		交通设施区	500	500	44.44	2	0.04	0.04	0
10		管理区	500	500	6.66	2	0.01	0.01	0
11		施工生产生活区	500	500	11.13	2	0.01	0.01	0
12		料场区	500	500	9.92	2	0.01	0.01	0
13		弃渣场区	500	500	31.18	2	0.03	0.03	0
14		小计			145.04		0.14	0.14	0
15	合计						0.62	5.69	5.07

5.10.4 水土流失危害分析

5.10.4.1 对沿线水系的水土流失危害分析

工程上、下水库均位于激石溪左岸支流上。上水库位于激石溪流域北部，为流域内最高山间盆地，下库库盆主要为一北西向冲沟和一北东向冲沟交汇形成，平坦开阔。项目占用上坪田水库、下坪田水库（已征用），周边还分布有大沥唇水库、三把坑水库、上坑水库。施工过程中，在无防治措施或措施不当的情况下，在降雨及地表径流的冲刷下，容易汇入周边水库及下游的激石溪。

5.10.4.2 对周边耕地的水土流失危害分析

本项目所处区域为山地、丘陵，下库区下游有耕地分布，大坝开挖填筑产生的松散土方，在雨水冲刷作用下，若防治不到位，产生的水土流失极易流入下游低洼的耕地区域。

5.10.4.3 对周边交通运输道路的水土流失危害分析

本项目位于县道 X140 北侧，进场道路与县道 X140 接驳，且项目区有多条村道 穿越。进场道路施工及各跨越点施工运输材料、施工占用将不可避免的对以上道路的 正常通行造成影响，施工产生的临时堆土若防治不当，会污染现有道路并淤塞现有排 水系统；应注重运输土方的防护，避免土方滑落，造成水土流失。

5.10.4.4 对弃渣场、石料场下游的水土流失危害分析

弃渣场主要选择“肚大口小”的山沟，石料场选择山头采石。松散的渣土及采石 迹地，极易在雨水的冲刷作用下进入下游低洼的地带。高陡的堆渣边坡也容易在地表径流冲刷作用下产生边坡坍塌现象，将会对下游环境造成危害。弃渣场若防护不当，不

但可能造成严重的水土流失，还可能诱发滑坡、泥石流等地质灾害，对下游道路、水库及项目自身造成严重威胁；尤其是下库渣场上游集雨面积大，汛期短历时强降雨可能引发山洪，若无有效的排洪设施，可能冲刷松散的渣体，引发泥石流等地质灾害。

5.11 移民安置环境影响评价

陆河抽水蓄能电站工程建设征地不影响搬迁安置人口，但影响了 160 个生产安置人口，全部为一次性货币补偿安置；移民安置工程主要专项项目复建：规划复建道路 1 条，四级公路(II类)，路线长度约 2.5km；复建 35kV 电力线路 2.2km，复建 10kV 电力线路 10.90km，本工程无新建的移民安置点 10kV 外部进线；规划复建权属电信公司的通信杆路 2 段，长度为 3.20km，24 芯光缆线路 4 条，总长度为 6.40km，12 芯光缆线路 2 条，总长度为 4.40km；复建移动公司 12 芯光缆线路 1 条，长度为 2.20km，按照共建共享原则，该通信线路与电信公司共杆敷设；另搬迁电信公司的激溪林场 C 网基站一座，将 15m 高的支撑铁塔、铁皮构架以及基站内的所有设备搬迁至陆河抽蓄进场道路西侧的高地上。

在所有复建项目中，对环境影响大的是道路建设，本工程新建的汽车便道短、复建的道路主要为机耕道，道路标准低且工程量小，施工活动对环境的影响小。电力通信设施主要沿原有设施抬高复建，对环境的影响小。

专项设施的复建施工将对沿线的植被有一定影响，但由于复建规模小，在复建施工工程中加强对植被植物资源保护并采取有效的水土保持措施后，施工所带来的影响很小。施工结束后，通过及时恢复其植被，可以减轻复(改)建工程对陆生植物的影响。

5.12 人群健康影响分析

施工期间，因施工人员的汇集，施工区人口密度骤增，可能造成疾病的传播和流行，主要有肝炎、肺结核和痢疾等。需要加强对施工现场的卫生管理，减少传染病的传播途径。通过各种宣传方式加强施工人员对常见传染病的认识，增加施工人员的保护意识，降低传染病发生的可能性。水库蓄水初期，由于水库淹没影响导致库尾部分与人类伴生的鼠类逃逸，在库尾区域密度将有一定程度的增加，在卫生防疫措施不利情况下，可能会引起蚊、鼠传播疾病的流行。

5.13 社会环境影响分析

a) 工程施工对社会经济的影响

工程的兴建，将推动陆河县社会经济快速发展。在工程施工期间，需要大量的建筑物资和劳动力，将成为推动陆河县城经济的动力源，刺激其经济发展；各类临时设施的施工也将为当地居民创造部分就业机会，增加群众经济收入，提高当地人民群众的生活质量。随着施工人员大量进驻，将促进陆河县当地农产品的生产和销售，消费需求的猛增将极大促进地方农业、餐饮业的发展。

b) 工程运行对社会经济的影响

陆河抽水蓄能电站的运行，不仅给陆河县带来大量的财政收入，还为发展当地经济提供了交通、能源等方面的必要条件，并将带动附近地区运输业、原材料加工等相关产业的发展；同时本工程的兴建对促进地区产业结构优化调整和社会经济可持续发展，以及当地脱贫致富具有一定的作用。

6 环境保护措施

6.1 设计原则、任务与目标

6.1.1 设计原则

- (1) 依法原则。按照现行法律法规开展设计，最大限度地恢复原有的环境功能。
- (2) 合理布局、因害设防的原则。根据环境影响分析结果，提出优化工程布局，减少工程量、实行封闭式施工管理，减小废水排放量，尽量减少废气、废渣的排放，减小噪声，尽量减小施工对周围环境的影响。因地制宜选择合理的环境保护措施方案。
- (3) 及时性原则。根据本工程建设施工进度，合理安排环境保护措施的实施，尽量减少对环境的不利影响。
- (4) 整体协调性原则。处理好环境保护措施规划设计中近期和远景、永久性和临时性的关系。尽量发挥主体工程中具有环境保护功能工程的作用，植被恢复措施以本土适宜种为主，并注意与绿化、美化相结合，各项措施应与周围景观相结合。正确处理工程建设与环境保护的关系，有利于工程建设区域经济的可持续发展。

6.1.2 设计任务

根据环境影响预测评价结论，按照国家及广东省有关环境保护的法律法规和条例，针对本工程引起的工程施工环境、生态环境、移民安置环境等影响展开环境保护规划设计。

6.1.3 设计目标

根据本工程所在区域应实现的环境功能，确定环境保护措施的设计目标，同时考虑了设计中主体工程的特点及要求。陆河抽水蓄能电站环境保护措施设计目标见表 6.1.3-1。

表 6.1.3-1 环境保护措施设计目标

项 目	设 计 目 标
生态用水	保障坝址下游生态用水
废(污)水 处理	施工期生产污废水需经处理后回用于生产或场地洒水；业主营地生活污水经处理达标后回用于营地内绿化用水，其他施工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)相应标准，回用于绿化、洒水等，禁止排放污废水。砂石系统生产废水经处理后回用，根据《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)的要求，砂石料废水处理后回用标准为 $SS \leq 100 \text{mg/L}$ ；混凝土冲洗废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，混凝

	土冲洗废水处理后回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ ；地下洞室施工废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，地下洞室施工废水处理后回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ 。生活污水经处理后全部回用于营地内草地树木绿化、附近林地的浇灌等，不向外排放。处理后的水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相应的绿化用水标准
陆生生态与景观保护	通过合理布置施工场地、控制施工占地、加强施工管理、减轻工程对施工区动植物的不利影响；保护库区周围的原有的植被状态和景观资源；维持区域生态系统的多样性、完整性和稳定性
水生生态保护	上、下水库下泄生态流量
水土保持	开展水土保持工作，采取措施后的水土流失治理度为 98%，土壤流失控制比为 0.9，渣土防护率 97%，表土保护率 92%，林草植被恢复率 98%，林草覆盖率 25%
废气防治	施工期废气(粉尘、扬尘)执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中相关标准(无组织排放监控浓度限值)；施工期临时油烟废气执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18443-2001)；施工期混凝土拌和站废气执行《水泥工业大气污染物排放标准》(GB 4915-2013)特别排放限值
噪声控制	施工期施工作业满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求，昼间为 70dB，夜间为 55dB；运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1 类标准，昼间为 55dB，夜间为 45dB

6.2 水环境保护措施

6.2.1 工程施工期水质保护措施

6.2.1.1 施工废（污）水处理措施布局

本工程施工废(污)水主要包括砂石系统生产废水、混凝土系统冲洗废水、洞室废水、施工生活污水。因施工区分成了上水库施工区、下水库施工区，需根据施工区布置以及废(污)水来源、分布、性质，合理布置施工废(污)水处理措施。

a) 施工废(污)水来源

1) 砂石加工生产废水

砂石系统生产废水：砂石加工生产废水主要来自砂石料冲洗及降尘，主要来源于筛分车间、堆场。本工程在上水库、下水库分别设置一座砂石加工系统。

上水库砂石加工系统车间、设施布置在上水库主坝左坝头缓坡地 16#上库副坝施工道路旁，布置高程 840.00m。按每日 2 班制生产，确定砂石加工系统的生产规模：设计处理能力 150t/h，设计生产能力 120t/h，耗水量 30m³/h。下水库砂石系统布置在下水库交通洞口附近的缓坡地，布置高程 190m~200m，设计处理能力 600t/h，设计生产能力 480t/h，耗水量 150m³/h。

砂石加工系统生产废水主要为砂石料冲洗及降尘用水，主要来源于筛分车间。考虑物料表面含水、蒸发和渗漏所造成的水量损失 10%，生产用水中剩余 90%作为生产废水排放，则上水库砂石加工系统、下水库砂石加工系统生产废水产生量分别为

27m³/h、135m³/h。废水中主要污染物为 SS，根据同类电站的实测结果，SS 浓度一般在 20000~50000mg/L，平均为 30000mg/L 左右。

2) 混凝土系统冲洗废水

混凝土系统冲洗废水：本工程共设置 3 个混凝土生产系统，即上水库混凝土生产系统，下水库混凝土生产系统、下水库输水发电系统混凝土生产系统。

上水库混凝土生产系统生产规模为 40m³/h，配置 HZ75 型混凝土拌和站 1 座，拌和站生产能力约 75m³/h，混凝土生产系统布置在副坝四附近 14#上库库盆连接施工道路旁，布置高程 860.00m；下库混凝土系统的生产规模为 230m³/h，配置 2×3.0m³ 混凝土拌和楼 2 座，预冷混凝土生产能力约 300m³/h，混凝土生产系统布置在下水库交通洞口附近的缓坡地附近，布置高程 240.00m；下水库输水发电工程混凝土系统的生产规模为 50m³/h，配置 1 座 90m³/h 混凝土拌和站，输水发电系统混凝土系统布置在下水库交通洞口附近的缓坡地附近，距离下水库砂石加工系统和下水库混凝土生产系统较近，布置高程 240.00m。

混凝土系统冲洗废水主要来自混凝土系统拌和楼冲洗，仅在交接班时对混凝土拌和楼进行的清洗时产生，仅仅是在几分钟内完成，是间断瞬时性的。混凝土系统每天冲洗 3 次，每次冲洗水量约 3m³，高峰冲洗废水量为 10m³/d。根据同类电站的实测结果，混凝土冲洗废水 pH 值一般为 11~12，并含有较高的 SS，浓度一般为 3000~10000mg/L。

3) 机修含油废水

含油废水：本工程施工机械修配委托当地有能力的专业修配厂进行，本阶段不设置机械和汽车修配厂，不产生含油废水。

4) 基坑废水

大坝施工包括基础开挖、基础处理、坝体填筑、混凝土养护及灌浆等，在施工过程中会产生基坑废水，分初期基坑排水和经常性基坑排水两部分。初期基坑排水包括基坑积水、围堰基础渗水和可能出现的降水等，经常性基坑排水包括围堰基础渗水、混凝土养护和冲洗废水、灌浆废水及可能出现的降水等。初期排水水质与河流水质基本相似，经常性排水包含了大量的降水渗水及施工用水(主要是混凝土养护废水)，污染物主要为悬浮物。根据已建抽水蓄能电站工程监测资料，基坑废水产生量约 200m³/d，由混凝土浇筑和养护等形成的碱性水，使基坑废水 pH 值达 11~12，悬浮物浓度约

2000mg/L。

5) 洞室废水

洞室废水主要是引水隧洞、尾水隧洞、调压室、引水岔管、引水支管以及连接各隧洞的施工支洞开挖面产生的涌水，其产生量与工程地质条件、地下水含量、施工用水等因素有关，易受季节变化硬性，产生量不稳定。输水隧洞施工过程中，爆破所用炸药为乳化炸药，并严禁使用 TNT 炸药，炸药成分主要是硝酸铵等无机盐水溶液和蜡、油等碳氢化合物，不会产生有毒物质，对水质影响较小。在施工前期，输水隧洞以及施工支洞主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物、石油类；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为 pH。根据有关的工程资料分析，隧洞施工废水中 pH 可达 12，悬浮物浓度达 8000mg/L~10000mg/L。本工程施工支洞包括引水主洞、尾水主洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、尾闸通风洞、尾闸交通洞、尾调通风洞、高压电缆洞、导流洞等。

5) 生活污水

根据施工总布置，本工程施工生活区主要包括 1 处业主营地以及 4 处承包商（施工）营地。施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等。工程高峰施工人数 3000 人。生活用水量按 150L/人×d 计，污水系数按 80%计，则高峰期生活污水产生量为 360m³/d。生活污水中的污染物主要有 pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮等，其中 COD_{Cr}、BOD₅ 浓度分别约为 400mg/L 和 200mg/L。

b) 处理措施布局

上、下库砂石加工生产废水产生量大，宜建设单独的废水处理设施。上、下水库混凝土生产系统、下水库输水发电系统混凝土生产系统距离位置较远，需单独建立废水处理系统。洞室废水由引水主洞、尾水主洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、尾闸通风洞、尾闸交通洞、尾调通风洞、高压电缆洞、导流洞排出，根据施工支洞的布置，在洞口分别设置废水处理系统。

宜建设单独的废水处理设施。业主施工营地和施工营地应根据营地的规模建设分别建设污水处理设施。考虑到业主营地为永久营地，采取永临结合的方式建设生活污水处理设施。

地表径流污水处理，宜结合施工场地布置在上、下水库具有一定集水面积的施工区(坝区、营地区、堆渣利用区、转料场区、表土堆存场区)下游布设沉砂池对受污染

的地表径流进行沉淀处理，沉砂池纳入相应工区的工程措施或水土保持措施中。

c) 处理目标及要求

施工废水中，砂石系统生产废水经处理后回用，根据《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)的要求，砂石料废水处理后回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ ；混凝土冲洗废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，混凝土冲洗废水处理后回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ ；地下洞室施工废水经处理后回用，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求，地下洞室施工废水处理后回用标准为 $SS \leq 100\text{mg/L}$ 。生活污水处理后的水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相应的绿化用水标准，全部回用于营地内草地树木绿化、附近林地的浇灌等，不向外排放。

c) 废(污)水回用分析

本工程各工区及施工辅助设施产生的废(污)水采取相应的措施进行达标处理后，应充分回用。

上水库砂石加工系统车间、设施布置在上水库主坝左坝头缓坡地 16#上库副坝施工道路旁，布置高程 840.00m。按每日 2 班制生产，确定砂石加工系统的生产规模：设计处理能力 150t/h，设计生产能力 120t/h，耗水量 30m³/h。下水库砂石系统布置在下水库交通洞口附近的缓坡地，布置高程 190m~200m，设计处理能力 600t/h，设计生产能力 480t/h，耗水量 150m³/h。处理后完全回用于上水库砂石加工系统。混凝土生产废水处理系统需处理输水发电系统处理混凝土生产废水废水处理量为 10m³/d，混凝土生产废水处理后可继续回用于系统混凝土系统冲洗。类比同类抽水蓄能电站工程，砂石系统及混凝土系统废水经处理后的水质均能满足回用要求，水量也均能消纳。

进厂交通洞洞室废水处理系统收集处理③、④、⑤施工支洞、尾闸交通洞、尾闸通风洞、高压电缆洞洞室废水，废水量为 2200 m³/d。①施工支洞废水量为 220 m³/d、②施工支洞废水量为 200 m³/d、通风兼安全洞废水量为 200 m³/d、自流排水洞废水量为 70 m³/d、上库导流洞废水量为 150 m³/d、下库导流洞废水量为 2000 m³/d。洞室废产生量不稳定，与水文地质条件有很大关系，各洞室废水经处理后回用于各隧道施工，亦可用于工程区洒水降尘，洞室废产生量大于洒水降尘用水量时，可作为施工区外林地的绿化用水。

施工区上库大坝标施工营地（最高峰约 600 人）生活污水处理量为 80 m³/d、输

水发电标上库施工营地（最高峰约 400 人）生活污水处理量为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ 、业主营地（最高峰约 350 人）生活污水处理量为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ 、下库大坝标施工营地（最高峰约 800 人）生活污水处理量为 $100 \text{ m}^3/\text{d}$ 、机电安装标施工营地（最高峰约 400 人）生活污水处理量为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ 。业主营地与各施工营地生活污水处理后，可分别用于施工区内林草地的绿化用水，各营地生活污水处理量大于绿化用水量时，可作为施工区外林地的绿化用水。

雨季施工时，考虑到项目区降雨量实际情况，降水时，污废水处理后无法进行回用，因此，在雨季特别是长时间降雨时污废水经处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准要求后排放。

6.2.1.2 砂石加工系统废水处理

a) 处理规模

上水库砂石加工系统车间、设施布置在上水库主坝左坝头缓坡地 16#上库副坝施工道路旁，布置高程 840.00m。按每日 2 班制生产，确定砂石加工系统的生产规模：设计处理能力 150t/h，设计生产能力 120t/h，耗水量 30m³/h。下水库砂石系统布置在下水库交通洞口附近的缓坡地，布置高程 190m~200m，设计处理能力 600t/h，设计生产能力 480t/h，耗水量 150m³/h。

砂石加工系统生产废水主要为砂石料冲洗及降尘用水，主要来源于筛分车间。考虑物料表面含水、蒸发和渗漏所造成的水量损失 10%，生产用水中剩余 90%作为生产废水排放，则上水库砂石加工系统、下水库砂石加工系统生产废水产生量分别为 27m³/h、135m³/h，设计处理规模分别为 30m³/h、150m³/h。

b) 系统布置

上、下水库砂石加工生产废水处理系统分别布置在上、下水库砂石生产系统内。砂石加工生产废水经处理达标后回用至本砂石系统。

c) 方案比选

根据砂石料系统本身的工艺特点，拟定了 3 个方案进行工艺及其技术经济比较。

方案一：采用预沉+混凝沉淀法

废水从筛分楼流出，先经预沉池去除粒径较大的颗粒悬浮物，骨料冲洗废水中石粉颗粒相对较细，预沉池出水后需采取投加混凝剂使其形成较大的絮凝体，而后进入沉淀池快速沉淀，从而实现固液分离，预沉池和沉淀池的泥渣经污泥泵抽至压滤机进行机械脱水。本方案占地面积较小，工艺成熟，处理效果好；不足的是增加了设备和运营管理费用，提高了运行维护管理要求。

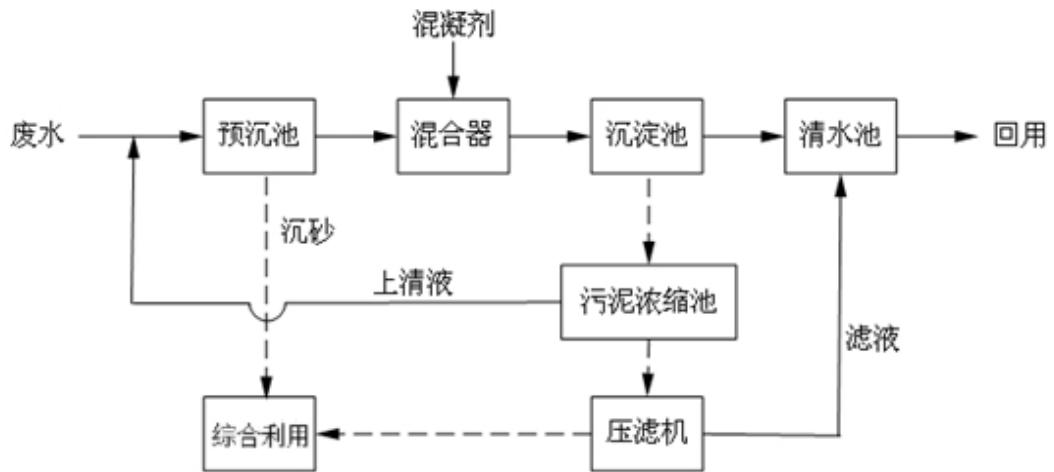


图 6.2.1-1 混凝沉淀法工艺流程示意图

方案二：采用机械加速澄清法，机械加速澄清能把混合池和沉淀池合为一体，减少占地，絮凝药剂的用量省。

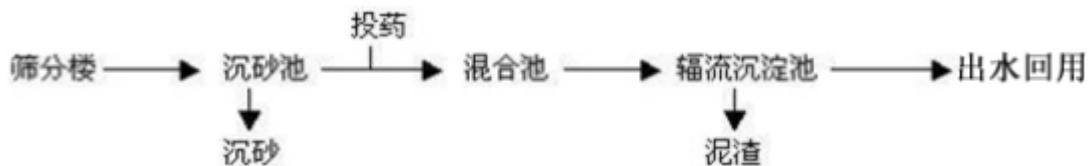


图 6.2.1-2 机械加速澄清法工艺流程示意图

方案三：一体化污水净化法。系列高效(旋流)污水净化器利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将污水净化中的混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、污泥浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间完成污水的多级净化。

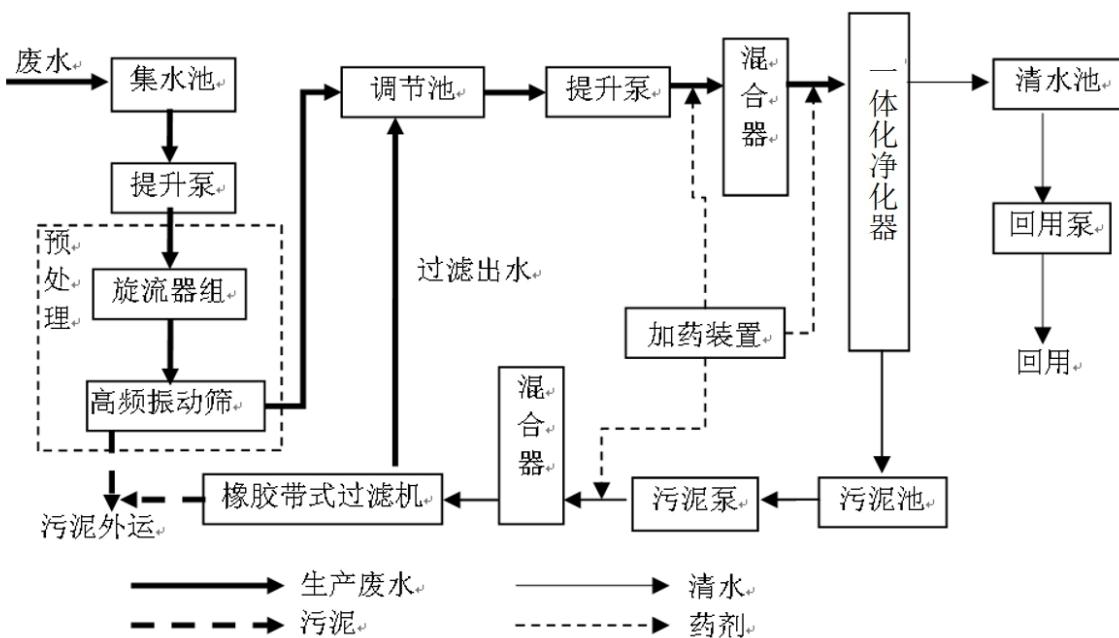


图 6.2.1-3 高效(旋流)污水净化法工艺流程图

砂石加工系统生产废水处理方案比选情况见表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 砂石加工系统生产废水处理方案比选表

方案	方案 1 (混凝沉淀法)	方案 2 (机械加速澄清法)	方案 3 (一体化污水净化器)
用地	占地面积大	占地面积相对方案 1 小	占地面积最小
适用条件	适用于施工用地充裕工程	对用地有要求	用地紧张, 处理水质要求高
工程投资	工程投资少	工程投资较高	设备数量多, 整体投资高
运行管理要求	运行费用低; 管理较简单	运行费用和管理要求相对方案 1 高	运行费用高; 设备较多, 管理要求高
处理效果	较 好	相对方案 1 好	效果明显

根据表 6.2.1-1 以及砂石加工系统系统布置的地形条件和废水特征, 综合考虑工程投资、运行费用、工艺水平、管理方便程度、处理负荷潜力和实际应用以及效果等多方面, 对 3 个方案进行了比选, 选择方案 3 作为推荐方案。

d) 污泥处理方案比选

从砂石料加工废水处理系统产出的泥浆量十分大, 且含水量超过 90%, 不易进行堆积, 须对泥渣进行进一步处理。

方案 1: 采用自然堆置干化法。需要较大的场地来利用重力使沉砂和泥浆过滤脱水, 然后堆置在沉砂池中。

方案 2：采用先重力浓缩，后重力过滤脱水相结合的方式。沉渣经过重力浓缩池浓缩后经过滤池进一步过滤脱水处理，进行自然干化后运至钢管堆放场。

方案 3：采用机械脱水方式。沉渣经重力浓缩和机械加压脱水将泥浆和沉砂脱水后外运至钢管堆放场。该方案占地面积小，沉渣脱水后含水率可降至 30%以下，处理效果较好。

一体化污水净化系统污泥脱水设备配套有橡胶带式过滤机，泥渣处理宜采用方案 3，废水处理系统的沉渣经过机械脱水后运至临近的弃渣场。

e) 推荐方案工艺设计

砂石加工系统生产废水汇入集水池，经废水提升泵提升至细砂回收器中的“旋流器组+高频振动筛”中进行预处理，主要进行细砂回收，旋流器溢流口出水至调节池，底流浓缩水至高频振动筛，高频振动筛筛上物大颗粒泥沙使用皮带运输机传输至堆场再装车外运就近堆渣利用场地，筛下物废水也进入调节池，调节池设置搅拌器以防沉淀。调节池废水提升至高效污水净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成直流混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入清水池后回用。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中，在污泥池上方设置污泥搅拌器，防止污泥沉淀。用污泥泵提升至橡胶带式过滤机将污泥脱水干化，经皮带输送机输送至污泥堆场后清运。

f) 构筑物设计

工程在上下库砂石加工系统，上下水库砂石加工系统废水处理系统设计处理规模为 30m³/h 、150m³/h，废水经处理后回用。构筑物尺寸见表 6.2.1-2，占地面积分别约为 200 m² 和 650m²。

表 6.2.1-2 砂石加工系统生产废水处理主要构筑物一览表

处理系统	构筑物名称	数量 座/套	尺寸 m			结构	占地 面积 m ²	备注
			长	宽	高			
上水库 砂石加 工系统 废水处 理系统	集水池	1	4.0	2.5	3.5	钢砼	10	兼做事故应急池
	调节池	1	4.0	2.5	3.5	钢砼	10	
	污泥池	1	2.0	2.0	2.5	钢砼	4	

	清水池	1	4.0	2.5	3.5	钢砼	10	
	泵房	1	5.0	4.0	3.5	砖砌	20	
	脱水机房	1	10	8	3.5	砖砌	80	内设板框压滤机、真空泵、空压机等配套设施
下水库砂石加工系统废水处理系统	集水池	1	10.0	5.0	3.5	钢砼	50	兼做事故应急池
	调节池	1	10.0	5.0	3.5	钢砼	50	
	污泥池	1	5	4	2.5	钢砼	20	
	清水池	1	10.0	5.0	3.5	钢砼	50	
	泵房	1	8.0	6.0	3.5	砖砌	48	
	脱水机房	1	20	15	3.5	砖砌	300	内设板框压滤机、真空泵、空压机等配套设施

表 6.2.1-3 砂石加工系统生产废水处理主要设备一览表

序号	设备名称	数量	备注
1	螺旋式砂水分离器	4 台	玻璃钢, 2 用 2 备 (处理规模 30、150 m ³ /h)
2	一体化污水净化器	4 套	2 用 2 备 (处理规模 30、150 m ³ /h)
3	潜水搅拌机	4 台	2 用 2 备
4	橡胶带式过滤机	4 台	2 用 2 备
5	细砂回收器	4 套	2 用 2 备
6	污水混合器	4 台	2 用 2 备
7	污泥混合器	4 套	2 用 2 备
8	污水提升泵	4 台	
9	污泥提升泵	4 台	
10	清水(回用)泵	4 台	
11	加药装置	4 套	
12	电磁流量计	2 台	
13	皮带输送机	4 套	
14	电控装置	1 套	

g) 处理效果分析

本工程砂石加工系统生产废水处理采用一体化污水净化法可按照要求合理布置，并通过高效的净化设备可有效地去除将废水中的 SS。处理后上清液可通过处理系统自备的抽水泵直接抽取回用作砂石加工系统系统冲洗水。该法运行效果好，适合在处理要求高的区域使用。

6.2.1.3 混凝土系统冲洗废水处理

a) 处理规模

根据前述工程分析，本工程施工共布置 3 个混凝土系统，在工程上水库设置有 1 个混凝土生产系统，分别为大坝标混凝土系统，生产能力为 $12\text{m}^3/\text{h}$ ；下水库设置有 2 个混凝土系统，大坝混凝土拌合系统和输水发电系统标混凝土拌合系统，生产能力为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 、 $12\text{m}^3/\text{h}$ 。混凝土系统冲洗废水为间歇排放，每天冲洗 3 次，每次用水约 3m^3 ，各系统日冲洗废水产生量约为 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土系统废水 PH 一般大于 10，并含有较高悬浮物，其浓度为 5000mg/L 左右。该部分废水经处理后回用于混凝土系统，对周围水环境影响不大。混凝土系统冲洗废水设计处理规模为 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。

b) 方案比选

针对混凝土系统生产废水量少，冲洗时间短的特点，拟采用两种方案进行比选：

方案 1：竖流式沉淀池。特点是占地面积小，处理效果较好，但施工难度大，造价高。

方案 2：矩形处理池。利用换班时间将冲洗废水排入池内，静置至下期换班放出。此池工艺简单，造价低。

对比两个方案，方案 2 土建简单，造价低，运行费用较低，而方案 1 施工难度大，对冲击负荷适应性差。

考虑到混凝土系统生产废水主要来混凝土拌和楼冲洗，废水排放呈间歇性，推荐构筑物简单、投资和运行管理简单的方案 2 作为首选方案。

c) 推荐方案工艺

混凝土系统生产废水量少，冲洗时间短，采用矩形处理池处理。每个混凝土系统设置 2 个沉淀池(一用一备)，混凝土系统的冲洗废水在每班换班时排放入一个沉淀池，添入絮凝剂静置沉淀一班时间后外排至清水池回收利用。在沉淀池污泥沉淀到一定程度后换用备用池。池内污泥沉淀干化至一定程度后运至渣场。处理流程见图 6.2.1-4。

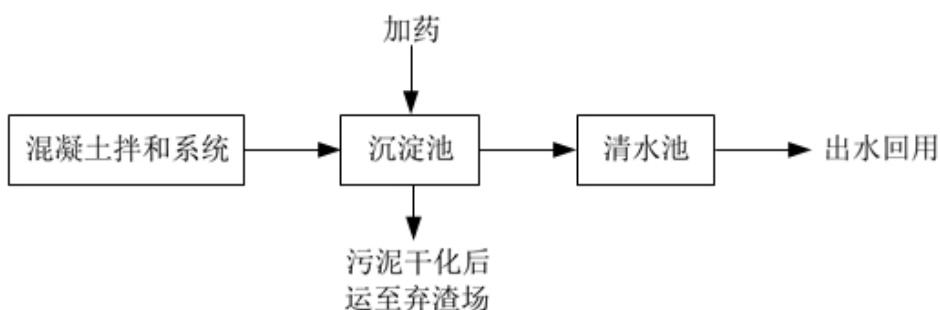


图 6.2.1-4 混凝土拌和系统冲洗废水处理流程图

d) 构筑物设计及主要设备

混凝土拌和冲洗废水处理系统主要设备包括沉砂池、预沉池、沉淀池和清水池，并配备潜水泵，构筑物尺寸见表 6.2.1-3，混凝土处理系统占地总面积约为 60m²。

表 6.2.1-3 单套混凝土系统废水处理处理系统主要构筑物一览表

主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	备注
沉淀池	2 座	6m×2m×2.5m	钢混，一用一备
加药间	1 座	4m×3m	钢混
加药装置	2 套	100L	
清水池	2 座	6m×2m×2.5m	钢混，一用一备
清水泵	2 台	IS80-65-125	一用一备
管道混合器	2 个	GW-100	一用一备

e) 效果分析

混凝土系统生产冲洗用水，经循环使用沉淀池能可充分地使混凝土生产废水中的污染物 SS 的含量降低，通过中和剂能够有效地调节混凝土生产废水中的 pH 浓度，从而使废水处理后可继续用于系统冲洗。

6.2.1.4 基坑废水处理

a) 废水概况

本工程基坑废水中碱性废水产生量约 200m³/d。根据已建工程监测资料，由混凝土浇筑和养护等形成的碱性水，使基坑废水 pH 值达 11~12，悬浮物浓度约 2000mg/L。

b) 处理目标

基坑水废水处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GBT18920-2020) 标准后进行回用处理。

c) 处理方案

基坑经常性排水悬浮物浓度高，水体呈碱性。根据国内有关水电工程项目对基坑排水的处理经验，基坑排水一般不采用设施处理，仅向基坑中投加絮凝剂，让坑水静置沉淀 2h 后再排放，剩余污泥定期人工清除。这种基坑排水处理技术措施合理有效，经济节约，可解决实际中发生基坑水问题，该方案中仅仅定期投加絮凝剂，而没有其它的基建投资。为了保证其上层清液中悬浮物和 pH 浓度不影响处理效果，在抽水

时控制水泵的深度，保持水泵在上层清液部分；控制投药量，保证出水水质。

基坑施工排水处理后出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GBT18920-2020)标准。基坑排水采用2台(1台备用)IS150-125-250型水泵进行抽排，回用于施工场地和弃渣场降尘及大坝混凝土养护，基坑内剩余污泥定期用自卸汽车运至弃渣场，对周围水体水质基本无影响。

6.2.1.5 洞室废水处理

a) 处理规模

洞室废水主要是地下厂房及水道系统开挖面产生的涌水和施工用水排放。在施工前期，地下厂房及水道系统主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物、石油类；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为pH。洞室废水的产生量、性质与施工工艺、地质条件、地下水含量等因素有关，排放并不稳定。

本工程施工支洞包括引水主洞、尾水主洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、尾闸通风洞、尾闸交通洞、尾调通风洞、高压电缆洞、导流洞等。根据水文地质条件与施工用水估算，各施工支洞可能的最大废水量产生量见下表。

表 6.2.1.5-1 施工支洞废水分量一览表

序号	施工支洞名称	预计废水分量 m ³ /d	备注
1	①施工支洞	220	
2	②施工支洞	200	
3	进厂交通洞	2200	含③、④、⑤施工支洞、尾闸交通洞、尾闸通风洞、高压电缆洞等
4	通风兼安全洞	200	
5	自流排水洞	70	
6	上库导流洞	150	
7	下库导流洞	200	

根据施工布局，施工洞室废水处理系统布置7套系统，其中进厂交通洞洞室废水处理系统收集处理③、④、⑤施工支洞、尾闸交通洞、尾闸通风洞、高压电缆洞洞室废水。①施工支洞、②施工支洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、上库导流洞、下库导流洞建设独立的废水处理系统。各废水处理系统根据洞口周边地形布置。

b) 处理方案

在有涌水出现的情况下，从输水隧洞、地下厂房流出的废水较为连续，废水处理前期采用“絮凝沉淀+过滤”并且通过投加混凝剂使悬浮物、石油类等处理达标，后期

主要污染物为悬浮物和 pH，可采用混凝沉淀工艺，处理流程见图 6.2.1-5。

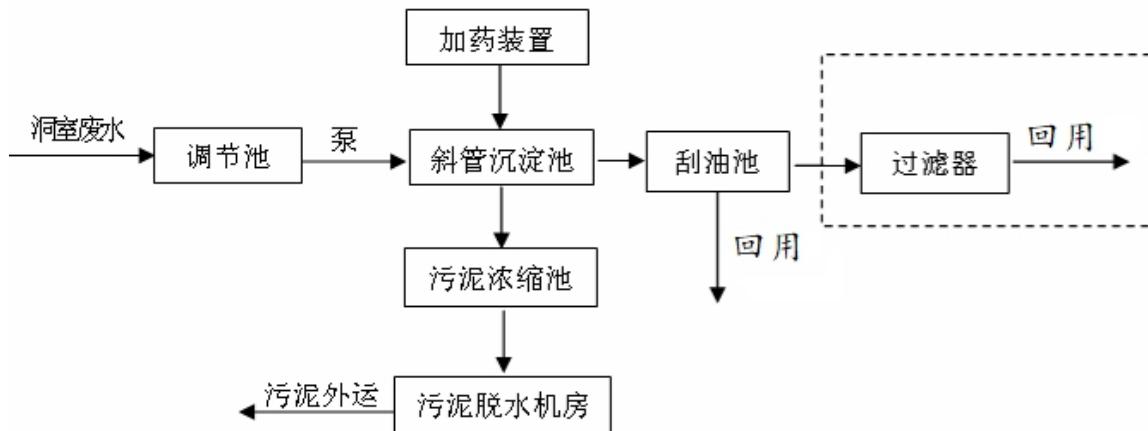


图 6.2.1-5 洞室废水处理工艺流程图

洞室流出的废水经调节池对原水水量及水质进行调节，减轻水力和污染物负荷对后需处理工序的冲击，以保证后序工序在稳定的条件下进行。废水在调节池中停留4h 后经泵提升至斜管沉淀池，在斜管沉淀池中投加碱式氯化铝。由于废水呈中性，投加碱式氯化铝后溶液呈酸性，使用石灰调解混凝反应的 pH 值，并充当助凝剂。在沉淀池中投加聚丙烯酰胺以加快絮体的沉降速度，提高出水澄清度和减少沉淀池内的污泥体积。洞室废水前期由于含有石油类污染物，废水经沉淀池后进入刮油池，刮油池内设置吸油装置收集废水表层油污，收集后经除油过滤器过滤后即可达标排放，收集的油污交有危废处理能力和资质的单位进行处理；后期洞室废水石油类含量减少，当沉淀池出水石油类浓度达标时，可停用吸油装置和除油过滤装置。废水经刮油池后回用。

c) 处理工艺设计

本工程洞室废水共有 5 种处理规模，分别为 $70 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $150 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $200\text{m}^3/\text{d}$ 、 $220 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $2200 \text{ m}^3/\text{d}$ 。洞室废水处理系统主要构筑物尺寸见表 6.2.1-6，处理系统总占地面积约 3000m^2 。

表 6.2.1-6 洞室废水处理主要构筑物尺寸表 单位：m

序号	处理规模	$70 \text{ m}^3/\text{d}$	$150 \text{ m}^3/\text{d}$	$200\text{m}^3/\text{d}$	$220 \text{ m}^3/\text{d}$	$2200\text{m}^3/\text{d}$
1	调节池(钢混)	$4\times3\times4$	$6\times4\times4$	$6\times6\times4$	$6\times6\times4$	$15\times10\times4$
2	斜管沉淀池(钢混)	$4\times2\times3$	$5\times3\times3$	$6\times4\times3$	$6\times4\times3$	$6\times4\times3$
3	刮油池(钢混)	$3\times3\times3$	$3\times3\times3$	$4\times2\times3$	$4\times2\times3$	$5\times3\times3$

4	污泥浓缩池(钢混)	$\Phi 1.5 \times 3$	$\Phi 2 \times 3$	$\Phi 3 \times 4$	$\Phi 3 \times 4$	$\Phi 3 \times 4$
5	污泥脱水机房 (砖混)	4×4	4×4	6×4	6×4	6×4
6	加药间(砖混)	3×3				
7	值班监测室(砖混)	4×3				
8	集油井(砖混)	$1 \times 1 \times 2$				

d) 处理效果分析

洞室废水的产生量与地下涌水、施工涌水有关，在洞室废水特性与施工阶段相关的情况下，本工程针对洞室废水施工前期、后期的特点，分时段采取了不同的处理工艺并组合在一起，从而确保了废水处理的有效性，废水处理后能达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求。

6.2.1.6 生活污水处理

a) 处理规模

根据规划，施工区施工高峰期人数约为 3000 人，水电工程施工期生活污水主要来自洗涤、浴室与食堂排水，生活用水量大，污水中各项指标较城市生活污水指标低。上库大坝标施工营地（最高峰约 600 人）、输水发电标上库施工营地（最高峰约 400 人）、业主营地（最高峰约 350 人）、下库大坝标施工营地（最高峰约 800 人）、机电安装标施工营地（最高峰约 400 人）各生活营地生活污水排放量分别为： $72\text{m}^3/\text{d}$ ， $48\text{ m}^3/\text{d}$ ， $42\text{m}^3/\text{d}$ ， $96\text{ m}^3/\text{d}$ ， $48\text{ m}^3/\text{d}$ 。生活污水处理规模分别按 $80\text{ m}^3/\text{d}$ 、 $50\text{ m}^3/\text{d}$ 、 $50\text{ m}^3/\text{d}$ 、 $100\text{ m}^3/\text{d}$ 、 $50\text{ m}^3/\text{d}$ 规模进行设计。

b) 方案比选

方案一：采用污水处理站

污水处理站采用 A/O 生物处理工艺，生活污水集中至调节池后，用泵提升至厌氧池，经厌氧、好氧、沉淀及消毒后出水回用。二沉池的部分污泥回流，剩余污泥与调节沉淀池污泥排至污泥池进行好氧消化处理，上清液回流至调节沉淀池。消化池中的污泥用泵抽至污泥压滤机进行脱水处理，干化污泥运至弃渣场。污水处理站具体设计工艺流程见图 6.2.1-6。

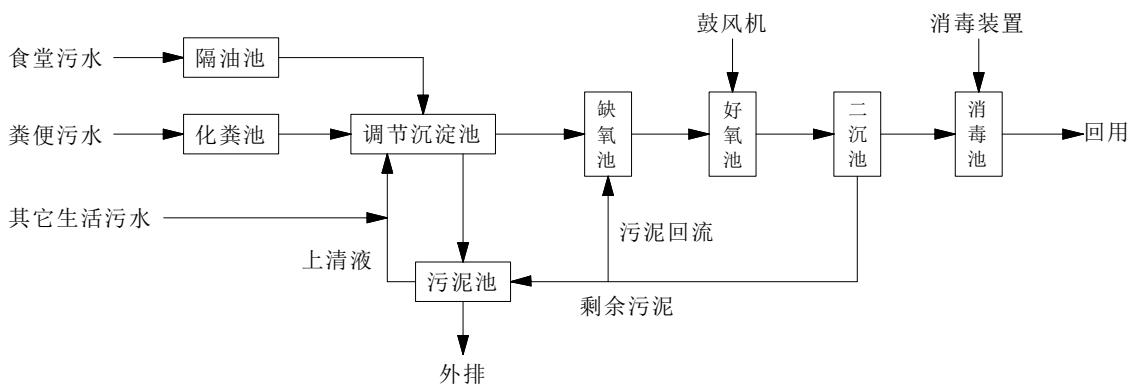


图 6.2.1-6 污水处理站工艺流程图

方案二：采用一体化生活污水处理设备。

成套生活污水处理设备主要采用生物接触氧化法，是处理生活污水的一种常用方法，主要应用于中小规模的污水处理。在污水处理装置内通过充氧曝气，微生物形成生物膜，污水与生物膜广泛接触，通过微生物的新陈代谢作用，将污水中的有机物转化为新生物质和 CO₂，污水因此得以净化。成套污水处理设施工艺流程见图 6.2.1-7。

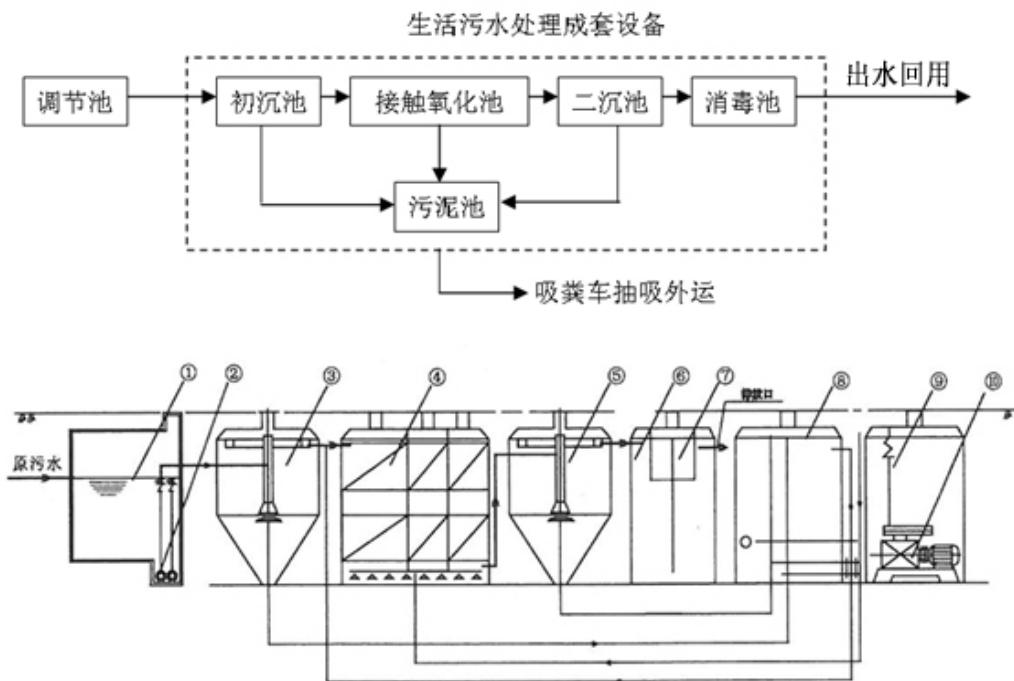


图 6.2.1-7 成套污水处理设备工艺流程图

污水处理站主要用于施工人数较多的承包商营地的生活污水处理，一般人数超过 5000 人，设备投资高，运行维护费用相对较大。由于本工程各处承包商营地高峰人

数最多为 3000 人，高峰时产生量为 $360\text{m}^3/\text{d}$ ，地埋式污水处理装置可满足生活污水处理需要，设备投资适中，运行维护费用相对较小。该法具有 BOD 负荷高、处理时间短、占地面积较小、维护管理方便、污泥膨胀少等优点，适用于生活污水的二级生物处理，运行时稳定可靠，出水水质良好，污水经处理后可回用于绿地浇灌等，在国内外都得到了广泛的研究和运用。因此本工程生活污水处理采用成套污水处理设备。

c) 推荐方案工艺流程设计

本工程选择的一体化污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，处理流程见图 6.2.1-7。污水设备由六部分组成：初沉池、一级接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年~3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，因此运行无噪声。

d) 工艺设计

施工区各营地生活污水处理根据处理规模进行设备选型，此外需在一体化设备前布置一调节池，各一体化设备选型及调节池设计尺寸见表 6.2.1-7。由于本工艺占地面积较小，单个处理系统占地面积约 $200\text{m}^2\sim300\text{m}^2$ ，各生活营地污水处理系统可布置在各营地场内。

表 6.2.1-7 各施工营地生活污水处理主要构筑物尺寸及设备表

施工营地	构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备注
污水处理规模 $80\text{ m}^3/\text{d}$ (上库大坝标施工营地)	调节池	1 个	$8\text{m}\times2.5\text{m}\times4.5\text{m}$	钢混
	成套生活污水处理设备	1 套	WSZ-A20	
	清水池	1 个	$6.5\text{m}\times3\text{m}\times4.5\text{m}$	钢混
污水处理规模 $50\text{ m}^3/\text{d}$ (输水发电标施工营地、业主营地、机电	调节池	1 个	$6\text{m}\times3\text{m}\times3.5\text{m}$	钢混
	成套生活污水处理设备	1 套	WSZ-A20	

安装标营地)	清水池	1 个	5m×2.5m×4.5m	钢混
污水处理规模 100 m ³ /d (下库大坝标施 工营地)	调节池	1 个	8m×3.2m×2.8m	钢混
	成套生活污水处 理设备	1 套	WSZ-A20	
	清水池	1 个	6m×4m×4.5m	钢混
公用	吸粪车	2 辆		

e) 成套设备管理要求

安装完毕后必须把设备存满水，试水各管口必须不渗漏，把两只二沉池潜水槽调整在同一水平线上，进一步检查确认无不妥后，即可用土填入设备四周间隙中，并整平地面。设备必须建立一套定期保养制度，尤其是易损部件风机与水泵，如：进入污水，必须清理，更换机油后方能使用；风机启动前必须注意空气闸门是否打开。污水泵按额定流量把污水抽入设备内，启动风机进行曝气，每天观察接触池内填料情况。风机每运行 10000h 保养一次，水泵每运行 5000h~8000h 保养一次。

f) 运行效果及处理效果分析

采用成套设备对生活污水进行处理，可有效处理电站施工期的生活污水，污水排放能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020) 中相应的绿化用水标准。成套设备占地小，运行自动化程度高，管理规范，整套系统可操控性效果好。

6.2.1.7 其他污（废）水处理

a) 地表径流污水处理

本工程区上、下水库占地范围广，且地形不平缓，施工区开挖、填筑的面相对较大，流经各工区的地表水易受到施工开挖与填筑的影响，宜结合施工场地布置在上、下水库具有一定集水面积的施工区下游布设沉淀池对受污染的地表径流(包括基坑废水)进行静置沉淀处理。根据本工程上、下水库的布置情况，需布设沉淀池条件的位置有坝区(基坑)、营地区、堆渣利用区、转料场区、表土堆存场区，沉砂池纳入相应工区的工程措施与水土保持措施中。

b) 施工临时区粪便污水

根据施工规划，本工程施工区可划分为若干相对独立的施工区块，每个施工区域设置临时厕所(移动厕所)1 座，每座厕所配置 6 个蹲位，由专人负责定期通过吸粪车清运至附近的承包商营地一体化生活污水处理设施统一处理。

6.2.2 工程蓄水前水环境保护措施

a) 库底清理原则

库底清理主要目的是为了保证水库运行安全，保护水库环境卫生，控制水传染疾病，防止水质污染。库底清理实施应符合卫生、环保、劳动安全等行业部门的相关要求。库底清理前应根据建库前的生态调查成果，对库区内重点保护植物、古树进行复核，确保库内的重要植物资源不受影响。

b) 库底清理范围及对象

1) 上水库淹没范围

上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的下坪田水库，上水库流域面积小、水面宽广、河道距离短且坡降陡，水库形态呈盆状。结合库盆条件和河道特性，上水库建成后的水面四周均被大坝和山体围绕，库内各冲沟的平均坡降在 10%~15%之间，远大于临界坡降，洪水时为急流状态，不会产生回水上延。因此，上水库不进行回水计算，库区 P=5%、20%洪水的回水曲线即坝前最高水位的水平线。

经调洪计算，推荐方案 P=5%、20%频率洪水坝前最高水位分别为 852.18m(壅高值大于 1m)、和 851.75m(壅高值大于 0.5m)上水库淹没处理范围如下：

(1) 农村居民、房屋及附属设施、一般专项设施等，按 P=5%频率洪水坝前最高水位(852.18m)确定淹没处理范围。

(2) 耕地、园地按 P=20%频率洪水坝前最高水位(851.75m)确定淹没处理范围。

(3) 各类林地、草地、未利用地，按正常蓄水位 851m 确定淹没处理范围。

(4) 专业项目：项目淹没影响涉及的水利、电力、通信、交通等专项设施，按 P=5%频率洪水坝前最高水位(852.18m)确定淹没处理范围。

2) 下水库淹没处理范围

下库位于激石溪村，地形开阔，地势平坦，专业项目和耕地比较集中。下水库淹没处理范围如下：

(1) 农村居民、房屋及附属设施、一般专项设施等，按正常蓄水位加 1m(232m)与 20 年一遇洪水回水组成的外包线确定淹没处理范围。

(2) 耕地、园地，按正常蓄水位加 0.5m(232.5m)与 5 年一遇洪水回水组成的外包线确定淹没处理范围。

(3) 各类林地、草地、未利用地，按正常蓄水位 232m 确定淹没处理范围。

(4) 根据《水电工程建设征地处理范围界定规范》(NB/T 10338-2019)，以设计

洪水回水水面线与同频率天然洪水水面线差值为0.3m处的计算断面为水库回水末端断面，末端断面水平延伸至天然多年平均流量水面线相交处为处理终点。

2) 库底清理范围

按照规范要求，库底清理范围根据水库淹没处理范围、清理对象、水库运行方式和水库综合利用要求确定，分为一般清理范围和特殊清理范围两部分。经调查，本工程上、下水库库区无特殊清理。

本工程一般清理包括卫生清理、建(构)筑物清理、林木清理三大类。卫生清理包括常规(一般)污染源、生物类污染源，清理范围为居民迁移线以下区域。建(构)筑物清理包括建筑物清理、构筑物清理、建筑物易漂浮物清理，清理范围为居民迁移线以下水库淹没区。林木清理包括林地清理、园地清理、零星果木清理、林木易漂浮物清理，清理范围为正常蓄水位以下的水库淹没区。

3) 库底清理对象

卫生清理对象包括所有可能对水体产生污染的固体、液体废物，分为常规(一般)污染源、传染性污染源、生物类污染源、一般固体废物。本工程上、下水库库区内只有常规(一般)污染源和生物类污染源。常规(一般)污染源主要有：粪池、圈舍、沼气池、生活垃圾、坟墓；生物类污染源主要有：鼠类。

建(构)筑物清理分为一般建(构)筑物清理和大体积建(构)筑物清理。清理对象为清理范围内的建(构)筑物和易漂浮物，以及清理范围内大体积建筑物。本工程上、下水库库区内只有一般建(构)筑物，无大体积构筑物需清理。建筑物是指用于生产生活的各种类型、结构的房屋，包括城乡居民、单位、工矿企业的各类房屋以及杂房。各类房屋按结构分为特殊结构、框架结构、砖混结构、砖木结构、木结构、土结构等；一般构筑物是指非居住性的各类构筑物，围墙、室外走廊、雨篷、门楼、油罐、烟囱、线路杆材。建筑物易漂浮物是指建筑物拆除物中密度小于水的材料，如木质门窗、木檩椽、木质杆材等。

林木清理对象为林地、园地中的各类林木，零星果木，林木易漂浮物。

c) 库底清理方法

1) 卫生清理

——常规(一般)污染源

粪池、沼气池、圈舍：粪池、沼气池、圈的粪便应彻底清掏并运输至库外，运出的粪便可作为农用肥料或土壤改良剂施用于库区之外的农田、林地、绿化用地等土地。

粪池、沼气池、圈舍的坑穴消毒用漂白粉(有效氯含量为 30%)按 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布浇湿消毒。消毒后，取附近净土对坑穴进行填埋。

生活垃圾：库区内生活垃圾采用收集后委托当地收运系统集中处理的方式进行处理。

普通坟墓：墓穴消毒根据库底清理规范的消毒要求，采用漂白粉(有效氯含量为 30%)按 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布浇湿消毒。消毒后，取附近净土对坑穴进行填埋。

——生物类污染源

建筑物内灭鼠工作的开展时间应在移民搬迁后至建筑物拆除之前完成。耕作区灭鼠在蓄水前 2 个月内完成。灭鼠药品为含有溴敌隆成分的灭鼠药。建筑物范围内每 50m^2 投放毒饵 3 堆。在耕作区灭鼠应在田埂上投饵，每亩投放毒饵 10 堆。投放毒饵后 5d，检查毒饵消耗情况，全被吃光处再加倍投放饵料。同时收集鼠尸并立即进行焚烧处理；投饵 15d 后，收集并妥善处理鼠尸和剩余毒饵。

2) 建(构)筑物清理

建筑物拆除：木结构、土结构、砖木结构、附属房屋及三层以下砖混结构的房屋采用人工或机械方式拆除。涉及房屋总面积 1086.63m^2 ，其中砖混结构 133.43m^2 ，砖木结构 2.03m^2 ，土木结构 193.53m^2 ，木结构 10.2m^2 ，其他结构 747.44m^2 ，均在水库淹没区。有传染性污染源的建筑物，应按卫生清理技术要求消毒处理后再拆除。建筑物清理过程中要注意围挡并洒水降尘，以减轻扬尘对周边大气环境的影响。建筑垃圾及时清运至当地规定的建筑垃圾中转站。

构筑物拆除：围墙、室外走廊、雨篷，门楼采用人工或机械方式推倒。各类线路杆材采取人工或机械方式拆除，拆除的线材、铁制品、木杆等应回收运出库外，并考虑旧料回收。

建筑物易漂浮物处理：建(构)筑物拆除后的木质门窗、木檩椽、木质杆材等，进行收集并尽量利用，多余部分送至仙溪镇生活垃圾转运站。

3) 林木清理

需清理的各类林木，零星果木应尽可能齐地砍伐(或移植)并清理外运。林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛等易漂浮物应就地烧毁或采取防漂措施。焚烧要特别注意火安全，需有专人负责与看管灭火设备和灭措施。因焚烧对象主要为林木，主要污染物为颗粒物，焚烧点与林区或建筑物距离一般不得少于 50m 消防规定的安全距离，

并应选择风速小于二级的天气进行，对周边大气环境影响较小。

4) 施工期间遗留物

对工程施工单位在施工期间遗留在清理范围内的建筑物及其附属设施、污物、垃圾、油污等，由各有关单位自行负责按上述清理的要求进行清理。

d) 库底清理技术要求

1) 卫生清理的技术要求

卫生清理工作应在建(构)筑物清理之前进行。清理现场表面用土或建筑渣土填平压实。粪便消毒处理后要达到《粪便无害化卫生标准》(GB7959-2012)的指标要求，由县级疾病预防控制中心提供检测报告。

鼠密度按照《动物鼠疫监测标准》(GB16882-1997)检查，不得超过1%。

粪便、生活垃圾处理应满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)或《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485-2014)的有关要求。所有固体废物的暂存地必须在清理范围以外。

满足或者经过处理后满足《城镇垃圾农用控制标准》(GB8172-1987)和《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-1984)有关要求的废物，可以用作农用肥料或土壤改良剂施用于库底之外的农田、林地、绿化用地等土地。

2) 建(构)筑物清理的技术要求

建筑物、构筑物清理后，残留高度不得超过地面0.5m。易漂浮物材料应在建筑物拆除后及时清理，以防止水库蓄水后，漂浮在水面堵塞航道。

3) 林木清理的技术要求

林木经清理后，残留树桩高度不得超过地面0.3m，枝丫不得残留库区。

林木清理残留量不得大于清理量的1‰。

4) 其他清理

清理库区范围内的地面构筑物，凡妨碍水库运行安全和开发利用的必须拆除，设备和材料运出库外，清理后较大构筑物的残留高度不超过地面0.5m，水库水位消落区内的地下建筑物，采用封堵、填塞、覆盖等措施进行处理。

e) 库底表土与清淤

本工程库内表土均堆置于上、下水库设置的表土堆存场，需在蓄水前按照库底清理的要求进行表土的清理和清淤，及时清运表土用于植被恢复，在做好相应的库底清淤、清理措施后对水质的影响不大。

f) 清库方案的合理性分析

水电水利行业编制有《水电工程水库库底清理设计规范》(DL/T 5381-2007)，为指导本工程库底清理提供了技术依据。根据移民安置实物指标调查结果，本工程清库的内容以建筑物拆除和林木清理为主，常规(一般)污染源和生物类污染源清理量较少，污染物处理难度很小。从环境的角度分析，库底清理是了保护蓄水初期和运行期的水库水质，在严格执行了清库方案所采用方法且清库彻底的情况下，库区水质从蓄水期就将得到有效的保护，方案是合理的。

g) 蓄水前环境保护阶段验收

应自主开展蓄水前阶段竣工环境保护验收调查的工作。

6.2.3 工程运行期水质保护措施

6.2.3.1 库区水质保护

(1) 库区水质保护

电站库区上游的枯枝树叶等易随径流进入库区，影响水库水质。运行期电站需对库内的枯枝树叶进行定期打捞和清理，确保水库水质良好。

(2) 库周环境管理

加强库周环境管理和宣传教育工作，保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质良好。

(3) 加强库区及上游自然环境的保护和生态建设，禁止滥砍滥伐，减少水土流失。

6.2.3.2 管理区水质保护

a) 生活污水处理

运行期的管理人员约 360 人，产生污水量约为 $43.2\text{m}^3/\text{d}$ ，应继续使用施工期的生活污水处理系统，业主营地生活污水经处理后需达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)规定的标准，不外排。生活污水处理费用计入电站运行成本。

b) 厂区含油废水处理

机组正常运行时，水轮机坑顶盖基本无含油积水，全厂含油污水约 $30\text{m}^3/\text{d}$ ；轴承甩油情况下，按顶盖排水泵 40~60min 排尽机坑含油积水，考虑全厂含油污水约 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，含油污水经管路收集至浮油收集池。电站设置厂区 150m^3 清水池一座，含油污水收集至油污井后，通过含油污水处理系统处理达标后，排入电站厂区清水池储

存用于厂区，用于厂区绿化。浮油处理收集后交有资质的单位进行处理，废油收集设施以及相应的处理费用计入电站建设与运行成本。

c) 坝前漂浮物处理

上、下水库正常蓄水位水库面积均不大，但植被覆盖率高，洪水挟带的漂浮物堆积在大坝坝前，若不及时清理，不仅会影响电站发电，还会影响水面景观效果，需要定期组织人对堆积到一定程度的漂浮物进行打捞清理。清理出的漂浮物采取综合处理的方式，可作为薪柴使用的原木、树枝(杈)、灌木等自然漂浮物，晒干后可提供给电站周围居民使用；不可利用的漂浮物，集中后地方环卫部门外运处理。漂浮物清理费用计入电站运行成本。

6.2.3.3 库周污染源控制要求

a) 污染源控制

由于上、下水库水域均属开放性系统，坝址以上流域内排放的污染物可以以各种途径进入水库，影响到水库水质。为保护好水库尤其是下水库的水环境，拟对库区水污染防治控制提出如下建议：禁止在库周及上游地区圈养禽畜；禁止在库周及上游地区兴建对水质可能产生严重污染的工矿企业；保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质，防止库水富营养化。

b) 旅游规划协调性要求

在库区及其周围制定相关的旅游发展规划过程中，要求规划制定部门对旅游的环境容量进行分析确定，提出相应的控制标准，对旅游开发的建设带来的影响进行评价并提出相应例如减少占地、防治水土流失、污染物达标排放的环境保护措施，减免建设对水库水质的影响。

6.2.4 生态用水保障措施

6.2.4.1 蓄水、发电用水方案

a) 初期蓄水用水

根据施工组织进度安排，陆河抽水蓄能电站上、下水库导流洞下闸蓄水时间为第4年3月初，第1台机组正式投产时间为第5年6月底，以后每3个月投产1台机组，到第6年4月底所有机组投产发电。

根据施工计划安排，陆河抽水蓄能电站首台机组正式投产时间为第5年6月底，根据国内已建抽水蓄能电站的经验，首台机调试运行时间一般为2~3个月，本次按3个月考虑，即首台机开始调试运行的时间为第5年3月底。

由于陆河抽水蓄能电站上水库集水面积较小，坝址多年平均年径流量仅 195.5 万 m³，按照施工组织安排，经分析计算，上水库来水量扣除蒸发、渗漏损失、生态流量和下游用水后，水库蓄水量无法满足蓄至死库容的要求，初步判断，一般情况下，陆河抽水蓄能电站首台机组调试运行无法从发电工况启动，建议按抽水工况启动。

以抽水工况启动时，上水库蓄水需完全充填单条引水道，并蓄水至进/出水口底板高程，相应蓄水量为 26 万 m³，上、下水库总蓄水量需满足上水库死库容、下水库死库容、单条引水隧洞充填水量、单条尾水隧洞充填水量和首台机调试 4h 所需水量，共需蓄水 347 万 m³。

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日满发利用小时数 9h 要求所需水量。根据上述蓄水要求，陆河抽水蓄能电站初期蓄水各阶段所需水量成果见表 6.2.4-1。

表 6.2.4-1 初期蓄水各阶段总需水量 单位：万 m³

项目	投产时间	累计需水量	备注
上下水库下闸蓄水	第 4 年 3 月底	-	开始蓄水
第 1 台机组调试运行	第 5 年 3 月底	347	其中上水库 121 万 m ³ , 下水库 226 万 m ³
第 1 台机组正式投产	第 5 年 6 月底	464	水量可交换，上、下水库总水量满足要求即可
第 2 台机组正式投产	第 6 年 10 月底	646	
第 3 台机组正式投产	第 6 年 1 月底	858	
第 4 台机组正式投产	第 6 年 4 月底	1070	

b) 运行用水方案

根据上述水量平衡基本原则和基本资料，对陆河抽水蓄能电站上、下水库代表年进行水量平衡计算，统计出陆河抽水蓄能电站第 1 台机组调试运行至全部机组投产蓄水阶段可供水量成果，具体见表 6.2.4-2。

根据表 6.2.4-2 可知，下闸蓄水后，上、下水库从库底起蓄的基础上，对于 P=50%、P=75%、P=90% 等不同保证率来水时段，上、下水库扣除蒸发、渗漏水量损失及施工期用水后的可蓄水量，对于各台机组调试时的需水量均不存在缺水，上、下水库总蓄水量均可满足需水要求，不需要进行补水。

表 6.2.4-2 电站上、下水库初期蓄水阶段可供水量计算成果表 单位: 万 m³

项目	来水量			生态用水	蒸发、渗漏损失	施工用水	可供水量			需蓄水量	余(缺)水量		
	50%	75%	90%				50%	75%	90%		50%	75%	90%
首台机组调试运行	2315	1856	1502	239.2	41.8	0	2034.2	1575	1221	347	1687.2	1228.0	874.0
第1台机组投产	3545	2842	2300	366.2	39.8	0	3139.2	2436	1894	464	2675.2	1972.0	1430.0
第2台机组投产	4554	3651	2955	470.5	53.5	0	4030.3	3127	2430.7	646	3384.3	2481.0	1784.7
第3台机组投产	4754	3811	3084	491.1	68.9	0	4193.9	3251	2524.2	858	3335.9	2393.0	1666.2
第4台机组投产	4990	4000	3237	515.5	79.5	0	4394.7	3405	2642.1	1070	3324.7	2335.0	1572.1

6.2.4.2 生态用水保障措施

a) 施工期

施工期，上水库采用全年围堰挡水方式，通过导流隧洞过流；下水库坝址处河床较窄，采用一次拦断河床的隧洞导流方式，保障下游生态流量。

b) 运行期

(1) 上水库生态用水保障措施

上水库需泄放的生态流量按上水库坝址处多年平均流量 10%考虑，为 $0.006\text{m}^3/\text{s}$ 。生态流量利用在导流洞设置的直径为 0.2m 生态流量泄放钢管泄放，泄放管进口中心高程为 821.00m （位于死水位以下），供水管全长约 384m ，在进口处设置拦污栅，防止杂物进入堵塞钢管。管线沿导流隧洞边墙布置，浇筑素混凝土进行包裹和固定，在出口处设控制阀门，对泄放流量进行控制。

(2) 下水库生态用水保障措施

下水库需泄放的生态流量按下水库坝址处多年平均流量 10%考虑，为 $0.07\text{m}^3/\text{s}$ 。为确保下水库放空底功能和下游的生态流量，在坝体设置放空钢管。放水底孔兼生态流量放水钢管直径为 1.4m ，进口高程为 198.00m ，放空底孔出口接于下游消力池处，出口设闸阀控制流量，以满足水量下泄和生态流量要求。

c) 生态下泄流量监控系统建设要求

根据在上、下水库生态流量管放水阀后面各设置 1 套在线监控设施，拟选择 SULN-200F 型超声波流量计，控制项目施工期、正常运行期的河道最小泄量。该流量计采用非接触式超声波进行流量的测量，适用于水、海水等可均匀传导超声波、流速在 $0\sim30\text{m/s}$ 的液体，可测量 $15\text{mm}\sim6000\text{mm}$ 的钢、铸铁、水泥等管道。该流量计具有自动流量数据储存功能，并可与电脑连接进行流量监测原始数据的长期备份和储存。

在线监控设施与大坝同时建设，初期蓄水前完成，由电站运行调度人员负责监控初期蓄水和运行期的流量下泄情况，并负责数据的存储、分析、统计和整理，定期向生态环境和水行政主管部门上报。

6.2.4.3 生态用水过程保证措施

为保障新溪水厂备用取水口取水量、水质，本工程主体工程开工前应先完成备用取水口迁移的工作；蓄水期，水库所蓄水量完全利用上、下水库天然径流量自行补给，

为确保工程蓄水不对区域生态环境与居民生产生活用水产生影响，应实行生态流量优先制度。施工期、蓄水期，保证河道生态用水(上水库 $0.006\text{ m}^3/\text{s}$ 、下水库 $0.073\text{ m}^3/\text{s}$)需要。上水库监测断面流量小于 $0.006\text{ m}^3/\text{s}$ 时，下水库监测断面流量小于 $0.073\text{ m}^3/\text{s}$ 时，施工期应少取或停止取水，以保证下游河道生态用水需求。

电站正常运行期，上水库下泄流量一般为下游生态用水需求。下水库来水量较大，正常情况下水库可将上游来水水量通过排水洞泄放至下游河道，下泄流量大于生态用水量；水库运行期当遭遇特枯水年时，下游河道监测断面流量小于 $0.073\text{ m}^3/\text{s}$ 时，可利用下水库的生态基流管将水库蓄水量泄入河道。电站运行期间不消耗水量，只在汛期来水较多时拦蓄少量来水用于补充水库渗漏、蒸发损失量。河道天然来水大多通过上、下水库生态流量管泄于河道内，从而确保了上、下水库坝下生态流量需求。

6.2.5 工程影响范围内其他供水工程取水保证措施

6.2.5.1 下游供水工程

根据 5.1.6 节分析，在 $p=95\%$ 来水条件下，陆河抽水蓄能电站在施工期取水量最大年份会造成自来水厂年 56.3 万 m^3 的缺水，在初期蓄水阶段，会造成自来水厂年 75.8 万 m^3 的缺水，在运行期，会造成自来水厂年 15.7 万 m^3 的缺水。建议建设单位与新溪自来水厂商讨赔偿事宜，另行寻找第二水源建设永久或临时取水工程，保障电站建设期间自来水厂的用水需求。



图 6.2.5.1 新溪自来水厂备用水源取水口位置示意图

6.2.5.2 流域小水电取水工程

陆河抽蓄电站的建设，会直接淹没三江口电站、三坑水电站、坪田水电站的发电水源及场区及输水设施，根据《广东陆河抽水蓄能电站建设征地移民安置规划大纲》，将对上述三座电站进行一次性货币补偿处理。

对于大沥唇电站，拥有一台 630kW 和 1 台 200kW 发电机组，其中 630kW 机组从位于上库区的下坪田水库取水，200kW 机组从南房水库取水，陆河抽水蓄能电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏大沥唇电站发电 630kW 机组的主要水源，而公路区的建设将破坏 630kW 机组的输水设施，而取水自南房水库的 200kW 机组则不受影响，因此大沥唇水电站由于上下坪田水库被淹没而损失的装机容量为 630kW，经初步估算，每年造成大沥唇电站年发电量损失约为现状年平

均发电量的 76%，即 157 万 kW·h。

对于大沥唇电站，拥有一台 630kW 和 1 台 200kW 发电机组，其中 630kW 机组从位于上库区的下坪田水库取水，200kW 机组从南房水库取水，陆河抽水蓄能电站建成后，上库区建设将会淹没上坪田水库和下坪田水库，破坏大沥唇电站发电 630kW 机组的主要水源，而公路区的建设将破坏 630kW 机组的输水设施，而取水自南房水库的 200kW 机组则不受影响，因此大沥唇水电站由于上下坪田水库被淹没而损失的装机容量为 630kW，经初步估算，每年造成大沥唇电站年发电量损失约为现状年平均发电量的 76%，即 157 万 kW·h。

对于激石溪老区电站，其设计发电流量为 $3.07\text{m}^3/\text{s}$ ，主要水源为三江口电站和三坑电站的发电尾水，发电尾水流量为 $2.502\text{m}^3/\text{s}$ ，占比 81.5%，因此激石溪老区水电站由于水量减少而损失的装机容量为 $1200*0.815=978\text{kW}$ ，经初步估算，每年造成大沥唇电站年发电量损失约为现状年平均发电量的 81.5%，即 325 万 kW·h。

建议由陆河抽水蓄能电站建设单位与受影响的三江口电站、三坑水电站、坪田水电站、大沥唇电站、激石溪老区电站运行单位商讨赔偿事宜。

6.3 生态环境保护措施

6.3.1 陆生植物保护措施

6.3.1.1 生态影响的避免和削减措施

(1) 优化工程布置，永久占地区尽量避开自然林地，尽量利用荒地等区域，尽量减轻对自然植被的占用和淹没影响；临时施工占地尽量采取“永临结合”的方式，尽量利用水库淹没区土地，减少占地对植物的影响；施工前，在各主要施工生产生活区及植被发育良好的区域设置生态保护警示牌，标明工程征占地范围，在规划的工程范围内施工，按照规划的路线行驶，禁止越界施工或破坏周边植被，尽量减少人为干扰等的影响。

(2) 优化施工方式，尽可能做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，规划各种大型施工设备如土块运输车、挖土机等机械的工作路线，减轻在施工过程中对植物及植被的碾压和对土壤结构的破坏，尽可能减轻在施工过程中造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失问题。

(3) 规范施工活动，严禁污染物乱排乱倒。施工期加强宣传教育，加强施工监

理工作，施工产生的弃渣等应严格排放至指定地点，生产废水应经污水处理系统进行处理，生活污水采用成套生活污水处理系统进行处理，对于造成的污染应及时进行治理，防止弃渣、废水等污染物外泄等对植物及其生境的影响。

(4) 优化开挖爆破方法，采取产生率低的开挖爆破方法，减少单响药量和每次爆破的总装药量，并采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量；砂石生产过程中，保持骨料得到足够的润湿，在其进出口部位采用洒水除尘措施，以减小砂石加工的粉尘源强浓度；混凝土采用成套封闭式拌和楼进行生产并设置袋式除尘装置；运输土石方的车辆使用蓬布覆盖，原料运输密闭进行，减少运输过程中的粉尘；对施工道路勤养护、维修、清扫，进行无雨日洒水车喷水降尘等工作，保持路面清洁、运行状态良好，要求施工区道路洒水一日4次以减缓扬尘等对植物及植被的影响。

(5) 减轻地质灾害的影响。做好输水系统区超前地质预报工作，注意岩体破碎带或采空区，施工时结合超前地质预报采取超前帷幕注浆或周边注浆的措施，如遇涌水应采取“排堵结合，保证安全”和“先探水、预注浆、后开挖、补注浆、再衬砌”的施工理念，减轻地质灾害等的影响。

(6) 保存占地区熟化土，用于植被恢复。为防止施工占地区表层土的损耗，要求将施工开挖地表面表层土剥离，进行留存，待施工结束后用于施工场地平整、回填，以恢复土壤理化性质，用于后期植被恢复。

(7) 预防火灾。施工期，应加强防护，在生产生活区及周边竖立防火警示牌，划出可生火范围，同时，通过巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作，以预防和杜绝火灾发生。

6.3.1.2 生态影响的恢复和补偿措施

(1) 封山育林措施。施工结束后，为促进区域植被的自然恢复，可在库周自然条件适宜的区域，实行定期封山，禁止垦荒、放牧、砍柴等人为的破坏活动，以恢复森林植被。

(2) 植被恢复措施。施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。工程施工迹地植被恢复应以水土保持林等模式为主。选择与当地条件相适应、适生性强、生长快、自我繁殖和更新能力强的乡土树种，采用株间混交的方式种植。工程施工创伤面主要包括开挖边坡、堆渣和土料迹地边坡等，植被恢复措施包括种植槽栽植攀援植物和灌草绿化、厚层基材植被护坡、撒播灌草护坡、液力喷

播植草护坡和框格植草护坡等。水库消落带的植被恢复则应选择耐旱、耐淹、耐贫瘠的乡土植物进行植被恢复。

6.3.1.3 生态影响的管理措施

(1) 制定相关生态保护规定。施工前由专家组成生态保护领导小组，制定相关生态保护规定，明确职责和工作范围。

(2) 加强宣传教育。施工前由专家对施工人员进行环保宣传教育，提高施工人员及附近居民对环境的保护意识。

(3) 加强施工管理。施工期加强施工监督和管理工作，明确施工活动范围，确保施工人员没有越界施工及破坏区域植被等行为。

(4) 进行生态监测。施工期和运营期都应对植物及植被进行监测或调查，重点调查植物种类及组成、植被类型及分布、优势种群、生态系统整体性变化等。

6.3.1.4 对重点保护植物的保护措施

结合相关资料，根据访问调查及现场实地调查，在评价区调查到国家二级重点保护野生植物 1 种，为建兰，约 8 株，位于工程直接影响区，施工建设等活动会对其生存和生长产生不利影响，应采取相应的保护措施。

a) 就地保护措施

(1) 施工前由专家宣传相关的保护植物知识，培养施工人员的保护野生植物的观念，认识保护植物。对于施工前已发现的保护植物，在保护植物分布区域采取标牌、围栏等就地保护措施，以减轻人为干扰等的影响。并应划定施工活动范围，严禁越界施工，尽量减轻对保护植物的影响。

(2) 施工期，根据划定的范围进行施工，加强对施工活动的管理和监督，避免人为破坏保护植物及其生境。若在施工期发现其他保护植物，应及时上报，协商采取妥善措施后再进行下一步施工。

(3) 施工期，应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，可通过洒水等措施减少扬尘。同时，也应做好弃渣、废水等污染物的收集和处理工作，避免对保护植物及其生境产生不利影响。

b) 迁地保护

建议采取迁地保护，将其移栽到合适的地方进行保存。

6.3.1.5 对外来入侵植物的防止措施

通过现场调查，评价区有外来入侵植物3种，分别为鬼针草、马缨丹、藿香蓟。为防止新的入侵植物入侵以及抑制已有入侵植物的扩散，建议采取以下措施：

- (1) 加强宣传。向施工人员宣讲外来入侵植物的传播途径与危害，提高施工人员对外来入侵植物的识别和处理能力。
- (2) 施工期加强对施工材料的植物检疫工作，避免带入新的外来入侵植物。
- (3) 施工期应对已发现的鬼针草、马缨丹和藿香蓟进行彻底清除，防止其在评价区进一步扩散。
- (4) 施工结束后尽快对工程区内落地进行植被恢复，占领裸露空间，限制外来入侵植物的入侵。

6.3.2 陆生动物保护措施

6.3.2.1 生态影响的避免和削减措施

- (1) 大型作业及爆破活动等要避开野生动物活动的高峰期，如晨昏等。两栖动物中的蛙类、鸟类和兽类中的夜行型物种对灯光较为敏感，施工尽量安排在白天进行，避免夜间施工对野生动物正常栖息生活造成影响。禁止高噪声设备在晨昏和夜间运行，减少噪声对动物的干扰。
- (2) 加强施工管理，严格控制在征地范围内施工，避免对征地范围外的林地、耕地等的占用，减小对野生动物生境的占用。
- (3) 石料中转场、堆存场、表土堆存场等等应做好防护，设置截排水沟，防止雨水冲刷造成水土流失对野生动物生境的破坏。
- (4) 施工期间加强施工场地、业主营地等处的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，减少水体污染；生活垃圾集中收集并及时清运，避免蚊蝇滋生、鼠类聚集。

- (5) 设置警示牌，严格控制车速，避免对两栖爬行类及小型兽类造成碾压。
- (6) 施工期间加强施工人员管理，严禁使用烟火，防止发生火灾。
- (7) 施工误伤的野生动物，应及时上报当地林业主管部门，并立即送往当地动物医疗机构进行抢救。

6.3.2.2 生态影响的恢复和补偿措施

工程施工完成后，采取一些人工辅助的生态恢复措施，对永久占地区进行绿化，

尽快恢复占地区的植被，以利于野生动物栖息繁殖。

6.3.2.3 生态影响的管理措施

(1) 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》。施工前对施工人员进行宣传教育，严禁捕杀野生动物，施工过程中如遇到要尽量保护。

(2) 加强施工监控和管理。业主必须配备包括保护野生动物和生态环境在内的专职或兼职巡护人员，加强生态环境的监控和管理，防止人类开发活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

(3) 电站运行后，库区新增水域景观，可能会逐步吸引一些静水型的两栖类、林栖傍水型的爬行类以及鸟类中的游禽、涉禽等，因此，要加强对水库的管理，减少污染，保护动物生境，以形成新的景观。

(4) 施工期间和运行期一定时间内在评价区内进行生态监测，以及时评估工程对生态环境的影响。

6.3.2.4 对重点保护野生动物的保护措施

评价区内陆生脊椎动物中，有国家一级保护动物 1 种，为小灵猫，有国家二级保护动物 6 种，分别为虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑鳲、画眉和红嘴相思鸟。有广东省省级重点保护野生动物 7 种，即白鹭、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀、小鹀、三道眉草鹀

根据本工程对国家重点保护动物的分析可知，工程对重点保护动物的影响主要是生境占用、噪声的驱赶等，因此，针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪音活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。

表 6.3.2.4-1 对国家重点保护野生动物的保护措施

中文名、拉丁名	生活习性	保护等级	评价区分布	保护措施
小灵猫 <i>Viverricula indica</i>	多栖息在热带、亚热带低海拔地区	国家一级	评价区内山间密林中	严禁施工人员捕捉及惊吓，注意早晚及正午避免进行高噪音作业。尽量避免夜间施工，减少对其的影响。
虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	生活于山区、平原、丘陵地带的稻田、鱼塘、水坑和沟渠内	国家二级	分布于下水库库尾	施工废水及生活污水处理达标后回用，用于区域洒水抑尘

黑鸢 <i>Milvus migrans</i>	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。	国家二级	偶尔在评价区上空游荡。	严格划定施工范围，禁止越界施工；晨昏及正午避免高噪音活动，施工尽量安排在白天进行，夜间不施工。
褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	栖息于低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中。	国家二级	评价区内的林地、灌草地有分布。	
小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	栖息于低山丘陵灌丛、次生林、果园。	国家二级		
画眉 <i>Garrulax canorus</i>	多见于低山灌丛及村落附近的竹林等处。	国家二级		
红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	栖息于稍高的山地常绿阔叶林、常绿落叶混交林、竹林和林缘疏林灌丛中。	国家二级	广泛分布于评价范围内各类生境中	

6.3.3 水生生物及生态敏感区保护措施

6.3.3.1 生态影响的避免措施

(1) 优化施工工艺：受施工区地形的限制，施工布置多为沿溪两岸布置，为避免工程弃渣对水环境和水生生物的影响，弃渣场周围应该设置较为完善的挡渣墙、截水沟和排水沟，避免流失造成水质污染和影响水生生物栖息环境。

(2) 施工前采取围堰措施，施工中进行土石方开挖时需做好边坡防护工作，尽量减少泥沙排入下游水体，减少对区域内水生生物的影响程度，将工程施工对水生生物的影响降到最低，减少施工期对水生生物造成的损失。

(3) 为避免人为活动干扰生态环境，应加强施工人员各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），生活污水经处理后回用或达标排放；生活垃圾进行收集，定期集中处理。避免生活污物的直接排放，减少水体污染。

(4) 加强宣传，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。

(5) 工程建设施工期和运行期都应进行生态影响的监测或调查。

6.3.3.2 生态影响的削减措施

(1) 为了减缓水库运行时坝下减水造成坝下鱼类栖息环境缩限的影响，应采取下放最小下泄流量并同步设置下泄流量监控设施，保证河流不断流。可在下水库导流泄放洞出口布置生态流量泄放管；同时，为保证下游河道生态用水量，在上下水库放水设施内各设置1套在线监控设施，在线监控设施与大坝同时建设，于初期蓄水前完成，由电站运行调度人员负责监控初期蓄水和运行期的流量下泄情况。

(2) 进出水口拦鱼措施

抽水蓄能电站机组会对过机鱼类造成损伤，由于我国鱼类友好型水轮机的技术尚不成熟，为了解决工程引水、放水过程中，部分鱼类可能通过引水管道口被卷入浑水管中，装备拦鱼是十分必要的。电栅拦鱼是由脉冲电发生器、电极及导线组成，它是由脉冲电流通过电流电栅在水中形成一个无形的网，利用鱼类具有的洄游、逃避、集群等生活习性，当鱼在靠近电极 3m 处时就感觉到微弱的电流，越近电极，电流越强。鱼在受刺激后，将本能地向电场较弱的方向逃游，从而达到防逃目的。

正确、合理地选择拦鱼电栅位置是保证拦鱼效果的关键之一，特别是对拦顺水鱼更为重要。位置选择主要遵从如下原则：

①拦阻断面处的平均流速不能超过鱼的适宜游速。对体长 30cm 以上的成鱼，流速不应超过 0.7m/s，对体长 10cm 以上的鱼种，流速不应超过 0.5m/s。

②拦阻断面应选在较宽阔的喇叭口处。这样，既可保证拦网处的平均流速以满足要求，又可使鱼受到刺激后回逃时有适宜地方回旋、返游，可大大提高拦鱼效果。

③使拦阻断面与鱼的来向(即顺水流方向)成一定角度(45° - 60°)为最佳。可充分发挥电场的效能，并能增加鱼回转的时间和空间，使之更易逃出电场区。

拦栅断面处地势应相对平坦。一则使水深相对平均，电场强度相当；二则施工、运行管理方便。本工程拦鱼电栅设置在各引水管道口外围 5m 位置，并在水库蓄水前建成。

(3) 健全渔政管理

加强渔政管理是保护鱼类资源的有效手段之一。

①加强渔政队伍建设

建议当地渔政部门建立健全渔政管理机构，加强渔政队伍及其能力建设，提高渔政部门的执法能力和力度。加强鱼类资源保护宣传，严格执行，禁止禁渔区内任何渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为。

②严格执行禁渔期和禁渔区制度

制定禁渔期和禁渔区，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼，以为保护鱼类能够顺利完成生命过程。将鱼类重要栖息地划定为禁渔区，禁渔区内禁止任何形式的渔业活动；将鱼类易捕和重要时段设为禁渔期，禁渔期间整个水域均为禁渔区，特别是鱼类比较集中的河段。工程实施后，鱼类适宜的栖息地和重要生境萎缩，

鱼类相对集中，严格执行禁渔期和禁渔区制度，对保护鱼类资源有重要意义。

③加强渔业管理

限制渔具、渔法渔具类型及其规格，保证幼鱼不被捕起。某些渔法如电鱼、炸鱼、毒鱼等，对鱼类资源的破坏往往是毁灭性的，必须严格禁止。同时应加强水污染防治，杜绝水污染事件的发生，保证鱼类良好的生活环境。

6.3.3.3 生态影响的管理措施

工程建设施工期、运行期都应进行生态影响的监测或调查。在施工期主要是对与施工有关的区域进行监测；运行期主要是监测生境的变化，种类和数量变化以及生态系统整体性变化。通过加强对生态环境的管理，设置专门的生态的管理机构，和生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境保护教育，提高工作人员和管理人员环保意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

6.4 大气环境保护措施

施工区大气污染源众多且分散，难以采取集中方式处理，因此大气环境保护措施需要与施工组织密切结合，从施工工艺、施工技术、施工设备、污染物削减、施工区与敏感点防护等多渠道或方式来减缓工程建设引起对大气环境污染的影响。

6.4.1 主要防范措施

6.4.1.1 基坑开挖粉尘控制措施

优化开挖爆破方法，结合爆破减震要求，工程爆破优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破等技术，凿裂、钻孔、爆破提倡湿法作业，减少粉尘产生量。减少单响药量和每次爆破的总装药量，并采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量；爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，减少粉尘的排放量。

6.4.1.2 砂石加工系统粉尘控制措施

砂石料加工系统的粗碎车间采用湿法破碎的低尘工艺，预筛分楼采用压力水冲洗筛分，以减少粉尘的产生，生产过程中需加强喷雾设备的维护；做好料仓、成品砂仓的粉尘控制，夜间采用防水布对材料进行覆盖，砂石料系统附近进行定时洒水降尘，洒水时间为无雨天每隔2个小时，可用处理后的施工废水进行洒水。

6.4.1.3 混凝土系统粉尘控制措施

本工程混凝土系统采用成套封闭式拌和楼进行生产；水泥和粉煤灰运输采用封闭运输，以避免运输和拌和过程中的扬尘；要保证拌和楼和运输容器良好的密闭状态；加强对混凝土生产系统吸尘、收尘设备的使用效果的监测，混凝土生产系统附近进行定时洒水降尘，洒水时间为无雨天每隔2个小时，可用处理后的施工废水进行洒水。

6.4.1.4 交通运输扬尘与废气控制措施

施工运输车辆应选用符合国家有关标准的车辆，保证尾气达标排放；出入施工区道路路端设置洗车槽，避免施工车辆将泥土带出施工场地；运输土石方的车辆使用蓬布覆盖或者可启闭车箱盖，石灰、粉煤灰、水泥采用密闭式集装箱运输，原料和产成品运输实行口对口密闭传递，减少运输过程中的粉尘；对施工道路勤养护、维修、清扫，进行无雨日洒水车喷水降尘等工作，保持路面清洁、运行状态良好，抑止施工运输扬尘，要求施工区道路洒水一日四次，洒水时间控制在07:00、12:00、17:00、22:00。

6.4.1.5 其他大气污染防治措施

施工区内施工人员应加强个人防护，佩戴防尘口罩等个人防护用品；地下工程通过采用增设通风设施，加强通风，降低废气浓度；施工面经常洒水，以保持材料一定的湿度，不至于因材料的卸堆、拌和、摊铺作业而产生扬尘。后期开采的表土应按指定的堆放地堆放，场地周围应设置拦挡，对顶面进行洒水，或者铺撒草籽，防止大风扬尘而造成大气污染。在大坝、库盆、隧洞口和临时堆料场等多粉尘作业面、场地配备人员及设备进行定期洒水。堆料场、中转料场物料存放尽量平整，勤洒水，做好遮挡覆盖。弃渣场及时压实、复绿，勤洒水。在无雨多风日应每隔2个小时洒水一次，可用处理后的施工废水进行洒水。

6.4.2 防治措施效果分析

本工程对大气环境的影响仅限于施工期，主要污染物粉尘。在采取了相应的防治措施后，施工区征地范围外200m内的区域环境空气质量基本可达到《大气环境质量标准》(GB3095-2012)二级标准。

6.5 声环境保护措施

本工程施工区噪声主要来源于施工开挖、钻孔、砂石粉碎、短时和定时爆破、交通噪声等。施工产生的噪声为临时性影响，声波能量在时间上不具有累积性，故声环境以保证敏感点的声环境质量满足区域环境要求为控制目标。因此本工程的噪声防治

目标是通过有效的控制措施，最大限度地降低施工噪声的影响。

6.5.1 设备运行噪声控制

6.5.1.1 设备选择

为降低开挖、填筑和运输设备运行的噪声影响，保护施工人员身体健康，施工单位必须选用符合国家有关环境保护标准的施工和运输机械，如运输车辆噪声符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)和《机动车辆允许噪声》(GB1495-79)，其它施工机械满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

6.5.1.2 设备运行要求

应尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。结合施工区环境状况制定道路交通管理法规；在危险路段、降噪路段设执勤人员；车辆在通过居民点和施工生活区时应适当减速行驶，并禁鸣高音喇叭。

6.5.2 爆破噪声控制

针对施工区爆破噪声，可采取以下控制措施：减少单响药量和每次爆破的总装药量，减少预裂或光面爆破中导爆索的用量；对于深孔台阶爆破，注意爆破方向，尽量使爆破正方向避开公路；禁止夜间 22:00～次日 6:00 爆破，并根据施工进度的要求制定昼间爆破时段。

6.5.3 砂石料加工系统运行噪声控制

a) 隔声罩

根据噪声防治首先控制声源的原则，对砂石料加工设备设置隔声罩和吸声材料的处理措施。隔声罩是用来阻隔机器向外辐射噪声的罩子，设置成完全密闭的，安装必要的工作窗和工作门，并做好连接部分的密闭。

彩钢板可广泛应用于建筑领域，常用的有各种临时用房，也可作为固定建筑使用，也被经常用作隔声间、隔声罩的材料，内装隔声材料，使用寿命长，且安装简便，可反复拆装，重复使用率高，拆装损耗率很低，拆装不产生建筑垃圾。

上、下库砂石料加工系统隔声罩采用彩钢板制作，内装隔声材料，隔声罩为钢框

架结构，可随砂石料加工设备一同运输。其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，隔声罩内壁加装穿孔板、吸音棉等吸声材料进行吸声。门、窗、出入料口可设置在任意位置，内部隔断可以设置在任意横向轴线位置，隔声窗安装完毕后也可以加装隔断。钢框架构件均进行防腐喷涂处理。

胶带输送系统可采取塑料板围护密闭措施，内部采用吸声材料进行吸声。

b) 隔振、减振装置

粗碎车间、中碎车间、超细碎车间及筛分车间等加工噪声较大，可在加工设备的底部加设隔振、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。本工程砂石料加工系统的破碎机、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。本工程砂石料加工系统中碎车间的惯性振动给料机可选用该隔振器。

c) 其他措施

选用低噪声的机械设备和工艺，尽量缩短高噪音机械设备的使用时间；施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声；在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，对机械设备进行合理布置，噪音较大的施工工厂门窗朝公路的反方向布置；合理安排施工时间，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行，以减小对周围声环境的影响。

6.5.4 混凝土系统运行噪声控制

上、下水库混凝土拌和系统选用全封闭式的拌和楼，内部应用多孔性吸声材料。如无特殊情况，夜间应禁止施工作业。同时，可采取以下的控制措施：选用低噪声的机械设备和工艺，尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度；施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声；在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，对机械设备进行合理布置，噪音较

大的施工工厂门窗朝公路的反方向布置；合理安排施工时间，控制夜间施工，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行，以减小对周围声环境的影响。

6.5.5 敏感受体噪声防护措施

本工程施工区分上、下水库施工区。可能会受施工噪声影响的主要位于下水库导流洞出口施工区域施工区 200m 范围内 4 户居民（施工区域距居民点最近距离约 55m，主要爆破点距左岸山坡居民点约 80m），噪声源主要有施工开挖与填筑、车辆运输等。从环境保护角度出发，对居民点实施隔声墙防护可有效的降低施工过程中噪声对居民的影响。隔声墙是根据各噪声源与敏感点位置关系、地形条件以及噪声源强大小确定其长度和高度，使受到影响的居民住宅区域噪声控制在标准范围内。本工程征地红线外的居民住宅并未紧贴施工区，且布置分散，在施工区噪声源复杂多样的情况下，隔声墙布置不经济且效果难以保障。从施工管理要求和居民生活便利性方面考虑，可通过优化施工组织设计、合理施工道路与施工系统、加强施工管理、控制昼夜间施工强度等措施来减免影响，上、下库连接道路两侧 35m 以内区域声环境应达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准，其他区域应达到《声环境质量标准》中 2 类标准。

6.5.6 其他噪声控制措施

在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向安静的场所。为减免噪声对施工生活办公区的影响，施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离，建筑材料方面应选择具有较强吸声、消声、隔音性能的材料，以降低噪声的影响。电站大坝施工区合理安排施工时间，夜间(22: 00~6: 00)禁止坝基爆破作业、控制行车，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行。合理安排施工时间，尽可能安排在昼间进行，如无特殊情况，夜间应禁止堆存场、中转料场及弃渣场等施工作业。

施工承包商应加强施工人员的劳动保护，配备防声用具，施工人员在进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，应配戴个人防声用具。对于强噪声源，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作，既可以减少作业人员，又可以使作业人员尽量远离噪声源。

6.6 固废废物处置措施

6.6.1 施工期固体废物处理

6.6.1.1 生活垃圾处理

本工程施工期高峰人数为 3000 人，按施工期每人每天生活垃圾产生量 1.0kg 计，施工期日最大垃圾产生量 3.0t，日最平均垃圾产生量 2.45t。

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，垃圾中有机质会变质腐烂，发生恶臭，污染空气，招引和孳生苍蝇，繁殖老鼠，垃圾中的病原微生物就会随着雨水淋洗，污染水质，也会随着飘尘污染大气，造成疾病传染和流行，特别是肠道传染病。为了预防生活垃圾对土壤、水环境、景观和人群健康的危害，预防垃圾随意向河道倾倒，拟在各承包商的生活区和业主管理区等人员生活集中的地方设置多个大型临时垃圾桶，各处均按照分类收集的方案设置相应数量的垃圾桶，生活人员将生活垃圾分类投放到垃圾桶内，并派专人负责对垃圾箱区域和整个生活区场地的清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃。

2020 年 3 月，陆河县生活垃圾压缩转运站 PPP 项目开工建设，2021 年 3 月起县城乡生活垃圾将通过生活垃圾压缩转运站运往汕尾市生活垃圾处理中心焚烧处理，县生活垃圾无害化处理填埋场库区已封场，不再填埋垃圾。本项目生活垃圾经集中收集后压缩外运至汕尾市生活垃圾处理中心焚烧处理，采取以上措施后对施工区环境影响很小。

6.6.1.2 建筑垃圾处理

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。对于工程废物中有用的下脚料，如金属、塑料等可回收物，由指定的物资回收部门定期回收利用。可回收废物包括报废的施工机械和车辆、废旧钢材、钢管、油桶、包装袋、木材等，应加强管理、及时回收利用。剩余一些无回收价值的固体废物，如砖瓦、混凝土块、弃土等约统一运至临近弃渣场。

6.6.2 运行期固体废物处理

固体废弃物主要为电站业主营地工作人员生活垃圾与厂房含油污水分离出的油污。生活垃圾产生于部门工作人员日常生活过程中。主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等，产生量 127.75t/a。生活垃圾收集后委托环卫部门定期清运。

油污来源于厂房含油污水，产生量很少，浮油收集于废油罐后应交有危废处理能

力和资质的单位进行处理。

同时应加强厂房内电站机组检修时产生的机组废油及事故油毡、发电机机修产生的含油废液、厂房含油污水分离出的浮游等危险废物的管理，在厂房内设置危险废物暂存间，使用专门的贮存容器贮存，容器外做好危险废物类型的标记，并按要求贴好相应的危险警示标志，建立危险废物收集、贮存等管理制度，经收集后及时交有相应危废处置资质的单位安全处置。

6.6.3 实施和管理要求

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。

6.7 电磁环境保护措施

(1) 本工程将主变压器布置在地下主变洞内，主变压器至地面开关站之间的出线采用电缆型式且布置于地下电缆洞内，地面开关站采用 GIS 户内布置的形式，大大降低了运行期对外界电磁环境的影响。

(2) 开关站内电器设备接地，站区地下设接地网，以减小电磁场场强。

(3) 开关站内金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等均做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。

(4) 保证开关站内所有高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

6.8 土壤环境保护措施

(1) 施工期及运行期各类污废水、固体废物应按水环境保护措施中所列的处置措施和固体废弃物处置措施进行处理和回用，避免污染工程周边土壤环境。

(2) 对工程区内耕地、园地、林地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

(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) 运行期加强库区水质管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染进而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

6.9 水土保持措施

6.9.1 水土保持措施布设原则

(1) “因地制宜，因害设防”的原则。重点对交通设施区、料场区、弃渣场区(含表土堆存及转料场)的水土流失进行治理。做好枢纽工程区高边坡、施工道路、弃渣场和表土堆存场的截、排水设施，防治水土流失。对弃土、弃渣实行集中堆放，按照“先拦后弃”的原则，控制施工弃渣、表层土的流失。

(2) “预防为主，防治结合，综合治理”。严格控制施工活动范围，保护好防治责任范围以内未受扰动地表及其植被，防止对防治责任范围以外的地表及其植被的扰动或破坏。水土保持措施设计应遵循永久性措施与临时性措施、工程措施与植物措施相结合，以及点、面结合的原则，建立完善的水土流失防治措施体系。

(3) “生态优先，绿色发展”。适地适树，按要求提高植物防护标准。植物措施

设计时，施工营地和业主营地植被恢复措施以乔木为主，灌草结合的方式，恢复、改善项目区的生态环境。工程位于大陆性中亚热带季风湿润气候区，在进行水土保持植物措施设计时，优先选择本地乡土树(灌草)种和常用水土保持树(灌草)种，措施配置与周边景观相协调。在不影响主体工程安全和运行管理要求的前提下，地表裸露部分尽可能采取植物措施。

6.9.2 水土保持措施体系

陆河抽水蓄能电站将水土流失分区为枢纽工程区、交通设施区、管理区、施工生产生活区、料场区、弃渣区 6 个一级防治区。各防治区特点见表 6.9.2-1。

表 6.9.2-1 水土流失防治分区

序号	防治分区	面积 hm ²	分区特点	防治重点
1	枢纽工程区	175.50	以开挖填筑、坝体施工为主	防治重点主要为场地临时排水、沉沙、苫盖等措施。
2	交通设施区	66.74	以开挖填筑为主	防治重点主要为主体工程施工时场地排水以及边坡及时绿化。
3	管理区	13.05	以开挖填筑、场地平整为主	防治重点主要为边坡防护、场地排水及临时堆土及裸露地表的临时苫盖。
4	施工生产生活区	11.48	以开挖填筑、占压为主	防治重点主要为场地边坡防护、场地排水以及施工后期的绿化。
5	料场区	10.10	以开挖石方为主	防治重点主要为取料过程中排水及后期场地绿化。
6	弃渣场区	39.62	以土方堆放为主	防治重点主要为先拦后弃、堆渣过程中排水及后期场地绿化。
7	合计	316.49		

根据水土保持方案，水土流失防治措施体系如图：

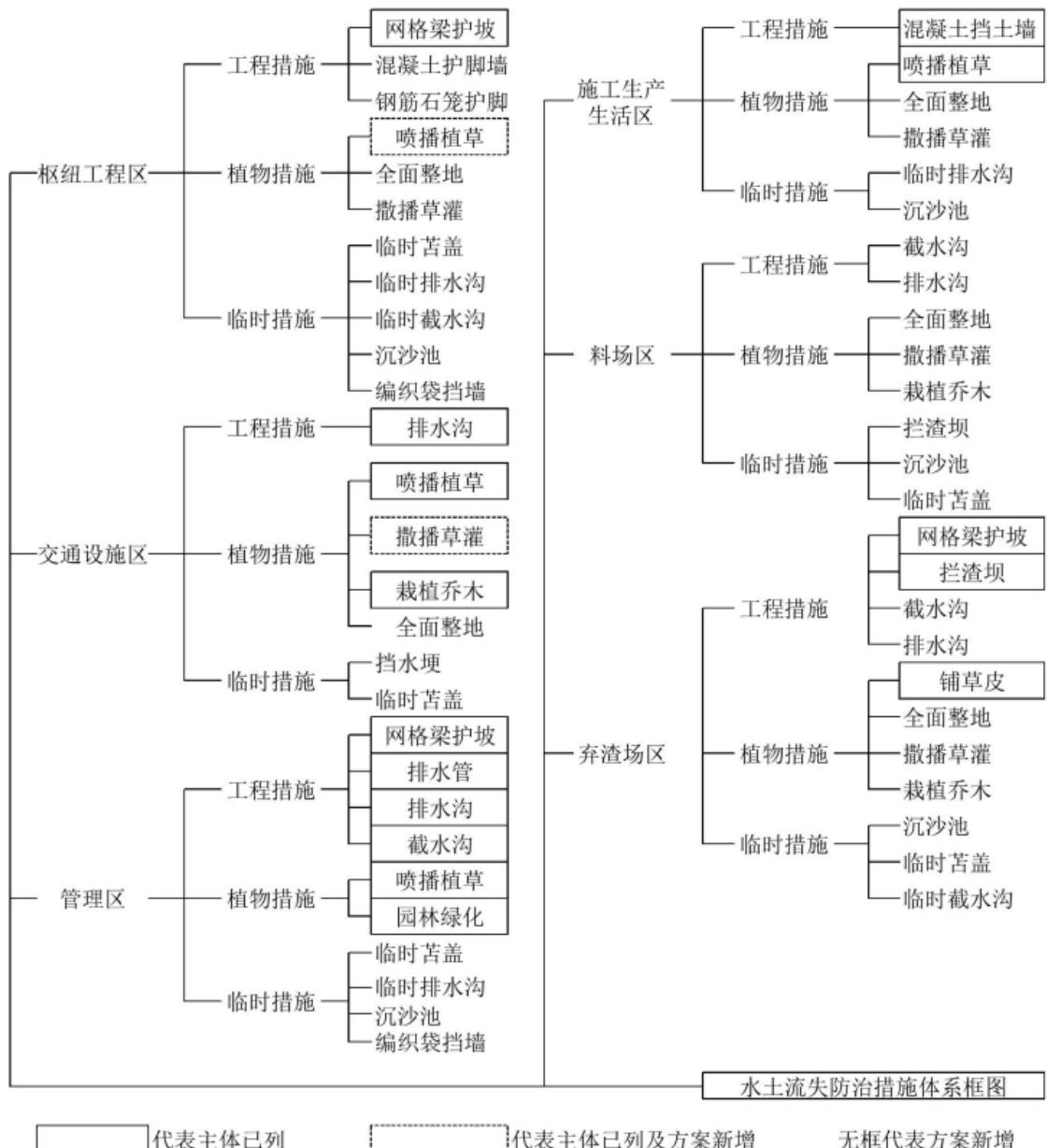


图 6.9.2.1 水土流失防治措施体系框图

6.9.3 水土保持措施设计

根据水土保持方案提出的水土保持措施体系，结合主体工程设计中已有的水土保持工程，本工程的开展水土保持措施设计。

6.9.3.1 枢纽工程区防治措施

枢纽工程区包含上水库、下水库及输水发电系统，其中上、下水库范围内布设有施工生产用地。上、下库区：主体工程已考虑上库区主坝边坡网格梁植草护坡，本方案补充对上、下库区占用耕地、林地、草地、园地扰动较大的区域进行表土剥离及后

期表土回填；于上、下库导流洞口布设沉沙池，经沉沙后由导流洞排出；库盆扩挖等产生的临时堆土、施工裸露边坡及地表雨天及时布设苫盖措施；坝体施工场地围堰内、库盆开挖场地外围及内侧布设临时排水沟，及时疏导场内汇水，经沉沙后由临时排水沟排至上、下库导流洞口沉沙池，经沉沙后由导流洞排出；施工过程开挖产生的临时堆土布设临时拦挡；施工后期对位于正常蓄水位线以上库周修整用地等施工扰动不大的区域进行全面整地、撒播草灌绿化。

输水发电系统：上下库出水口、进场交通洞、自然排水洞等洞口施工期间沿开挖刨面外围布设临时截水沟，拦截坡面来水。

施工生产用地：位于枢纽工程区的输水发电系统营地（后期做综合仓库）出口处混凝土护脚墙、下库综合加工厂（后期用做机电设备库）出口处钢筋石笼护脚，防止场地边坡水土流失至下库区；于其他填方边坡布设编织袋临时拦挡；边坡成型后及时喷播植草绿化；施工生产用地场内临时排水沟，及时疏导场内汇水，经沉沙后有临时排水沟排至上、下库导流洞口沉沙池，经沉沙后由导流洞排出。

a) 工程措施

①表土剥离及回填

施工前对永久占地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 139.03hm^2 ，剥离厚度 $0.10\text{m}\sim0.30\text{m}$ 。剥离的表土临时堆放在施工用地范围空地内，堆放高度不超过 3m ，后 期回填表土 17.88 万 m^3 。

②混凝土护脚墙及钢筋石笼护脚

本方案补充位于枢纽工程区的输水发电系统营地（后期做综合仓库）出口处混凝土护脚墙、下库综合加工厂（后期用做机电设备库）出口处钢筋石笼护脚，防止场地边坡土壤流失至下库区。混凝土护脚墙 55m ，墙身顶宽 0.5m ，墙胸坡比 $1:0.1$ ，墙背坡比 $1:0.1$ ，底宽 0.7m ，基础厚度 0.5m ，出土高度 1m 。基础开挖 106m^3 、基础回填 15m^3 、混凝土 194m^3 。钢筋石笼护脚 93m ，墙身顶宽 0.5m ，底宽 1.0m ，高度 1.5m ，钢筋石笼填筑 140m^3 。

b) 植物措施

①喷播植草

位于枢纽工程区施工生产用地边坡成型后及时喷播植草绿化，喷播植草 9256m^2 。

②全面整地、撒播草灌

施工后期对位于正常蓄水位线以上库周修整用地等施工扰动不大的区域进行全面整地、撒播草灌绿化。共计全面整地 4.93hm^2 ，撒播草灌 4.93hm^2 。

c) 临时措施

①临时截、排水及沉沙措施 本方案补充坝体施工场地围堰内、库盆开挖场地外围及内侧、位于枢纽工程区施工生产用地场内临时排水沟及沉沙池，经沉沙后由临时排水沟排至至上、下库导流洞口，于洞口布设沉沙池，经沉沙后经导流洞排出。上下库出水口、进场交通洞、自然 排水洞等洞口施工期间沿开挖创面外围布设临时截水沟，拦截坡面来水。临时截排水沟为半弧形断面，尺寸为宽 0.4m 、高 0.2m ；沉沙池断面为矩形，导流洞口沉沙池（2 座）尺寸为 $18\text{m}\times 6\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，其余场地沉沙池（6 座）尺寸为 $8\text{m}\times 3\text{m}\times 1.5\text{m}$ 。本区共布置临时排水沟 6743m ，挖方 423m^3 ，水泥毯 4235m^2 ；临时截水沟 1900m ，挖方 119m^3 ，水泥毯 1193m^2 ；共布设沉沙池 10 座，挖方 324m^3 ，浆砌砖 43m^3 ，水泥砂浆抹面 209m^2 。

②临时苫盖

对于施工期间场内产生的临时堆土、施工裸露边坡等水土流失易发区，进行临时苫盖。本区估算临时苫盖约 120000m^2 。

③编织袋挡墙

本方案补充施工过程开挖产生的临时堆土（含表土堆场）及施工生产用地填方边坡坡脚布设编织袋挡墙，编织袋挡墙长度 1975m ，上底宽 0.3m ，下底宽 0.5m ，高 0.5m ，编织袋挡墙填筑及拆除 395m^3 。

6.9.3.2 交通设施区防治措施设计

本项目大部分施工临时道路位于枢纽工程区，产生的裸露施工迹地防护已包含在枢纽工程区措施体系中；下库施工临时道路有 1.2km 位于红线范围外，该施工道路路基按场内三级道路修筑，完工后移交当地利用；跨越砾石溪支流（下库区冲沟）采用贝雷桥，完工后拆除，并对施工场地进行全面整地后撒播草灌复绿或复耕。项目永久道路基本为场内三级道路，主体工程已考虑永久道路排水及绿化，本方案补充开工前对占用的林地进行表土剥离及后期表土回填，施工期间填方路基布设临时挡水埂以及裸露边坡的临时苫盖。

a) 工程措施

表土剥离及回填：施工前对永久占地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 65.97hm^2 ，剥离厚度 $0.10\text{m}\sim 0.30\text{m}$ 。剥离的表土就近回覆于临近路段成型的填方坡面，回填表土 6.61 万 m^3 。

b) 植物措施

全面整地、撒播草灌：跨越碣石溪支流（下库区冲沟）采用贝雷桥，完工后拆除，并对施工场地进行全面整地后撒播草灌复绿或复耕。共计全面整地 0.05hm^2 ，撒播草灌 0.02hm^2 ，复耕 0.03hm^2 。

c) 临时措施

①临时苫盖

对路基裸露边坡等水土流失易发区，进行临时苫盖。本区临时苫盖约 80000m^2 。

②挡水埂

对于路基向外倾斜的路段，路面径流易冲刷填方边坡。拟在该路段填方路肩处设置挡水埂，将场地汇水拦截汇入内侧排水沟，可有效避免径流随意冲刷边坡。土埂可由路基填筑期间路肩的多余土壤拍实而成，宽 0.2m 、高 0.1m ，共设挡水埂 10555m 。

6.9.3.3 管理区防治措施设计

本项目管理区主体工程已考虑场内永久排水、挖填边坡防护及绿化，本方案补充对占用林地进行表土剥离及后期表土回填，场地临时排水及沉沙、填方边坡的临时拦挡、裸露边坡及临时堆土的临时苫盖。

a) 工程措施

①表土剥离及回填

施工前对永久占地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 13.05hm^2 ，剥离厚度 $0.10\text{m}\sim 0.30\text{m}$ 。剥离的表土临时堆放在施工用地范围空地内，堆放高度不超过 3m ，后 期回填表土 1.31 万 m^3 。

b) 临时措施

①临时排水及沉沙措施

本方案补充施工期场内临时排水沟，场内汇水经排水沟疏导至场内及大门口处沉沙池经沉沙后排至下库区。临时排水沟为半弧形断面，尺寸为宽 0.4m 、高 0.2m ；沉

沙池断面为矩形，尺寸为 $8m \times 3m \times 1.5m$ 。本区共布置临时排水沟 $1520m$ ，挖方 $95m^3$ ，水泥砂浆抹面 $955m^2$ ；共布设沉沙池 4 座，挖方 $144m^3$ ，浆砌砖 $40m^3$ ，水泥砂浆抹面 $196m^2$ 。

②临时苫盖

为裸露边坡及临时堆土（含表土）等水土流失易发区，进行临时苫盖。本区临时苫盖约 $10000m^2$ 。

③编织袋挡墙

本方案补充建筑物基础开挖产生的临时堆土及填方边坡布设编织袋挡墙，可有效防止雨天对松散土方的冲刷，编织袋挡墙长度 $383m$ ，上底宽 $0.3m$ ，下底宽 $0.5m$ ，高 $0.5m$ ，编织袋挡墙填筑及拆除 $77m^3$ 。

6.9.3.3 施工生产生活区防治措施设计

施工生产生活区主要为位于红线范围外的施工生产生活用地。主体工程已考虑于下库大坝标综合加工厂填筑场地出口布设混凝土挡土墙，防止场地边坡水土流失影响下游县道 X140。本方案主要考虑对占用林地、草地、园地扰动较大的区域进行表土剥离及后期表土回填，及时对成型边坡进行喷播植草绿化，场地内临时排水及沉沙；施工后期对场地进行全面整地、撒播草灌绿化。

a) 工程措施

表土剥离及回填：施工前对用地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 $11.48hm^2$ ，剥离厚度 $0.10m \sim 0.30m$ 。剥离的表土临时堆放在施工用地范围空地内，堆放高度不超过 $3m$ ，后期回填表土 1.23 万 m^3 。

b) 植物措施

全面整地、撒播草灌：施工后期对场地进行全面整地、撒播草灌绿化。共计全面整地 $8.09hm^2$ ，撒播草灌 $8.09hm^2$ 。

c) 临时措施

为疏导场地汇水，本方案补充场地内临时排水及沉沙，临时排水沟为半弧形断面，尺寸为宽 $0.4m$ 、高 $0.2m$ ；沉沙池断面为矩形，尺寸为 $8m \times 3m \times 1.5m$ 。本区共布置临时排水沟 $974m$ ，挖方 $61m^3$ ，水泥砂浆抹面 $612m^2$ ；共布设沉沙池 8 座，挖方 $288m^3$ ，浆砌砖 $80m^3$ ，水泥砂浆抹面 $392m^2$ 。

6.9.3.4 料场区防治措施设计

主体工程无防护措施。本方案考虑增加施工前表土的剥离、料场周边截水沟、沉沙措施和临时苫盖措施；采石至设计标高的区域及时覆土，回覆本区剥离的上覆层厚度要求不低于1m，改善立地条件，覆表土后并栽植乔木和撒播草灌恢复植被。

a) 工程措施

①表土剥离及回填

施工前对料场占地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 10.10hm^2 ，剥离厚度0.10m。表土剥离后临时堆放在料场的一侧，堆放高度不超过3m。对于采石至设计标高的区域，及时回覆剥离的无用上覆层（尽量回覆土壤）和表土。回覆上覆层土壤不少于1m，表土不少于0.3m，以改善立地条件。后期回填表土1.01万 m^3 。

②截排水沟

剥离上覆层之前，沿周边开挖环山截水沟，防止料场开采产生的水土流失影响周边下游植被。共布设浆砌石截水沟（III型）812m，断面为梯形，挖方 818m^3 、M7.5浆砌石 519m^3 、M7.5砂浆抹面 2598m^2 。排水沟（II型）507m，断面为梯形，挖方 355m^3 、水泥毯 913m^2 。

b) 植物措施

①全面整地

施工后期对场地进行全面整地。共计全面整地 9.95hm^2 。

②喷播植草

本方案主要考虑及时对取料形成的边坡进行喷播植草绿化，喷播植草 7367m^2 。

③栽植乔木、撒播草灌

取料完毕全面整地后及时对取土迹地进行绿化。共计栽植乔木4756株，撒播草灌 10.69hm^2 。

c) 临时措施

①临时苫盖

全面整地后植被恢复前进行临时苫盖养护。共计临时苫盖 10.69hm^2 。

②沉沙池

在截排水沟接天然水沟或河道前设置沉沙池，设计尺寸为8m（长）×3m（宽）×1.5m（深），采用浆砌砖修筑，表面水泥砂浆抹面，集水沉淀后在进行外排。本区

共布设沉沙池 2 座，挖方 72m^3 ，浆砌砖 20m^3 ，水泥砂浆抹面 98m^2 。

6.9.3.5 弃渣场区措施设计

a) 弃渣场布置要求

弃渣前需完成排洪隧洞，拦截渣场上游的地表水。弃渣前需清除原植被，表土剥离，表土集中堆放在场内空地，斜坡地段要顺坡面挖台阶，台阶宽度不小于 2.0m 。渣场采取自下而上的方式分层堆置，分层厚度不大于 2m ，每层堆放后应碾压密实，压实度 $K \geq 0.9$ 。渣场底部填筑硬质岩渣，填筑厚度不小于 2m 。弃渣填筑边界边坡坡率不得陡于 $1:2.5$ ，填筑分级高度不得大于 6m ，分级平台不得小于 2m 。尽量采取渣土分层堆放，石渣在下、土壤在上；确保渣面土壤层厚不少于 1m 。弃渣后期恢复时考虑先覆粘土做防渗层，然后覆土整治恢复，压实黏土层 $30\sim50\text{cm}$ ，覆表土厚度 30cm 。

b) 措施布设

主体工程已设计边坡防护措施和拦挡措施。本方案考虑完善渣场拦挡措施，增加施工前表土的剥离，施工期间排水、沉沙措施和临时苫盖措施，堆渣结束后增加全面整地及植被恢复措施。

①表土剥离及回填

施工前对渣场占地范围内肥沃表土进行剥离，剥离面积 29.63hm^2 ，剥离厚度 0.10m 。表土剥离后临时堆放在渣场的一侧，堆渣结束后用于渣面绿化覆土，堆放高度不超过 3m ，后期回填表土 2.96 万 m^3 。

②截排水沟

为防止渣场上方坡面来水冲刷渣场，主体设计在#2 下库区渣场上游设置排洪洞。方案补充#1 上库区渣场四周以及#2 下库区渣场南侧设置截水沟。共布设浆砌石截水沟（III 型） 2708m ，断面为梯形，挖方 2727m^3 、M7.5 浆砌石 1732m^3 、M7.5 砂浆抹面 8666m^2 。排水沟（II 型） 4479m ，断面为梯形，挖方 3135m^3 、水泥毯 8062m^2 。

③钢筋石笼护脚墙

#2 下库区弃渣场下游靠近正常蓄水位线，本方案考虑在拦渣坝下游、临近正常蓄水位线处增设钢筋石笼护脚墙，防止渣场泥沙流入库区，减少库容。共布设钢筋石笼护脚墙 30m ，石笼填筑 45m^3 。

c) 植物措施

①全面整地

施工后期对场地进行全面整地。共计全面整地 28.59hm^2 。

②栽植乔木、撒播草灌

堆渣完毕全面整地后及时渣面进行绿化。共计栽植乔木 27886 株，撒播草灌 28.49hm^2 。

d) 临时措施

①无纺布

堆渣期间遇降雨天气采用临时苫盖防护。堆渣结束全面整地后植被恢复前，进行临时苫盖养护。共计临时苫盖 32.92hm^2 。

②沉沙池

在截排水沟接天然水沟或河道前设置沉沙池，泥沙沉淀后在进行外排。设计尺寸为 18m （长） $\times 6\text{m}$ （宽） $\times 1.5\text{m}$ （深），采用浆砌砖修筑，表面水泥砂浆抹面。共布设沉沙池 9 座，挖方 1458m^3 ，浆砌砖 193m^3 ，水泥砂浆抹面 940m^2 。

6.10 移民安置专项复建环境保护措施

6.10.1 水环境保护措施

专业项目复建工程包括道路复建、电力线路及通信设施等复建。对于施工期产生的生产废水，比选自然沉降法、混凝沉降法等多种处理方案，选取最为经济、合理的方案处理工程施工生产废水；施工期间施工现场产生的粪便污水主要通过修建移动厕所进行收集用于农田灌溉施肥。

6.10.2 环境空气和声环境保护措施

环境空气及声环境保护主要集中在施工期。空气环境保护主要采取采用合格的施工机械和先进的施工方法，注意水泥、黄沙等物料的运输和堆放，配备洒水车洒水降尘和加强交通管理(如限速，设立警示牌)等措施；施工期间严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定文明施工，采用低噪声的工艺、设备；强声源设备不宜在居民休息时间施工。

6.10.3 生态保护措施

1) 合理规划施工场地，严格控制施工人员活动范围，减少对农田和植被的占用扰动，尽量减小对现有植被的破坏。

-
- 2) 加强对施工人员和居民的宣传教育和管理工作，制定规章制度，严禁破坏和捕杀施工区内的野生动、植物。
 - 3) 在各工区设置陆生动、植物保护警示牌，如施工期发现受伤的珍稀保护动物，应进行救护并送当地林业部门。
 - 4) 对因工程建设占地、开挖、堆渣等破坏的植被进行补偿，并待工程完建后采取种植林、灌、草相结合的植被恢复措施，使工程影响区植被覆盖率不低于工程建设前的水平。
 - 5) 结合工程的水保工程及植物措施，因地制宜对施工迹地及移民安置区进行绿化，以恢复区域景观。

6.10.4 其他环境保护措施

根据移民安置工程实物指标调查成果，本工程库区内不涉及工矿企业，库底清理的对象主要为一般固体废物。固体废物在收集、清除和处理处置中应保护生态环境，防止破坏和污染环境，保障人群健康。固体废物的收集、清除、装运、处置过程中，应采取密闭、遮盖、捆扎、喷淋、建密封容器等防扬散、防流失、防渗漏及其他防止污染环境的措施。运输过程中不得沿途丢弃遗撒。

6.11 人群健康

6.11.1 饮用水源保护

上水库生产、生活取水点有两个，分别位于围堰上游河道上和上坪田水库。设置取水泵站，送水至上水库调节水池，水池位于上水库副坝四东侧的山包顶部。业主营地生活用水由大沥唇水电站尾水下游的拦水坝接引，并在业主营地西的西北侧建一座生活水厂。施工期间，应对上、下水库施工区饮用水源的取水口的水质进行一定频次的监测。

6.11.2 卫生清理

为确保施工区的卫生环境，降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，应采取以下措施：

- a) 各类临时用地在开挖、平整、建筑等施工前，选用生石灰等进行消毒，对废弃物进行清理后利用。重点考虑原有的厕所、粪坑、畜圈、垃圾堆放点、仓库、食堂用地和近十年来新埋的坟地等。

b) 施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。灭鼠工作原则上每年进行两次，也可根据实际情况增加频率。对蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物的灭杀工作应经常进行。

为防止污染激石溪及激石溪支流水质，施工期需要作好粪便清理管理工作，不能随意排泄。根据《城市公共厕所规划和设计标准》(CJJ14-2005)城镇公共厕所的设置要求和施工区分布情况，在上、下水库施工场地共设 10 座固定厕所，每个厕所内应配备相应的自来水冲洗系统，房顶高度 3.5m，保持空气流通，采光良好，有夜间照明设施，地面要坚硬平整，便于清扫，化粪池要符合标准。办公生活区厕所应与建筑物配套。在人群不密集地区设置流动厕所，共 10 个。

为保证施工区环境卫生状况，环境卫生应实行早、中、晚三次清扫；生活垃圾应做到一日一清；厕所粪便冬季实行 3 日一清，夏季实行一日或二日一清。

6.11.3 卫生检疫与健康检查

- a) 对准备进入施工区的施工人员和管理人员进行卫生检疫和定期健康检查。
- b) 凡进入施工区的施工人员和管理人员，需进行卫生检疫，合格者发放“健康许可证”，否则不允许进入工区。检疫项目包括疟疾、传染性肝炎、肺结核和流行性腮腺炎，外来施工人员还应视其来源地的疾病构成确定相应的检疫项目。
- c) 施工期间定期对施工人群进行观察和体格检查，及时掌握劳动力的健康状况，防止新感染病例的出现，及时预防和控制疾病的發生和蔓延。体格检查计划每两年进行一次。
- d) 为提高施工人群的疾病抵抗能力，对施工区施工人群采取疟疾预防性服药、乙肝疫苗和钩体疫苗接种的预防免疫措施。尤其要加强对肝炎的防疫。
- e) 在各施工营地处设疫情监控点，落实责任人，按当地政府制定的疫情管理及报送制度进行管理。一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群提出预防措施。

6.11.4 环境卫生及食品卫生的管理与监督

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。

- a) 为保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水，饮用水源水及饮用水水质需

进行监测，随时掌握其变化动态。

- b) 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。
- c) 每年定期健康检查中要特别注意对食堂服务人员和供水工作人员的检查，食堂人员需持证上岗，对传染病菌携带者要及时撤离岗位。

6.12 环境保护措施实施计划

根据以上污染防治措施及环境保护措施进行汇总，汇总情况见表 6.12-1。

表 6.12-1 陆河抽水蓄能电站环境保护实施计划一览表

措施	施工期	运行期	预期效果
水污染防治措施	污废水治理：施工期生产废水和生活污水经处理后全部回用，其中砂石料冲洗废水和混凝土系统冲洗废水经混凝沉淀净化处理，隧洞施工废水经沉淀处理，生活污水经隔油池、化粪池及地埋式生活污水处理装置处理。	电站厂房内少量生活污水经化粪池和地埋式生活污水处理装置处理达标后回用不外排；厂房主变下设主变油坑，并设置总事故油池，危险固废委托有资质单位处理；业主现场办公区利用施工期已设生活污水处理装置处理，并达标回用。 上下水库在蓄水前进行库底清理。	可减小对激石溪支流及激石溪水环境的影响。
生态环境保护措施	采取相关减缓措施避免对花鳗鲡省级自然保护区影响。 科学规划工程区，避免不必要的开垦作业，尽量减少对森林树木的砍伐和对其生境的占用，高噪音的机械尽量避免在晨昏作业，严禁人员捕杀野生动物。 严格管理废水、废气及生活污水的直接排放，避免对生境造成破坏。	工程采取相应的水土保持措施，并在此基础上从恢复和提高其生态、景观功能的角度，实施生态、景观恢复措施。 上下库分别设置生态流量泄放措施及下泄流量监控设施	保护珍稀保护动植物，减小并恢复对生态环境的影响，减少水土流失。
环境空气保护措施	弃渣及时清运集中堆放，做好遮挡覆盖；施工作业面定期洒水降尘；碎石加工和混凝土搅拌系统、沥青混凝土拌和系统安装除尘设施；地下系统洞群开挖采用湿钻工艺，开挖钻机选用带除尘袋的型号，并加强通风。爆破采用先进技术，及时通风；做好运输车辆密封、保洁工作，减少因弃渣、砂、土的外泄造成的扬尘污染。	/	可减小工程施工对周围环境空气的影响。

噪声防治措施	选用低噪声的施工机械和运输车辆，并对噪声较大的机械采取降噪措施；加强施工设备的维修保养；合理安排施工时间，尤其是坝址坝基开挖爆破；在噪声敏感点设立限速、禁鸣标志。	/	可降低施工噪声对周边居民的影响。
固体废物处置	施工区生活垃圾分类收集，建筑垃圾可直接运送至弃渣场集中堆放，其余生活垃圾由环卫部门定期清运。	电站生活垃圾由当地环卫部门定期清运；加强电站厂房内含油废纸、废布的处置，经收集后交由有资质的危险废物处置单位处置	可减小固体废弃物对周围环境的影响。
人群健康保护措施	施工前消毒；清除鼠、蚊、蝇等。进行卫生检疫、定期健康检查、疫情监控。 开展饮用水水质监控，进行公共场所卫生清理。	/	可减小工程施工大量施工人员进驻对周边环境的影响。

7 环境管理与监测计划

7.1 环境管理

7.1.1 管理规划原则

- a) 预防为主、防治结合的原则

在建设和运行过程中，要通过环境管理，预先采取防范措施，防止环境问题及环境破坏的发生，并把预防作为环境管理的重要原则。

- b) 针对性原则

针对建设和运行过程中存在的主要环境问题及其保护措施，建立相应的环境管理机构，使各项环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与生态环境保护协调发展，防止、减少并治理工程活动对环境的破坏。

- c) 协调性原则

本工程建设将涉及到较多的单位，需要应对可能或业已存在的各类环境问题，具有管理面广而复杂的特点，如何及时协调处理各方在环境保护和水土保持方面的矛盾或纠纷，减少对工程建设和运行的干扰，促进工程建设和运行的顺利进行非常重要。

7.1.2 环境管理主要工作内容

7.1.2.1 施工期环境管理

建设单位在工程建设期间负责从施工开始至竣工验收期间的环境管理工作，主要工作内容如下：

- a) 制定建设期环境保护实施规划和管理办法。
- b) 制定环境保护工作年度计划，包括投资计划。
- c) 组织环境保护专项工程招标工作。
- d) 负责工程招标文件和承包项目合同中环境保护条款的编审，确保与主体工程施工密切相关的环境保护措施纳入招标文件和合同条款中。
- e) 监督承包商的环境保护措施执行情况。
- f) 监督移民安置工程有关环境保护措施数施情况。
- g) 同环境保护、水土保持和其他相关部门进行协调。
- h) 协助处理本企业环境污染事故和污染纠纷，及时向上级或有关管理部门报告情况。
- i) 编制环境保护工作年度报告。

-
- j) 组织开展环境保护宣传、教育和培训工作。
 - k) 组织编制工程竣工环境保护验收报告。
 - l) 负责环境保护、水土保持资料、成果的归档、移交。

7.1.2.2 运行期环境管理

- a) 贯彻执行国家及地方环境保护法律、法规和方针政策。
- b) 落实运行期环境保护措施，制定陆河抽水蓄能电站运行期环境管理办法和制度。
- c) 负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析
- d) 开展建设影响范围内的植被恢复管理与维护。
- e) 监督和管理由周围环境的变化引起的对工程的影响，并向有关部门反映。

7.1.3 环境管理机构能力建设

根据本工程环境管理工作内容，建设单位应从制度、人员、资金和物资等方面保障环境管理规划的实施，以确保工程环境保护目标的实现。应建立内部管理制度以明确环境管理责权的落实、激励工作开展；配备精干人员；设置环境保护、水土保持专项奖励经费，以及开展环境管理工作所必须的交通工具(如车辆)、仪器设备(如计算机、复印机、电话、摄(录)像机、照相机和传真机等)、其他工具和材料等。

7.1.4 环境管理实施建议

为确保本工程影响区域环境保护目标的实现和各项环境保护措施的落实，特提出如下环境管理实施建议：加强环境监督与管理，环境管理人员应深入施工现场，监督环境保护措施的实施；实行环境保护目标责任制，结合工程招投标承包体制，把环境保护纳入到施工单位的承包任务中，并将环境保护落实到整个施工过程中。对本工程的重要环境保护工程、措施应进行单独设立标段、单独招标。

本工程环境保护措施规划的实施应纳入整个工程建设中去。为保障本工程环境保护措施规划的顺利实施，从组织领导、监督管理、技术保证和资金保障等方面拟订环境保护措施实施规划的保证措施，供决策部门及建设单位等有关单位参考。

组织领导与管理措施：为了保证本工程环境保护措施完全到位、落实，要求工程项目建设单位与施工单位按照环境保护有关法律法规的要求，与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。建立实施领导管理机构，负责各项目区环境保护管理工作，工作内容包括实施环境保护措施所需的资金的筹措、使用和管理，并与当地环境保护

部门密切配合，接受环境保护行政主管部门的监督和指导，保证环境保护措施高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

技术保证措施：在工程施工阶段，编制本工程环境保护措施各项目技施设计报告，为实施本工程环境保护措施提供可操作性依据。选择施工经验丰富，技术力量强的投标施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。

资金保证措施：依据“谁开发谁保护，谁造成环境污染谁负责治理”的原则，由建设单位负责筹集资金，专款专用，充分保证资金需求，并按照环境保护措施实施进度规划，逐年逐项落实，确保各项措施保质保量按时完成。

7.2 环境监测

7.2.1 监测目的与原则

7.2.1.1 监测目的

本工程环境监测规划的目的：

- a) 为确保本工程设计、施工的环境保护目标实现提供依据；
- b) 为本工程实施环境管理提供依据；
- c) 为后续其他工程项目提供基础数据；
- d) 为应对本工程区域突发的环境事件提供依据。

7.2.1.1 监测原则

- a) 与工程建设紧密结合原则

监测范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点和周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工和运行对环境敏感点的影响，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

- b) 针对性和代表性原则

根据环境现状和影响预测评价结果，选择对环境影响大的、有控制性和代表性的及对区域或流域影响起控制作用的主要因子进行监测，力求监测方案有针对性和代表性。

- c) 经济性与可操作性原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足主要任务为前提，尽量利用附近现有监测机构、监测断面(点)，所布设监测断面(点)可操作性强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

- d) 统一规划、分步实施原则

环境监测系统应从总体考虑、统一规划，根据工程建设不同阶段的重点和要求，分期、分步建立，并逐步实施和完善。

7.2.2 工作内容

根据本工程的特点以及环境影响方式，环境监测工作内容应包括水环境监测、大气环境监测、声环境监测、生态环境监测、人群健康监测、电磁环境监测等。

水环境监测、大气环境监测、声环境监测、生态环境监测、人群健康监测等监测工作集中在工程施工期以及运行初期(运行期前一年)内，电磁环境监测工作在运行期第一年进行。

7.2.3 水环境监测

a) 施工期

1) 生活污水监测

采样点：业主营地、上水库工程标施工营地、上水库输水发电系统营地、下水库输水发电系统营地、下水库工程标施工营地、机电设备安装工程标施工营地共 6 处生活污水处理系统末端各设 1 个采样点。可根据实际施工布置适当增加测点。

监测项目：pH、SS、NH₃-N、动植物油、COD、BOD₅、TP、TN、废水流量、粪大肠菌群等 10 项。

采样频率：处理设施建成后每季度监测 1 期，每期监测 3 天。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的方法执行。

2) 生产废水监测

采样点：砂石料加工废水处理系统出水口、混凝土拌和系统出水口、洞室排水处理系统出水口各设 1 个采样点，其中砂石料加工系统 2 处（上水库砂石系统、下水库砂石系统），混凝土加工系统 3 处（上水库混凝土生产系统，下水库混凝土生产系统、下水库输水发电系统混凝土生产系统），洞室废水处理系统（引水主洞、尾水主洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、自流排水洞、尾闸通风洞、尾闸交通洞、尾调通风洞、高压电缆洞、导流洞及各施工支洞），预计 15 个测点，可根据实际施工布置适当增加测点。

监测项目：pH、SS、废水流量、石油类等 4 项。

监测频率：处理设施建成后每季度监测 1 期，每期监测 3 天。其监测频率随生产活动的变化而变化。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的方法执行。

3) 地表水质监测

监测断面：上水库坝址下游 30m 处、下水库坝址上游 1km、下水库坝址下游 1km、激石溪入花鳗鲡保护区入河口位置各设一个断面，共 4 个断面。

监测项目：水温、SS、pH、DO、BOD₅、COD_{Cr}、高锰酸盐指数、氨氮、TN、TP、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂、水量等 13 项。

监测频次：施工期每年季度监测 1 期，全年共监测 4 期，每期监测连续 3 天，每天采样 1 次。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的方法执行。

4) 生活用水水质监测

监测点：施工营地及业主生活水池（6 处）。

监测项目：按《生活饮用水水源水质标准》中基本项目中的微生物指标、感官性状和一般化学指标分析，全分析按《生活饮用水水源水质标准》中基本项目 34 个指标，日常分析指标为 pH、SS、溶解氧、石油类、NH₃-N、COD_{Cr}、COD_{Mn}、BOD₅、TP、TN、粪大肠菌群等

水质标准：《生活饮用水水源水质标准》。

监测频率：施工期每季度一期，每期监测 1 天，每天采样 1 次。日常分析每季度 1 次，全指标分析每年 1 次。

分析方法：《生活饮用水标准检验法》。

b) 蓄水期及运行初期

1) 生活污水监测

采样点：业主营地、地下厂房生活污水处理系统末端各设 1 个采样点。

监测项目：pH、SS、NH₃-N、动植物油、COD、BOD₅、TP、TN、废水流量、粪大肠菌群等 10 项。

采样频率：每季度监测 1 期，每期监测 1 天。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的方法执行。

2) 地表水水质监测

为掌握工程蓄水期地表水的影响程度和影响范围，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对地表水水质进行监测。各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的相关规定。

监测点：上水库库尾、上水库库中、上水库坝前、上水库进/出水库、下水库库尾、下水库库中、下水库坝前、下水库进/出水库，共 8 个点位。

监测项目：按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中基本项目全项监测，另在库中断面增测叶绿素 a 和透明度 2 个项目。

监测频率：水库初期蓄水期每季度监测 1 期，全年共监测 4 期，每期监测 1 天，每天采样 1 次。

监测及分析方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的规定方法执行，样品分析方法按照《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的方法执行。

c) 水环境监测要求

陆河抽水蓄能电站水环境监测点位、监测项目、监测周期、监测时段及监测频率见表 7.2.3-1。

表 7.2.3-1 陆河抽水蓄能电站水环境监测一览表

时段	监测类型及数量	监测点位	监测项目	监测周期	监测时段及频率
施工期	生活污水监测(6处)	业主营地	pH、SS、NH ₃ -N、动植物油、COD、BOD ₅ 、TP、TN、废水流量、粪大肠菌群等 10 项	工程开工至竣工止，监测 5 年 4 个月(即 64 个月)	每季度监测 1 次，每期连续监测 3 天
		上水库工程标施工营地			
		输水发电系统工程标施工营地(2 处)			
		下水库工程标施工营地			
		机电设备安装工程标施工营地			
	生产污水	砂石料加工废水处理系统出水口	pH、SS、废水流量、	工程开工至	每季度监

	监测(8处)	混凝土拌和系统出水口	石油类等4项	竣工止, 监测5年4个月(即64个月)	测1次, 每期连续监测3天
		洞室排水处理系统出水口			
地表水水质监测(2处)	上水库坝址下游30m处	水温、SS、pH、DO、BOD ₅ 、COD、高锰酸盐指数、氨氮、TN、TP、石油类、粪大肠菌群、阴离子表面活性剂等13项	工程开工至竣工止, 监测5年4个月(即64个月)	每季度监测1次, 每期监测3天	
	下水库坝址上游1km				
	下水库坝址下游1km				
	激石溪支流入花鳗鲡保护区入河口位置				
生活用水水质监测(3处)	上库施工营地生活水池	总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数、色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、pH、铁、锰、铜、锌、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发酚、阴离子合成洗涤剂	工程开工至竣工止, 监测5年4个月(即64个月)	每季度监测1次, 每期监测1天, 每天采样一次	
	业主营地生活水厂				
	下库施工营地生活水池				
蓄水期及运行初期	生活污水	业主营地生活污水处理系统末端	pH、SS、NH ₃ -N、动植物油、COD、BOD ₅ 、TP、TN、废水流量、粪大肠菌群等10项	蓄水期和运行初期一年	每季度监测1期, 每期监测1天
		地下厂房生活污水处理系统末端			
蓄水期及运行初期	地表水水质	上水库库尾	按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表1中基本项目全项监测, 另在库中断面增测叶绿素a和透明度2个项目	蓄水期和运行初期一年	每季度监测1期, 每期监测1天
		上水库库中			
		上水库坝前			
		上水库进/出水口			
		下水库库尾			
		下水库库中			
		下水库坝前			
		下水库进/出水口			

7.2.4 生态环境监测

以本工程的上下水库、发电厂房、土石料场、业主营地等区域为重点, 监测重点工程影响区域(枢纽建设区、淹没区、输水系统区等)。

7.2.4.1 水生生态监测

a) 断面设置

水生生态调查共设置6个监测断面, 分别为: 上水库库区、上水库库尾、下水

库库尾、下水库库区、下水库坝下、漂河与螺河汇口。各断面可根据具体情况适当调整。

b) 监测内容

(1) 浮游生物、底栖动物和大型水生植物

调查内容包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生藻类和大型水生维管束植物的群落结构、生物量及分布情况。

(2) 鱼类资源

鱼类调查内容包括鱼类的种类、区系组成、资源量、分布特点等。珍稀保护鱼类(包括国家级保护、地方保护、中国濒危动物红皮书、当地特有等)、经济鱼类的种类、种群、资源量情况，分布特点，洄游及其它生物学特征。工程所涉河段、水库的养殖和渔业现状、养殖和捕捞的主要方式、养殖和渔获量及其组成。

c) 监测频率

施工期调查1次，电站运行后第1年、调查1次，共调查2次。

浮游生物，底栖动物、水生维管束植物在4月、9月各监测一次。鱼类种群动态监测在3月~5月、9月~10月进行。

7.2.4.2 陆生生态监测

a) 监测点位

陆生监测点共8个，分别为：上下水库各1个(2个)、输水系统施工隧洞区(2个)、施工场地(4个)。

b) 监测内容

在施工期，主要对涉及敏感物种的施工区域进行监测；还要加强对区域性分布的重点保护动物的调查，在施工过程中若发现有重点保护对象，优先避让。

运营期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。包括主要物种组成和数量。

陆生植物监测：陆生植物种类及组成(种类构成、分布位置、种群数量、优势种、伴生种)、植被类型(主要群系、盖度、频度、生活力、物候期)、珍惜濒危保护植物植物(种类、分布、面积、生境、生长及繁育状况)、外来入侵(种类、分布、扩散情况、危害状况)。

陆生动物监测：两栖、爬行、鸟类、哺乳类的种类及组成(包括物种种类、数量、

分布点位等信息)以及动物的季节动态变化, 比较施工前、施工期、运营期的种类与数量变化。重点监测国家及广东省重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地的变化与分布情况。

区域植被类型与特征, 不同类型植被的生长特征, 报告书编制阶段调查范围内的植物多样性现状, 包括区域植物种类、区系特征, 特有种、珍稀保护物种的分布、数量、生长环境、保护类型和等级等。水库淹没和工程占地范围内涉及的珍贵树种数量、迁移和保护措施、植被恢复措施、采取措施后的效果等。

野生动物区系组成、种类和特点, 种类的不同生境类型、地理分布与栖息地类型, 珍稀保护动物的种类、种群规模、生态习性、种群结构、生境条件、分布范围、保护级别与保护状况等。

工程建设后评价区域的生态景观拼块类型、分区、面积等情况。

c) 监测时段与监测时间

施工期调查 1 次, 电站运行后第 1 年调查 1 次, 共调查 2 次。

d) 监测方法

遥感监测: 利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台, 以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库, 依托 GIS 的空间分析性能进行监测, 得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等, 来判断植物和植被的变化。

植物监测: 根据《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》等有关要求进行监测。

动物监测: 根据《生物多样性观测技术导则 两栖动物》、《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》、《生物多样性观测技术导则 鸟类》等相关要求进行监测。

7.2.5 大气环境监测

a) 施工期环境敏感点环境空气监测

1) 监测布点

在上屋仔、石碣元各布设 1 个监测点, 共计 2 个点位。

2) 监测项目

TSP, PM₁₀。

3) 监测时段与频次

开工至竣工止，每年监测 4 次，每次连续监测 7 天。

4) 监测技术与方法

按照《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ194-2017) 及其修改单中规定方法执行。

b) 施工期施工场地环境空气监测

1) 监测布点

在上、下水库砂石料加工系统和地下厂房各布置 1 个测点，共计 3 个点位。

2) 监测项目

TSP、SO₂、NO_X。

3) 监测时段与频次

开工至竣工止，每年监测 4 次，每次连续监测 7 天。

4) 监测技术与方法

按照《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ194-2017) 及其修改单中规定方法执行。

7.2.6 声环境监测

a) 施工期环境敏感点噪声监测

1) 监测布点

在施工区及其运输道路区敏感点布设 5 个监测点，分别是上屋仔、石碣元、上水库、下水库、上下库连接道路。

2) 监测项目

Leq。

3) 监测时段与频次

开工至竣工止，每季度监测 1 次，一次 2 天，分昼夜各监测 1 次。

4) 监测方法

监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 等国家规定方法执行。

b)运行初期开关站厂界噪声监测

1) 监测布点

在开关站每侧厂界各布设 1 个监测点，共 4 个测点。

2) 监测项目

Leq。

3) 监测时段与频次

开关站正常运行后，每年一次，监测 3 天，分昼夜各监测 1 次。

4) 监测方法

监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 等国家规定方法执行。

7.2.7 水土流失监测

7.2.7.1 监测范围与时段

水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，面积为 316.49hm²。本项目属建设类项目，其水土保持监测时段从施工准备期开始，至设计水平年结束，监测时段从 2022 年 5 月开始，止于 2027 年 12 月。

7.2.7.2 监测内容和方法

a) 监测内容

依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161 号) 的规定，监测内容主要包括项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。

(1) 扰动土地监测

在扰动土地方面，应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况等。

(2) 水土流失状况监测

在水土流失状况方面，应重点监测实际造成的水土流失面积、分布、土壤流失量及变化情况等。

(3) 水土流失防治成效监测

在水土流失防治成效方面，应重点监测实际采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。

(4) 水土流失危害监测

在水土流失危害方面，应重点监测水土流失对主体工程、周边重要设施等造成的影响及危害等。

b) 监测方法与频次

(1) 监测方法

水土保持监测方法、频次应符合《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)和水利部《水土保持监测技术规程》(试行)进行，监测方法主要采用径流小区法、桩钉法、简易坡面量测法、沉沙池法、调查、巡查法。

(2) 监测频次

依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号)的规定，扰动土地、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害监测频次如下：

①扰动土地

扰动土地情况应至少每月监测1次，其中正在使用的取土弃渣场至少每两周监测1次；对3级以上弃渣场应当采取视频监控方式，全过程记录弃渣和防护措施实施情况。

②水土流失状况

水土流失状况应至少每月监测1次，发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施，设置必要的控制站，进行定量观测。

③水土流失防治成效

水土流失防治成效应至少每季度监测1次，其中临时措施应至少每月监测1次。

④水土流失危害

水土流失危害应结合上述监测内容一并开展。

7.2.7.3 点位布设

a) 监测点布设原则

1) 要控制水土流失防治责任范围的整体区域，重点在水土流失较大、危害较重的位置；

2) 要有一定的代表性，使不同施工活动、不同监测因子都有相应的监测成果。

b) 监测点的布设

结合本工程水土流失的类型、强度、监测重点、各施工工区的具体施工工艺确定水土保持监测点的布设。本项目共布设13个水土流失监测点，对工程建设的水土流失进行定位监测。

表 7.2.7-1 水土流失监测点位规划表

序号	分区	主要施工方法	具体位置	监测方法	监测内容描述
1#	枢纽工程区	以开挖填筑、坝体施工	上库区	调查、巡查法、沉沙池、径流小区法	扰动土地监测、水土流失状况监测、水土流失防治成效监测、水土流失危害监测
2#	枢纽工程区	以开挖填筑、坝体施工	下库区	调查、巡查法、沉沙池	
3#	枢纽工程区	以开挖填筑、坝体施工	进厂交通洞洞口	调查、巡查法、	
4#	交通设施区	开挖填筑	进场道路	调查、巡查法、桩钉法、简易坡面量测法	
5#	交通设施区	开挖填筑	管理区连接道路	调查、巡查法、桩钉法、简易坡面量测法	
6#	交通设施区	开挖填筑	上下库连接道路	调查、巡查法、桩钉法	
7#	交通设施区	开挖填筑	上下库连接道路	调查、巡查法、桩钉法	
8#	交通设施区	开挖填筑	上库库岸连接道路	调查、巡查法、桩钉法	
9#	管理区	开挖填筑、场地平整	大门口沉沙池	调查、巡查法、沉沙池	
10#	施工生产生活区	开挖填筑、占压	大坝标综合加工厂	调查、巡查法、沉沙池	
11#	料场区	开挖采石	上库区石料场	调查、巡查法、沉沙池、简易坡面量测法	
12#	弃渣场区	土方堆放	上库区弃渣场	调查、巡查法、沉沙池、简易坡面量测法	
13#	弃渣场区	土方堆放	下库区弃渣场	调查、巡查法、沉沙池	

表 7.2.7-2 监测规划表

监测时段	监测范围	方法	监测内容	监测频次
开工之前	项目建设区	调查监测	水土流失及其影响因子、水土流失背景值、土壤侵蚀方式	巡查一次
施工准备期（筹建期）	3#（枢纽工程区进场交通洞）	调桩查钉、巡查法、遥法感、监测法	永久道路、进场交通洞、通风兼安全洞施工扰动土地监测、水土流失状况监测、水土流失防治成效监测、水土流失危害监测	2022年5月至2026年12月，扰动土地情况应至少每月监测1次，其中正在使用的取土弃渣场至少每两周监测1次；对3级以上弃渣场应当采取视频监控方式，全过程记录弃渣和防护措施实施情况。水土流失状况应至少每月监测1次，发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合
	4#~8#（交通设施区永久道路）	桩查钉、巡查法、遥法感、监测法		
主体工程施工期 （2021年12月至2024	1#~2#、9#~12#（枢纽工程区、管理区、施工生产生活区、料场区、弃渣场区）	调查、巡查法、沉沙池、径流小区法、遥感监测法	(1) 在扰动土地方面，应重点监测实际发生的永久和临时占地、扰动地表植被面积、永久和临时弃渣量及变化情况等。 (2) 在水土流失状况方面，应	

年 12 月)	4#~8# (交通 设施区)	调查、巡 查法、桩 钉法、简 易坡面量 测法、遥 感监测法	重点监测 实际造成的水土流失 面积、分布、土壤流失量及变 化情况等。 (3) 在水土流失防 治成效方面，应重点监测实际 采取水土保持工程、植物和临时 措施的位置、数量，以及实施水 土保持措 施前后的防治效果对 比情况等。 (4) 在水土流失危 害方面，应重点监测水土流失对 主体工程、周边重要设施等造成 的影响及危害等。	拦挡、排水等措施， 设置必要的控制站， 进行定量观测。水土 流失防治成效应至 少每季度监测 1 次， 其中临时措施应至 少每月监测 1 次。水 土流失危害应结合 上述监测内容一并 开展。
	3# (枢纽工程 区进场交通洞 洞口)	调查、巡 查法、遥 感监测法		
试运行期 (2027 年 1 月 至 2027 年 12 月， 其中 完建期 2027 年 1 月~2027 年 10 月)	1#~13#	调查、巡 查法、遥 感监测法	(1) 调查林草措施的成活率、 保存率、生长情况及覆盖率。 (2) 对水土保持措施实施数量、 质量及 其效益进行监测。 (3) 监测防护工程的稳定性、完好程 度 及运行情况。 (4) 收集监 测数据，符合各项指标，分析、 汇总，完成监测总报告。	每 1 个季度监测 1 次，遇暴雨、大风等 情况应及时加测，水 土流失灾害事 件发生后 1 周内完成监 测。

7.2.8 电磁辐射监测

监测点布设：开关站运行期间，厂界围墙外 5 米设置监测点位。

监测项目：工频电场和工频磁场。

监测方法：按照《交流输变电工程电磁环境监测方法)(试行)》(HJ681-2013)中的方法进行。中规定方法执行。

7.2.9 人群健康监测

监测范围与任务：调查和收集施工区人群健康状况，各种疾病的流行资料；对导致疾病流行的传染源、流行特性进行调查，以便分析对比，提出预测预警；对原有居民、移民、施工人员等进行疾病发病率调查；对施工区进行卫生防疫监督管理。

监测内容：对施工区居民的健康状况进行跟踪监测。

监测频率：施工期每年监测一次。

7.3 环境监理

7.3.1 环境监理工作目的

陆河抽水蓄能电站作为广东省能源重点建设项目，建设单位应实施工程环境监理。在施工过程中，全面监督和检查各参建单位环境保护措施的实施和效果，及时处理和

解决施工过程中出现的环境问题，使环境管理工作融入整个工程实施过程中，变事后管理为过程管理，变单纯的强制性管理为强制性和指导性相结合，从而使环境保护由被动治理污染和破坏变为主动预防和过程治理。

7.3.2 环境监理工作范围

本工程环境监理应包括工程建设区等所有可能造出环境污染和生态破坏的区域。根据陆河抽水蓄能电站的建设特点，监理工作范围应包括上、下水库施工区。

7.3.3 环境监理工作内容

7.3.3.1 施工准备阶段

- a) 环境监理单位应参加设计交底，熟悉陆河抽水蓄能电站环境影响报告书和水土保持方案报告书及其批复、重要环境保护措施及相关的设计报告。了解工程建设项目的具体环境保护目标以及环境敏感目标。
- b) 审查施工单位的施工组织设计和开工报告，对环境保护实施方案提出审查意见，包括施工中须保护的环境保护敏感对象、具体的环境保护措施、环境保护管理制度、环境保护投资以及环保专业人员等。
- c) 审查施工单位的临时用地方案是否符合环境保护要求以及临时用地的恢复计划的可行性；审查包括转料场、表土堆存场、施工营地、施工工厂等在内的施工迹地恢复方案、生态恢复与建设方案是否与周边景观相协调的建设要求。
- d) 参加工地会议，对工程建设项目环境保护目标和环境保护措施提出要求。
审查施工单位的环境保护管理体系是否责任明确，切实有效。

7.3.3.2 施工阶段

- a) 根据承担的工作范围对施工区域进行巡视或旁站环境监理，并做好巡视记录。
- b) 向施工单位发出环境保护工作指令。
- c) 分上水库、下水库检查施工废(污)水处理措施、大气与噪声防治措施、固体废物(生活垃圾)处理措施的实施情况以及实施效果。
- d) 根据施工场地布置与施工进度，对上、下水库需利用的堆渣利用场地、转料场、表土堆存场的使用与防护情况进行检查。在堆渣利用场地、转料场、表土堆存场利用完毕后，应对上述场地的植被恢复措施、景观恢复措施的实施开展实时监控，监督施工单位实施的迹地恢复方案、生态恢复与建设方案满足周边景观要求。
- e) 接受生态环境主管部门的监督，并协助生态环境主管部门以及建设单位处理

突发环境保护事件。

- f) 做好环境保护资料整理工作，建立、保管环境保护监理资料档案。
- g) 按时提交环境监理月报、季报和年报等相关资料，参加工作例会。

7.3.3.3 竣工阶段

- a) 参加竣工检查，分区、分项目确认现场清理工作、临时用地、堆场的生态恢复等是否达到相关环境要求，对重要的环境保护措施尤其是景观恢复措施的实施效果进行分析、总结。
- b) 评估环境保护任务或环境保护目标保护的完成情况，对尚存的主要环境问题提出继续监测或处理的方案和建议。
- c) 定期检查施工单位对环境保护遗留问题整改计划的实施，并根据工程具体情况，建议施工单位对整改计划进行调整。
- d) 检查已实施的环境保护达标工程和环境保护工程，对竣工验收后发生的环境保护问题或工程质量缺陷及时进行调查和记录，并指示施工单位进行环境恢复或工程修复。
- e) 检查施工单位的环境保护资料是否满足竣工环保验收的要求。整理施工环境保护监理竣工资料，参与竣工环境保护验收。

7.3.3.4 环境监理合同管理

- a) 根据建设单位委托和授权拟订本建设项目环境保护合同体系及合同管理制度。
- b) 协助建设单位拟订工程的各类环境保护条款，并参加环境保护类合同的商谈。
- c) 合同执行情况的分析和跟踪管理。
- d) 协助建设单位处理与工程有关的环境保护类的索赔事宜及合同争议事宜。

7.3.4 环境监理工作目标

- a) 进度目标：环境保护措施指定与执行进度保持与工程进度同步。
- b) 质量目标：环境保护工程措施质量满足设计要求。
- c) 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，环境保护措施的使用按环境保护行政主管部门、建设单位的有关规定执行。
- d) 环境保护目标：污染治理、生态保护、区域环境质量达到经环境影响报告书及相关设计报告的相关要求。

7.3.5 环境监理工作依据

- a) 国家、广东省的法律、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。
- b) 国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件。
- c) 环境监理合同。
- d) 发包人与施工承包人签订的正式合同或协议。
- e) 工程的施工图纸与文件。
- f) 水电工程施工监理规范、环境监理规范，广东省针对环境监理的相关文件。
- g) 发包人指定使用的与本工程的有关制度、办法和规定。
- h) 环境保护行政主管部门批复的环境影响报告书，水行政主管部门批复的水土保持方案报告书。
- i) 重要环境措施的设计报告。

7.3.6 环境监理机构与设施

7.3.6.1 组织形式

陆河抽水蓄能电站部采用总环境监理工程师负责的直线职能组织形式，实行总环境监理工程师领导下的由各专业监理工程师支持的项目组管理形式，在明确责任的前提下，充分利用专业技术资源，执行统一的技术质量标准，便于施工过程及时的组织协调。

为充分发挥监理人员作用，保证指令及反馈信息的快速传递，保证监理工作实效性及快速反应能力，通过配置足够数量且有充分监理经验的监理人员，尽量减少管理层次，缩短决策时间。

7.3.6.2 监理设施

环境监理单位依托工程区设立，建设单位应提供、满足环境监理工作需要的如下设施：办公设施、交通设施、通信设施、生活设施。

7.3.7 环境监理工作程序

环境监理是工程监理的重要组成部分，与工程监理地位相同，其工作程序如下：

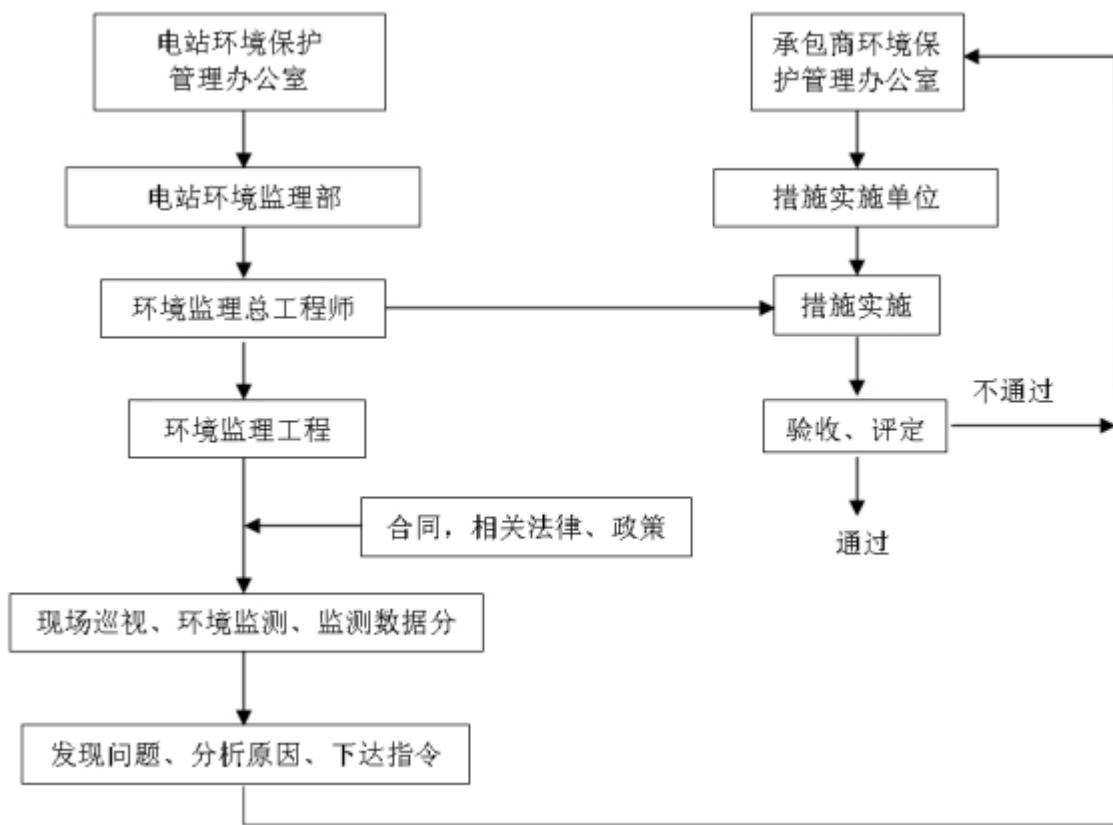


图 7.3.7-1 环境监理工作程序图

7.3.8 环境监理工作制度

a) 工作记录制度

环境监理工程师每天根据工作情况作出工作记录(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。

b) 报告制度

监理部每月向工程建设环境保护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。

c) 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，都是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。

d) 环境例会制度

环境监理不定期会同工程建设环境保护管理办公室、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，提出存在的问题及整个要求。每次会议都要形成会议纪要。

7.4 环境保护措施实施保证

根据《中华人民共和国环境保护法》中的环境保护“三同时”制度，环境管理、环境监测、环境监理和设施设备施工、运行和维护等，应与主体工程建设实施进度“三同时”，即同时设计(规划)、同时施工(实施)和同时投入运行和维护。根据陆河抽水蓄能电站的施工进度安排，制定环境保护“三同时”验收计划，环境保护工作及验收工作见表 7.4-1。

表 7.4-1 “三同时”竣工环境保护一览表

阶段	环境要素		环保措施	处置方式	实施部位	验收要求	
施工期	水环境	生产废水	上、下水库砂石料冲洗废水和混凝土系统冲洗废水处理	砂石料系统废水采用高效旋流污水净化设备进行处理后回用砂石料冲洗系统。	上、下水库施工区	砂石料系统和混凝土系统冲洗废水处理后全部回用；砂石料冲洗废水经处理后达到《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)要求的回用标准，处理目标为 SS≤100mg/L。	
			混凝土系统生产废水	采用混凝沉淀池处理		经处理后回用场区洒水，出水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准。	
		施工隧洞排水	采用沉淀池处理	各施工隧洞口		经处理后用于施工或周边林灌。	
	生活污水	承包商营地生活污水处理、业主营地生活污水处理设施（永临结合）		食堂污水经隔油池处理，粪便污水经化粪池处理，出水与其它生活污水进入成套污水处理设施处理	承包营地、业主营地	生活污水经处理后回用绿化和洒水，出水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准。	
		施工场地	砂石料加工系统、混凝土拌合系统粉尘削减与控制；开挖、爆破施工作业面粉尘、废气削减与控制	施工作业区		按照要求除尘、洒水，降尘设施满足除尘效果，施工区域大气污染物排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)的无组织排放监控浓度限值	
	环境空气	道路运输	道路扬尘的削减与控制	场内施工道路		洒水设施、材料覆盖情况良好，《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)的无组织排放监控浓度限值	
		弃渣场、中转料场	弃渣场、中转料场扬尘的削减与控制	弃渣场、中转料场		物料存放情况良好，《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)的无组织排放监控浓度限值	

施工期	声环境	施工噪声	砂石料加工系统噪声防治措施及混凝土系统噪声防治措施	施工作业区	管理措施实施情况良好，施工作业区达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准；工程施工区周边村庄声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准。
			大坝施工区	施工作业区及周边居民点	
			弃渣场、中转料场、砂石料场噪声防治措施	弃渣场、中转料场、砂石料场及周边居民点	
	交通噪声	交通噪声防治措施		施工道路沿线居民点	防治措施实施情况及效果良好，声环境质量评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准。
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾收集及处置措施	施工场区和营地	垃圾收集设施完善，垃圾集中收集后外运至汕尾市生活垃圾无害化处理场
		建筑垃圾	建筑垃圾及生产废料处置措施	施工区	进行回收利用，不能回收的统一运至弃渣场
	生态环境	陆生动物	施工期环境管理	水库淹没区、工程占地区	管理措施落实到位，施工期对陆生动物影响降到最小
		水生生态	上下库设置生态流量下泄措施，设置在线监控设施	上、下库下游河道满足生态用水需求	适合流水性鱼类生长，工程施工对水生生物影响较小
	人群健康		卫生防疫设施与水质监测情况	施工场地	卫生防疫和水质监测情况满足卫生要求
	环境监测		对地表水、处理后的污废水水质、地下水、环境空气、声环境、饮用水源与施工人群进行健康监测；对陆生、水生生态进行调查等	施工区、生态影响区	①环境监测计划、委托协议；②检查环境监测报告和生态调查报告，掌握区域环境质量情况；③检查人员健康检查记录，流行病记录资料
水库蓄水前	水环境	库底清理	按照《水电工程水库淹没处理规划设计规范》进行库底清理	库区	清理设计以及实施情况满足规范要求
运行期	水环境	生活污水	业主营地生活污水处理	施工期处理设施永临结合	污水处理设施运行良好，生活污水经处理后回用于绿化和洒水，出水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)。

		地下厂房生活污水处理	经化粪池和成套污水处理设施处理达标后回用	地下厂房	污水处理设施运行良好，生活污水处理达标后回用。
	电站油污水	油水分离，专业单位回收	厂房四周设置排水沟，收集油污水后纳入油水分离器进行处理；主变压器下设主变油坑，并设置总事故油池，油污水经收集后由专业单位回收	厂房内	排水沟、油水分离器、事故油池设置情况，处理后的清洁水全部回用，浮油由专业单位回收处理
	下泄流量	下泄流量放水管及自动监测仪器	上、下水库主坝		下泄流量设施及自动监测仪器运行情况良好，下泄流量满足下游河道生态用水
生态环境	施工迹地植被恢复	各施工迹地清理后开展植被恢复或复垦	施工临时占地区、弃渣场、公路两侧		植被恢复效果以及影响满足水保方案和环评报告植被恢复要求
	运行期环境监测	对地表水、地下水、生态进行监测	蓄水期监测一年，营运期监测1年		①环境监测计划、委托协议、前期实施情况及证明；②水质监测报告和生态调查报告

8 环境保护投资概算

8.1 编制原则

- a) “谁污染、谁负责，谁开发、谁保护”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。
- b) “突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。
- c) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。
- d) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。
- e) “一致性”原则。环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。

8.2 编制依据

- a) 《水电工程设计概算编制规定(2013 年版)》;
- b) 《水电工程费用构成及概(估)算费用标准(2013 年版)》;
- c) 《水电建筑工程概算定额(2007 年版)》;
- d) 《关于颁布<水电工程设计概算费用标准(2007 年版)>第 1 号修改单的通知》(可再生定额〔2011〕7 号);
- e) 《关于颁发〈水土保持工程(概)估算编制规定和定额〉的通知》(水利部水规总〔2003〕67 号文);
- f) 《水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部 2003 年 1 月);
- g) 《水土保持工程概算定额》(水利部 2003 年 1 月);
- h) 其余同主体工程概算，对于绿化工程中的苗木价格等采用陆河县市场价格。

8.3 投资项目划分

本工程环境保护项目分为环境保护工程和水土保持工程。

环境保护工程划分为：水环境保护工程、生态环境保护工程、大气环境保护工程、声环境保护工程、固体废物处理工程、人群健康保护工程、环境监测。

水土保持工程划分为：水土保持工程措施、植物措施、监测措施、临时措施和独立费用。

8.4 基础资料

8.4.1 基础单价

a) 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。

b) 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。植物措施材料单价以工程所在地市场价格为准。

8.4.2 独立费用

a) 环境管理费：按所有工程费的 3%取值。

b) 环境监理费：根据工程规模，费用为 800 万元。

c) 咨询服务费：按所有工程费之和的 1.33%取值。

8.4.3 预备费

a) 基本预备费：按工程措施和独立费用之和的 6.0%取值。

b) 价差预备费：价差预备费由主体工程统一计列。

c) 建设期利息：建设期利息由主体工程统一计列，本报告不列建设期利息。

8.5 工程投资概算

8.5.1 环境保护投资

广东陆河抽水蓄能电站环境保护工程总投资为 7335.44 万元，其中枢纽建筑物投资为 4954.56 万元，独立费用 1965.67 万元，基本预备费 415.21 万元，环境保护工程总投资详见表 8.5.1-1。

表 8.5.1-1 电站环境保护工程总投资概算表 单位：万元

项 目		投资(万元)	备注
1	施工期环境保护	4498.93	
1.1	水环境保护	3334.73	
-1	砂石料废水处理系统	1114.91	
-2	混凝土冲洗废水处理系统	141.66	
-3	洞室废水处理系统	986.11	
-4	基坑废水处理系统	209.53	
-5	生活污水处理系统	882.53	
1.2	大气环境保护	260	
1.3	声环境保护	190	

1.4	生态环境保护	188	
1.5	固体废物处理	320	
1.6	人群健康防护	206.2	
2	运行期环境保护	140	
2.1	运行期水环境保护	50	
2.2	运行期生态环境保护	90	
-1	生态保护宣传与教育	40	
-2	生态流量泄放监控设施	50	
3	环境监测	315.63	
工程费(1、2、3 小计)		4954.56	
4	独立费	1965.67	
4.1	项目建设管理费	1065.67	
-1	环境管理费	153.39	
-2	环境监理费	800	
-3	咨询服务费	81.6	按枢纽建筑物部分的 1.33%计
-4	技术审查会	30.68	按枢纽建筑物部分的 0.5%计
4.2	科研勘察设计费	900	
-1	环境保护总体设计费	100	
-2	科研试验费	800	
(1~4)合计		6920.23	
5	基本预备费	415.21	按枢纽建筑物部分和独立费用的 6%计
合计	(1~5)合计	7335.44	

8.5.1.1 主要分项工程投资

a) 水环境保护投资

表 8.5.1-2 电站环境水环境保护工程投资概算表 单位：万元

序号	项目	土建费用	设备费用	安装调试费用	运行费用	总投资
1	水环境保护投资					
1.1	砂石加工废水处理	175.65	328.9	70.86	540	1115.41
1.2	混凝土系统冲洗废水处理	32.548	25.8	2.03	81.28	141.66
1.3	洞室废水处理	255.51	450.8	69.8	210	986.11
1.4	基坑废水处理系统	116.08	45.75	31.7	16	209.53
1.5	生活污水处理	177.36	312.5	40.67	352	882.53
	合 计	757.14	1163.75	215.06	1199.28	3335.23

表 8.5.1-3 砂石加工生产废水处理系统投资表

序号	项 目	单 位	工程量/ 数 量	单 价	土 建 费 用	设 备	安 装 调 试	运 行	合 计
				元	万 元	万 元	万 元	万 元	万 元

1	土方开挖	m ³	4500	20	9	-	-	-	9
2	土石方回填	m ³	1500	30	4.5	-	-	-	4.5
3	混凝土	m ³	720	500	36	-	-	-	36
4	浆砌石	m ³	70	550	3.85	-	-	-	3.85
5	钢筋	t	2.5	6800	1.7	-	-	-	1.7
6	抹面	m ²	225						0
6	块砖	千块	172	500	8.6	-	-	-	8.6
7	污水管	m	1440	500	72	-	-	-	72
8	水管	m	1500	200	30	-	-	-	30
9	螺旋式砂水分离器	套	4	25000	10				10
10	一体化旋流污水净化器	套	4	550000	-	220	55.05	-	275.05
11	橡胶带式过滤机	套	4	85000	-	34	4	-	38
12	皮带输送机	套	4	28000	-	11.2	4	-	15.2
13	细砂回收器	套	4	6000	-	2.4	0.4	-	2.8
14	污水混合器	套	4	15000	-	6	0.6	-	6.6
15	污泥混合器	套	4	14000	-	5.6	0.6	-	6.2
16	加药装置	套	4	18000	-	7.2	0.6	-	7.8
17	潜水搅拌装置	套	4	10000	-	4	0.4	-	4.4
18	污水泵	台	4	3000	-	1.2	0.45	-	1.65
19	清水泵	台	4	2000	-	0.8	0.3	-	1.1
20	污泥泵	台	4	5000	-	2	0.46	-	2.46
21	电磁流量计	套	2	2500		0.5			0.5
22	电气设备	套	2	170000	-	34	4	-	38
23	设施运行与维护	月	64	75000	-		-	540	540
24	总投资	-	-	-	175.65	328.9	70.86	540	1115.41

表 8.5.1-4 混凝土系统废水处理系统投资表

序号	项目	单位	工程量/ 数量	单价元	土建 费用 万元	设 备 万元	安装调	运 行 万元	合 计 万元
							试 万元		
1	土方开挖	m ³	360	20	0.72	-	-	-	0.72
2	土石方回填	m ³	50	30	0.15	-	-	-	0.15
3	混凝土	m ³	12	500	0.6	-	-	-	0.6
4	浆砌石	m ³	2	550	0.11	-	-	-	0.11
5	钢筋	t	0.6	6800	0.408	-	-	-	0.408
6	块砖	千块	1.2	500	0.06	-	-	-	0.06
7	污水管道	m	450	500	22.5	-	-	-	22.5
8	水管	m	400	200	8	-	-	-	8
9	加药装置	套	6	25000	-	15	1.23	-	16.23
10	管道混合器	套	3	15000	-	4.5	0.2	-	4.7
11	污水泵	台	2	3000	-	0.6	0.1	-	0.7
12	清水泵	台	6	2000	-	1.2	0.14	-	1.34
13	电气设备	套	3	15000	-	4.5	0.36	-	4.86
14	设施运行与维护	月	64	12700	-	-	-	81.28	81.28
16	总投资	-	-	-	32.548	25.8	2.03	81.28	141.658

表 8.5.1-5 洞室废水处理系统投资表

序号	项目	单位	工程量/ 数量	单价	土建 费用	设备	安装	运行	合计
				元	万元	万元	调试	万元	万元
							万元		
1	土方开挖	m ³	3200	20	6.4	-	-	-	6.4
2	土石方回填	m ³	850	30	2.55	-	-	-	2.55
3	混凝土	m ³	650	500	32.5	-	-	-	32.5
4	浆砌石	m ³	560	550	30.8	-	-	-	30.8
5	钢筋	t	7	6800	4.76	-	-	-	4.76
6	块 砖	千块	70	500	3.5	-	-	-	3.5
7	污水管道	m	3500	500	175		-	-	175
8	加药装置	套	14	25000	-	35	17.2	-	52.2
9	斜管沉淀器	套	14	90000	-	126	12.4	-	138.4
10	过滤净水器	套	14	100000	-	140	13.2	-	153.2
11	刮油器	套	14	20000		28	3.36		31.36
12	脱水机械	套	7	60000	-	42	8	-	50
13	管道混合器	个	14	15000	-	21	0.18	-	21.18
14	污水泵	台	14	4500	-	6.3	1.08	-	7.38
15	清水泵	台	14	3500	-	4.9	0.7	-	5.6
16	污泥泵	台	14	5000	-	7	1.92	-	8.92
17	冲洗泵	台	14	4000	-	5.6	0.96	-	6.56
18	电气设备	套	7	50000	-	35	10.8	-	45.8
19	设施运行与维护	月	64	30000	-	-	-	210	210
20	总投资	-	-	-	255.51	450.8	69.8	210	986.11

表 8.5.1-6 基坑废水处理系统投资表

序号	项目	单位	工程量/ 数量	单价	土建费 用	设备	安装	运行	合计
				元	万元	万元	调试	万元	万元
							万元		
1	土方开挖	m ³	1800	20	3.6	-	-	-	3.6
2	土石方回填	m ³	850	30	2.55	-	-	-	2.55
3	混凝土	m ³	350	500	17.5	-	-	-	17.5
4	浆砌石	m ³	250	550	13.75	-	-	-	13.75
5	钢筋	t	5	6800	3.4	-	-	-	3.4
6	块 砖	千块	5.5	500	0.275	-	-	-	0.275
7	污水管道	m	1500	500	75		-	-	75
8	加药装置	套	5	25000	-	12.5	17.2	-	29.7
9	污水泵	台	10	4500	-	4.5	1.08	-	5.58
10	清水泵	台	5	3500	-	1.75	0.7	-	2.45
11	污泥泵	台	5	5000	-	2.5	1.92	-	4.42
12	电气设备	套	7	35000	-	24.5	10.8	-	35.3
13	设施运行与维护	月	64	2500	-	-	-	16	16
14	总投资	-	-	-	116.075	45.75	31.7	16	209.525

表 8.5.1-7 生活污水处理系统投资表

序号	项目	单位	工程量/ 数量	单价	土建	设备	安装	运行	合计 万元
				元	费用	万元	调试	万元	
					万元		万元		

1	土方开挖	m ³	480	20	0.96	-	-	-	0.96
2	土石方回填	m ³	320	30	0.96	-	-	-	0.96
3	混凝土	m ³	66	400	2.64	-	-	-	2.64
4	浆砌石	m ³	270	500	13.5	-	-	-	13.5
5	钢筋	t	3	6000	1.8	-	-	-	1.8
6	块砖	千块	50	500	2.5	-	-	-	2.5
7	污水管	m	2500	500	125	-	-	-	125
8	水管	m	1500	200	30	-	-	-	30
9	成套生活污水处理设备	套	1	600000	-	60	16	-	76
10	成套生活污水处理设备	套	3	400000	-	120	13.76	-	133.76
11	成套生活污水处理设备	套	1	1200000	-	120	9.9	-	129.9
12	电气设备	套	5	25000	-	12.5	1.01	-	13.51
15	设施运行与维护 WSZ-A5	月	64	55000	-	-	-	352	352
16	合 计	-	-	-	177.36	312.5	40.67	352	882.53

b) 生态环境保护投资

表 8.5.1-8 生态保护措施投资概算表

序号	项 目	单 位	工 程 量	单 价	投 资	备 注
				元	万 元	
1	生态保护宣传与教育	-	-	-	90	
1.1	生态保护宣传	年	7	100000	70	
1.2	生态保护管理机构	个	1	200000	20	
2	珍稀动、植物保护	-	-	-	98	
2.1	重点保护植物就地保护	株	8	10000	8	建兰
2.2	重点保护野生动物保护	项	1	300000	30	小灵猫、虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑鳽、画眉、红嘴相思鸟、白鹭、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀、小鹀、三道眉草鹀
	重点保护野生鱼类	项	1	600000	60	花鳗鲡、唐鱼等
3	生态景观恢复与建设	项	1	/	/	
4	合 计	-	-	-	188	

c) 大气和声环境保护投资

表 8.5.1-9 大气环境保护措施投资概算表

序号	名 称	单 位	数 量	总 价(万元)
1	道路洒水降尘			100
1.1	设备、设施的采购及安装			
1.1.1	洒水车	辆	2	

1.1.2	清水泵	台	2	
1.1.3	喷淋管路	套	2	
1.2	设备设施运行维护	项	1	
2	施工作业面降尘			160
2.1	设备、设施的采购及安装			
2.2.1	清水泵	台	2	
2.2.2	喷淋管路	套	2	
2.2.3	雾炮机	台	10	
2.1	设备设施运行维护	项	1	
3	场地洒水及冲洗	项	1	
4	其他环境空气保护	项	1	
合计				260

表 8.5.1-10 声环境保护措施投资概算表

序号	名称	单位	数量	单价(万元)	总价(万元)
1	设备、设施的采购及安装	项	1	90	90
2	砂石料加工系统机械隔声措施	项	1	100	100
合计					190

d) 固体废物处置投资

表 8.5.1-11 固体废物处置措施投资概算表

序号	名称	单位	数量	单价(万元)	总价(万元)
1	设备、设施的采购及安装	项	1	100	100
1.1	垃圾集中收集点及收集站				
1.2	其他环卫设备、设施				
2	运行维护费用	项	1	220	220
合计					320

e) 人群健康保护投资

表 8.5.1-12 固体废物处置措施投资概算表

序号	名称	单位	数量	单价(万元)	总价(万元)
1	卫生清理	次·月	21	30000	63

2	食品卫生管理与监督	项·年	7	40000	28
3	卫生防疫机构	个	1	150000	15
4	固定厕所	个	10	70000	70
5	流动厕所	个	10	15200	15.2
6	粪便处理	项	1		15
7	合计		-	-	206.2

f) 工程环境监测投资

表 8.5.1-13 工程环境监测投资概算表

监测项目	点位数	总次数	单价	合价
施工期生活污水监测	pH	6	378	50
	SS	6	378	120
	氨氮	6	378	120
	动植物油	6	378	200
	COD	6	378	120
	BOD ₅	6	378	200
	TP	6	378	150
	TN	6	378	150
	流量	6	378	200
	粪大肠菌群	6	378	150
小计				551880
施工期生产废水监测	pH	10	630	50
	SS	10	630	120
	流量	10	630	200
	石油类	10	630	200
	小计			
施工期地表水监测	水温	4	144	40
	pH	4	144	50
	SS	4	144	120
	DO	4	144	100
	氨氮	4	144	120
	高锰酸盐指数	4	144	120
	石油类	4	144	200
	COD	4	144	120
	BOD ₅	4	144	200
	TP	4	144	150
	TN	4	144	150
	粪大肠菌群	4	144	150

	阴离子表面活性剂	4	144	150	21600
	流量	4	144	200	28800
	小计				269280
生活营地生 活用水监测	pH	6	126	50	6300
	SS	6	126	120	15120
	耗氧量	6	126	120	15120
	石油类	6	126	200	25200
	氨氮	6	126	120	15120
	COD	6	126	120	15120
	BOD ₅	6	126	200	25200
	TP	6	126	150	18900
	TN	6	126	150	18900
	粪大肠菌群	6	126	150	18900
	全指标监测	6	6	2000	12000
	小计				185880
蓄水及运行 初期生活污 水监测	pH	2	16	50	800
	SS	2	16	120	1920
	氨氮	2	16	120	1920
	动植物油	2	16	200	3200
	COD	2	16	120	1920
	BOD ₅	2	16	200	3200
	TP	2	16	150	2400
	TN	2	16	150	2400
	流量	2	16	200	3200
	粪大肠菌群	2	16	150	2400
	小计				23360
运行初期地 表水监测	水温	8	64	40	2560
	pH	8	64	50	3200
	DO	8	64	100	6400
	高锰酸盐指数	8	64	120	7680
	COD	8	64	120	7680
	BOD ₅	8	64	200	12800
	氨氮	8	64	120	7680
	TP	8	64	150	9600
	TN	8	64	150	9600
	铜	8	64	200	12800
	锌	8	64	120	7680
	氟化物	8	64	150	9600
	硒	8	64	120	7680
	砷	8	64	120	7680
	汞	8	64	120	7680
	镉	8	64	120	7680
	铬(六价)	8	64	120	7680
	铅	8	64	120	7680
	氰化物	8	64	150	9600

	挥发酚	8	64	150	9600
	石油类	8	64	200	12800
	阴离子表面活性剂	8	64	150	9600
	硫化物	8	64	150	9600
	粪大肠菌群	8	64	150	9600
	叶绿素 a	2	16	200	3200
	透明度	2	16	50	800
	小计				208160
施工期大气监测	TSP	2	735	500	367500
	PM10	2	294	500	147000
	SO ₂	3	441	200	88200
	NO _x	3	441	500	220500
	小计				823200
施工期噪声监测	Leq	5	240	100	24000
运行初期噪声监测	Leq	4	8	100	800
声环境监测	小计				24800
运气初期电磁环境	工频电场	1	1	300	300
	工频磁场	1	1	300	300
	小计				600
监测费合计					2446260
陆生生态监测	施工期第 4 年、运行后第 1 年开展陆生生态调查			150000	300000
水生生态监测	施工期第 4 年、运行后第 1 年开展水生生态调查			150000	300000
人群健康监测	施工期施工区域每年监测一次			5000	30000
交通费			80	1000	80000
合计					3156260

8.5.1.2 环境保护工程分年度投资

本工程环境保护工程与主体工程同步实施，其分年度计划见表 8.5.1.2-1。

表 8.5.1.2-1 环境保护工程分年度投资表

项 目	筹建期	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	运行期	总计
水环境保护	1654.73	580	340	255	230	230	45	50	3384.73
生态环境保护	94	18	18	18	18	18	4	90	278
大气环境保护	155	20	20	20	20	20	5	0	260
声环境保护	0	145	10	10	10	10	5	0	190
固体废物处置	75	45	45	45	45	45	20	0	320
人群健康保护	0	128.2	50	8	8	8	4	0	206.2
环境监测	33.6	57.02	42.00	36.51	26.51	26.51	8.88	84.59	315.63
合 计	2012.33	993.224	525	392.51	357.51	357.51	91.88	224.592	4954.56

8.5.2 水土保持工程投资

本项目水土保持总投资 10933.89 万元，其中主体已列投资 7154.45 万元、方案新增投资 3779.44 万元。方案新增投资包括工程措施 1080.06 万元，植物措施 879.56 万元，临时措施 627.76 万元、监测措施 279.02 万元、独立费用 425.59 万元（其中建设管理费 85.99 万元、招标业务费 10.03 万元、经济技术咨询费 99.33 万元、工程监理费 46.82 万元、工程造价咨询费 2.29 万元、科研勘测设计费 101.13 万元、水土保持设施验收费 80 万元）、基本预备费 329.20 万元、水土保持补偿费 158.245 万元。

水土保持投资估算总表见表 8.5.2-1、主体已列水土保持工程投资估算表见表 8.5.2-2，新增水土保持措施投资估算见表 8.5.2-3、新增水土保持总投资见表 8.5.2-4，方案新增水土保持工程分年度投资详见表 8.5.2-5。

表 8.5.2-1 水土保持投资投资估算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	方案新增措施				方案新增费用	主体已列投资	合计
		建安工程费	植物措施费	独立费用	其他费用			
第一部分工程措施		1080.06				1080.06	1741.75	2821.81
1	剥离表土	344.65				344.65		344.65
2	表土回填	456.63				456.63		456.63
3	网格梁护坡						875.41	875.41
4	护脚墙	9.10				9.10		9.10
5	挡土墙						27.55	27.55
6	钢筋石笼护脚	6.99				6.99		6.99
7	排水管						72.72	72.72
8	排水沟	115.67				115.67	655.37	771.04
9	截水沟	147.03				147.03	108.07	255.10
10	拦渣坝						2.63	2.63
第二部分植物措施			879.56			879.56	5412.70	6292.26
1	喷播植草		165.47			165.47	3374.03	3539.50
2	全面整地		6.71			6.71		6.71
3	撒播草灌		26.31			26.31	1199.25	1225.56
4	栽植乔木		681.08			681.08	112.59	793.67

序号	工程或费用名称	方案新增措施				方案新增费用	主体已列投资	合计
		建安工程费	植物措施费	独立费用	其他费用			
5	铺草皮						173.03	173.03
6	园林绿化						553.80	553.80
第三部分监测措施		279.02				279.02		279.02
第四部分临时工程		627.76				627.76		627.76
一	临时防护工程	608.16				608.16		608.16
1	临时排水沟	69.55				69.55		69.55
2	临时截水沟	14.30				14.30		14.30
3	沉沙池	39.36				39.36		39.36
4	临时苫盖	453.62						
5	编织袋挡墙	23.72						
6	挡水埂	7.62						
二	其他临时工程	19.60				19.60		19.60
一至四部分之和		1986.84	879.56			2866.40	7154.45	10020.85
第五部分独立费用				425.59		425.59		425.59
1	建设单位管理费			85.99		85.99		85.99
2	招标业务费			10.03		10.03		10.03
3	经济技术咨询费			99.33		99.33		99.33
4	工程建设监理费			46.82		46.82		46.82
5	工程造价咨询服务费			2.29		2.29		2.29
6	科研勘测设计费			101.13		101.13		101.13
7	水土保持设施数量收费			80.00		80.00		80.00
一至五部分之和		1986.84	879.56	425.59	0.00	3291.99	7154.45	10446.44
第六部分基本预备费					329.20	329.20		329.20
第七部分水土保持补偿费					158.245	158.245		158.245
合计		1986.84	879.56	425.59	487.45	3779.44	7154.45	10933.89

表 8.5.2-2 主体已列水土保持工程投资估算表

序号	项目名称	单位	枢纽工程区	交通设施区	管理区	施工生产生活区	弃渣场区	单价(元)	合计投资(万元)
一	工程措施								1741.75
1	网格梁护坡	m ³	919		2075	2927	3160	964	875.41
2	排水管	m			1372			530	72.72
3	排水沟	m		9675	1433			590	655.37
4	截水沟	m			564		1179	620	108.07
5	拦渣坝	m ³					75	350	2.63
6	挡土墙	m ³				840		328	27.55
二	植物措施								5412.70
1	喷播植草	m ²	25204	293150	25935	36590		98	3374.03
2	撒播草灌	m ²		239850				50	1199.25
3	栽植乔木	株		7037				160	112.59
4	园林绿化	m ²			42600			130	553.80
5	铺草皮	hm ²					28839	60	173.03
主体工程设计中具有水土保持功能措施总投资(元)									7154.45

表8.5.2-3 方案新增水土保持措施投资估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	单价编号	采用定额
	第一部分 工程措施				10800638.22		
	枢纽工程区				4557167.53		
	护脚墙				90981.53		
1.	基础开挖	m ³	106.	31.3	3317.8		[G01037]
2.	基础回填	m ³	15.	78.31	1174.65		[G03140];[G01106]
3.	混凝土	m ³	194.	445.82	86489.08		[G04114]
	二)挡渣墙				52878.		
1.	钢筋石笼护脚	m ³ 抛投方	140.	377.7	52878.		[G03038]
	二)表土剥离和回覆				4413308.		
1.	表土剥离	m ²	1390300.	1.28	1779584.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	178800.	14.73	2633724.		[G01177]
	施工生产生活区				328123.		
	二)表土剥离和回覆				328123.		
1.	表土剥离	m ²	114800.	1.28	146944.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	12300.	14.73	181179.		[G01177]
	料场区				744681.63		
	截水沟				348960.86		

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	单价编号	采用定额
1.	截水沟挖方	m ³	818.	30.58	25014.44		[G01031]
2.	浆砌石	m ³	519.	507.94	263620.86		[G03069]
3.	砂浆抹面	m ²	2598.	23.22	60325.56		[G03110]
	排水沟				117667.77		
1.	排水沟挖方	m ³	355.	30.58	10855.9		[G01031]
2.	水泥毯	m ²	913.	116.99	106811.87		[G10010]
	二)表土剥离和回覆				278053.		
1.	表土剥离	m ²	101000.	1.28	129280.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	10100.	14.73	148773.		[G01177]
	弃渣场区				2992594.06		
	截水沟				1121295.16		
1.	挖方	m3	2727.	30.58	83391.66		[G01031]
2.	浆砌石	m3	1732.	507.94	879752.08		[G03069]
3.	砂浆抹面	m ²	6811.	23.22	158151.42		[G03110]
	排水沟				1039030.4		
1.	挖方	m3	3135.	30.58	95868.3		[G01031]
2.	水泥毯	m ²	8062.	116.99	943173.38		[G10010]
	二)表土剥离和回覆				815272.		
1.	表土剥离	m ²	296300.	1.28	379264.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	29600.	14.73	436008.		[G01177]
	二)挡渣墙				16996.5		
1.	钢筋石笼护脚	m ³ 抛投方	45.	377.7	16996.5		[G03038]
	交通设施区				1818069.		
	二)表土剥离和回覆				1818069.		
1.	表土剥离	m ²	659700.	1.28	844416.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	66100.	14.73	973653.		[G01177]
	管理区				360003.		
	二)表土剥离和回覆				360003.		
1.	表土剥离	m ²	130500.	1.28	167040.		[G01013]
2.	表土回填	m ³	13100.	14.73	192963.		[G01177]
	第二部分 植物措施				879.56		
	枢纽工程区				952894.24		
	一)种草(籽)				952894.24		
1.	喷播植草	m ²	9256.	99.54	921342.24		[G09011]
2.	全面整地	m ²	49300.	0.13	6409.		[G09154]
3.	撒播草灌	m ²	49300.	0.51	25143.		[G09027]
	交通设施区				167.		

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	单价编号	采用定额
	一)种草(籽)				167.		
1.	全面整地	m ²	500.	0.13	65.		[G09154]
2.	撒播草灌	m ²	200.	0.51	102.		[G09027]
	施工生产生活区				51823.29		
	一)种草(籽)				51823.29		
1.	全面整地	m ²	80900.	0.13	10517.		[G09154]
2.	撒播草灌	m ²	80900.	0.51	41259.		[G09027]
	料场区				1789262.82		
	一)种草(籽)				796991.18		
1.	喷播植草	m ²	7367.	99.54	733311.18		[G09011]
2.	全面整地	m ²	99500.	0.13	12935.		[G09154]
3.	撒播草灌	m ²	99500.	0.51	50745.		[G09027]
	四)植树				992271.64		
1.	栽植乔木	株	4756.	208.65	992339.4		[G09040]
	弃渣场区				6001322.14		
	一)种草(籽)				182976.		
1.	全面整地	m ²	285900.	0.13	37167.		[G09154]
2.	撒播草灌	m ²	285900.	0.51	145809.		[G09027]
	四)植树				5818346.14		
1.	栽植乔木	株	27886.	208.65	5818413.9		[G09040]
	第三部分 监测措施				2790250.		
	二 设备及安装				315250.		
	一)监测设备、仪表				177750.		
1.	监测设备、仪表	项	1.	177750.	177750.		
	二)遥感调查观测				137500.		
1.	遥感调查观测	万m ² ·次	1.	137500.	137500.		
	三 建设期观测人工费用				2475000.		
	一)建设期观测人工费用				2475000.		
1.	建设期观测人工费用	元	1.	2475000.	2475000.		
	第四部分 施工临时工程				6081621.44		
	枢纽工程区				1782980.57		
	二)苫盖防护				842400.		
1.	临时苫盖	m ²	120000.	7.02	842400.		[G10017]
	三)临时排水				507644.76		
1.	挖方	m ³	423.	28.86	12207.78		[G01029]

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	单价编号	采用定额
2.	水泥毯	m ²	4235.	116.99	495452.65		[G10010]
	三)临时截水				142999.		
1.	挖方	m ³	119.	28.86	3434.34		[G01029]
2.	水泥毯	m ²	1193.	116.99	139569.07		[G10010]
	四)临时沉砂池				91231.04		
1.	沉沙池挖方	m ³	540.	30.	16200.		[G01034]
2.	砌砖	m ³	103.	616.82	63532.46		[G03106]
3.	砂浆抹面	m ²	503.	22.86	11498.58		[G03110]
	一)临时拦挡工程				198705.77		
1.	编织袋挡墙	m ³ 堰体方	1481.	134.17	198705.77		[G10033]
	交通设施区				637807.1		
	二)苫盖防护				561600.		
1.	临时苫盖	m ²	80000.	7.02	561600.		[G10017]
	一)临时拦挡工程				76207.1		
1.	挡水埂	延米长	10555.	7.22	76207.1		[G10029]
	管理区				256639.35		
	二)苫盖防护				70200.		
1.	临时苫盖	m ²	10000.	7.02	70200.		[G10017]
	三)临时排水				114459.2		
1.	挖方	m ³	95.	28.86	2741.7		[G01029]
2.	水泥毯	m ²	955.	116.99	111725.45		[G10010]
	四)临时沉砂池				33473.36		
1.	沉沙池挖方	m ³	144.	30.	4320.		[G01034]
2.	砌砖	m ³	40.	616.82	24672.8		[G03106]
3.	砂浆抹面	m ²	196.	22.86	4480.56		[G03110]
	一)临时拦挡工程				38506.79		
1.	编织袋挡墙	m ³ 堰体方	287.	134.17	38506.79		[G10033]
	施工生产生活区				140302.8		
	三)临时排水				73356.08		
1.	挖方	m ³	61.	28.86	1760.46		[G01029]
2.	水泥毯	m ²	612.	116.99	71597.88		[G10010]
	四)临时沉砂池				66946.72		
1.	沉沙池挖方	m ³	288.	30.	8640.		[G01034]
2.	砌砖	m ³	80.	616.82	49345.6		[G03106]
3.	砂浆抹面	m ²	392.	22.86	8961.12		[G03110]
	料场区				771195.27		

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	单价编号	采用定额
	二)苫盖防护				751004.61		
1.	临时苫盖	m ²	106967.	7.02	750908.34		[G10017]
	四)临时沉砂池				20190.66		
1.	沉沙池挖方	m ³	162.	30.	4860.		[G01034]
2.	砌砖	m ³	21.	616.82	12953.22		[G03106]
3.	砂浆抹面	m ²	104.	22.86	2377.44		[G03110]
	弃渣场区				2492696.35		
	二)苫盖防护				2310984.		
1.	临时苫盖	m ²	329200.	7.02	2310984.		[G10017]
	四)临时沉砂池				181715.94		
1.	沉沙池挖方	m ³	1458.	30.	43740.		[G01034]
2.	砌砖	m ³	189.	616.82	116578.98		[G03106]
3.	砂浆抹面	m ²	936.	22.86	21396.96		[G03110]

表 8.5.2-4 方案新增水土保持总投资表

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
一	第一部分 工程措施	1080.06				1080.06
1	枢纽工程区	455.72				455.72
2	施工生产生活区	32.81				32.81
3	料场区	74.47				74.47
4	弃渣场区	299.26				299.26
5	交通设施区	181.81				181.81
6	管理区	36.				36.
二	第二部分 植物措施			879.56		879.55
1	枢纽工程区			95.29		95.29
2	交通设施区			0.02		0.02
3	施工生产生活区			5.18		5.18
4	料场区			178.93		178.93
5	弃渣场区			600.13		600.13
三	第三部分 监测措施	279.02				279.02
1	二 设备及安装	31.52				31.52
2	三 建设期观测人工费用	247.5				247.5
四	第四部分 施工临时工程	627.76				627.76
1	枢纽工程区	178.3				178.3
2	交通设施区	63.78				63.78
3	管理区	25.66				25.66
4	施工生产生活区	14.03				14.03

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
5	料场区	77.12				77.12
6	弃渣场区	249.27				249.27
7	其他临时工程费	19.6				19.6
五	第五部分 独立费用				425.59	425.59
1	建设单位管理费				85.99	85.99
2	招标业务费				10.03	10.03
3	经济技术咨询费				99.33	99.33
4	工程建设监理费				46.82	46.82
5	工程造价咨询服务费				2.29	2.29
6	科研勘测设计费				101.13	101.13
7	水土保持设施验收费				80.	80.
I	一至五部分合计	1986.84		879.56	425.59	3291.99
II	基本预备费					329.2
III	价差预备费					
IV	水土保持设施补偿费					158.25
	静态投资(I+II+III+IV)					3779.44
	总投资(I+II+III+IV)					3779.44

表 8.5.2-5 方案新增水土保持工程分年度投资

序号	工程或费用名称	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	合计
	第一部分工程措施	226.41	232.76	183.52	0.00	209.06	228.32	1080.06
1	剥离表土	68.93	137.86	137.86				344.65
2	表土回填		45.66	45.66		136.99	228.32	456.63
3	护脚墙		9.10					9.10
4	挡土墙		0.00					0.00
5	钢筋石笼护脚	1.75	5.24					6.99
6	排水沟	43.60				72.07		115.67
7	截水沟	112.13	34.90					147.03
	第二部分植物措施		165.47			321.34	392.75	879.56
1	喷播植草		165.47					165.47
2	全面整地					3.02	3.69	6.71
3	撒播草籽					11.84	14.47	26.31
4	栽植乔木					306.48	374.59	681.08
	第三部分监测措施	41.52	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	279.02
	第四部分临时工程	41.81	289.83	264.42	10.10	15.40	6.21	627.76
一	临时防护工程	39.54	285.85	262.58	10.10	10.10	0.00	608.16
1	临时排水沟	0.10	34.77	34.68				69.55

序号	工程或费用名称	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	合计
2	临时截水沟	0.34		13.96				14.30
3	沉沙池	28.21	11.14					39.36
4	临时苫盖	5.53	213.9489935	213.95	10.10	10.10		453.62
5	编织袋挡墙	2.31	21.41					23.72
6	挡水埂	3.05	4.57					7.62
二	其他临时工程	2.26	3.98	1.84	0.00	5.31	6.21	19.60
一至四部分之和		309.73	735.55	495.44	57.60	593.30	674.78	2866.40
第五部分独立费用		345.59					80.00	425.59
1	建设单位管理费	85.99						85.99
2	招标业务费	10.03						10.03
3	经济技术咨询费	99.33						99.33
4	工程建设监理费	46.82						46.82
5	工程造价咨询服务费	2.29						2.29
6	科研勘测设计费	101.13						101.13
7	水土保持设施验收费						80.00	80.00
一至五部分之和		655.32	735.55	495.44	57.60	593.30	754.78	3291.99
第六部分基本预备费		65.53	73.56	49.54	5.76	59.33	75.48	329.20
第七部分水土保持补偿费		158.245						158.245
新增水土保持工程总投资		879.10	809.11	544.98	63.36	652.63	830.26	3779.44

9 环境影响经济损益性分析

根据陆河抽水蓄能电站环境影响评价和工程环境保护措施经济论证结果，对本工程建设的环境影响进行经济损益分析。分析计算中，考虑了本工程建设与生态效益、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展的条件，按照等效、替代原则计算环境效益；以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需的费用计算环境损失。

9.1 环境效益分析

从保护工程建设区域生态环境、促进区域社会经济发展的角度，陆河抽水蓄能电站建设的环境效益由经济效益、社会效益和生态效益构成。其中，经济效益为主要表现为本工程的发电效益；社会效益为本工程建设对当地社会经济的贡献；生态效益包括本工程替代燃煤和替代工程所需的环境保护投资。

9.1.1 经济效益

抽水蓄能机组的良好备用作用和动态响应特性，有利于消纳区外来电，将为广东电网的稳定运行提供有力的安全保障。抽水蓄能电站运行灵活、启停快速，可为电网提供调频、调相和紧急事故备用容量、也是电网出色的频率调节和电压稳定电源。提高电网供电质量的同时，有利于电力系统的安全稳定运行。陆河抽水蓄能电站主要承担广东电网的调峰、填谷、调频、调相和紧急事故备用等任务。电站建成后可缓解广东省火电机组启停、压负荷调峰压力，还可以有效改善火电运行工况，优化系统电源结构，显著提高系统的整体经济性。电站建设周期长，投资大，可使陆河县当地的劳动力资源得到大量利用，增加地方就业机会的同时，还将增加建筑材料、工程机械和日常生活用品等物资的需求，对工程所在地经济有较大的拉动作用，电站经济效益显著。

9.1.2 社会效益

随着陆河抽水蓄能电站的建设，可部分解决广东电网调峰问题，有利于陆河县、汕尾市经济的良好发展，该部分效益难以货币化，暂不计列。

电站总工期 72 个月，期间大量施工人员的生活需求将主要由当地农产品及服务满足，消费需求的猛增，将极大促进地方农业、餐饮业和其它服务业的发展，有利于地方农业产业结构调整和第三产业的快速发展。

电站建成后优化电站永久建筑物的造型和景观、尽量与周边景观相融合，上、下

水库下放一定的生态流量，可以以电站工业旅游为龙头兼顾开发生态旅游、科学教育、会务、休闲度假等，吸引游客前来参观游览，将有助于带动周边其它景点的旅游。

9.1.3 生态效益

广东省一次能源资源匮乏，发展潜力有限，长期以来，能源自给率较低。煤炭资源储量少，全省煤炭保有储量约 6.3 亿 t，仅占全国的 0.6%，大多数为质量不高的无烟煤或褐煤，开采条件复杂，自 2006 年起已停止开采，省内所需煤炭已全部依靠其它产煤省份调运和从国外进口。陆上石油资源储量比较贫乏，石油资源主要分布在南海。陆上天然气资源匮乏，不具备天然气生产能力，省内天然气主要由珠江口盆地和南海深水油气田供应。水能资源可开发装机容量不足 10000MW，主要分布在韶关、梅州、河源、肇庆等粤东西北地区。油页岩资源较丰富，但由于油页岩热值低、灰分大、着火容易、燃烧快、流化困难等，目前规模应用技术难度较大、环保问题突出。

截至 2020 年底，广东省内电源总装机规模 141002MW，其中燃煤火电 66227MW，占比 46.97%；气电 26350MW，占比 18.69%；抽水蓄能 7280MW，占比 5.16%；核电 16136MW，占比 11.44%；常规水电 8475MW，占比 6.04%；风电 5638MW，占比 4%；光伏 7971MW，占比 5.65%；生物质及其它 2925MW，占比 2.07%；区外来电 42080MW。

本项目建成后每年仅消耗柴油 3t、汽油 40t、液化石油气 8t，柴油、汽油、业务石油气均可在当地采购，可供应量完全满足要求。经测算，电站在购入存储环节的能量利用率为 100%，在加工转换环节的综合利用率 77.15%，其中抽水工况能量利用率为 87.53%，发电工况能量利用率为 88.13%；在输送分配环节的能量利用率为 97.74%；在最终使用环节的能量利用率为 99.88%。整个项目的能量利用率为 75.32%。本项目能源加工转换效率为 77.15%，高于 2019 年全国能源综合加工转换效率 73.69%，达到国内先进水平。项目单位发电能耗为 0.4204tce/万 kWh。

从以上分析可知，工程不仅可以节省大量的煤炭资源而且可以减少污染物的排放，还有利于区域环境的改善，符合节能减排政策，具有较大的生态环境效益。

9.2 环境损失分析

采用“恢复费用法”，以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需费用进行计算。根据本工程建设及区域环境特点，为减免、恢复或者补偿不利影响所采取的环境

保护措施主要包括：施工废(污)水处理、生态保护措施、水土保持措施、大气污染控制措施、噪声防护措施、固体废物处理措施、环境监测、环境管理及环境监理等。为保证陆河抽水蓄能电站各项环境保护措施的实施，需要投入的环境保护(包括环境保护工程与水土保持工程)总投资为 17764.34 万元。

9.3 环境影响损益分析

从环境保护角度考虑，本工程的生态效益很明显，电站运行 20 年所节约的燃煤和脱硫费用已超过工程的环境保护和水土保持的总投资。本工程可货币化的环境效益大于环境损失补偿。类比其他抽水蓄能电站如黑麋峰抽水蓄能电站、仙居抽水蓄能电站进行统计分析，电站的建设对优化电网结构、稳定电网运行和促进地方收入，协调区域旅游发展，调整产业结构，促进地方社会经济的发展起了很重要的积极作用。

因此，陆河抽水蓄能电站建设有助于提高广东电网的供电质量，有效缓解广东电网的调峰压力，优化系统电源结构，改善火电运行工况，提高风能等清洁能源的利用率，提高系统的安全稳定运行水平；对改善当地生态环境，促进节能减排，提高百姓生活质量，增加劳动就业，发展地方经济等方面具有积极地意义；对电网更好地服务和对广东省节能减排和经济社会可持续发展均具有重要作用。从环境经济损益分析角度，本工程的新建是合理可行的。

因此，从环境经济损益分析角度，本工程的新建是合理可行的。

10 环境风险评价

10.1 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。

10.2 环境风险潜势初判

10.2.1 环境风险源识别

10.2.1.1 施工期

1) 火工材料和油料运输风险

本项目风险主要为炸药和雷管运输风险、油料运输风险。根据施工总体布置，本电站施工征地范围内不设置炸药库、油库和加油站，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。根据对汕尾市及周边地区物资供应情况的调查，本工程附近的汕尾市有大型水泥生产企业华润水泥(汕尾)有限公司，质量满足水电工程的要求。工程所需的粉煤灰可由广东红海湾发电有限公司提供。钢筋、钢材、油料可从附近的市场采购，其中部分特种钢材从国内大型企业采购；本工程所需木材量较小，可由省内就近采购。火工材料可由经主管部门批准的生产厂家定点或当地民爆公司定点供应。

工程所需的普通外来器材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。

火工材料由附近具有危险品运营资质的民爆企业按当天需求负责运送。民爆企业应严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等相关要求进行操作，运输风险由民爆公司承担。炸药类型为乳化炸药(70%为硝酸铵)，最大运输量为20t。柴油、汽油等油料，由当地石油公司供应，采用公路运输直接运抵施工区，最大运输量为30t，运输风险

由石油公司承担。火工材料和油料运输可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

2) 其它环境风险源

工程施工期其它环境风险源主要为施工附属企业事故情况下废水排放，主要包括砂石料加工系统、混凝土系统废水事故排放和生活污水处理系统事故排放等。

10.2.1.2 运行期

工程运行期风险源主要是地下厂房内透平油和主变洞内主变绝缘油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染及下游河段花鳗鲡保护区水质污染，甚至还可能在厂房内发生火灾。

10.2.1 环境风险源识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)附录 C，危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1 、 q_2 、 q_n ——每种危险物质实际存在量，t；

Q_1 、 Q_2 、 Q_n ——各危险物质相对应的生产场所或贮存区临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：① $1 \leq Q < 10$ ；② $10 \leq Q < 100$ ；③ $Q \geq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q 计算如表 10.2.2。由于 $Q < 1$ ，该项目环境风险潜势为 I。

表 10.2.2 陆河抽水蓄能电站危险物质数量与临界量比值 (Q) 计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存储量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质(矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等)	/	30	2500	0.012
2	乳化炸药 (70%为硝酸铵)	6484-52-2	20	50	0.4
项目 Q 值 Σ					0.412

10.3 影响途径

本项目风险潜势为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)

评价工作等级划分要求，确定本项目环境风险进行简要分析。危险物质在事故情形下的环境影响途径主要为大气和地表水。

10.4 环境风险分析

10.4.1 大坝开挖爆破风险评价

a) 风险识别

大坝坝基开挖时需要爆破作业。上水库、下水库所在水库淹没区没有居民，且工程施工范围周边居民人数较少，距离较远，工程施工开挖爆破产生的风险影响较小。

b) 源项分析

上库大坝土石方开挖从两岸坝肩自上而下分层施工，土方利用推土机或反铲剥离集料，石方开挖采用潜孔钻配手风钻钻孔，梯段爆破，趾板石方开挖采用手风钻钻孔爆破，预留保护层进行光面爆破，挖掘机配 15~20t 自卸车出渣。

c) 后果估算

本工程不设炸药库。上库坝址 200m 范围内没有敏感点，下库坝址 200m 内有少量激石溪村居民敏感点，因此本工程大坝开挖爆破产生的震动、飞石等对居民的生命安全和居住设施影响较小。

d) 风险评价

水库大坝爆破主要集中在坝肩、坝基的基础开挖，爆破时段有限，且采用松动爆破，潜孔钻和手持式风钻钻孔爆破，由于工程区附近居民距离较远且数量较少，施工爆破对周边居民的生命伤害和居住设施安全影响概率很小。

e) 风险防范措施

虽然下水库大坝爆破安全性较高，产生的危险较小，但仍需做好以下防范措施：

- ① 控制炸药用量，小范围局部爆破；
- ② 限定爆破时段，禁止夜间爆破；
- ③ 爆破时安排专人进行巡逻，防止附近居民误入爆破现场；
- ④ 爆破时坝址下游侧做好施工围护或挡墙，防止爆破产生的飞石飞向周边居民。

10.4.2 油料运输、加油过程风险评价

a) 风险识别

油料运输风险类型主要为油料在运输和加油过程中的泄漏、火灾和爆炸，危害因素主要为静电、电气火花、储罐腐蚀穿孔、储罐冒罐等。

b) 源项分析

油料发生事故可能出现的环境危害的风险类型是泄漏、火灾和爆炸。油品在加油过程中，若流速过大易产生静电，在雷电等条件下可能引发火灾燃烧，或由于操作人员的工作失误导致原油外溢，遇到火源易引发火灾燃烧事故。一旦泄漏或爆炸，对周边居民点和激石溪流域等水体水质具有潜在危险。

c) 后果估算

本工程不设油库和加油站，由当地石油公司供应，采用公路运输直接运抵施工区，主要存在施工区临时加油的风险，油料运输、加油过程和事故风险的油料泄漏对周边水体的有一定影响。

d) 风险评价

根据以往水利水电工程施工情况，油料运输、加油过程中发生事故的可能性较小。

e) 风险防范措施

石油公司对油料运输建立有严格的安全管理制度，发生事故的可能性很小。为防止油料运输和加油过程中操作人员的工作失误导致原油外溢事故的发生，在事故情况下避免泄漏油料、消防水污染水体，可采取事故防范措施：

1) 在加油区域周围修建截油沟，并修建事故应急池，收集事故情况下泄漏的油料及暴雨情况下冲刷地表造成的跑冒漏滴油污水，以及消防冲洗水的收集，收集后的废水交专业机构处置。事故应急池不得对外设置排放口。

2) 制定严格健全的加油区域安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料运输、使用的整个过程。

3) 做好加油区域的火源管理工作，严禁烟火，并定期检查可能导致火灾的火源情况，如电线等；在油品加油时应做好巡查工作，防止抽烟等情况的发生。

4) 加油区域的作业人员须穿戴抗静电工作服和具有导电性能的工作鞋。

5) 加油区域应配备一定的溢油控制应急设备和器材，如堵漏器材(管箍、管卡等)，防爆的抽油泵和贮油容器，挖沟用阻隔工具，应急修补的专用工具和器材等，溢油检漏专用仪器和设备等。

10.4.3 火工材料运输事故风险评价

a) 风险识别

本工程火工材料主要为炸药和雷管，其风险类型为可能存在运输过程中由于交通

事故造成炸药、雷管等爆炸，消防水进入周边河道而污染水体。

b) 源项分析

本工程施工期间火工材料运输主要环境危害为炸药或雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，消防水进入周边河道污染水质，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

c) 后果估算

电站位于山区，火工材料运输事故如若引发火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，甚至可能影响周边野生动物；如炸药和雷管在运输过程中由于交通事故造成爆炸，消防水进入水体，会对工程所在激石溪等水体水质造成一定影响。

d) 风险评价

本工程施工期间的物资运输相对一般公路而言运输量较小，因此发生事故的概率很小。火工材料运输是施工安全管理重点，管理严格，事故防范措施严密，根据其它水电工程施工情况，因交通事故发生爆炸或倾倒入水体的事故的概率很小。

e) 风险防范措施

加强对火工材料运输的管理，运输过程中须做好密封和安全运输；设置明显的车体警示标识；途经村庄、陡坡和转弯路段减速缓行，鸣笛示意，并在此路段设置警示牌；合理安排火工材料运输时段，在非施工交通高峰时进场；火工材料运输过程中将车速控制在 15km/h 以下，同时，加强司机和运输过程的日常管理，严禁疲劳驾驶，避免人为操作因素造成泄漏风险。

10.4.4 森林火灾风险评价

a) 风险识别

工程周围森林植被较好，在非雨季的季节很容易发生火灾，因此火灾的主要危害因素是雷电、静电、电气火花、自然、人为因素等。

b) 源项分析

引起森林火灾的主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生活等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

c) 后果估算

工程库周森林植被较好，现有植被多为次生植被和人工植被，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失，并对景观造成较大影响。

d) 风险评价

工程施工期间，不允许施工人员进入施工区占地范围外的林区，工程施工征地范围内不设置炸药库、油库和加油站，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率也较小。

e) 风险防范措施

在工程施工过程中，必须采取相应的防范措施，从源头上杜绝火灾发生的可能。

- 1) 严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；
- 2) 严禁施工人员私自野外用火；
- 3) 严格控制易燃易爆器材的使用；
- 4) 制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施。

10.4.5 施工期污废水事故排放风险评价

a) 风险识别

施工期主要污废水为砂石料加工系统废水、混凝土系统冲洗废水、基坑废水、洞室废水和施工生活污水等。工程建设期间各类污废水均进行处理并全部回用，在各处理系统正常运行情况下对激石溪支流及下游水体水质不会造成影响，但施工过程中可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况造成污废水处理不及时，而发生事故排放，在汛期暴雨冲刷施工开挖面和施工场地时，会造成水土流失，从而对水体水质造成影响。

b) 源项分析

工程建设期间各类污废水均进行处理并全部回用，在各处理系统正常运行情况下对激石溪支流及下游水质不会造成影响，但在系统事故排放情况下可能对水体水质造成影响。

在暴雨径流期间，施工开挖面和各临时占地的汇流将携带大量的悬浮物，使河道内的悬浮物浓度大幅度提高，进而影响到下游水质。工程建设期间最大的废水来源为混凝土冲洗废水，施工期混凝土系统冲洗废水事故排放的可能原因主要有：

① 设备及电力原因导致的可能性

根据工程环保规划，混凝土冲洗废水处理系统主要为混凝沉淀，潜水泵均采用一用一备，事故时为泵全部故障或者停电。系统设有清水回用池，事故排放情况下，可作为临时短期的事故废水贮存池，由于混凝土冲洗废水中主要污染物为 SS，其在清水池中停留一定时间后，出水 SS 浓度将有所降低。事故废水贮存池不得对外设置排

放口。

电站施工期的混凝土系统为施工区主要的用电设施之一，属较重要的供电对象，根据施工供电规划，在电力供应和维护上具有较高的保证。

② 进水水质原因导致的可能性

工程环保设计中混凝沉淀法对混凝土系统冲洗废水进行处理，该处理工艺效果好，混凝土冲洗所需的单位用水量也较为稳定，因此生产废水中 SS 浓度变化不大，即进水水质负荷变化不大。

因此，从进水水质角度分析，在设备正常运行的情况下，其导致的事故排放可能性不大。

③ 运行管理原因导致的可能性

电站建设单位将成立专门的施工期环保管理部门，并设置专/兼职和专业人员，开展施工期环境监理，负责和落实环保管理工作，检查环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题。

混凝土冲洗废水处理系统采用混凝沉淀法有一定的运行维护要求，因此存在由于运行管理不善而导致污废水事故排放的可能性。

c) 后果估算

本工程所在河段执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类标准，下游汇口处即为花鳗鲡省级自然保护区，一旦发生污废水事故泄漏排放对周边水体水质造成一定影响。

d) 风险评价

工程区针对各类污废水都设置了废水处理措施，从而有效地控制污废水排放，有利于减缓对周边水体的水质影响。

e) 风险防范措施

① 为防范施工污废水事故排放，应加强施工管理，上、下库混凝土系统冲洗废水经处理后分别纳入上、下库回用水池(即清水池)，并尽可能回用。一旦发生暴雨或污废水事故排放，应立即停止碎石加工等各施工生产，从源头上控制污废水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工。污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题，立即查清事故排放源，并启动应急预案。

② 混凝土系统冲洗废水含沙量高、水量大，处理后污泥产生量较大，因此，应

对各废水处理设施产生的污泥做到及时清运处理，以保证良好的处理效果。

③ 每套污废水处理设施设专人负责。根据各废水处理系统处理工艺、规模以及运行管理要求，分别配置操作人员。负责人主要担任该区块废水处理系统的巡视、人员调度、管理及运行状况记录等工作，操作人员主要担任机械设备的操作、清运污泥及运载药剂等工作，使发生事故风险的概率降到最低。同时，加强环保设施的日常维护和保养，降低发生运行故障的风险。

10.4.6 地下厂房溢油风险评价

a) 风险识别

工程运行期风险源主要是地下厂房内透平油和主变洞内主变压器油泄漏，一旦发生泄漏事故，可能会引起电站下水库的水质污染，甚至影响下游花鳗鲡省级自然保护区水质污染，还可能在厂房内发生火灾。

b) 源项分析

电站地下厂房布置有透平油中间油罐室，按照不存油进行设计，仅为检修时备用。

c) 后果估算

本工程电站厂房位于地下，建筑物内的油系统包括透平油(润滑油)系统和绝缘油系统两部分。透平油系统(透平油库和油处理室)设于厂内水轮机层。绝缘油系统中的绝缘油库及油处理室设于厂外，在主变场附近考虑一定的滤油和添油空间。透平油，机组运行期几乎没有甩油、漏油，运行十年后，每月甩油、漏油量约为 10L，流到漏油箱循环使用。周边基岩透水性弱，因此，正常运行时各轴承不会漏油。绝缘油，检修时通过油管将变压器油抽到专用油罐内，检修完毕将油放回变压器。根据以往水电站运行管理情况，透平油(润滑油)系统和绝缘油系统发生重大漏油事件和火灾的可能性很小。

由于事故油池废油及其挥发的蒸汽本身属于低毒类物质，正常情况下对附近工作人员生命安全不会产生毒害作用，废油外溢的情况下会产生畸形毒害作用，在事故处理结束后一定时间内就会消除。废油在外溢发生火灾燃烧事故后，对事故油池周围环境空气会造成一定的影响，事故发生后到结束前这一时段内污染程度最大，但在火灾燃烧事故结束后短时间内这种环境风险影响可基本消除。

d) 风险评价

透平油系统中间油罐室内采用下沉式设计，可防治火灾时漏油溢出，避免事故影

响扩大。地面采取防渗措施，透平油一旦外溢，不会渗入地下水系统。电站透平油系统溢油不会造成显著影响。

水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的经验，主变发生事故排油的情况极少出现，在配备建设有事故油池时发生废油渗漏事故概率非常小，因此在做好严格的监控、防范措施的前提下，机组主变油品泄露造成环境污染的风险极小。

e) 风险防范措施

1) 针对本工程主要风险源透平油室存在的风险，透平油库门口有醒目的管理规定，预防事故发生。

2) 透平油系统中间油罐室内采用下沉式设计，避免漏油溢出。地面采取防渗措施，避免溢油渗入地下水系统。发生的事故漏油纳入事故油池，事故油池位于地下主变洞中央，地下厂房事故油池有效容积为 100m^3 。事故油池含油废水经油水分离后回收利用，对少量不能回收利用的含油废水和废渣交由有危废处置资质的单位进行妥善处置。事故油池不得对外设置排放口。

3) 对于透平油系统产生的废油等，应在厂区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。

4) 环境风险应急预案

考虑到电站厂房事故漏油可能造成的后果，建立快速科学有效的漏油应急反应体系是非常必要的。漏油事故的应急防治主要落实于应急计划的实施，事故发生后，能否迅速有效的做出漏油应急反应，对于控制污染、减少污染对环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性作用。电站厂房事故漏油的应急反应体系包括以下几方面的内容：

(1) 建立健全的应急组织指挥系统，制定应急预案

制定运行期电站环境风险应急预案，成立应急小组，应急组织指挥系统职责明确。

(2) 指定专门的应急防护人员，加强应急处理训练

为了保证应急预案的落实，对有关应急人员进行培训和演习，检验反应速度，提高反应质量。根据应急预案，针对可能发生的环境事故定期进行演练，提高应急反应

和处置能力，并根据演练的实际情况进行评审和修订，以保证应急预案的有效性。在演练中加强应急设备的检修和维护，以确保应急设备处于良好的备用状态。

(3) 加强设施的日常维护和管理，定期巡视，防止事故发生

运行期，加强透平油系统、主变压器、事故油池的日常维护和管理，由专责人员负责定期巡视，第一时间发现漏油，以便及时进行废油的收集和处理，防止废油流入水体，把环境风险事故发生的概率降到最低。

(4) 人员教育和信息

一方面加强对电站工作人员的规章制度学习，严格按照安全技术规程操作，避免因人为操作不当造成漏油事故。另一方面进行一定应急知识的培训，根据计划定期进行应急演练。

10.4.7 溃坝环境风险评价

a) 风险识别

工程如果发生上、下水库的溃坝事故，对于下游村庄居民点将产生较大的影响。

b) 源项分析

电站大坝为混凝土面板堆石坝，其整个坝体具有良好的稳定性。根据国内和国际上对大坝安全的研究成果，大坝失事的危险因素主要来源于大坝防洪标准偏低、坝基及坝体渗漏、渗透稳定、坝体不均匀沉降，防渗面板开裂、止水破坏、结构与强度、抗震、混凝土性状、冲刷，近坝岸坡稳定、水工金属结构、监测设施、水库淤积、上水库超抽等方面的问题。

c) 后果估算

1) 对自然生态系统的影响

水库溃坝洪水具有峰高量大、历时较短、破坏性极大的特点。其对自然生态系统的影响，最主要的是水土流失问题。溃坝洪水所经地段，土壤表层被冲蚀，带走大量氮、磷、钾等养分，使得土壤肥力指标降低，影响自然植被生长。

2) 对人工生态系统的影响

溃坝洪水对人工生态系统的影响，主要是对下游村庄农田的破坏和对花鳗鲡省级自然保护区的影响。工程上、下水库下游周边分布有少量农田和大量林地，水库溃坝将导致农田表土冲刷、水冲沙压，毁坏农田生态系统和森林生态系统；下库坝址下游 600m 处为花鳗鲡省级自然保护区，水库溃坝导致大流量水体泄放至激石溪河段，

对花鳗鲡生境造成影响。

d) 风险评价

采用预先危险性分析结果表明：上、下水库近坝库岸坍塌、淹溺、大坝失事的危险等级为II级。在采取各项安全措施和预防手段的基础上，本工程的风险是可以控制的。

e) 风险防范措施

虽然工程大坝发生溃坝的可能性极小，但仍需积极采取防范措施，确保大坝和人民生命、财产的安全，防患于未然。具体对策措施如下：

1) 优化设计和保证施工质量

严格按照设计规范，优化大坝设计和施工方案。加强施工监理，确保施工质量，杜绝豆腐渣工程。

2) 制定详细的大坝安全管理制度

严格按照《水库大坝安全管理条例》，制定详细的安全管理制度，如禁止在大坝管理和保护范围内进行爆破、打井、采石、采矿、挖沙、取土、修坟等危害大坝安全的活动，非大坝管理人员不得操作大坝的泄洪闸门、输水闸门以及其他设施，大坝管理人员操作时应当遵守有关的规章制度。禁止任何单位和个人干扰大坝的正常管理工作等。

3) 制定大坝安全监测和预警系统

建立完善的大坝安全监测系统和报警系统，其中监测系统中包括：水文站、气象站、坝址水位记录站、大坝变位监测站、坝址地震监测站、大坝坝基扬压力监测站及坝基渗流量监测站等。

水库大坝溃坝前会出现相应征兆，如发生裂缝、水体渗漏等，大坝安全监测和报警系统随之即发出预警，预警发出后，应及时下泄水库水量(如上库出现溃坝迹象，上库水及时下泄至下库；如下库出现溃坝迹象，下库水及时抽入上库或下泄至下游河道)，一方面减轻大坝荷载，减轻或消除溃坝隐患；另一方面，水量下泄后，即便发生溃坝风险，也可将损失减轻。

警报系统则要做到一旦出现大坝失事征兆，迅速通知坝址下游居民和其它机构，需要有完善的通讯、联络、警报设施及责任人员配备。溃坝预警发出后，应组织相关专家、人员对大坝稳定安全隐患因素进行排查，并及时处理或对风险因素进行整治。

4) 制定完善的应急计划

应分内部和外部分别制定应急计划，内部应急计划侧重于大坝本身安全的措施和手段，外部应急计划侧重于大坝下游安全的保护设施和救治手段。

10.5 施工期环境风险应急预案

整个工程施工期间涉及开挖爆破、加油区域、油料和火工材料运输、森林火灾、污废水事故排放等引起的事故风险，因此须制定一个统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急处理。制定本工程施工期风险事故应急预案，主要如下：

a) 应急计划区

施工期风险应急计划区包括整个施工区，主要包括施工爆破区、加油区域、交通运输道路、施工区周边林区、污废水处理区，另外芙蓉村等周边村庄作为环境保护目标，也划入计划区。

b) 应急组织机构、人员

① 应急组织体系、机构

建立陆河抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组，由电站施工期管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，包括爆破安全应急组、加油站安全应急组、交通运输安全组、污废水事故排放应急组、森林火灾应急组，每组都设有通讯、监测、警戒、安全保护处置、设备保障等人员和设施，当发生某种风险事故时，各处置小组可互相协助。

② 工作职责

陆河抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组受上级部门的监督，积极处理事故过程和善后工作。

爆破安全应急组：负责施工过程中开挖爆破风险事故的应急处置。

加油区域安全应急组：负责施工期加油区域风险事故的应急处置。

交通安全应急组：负责交通运输风险事故的应急处置。

污废水事故排放应急组：负责施工期污废水事故排放的应急处置。

森林火灾应急组：负责森林火灾风险事故的应急处置。

当发生某组承担的风险事故时，其他组也应该协助，由陆河抽水蓄能电站施工期安全风险应急领导小组统一通知、安排。

c) 预案分级相应条件

本预案不分级，即只要施工期发生其中某种风险事故就全面启动此预案。

d) 应急救援保障

各应急小组都配备救援设备保障人员，专门负责应急状态时的车辆、监测设备、救生设备的保障。

e) 报警、通讯联络方式

在应急状态下报警通讯方式为固定电话和手机，通知方式为电话通知和组内通讯人员亲自传告，确保第一时间通知有关人员。应急状态下实行交通管制，保证应急救援车辆畅通无阻。

f) 应急环境监测、抢险、救援及控制措施

由各组监测人员对事故现场进行侦查监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为领导小组提供决策依据。

g) 应急检测、防护措施

由监测人员实施应急检测；由安全保护处置人员根据事故现场承担或协助实施防护措施；由设备保障人员紧急提供现场设备。

h) 人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划

危及民众生命安全的事故发生时，立即组织附近居民紧急撤离。撤离时由施工期安全保护处置组协同村民委员会组织村民紧急撤离，设备保障人员准备紧急撤离车辆。医疗救护人员对事故现场受伤人员实施抢救撤离。

i) 事故应急救援关闭与恢复

1) 应急终止的条件

- A 事故现场得到控制，各类环境风险事件成立的条件已经消除；
- B 事故所造成的危害已经基本消除，相关人员已安全撤离；
- C 已采取必要的防护措施，使发生事故的成立条件消失或事故得到有效控制；
- D 事故现场各种专业应急处置行动已无继续的必要。

2) 应急终止的程序

- A 现场应急处置指挥部组织专家咨询论证调查，确认突发事件已具备应急终止条件后，向上级突发环境事件应急处置指挥部报告；
- B 接到市突发环境事件应急处理指挥部应急终止通知后，现场应急处置指挥部

负责应急人员及设备有序撤离；

C 组织专家进行应急行动后的评估，编制应急评估报告，存档备案，并上报有关部门。

j) 应急培训计划

陆河抽水蓄能电站定期组织内部施工期安全应急处置小组进行相关知识的培训。与当地政府联合，进行不定期的演练。

k) 公众教育和信息

对施工人员、周边居民进行公众教育，一方面教育他们遵照相关环境和安全法律法规，一方面进行一定应急知识的培训。在施工区、周边村内发布关于施工期安全管理、施工区下游用水安全等注意事项的信息。

11 结论与建议

11.1 结论

11.1.1 工程概况

1) 陆河抽水蓄能电站位于广东省陆河县新田镇，距陆河县城直线距离约 20km。工程位于螺河三级支流激石溪(又称碣石溪)流域。陆河站址上水库位于陆河县新田镇坪天栋西面的下坪田水库，下水库位于新田镇吉溪林场山间谷地坐背。

2) 广东陆河抽水蓄能电站是国家 2021 年 8 月发布的《抽水蓄能中长期发展规划(2021-2035 年)》"十四五"重点实施项目。陆河抽水蓄能电站供电范围为广东电网，主要服务于粤港澳大湾区、广东电网东部区域及粤东海上风电基地等，工程开发任务为承担广东电力系统调峰、填谷、储能、调频、调相、紧急事故备用等。实施该工程可保障广东省经济发展和电力需求快速增长，有利于粤港澳大湾区能源安全保障和能源存储体系建设，有利于节能减排、发展低碳经济，并对带动地方经济社会发展具有重要作用。

3) 陆河抽水蓄能电站初拟以 2 回 500kV 线路接入盘龙变电站，输电线路长度约为 65km。电站装机容量 1400MW，安装 4 台 350MW 立轴混流可逆式抽水蓄能机组。上水库正常蓄水位 851.00m、死水位 828.00m，下水库正常蓄水位 232.00m、死水位 193.00m。

4) 本工程主要建筑物包括上水库、输水系统、厂房系统和下水库等。上水库挡水建筑物为 1 座主坝，5 座副坝，正常蓄水位 851.00m，大坝采用混凝土面板堆石坝，坝顶高程 858.00m。下水库主要建筑物由碾压混凝土重力坝等组成。正常蓄水位 232.00m，坝顶高程 237.00m，最大坝高 98.00m，坝顶长 456.00m，坝顶宽度 11m。上、下水库进/出水口间水平直线距离约 2755m，距高比为 4.46。引水、尾水系统均按一洞四机布置，设置引水、尾水调压室，水流进/出厂房方式采用正进正出；引水立面采用两级斜井布置，尾水采用一坡到底的布置。区建筑物主要包括地下厂房系统、GIS 开关站及出线平台。地下厂房系统包括主副厂房洞、主变洞、母线洞、主变运输洞、电缆交通洞、进厂交通洞、通风兼安全洞、高压电缆平洞及竖井、排水廊道、自流排水洞等建筑物。地下厂房采用中部式布置方案，安装 4 台单机容量为 350MW 的可逆式水泵水轮发电机组。

5) 本工程为一等大(1)型工程，上、下水库挡水建筑物及泄水建筑物、输水发

系统等永久性主要水工建筑物按 1 级建筑物设计；通风兼安全洞、排水廊道等次要建筑物按 3 级建筑物设计，其它临时建筑物为 4 级。永久性主要建筑物的设计使用年限为 100 年，永久性次要建筑物的设计使用年限为 50 年。

6) 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，均外购满足需求。根据枢纽布置特点及施工需要，上、下水库两个施工区场内规划主干道路 20 条，共计 36.3km。上水库共布置 10 条主干施工道路，合计公路里程 10.7km，其中临时桥梁长 0.60km/1 座。下水库共布置 8 条主干施工道路，合计公路里程 8.80km，其中临时桥梁长 1.20km/2 座，永久桥梁长 0.60km/1 座；上下库连接段共布置 2 条主干施工道路，合计公路里程 11.8km 其中隧洞长 1.30km/2 座；其它场地施工道路 5.00km。设 6 处利用料中转场（上水库转运堆存场、上水库表土堆存场、上库成品骨料堆存场、下水库毛料堆存场、下水库表土堆存场、下库成品骨料堆存场、2 处弃渣场（上库、下库）。

7) 工程筹建期初步安排 1 年半(不计入工程施工总工期)，工程施工总工期 64 个月(5 年 4 个月)，其中净准备工期 6 个月(净准备期指工程开工至厂房顶拱开挖这一时段)，主体工程施工期 48 个月(4 年)，第 1 台机组发电工期 54 个月(4 年半)，工程完建工期 10 个月。

8) 陆河抽水蓄能电站建设征地征占用土地总面积为 4791.33 亩。其中水库淹没区为 1378.90 亩，枢纽工程建设区为 3412.43 亩，水库淹没区与枢纽工程建设区完全重叠，工程不涉及搬迁安置人口。本项目建设征地共涉及永久基本农田 125.18 亩，均为永久征地；涉及省级公益林 2813.92 亩，其中永久占用 2195.73 亩，临时占用 618.19 亩，无 I、II 级保护林地；征地范围内不涉及生态保护红线、各类自然保护地、水产种质资源保护区和饮用水水源保护区等环境敏感区。

11.1.2 环境现状

1) 陆河抽水蓄能电站位于广东省陆河县新田镇，工程位于螺河三级支流激石溪(又称碣石溪)流域。螺河发源于汕尾市陆河县与河源市紫金县交界的三神凸山，从北部山区向南经中部丘陵、河口平原注入南海，流域面积 1356km²，为陆河县境内最大的河流。工程上水库位于激石溪流域北部，为流域内最高山间盆地，坝址以上流域集雨面积 1.3km²，干流长 1.46km，河道平均坡降 19‰。下水库位于上水库南面约 3km 处的石碣元、大冬排一带，坝址以上流域集雨面积 16.6km²，干流长 8.4km，河道平

均坡降 101‰。下库库盆主要为一北西向冲沟和一北东向冲沟交汇形成，平坦开阔。

2) 水环境现状

本工程区域内无工业企业等污染源分布，各项水质指标均能满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准要求。根据地下水监测数据，1月水质监测数据除氟化物、锰指标存在超标外，其余各监测指标均能满足《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准，地下水水质良好。

3) 生态环境现状

评价区内生态系统以森林生态系统为主，占评价区总面积的 71.03%，其次是灌丛生态系统和农田生态系统，分别占评价区面积的 15.63% 和 9.51%，湿地生态系统比例最小，仅占评价区总面积的 0.93%。评价区维管束植物共有 573 种（含亚种、变种及变型），隶属于 136 科 374 属，其中蕨类植物 17 科 22 属 31 种；裸子植物 4 科 6 属 8 种，被子植物 116 科 347 属 534 种。野生的有 136 科 351 属 534 种，其中蕨类植物 17 科 22 属 31 种；裸子植物 4 科 6 属 8 种；被子植物 115 科 324 属 495 种，评价区维管束植物占广东省维管束植物总种数的 9.74%。评价区内分布有国家二级保护野生植物 1 种，为建兰 (*Cymbidium ensifolium*)，分布在下库输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内，约 8 株，均长势良好；在评价区范围内未发现古树名木分布。

评价区内野生两栖动物种类有 1 目 5 科 9 种，评价区有国家二级保护两栖类 1 种，为虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*)，评价区内野生两栖类中，优势种为沼蛙、泽陆蛙等，它们适应能力强，分布较广泛。评价区内野生爬行类共有 1 目 6 科 12 种，以游蛇科的种类最多，共 5 种，占评价区野生爬行类种类总数的 41.67%。评价区内未发现国家级保护爬行类和广东省级重点保护野生爬行类分布。在评价区内，中国壁虎、中国石龙子、黑眉晨蛇等较为常见。评价区内共分布有野生鸟类 56 种，隶属于 9 目 31 科，以雀形目鸟类最多，共 40 种，占评价区内野生鸟类种类总数的 71.43%。评价区内未发现国家一级保护鸟类分布；有国家二级保护鸟类 5 种，即褐翅鸦鹃 (*Centropus sinensis*)、小鸦鹃 (*Centropus bengalensis*)、黑鸢 (*Milvus migrans*)、画眉 (*Garrulax canorus*) 和红嘴相思鸟 (*Leiothrix lutea*)；有广东省级重点保护野生鸟类 7 种，即白鹭 (*Egretta garzetta*)、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀 (*Emberiza spodocephala*)、小鹀、三道眉草鹀 (*Emberiza cioides*)。评价区内常见鸟类有珠颈斑鸠、白鹭、棕背伯劳、红嘴蓝鹊 (*Urocissa erythrorhyncha*)、喜鹊、纯色山鵙莺、

红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、白头鹎、白喉红臀鹎（*Pycnonotus aurigaster*）、领雀嘴鹎（*Spizixos semitorques*）、八哥、乌鸫（*Turdus merula*）、鹊鸲、红尾水鸲（*Rhyacornis fuliginosa*）、家燕、麻雀、斑文鸟、白鹡鸰等。评价区内野生兽类共有 5 目 9 科 20 种，以啮齿目种类最多，共 6 种，占评价区野生兽类种类总数的 75.00%。评价区有国家一级保护兽类 1 种，为小灵猫（*Viverricula indica*）。其中，在评价区内，华南兔、褐家鼠、黄鼬等为优势种，较为常见。

评价范围内共检出浮游植物 5 门 55 种（属）、浮游动物 4 大类 28 种（属）、水生底栖动物有 3 门 19 种（属）、调查水域共发现水生维管束植物 19 种，评价区鱼类主要以鲤形目（49 种，其中：鲤科 41 种、鳅科 4 种、平鳍鳅科 4 种）为主，占鱼类总种类数的 67.12%；其次为鲈形目 8 科 13 种，占鱼类总种类数的 17.81%；鲇形目有 4 科 6 种，占鱼类总种类数的 8.22%；鳗鲡目有 1 科 2 种，占 2.74%；鲑形目、鱈形目、合鳃鱼目均 1 科 1 种，各占鱼类总种类数的 1.37%。评价区流域有国家级重点保护鱼类 2 种，分别为国家二级保护水生野生动物花鳗鲡和唐鱼。

4) 大气环境和声环境现状

本工程区域内无工业企业等大气污染源分布，工程区监测点位的二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、总悬浮颗粒物(TSP)等指标可以达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准的要求。根据监测结果，工程区域各监测点昼间、夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类声环境功能区噪声限值要求。大气和噪声环境现状良好。

5) 土壤环境现状

现场监测结果表明，工程区土壤无酸化或碱化、未盐化，工程占地范围内（永久占地）各监测点土壤环境现状监测结果均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 第二类用地的筛选值，工程区域土壤环境现状质量良好。

6) 电磁环境质量现状

根据监测，拟建 500kV 开关站站址处的工频电场强度和工频磁感应强度监测值远小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中的工频电场 4000V/m、磁感应强度 100μT 的控制限值，本工程建设区域电磁环境质量良好。

11.1.3 环境影响评价

11.1.3.1 水文情势影响

上、下水库初期蓄水前施工期用水主要是施工用水和生活用水。上水库生产、生活取水点有两个，分别位于围堰上游河道上和上坪田水库。下水库在大沥唇水电站尾水下游增设取水设施，业主营地生活用水由大沥唇水电站尾水下游的拦水坝接引。

施工用水首先保证取水断面保障其下泄多年平均流量的 10%作为生态流量，并保障下游的灌溉用水后，才考虑施工用水。因此工程施工对取水点下游河段水文情势存在一定影响，但是通过保证下泄最小生态流量和灌溉用水起到一定缓解作用。

11.1.3.2 地表水环境影响

a) 施工期水质影响

施工期砂石料系统和混凝土系统冲洗废水一并处理后回用于本系统生产和冲洗，施工区生活污水回用于绿化和洒水，隧洞排水处理后回用于工程施工或林灌。因此，本工程施工期正常情况下不会对激石溪水体水质造成污染。工程弃渣场、中转料场及表土堆存场设置挡墙等拦挡设施和截水沟、盲沟及马道排水沟等截排水设施，截排水沟末端设置沉沙池，沉沙池兼作蓄水池，先沉沙后蓄水，蓄积天然降水、截排水工程引排的地表径流等，作为灌溉水源，用于弃渣场植被恢复的后期养护管理，可有效降低施工新增水土流失量，不会明显增加周边水体的浊度和悬浮物浓度，不会对地表水体产生较大影响。

b) 运行期水质影响

运行期上、下水库水体在上下库间循环往复，互相影响，因此上下库水体水质具有相同变化趋势。工程位于山区，植被覆盖率高，库区生活、农田、工业污染少，除林地地表径流携带部分营养物质入库外，无其它污染源。生活办公区的生活污水经处理后回用于办公区绿化，对水库水质无影响。由于抽水蓄能电站的运行特点，上下水库间水量交换频繁，有效改善库区静水状态，从而有利于有机物溶解，水库出现富营养化可能性小。

11.1.3.3 地下水环境影响

根据 2022 地下水环境监测结果，1 月水质监测数据除氟化物、锰指标存在超标外，其余各监测指标均能满足《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准，地下水水质良好。

本工程污废水经处理后回用、纳管，不排放，对工程区山体地下水水质影响很小。工程对地下水影响主要为施工期输水系统及地下厂房开挖，运行期水库淹没、渗漏及输水系统渗漏对地下水位的影响。工程区地下水主要补给来源为大气降水，分为孔隙性潜水和裂隙性潜水。根据现场测量，目前地质探洞开挖排水量很小，施工期地下工程开挖可能引起工程区地下水水位变化，但影响区域范围不大，强度不高。同时，工程所在区域无地下水集中供水水源，无地下水环境保护目标，影响较小。

11.1.3.4 生态影响

a) 对植物的影响分析

施工期对陆生植物的影响主要为施工占地对植被的破坏。永久占地区施工将使区域内土地利用类型发生改变，植物个体损失，植被生物量减少，施工活动对植物直接影响主要是指人员活动、车辆碾压等会使周边植物个体损失，植被生物量减少。工程施工结束后，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复，可使临时占地区植物种类多样性、植被类型及生物量均有所增加。工程运行时会淹没部分植物，受工程淹没影响的植物均为常见种，植被均为常见类型且在水库库区淹没线以上均有分布，工程蓄水对淹没区内植物及植被影响较小，仅为个体损失、植被生物量减少。因此，淹没区占地对区域植物及植被的影响较小，不会影响植物区系的组成。评价区内存在国家二级保护野生植物 1 种，为建兰（*Cymbidium ensifolium*），分布在下库输水发电系统标混凝土拌合系统占地范围内，约 8 株，均长势良好。工程施工过程中可能破坏其生长，需采取就地保护措施。

b) 对陆生动物的影响分析

工程占地、施工干扰及新建道路影响对区域内的陆生动物存在一定的不利影响。工程建设对两栖动物、爬行动物和鸟类的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的变化，不改变其区系组成，对其影响较小。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域动物种群数量将逐渐得到恢复。因此，工程占地、施工干扰等对其影响相对较小。水库蓄水完成后，库区水域面积的扩大，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如雁形目、鹳形目、鹈形目等的部分种类有一定的吸引作用，这些类型鸟类的种类和数量将会明显增加。运行期间，水库库区野生动物的分布及种类数量将发生一定变化，但总体影响较小。

c) 对水生生物的影响分析

评价区所在的激石溪河流为山溪型河流，河床砾石遍布，鱼类以拟细鲫、异鱲、光唇鱼、泥鳅、美丽小条鳅等小型鱼类为主，这些鱼类产卵在石缝或粘在砂砾上，产卵场分布较为零散，无固定成规模产卵场。因此工程施工对保护区鱼类产卵场影响较小。

11.1.3.5 大气和声环境影响

水电工程作业面大，污染源分布分散，且多为露天排放，经大气扩散和稀释后，有机废气浓度一般比较低，粉尘是水电工程施工最主要的污染源，尤其开挖产生的飘尘和施工车辆引起的扬尘。由于废气和扬尘产生量也较小，经过采取一定进行处理后，对施工区周围环境和人员健康影响小。

声环境污染源主要是开挖爆破和施工机械设备运转，受工程施工噪声影响的主要是下水库工程区外及进场道路 200m 范围内的居民。由于距离较近，施工产生的噪声不可避免会对居民的生产生活带来一定的影响。施工期环境影响是暂时的，待工程施工结束后，该影响随之消失。

11.1.3.6 固体废物环境影响

工程区未经收集的生活垃圾、建筑垃圾直接丢弃，或在雨水的冲刷下进入施工区河段，将造成施工区河段以及施工区下游的水环境污染。运行期电厂生活管理区生活垃圾和厂房废机油，产生的数量很小，生活垃圾可纳入地方生活垃圾处理系统，废机油委托有资质单位处置，对环境影响较小。

11.1.3.7 土壤环境影响

工程施工期各类污废水处理后回用，不排放，生活垃圾运至汕尾市生活垃圾无害化处理场处置，危险废物交由有资质单位进行处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用，对周边土壤环境污染影响很小，也不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

11.1.3.7 电磁环境影响

与已运行的广东清远抽水蓄能电站 500kV 开关站进行类比，根据监测结果，运行期间广东清远抽水蓄能电站 500kV 地面开关站厂界工频电场强度在 32.6V/m~1258.3V/m，工频磁感应强度为 0.06μT~0.81μT；地面开关站厂界衰减断面

工频电场强度为 0.6V/m~54.5V/m，工频磁感应强度为 <0.03μT~0.67μT。各点位监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)频率为 0.05kHz 的公众曝露控制限值要求，即工频电场强度 4000V/m，工频磁感应磁场强度 100μT。

因此，广东陆河抽水蓄能电站 500kV 开关站建成运行后，工程所在区域电磁环境能够满足相关标准要求。

11.1.4 环境保护对策措施

11.1.4.1 水环境保护措施

a) 施工期污废水处理

施工期生产污废水需经处理后回用于生产或场地洒水；业主营地生活污水经处理达标后回用于营地内绿化用水，其他施工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)相应标准，回用于绿化、洒水等，禁止排放污废水。砂石料系统冲洗废水经处理后回用于系统本身，根据《水电工程砂石加工系统设计规范》(NB/T 10488-2021)的要求，砂石料废水处理后回用标准为 SS≤100mg/L；混凝土冲洗废水经处理后达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求的回用标准后(SS≤100mg/L)回用于系统本身；地下洞室施工废水经处理后达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)要求的回用标准后(SS≤100mg/L)回用于工程施工。生活污水经处理后全部回用于营地内草地树木绿化、附近林地的浇灌等，不向外排放。处理后的水质应满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中相应的绿化用水标准。

b) 蓄水前水环境保护

为保证枢纽工程及水库运行安全，保证库周及下游人群安全，需对水库进行库底清理。库底清理项目分为一般清理项目和特殊清理项目，本工程不涉及特殊清理项目，一般清理项目包括建(构)筑物清理、卫生防疫清理、林木清理和其它清理。

本工程库内表土均堆置于上、下水库设置的表土堆存场，需在蓄水前按照库底清理的要求进行表土的清理和清淤，及时清运表土用于植被恢复，在做好相应的库底清淤、清理措施后对水质的影响不大。

c) 运行期水环境保护

电站库区上游的枯枝树叶等易随径流进入库区，影响水库水质。运行期电站需对库内的枯枝树叶进行定期打捞和清理，确保水库水质良好。加强库周环境管理和宣传

教育工作，保护库周植被，涵养水源，控制水土流失，保证库区水质良好。加强库区及上游自然环境的保护和生态建设，禁止滥砍滥伐，减少水土流失。

电站机组检修时，为了防治油污染，一方面要加强管理，避免油的泄漏，做到清洁生产；另一方面在厂房四周设置排水沟，收集油污水，在排入集水井前通过油水分离器处理。处理后的回用于电站场区绿化或洒水，不排放，浮油由专业单位回收处理。

业主营地的工作人员规模小于施工期，因此，运行期业主办公区生活污水处理设施考虑永临结合，利用施工期已建成的业主营地污水处理系统处理，处理后的生活污水回用不排放。电站厂房由于管理人员较少，生活污水处理采用化粪池，化粪池设计为粪便污水和其他生活污水合流排入式，停留时间 24h，可做调节池用，并设置地埋式污水处理装置，处理站出水回用于电站绿化浇灌、洒水抑尘，不排放。

d) 生态用水保障措施

施工期，上水库、下水库大坝施工导流均采用一次拦断河床的隧洞导流方式，保障下游生态流量。上水库生态流量管结合导流隧洞布置，采用在堵头中预埋钢管的方式给下游生态补水 $0.006 \text{ m}^3/\text{s}$ ，下水库通过放水管锥形阀阀门开度来泄放流量的方式给下游生态补水 $0.073 \text{ m}^3/\text{s}$ 。在线监控设施与大坝同时建设，初期蓄水前完成，由电站运行调度人员负责监控初期蓄水和运行期的流量下泄情况，并负责数据的存储、分析、统计和整理，定期向生态环境和水行政主管部门上报。

11.1.4.2 生态环境保护措施

本工程优先从优化工程布置和施工方案出发采取避让措施，并加强宣传教育活动，树立生态绿色施工理念，尽量减少工程扰动范围和面积，减缓工程建设对区域生态环境的影响，同时防止外来入侵种的扩散，加强植物检疫。施工过程中，如有新发现的珍稀保护植物和资源植物，应首先选择进行避让，对珍稀保护植物和资源植物采取挂牌、设置围栏等方式进行就地保护；如果实在无法避让，应该进行移栽保护。

对施工人员进行珍稀保护动物的教育，提高环保意识，杜绝施工期的捕杀行为，保证其顺利迁移。施工人员和施工机械进场前，加强环境保护宣传教育，严令禁止到非施工区域活动，非施工区严禁烟火、严禁施工人员非法猎捕野生动物。针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复，对永久占地进行绿化；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少爆破对重点保护动物的影响。

11.1.4.3 大气和声环境保护措施

电站大坝施工区合理安排施工时间，夜间(22:00~6:00)应禁止坝基爆破作业、控制行车，尽量避免高噪声施工活动在夜间进行；对砂石料加工设备加设隔振、减振装置；上、下水库混凝土拌和系统选用全封闭式的拌和楼，内部应用多孔性吸声材料。

工程爆破优先选择先进技术，提倡湿法作业，选用带除尘器的钻机，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，减少粉尘产生和排放。开挖现场的多粉尘作业面、堆料场和中转料场，配备人员定期洒水，在无雨多风日应每隔2个小时洒水一次；砂石料加工系统的粗碎车间采用湿法破碎的低尘工艺，预筛分楼采用压力水冲洗筛分，以减少粉尘的产生，生产过程中需加强喷雾设备的维护；做好料仓、成品砂仓的粉尘控制，夜间采用防水布对材料进行覆盖，采用全封闭式混凝土搅拌系统，装卸过程要求文明作业，砂石料及混凝土系统附近进行定时洒水降尘，无雨天每隔2个小时洒水一次。加强机械和运输车辆保养，减少施工机械和车辆燃油废气的排放。

11.1.4.4 固体废物处置措施

建筑垃圾进行分类处置，对废弃的钢材、碎金属等物品进行分类收集，定期进行清运、回收处理；部分废砖头、废弃混凝土材料用作场地回填等用途，废弃木材、各类包装材料与生活垃圾一并由当地环卫队进行清运、处置。污水处理措施产生的污泥由人工定期清运，用作场地回填。生活垃圾设置垃圾箱收集，并与当地环卫队签订垃圾清运协议，由其定期对各生活营地所产生的生活垃圾进行清运、处置。清运渣土垃圾及流体物品，采取遮盖防尘措施，防止运送途中撒落。

11.1.4.5 土壤环境保护措施

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。

11.1.4.6 电磁环境保护措施

开关站内电器设备接地，站区地下设接地网，以减小电磁场场强。开关站内金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等均做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。保证开关站内所有高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。

11.1.5 环境保护投资概算

广东陆河抽水蓄能电站环水保总投资为18269.33万元，环境保护工程总投资为

7335.44 万元，其中枢纽建筑物投资为 4954.56 万元，独立费用 1965.67 万元，基本预备费 415.21 万元；水土保持总投资 10933.89 万元，其中主体已列投资 7154.45 万元、方案新增投资 3779.44 万元。

11.1.6 环境风险分析

本工程施工中因意外事故可能产生的风险有大坝坍塌、大坝开挖爆破风险、油料与危险品引起火灾爆炸、废水处理系统的损坏等。一旦事故发生，均有可能给周围的水环境、生态环境带来严重的影响。针对以上风险事故，提出了相应的环境风险防范措施。

11.1.7 公众参与

本次公众参与主要以现场公示及网站公示的方式进行，参与对象主要为工程所在司新田镇相关团体。建设单位于 2022 年 5 月 30 日至 6 月 13 日，在陆河县人民政府网站对环境影响报告书征求意见稿进行了公示，于 2022 年 6 月 9 日在工程影响的村镇及林场同步张贴公告进行了公示，于 2022 年 6 月 9 日和 6 月 13 日在《新快报》上进行了报纸公示。公示期间未收到公众提出的环境保护相意见或建议。

11.1.8 总体结论

广东陆河抽水蓄能电站的建设符合广东省抽水蓄能选点规划与地方经济发展规划，具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。

工程评价区内分布有国家二级保护野生植物 1 种（建兰，数量约 8 株），存在国家一级保护野生动物 1 种（小灵猫）、国家二级保护野生动物 6 种（虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑鳽、画眉、红嘴相思鸟）、广东省重点保护野生动物 7 种（白鹭、池鹭、牛背鹭、斑姬啄木鸟、灰头鹀、小鶲、三道眉草鹀）以及工程影响范围内花鳗鲡省级自然保护区内存在国家重点保护鱼类 2 种（花鳗鲡、唐鱼）。

本工程工程建设对环境的影响主要发生在施工期，施工期产生的“三废一噪”等污染以及生态环境、社会环境的影响均可以通过采取相应的工程措施、管理措施予以减缓，工程建设对生态环境的影响在可承受范围之内，不会对生态系统的稳定性和多样性构成破坏。运行期主要的影响是初期蓄水对下游河道生态需水的影响，通过下泄一定的水量可以保证下游河道生态用水和其他用水的需求。工程建设可以推动当地经济发展，改善区域交通条件，促进工程区旅游资源的开发，具有良好的社会和经济效益。

工程建设符合相关法律法规及规划、“三线一单”要求，符合国家产业政策和清洁生产要求。工程区环境质量较好，基本能满足环境功能区划要求。工程占地不涉及生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区、国家一级公益林、重要矿产资源、文物保护单位等环境敏感区，不存在环境制约因素。从环境保护角度看，在落实各项环境保护措施的前提下，工程建设是可行的。

11.2 建议

为确保下游新溪水厂用水安全，应尽快开展新溪水厂备用取水口建设工作；工程施工范围距离下游花鳗鲡省级自然保护距离较近，建议施工过程加强对保护区的生态调查与监工作。工程建设应以预防为主为指导方针，在工程规划设计中，充分考虑工程开发建设对自然环境的影响和破坏。在环境影响报告书通过审查后，应紧密结合工程施工规划，编制环境保护设计报告。

工程施工过程应严格贯彻“三同时”原则，确保环境保护工程措施的施工质量，除落实各项环境保护工程措施外，应加强环境监测、环境监理和环境管理。工程建设成立专门的环境保护组织机构，加强环境保护资金管理，实行专款专用，确保环境保护资金投入到位。自主开展蓄水前阶段、工程竣工环境保护验收调查。本项目运行满5年，应按要求开展环境影响后评价工作。只要各项措施落实到位，工程兴建是不会对工程区及其周围环境产生大的影响，并能有力地促进当地的社会经济的发展。