

宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）

清水过江及水系连通项目

环境影响报告书

（征求意见稿）

建设单位：宜昌市水利技术推广服务站

评价单位：湖北昌荣环保咨询有限公司

编制时间：二〇二二年五月

目 录

前 言	- 1 -
1、项目由来	错误!未定义书签。
2、环境影响评价工作过程	错误!未定义书签。
3、工程概况	错误!未定义书签。
4、项目特点及关注的主要环境问题	错误!未定义书签。
5、主要评价结论	错误!未定义书签。
1 总 则	- 3 -
1.1 编制依据	- 3 -
1.2 评价目的与原则	- 9 -
1.3 环境影响识别及评价因子筛选	- 10 -
1.4 评级工作等级及评价重点	- 13 -
1.5 评价时段及评价范围	- 16 -
1.6 环境功能区划	- 18 -
1.7 评价标准	- 19 -
1.8 环境保护目标	- 23 -
2 项目概况	- 26 -
2.1 流域概况	- 26 -
2.2 工程建设的必要性	- 31 -
2.3 工程概况	- 36 -
2.4 工程建设任务及规模	- 38 -
2.5 工程等级及项目组成	- 43 -
2.6 工程总布置及建筑物	- 47 -
2.7 工程施工组织	- 72 -
2.8 工程征地及搬迁安置	- 102 -
2.9 工程投资情况	- 104 -
2.10 工程实施计划	- 105 -
2.11 主要技术指标	- 107 -

2.12 工程特性	- 108 -
3 工程分析	- 112 -
3.1 水资源配置合理性分析	- 112 -
3.2 选址合理性分析	- 117 -
3.3 施工期环境影响因素及源强分析	138
4 区域环境概况	154
4.1 自然环境概况	154
4.2 社会环境概况	164
4.3 重要环境敏感区概况	167
4.4 环境现状调查与评价	172
5 环境影响预测与评价	185
5.1 地表水环境影响分析与评价	185
5.2 地下水环境影响分析	193
5.3 大气环境影响分析与评价	194
5.4 声环境影响分析与评价	198
5.5 固废处置环境影响分析	202
5.6 生态环境影响分析与评价	203
5.7 社会环境影响分析	203
6 环境保护措施及可行性分析	206
6.1 环境保护措施设计原则及目标	206
6.2 水环境保护措施	207
6.3 大气环境保护措施	211
6.4 声环境保护措施	212
6.5 固体废弃物保护措施	214
6.6 生态环境保护措施	214
7 水土保持方案	222
7.1 水土保持防治标准等级及防治目标	222
7.2 水土保持防治措施总体布局	222

7.3 水土保持措施	224
7.4 水土保持工作量	228
7.5 水土保持工程投资	228
7.6 水土保持实施计划	228
8 环境风险评价	234
8.1 环境风险识别	234
8.2 风险源分析	235
8.3 风险事故防范及防治措施	236
8.4 环境风险应急预案	238
9 环境管理、监理与监测计划	244
9.1 环境管理	244
9.2 环境监理	248
9.3 环境监测	251
9.4 环保“三同时”管理	254
10 政策与规划符合性	256
10.1 产业政策符合性分析	256
10.2 规划相符性分析	262
11 环境保护投资估算及经济损益分析	276
11.1 环境保护投资	276
11.2 环境影响经济损益分析	279
12 环境影响评价结论	282
12.1 项目概况	282
12.2 工程分析	282
12.3 区域环境质量现状	283
12.4 环境影响预测评价结论	285
12.5 环境保护措施结论	294
12.6 环境影响经济损益分析结论	302
12.7 综合评价结论	302

附图

- 附图 1：工程地理位置图
- 附图 2：工程总平面布置图
- 附图 3：项目环境影响评价范围图
- 附图 4：项目土地利用现状图
- 附图 5：项目所在区域地表水系图
- 附图 6：项目所在区域饮用水源地分布图
- 附图 7：工程沿线自然保护地空间分布图
- 附图 8：湖北生态保护红线及宜昌市生态分区管控图
- 附图 9：工程沿线植被类型分布图
- 附图 10：工程沿线土壤侵蚀强度分布图
- 附图 11：生态监测布点图
- 附图 12：典型生态保护措施平面布置示意图
- 附图 13：楠木溪水库进水口比选图、平面布置图、纵剖面图
- 附图 14：楠木溪连通隧道线路比选图、平面布置图、纵剖面图
- 附图 15：过江隧洞工程线路比选图、平面布置图、纵剖面图
- 附图 16：过江盾构始发井平面布置图、纵剖面图
- 附图 17：过江盾构接收井平面布置图、纵剖面图
- 附图 18：输水管道工程线路比选图、平面布置图
- 附图 19：桥边河连通隧洞工程平面布置图、纵剖面图
- 附图 20：长岭河倒虹吸平面布置图、纵剖面图
- 附图 21：桥边河进水前池平面布置图、纵剖面图
- 附图 22：工程弃渣场总体布置图
- 附图 23：楠木溪水库进水口导流布置图
- 附图 24：长岭河倒虹吸导流布置图
- 附图 25：过江盾构始发井场平布置图

附件

- 附件 1：建设项目环境影响评价委托书

附件 2：建设单位法人证书

附件 3：一期工程环境影响评价批复

附件 4：本期（二期）工程立项批复

附件 5：本期（二期）工程引水管道过江洪水影响评价报告意见

附件 6：本期（二期）工程引水管道过江航道通航条件影响评价意见

附件 7：本期（二期）工程引水管道过江对中华鲟自然保护区影响评价意见

附件 8：宜昌市人民政府关于《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》批复

附件 9：点军区人民政府关于《点军区农村供水规划（2019~2030）》批复

附件 10：本期（二期）工程可行性研究报告评审意见

附件 11：本期（二期）工程线路选址及用地征询意见

附件 12：环境质量现状监测报告

附表

附表 1：建设项目环境影响报告书审批基础信息表

前 言

2018 年 4 月，习近平总书记在宜昌长江沿岸考察调研长江生态环境修复工作时强调，深入推动长江经济带发展要正确把握好整体推进和重点破、生态环境保护和经济发展的关系、总体谋划和久久为功、破除旧动能和培育新动能、自我发展和协同发展这五大关系，坚持共抓大保护，不搞大开发，扎实推动长江经济带高质量发展。实施山水林田湖草生态保护修复工程是党中央、国务院为破解生态环境修复治理难题、筑牢生态安全屏障做出的重大决策部署，是生态文明建设的重要内容，2018 年宜昌市首次入选国家第三批试点。

2019 年 4 月~10 月，生态环境部环境规划院受宜昌市财政局委托编制完成了《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019 - 2021 年）》报告，湖北省自然资源厅以“鄂自然资批[2020]11 号”进行了批复。

2020 年 8 月，宜昌市水利水电勘察设计院有限公司受宜昌市水利和湖泊局的委托编制完成了《宜昌市清江水系连通及生态修复工程项目建议书》报告，宜昌市发展和改革委员会以“宜发改审批[2020]175 号”进行了批复。2020 年 9 月，湖北省水利水电规划勘测设计院受宜昌市水利和湖泊局的委托编制完成了《湖北省宜昌市清江水系连通及生态修复工程可行性研究报告》，宜昌市发展和改革委员会以“宜发改审批[2020]175 号”进行了批复。批复意见如下：清江水系连通工程设计从长阳县清江隔河岩水库引水至点军区楠木溪水库及桥边河等六条河流。近期引水线路主线起于隔河岩水库止于楠木溪、支线起于金盆分水闸止于长岭河牛头湾。引水线路主支线均采用无压隧洞自流式引水，引水线路总长约 26.988 千米，设计流量 5.7 立方米每秒，多年平均引水量约 0.85 亿立方米，年补充生态流量 0.74 亿立方米，属 III 等中型工程。主要建设内容包括新建隔河岩水库进水口，新建引水线路主线长 23.058 千米，新建引水线路支线长 3.930 千米。工程估算总投资 43909.99 万元，建设工期为 36 个月。

本项目的实施可有效破解宜昌江南城区生态环境修复治理难题、筑牢生态安全屏障、改善江南城区桥边河、联棚河等 6 条河流水生态环境、保障水安全并提高城市水源（兼顾应急备用水源）保障能力，项目总体目标是实现“一江清水向东流”，保障长江

中下游水安全，推进宜昌“三水共治”、打造“湖北的杭州”、引领宜昌高质量发展。

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》及《关于取消建设项目环境影响评价资质行政许可事项后续相关工作要求的公告（暂行）》（生态环境部公告 2019 年第 2 号）有关规定，宜昌市水利技术推广服务站于 2022 年 5 月 15 日委托湖北昌荣环保咨询有限公司开展该工程的环境影响评价工作。按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目属于“四十六、水利 143 引水工程”中“涉及环境敏感区的”项目，应编制环境影响报告书。

接受委托后，我公司组织相关人员对工程建设现场和周边区域进行了踏勘，并开展了全面的环境调查、环境监测和资料收集工作，按照国家及行业建设项目环境影响评价有关规范要求，通过综合整理和认真分析、研究，并按照国家及行业环境影响评价技术导则的有关规定，编制完成了《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）清水过江及水系连通项目环境影响报告书》。

1 总 则

1.1 编制依据

1.1.1 环境保护相关法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日修订实施；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订实施；
- (3) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年 12 月 29 日修订实施；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日修订实施；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订实施；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016 年 11 月修订实施；
- (7) 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 9 月 1 日起修订实施；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日修订实施；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》，2004 年 8 月 28 日修订实施；
- (10) 《中华人民共和国水法》，2016 年 9 月 1 日起修订实施；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月 26 日修订实施；
- (12) 《中华人民共和国森林法》，2009 年 8 月 27 日实施；
- (13) 《中华人民共和国文物保护法》（2017 年 11 月 4 日第二次修正）。

1.1.2 环境保护行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令），2017 年 10 月 1 日修订实施；
- (2) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，国务院令第 687 号，2017 年 10 月 7 日修订实施；
- (3) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，国务院令第 645 号，2013 年 12 月 7 日修订实施；
- (4) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016 年 2 月 6 日修订施行；

(5) 《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），2013 年 9 月 10 日；

(6) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号），2015 年 4 月 2 日；

(7) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号），2016 年 5 月 28 日；

(8) 《地质灾害防治条例》，国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日起施行；

(9) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》，国务院令第 588 号，2011.1.7 修订实施；

(10) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，国务院令第 256 号，2014 年修订实施；

(11) 《基本农田保护条例》，国务院令第 588 号，2011 年 1 月 8 日修订实施；

(12) 《中华人民共和国河道管理条例》，国务院令第 687 号，2018 年 3 月 19 日修订施行；

(13) 《中共中央、国务院关于加强水利改革发展的决定》，（中发[2011]1 号）、2011 年 1 月 29 日；

(14) 《中华人民共和国自然保护区条例》国务院令第 167 号，2017 年 10 月 7 日修订施行。

1.1.3 部门规章及规范性文件

(1) 《建设项目环境保护分类管理名录》（国家环境保护部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日）及《关于修改建设项目环境影响评价分类管理目录部分内容的决定》（环保部令第 1 号，2018 年 4 月）；

(2) 中华人民共和国国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，2020 年 1 月 1 日起施行；

(3) 国土资源部、国家发展和改革委员会关于发布实施《限制用地项目目录（2012 年本）》和《禁止用地项目目录（2012 年本）》的通知，2012 年 5 月 23 日；

(4) 《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），环境保护部，2012 年 7 月 3 日；

（5）《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办[2014]30 号），环境保护部，2014 年 3 月 25 日；

（6）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）；

（7）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年修正，2010 年 12 月 22 日起施行）；

（8）《关于进一步加强水生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，环境保护部，环发[2013]86 号；

（9）《关于进一步防范环境风险加强环境影响评价管理的通知》（国家环境部环发[2012]77 号，2012 年 7 月 3 日起实施）；

（10）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（国家环境部环发[2012]98 号，2012 年 8 月 8 日起实施）；

（11）环办[2013]103 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》；

（12）《湖北省建设项目环境保护管理实施细则》（湖北省环境保护局鄂环字[1998]第 5 号）；

（13）《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评[2016]114 号）；

（14）《水利建设项目（河湖整治与防洪除涝工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评[2018]2 号）；

（15）关于印发《涉及国家级自然保护区建设项目生态影响专题报告编制指南（试行）》的通知（生态环境部办公厅环办函[2014]1419 号）。

1.1.4 评价导则及技术规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）；

- (4) 《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2011）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (9) 《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；
- (10) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1-2008）；
- (11) 《水利水电工程环境保护设计规范》（SL492-2011）；
- (12) 《土壤侵蚀分类分级标准》SL190-2007。

1.1.5 相关地方法规、规章

(1) 《湖北省环境保护条例》（1994 年 12 月 2 日湖北省第八届人民代表大会常务委员会第 10 次会议通过，1997 年 12 月 3 日湖北省第八届人民代表大会常务委员会第 31 次会议修改）；

(2) 《湖北省大气污染防治条例》（2018 年 11 月 19 日湖北省第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议修改）；

(3) 《湖北省水污染防治条例》（2014 年 1 月 22 日湖北省第十二届人民代表大会第二次会议通过，自 2014 年 7 月 1 日起施行）；

(4) 《省人民政府办公厅转发省环境保护局关于湖北省地表水环境功能类别的通知》（鄂政办发[2000]10 号文），湖北省人民政府办公厅，2000 年 1 月 31 日；

(5) 《市人民政府办公室关于同意宜昌市地表水、环境空气、声环境功能区类别划分方案（修编）的批复》（宜府办函[2013]46 号），宜昌市人民政府办公室，2013 年 11 月 29 日；

(6) 湖北省水利厅关于印发《湖北省水利厅力推生态长江建设十条意见》的通知，鄂水利发[2016]3 号；

(7) 《市人民政府关于印发<宜昌市实施水污染防治行动计划工作方案>的通知》（宜府发[2016]19 号），2016 年 7 月 14 日；

（8）《湖北省人民政府办公厅关于印发湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案的通知》（鄂政办发[2011]130 号）；

（9）《湖北省生态环境厅关于印发湖北省乡镇集中式饮用水水源保护区划分方案的通知》（鄂环发[2019]1 号），2019 年 1 月 4 日；

（10）《湖北省森林和野生动物类型自然保护区管理办法》（湖北省人民政府令第 249 号）。

1.1.6 相关规划

（1）《省人民政府关于印发湖北省主体功能区规划的通知》鄂政发[2012]106 号；

（2）《省人民政府办公厅转发省环境保护局关于湖北省地表水环境功能类别的通知》（湖北省人民政府鄂政发[2000]10 号）；

（3）湖北省人民政府办公厅《省人民政府办公厅关于印发湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案的通知》（鄂政办发[2011]130 号）；

（4）《宜昌市人民代表大会常务委员会关于通过<宜昌市环境总体规划（2013-2030 年）>的决议》，宜昌市第五届人民代表大会常务委员会第二十三次会议通过，2015 年 1 月 9 日；

（5）《宜昌市城市总体规划（2011-2030 年）》；

（6）《宜昌市生态建设与环境保护十三五规划》，2017 年 6 月；

（7）《省人民政府办公厅关于建立自然保护小区的批复》（鄂政办函[2002]17 号）；

（8）《宜昌城区现代水利发展规划》（2014-2030 年）；

（9）《宜昌市乡村环境保护规划》（2006-2020 年）；

（10）《市人民政府办公室关于同意宜昌市地表水、环境空气、声环境功能区类别划分方案（修编）的批复》（宜府办函[2013]46 号）；

（11）《宜昌市中心城区环境控制性详细规划（2018-2030 年）》；

（12）《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2021 年）》（鄂自然资批[2020]11 号）；

（13）《宜昌市山水林田湖草生态保护修复工程试点 2019 年实施计划》（宜市山

水办[2019]1号）；

（14）《宜昌市水利事业发展“十三五”规划》（宜府办发[2016]97号）；

（15）《湖北省乡镇集中式饮用水水源保护区划分方案技术导则与规范》（鄂环发[2019]1号）。

1.1.7 工程资料及批复

（1）《宜昌市清江水系连通及生态修复工程可行性研究报告》，湖北省水利水电规划勘测设计院，2020年7月；

（2）《宜昌市清江水系连通及生态修复工程初步设计报告》，湖北省水利水电规划勘测设计院，2020年8月；

（3）宜昌市自然资源和规划局《市自然资源和规划局关于宜昌市江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程线路方案的意见》，2019年10月24日；

（4）宜昌市生态环境局《关于征求宜昌江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程线路方案意见的复函》，2019年11月8日

（5）宜昌市林业和园林局《关于反馈宜昌江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程线路方案修改意见的函》，2019年10月23日；

（6）宜昌市农业农村局《关于征求宜昌江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程线路方案意见的函》的复函，2019年10月16日；

（7）市委专题办公会议纪要《关于加快推进山水林田湖草生态保护修复试点工作的专题会议纪要》（[2019]22号）；

（8）市委专题办公会议纪要《关于加快推进清江水系连通及生态修复工程和江北城区两河六库连通工程建设的专题会议纪要》（[2020]24号）

（9）宜昌市发展和改革委员会《宜昌市发改委关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程可行性研究报告的批复》（宜发改审批[2020]129号）；

（10）宜昌市发展和改革委员会《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程初步设计报告的批复》（宜发改审批[2020]159号）；

（11）宜昌市林业和园林局《关于清江水系连通及生态修复工程、宜昌江北城区两河六库连通工程预审意见的复函》（2020年7月17日）；

1.2 评价目的与原则

1.2.1 评价目的

在建设项目可行性研究阶段开展环境影响评价工作是我国环境保护管理的一项基本制度和建设项目环境管理的重要程序，旨在实现建设项目社会效益、经济效益和环境效益的协调和统一。宜昌市清江水系连通及生态修复工程产生的环境影响主要集中在工程施工期，因此，根据工程特点和环境现状，并结合评价区环境功能要求，报告书评价目的如下：

（1）在区域和工程影响地区的自然、生态、社会环境现状调查的基础上，根据工程总体布置，结合评价区的环境功能要求和环境保护目标，明确有无制约工程建设的环境敏感因素，分析预测拟建工程对周边环境的影响范围和程度，以及评价区环境总体变化趋势。

（2）根据工程活动带来的不利环境影响，将工程建设生态影响、水土流失影响、施工期环境影响以及工程拟采取的环境保护措施等进行分析和评价，提出对不利影响的减免和改善措施，以及工程施工过程中需进一步优化设计的环保意见，规范施工活动，实现项目建设与自然、经济、环境的协调和可持续发展。

（3）针对不利影响制定相应的环境补偿或减缓措施，提出环境监测、环境管理、环境保护投资和环境保护措施实施计划，以确保环境保护“三同时”的实施，促进经济建设与环境保护协调发展。

（4）通过项目的环境影响评价，从环境保护角度论证工程建设的可行性和合理性，为环保设施的优化设计，建设单位环境监督管理以及政府环境保护部门综合决策提供依据。

1.2.2 评价原则

按照以人为本、建设资源节约型、环境友好型社会和科学发展的要求，遵循以下原

则开展环境影响评价工作：

（1）以国家和地方的环保法律法规、产业政策、区域发展规划、环境功能区划为依据，以预防为主、防治结合、清洁生产、全过程控制的环境管理思想和循环经济理念为指导，密切结合项目工程特点和所在区域的环境特征，以科学、求实、严谨的工作作风开展评价工作。

（2）摸清环境遗留问题并提出解决办法，以达标排放、总量控制和清洁生产为目的，污染防治与源头治理措施并举；高标准、严要求，体现以人为本的发展观。

（3）项目为水系连通及生态修复工程，环境影响主要集中在施工期；项目工程所在地涉及多个生态敏感目标，确保区域生态和水源水质安全至关重要。因此本报告将紧密结合行业特点和项目所在地区的环境特征以可持续发展和循环经济思想为指导，以国家和地方的有关环保法规、技术规范的要求为依据，以实事求是的科学态度开展本次评价工作。力求做到论据充分、重点突出、内容全面、客观反映实际情况，评价结论科学准确，环保对策实用可行、经济合理、可操作性强，从而使本次评价真正起到为项目审批、环境管理、工程建设服务的作用。

（4）广泛吸收相关学科和行业的专家、有关单位和个人及当地环境保护管理部门的意见。通过公众参与调查，弥补环境影响评价可能出现的疏忽和遗漏，使本项目的规划、设计、环境管理趋于完善与合理，力求本项目的建设及运营在环境效益、社会效益和经济效益方面取得优化的统一。

1.3 环境影响识别及评价因子筛选

1.3.1 环境影响识别

本工程对周围环境的影响涉及到区域内的水生及陆生生物、环境地质、水环境、环境空气、声环境、土壤、土地资源、交通运输、社会经济等多个环境要素。对这些环境影响关键问题的识别采用矩阵识别分析，识别结果见下表 1.3-1。

表 1.3-1 宜昌市清江水系连通及生态修复项目环境影响因子识别矩阵

区域范围	环境组成与环境要素			施工期	运行期
调水区	生态环境	陆地生态系统		■S	□/■L
		水生态系统		▲S	
		陆生生物	植被、植物	●S	
			陆生及爬行动物	■S	
		水生生物、两栖动物		▲S	
		水土保持		■S	□L
		土壤		▲S	▲L
		土地利用		▲S	▲L
	地表水环境	河流水文情势		▲S	▲L
		水质		▲S	▲
		水温			▲L
		水资源利用	河流生态用水		▲L
			生产生活用水	▲S	▲L
	地下水环境	地下水文地质条件		▲S	
	空气环境、声环境、固体废弃物			▲S	
	地质、地貌			▲S	■L
	气候				△L
社会环境	经济社会	社会经济发展	□S	◎L	
		人民生活水平	△/▲S	□L	
		人群健康	▲S		
输水线路区、受水区、退水区	生态环境	陆地生态系统			
		水生生态系统			△/▲L
	地表水环境	水质		▲S	△/▲L
		河流水文情势		▲S	△/▲L
		生产生活用水			◎L
		防洪影响			●L
		社会环境	社会经济发展		
	人民生活水平			◎L	

注：表中“◎/●”表示“有利/不利”较大程度影响；“□/■”表示“有利/不利”中等程度影响；“△/▲”表示“有利/不利”轻微程度影响；空白表示影响甚微或没有影响；S 表示短期影响，L 表示长期影响。表中影响程度系根据规划的性质和特点、评价区域环境状况判定。

由表 1.3-1 可以看出，工程建设对环境的影响有有利的方面，也有不利的方面。对于调水区而言，在水环境方面，施工期对水环境有一定影响，但仅限施工期；受水区则在水环境、生态环境和社会环境方面，有有利影响。工程的不利影响多集中在施工期，主要表现为生态环境和水环境影响，有利影响多在运行期有所表现，主要表现为社会环

境影响。

1.3.2 评价因子筛选

根据环境影响因素识别及判定结果，结合项目特征及周围环境特点，确定本项目对环境影响的因子见表 1.3-2。

表 1.3-2 环境评价因子识别表

区域范围	环境要素		评价因子
调水区	水环境	水温	水温
		水质	COD、BOD ₅ 、TP、TN、氨氮、石油类、粪大肠菌群等《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 24 项基本指标及《集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值》要求的硫酸盐、氯化物等项指标
		水资源	生产生活用水、河流生态用水、环境用水、小湾水电站发电用水
		河流水文情势	水量、水位
	生态环境	陆生植物	植被类型及面积、植物个体资源、保护植物、基本农田、公益林
		陆栖动物	现有野生动物、保护动物
		水生生态	鱼类
		土壤	土壤结构、肥力、PH
		水土保持	土地利用、水土流失
	环境空气		TSP
	声环境		dB（A）
	固体废弃物		工程弃渣、生活垃圾
	社会环境	社会经济	GDP、就业
		基础设施	供水、交通
		生产安置	居民生活水平
		生活水平	就业机会、收入水平
		人群健康	介水传染病病种、环境卫生
输水线路区	水环境	水质	COD、BOD ₅ 、TP、TN、氨氮、石油类、粪大肠菌群等；
		水资源利用	生产、生活用水
	生态环境	陆生植物	植被类型及面积、植物个体资源、保护植物
		陆栖动物	现有野生动物、保护动物
		水生生态	鱼类
		水土保持	土地利用、水土流失
	环境空气		TSP
	声环境		dB（A）
	固体废弃物		工程弃渣、生活垃圾
	土壤		土壤结构、肥力
	社会环境	经济社会	GDP、生活质量
		人民生活水平	生产资料、生活资料、收入水平

区域范围	环境要素		评价因子
受水区、退水区	水环境	水质	COD、BOD ₅ 、TP、TN、氨氮、石油类、粪大肠菌群；
		水资源利用	生产、生活用水
	社会环境	经济社会	GDP、生活质量
		人民生活水平	生产资料、生活资料、收入水平

1.4 评级工作等级及评价重点

1.4.1 评价工作等级

依据有关评价技术导则的要求对地表水、生态、环境空气和声环境的评价工作等级进行划分如下：

1、地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ/T2.3-2018），本项目为水文要素影响型建设项目，根据清江隔河岩水库设计资料，清江流域多年平均流量 464m³/s。隔河岩坝址以上集水面积 1.44 万 km²，多年平均流量 403m³/s，多年平均径流量 127 亿 m³。本工程多年平均引水量为 8548 万 m³，占隔河岩水库多年平均径流量的 6.73%；取水口建筑物对隔河岩水库的垂直投影面积及外扩影响范围约为 1011.4m²，受影响地表水域面积 <0.05km²；本工程出水口位于楠木溪饮用水源二级保护区，因此地表水评价工作等级为二级。

2、地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目属“3 引水工程”项目，其地下水环境影响评价项目类别为 III 类项目。

本项目收水水域楠木溪水库具有备用水源地的功能要求，但流域地下水不属于饮用水水源，也不属于补给径流区，因此本项目地下水环境敏感程度属“不敏感”。

表 1.4-1 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分布式饮用水

敏感程度	地下水环境敏感特征
	水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a。
不敏感	上述地区之外的其它地区。
注：a “环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。	

地下水评价工作等级分级见下表。

表 1.4-2 地下水评价工作等级判定表

项目敏感程度	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

对照《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）第 6.2 条表 2 中所列出的环境影响评价等级判定标准，本项目地下水环境影响评价等级为三级。

3、环境空气影响评价等级

本项目为水系引水及生态修复工程，属生态类建设项目，项目运行期本身不排放废气，对大气环境产生影响仅集中在工程施工期，施工结束后，其影响将自行消失。

施工期废气主要来源于施工扬尘、施工机械燃油废气，污染物主要包括：颗粒物、NO_x、HC，属于无组织排放，且排放量很小，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）相关规定，本项目环境空气评价等级确定为三级。

4、声环境影响评价等级

本项目噪声主要集中在施工期，施工噪声主要会对施工沿线周边居民生活造成不利影响，随着施工的结束，噪声影响也随之消失。本项目位于农村区域，属于声环境功能 1 类区，运行期基本无噪声污染源，建设前后评价范围内敏感目标噪声增加量较小，受影响的人口数量较少，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），噪声评价等级确定为二级。

5、生态环境影响评价等级

本项目以长阳土家族自治县隔河岩水库取水口为起始点，向东北方向引水，点军区楠木溪水库为主线终点，支线终点位于点军区长岭河上游，线路长 23.017km，支线长 4.275km。

本项目起点段涉及穿越长阳清江省级风景名胜区、长阳清江国家森林公园、长阳清江国家地质公园，取水口位于长阳清江白甲鱼国家级种质资源保护区，生态环境敏感程度属于重要生态敏感区。

表 1.4-3 生态环境敏感程度分级表

敏感程度	生态环境敏感特征
特殊生态敏感区	指具有极重要的生态服务功能，生态系统极为脆弱或已有较为严重的生态问题，如遭到占用、损失或破坏后所造成的生态影响后果严重且难以预防、生态功能难以恢复和替代的区域，包括自然保护区、世界文化和自然遗产地等。
重要生态敏感区	指具有相对重要的生态服务功能或生态系统较为脆弱，如遭到占用、损失或破坏后所造成的生态影响后果较严重，但可以通过一定措施加以预防、恢复和替代的区域，包括风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等。
一般区域	除特殊生态敏感区和重要生态敏感区以外的其他区域。

表 1.4-4 生态环境影响评价分级依据

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

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）工作等级划分依据，确定本项目生态环境影响评价工作等级为三级。

6、土壤环境影响评价等级

（1）评价等级

根据 HJ964-2018《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》附录 A 土壤环境影响评价项目类别，项目为水利 II 类项目。

根据 HJ964-2018《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》，将建设项目所在地周边的土壤环境敏感程度分为敏感、较敏感、不敏感，判别依据见表 1.4-5。

表 1.4-5 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 >2.5 且常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{ m}$ 的地势平坦区域；或土壤含盐量 $>4\text{ g/kg}$ 的区域	$\text{pH} \leq 4.5$	$\text{pH} \geq 9.0$

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
较敏感	建设项目所在地干燥度 >2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的,或 $1.8<\text{干燥度}\leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $<1.8\text{m}$ 的地势平坦区域;建设项目所在地干燥度 >2.5 或常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的平原区;或 $2\text{ g/kg}<\text{土壤含盐量}\leq 4\text{ g/kg}$ 的区域	$4.5<\text{pH}\leq 5.5$	$8.5\leq \text{pH}<9.0$
不敏感	其他	$5.5<\text{pH}<8.5$	

^a是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值,即蒸降比值。

根据本项目的土壤监测报告,项目所在区域 $5.5<\text{pH}<8.5$,属于不敏感区域。

表 1.4-6 生态影响型评价工作等级划分表

敏感程度 评价工作等级 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

综上所述,确定本项目土壤环境影响评价工作等级为三级。

1.4.2 评价重点

根据引水工程建设可能对环境产生的影响,以及工程区环境特点及工程特性分析,本工程建设环境影响评价重点为:

- (1) 生态环境影响评价(对陆生动、植物资源和水生生态影响)
- (2) 地表水环境影响评价(包括对水文情势、水质、水资源利用的影响)

1.5 评价时段及评价范围

1.5.1 评价时段

根据项目特征,确定评价时段为施工期和运营期两个时段。

1.5.2 评价范围

- (1) 地表水环境

地表水环境评价范围按取水区、引水线路区、受水区具体划分如下:

取水区：隔河岩水库库区，重点为取水口所在地隔河岩水库坝址上游库区左岸毛家岭冲沟，距水库大坝直线距离 3.4km。

引水线路区：受施工废水影响的范围为引水线路跨越的沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河。

受水区：楠木溪水库库区，以及支线引水终点长岭河。

（2）地下水环境

地下水评价范围为项目所在地下水地质单元，重点为取水口、倒虹吸、暗涵、分水闸、引水隧洞、输水线路边界外延 200m 的范围。

（3）陆生生态环境

本工程陆生生态评价范围包括工程永久占地（取水口、倒虹吸、暗涵、引水隧洞进出口、施工支洞进口、出水口明渠、弃渣场、新建和改扩建永久道路）及临时占地（施工平台、生产生活区、临时弃渣场、新建和改扩建临时道路等）范围以及占地周边 1000m 范围。本工程永久占地共 4.05 万 m^2 ，临时占地 21.5 万 m^2 。

（4）水生生态环境

隔河岩水库库区、楠木溪水库库区、长长岭河。输水工程沿线河流，包括沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河。

（5）大气、声环境

工程永久占地外围 200m 范围；施工临时占地外围 200m 范围；输水线路中心线两侧 200m 范围；施工道路中心线两侧外延 200m 范围内。

（6）土壤环境

工程永久占地外围 1km 范围；施工临时占地外围 1km 范围；输水线路中心线两侧 1km 范围；施工道路中心线两侧外延 1km 范围内。

（7）水土流失

水土流失防治责任范围包括永久占地、临时占地和受水区淹没占地。因此，工程水土流失防治责任范围面积为 27.44 hm^2 。

（8）社会环境

工程所涉及宜昌市长阳土家族自治县及点军区，重点是工程建设区内城镇生活、农村生活、工业用水、灌溉用水得到保障，居民生活水平得到提高。

具体评价时段及范围详见表 1.5-1 及环境影响评价工作图。

表 1.5-1 评价范围与评价时段一览表

环境要素		评价范围	评价时段
水环境	地表水	取水区：隔河岩水库库区，重点为取水口所在地隔河岩水库坝址上游库区左岸毛家岭冲沟，距水库大坝直线距离3.4km。 引水线路区：受施工废水影响的范围为引水线路跨越的沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河。 受水区：楠木溪水库库区，以及支线引水终点长岭河。	施工期、运行期
	地下水	取水口、倒虹吸、暗涵、分水闸、引水隧洞、输水线路边界外延200m的范围。	施工期、运行期
生态环境	陆生生态环境	工程永久占地（取水口、倒虹吸、暗涵、引水隧洞进出口、施工支洞进口、出水口明渠、弃渣场、新建和改扩建永久道路）及临时占地（施工平台、生产生活区、临时弃渣场、新建和改扩建临时道路等）范围以及占地周边300m范围。本工程永久占地共3.9万m ² ，临时占地23.1万m ² 。	施工期、运行初期
	水生生态环境	隔河岩水库库区、楠木溪水库库区、长岭河。输水工程沿线河流，包括沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河。	施工期、运行期
大气环境及声环境		工程永久占地外围200m范围；施工临时占地外围200m范围；输水线路中心线两侧200m范围；施工道路中心线两侧外延200m范围内。	施工期
土壤环境		工程永久占地外围1km范围；施工临时占地外围1km范围；输水线路中心线两侧1km范围；施工道路中心线两侧外延1km范围内。	施工期、运行期
水土流失		水土流失防治责任范围包括永久占地、临时占地和受水区淹没占地。因此，工程水土流失防治责任范围面积为27.44hm ² 。	施工期、运行初期
社会环境		工程所涉及宜昌市长阳土家族自治县及点军区。	施工期、运行期

1.6 环境功能区划

（1）地表水环境

宜昌市清江水系连通及生态修复工程主要包括取水区、引水线路区及受水区三个部分，本工程取水区为隔河岩水库；输水线路区主要跨越沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河；受水区为楠木溪水库和长岭河。

根据《宜昌市地表水、环境空气、声环境功能区类别划分（修编）》（2013），隔河岩水库、楠木溪水库为Ⅱ类水功能区，沿头溪、泉溪河、丹水河为Ⅲ类水功能区，长岭河为Ⅳ类水功能区；对于未制定地表水环境功能区划的支流，依据支流水功能不低于干流的原则，参照干流的水质保护类别执行，因此金盆河参照丹水河水水质保护类别执行，为Ⅲ类水功能区。

建设项目所在地水环境功能区划见表 1.6-1。

表 1.6-1 项目所在地环境功能区划一览表

环境要素	区域名称	环境功能级别
地表水	隔河岩水库、楠木溪水库	II 类水功能区
	沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河	III 类水功能区
	长岭河	IV 类水功能区

（2）地下水环境

对宜昌市清江水系连通及生态修复工程取水区、引水线路区、受水区以及相邻区域地下水环境质量评价拟以人群健康基准值为依据，本项目所在地下水功能区划为 III 类。

（3）环境空气

本工程区地处农村地区，为环境空气质量二类功能区。

（4）声环境

本工程引水线路较长，大部分属于农村地区和山区，为 1 类声功能区。

1.7 评价标准

1.7.1 环境质量标准

（1）地表水环境质量标准

本项目涉及到的地表水体执行标准各污染物浓度限值详见表 1.7-1。

表 1.7-1 地表水环境质量标准（GB3838-2002）

序号	本评价选用的指标	II 类标准值	III 类标准值	IV 类标准值
1	pH	6~9	6~9	6~9
2	化学需氧量（mg/L）	≤15	≤20	≤30
3	五日生化需氧量（mg/L）	≤3	≤4	≤6
4	氨氮（mg/L）	≤0.5	≤1.0	≤1.5
5	总磷（mg/L）	≤0.1（湖、库 0.025）	≤0.2（湖、库 0.05）	≤0.3（湖、库 0.1）
6	总氮（mg/L） （湖、库以 N 计）	≤0.5	≤1.0	≤1.5
7	石油类（mg/L）	≤0.05	≤0.05	≤0.5
8	大肠菌群（个/L）	≤2000	≤10000	≤20000

（3）地下水环境质量标准

项目所在区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准，即“以人体健康基准值为依据。主要适用于集中式生活饮用水水源及工、农业

水”。各污染物浓度限值详见表 1.7-2。

表 1.7-2 地下水环境质量标准

序号	污染物	III 类标准
1	pH 值	6.5-8.5
2	高锰酸盐指数	≤3.0mg/L
3	硝酸盐	≤20.0 mg/L
4	亚硝酸盐氮	≤1.0 mg/L
5	硫酸盐	≤250 mg/L
6	挥发酚	≤0.002mg/L
7	溶解性总固体	≤1000mg/L
8	总硬度	≤450mg/L
9	氯化物	≤250mg/L
10	六价铬	≤0.05mg/L
11	总铅	≤0.01mg/L
12	总砷	≤0.01mg/L
13	总汞	≤0.001mg/L
14	铁	≤0.3mg/L
15	总锰	≤0.1mg/L
16	氨氮	≤0.5mg/L
17	钠	≤200mg/L

（3）环境空气质量标准

本项目建设区域属于环境空气质量二类功能区，执行 GB3095-2012《环境空气质量标准》中的二级标准，见表 1.7-3。

表 1.7-3 环境空气质量标准 （单位：ug/m³）

污染物名称	标准限值 ug/m ³			备注
	年平均	24 小时平均	1 小时平均	
二氧化硫（SO ₂ ）	60	150	500	GB3095-2012 二级标准
二氧化氮（NO ₂ ）	40	80	200	
总悬浮颗粒物 TSP	200	300	—	
颗粒物 PM ₁₀	70	150	—	
PM _{2.5}	35	75	—	
CO	—	4	10	
O ₃	—	160	200	

（4）声环境质量标准

本工程执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准，交通干线道路路沿两侧 50m 以内区域执行 4a 类标准，具体见表 1.7-4。

1.7-4 声环境质量标准 单位：dB（A）

项目	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

（5）土壤环境评价标准

本工程土壤环境评价标准执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准，详见表 1.7-5。

表 1.7-5 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
注：①重金属和类金属砷均按元素总量计； ②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。						

1.7.2 污染物排放标准**（1）水污染物**

本项目施工期废水主要为施工人员住宿、餐饮产生的生活污水，因施工布置较为分散，在施工高峰区域设置移动式厕所，同时在每个工区的施工营地设置化粪池或一体化处理设备，处理后的生活废水满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）旱作物用水标准，回用于周边的农田灌溉或林地浇灌，基本不会对周边水环境造成不利影响。。

本项目为水系连通及生态修复项目，运营期主要为管理人员办公生活产生的生活污水，无生产废水产生。工程管理处配套建设化粪池，处理后的生活污水满足相关标准接入津洋口污水管网，排入长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理。长阳县污水处理厂出水水质标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，具体执行标准见下表 1.7-6。

表 1.7-6 项目废水污染物排放标准 单位：mg/L

执行标准	SS	BOD ₅	COD	氨氮	总磷
（GB5084-2005）旱作物用水标准	100	100	200	-	-
接管标准	150	300	500	20	5
（GB18918-2002）一级A标准	10	10	50	5	0.5

（2）大气污染物

项目施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的无组织排放监控浓度限值，大气污染物综合排放标准见表 1.7-7。

表 1.7-7 大气污染物综合排放标准

序号	污染物	无组织排放监控浓度限值		标准来源
		监控点	浓度（mg/m ³ ）	（GB16297-1996）
1	颗粒物	周界外浓度最高点	1.0	

（3）噪声

施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；交通公路 50m 两侧执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。运营期不产生噪声。详细见表 1.7-8、1.7-9。

表 1.7-8 声环境质量标准 单位：dB（A）

项目	昼间	夜间
4a 类	70	55

表 1.7-9 建筑施工场界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

（4）固体废弃物

本项目产生的土石方、生活垃圾等一般固体废弃物处置执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）。

1.8 环境保护目标

本项目为水系连通及生态修复工程，根据主体工程布置、对外交通条件及施工场地条件，将本工程的施工场地划分为 11 个部分，各工程区各自设置独立的施工辅助企业及生活区等。本项目工程建设内容包括引水工程（取水口、隧洞、倒虹吸、暗涵、涵闸）、河道整治工程、边坡工程、交通工程、临时工程等。

经现场踏勘与调查，在施工期主要影响集中在施工场地 11 个施工面，运营期主要影响为引水工程对受水区水文、水势及生态的影响，管理人员生活对周边环境的影响，以及各类泵运行时产生的噪声对周围居民的影响。

本工程应达到以下环境保护目标：

（1）工程涉及的地表水环境质量不劣于现状，保证楠木溪水库饮用水源保护区取水口的水质安全；

（2）对受水区及下游的水文情势、水资源、水环境影响控制在合理程度；

（3）施工期施工场界噪声符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（4）施工期对周围居民点的大气环境影响不劣于二级标准；

（5）施工期间对陆生动植物、水生动植物生境不会带来明显影响；

（6）做好对长阳清江白甲鱼国家级种质资源保护区、长阳清江风景名胜区、清江国家森林公园、清江国家地质公园及省级生态公益林的施工防护。

1.8.1 大气环境

本项目大气环境保护目标主要为项目沿线居民点、施工作业面占地附近居民、长阳清江风景名胜区、清江国家森林公园、清江国家地质公园。项目沿线居民点和施工作业面占地附近居民保护级别为《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准；长阳清江风景名胜区、清江国家森林公园、清江国家地质公园保护级别为《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准。

1.8.2 地表水环境

本项目地表水环境保护目标为引水区隔河岩水库、引水主线受水区楠木溪水库及下游河流联棚河、引水支线受水区长岭河，以及受水工构筑物工程施工影响的丹水河、金

盆河、沿头溪、泉溪河。隔河岩水库及楠木溪水库为饮用水源地，地表水环境保护级别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，长岭河地表水环境保护级别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准；丹水河、金盆河地表水环境保护级别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，沿头溪、泉溪河地表水环境保护级别为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

1.8.3 声环境

声环境保护目标主要为项目作业点厂界 200m 范围内居民、工程沿线 200m 范围内居民点，保护级别为《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

1.8.4 地下水环境

本项目评价范围内没有地下饮用水源地等地下水环境保护目标。

1.8.5 生态环境

本工程生态保护目标为评价范围内的地形地貌、植被、水土保持、野生动物、土地利用，本项目涉及的区域长阳清江白甲鱼国家级种质资源保护区、长阳清江省级风景名胜区、长阳清江国家森林公园、长阳清江国家地质公园为重要生态敏感区。

1.8.6 环境保护目标

环境保护目标见表 1.8-1，环境保护目标示意图见附图 3。坐标取距离边界最近点位置，坐标格式为 WGS-1984 经纬度。

1.8-1 环境保护目标一览表

名称	坐标/°		保护对象	保护内容	环境功能区	相对方位	相对边界距离/m
	东经	北纬					
隔河岩水库	111°6'31.50"	30°27'22.73"	县级饮用水源地	地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准	/	/
隔河岩水库	111°13'32.42"	30°37'8.62"	县级饮用水源地	地表水		/	/
丹水河	111°8'33.78"	30°34'23.65"	河流	地表水		/	/
金盆河	111°10'37.30"	30°35'44.76"	河流	地表水		/	/
沿头溪	111°6'50.11"	30°29'9.19"	河流	地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准	/	/
泉溪河	111°7'20.95"	30°31'11.72"	河流	地表水		/	/
长岭河	111°9'4.68"	30°37'25.35"	河流	地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V类标准	/	/

名称	坐标/°		保护对象	保护内容	环境功能区	相对方位	相对边界距离/m
	东经	北纬					
长阳清江风景名胜	/	/	省级风景名胜	水、气、声、生态	《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准；《声环境质量标准》（GB3096-2008）0类标准；《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准；重要生态敏感区	/	相交
长阳清江国家森林公园	/	/	国家级森林公园	水、气、声、生态		/	相交
长阳清江国家地质公园	/	/	国家级地质公园	水、气、声、生态		/	相交
长阳省级及以上生态公益林	111°21'37.84"	30°44'13.48"	省级公益林	水、气、声、生态		/	相交
长阳水土保持功能重要区	111°21'0.45"	30°43'45.46"	水土保持功能重要区	水、气、声、生态、土壤		/	相交
长阳清江白甲鱼国家级种质资源保护区	111°6'31.73"	30°27'22.80"	国家级种质资源保护区	水、声、生态		/	相交
点军联棚-艾家水源涵养水土保持功能重要区	111°12'5.59"	30°36'22.68"	水土保持功能重要区	水、气、声、生态、土壤		/	相交
取水口居民	111°6'27.28"	30°27'24.36"	居民	气、声	《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准；《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准	NW	150m
1#支洞洞口居民	111°6'28.68"	30°27'40.29"	居民	气、声		S、N	80 m
沿头溪倒虹吸居民	111°6'51.81"	30°29'1.76"	居民	气、声		W、E	100 m
泉溪河暗涵居民	111°7'26.32"	30°31'12.12"	居民	气、声		W、E	80m
2#支洞洞口居民	111°8'33.25"	30°32'56.47"	居民	气、声		W、E、S、N	180m
丹水河倒虹吸居民	111°8'33.66"	30°34'21.49"	居民	气、声	环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准；《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a类标准	S	50m
金盆分水闸居民	111°10'40.41"	30°35'41.20"	居民	气、声	环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准；《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准	N、S、SE	130m
引水主线出口居民	111°13'25.47"	30°37'2.51"	居民	气、声		N、E	100m
4#支洞出口居民	111°10'13.95"	30°36'1.80"	居民	气、声		SE、S	80m
引水支线出口居民	111°9'5.28"	30°37'27.01"	居民	气、声		NE	60m

2 项目概况

2.1 流域概况

2.1.1 流域概况

清江流域是长江出三峡后的第一条大支流，发源于鄂西利川县齐岳山龙洞沟，自西向东流经湖北省利川、恩施、建始、咸丰、宣恩、巴东、鹤峰、五峰、长阳、枝城等 10 县市，于枝城市注入长江。干流全长 423km，总落差 1430m，流域面积约 17000km²。干流河道可分为上、中、下三段：河源至恩施为上游，长 153km，落差 1070m，河床比降 7.0‰；恩施至资丘为中游，长 160km，落差 280m，比降 1.8‰；资丘至河口为下游，长 110km，落差 80m，比降 0.73‰。清江两岸支流众多，呈羽状分布，流域面积大于 500km² 主要支流有忠建河、马水河、野三河、龙王河、泗渡河、丹水、渔洋河 7 条。

桥边河发源于宜昌市土城乡白岩套村，于点军区清静庵注入长江，长岭河汇口以上集水面积 284km²，主河道长度 39.4km。长岭河属于桥边河支流，发源于土城乡梓相坪，于点军街办范家湖村汇入桥边河，长岭河集水面积 59.2km²，主河道长度 25.2km。联棚河发源于点军区联棚乡的鸡公岩、文佛山，联棚河在王家咀处分为黑林子溪和楠木溪，两溪汇合后，流经干溪、杨家棚、先锋、永红、东风、梅子溪、五龙等七个村，于点军的五龙流入长江。联棚河集水面积 38.5km²，主河道长度 18.7km。谭家河发源于宜昌市点军区谭家河村土地岭，于谭家河村的五谭路桥下注入长江。谭家河集水面积 7.6km²，主河道长度 6.3km。鲤鱼河发源于艾家镇七里村三岔河河口，于刘家村汇入长江。鲤鱼河集水面积 16.4km²，主河道长度 7.6km。柳林河为长江右岸一级支流，发源于艾家镇柳林村，于宜都市荆门山仙人桥汇入长江，自西北而东南流向，集水面积 18.4km²，主河道长 10.7km。

隔河岩水库坝址位于长阳县龙舟坪镇晒谷坪村，属大（2）型水库，坝址以上流域面积 14430km²，多年平均流量 403m³/s，平均年径流量 127 亿 m³。实测最大洪峰流量 18900m³/s，最枯流量 29m³/s。多年平均含沙量为 0.744kg/m³，年输沙量 1020 万 m³。工程按千年一遇洪水 22800m³/s 设计，相应库水位 202.77m，按五千年一遇洪水 26400m³/s 校核，相应库水位 204.59m，相应库容 37.7 亿 m³。正常蓄水位 200m（吴淞），相应库容 34 亿 m³。死水位 160m（吴淞），兴利库容 19.75 亿 m³。

楠木溪水库坝址位于点军区联棚乡楠木溪村，属小（1）型水库，水库坝址以上承雨面积 14.2km²，总库容 327 万 m³。该水库承担着防汛抗旱、农业灌溉和城镇供水等职能。

根据宜昌市生态环境局批复的《宜昌市地表水环境功能区类别划分图》确定桥边河、联棚河等点军合计 6 条河的水质管理目标见表 2.1-1。

表 2.1-1 点军区 6 条河水环境功能区水质目标

河流		水环境功能区水质目标
桥边河		IV类
长岭河		IV类
联棚河	楠木溪水库	II类
	楠木溪水库~联棚河入江口	IV类
谭家河		III类
鲤鱼河		III类
柳林河		V类

图 2.1-1 点军区 6 条河地表水环境功能区类别划分图

2.1.2 项目受水区现状存在的问题

2.1.3.1 受水区水文现状

本报告拟定的受水区为点军区，地处宜昌市中心城区长江以南，北接夷陵区三斗坪镇，南连宜都市红花套镇，西部及西南紧依长阳土家族自治县高家堰镇，隔长江与西陵区、伍家岗区相望；点军区地势东部低，西部高，以山地、丘陵为主。点军区辖 2 个乡、2 个镇、1 个街道，2030 年规划总人口约 56.3 万人，区内共有河流 13 条、总长度 167.4 公里，水库 14 座，多年平均径流深不足 830mm，多年平均水资源总量约 1.84 亿 m^3 ，但区内水资源的时间及空间分布极不均匀，地表径流量大部分分布在汛期（约占 83%），且产水量从西至东逐渐减少。受水区内各流域最小月平均流量仅占多年平均流量的 15% 左右，枯水期水量根本无法满足区内生态环境和生产需求，亟需采取生态补水措施补充生态流量和生产生活需水流量。



图 2.1-2 项目受水区河流现状

项目区需水主要有生态环境需水及生活、生产需水三部分组成。

1、生态环境用水

根据点军区已审定的各河流纳污能力核定报告及“一河一策”报告，受水区 6 条主要河流近 3 年来水质达标率均低于 75%，尤其联棚河入江口段水质达标率仅 9.1%，均需要增加生态环境水量以达到水质目标。

同时，结合现场调查情况，各河流大部分河床裸露，河道内季节性断流严重，大部分河流枯水期内河道基本干涸。另外受人类活动影响，两岸植被均有不同程度的破坏，水生动、植物多样性无法保障。现状河流的水量、水质均难以满足点军区城市发展、提高城市品位的需求。

2、生活用水

点军区现有集中供水水源 4 处，其中较大规模水厂 1 处。区域内自来水普及率达到 80%。城区主要生活及大工业用户主要由紫阳水厂供给，供水管网以枝状为主。

（1）现有主要供水设施如下：

①紫阳水厂位于点军街办紫阳大道北侧，水源取自长江。全厂设计总规模 13 万 m^3/d ，已建成的供水设施规模可达 9 万 m^3/d ，其中葛洲坝电厂等大用户高区供水规模为

1 万 m^3/d ; 紫阳水厂 2016 年~2018 年三年实际供水总量为 1400 万 m^3 、1600 万 m^3 和 1900 万 m^3 （按照生活饮用水水质标准）。目前供水服务于点军主城区居民生活及葛洲坝电厂生产用水。

②土城水厂位于土城乡，实际供水 400 m^3/d ，供水人口 1500 人。

③桥边自来水厂位于桥边镇，实际供水 200 m^3/d ，供水人口 1900 人。

④艾家镇现状供水来自七里冲水库，实际供水 400 m^3/d ，供水人口 800 人。

（2）供水现状存在的问题

①点军区水资源总量充沛，但年内分配不均，调节能力偏低，水库实际可供水量限制水厂规模；水旱灾害、连丰连枯现象频繁；

②供水系统较为简单，管网不完善，现状紫阳水厂为点军城区唯一供水水厂，且管径较小，安全性较差；

③河道水质由于污染正不断加剧，桥边河流域、联棚河流域、柳林河流域水质受污染的威胁越来越大。楠木溪、七里冲等水源污染现象存在，现状保护较差。

结合现场调查情况，紫阳水厂现状供水成本约 1.44 元/ m^3 （其中取水电价 0.23 元/ $\text{kw} \cdot \text{h}$ ），由于水厂主要供水对象发生变化，取水电价将调整至 0.58 元/ $\text{kw} \cdot \text{h}$ 。同时，由于单一水源的一端供水导致管网敷设范围大、线路过长，运行管理及维护难度较大，输水损失过高，供水成本预计将超过 3 元/ m^3 。

3、生产用水

根据调查，点军区工业用水均由自来水供给，因此，项目区生产用水主要为灌溉用水。

近年来随着城市建设的加快，灌区部分农田变为城区用地，导致输水设施损毁或中断，现状但仍有部分农田灌溉无法保障。

长岭河、柳林河、鲤鱼河及联棚河流域内的农田现状无可靠的灌溉水源，均直接从附近的河道取水，基本处于“靠天吃饭”的状态，每逢枯水季节灌溉用水都得不到保证，甚至无水可引，对当地的农业生产及发展极为不利。

2.1.2.2 受水区水质现状

根据 2018~2019 年宜昌市水环境质量月报中点军区主要河道及水库水质监测结果，联棚河红光二桥断面（入江口考核断面）大多数时段属 V 类，桥边河为 III~IV 类水。楠木溪水库均属 II 类，水质稳定，季节变化不大，总体水质较稳定。



图 2.1-3 联棚河联棚乡景观娱乐用水区内水质常规监测断面

根据 2018、2019 年联棚河实测水质，河道现状水质为 V-劣 V 类，主要为总磷超标，现状水环境状况不容乐观。

联棚河联棚乡景观娱乐用水区水功能区水质目标为 II 类，由于该河段下游建有点军第一污水处理厂，该河段入江口断面难以达到 II 类水质目标，本次工程规划拟采用引调水工程使联棚河联棚乡景观娱乐用水区在楠木溪水库~碧桂园断面规划年达到 II 类，碧桂园~红光二桥水质管理目标规划年达到宜昌市地表水环境功能区要求的地表水 IV 类标准。

2.2 工程建设的必要性

(1) 是贯彻落实习近平总书记重要指示精神的需要

党的十八大以来，习近平总书记多次从生态文明建设的宏阔视野提出“山水林田湖

草生命共同体”的理念，强调“对山水林田湖草进行统一保护、统一修复是十分必要的”。2018年4月，习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上再次强调，要把修复长江生态环境摆在压倒性位置，从生态系统整体性和长江流域系统性着眼，统筹山水林田湖草等生态要素，实施好生态修复和环境保护工程。与此同时，近年来在党中央、国务院先后印发的《生态文明体制改革总体方案》《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》《关于坚持和完善中国特色社会主义制度推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》等重要文件中，均对山水林田湖草生态保护修复做出明确部署。统筹山水林田湖草一体化保护和修复，已逐步成为推进国家生态文明建设领域治理体系和治理能力现代化的重要环节。湖北省长江三峡地区位于长江上、中游分界点，“大国重器”三峡大坝坐落于此，区域生态系统具有重要的水土保持、水源涵养、防洪调蓄和生物多样性维护等功能，对于调节维持长江中、下游的生态稳定具有不可替代的作用，是支撑长江经济带绿色高质量发展的重要战略支点。在党中央、国务院的正确领导下，湖北省委、省政府积极响应长江经济带“共抓大保护、不搞大开发”的战略部署，牢记习近平总书记处理好“五个关系”的嘱托和“四个着力”“四个切实”的要求，树立“生态优先、绿色发展”理念，把长江大保护作为重要政治任务，积极探索山水林田湖草各要素整体保护、系统修复、综合治理的有效途径。2018年11月，通过财政部、自然资源部、生态环境部组织的竞争性评审，湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程正式列入国家第三批试点，为切实解决该地区突出生态环境问题，提供了前所未有的全方位支持。因此，实施山水林田湖草生态保护修复工程是党中央、国务院为破解生态环境修复治理难题、筑牢生态安全屏障做出的重大决策部署，是生态文明建设的重要内容，2018年宜昌市首次入选国家第三批试点。宜昌市总体目标是实现“一江清水向东流”，重点围绕七大任务展开，推进“三水共治”，保障长江中下游水安全。

本次清江水系连通及生态修复工程涉及点军的6条河流均为长江一级支流或敏感支流，开展清江水系连通及生态修复工程是践行习近平总书记关于长江经济带建设“共抓大保护、不搞大开发”精神的重要战略举措，也是实现天蓝水清、环境优美、生态优良

美丽中国的发展要求，还是贯彻新发展理念的生动实践，是扎实做好水污染治理、水生态修复、水资源保护“三水共治”的重要举措，更是推动宜昌建设长江经济带绿色发展示范区和长江生态保护制度改革试点的重要基础。

（2）是提升城市功能，建设生态文明城市的需要

近年来，湖北省强化长江经济带生态保护和绿色发展的责任担当，出台《关于大力推进长江经济带生态保护和绿色发展的决定》，实施《湖北长江经济带生态保护和绿色发展总体规划》和五个专项规划，不断健全完善长江流域生态保护修复制度体系。宜昌先后制定实施《宜昌市生态文明建设目标评价考核办法》《宜昌市绿色发展指标体系》等政策文件，制定黄柏河流域保护条例和城区重点绿地保护条例，组建黄柏河流域综合执法局，探索实施黄柏河流域断面水质达标情况与生态补偿资金、矿产资源开采指标“双挂钩”。目前在中央的统一部署下，各地全力推行以“河湖长制”管理为核心的水环境综合治理工作，计划通过三至五年的努力，基本实现“水清、水动、水畅、岸绿、景美”的目标，完善“河湖长制”，确保生态保护修复责任落实到位，为统筹推进山水林田湖草生态保护修复奠定了较好的制度条件。

生态文明战略部署带来良好的政策环境。党的十八大以来，党中央把生态文明建设作为统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局的重要内容。特别是党的十九大将生态文明建设提到中华民族永续发展千年大计的高度，强调要牢固树立社会主义生态文明观，推动形成人与自然和谐发展现代化建设新格局，这为长江宜昌段加快新时代生态文明建设，推进绿色发展指明了方向。长江大保护一系列部署提供了行动指南。习总书记多次强调要以共抓大保护、不搞大开发为导向推动长江经济带发展。湖省委省政府坚持把保护修复长江生态环境摆在压倒性位置，出台《湖北长江经济带生态环境保护规划（2016~2020年）》、《湖北长江大保护九大行动方案》等重要指导文件，宜昌市制定《长江宜昌段生态环境修复和三峡生态治理试验总体方案（2017-2020年）》、《中共宜昌市委宜昌市人民政府关于化工产业专项整治及转型升级的意见》等文件，在长江宜昌段探索开展生态环境整体保护、综合治理、系统修复和科学试验，明确了长江宜昌段生态环境保护 and 绿色发展的具体路径。绿色产业催生绿色发展新机遇。

清江水系连通及生态修复工程的实施，可以使水系资源与城市发展形成良好互动，以水网为纽带、以水文化为依托，使水系资源的公共属性和滨水空间的共享性得以强化，为塑造城市地区的滨水特征和展示城市特色奠定良好的现实基础，为构建生态文明城市发挥重要作用。

（3）是促进流域污染治理，改善河湖水质的需要

受水区 6 条河流由于入河污染量增多、河道水动力不足等原因，现状污染负荷远超水体自净能力，导致水环境恶化，河道断面水质常年达不到水功能区水质目标要求，现状基本处于 V~劣 V 类。解决这一问题的有效途径首先是削减污染物入河量。根据节截污控污分析，规划水平年在落实国家节水减排要求、充分发挥现有污染治理能力和水平下，实施截污控污措施后，受水区 6 条河流河网水质在多数月份仍不能达到水功能区水质目标要求，全年水质日历时保证率在 25%~45%，水质类别在 IV~V 类，亟需在控制污染物入河量基础上增加河道水环境容量，即引入客水来改善当地生态环境。

实施清江水系连通工程，恢复河湖联系，形成动态水系网络，可以增强河湖水循环动力，加快水体交换，增强水体流动性，改善河湖水动力条件，增强水体纳污能力，提高环境自净能力，进而有效改善点军区河湖水质，消除河流劣 V 类水质、环境承载力的提高可以显著降低污染治理成本。对点军区桥边河、联棚河等流域污染治理、改善地区水生态环境问题具有积极意义。

（4）是促进生物交换，提高区域生物多样性的需要

受生态空间减少、生态系统破碎化等因素影响，近年来宜昌地区部分野生动植物种群栖息地遭受蚕食侵占较为明显，水生生物繁衍生存受到严重干扰，动植物群落结构单一化趋势明显，野生动植物种群数量减少。调查结果显示，宜昌地区特有的红豆杉、巴山榧树、三尖杉、连香、珙桐等原生植物群落受损明显，荷叶铁线蕨、红豆杉等濒临灭绝，苏铁、巴山粗榧、七子花、江豚、达氏鲟（长江鲟）、胭脂鱼等珍稀野生物种明显减少，长江中华鲟繁殖群体规模已由上世纪 70 年代的 10000 余尾，下降至目前的不足 100 尾，且依然呈下降趋势，白鳍豚已功能性灭绝，江豚面临极危态势。同时，斑地锦、水葫芦、水花生、加拿大黄花、凤眼莲、野燕麦、北美车前、鳄龟、巴西龟、牛蛙等外

来有害物种入侵呈加剧态势。水生态破坏严重，生物多样性明显减少。随着宜昌城市面积扩大和工程开发，原有滨河湿地、漫滩等生态系统逐步减少，陆地与水体的物质和能量交流受到阻碍，水生物生境受到破坏。此外，受水区部分河流多处河道断流，水生态破坏严重。

实施清江水系连通及生态修复工程，可以恢复点军 6 条河流流动性及连续性。通过水体流动，增氧复氧，以动制静，死水变活，促进生物交换，为生物多样性的提高提供条件，重建动植物生长、栖息、繁殖场所，再现自然生态天堂。

（5）是恢复战略应急水源，提高供水保障的需要

点军区属亚热带季风气候，区内水资源的的时间及空间分布极不均匀，地表径流量大部分分布在汛期（约占 83%），且产水量从西至东逐渐减少。根据网络新闻数据及调查显示，近几年点军区干旱频发，先后有“2014 年 2 月楠木溪水库快见底了点军喊‘渴’”；“2016 年 10 月点军 7 万余人饮水困难、村民连续两月雇车运水”、“2017 年 11 月点军两月只下了点毛毛雨、各地紧急抗旱救灾”、“2019 年 8 月[土城乡]翻山越岭，找到‘幸福源’、[联棚乡]不畏炎日，只为甘泉”、“2019 年 9 月[联棚乡]消防车变“送水车”，缓解村民用水之急”一系列干旱缺水新闻报道。据水文分析，片区内各流域最小月平均流量仅占多年平均流量的 10%左右，枯水期水量根本无法满足区内生态环境和生产需求，亟需采取生态补水措施补充生态流量和生产生活需水流量。根据水文分析，各河流最小月平均流量仅占多年平均流量的 10%左右。参考《联棚河纳污能力核定报告》，2018 年 12 月 20 日宜万铁路桥处实测流量 $0.036\text{m}^3/\text{s}$ ，仅占该处多年平均流量的 5.7%，联棚河枯期水量根本无法满足区内生态环境的需求。跨流域引水可以从根本上解决点军区水资源时间及空间分布不均的问题，同时引水量不足清江多年平均径流量的 0.03%，对清江流域内生态环境的影响甚微。因此，清江水系连通及生态修复工程的实施可从根本上解决点军区水资源时间及空间分布不均的问题，实现空间均衡。

根据《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号）及《水利部关于印发加强城市应急备用水源建设的指导意见的通知》（水规计[2017]454 号）中的相关要求，“单一水源地的地级以及以上城市应与 2020 年底前基本完成备用水源或

应急水源建设，有条件的地方可以适当提前”，“坚持节水优先、空间均衡系统治理、两手发力，以全面提升城市水源保障能力为目标，紧密结合常规水源建设，充分挖掘现有工程应急备用能力，多措并举构建城市备用水源体系，切实保障城市安全运行和可持续发展能力”。点军区现有主要供水水源为长江。紫阳水厂从长江取水，设计供水能力 8.8 万 t/d，主要为点军主城区提供水源，目前供水量 5 万 t/d。该水厂水量有保证，但前 3 年水源水质不容乐观，据 2015 年水质抽检数据，总磷超标情况较为突出。

但自习近平总书记视察湖北、考察长江后，宜昌实施了长江大保护“关、改、搬、转、治、绿”6 大举措，长江宜昌段的水质整体稳定并持续改善，经过持续努力，长江宜昌段出境水质首次提升到Ⅱ类，城区优良天数比例达到 80%。但受制于长江水为客水，不可控因素较多，长江取水依然存在一定的风险性。点军区为宜昌市的主城区之一，是宜昌新区建设的主战场，“跨江发展、两岸并进”的战略，让城市路网向点军延伸，核心项目向点军布局，重大投资向点军倾斜，其重要程度不言而喻。

目前宜昌城区规划应急备用水源地为东山运河，与主水源官庄水库同属黄柏河流域水源。近几年，东山运河沿线受城市开发影响，水质存在着现状水质差、水量难以保证、覆盖范围和保障人口较低等问题，仍然不能充分保障宜昌城区的供水安全。

本工程若能实施，未来一旦发生突发水安全事故，清江水系连通项目通过过江通道可以迅速对城区进行生活供水，将大大提升宜昌市城市供水系统的保障能力和应对突发水安全事件的能力，实现双水源双保障，一主一副互为补充的局面。

2.3 工程概况

2.3.1 地理位置

本项目建设区域位于宜昌市长阳土家族自治县及点军区，影响范围涉及 2 个县市区，4 个乡镇，8 个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村，土城乡鞍子溪村；长阳土家族自治县高家堰镇金盆村、青岩村，龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、胡家鹏村、王子石村。本项目建设地理位置见图 2.3-1。



图 2.3-1 本项目建设位置图

2.3.2 工程基本情况

项目名称：宜昌市清江水系连通及生态修复工程

建设单位：宜昌市黄柏河流域管理局

建设性质：新建

建设内容：本项目取水口位于长阳土族自治县隔河岩水库坝址上游库区左岸毛家岭冲沟，引水主线终点位于点军区楠木溪水库库尾，支线终点位于点军区长岭河。引水主线线路长 23.058km，支线长 3.930km；年引水量 9638 万 m³；设计引水流量 5.7m³/s。

（1）连通工程主要建设内容：

主线主要建筑物有：取水建筑物（含引水渠和进水口），长 0.108km；隧洞 5 座，长 21.356km；暗涵 5 段，长 0.116km；倒虹吸 3 座，长 1.535km；水闸 6 座（节制闸 3 座，退水闸 2 座，分水闸 1 座）；放空阀 3 处。

支线主要建筑物有：隧洞 1 座，长 3.930km；跌瀑 1 处。

（2）河道整治工程主要建设内容

对河道进行整治工程，规整河槽、抛石护底，减少冲刷对建筑物的影响；二是两岸加固河岸、修建岸坡，防止河道摆动；三是减小出口水流对河槽下切影响。沿头溪整治长度 160m，丹水河整治长度 210m，泉溪河整治长度 130m，主线出口段 140m，支线出口段 30m。

（3）边坡工程

在进水口、沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸和两叉河倒虹吸处，对工程过程中进行开挖的部位，进行边坡修复工程。

建设工期：36 个月

项目投资：工程建设总投资 43909.99 万元，其中环境保护工程投资 556.54 万元，水土保持工程投资 906.46 万元。

2.4 工程建设任务、选址及规模

2.4.1 工程建设任务

本项目属于宜昌市清江水系连通及生态修复工程近期建设，引水线路主线起于隔河岩水库止于楠木溪水库、支线起于金盆分水闸止于长岭河牛头湾；远期设计从长阳县清江隔河岩水库引水至点军区楠木溪水库及桥边河及下游 6 条河流。工程建成运行后，主要有以下任务：

连通清江及点军主城区 6 条河流，增强水循环运转，提高水资源的利用率，缓解点军区发展规划中生态及生产缺水问题；宜昌市点军区农业灌溉保证率达到 80%，受水区河流生态水量保证率达到 90%，规划水平年联棚河中段水质管理目标达到Ⅱ类，入江口段水质管理目标达到Ⅳ类；桥边河及其他四条河流水质管理目标达到Ⅲ类；改善城市水环境，增强城市发展潜力，提升居民居住条件，体现城市品位，弘扬水文化。

联棚河、桥边河湿地生态修复，合理配置水生植物，保护动植物生境，修复岸线生态系统，提升桥边河湿地自净能力，改善水质，消除劣Ⅴ类水体。实施清江水系连通及生态修复项目，从清江调水补充联棚河、桥边河等水量，保障点军区饮用水源供给，增加宜昌城区备用水源。

以保护与修复河流生态系统结构和功能为目标，加强自然河岸带保护与恢复，开展生态堤防护岸及生态滨水岸线建设。实施河流基底生态整治与连通性恢复，恢复河流廊道的栖息地功能、群落结构和景观系统功能，保护沿河两岸生产、生活空间，恢复河流自然生态湿地形态，构建河滨自然生态景观系统和面源污染生态拦截系统，提升河流净化能力和生物多样性水平。

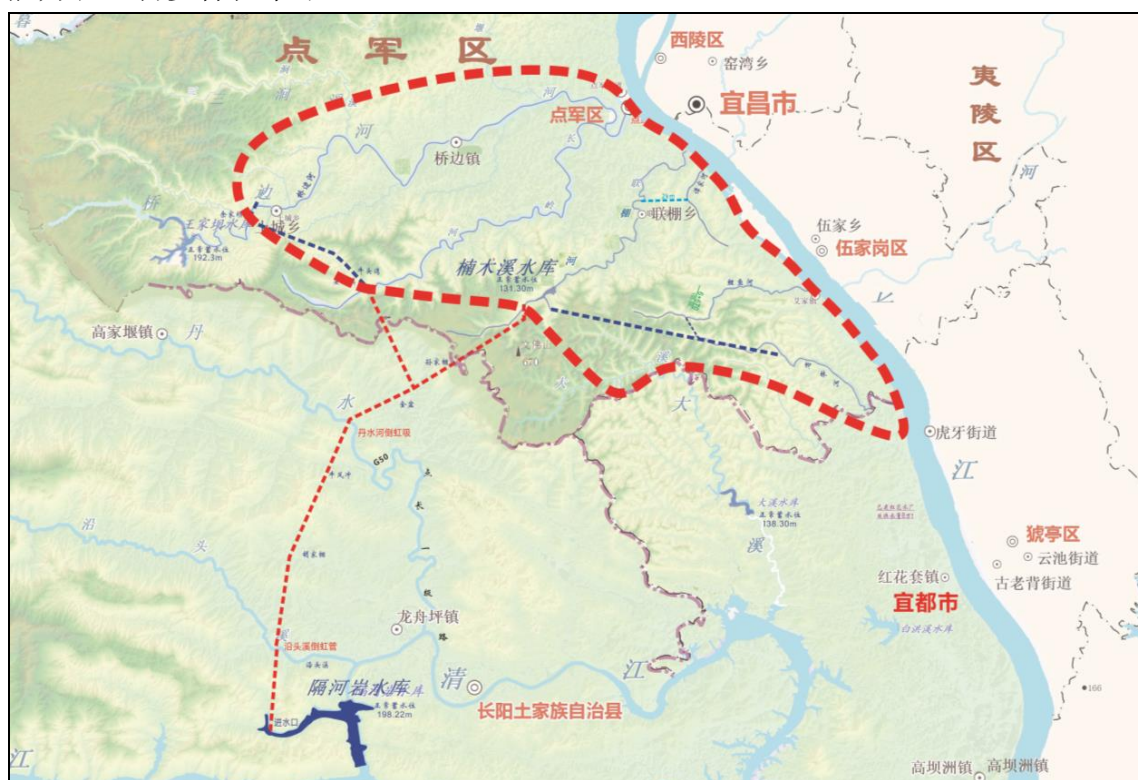


图 2.4-1 点军区受水区区位图

2.4.2 工程选址

本工程以隔河岩水库为水源，以距隔河岩水库坝址上游 3.4km 的库区左岸毛家岭冲沟为起点，线路自西南向东北穿越长阳县至点军城区西南部山地，主线终点为城区附近的楠木溪水库。支线起于金盆村附近止于长岭河牛头湾，走向大体为自东南向西北。

根据工程布局，主输水线路进水口布置于隔河岩水库坝址上游库区左岸毛家岭冲沟，距水库大坝直线距离 3.4km，进水口底板高程 176.00m，位于龙舟坪镇厚峰溪村。后于 K0+130 向东北方向输水，K2+836 至 K4+025 段以 $\Phi 1.8\text{m}$ 倒虹吸管下穿 214 县道、沿头溪及乡道，途径龙舟坪镇两河口村，后沿东北输水，K7+418 至 K7+468 以暗涵下穿泉溪河及乡道，途径龙舟坪镇胡家鹏村，继续向东北输水至 K13+214，期间于 K11+756

处穿越 G50 沪渝高速、乡道和牛凤冲，途径龙舟坪镇合子坳村、王子石村、高家堰镇青岩村，K13+425 至 K13+702 段以 $\Phi 1.8\text{m}$ 倒虹吸管下穿 318 国道和丹水，后继续向东北输水，K15+476 至 K15+545 段以 $\Phi 1.8\text{m}$ 倒虹吸管下穿两叉河，途径高家堰镇金盆村，后继续向东北输水，于 K17+789 处设置金盆分水闸向长岭河输水，主线继续向东北方向输水，于 K17+850 处穿越金盆河、点长一级路，途径联棚乡楠木溪村，隧洞止于 K23+008。支线沿西北方向途径高家堰镇金盆村，土城乡安梓溪村止于长岭河。

本工程沿输水线路从西南向东北主要穿越的河流主要有长阳土家族自治县的沿头溪、泉溪河、丹水河和宜昌点军区的联棚河和长岭河等。与输水线路交叉的交通设施主要有 G50 沪渝高速、G318 国道、点阳一级公路、X214 县道及其它乡村道路等。

输水线路起点位于清江风景名胜区、长阳清江国家地质公园、长阳清江国家森林公园，经过点军联棚-艾家水源涵养土壤保持功能重要区、长阳土壤保持功能重要区、长阳重要公益林，输水主线止点为楠木溪水库水源地二级保护区。

2.4.3 工程规模

1、设计流量

隔河岩水库至金盆分水闸节制闸设计流量为 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，金盆分水闸节制闸至楠木溪水库设计流量为 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ ，金盆分水闸节制闸至长岭河设计流量为 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

（1）进水口

本工程总净需水量为 $8762\text{m}^3/\text{s}$ ，总净需水流量为 $5.19\text{m}^3/\text{s}$ ，再考虑 10% 的输水损失，则可得到总引水规模为 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）输水工程

主线输水线路隧洞共 5 座，总长 21.356km ，占比 92.36%；支线线路隧洞 1 座，长 3.930km 。最长隧洞为 5#隧洞，长 7.452km 。根据地质围岩分类，隧洞均为岩石洞，其中 II 类围岩长 0.468km ，III 类围岩长 14.936km ，IV 类围岩长 5.271km ，断层及浅埋段（含 V 类围岩）长 0.593km 。

引水隧洞主线桩号 K0+089~K17+789 段设计流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，桩号 K17+789~K23+008 段设计流量 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ 。引水隧洞支线起点位于主线桩号 K17+789 处，此处设金盆节制闸

分水闸，支线隧洞桩号 Z0+000~Z3+390，长 3930m，设计流量 3m³/s。

2、设计水位

（1）水库特征水位

根据工程布置，输水工程起点为隔河岩水库，本阶段工程输水涉及的水库为楠木溪水库，取水和输水工程设计水位，主要依据各水库特征水位来拟定。

根据《清江水布垭、隔河岩、高坝洲梯级水库调度规程》，隔河岩水库各特征水位采用吴淞高程，原设计死水位 160.00m，水布垭建成后隔河岩水库兴利调度最低运行水位为 180.00m，相应库容 10.77 亿 m³，其正常蓄水位 200.00m，相应库容 30.18 亿 m³，设计洪水位 203.14m，校核洪水位 204.54m，总库容 23.53 亿 m³。

根据《楠木溪水库除险加固工程初步设计报告》，楠木溪水库采用 1985 国家高程基准，楠木溪水库正常蓄水位 131.29m，设计洪水位 131.75m，校核洪水位 134.05m。

表 2.4-1 水库特征水位一览表

特征水位	水库特征水位	
	隔河岩水库（吴淞高程，m）	楠木溪水库（1985 国家高程基准，m）
校核洪水位	204.54	134.05
设计洪水位	203.14	131.75
正常蓄水位	200.00	131.29
汛限水位	198（5月21日~6月20日） 193.6（6月20日~7月31日）	—
死水位	160.00（原设计） 180.00（水布垭建成后）	115.69

注：吴淞高程-1.74m=1985 国家高程基准。

（2）进水口设计水位

根据《清江水布垭~隔河岩~高坝洲梯级水库调度规程（附录三联合发电研究专题）》（2013.4.27），水布垭水库建成发电投产后，隔河岩水库联合调度运行最低水位调整为 180.00m（吴淞），本次取水口设计水位取调度运行最低水位 180.00m（吴淞），即 178.26m（1985 国家高程基准）。根据取水流量及进水口尺寸，进水口底板高程需低于取水水位 2.20m，故本次进水口底板高程取 176.00m（1985 国家高程基准），该进水口底板高程能满足设计规模取水流量 5.7m³/s 取水保证率超过 90%的要求。

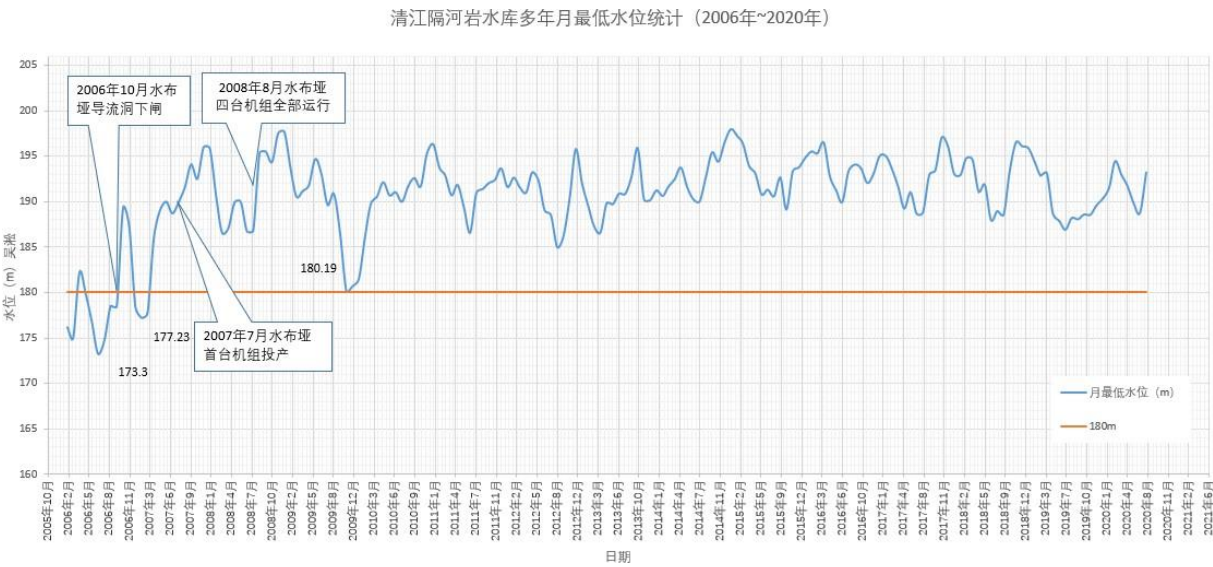


图2.4-2 清江隔河岩水库多年月最低水位统计（2006 年~2020 年）

（3）出水口水位

本工程分别引水主线入楠木溪水库、支线入长岭河，其出口水位分别为楠木溪水库正常蓄水位、支线出口处长岭河 30 年一遇设计洪水对应的水位。引水主线出口水位为 143.98m，支线出口水位为 144.33m。

（4）输水线路水位

本项目输水线路输水线路设计流量及设计水位信息见表 2.4-2、2.4-3，隔河岩水库至楠木溪水库输水线路水面线见图 2.4-3。

（5）分水口及主要建筑物

本项目分水口及主要建筑物设计水位见表 2.4-4。

表 2.4-4 宜昌市清江水系连通及生态修复工程设计规模一览表

编号	类别	名称	桩号	设计流量 (m ³ /s)	设计水位 (m)
1	进水口	进水口	K0-019~K0+089	5.7	178.26
2	输水工程	隔河岩水库至楠木溪水库引水主线	K0+089~K17+789	5.7	178.00-148.19
3		隔河岩水库至楠木溪水库引水主线	K17+789~K23+008	2.7	148.19-143.98
4		金盆分水闸节制闸至长岭河输水线路引水支线	Z0+000~Z3+390	3.0	148.19-144.87
5	输水线路 建筑物	沿头溪退水闸	K2+854	2.85	175.00
6		沿头溪节制闸	K2+859	5.7	175.00
7		丹水退水闸	K13+443	2.85	157.52
8		丹水节制闸	K13+449	5.7	157.52

9		金盆分水闸	K17+789	3.0	148.19
10		金盆节制闸	K17+789	2.7	148.19

2.5 工程等级及项目组成

2.5.1 工程等级及设计标准

本项目年引水量 9638 万 m^3 ，设计引水流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《调水工程设计导则》（SL430-2008）9.2.1、9.2.2 之规定，设计引水流量介于 $2\sim 10\text{m}^3/\text{s}$ ，确定本工程规模为 III 等中型工程。

工程自长阳县隔河岩水库取水，取水建筑物位于距大坝约 13.3km 的库区左岸，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）4.2.1 内容，隔河岩水库水电站工程为 I 等大（1）型工程，拟建取水建筑物作为隔河岩水库次要建筑物，其级别为 3 级建筑物。根据《调水工程设计导则》（SL430-2008）9.2.3 条之规定，本工程取水建筑物作为主要建筑物，其级别为 3 级建筑物。即取水建筑物级别确定为 3 级建筑物。

隔河岩水库至金盆输水隧洞设计流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，金盆至长岭河牛头湾、楠木溪水库的输水隧洞设计流量分别为 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《调水工程设计导则》（SL430-2008）9.2.3 条之规定，引水线路上的隧洞、涵闸、倒虹吸等主要建筑物级别为 3 级建筑物。根据《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》（SL482-2011）3.1.5 条之规定，各建筑物设计洪水标准为 30 年一遇、校核洪水标准为 100 年一遇。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及有关规范，地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，地震动反应谱特征周期 $0.35s$ ，相应地震基本烈度 VI 度，按《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）规定，对于 VI 度地震可不考虑抗震设计。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL 654-2014），宜昌市清江水系连通及生态修复工程为 III 等调水工程，确定工程合理使用年限为 50 年。本工程主要建筑物级别为 3 级，为此，确定 3 级建筑物的合理使用年限为 50 年，其它 4 级建筑物的合理使用年限为 30 年。工程中的永久水工建筑物中的闸门、金属管件的合理使用年限为 30 年。

本工程的工程边坡，根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007）及本工程

建筑物级别，综合考虑工程边坡失事后的影响及处理难度，确定工程边坡为3级，其正常运用抗滑稳定安全系数1.20~1.15，非常运用抗滑稳定安全系数1.15~1.05。

2.5.2 工程组成

本项目建设内容详见表2.5-1。

表 2.5-1 建设内容一览表

工程类别	工程名称		建设内容
主体工程	引水工程	取水口工程	进水口
		隧洞工程	1#隧洞
			2#隧洞
			3#隧洞
			4#隧洞
			5#隧洞
		倒虹吸工程	沿头溪倒虹吸
			丹水倒虹吸
			泉溪河倒虹吸
		暗涵工程	泉溪河暗涵
			3#隧洞出口暗涵
			4#隧洞进口暗涵
			4#隧洞出口暗涵
			5#隧洞进口暗涵
		涵闸工程	金盆节制闸、分水闸
			沿头溪退水闸
			沿头溪节制闸

工程类别	工程名称			建设内容
河道整治工程				制，设计流量为 5.7m ³ /s。
			丹水退水闸	桩号 K13+443 处，位于丹水倒虹吸进口上游连接段的右岸，设计流量为 2.85m ³ /s。
			丹水节制闸	桩号 K2+859 处，位于丹水倒虹吸进口处，主要用于水位控制，设计流量为 5.7m ³ /s。
	河道整治工程	河岸整治工程	沿头溪	沿头溪倒虹吸穿河处，整治长度为 160m，整治措施为沿头溪倒虹吸。
			丹水河	丹水河倒虹吸穿河处，整治长度为 210m，整治措施为两岸采用块石挤压。
			泉溪河	两叉河倒虹吸穿河处，整治长度为 130m，整治措施为两岸采用抛石护底。
			主线出口段	引水主线出口段，整治长度为 140m，整治措施为两岸采用生态砌石挡墙。
			长岭河	引水支线出口段，整治长度为 30m，整治措施为两岸采用抛石护底。
	边坡工程	边坡整治工程	涵洞、隧洞、倒虹吸边坡	根据岩土特性和地形条件采取喷锚、混凝土格构、植草、设排水沟等防护措施。
施工辅助工程	交通工程	新建道路工程	进口	利用利用临时道路硬化，总长 735m，并新修桥梁 20m，用于连接 X214 县道。
			沿头溪倒虹吸	利用临时道路硬化，总长 301m，用于连接 X214 县道。
			丹水倒虹吸	利用临时道路硬化，总长 287m，用于连接 318 国道。
			主线出口	新修桥梁 20m，用于连接 040 乡道。
	临时工程	施工支洞工程	1#支洞	1#施工支洞口位于毛家岭冲沟内，出口与主洞在桩号 K0+750m 处垂直相交，该支洞长 212m。
			2#支洞	2#施工支洞进口位于王石子村牛红冲芭蕉溪韩家湾沟内，出口与主洞交汇点桩号为 K11+000m，该支洞长 548m。
			3#支洞	3#施工支洞位于金盆河彭家湾沟内，与主洞交汇点桩号为 K18+900m，位于冲沟上游陡坎下面，该支洞长 526m。
			4#支洞	4#支洞位于金盆河沈家棚村金盆河上游冲沟转弯处左侧，出口与支线隧洞在桩号 Z1+200m 处垂直交汇，该支洞长 192m。
		施工围堰工程	进口段围堰	进口段采用岩埂围堰施工，口段桩号 K0-019~K 0+01817.72m 为岩埂段，岩埂开挖高度为 25m 左右，顶宽设置为 2.0m。
			沿头溪倒虹吸围堰	沿头溪倒虹吸在桩号 K3+427~K3+461 附近下穿沿头溪河，围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料；堰顶宽度 2m。
			泉溪河暗涵围堰	泉溪河暗涵在桩号 K7+418~K7+468 附近下穿泉溪河，围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料，堰顶宽度 2m。
			丹水河倒虹吸围堰	丹水河倒虹吸在桩号 K13+500~K13+640m 附近下穿丹水河，围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料；堰顶宽度 2m。
			两叉河倒虹吸围堰	两叉河倒虹吸在桩号 K15+476~K15+545 附近下穿泉溪河，围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料；堰顶宽度 2m。
		临时道路工程	进口段及 1#支洞附近施工道路	从进口段附近的毛家岭乡村公路处新建一条施工道路至进口段处，全长 0.8km，道路跨越毛家岭冲沟处新建一座漫水桥，后期道路硬化作为永久运行管理道路。
			沿头溪倒虹吸管两岸施工道路	沿头溪倒虹吸管沿线跨越沿头溪和罗家湾冲沟，从现有道路新建临时通道至沿线各施工点，全长 1.8km。道路跨越沿头溪处需新建一座漫水桥，部分道路后期硬化作永久道路。
			泉溪河暗涵两岸施工道路	泉溪河暗涵横跨 011 乡道，进出口均位于乡道旁，为满足施工，拟新建临时便道约 0.1km，道路跨越泉溪河处需新建一座漫水桥。
			2#支洞洞口施工道路	2#施工支洞位于芭蕉溪冲沟左岸，本次拟新建临时道路及漫水桥连接支洞口与右岸现有乡道，全长 0.2km。
			丹水倒虹吸管两岸施工道路	丹水倒虹吸管横跨 G318 国道，本工程新建漫水桥横跨丹水河，并新建临时道路至沿线各施工点，道路全长约 1.2km，部分临时道路后期硬化作永久道路。

工程类别	工程名称			建设内容
			两叉河倒虹吸管 两岸施工道路	两叉河倒虹吸管位于高家堰镇金盆村，目前有乡村公路到达右岸半山农户处，从此修建临时道路至拟建倒虹吸管进口，并采用漫水桥跨越河道，道路全长约 0.5km。
			3#支洞洞口施工 道路	3#支洞位于点军-长阳一级公路旁彭家湾冲沟左岸，本次拟新建点长一级路至支洞口道路，并新建漫水桥跨越支沟，并沿点长一级路一侧新建道路连接支洞出口与 10#、11#弃渣场，道路全长 0.4km。
			主线出水口施工 道路	引水隧洞出水口位于联棚河（黑林子溪），出水口下游约 50m 处有乡村道路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.4km。
			4#支洞洞口施工 道路	4#支洞位于引水支线，Z1+450 桩号，本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.4km。
			支线出水口施工 道路	长岭河支线出水口位于长岭河右岸南，出洞口对岸有乡村公路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.2km。
	施工导流建筑	隔河岩水库进水口		隔河岩水库进水口导流建筑物为预留岩埂，考虑围堰承受水头稳定要求，最终成型岩埂顶宽度 6.0m，堰顶高程 200.00m，堰顶与基坑最大高差为 24m。预留岩埂的外侧边坡为现状岩体边坡，内侧边坡为 1： 0.5。
		沿头溪倒虹吸管		沿头溪跨河段埋管采用左岸开挖明渠导流的方式。导流明渠底宽 4m，进口高程 94.00m，出口高程 93.13m，总长约 171.0m，两侧边坡 1： 1.5。
		丹水倒虹吸管		围堰顶高程均设计为 128.30m。上、下游围堰均采用附近开挖的土石渣填筑，围堰顶宽均设置为 2.0m，上、下游围堰最大堰高分别为 3.2、2.0m，两侧边坡均为 1:2.0。
	施工工区			本工程的施工场地划分为 11 个部分，各工程区各自设置独立的施工辅助企业及生活区等。每个施工工区布置砂石加工、混凝土系统、钢筋模板加工系统、综合仓库、机械修配保养场、施工风水电设施以及生活营地等。
	临时用水、用电			生活用水取自周围居民自来水，施工用水取自工地周围水体；“永临结合”，供电取自就近搭接并架设线路输送至各处洞口的施工变压器，再连至用电单元，每个施工面备用一台柴油发电机
	通讯			对外联系可通过固定电话、移动相结合的通信方式，工地内部采用无线对讲机的通信
	供风			隧洞开挖均采用洞口固定式供风系统，每处洞口配备 1 台空压机，单机平均供风量 40m³/min
	环保工程	废水	施工期	生活污水
生产废水				单个施工区生产废水处理能力不低于 5 m³/d，施工生产废水经隔油池、沉淀池处理后回用；隧道施工废水沉淀池处理能力不低于 10 m³/d，废水经沉淀处理后用于洒水抑尘；隔油池、沉淀池均采用防渗处理；基坑废水采用自然沉降处理，必要时投加絮凝剂，上清液回用或排至河道下游；
营运期			工程管理处新建 4m³ 化粪池，管理人员生活污水经化粪池处理后，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达标后排放；	
废气		施工期	施工扬尘	砂石土料等易扬尘物质采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡；对砂浆拌和、卸料等产生点增设简易防尘设施，如工作棚、挡尘板、喷水设施等防止扬尘；施工地面硬化并采取洒水降尘；施工工地围挡不低于2m
			燃油废气	采用先进施工机械并加强维护，防止汽油和柴油事故性泄露；使用清洁能源，严禁燃煤和焚烧垃圾
			隧道施工废气	隧道施工采取洒水降尘措施，严格控制炸药装填量
		营运期		工程管理处食堂油烟废气，经过油烟净化器处理达标后高空排放

工程类别	工程名称		建设内容	
	噪声	施工期	对施工区设置围挡降噪；采用低噪声施工机械，合理安排施工时间；控制炸药装填量，严禁夜间爆破；对空压机、水泵等产噪设备采取基础减振、隔声罩隔声措施	
		营运期	在泵站周围进行植树绿化，形成植物屏障。选择噪声值符合国家环境保护标准的水泵，加强水泵的维护和保养工作，应定期对其进行保养，保证良好的运行状况。	
	固废	施工期	弃方	废弃土石方运至指定弃渣场处理
			生活垃圾	生活垃圾定点收集，定期运至最近的垃圾收集站处理
			废油	废油、食堂废油脂等交由有处理资质单位处理
		营运期	生活垃圾有垃圾桶分类收集，定期有环保统一收集处理	
	生态破坏		植被恢复、林地补偿、耕地补偿，生态避让、生态补偿	
	水土流失		表土剥离及返还，袋装土拦挡，防雨布苫盖，设置临时排水沟及沉沙池、截排水沟；硬化层清除，土地平整复耕种植灌木，撒播草籽；	

2.6 工程总布置及建筑物

2.6.1 工程总布置

本项目引水线路全长 26.988km，其中，引水主线长 23.058km，支线长 3.930km。主线主要建筑物有：取水建筑物，含引水渠和进水口，长 0.108km；隧洞 5 座，长 21.356km；暗涵 3 段，长 0.059km；倒虹吸 3 座，长 1.535km。其中 1#隧洞起止桩号为 K0+059~K2+836，长 2777m；沿头溪倒虹吸起止桩号 K2+836~K4+025，长 1189m；2#隧洞起止桩号 K4+025~K7+428，长 3403m；泉溪河暗涵起止桩号 K7+428~K7+443，长 15m；3#隧洞起止桩号 K7+443~K13+390，长 5947m；3#隧洞出口暗涵起止桩号 K13+390~K13+425，长 35m；丹水倒虹吸起止桩号 K13+425~K13+702，长 277m；4#隧洞起止桩号 K13+702~K15+476，长 1774m；两叉河倒虹吸起止桩号 K15+476~K15+545，长 69m；5#隧洞进口暗涵起止桩号 K15+545~K15+554，长 9m；5#隧洞起止桩号 K15+554~K23+009，长 7455m；出口设出水池，河道进行防护。支线主要建筑物有：隧洞 1 座，起止桩号 Z0+000~Z3+930，长 3.930km；出口设跌瀑及消力池，河道进行防护。建筑物的合理使用年限为 50 年。

详细见表 2.6-1。

表 2.6-1 输水建筑物情况一览表

建筑物	桩号 (km+m)	长度 (m)	围岩 分类	开挖断面 尺寸 (m)	断面净尺寸 (m)	衬砌及支护型式	备注

建筑物	桩号 (km+m)	长度 (m)	围岩 分类	开挖断面 尺寸 (m)	断面净尺寸 (m)	衬砌及支护型式	备注
进水口	K0-019~ K0+089	108					
1#隧洞	K0+089~ K0+250	161	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚	
	K0+250~ K0+310	60	V	3.6×3.74	2.2×2.54	超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期 全断面 50cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K0+310~ K0+550	240	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚	
	K0+550~ K0+610	60	V	3.6×3.74	2.2×2.54	超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期 全断面 50cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K0+610~ K1+800	1190	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚	
	K1+800~ K1+905	105	V	3.6×3.74	2.2×2.54	超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期 全断面 50cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K1+905~ K2+806	901	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K2+806~ K2+836	30	IV	3.6×3.74	2.2×2.54	管棚注浆+超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 50cm 厚钢筋混凝土衬砌	出口
沿头溪倒 虹吸	K2+836~ K4+025	1189			Φ1.8	球墨铸铁管、钢管	
2#隧洞	K4+025~ K4+055	30	IV	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+超前小导管+钢拱架+挂网喷护20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	进口
	K4+055~ K4+222	167	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K4+222~ K4+987	765	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K4+987~ K6+210	1223	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护, 后期采用 30cm 厚钢 筋混凝土衬砌	
	K6+210~ K7+398	1188	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K7+398~ K7+428	30	III	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+超前小导管+钢拱架+挂网喷护20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	出口
泉溪河 暗涵	K7+428~ K7+443	15			2.2×2.3	暗涵	
3#隧洞	K7+443~ K7+483	40	III	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+超前小导管+钢拱架+挂网喷护20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	进口
	K7+483~ K7+720	237	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K7+720~ K7+880	160	V	3.6×3.84	2.2×2.54	超前小导管+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K7+880~ K10+908	3028	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K10+908~ K10+964	56	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K10+964~ K11+550	586	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K11+550~ K11+989	439	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断 面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K11+989~ K12+505	516	III	3.2×3.24	3.0×2.94	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	K12+505~ K12+562	57	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K12+562~ K12+602	40	IV	3.6×3.84	2.2×2.54	超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断 面40cm 厚钢筋混凝土衬砌	浅埋段
	K12+602~ K12+610	8	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面	

建筑物	桩号 (km+m)	长度 (m)	围岩 分类	开挖断面 尺寸 (m)	断面净尺寸 (m)	衬砌及支护型式	备注
						30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K12+610~ K13+078	468	II	3.2×3.24	3.0×2.94	素喷 10cm 厚+底板 20cm 厚 C25 混凝土	
	K13+078~ K13+178	100	V	3.6×3.84	2.2×2.54	超前小导管+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	
3#隧洞出口暗涵	K13+390~ K13+425	42			2.2×2.3	暗涵	
丹水倒虹吸	K13+425~ K13+702	277			Φ1.8	球墨铸铁管、钢管	
4#隧洞	K13+702~ K13+732	30	IV	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	进口
	K13+732~ K13+932	200	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K13+932~ K14+260	328	III	3.2×3.24	2.4×2.84	挂网锚喷 10cm 厚, 后期 30cm 钢混凝土衬砌	
	K14+260~ K14+320	60	V	3.6×3.84	2.2×2.54	超前小导管+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全 断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K14+320~ K15+029	709	III	3.2×3.24	2.4×2.84	挂网锚喷 10cm 厚, 后期 30cm 钢混凝土衬砌	
	K15+029~ K15+446	417	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K15+446~ K15+476	30	IV	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	出口
两叉河倒虹吸	K15+476~ K15+545	69			Φ1.8	球墨铸铁管	
5#隧洞进口暗涵	K15+545~ K15+554	9			2.2×2.3	暗涵	
5#隧洞	K15+554~ K15+584	30	IV	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	进口
	K15+584~ K15+850	266	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K15+850~ K16+850	1000	III	3.2×3.24	2.4×2.84	挂网锚喷 10cm 厚, 后期 30cm 钢混凝土衬砌	
	K16+850~ K17+000	150	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K17+623~ K18+678	1055	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	K18+678~ K22+979	4301	III	3.2×3.24	2.4×2.84	挂网锚喷 10cm 厚, 后期 30cm 钢混凝土衬砌	
	K22+979~ K23+009	30	III	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	出口
支线隧洞	Z0+000~Z1 +000	1000	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	Z0+100~Z3 +700	3900	III	3.2×3.24	2.4×2.84	挂网锚喷 10cm 厚+底板 20cm 厚C25 混凝土	
	Z3+700~Z3 +900	200	IV	3.2×3.44	2.2×2.54	钢拱架+喷锚钢筋网支护 10cm 厚, 后期全断面 30cm 厚钢筋混凝土衬砌	
	Z3+900~Z3 +930	30	III	3.6×3.84	2.2×2.54	管棚注浆+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护 20cm 厚, 后期全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌	出口

2.6.1 取水口

隔河岩水库至楠木溪水库引水线路进水口选定于距隔河岩水库大坝约 3.3km 的库区左岸毛家岭支沟，该进水口与主河床距离适中，能够保证取水水质，同时利用湖汉的有利地形，便于围堰填筑。

本次取水口推荐采用竖井式，取水口底板高程为 176.00m，隔河岩水库运行死水位 178.26m、正常蓄水位 198.26m，竖井施工采用岩梗围堰挡水，围堰顶高程为 200.00m。岩梗爆破拆除后设置 36.70m 的引水渠引水至拦污栅，拦污栅前设置长 11.0m 的沉砂池。拦污栅倾角为 70° ，孔口尺寸为 $3.5 \times 3.5\text{m}$ ，拦污栅后接总长为 20.0m 的连接隧洞，隧洞净空断面尺寸为 $1.8 \times 1.8\text{m}$ 的矩形断面。连接段后为竖井闸室段，竖井深 36.11m，竖井平台高程 210.00m，竖井开挖断面尺寸为 $8.5 \times 11.0\text{m}$ 的矩形断面。竖井内设事故闸门、调流阀，竖井调流阀段净空尺寸为 $6.5 \times 6.5\text{m}$ ，井内设置 12 根撑梁及 6 圈圈梁，并设置回旋混凝土爬梯，以便工作人员检修。事故闸门为平板闸门，闸门孔口高 1.8m，闸门后边墙内埋设 1 根直径 20cm 的通气管。调流阀直径为 1.8m，前后用圆形钢管连接隧洞，调流阀后边墙内也埋设 1 根直径 20cm 的通气管，竖井前后各设置两道止水，侧墙厚 1.0m。

竖井平台以上为启闭机房，启闭平台高程为 216.50m，采用排架支撑，框架结构，设有楼梯以便于运行管护。除竖井采用挂网喷 20cm 厚混凝土外，其余边坡及隧洞均采用挂网喷 10cm 厚混凝土。弧形闸门后设置消力池，消力池池深 2.0m、消力池斜坡段投影长度 6.0m、池长 24.0m、池宽 3.0m、底板厚 0.8m，消力池断面采用城门洞型，后接至 1#引水隧洞。

2.6.2 隧洞

2.6.2.1 输水隧洞

1、总体布局

主线输水线路隧洞共 5 座，总长 21.356km，占比 92.62%；支线线路隧洞 1 座，长 3.93km。最长隧洞为 5#隧洞，长 7.455km。根据地质围岩分类，隧洞均为岩石洞，其中主线 II 类围岩长 0.468km，III 类围岩长 14.980km，IV 类围岩长 5.296km，V 类围岩长

0.612km; 支线 III 类围岩长 2.700km, IV 类围岩长 1.230km。II 类围岩占隧洞总长的 1.85%, III 类围岩占隧洞总长的 69.92%, IV 类围岩占隧洞总长的 25.81%, V 类围岩占隧洞总长的 2.42%。

引水隧洞主线桩号 K0+059~K17+789 段设计流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$, 桩号 K17+789~K23+009 段设计流量 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ 。引水隧洞支线起点位于主线桩号 K17+789 处, 此处设金盆节制闸分水闸, 支线隧洞桩号 Z0+000~Z3+930, 长 3930m, 设计流量 $3\text{m}^3/\text{s}$ 。隧洞围岩类别表见表 2.6-2。

2.6-2 隧洞围岩类别一览表

主线隧洞			围岩类型				
名称	桩号	长度 (m)	II 类岩	III 类岩	IV 类岩	V 类岩	长度 (m)
1#隧洞	K0+089~K2+836	2747		1591	931	225	2747
2#隧洞	K4+025~K7+418	3393		1973	1420		3393
3#隧洞	K7+468~K13+383	5915	468	4382	757	308	5915
4#隧洞	K13+708~K15+469	1761		1037	664	60	1761
5#隧洞	K15+556~K23+008	7452		5953	1499		7452
主线总长		21268	468	14936	5271	593	21268
支线隧洞	Z0+000~Z3+930	3930		3930			

2、施工设计

(1) 隧洞断面形式

隧洞断面形式主要有城门洞形、圆形、马蹄形 3 种, 城门洞形主要适用于钻爆法施工, 以利于出渣, 但其洞身的受力条件较差, 适用于围岩条件较好的洞段, 相同外力情况下所需衬砌厚度、配筋量较大; 圆形断面适于机械掘进施工, 钻爆法施工时施工难度较大, 适用于各类围岩条件, 且其受力条件较好, 利于减小衬砌厚度和配筋量; 马蹄形断面优缺点介于城门洞形和圆形之间, 通过优化衬砌结构体型, 以达到改善受力条件。三种隧洞断面形式, 在相同过流量、过水断面条件下, 城门洞形断面面积略大、马蹄形断面面积较小, 圆形断面次之, 但三者断面面积相差均较小。

隔河岩水库至楠木溪水库输水隧洞洞线围岩以 III~IV 类为主(占隧洞总长 97.80%), 隧洞衬砌主要为喷锚支护、现浇混凝土, 为减少工程投资、增加工作面以缩短工期, 隧洞全线优先考虑钻爆法施工, 钻爆法施工断面考虑施工出渣、施工交通等因素, 拟采用

城门洞型。

（2）隧洞断面尺寸

本阶段隧洞设计流量、纵坡与可研阶段相比维持不变，隧洞为无压洞。

引水隧洞主线桩号 K0-059~K17+789 段设计流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，纵坡 1:1000；主线桩号 K17+789~K23+008 段设计流量 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ ，纵坡 1:1500；支线设计流量 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ ，纵坡 1:1500。

引水隧洞横断面采用城门洞型，隧洞开挖断面尺寸为 $3.2\times 3.24\text{m}$ 至 $3.2\times 3.44\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。根据设计的断面，隧洞的净空、净高等特征参数见表 2.6-3。

表 2.6-3 隧洞断面尺寸特征表

型式	开挖断面 (m $\times$ m)	隧洞净断面 (m $\times$ m)	过水水深 (m)	水面以上净高 (m)	净空面积比%	备注
城门洞	3.2 $\times$ 3.24	3.0 $\times$ 2.94	1.63	1.31	39.02	II
	3.2 $\times$ 3.24	3.0 $\times$ 2.94	1.63	1.31	39.02	III
	3.2 $\times$ 3.24	2.4 $\times$ 2.84	1.48	1.46	47.8	III
	3.2 $\times$ 3.44	2.2 $\times$ 2.54	1.63	0.9	30.8	IV
	3.2 $\times$ 3.44	2.2 $\times$ 2.54	1.63	0.9	30.8	V、断层带、不良地质段

隧洞纵向平均间隔 200m 布置一个错车道，并结合地质条件和施工支洞综合布置，宜尽量布置在围岩较好洞段。

（3）隧洞衬砌形式

隧洞衬砌按围岩分类、施工方法及隧洞断面型式采用类比与计算相结合的方法确定。主线隧洞分别为五种断面形式。

（1）II 类围岩段隧洞采用净断面 $3\times 2.94\text{m}$ （宽 $\times$ 高）的城门洞型断面，断面最大过水深度 1.63m，净空率 39.02%。前期采用素喷支护，喷护混凝土厚度 10cm，底板设 20cm 厚 C25 混凝土。典型断面如下图所示。

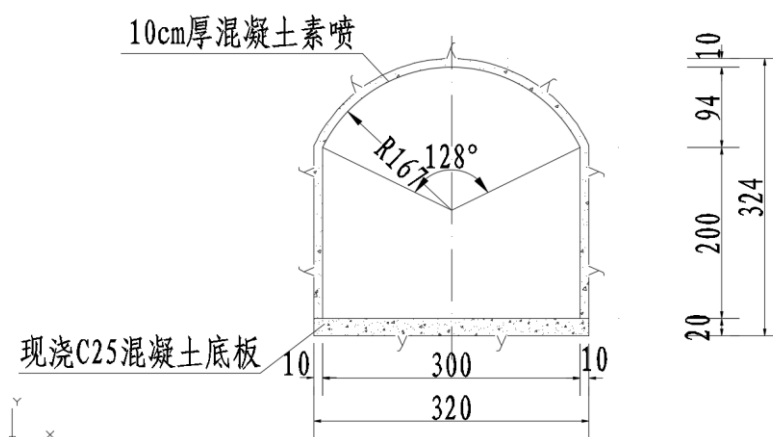


图 2.6-1 II类岩典型横断面图

(2) III类围岩段。1#~3#隧洞III类围岩为灰岩、白云岩、页岩，属硬质岩。隧洞前期采用锚杆+挂网喷锚支护，后期采用喷锚后的断面过水，喷锚支护厚度 10cm，底板设 20cm 厚 C25 砼，以减少糙率、便于施工期建筑材料运输。典型断面见图 2.6-2。4#~5#隧洞、支线隧洞III类围岩为泥质粉砂岩、砾岩，属较软岩，隧洞前期采用锚杆+挂网喷锚支护，后期直墙、底板现浇 30cm 厚 C25 砼。为降低隧洞外水压力，隧洞顶拱设 3 排水孔，间距为 2.0m。典型断面见图 2.6-2。

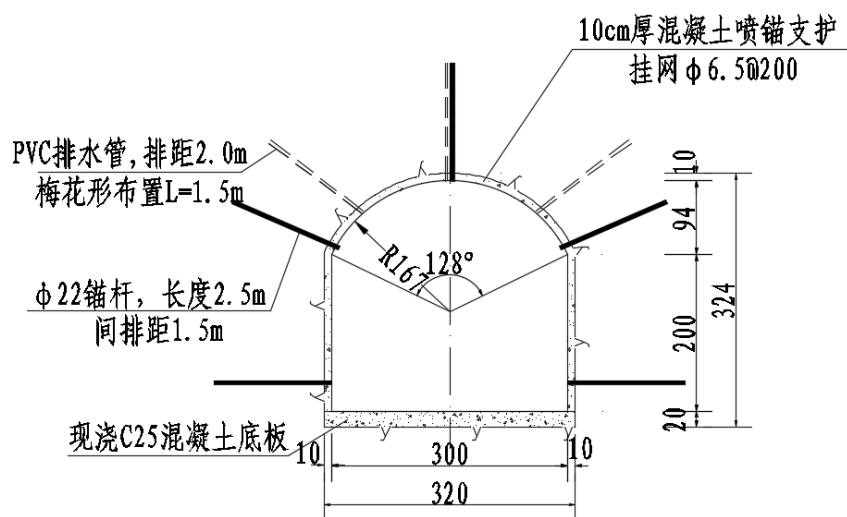


图 2.6-2 III类岩典型横断面图

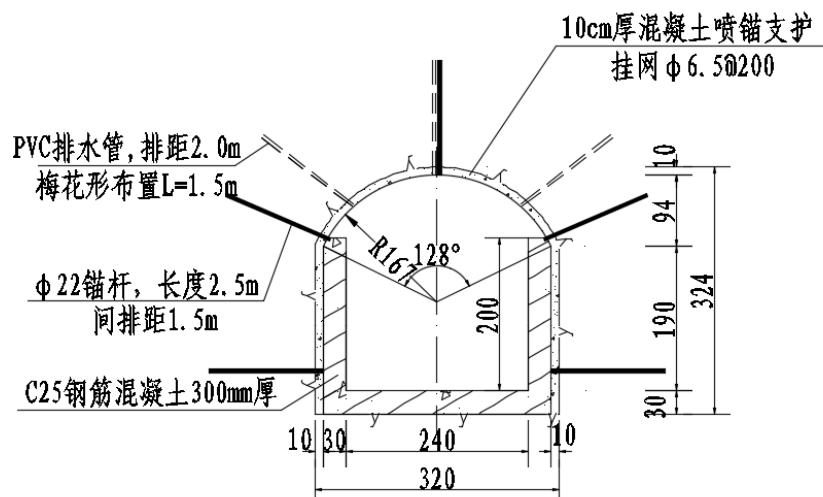


图 2.6-3 III类岩典型横断面图

(3) IV 类围岩段采用净断面 $2.2 \times 2.54\text{m}$ (宽 $\times$ 高) 的城门洞型断面, 断面最大过水深度 1.63m , 净空率 30.8% 。前期支护采用钢拱架支护+喷锚钢筋网支护, 喷护混凝土厚度 10cm , 后期采用全断面 40cm 厚钢筋混凝土衬砌, 施工时根据现场开挖情况, 对洞身围岩采取钢拱架支护、喷锚钢筋网等加强方案进行处理。衬砌混凝土强度等级为 C25, 衬砌按 12.0m 设施工缝一道, 缝宽 2cm 、缝间设橡胶止水带。为降低隧洞外水压力, 隧洞顶拱设 3 排排水孔, 间距为 2.0m 。钢拱架采用 I-16 型钢, 间距 1.2m , 钢拱架底部设置 $\Phi 22$ 的锁脚锚杆, 钢拱架之间设置间排距 1m 的 $\Phi 22$ 或 [16a 联系筋相联接。洞顶 120° 范围采用回填灌浆进行充填, 灌浆孔排距 2m , 梅花形布置。隧洞采用长 2.5m 的 $\Phi 22$ 的砂浆锚杆, 间排距 1.5m , 梅花形布置。典型断面如下图所示。

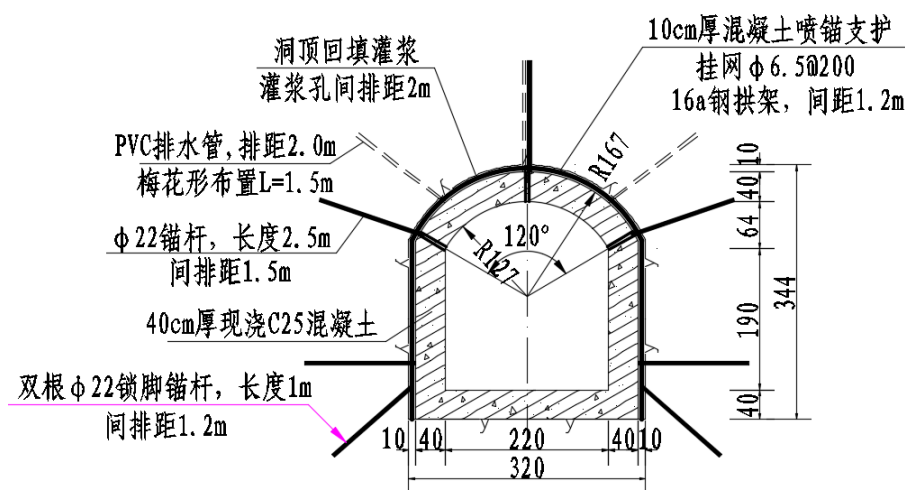


图 2.6-4 IV类岩典型横断面图

（4）V类围岩、不良地质段、断层及浅埋段：当隧洞开挖将遇已探明溶洞、溶槽、断层等不良地质洞段时，先行采用先导孔探明溶洞、溶槽、断层等内部情况后，可采用先行先导孔泄放不良地质洞段内的积水、流泥等流质物，减少工作面外压。随后可采用超前小导管注浆及钢支撑等特殊支护措施进行隧洞断面开挖，此类隧洞开挖按照短进尺、弱爆破、少扰动、强支护、早成环、勤量测、二次衬砌紧跟的原则进行施工。隧洞开挖后及时进行钢拱架、喷锚支护等处理措施，并按照开挖一段衬砌的原则及时进行衬砌，后期可根据岩石破碎情况，对围岩采用固结灌浆等处理措施，同时对洞顶进行回填灌浆。

V类围岩、不良地质段、断层及浅埋段采用净断面 2.2×2.54m（宽×高）的城门洞型断面，断面最大过水深度 1.63m，净空率 30.8%。前期支护采用钢拱架支护+超前小导管+挂网喷护，喷护混凝土厚度 20cm，后期采用全断面 50cm 厚钢筋混凝土衬砌。衬砌混凝土强度等级为 C25，为降低隧洞外水压力，隧洞顶拱设 3 排排水孔，间距为 2.0m。衬砌按 12.0m 设伸缩缝一道，伸缩缝宽 2cm、缝间过水断面设橡胶止水带。

钢拱架采用 I-16 型钢，间距 0.8m，钢拱架底部设置 Φ22 的锁脚锚杆，钢拱架之间设置间排距 1m 的 Φ22 或[16a 联系筋相联接。洞顶 120°范围采用回填灌浆进行充填，必要时进行接缝灌浆和固结灌浆处理。典型断面如下图所示。

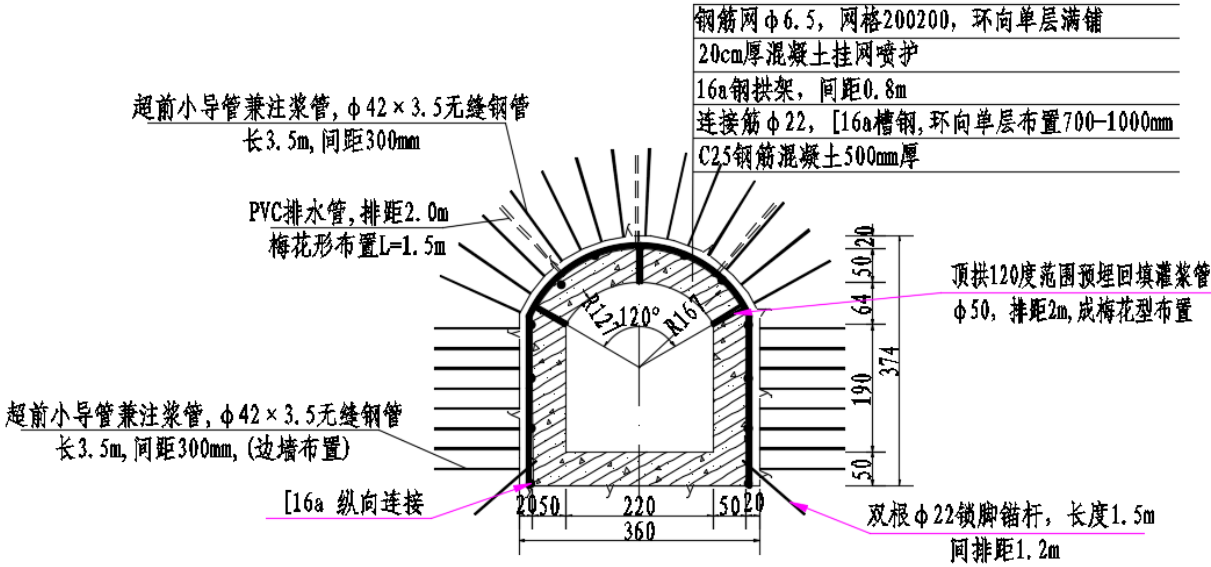


图 2.6-5 V类围岩（含断层、浅埋段等）典型横断面图

围岩分类		II	III	III	IV	V及断层	进出口	备注
	φ42×3.5 无缝钢管							0.3m, 长 3.5m
	锚杆 φ2		顶拱及侧墙	顶拱及侧墙	顶拱及侧墙			间距 1.5m
	钢筋网 φ6.5@200×200		顶拱及侧墙	顶拱及侧墙	顶拱及侧墙	顶拱及侧墙	顶拱及侧墙	
	喷射混凝土 C20 (cm)	10	10	10	10	10	10	
	钢支撑 I -16				全断面	全断面	全断面	间距 1.2m
灌浆 排水	回填灌浆				顶拱 120°	顶拱 120°	顶拱 120°	
	固结灌浆					入岩 6m, 排距 3m	入岩 6m, 排距 3m	顶拱固结灌浆 孔兼做回填灌 浆孔
	φ5 排水孔		L=1.5m	L=1.5m	L=1.5m	L=1.5m	L=1.5m	间排距 2m
后期支护		现浇 C25 砼底板		直墙、底板 30cm 厚 C25 钢砼	全断面 40cm 厚 C25 钢砼	全断面 50cm 厚 C25 钢砼		

(4) 错车道布置

隧洞纵向平均间隔 200m 左右布置一个错车道,结合地质条件和施工支洞综合布置,错车道隧洞净宽 4.4m,长 12.4m,布置在沿线围岩较好的III类围岩洞段。

2.6.2.2 施工支洞

引水隧洞从进口~出口段设计采用钻爆法施工,由于钻爆法施工段隧洞有 20 多公里长,采用进出口施工较为困难。因此,本阶段在引水隧洞沿线分别布置了 5 个施工支洞。

1#施工支洞口位于毛家岭冲沟内,出口与主洞在桩号 K0+750m 处垂直相交,该支洞长 212m,进口高程 200.00m,与主洞交汇点高程 175.34m。支洞进口处地面高程在 199.10~200.60m。

2#施工支洞进口位于王石子村牛红冲芭蕉溪韩家湾沟内,出口与主洞交汇点桩号为 K11+000m。该支洞长 548m,进口高程 218.00m,与主洞交汇点高程 157.34m。进口处地面高程在 199.58~210.50m,沟底高程 198.00~199.20m。

3#施工支洞位于金盆河彭家湾沟内,与主洞交汇点桩号为 K18+900m,位于冲沟上游陡坎下面。该支洞长 526m,进口高程 192.00m,与主洞交汇点高程 145.92m。进口处地面高程在 192.20~192.70m,沟底高程 188.00~186.20m。

4#支洞(斜井)位于金盆河沈家棚村金盆河上游冲沟转弯处左侧,该支洞长 192m,

进口高程 188.00m，出口与支线隧洞在桩号 Z1+200m 处垂直交汇，交汇点处洞底高程 145.56m。地面高程在 204.20~210.50m，沟底高程 197.00~198.20m。

表 2.6-9 施工支洞特性表

支洞编号/桩号		进口高程 m	与主洞交点高程 m	长度 m	平均纵坡 (%)	备注
1#	0+750	204.00	175.34	263	11.76	平洞
2#	11+000	218.00	158.22	548	11.36	平洞
3#	18+900	192.00	145.92	526	9.09	平洞
4#	Z1+200	188.00	146.06	468	22.73	平洞
合计				1805		

2.6.3 倒虹吸

1、总体布局

引水线路跨河、沟段有 4 处，其中设置倒虹吸 3 座，合计长 1535m，分别跨越沿头溪河，丹水河，两叉河。其中：沿头溪倒虹吸起止桩号 K2+836~K4+025，全长 1189m；丹水河倒虹吸起止桩号 K13+425~K13+702m，全长 277m；两叉河倒虹吸起止桩号 K15+476~K15+545m，全长 69m。倒虹吸均由水闸、镇墩、输水管（槽）、检修及放空阀井等组成。泉溪河暗涵起止桩号 K7+428~K7+443m，全长 50m，由混凝土箱涵及检修阀井组成。本线路倒虹吸数量及特征参数详见表 2.6-5。

表 2.6-5 本项目倒虹吸特征参数表

序号	倒虹吸名称	起点桩号	终点桩号	长度(m)	管道根数	圆管管径(m)	工作压力(MPa)	管材	基础
1	沿头溪倒虹吸	K2+836	K4+025	1189	1	Φ1.8	1.15	球墨铸铁管	岩基/土基
2	丹水倒虹吸	K13+425	K13+702	277	1	Φ1.8	0.5	球墨铸铁管+钢管	岩基/土基
3	两叉河倒虹吸	K15+476	K15+545	69	1	Φ1.8	0.2	球墨铸铁管	岩基/土基
合计				1535					

倒虹吸主要采用 K9 级 φ1.8m 的球墨铸铁管，特殊段采用 φ1.8m 的钢管，倒虹吸进口设节制闸、退水闸、沉砂池，管线转弯处设混凝土镇墩，斜坡段钢管外包 30cm 厚的 C25 混凝土，铸铁管下设 30cm 厚的 120℃C25 混凝土基座；河床段铸铁管外包 30cm 厚的 C25 混凝土；水平段铸铁管下设 30cm 厚砂石垫层。

(1) 沿头溪倒虹吸平面布置

沿头溪倒虹吸位于清江隔河岩水库下游的西侧支流，距离隔河岩水库大坝直线距离 3.4km，在引水线路桩号 K3+432~K3+463 段横穿沿头溪河道。



图 2.6-7 沿头溪倒虹吸地形地貌

按轴线布置原则，倒虹吸布置在挖方基础上，轴线沿山脊线布置。此段倒虹吸轴线为直线，经过民房较少，与河道正交后接对岸山脊，涉及面积较小的偏房拆迁，线路总长 1189m。



图 2.6-8 沿头溪河地形地貌

沿头溪倒虹吸所属地貌单元为构造侵蚀剥蚀低山丘陵区，微地貌单元为不对称“U”型河谷，河谷两岸植被发育，倒虹吸与沿头溪河谷近垂直相交。倒虹吸出口地面高程为 173.1m，出口处地形坡度约 20°，进口处地面高程为 183.5m，地形坡度约 43°。沿头溪河地形地貌见图 2.6-8。

（2）丹水倒虹吸平面布置

根据引水线路布置方案，拟建丹水倒虹吸位于清江支流丹水河下游段，距下游清江干流直线距离 8.9km。倒虹吸上接 3#隧洞出口（K13+425），底板高程 155.79m，下游与 4#隧洞进口相连（桩号 K13+702），底板高程 152.79m。倒虹吸沿 NE76°方向斜穿丹水河，平面投影长度 277m。



图 2.6-9 丹水河倒虹吸地形地貌

倒虹吸段主要跨越丹水河，在左岸跨越一小型人工渠，区内水系不太发育。渠道主要穿越国道 S318 及中石油天然气管道，沿线无铁路、高速等其他交通道路分布，其中国道 S318 及中石油天然气管道与倒虹吸施工有交叉影响。丹水河地形地貌见图 2.6-10。



图 2.6-10 丹水河地形地貌

(3) 两叉河倒虹吸平面布置

根据引水线路布置方案，拟建两叉河倒虹吸位于金盆河支流两叉河河谷，其与金盆河汇合后一并流入丹水河，最终汇入清江。工程区距下游清江干流直线距离 10km。倒虹吸上接 4#隧洞出口（K15+476），底板高程 151.04m，下游与 5#隧洞进口相连（桩号 K15+545），底板高程 149.29m。倒虹吸沿 NE48°方向斜穿两叉河，平面投影长度 69m。



图 2.6-11 两叉河倒虹吸地形地貌

倒虹吸段主要跨越两叉河，河谷水量不大，主要受大气降雨及附近汇水影响，区内水系不太发育。区内植被茂密，人烟稀少，沿线无铁路、高速、国道、管网等交通路网分布，倒虹吸施工不受既有交叉建筑物影响。两叉河地形地貌见图 2.6-12。



图 2.6-12 两叉河地形地貌

2、施工设计

倒虹吸主要由进出口段、沟埋管段组成，倒虹吸进口设节制闸、沉沙池、退水闸，倒虹吸河床段设放空阀，转弯段设混凝土镇墩，倒虹吸轴线以平面转弯为主，不设空间转弯段。

（1）进口段

沿头溪、丹水倒虹吸进口段位于倒虹吸上游侧，长 27.4m、宽 2.2-4.0m，进口段边墙设 1.5×1.5m 的退水闸（排渣）、沉沙池深 1.0m、长 6.5m、宽 4.0m。沉沙池后为节制闸，节制闸孔口尺寸 1.8×1.8m，闸后接倒虹吸进口连接段，长 3.4m。

丹水倒虹吸进口段设置竖井，长 6.2m、宽 4.8m。

（2）埋管段

进口连接段以后为埋管段，埋管段为单根 DN1800mm 管道，管道工作内压最大 1.15MPa。管顶覆土深度不小于 1.0m，表层覆土为 30cm 厚的腐殖质土，其余覆土可采

用弃渣回填。

管槽开挖深度一般为 5.0-8.0m 左右，斜坡段钢管外包 30cm 厚的 C25 混凝土，铸铁管下设 30cm 厚的 120℃C25 混凝土基座；河床段铸铁管外包 30cm 厚的 C25 混凝土；水平段铸铁管下设 30cm 厚砂石垫层。

埋管基础一般直接座落在第四系全新统冲洪积土层上，局部座落在基岩上。管槽开挖临时边坡采用 1:0.75-1:1.5，管道回填一般采用开挖的弃渣料。

倒虹吸处无分水要求，不设分水口，根据地形条件及管线的纵剖面布置，在管线下凹点布置放空设施，沿头溪倒虹吸位于罗家湾与沿头溪河道均布置一处放空设施，丹水位于顶管工作井处设一处放空设施，泉溪河利用进出水竖井抽排放空，本次未设置放空设施。

放空设施包括 DN500mm 连接钢管、DN500mm 放空阀（一备一用）及阀井和出水渠三部分。放空设施为单管单控，有利于管道运行时单独检修。

放空阀井设置在河岸地势较低处，以便于排空管道内水量。河床段位于现状河床下冲刷深度以下，以避免洪水淘刷。

（3）出口段

出口段为倒虹吸与出口隧洞的连接段，长 3m、宽 1.8m，出口出水池池深 2.6m、长 8.0m、宽 4.0m。出口段出口直接接下游隧洞。

（4）镇墩

倒虹吸在转弯部位需布置镇墩，转弯段镇墩全部包裹弯管，管道外混凝土厚度 1.0-2.0m；平直段镇墩除与排水阀等结合布置时采用全包裹型式外，其余采用 0.3m 厚全包裹型式。

2.6.4 暗涵

引水线路沿线根据工程建设需要共设置暗涵 3 段，总长 0.059km，其中泉溪河暗涵位于泉溪河，结合工程实际情况，按地形、地貌结合前后建筑物的走向及高程，暗涵段桩号 K7+428~K7+443，上游顺接 2#隧洞出口，下游顺接 3#隧洞进口，总长 15m。3#隧洞出口处设暗涵，桩号 K13+390~K13+425，长 35m。5#隧洞进口处设暗涵，桩

号 K15+545~K15+554，长 9m。暗涵由混凝土箱涵等组成。

（1）泉溪河暗涵

泉溪河暗涵位于泉溪河上游段，工程区距下游清江干流直线距离 6km。倒虹吸上接 2#隧洞出口（K7+428），底板高程 161.79m，下游与 3#隧洞进口相连（桩号 K7+443），底板高程 161.78m。倒虹吸沿 NE4°方向斜穿泉溪河，平面投影长度 15m。暗涵段主要跨越泉溪河，河谷水量不大，主要受大气降雨及附近汇水影响，区内水系不太发育。区内植被茂密，河道左岸紧邻一条村村通乡道，主要为附近居民出行道路，车流量不大，沿线无铁路、高速、国道、管网等交通路网分布，暗涵施工受既有交叉建筑物影响有限。泉溪河暗涵地形地貌见图 3.10.1-1。



图 2.6-13 泉溪河暗涵地形地貌

（2）3#隧洞出口暗涵

3#隧洞出口暗涵上接 3#隧洞，下接丹水倒虹吸，桩号 K13+390~ K13+425m，长 35m。

（3）5#隧洞出口暗涵

5#隧洞出口暗涵，上接两叉河倒虹吸，下接 5#隧洞，桩号 K15+545~K15+554m，

长 11m。

本项目暗涵总长 59m，均采用矩形断面，净宽 2.2m，净高 2.3m，60cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌。衬砌一般按 10.0m 设一道伸缩缝，伸缩缝宽 3cm、缝间过水断面设铜片止水。

暗涵施工完成后采用弃渣对原地形予以恢复，恢复的地表 1.0m 范围为粘土、腐殖质土，以便于植被恢复、防止水土流失。

2.6.5 涵闸

隔河岩至楠木溪水库引水路线总长 23.058km，为便于分流、检修、泄放多余来水、干线排渣等原因，拟在沿头溪倒虹吸，丹水倒虹吸前设退水闸及节制闸各一座，金盆设分水闸和节制闸各一座，共设 6 座。各涵闸特性见表 2.6-6。

表 2.6-6 涵闸特性表

编号	名称	桩号 (km+m)	孔口尺寸 宽×高 (m×m)	孔数	设计流量 (m ³ /s)	闸底板 高程 (m)
1	沿头溪退水闸	K2+854	1.5×1.5	1	2.85	169.65
2	沿头溪节制闸	K2+859	1.8×1.8	1	5.7	170.74
3	丹水退水闸	K13+443	1.5×1.5	1	2.85	151.19
4	丹水节制闸	K13+449	1.8×1.8	1	5.7	152.19
5	金盆分水闸	K17+789	2.2×2.2	1	3.0	147.03
6	金盆节制闸	K17+789	2.2×2.2	1	2.7	147.03

（1）金盆节制闸、分水闸

本次拟在主线 K17+789 处设置金盆分水闸、节制闸，向长岭河方向分水。金盆节制闸设计流量 2.7m³/s、分水闸设计流量 3.0m³/s。

根据地形地质条件，金盆分水闸节制闸布置于金盆河右岸约 30m 处，该处地形较为平缓，地面高程 186.20m，隧洞底板高程 147.03m，高差 39m。此处修建竖井至隧洞底部，竖井垂直主线方向长 8.6m，平行主线方向中部长 9.5m，为椭圆曲线。分水闸和节制闸分别布设于竖井两侧，设一道工作闸门，闸门选用钢闸门。节制闸孔口尺寸为 2.2×2.2m（宽×高），闸室与竖井为整体式结构，均采用 C25 钢筋混凝土砌筑，闸室段底板厚 1.0m，竖井顶部设启闭机房。

（2）节制闸

节制闸主要用于水位控制，位于沿头溪倒虹吸、丹水倒虹吸进水口各布置一处节制闸，设计流量为 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）退水闸

本阶段共设置 2 座退水闸，分别位于沿头溪倒虹吸上游连接段的右岸、丹水倒虹吸进口上游连接段的右岸。退水闸根据退水段的水量、退水时间、退水承泄区的承受能力综合确定，2 处退水闸设计流量均取为 $2.85\text{m}^3/\text{s}$ ，退水闸均为有压式涵闸，单孔，孔口净宽 1.5m、净高 1.5m。底板高程与相应桩号引水通道高程以下 1.0m、底板长 7.0m、宽 4.0m，底板厚 1.0m，退水闸出口设泄水槽，将引水线路退水平顺引入所在河道。

2.6.6 河道整治工程

本次结合倒虹吸和河道水位情况，根据《河道整治设计规范》（GB50707-2011），对河道进行整治工程，规整河槽、抛石护底，减少冲刷对建筑物的影响；二是两岸加固河岸、修建岸坡，防止河道摆动；三是减小出口水流对河槽下切影响。

对沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸、两叉河倒虹吸穿河处和出口段，进行相应的防护措施，保证工程的正常运行。

表 2.6-7 河道整治情况一览表

河流	长度	整治措施
沿头溪	160m	恢复浆砌石挡墙、两岸采用抛石护底
丹水河	210m	两岸采用块石挤压
两叉河	130m	两岸采用抛石护底
出口段	140m	两岸采用生态砌石挡墙
长岭河	30m	两岸采用抛石护底

2.6.7 边坡工程

1、总体布局

本项目边坡工程是指土方开挖高度 $\geq 20\text{m}$ 的高边坡，或工程区段内受到各种不稳定因素的影响的滑坡体。

根据输、配水建筑物的总体布置和不同结构型式，本工程高边坡可能发生在隧洞进出口和部分建筑物基础开挖部位，部分永久道路或基坑存在高边坡，或因地质因素导致

影响建筑物安全的滑坡。

（1）涵洞（隧洞）边坡

在山体覆盖层较薄，如 15~30.0m，考虑明渠开挖量过大，且不利于长期稳定，采用明挖涵洞的布置方式，由于涵洞顶部回填高度以下为临时边坡，可以适当放陡，涵洞开挖底线外延 1.0~1.5m，利于混凝土浇筑。

隧洞开挖的洞口洞脸边坡根据岩土特性和地形条件采取喷锚、混凝土格构、植草、设排水沟等防护措施。

（2）其他建筑物边坡

倒虹吸涉及到暗埋开挖地段，因地势较低，残坡积物比较松散，地下水作用可能对边坡开挖造成不利影响，结合地质断面和地下水埋深选择合适的开挖方案和防护措施。

2、施工设计

永久边坡开挖自上而下进行，开挖时先行对覆盖层予以剥离，进水口剥离的覆盖层优先用于围堰填筑，其它部位剥离的覆盖层拟堆放于临时堆放场，以便于植被恢复时进行表层覆土。

覆盖层剥离后对岩石边坡采用爆破开挖，爆破拟采用光面爆破，隧洞进洞时的爆破采用短进尺、弱爆破、早支护、早衬砌进行开挖，岩石边坡爆破后及时清除松动的岩体后进行出渣作业。

开挖后覆盖层边坡采用喷射混凝土 10cm 厚、坡顶设 40*40cm 截流沟，将坡顶来水引导至开挖边坡及建筑物安全距离外。岩石边坡采用挂网喷射 10cm 厚混凝土，并根据岩石情况设置锚杆，对于较大的危岩体，在清除困难时，可采用锚桩进行锚固。

工程施工期间及建成后，要对永久边坡设置观测、监测设施，日常管护时、特别是汛期要加强对边坡的监测，发现异常情况及时上报、及时采取警戒措施、及时采取加固处理措施。

2.6.8 交通工程

本工程输水线路长，沿途建筑物较多，现状进出口均有乡镇公路通过，工程的永久交通充分利用现有的交通道路，对于工程区临时征用的交通道路，在工程完建后按原标

准予以恢复。

对于沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸、两叉河倒虹吸及各建筑物的进出口，工程区附近 500m 范围现状亦存在乡镇交通道路，倒虹吸、进出口与乡镇道路间在工程完工后对临时施工道路进行硬化。在临时施工道路上铺设 15cm 厚磷石膏配碎石稳定层（4m 宽），再铺设 20cm 厚 C20 混凝土路面。道路为单行道，部分地点需要新建桥梁，道路总长 1.343km。其它施工支洞等与干线连接的临时道路不再进行硬化，只是在日常管护时进行必要的维护，以满足应急通行的要求，各交通道路配置情况见表 2.6-8。

表2.6-8 新建交通道路配置情况表

位置	连接路长度	C20 混凝土路面	连接路外主路情况	备注
	(m)	(m)		
进口	735	4.0	连接 X214 县道	利用临时道路硬化 新修桥梁 20m
沿头溪倒虹吸	301	4.0	连接 X214 县道	利用临时道路硬化
丹水倒虹吸	287	4.0	连接 318 国道	利用临时道路硬化
两叉河倒虹吸	350	4.0	连接乡村道路	利用临时道路硬化
金盆分水闸	30	4.0	连接乡村道路	利用临时道路硬化
出口	20	4.0	连接 040 乡道	新修桥梁 28m
2号支洞	73	4.0	连接乡村道路	利用临时道路硬化
3号支洞	500	4.0	连接点长一级路	利用临时道路硬化
小计	2816			

2.6.9 临时工程

2.6.9.1 施工围堰

根据工程施工需要，需在引水线路沿线的隔河岩进水口、沿头溪河、泉溪河、丹水河、泉溪河设置施工围堰。

(1) 进水口围堰

引水隧洞进水口位于隔河岩水库毛家岭冲沟，距沟口 150m 左右，进水口高程 176.00m，隔河岩水库正常蓄水位 198.26m，设计洪水位 201.40m，隧洞施工需设置围堰。围堰形式为预留岩梗，布置在毛家岭冲沟引水隧洞进口段桩号 K0-019~K0+018。围堰堰顶高程设计为 200.00m，顶宽设置为 2.0m，最大堰高约为 25.0m。围堰位于毛家岭冲沟

丹水河倒虹吸在桩号 K13+500~K13+640m 附近下穿丹水河，倒虹吸下穿河道管中心线高程 122.00m，丹水河洪水位 131.34m（P=10%），倒虹吸施工需设置围堰。围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料。堰顶宽度 2m。两侧边坡均为 1:2.0，围堰位于河道，地形相对平坦，河谷宽 110m 左右，右岸省道 S318 公路。

（5）两叉河倒虹吸围堰

两叉河倒虹吸在桩号 K15+476~K15+545 附近下穿两叉河，倒虹吸下穿河道管中心线高程 142.74m，丹水河洪水位 148.58m（P=10%），倒虹吸施工需设置围堰。围堰设置在倒虹吸上下游，堰体采用土石混合料。堰顶宽度 2m。两侧边坡均为 1:2.0，围堰位于河道，地形相对平坦，河谷为基本对称“U”型河谷，河谷宽 66m 左右。

2.6.9.2 临时道路

场内临时交通的布置原则主要如下：

- 1、交通方便，运距短，同时考虑施工期道路的利用率、可能的机械设备；
- 2、结合地形条件及施工辅助设施可能的布置场地，以便形成场内交通网；
- 3、结合场内永久公路和进场道路的布置。

根据场内交通的布置原则，本工程场内道路主要是至各施工区的连接路，主要布置施工道路有：

（1）进水口及 1#支洞施工道路。拟建进水口位于清江隔河岩水库左岸毛家岭冲沟左岸，该位置暂无道路。本次拟从进水口附近的毛家岭乡村公路处新建一条施工道路至进水口处，全长 0.8km，道路跨越毛家岭冲沟处需新建一座漫水桥，后期道路可硬化作为永久运行管理道路。

（2）沿头溪两岸施工道路。沿头溪倒虹吸管沿线跨越沿头溪和罗家湾冲沟，目前 S324 及县级公路方清路分别从河道两岸经过。为满足施工，拟从现有道路新建临时通道至沿线各施工点，全长 2.0km。为满足河道两岸运输需要，道路跨越沿头溪处需新建一座漫水桥，部分道路后期可硬化作永久道路。

（3）泉溪河暗涵两岸施工道路。泉溪河暗涵横跨 011 乡道，进出口均位于乡道旁，为满足施工，拟新建临时便道约 0.1km。为满足河道两岸运输需要，道路跨越泉溪河处

需新建一座漫水桥。

（4）2#施工支洞口施工道路。2#施工支洞位于芭蕉溪冲沟左岸，本次拟新建临时道路及漫水桥连接支洞口与右岸现有乡道，全长 0.1km。

（5）丹水河两岸施工道路。丹水倒虹吸横跨 G318 国道，丹水河河道较宽，目前引水线路附近无公路桥梁连接丹水河两岸。为满足施工需要，本工程新建漫水桥横跨丹水河，并新建临时道路至沿线各施工点，道路全长约 1.5km。部分临时道路后期可硬化作永久道路。

（6）两叉河两岸施工道路。两叉河倒虹吸管位于高家堰镇金盆村，目前有乡村公路到达右岸半山农户处，可从此修建临时道路至拟建倒虹吸管进口，并采用漫水桥跨越河道，道路全长约 0.5km。

（7）3#施工支洞口施工道路。3#支洞位于点军-长阳一级公路旁彭家湾冲沟左岸，本次拟新建点长一级路至支洞口道路，并新建漫水桥跨越支沟，并沿点长一级路一侧新建道路连接支洞出口与 10#、11#弃渣场，道路全长 0.5km。

（8）联棚河出口施工道路。引水隧洞出水口位于联棚河（黑林子溪），出水口下游约 50m 处有乡村道路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.3km。

（9）4#施工支洞口施工道路。4#支洞位于引水线路左侧金盆河左岸，目前有乡道冲河道对岸经过，可从该乡道修建临时道路至支洞口，道路全长约 0.1km。

（10）长岭河出口施工道路。长岭河支线出水口位于长岭河右岸南，出洞口对岸有乡村公路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.3km。

临时道路的路面宽度、路面结构等标准，根据该道路的使用时间长短、行车密度、车流量及运输材料的重要性等方面考虑选择确定。本工程场内道路昼夜运输车辆 200 辆以下，宜采用场内道路四级标准。根据场内交通道路的使用功能及设计标准，本工程新建施工临时道路均采用泥结碎石路面（路面宽 4m），利用修复当地道路为混凝土路面（路面宽 3~5m）。

综上所述，共需新建施工临时道路采用四级标准，道路总长 8.2km（其中结合永久

交通布置段长 2.0km)，路宽 4m，采用泥结石填筑，坡降小于 10%；扩宽现有乡道 4.0km；各处跨河建筑物临时中断当地交通改道 0.8km；新建漫水桥 11 座总长 300m，桥宽 5m。另外考虑施工期间可能对现有乡村道路的损坏，经现场踏勘统计，共需对 6km 乡村道路进行维修及补偿，并对部分现有乡道进行加固扩宽，场内道路及桥梁详细数据见表 2.6-10。

表 2.6-10 场内道路、桥梁一览表

编号	部位	场内桥梁 (桥宽5m)	场内道路			
			新建道路 (km)	维修 (km)	道路扩宽 (m)	临时改道 (m)
1#	进水口及1#支洞附近	15	0.8	0.5	3000	
2#	沿头溪倒虹吸管	30	2	0.8	500	400
3#	泉溪河暗涵	20	0.1	0.5		200
4#	2#支洞	15	0.1	0.8		
5#	丹水倒虹吸管	100	1.5	0.5		200
6#	两叉河倒虹吸管	30	0.5	0.5		
7#	3#支洞	15	0.5	0.5	500	
8#	联棚河出水口	20	0.3	0.5		
9#	4#支洞	30	0.1	0.5		
10#	支线出水口	25	0.3	0.5		
合计		300	6.2	6.0	4000	800

2.7 工程施工组织

2.7.1 施工条件

1、工程区概况

湖北省宜昌市清江水系连通及生态修复工程规划从长阳县隔河岩水库引水至点军区楠木溪水库，连通桥边河、联棚河等 6 条河流。工程引水线路包括一条主线和一条支线，其中引水主线起于隔河岩水库左岸毛家岭支沟口、止于点军区联棚乡楠木溪水库，线路全长 23.017km；引水支线起于金盆河附近 5#引水主洞、止于点军区长岭河牛头湾，线路长 4.275km。两条线路均采用无压隧洞自流式引水，设计引水流量 5.7m³/s。主要建

筑物包括隧洞、倒虹吸管、暗涵、涵闸等。主体工程主要建设内容及主要工程量见 2.7-2。

2、施工运输条件

本工程地跨宜昌市长阳土家族自治县、点军区。长阳位于鄂西南，宜昌市南缘，东邻宜都市，西靠巴东县，南与五峰土家族自治县及湖南石门县接壤，北与秭归县及宜昌市点军区毗连。点军区位于宜昌城区南方，西邻秭归县，南接长阳土家族自治县，东与宜都市接壤。本工程区距离长阳县城平均距离约 20km，距宜昌市城区平均距离约 30km。

项目区内交通以公路运输为主，目前有沪渝高速公路 G50、翻坝高速公路 S68、呼北高速公路 G59、省道 S242、S323、S324 等主要交通干线从工程区附近经过，另有国道 G318、县道 X214 等主要公路经过工程区，交通十分便利。

3、施工场地条件

本工程输水线路以隧洞工程为主，跨越河沟处采用倒虹吸管、暗涵等其它形式建筑物。工程区主要位于长阳土家族自治县境内，该区域内山峦起伏，沟壑纵横，东高西低，地形陡峭，沿线河谷狭窄，大部分地区现状可利用场地较少。又因引水隧洞均埋藏较深、支洞布置较为困难，隧洞开挖弃渣量大且分布不均衡，不宜集中处理，总体来说施工场地较为紧张，需要通过合理规划和布置来满足施工要求。

4、建筑材料来源

工程所需建筑材料主要包括钢筋、钢材、水泥、木材、油料、炸药等人工建筑材料以及砂、碎石、块石等天然建筑材料，各类人工建筑材料均可在长阳县及周边区域采购。另根据地勘资料，本工程丹水河以前隧洞穿越地层主要以白云岩、白云质灰岩为主，部分洞段开挖料经过破碎筛分后可作为混凝土骨料使用，不足部分砂、碎石及块石考虑在长阳县高家堰镇彭家湾采石场购买。各类建筑材料来源及运距见表 2.7-1。

表 2.7-1 建筑材料来源及运距表

序号	材料名称	来 源	平均运输距离 (km)
1	钢筋	宜昌市伍家岗区	30
2	钢材	宜昌市伍家岗区	30
3	水泥	长阳白氏坪华新水泥厂	20
4	木材	就近购买	20
5	油料	就近购买	20
6	炸药	长阳县城/点军区	20

序号	材料名称	来 源	平均运输距离（km）
7	砂	长阳高家堰镇彭家湾采石场	20
8	碎石	长阳高家堰镇彭家湾采石场	20
9	块石	长阳高家堰镇彭家湾采石场	20

表 2.7-2 主体工程主要建设内容及主要工程量表

工程项目	土方开挖 (m ³)	石方明挖 (m ³)	石方洞挖 (m ³)	土石回填 (m ³)	混凝土 (m ³)	钢筋钢材 (t)	锚杆 (根)	回填灌浆 (m ²)	固结灌浆 (m)	球磨铸铁管 (m)
进水口 (K0-049~K0+059)		80330	4588		2734	180	464	230		
进口至沿头溪 (K0+059~K2+836)			28856		6642	688	15513	4434	886	
沿头溪倒虹吸 (K2+836~K4+025)	15121	35283	2090	45020	6934	253		837		816
沿头溪至泉溪河 (K4+025~K7+428)	211	1030	33802	398	9739	603	16948	5325	236	
泉溪河暗涵 (K7+428~K7+443)	833	1146		1417	117	11				
泉溪河至丹水 (K7+443~K13+425)	976	518	58543	1630	7038	765	24526	4359	1488	
丹水倒虹吸 (K13+425~K13+702)	14631	13369	2090	19505	3056	191				200
丹水至两叉河 (K13+702~K15+476)	636	880	16307	1327	7573	461	8410	2738	236	
两叉河倒虹吸 (K15+476~K15+545)	3755	2022		4224	733	57				53
两叉河至出口段 (K15+545~K23+009)	61	747	72367	463	22544	1432	31381	5408	236	
支线隧洞 (Z0+000~Z3+930)	1595	2151	36661		244	1003	14636	118	118	
边坡工程					577	15	384			
河道整治	754	1759		2035	697					
永久公路	2162	3514		1625	2399	32	66			
合 计	40735	142749	255303	77644	71026	5691	112328	23449	3200	1069

5、施工用水、用电条件

（1）施工用水

输水线路沿线有隔河岩水库、沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河、联棚河、长岭河、楠木溪水库等水库与河流，附近还有一些小型河、沟、渠道等，另外沿线乡镇、村庄也有自来水补充供给，供水条件相对较好。

（2）施工用电

输水线路附近乡镇、村庄均有 10KV 输电线路，各施工区根据施工用电负荷要求就近在 10KV 输电线路引接电源，以 10KV 高压输电线路输送至各施工区，通过场内施工变压器变压后，再通过低压线路输送至各施工作业点，即可满足场内施工用电需要。同时为保证施工用电的可靠性，在各施工区配备柴油发电机，停电后可用柴油发电机紧急送电。

（3）工程区有程控电话线路通过，可接固定电话，并有手机信号覆盖整个工程建设区，对外联系可通过固定电话、移动相结合的通信方式，而工地内部可采用无线对讲机的通信方式。

2.7.2 施工导截流

本工程输水线路包括一条主线和一条支线，其中主线的进口、出口分别涉及隔河岩水库、楠木溪水库上游的联棚河，线路沿线还穿越沿头溪、泉溪河、丹水、两叉河共四条河流，均需要考虑施工导流措施；支线金盆~长岭河引水线路沿线均为深埋隧洞，仅在出口涉及到长岭河。

此外，本工程沿线共设 4 条支洞，其中 1#支洞进口涉及隔河岩水库，2#支洞进口涉及芭蕉溪冲沟，3#支洞进口涉及彭家湾冲沟，4#支洞进口涉及金盆河沟。

2.7.2.1 导流标准及导流时段

本工程建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）的规定，导流建筑物级别为 5 级，相应导流建筑物设计洪水标准为洪水重现期 10~5 年（土石类）。当导流建筑物位于水库库内时，为安全考虑依据规范取上限 10 年一遇标准；其余部位导流建筑物都不处于暴雨中心，且失事后经济损失不大，对工程进度的影

响也不大，则导流标准取下限 5 年一遇标准。

各处建筑物的导流标准及导流时段如下：

（1）隔河岩水库进水口

隔河岩水库进水口位于隔河岩水库内，本次确定导流洪水标准为洪水重现期 10 年（土石类）。隔河岩水库正常蓄水位为 198.26m（1985 国家高程基准，下同），死水位 178.26m，而本工程进水口设计底高程为 176.00m，位于水库死水位以下。

考虑到本工程工期紧迫，而进水口处施工任务较重，为保证施工的可靠性，进水口处施工时段取全年。

（2）沿头溪倒虹吸管

沿头溪倒虹吸管涉河段明挖埋管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，施工时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $44.40\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）罗家湾冲沟倒虹吸管

罗家湾冲沟倒虹吸管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $0.88\text{m}^3/\text{s}$ 。

（4）泉溪河暗涵

泉溪河暗涵施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $6.08\text{m}^3/\text{s}$ 。

（5）丹水倒虹吸管

丹水倒虹吸管涉河段埋管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $126.00\text{m}^3/\text{s}$ 。

（6）两叉河倒虹吸管

两叉河倒虹吸管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $6.60\text{m}^3/\text{s}$ 。

（7）联棚河（黑林子溪）出水口

主线出口位于联棚河支流黑林子溪右岸，底板高程 142.89m，远高于楠木溪水库设计洪水位 131.75m，因而仅需考虑支流洪水的影响。考虑出水口需要全年施工，导流时

段为全年，相应导流标准取全年 5 年一遇，对应洪峰流量为 $73.70\text{m}^3/\text{s}$ 。

（8）支线长岭河出水口

支线出口位于长岭河右岸，该处需要全年施工，由于出口底板高程 143.71m 高于河道全年 5 年一遇洪水位，因而隧洞施工不受影响。但出口消能设施等施工需要考虑围堰，施工时段选择枯水期 11~3 月，导流洪水标准为洪水重现期 5 年，对应洪峰流量为 $11.47\text{m}^3/\text{s}$ 。

（9）5 处支洞进口

1#支洞进口位于毛家岭冲沟左岸，由于需要全年施工，其导流（防洪）标准取冲沟全年 5 年一遇洪水，相应水位为 194.20m ，而支洞口高程为 204.00m ，满足防洪要求无需导流。

2#支洞口位于芭蕉溪冲沟左岸，由于需要全年施工，其导流（防洪）标准取相应河沟全年 5 年一遇洪水，对应洪峰流量为 $78.8\text{m}^3/\text{s}$ ，对应水位为 216.80m ，而支洞口高程为 218.00m ，满足防洪要求无需导流。

3#支洞口位于彭家湾冲沟起点处山脚，由于需要全年施工，其导流（防洪）标准取相应河沟全年 5 年一遇洪水，对应洪峰流量为 $64.9\text{m}^3/\text{s}$ ，对应水位为 191.00m ，而支洞口高程为 192.00m ，满足防洪要求无需导流。

4#支洞口位于金盆河左岸，由于需要全年施工，其导流（防洪）标准取相应河沟全年 5 年一遇洪水，对应洪峰流量为 $59.0\text{m}^3/\text{s}$ ，对应水位为 180.52m ，而支洞口高程为 188.00m ，满足防洪要求无需导流。

2.7.2.2 导流方式

（1）隔河岩水库进水口

隔河岩水库进水口位于毛家岭冲沟沟口，该处河道宽度约 100m ，若考虑沿取水口外围填筑纵横向围堰，需要填筑土石渣约 30万 m^3 ，需单独开采料场填筑，且围堰防渗施工难度较大，后期围堰拆除难度也相对较大。

经综合考虑，拟在进水口以前预留岩埂的方式挡水，挡水水位为 198.26m ，围堰顶高程拟定为 200.00m 。为保证岩埂围堰的挡水效果，拟对其采用帷幕灌浆处理。

（2）沿头溪倒虹吸（桩号 2+836~4+025）

沿头溪倒虹吸涉河段明挖埋管长约 30m，考虑在一个枯水期内完成施工。该河道断面枯水期 5 年一遇洪峰流量为 $50\text{m}^3/\text{s}$ ，由于洪峰流量较大而河床较窄，若采用分期导流，围堰占用河道断面较大不利于施工，拟采用左岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成河床段施工。

（3）罗家湾冲沟倒虹吸

罗家湾冲沟倒虹吸全长约 43m，枯水期 11~3 月洪峰流量为 $0.88\text{m}^3/\text{s}$ 。由于冲沟洪峰流量小且施工期短，拟采用填筑上下游围堰保护基坑、水泵抽排的方式在一个枯水期内完成施工。

（4）泉溪河暗涵（桩号 7+428~7+443）

泉溪河暗涵长 15m，位于泉溪河河床右岸，暗涵施工期间需拆除河道右岸现有干砌石挡墙。由于河道较窄，拟先将右岸干砌石拆除，并在原位浇筑混凝土挡水围堰，围堰基础落在基岩上。待跨河暗涵施工结束后，上述围堰直接作为河道护岸使用。

（5）丹水倒虹吸（13+425~13+702）

丹水倒虹吸涉河段长约 70m，该处河道较宽且枯水期洪峰流量较大，考虑采取分期导流的方式施工，在一个枯水期内完成施工。

（6）两叉河倒虹吸管（15+476~15+545）

两叉河倒虹吸管涉河段长约 60m，由于河道较窄，拟采用右岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成施工。

（7）联棚河（黑林子溪）出水口

联棚河出水口位于楠木溪水库库尾，该处需要全年施工，河道全年 5 年一遇洪峰流量为 $73.7\text{m}^3/\text{s}$ ，由于河道较窄，拟在洞口外围填筑纵向围堰围住洞口，保证洞内施工安全。

（8）支线长岭河出水口

支洞口以外消能段布置于河道洪水位以下，考虑在洞口外围填筑纵向围堰挡水，一个枯水期完成施工。

2.7.2.3 导流建筑物

本工程区位于山区，现有土地资源宝贵，且工程开挖量大，以石渣为主，故本阶段的围堰工程均考虑采用土石渣填筑，围堰防渗除进水口预留岩埂采用帷幕灌浆防渗，沿线各处跨河建筑物由于覆盖层较薄均采用粘土心墙防渗。本次以隔河岩水库、沿头溪倒虹吸管以及丹水倒虹吸管为例进行导流建筑物设计，其它沿线河沟由于洪峰流量较小，导流难度较小。

（1）隔河岩水库进水口

隔河岩水库进水口导流建筑物为预留岩埂，考虑围堰承受水头稳定要求，最终成型岩埂设计顶宽 6.0m，堰顶高程 200.00m，堰顶与基坑最大高差为 24m。预留岩埂的外侧边坡为现状岩体边坡，内侧边坡为 1: 0.5，为边坡安全考虑，岩埂内侧采用随机锚杆+挂网喷锚的方式进行支护，同时考虑施工过程中岩埂开挖面可能存在一定裂隙，为保证防渗效果考虑对其采用双排帷幕灌浆处理，帷幕灌浆孔深平均为 25m，排距 1.5m，孔距 2m。

（2）沿头溪倒虹吸管

沿头溪跨河段埋管采用左岸开挖明渠导流的方式。导流明渠底宽 4m，进口高程 94.00m，出口高程 93.13m，总长约 171.0m，两侧边坡 1: 1.5。经水力学计算，通过枯水期设计流量时，明渠水深约 2.1m 最大流速为 3.7m/s，明渠渠底及渠底到水面高程以上 0.5m 范围内两侧边坡均采用 15cm 厚 C20 混凝土防护。设计水位以上边坡根据实际需要铺设干砌块石进行临时防护。下游围堰挡水水位为 11~3 月 5 年一遇洪水位 94.8m，下游堰顶高程为 95.3m；经水力计算，得上游围堰堰前水位为 96.3m，故上游围堰顶高程设为 96.8m；上、下游围堰均采用附近开挖的土石渣填筑，围堰顶宽均设置为 2.0m，上游围堰最大堰高为 2.7m，两侧边坡均为 1:1.5。

沿头溪倒虹吸管处上、下游围堰堰基砂卵石覆盖层平均厚度在 1.5~2.0m 左右，考虑将该层全部挖除，抽槽回填粘土心墙防渗，心墙底部宽度 1.0m，两侧开挖坡比 1:0.8。

（3）丹水倒虹吸管

丹水倒虹吸管施工时采用分期导流，围堰挡水水位拟定为 11~3 月 5 年一遇洪水位，相应洪峰流量为 126m³/s。通过水力计算得到下游河床水位为 126.80，围堰束窄河床后

上游雍高水位 127.50m，故一、二期下游围堰顶高程均设计为 127.30m，上游围堰顶高程均设计为 128.30m。上、下游围堰均采用附近开挖的土石渣填筑，围堰顶宽均设置为 2.0m，上、下游围堰最大堰高分别为 3.2、2.0m，两侧边坡均为 1:1.5。

丹水河倒虹吸管处上、下游围堰堰基砂卵石覆盖层平均厚度在 1.8m 左右，考虑将该层全部挖除，抽槽回填粘土心墙防渗，心墙底部宽度 1.0m，两侧开挖坡比 1:0.8。

2.7.2.4 导流建筑物施工

(1) 围堰土石渣填筑

土石围堰填筑优先利用周围建筑物开挖料，采用 1m³反铲挖掘机配合 5~8t 自卸汽车上堰填筑，水上部分采用 59W 推土机平渣，振动碾碾压。

(2) 帷幕灌浆防渗墙施工

进水口帷幕灌浆防渗应在堰体填筑完毕后施工，灌浆分三序进行施工，先施工 I 序孔，再逐序加密。防渗墙属隐蔽工程，工艺、参数合理方能保证成墙施工质量，应根据现场试验，调整水压力、空气压力、浆液压力及浆液浓度提升速度。

帷幕灌浆采用回转式钻机钻孔，自下而上分段循环灌浆法施工，灌浆泵灌浆，灌浆自动记录仪与之配套使用，浆液材料为 42.5MPa 普通硅酸盐纯水泥浆，浆液配制采用集中制浆系统现场制浆。全孔灌浆结束后，用硬性水泥砂浆封堵。帷幕灌浆施工应严格遵守《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范（SL62-2014）》。

防渗墙要求深入相对不透水层 50cm，墙体有效厚度不小于 40cm，渗透系数不大于 1×10^{-5} cm/s。

(3) 土石围堰拆除施工

土石围堰拆除采用 1.0~2.0m³反铲挖掘机装至 5~10t 自卸汽车并运至弃渣场堆放。

导流建筑物工程量汇总见表 2.7-3。

表 2.7-3 导流建筑物工程量表 单位：m³

项目	单位	隔河岩水库进水口	沿头溪	罗家湾	泉溪河	丹水	泉溪河	彭家湾冲沟	联棚河出水口	长岭河出水口	合计
		库内围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	
土石渣回填	m ³		830	438	2023	3735	498	778	584	829	9715
土石渣	m ³		1088	438	498	4761	736	778	808	1037	10144

项目	单位	隔河岩水库进水口	沿头溪	罗家湾	泉溪河	丹水	泉溪河	彭家湾冲沟	联棚河出水口	长岭河出水口	合计
		库内围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	围堰	
拆除											
覆盖层开挖	m ³		8286		1653	923	1699	227	1003	242	14033
帷幕灌浆	m				371		358				
帷幕灌浆钻孔	m	2520									2520
黏土心墙	m ³	2520									2520
干砌块石护坡	m ³		515		306	1949	477	421	224	449	4341

2.7.2.5 基坑排水

进水口及沿线、跨河建筑物施工过程中，对渗入基坑内的少量渗水和雨水，应设置集中排水沟和集水井，利用水泵抽排至河道。

基坑经常性排水包括下雨积水、基础和围堰渗水、施工弃水等。一般情况下，降水和混凝土养护用水等施工用水高峰叠加的可能性较小，因此以降水+基坑渗水和施工弃水+基坑渗水两种组合进行比较，以较大者为准考虑经常性排水强度和设备配置，一般单个工作面选用 10m³/h 的潜水泵即能满足排水要求。

2.7.3 主体工程施工

本工程主要建设内容包括进水口、隧洞、倒虹吸、暗涵等工程，主体工程施工以机械施工为主，人工辅助。各部分主要施工方法如下：

2.7.3.1 取水口施工

（1）施工道路布置

根据进水口区域的地形地质条件及结构布置，由于进水口建基面较低，无法作为隧洞的全年工作面，拟在 1#主洞桩号 0+750 处设置 1 条施工支洞（1#支洞），主要供进口竖井以及 1#主洞前半段出渣。

此外，为满足进水口明挖、混凝土浇筑及后期运行管理需要，拟从毛家岭冲口右岸现有乡村公路处新建施工道路至进水口 214.00m 高程（启闭机平台）及 200m 高程（岩埂围堰顶部）处，全长约 0.8km。

（2）施工程序

结合进水口处临时道路的布置，基本施工程序如下：。

首先进行正常蓄水位以上部分土石方开挖，同时进行 1#施工支洞及支洞至进水口竖井段的主洞施工；之后进行竖井施工，同步完成预留岩埂的帷幕灌浆防渗，并在全年围堰的保护下施工正常蓄水位以下的土石方明挖、进水口边坡支护、拦污栅安装，待进口闸门安装调试完成并封闭后，再拆除预留岩埂。

（3）土石方开挖

进水口围堰顶部高程 200.00m 以上土石方开挖方式为：土方开挖采用 1.0~2.0m³ 挖掘机装 8~10t 自卸汽车运输至指定弃渣场。石方明挖采用潜孔钻钻孔，梯段控制爆破，石渣采用 1.0~2.0m³ 挖掘机装 8~10t 自卸汽车运输至指定弃渣场。

200.00m 高程以下土石方（不含预留岩埂）开挖方式为：顶部挖掘机可直接开挖的部分（暂定 195.00m 以上部分）施工方法与 200.00m 以上施工方法一致；挖掘机不能直接开挖的部分，考虑挖掘机开挖后，通过 5t 快速卷扬机配合 0.5m³ 斗车转运至上游堰顶 200.00m 处临时道路，再通过自卸汽车运输至指定弃渣场堆放。

（4）石方洞挖

连接隧洞采用全断面开挖方法，采用 YT-28 气腿式风钻钻孔，全断面光面爆破，钻孔时炮孔孔深 2m，孔径 42mm，炮孔间距 0.6m-0.8m。炮孔装药采用 2#岩石乳化炸药，单孔装药量为 1.05kg，导爆索连接，非电毫秒导爆管微差起爆，由机械翻斗车装渣，运至支洞出口临时堆渣场，1m³ 反铲挖掘机装车，8-10t 自卸汽车运至弃渣场。

（5）竖井开挖

竖井深度为 34m，断面较大，为了缩短工期、降低开挖难度，采用先导井后扩大开挖方法。

待 1#施工支洞及 0+000~0+750 段（施工支洞至进水口竖井）隧洞形成后，首先采用 LBM-200 型反井钻在调压井中心自上而下钻一个直径 200mm 的导向孔到竖井底部，然后自下而上将钻孔扩成直径 1.5m 的圆形导井，导井开挖时的石渣凭自重落到竖井底部的隧洞内，采用 WZY-60T 履带式皮带扒渣机装渣，1m³ 机动翻斗车运至支洞出口临

时堆渣场，再采用 1m³ 反铲挖掘机装车，8~10t 自卸汽车运至弃渣场。

井口附近布置移动空压机供风，供开挖时手风钻、喷锚机等设备供风；井口周边需设置截水沟及集水井，防止地表水流入井内。

导井贯通后，进行全断面扩挖施工，自上而下进行，手风钻钻孔，火雷管起爆，毫秒导爆雷管实现微差预裂爆破，以减小爆破对围岩的影响。扩挖后进行开挖锁口施工，锁口完成后再继续向下扩挖。扩挖的石渣用人工扒渣，经导井溜至竖井底部，采用履带式皮带扒渣机装渣，机动翻斗车运至支洞出口临时堆渣场，再采用 1m³ 反铲挖掘机装车，8~10t 自卸汽车运至弃渣场。

（6）混凝土浇筑

进水口混凝土浇筑约 3000m³，混凝土由设置于进水口附近布置区内的混凝土系统制备。混凝土采用 3m³ 搅拌车运输，混凝土泵车入仓，2.2kW 插入式振捣器振捣。

（7）预留岩埂爆破

岩埂拆除采用底部预裂爆破成缝，斜孔松动爆破拆除的方案。

由于爆破区域距离进水口非常近，为有效的降低爆破振动，减少爆破对进水口结构的影响，采用水平预裂爆破成缝。预裂爆破同时可以形成较为平整的爆破面，改善进口水流条件。在基坑内测岩埂坡脚进口 176.0m 高程布置一排水平预裂孔，孔深 25m，间距 1.0m。水平预裂孔炮孔直径 105mm，炮孔间距 1.0m，堵塞长度 2m；炸药采用 $\Phi 32\text{mm}$ 药卷，底部加强段采用 $\Phi 50\text{mm}$ 药卷，线装药密度 500g/m；预裂孔装药采用竹排绑扎，间隔装药。在岩埂顶部布置 9 排倾斜炮孔，孔口间排距 1.0m，孔底间距 2.0m。爆破拆除区主爆孔炮孔直径 110mm，炸药采用 $\Phi 70\text{mm}$ 药卷，堵塞长度 3m，炸药单耗 0.7kg/m³。爆破区炮孔孔距为 3.0m，采用梅花形布孔。预留岩埂爆破孔布置示意图见图 2.7-1。

进水口底部高程 176.00m，水库正常蓄水位 198.26m。进水口预留岩埂围堰顶部高程 199.0m，防渗系统采用帷幕灌浆防渗，进水口距离岩埂围堰岩质边坡最小水平距离为 10.2m。由于进水口拦污栅距离待拆除的岩埂围堰较近，需特别做好对进口拦污栅等建筑物的保护。

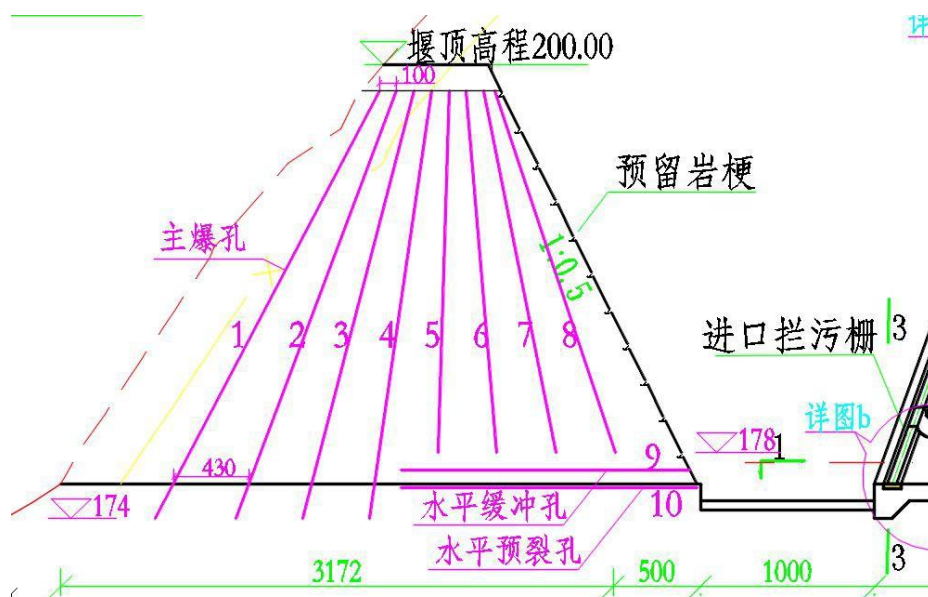


图 2.7-1 预留岩埂爆破孔布置示意图

岩埂爆破前，须对进口拦污栅整体进行竹跳板和轮胎覆盖保护。装药连网完成后，对基坑进行充水，确保进口拦污栅在水下，以便进一步对其进行保护。准备作业完成后，开始起爆。爆破后采用 8.0m^3 抓斗式挖泥船开挖石渣，转陆路运输至 1#渣场，同时将拦污栅防护设施拆除。

2.7.3.2 隧洞施工

1、主洞施工

(1) 土方及石方明挖

土方及石方明挖主要是各段隧洞进出口部分的开挖。

土方开挖采用 $1\sim 2\text{m}^3$ 反铲挖掘机开挖， $8\sim 10\text{t}$ 自卸汽车运往施工区统一规划的弃土场或临时存渣场堆放。石方明挖采用自上而下分层开挖，手风钻钻孔，梯段爆破，每个台阶高度为 $3\sim 5\text{m}$ ，开挖坡比应满足设计要求，开挖完后及时对边坡进行支护。爆破后的石渣由 $1\sim 2\text{m}^3$ 挖掘机挖装， $8\sim 10\text{t}$ 的自卸汽车运至弃渣场。

为保障隧洞施工安全，在洞口浇筑钢筋混凝土洞脸，并视情况对边坡进行挂网锚喷支护，锚杆间距一般为 2m ，梅花状布置，待锚杆施工完毕且砂浆达到一定强度后，钢筋网固定就位，然后喷射 10cm 厚混凝土，喷射混凝土应填满铁丝网与岩石间空隙，网面的混凝土保护厚度不得小于 5cm 。

（2）石方洞挖

石方洞挖均采用钻爆法施工，手风钻或气腿钻钻孔，全段面掘进，周边孔光面爆破。隧洞出渣方式根据各条隧洞的实际条件采用不同方式：

①1#、2#、4#隧洞。以上3段隧洞长度分别为2.75km、3.39km、1.77km，且均有进出口两个工作面可同时施工，单边掘进长度最大1.70km，工期能保证。由于隧洞断面较小，只能采用小型设备，设计考虑采用 1.0m^3 机动翻斗车运输渣料至洞口，再转8~10t自卸汽车将渣料运输至指定弃渣场；

②3#、5#及支线隧洞。以上3段隧洞长度分别为5.96km、7.46km、3.93km，单洞长度较大，为缩短工期，在3#隧洞11+000、5#隧洞18+900及21+320、支线隧洞1+200处分别设置2#支洞、3#支洞、4#斜井、5#斜井。平洞出渣采用 1.0m^3 机动翻斗车运输渣料至洞口，再转8~10t自卸汽车将渣料运输至指定弃渣场；斜井出渣先采用机动翻斗车运输渣料至斜井底部，由设置于洞口的双筒绞车配合 1.0m^3 斗车沿斜井运输至洞口，再转8~10t自卸汽车将渣料运输至指定弃渣场。

为满足自卸汽车出渣及错车的需要，沿隧洞每隔200m设置一处错车道。

（3）混凝土衬砌

工程地质条件较好、围岩稳定和基本稳定的II、III类围岩拟采用全断面一次衬砌，衬砌施作可在围岩总变形量达到约80%，并且围岩变形基本收敛后进行；对岩体破碎、成洞条件差、围岩不稳定和极不稳定的IV、V类围岩，初期支护及时跟进、及时闭合，并保证有足够的刚度，二次衬砌作业时机与围岩条件、洞室大小形态、支护刚度、施工方法及工序等多种因素有关，施工时应结合现场监测数据综合分析确定二次衬砌施作时机。对于地质条件较好洞段，衬砌总体安排顺序为先底板后侧墙顶拱浇筑；围岩较差洞段拟先衬顶拱，后衬边墙和底板。衬砌混凝土由布置于各工作面施工区的混凝土拌和站供料，采用钢模台车、泵送混凝土入仓、插入式振捣器振捣的隧洞混凝土衬砌施工方式。

（4）灌浆施工

灌浆工程包括回填灌浆和固结灌浆，按照先回填后固结的顺序进行。回填灌浆在

衬砌混凝土达到 70%设计强度后进行，灌浆施工在预留的灌浆孔内进行，分两序孔，由较低的一端开始向较高的一端推进。固结灌浆按环间分序、环内加密的原则进行，其环间分为二次序，环内按二次序加密。灌浆孔由风钻钻孔，灌浆前应进行钻孔和裂隙冲洗，将孔壁、裂隙、洞穴中的岩粉、碎屑及其它充填物冲洗出洞外，用高压风将孔内岩粉吹净。

（5）洞内通风、通电

采用 $40\text{m}^3/\text{min}$ 固定式空气压缩机供风方式，通风机设洞外，通风管选用 $\phi 600\text{mm}$ 拉链软式通风管，管口逐步前移。施工中应做好洞内通风、通电和加强安全、卫生管理，严格执行《水利水电建筑安装安全技术工作规程》。洞内通电由变压器位置架线到隧洞外，要有专人负责，绝对保证隧洞施工用电和通电安全，以保证隧洞施工顺利进行。

（6）施工排水

采取截、堵、排相结合的综合措施，洞挖施工前先做好洞口及隧洞周围地表的排水工作，防止地表水从洞外进入洞内。

洞内施工排水根据开挖洞段施工特点、施工程序进行安排；出口工作面洞挖施工均为逆坡开挖，顺坡排水，采取利用坡降自流和设置泵坑、水泵抽排相结合的方式排水。进口工作面洞挖施工均为顺坡开挖，逆坡排水，在洞内设置泵坑和移动水箱，采用分段设置集水井，潜水泵接力抽排措施，通过水泵集中抽至洞外。

（7）支护措施及施工方法

施工时根据现场开挖情况，对洞身围岩采取固结灌浆、砂浆锚杆等加强方案进行处理洞顶 120°范围采用回填灌浆进行充填，必要时进行接缝灌浆和固结灌浆处理。为降低隧洞外水压力，隧洞顶拱设 2 排排水孔，间距为 3.0m，洞身直墙及底板地下水集中出露处设带逆止阀的排水管。

支护工程主要施工方法如下：

锚杆施工：采用风动钻机进行钻孔，锚孔钻完后用高压风清孔，并检查锚孔是否平直畅通，不合格者重新钻孔；钻孔完成后将锚头安装在锚杆一端，另外一端安装止

浆塞，然后将锚杆旋转插入孔中，锚杆深入孔底，将止浆塞推向孔口处，塞入孔内，安上垫板和螺母，按照需要采用锚固剂对孔口进行密封，杆体露出面的长度，不大于喷层厚度；锚杆打设完成后即可进行注浆，首先连接注浆管路，将注浆接头拧在锚杆上，注浆材料根据实际围岩情况选用，一般为水泥砂浆，注浆结束标准为管内浆液溢出，孔内注浆饱满。

喷混凝土（含挂网）：开挖面形成后首次喷厚控制在 3~5cm，之后根据需要打设锚杆、挂钢筋网，清理回弹物料，然后进行下一层喷射施工，下一层喷射应在上层终凝后进行，并应保证喷浆厚度及密实度。锚杆注浆后，在砂浆凝固前，不得敲击、碰撞和拉拔锚杆。

钢拱架施工：钢拱架按隧洞断面尺寸要求预先在洞外钢构件场地加工成型，在洞内用螺栓连接成整体，在开挖或喷混凝土后及时架设。钢拱架尽量密贴围岩并与锚杆焊接牢固，钢架之间按设计纵向连接，钢拱架在隧洞断面上需设置锁脚锚杆。钢拱架需全部喷射混凝土覆盖，保护层厚度不小于设计厚度，与围岩间的间隙用喷射混凝土充填密实。

超前小导管：沿隧洞开挖轮廓线向前以一定的角度，打入管壁带小孔的导管，并以一定的压力向管内注起胶结作用的浆液的施工方法（通常注浆压力为 0.5~1.0MPa）待浆液凝固后，隧洞周围的岩体能得到预加固，并形成具有一定厚度的加固圈。此加固层能起超前预支护作用。同时，浆液填充了空隙，阻隔了地下水向隧洞渗流的通道，也起到了堵水、隔水的作用。在其保护下，可以安全地进行开挖作业。

所有的初期支护均应遵循“当班清理，当班支护的原则”，即掌子面开挖形成后，临时支护应即刻跟进，不得延误，以免施工队伍换班后造成安全事故。

2、施工支洞施工

本工程引水隧洞主线及支线全长约 26.957km，为增加工作面缩短施工工期，沿线共设置 5 段支洞，其中 3 段平洞、2 段斜井，各支洞特性见表 7.5-2。施工支洞采用城门洞型断面，成型断面尺寸 3.0×2.95m，顶拱中心角为 135°。施工支洞特性详细见表 2.7-4。

表 2.7-4 施工支洞特性表

支洞编号/桩号		进口高程 m	与主洞交点高程 m	长度 m	平均纵坡 (%)	备注
1#	0+750	200.00	175.34	212	11.63	平洞
2#	11+000	218.00	158.22	548	10.91	平洞
3#	18+900	192.00	145.92	526	8.76	平洞
4#	Z1+200	188.00	145.56	191	22.22	斜井
合计				1677		

支洞施工与主洞施工方法相同，石方洞挖采用钻爆法施工，手风钻或气腿钻钻孔，预裂光面爆破，出渣采用 1.0m^3 机动翻斗车运输渣料至洞口，再转 8~10t 自卸汽车将渣料运输至指定弃渣场。

支洞封堵分两部分，与主洞相接处为防止外水压力较高对主体结构产生不利影响采用 C20 微膨胀砼封堵，支洞进口为防止人畜进入采用混凝土封堵，封堵长度均为 5m。

根据地质资料，支洞主要位于Ⅲ类围岩区域，局部存在Ⅳ类围岩。由于施工支洞均要作为全年施工面，为保证施工安全，支洞进口采用管棚支护进洞，40cm 厚 C25 钢筋混凝土衬砌锁口，洞内根据围岩情况采取对应的临时支护措施：

Ⅲ类围岩区域边顶拱主要采用 10cm 厚喷射混凝土支护，同时根据实际需要设置单根长 2.5m 的 $\phi 22$ 随机锚杆，底板为方便施工均浇筑 20cm 厚 C20 混凝土找平硬化；

Ⅳ类围岩区域在边墙及顶拱范围内设置单根长 2.5m 的 $\phi 22$ 系统锚杆，锚杆间距 1.5m，再挂设 $\phi 6.5@20\text{cm}$ 钢筋网并喷射 10cm 厚混凝土支护；当施工过程中发现原位监测变形较大、地下水丰富等不良地质条件时，需加强支护，增设 I16 钢拱架支护。

同时为利于洞身稳定，在各断面周边布置 3 个深 1.5m，排距为 2m 的排水孔。为满足洞内出渣错车的需要，在 3#支洞（402m）支洞中间部位选择围岩条件较好处设置 1 处错车道，错车道宽 4.4m，长 12.4m。

2.7.3.3 倒虹吸管施工

工程沿线共有 3 座倒虹吸，包括沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸和两叉河倒虹吸，长度分别为 1189m、277m、69m，设计主要采用单根 DN1800mm 的圆形球墨铸铁管结构，局部为钢管。根据水工布置，倒虹吸进口段一般设有退水闸（排渣）、沉沙池及节

制闸，后接埋管段，埋管段管槽最大开挖深度一般在 5.0-8.0m 之间，铸铁管底部 120° 范围设 30cm 厚的 C25 混凝土基座，跨河段铸铁管外 30cm 厚的 C25 混凝土。管道转弯处均设置混凝土镇墩。

（1）基坑开挖

基坑土方开挖：基坑土方采用 1~2m³ 的反铲挖掘机开挖，局部采用人工辅助，能利用的土方就近堆放于开挖边线以外，74kW 推土机集料，堆料高度不宜超过 2.0m。弃土采用 8-10t 自卸汽车直接运输至弃渣场。基坑开挖深度较大时，石方开挖均自上而下采用潜孔钻钻孔、光面爆破开挖，1~2m³ 挖掘机配合 8-10t 自卸汽车出碴，施工过程中应注意监测边坡的稳定。基坑开挖深度较小或距离周边民房等建筑物较近时，石方开挖采用液压岩石破碎机破碎，再采用挖掘机配合自卸汽车出碴。

沟槽开挖过程中，当遇地下水时，在槽底一侧设置排水沟，并分段设置集水井，先将水引至集水坑内，利用潜水泵抽排至沟外，保证基坑内的干地施工条件。

管道穿过沿线乡村公路时，采用液压岩石破碎机破除路面混凝土面层，再用反铲开挖沟槽，施工时尽量缩短交通中断时间。同时，施工期间在道路两侧竖警示牌，并派专人职守。

（2）管基混凝土

管道基座及镇墩混凝土皆采用现场拌合站供料，机动翻斗车运输，混凝土泵车输送入仓，D50 插入式振捣器振捣。模板以钢模为主，木模为辅，要求混凝土振捣密实，坍落度适中。镇墩须将底部松软土质全部挖除，直至出现基岩或密实原状土。

（3）管节安装

管道由运管车运至现场后，由汽车吊配合吊运下管，严禁将管子向槽底自由滚放。管道安装前应清除管基表面上的浮土和各种杂物，并经验收合格后方可下管铺设。管道下槽前，应逐根检查管材口有无损坏现象，如有，应对损坏部位修补合格后方可使用同时清除管内杂物。

管道安装时自下而上施工，每节管道都要复核一次管底高程，管节的偏差通过吊机的起吊和下部垫层来调节。管道就位采用机械和人工结合紧管，逐节就位安装。

（4）管身混凝土浇筑

管道沿线混凝土施工主要包括外包混凝土及镇墩混凝土，用混凝土搅拌车运输至施工现场，溜槽入仓，D50 插入式振捣器振捣。模板以钢模为主，木模为辅，要求混凝土振捣密实，坍落度适中。镇墩砼背后如遇松软土质全部清理掉，直至出现密实原状土。管道沿线钢筋及模板均在现场加工制作。

（5）土方回填

墩台土方回填在管道安装完成后进行，回填土方利用开挖堆存在存渣场的土方，自卸汽车运至填筑地点，采用推土机运料及辅助摊铺，小型打夯机分层夯实。

2.7.3.4 金属结构及机电设备安装

本工程金属结构及机电设备主要包括进水口及沿线其它闸门和启闭设备。金属结构必须持有生产许可证的厂家制造和安装，闸（阀）门、启门机在厂家购买成品或在预制厂定做，在现场用吊车吊运至安装部位，闸（阀）门埋件采用二期混凝土固定。所有闸门加工完成后均可整扇或分节运输至施工现场，由汽车式起重机结合安装就位的启闭设备吊装就位。启闭机的组装，工作宜在生产厂内进行，经组装的部件运至安装现场后，由汽车式起重机吊装就位，然后再进行整机组装。闸门、拦污栅及埋件的除锈、喷锌、刷漆等防腐处理，按设计要求进行。闸门、拦污栅及启闭设备安装调试完毕，应作全程试运行三次。主要施工工序：预埋件安装→一期混凝土浇筑→闸门、启闭机安装就位→二期混凝土浇筑→启闭机和电气设备安装→门叶安装→试运行→防腐等尾工。

2.7.4 施工交通

2.7.4.1 对外交通运输

（1）对外交通现状

项目区内对外交通现状以公路运输为主，目前有沪渝高速公路 G50、翻坝高速公路 S68、呼北高速公路 G59、省道 S242、S323、S324 等主要交通干线从工程区附近经过，另有国道 G318、县道 X214 等主要公路经过工程区，对外交通十分便利。

（2）对外交通运输方案

根据工程布置和施工规划，施工期外来物资主要包括各类建筑材料、机电设备及金

属结构及生活物资等。根据工程施工外来物资运输情况，结合交通现状，工程物资主要可通过高速公路、国道、省道和县乡级公路运至现场，沿线桥梁、道路均较好。此外，本工程无特殊重、大件运输，场外交通基本能满足施工需要。

2.7.4.1 场内交通运输

本工程场内道路主要是至各施工区的连接路，主要布置施工道路有：

（1）进水口及 1#支洞施工道路。拟建进水口位于清江隔河岩水库左岸毛家岭冲沟左岸，该位置暂无道路。本次拟从进水口附近的毛家岭乡村公路处新建一条施工道路至进水口处，全长 0.8km，道路跨越毛家岭冲沟处需新建一座漫水桥，后期道路可硬化作为永久运行管理道路。

（2）沿头溪两岸施工道路。沿头溪倒虹吸管沿线跨越沿头溪和罗家湾冲沟，目前已有乡县级公路到达河道两岸。为满足施工，拟从现有道路新建临时通道至沿线各施工点，全长 1.8km。为满足河道两岸运输需要，道路跨越沿头溪处需新建一座漫水桥，部分道路后期可硬化作永久道路。

（3）泉溪河暗涵两岸施工道路。泉溪河暗涵横跨 011 乡道，进出口均位于乡道旁，为满足施工，拟新建临时便道约 0.1km。为满足河道两岸运输需要，道路跨越泉溪河处需新建一座漫水桥。

（4）2#施工支洞口施工道路。2#施工支洞位于芭蕉溪冲沟左岸，本次拟新建临时道路及漫水桥连接支洞口与右岸现有乡道，全长 0.2km。

（5）丹水河两岸施工道路。丹水倒虹吸管横跨 G318 国道，丹水河河道较宽，目前引水线路附近无公路桥梁连接丹水河两岸。为满足施工需要，本工程新建漫水桥横跨丹水河，并新建临时道路至沿线各施工点，道路全长约 1.2km。部分临时道路后期可硬化作永久道路。

（6）两叉河两岸施工道路。两叉河倒虹吸管位于高家堰镇金盆村，目前有乡村公路到达右岸半山农户处，可从此修建临时道路至拟建倒虹吸管进口，并采用漫水桥跨越河道，道路全长约 0.5km。

（7）3#施工支洞口施工道路。3#支洞位于点军-长阳一级公路旁彭家湾冲沟左岸，

本次拟新建点长一级路至支洞口道路，并新建漫水桥跨越支沟，并沿点长一级路一侧新建道路连接支洞出口与 10#、11#弃渣场，道路全长 0.4km。

（8）4#施工支洞口施工道路。4#支洞位于联棚河上游支沟干溪右岸，目前已有乡道抵达支洞口下游约 400m 处，可从此修建临时道路至支洞口，道路全长约 0.2km。

（9）联棚河出口施工道路。引水隧洞出水口位于联棚河（黑林子溪），出水口下游约 50m 处有乡村道路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.4km。

（10）长岭河出口施工道路。长岭河支线出水口位于长岭河右岸南，出洞口对岸有乡村公路经过。本次拟新建道路及跨河漫水桥连出洞口及该乡道，道路全长 0.2km。

临时道路的路面宽度、路面结构等标准，根据该道路的使用时间长短、行车密度、车流量及运输材料的重要性等方面考虑选择确定。本工程场内道路昼夜运输车辆 200 辆以下，宜采用场内道路四级标准。根据场内交通道路的使用功能及设计标准，本工程新建施工临时道路均采用泥结碎石路面（路面宽 4m），利用修复当地道路为混凝土路面（路面宽 3~5m）。

综上所述，共需新建施工临时道路采用四级标准，道路总长 8.2km（其中结合永久交通布置段长 2.0km），路宽 4m，采用泥结石填筑，坡降小于 10%；扩宽现有乡道 4.0km；各处跨河建筑物临时中断当地交通改道 0.8km；新建漫水桥 11 座总长 300m，桥宽 5m。另外考虑施工期间可能对现有乡村道路的损坏，经现场踏勘统计，共需对 6km 乡村道路进行维修及补偿，并对部分现有乡道进行加固扩宽，场内道路及桥梁详细数据见表 2.7-5。

表 2.7-5 场内道路、桥梁一览表

编号	部位	场内桥梁 (桥宽 5m)	场内道路			
			新建道路 (km)	维修 (km)	道路扩宽 (m)	临时改道 (m)
1#	进水口及 1#支洞附近	15	0.8	0.5	3000	
2#	沿头溪倒虹吸管	30	1.8	0.8	500	400
3#	泉溪河暗涵	20	0.1	0.5		200
4#	2#支洞	15	0.2	0.8		
5#	丹水倒虹吸管	90	1.2	0.5		200
6#	两叉河倒虹吸管	25	0.5	0.5		
7#	3#支洞	15	0.4	0.5	500	

编号	部位	场内桥梁 (桥宽 5m)	场内道路			
			新建道路 (km)	维修 (km)	道路扩宽 (m)	临时改道 (m)
8#	联棚河出水口	20	0.4	0.5		
9#	4#支洞	30	0.4	0.5		
10#	支线出水口	25	0.2	0.5		
合计		300	6.2	6.0	4000	800

2.7.5 施工工厂设置

2.7.5.1 砂石骨料加工系统

本工程主体工程施工所需的砂石料主要用于混凝土骨料，根据工程沿线地层岩性以及各段混凝土量综合分析，拟将丹水倒虹吸以前的部分隧洞开挖料进行破碎筛分后作为砂石骨料利用，不足部分从当地砂石料场购买。

根据各段隧洞的长度及开挖量分析，拟在全线设置 3 处砂石料加工系统，分别位于沿头溪、泉溪河、牛凤冲处。经初步测算，本工程单个工作面高峰期混凝土浇筑强度最高约 $180\text{m}^3/\text{d}$ ，为合理利用所开采和加工的砂石骨料，以满足工程对各级砂石料数量和质量要求，采用在砂砾石加工工艺中设置格筛和破碎机，以解决各级砂砾料余缺，采用 2100×3600 型棒磨机制砂。

隧洞开挖石料采用自卸汽车运输至加工场地堆放，由卸料斗皮带送入格筛，将大于 80mm 的超径石送入复摆 $\text{PEF600}\times 900$ 颚式破碎机破碎，小于 80mm 的骨料直接送入半成品料堆，由半成品堆料皮带送入筛分楼筛分，将各级配成品料再经皮带机转摇臂堆料机送入各成品料仓。对各级配盈余骨料送入调节料堆，经皮带输送机送入 $\phi 1750$ 型标准型圆锥破碎机进行细碎，并再次送入筛分楼筛分。根据施工进度要求，砂石料工厂最高生产能力为 $400\text{m}^3/\text{d}$ 。

2.7.5.2 混凝土生产系统

混凝土拌和系统据各施工区混凝土浇筑强度要求，主要采用各施工区内的混凝土拌和站拌制混凝土，局部可采用移动式拌和机。

工程整个线路由进水口、隧洞、倒虹吸管、暗涵等组成，其中隧洞所占比重最大，且大部分洞段均较长。本次工程在每条隧洞进、出口及支洞口布置混凝土拌和系统，根

据围岩类别及衬砌方式，选定合适的混凝土拌和系统；倒虹吸管、暗涵处的混凝土施工，根据工程量大小分别单独设置或合并设置混凝土拌和系统，本工程单工作面高峰期混凝土浇筑强度最高约 $180\text{m}^3/\text{d}$ ，选择单座 $2\times 0.8\text{m}^3$ 拌合楼可满足要求。

工艺流程：本工程砂石骨料部分利用隧洞开挖料加工制作而成，部分从当地料场购买。骨料均采用自卸自卸汽车运输至混凝土拌和楼储料仓，水泥由散装水泥汽车运至混凝土生产系统，泵送至混凝土拌和楼水泥仓内拌合。

拌和站的配套设施有水泥仓库、供水水箱及添加剂储料仓等，每处拌合站拟配套布置 1 座散装水泥立罐、1 座袋装水泥仓库，为保证混凝土的生产质量，拌和站应设置实验室、值班室等，负责混凝土生产过程中的质量检验。

2.7.5.3 综合加工系统

主要包括钢筋加工厂、木材加工厂。

钢筋加工厂主要由钢筋加工车间、电焊车间、绑扎车间及堆场等组成，同时兼作钢拱架制作场地。按 $20\text{t}/\text{班}$ 设计，平时一班制生产，施工高峰期二班制生产。

木材加工厂与钢筋加工厂紧邻布置，主要承担工程木模板的加工任务。模板制安主要包括定型钢模板及异型木模板，现场模板加工系统主要负责异型模板的加工，对定型模板主要提供保养维护，木材加工厂的生产能力为 $20\text{m}^2/\text{班}$ ，每日一班制生产。

2.7.5.4 机械修理系统

本工程共有各型施工机械百余台套，根据工程特点，工地只负责施工机械的中小修及保养，机械大修外委。厂内设起重机、钻床、金属切削机床、锻钎机及电焊机等，其保修劳动量为 5 万工时/年，每日一班制生产。本工程施工机械不多且无大型机械设备。受场地条件的限制，工地不考虑大修。因此，现场可不设置机械大型维修设施，但现场应具有一般修配保养的能力，可设施工机械保修厂。

2.7.5.5 风、水、电系统

（1）施工供风

本工程施工供风系统主要为引水线路沿线建筑物开挖及永久道路提供用风，工程共有 6 条主洞及 5 条支洞，共有 16 个洞口工作面，再加上沿线跨河建筑物，总供风能力约为 $720\text{m}^3/\text{min}$ 。各个洞口采用固定供风方式，局部固定式无法满足的部位则采用移动

式供风方式。

根据以上分析，工程共设 $40\text{m}^3/\text{min}$ 台固定式 5L-40/8 空气压缩机 18 台， $20\text{m}^3/\text{min}$ 移动式 WF-20/8-A 空气压缩机 8 台作为机动。混凝土生产系统自备压缩空气站，该供风系统不再考虑其设备的配置。

（2）施工供水

输水线路沿线有隔河岩水库、沿头溪、丹水河、两叉河、金盆河、联棚河、长岭河等水库与河流，附近还有一些小型河、沟、渠道等，另外沿线乡镇、村庄也有自来水补充供给，施工供水主要就近从附近河道、水库、堰塘取水。根据本工程施工特点，宜在各洞口均布置施工供水系统，分别向进水口、跨河工程和各施工支洞供水。

（3）施工供电

输水线路附近乡镇、村庄均有 10kV 输电线路，各施工区根据施工用电负荷要求就近在 10kV 输电线路引接电源，以 10kV 场内供电，同时在各施工区配备柴油发电机，停电后可用柴油发电机紧急送电。

2.7.6 施工总布置

2.7.6.1 布置原则

- （1）根据工程规模、施工场地条件等，确定采用集中与分散相结合的布置方式。
- （2）场地布置既要便于施工，又要不影响施工区现有设施。
- （3）充分利用管理处现有设施，减少临时工程规模。
- （4）施工布置尽量少占耕地、果园，节约用地。

2.7.6.2 施工总布置

根据主体工程布置、对外交通条件及施工场地条件，将本工程的施工场地划分为 10 个部分，各工程区各自设置独立的施工辅助企业及生活区等。

主要施工场地布置设施如下：

（1）砂石加工、混凝土系统

根据施工工厂设施规划，拟将 1#、2#、3#隧洞的开挖料进行破碎筛分后作为砂石骨料利用，为尽量减少砂石生产系统的规模，同时又要最大限度减少石料转运距离，根据

各段隧洞的长度及开挖量分析，拟在全线设置 3 处砂石料加工系统，分别位于沿头溪、牛凤冲处。

混凝土生产系统采用分散布置方式，各布置区均布有混凝土生产系统。采取就近原则，均布置在洞口附近，便于混凝土运输。

（2）其他施工辅助设施

主要包括钢筋模板加工系统、综合仓库、机械修配保养场、施工风水电设施以及生活营地等。生产类工厂可布置在各洞口附近，方便施工期间运输，生活区可就近租用民房。本工程施工分区明细见 2.7-6，各工程场地占地面积见表 2.7-7。

表 2.7-6 各施工布置区情况一览表

片区	河流	河流断面及冲沟	别名	构筑物及施工布置
毛家岭冲沟片	毛家岭冲沟	毛家岭冲沟 CS1		1#支洞、1#施工场地
		毛家岭冲沟 CS2		1#弃渣场
	毛家岭冲沟支沟	毛家岭冲沟 1#支沟		进水口
		毛家岭冲沟 2#支沟		变压器施工道路
		毛家岭冲沟 3#支沟		1#施工场地
		毛家岭冲沟 4#支沟		1#弃渣场
沿头溪片	沿头溪	沿头溪 CS1		3#弃渣场
		沿头溪 CS2		沿头溪倒虹吸
		沿头溪 CS3		3#施工场地
	沿头溪冲沟	沿头溪冲沟 1#支沟		2#弃渣场、2#施工场地
		沿头溪冲沟 2#支沟	罗家湾冲沟	沿头溪倒虹吸（上）
泉溪河片	泉溪河	泉溪河 CS1		泉溪河暗涵
		泉溪河 CS2		4#施工场地
		泉溪河 CS3		4#弃渣场
	泉溪河冲沟	泉溪河 1#支沟		4#施工场地
		泉溪河 2#支沟		4#弃渣场
牛凤冲片	牛凤冲	牛凤冲		穿越隧洞、5#弃渣场
	牛凤冲支沟	牛凤冲 1#支沟		5#弃渣场
		牛凤冲 2#支沟	芭蕉溪冲沟	2#支洞、5#施工场地
丹水片	丹水	丹水 CS1		7#弃渣场
		丹水 CS2		6#施工场地
		丹水 CS3		丹水倒虹吸
	丹水支沟	丹水 1#支沟		7#弃渣场

片区	河流	河流断面及冲沟	别名	构筑物及施工布置
		丹水 2#支沟		6#施工场地
		丹水 3#支沟		6#弃渣场
两叉河片	两叉河	两叉河 CS1		两叉河倒虹吸
		两叉河 CS2		7#施工场地
		两叉河 CS3		8#弃渣场
	两叉河支沟	两叉河 1#支沟		7#施工场地
金盆河片	金盆河	金盆河 CS1		金盆河下穿隧洞
		金盆河 CS2		4#支洞
	金盆河支沟	金盆河 1#支沟	彭家湾冲沟	10#弃渣场
		金盆河 2#支沟		3#支洞、9#弃渣场、8#施工场地
联棚河片	联棚河	联棚河 CS1		主洞出口
		联棚河 CS2		11#弃渣场
		联棚河 CS3		9#施工场地
	联棚河支沟	联棚河 1#支沟	干溪冲沟	9#施工场地
长岭河片	长岭河	长岭河 CS1		12#弃渣场
		长岭河 CS2		支线出口、11#施工场地
	长岭河支沟	长岭河 1#支沟		11#施工场地

表 2.7-7 工程场地占地面积一览表

布置区	备注	项目规模	砂石加工系统	混凝土系统	钢木加工厂	综合仓库	施工机械停放保养	施工风、水、电	生活营地	合计
			m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
1#	进水口及1#支洞	建筑面积		300	400	300	0	200	0	1200
		占地面积		2500	2500	1200	1500	500	1500	9700
2#	沿头溪倒虹吸管	建筑面积	300	600	600	600		400	0	2500
		占地面积	3000	5000	3000	2400	2500	1000	2500	19400
3#	泉溪河暗涵	建筑面积		400	300	300	0	200	0	1200
		占地面积		3000	2000	1200	1500	500	1500	9700
4#	2#支洞	建筑面积	300	300	300	300	0	200	0	1400
		占地面积	3000	2500	2000	1200	1500	500	1500	12200
5#	丹水倒虹吸管	建筑面积		400	400	500	0	200	0	1500
		占地面积		3000	2500	1600	1500	500	1500	10600
6#	两叉河倒虹吸管	建筑面积		400	300	300	0	200	0	1200
		占地面积		3000	2000	1200	1500	500	1500	9700
7#	3#支洞	建筑面积		300	300	300	0	200	0	1100
		占地面积		2500	2000	1200	1500	500	1500	9200
8#	出水口	建筑面积		400	300	400	0	200	0	1300
		占地面积		3000	2000	1600	1500	500	1500	10100

布置区	备注	项目规模	砂石加工系统	混凝土系统	钢木加工厂	综合仓库	施工机械停放保养	施工风、水、电	生活营地	合计
			m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
9#	4#支洞	建筑面积		400	300	300	0	200	0	1200
		占地面积		3000	2000	1200	1500	500	1500	9700
10#	支线出水口	建筑面积		400	300	300	0	200	0	1200
		占地面积		3000	2000	1200	1500	500	1500	9700
合计	建筑面积									15000
	占地面积									99159

2.7.6.3 土石方平衡

土石方平衡的基本原则：

（1）围堰工程均就近利用开挖料，后期拆除运输至弃渣场集中堆放，弃渣量不重复计算。

（2）土石混合料自然方：实方：松方折算系数为：1:0.88:1.19。

（3）本工程开挖料要么在建设区无合适堆渣场地，要么距离附近弃渣场较近，故本阶段均考虑先将开挖料弃渣至弃渣场，后期按需要回采，不设置临时堆料场（含导流明渠等临时工程）。

根据主体工程施工方案和总体安排，进行土石方平衡分析，本工程土石方开挖量约 43.88m³，回填量约 7.76 万 m³（以上开挖为自然方，回填为压实方），经过土石方平衡计算，尚有 33.80m³（自然方，折合松方 47.32 万 m³）需作为弃渣进行弃置。土石方平衡表见表详见表 2.7-8。

表 2.7-8 本项目土石方平衡表

类型	土石方开挖 (m ³)					土石方回填 (m ³)			弃渣 (m ³)			
	土方开挖	石方开挖	小计	可利用方								
	自然方	自然方	自然方	自然方	流向	自然方	压实方	来源	自然方	松方	弃渣场	弃渣运距
进水口（含岩埂）		84918	84918						84918	118885		2.0km
1#隧洞+1#支洞（K0+089~K2+836）		28856	28856	15750	骨料				13106	18348	1、2#弃渣场	洞内 0.8km，洞外 2.0km
沿头溪倒虹吸（K2+836~K4+025）	15121	37373	52494			34366	45020	附近开挖	18128	25379	2、3#弃渣场	2.0km
2#隧洞（K4+025~K7+428）	211	34832	39620	5625	骨料	304	398	附近开挖	33691	47168	3、4#弃渣场	洞内 0.8km，洞外 2.0km
泉溪河暗涵（K7+428~K7+443）	833	1146	1979		骨料	1082	1417	附近开挖	897	1256	4、5#弃渣场	2.0km
3#隧洞（7+443~13+425）+2#支洞	976	59061	60037	22125	骨料	1244	1630	附近开挖	36668	51335	5~7#弃渣场	洞内 1.2km，洞外 2.0km
丹水倒虹吸（K13+425~K13+702）	14631	15459	30090			14889	19505	附近开挖	15201	21281	7、8#弃渣场	2.0km
4#隧洞（K13+702~K15+476）	636	17187	17823			1013	1327	附近开挖	16810	23534	8、9#弃渣场	洞内 0.5km，洞外 2.0km
两叉河倒虹吸（K15+476~K15+545）	3755	2022	5777			3224	4224	附近开挖	2553	3574	9#弃渣场	2.0km
5#隧洞（K15+545~K23+009）	61	73114	73175			353	463	附近开挖	72822	101950	9~12#弃渣场	洞内 0.8km，洞外 2.0km
支线隧洞（Z0+000~Z3+930）	1595	38812	40407			0			40407	56570	12#弃渣场	2.0km
边坡及河道整治工程	754	1759	2513			1553	2035	附近开挖	960	1343		2.0km
交通工程	2162	3514	5676			1847	1625	附近开挖	1847	2585		2.0km
合计	40735	398053	438788	43500		59876	77644		338006	473208		

2.7.6.4 弃渣场

为降低运输费用，存、弃渣尽可能地靠近施工现场。据此，本工程共规划 13 个弃渣场，皆分散布置于各支洞口附近，弃渣场位置详见表 2.7-9。

表 2.7-9 本项目弃渣场设置一览表

弃渣场编号	面积 (m ²)	存渣量 (m ³)	平均堆高 (m)	容渣范围
1#渣场	7626	118885	15.6	0+095~1+400 (含进水口、1#支洞、1#隧洞前半段)
2#渣场	8990	22170	2.5	1+400~3+200 (含 1#隧洞后半段、沿头溪倒虹吸河道右岸部分)
3#渣场	5313	36273	6.8	沿头溪3+200~5+200 (含沿头溪倒虹吸河道左岸部分、2#隧洞前半段)
4#渣场	6818	37674	5.5	5+200~9+400 (2#隧洞后半段、含泉溪河暗涵、3#隧洞部分)
5#渣场	7602	34223	4.5	9+400~12+200 (3#隧洞部分)
6#渣场	6304	46237	7.3	12+200~14+293 (3#隧洞部分、丹水倒虹吸、4#隧洞部分)
7#渣场	6448	19263	3.0	隧洞 14+293~15+545 (两叉河倒虹吸、4#隧洞部分)
8#渣场	3253	10195	3.1	隧洞 15+545~16+300 (5#隧洞部分)
9#渣场	4598	24337	5.3	隧洞 16+300~17+050, 支线 0+000~1+000
10#渣场	26055	54923	2.1	隧洞 17+050~20+050, 支线 1+000~1+900
11#渣场	7528	20390	2.7	隧洞 20+050~21+550
12#渣场	6584	20390	3.1	隧洞 21+550~23+009
13#渣场	8341	28285	3.4	支线 1+900~3+930
合计	105460	473208		

弃渣场主要分布在引水线路进口毛家岭冲沟至线路桩号 T18+000m 附近的沈家棚村。渣场总占地面积 105460m²，渣场容量 473208m³，设计堆渣量 14.1 万 m³。

2.7.7 施工占地

工程建设区用地范围由永久占地范围和临时用地范围构成。依据工程总布置、施工组织及工程管理设计成果，按占地用途确定永久占地和临时用地范围。

永久占地一般包括永久建（构）筑物的建筑区、对外交通用地等。

临时用地一般包括作业场、临时道路、临时渣场、施工营地、其他临时设施用地及施工爆破影响区。

临时建筑物占用的土地，可以恢复原用途的，列为工程建设临时用地范围。工程建设永久征收的土地以及虽属于临时使用但不能或难以恢复原用途的土地划列为工程建设永久占地范围。

2.7.7.1 永久占地

本工程永久占地主要包括永久建（构）筑物的建筑区（本工程包含取水建筑物、隧洞洞脸、倒虹吸等）、道路和工程管理范围等占地。永久建筑物、道路的征地范围为其占压范围。工程管理范围永久征地范围根据《调水工程设计导则》（SL430-2008）、《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）、《水闸工程管理设计规范》（SL170-96）等规程规范确定，本工程确定原则如下表：

表 2.7-10 工程管理范围表

序号	项目	管理范围 (m ²)
1	取水建筑物	15
2	倒虹吸	2
3	隧洞洞脸、倒虹吸进出口	10
4	水闸	15

综上所述，本工程永久征地共 40480 m²。

2.7.7.2 临时用地

本工程临时用地主要包括作业场、临时道路、弃渣场、施工营地、其他临时设施用地等。临时用地 215026 m²，其中临时道路用地 10486m²、弃渣场用地 92760 m²、施工场地用 81567 m²。

表 2.7-11 本项目施工临时用地一览表 单位:m²

项目	施工布置区	弃渣场	场内临时道路	合计
占地面积	99160	105460	10413	215026

2.8 工程征地及搬迁安置

2.8.1 工程征地

本片区工程占地影响范围涉及 2 个县市区，4 个乡镇，8 个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村；土城乡安梓溪村；长阳县高家堰镇金盆村、青岩村；长阳县龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、三渔冲村、王子石村。

永久征地 60.72 亩，临时用地 322.54 亩，搬迁户 3 户 10 人，影响户 3 户，房屋 1958m²，交通道路 0.16km。建设征地影响实物量汇总详见表 2.8-1。

表 2.8-1 宜昌市清江水系连通及生态修复工程工程建设征地实物量表

序号	项目	单位	合计	长阳县	点军区
一	农村部分	亩	383.26	326.07	57.20
1	永久征地	亩	60.72	55.32	5.39
1.1	耕地	亩	18.86	18.10	0.77
1.2	灌木林地	亩	41.85	37.22	4.63
2	临时占地		322.54	270.74	51.80
2.1	耕地	亩	180.96	158.04	22.92
2.2	灌木林地	亩	141.59	112.70	28.89
其中：2.1	临时施工道路	亩	15.62	10.31	5.31
	耕地	亩	0.85	0.48	0.38
	灌木林地	亩	14.76	9.83	4.93
2.2	弃渣场	亩	158.19	124.51	33.68
	耕地	亩	115.52	105.65	9.88
	林地	亩	42.67	18.86	23.80
2.3	施工场地	亩	148.74	135.92	12.81
	耕地	亩	64.58	51.92	12.66
	林地	亩	84.16	84.01	0.15
3	人口房屋				
3.1	搬迁户	户	3	3	
	搬迁人口	人	10	10	
	影响户	户	3	3	
3.2	房屋	m ²	1958	1958	
3.2.1	主房	m ²	1958	1958	
3.2.1.1	砖混结构	m ²	200	200	
3.2.1.2	砖木结构	m ²	370	370	
3.2.1.3	土木结构	m ²	1388	1388	
3.2.2	附属设施				
3.2.2.1	不锈钢雨棚	m ²	65	65	
3.2.2.2	混凝土稻场	m ²	160	160	
二	专业项目				
1	公路工程	km	0.161	0.161	
	三级公路（8m 宽）-323 省道	km	0.045	0.045	
	三级公路（6.5m 宽）-214 县道	km	0.047	0.047	
	四级公路（3.5m 宽）-011 乡道	km	0.069	0.069	
2	中石化西气东送管道	项	1	1	

2.8.2 工程拆迁安置规划

本工程农村搬迁安置的对象为因工程永久建筑物占压其住房的农村居民。对于住房在爆破影响范围内的居民，考虑其只是在施工期内受影响，设计对其临时搬迁、房屋结构损失等进行货币补偿。工程结算后其居住环境可恢复原状，故不进行搬迁安置。

对受到影响和施工布置难以避开的房屋，按照安置规划的指导思想和原则，结合农村生产安置规划，本阶段初步拟定搬迁安置去向和安置方式均为本村组内就近后靠建房安置。经测算，到规划水平年搬迁安置人口为 22 人。工程拆迁安置规划详见表 2.8-2。

表 2.8-2 工程拆迁安置规划一览表

县市(区)	乡(镇)名	村名	总农业人口	总耕地面积(亩)	工程征收耕地面积(亩)	人均耕地面积(亩/人)	生产安置人口(人)	规划生产安置人口(人)
长阳县	龙舟坪	厚峰溪村	1530	1457	2.91	0.95	3	3
		两河口村	741	697	3.66	0.94	4	4
		三渔冲村	2411	1336	2.72	0.55	5	5
	高家堰镇	金盆村	1190	1092	5.82	0.92	6	6
		青岩村	635	579	3.00	0.91	3	3
点军区	联棚乡	楠木溪村	1362	2275	0.77	1.67	1	1
合计					18.86		22	22

由于生产安置用地基本上是村内调剂为主，且是条状征地，大部分农民的耕地面积不会完全丧失，只是较以前略有减少，经实地调查并征求各村组意见，当地轻壮劳力大多外出务工，存在一定的抛荒现象，耕地利用效率不高，通过生产安置投资的补偿，愿意调整耕地。因此，本工程各村规划村内调剂耕地 18.86 亩，改造中低产田 18.86 亩，

2.9 工程投资情况

本工程按 2020 年第 7 期价格水平计算，工程静态总投资 43909.99 万元。

工程部分投资 28104.86 万元。其中建筑工程 828.54 万元，机电设备及安装工程 188.86 万元，金属结构设备及安装工程 3197.48 万元，临时工程 6068.54 万元，独立费用 38388.28 万元，基本预备费 40307.69 万元。

征地移民工程 2139.30 万元，水土保持工程 906.46 万元，环境保护工程 556.54 万元。

表 2.9-1 工程概算总表 单位：万元

序号	工程及费用名称	建安工程费	设备购置费	其他费用	合计	占一至五部分投资额(%)
I	工程部分					
	第一部分 建筑工程	28104.86			28104.86	73.21%
	第二部分 机电设备及安装工程	68.88	759.66		828.54	2.16%
	第三部分 金属结构设备及安装工程	44.21	144.65		188.86	0.49%
	第四部分 施工临时工程	3197.48			3197.48	8.33%
	第五部分 独立费用			6068.54	6068.54	15.81%
	一至五部分合计	31415.43	904.31	6068.54	38388.28	100.00%
	基本预备费				1919.41	5.00%
	静态投资				40307.69	
II	建设征地移民补偿工程投资				2139.30	
III	环境保护工程投资				556.54	
IV	水土保持工程投资				906.46	
V	工程总投资（I~IV 合计）					
	静态总投资				43909.99	
	总投资				43909.99	

2.10 工程实施计划

按照水利水电工程建设的一般规律，工程的建设分为工程筹建期、施工准备期、主体工程施工期和工程完建期等四个施工期。

施工进度安排的主要依据为：主要水工建筑物的规模；工程所在地区的自然条件；采用的施工工艺，施工方法以及导流方式，现有的规范、定额手册，并参考了国内类似工程的施工水平以及经验。初拟总工期为 36 个月（不计筹建期）。施工准备期 2 个月，主体工程施工期 32 个月，工程完建期 2 个月。

工程计划于 2020 年 11 月初开始施工准备，到 2023 年 10 月底全部工程完工。

2.10.1 施工准备期

施工准备工作安排在 2020 年 11 月初至 12 月底，历时 2 个月，期间应完成的主要工作有：

- (1) 施工队伍进场;
- (2) 建立现场测控网, 场内道路修建及场地平整;
- (3) 风、水、电及通信系统;
- (4) 建设施工人员生产、生活及办公房屋, 建设各类施工工厂及施工仓库设施。

2.10.2 主体工程施工期

主体工程施工期从 2021 年 1 月初至 2023 年 8 月底, 历时 32 个月。期间完成施工支洞、进水口、引水隧洞、倒虹吸管及暗涵以及支洞封堵等全部内容。

(1) 进水口及 1#隧洞施工

该段施工内容包括进口边坡(含预留岩埂)、竖井闸室、1#支洞及 1#主洞。

第二年 1 月初开始, 首先进行进水口正常蓄水位 198.26m 高程以上土石方开挖, 同时进行 1#施工支洞及支洞以前的主洞施工, 该段隧洞长约 730m, 以 III 类围岩为主, 工期安排 8 个月。隧洞贯通之后, 计划第二年 9 月初进行竖井开挖及衬砌, 同步完成预留岩埂的帷幕灌浆防渗处理, 至第二年 11 月上旬完成施工, 工期 70 天。

第二年 11 月中旬开始, 在岩埂围堰的保护下施工正常蓄水位 198.26m 高程以下土石方开挖(开挖过程中随着建基面下降, 预先在岩埂围堰背水侧布置倾斜和水平爆破孔), 以及进水口边坡支护、拦污栅安装、起始段隧洞贯通, 进而对 1#施工支洞上游主洞进行衬砌作业, 以上内容计划于第三年 2 月底完成施工。进水口主体工程全部施工完毕, 闸门安装调试完成并封闭后, 于第三年汛限期 6 月底开始对岩埂围堰进行拆除并清渣, 7 月底完成清渣。

(2) 引水隧洞施工

本工程引水隧洞主线及支线全长约 26.988km, 共包含 6 段主洞及 5 段支洞。

隧洞施工的关键线路为 5#隧洞, 该段隧洞总长 7.455km (K15+554~K23+009), 桩号 18+900 处支洞(4#支洞, 长 526m) 将隧洞分为前、后两段, 长度分别为 3.346km、4.109km。计入支洞长度, 单个工作面最大开挖长度约 2.32km。该隧洞围岩类别包含 III~IV 类围岩, 其中后段 4.109km (桩号 18+900~23+009) 及 4#支洞各类围岩长度及施工速度见表 2.10-1。

表 2.10-1 隧洞施工进度分析表

围岩类别	长度	衬砌形式	开挖进度	衬砌进度	工期
	(m)		(m/月)	(m/月)	(月)
III	4535	挂网喷护	100	280	30
IV	100	全断面混凝土衬砌	75	100	2
合计	4635				32

由于本工程隧洞断面小，为减小施工干扰、保证施工质量，隧洞衬砌需在隧洞贯通后进行。根据上述分析，该段隧洞计划在第二年 1 月开始，第四年 8 月可完成施工，工期为 32 个月。

2.10.3 工程完建期

第四年 9 月初至 10 月底，共 2 个月。期间完成工程扫尾及施工队伍退场等项目，工程完工。

2.11 主要技术指标

2.11.1 人力资源配置

根据进度安排，本工程主要工作的施工高峰情况如下：石方洞挖高峰月开挖强度为 1.6 万 m³/月。混凝土高峰月浇筑强度为 0.45 万 m³/月。工程高峰劳动力人数 1200 人。主要施工技术指标详见表 2.11-1。

表 2.11-1 主要施工技术指标汇总表

序号	项 目	单 位	数 量
1	总工期	月	24
2	主体工程施工期	月	20
3	施工高峰人数	人	1200
4	石方洞挖高峰强度	万m ³ /月	1.6
5	混凝土浇筑高峰强度	万m ³ /月	0.45

2.11.2 主要施工机械设备

主要施工机械设备见表 2.11-2。

表 2.11-2 本项目工程施工机械设备配置表

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	自卸汽车	5~10t	辆	48
2	挖掘机	1.0~2.0m ³	台	24
3	装载机	0.6~0.9m ³	台	20
4	推土机	59kW	台	24
5	推土机	74kW	台	12
6	振动碾	14t	台	12
7	蛙夯	2.8kW	台	18
8	手风钻		把	36
9	潜孔钻		台	2
10	混凝土拌合站	2×0.8m ³	座	15
11	插入式振捣器	2.2kW	个	48
12	灰浆搅拌机	ZJ-400	台	36
13	灌浆泵	SGB6-10	台	36
14	混凝土泵车	30m ³ /h	辆	36
15	混凝土搅拌运输车	3m ³	辆	24
16	机动翻斗车	1t	辆	45
17	汽车吊	25t	台	4
18	固定式空压机	5L-40/8	台	18
19	移动式空压机	WF-20/8-A	台	8
20	离心泵	IS65-40-200	台	24
21	移动式柴油发电机	85kW	台	8

2.11.3 主要技术供应

本工程主要技术供应参数见表 2.11-3。

表 2.11-3 本项目主要技术供应参数表

项目	水泥（万 t）	砂（万 m ³ ）	碎石（万 m ³ ）	钢筋（万 t）	汽油（t）	柴油（t）	总标工（万工时）
合计	3.49	5.92	9.43	0.64	166.0	1216.0	48.0

2.12 工程特性

宜昌市清江水系连通及生态修复工程主要特性详见表 2.12-1。

表 2.12-1 宜昌市清江水系连通及生态修复工程特性表

序号及名称	单位	数 量	备注
一、水文			
（一）隔河岩水库			
1.流域面积	万km ²	1.443	
2.多年平均年径流量	亿m ³	127	
3.代表性流量			
1) 多年平均流量	m ³ /s	403	
2) 正常运用（设计）洪水标准及流量（P=0.1%）	m ³ /s	22800	
3) 非常运用（校核）洪水标准及流量（P= 0.02 %）	m ³ /s	26400	
（二）楠木溪水库			
1.流域面积	km ²	14.2	
2.多年平均年径流量	万m ³	1451	
3.代表性流量			
1) 多年平均流量	m ³ /s	0.46	
2) 正常运用（设计）洪水标准及流量（P=3.33%）	m ³ /s	142	
3) 非常运用（校核）洪水标准及流量（P=0.2%）	m ³ /s	298	
（三）桥边河			
1.流域面积	km ²	224.6	
2.多年平均流量	m ³ /s	8.22	
3.多年平均年径流量	万m ³	25923	
（四）长岭河			
1.流域面积	km ²	59.4	
2.多年平均流量	m ³ /s	2.27	
3.多年平均年径流量	万m ³	7159	
（五）联棚河			
1.流域面积	km ²	38.5	
2.多年平均流量	m ³ /s	1.49	
3.多年平均年径流量	万m ³	4699	
（六）谭家河			
1.流域面积	km ²	7.62	
2.多年平均流量	m ³ /s	0.30	
3.多年平均年径流量	万m ³	946	
（七）鲤鱼河			
1.流域面积	km ²	16.4	
2.多年平均流量	m ³ /s	0.65	
3.多年平均年径流量	万m ³	2050	
（八）柳林河			
1.流域面积	km ²	18.4	

序号及名称	单位	数 量	备注
2.多年平均流量	m ³ /s	0.75	
3.多年平均年径流量	万m ³	2365	
(九) 涉河建筑物			
1.沿头溪倒虹吸			
1) 正常运用(设计)洪水标准及流量(P=3.33%)	m ³ /s	807	
2) 非常运用(校核)洪水标准及流量(P=1%)	m ³ /s	1670	
2.丹水倒虹吸			
1) 正常运用(设计)洪水标准及流量(P=3.33%)	m ³ /s	1800	
2) 非常运用(校核)洪水标准及流量(P=1%)	m ³ /s	2490	
3.两叉河倒虹吸			
1) 正常运用(设计)洪水标准及流量(P=3.33%)	m ³ /s	83.3	
2) 非常运用(校核)洪水标准及流量(P=1%)	m ³ /s	180	
二、工程规模			
1.设计总引水流量	m ³ /s	5.7	
2.主线(楠木溪水库方向)设计引水流量	m ³ /s	2.7	
3.支线(长岭河方向)设计引水流量	m ³ /s	3.0	
4.设计总引水量	万m ³	9638	
5.主线(楠木溪水库方向)设计总引水量	万m ³	6116	
6.支线(长岭河方向)设计总引水量	万m ³	3522	
7.多年平均引水量	万m ³	8458	
三、主要建筑物			
1、主线(楠木溪方向)			
线路总长	km	23.058	
线路纵坡	i	1/1000、1/1500	
进口底板高程	m	176.00	
出口底板高程	m	143.55	
隧洞标准过流断面尺寸	m×m	3.0×2.94 2.4×2.84 2.2×2.54	(喷护) (衬砌) (衬砌)
倒虹吸管径	m	直径 1.8	球墨铸铁管和钢管
交叉建筑(倒虹吸)	处	3处 1.535km	
隧洞	处	5处 21.356km	
暗涵	处	3处 0.059km	
闸阀	处	9	节制闸3处、退水闸2处、分水闸1处、放空阀3处
2、支线(长岭河方向)			
线路总长	km	3.930	
线路纵坡	i	1/1500	
进口底板高程	m	147.03	
出口底板高程	m	144.41	

序号及名称	单位	数 量	备注
隧洞标准过流断面尺寸	m×m	2.4×2.84 2.2×2.54	(衬砌) (喷护)
隧洞	处	1 处 3.930km	
四、工程占地			
1.永久占地	亩	60.72	
其中：耕地	亩	18.86	
2.临时占地	亩	322.54	
3.搬迁户数	户	3	
4.爆破影响户数	户	3	
5.房屋拆除	m ²	1958	
五、施工			
1.主体工程数量			
土石方开挖	万m ³	43.88	
土石方回填	万m ³	7.76	
各类混凝土	万m ³	7.10	
钢筋、钢材	t	5691	
回填灌浆	m ²	23449	
固结灌浆	m	3200	
2.所需劳动力			
建筑工程总工时	万工时	48	
3.总工期	月	36	
六、经济指标			
1.总投资	万元	43909.99	
2.工程部分投资	万元	40307.69	
建筑工程	万元	28104.86	
机电设备及安装工程	万元	828.54	
金属结构设备及安装工程	万元	188.86	
施工临时工程	万元	3197.48	
独立费用	万元	6068.54	
征地移民补偿投资	万元	2139.30	
水保及环保费用	万元	1463.00	
基本预备费	万元	1919.41	
1.生态补水量	万m ³ /年	6000	
2.输水线路计划完成情况			
1) 2020~2021年度	km	10.0	
2) 2022年度	km	10.0	
3) 2023年度	km	6.988	
3.总目标调水量	万m ³ /年	14000	
4.改善河流水质		改善	

3 工程分析

3.1 水资源配置合理性分析

3.1.1 水资源供需范围及供水保证率

1、水资源供需范围



图 3.1-1 点军区受水区区位图

点军区桥边河及联棚河下游河段两岸已建成点军生态新城，城市化建设较为密集，本次引水主要为解决点军桥边河干流、长岭河及联棚河生态环境，参考沿线地势可改善谭家河、鲤鱼河、柳林河的水生态环境问题。因此确定本次水资源配置工程供水范围为：点军 6 条河（桥边河、长岭河、谭家河、鲤鱼河、柳林河），流域总面积 364.9km²，2018 年常住人口 57159 人，基本情况见表 3.1-1，受水区区位图见图 3.1-1。

表 3.1-1 供水范围内基本情况表

点军区	流域面积 (km ²)	受水区面积 (km ²)	灌区面积 (亩)	人口 (万人)
桥边河（长岭河汇口以上）	224.6	160.9	28500	31609
长岭河	59.4	38.0	5700	8360
联棚河	38.5	30.8	5000	11222
谭家河	7.6	6.52	——	1070
鲤鱼河	16.4	14.6	4500	2308
柳林河	18.4	16.8	——	2590
合计	364.9	267.6	43700	57159

2、水平年及供水保证率

（1）规划水平年

本工程规划水平年为 2035 年，基准年采用 2018 年。

（2）供水保证率

根据《宜昌市中心城区给水专项规划（2017~2030 年）》以及《宜昌市点军区农村供水规划（2019~2030）》宜昌市点军区生活供水保证率达到 97%；农业灌溉设计保证率取 80%；生态用水保证率参考《调水工程设计导则》（SL430-2008），农业和生态环境供水保证率为 50%~90%，根据受水区河流属于宜昌中心城区，河流周边开发程度较高，生态环境要求较高，河道生态用水保证率取 90%；根据补水河流水功能区的水质目标，规划水平年联棚河楠木溪水库至碧桂园段水质管理目标为Ⅱ类，碧桂园至红光二桥段水质管理目标为Ⅳ类，桥边河及其他四条河流水质管理目标取为Ⅲ类。

（3）供水内容

需水预测口径与全国水资源综合规划一致，分为生活、生产和生态环境需水三大类。其中，生活需水包括城镇居民生活需水和农村居民生活需水；生产需水是指有经济产出的各类生产活动所需的水量，包括第一产业的种植业和畜牧业、第二产业的工业和建筑业、第三产业的商饮业和其他服务业等。受水区供水区域及供水内容详见表 3.2-2，供水结构图见 3.1-2。

表 3.1-2 点军区年供需平衡分片基本情况

分片	平衡分片	供水水源	供水区域及内容
楠木溪方向供水片	楠木溪水库（联棚河）	楠木溪水库	点军二水厂城镇生活用水、楠木溪灌灌溉用水区、联棚河河道生态用水（包括联棚河湿地用水）
	柳林河	河道天然来水	柳林河生态用水
	鲤鱼河	河道天然来水	鲤鱼河生态用水、七里冲灌区灌溉用水
	谭家河	河道天然来水	谭家河生态用水
长岭河方向供水片	桥边河	河道天然来水	桥边河生态用水（包括桥边河湿地公园用水）、王家坝灌区灌溉用水
	长岭河	河道天然来水	长岭河生态用水、长岭灌区灌溉用水

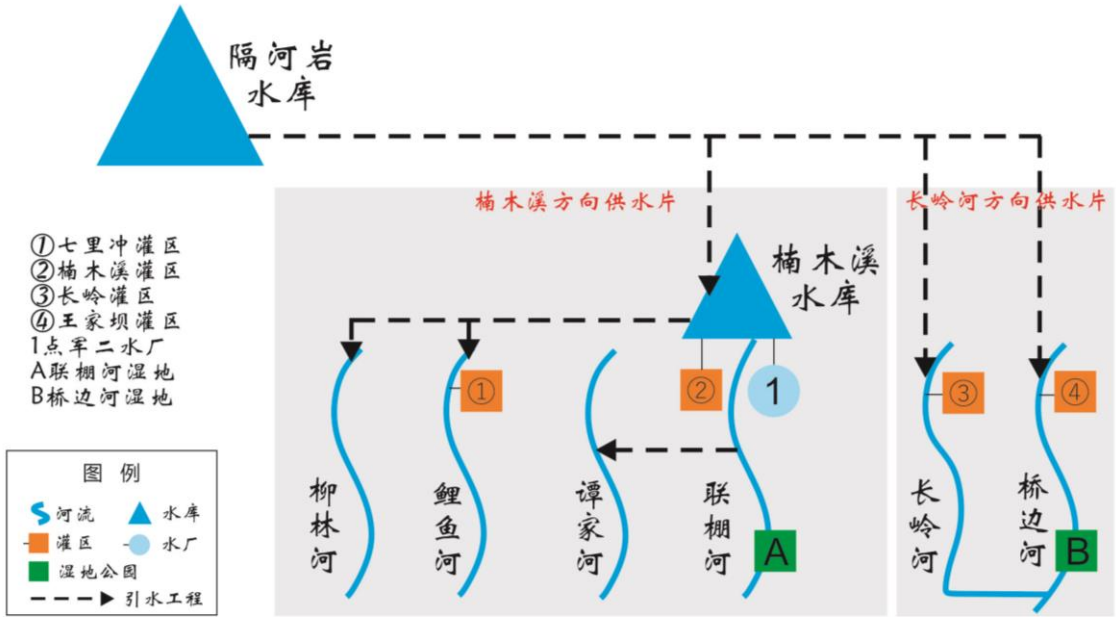


图 3.1-2 本项目设计供水结构图

3.1.2 水资源供需分析

3.1.2.1 可供水量预测

隔河岩水库多年平均来水量 143 亿 m³，枯水期亦完全能满足本工程需水要求。

3.1.2.1 受水区水资源供需平衡分析

基准年供需平衡分片主要依据点军区现有供水格局确定。以供水水源为主线，依据点军区各水厂位置、供水范围，基准年分析点军区水资源供需情况以及在现状用水状况下，河道外用水挤占河道内用水和生活工业用水挤占农业灌溉用水的情况，按照优先满

足生活工业与农业再考虑退还河道内生态基流的顺序，拟定各种工况进行计算，分析基
准年点军区缺水情况。详见下表。

表 3.1-3 各受水片区多年平均来水年月缺水量成果表

月	缺水量 (万 m ³)	主线 (楠木溪水库方向)	支线 (长岭河方向)			合计
		联棚河片区	桥边河	长岭河	小计	
4 月		322	0	0	0	322
5 月		495	0	0	0	495
6 月		522	0	0	0	522
7 月		572	0	0	0	572
8 月		588	0	0	0	588
9 月		536	0	0	0	536
10 月		685	0	0	0	685
11 月		645	0	0	0	645
12 月		673	362	32	394	1067
1 月		499	465	61	526	1025
2 月		443	393	48	441	884
3 月		429	0	0	0	429
最大缺水水量 (万 m ³)		6410	1361			7771
考虑 10%缺水损失 最大缺水流量 (m ³ /s)		2.16	2.82			4.97
考虑 10%缺水损失 合计缺水水量 (万 m ³)		7051	1497			8548

表 3.1-4 各受水片区 90%来水年月缺水量成果表

月	缺水量 (万 m ³)	主线 (楠木溪水库方向)	支线 (长岭河方向)			合计
		联棚河片区	桥边河	长岭河	小计	
4 月		286	0	0	0	353
5 月		484	0	0	0	546
6 月		544	552	156	708	554
7 月		625	384	122	506	622
8 月		429	0	0	0	1100
9 月		385	0	0	0	1346
10 月		447	216	0	216	805
11 月		635	506	74	580	831
12 月		613	529	85	614	839
1 月		444	502	77	579	512
2 月		310	0	0	0	418

月 \ 缺水 (万 m ³)	主线 (楠木溪水库方向)	支线 (长岭河方向)			合计
	联棚河片区	桥边河	长岭河	小计	
3 月	359	0	0	0	836
最大缺水水量 (万 m ³)	5560	3202			8762
考虑 10% 缺水损失 最大缺水流量 (m ³ /s)	2.70	3.00			5.70
考虑 10% 缺水损失 合计缺水水量 (万 m ³)	6116	3522			9638

根据上述缺水成果计算得出多年平均来水年主线 (楠木溪水库方向) 片区缺水总量 7051 万 m³, 月最大缺水流量 2.16m³/s; 支线 (长岭河方向) 片区缺水总量 3522 万 m³, 月最大缺水流量 2.82m³/s。最大缺水流量 4.97m³/s, 合计总缺水量 8548 万 m³。

根据上述缺水成果计算得出 90% 来水年主线 (楠木溪水库方向) 片区缺水总量 6116 万 m³, 月最大缺水流量 2.70m³/s; 支线 (长岭河方向) 片区缺水总量 3522 万 m³, 月最大缺水流量 3.00m³/s; 最大缺水流量 5.70m³/s, 合计总缺水量 9638 万 m³。

3.1.3 水资源配置方案

针对规划年点军区可供水量不足的问题, 对点军区进行水资源优化配置。清江隔河岩水库引水工程是受水区的补充水源, 应与当地水源联合运用, 实现水资源的优化配置与合理利用。将隔河岩水库引水和点军区本地楠木溪水库作为一个整体进行水资源优化配置, 对当地水和客水统一配置, 优水优用, 高水高用。本阶段根据工程任务和引水工程要求, 受水区分联棚河片区、桥边河及长岭河三个片区进行缺水计算, 其中联棚河片区包括联棚河、鲤鱼河、柳林河、谭家河。

本工程引水水源为隔河岩水库, 该水库水量丰富, 完全能满足本工程各月需水要求, 故受水区缺水量考虑 10% 的输水损失后即为本工程引水量。受水区内优先考虑使用当地水, 得出受水区多年平均来水年引水量 8548 万 m³, 90% 来水年供水量 9638 万 m³, 设计引水流量为 5.70m³/s。

各片区及总引水量如下表:

表 3.1-5 多年平均来水年受水区引水成果表 单位: m³/s

水量	主线 (楠木溪水库方向)	支线 (长岭河方向)	合计
灌溉用水量 (万 m ³)	454	1600	2054
生态用水量 (万 m ³)	6420	15173	21593

水量	主线（楠木溪水库方向）	支线（长岭河方向）	合计
年引水总量（万 m ³ ）	7074	1860	8548
最大引水流量（m ³ /s）	2.70	3.0	5.70

表 3.1-6 90%来水年受水区引水成果表 单位：m³/s

水量	主线（楠木溪水库方向）	支线（长岭河方向）	合计
灌溉用水量（万 m ³ ）	524	1846	2473
生态用水量（万 m ³ ）	6420	13793	22804
年引水总量（万 m ³ ）	5385	3522	9638
最大引水流量（m ³ /s）	2.70	3.0	5.70

受水区内优先考虑使用当地水，得出受水区设计最大引水流量为 5.70m³/s，多年平均引水量 8548 万 m³，90%来水年引水量 9638 万 m³。

3.1.4 引水对隔河岩、高坝洲电站的发电影响分析

本工程建成运行后，将对隔河岩、高坝洲两个梯级电站发电量产生一定的影响。为进一步分析引水对隔河岩~高坝洲梯级发电效益的影响，采用“有、无对比”的方法进行初步分析。隔河岩水库在建设之初并未考虑了点军生态供水任务，故本工程供水带来的电量影响补偿需与湖北清江水电开发责任有限公司达成相关协议，规划水平年根据该协议进行补偿。具体补偿方式和成果详见水资源论证报告书。

3.2 选址合理性分析

3.2.1 取水水源比选方案

长江以西北向东南横穿宜昌市区，点军区长江段来水量极为丰富，多年平均流量 14300m³/s，史载最大洪峰流量 110000m³/s（1870 年），实测 1954 年洪水位为 53.95m，实测最低水位 36.17m（1987 年），多年平均水位 42.19m。

在可研阶段，根据受水区可供选择的水源进行分析提出两种引水方案，清江引水方案及长江提水方案。

方案一：清江引水方案

采用无压隧洞方式，取水口设置在隔河岩水库毛家岭支沟，输水管线途经长阳土家族自治县高家堰镇金盆村、青岩村，龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、胡家鹏村、王子石

村；点军区联棚乡楠木溪村，土城乡鞍子溪村。在金盆村设置分水闸，引水主线受水区为楠木溪水库，引水支线受水区为长岭河。引水主线总长 23.058km，支线长 3.930km。

方案二：长江提水方案

采用有压管道方式，长江提水泵站设置在江南大道与潭家河路交汇下方 970m 长江边处，输水主管道沿江南大道、夷桥路、南站路、双十字路、点军大道铺设，输水至桥边河，总长度约为 23.86km。另外设置两条支管，一条支管沿夷桥路铺设至联棚河，管道长约 3.41km；另一条支管沿点长一级路铺设至长岭河，管道长约 9.4km。

方案的选择从水质水量保障程度、施工难易程度、工程投资及运行管理等方面进行比选。

1、水质水量

从水质方面来说，清江水质优于长江水质，水源水质有保障，而长江多年来水量较大，清江引水方案优于长江提水方案。

2、施工难易程度

清江引水方案主要涉及隧洞开挖，开挖点多位于人烟稀少，无农田，无工业企业，地质条件较好等地带，施工难度相对不大，施工工作容易开展，且为自引水。长江提水方案主要为管网的铺设，铺设需穿过城市的主要道路，给施工带来很大的困难，工期难以把握，且需要安置泵站提水，清江引水方案优于长江提水方案。

3、工程投资

从工程投资的角度分析，长江提水方案前期投入 2.89 亿元与清江引水方案总投资 3.99 亿元相差 1 亿元，长江提水方案优于清江引水方案。

4、运行管理

根据当地电网电价 0.6 元/kW·h 计算，长江提水方案每年在后期运行电费为 3311.28 万元，后期运行成本较高（长江提水方案年运行管理费约 3600 万，清江引水方案年运行管理费约 1500 万），以 30 年为计，高达 10.53 亿元，清江引水方案优于长江提水方案。而清江引水方案运行管理简单方便，且投入较少，故推荐清江引水方案。

综上所述，综合从水质水量、施工难易度、工程投资、运行管理多方面比较，方案

一清江引水方案优于方案二长江提水方案。

3.2.2 输水线路比选方案

本次调水的主要目的是为联棚河和桥边河等河道提供生态补水，本工程受水点为楠木溪水库和长岭河。输水线路长，沿线地形地质条件复杂，线路位于鄂西南山区，山高林密，施工不便；取水点位于隔河岩水库库区，库水较深。

输水线路工程总布置原则如下：

- （1）输水线路尽量避开人口密集的城镇、村庄及专项设施，减少移民征地及拆迁；
- （2）输水线路应同时兼顾楠木溪水库和长岭河牛头湾两受水点，以使主线和支线总体布局合理；
- （3）线路尽量避开断层、滑坡体等不良地质地段；与河流尽量正交以减少跨河建筑物工程量；
- （4）线路须考虑施工支洞、施工临时道路布置，减少工程投资；
- （5）取水点尽量避开清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区和隔河岩水库水源保护区；
- （6）线路上的进水口、倒虹吸、施工支洞等建筑物避免占用国家一级林地、基本农田；
- （7）分析工程实施技术难度，兼顾需要与可能，尽量降低工程技术难度，并统筹考虑经济、节能和运行管理方便。

根据输水线路穿越范围内的地形地质条件和交通路网、保护区、基本农田及林地分布情况，输水线路可考虑在长阳县龙舟坪镇以西 2.0~5.0km 处两河口村穿越沿头溪，向西北方向分别穿过泉溪河、丹水，主线路末端位于楠木溪水库上游联棚河和支线止于长岭河牛头湾。可行性研究阶段提出了两条输水线路方案：

方案一（可研阶段方案）：该线路方案取水口布置于隔河岩水库坝址上游 3.4km 的库区左岸毛家岭，取水口底板高程为 176.00m。线路自西南向东北依次穿越沿头溪、泉溪河、丹水 3 条中小河流，主线线路总长度 23.017km，支线线路长 4.275km，输水方式为无压自流。取水建筑物（含引水渠和进水口），长 0.135km；隧洞 5 座，长 21.208km；

暗涵 5 段，长 0.105km；倒虹吸 3 座，长 1.519km；明渠 1 段，长 0.05km；水闸 6 座（节制闸 3 座，退水闸 2 座，分水闸 1 座）；放空阀 2 处。支线主要建筑物有：隧洞 1 座，长 4.275km；跌瀑 1 处。

方案二（可研阶段方案）：该线路方案取水口布置于隔河岩水库坝址上游 3.4km 的库区左岸毛家岭，取水口底板高程为 176.00m。线路自西南向东北依次穿越沿头溪、菖蒲溪、鱼冲沟、饶家河、泉溪河、丹水及其支流 7 条中小河流，线路走向地形以丘陵为主，高低起伏较大，海拔在 114~680m 之间。主线线路总长度 21.894km，支线线路长 4.347km。主线主要建筑物有：取水建筑物含引水渠和进水口，长 0.135km；隧洞 13 座，长 17.814km；暗涵 6 段，长 0.47km；倒虹吸 7 处，长 3.38km；渡槽 1 处 0.095km。节制闸 8 座，退水闸 7 座，分水闸 1 座，放空阀 7 处。

详细比选方案见表 3.2-1。

表 3.2-1 本工程输水线路比选方案一览表

项目	方案一	方案二
地形、地质	两条引水线路方案直线距离仅相距 3km，在地形地貌，地质构造上均处于同一地质构造单元，其沿线所穿越的地层岩性、地质构造以及围岩类别等工程地质条件基本相似，存在的工程地质问题也基本相同	
投资估算	总投资 39939.39 万元，其中建安工程投资 24170.85 万元，移民征地 2232.75 万元，施工临时工程投资 2583.25 万元。	总投资 48256.59 万元，其中建安工程投资 29233.54 万元，移民征地 3354.0 万元，施工临时工程投资 3683.09 万元。
工程施工	3 处倒虹吸、5 处暗涵；交叉建筑物少，施工作业面相对较少，施工临时道路、施工围堰、弃渣场等布置工作量相应较少。	7 处倒虹吸、6 处暗涵和 1 处渡槽；交叉建筑物多工作面亦多，但大多数隧洞长度在 1km 范围内，开挖支护施工难度相对较小。
移民拆迁	永久占地 58.51 亩，临时用地 346.57 亩，移民搬迁 6 户，拆除房屋 4201m ²	永久占地 72.40 亩，征用临时用地 399.88 亩，移民搬迁 21 户，拆除房屋 6750 m ²
穿越占地	两条输水线路进水口位置及结构相同，根据调阅相关部门的资料，进水口位于清江风景名胜區、隔河岩水库水源保护区內。两线路均经过点军联棚 - 艾家水源涵养土壤保持功能重要区、长阳土壤保持功能重要区、长阳重要公益林，主线出水口位于楠木溪水库水源保护区。两条线路均跨越 G50 沪渝高速、G318 国道以及正在施工建设的点阳一级公路。	

综上所述，方案一具有：跨河建筑物少、地质条件相对较好、征地移民较少、利于施工支洞布置、工期相对较短、工程投资较省的特点，为此确定方案一为输水线路推荐方案。

初步设计阶段在可研方案的基础上，对轴线进行了微调，调整后主线长度增加了 41m，支线长度减少了 345m。本项目引水线路布置见图 3.2-1。

根据线路布置，输水线路位于隔河岩水库大坝的左岸，进水口位于左岸较为有利。最终进水口选址位于毛家岭冲沟，避开清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区核心区，位于实验区内；避开隔河岩水库水源地保护区。

隔河岩水库至楠木溪水库间地形总体较高，以丘陵为主，其间由清江一级、二级支流沿头溪、泉溪河、丹水、两叉河、金盆河切割，最高点位于长阳和点军区交界处的，海拔高程为 621.0m，最低点位于沿头溪，河床高程 92.9m。取水口位于清江风景名胜区、长阳清江国家地质公园、长阳清江国家森林公园内，线路经过点军联棚-艾家水源涵养土壤保持功能重要区、长阳重点生态公益林、长阳土壤保持工嗯呢该重要区，输水主线出水口位于楠木溪水库水源地二级保护区。

隔河岩水库取水区至楠木溪水库受水区间分布有 G50 沪渝高速、318 国道以及正在施工建设的点阳一级公路。G50 高速和点阳一级公路路面高程约为 187~200m，本项目采用隧洞穿越；本工程与 G318 国道相交处采用倒虹吸下穿通过，均不会对相关道路规划建设产生影响。

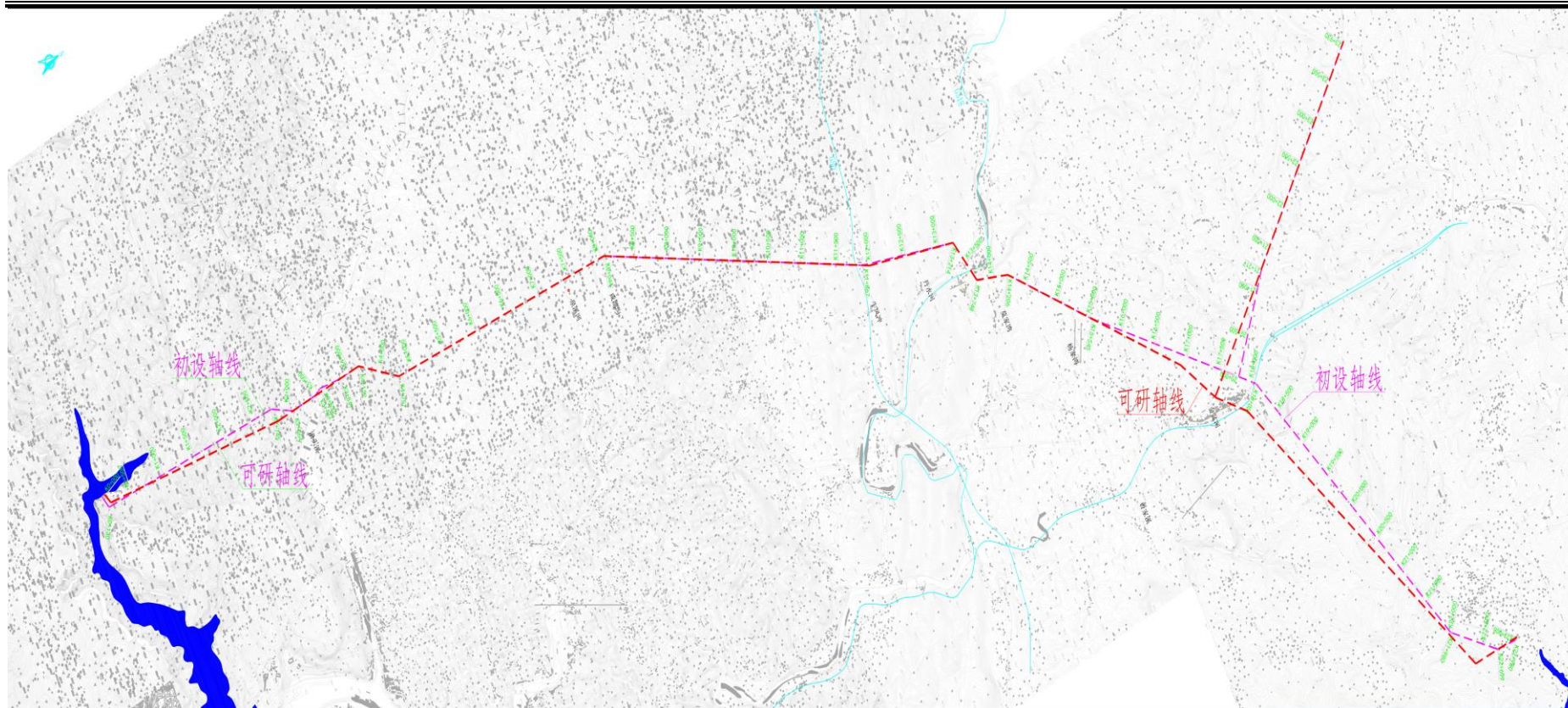


图 3.2-1 引水线路布置

3.2.3 取水口位置比选方案

方案一（可研阶段方案）：进水口位于距隔河岩水库大坝约 3.3km 的库区左岸毛家岭支沟，此处库汉长约 560m、沟口宽 120m，沟底高程 169.12~178.32m，此处山坡植被发育，边坡坡度下部较缓，约 25°，上部陡峭，约 65~75°，边坡稳定性好。基岩大部裸露，局部覆盖层较厚，5~10m 左右，为冲坡积堆积，以粘土夹碎石为主。进口段岩层走向与洞轴线夹角近垂直，围岩稳定性较好。进水口轴线方向呈东北向、与岸坡斜交，进水口后接引水隧洞。



图 3.2-2 方案一场址现状

方案二（初设方案）：该方案进水口布置在方案一基础上下移 50m 的库汉左岸边。基岩基本裸露，覆盖层薄，经现场查勘和地质勘探该方案进水口布置于距隔河岩水库大坝直线距离约 3.3km 的库区左岸毛家岭支沟，进水口 89m 后接 1#引水隧洞。



图 3.2-3 方案二场址现状

进水口选址方案比较图见图 3.2-4，详细比选方案见表 3.2-2。



图 3.2-4 进水口选址方案比较图

表 3.2-2 本工程取水口比选情况一览表

项目	方案一	方案二
地形	地形坡度较缓，库汉底部高程略低，便于施工道路的布置，施工围堰高度较大。	地形较陡，库底高程略高，利于降低围堰高度，对于岩埂围堰地形更为有利。
地质	方案一较方案二覆盖层略厚，但岩质条件均较好。	
工程布置	进水口地势相对平缓，库汉狭长，利于施工布置。	施工场地略显狭窄，施工布置稍显困难。
移民拆迁	距方案一进水口北方向 105m 处有一户农家乐，施工道路布置对其有不利影响。	只在方案一的基础上向下偏移了 50m，施工布置同样会对其不利。
环境保护	均位于水库库区非生态保护区，同时也位于清江风景名胜区。	
取水水质	位于库尾尾部水深较浅。	水深较大一点，且更靠近主河道，其取水水质可靠度、保证率较方案一略高。
交通条件	均无现有道路可以利用，都需修建永久施工道路，用电条件也基本相当，但方案二地形较陡，施工道路的修建相比方案一略为困难。	

综合比较来看，进水口场址方案二虽然涉及到拆迁移民，但其陡峭的地形对于岩埂围堰的设置更为有利，围堰规模优于方案一。此外方案二更靠近主河道，供水水质优于方案二。考虑到进水口规模不大、进洞条件要求不甚苛刻，为此，选择方案二为推荐进水口场址方案，施工时可采用超前支护等手段，确保隧洞开挖的安全和进洞。

3.2.4 取水口形式比选方案

进水口形式主要有岸塔式、竖井式两种，根据 5.4.1.2 节取水建筑物场址比选结果，隔河岩水库至楠木溪水库引水线路进水口选定于距隔河岩水库大坝约 3.3km 的库区左岸毛家岭支沟。此处库区窄深、狭长，岸坡坡度较陡，覆盖层较薄，岩石以灰岩为主，岩层产状 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ， $\angle 55^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，岩层走向倾向库区。总体而言，进水口地质条件不错，鉴于进水口规模不大，可采用岸塔式、竖井式。

本阶段对岸塔式、竖井式两种形式进行方案比选，孔口尺寸均为 $2.0\times 2.0\text{m}$ 。

1、进水口形式

本阶段对岸塔式、竖井式两种形式进行方案比选，孔口尺寸均为 $2.0\times 2.0\text{m}$ 。

竖井式在进口设拦污栅，拦污栅倾角 70° ，拦污栅检修平台高程为 210.00m，拦污栅后 20.00m 为连接洞，末端为工作竖井，竖井长 13.0m，高 35.5m，内设事故闸门及弧形闸门。弧形闸门后设置消力池长 20.0m，弧形闸门检修平台高程为 179.50m，启闭机平台高程为 216.50m。

岸塔式在进口设岸塔，进口底板长 5.9m，进口前设拦污栅，倾角 90° ，拦污栅后设

事故闸门，闸室侧墙厚 1.0m，事故闸门后设 $\Phi 300\text{mm}$ 的通气孔及弧形闸门，弧形闸门后设置消力池长 20.0m，弧形闸门检修平台高程为 179.50m，岸塔检修平台高程为 203.10m，启闭机平台高程为 209.60m。

2、进水口形式方案比较

竖井式进水口竖井部分施工不受库水位影响，进口拦污栅部分施工则可利用预留岩埂围堰挡水，预留岩埂围堰顶高程为 200.00m，围堰填筑量少。竖井至隔河岩方向隧洞开挖出渣、建材运输可利用 1#支洞进行，增加工作效率，缩短工期。

岸塔式进水口由于靠近水库布置，主体部分施工需考虑库水位影响，拟采用全年围堰挡水，围堰堰顶高程为 200.00m，围堰高 30.0m，围堰填筑量较大，可能还需开设料场，施工工期较长。

两方案比较情况详见表 3.2-3。

表 3.2-3 取水建筑物形式方案比较表

取水建筑物形式	石方明挖 (万 m^3)	石方洞挖 (万 m^3)	石方明挖单价 (元/ m^3)	石方洞挖单价 (元/ m^3)	围堰高 (m)	围堰填筑及拆除 (万 m^3)	防渗墙 (m)	施工工期 (月)	工程直接投资 (万元)
岸塔式	1.237	0.101	98.77	243.47	30.0	30.5	9158	9.0	2418.02
竖井式	6.305	0.386			24.0	0	2520	6.0	857.64

从进水口型式方案比较来看，岸塔式进水口施工需采用全年围堰挡水、需占用进口较大位置或水下抛填形成围堰，进口混凝土施工工期较长，利用进口作为隧洞开挖的工作面，施工交通便利，利于缩短施工工期、降低施工难度；竖井式方案避免在进口设高大的全年围堰、围堰及其截渗工程量小，但需另开施工支洞；从工程投资和施工安全上看，竖井式工程投资较岸塔式节省，主要是其围堰高度低、工程量小。

另外，本项目取水口位于长阳清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区实验区上游，竖井式方案能很大程度减少涉水工程对隔河岩水库水体的扰动，降低因取水口施工对水环境及白甲鱼的影响。

综合考虑，本阶段进水口采用竖井式，围堰工程量较省，工程投资少，利于降低工程投资，同时竖井式施工有利于对周边水体环境的保护。

3.2.4 施工布置合理性分析

工程施工区布置应遵循避让生态敏感区、避让人口集中区域、距离工程量大的工区近、尽量利用当地的基础设施等原则。根据施工组织设计，主体设计在工程沿线共布 11 个施工工区、13 个临时弃渣场。经复核施工工区及临时弃渣场布设在引水工程沿线各支洞口附近，距离居民区较远，主要利用旁边的荒地、农地，占用地类主要为未利用土地、耕地、园地，用地范围内均不涉及饮用水源保护区、自然保护区等环境敏感区，无珍稀濒危野生动植物物种分布。

弃渣场一般位于冲沟内，沟底总体较缓，场地稳定，弃渣回填时分层碾压，在弃渣堆积体的前缘设置挡渣墙，挡渣墙基础宜埋置于弱~微新风化岩层中，并对弃渣堆积体边坡进行适当防护，同时做好渣场的截、排水措施。

综上所述，本项目施工布置从环境保护的角度分析较为合理。

3.2.5 弃渣场合理性分析

3.2.5.1 弃渣场布置情况

1、1#弃渣场

1#弃渣场布置在毛家岭冲沟上游毛家岭村西北侧 500m 附近，所处地形坡度 5~10°，地势较为平缓，属于平地型弃渣场。该渣场长约 120m，宽约 55m，占地面积 0.9 万 m²，渣场容量 4.5 万 m³，设计堆渣量 3.8 万 m³。渣场前缘为村村通公路，距离 1#支洞口 1.5km，渣场交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-5。



图 3.2-5 1#弃渣场地形地貌图（毛家岭冲沟）

渣场整体上场地稳定，西侧靠近山体，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，邻近村村通公路侧应降低渣土堆积高度，避免影响附近居民生产、生活及出行。

2、2#弃渣场

2#弃渣场布置在沿头溪河左岸两河口村附近，距离 1#隧洞出口直线距离 550m 左右，距离 2#隧洞进口直线距离 570m 左右。渣场位置为农耕地，地势平坦，地面高程 98.20~99.60m，属于平地型弃渣场。该渣场长约 110m，宽约 75m，渣场占地面积 0.35 万 m^2 ，渣场容量 2.97 万 m^3 ，平均设计堆高 8.5m。渣场前沿紧邻沿头溪河左岸村村通公路，2#隧洞进口出渣料可通过施工便道前往弃渣场，交通条件较为便利，1#隧洞出口出渣料前往弃渣场需跨过沿头溪河。渣场布置相对位置见图 3.2-6。



图 3.2-6 2#弃渣场地形地貌图（两河口罗家湾）

渣场整体上场地稳定，南侧靠近村村通公路，北侧靠近居民区，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场临近居民区，建议控制堆积高度，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

3、3#弃渣场

3#弃渣场布置在沿头溪河左岸两河口村，距离 1#隧洞出口直线距离 550m 左右，距离 2#隧洞进口直线距离 650m 左右。渣场位置为农耕地，地势平坦，地面高程 96.20m 左右，属于平地型弃渣场。该渣场长约 85m，宽约 55m，占地面积 0.53 万 m^2 ，渣场容量 4.10 万 m^3 ，平均设计堆高 7.7m。渣场前沿为临近沿头溪河堤公路，2#隧洞进口出渣料可通过施工便道前往弃渣场，交通条件较为便利，1#隧洞出口出渣料前往弃渣场需跨过沿头溪河。渣场布置相对位置见图 3.2-6。

渣场整体上场地稳定，北侧靠近山体，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

4、4#弃渣场

4#弃渣场布置在 2#隧洞出口西南角 200m 附近，泉溪河右岸冲沟，所处地形南高北低，地面高程 176.00~193.00m，属于沟道型渣场。该渣场长约 125m，宽约 48m，占地面积 0.275 万 m^2 ，渣场容量 1.18 万 m^3 ，平均设计堆高 4.3m。渣场前沿为泉溪河，渣场底面高程 176.40m 左右，前沿泉溪河河道高程 174.70m，渣场底面与河道垂直距离约 1.7m。2#隧洞出口施工便道与渣场连通，交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-7。



图 3.2-7 4#弃渣场地形地貌图（泉溪河）

渣场整体上场地稳定，南侧靠近山体，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于冲沟内，建议预留山洪行洪通道。渣场临近泉溪河，建议适当设置挡渣设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

5、5#弃渣场

5#弃渣场布置在王子石村牛风冲内，引水线路桩号 K11+800m 东侧 230m 附近，距离 2#施工支洞口直线距离 830m。渣场位置为农耕地，所处地形较平缓，地势西高东低，地面高程 161.80~168.90m，属于平地型弃渣场。该渣场长约 180m，宽约 35m，占地面积 0.72 万 m^2 ，渣场容量 1.99 万 m^3 ，平均设计堆高 2.8m。渣场左侧为牛风冲冲沟，右

侧临近牛风冲村村通公路，渣场通过村村通公路与 2#施工支洞进口连通。渣场布置相对位置见图 3.2-8。



图 3.2-8 5#弃渣场地形地貌图（牛风冲）

5#渣场区域内地下埋设有天然气管道，埋深 1~2m，设置渣场需考虑对天然气管道影响，建议根据燃气公司相关要求严格限制渣场堆高，并在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场临近牛风冲冲沟，建议适当设置挡渣设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。同时堆渣区域应避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

6、6#弃渣场

6#弃渣场布置在丹水河右岸王子石村董家坪，紧邻国道 S318，距离 3#隧洞出口直线距离 640m，距离 4#隧洞进口直线距离 830m。渣场地处国道 S318 北侧闲置平台，地形平缓，地面高程 129.60~129.80m，属于平地型弃渣场。该渣场长约 150m，宽约 40m，占地面积 0.35 万 m^2 ，渣场容量 1.79 万 m^3 ，平均设计堆高 5.1m。渣场南侧与国道 S318 相邻，3#隧洞出口出渣料可经施工便道及 S318 国道运往弃渣场，交通条件较为便利，4#隧洞进口出渣料需跨越丹水河后经 S318 国道运往弃渣场。渣场布置相对位置见图 3.2-9。



图 3.2-9 6#弃渣场地形地貌图（牛风冲）

渣场整体上场地稳定，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场临近丹水河，建议在临河侧设置挡渣设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产。

7、7#弃渣场

7#弃渣场布置在 4#隧洞出口西北侧 500m 附近的冲沟右侧，地面高程 181.10~182.80m，距离两叉河河道 120m，地形坡度 10°~14°，属于沟道型弃渣场。该渣场长约 90m，宽约 50m，渣场占地面积 0.38 万 m²，渣场容量 3.42 万 m³，平均设计堆高 9.0m。渣场距离 4#隧洞出口直线长度 500m，距离 5#隧洞进口直线长度 550m，隧洞进出口出渣料需规划施工便道与弃渣场相连接。渣场布置相对位置见图 3.2-10。



图 3.2-10 7#、8#弃渣场地形地貌图（丹水河青岩村）

渣场整体上场地稳定，东南两侧靠近山体，西北侧临近一农户房屋，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于冲沟内，建议预留山洪行洪通道。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

8、8#弃渣场

8#弃渣场布置在 4#隧洞出口西北侧 120m 附近，两叉河右岸滩地内，所处地势南高北低，地形整体稍平坦，地面高程 148.70~150.00m，渣场前沿两岔河河道高程 148.20m 左右，渣场底面与河道垂直高差 0.5m 左右，渣场场地属于沟道型弃渣场。该渣场长约 90m，宽约 40m，占地面积 0.5 万 m^2 ，渣场容量 1.48 万 m^3 ，平均设计堆高 3.0m。渣场前沿临近 4#隧洞进口，交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-10。

渣场整体上场地稳定，渣场东侧靠山，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场临近两叉河，建议适当设置挡渣设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

9、9#弃渣场

9#弃渣场布置在 3#施工支洞出口西南侧 870m 附近，金盆河左岸冲沟内，紧邻正在修建的宜昌-长阳快速路，所处地势南高北低，地面高程 175.00~180.00m 左右，属于沟道型弃渣场。该渣场长约 100m，宽约 40m，占地面积 0.5 万 m^2 ，渣场容量 1.48 万 m^3 ，平均设计堆高 3.0m。渣场需修筑施工便道与 3#施工支洞相连接，施工机械设备需穿越正在修建的宜昌-长阳快速路才能进入施工区域。渣场布置相对位置见图 3.2-11。

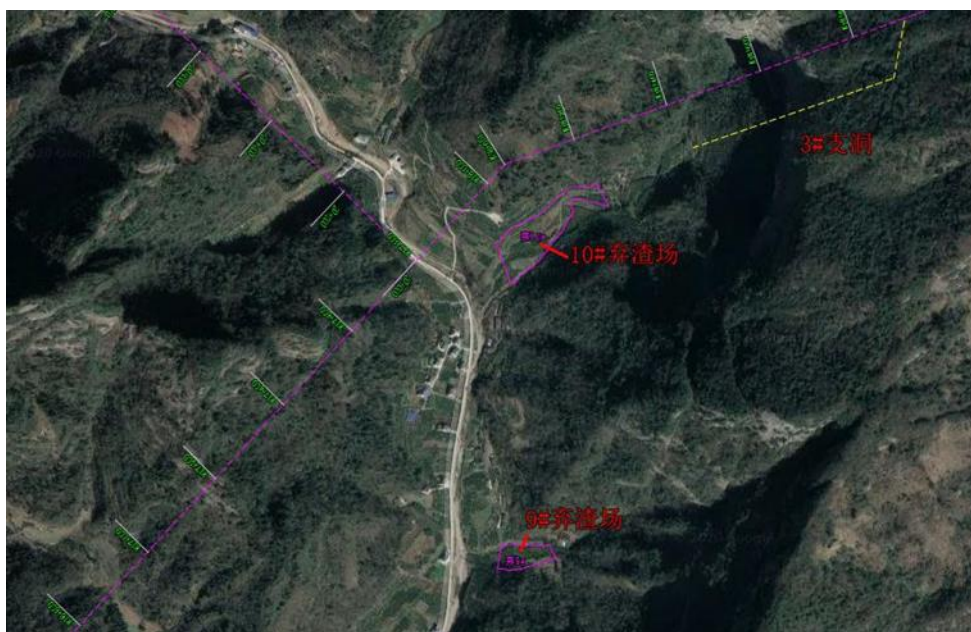


图 3.2-11 9#、10#弃渣场地形地貌图

渣场整体上场地稳定，渣场南面靠山，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于冲沟内，建议预留冲沟山洪行洪通道。渣场底面需设置挡渣墙等设施，以防止山洪冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近快速公路交通及居民农耕生产、生活等。

10、10#弃渣场

10#弃渣场布置在 3#施工支洞出口东北角 300m 附近，金盆河左岸冲沟内，紧邻正在修建的宜昌-长阳快速路，所处地势北高南低，地面高程 184.00~188.20m 左右，属于沟道型弃渣场。该渣场长约 220m，宽约 45m，占地面积 0.5 万 m^2 ，渣场容量 1.48 万 m^3 ，平均设计堆高 3.0m。渣场前沿临近 3#施工支洞，交通运输条件便利，但工程机械

外界进入施工区域需穿越正在修建的宜昌-长阳快速路。渣场布置相对位置见图 3.2-11。

渣场整体上场地稳定，渣场背面靠山，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于冲沟内，建议预留山洪行洪通道。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近快速公路交通及居民农耕生产、生活等。

11、11#弃渣场

11#弃渣场布置在 5#隧洞出口西南侧 850m 附近，楠木溪库尾干溪河谷 内，所处地势较为平坦，地面高程 225.50~228.30m，干溪河道高程 224.20m 左右，渣场前沿紧邻河道，后沿与山体连接，属于平地型弃渣场。该渣场长约 160m，宽约 90m，占地面积 0.75 万 m^2 ，渣场容量 2.59 万 m^3 ，平均设计堆高 3.5m。渣场前沿临近干溪河河道，并通过村村通公路及 040 乡道与隧洞出口规划便道连接，交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-12。

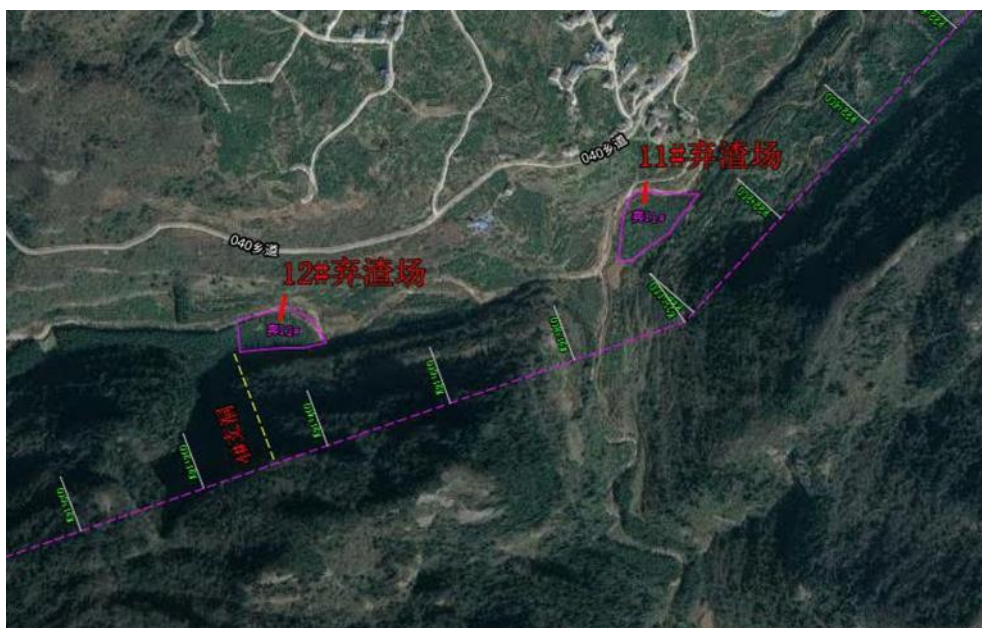


图 3.2-12 11#、12#弃渣场地形地貌图

渣场整体上场地稳定，渣场南北两面靠山，渣场位于新建宜昌-长阳快速路与冲沟合围地段，快速路路基为碎石土碾压路基，弃渣交通极为不便，若设置为弃渣场，需考虑弃渣运输路线，并建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。

渣场位于冲沟内，建议预留河道山洪行洪通道。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

12、12#弃渣场

12#弃渣场布置在 4#施工支洞出口附近，楠木溪库尾干溪河谷内，所处地势较为平坦，地面高程 233.50~238.70m，干溪河道高程 230.4m 左右，渣场前沿紧邻河道，后沿与山体连接，属于平地型弃渣场。该渣场长约 120m，宽约 55m，占地面积 0.75 万 m²，渣场容量 2.59 万 m³，平均设计堆高 3.5m。渣场前沿临近干溪河河道，并通过村村通公路及 040 乡道与隧洞出口规划便道连接，交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-12。

渣场整体上场地稳定，渣场南面靠山，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于河谷内，建议预留河道山洪行洪通道。渣场底面与干溪河河道垂直高差 2.0~3.0m，临河侧需设置挡渣墙等设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活等。

13、13#弃渣场

13#弃渣场布置在支线隧洞出口东侧 300m 附近，所处地势较为平坦，地面高程 135.90~137.20m，渣场前沿紧邻长岭河，后沿与山体连接，属于平地型弃渣场。渣场长约 200m，宽约 42m，占地面积 0.83 万 m²，渣场容量 3.75 万 m³，平均设计堆高 4.5m。渣场前沿临近长岭河河道，弃渣场与隧洞出口规划便道连通，交通运输条件便利。渣场布置相对位置见图 3.2-13。

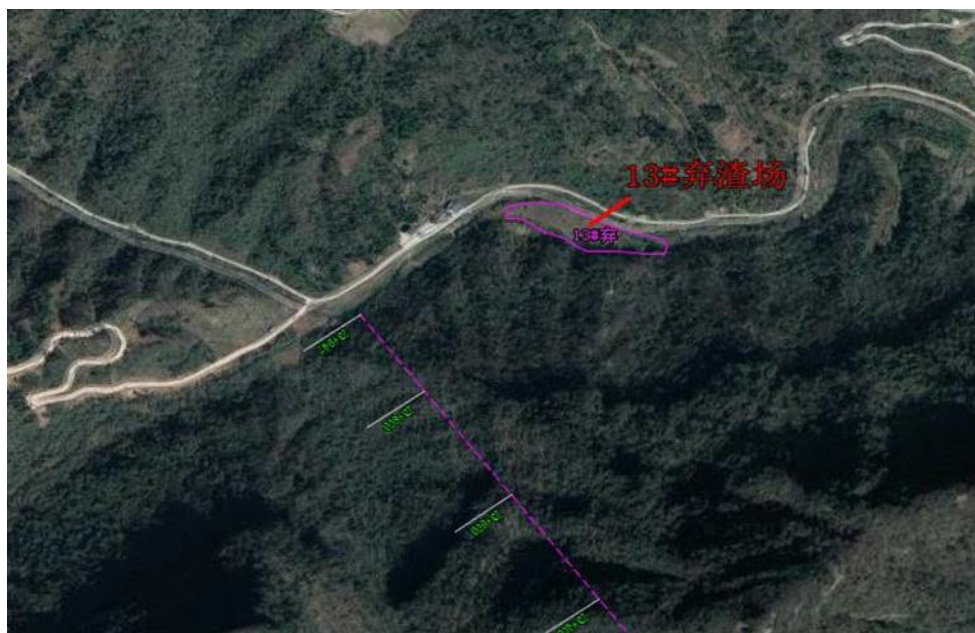


图 3.2-12 13#弃渣场地形地貌图

渣场整体上场地稳定，渣场南面靠山，建议在弃渣堆积体四周的渣脚设置挡渣墙，对弃渣边坡进行适当防护，弃渣堆积时应做好分层碾压，同时在渣场四周设置排水设施，避免渣体出现滑坡。渣场位于河谷内，建议预留河道山洪行洪通道。渣场底面前沿紧邻长岭河河道，建议需设置挡渣墙等设施，以防止河道洪水冲刷渣体渣脚。渣场堆积高度应根据渣场地貌适当调整，避免影响附近居民农耕生产、生活及出行。

3.2.5.2 合理性分析

经现场调查与分析，本项目弃渣场容量满足本来项目弃渣要求；弃渣场选址均远离村镇，避免影响当地周边公共设施、工业企业、居民点等的安全；渣场道路由渣场建设单位进行配套建设，弃渣场占地基本为荒地，不占林地及耕地，在具体选址上已尽量避免对农田集中区和植被良好区的破坏；弃渣场地质条件较好、安全性较好，均不在地下岩溶区域设置，不存在诱发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的可能性，在合理的防护措施下，土壤及水肥条件逐渐改善，弃渣完毕后可造地进行土地复耕或植被恢复，后期可较好地用于农业生产。综上所述，本项目弃渣场布置较合理。

3.3 施工期环境影响因素及源强分析

3.3.1 施工期污染工序分析

根据施工组织设计，工程建设时序分为施工准备期、主体工程施工期和工程完建期三个阶段。各个施工时段内，由于施工内容、方式、强度不同，工程对环境作用因素以及相应的影响对象、影响方式、影响性质及强度、影响历时和范围并不一致。

（1）本项目属于水系连通工程，总工期为 36 个月（不计筹建期）。其中施工准备期 2 个月（2020 年 11 月～12 月），主体工程施工工期为 32 个月（2021 年 1 月～2023 年 8 月），竣工收尾期 2 个月（2023 年 9 月～2023 年 10 月）。

（2）施工准备期主要完成施工道路、风、水、电及通讯设施，完成施工工厂、仓库及生活福利设施等工作，还需同时进行堆放场地的平整、防渗处理工作。其主要作业流程为土方开挖、基础处理、设备安装等，对环境产生影响的作用因素主要为施工占地对植被的破坏及水土流失、施工人员生活污水及施工生产废水对水环境的影响、施工机械废气、扬尘和噪声对大气和声环境的影响。

（3）主体工程施工期主要完成进水口、引水隧洞、跨河建筑物、河道整治等工作，对环境产生影响的因素主要为导流构筑物填筑、建筑物施工、河道整治造成的水环境影响、施工开挖造成的水土流失施工人员生活污水及施工生产废水对水环境的影响、施工机械废气、扬尘和噪声对大气和声环境的影响等。

（4）工程营运期主要完成施工临时设施撤离和场地清理工作。主要作业流程为拆卸、平整、清理恢复、生态修复等，对环境产生影响的因素主要为临时设施拆除等对植被、土壤的影响，施工机械废气和噪声对大气和声环境的影响。

施工环境影响分析与识别见表 3.3-1。

表 3.3-1 工程施工期环境影响识别

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径、方式	影响强度
准备期	施工占地	植被、土壤、生物多样性	占地、扰动	中
	土石方挖填	水土流失	堆渣	中
	人员生活	植被、土壤、水体	生活污水、生活垃圾	小
主体工程施 工期	施工占地	景观、植被、土壤、生物多样性	占地、扰动	中
	土石方挖填	水土流失、居民	堆渣、噪声	中

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径、方式	影响强度
	基坑开挖	水土流失、水体	围堰、堆渣、废水	中
	材料加工	施工人员	噪声	小
	隧洞施工	植被、土壤、水体、居民	废水、扬尘、噪声	中
	建筑物施工	植被、土壤、居民	扬尘、噪声	中
	河道整治	水体、居民	废水、扬尘、噪声	小
	边坡工程	植被、土壤、居民	扬尘、噪声	小
	道路工程	植被、土壤、居民	扬尘、噪声	小
	金属结构安装	施工人员	噪声	小
	道路运输	居民	噪声、扬尘	小
	机械机修清洗	水体、土壤	废水	小
	施工人员生活	植被、土壤、水体	生活污水、生活垃圾	小
营运期	临时设施拆除等	居民	噪声	小
	场地恢复、生态修复	植被、土壤	扰动	小

3.3.2 施工期环境影响因素分析

3.3.2.1 导截流建筑施工环境影响因素分析

本项目导截流建筑主要为进水口围堰、沿头溪倒虹吸围堰、罗家湾冲沟倒虹吸围堰、泉溪河暗涵围堰、丹水河倒虹吸围堰、两叉河倒虹吸围堰、主线出水口围堰、支线出水口围堰、3#支洞口围堰。

施工期产生的污染物主要有施工废水、噪声、粉尘和施工垃圾等。施工废水主要来自围堰内的基坑废水和施工机械扰动河水产生的污水，施工噪声主要来自于施工区内的施工机械，包括运输车辆、挖掘机等。粉尘主要来自于场地平整、土石开挖、施工车辆扬尘。另外，施工将产生一些施工垃圾，施工单位需妥善放置，避免乱堆乱放，待施工结束后再统一运送至施工垃圾堆放场。

3.3.2.2 隧洞工程施工环境影响因素分析

根据初步设计方案，本工程引水隧洞主线及支线全长约 26.957km，为增加工作面缩短施工工期，沿线共设置 5 段支洞，支洞总长约 1.677km，均采用钻爆法施工。

施工期产生的污染物主要为施工废水、噪声、粉尘和施工垃圾等。施工废水主要来自基坑废水、隧道涌水，施工噪声主要来自施工机械、爆破噪声、运输车辆和洞口风机、发电机等，粉尘来自土石开挖、爆破、道路扬尘，施工垃圾主要为土方和废石。

3.3.2.3 水工构筑物施工环境影响因素分析

本项目水工构筑物主要为取水建筑物（1座，含引水渠和进水口）、倒虹吸（3座）暗涵（5段）、水闸（6座，节制闸3座、退水闸2座、分水闸1座）、放空阀（3处）。

施工期产生的污染物主要为施工废水、噪声、粉尘、生活垃圾及施工垃圾等。施工废水主要来自围堰内的基坑废水；施工噪声主要来自于各构筑物施工工区内的施工机械，包括运输车辆、挖掘机械等；粉尘主要来自于场地平整、土石开挖、建筑物建设和金属结构焊接；固体废物主要为施工垃圾，施工垃圾主要为清挖土方的弃渣、建筑垃圾，建议施工单位妥善放置施工垃圾，避免乱堆乱放，待施工结束后再统一运送垃圾堆放场。

3.3.2.4 河道整治工程施工环境影响因素分析

本项目河道整治工程主要为规整河槽、抛石护底、砌石挡墙等护岸工程，不涉及河道清淤工程，沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸、两叉河倒虹吸穿河处、主线和支线出口处五段河道整治工程总长约0.64km。

在施工期产生的污染物主要有施工废水、噪声、粉尘和施工垃圾等。施工废水主要来自施工机械扰动河水产生的污水，施工噪声主要来自于运输车辆、挖掘机械设备等。粉尘主要来自土石开挖回填、砖石垒砌过程，施工垃圾主要为土方和废石。

3.3.2.5 边坡工程环境影响因素分析

本项目边坡工程主要集中在进水口、沿头溪倒虹吸、丹水河倒虹吸和两叉河倒虹吸处以及隧洞的洞口洞脸等工程过程中进行开挖的部位，主要采取喷锚、混凝土格构、植草、设排水沟等防护措施。

施工期主要污染物为施工废水、噪声、废气和施工垃圾。噪声主要来自于施工机械和运输车辆，废气主要为挖方粉尘和道路扬尘，施工垃圾主要为清挖土方、植被残体、建筑垃圾。

3.3.2.6 交通工程环境影响因素分析

本项目施工充分利用现有的交通道路，对于工程区临时征用的交通道路，在工程建成后按原标准予以恢复、硬化，部分地点需要新建桥梁，交通工程总长1.343km。

施工期主要污染物为噪声、废气和固废。施工噪声主要为施工机械、压路机、运输

车辆等，废气主要为开挖粉尘、混凝土搅拌、沥青铺设废气等，施工垃圾主要为清挖表土。

3.3.2.7 施工工厂环境影响因素分析

本项目施工工厂设施主要包括砂石骨料加工堆放场、混凝土生产系统、钢木加工系统、机械维修系统等，主要配合沿线施工场地布置。

施工期主要污染物为废水、噪声、废气和固废。施工工厂废水主要为施工人员生活污水、混凝土搅拌废水、机械冲洗废水、砂石料冲洗废水、沉砂池废水等，噪声主要来自于木材加工、钢材切割和运输车辆，废气主要为砂石料粉碎、混凝土搅拌、木材加工、钢材切割、钢材焊接、堆场扬尘、道路扬尘等，固废主要为沉砂池底泥、钢木废料和施工人员生活垃圾。

3.3.3 施工期环境影响源强分析

3.3.3.1 废水污染源分析

本项目施工期产生的废污水主要为施工人员生活污水及施工生产废水。

1、生活污水

施工生活污水主要来自食堂、盥洗间、厕所等，一般不含有毒理指标，主要含有机物，细菌学指标差。

根据相关水利工程，水电工程施工人员生活用水量 $0.1\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{d}$ ，按污水处理设计规范，生活污水产生量为用水量的 80% 计，未经处理的生活污水成分 COD、BOD₅、SS、NH₃-N 和 TP 的浓度值约为 400mg/L、300mg/L、50mg/L 和 300mg/L。高峰期施工人员为 1200 人，平均施工人数为 600 人，则平均日消耗水量 $60\text{m}^3/\text{d}$ ，日排生活污水量 $48\text{m}^3/\text{d}$ ，本项目总工期 36 个月（1080d），生活污水总产生量为 51840m^3 。

表 3.3-2 施工期生活污水产生及排放情况

序号	污染物名称	处理前浓度 (mg/L)	处理前产生量 (kg/d)	处理方式	处理后浓度 (mg/L)	处理后总量 (kg/d)
1	COD	400	19.2	化粪池	240	11.52
2	BOD ₅	300	14.4		180	8.64
3	SS	300	14.4		150	7.2
4	NH ₃ -N	30	1.44		20	0.96
5	TP	5	0.24		4	0.192

工程施工期生活污水经化粪池处理后，用于施工工厂附近农田浇灌不外排，对环境影响较小。

2、施工废水

本项目施工过程中的生产废水主要包括基坑排水、混凝土生产废水、施工机械维修保养废水、围堰填筑及拆除施工废水。

（1）基坑排水及砂石料冲洗废水

本项目围堰施工期间会产生一定的基坑排水，主要是围堰合拢封闭后基坑内的积水与渗水。基坑排水是施工活动产生生产废水的主要途径之一，基坑排水分初期排水和经常排水。初期排水指的是清除围堰内基坑存水，即原来河水加上渗水和降水，与天然河流水质差别不大。基坑经常性排水是在建筑物开挖和混凝土浇筑过程中，由降水、渗水和施工用水（主要是混凝土养护水和砂石料冲洗水）等汇集的基坑水。由于基坑开挖和混凝土浇筑、冲浇、养护及水泥灌浆，可使基坑水的悬浮物含量和 pH 值增高，混凝土养护水 pH 值可达 11~12，悬浮物浓度约 2000mg/L。

根据施工设计，本工程砂石料部分采购，剩余约 30%利用工程开挖石方，经过粉碎、冲洗之后可直接用于混凝土拌合系统。砂石料冲洗废水产生量较大，占占总污水量的 90%以上，其主要污染物为悬浮物，浓度约 2000mg/L。

上述基坑废水及砂石料冲洗废水若直接排放对水质有一定影响，该部分废水通过排水沟收集，经过集水井沉淀处理后可循环利用，工程结束后集水井上清液通过水泵抽排至河道，对河道水质的影响是局部而有限的，随着施工的开始影响也随之结束。

（2）混凝土生产废水

本次工程在每条隧洞进、出口及支洞口布置混凝土拌和系统，根据围岩类别及衬砌方式，选定合适的混凝土拌和系统；倒虹吸管、暗涵处的混凝土施工，根据工程量大小分别单独设置或合并设置混凝土拌和系统。本工程单工作面高峰期混凝土浇筑强度最高约 180m³/d。混凝土拌和系统生产过程中会产生拌合机冲洗废水、混凝土运输车辆清洗水和作业区地面冲洗水，该部分废水通过排水沟收集，经过集水井沉淀处理后可循环利用添加进混凝土搅拌过程，不外排。

（3）施工机械维修养护废水

本工程共有各型施工机械百余台套，根据工程特点，工地只负责施工机械的中小修及保养，机械大修外委。施工机械维修养护过程产生的废水主要含有泥沙和石油类等污染物，这部分废水主要污染物成分为石油类和悬浮物，其中 SS 平均浓度约为 1000mg/L，石油类浓度约为 50mg/L。排放特点是分布分散、强度小、间歇排放。

汽车冲洗废水采用高压水枪冲洗汽车，冲洗用水量为 400L/辆·次，产污系数 90%计，每天按冲洗一次计算。本工程高峰期使用机械约 250 台，则高峰期机械冲洗废水产生量约为 90m³/d，废水仅在有车辆进出或需要冲洗时产生。

汽车修理及保养厂主要承担工程运输车辆的二级保养、小修、更换零部件等。根据生产规模和以往工程的实践经验。本工程汽车修理及保养厂废水产生量约 10m³/d。

此外，钢筋木材加工厂、金属结构厂和仓库等施工工厂在生产过程中还会产生一定的废水，估算废水产生量约为 5m³/d。

本项目主体工程施工工期 32 个月，施工期机械修配养护系统废水高峰期总产生量约为 105m³/d，平均产生量为 63m³/d，总量约 3.78 万 m³，SS 平均浓度约为 1000mg/L，石油类浓度约为 50mg/L，则 SS 产生量为 63kg/d，石油类 3.15kg/d。

施工机械修配及车辆养护含油废水经沉淀池+隔油池处理后废水全部回用不外排，沉淀池底泥每季度清理运输至弃渣场，隔油池废油为危险废物（HW08 900-210-08），定期收集并交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。

（4）围堰填筑及拆除施工废水

土石围堰在填筑和拆除过程中均可能造成河床底质的扰动并发生一定量的土方泄露，从而在围堰施工作业点周围产生悬浮物污染。

根据施工进度安排，围堰填筑和拆除土方量最大为丹水倒虹吸围堰拆除，工程量为 4761m³，施工工期约为 3 天，类比《广东省粤东三江连通建设有限公司潮水溪疏浚工程环》，悬浮物的溢出系数为 20kg/m³，本工程围堰填筑和拆除时 SS 的最大产生量约为 0.37kg/s，会对下游水质产生一定影响，但随着施工的开始影响也随之结束。

3、隧道涌水、突泥

工程区位于清江流域下游隔河岩水库以北，长阳东西构造带与新华夏系之间的狭窄的三角形地带，该地区虽然出露有含水性较强的碳酸盐岩，由于受新构造运动和地表水系溯源侵蚀影响，地表水系发育，早期岩溶台面被改造破坏的支离破碎，岩溶发育程度相对较弱，仅局部残留岩溶台面，发育少量洼地、落水洞和小型岩溶管道，岩溶地下水系统不发育。因此，工程区出现较大的溶洞和岩溶管道水系统（如：地下暗河）的可能性较小；但不排除发育有较大的溶蚀裂隙和小的溶蚀洞穴，因此本项目隧洞工程施工过程中可能发生地下涌水及突泥的情况，需采用堵、排水相结合和支护措施处理。

本项目为无压隧洞自流式引水，设计 5 条支洞便于主洞施工，支洞的地面高程均高于主洞，隧洞内部施工涌水、突泥均会根据地面高程流向下游主隧洞口，因此本项目需在隧道施工下游洞口设置集水井用于收集隧洞涌水及突泥。该部分废水可能含较高浓度的悬浮物，需在集水井内沉淀一定时间后抽排至下游河道或冲沟，必要时需向集水井内投放絮凝剂，并定期清理集水井内沉淀泥浆。

3.3.3.2 废气污染源分析

本项目对环境空气的影响仅限于施工期。施工期环境空气污染物主要来源于施工开挖填筑、物料运输及装卸产生的扬尘，隧洞爆破废气，机动车辆和施工机械排放的尾气、道路沥青铺设废气及管道加工焊接废气，主要污染物有粉尘、SO₂、NO_x 等。

（1）施工粉尘

目前本项目工程区域总体环境空气质量良好。工程开工后，隧洞爆破工程、混凝土拌和、土石方开挖回填以及物料运输和装卸都产生大量粉尘，造成施工场地范围内和施工道路两侧的大气污染。根据同类工程比较，施工区粉尘浓度较高的地点是隧洞出口约 20mg/m³~30mg/m³，砂石骨料生产约 50mg/m³~70mg/m³，混凝土拌和站约 10mg/m³~40mg/m³。若不采取相应措施，以上施工场地下风向 200m 范围内 TSP 浓度将超标，对区域环境空气质量产生影响。

本项目在主体工程施工组织设计中，根据本工程施工特点，已考虑了供风设施，用于施工作业通风换气，减低粉尘和废气浓度；土方临时加盖土布以减少扬尘，施工场地布置远离周边居民区，砂石骨料生产场地、混凝土拌合站等施工工厂周边设置挡板、有

序堆放，且各工程作业面经过洒水降尘，可减少 95%以上扬尘产生；施工区配备车辆清扫设施，定期冲洗，运输车辆要加盖篷布，减少车辆运输过程中产生的扬尘；对易产生扬尘的路段进行定期洒水抑尘，集中居民点附近道路两边设置防尘挡板；通过以上措施，可有效减少对施工人员和周边敏感目标身体健康的影响。

（2）隧道施工爆破废气

隧道施工采用预裂或光面爆破，爆炸过程中产生高温高压膨胀气体（炮烟），其中除含有大量粉尘外，还含有 CO 等污染物。

本项目在隧道施工本组织设计中，根据本工程施工特点，已考虑了供风设施，用于施工作业通风换气。采用 $40\text{m}^3/\text{min}$ 固定式空气压缩机供风方式，通风机设洞外，通风管选用 $\Phi 600\text{mm}$ 拉链软式通风管，管口逐步前移，以减小炮烟对施工人员身体健康危害，并保证隧洞内施工安全。

（3）运输车辆、施工机械燃油废气

本项目工程施工机械主要有钻机、挖掘机、装载机、推土机、自卸汽车、振动碾、灌浆机组等，各施工机械设备主要能耗种类为柴油及电。燃油机械使用时产生燃油废气，排放的污染物主要有 CO、NO_x、SO₂，根据《水利水电工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等相关资料，1t 燃油排放 CO29.35kg、NO_x48.261kg、SO₂2.522kg。本项目项目施工使用柴油约 1216t，污染物 CO 排放量为 35.69t，NO_x 为 58.68t，SO₂ 为 3.07t。

（4）道路沥青铺设废气

本项目道路工程对临时占用及新修道路进行硬化铺设沥青混凝土，路面铺设过程会产生沥青烟和苯并[a]芘。根据工程安排本工程不设置沥青搅拌站，沥青砼由车辆直接运送至施工场地。

在进行沥青摊铺作业时，沥青烟气对周边环境空气产生一定程度污染，建议摊铺作业机械有良好的密封性和除尘装置，生产设备不得有明显的无组织排放存在。沥青摊铺时选择大气扩散条件好的时段，减轻摊铺时烟气对沿线敏感点的影响。最高允许排放浓度应达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 的相应要求。

（5）管道加工焊接废气

本项目倒虹吸工程采用管道连接方式，管道安装过程中钢管焊接产生的废气主要为焊接烟尘，主要污染物为 Fe_2O_3 、 MnOSiO_2 等。本工程选用低污染的焊接设备，加强设备的运行管理和维护，减少因焊接设备运行状况不佳造成的烟尘污染。工程结束后，对大气的影响将自行消除。

3.3.3.3 噪声污染源分析

本项目施工过程噪声源主要来自施工机械设备和运输车辆产生的噪声以及隧道施工爆破产生的振动影响。工程使用的施工机械有推土机、挖掘机、空压机、切割机、电焊机等，噪声级为 80~90dB（A）之间，具体噪声值见表 3.3-3。

表 3.3-3 施工机械噪声源强一览表

噪声源		主要作业区	声级 db（A）
点源	挖掘机	施工区	75~98
	装载机	施工区	75~98
	推土机	施工区	85~96
	汽车起重振	施工区	79~91
	捣棒机	施工区	75~98
	备用发电机	隧洞口	80~98
	风机	隧洞口	80~95
	水泵	基坑排水区	75~90
	施工工厂	施工工厂	厂界 55~70
线源	中型载重自卸汽车	施工区及运输道路	75~90
	轻型载重自卸汽车	施工区及运输道路	75~85

本项目隧道工程涉及爆破作业，隧洞施工时大量挖掘、爆破施工均在洞内进行，因此隧洞施工噪声影响主要是在支洞挖掘口以及主洞进出口施工区部分。爆破施工时，采用手风钻钻孔小药量松动爆破，先预裂后开挖的施工方法，减小单次爆破量，偶发噪声值达 130~140dB（A）。根据相关资料：爆破时的突发性爆破的瞬间声级在距离爆破点 50m 处约为 100dB（A），在距离爆破点 100m 处约为 80dB（A）。本项目引水隧道选线布置均为人烟稀少的山区，爆破作业距离聚集性居民区距离均在 200m 以上。且突发性爆破作业仅在施工期对周边环境产生影响，工程结束后影响将自行消除。

3.3.3.4 固体废物污染源分析

（1）生产废渣

根据工程施工土石方挖填平衡计算，本工程弃渣总量约 34.9 万 m³（自然方）。为避免弃渣随意堆放造成水土流失，根据主体工程施工特点和施工布置要求，弃渣运至弃渣场，不设置临时堆料场。

（2）生活垃圾

根据调查，市区人均日产生活垃圾约为 1kg/人 d，由于工地人员生活相对简单，因此取 0.5kg/人 d，按施工平均人数计算，预计施工区生活垃圾产生量为 300kg/d。生活垃圾各工区分别收集，定期交由环卫部门统一处置。

（3）机械含油废弃物

本工程小型机械在使用过程中会有少量的含油抹布产生，根据同类工程类比，本工程小型机械废油及含油抹布产生量为 3.5kg/d。根据《国家危险废物名录（2016 年本）》附录危险废物豁免清单，废弃的含油抹布、劳保用品（900-041-49）混入生活垃圾全过程不按危险废物管理，故含油抹布与生活垃圾混合收集，定期交由环卫部门统一处置。

（4）隔油池固废

根据 3.4.2.1 分析，隔油池废油产生量为 3.15kg/d，该部分废油应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求进行处置。

施工期污染物产生量及处置情况汇总见表 3.3-4。

3.3-4 施工期污染物产生量及处置情况汇总表

环境要素	影响源		主要污染物	产生量	处置及排放情况
水环境	生活污水		SS、石油类	48m ³ /d、COD11.52kg/d、BOD ₅ 8.64kg/d、SS7.2 kg/d、NH ₃ -N0.96 kg/d 和 TP0.192 kg/d	化粪池处理达标后用于附近农田浇灌
	生产废水	基坑排水	SS 等	SS 2000mg/L	初期排水直排，经常性排水经过沉淀后排放
		混凝土生产	SS 等		循环使用，不外排
		施工机械维修保养	SS、石油类	SS 63kg/d、石油类 3.15kg/d	经沉淀池+隔油池处理后废水全部回用不外排
		围堰填筑及拆除	SS	最大 0.37kg/s	直排
大气环境	施工粉尘		TSP	无组织排放	无组织排放
	隧道施工爆破		CO、NO ₂ 、C _m H _n 等	无组织排放	无组织排放
	各类机械燃油废气		CO、NO _x 、SO ₂ 等	无组织排放	无组织排放

环境要素	影响源	主要污染物	产生量	处置及排放情况
	道路沥青铺设	沥青烟和苯并[a]芘	无组织排放	无组织排放
	管道焊接	Fe ₂ O ₃ 、MnOSiO ₂ 等	无组织排放	无组织排放
声环境	施工机械	噪声	80-90dB（A）	厂界达标
	爆破作业	噪声	130~140dB（A）	130~140dB（A）
固体废物	生产废渣	弃渣	34.9 万 m ³ （自然方）	运至弃渣场
	生活垃圾	生活垃圾	300kg/d	各工区分别收集，定期交由环卫部门统一处置
	机械含油废弃物	含油抹布	3.5kg/d	
	隔油池固废	废油	3.15kg/d	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求进行处置

3.3.3.5 生态环境影响分析

施工期对生态的影响主要包括对景观环境的影响、对地质地貌的影响、对水生生物的影响、对陆生生物的影响以及工程占地影响，本章节仅简要分析，详细情况见生态影响专题报告。

（1）对景观环境的影响

工程施工对局部地形、植被的破坏，必将在短期内对区域的景观环境产生不利影响，施工期对景观环境的影响主要表现在以下几个方面：

①本项目工程主体工程主要为隧洞施工，对地面生态环境的破坏较小，但取水口、倒虹吸、暗涵等地面工程对局部地形、植被的破坏，将影响拟建场地原有的环境的特色，影响施工场地原有景观环境。

②工程施工的场地平整等工程需取弃土，施工期临时取弃土石方的存在，若不及时有效地处置，将严重地影响区域的景观环境，而且工程施工时的飞灰扬尘，下雨时未完工路面及临时弃土石场的水土流失，将使区域的景观环境更加恶劣。对此，建设单位和施工单位应予以充分重视，采取及时有效的措施加以防治，并规范施工，杜绝上述现象发生。

综上所述，工程施工对景观环境将产生不利影响，建设单位和施工单位应采取及时有效的防治措施，将不利影响控制在最低限度。施工过程中应落实以下景观保护措施：

①施工前在集中居民点主要施工边界建立 2m 以上围墙，并配以图案、种植高大乔

木与周边环境相协调，减轻施工现场对周边居民的视觉影响。

②规划区内绿化景观系统建设在施工期间要分步实施，每完成一片工程，即对该片进行水土保持、场地清理和绿化美化等工作，在减少水土流失的同时，减缓景观影响，改善视觉上的美感。

③各种构筑物和项目的附属设施要协调布局，协调一致，颜色统一，采用明快的颜色，禁止采用产生眩光的玻璃幕墙。

④在工程竣工后，必须在规定的时间完成绿化景观系统建设。

（2）对地质地貌的影响

①引起微地貌的变化

工程建设时场地弃渣场建设，将直接改变局部区域的微地貌形态。

②水土流失

工程施工对区域水土流失的影响主要表现在以下两个方面：

工程施工时局部清表、土石方开挖、场地平整等，改变了施工区域植被分布状况和地表性质，进而改变了雨水落地强度，增加了雨水对地表的直接冲击，而地表则以裸露的表土直接接受雨水的冲刷、侵蚀，这必将增加区域的土壤流失量，加剧局部区域水土流失现象。

工程施工场地，改变了施工区域的微地形，加大了地面坡度，使施工区域成为新的水土流失发生源，加剧局部区域水土流失现象。

（3）对水生生态的影响

①对浮游生物的影响

本项目取水口、倒虹吸等与水体交叉的工程将会造成作业区、排放口附近悬浮物浓度剧增，水体水质将变浑浊，水体透光性急剧降低，从而影响浮游植物的光合作用，使浮游植物的种类和生物量减少。而以浮游植物为食的浮游动物也相应减少，其组成、分布变化与作为饵料的浮游植物有关，这些变化间接的影响到施工段河流水生生态系统。由于施工方式是分段推进施工，因此这种影响是暂时的，范围是有限的。随着工程建设的完工和结束，水体悬浮物浓度将很快恢复本底值，考虑到生态系统的自我修复能力加

上支流生物的不断补充，工程结束后浮游植物的种类将很快得到恢复。

②对鱼类的影响

项目区域非重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和回游通道。现状调查显示，项目范围的鱼类较多。项目施工期作业将会影响局部浮游生物、底栖动物等饵料生物量的变化，改变原有鱼类的生存、生长和繁衍条件，但是就整个流域来说影响相对较小。另外，工程建设人员的人为破坏如捕鱼也会对鱼类资源造成不利影响。项目完工后，水体浮游植物及浮游动物的逐渐恢复，供饵潜力大，故而对主食藻类及浮游动物的鱼类的自然生长将很有利。

建议对水生生态影响做出如下防治措施：

①施工前应先做好施工用地地表的清理工作。陆域施工过程应严格执行先围堰，构筑倒滤层，再回填砂土，以减少泥沙入河对水质的影响范围。

②水中作业应尽量避免春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的产卵、索饵期。并尽量缩短施工期，减少由于水下施工活动对水生生态环境造成的损害。

③施工时间应避免在雨季等不利气象条件下进行，尽量缩短施工对水体水质影响的时间和尺度。

（4）对陆域生态的影响

①对植被的影响

在平整土地过程中将植物从地表剥落，直接对植被造成损害，在一定程度上降低区域的生物量。项目地面施工的范围不是很大，对植被损害的范围有限。

②对野生动物的影响

施工期施工人员及施工机械设备的噪声虽然会对陆生动物取食、繁衍等造成影响，破坏现有野生动物的生存环境，导致动物栖息环境改变。但工程施工区地处山区，人烟稀少，区域生态环境较好，植被覆盖率较高，施工区周围可栖息地范围较广，总体环境优越，受影响的动物会在施工期迁移至周围适宜的环境中去栖息和繁衍。施工活动结束后，部分野生动物仍可以回到原栖息地附近区域，因此施工期对区域的动物资源不会产生明显影响。

③对物种多样性的影响

生物多样性是生态自然发展的结果，生物多样性的保护是生态环境保护的基本要求 and 目的。项目施工会对植被造成损害，进而影响动物觅食、栖息，导致区域动、植物资源减少，使区域生物多样性遭受到威胁，此外，项目施工过程中运输、机械的运行噪声等将影响项目所在区域动物的栖息，甚至导致动物迁移，影响施工区域的生物多样性。

本项目施工区域施工破坏的植被多为当地广布性物种，因此，项目的建设施工对区域生物多样性的影响有限。

3.3.4 运营期环境影响分析

3.3.4.1 地表水环境影响分析

（1）对水文情势的影响

本工程建成运行后，会对受水区及下游水量、流速、水位等产生一定影响，楠木溪水库、桥边河、长岭河、联棚河、谭家河、鲤鱼河、柳林河水位将增加，生态流量得到补偿。

（2）对水环境的影响

通过生态用水补偿，能明显改善受水区及下游水体的水质，提高周边居民生活质量。提升水体自净能力，保障点军区饮用水源供给，增加宜昌城区备用水源。。

（3）对区域水之源利用的影响

清江水系连通增强了水循环运转，提高水资源的利用率，缓解点军区水体污染、城市发展规划中缺水等问题。本工程建成运行后，将对取水区隔河岩水库及下游高坝洲水路两个梯级电站发电量产生一定的影响。

（4）管理人员生活污水的影响

根据工程初步设计报告，工程运行期设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处，管理处内部设两科（工程管理科，调度科）、两室（办公室、财务室）、三站（管理站），共计 55 人负责工程的建设与运行管理。生活用水以 $0.05\text{m}^3/\text{d}$ 人计，产污系数取 0.8，则生活污水产生量为 $2.2\text{m}^3/\text{d}$ ($726\text{m}^3/\text{a}$)。生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、SS、NH₃-N 和 TP 的浓度值约为 400mg/L、300mg/L、300mg/L、30mg/L、5mg/L。

表 3.3-4 运营期生活污水产生及排放情况

序号	污染物名称	处理前浓度 (mg/L)	处理前产生量 (kg/a)	处理方式	处理后浓度 (mg/L)	处理后总量 (kg/a)
1	COD	400	290.4	化粪池	240	174.24
2	BOD ₅	300	217.8		180	118.8
3	SS	300	217.8		150	99
4	NH ₃ -N	30	21.78		20	13.2
5	TP	5	3.63		4	2.64

本项目工程运营期生活污水经化粪池处理，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达标后排放。

3.3.4.2 地下水环境影响分析

本项目引水方式为无压隧洞自流式引水，引水隧洞线路总长约 25.198km。在进水口、隧洞、倒虹吸的设计、施工及运行过程中均采用防渗、防漏措施及先进的防渗技术，最大限度的减少输水过程中的渗漏损失。因此，本项目运行过程中不会对地下水环境产生影响。

3.3.4.3 大气环境影响分析

本项目为水系连通及生态修复工程，项目建成运行期间不会产生废气，不会对区域环境空气质量带来不利影响。本项目通过对点军区 6 条河流生态补水，改善点军区河流水体水质环境，能够修复区域水环境质量，进而对区域生态环境带来有利影响，可在一定程度上优化区域大气环境质量。

根据工程管理能力，本项目拟在长阳土家族自治县龙舟坪镇津洋口村设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程建设管理处，设置管理用房及食堂。该工程管理处工作定员为 55 人，食堂运营将产生食堂油烟，根据《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，餐饮厨房油烟废气必须经油烟净化装置处理后达到 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放浓度标准高空排放。

3.3.4.4 声环境影响分析

本工程为水系连通及生态修复项目，工程运行过程中取水口及涵闸处的水闸运行过程可能会产生噪声，其中仅有取水口的工作闸门全年运作，其余均为间歇性运行；本项目取水口及涵闸选址处距离聚集性居民区距离较远，对周边居民的影响非常有限。

3.3.4.5 固体废弃物影响分析

工程运营期工作定员为 55 人，办公生活垃圾产生量按 0.5kg/d 人计，则产生量为 27.5kg/d（9.075t/a），生活垃圾各站点收集后交由环卫部门统一处置。

3.3.4.6 生态环境影响分析

1、对陆生生态的影响

本项目工程占地影响区域无保护植物分布，对其他植物的影响主要表现为工程占地对其造成的一次性破坏以及由此产生的生物量损失。工程建成运行后，除永久占地外，不会存在生态阻隔问题，也基本不会改变景观体系的结构。

工程所处区域为人类经济活动较强烈区域，没有较大型的野生动物栖息，工程永久建筑物占地等对项目区野生动物产生的影响将非常有限。

2、对水生生态的影响

本项目建成运行后对于改善受水区河道水质将具有一定的促进的作用，能明显改善河道水质、水深增加，有利于生态系统的恢复，对浮游生物、水生植物的生境条件，以及鱼类生境有一定的改善作用。

4 区域环境概况

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

宜昌位于长江中上游结合部，地处鄂西山区与江汉平原交汇过渡地带。素有“川鄂咽喉、三峡门户”之称。其地理位置为东经 $110^{\circ}15'$ ~ $112^{\circ}04'$ ，北纬 $29^{\circ}56'$ ~ $31^{\circ}34'$ 。东西宽 174km，南北长 180km，版图面积 2.12 万 km^2 ，其中山区占 67.4%，丘陵占 22.7%，平原占 9.9%。宜昌东邻荆州市和荆门市，南抵湖南省常德市，西接恩施土家族苗族自治州，北靠神农架林区和襄阳市。

宜昌市现状城区所处地理位置属鄂西南山区与江汉平原的过渡地带，自然地理环境复杂多样，地势西高东低，形成了山地—丘陵—平原自西向东的过渡性分布状况。宜昌市区临江一带地形平坦，现已沿江形成一条狭长的城市建设区域，城区地面高程约在 53m~90m（黄海程高程）之间，腹背山地高程大多在 100m 以上。

项目建设区域位于宜昌市主城区长江南部，地跨长阳土族自治县及点军区，详见附图 1。

4.1.2 地形、地貌、地质

4.1.2.1 地形、地貌

工程区在区域上位于鄂西山地东缘，山脉近东西向展布，地势西北高，东南低，河流两岸山高坡陡，河谷深切、侵蚀剧烈，与两岸陡峭山体构成典型的“V”型峡谷地貌景观，区域地貌的基本类型为构造侵蚀溶蚀中低山和构造侵蚀剥蚀低山——丘陵地貌。

工程区域内地层自古生界震旦系、寒武系、奥陶系和志留系至中生界白垩系及第四系地层均有出露。第四系与前第四系不整合接触，其余地层均呈连续沉积或假整合接触。

4.1.2.2 区域地质

本项目引水线路自进口至出口段，所穿越地形地貌单元属构造侵蚀溶蚀中低山和构造侵蚀剥蚀低山——丘陵区。河流两岸山高坡陡，河谷深切、侵蚀剧烈，与两岸陡峭山体构成典型的“V”型峡谷地貌景观。

工程场区地处长江以西，主要位于长阳倒转复式背斜核部及北翼，地势西南高，东北低，为单斜构造，海拔一般为 350.00~870.00m，岩溶发育，沟谷深切。山体走向近东西，西高东低，属构造侵蚀溶蚀中低山和构造侵蚀低山~丘陵地貌单元，为低山、河谷相间的地形地貌特征。山顶高程 150.00~800.00m，河谷高程 120.00~170.00m，河谷多呈“U”形，河谷切割深度不大，两岸植被茂盛，水土流失现象微弱；水系发育，呈树枝状展布。

工程区山脉主要由白垩系砂砾岩、寒武系碳酸盐岩夹碎屑岩以及震旦系碳酸盐岩和碎屑岩组成，具有强烈构造溶蚀侵蚀和构造剥蚀侵蚀作用的地貌特征。

引水线路跨越的河流主要有沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河及金盆河，五条河流均属清江支流，多为不对称的阶地形河谷，沿河两侧残存有 I~II 级阶地，其跨越河床段高程在 95.00~126.00m 之间，山体地面高程在 140.00~687.00m 左右，分水岭高程在 245.00~687.00m 之间，隧洞最小埋深 20m 左右，最大埋深 540m 左右。隧洞沿线山体雄厚，谷坡陡峻，冲沟、植被发育。

引水线路自进口（倒影峡毛家岭）至出口楠木溪水库库尾沿线穿越的褶皱主要为长阳倒转复式背斜（次级褶皱包括津洋口向斜、两河口背斜）和文佛山倾伏向斜（109）。

1、长阳倒转复式背斜（56）：呈北北西—南东东伸驰，工程区所见长度约 40km，南北宽约 20km；核部出露震旦系地层，两翼由寒武系至二叠系地层组成。核部开阔，地层平缓，呈波状起伏，发育了次级褶皱。背斜北部向北倒转，倒转褶曲反复出现，伴随由逆断层、逆冲断层及迭瓦式构造发生。由于这些褶曲和断层的影响，部分地层多次重复出现，岩层产状混乱，倾角自东向西，由陡变缓，由 80°降至 40°，再向西甚至降至以下 10°。背斜南翼的构造比较简单，以正常的向南倾斜为主，局部偶见小褶曲和冲断层，岩层倾角，自核向翼，由陡变缓，变化范围自 35°至 5°之间。工程区次级褶皱主要为津洋口向斜（61）和两河口背斜（62）。

（1）两河口背斜（62）

该背斜位于龙舟坪镇两河口村附近，该背斜属长阳复式倒转背斜南翼的次级构造，其轴线呈北西西~南东东，轴向自南东向北西延伸，至两河口白竹寺附近尖灭。工程区所见长度2.5km左右，核部出露陡山沱地层，其岩性为灰黑色薄至中厚层状燧石条带灰岩、白云岩；两翼为灯影组地层，其岩性为白色、灰白色薄至厚层状白云岩夹1~2层角砾状白云岩，底部夹燧石条带。向南依次为寒武系水井沱组、石牌组、天河版+石龙洞组、覃家庙组以及三游洞地层，这些地层组成了长阳复式倒转背斜南翼；向北与津洋口向斜相接。受近东西向、北北西和北北东向断层的影响，核部及北翼较陡，倾角70°左右，南翼较缓，倾角20°~30°左右。

（2）津洋口向斜（61）

该向斜位于两河口背斜以北，属长阳复式倒转背斜南翼的次级构造，其轴线与两河口背斜一致，轴向由津洋口向两河口延伸，至两河口以北的杨家湾附近尖灭。工程区所见长度1.5km左右。核部出露寒武系地层，两翼出露震旦系地层，核部地层较两翼陡，为一宽缓的向斜，两翼倾角在20°~30°之间。

2、文佛山倾伏向斜（109）

该向斜位于天阳坪逆断层以北的高家坡——文峰山——渔阳溪一带，由于受天阳坪逆断层的影响，南侧寒武系及其他古生界地层推复于白垩系之上，该向斜主要在白垩系地层中，其核部为白垩系上统罗镜滩组块状砾岩夹砂岩，两翼为白垩系下统五龙组块状粉砂岩，细砂岩夹砾岩。轴线方向与天阳坪逆断层基本一致。南翼倒转，向核部倾角由陡变缓，由70°逐渐变为10°左右；北翼正常，倾角较缓，一般在9°~15°左右。

4.1.3 水文地质条件

4.1.3.1 地表水

工程区地表水主要由清江、胡家溪、沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河以及楠木溪水库等构成。清江由西向东流入长江，胡家溪、沿头溪、泉溪河、丹水河由西北向东南流入清江，两叉河、金盆河由西北向南西流入丹水河，清江是区内地表水和地

下水的排泄基准面。另外路线穿越地带沟渠、池塘、山间冲沟等地表水系也较发育工程区冲沟较多，主要冲沟有毛家岭、陈家冲、罗家湾、石门沟、沙湾、陈家井、大水沟、韩家恼、牛红冲、狗皮溪、咬草沟、干溪等，工程区冲沟大都有流水，少数为干沟，这些冲沟构成了工程区地表水排泄网络，各冲沟横剖面均呈宽缓的“U”和“V”型，是区内地表水主要汇集排泄通道。

工程区沿线地表水主要由大气降水和冲沟来水补给，向河谷排泄。

引水线路沿线水库极少，主要有隔河岩水库、后湾水库、李家坳水库及楠木溪水库，这些水库为地表水排泄点。

工程区沿线范围内主要冲沟基本情况见表 4.1-1。

表 4.1-1 工程区主要河流及冲沟基本情况一览表

序号	编号	名称	分布桩号	规模		
				沟底宽 (m)	沟底高程 (m)	目测流量 (L/s)
1	Qj01	倒影峡（清江）	0+000	50	170.00	
2	Qj02	毛家岭冲沟	0+000~1+600	20	170.00~260.00	50~100
3	Qj03	罗家湾冲沟	3+113~3+168	10	106.98	20~30
4	Qj04	沿头溪河	3+429~3+464	35	94.00	>350
5	Qj05	泉溪河	7+418~7+468	10	168.90~169.30	>50
6	Qj06	碾子破冲沟	8+200~8+300	10	205.00	50~100
7	Qj07	芭蕉溪冲沟	10+900~11+100	20	267.32	50
8	Qj08	牛风冲沟	11+800~11+820	5~10	185.40	30
9	Qj09	桐家沟	12+500~12+600	5	166.00	50~100
10	Qj10	丹水河	13+500~13+650	50~100	124.5	>800
11	Qj11	两叉河	15+475~15+545	25~35	147.50	>200
12	Qj12	王家坡冲沟	16+900~16+950	5~10	183.95	20~50
13	Qj13	金盆河（沈家棚）	17+800~17+860	10	174.6	50
14	Qj14	楠木溪（桥沟）	21+845~21+900	10~20	229.00	>100

引水路线所经地区居民生活用水来源主要为沿线水系地表水和第四系孔隙水，通过蓄水池和水井来蓄水。各水系流量呈季节性变化，雨季流量较大，旱季流量极小。

4.1.3.2 地下水

由于引水线路沿线地层岩性以碎屑岩和碳酸盐岩沉积岩系为主，水文地质条件比较复杂。对于碎屑岩区，岩溶不发育，主要表现为基岩裂隙水；对于碳酸盐岩区，岩溶一

般较发育，主要表现为基岩裂隙水和岩溶裂隙水，多出露泉水。

1、地下水位分布

地下水位与岩体风化破碎、透水性、岩性、地形条件等相关，风化程度高的破碎岩体和地表松散堆积体地下水位较浅。本次主要通过钻孔对引水线路沿线地下水位进行勘察。

本次勘察对引水线路沿线钻孔的终孔水位进行了观测，主要隧洞钻孔稳定地下水位统计结果见表 4.1-2。

表 4.1-2 引水隧洞沿线钻孔揭露地下水位情况一览表

隧洞名称	钻孔位置	钻孔编号	孔口高程 (m)	终孔孔深 (m)	终孔水位 (m)	水位埋深 (m)	洞底高程 (m)	与洞底高差 (m)	备注
1#隧洞(毛家岭隧洞)	进口段	ZK01-1	190.80	11.8	188.40	2.4	176.00	12.0	河水位
		ZK01	196.00	35.9	194.40	1.6	176.00	18.4	孔隙水
		ZK02	193.00	30.1	190.60	2.4	176.00	14.6	孔隙水
沿头溪倒虹吸	镇墩	ZK07	118.20	24.0	116.20	2.0	114.20	2.0	孔隙水
		ZK07-1	130.10	20.5	129.60	0.5	139.60	-10	孔隙水
		ZK08	128.10	20.3	119.60	8.5	123.00	-3.4	裂隙水
		ZK09	131.80	20.8	125.30	6.7	126.10	-0.8	裂隙水
		ZK10	96.00	30.5	90.3	5.7	95.00	-4.7	孔隙水
		ZK38	112.80	20.9	110.60	2.2	104.70	1.9	裂隙水
		ZK12	136.00	21.3	129.30	6.7	110.80	18.5	裂隙水
2#隧洞	洞身段	ZK14	197.40	50.7	189.00	8.4	164.60	24.4	裂隙水
泉溪河暗涵	进口	ZK15	174.50	25.6	170.30	4.2	161.80	8.5	裂隙水
	出口	ZK16	174.60	25.5	172.20	2.4	161.70	10.5	裂隙水
3#隧洞	洞身段	ZK18	190.70	50.1	183.50	7.2	157.70	25.8	孔隙水
		ZK20	174.50	40.8	172.05	2.45	155.90	16.15	裂隙水
		ZK47	318.10	180.20	310.7	7.4			裂隙水
		ZK48	281.40	140.5	269.20	12.2	158.20	111.0	孔隙水
		ZK53	242.50	100.2	222.40	20.1	153.70	68.7	裂隙水
	出口	ZK21	167.50	50.7	158.90	8.6	155.50	3.4	裂隙水
丹水河倒虹吸隧洞	进水池	ZK55	154.40	20.6	145.80	8.6	154.40	-8.6	裂隙水
	1#镇墩	ZK56	159.20	28.1	149.90	9.3	151.70	-1.8	裂隙水
	接收井	ZK22	131.20	30.2	128.75	2.45	119.50	9.25	裂隙水
	5#镇墩	ZK23	128.50	25.7	126.60	1.9	119.30	7.3	孔隙水
	河床	ZK25	129.40	25.4	127.80	1.6	119.10	8.7	孔隙水
	3#镇墩	ZK27	128.40	30.0	127.90	0.5	119.10	8.8	孔隙水
	4#镇墩	ZK28	167.20	30.3	155.90	11.3	152.90	3.0	裂隙水

隧洞名称	钻孔位置	钻孔编号	孔口高程 (m)	终孔孔深 (m)	终孔水位 (m)	水位埋深 (m)	洞底高程 (m)	与洞底高差 (m)	备注
4#隧洞	洞身段	ZK49	301.80	160.20	284.60	17.2	152.30	132.3	裂隙水
5#隧洞	洞身段	ZK35	234.00	90.3	228.20	5.8	143.70	84.5	孔隙水
		ZK36	211.50	80.1	207.20	4.3	143.50	63.7	裂隙水
		ZK50	187.50	55.6	186.30	1.2	149.00	37.3	孔隙水
		ZK51	228.7	100.4	186.40	42.3	144.20	42.2	裂隙水
		ZK30	181.60	45.8	178.30	3.3	147.50	30.8	孔隙水
支线隧洞	洞身段	ZK52	198.20	55.7	197.30	0.9			孔隙水

2、地下水类型

工程区地下水主要分布于基岩的裂隙、断层及河滩、斜坡的第四系松散堆积体内，按照地下水存储介质不同，将工程区地下水分第四系孔隙水、基岩裂隙水和岩溶裂隙水。第四系孔隙水又分为砂卵石孔隙水、粘性土及碎石土孔隙上层滞水。

（1）第四系孔隙水

第四系砂卵石孔隙水：赋存于主要河流的河谷冲积砂砾、卵石层中，分布于河床及漫滩地段，地表水补给条件较好，水量丰富，水位埋深 0.3m~6.8m。

第四系粘性土及碎石土孔隙上层滞水：主要赋存河谷两旁、山间洼地等的松散粘性土及碎石土中，以接受大气降水补给为主，局部接受高位下降泉补给，径流方式以顺坡下渗为主，受基岩阻隔及地形切割排出地表，具有“下雨有水，无雨干涸”的特点，水量贫乏，季节性强。

（2）基岩裂隙水

工程区内基岩裂隙水主要赋存于基岩的风化裂隙和构造裂隙中，均匀性极差，依靠大气降水与地表水补给。

（3）岩溶裂隙水：工程区内岩溶裂隙水主要赋存寒武系和奥陶系地层中的灰岩、白云质灰岩中，以大气降水补给为主，富水性不均一，泉点大多沿断裂带和可溶岩与非可溶岩的接触带溢出，排泄于河床。

4.1.4 气候、气象

宜昌属于亚热带大陆季风气候地带。年平均气温 16.8℃，四季分明，雨热同季，雨量充沛，阳光充足，无霜期长；春季温湿，夏季炎热，秋季干凉，冬季寒冷，年平

均气温 16.9~18℃。冬季一月份最冷，平均气温 4.7℃，极端最低气温-9.8℃；夏季 7 月份最热，平均气温 28.3℃，极端最高气温 43.9℃，地温变化幅度随深度增加而递减，深度为 0.8~3.2m 时，多年平均气温为 18.5~18.8℃。日照强烈，年平均日照时数 1728 小时，年平均日照率 39%，多年平均蒸发量 1271.3mm，7 月份蒸发量最大，189.6mm。区内降水丰沛，多年平均降水深 1213.6mm，年最低降水深 643.9mm；多年平均蒸发量 1271.3mm，潮湿系数 0.91，为湿度适中带。本区多年平均相对湿度 0.77，全年以静风为主，盛行风向东南风，定时最大风速 20m/s。全年春秋季短，冬夏季长，夏季多梅雨，初冬至早春冷空气及寒潮活动频繁。

调水区主要为隔河岩库区，坝址附近主要依据长阳站气象资料，1 年平均降雨量为 1335.5mm，年最大降雨量 1754.3mm（1980 年），年最小降雨量 811.9mm（1966 年），一日最大降雨量 157.6mm（1969 年 7 月 11 日），年降雨量超过 1500mm 的年份有 5 年。降雨量集中在 6 月~9 月，极端最高气温 42.2℃（1966 年 8 月 6 日），极端最低气温为 -12℃（1977 年 1 月 31 日），多年平均气温 16.5℃，以 7、8 月份为最高，一般为 27℃~30℃；12~1 月为最低，一般为 2℃~8℃。多年平均相对湿度为 80%，多年平均蒸发量为 1290.8mm（蒸发器观测资料），集中于 7~8 两月。霜期平均约 4 个半月，最早始于 11 月，最迟终于 4 月上旬。

受水区主要位于点军区区内，属于亚热带大陆性气候区，受冷暖空气交替影响，雨量较充沛，光照充足，无霜期长。根据邻近宜昌市气象站长期观测资料显示，区内多年平均降水量 1214mm，多年平均蒸发量 800mm；多年平均气温 16.8℃，一月份平均气温为 4.7℃，十月份平均气温为 28.2℃，极端最低气温为 -9.8℃，极端最高气温为 41.4℃；各月平均相对湿度为 68%~74%，多年平均相对湿度 71%；多年平均日照时数为 1728h，年活动积温为 5500℃；多年平均风速为 1.2m/s，常年主风向为东南方向，多年平均最大风速为 18.0m/s；年平均无霜期为 272.4d。

受水区附近有高家堰、宜昌市等雨量站，通过加权平均计算，其多年平均降雨量 1214mm。流域内降雨主要集中在 4~10 月，占全年降水量的 83.1%；11 月~次年 3 月为降雨枯水期，占全年降水量的 16.9%。

4.1.5 水文概况

4.1.5.1 流域概况

1、供水区（清江）流域概况

清江流域是长江出三峡后的第一条大支流，发源于鄂西利川县齐岳山龙洞沟，自西向东流经湖北省利川、恩施、建始、咸丰、宣恩、巴东、鹤峰、五峰、长阳、枝城等 10 县市，于枝城市注入长江。干流全长 423km，总落差 1430m，流域面积约 17000km²。干流河道可分为上、中、下三段：河源至恩施为上游，长 153km，落差 1070m，河床比降 7.0‰；恩施至资丘为中游，长 160km，落差 280m，比降 1.8‰；资丘至河口为下游，长 110km，落差 80m，比降 0.73‰。清江两岸支流众多，呈羽状分布，流域面积大于 500km² 主要支流有忠建河、马水河、野三河、龙王河、泗渡河、丹水、渔洋河 7 条。



图 4.1-1 清江流域水系图

隔河岩水库，位于湖北省长阳县城附近的清江干流上。坝址以上流域面积 14430km²，多年平均流量 403m³/s，平均年径流量 127 亿 m³。实测最大洪峰流量 18900m³/s，最枯流量 29m/s。多年平均含沙量为 0.744kg/m³，年输沙量 1020 万 m³。工程按千年一遇洪水 22800m³/s 设计，相应库水位 202.77m，按五千一遇洪水 26400m³/s 校核，相应库水位 204.59m，相应库容 37.7 亿 m³。正常蓄水位 200m，相应库容 34 亿 m³。死水位 160m，

兴利库容 19.75 亿 m^3 。

2、受水区（点军区 6 条河流）流域概况

本次引水项目远期工程涉及点军区 6 条河流，分别为桥边河、长岭河、联棚河、谭家河、鲤鱼河、柳林河。

（1）桥边河。桥边河发源于宜昌市土城乡白岩套村，于点军区清静庵注入长江，入江口以上集水面积 284km^2 ，长岭河汇口以上集水面积 224.6km^2 ，主河道长度 39.4km 。

（2）长岭河。长岭河属于桥边河支流，发源于土城乡梓相坪，于点军街办范家湖村汇入桥边河，长岭河集水面积 59.2km^2 ，主河道长度 25.2km 。

（3）联棚河。联棚河发源于点军区联棚乡的鸡公岩、文佛山，联棚河在王家咀处分为黑林子溪和楠木溪，两溪汇合后，流经干溪、杨家棚、先锋、永红、东风、梅子溪、五龙等七个村，于点军的五龙流入长江。联棚河集水面积 38.5km^2 ，主河道长度 18.7km 。

（4）谭家河。谭家河发源于宜昌市点军区谭家河村土地岭，于谭家河村的五谭路桥下注入长江。谭家河集水面积 7.6km^2 ，主河道长度 6.3km 。

（5）鲤鱼河。鲤鱼河发源于艾家镇七里村三岔河河口，于刘家村汇入长江。鲤鱼河集水面积 16.4km^2 ，主河道长度 7.6km 。

（6）柳林河。柳林河为长江右岸一级支流，发源于艾家镇柳林村，于宜都市荆门山仙人桥汇入长江，自西北而东南流向，集水面积 18.4km^2 ，主河道长 10.7km 。

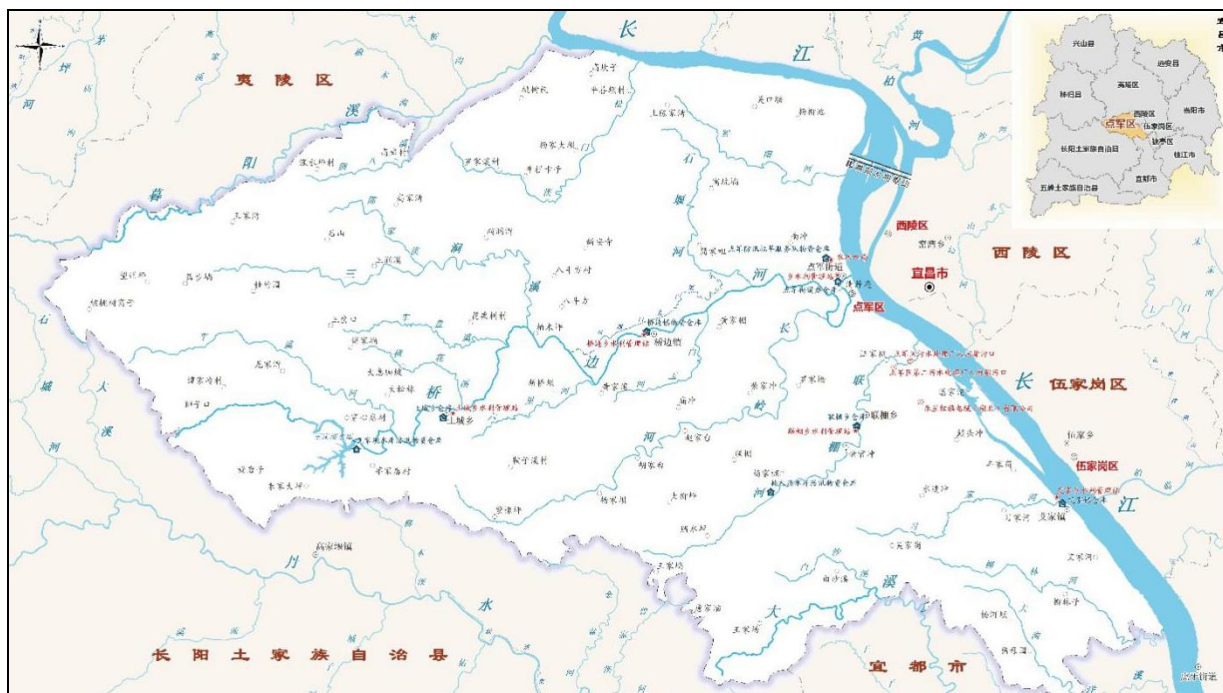


图 4.1-2 受水区水系分布图

4.1.5.2 径流

1、调水区径流

根据清江隔河岩水库设计资料，清江流域多年平均流量 $464\text{m}^3/\text{s}$ 。隔河岩坝址以上集水面积 1.44万 km^2 ，多年平均流量 $403\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 127亿 m^3 。

2、受水区径流

高家堰水文站具有 1962~2019 年共 58 年的径流资料，径流由降雨产生，其年内分配与降水年内分配基本一致，水文年度为 4 月~次年 3 月，采用 P-III 型曲线适线，求得高家堰水文站的径流设计成果，多年平均流量 $8.87\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 $10.31\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流总量 32514万 m^3 。

4.1.5.3 水资源量

根据《2018 年宜昌市水资源公报》，宜昌市 2018 年水资源总量 166.29 亿立方米，比 2017 年增长 61.3%，比常年偏多 203%。其中：地表水资源量 165.39 亿立方米，折合径流深 775.1 毫米，比 2017 年增长 61.7%，比常年偏多 20.4%；地下水资源量 46.84 亿立方米，地表与地下水资源重复计算量 45.95 亿立方米。2018 年全市入境水量 4377.1 亿立方米，比 2017 年偏多 8.6%，比常年偏少 4.3%；全市出境水量 4535 亿立方米，比

2017 年偏多 9.9%，比常年偏少 3.5%。全市人均水资源占有量 4026 立方米，居全省第四位；亩均水资源占有量 4093 立方米，居全省第六位。受水区水资源由当地水资源和客水资源组成。受水区当地水资源总量约 1.84 亿 m^3 ，受水区可利用的过境客水为长江。

4.1.5.4 泥沙

清江流域森林植被较好，土壤主要为棕色石灰土和泥质黄棕壤及碳酸盐黄棕壤。本流域泥沙主要来自暴雨对区内裸露表土的侵蚀及雨洪对地表、河床的冲刷。

根据长阳与搬鱼咀两站 1956~1984 年资料统计，多年平均含沙量为 $0.744\text{kg}/\text{m}^3$ ，年输沙模数为 $663\text{t}/\text{km}^2$ ，多年平均年输沙站 1020 万 t，年平均输沙率为 $304\text{kg}/\text{s}$ 。

悬移质输沙量的年内分配，基本与径流分配相应，主要集中在 5~9 月，平均约占全年输沙量的 93%左右，7 月份所占比例，平均约为全年的 35%。由于悬移质泥沙主要白太流侵蚀所致，在不同的旱涝年份，年输沙量显著不同，如 1975 年年径流较大，年输沙量达 3580 万 t，1961 年较小。年输沙量仅 186 万 t。

含沙量的年内分配极不均匀。枯季（1~4 月，11 月~12 月）月平均含沙量在 $0.5\text{kg}/\text{m}^3$ 以下，1 月、2 月和 12 月含沙量接近零，6~9 月含沙量较大，最大含沙量为 $60.9\text{kg}/\text{m}^3$ ，出现在 1975 年 8 月 9 日。

根据搬鱼咀站 1960~1967 年资料分析，多年平均悬移质粒径小于 0.5 毫米的沙量占 99.4%，小于 0.1 毫米的占 91.4%，多年平均中值粒径 d_{50} 为 0.032 毫米。

4.2 社会环境概况

4.2.1 行政区及人口

本项目建设地点地跨宜昌市长阳土家族自治县、点军区，位于宜昌市城南，总施工长度 26.957km。

根据《宜昌统计年鉴 2017》（中国统计出版社）宜昌市行政区为：三市（宜都市、当阳市、枝江市）、五县（远安县、兴山县、秭归县、长阳土家族自治县、五峰土家族自治县）、五区（夷陵区、西陵区、伍家岗区、点军区、猇亭区）。截止 2016 年总人口 394.31 万人，男性 201.32 万人、女性 192.99 万人。其中市区总人口 126.77 万人。

4.2.2 社会经济基本情况

4.2.2.1 综合

初步核算，2019 年全市实现生产总值 4460.82 亿元，比上年增长 8.1%。分产业看，第一产业实现增加值 416.05 亿元，比上年增长 3.3%；第二产业实现增加值 2054.15 亿元，比上年增长 9.6%；第三产业实现增加值 1990.62 亿元，比上年增长 7.5%。根据第四次经济普查结果，对 2018 年地区生产总值、三次产业及相关行业增加值等相关指标的历史数据进行了修订，修订后，2018 年三次产业结构由 9.5:52.5:38.0 调整为 9.6:45.9:44.5，据此核算 2019 年三次产业结构为 9.3: 46.1: 44.6。按常住人口计算，人均地区生产总值 107830 元，比上年增长 8.1%，较上年增加 10162 元。

市场主体较快发展。截止 2019 年，全市市场主体存量单位为 40.05 万户，增长 12.1%；新登记市场主体 7.19 万户，增长 13.8%，其中新登记私营企业 1.70 万户，增长 18.9%；新登记个体工商户 5.27 万户，增长 11.9%。

就业保持稳定。全年新增城镇就业人员 9.58 万人；年末城镇登记失业人员 28826 人，城镇登记失业率为 2.29%，失业率比上年末下降 0.06 个百分点。

4.2.2.2 农业

农业生产总体稳定。全市实现农林牧渔业总产值 719.19 亿元，按可比价格计算比上年增长 3.6%。全年粮食产量 151.05 万吨，比上年减产 1.9%。棉花产量 0.81 万吨，比上年增产 1.8%。油料产量 21.03 万吨，比上年增产 3.6%。茶叶产量 9.33 万吨，比上年增产 4.0%。园林水果产量 377.11 万吨，比上年减产 2.1%；其中柑橘产量 365.45 万吨，比上年减产 2.4%。蔬菜产量 487.29 万吨，比上年增产 4.0%。水产品产量 17.78 万吨，比上年增产 5.0%。生猪出栏 425.09 万头，比上年减产 23.5%；牛出栏 4.71 万头，比上年增产 18.0%；羊出栏 123.38 万头，比上年增产 2.7%。

全市有效灌溉面积 139.77 千公顷，比上年增长 1.8%。拥有农业机械总动力 310.55 万千瓦，比上年增长 2.9%。

年末全市自来水受益村达 1241 个，比上年增加 2 个，占全市行政村数量比重 92.9%；全年农村用电量 11.57 亿千瓦时，比上年增长 8.4%。

4.2.2.3 工业和建筑业

工业生产稳步增长。年末全市共有规模以上工业企业 1203 家，新增规模以上工业企业 104 家。全市规模以上工业增加值比上年增长 10.4%，高于全省平均增速 2.6 个百分点。

主导产业增长较快。化工、新材料、食品生物医药、装备制造四大主导产业增加值比上年增长 14.2%，其中化工产业增加值比上年增长 12.1%；食品生物医药产业增加值比上年增长 18.4%；先进装备制造产业增加值比上年增长 16.4%；新材料产业增加值比上年增长 6.8%。四大主导产业工业增加值占全市规模以上工业增加值的比重达到 60.0%。

化工转型稳步推进。化工企业关改搬转取得阶段性成效，截至目前淘汰落后企业 38 家，改造升级 55 家，开工搬迁 14 家，完成搬迁 4 家，转产 7 家。

全市规模以上工业企业综合能源消费总量 1012.61 万吨标准煤，比上年增长 0.8%；原煤消费量 1230.86 万吨，比上年增长 10.7%。

全市资质以上建筑业完成产值 1295.67 亿元，比上年增长 22.6%；实现建筑业增加值 294.10 亿元，较上年增加 67.84 亿元，采用可比价计算，比上年增长 8.3%。

4.2.2.4 财政和金融

全年实现地方财政总收入 369.84 亿元，比上年增长 2.2%，其中地方一般公共预算收入 240.78 亿元，比上年增长 1.5%。税收占地方一般公共预算收入的比重为 69.3%，比去年同期下降 0.9 个百分点。

全市年末金融机构本外币存贷款余额为 7434.75 亿元，比上年增长 9.4%，全市存款余额贷存比为 90.7%，比去年同期提高 6.6 个百分点。金融机构本外币存款余额 3898.77 亿元，比年初增加 207.33 亿元；其中住户存款余额 2257.47 亿元，比年初增加 254.55 亿元。金融机构本外币贷款余额 3535.98 亿元，比年初增加 413.14 亿元；其中住户贷款余额 896.39 亿元，比年初增加 128.77 亿元。

全年保险公司保费收入 123.20 亿元，比上年增长 11.9%；其中财产险保费收入 31.79 亿元，比上年增长 7.6%；健康险和意外伤害险保费收入 20.32 亿元，比上年增长 29.4%；寿险保费收入 71.09 亿元，比上年增长 9.6%。全年支付各类赔付 36.26 亿元，比上年下

降 4.3%；其中财产险赔付 17.43 亿元，比上年增长 13.7%；健康险和意外伤害险赔付 5.09 亿元，比上年增长 7.4%；寿险赔付 13.74 亿元，比上年下降 22.9%。

4.2.2.5 人口、人民生活和社会保障

2019 年末全市常住人口为 413.79 万人，户籍人口为 390.94 万人。全年出生人口 2.93 万人，出生率为 7.49‰，较上年下降 0.64 个百分点；死亡人口 2.71 万人，死亡率为 6.93‰；自然增长率为 0.56‰。

居民收入平稳增长。全年全体居民人均可支配收入 28772 元，比上年增长 9.9%，其中，城镇常住居民人均可支配收入 38463 元，比上年增长 9.9%；农村常住居民人均可支配收入 18134 元，比上年增长 9.8%。城镇居民人均消费性支出 24296 元，比上年增长 8.6%；城镇居民家庭恩格尔系数为 28.6%。农村居民人均生活消费支出 14430 元，比上年增长 8.8%；农村居民家庭恩格尔系数为 29.4%。

4.3 重要环境敏感区概况

4.3.1 隔河岩水库饮用水源保护区

湖北省人民政府以鄂政办发[2011]130 号文对长阳土家族自治县县城 2 处饮用水源地进行了保护区划分，其中长阳土家族自治县隔河岩水库饮用水源地一级保护区面积 239.3 万平方米，二级保护区面积 2143 万平方米。具体划分情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 隔河岩水库水源地保护区划分情况一览表

总序号	分序号	地市		水源地	水体	保护区级别	保护区范围		备注
							水域	陆域	
60	14	宜昌市	长阳土家族自治县	长阳土家族自治县隔河岩水库	隔河岩水库	一级	取水口半径 500m 范围的水域	左岸正常水位线以上 200m 的区域；右岸正常水位线以上沿江公路以内区域	
						二级	一级保护区外径向距离 2000m 以内的水域	二级水域保护区周边山脊线以内的汇水区域	

本项目工程引水区位于隔河岩水库，取水口位置位于距隔河岩水库大坝约 3.3km 的库区左岸毛家岭支沟，距离隔河岩水库饮用水源取水口直线距离约 3.5km；根据隔河岩水库水源地保护区划分范围，本项目工程建设区不在隔河岩水库水源地保护区范围内。

详细位置关系见附图。

4.3.2 楠木溪水库饮用水源保护区

湖北省人民政府以鄂政办发[2011]130 号文对点军区楠木溪水库饮用水源地进行了保护区划分。具体划分情况见表 4.3-2。

表 4.3-2 楠木溪水库水源地保护区划分情况一览表

总序号	分序号	地市		水源地	水体	保护区级别	保护区范围		备注
							水域	陆域	
49	3	宜昌市	点军区	点军区楠木溪水库	楠木溪水库	一级	正常水位线以下的全部水域范围	取水口侧正常水位线以上 200 米的区域	
						二级	一级保护区外的全部库区水域及入库河流上溯 3000 米水域	二级水域保护区周边山脊线以内的陆域	

本项目工程引水主线受水区为楠木溪水库，5#引水隧洞、4#支洞以及出水口工程位于楠木溪水库饮用水源二级保护区范围内，最近施工位置出水口距离楠木溪水库饮用水源取水口直线距离约 1.5km。详细位置关系见附图。

4.3.3 长阳清江风景名胜區

长阳清江风景名胜区位于湖北省宜昌市长阳土家族自治县，东邻宜都，南交五峰，北接归和宜昌，西毗恩施自治州的巴东县。秀丽的清江自西向东流向，流域内重峦叠嶂，溪河纵横，有“夷水名疆”之誉。风景区涉及到长阳土家族自治县的 5 个镇、2 个乡，共 32 个行政村。这 7 个乡镇分别是：龙舟坪镇、磨市镇、都镇湾镇、资丘镇、渔峡口镇、大堰乡和鸭子口乡，其中景区范围只分别涉及到大堰乡和磨市镇的一个行政村以及其它乡镇的多个行政村。

长阳清江风景名胜区处于中纬度地带，属亚热带大陆性夏热潮湿气候区，光照充足，雨量充沛，而且雨热基本同期。长阳全境地形起伏很大，海拔高差悬殊，地貌复杂，从而导致水、热条件的重新分配，使气象要素垂直分布远远超过水平方向的地域分布，形成全范围内的四个垂直气候层，即：低地河谷温热丰光层、低山温热少光层、半高山温和中光层、高山温凉丰光层。流域内四季差异明显，高山区冬长春短无夏秋；半高山区冬长夏短；低山区冬长秋短。受地形和气候要素影响，一般流域春季气温多变，初夏多

雨，伏秋多旱，冬季干燥。景区内有一个大一型（容量大于 10 亿立方米）水库，即隔河岩水库。长阳清江风景名胜区内地表水系由 14 条支流组成。

长阳清江风景名胜区总面积 333.65 平方公里，风景区内地形变化起伏大。山体上开垦有不少耕地，由于居民土地垦殖强度较大，在季节性集中降雨冲刷下，坡耕地有一定的水土流失现象。资丘镇沿清江两岸的山体上开采煤矿较多，对生态造成一定的破坏。风景区现状用地主要为林地，占 53.7%，其次为耕地占 22.7%，再次为水域占 19.8%，园地、居民社会用地、交通用地和草地分别占 2.0%、1.1%、0.5%和 0.2%。

本项目引水工程取水口及部分 1#隧洞工程位于长阳清江风景名胜区。详细位置关系见附图。

4.3.4 长阳清江国家森林公园

清江国家森林公园位于长阳土家族自治县，地处鄂西南山区，地势西高东低，土壤主要有黄壤、黄棕壤、棕壤等类型，属亚热带大陆性夏热潮湿气候区，海拔 1800 米，森林覆盖率达 58.53%，植被主要有针叶林、阔叶林、针阔混交林等类型，以次生林为主，有植物 2600 余种，有动物 1000 余种。1996 年 8 月，湖北清江国家森林公园由原国家林业部批准建立。

清江国家森林公园总面积 4.998 万公顷，包括长阳清江两岸的山林、国有林场、古生物树种保护区及现有大部分旅游景点。湖北清江国家森林公园地处鄂西南山区，属武陵山余脉向江汉平原过渡地带，地势西高东低，东部多浅丘河谷，西部多高山峻岭。其中最高海拔约 1800 米，位于二墩岩省级自然保护区，最低海拔约 200 米，位于龙舟坪镇水库库区。

本项目引水工程取水口及部分 1#隧洞工程位于长阳清江国家森林公园清江画廊景观区核心景观区。详细位置关系见附图。

4.3.5 长阳清江国家地质公园

湖北长阳清江国家地质公园位于鄂西南山区及清江中下游的长阳土家族自治县内，隶属湖北宜昌市。地理坐标地跨东经 111°13'19" -110°26'24"，北纬 30°17'42" -30°29'16"。长阳清江国家地质公园以东西向地质大走廊的清江干流主体线，串联武落钟离山，香炉

石两大园区，形成“一廊两园”的总体布局。公园面积为 354.04 km²，其中武落钟离山公园面积 272 km²，香炉石园区面积 82.04km²。2014 年 1 月 9 日被国土资源部批准为国家地质公园。

湖北长阳清江国家地质公园属于构造及岩溶地貌类大型地质公园，是清江流域中地质遗迹发育最全，与自然风景，人文景观结合最完美的地段。公园包围了清江画廊以及清江主干流交错重要地质遗迹和旅游景点；是一个寓所地质遗迹的科学内涵在自然山水，原始生态，民俗文化之中的自然大观；是了解和研究南部南方 8 亿年前以来地壳及环境演化，沧海桑田变迁，河流形成奥秘的殿堂；是探索地球早期生命保存形式和进化，了解人类起源和土家族早期文明的宝库；是一个集古人类遗址，地层古生物，古冰川遗迹，构造形迹和河谷，岩溶地貌，以及人文景观为一体的天然地质博物馆。

香炉石园区位于长阳土家族自治县西部渔峡口镇境内，以峰林峰丛地貌、峡谷绝壁、岩溶石林、石牙、溶洞和典型的地层剖面为主要特色。园区面积 82.04km²。香炉石园区主要地质遗迹有：香炉石石柱、石板溪瀑布、伴峡、海螺洞、和尚洞、榨洞、招徕河峡谷、盐池温泉等，还有旧石器、新石器以来的文化遗址和人文景观，如：榨洞、枝柘坪、桅杆坪等文化遗址，香炉石、盐井寺等历史文化遗址。其中，巴国故都所在地——香炉石文化遗址出土了大量的石器、陶器、骨器、铁器、铜器等文物，不仅反映了 3000 多年前清江流域的文明程度，也揭示了古代巴人早期文化类型，也为研究我国夏、商时期的文化发展增添了珍贵的实物资料。

武落钟离山园区是长阳清江国家地质公园的核心园区，包括从隔河岩大坝库首至鸭子口清江干流两侧的重要地质遗迹区，园区面积 272km²。武落钟离山园区以山岳构造地貌、峰林峰丛景观、河流峡谷地貌为主要特色，主要地质遗迹有：武落钟离山峰林、倒影峡、清江大佛、灵泉洞、仙人寨、群象戏水、“长阳人”古人类遗址、鸭子口滑坡遗迹、新元古代、早古生代——晚古生代典型构造地层剖面、古生物化石遗迹点等。尤其是宛如浮岛的武落钟离山，是园区的核心吸引物。由于仙女山-都镇湾断裂作用，以及岩溶风化作用，形成了武落钟离山特色鲜明的峰林地貌和象形石，造成了断裂带两侧地貌景观、水系特征和河流阶地明显差异。

本项目引水工程取水口及部分 1#隧洞工程位于长阳清江国家地质公园武落钟离山园区。详细位置关系见附图。

4.3.6 长阳清江国家湿地公园

清江国家湿地公园位于长阳土家族自治县清江东南部隔河岩水库的部分区域以及周边的山体，地理坐标范围为东经 $111^{\circ} 4' 28'' \sim 111^{\circ} 12' 51''$ ，北纬 $30^{\circ} 21' 13'' \sim 30^{\circ} 26' 16''$ 。涉及全县龙舟坪、大堰和磨市 3 个乡镇 6 个行政村，规划总面积为 2338.33 公顷，其中湿地面积 1406.4 公顷，湿地率为 60.14%。

公园规划分为生态保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区、管理服务区五功能区。其中生态保育区面积 2071.3 公顷，占总面积的 88.58%、恢复重建区面积 103.44 公顷，占总面积的 4.42%、宣教展示区面积 108.15 公顷，占总面积的 4.63%、合理利用区面积 54.01 公顷，占总面积的 2.31%、管理服务区面积 1.43 公顷，占总面积的 0.06%。

本项目工程建设不涉及湖北长阳清江国家湿地公园范围，详细位置关系见附图。

4.3.7 文佛山自然保护小区

文佛山自然保护小区位于宜昌市长阳土家族自治县及点军区，于 2002 年设立。根据《省人民政府办公厅关于建立自然保护小区的批复》（鄂政办函[2002]17 号），占地面积 1510.83 公顷，地理坐标为东经 $111^{\circ} 15' 49.01''$ ，北纬 $30^{\circ} 35' 53.94''$ 。

根据点军区人民政府发布的《点军区人民政府关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程线路方案征求意见的回复》，“2.该饮水工程主线至楠木溪水库途径点军范围约 3500 米，均为地下隧洞工程。最低出口处楠木溪水库干溪支流海拔 144.16 米，楠木溪水库为我区饮用水源保护地，经查询，沿线不经过自然保护区（小区）、出口处避开生态红线范围，所经林地为非天然林。”

根据宜昌市林业和园林局《关于清江水系连通及生态修复工程、宜昌江北城区两河六库连通工程预审意见的复函》，“二、经比对自然保护地数据库，清江水系连通及生态修复工程不涉及省级以上自然保护区”，本项目工程建设不涉及文佛山自然保护小区，详细位置关系见附图。

4.3.8 长阳清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区

清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区总面积 8000 公顷，其中核心区面积 2500 公顷，实验区面积 5500 公顷。特别保护期为每年的 5 月 1 日至 8 月 31 日。保护区位于湖北省长阳土家族自治县，坐标范围为东经 110°21'-111°09'，北纬 30°21'-30°28'。核心区由水布垭至田家河清江干流（41 公里）和招徕河（25 公里）、山背河（15 公里）、天池河（18 公里）、对舞溪（12 公里）、曲溪（15 公里）5 条支流组成，干支流全长 126 公里，总面积 2500 公顷。核心区由 11 个拐点构成的封闭区域。

实验区为田家河至隔河岩清江干流（48 公里）和伏子坪（12 公里）、东流溪（22 公里）、平洛河（15 公里）3 个支汊组成，干支流全长 97 公里，总面积 5500 公顷。实验区由 8 个拐点构成的封闭区域。

主要保护对象为清江白甲鱼及其它重要水生生物及其相关的水生态环境，包括产卵场、肥育场、仔幼鱼保护场和生态通道等。

根据长阳土家族自治县自然资源和规划局《关于宜昌市清江水系联通及生态修复工程相关审批事项的复函》，“一、该工程不涉及穿越清江长阳段白甲鱼国家级水产种质资源保护区。”

详细位置关系见附图。

4.4 环境现状调查与评价

4.4.1 生态环境质量现状评价

4.4.1.1 生态环境现状评价方法

1、基础资料收集

收集整理评价区及邻近地区的现有生物多样性资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域、考察路线及寻访对象。

2、野外实地考察

实地调查采取路线踏查的技术方法。路线踏查主要是对评价范围进行现场踏勘，通过全程观察，记录拟建公路沿线周围大致的植被类型、结构和主要的物种组成情况。

在调查过程中，确定评价区内的植物种类及资源状况、珍稀濒危植物的种类及生存状况等。实地调查采取路线调查与重点调查相结合的方法，在重点施工区域以及植被状况良好的区域实行重点调查，对资源植物和珍稀濒危植物调查采取野外调查和访问调查相结合的方法进行；陆生动物调查采取样线法，访问，资料查询；水生生物调查，浮游生物和底栖动物调查采用类比和查阅资料；鱼类调查方法采用走访、询问当地村民，查阅相关资料。

4.4.1.2 生态环境现状调查

1、调查内容

调查内容包括项目直接影响区的生态系统类型、主要生态问题及其发展趋势；重点描述、分析土地资源及其利用情况、动植物区系、主要物种、植被覆盖情况、土壤侵蚀、项目区域生态环境宏观特征。

2、调查方法及资料来源

本工程启动后环评单位组织专业人员对规划项目所在地进行了实地调查，收集了长阳土家族自治县及点军区现有的森林普查、重点保护动植物调查资料，并分别对陆生植物、野生动物的种群分布特点、结构特征和演替趋势等进行了分析。

在调查该区域陆生植物时，先初步了解各作业区的植被分布情况，按森林类型再选择具有代表性的地段，分别设样方对植被种类、乔、灌、草分层情况，乔木层优势树种、灌木层盖度和草本层多度等逐项进行调查统计。在评价范围，对不同海拔高度、不同坡向区域的植被分布情况进行调查，同时结合现有资料，了解规划区的植被区系成分特点、植被类型、古大稀植物种类及分布。

在调查野生动物时，采用走访、问卷调查等方法了解区域野生动物种类及出没情况等。主要查询的资料有：《湖北鱼类志》、《湖北植物志》及政府部门官方网站等。

3、调查结果

本项目建设区域生态环境现状详细调查结果见《宜昌市清江水系连通及生态修复工程生态影响专题报告》。

4.4.2 地表水环境质量现状与评价

4.4.2.1 地表水水质现状监测

为了解项目所在区域的地表水环境质量，本次评价委托湖北星诚检测技术有限公司于2020年8月25日~8月27日对建设区域地表水水质进行了监测。

4.4.2.2 监测方案

工程地表水现状监测点位、监测项目、监测频次见表4.4-10。

表 4.4-10 地表水监测内容

名称	监测点位	监测项目	监测频次	执行标准
隔河岩水库 1#	1#隔河岩水库毛家岭支沟（111°6'31.75"，30°27'22.40"）	pH、COD、BOD ₅ 、SS、氨氮、总磷	监测 3 天，每天一次	《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）II类标准
沿头溪 2#、3#	2#沿头溪上游（111°6'31.42"，30°29'12.75"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）III类标准
	3#沿头溪下游（111°7'1.55"，30°28'57.14"）			
泉溪河 4#、5#	4#泉溪河上游（111°7'6.84"，30°31'15.01"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）III类标准
	5#泉溪河下游（111°7'33.83"，30°31'6.31"）			
丹水河 6#、7#	6#丹水河上游（111°8'15.70"，30°34'27.07"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）III类标准
	7#丹水河下游（111°8'50.00"，30°34'15.73"）			
金盆河 8#、9#	8#金盆河上游（111°10'26.83"，30°35'57.31"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）III类标准
	9#金盆河上游（111°10'40.08"，30°35'29.85"）			
楠木溪水库 10#	10#楠木溪水库（111°13'47.37"，30°37'12.37"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）II类标准
长岭河 11#、12#	11#长岭河上游（111°8'47.82"，30°37'18.94"）			《地表水环境质量标准》（GB38388-2002）IV类标准
	12#长岭河下游（111°9'21.79"，30°37'27.43"）			

4.4.2.3 评价方法

采用单因子标准指数法评价地表水域水环境现状质量。污染指数计算方法是将各项评价参数的实测值 C_{ij} ，除以相应的水质标准值 C_{sj} ，得该项评价参数的平均污染指数 S_{ij} ，即：

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

式中： S_{ij} —单项水质参数 i 在第 j 点标准指数；

C_{ij} —单项水质参数 i 在第 j 点监测值，mg/L；

C_{sj} —单项水质参数 i 在第 j 点标准值，mg/L。

pH 值评价模式为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ ——pH 值在第 j 点标准指数；

pH_j ——第 j 点 pH 监测值；

pH_{sd} ——pH 标准低限值；

pH_{su} ——pH 标准高限值。

计算所得指数>1 时，表明该水质参数超过了规定的标准，说明水体已受到水质参数所表征的污染物污染，指数越大，污染程度越重。

$$\text{超标倍数} = \frac{\text{评价项目浓度}}{\text{该项目水质标准}} - 1$$

4.4.2.4 监测结果及评价

水质现状监测结果分析见表表 4.4-11。

表 4.4-11 地表水环境质量监测统计结果

监测点位		项目	pH	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	评价水质标准	监测水质标准
隔河岩水库毛家岭支沟		范围值	8.1-8.2	6-8	1.4-1.5	0.033-0.049	0.01-0.04	II 类	III 类
		评价指数	0.55-0.6	0.4-0.53	0.47-0.5	0.066-0.098	0.4-1.6		
		最大超标倍数	/	/	/	/	0.6		
沿头溪	上游	范围值	8.1-8.2	6-9	1.4-2.4	0.179-0.181	0.01-0.03	III 类	III 类
		评价指数	0.55-0.6	0.3-0.45	0.35-0.6	0.179-0.181	0.2-0.6		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
	下游	范围值	8	6	1.3-1.5	0.392-0.399	0.01-0.03		III 类
		评价指数	0.5	0.3	0.325-0.375	0.392-0.399	0.2-0.6		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
泉溪河	上游	范围值	8.1-8.2	6-10	1.4-2.3	0.031-0.075	0.04	III 类	III 类
		评价指数	0.55-0.6	0.3-0.5	0.35-0.575	0.031-0.075	0.8		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
	下游	范围值	8.2	14-15	2.9-3.2	0.049-0.054	0.01		II 类
		评价指数	0.6	0.7-0.75	0.725-0.8	0.049-0.054	0.2		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
丹水河	上游	范围值	8.1	9-11	2.2-2.4	0.068-0.071	0.05	III 类	III 类
		评价指数	0.55	0.45-0.55	0.55-0.6	0.068-0.071	1		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		

监测点位		项目	pH	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	评价水质标准	监测水质标准
	下游	范围值	8.2	5-8	1.3-1.9	0.067-0.075	0.04		Ⅲ类
		评价指数	0.6	0.25-0.4	0.325-0.475	0.067-0.075	0.8		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
金盆河	上游	范围值	8	7-9	1.8-2.0	0.027	0.01-0.03	Ⅲ类	Ⅲ类
		评价指数	0.5	0.35-0.45	0.45-0.5	0.027	0.2-0.6		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
	下游	范围值	8.0-8.1	6-8	1.5-2.0	ND	0.01		Ⅱ类
		评价指数	0.5-0.55	0.3-0.4	0.375-0.5	/	0.2		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
楠木溪水库		范围值	8.0-8.1	7-8	1.9-2.1	0.027	0.01-0.02	Ⅱ类	Ⅱ类
		评价指数	0.5-0.55	0.47-0.53	0.63-0.7	0.054	0.4-0.8		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
长岭河	上游	范围值	8.3-8.4	6-7	1.4-1.7	0.061-0.066	0.01	Ⅳ类	Ⅱ类
		评价指数	0.65-0.8	0.3-0.35	0.35-0.425	0.061-0.066	0.2		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
	下游	范围值	8.0-8.1	8-11	2.1-2.3	0.084-0.089	0.02		Ⅱ类
		评价指数	0.5-0.55	0.4-0.55	0.525-0.575	0.084-0.089	0.4		
		最大超标倍数	/	/	/	/	/		
“ND”表示未检出									

由表 4.4-11 可知，隔河岩水库毛家岭支沟水质未达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 II 类标准限值要求，超标因子为 TP，最大超标倍数 0.6，现状水质为 III 类；楠木溪水库水质达到 II 类标准；沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河水质均达到 III 类限值要求，水质状况满足农业、生态供水需求。

根据现场调查及走访，总磷超标原因主要为隔河岩水库毛家岭支沟上游分布大量农田，农田灌溉用水因雨季退水流入隔河岩水库毛家岭支沟，导致总磷超标现象。

4.4.3 地下水环境质量现状与评价

为了解工程区域地下水环境质量情况，本次评价委托湖北星诚检测技术有限公司于 2020 年 8 月 25 日对工程沿线地下水环境进行采样监测。

4.4.3.1 监测方案

工程地下水现状监测点位、监测项目、监测频次见表 4.4-12。

表 4.4-12 地下水监测内容

监测点位	监测项目	监测频次	执行标准

丹水河上游杨家坪 1#	1# (111°8'15.70", 30°34'27.07")	测水质: pH 值、溶解性总固体、氨氮、总磷、碱度(碳酸盐、碳酸氢盐)、总硬度、氯化物、硫酸盐、钾、钠、钙、镁	监测 1 天	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) III类标准
隔河岩毛家岭支沟上游毛家岭 2#	2# (111°6'25.34", 30°27'56.30")			
楠木溪水库下游楠木溪村 3#	3# (111°14'20.93", 30°37'45.64")			
泉溪河下游胡家棚村 4#	4# (111°8'26.52", 30°30'59.14")			
丹水河下游侯家湾 5#	5# (111°9'41.29", 30°33'52.79")			

4.4.3.2 评价方法

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)，本次地下水现状评价以评价区域地下水水体各监测点位的水质单项指标测定值作为水质评价参数，对照《地下水质量标准》(GB14848-2017) III类标准，采用标准指数法进行水质参数的评价。

对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算公式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：Pi——第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

Ci——第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

Csi——第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算公式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时}$$

式中：PpH——pH 的标准指数，无量纲；

pH——pH 监测值；

pHsu——标准中 pH 的上限值；

pHsd——标准中 pH 的下限值。

标准指数 P>1 时，即表明该水质因子已经超过了规定的水质标准，且指数越大，超标越严重。

4.4.3.3 监测结果及评价

工程地下水环境监测结果见表 4.4-13。

表 4.4-13 地下水环境质量监测统计结果

监测项目	单位	监测点位									
		丹水河上游杨家坪		隔河岩毛家岭支沟上游毛家岭		楠木溪水库下游楠木溪村		泉溪河下游胡家棚村		丹水河下游侯家湾	
		监测值	P 值	监测值	P 值	监测值	P 值	监测值	P 值	监测值	P 值
pH	无量纲	7.6	/	7.4	/	7.3	/	7.7	/	7.8	/
溶解性总固体	mg/L	259	0.26	263	0.26	194	0.19	260	0.26	274	0.27
总磷	mg/L	0.01	/	0.03	/	0.01	/	0.01	/	0.02	/
氨氮	mg/L	ND	/	0.032	0.06	0.035	0.07	0.05	0.10	0.136	0.27
碱度(碳酸盐)	mg/L	ND	/	ND	/	ND	/	ND	/	ND	/
碱度(碳酸氢盐)	mg/L	208	/	230	/	158	/	205	/	230	/
总硬度	mg/L	245	0.54	241	0.54	179	0.40	242	0.54	254	0.56
氯化物	mg/L	7	0.03	6	0.02	6	0.02	10	0.04	8	0.03
硫酸盐	mg/L	36	0.14	28	0.11	24	0.10	41	0.16	34	0.14
钾	mg/L	0.21	/	0.21	/	0.22	/	0.21	/	0.21	/
钠	mg/L	2.93	0.01	2.17	0.01	2.31	0.01	2.19	0.01	2.88	0.01
钙	mg/L	78.2	/	78.7	/	60.1	/	77.8	/	85.1	/
镁	mg/L	8.67	/	8.31	/	7.71	/	8.39	/	8.66	/

由表 4.4-13 可知，评价区范围内地下水各监测因子均满足《地下水质量标准》III 类标准限制要求。

4.4.4 环境空气质量现状与分析

本工程拟建区地跨长阳土家族自治县、点军区，所在地属环境空气质量功能区划中的二类区，对《2019 年宜昌市环境质量年报（简报）》监测数据进行统计分析，2019 年长阳土家族自治县、点军区环境空气统计结果见表 4.4-14、4.4-15。

表 4.4-14 2019 年长阳土家族自治县空气质量现状评价表（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

污染物	年评价指标	标准值	现状浓度	占标率	超标倍数	达标情况
SO ₂	年均值	60	9	15.00%	/	达标
NO ₂	年均值	40	19	47.50%	/	达标
PM ₁₀	年均值	70	55	78.57%	/	达标
PM _{2.5}	年均值	35	39	111.43%	0.11	不达标
CO	日平均第 95 百分位数	4000	1200	30.00%	/	达标
O ₃	日最大 8 小时平均第 90 百分位数	160	161	100.63%	0.006	不达标

表 4.4-15 2019 年点军区空气质量现状评价表（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

污染物	年评价指标	标准值	现状浓度	占标率（%）	超标倍数	达标情况
SO ₂	年均值	60	7	11.67%	/	达标
NO ₂	年均值	40	25	62.50%	/	达标
PM ₁₀	年均值	70	65	92.86%	/	达标
PM _{2.5}	年均值	35	51	145.71%	0.46	不达标
CO	日平均第 95 百分位数	4000	1500	37.50%	/	达标
O ₃	日最大 8 小时平均第 90 百分位数	160	132	82.50%	/	达标

由表 4.4-14 可知，长阳土家族自治县空气质量中 PM_{2.5} 和 O₃ 浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求，超标倍数分别为 0.11、0.006；由表 4.4-15 可知，点军区空气质量中 PM_{2.5} 浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求，超标倍数为 0.46。因此，工程所在区域为环境空气非达标区。

为进一步改善全市环境空气质量，2019 年 4 月，宜昌市环委会印发《宜昌市打赢蓝天保卫战 2019 年实施方案》，确定了全市 2019 年在产业结构、能源结构、交通运输结构调整以及治理面源污染等 6 大方面 41 条具体措施，对全市各领域大气污染进行全方位治理。

①优化产业结构。推进化工企业转型升级，严格执行《宜昌市化工产业绿色发展规划（2017—2025 年）》和《宜昌市化工产业项目入园指南》；严格新建项目总量控制；淘汰落后产能；6 月底前，全市完成“散乱污”综合整治；完成无组织排放摸底调查，并组织开展专项检查；推动完成 23 家包装印刷、化工、医药等行业挥发性有机物治理项目。

②调整能源结构。2019 年，全市规模以上工业企业煤炭消费同比减少 14 万吨以上标准煤，占规模以上工业企业能源消费比重同比下降 1%以上；扩大高污染燃料禁燃区范围，明确高污染燃料禁燃区管控要求；依法查处销售、使用劣质煤、禁燃区内煤炭生产加工、销售点；扩大绿色建筑覆盖范围。

③优化交通运输结构。加快建设绿色交通体系，城区新增公交车辆原则上必须为新能源，建成各类充电站不少于 65 座，充电桩不少于 650 个；全市全面供应符合国六标准的车用汽柴油，严厉打击销售、使用不合格油品；城区年销售量大于 5000 吨加油站完成油气回收在线监测设备安装；完成固定式遥感监测设备建设并联网；完成非道路移

动机械摸底调查和编码登记；建立实施 I/M 制度；推动老旧农用机械报废更新。

④深度治理面源污染。对工地扬尘、渣土处置扬尘、港口作业扬尘及道路清扫保洁明确指标要求；秸秆露天焚烧火点（黑斑）数较 2018 年下降 10%，秸秆综合利用率达到 95%；县市建城区及乡镇集镇实现全时段禁鞭；主城区公共机关食堂、3 个灶头及以上的餐饮服务经营场所及老旧小区餐厨改造完成餐饮油烟整治任务。

4.4.5 声环境质量现状与评价

为了工程区域环境噪声现状，本次评价委托湖北星诚检测技术有限公司于 2020 年 8 月 25 日对工程沿线及施工断面声环境敏感目标的声环境质量现状进行了监测。

4.4.5.1 监测方案

噪声现状监测布点、监测因子、监测频次见表 4.4-16。

表 4.4-16 噪声现状监测内容

序号	监测点位	坐标	监测因子	监测频次
1#	隔河岩水库取水口	111°6'32.19", 30°27'21.76"	LAeq (dB)	昼、夜各一次
2#	毛家岭支沟右岸居民点	111°6'27.67", 30°27'24.31"		
3#	两河口小学	111°6'25.86", 30°29'10.52"		
4#	沿头溪倒虹吸居民点	111°6'53.32", 30°29'2.13"		
5#	泉溪河暗涵居民点	111°7'27.06", 30°31'11.73"		
6#	2#支洞居民点	111°8'5.55", 30°32'55.01"		
7#	丹水河倒虹吸居民点	111°8'37.18", 30°34'19.99"		
8#	金盆分水闸居民点	111°10'39.62", 30°35'39.83"		
9#	楠木溪出水口居民点	111°13'27.59", 30°37'5.46"		
10#	长岭河出水口居民点	111°9'6.47", 30°37'27.79"		

4.4.5.2 监测结果及评价

本项目声环境质量现状监测结果见表 4.4-17。

表 4.4-17 声环境质量现状监测结果表 单位：dB (A)

测点编号	检测点位置	主要声源	检测结果 L _{eq} [dB (A)]		标准[dB (A)]		评价结果
			昼间	夜间	昼间	夜间	
1#	隔河岩水库取水口	环境噪声	42	38	55	45	达标
2#	毛家岭支沟右岸居民点	环境噪声	41	37	55	45	达标
3#	两河口小学	环境噪声	42	39	55	45	达标
4#	沿头溪倒虹吸居民点	环境噪声	42	39	55	45	达标

5#	泉溪河暗涵居民点	环境噪声	43	39	55	45	达标
6#	2#支洞居民点	环境噪声	42	39	55	45	达标
7#	丹水河倒虹吸居民点	环境噪声	43	39	55	45	达标
8#	金盆分水闸居民点	环境噪声	42	40	55	45	达标
9#	楠木溪出水口居民点	环境噪声	41	39	55	45	达标
10#	长岭河出水口居民点	环境噪声	40	40	55	45	达标
备注：2020.08.25：天气状况：晴；风向：东；检测期间最大风速：3.2m/s。							

监测结果显示，工程沿线及施工断面声环境敏感目标周边噪声昼、夜间等效连续 A 声级满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类区的要求，项目所在区域声环境质量良好。

4.4.6 土壤环境质量现状与评价

为了解工程区域土壤环境质量情况，本次评价委托湖北星诚检测技术有限公司于 2020 年 8 月 25 日对工程沿线土壤环境进行采样监测。

4.4.6.1 监测方案

工程土壤环境现状监测点位、监测项目见表 4.4-18。

表 4.4-18 土壤监测内容

监测点位	监测点位	监测项目	执行标准
沿头溪倒虹吸管线开挖场地 1#	111°6'47.18"，30°28'51.88"	3 个表层样 pH、镉、汞、砷、铅、铬、 铜、镍、锌	《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》 （GB15618-2018）
丹水河倒虹吸周边 2#	111°8'38.10"，30°34'14.87"		
楠木溪水库库尾 3#	111°13'6.85"，30°37'5.49"		

4.4.6.2 监测结果及评价

本项目土壤环境质量现状监测结果见表 4.4-19。

表 4.4-19 土壤环境质量现状监测结果

采样日期	检测项目	检测结果			单位
		沿头溪倒虹吸管线开挖场地	丹水河倒虹吸周边	楠木溪水库库尾	
2020.08.25	pH 值	7.4	7.2	7	无量纲
	镉	0.27	0.22	0.28	mg/kg
	汞	0.241	0.088	0.123	
	砷	6.32	10.4	11.4	
	铅	18.4	21.3	20.5	
	铬	155	118	113	
	铜	10	9	42	

	镍	36	32	71	
	锌	73	77	141	

根据表 4.4-19 结果显示,本项目工程沿线土壤环境质量现状满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中土壤 $6.5 < \text{pH} \leq 7.5$ 时的其他类风险筛选值标准。

4.5 区域污染源现状调查

本项目建设区域位于宜昌市长阳土家族自治县及点军区,影响范围涉及2个县市区,4个乡镇,8个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村,土城乡鞍子溪村;长阳土家族自治县高家堰镇金盆村、青岩村,龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、胡家鹏村、王子石村,输水线路沿线有隔河岩水库、沿头溪、泉溪河、丹水河、两叉河、金盆河、联棚河、长岭河、楠木溪水库。

经过现场踏勘及相关资料查询,本项目建设区域工业废水污染源见表 4.5-1,区域集中式污水处理厂见表 4.5-2。

表 4.5-1 建设区域工业企业废水污染源调查一览表

序号	单位名称	行业名称	县（区、市）	乡（镇）	街（村）	经度	纬度	受纳水体名称
1	湖北厚丰酒业有限公司	其他酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	厚丰溪村一组	111°5' 28.72"	30°29' 13.50"	沿头溪
2	湖北清江鲟龙渔业有限公司	鱼糜制品及水产品干腌制加工	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	两河口村一组	111°7' 7.37"	30°29' 3.51"	沿头溪
3	湖北夷水方山酒业有限公司	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王家棚村三组	111°4' 15.22"	30°31' 17.00"	沿头溪
4	黄新酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王子石村一组	111°10' 4.22"	30°32' 54.88"	丹水
5	任云国	其他建筑材料制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王子石村二组	111°8' 54.94"	30°33' 14.39"	丹水
6	向希平酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	高家堰镇	向日岭村一组	110°59' 59.60"	30°34' 48.90"	丹水
7	长阳丹水润城新材料有限公司	其他建筑材料制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	黄家坪村二组创新产业园	111°10' 35.16"	30°31' 35.16"	丹水
8	长阳邓家坝酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	邓家坝村二组	111°10' 31.47"	30°30' 29.91"	丹水
9	长阳古城锰业有限责任公司	锰矿、铬矿采选	长阳土家族自治县	高家堰镇	古城村六组	111°3' 16.34"	30°33' 11.49"	丹水
10	长阳康乐食品厂	饼干及其他焙烤食品制造	长阳土家族自治县	高家堰镇	金盆村一组	111°8' 58.23"	30°34' 17.14"	丹水
11	长阳腊呐香食品有限公司	肉制品及副产品加工	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	三渔冲村四组	111°8' 0.43"	30°29' 51.00"	丹水
12	长阳老虎沟酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王家棚村二组	111°4' 20.50"	30°31' 7.53"	沿头溪
13	长阳蒙特锰业有限责任公司	铁合金冶炼	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王家棚村五组	111°4' 9.01"	30°32' 14.79"	沿头溪
14	长阳明耀酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王子石村二组	111°8' 42.76"	30°32' 15.17"	丹水
15	长阳土家族自治县高家堰镇自来水厂	自来水生产和供应	长阳土家族自治县	高家堰镇	高家堰村丹水大道	111°2' 26.88"	30°36' 11.19"	丹水
16	长阳永春酒坊	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	两河口村四组	111°6' 8.99"	30°29' 19.34"	沿头溪
17	长阳玉泉山醇白酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	高家堰镇	魏家洲村七组	110°56' 41.71"	30°35' 50.06"	丹水
18	长阳周家棚酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	王家棚村四组	111°3' 38.84"	30°31' 30.26"	沿头溪
19	长阳宗海酒厂	白酒制造	长阳土家族自治县	高家堰镇	高家堰村七组	111°3' 7.38"	30°36' 4.60"	丹水

表 4.5-2 建设区域污水处理厂调查一览表

序号	单位名称	行业名称	县（区、市）	乡（镇）	街（村）	经度	纬度	受纳水体名称
1	长阳土家族自治县城区污水处理厂	污水处理	长阳土家族自治县	龙舟坪镇	刘家冲村九组	111°14'24.46"	30°29'18.87"	白氏溪
2	点军区污水处理厂	污水处理	点军区	点军街道	谭家河村	111°17'27.60"	30°40'16.17"	卷桥河
3	点军区第二污水处理厂	污水处理	点军区	点军街道	范家湖村	111°14'47.97"	30°41'34.26"	联棚河

5 环境影响预测与评价

5.1 地表水环境影响分析与评价

5.1.1 施工期水环境影响评价

5.1.1.1 施工导流的影响

本项目施工导流方式有两种，为设置围堰的方式及开挖明渠导流的方式。

1、隔河岩水库进水口围堰工程

隔河岩水库进水口位于隔河岩水库内，本次确定导流洪水标准为洪水重现期 10 年（土石类）。隔河岩水库正常蓄水位为 198.26m（1985 国家高程基准，下同），死水位 178.26m，而本工程进水口设计底高程为 176.00m，位于水库死水位以下。考虑到本工程工期紧迫，而进水口处施工任务较重，为保证施工的可靠性，进水口处施工时段取全年。隔河岩水库进水口位于毛家岭冲沟沟口，该处河道宽度约 100m。经综合考虑，本项目拟在进水口以前预留岩埂的方式挡水，挡水水位为 198.26m，围堰顶高程拟定为 200.00m。

隔河岩水库属大（2）型水库，坝址以上流域面积 14430km²，多年平均流量 403m³/s，平均年径流量 127 亿 m³。本项目取水口工程取水建筑物对隔河岩水库的垂直投影面积及外扩影响范围约为 1011.4m²，相对于隔河岩水库整体来说影响范围较小，围堰工程不会对隔河岩水库水文情势产生影响。

2、沿头溪倒虹吸导流工程

沿头溪倒虹吸管涉河段明挖埋管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，施工时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 44.40m³/s。由于洪峰流量较大而河床较窄，若采用分期导流，围堰占用河道断面较大不利于施工，本项目采用左岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成河床段施工，能够有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

3、罗家湾冲沟倒虹吸导流工程

罗家湾冲沟倒虹吸管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 0.88m³/s。由于冲沟洪峰流量小且施工期短，本项目采用填筑

上下游围堰保护基坑、水泵抽排的方式在一个枯水期内完成施工，对冲沟内水文情势基本无影响。

4、泉溪河暗涵导流工程

泉溪河暗涵施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $6.08\text{m}^3/\text{s}$ 。泉溪河暗涵管涉河段长约 50m，由于河道较窄，拟采用右岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

5、丹水倒虹吸管导流工程

丹水倒虹吸管涉河段埋管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $126.00\text{m}^3/\text{s}$ 。丹水倒虹吸管涉河段长约 70m，该处河道较宽且枯水期洪峰流量较大，项目施工将对丹水河下游水文情势产生一定影响；本项目采取分期导流的方式施工，在一个枯水期内完成施工，能够一定程度降低不利影响。

6、两叉河倒虹吸管导流工程

两叉河倒虹吸管施工导流洪水标准为洪水重现期 5 年，导流时段选为枯水期 11~3 月，对应洪峰流量为 $6.60\text{m}^3/\text{s}$ 。两叉河倒虹吸管涉河段长约 60m，由于河道较窄，本项目采用右岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

7、联棚河（黑林子溪）出水口导流工程

主线出口位于联棚河支流黑林子溪右岸，底板高程 142.89m，远高于楠木溪水库设计洪水位 131.75m，因而仅需考虑支流洪水的影响。考虑出水口需要全年施工，导流时段为全年，相应导流标准取全年 5 年一遇，对应洪峰流量为 $73.70\text{m}^3/\text{s}$ 。由于河道较窄，拟在洞口外围填筑纵向围堰围住洞口，保证洞内施工安全，同时可避免项目施工对河流水文情势的影响。

8、支洞长岭河出水口导流工程

支线出口位于长岭河右岸，该处需要全年施工，由于出口底板高程 143.71m 高于河道全年 5 年一遇洪水位，因而隧洞施工不受影响。但出口消能设施等施工需要建设围堰，

该部分施工时段选择枯水期 11~3 月，导流洪水标准为洪水重现期 5 年，对应洪峰流量为 $11.47\text{m}^3/\text{s}$ 。一个枯水期完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

5.1.1.2 对水质的影响

施工期对水环境的影响主要是工程开挖、施工等活动会导致河流水质发生变化。本工程施工期的水污染源主要包括：施工产生的施工生产废水和生活污水排放两大部分。本项目生产废水主要来源于基坑废水、混凝土生产废水、施工机械维修养护废水、围堰填筑及拆除施工废水；生活污水来源于施工期施工人员生活用水。

1、生活污水

本项目施工期施工人员生活废水排放量约 $48\text{m}^3/\text{d}$ ，未经处理的生活污水成分 COD、BOD₅、SS、NH₃-N 和 TP 的浓度值约为 400mg/L、300mg/L、50mg/L 和 300mg/L，直接排放会对周边水体造成一定污染。本项目在各施工工区生活区设置临时化粪池，生活污水经化粪池处理后，用于施工工厂附近农田浇灌不外排，对周边环境影响较小。

2、基坑废水及砂石料冲洗废水

本工程在施工过程中产生的基坑初期排水主要是排除围堰合拢封闭后基坑内的积水与渗水，水质与河流水质基本相当，在施工场地设置水泵抽出，不会造成影响。

基坑经常性排水是在建筑物开挖和混凝土浇筑过程中，由降水、渗水和施工用水（主要是砼养护水和冲洗水）等汇集的基坑水，多为大颗粒无机物，根据其他水利工程的监测数据，经常性基坑排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右。

根据施工设计，本工程砂石料部分采购，剩余约 30%利用工程开挖石方，经过粉碎、冲洗之后可直接用于混凝土拌合系统。砂石料冲洗废水产生量较大，占总污水量的 90% 以上，其主要污染物为悬浮物，浓度约 2000mg/L。

上述基坑废水及砂石料冲洗废水若直接排放对水质有一定影响，施工过程中合理安排施工进度，且在施工场地布置集水井，经沉淀处理后，再由水泵抽出，用于建筑施工用水或排回原河道。因此，施工对河道水质的影响是局部而有限的，随着施工结束影响也随之结束。

3、混凝土生产废水

本次工程在每条隧洞进、出口及支洞口布置混凝土拌和系统，根据围岩类别及衬砌方式，选定合适的混凝土拌和系统；倒虹吸管、暗涵处的混凝土施工，根据工程量大小分别单独设置或合并设置混凝土拌和系统，本工程单工作面高峰期混凝土浇筑强度最高约 $180\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土拌和系统生产过程中会产生拌合机冲洗废水、混凝土运输车辆清洗水和作业区地面冲洗水。该部分废水通过排水沟收集，经过集水井沉淀处理后可循环利用添加进混凝土搅拌生产过程，不外排，不会对周边地表水体水质产生影响。

4、施工机械维修养护废水

本项目施工场地布置机械维修工程，负责施工机械的中小修及保养，机械大修外委。施工机械维修养护过程产生的废水主要含有泥沙和石油类等污染物，这部分废水主要污染物成分为石油类和悬浮物，其中 SS 平均浓度约为 1000mg/L ，石油类浓度约为 50mg/L 。施工高峰期机械冲洗废水产生量约为 $90\text{m}^3/\text{d}$ ，汽车修理及保养厂废水产生量约 $10\text{m}^3/\text{d}$ ，此外，钢筋木材加工厂、金属结构厂和仓库等施工工厂在生产过程中还会产生一定的废水，估算废水产生量约为 $5\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据估算，本项目施工期机械修配养护系统废水高峰期总产生量约为 $105\text{m}^3/\text{d}$ ，平均产生量为 $63\text{m}^3/\text{d}$ ，总量约 3.78万 m^3 ，SS 平均浓度约为 1000mg/L ，石油类浓度约为 50mg/L ，则 SS 产生量为 63kg/d ，石油类 3.15kg/d 。

施工机械修配及车辆养护含油废水经沉淀池+隔油池处理后废水全部回用不外排，沉淀池底泥每季度清理运输至弃渣场，隔油池废油为危险废物（HW08 900-210-08），定期收集并交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。经过上述措施处理，施工机械修配及车辆养护废水不会对周边地表水体水质产生影响。

5、隧洞涌水、突泥

本项目隧洞工程施工过程中可能发生地下涌水及突泥的情况，会造成一定安全事故，同时该部分涌水悬浮物含量较高，若直接排放会对下游冲沟或河道水体造成一定影响。根据工程设计，本项目采用堵、排水相结合和支护措施处理，防止隧道涌水、突泥造成安全事故，同时在各段主隧洞出口处设置集水井，将涌水集中收集沉淀后，将上清液抽排至下游冲沟或河道。必要时需向集水井内投放絮凝剂，并定期清理集水井内沉淀

泥浆，经过上述措施，对周边环境的影响有限。

6、围堰填筑及拆除施工废水

根据施工进度安排，围堰填筑和拆除土方量最大为丹水倒虹吸围堰拆除，工程量为 4761m³，施工工期约为 3 天，类比《广东省粤东三江连通建设有限公司潮水溪疏浚工程环》，悬浮物的溢出系数为 20kg/m³，本工程围堰填筑和拆除时 SS 的最大产生量约为 0.37kg/s，会对下游水质产生一定影响。

由于丹水河本项目施工段河水流量较大，施工期按照洪水重现期 5 年，对应洪峰流量为 126.00m³/s。因此，需预测丹水倒虹吸围堰拆除工程对下游水环境的影响。

（1）预测模型

选用河流二维稳态混合累积流量模式预测围堰施工对下游水质的影响：

$$c(x, q) = c_h + \frac{c_p Q_p}{\sqrt{\pi M_q x}} \left\{ \exp\left(-\frac{q^2}{4M_q x}\right) + \exp\left[-\frac{(2Q_h - q)^2}{4M_q x}\right] \right\}$$

$$q = H u y$$

$$M_q = H^2 u M_y$$

式中：c（x，q）——（x，q）处污染物垂向平均浓度，mg/L；

M_q——累积流量坐标下的横向混合系数，m²/s；

x，q——累积流量坐标系的坐标，m；

c_p——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p——污水排放量，m³/s；

Q_h——河流来水流量，m³/s；

u——河流平均流速，m³/s；

y——往下游方向的距离，m；

H——水深，m；

M_y——横向混合系数，M_y = (0.058H + 0.0065B) (gH^{1/3})^{1/2}

B——河流宽度，m；

g——重力加速度，m²/s；

I——河流坡度，m/m。

②污染源估算

根据前文预测，围堰填筑和拆除过程中 SS 排放量（即 $C_p \times Q_p$ ）为 0.37kg/s。

③预测参数

本次水环境影响预测各个计算参数选择如下：

表 5.1-1 计算参数表

河段	5 年一遇河水流量 (m^3/s)	河宽 (m)	平均水深 (m)	SS 排放量 (kg/s)	I	My
丹水河倒虹吸	126	20	2.2	0.37	2.5%	0.2

④预测结果及对水环境敏感目标的影响分析

根据围堰填筑和拆除过程中 ss 源强模拟计算悬浮物浓度增值预测，参照根据国家《渔业水质标准》（GB11607-89）规定：“人为增加的悬浮物含量不得超过 10mg/L，而且悬浮物沉积于床底后，不得对鱼、虾、贝类产生有害的影响”。

由预测结果可知，丹水河倒虹吸围堰工程施工引起 SS 浓度增量大于 10mg/L 的范围为下游 352 米。施工过程中产生的悬浮物对河道水质影响较小，下游影响范围内没有取水用户，因此围堰工程对水环境影响有限。详细预测结果见表 5.1-2。

表 5.1-2 丹水倒虹吸工程围堰填筑及拆除工程中 SS 浓度增值预测表 单位：mg/L

x/y	0 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m
50 m	23.1907	23.6278	24.0002	24.3048	24.5387	24.7
100 m	17.5952	17.7759	17.9286	18.0528	18.1477	18.2129
150 m	14.7285	14.8321	14.9194	14.9902	15.0442	15.0813
200 m	12.9185	12.9875	13.0456	13.0926	13.1285	13.1531
250 m	11.6441	11.6942	11.7364	11.7706	11.7966	11.8144
300 m	10.6847	10.7233	10.7557	10.7819	10.8018	10.8155
344 m	10.0113	10.0429	10.0694	10.0909	10.1072	10.1041
350 m	9.9289	9.9598	9.9857	10.0066	10.0225	10.0195
352 m	9.902	9.9325	9.9582	9.9789	9.9948	10.0056

5.1.2 运营期水环境影响评价

5.1.2.1 水文影响

1、清江水系连通工程水量调配方案

清江水系连通工程以长阳土家族自治县隔河岩水库为主要水源，通过引水隧洞及管

道工程，引水至点军区楠木溪水库及长岭河。

本工程引水水源为隔河岩水库，该水库水量丰富，完全能满足本工程各月需水要求，故受水区缺水量考虑 10%的输水损失后即为本工程引水量，各片区及总引水量详见表 5.1-3、表 5.1-4。

表 5.1-3 多年平均来水年受水区引水成果表

水量	主线（楠木溪水库方向）	支线（长岭河方向）	合计
灌溉用水量（万 m ³ ）	454	1600	2054
生态用水量（万 m ³ ）	6420	15173	21593
年引水总量（万 m ³ ）	7074	1860	8548
最大引水流量（m ³ /s）	2.70	3.0	4.97

表 5.1-4 90%来水年受水区引水成果表 单位：m³/s

水量	主线（楠木溪水库方向）	支线（长岭河方向）	合计
灌溉用水量（万 m ³ ）	524	1846	2473
生态用水量（万 m ³ ）	6420	13793	22804
年引水总量（万 m ³ ）	5385	3522	9638
最大引水流量（m ³ /s）	2.70	3.0	5.70

对受水区进行引水后的典型年水资源配置计算，引水工程实施后，点军区多年平均总供水量 8548 万 m³，90%来水年引水量 9638 万 m³，多年平均缺水量 0 万 m³，农业灌溉供水保证率 80%以上，生态供水保证率 90%以上。

2、受水区水文影响

本项目引水工程建成后，受水区点军区 6 条河流流量变化情况见下表。

表 5.1-5 设计水平年多年平均供水区不同河流供水量

分片	平衡分片	天然水量 (万 m ³)	供水量 (万 m ³)	供水量占天然 水量比例
楠木溪方向供水片	楠木溪水库（联棚河）	1439	6344	440.86%
	柳林河	2331	29	1.24%
	鲤鱼河	2024	27	1.33%
	谭家河	924	11	1.19%
	小计	6718	6411	-
长岭河方向供水片	桥边河	25499	1220	4.78%
	长岭河	7025	140	1.99%
	小计	32524	1360	-
合计		39242	7771	-

楠木溪水库坝址位于点军区联棚乡楠木溪村，属小（1）型水库，水库坝址以上承雨面积 14.2km²，总库容 327 万 m³。该水库承担着防汛抗旱、农业灌溉和城镇供水等职能。联棚河发源于点军区联棚乡的鸡公岩、文佛山，联棚河在王家咀处分为黑林子溪和楠木溪，两溪汇合后，流经干溪、杨家棚、先锋、永红、东风、梅子溪、五龙等七个村，于点军的五龙流入长江。联棚河集水面积 38.5km²，主河道长度 18.7km。

本项目连通工程引水主线终点为楠木溪水库（联棚河），根据引水工程设计结果，设计水平年多年平均供水区引水量占天然水量的 440.86%，多年平均流量增加至 5.7 m³/s，大量增加的引水量将对楠木溪水库（联棚河）产生一定影响，特别是对河道两岸的冲刷。

2018 年 8 月 24 日，宜昌市人民政府文件《市人民政府关于印发宜昌长江大保护十大标志性战役相关工作方案的通知》（宜府发[2018]17 号）印发《宜昌市城区黑臭水体整治攻坚方案》（以下简称《攻坚方案》），《攻坚方案》中明确城区 11 条不达标水体到 2020 年底，基本消除黑臭水体，基本实现污水全收集、全处理，水环境明显改善。具体整治方案为截污纳管、垃圾处理、清漂、清淤疏浚、就地处理、旁路处理、清除违规种植、增强水动力等。联棚河作为城区 11 条不达标水体之一，于 2018 年进行了黑臭水体整治工程，采取“截污纳管+垃圾清理+清漂+清淤疏浚+就地处理”的整治方案。

根据《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2020 年）》（鄂自然资批[2020]11 号），联棚河楠木溪水库至江城大道段正在规划实施《宜昌市联棚河流域生态保护修复工程（上游段）》，主要建设内容为“河道断面整治工程、内源污染治理工程、外源污染治理工程、水质监测及管理能力建设、生态系统修复、水土保持治理工程、河道安全防护等。”联棚河下游段江城大道至联棚河入江口段，正在规划实施《宜昌市联棚河河道整治及滨河景观工程》，主要建设内容为“河道整治、河岸美化、两侧景观打造，河道整治工程内容主要为河道扩挖、河岸护砌等。”一方面改善水体水质，另一方面改善河道生态环境。

因此，经过黑臭水体整治及河道整治工程，联棚河河道状况、行洪能力均良好，河岸经过砖石护砌、生态修复等工程之后，本项目引水将不会对联棚河河道、水文情势产

生大的影响。

根据表 5.2-1 可知，除楠木溪水库（联棚河）以外，其余 5 条受水区河流新增水量占天然水量的比例均较小，不会对下游水文情势产生影响。

综上所述，本工程建成运行后，会对受水区及下游水量、流速、水位等产生一定影响，同时下游生态流量将得到补偿。

5.1.2.2 水质的影响

根据工程初步设计报告，工程运行期设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处，管理处内部设两科（工程管理科，调度科）、两室（办公室、财务室）、三站（管理站），共计 55 人负责工程的建设与运行管理，生活污水产生量为 $2.2\text{m}^3/\text{d}$ ($726\text{m}^3/\text{a}$)。

管理处建设化粪池，运营期生活污水经化粪池处理，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排放，不会对区域地表水环境长生影响。

5.2 地下水环境影响分析

考虑到地下水环境污染的复杂性、隐蔽性和难恢复性，应遵循保护优先、预防为主的原则，为评价项目的环境安全和环境保护措施的合理性提供依据，因此本次建设项目可能对地下水水质产生的影响进行分析。

宜昌江北区域亚热带气候，空气湿润，雨量充沛，地下水资源丰富。场地内地下水位受大气降水及季节变化影响较大，冬季干燥，降雨少，地下水位相对较深，春季、夏季降雨多，地下水位相对较浅。

本工程水工构筑物开挖过程较浅，隧洞工程地质探勘表面地下无暗河，施工周期短，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位，而且施工区域没有涉及地下水水源保护区等敏感地区。施工基本不会对地下水环境造成影响，但要防止施工过程中出现的机械漏油等污染物经淋滤进入地下水造成影响。

本项目施工期间，施工工区产生的施工废水和施工营地产生的生活污水、余泥、建筑垃圾及施工过程中机械维修产生的废油滴漏等若处理不当，可能对当地地下水产生不

良影响。本工程施工污废水经处理达标后尽量回用，废水收集池、隔油池、固体废物暂存场地均需做好硬化和隔离防渗，因此，只要加强施工期环境管理，并且按照相关要求工程，施工对地下水环境影响较小。

本项目为引水工程，工程建成运营后不会产生污染物排放。本项目引水方式为无压隧洞自流式引水，引水隧洞线路总长约 25.198km。在进水口、隧洞、倒虹吸的设计、施工及运行过程中均采用防渗、防漏措施及先进的防渗技术，最大限度的减少输水过程中的渗漏损失。因此，本项目运营期不会对地下水环境产生影响。

5.3 大气环境影响分析与评价

5.3.1 施工期大气环境影响分析

本工程对大气环境的影响主要在施工期，施工期环境空气污染物主要来源于施工开挖填筑、物料运输及装卸产生的扬尘，隧洞爆破废气，机动车辆和施工机械排放的尾气、道路沥青铺设废气及管道加工焊接废气等。

5.3.1.1 施工扬尘影响分析

施工扬尘一个主要来源是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。由于施工需要，某些建筑材料需要露天堆放，一些施工作业点的表层土壤在经过人工开挖后，临时堆放露天，在气候干燥且有风的情况下，会产生扬尘，扬尘量可按堆场扬尘的经验公式计算：

$$Q = 2.1(V_{50} - V_0)^3 e^{-1.023W}$$

式中：Q——起尘量，kg 年；

V——分别为距地面 50 米处风速、起尘速度，m/s；

W——尘粒的含水量，%。

由上述公式可知，起尘风速与粒径和含水量有关。因此，减少露天堆场和保证一定的含水量及减少裸露地面是减少风力起尘的有效手段。粉尘在空气中的扩散稀释与风速等气象条件有关，也与粉尘本身的沉降速度有关。不同粒径粉尘的沉降速度见表 5.3-1。

表 5.3-1 不同粒径尘粒的沉降速度

粒尘粒径(μm)	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度(ms)	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147

粉尘粒径(μm)	80	90	100	110	120	130	140
沉降速度(ms)	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粉尘粒径(μm)	150	160	170	180	190	200	210
沉降速度(ms)	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由上表可知，粉尘的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250 微米时，沉降速度为 1.005m/s。因此可以认为当尘粒大于 250 微米时，主要影响范围的扬尘点下风向距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小粒径的粉尘在尘粒的粒径不变的条件下。通过降低堆场风速、加强洒水以提高含水量等措施可减少扬尘的产生。

因此，根据《宜昌市扬尘污染防治条例》，建设和施工单位应强化施工工地环境管理，在施工场地应采取围挡、遮盖等防尘措施，并加强道路清扫保洁工作，提高道路清洁度，同时加强洒水抑尘，减少粉尘污染，确保施工扬尘达标排放。

5.3.1.2 道路运输扬尘分析

据有关调查显示，施工工地的扬尘主要由运输车辆行驶产生，与道路路面情况及车辆行驶速度有关，约占总扬尘量的 60%。在完全干燥情况下，可按公式计算：

$$Q = 0.123 \times \left(\frac{v}{5} \right) \left(\frac{W}{6.8} \right)^{0.85} \left(\frac{P}{0.5} \right)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘。kg/km 辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m

表 5.3-2 为 10t 卡车通过一段长度为 1km 的路面时，不同路面的清洁程度，不同行驶速度下的扬尘量。

在同样的清洁度条件下，车速越快，扬尘量约大，而在同样车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。因此，限速行驶和保持路面的清洁是减少扬尘的有效方法。

表 5.3-2 在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘 Q 单位: kg/km · 辆

$\begin{matrix} P \\ \text{车速} \end{matrix}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5 (km/h)	0.051	0.086	0.116	0.144	0.171	0.287
10 (km/h)	0.102	0.171	0.232	0.289	0.341	0.574
15 (km/h)	0.153	0.257	0.349	0.433	0.512	0.861

P 车速	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
20 (km/h)	0.255	0.429	0.582	0.722	0.853	1.435

一般情况下，施工工地在自然风力作用下产生的扬尘的影响范围在 100 米以内，若在施工期对车辆行驶的路面实施洒水，可抑制扬尘。表 5.3-3 为施工现场洒水抑尘试验结果。

表 5.3-3 施工现场洒水抑尘的实验结果

距离 (m)		5	20	50	100
TSP 平均浓度 (mg/m ³)	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.16

可见，施工期对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4-5 次，可使扬尘减少约 70%，并将 TSP 污染距离缩小到 20-50m 范围内，且在 50m 处已满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 无组织排放监控浓度限值。因此，施工期通过对运输道路及时清扫和浇水，并加强施工管理，从而最大程度减少扬尘对周围环境空气的影响。

5.3.1.3 隧道施工废气影响分析

隧道施工大气环境影响源主要为隧道钻爆、开挖等作业过程中产生的大量粉尘和 CO。粉尘浓度较高的地点是隧洞出口约 20mg/m³~30mg/m³，隧道施工爆破过程产生 CO，其排放方式为瞬时、间断，爆破过程中 CO 生产量与炸药单耗量成正比，项目采用浅孔微差爆破，单次爆破的炸药用量少，CO 影响范围主要体现在爆破区域附近。

根据现场踏勘，本工程隧道进出口 200m 范围内分布少量村民，隧道施工钻爆和开挖作业扬尘、CO 对这些敏感点的环境空气质量将产生一定程度的不利影响。因此，在隧道施工过程中采取洒水降尘措施，必要时在隧洞口附近安装防尘隔板，并严格按照工艺要求装填炸药量，由此可减轻隧道施工废气对洞口附近敏感点的影响。

5.3.1.4 燃油机械燃油废气影响分析

燃油机械使用时产生燃油废气，排放的污染物主要有 CO、NOX、SO₂，根据《水利水电工程施工环境保护技术规程》（DL/T5260-2010）等相关资料，1t 燃油排放 CO29.35kg、NO_x48.261kg、SO₂22.522kg。本项目项目施工使用柴油约 1216t，污染物 CO 排放量为 35.69t，NOX 为 58.68t，SO₂ 为 3.07t。

由于项目工区分散，施工机械布置也较为分散，施工机械根据施工进度，分时段、

分区域开展施工作业。施工过程中，燃油废气均为近地表排放，排放强度小，排放方式为间断，燃油废气对大气环境的影响限于施工现场及临近区域，具有污染范围小、程度轻的特点，通过加强设备检修维护，燃油废气对周边环境空气质量的不利影响较小。

5.3.1.5 道路沥青铺设废气影响分析

本项目道路工程对临时占用及新修道路进行硬化铺设沥青混凝土，路面铺设过程会产生沥青烟和苯并[a]芘。根据工程安排本工程不设置沥青搅拌站，沥青砼由车辆直接运送至施工场地。

在进行沥青摊铺作业时，沥青烟气对周边环境空气产生一定程度污染，建议摊铺作业机械有良好的密封性和除尘装置，生产设备不得有明显的无组织排放存在。沥青摊铺时选择大气扩散条件好的时段，减轻摊铺时烟气对沿线敏感点的影响。

5.3.1.6 管道加工焊接废气影响分析

本项目倒虹吸工程采用管道连接方式，管道安装过程中钢管焊接产生的废气主要为焊接烟尘，主要污染物为 Fe_2O_3 、 MnOSiO_2 等。本工程选用低污染的焊接设备，加强设备的运行管理和维护，减少因焊接设备运行状况不佳造成的烟尘污染。工程结束后，对大气的影响将自行消除。

5.3.2 运营期大气环境影响分析

根据工程管理能力，本项目拟在长阳土家族自治县龙舟坪镇津洋口村设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程建设管理处，设置管理用房及食堂。该工程管理处工作定员为 55 人，食堂运营将产生食堂油烟，根据《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，餐饮厨房油烟废气经油烟净化装置处理后达到 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放浓度标准高空排放，对区域大气环境基本不会带来影响。

本项目为水系连通及生态修复工程，工程建成运行期间不会产生废气，不会对区域环境空气质量带来不利影响。本项目通过对点军区 6 条河流生态补水，改善点军区河流水体水质环境，能够修复区域水环境质量，进而对区域生态环境带来有利影响，可在一定程度上优化区域大气环境质量。

5.4 声环境影响分析与评价

本项目施工过程噪声源主要来自施工机械设备和运输车辆产生的噪声以及隧道施工爆破产生的振动影响。本项目营运期工程运行过程中，取水口及涵闸处的水闸运行过程可能会产生噪声影响。

占地影响点军区联棚乡楠木溪村，土城乡鞍子溪村；长阳土家族自治县高家堰镇金盆村、青岩村，龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、胡家棚村、王子石村。

5.4.1 声环境敏感点分布情况

根据现场调查，本项目评价范围内声环境敏感点分布见表 5.4-1。

表 5.4-1 本工程声环境敏感点分布表

敏感对象		规模与特征	与工程关系或相对位置关系	
			相对位置关系	经纬度
取水口	厚丰溪村 1	1 户	西北侧约 150m	111°6'27.28", 30°27'24.36"
隧洞工程	厚丰溪村 2	2 户	支洞出口北侧 180m	111° 6' 27.86", 30° 27' 49.31"
	厚丰溪村 3	2 户	支洞出口南侧 80m	111°6'28.68", 30°27'40.29"
	两河口村 1	30 户	地下穿越	111° 6' 48.84", 30° 28' 54.14"
	胡家棚村 1	15 户	地下穿越	111° 7' 1.66", 30° 29' 57.68"
	胡家棚村 3	50 户	地下穿越	111° 7' 29.32", 30° 31' 26.66"
	习家坳村	20 户	地下穿越	111° 7' 47.37", 30° 32' 24.19"
	王石子村 1	20 户	地下穿越	111° 8' 2.07", 30° 32' 54.18"
	王石子村 2	2 户	支洞出口南侧 130m	111° 8' 33.53", 30° 32' 56.81"
	王石子村 3	22 户	地下穿越	111° 8' 11.13", 30° 33' 22.04"
	金盆村 1	21 户	地下穿越	111° 9' 31.79", 30° 35' 1.49"
	楠木溪村 1	5 户	地下穿越	111° 13' 21.53", 30° 36' 51.90"
	沈家棚村	7 户	支洞出口西侧 80m	111° 10' 9.03", 30° 36' 2.08"
水工构筑物工程	两河口村 2	20 户	沿头溪倒虹吸两侧 100-200m	111° 6' 50.73", 30° 29' 5.76"
	胡家棚村 2	20 户	泉溪河暗涵两侧 30-200m	111° 7' 20.43", 30° 31' 12.70"
	青龙山村	18 户	丹水河倒虹吸西侧 60-150m	111° 8' 33.86", 30° 34' 21.15"
	金盆村 2	10 户	金盆分水闸两侧 120-200m	111° 10' 40.50", 30° 35' 40.96"
主线出水口	楠木溪村 2	6 户	东北侧 70-200m	111° 13' 21.85", 30° 37' 5.24"
支线出水口	鞍子溪村	3 户	东北侧 50-110m	111° 9' 5.53", 30° 37' 27.15"
河道整治工程	两河口村	15 户	沿头溪河道两岸	111° 6' 50.31", 30° 29' 8.94"
	胡家棚村	2 户	泉溪河河道两岸	111° 7' 20.40", 30° 31' 12.63"
	青龙山村	21 户	丹水河河道两岸	111° 8' 33.93", 30° 34' 21.45"
	楠木溪村	13 户	主线出水口河道两岸	111° 13' 22.03", 30° 37' 5.36"

敏感对象	规模与特征	与工程关系或相对位置关系	
		相对位置关系	经纬度
鞍子溪村	3 户	直线出水口河道两岸	111° 9' 5.41" , 30° 37' 26.98"

5.4.2 施工期噪声环境影响预测

5.4.2.1 隧道施工振动影响

本项目引水工程主要采用隧洞自流式引水，隧道工程各隧道口施工爆破对附近居民产生振动影响。

1、爆破振动安全距离

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）中的规定，爆破振动安全距离计算公式计算：

$$R = \left(\frac{K}{V} \right)^{1/\alpha} \cdot Q^{1/3}$$

式中：R--爆破振动的安全距离，m

Q--炸药量，kg；齐发爆破取总装药量，微差爆破或秒差爆破取最大一段药量；

V--振动安全速度，cm/s；

K， α --分别为与爆破点地形、地质条件有关的系数和衰减指数，应通过现场试验确定，在无试验数据的条件下可参考下表进行取值。根据本工程地勘报告，工程沿线岩石多以薄层砂岩、泥岩等软岩、中硬岩为主，K 取值可选在 150~250 之间； α 取值在 1.5~1.8 之间。

表 5.4-2 爆破区不同岩性的 K、 α 参考取值表

岩性	K	α
坚硬岩石	50-150	1.3-1.5
中硬岩石	150-250	1.5-1.8
软岩石	250-350	1.8-2.0

《爆破安全规程》（GB6722-2014）对不同保护对象所给出了各自的爆破振动安全允许标准值，本工程沿线分布的保护对象主要以村庄一般民用建筑物为主，其相应的安全允许标准值详见下表。

表 5.4-3 爆破振动安全允许标准值

序号	保护对象类型	安全允许质点振动速度 V (cm/s)		
		$f \leq 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} < f \leq 50\text{Hz}$	$f > 50\text{Hz}$
1	一般民用建筑物	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0
2	一般固建筑与古迹	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.5

注1：表中质点振动速度为三个分量中的最大值，振动频率为主振频率；

注 2：频率范围根据现场实测波形确定或按如下数据选取：硐室爆破 f 小于 20 Hz，露天深孔爆破 f 在 10Hz~60 Hz 之间，露天浅孔爆破 f 在 40Hz~100 Hz 之间；地下深孔爆破 f 在 30Hz~100 Hz 之间，地下浅孔爆破 f 在 60Hz~300 Hz 之间。

本项目隧洞口采用露天浅孔爆破，考虑到隧洞口村庄住宅为砖砌建筑，其安全允许振动速度选取 2.0cm/s，则施工爆破炸药量控制值与其对应的安全距离关系详见下表。

表 5.4-5 施工爆破炸药量控制值与对应安全距离关系表

距离 (m)	炸药量	
	村庄房屋（安全振速 2cm/s）	
	$K=250, \alpha=1.8$	$K=350, \alpha=2.0$
30	8.6	11.7
50	40.0	54.0
60	69.1	93.3
70	109.8	148.2
80	163.8	221.2
90	233.3	314.9
100	320.0	432.0
120	553.0	746.4
150	1080.0	1457.9
170	1572.2	2122.2
200	2560.0	3455.7
250	5000.0	6749.4
300	8640.0	11663.0
400	20480.0	27645
500	40000.0	53995

2、对隧洞口居民房屋影响

本工程隧洞口近距离 200m 范围内分布居民较少，工程规划隧道洞口周边距离最近居民房 130m 左右。根据项目初设报告以及参照西南地区隧道施工浅孔爆破单孔装填药量一般在 2kg 以内，该炸药装填量对 30m 外的民房产生的振动影响不会超过 2cm/s 的安全振速限值。因此，在采取浅孔微差爆破施工的前提下，工程隧道爆破施工不会对隧道

洞口附近房屋安全造成影响。同时，应合理安排好爆破时间，避免爆破噪声对周边居民敏感点造成影响。

5.4.2.2 施工机械、运输机械噪声

施工机械噪声可近似作为点声源处理，根据点声源噪声传播衰减模式，可估算施工期间离噪声声源不同距离处的噪声值，从而就施工噪声对敏感点的影响作出分析评价。

本次预测主要考虑点声源的几何发散衰减，预测模式如下：

1) 单个点源对预测点的声压级计算

$$LA(r) = LA(r_0) - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中：LA(r) ——预测点声压级，dB(A)；

LA(r₀) ——噪声源强，dB(A)；

r ——预测点离噪声源的距离，m；

r₀ ——参考位置距声源的距离，m；

ΔL ——声屏障等引起的噪声衰减量，dB(A)。

主要施工机械满负荷运行单机噪声预测值详见下表 5.4-6。

表 5.4-6 主要是施工机械噪声随距离衰减预测 单位：dB(A)

序号	机械名称	与噪声源距离									
		5 m	10 m	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m	150 m	200 m	300 m
1	推土机	88	82	76	70	66	64	62	58	56	52
2	液压挖掘机	85	79	73	67	63	61	59	55	53	49
3	柴油空压机	90	84	78	72	68	66	64	60	58	54
4	切割机	87	81	75	69	65	63	61	57	55	51
5	电焊机	82	76	70	64	60	58	56	52	50	46
6	运输汽车	80	74	68	62	58	56	54	50	48	44
7	载重汽车	80	74	68	62	58	56	54	50	48	44
8	风钻	85	65	59	53	49	47	45	41	39	25
9	混凝土搅拌机	84	78	72	66	62	60	58	54	52	48
10	潜水泵	87	81	75	69	65	63	61	57	55	51
11	顶管掘进机	90	84	78	72	68	66	64	60	58	54
12	柴油发电机	87	81	75	69	65	63	61	57	55	51

由上表预测结果可知：工程沿线及周边涉及敏感点较多，夜间施工噪声影响更为明显。因此，在临近声环境敏感点处，施工单位应合理安排施工时间，高噪声设备禁止夜

间施工。项目建设内容分散，单项工程施工时间较短，施工噪声对周边敏感点影响可接受。

施工材料在运输过程中产生的噪声属流动噪声，工程所需砂砾料、管材等均需外运，工程施工过程中原材料运输量较大，运输车辆一般为载重汽车，其噪声较高，交通运输噪声属于流动声源，影响范围为道路沿线 200m 范围内的敏感点。为降低物料运输对沿线敏感点的声环境影响，车辆行经敏感路段时应减速、禁鸣、缓慢通过。

5.4.3 运营期噪声环境影响分析

本项目为引水工程，工程运行过程中取水口及涵闸处的水闸运行过程可能会产生噪声，其中仅有取水口的工作闸门全年运作，其余均为间歇性运行；本项目取水口及涵闸选址处距离聚集性居民区距离较远，对周边居民的影响非常有限。

5.5 固废处置环境影响分析

5.5.1 施工期固废处置环境影响评价

5.5.1.1 生产废渣

根据工程施工土石方挖填平衡计算，本工程弃渣总量约 34.9 万 m^3 （自然方）。为避免弃渣随意堆放造成水土流失，根据主体工程施工特点和施工布置要求，弃渣运至弃渣场，不设置临时堆料场。工程结束后，对弃渣场进行土地复耕或植被恢复，后期可较好地用于农业生产。

5.5.1.2 生活垃圾

根据调查，市区人均日产生活垃圾约为 1kg/人·d，由于工地人员生活相对简单，因此取 0.5kg/人·d，按施工平均人数计算，预计施工区生活垃圾产生量为 300kg/d。生活垃圾若随意堆放或清运不及时，将会滋生蚊蝇和鼠害，对人群健康带来潜在危险，其渗滤液可能会对河流水质和地下水水质产生影响。为避免生活垃圾排放产生的影响，施工生活垃圾统一收集后运至最近垃圾中转站处置，对周围环境的影响降至最低。

5.5.1.3 机械含油废弃物

本工程小型机械在使用过程中会有少量的含油抹布产生，根据同类工程类比，本工

程小型机械废油及含油抹布产生量为 3.5kg/d。该部分废物可与生活垃圾混合收集，定期交由环卫部门统一处置。

5.5.1.4 隔油池固废

本项目隔油池废油产生量为 3.15kg/d，该部分废油应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求进行处置。

综上所述，施工期固体废物得到妥善处置，对环境造成的影响小。

5.5.2 运营期固废处置环境影响分析

工程运营期产生的固废为管理站工作人员生活垃圾，由各站点收集后交由环卫部门统一处置，不随意丢弃。

5.6 生态环境影响分析与评价

根据本项目生态环境影响的特点，生态环境影响章节主要对重要生态敏感区长阳清江风景名胜区、长阳清江白甲鱼种质资源国家级保护区、长阳清江国家森林公园、长阳清江国家地质公园进行评价。详细影响见生态影响专题报告章节。

5.7 社会环境影响分析

5.7.1 工程占地与移民安置影响分析

本片区工程占地影响范围涉及 2 个县市区，4 个乡镇，8 个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村；土城乡安梓溪村；长阳县高家堰镇金盆村、青岩村；长阳县龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、三渔冲村、王子石村。永久征地 56.72 亩，临时用地 277.22 亩。

本工程农村搬迁安置的对象为因工程永久建筑物占压其住房的农村居民。对于住房在爆破影响范围内的居民，考虑其只是在施工期内受影响，设计对其临时搬迁、房屋结构损失等进行货币补偿。工程结算后其居住环境可恢复原状，故不进行搬迁安置。

对受到影响和施工布置难以避开的房屋，按照安置规划的指导思想和原则，结合农村生产安置规划，本阶段初步拟定搬迁安置去向和安置方式均为本村组内就近后靠建房安置。经测算，到规划水平年搬迁安置人口为 10 人。

5.7.2 交通影响分析

本项目施工期间，运输各类施工材料的机械将往返于各施工区，特别是施工高峰期，将增加局部时段交通干线的压力，可能会对当地居民生产生活带来不便，物料运输车辆应尽量避免交通高峰期和车流量较大的路段。总体上，工程施工对交通的影响具有分散性和暂时性等特点，随着施工的结束，影响也随之消失，若施工运输组织安排合理，其影响将不会很大。

工程施工过程会新建及维修部分乡村道路，工程完工后可作为乡村道路继续使用，对提升乡村交通有一定益处。

5.7.3 水土流失影响

本工程建设过程中因施工活动造成对地表的扰动面积为 260.82hm^2 ，工程永久弃渣量为 40.76 万 m^3 ，工程建设可能造成的水土流失总量为 61415t，新增水土流失量为 51501t。

根据预测，主体工程区、弃渣场区和交通道路区的新增水土流失量占新增水土流失总量的 92.79%，因此，主体工程区、弃渣场区和交通道路区是造成水土流失最为严重的区域，也是本工程采取水土保持措施的重点区域。

（1）对区域生态环境影响

水土流失是一项衡量区域生态环境状况的重要指标，水土流失加剧，意味着生态环境质量降低。如果工程建设扰动地表、破坏植被而得不到有效治理，必将导致土壤侵蚀加剧，土壤肥力和土地生产力降低，使生态环境质量下降。

工程水土流失强度以轻度为主，做好工程水土保持工作，不仅可以维持工程区良好的生态环境，还可以抑制原生水土流失的发生和发展。反之，如果水土保持工作做得不好，将会进一步加剧水土流失影响，对工程区生态环境保护更为不利。

（2）对下游河流、水利设施的影响

工程建设过程中流失的土石渣将随地表径流进入下游河道，进而淤积河道、抬高河床，直接影响河道的行洪能力，严重时将影响下游水利设施的正常运行；土、石渣的流入还将直接影响下游水质，使下游居民的生活受到不同程度的影响。

（3）对社会环境影响

工程建设对促进社会经济发展具有重要意义，若工程建设可能产生的新增水土流失得不到有效防治，必将使建设区现有水土流失加剧，危及周边农田、道路、下游河流、沟渠，不仅给建设区居民生产生活带来不利影响，也直接影响整个地区的可持续发展。

6 环境保护措施及可行性分析

6.1 环境保护措施设计原则及目标

6.1.1 设计原则

综合考虑工程、经济及环境等方面因素，全面系统地分析，综合平衡，使生态系统良性循环。着重于环保措施的具体设计，环保方案具有可行性、合理性，易于实施，取得较好的改善效果。

环保方案和保护对策措施的制定应以保护环境质量为中心，减免和防范工程不利影响为重点，切实可行。设计中遵循的原则为：

- （1）以保护流域生态环境可持续发展为基本原则。
- （2）根据工程建设带来的不利影响，有针对性地采取各项环保措施，使环保措施与工程区环境功能协调统一，景观恢复措施要考虑生物多样性的要求。
- （3）环保措施要与工程布置和工程运行方式密切结合，做到安全可靠、投资费用合理、效益高、技术措施可行、实施方便、满足环保要求、不带来新的环境影响。
- （4）贯彻环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，环保措施与主体工程竣工验收也应同时进行。

6.1.2 设计目标

- （1）采取有效的水质安全保护措施，保障工程取水河段水质不低于现状。
- （2）利用有效的工程与植物措施，使水土流失防治范围内的新增水土流失得到有效控制，同时满足景观恢复要求，使水土流失治理度达到 97%，使防治责任范围内的弃渣防护率满足水保防治要求。
- （3）施工期废水、废气、噪声排放应达到环保部门确认的排放标准，确保环境保护目标环境质量达标，保障施工人员健康。
- （4）对于人群健康，传染病发病率应控制在原有水平以下。
- （5）采取工程措施和管理措施，确保工程区交通顺畅。

6.2 水环境保护措施

6.2.1 施工期水环境保护措施

6.2.1.1 生活废水

项目施工区共分为 11 个工区，施工人员租赁周边民房食宿或设置临时营地，施工人员生活污水依托民房已有设施处理，或经过临时化粪池处理后用于周边农灌，不直接排入地表水体。

6.2.1.2 生产废水

1、基坑排水、砂石料冲洗废水、隧洞涌水

该部分废水采用自然沉淀法处理，在施工场地、隧洞口等处开挖沉淀池，必要时投加絮凝剂，废水静置 2h 后，上清液回用于工程施工用水或排放至河道下游。

2、混凝土生产废水

混凝土拌和系统生产过程中会产生拌合机冲洗废水、混凝土运输车辆清洗水和作业区地面冲洗水。该部分废水通过排水沟收集，经过集水井沉淀处理后可循环利用添加进混凝土搅拌过程，不外排。

3、生产废水

①施工区产生的废水与雨水排水系统分开设置；施工废水经隔油、沉砂处理后出水回用于车辆冲洗或施工场地洒水降尘，隔油产生的油类物质采用封闭罐收集后，定期交由相应资质单位处理。雨水排水系统仅在出水口处设沉砂池，经沉砂处理后的地表径流排入周边水体。

②尽量选用先进设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量；机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于维修点，以方便含油污水的收集。

③在不可避免的跑、冒、滴、漏过程中，尽量采用固态吸油材料（如棉纱、木屑、吸油纸等）将废油收集转化到固态物质中，避免产生过多的含油污水，对渗漏到土壤的油污应及时利用刮削装置收集封存，运至垃圾场集中处理。

④对施工隧道产生的施工废水设置沉淀池沉淀处理，处理后的上清液回用于隧道施

工抑尘；对施工场地设置集中冲洗点，设备冲洗及维修产生的清洗废水和预制构件养护废水经收集后采用隔油+沉淀处理，处理后的上清液用于洒水抑尘。

6.2.1.3 水质保护措施

（1）根据《中华人民共和国水污染防治法》，禁止在隔河岩水库、楠木溪水库饮用水源保护区范围内设置弃土场、淤泥堆场、砂石堆场等，禁止在水源保护区范围设置油料、化学品堆存场所和炸药库。对水库常水位线以上 100m 范围外，但在水库汇水范围内的工程施工时，应提前修建挡土墙、排水沟等防护措施，将降雨形成的地表径流引至水库汇水范围外，在排水沟末端修建临时沉淀池，雨水经沉淀后再排入周边沟渠。

（2）水库附近运输车辆限速行驶，施工机械作业严格按照相关规程规范进行，注意安全，避免发生事故影响隔河岩水库、楠木溪水库库区水质。

（3）水库附近生产废水禁止直接排放，应收集处理后回用，污水收集、处理设施做好防渗处理。

（4）在施工区设置垃圾收集点和废水处理设施，禁止在水库排放废水和丢弃垃圾。

（5）运输车辆 100%密闭，禁止超载，避免跑、冒、滴、漏现象对水库水质产生影响。加强机械设备维护和保养，避免出现漏油现象。

（6）加强施工期间隔河岩水库、楠木溪水库水质监测。

（7）强化饮用水源保护区范围内的施工管理，切实落实各项污染防治措施，避免对水源地产生不利影响。

6.2.1.4 地下水保护措施

（1）在本项目施工建设前，应对项目区的水文地质和地下水系分布情况进行进一步的调查。

（2）隧洞开挖期间做好排水措施，如发现地下涌水及时设置导排设施排入周围冲沟，并优化施工工艺，以保护项目区地下水环境。

（3）施工产生的废水应及时收集、处理达标回用，禁止外排，避免施工废水对地下水产生影响。

（4）做好弃渣场固废性质确定和管理，保证地下水水质不受雨水浸没污染。

6.2.2 运营期水环境保护措施

6.2.2.1 生活废水

运营期工程管理处产生的生活污水，产生量为 $2.2\text{m}^3/\text{d}$ ($726\text{m}^3/\text{a}$)，主要污染物为 COD、BOD₅、SS、NH₃-N 和 TP 的浓度值约为 400mg/L、300mg/L、300mg/L、30mg/L、5mg/L。工程管理处建设容积为 4m^3 的化粪池，生活废水经化粪池处理，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达标后排放。

6.2.2.2 水质保护措施

(1) 加强隔河岩水库、楠木溪水库库区污染防治工作。加强农业面源、工业点源防治工作，对工业实施总量控制，以减少污染物入河量。对流域内的植物植被进行保护和恢复，以最大限度地控制水土流失，提高对地表径流的净化能力。严格按照隔河岩水库、楠木溪水库库区生态环境保护总体实施方案规划及其规划水平年水质目标要求对隔河岩水库、楠木溪水库库区水质进行保护。

(2) 引水工程投入运行后要求管理所划拨专项经费，并委托具有监测资质的单位对隔河岩水库库区水质进行常规监测。加密监测频次，以实时监控水质变化情况，发现有水质超标或污染情况，应立即关闭取水闸门，停止供水。

(3) 本工程输水线路较长，输水方式为管道、倒虹吸和隧洞，但仍需保护水质不得受到沿途农业、农村面源污染源影响，应在输水线路沿线设置警示牌，禁止破坏输水管道。相关部门应安排专人对管道和隧洞进行巡视，发现污染水质的现象及时处理。

6.2.2.3 水源地保护措施

1、隔离防护措施

依据《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ338-2018）和《饮用水水源保护区标志技术要求》（HJT433-2008）的要求，应在一级保护区周边设立护栏、围网，营造防护林等隔离防护措施，在水源地一级、二级、准保护区边界处分别设立界标或警示标志，在进入水源地的道路上设立保护区交通警示牌，在居民点或交通重要地段设立保护区宣传牌等。

2、污染源防治措施

根据《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》，水源地保护区需遵守以下规定：

1) 在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。

2) 禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。

3) 禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

根据水库污染现状，针对楠木溪水库周围的农村垃圾收集转运设施与分散式污水收集处理设施的建设。

3、生态保护与修复工程

在隔河岩水库、楠木溪水库库区周边开展消落带治理，保护库区生态环境。选择宜昌本地生态适应性强、生态安全、繁殖容易、水土保持能力好、具有相应经济价值及景观效果好的乡土植物种类，植物群落主要沿湿度梯度方向空间分布，整体上形成乔-灌-草相搭配的拟自然植物群落，以恢复消落带植被景观，改善库区生态环境，降低库区富营养化程度。

4、应急能力建设

水质应急监测主要指突发性水污染事故和洪（退）水期的水质监测。突发性水环境污染事故，尤其是有毒有害化学物的泄露事故，往往会对水生态环境造成极大危害，并且会直接危害人类生命安全；此外洪水期与退水期的水质变化大，做好水质应急监测是人们生命安全的一大保障。

为保障人民的生命财产安全，在突发污染事件中正确的应对，隔河岩水库调水工程取水口及楠木溪水库水源地均需建立应急监测队伍，配备应急监测设备，并加强供水水源安全保障应急机制研究，以提高应急响应能力。

同时，为了迅速、及时发现、响应突然性水污染事件，基层政府应积极履行宣传、教育、监督等职能，建立“群众参与”长效机制，各水库管理单位应设立并公开移动专线电话，方便群众发现情况及时反映。

5、预警监控体系建设

隔河岩水库、楠木溪水库应以水功能区管理为需求，以饮用水水源地监测为重点，进行水质监测站建设，建设在线监测系统；同时，在完善常规水质监测的基础上，大力提高监测系统的机动、快速反应和自动测报能力，实现重点地区、重点水域和供水水源地水质自动监测，提高水质监测工作的整体水平；建立快速可靠的水质信息处理系统，实现快速准确地完成各类水质信息的处理与查询服务。

6.3 大气环境保护措施

6.3.1 施工期大气环境保护措施

根据预测评价，施工对大气环境的影响主要是施工机械、交通运输和施工过程中产生的 CO、NO₂ 以及 TSP 等。大气污染物排放应按 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》表 2 中无组织排放监控浓度限值。

首先对粉尘、废气的预防是较为重要的一个步骤，它能够有效的从污染源头防止和减少粉尘、废气的产生，主要措施为：

（1）优化施工工艺

工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，并提倡湿法作业，控制单次炸药使用量，减少大气污染物产生量，定期检修、养护耗油设备。

（2）采取防尘措施

在干燥无雨的天气情况下，采取洒水车洒水降尘措施，每日早、中、晚对施工道路、线路开挖区等粉尘源头洒水，减少粉尘的产生量。

散体材料不得露天堆放，需用帆布遮盖，并且大风天气洒水降尘。水泥等建筑材料运输采用封闭运输，避免在运输过程中的产生粉尘污染。施工交通运输是粉尘、扬尘产生的主要源头之一，其影响面较广，因此需重点防治，除对场内施工道路进行每日的洒

水降尘外，还需聘请专人，每日对场内道路进行清扫，消除积尘，维持路面平整和洁净，场内运输时限制施工车辆速度。

对于渣场扬尘，采取在堆渣过程中洒水降尘，对于堆渣作业频次较低的渣场，采用防尘网、防尘布覆盖渣堆，必要时进行喷淋，带渣场堆场结束后，按水土保持方案中设计的措施进行植被绿化。

（3）敏感点的保护

工程施工期间，输水线路、生产生活区和施工道路环境影响评价范围内分布居民区，因施工和交通流量的增加而导致粉尘影响加剧。因此，运输车辆穿越村庄敏感点路段应减速慢行，并加强村庄敏感点路段洒水降尘频次，并派专人及时清扫经过村庄的路段，保持路面洁净；敏感点附近施工区增加洒水次数，并禁止大风天气作业。

6.3.2 运营期大气环境保护措施

本项目为水系连通及生态修复工程，项目建成运行期间不会产生废气，不会对区域环境空气质量带来不利影响。

本项目将设置工程建设管理处，用于对项目施工期及营运期管理人员办公，工程管理处设置厨房将产生一定的油烟废气，该部分废气经过油烟净化器处理后，达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）排放限值要求后高空排放，不会对周边环境产生大的影响。

6.4 声环境保护措施

6.4.1 施工期声环境保护措施

本工程噪声主要来源于岩石爆破、钻孔、混凝土拌和系统以及施工交通运输，噪声环境敏感目标主要为输水管线施工区、生产生活区及施工道路附近的村庄，为减轻施工噪声对村庄居民、企业工作人员的影响应当采取如下措施：

（1）施工期

①噪声源控制

严格选择噪声值符合国家环境保护标准的施工机械、选用低噪的施工机械和施工工

艺，并加强施工机械和车辆的维护和保养，做好施工道路养护工作，减振降噪。

②合理安排施工时段。

距离敏感点 200m 范围内的输水线路禁止在夜间及中午 12:00~14:00 时间段施工。禁止夜间运输。在居民点附近施工过程中，若因工艺需要需连续作业的特殊情况，施工单位不可避免的在夜间及中午需要施工的，施工单位需在施工前三日向附近居民进行公告，取得附近居民同意后方可进行施工作业。

隧道工程爆破作业时应控制炸药装填量，并于实施前进行公告，并严禁夜间爆破作业。

③合理布置施工场地

混凝土拌和点远离民宅，对搅拌机、振捣器安装消声器，以减轻施工噪声对居民的影响。

④敏感点保护

对临近敏感点的施工区及施工场地，通过在场界处设置 2.5m 高的铁皮挡板进行降噪，超标量较大的集中居民点可考虑采取移动声屏障降低高噪声作业对敏感点的影响；高噪声机械设备的施工应集中安排在昼间；对临近敏感点的施工便道，应通过限速、加强道路平整和夜间禁鸣等措施降低车辆运输交通噪声影响。

⑤敏感受体保护

施工单位应注意对机械设备保养，使机械维持较低声级水平；安排工人轮流操作机械，减少工作接触高噪声的时间；对在声源附近工作时间较长的工人，可采取发放防声耳塞、头盔等保护措施，使工人进行自身保护。

6.4.2 运营期声环境保护措施

（1）植物措施

在泵站周围进行植树绿化，形成植物屏障。

（2）维护保养

选择噪声值符合国家环境保护标准的水泵，加强水泵的维护和保养工作，应定期对其进行保养，保证良好的运行状况。

6.5 固体废弃物保护措施

6.5.1 施工期固体废弃物保护措施

施工废渣主要为废弃土石方，弃渣直接运往指定的弃渣场按照水保方案中的要求进行堆放，以免新增水土流失，具体处理措施见水土保持方案。

本工程共布置了 12 个生产生活区，为避免施工过程中产生的生活垃圾污染环境，保障施工人员有一个清洁卫生的工作和生活环境，施工期间需在每个施工生产生活区设置 5 个环卫垃圾桶，共设置 60 个集中收集垃圾，并委托当地环卫部门定期清运处置。

废水隔油池产生的废油为危险废物（HW08 900-210-08），定期交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。

6.5.2 运营期固体废弃物保护措施

本项目运营期，永久性的工程管理处，安置足够数量的垃圾桶，聘请专职人员负责营地内的卫生工作，每日进行清扫，对垃圾尽量分拣利用，不可回收部分收集后用垃圾车清运至垃圾中转站压缩后，运到垃圾处理厂填埋处理。本工程运行期共设置环卫垃圾桶 5 个。

6.6 生态环境保护措施

6.6.1 植被及植物保护措施

（1）施工期植物保护措施

①避让措施

加强施工人员对植物的保护意识，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐。加大珍稀植物宣传保护的力度，并采取各种方式，如宣传栏、挂牌等，让施工人员了解保护的重要性。通过宣传植物的显著的特征，使施工人员会识别分布在此地的保护植物，避免对保护植物的伤害。

②减免措施

在施工过程中，工程单位与环保部门要合作，发现了评价范围内保护植物和古大树

种，应立即报告当地环保部门，采取组织挽救，移栽他处。

③恢复措施

a.施工结束后，对于标志装和伴行道等永久占用的植被，应采取异地补偿的方式减缓对林地的破坏；

b.对于作业带和施工便道等临时占用的植被，在供水和排水管线两侧 5m 内不宜种植深根植物，应可改为草灌丛方式来进行生态补偿，并需在其它规划的地区补偿相应面积的林地；

c.管线覆土后及施工便道两侧裸露的地面，应在裸露的地表覆盖一层 30cm 以上的土层，然后再播撒草籽，种植乔、灌木，栽植花、草等措施。

d.妥善处理弃渣，临时弃土场选择要合理，要进行表层土剥离，填土编织袋围护，设临时档土墙、排水沟，土地平整、覆土恢复植被。

④管理措施

在施工中应加强施工管理，合理进行施工布置，组织施工管理。

严格将工程施工区控制在直接受影响的范围内，对边界以外的植被不破坏或尽量减少破坏，两侧植被恢复除考虑管道防护、水土保持外，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

另外，在施工期，应加强环境监理，将施工期已发现的保护物种纳入环境监理的范畴，建立完善的管理体系，使对保护植物的保护做到有法可依，执法有效，确保国家重点保护植物资源的安全。

（2）生态影响的恢复和补偿措施

植被保护措施主要是植被恢复措施，对植被的恢复拟建工程植物恢复与重建技术与措施非常重要。根据当地的气候特点，在植被恢复措施中应注意的技术要点有：

①植被恢复措施

工程完工后，及时选择抗逆性强、适生性强、生快长、自我繁殖和更新能力的乡土树种、草种恢复弃渣区、临时占用地及其它裸露区域的植被，切实减少水土流失，确保植被少受影响，区域景观不受大的破坏。

植物选择和栽种的一般原则：在项目植被恢复建设过程中除考虑选择适合当地适生速成树种外，在布局上还应考虑多种树种的交错分布，既提高植物种类的多样性又不至于太大改变原来的生态组分，增强其稳定性。另外修复树种种苗的选择应经过严格检疫，防止引入病害。

因本次现状调查的范围有限，在施工过程中应加强环境监理，如发现有保护植物分布，应及时通知当地环保和林业部门，在专家指导下采取移栽或取种移植等保护措施。

②林地补偿措施

拟建工程占用林地面积，工程除实施前述植物保护和恢复措施外，应对工程占用的有较高生态价值的林地进行造林补偿，最终实现林地的占补平衡。造林补偿应首先安排在工程区域范围内，并酌情推广到工程区域外，用以绿化荒山或改善林分质量，选用的树种应为当地普遍种，有较高的造林成活率和生态功能。

拟建工程补偿资金中应列入森林植被恢复费，森林植被恢复费计算将采用省林业局批复的数据。此项费用应严格管理和审计，做到专款专用。

（3）耕地补偿措施

a.国家实行土地用途管制制度。十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地是我国的基本国策，国家保护耕地，严格控制耕地转为非耕地。严格限制农用地转为建设用地，控制建设用地总量，对耕地实行特殊保护。该项目建设占地涉及耕地，应严格按照国家法律规定，办理农用地转用审批手续。

b.国家实行占用耕地补偿制度，占用耕地与开发复垦耕地相平衡。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

c.工程征占土地均按政府规定给予了相应的补偿。

（3）生态管理措施

严禁施工人员破坏野生植物，尤其对国家珍稀濒危保护植物要挂牌保护，指定专人负责管理，并随时接受县林业局等有关部门的监督检查。制订严格的林地保护责任制度，

将各项林地保护和护林防火责任落实到人，采取严格的管理措施，确保不发生森林火灾和故意破坏植物的事件发生。

工程建设施工期、运营期都应进行生态影响的监测或调查。在施工期，主要对建设施工有关的区域进行监测；运行期主要监测生境的变化，植被的变化，野生动物的种群、数量变化、生态系统整体性变化以及外来生物入侵情况。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态生态监测和完善管理，使保护区生态向良性或有利方向发展。

6.6.2 陆栖脊椎动物保护措施

（1）生态影响的避让与减缓措施

①提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员仍必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家保护动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，林业公安在动物经常出入的地方要加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要建大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

在有保护动物分布的施工区域树立禁止捕猎的标志牌，并通过印发资料对保护动物进宣传，提高施工人员和周边村民保护野生动物的意识。施工前组织人力在专家指导下对施工区的陆生动物特别是保护动物进行清查，并进行有目的性的驱赶，使其能够转移至相邻的生境，因爬行类和两栖类的活动能力差，必要时采取人工捕捉手段，运至合适的生境放生，对其进行人工救护，并预留重点保护野生动物救护费。

处理好多样性保护与安全防疫的关系。野生动物和自然疫源性疾病的传播者（鼠形兽等），可能在建设过程中会在施工区域活动。在这种情况下，既要维护自然生态系统的食物链关系，又要重视对人、畜和工程施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

②调查工程施工时段和方式，防治噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类和兽类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程影响，施工噪音较大的机器尽量避开这时段运行，减少对野生动物的惊扰，并力求避免在晨昏和正午的噪声

影响等。

③由于水体中有不少游禽、涉禽及两栖爬行类活动，所以要加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），施工废水应经过处理达标后回用于施工或绿化，施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对这些动物造成生境污染。

④修筑生态型岸坡，对岸坡的处理，以往一般多采用“硬处理”，也就是采用大片的干砌石、浆砌石或混凝土护坡，忽视生态的防护措施的研究和应用，护岸是水陆生态系统内部及相互之间生态流流动的通道，因此，修筑生态型岸坡，增加植被覆盖率，对一些野生动物生存是有利的。

（2）生态影响的恢复与补偿措施

工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，尤其是临时占地处，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

（3）生态管理等措施

在工程建设和运行中应加强野生动物管理、保护和监测，在堤防工程管理机构中设置相应的环境保护管理机构，配备专业管理人员，确保工程施工期和运行期中各项野生动物保护政策法规的贯彻以及环保措施落实，负责组织、落实、监督本工程的野生动物保护措施；组织施工期环境监测，以确保工程环境保护目标的实现，野生动物的生存不受到威胁。

6.6.3 水生生物保护措施

为减少工程的影响，应加强施工期管理。在进场施工前，聘请当地水产部门鱼类专家组织施工人员学习有关国家法律和法规，对施工人员进行保护珍稀保护水生动物的科普宣传工作，使施工人员了解保护水生态环境的意义，提高施工人员保护水环境意识，施工期禁止施工人员进行捕捞活动。以上行为应由水产和环保部门联合监督和管理，由此产生的费用应由业主单位承担。

为减少工程施工作业对鱼类的伤害，施工前必须征得当地水产部门的同意，并聘请有关专家或当地有经验的渔民作现场指导；进场前，可采用超声波驱鱼等技术手段，对

施工区及其邻近水域尤其鱼类分布较密集的深潭、回水区进行驱鱼作业，将鱼类驱离施工区。同时对于施工区域可用隔网与其他区域隔开，避免鱼类进入施工区域。

为降低施工对水生生态的影响，施工过程应尽量减少砂石的散落。由于水体中有不少游禽、涉禽及两栖爬行类活动，所以要加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），施工废水应经过处理达标后回用于施工或绿化，施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对这些动物造成生境污染。

6.6.4 生态景观保护措施

（1）区域绿化景观系统建设在施工期间要分步实施，每完成一片工程，即对该片进行水土保持、场地清理和绿化美化等工作，在减少水土流失的同时，减缓景观影响，改善视觉上的美感。

（2）道路施工时，对道路中间及两侧的花草树木需做好移栽保护工作，不必全部破坏重新种植，而是暂移种，按设计补植为好。施工过程应注意保护相邻地带的树木绿地等植被。

（3）做好挖填土方的合理调配工作，弃土堆放点应采取防护措施，避免在降雨期间挖填土方，以防雨水冲刷造成水土流失、污染水体、堵塞排水管道。

（4）在满足工程施工要求的前提下，尽量节省占用土地，合理安排施工进度，工程结束后及时清理施工现场，撤出占用场地，恢复原有道路。在项目竣工后，必须在规定的时间完成区域绿化景观系统建设。

（5）项目的建设要力求同自然景观、生态环境相融洽，建筑物尽量依山就势，景区内必需的基础及服务设施建设要严格按符合自然生态的设计施工，以对植被破坏最小为宜；平面布置与空间布局应合理，建筑风格、用材和色调要与周围环境协调，对周围环境起点缀、美化作用。

6.6.5 社会环境影响减缓措施

（1）施工前应充分做好各种准备工作，对工程涉及的内容如：道路、供电、通信等进行详细的调查了解，提前协同有关部门确定拆迁、改移方案，做好各项应急准备工

作，保证社会生活的正常状态。

（2）施工期间用电量较大，施工单位应提前与有关部门联系，确定管线接引方案，并做好临时管线的接引准备工作，对局部容量不足地段，应事先进行水电管线的改造，防止发生临时停水、停电，影响沿线居民及企业、单位的正常供电、供水。

（3）工程开工建设前，应做好运输路线统一布置和规划，对于部分路况较差，难以满足运输要求的乡村道路要提前进行整修，防止运输车辆在路途滞留无法正常通行。

（4）施工现场应设置醒目的告示牌，说明工程内容、施工作业时间、竣工时间、联系人和投诉热线，并恳请公众对施工给出行带来的不便予以谅解。

（5）加快施工进度，缩短工期，减轻对交通的不利影响。

（6）建议做好建筑物拆迁工作，将建筑物拆迁带来的环境影响降至最低。

（7）保证工区饮用水卫生清洁，符合饮用水卫生标准，加强饮食卫生管理，避免不洁食物，以免造成肝炎、痢疾等疾病爆发流行。对施工人员宿舍和厨房设施，提供足够和功能系统的卫生条件，厕所设施，废物管理。

6.6.6 地质灾害防治措施

根据评估区目前的地质灾害现状，以及将来由工程建设可能引发的地质灾害，结合评估区的工程地质条件，对评估区的地质灾害建议采取如下防治措施：

（1）对填土边坡应尽量控制边坡坡度与高度，合理放坡，并对填土进行碾压，密实度一般不低于 90%。如无法形成稳定边坡时，建议在碾压密实的基础上采用挡土墙进行防治，高度小于 5m 的填土边坡可采用重力式浆砌石挡墙，高度大于 5m 的边坡则应采取分级挡墙或桩板式混凝土挡墙。挡墙施工要分段跳槽开挖，挖成一段，砌筑一段，以保证施工安全。

（2）对开挖形成的高陡岩质边坡应尽量控制坡角，并采用挂网锚喷措施进行防护。对高度低于 5m 的岩质边坡，可采用浆砌石护面墙进行防护。

（3）对填筑、开挖边坡均要修建完善的截排水系统，避免因水的作用引发坡体变形破坏。

（4）在施工过程中对高陡临时边坡应采取临时支护措施，以保证施工人员、设备

的安全。强降雨时，应避免在高陡边坡下作业施工。

（5）对基坑开挖产生的不稳定堆积土体可采取及时清除、基坑边坡临时支护等措施，同时应注意设置排水设施。

（6）施工尽可能避免爆破施工，保证地基土的结构不受破坏或降低其破坏程度，并防止大气降水进入基槽（坑）。

（7）建构筑物根据其荷载特点选择合理的基础方案，基础类型及持力层根据建筑物性质、荷重等通过岩土工程勘察确定，可避免产生不均匀沉降。

7 水土保持方案

7.1 水土保持防治标准等级及防治目标

（1）防治标准等级

按照项目所处的水土流失防治分区划分：本项目所在宜昌市长阳县和点军区，长阳县为清江流域中下游省级水土流失重点预防区，执行一级防治标准。

（2）防治目标

水土保持方案总目标为：预防和控制项目建设新增的水土流失，并在工程顺利建设和安全的前提下，保护并合理利用水土资源，提高土地生产力，重建新的更好的生态环境。本项目的防治标准按照建设类项目一级标准拟定防治目标。根据有关规范和标准以及项目区的降雨和水土流失情况，确定项目区总的防治目标为：

（1）工程完工后，开发建设区水土保持方案措施全部到位，项目区内的水土流失得到有效治理，水土流失治理度达到 97%；

（2）在轻度侵蚀为主的区域不应小于 1，对扰动地表及时整治，恢复植被和土地生产率，控制水土流失，设计水平年土壤流失控制比达到 1.0；

（3）工程剥离表土集中堆放并做好临时防护，后期表土保护率 92%；

（4）在工程建设期，工程产生的弃渣集中堆放并做好临时防护，渣土防护率达到 92%；

（5）工程完工后，项目建设区内宜林宜草地全部恢复植被，林草植被恢复率达到 97%；

（6）长阳县为清江流域中下游省级水土流失重点预防区，建设区内林草覆盖率达 25%。

7.2 水土保持防治措施总体布局

根据水土流失预测结果和防治责任范围，结合水土流失防治分区及主体工程已有水土保持功能工程的分析评价，确定不同的防治区采用不同的防治措施及布局，从而形成

本项目水流流失防治措施体系和总体布局。在不同类型的防治措施布局中，应结合工程已有的水土保持措施，将临时防护措施、工程措施与植物措施相结合。以临时防护措施为先导，确保施工过程中的水土流失得到有效控制，同时重点保护各防治区的表层耕植土，便于后期植被恢复；以工程措施为重点，发挥其速效性和保障作用；以植物措施为辅助，起到长期稳定的水土保持作用，同时绿化和美化项目区周边环境。

根据本项目水土流失预测结果及水土保持分区，水土流失防治措施布置总体思路是：以防治水土流失、恢复植被、改善项目沿线的生态环境、保护主体工程正常安全运行为目的；以对周边环境和安全不造成负面影响为出发点；以弃渣场防治区为重点，同时配合主体工程设计中已有的水土保持设施进行综合规划布设水土流失防治措施体系，本项目水土流失防治措施体系由主体工程防治区、临时堆土场防治区、弃渣场防治区、交通道路防治区、施工生产生活防治区 5 个水土流失防治区构成。

表 7.2-1 水土流失防治体系表

防治分区		措施类型	本方案水土保持措施布局	
			主体已采取水土保持措施	新增水土保持措施
主体工程区	取水工程区	工程措施	-	表土剥离及返还
		植物措施	植草护坡	-
		临时措施	-	袋装土拦挡及拆除，防雨布苫盖
	倒虹吸区	工程措施	-	表土剥离及返还
		植物措施	-	种植灌木，撒播草籽
		临时措施	-	袋装土拦挡及拆除，防护网苫盖
	隧洞工程区	工程措施	截排水沟	沉沙池
		植物措施	-	撒播草籽
		临时措施	-	下边坡袋装土拦挡
	管理办公区	工程措施	表土剥离	表土返还
		植物措施	绿化美化	
		临时措施	-	袋装土拦挡及拆除
临时堆土场区		工程措施	表土剥离	表土回覆
		植物措施	绿化	-
		临时措施	-	袋装土拦挡及拆除，防护网苫盖
弃渣场区		工程措施	-	表土剥离及返还，磷挡渣墙、石笼网挡渣墙，周边截排水沟，渣面排水沟，沉沙池，土地平整
		植物措施	-	复耕，种植乔灌木，撒播草籽
		临时措施	-	袋装土拦挡及拆除，防护网苫盖，临时撒播草籽

防治分区	措施类型	本方案水土保持措施布局	
		主体已采取水土保持措施	新增水土保持措施
交通道路区	工程措施	-	碾压层疏松，土地平整
	植物措施	-	种植乔灌木，撒播草籽
	临时措施	-	临时排水沟及沉沙池，临时撒播草籽
施工生产生活区	工程措施	-	表土剥离及返还，硬化层清除，土地平整
	植物措施	-	种植乔灌木，撒播草籽
	临时措施	-	袋装土拦挡及拆除，临时排水沟及沉沙池，临时撒播草籽，防护网苫盖

7.3 水土保持措施

7.3.1 主体工程区

（1）取水工程区

1）工程措施

经过对渠道工程的分析，主体工程设计时措施基本到位，可有效的防止工程的水土流失。但是，施工前需对可利用的表土进行剥离，施工期加强临时防护，完工后表土可返还用于植物措施。

2）临时措施

对开挖的裸露堤坡，需要采取临时措施进行覆盖，防止在雨季产生水土流失，对部分渠道边坡为防治施工期土石方滚落到渠道中，需临时拦挡。同时，为减少周边区域汇水对施工断面的影响，在渠道外侧设置挡水土埂。

（2）倒虹吸区和暗涵区

1）工程措施

对于占地范围内的表土进行剥离，后期返还，用于植被恢复措施。

2）植物措施

施工完毕后，对临时占压非耕地部分回覆表土后，采取撒播狗牙根草籽，撒播密度为 60kg/hm²。

3）临时措施

施工期临时堆放的土方，采用防雨布苫盖减少施工期内水土流失量。

（3）隧洞工程区

1) 工程措施

隧洞洞口山边坡已设置了截排水沟，水保拟补充截排水沟与附近沟渠顺接的沉沙池措施，以减轻坡地排水对下游冲刷造成的水土流失。沉沙池采用长 1.5m、宽 1.0m，深 1.0m 的矩形沉沙池，池壁采用浆砌石衬砌，厚 30cm。

2) 植物措施

由于主体设计对主洞洞脸及边坡采取硬化护坡或生态护坡，仅补充支洞封堵后的恢复措施，撒播狗牙根草籽进行恢复。

3) 临时措施

为防止洞口施工期，开挖土石方沿坡面滚落造成水土流失影响，方案在洞口下方相距 5m 的地方布设袋装土挡墙，挡墙为体形断面，顶宽×高为 50×50cm、边坡 1:1，洞口衬砌后，拆除拦挡。

（4）管理办公区

1) 工程措施

根据移民专业提供的占地类型，对管理区原占用耕地及林地部分进行表土剥离，剥离厚度 20~40cm，施工期临时堆放在各管理区范围内并临时防护，后期回覆。

2) 植物措施

主体设计对于永久办公生活区已估列了绿化措施面积及投资，本章节不再重复计列。

3) 临时措施

对临时堆放的表土及施工期开挖方补充临时拦挡及苫盖措施，临时防护措施设计同上。

7.3.2 弃渣场区

（1）工程措施

1) 表土处理及场地平整

弃渣场占用灌木林地部分在工程开始前需进行剥离表土，临时堆放在弃渣场后半

部，堆高控制在 2m，施工期间需加强临时拦挡防护措施。施工后期对于弃渣场表面进行场平，回覆表土，进行场地平整，以便恢复植被。

2) 拦挡防护

弃渣场充分利用渣料的自身稳定性能来维持渣体稳定，确定合理的堆渣坡度，弃渣以土石渣为主，堆渣边坡坡度取 1:2.5。渣场底部设置磷石膏挡墙；渣体坡面初期易沉降，坡面设置磷石膏护坡。挡渣墙顶设置马道，马道宽 2m，马道内侧设置马道排水沟，墙顶以上堆渣按 1:2.5 起坡，当堆渣高度达到 5~6m 时，设二级马道，马道宽 2m，内侧设坡面挡墙及排水沟，以此类推。在渣体堆积完成后，渣面整治并布设植物措施进行防护。

3) 排水措施

渣场周边沿等高线布设截排水沟，根据每个渣场汇水面积计算渣场截排水沟断面，排水沟采用浆砌石梯形断面，坡比为 1:1，M10 浆砌石衬砌厚度为 30cm；渣顶排水沟采用 30cm×30cm 非衬砌梯形断面，坡比为 1:1，两条渣顶排水沟间距 30m。在截排水沟出口处设置沉沙池，兼作消力池，平面尺寸为 3.0m×1.5m，深 1.0m，分为前池及后池，采用浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm。

弃渣由拖拉机平整并碾压 3~4 遍，堆渣结束后修整弃渣坡面，使坡面不小于 1: 2.5。

(2) 植物措施

弃渣场边坡和顶部是项目区的主要立地类型，由于自身的形成条件使整个渣体稳定性较差，遇到强度大的降雨就可能产生水土流失，因此防护措施除了工程措施以外，尚需营造渣体顶部和渣体边坡防护林，一方面可利用林木根系固持渣体，增强稳定性，另一方面可以恢复植被，增加绿化面积。

施工后期渣顶土地平整后进行土地复耕，土地复耕的工程量移民章节已计算。

7.3.3 交通道路区

(1) 永久道路

主体工程对施工道路做了简单的统计，永久管理道路的主要作用是为工程运行期间的管理和维修提供交通条件，主要利用现有的公路，部分为在工程竣工后整修、扩建施工临时道路。多为填方道路，主体设计中对永久管理道路已设置路侧排水沟措施。本方

案拟补充行道树及边坡植草措施。

（2）临时道路

1）工程措施

施工完毕后，对临时道路表面硬化层进行疏松，迹地进行土地整治，达到恢复植被的要求。

2）植物措施

施工完毕后，移民专业对占用耕地部分进行了复耕，对占压的非耕地部分进行恢复植被。撒播狗牙根草籽，撒播密度 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3）临时措施

①半挖半填路基防护

施工期在填方下边坡设置临时拦挡措施，在挖方侧坡脚设置临时排水措施，拦挡采用袋装土挡墙，断面同上，临时排水采用经验断面，底宽 30cm，深 30cm，边坡 1: 1，为梯形断面，顺接处设置临时沉沙池，沉沙池尺寸为长 1.5m，宽 1.0m，高 0.8m，边坡 1: 0.5 并夯实。便道两侧的裸露地表撒播草籽防护。

②一般填方路基防护

对填方侧道路地形略高的一侧设置单侧排水沟，临时排水沟断面同上，汇集周边的汇水并有序排出，并在顺接处设置临时沉沙池，减轻对路基的冲刷而造成的水土流失。施工期间，应派专人定期维护。便道两侧的裸露地表撒播草籽防护。

7.3.4 施工生产生活区

（1）工程措施

移民专业对占用耕地部分进行了复耕，水保部分对原占压非耕地部分的表土进行剥离并临时防护。

施工完毕后对于场地内的硬化层进行清除，并进行土地平整，返还剥离表土，以便于复耕或植被恢复。

（2）植物措施

施工完毕后，占压耕地部分将表土返还复耕，此部分工程量计入移民专业估算。对

于占用非耕地部分回覆表土，采取乔灌木结合恢复植被。乔木选择马尾松和刺槐混交，株行距为 3m×3m，同时种植紫穗槐，株行距为 1.5m×1.5m，林下撒播狗牙根草籽，撒播密度 60kg/hm²。

（3）临时措施

为防止周围雨水对施工场地产生不利影响，施工场地在平整时在周边开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，底宽 30cm，深 30cm，边坡 1:1，沟壁夯实；在排水沟出口处和低洼处设沉沙池，临时沉沙池尺寸同上，经沉沙池沉淀水流中的泥沙后，排至附近已有沟渠，施工期沉沙池沉淀的泥沙指定专人定期清理。

移民设计中对剥离的表土未采取防护措施，本方案设计将剥离的表土临时堆放在场地的一角并采取临时防护措施，周边采取草袋土临时拦挡，拦挡断面采用顶宽×高：50×50cm、边坡 1:1 的梯形断面，表面采用防尘网苫盖。

7.4 水土保持工作量

本项目水土保持措施工程数量汇总见表 7.4-1。

7.5 水土保持工程投资

本工程水土保持投资初步概算 906.46 万元，其中工程措施 671.19 万元，植物措施 11.4 万元，临时工程 131.80 万元，独立费用 100.66 万元（建设管理费 16.29 万元，科研勘测设计费 25.74 万元，工程建设监理费 8.63 万元，水土保持监测费 30.00 万元，水土保持竣工验收费 20.00 万元），预备费 48.46 万元，水土保持补偿费 43.20 万元。

详细情况见表 7.5-1。

表 7.5-1 水土保持工程投资概算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安	林草工程费		设备费	独立费用	合计
		工程费	栽植费	林草及种子费			
	第一部分 工程措施	671.19					671.19
一	取水工程防治区	4.31					4.31
二	倒虹吸和暗涵防治区	10.35					10.35
三	隧洞工程防治区	8.93					8.93

序号	工程或费用名称	建安	林草工程费		设备费	独立费用	合计
		工程费	栽植费	林草及种子费			
四	管理办公防治区	0.39					0.39
五	临时堆土场防治区						0.00
六	弃渣场防治区	485.63					485.63
七	交通道路防治区	120.55					120.55
八	施工生产生活防治区	41.03					41.03
	第二部分 植物措施		8.09	3.31			11.40
一	取水工程防治区		0.07	0.02			0.09
二	倒虹吸和暗涵防治区		1.07	0.13			1.21
三	隧洞工程防治区		0.50	0.41			0.91
四	管理办公防治区		0.01	0.55			0.56
五	临时堆土场防治区						0.00
六	弃渣场防治区		1.34	0.46			1.80
七	交通道路防治区		0.16	0.05			0.22
八	施工生产生活防治区		4.94	1.68			6.62
	第三部分 临时工程	131.80					131.80
一	临时防护工程	118.15					118.15
二	其他临时工程	13.65					13.65
	第四部分 独立费用					100.66	100.66
一	建设管理费					16.29	16.29
二	科研勘测设计费					25.74	25.74
三	工程建设监理费					8.63	8.63
四	水土保持监测费					30.00	30.00
五	水土保持竣工验收费					20.00	20.00
	第一至第四部分合计	802.99	8.09	3.31	0.00	100.66	814.40
	预备费						48.86
	工程静态投资						863.26
	水土保持补偿费						43.20
	水土保持工程总投资						906.46

7.6 水土保持实施计划

坚持水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的原则，根据主体工程施工进度及水土保持工程特点，确定完成全部防治工程的期限和年度计划。在制定具体计划时，一是安排随时都将产生水土流失的地段的防治措施；二是部分工程在主体工程建设前就要布设水土保持措施，如施工开挖的土石方应在主体工程建设的同时做

好拦挡和防护措施等；三是滞后于主体工程的水土保持措施，如绿化美化工程、土地整治工程等。另外，水土保持措施在安排时序上，一般是先采取临时性措施，其次为工程措施和土地整治措施，最后是植物措施。

本方案水土保持措施施工安排与主体同时，具体是在表土剥离的过程中，同时对表土采取拦挡和覆盖措施，在隧洞工程施工完毕扰动结束后对施工迹地撒播草籽；对于弃渣场的防护，要求在弃渣之前就做好前期的清表、防护、拦挡、排水等措施，并随着弃渣的逐步增加，逐步完成防护、拦挡措施，最后做好整地复耕及植被恢复措施。对于施工便道，在修建道路的同时，修建排水沟，并对道路两侧植树种草，采取植物防护措施。对于施工场地区，在平整剥离表土后，及时将表土采取拦挡和覆盖等防护措施，并对周边开挖排水系统，主体工程施工完毕后，及时将硬化层清除，就近运至弃渣场堆放，占地范围内土地表土返还后平整，待复耕或恢复植被。

表 7.4-1 项目水土保持措施工程数量汇总表

防治分区	主体工程区				临时堆土 场区	弃渣工程区	交通道路区	施工生产 生活区	小计
	取水工程区	倒虹吸和 暗涵区	隧洞工程区	管理办公区					
防治措施									
1、工程措施									
挡墙									
长度（m）						1550			1550
基础开挖（m ³ ）						1085			1085
磷石膏挡墙（件）						4650			4650
边坡修整及安装						4650			4650
土工布（m ² ）						6575			6575
C25 混凝土基础（m ³ ）						465			465
种植土（m ³ ）						2790			2790
排水沟									0
长度（m）	114		320			4695	5000		10129
基础开挖（m ³ ）	72		201.6			2958	3450		6681
浆砌石衬砌（m ³ ）	58		163.2			2394	2550		5166
沉沙池									0
数量（个）			10			26	10		46
土方开挖（m ³ ）			53			45	17		115
浆砌石衬砌（m ³ ）			29			31	12		72
表土									0
表土剥离（万 m ³ ）	0.10	0.64		0.02		2.67	0.07	4.19	7.69
表土回覆（万 m ³ ）	0.10	0.64		0.02		2.67	0.07	4.19	7.69

防治分区	主体工程区				临时堆土场区	弃渣工程区	交通道路区	施工生产生活区	小计
	取水工程区	倒虹吸和暗涵区	隧洞工程区	管理办公区					
防治措施									
碾压层疏松（万 m ³ ）							0.02		0.02
硬化层清除（万 m ³ ）								1.40	1.40
整地复耕（hm²）						6.90		6.60	13.50
2、植物措施									0
综合绿化（m²）				100					100
撒播草籽									0
狗牙根（hm ² ）	0.10	1.60				2	0.24	7.37	11.31
草籽（kg）	6	96.00				120	14.4	442.2	678.60
种树									0
爬山虎（株）			1780						1780
樟树（株）	0	0		5					5
红叶石兰（株）				10					10
3、临时措施									0
袋装土拦挡									0
长度（m）	124.00	79.75				654	108	820	1785.35
袋装土填筑（m ³ ）	124.00	79.75				654	108	820	1785.35
袋装土拆除（m ³ ）	124.00	79.75				654	108	820	1785.35
临时排水									0
排水沟（m）					250		11000	820	12070
土方开挖（m ³ ）					45		1980	148	2172.6
沉沙池（个）					4		22	10	36
土方开挖（m ³ ）					6.88		38	17	61.92

防治分区	主体工程区				临时堆土 场区	弃渣工程区	交通道路区	施工生产 生活区	小计
	取水工程区	倒虹吸和 暗涵区	隧洞工程区	管理办公区					
防治措施									
浆砌石衬砌（m ³ ）					4.64		26	12	41.76
临时撒播草籽									0
白三叶（hm ² ）	0.32	2.03			0.37	2.58		4.02	9.31
临时苫盖									0
防雨布（万 m ² ）			0.69				2.08		2.77
土工布（万 m ² ）	0.33	2.12			0.37	2.67		4.19	9.68

8 环境风险评价

8.1 环境风险识别

环境风险评价是环境影响评价领域中的一个重要组成部分，伴随着人们对环境危险及其灾害的认识日益增强和环境影响评价工作的深入开展，人们已经逐渐从正常事件转移到对偶然事件发生可能性的环境影响进行评价。评价的目的，就是找出事故隐患，提供切合实际的应对对策，使区域环境系统达到最大的安全度，使公众的健康和设备财产受到的危害降到最低水平。在建设项目中人们关心的危害有：对人、动物与植物有毒的化学物质、易燃易爆物质、危害生命财产的机械设备故障、构筑物故障、生态危害等。

水利工程建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应的环境风险为外源风险，本工程的施工与运行主要是增加风险发生概率或加剧风险危害。根据本工程施工及运行特点，周围环境特点以及工程与周围环境之间的关系，可能存在的主要风险源包括施工期油料储运、废污水、地质环境风险以及其他风险等。

8.1.1 评价依据

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），本项目施工及建成后运行过程中不涉及剧毒、一般性毒性等危险物质，项目环境风险主要为柴油储存运输、废污水环境风险及地质环境风险等环境风险，本项目所设置的汽柴油储存使用量为1216t，根据导则汽柴油临界量为2500t，项目 $Q < 1$ ，环境低敏感区（E3），危险物质及工艺危险性（P）等级低于“轻度危害（P4）”根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表2建设项目环境风险潜在划分表，确定本项目风险潜势为I，故根据导则风险评价等级划分本项目不设风险评价等级，仅需开展简单分析。

8.1.2 风险识别

本项目工程建成运行后除管理人员日常生活会排放一定量的生活废水和垃圾之外，工程本身运行不会产生任何的“三废”，也不涉及有毒有害物质。本工程的环境风险主要是施工期油料、炸药储运，运行期调水区及径流区附近危险品运输发生溢漏、爆炸、

燃烧等导致水体污染，进一步威胁居民用水安全。

8.2 风险源分析

8.2.1 施工期风险源分析

（1）炸药、油料储运风险

本工程施工期间将使用炸药，工程施工机械、运输需要使用油料。炸药等火工材料由当地公安部门或民爆器材厂专供，柴油从当地相应企业购买。其风险主要表现在运输过程中出现泄漏、火灾事故，因交通事故和违反危险品运输的有关规定在运输途中突发性发生溢漏、爆炸、燃烧等会污染该地区水质及居民安全。

本工程施工沿线有乡村公路，施工过程中车辆和施工人员的增加，存在交通事故、车辆有害物质泄露污染水质等风险。

（2）森林火灾

本工程沿线植被以暖温性针叶林为主，但区域冬季干旱少雨，分布有灌丛，在工程施工期间施工机械、燃油、电器以及施工人员增多，增加了火灾风险。若不加强对施工人员日常用火的管理，将会对工程区内植物和居民生命财产安全构成潜在威胁。

（3）库区水质污染风险

本工程取水区为隔河岩水库，受水区为楠木溪水库及长岭河，隔河岩水库及楠木溪水库为饮用水源地，施工期会产生少量废污水，包括混凝土生产废水、生活污水等，在废污水处理设施故障等情形下可能发生事故排放，从而对其水质产生影响。

（4）地质环境分险

本工程施工过程中，由于自然原因或者人为原因，发生滑坡崩塌、泥石流等不良地质环境风险。

8.2.2 营运期风险源分析

本项目为引水工程，建成运行后项目本身不存在风险源。

本项目供水工程具有城镇生活、农村居民人饮、生态用水、农业灌溉等供水功能，涉及点军区 6 条河流，本工程从隔河岩水库取水，在运行期间，有可能由于雨季山洪、

突发公共卫生事件或气温等自然灾害原因，导致供本工程取水区隔河岩水库局部污染或大量面源污染的爆发而影响供水水质。

库区两岸公路上运输有毒有害、易燃易爆等危险品是不可避免的，其风险主要表现在因交通事故和违反危险品运输的有关规定，使被运送的危险品在运输途中突发性发生溢漏、爆炸、燃烧等，对库区水质造成污染。一旦水源发生污染事故会对受水区的饮用水安全造成威胁。

8.3 风险事故防范及防治措施

8.3.1 施工期风险事故防范措施

（1）油料、炸药风险防范措施

工程本身对油料、炸药的储运建立有严格的的安全管理制度，发生事故的可能性很小，但一旦发生事故导致油料泄漏，发生火灾或爆炸，后果较为严重，因此为防止油料泄漏、炸药安全事故的发生，以及在事故情况下避免污染河水，必须采取事故防范措施：

①制定严格健全的油料、炸药安全管理制度和相关人员的培训制度，规范油料、炸药运输、储存和使用的整个过程。

②运输过程中需严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不能将炸药和雷管混装运输，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

③派专人负责管理，建立出入检查、登记制度，做到账目清楚、财务相符。

（2）森林火灾风险防范措施

建设单位因做好事故、森林火灾应急预案。主要通过以下措施：

①工程防火采用综合消防技术措施，消防系统从防火、监测、报警、控制、疏散、灭火、事故通风、救生等方面进行整体设计。

②场外独立设置的易燃、易爆材料仓库，在直击雷保护范围内，其建筑物或设备上严禁装设避雷针，而用独立避雷针保护，并采取防止感应雷和防静电的技术措施。

③加强对施工人员野外安全的宣传教育。

（3）隔河岩水库、楠木溪水库水质污染风险防范措施

①在工程建设过程中，应加强交通运输安全管理，在路口等交通事故高发地段设置警示标志；

②加强对废污水收集处理系统的日常检修工作；

③对施工人员加强安全教育、宣传。

（4）地质风险防范措施

①应做好施工区泥石流、滑坡防范风险的应急预案；

②地质灾害防治应以预防为主，建立地质灾害防治小组，制定地质灾害防治应急预案；

③施工中应重视对地质环境和生态环境的保护，对于诱发的地质灾害，应积极采取多事予以治理；

④合理布置及设计工程建筑物，对有威胁的沿途体必须进行工程处理并做好相应的防治措施；

⑤对重点工程施工地段和可能引发和遭受地质灾害危险地段进行适时监测，防患于未然，尽可能的消除或减轻地质灾害的危害。

8.3.2 营运期风险防范措施

（1）加强隔河岩水库、楠木溪水库库区乡村道路运输管理。虽然发生危险品运输事故的概率很小，但本工程有城镇供水、农村供水功能，一旦发生事故将对居民供水造成影响，因此必须加强对危险品运输的管理，运输过程中必须做好密封和安全运输，运输车辆要定时保养，调整到最佳运行状态，避免发生交通事故而造成对小湾水电站库区、天生桥水库库区和鹿马箐水库库区水体的污染。

防范危险化学品运输风险事故的最主要措施是要严格执行国家和行业部门颁布的危险货物运输相关法规。相关法规有：《危险化学品安全管理条例》、《道路危险货物运输管理规定》、《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《公路交通突发事件应急预案》等。

（2）按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的要求，一级保护区的水质标准不得低于国家规定的《GB3838-88 地面水环境质量标准》Ⅱ类标准，并须符合国家规

定的《GB5749-85 生活饮用水卫生标准》的要求，二级保护区的水质标准不得低于国家规定的《GB3838-88 地面水环境质量标准》III类标准。根据需要可在饮用水地表水源二级保护区外划定一定的水域及陆域作为饮用水地表水源准保护区。准保护区的水质标准应保证二级保护区的水质能满足规定的标准。严格遵守饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须遵守的规定，同时环保部门应加强对饮用水水源保护区污染防治实施监督管理。

（3）制定风险事故应急管理计划，计划包括指挥机构的职责和任务；应急技术和处理步骤的选择；设备、器材的配置和布局；人力、物力的保证和调配；事故的动态监测制度等。编制《突发环境事件应急预案》，做好突发环境事件的风险控制、应急准备、应急处置和事后恢复等工作。

（4）在水源及引水线路附近发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏，发生水源面源污染大量汇入，或是地质灾害导致输水管道破裂，针对水质污染风险，要求相关部门做好应急计划，落实环境监测，一旦发现监测因子异常及时处理，通过加强监控管理，并制定合理的危机应急处理机制体系，使污染风险将为最低。

8.4 环境风险应急预案

根据国家突发公共事件总体应急预案相关要求和说明确定本工程应急预案，本工程应配备抢险救援人员和设备，并定期进行管道事故应急救援演练。

（1）应急计划区

本工程应急计划区包括：A.小湾水电站库区；B.输水管线沿线。应急事件包括火灾、爆炸、油库溢油事故等。

（2）应急组织机构、人员

1) 应急领导机构

根据事故发生地点，应急总领导机构为发生地所在市人民政府突发公共事件应急委员会。当事故发生时，由市及地方共同组成应急委员会，协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地区应急领导机构由涉及各县区的分管环保的区/县长、环保局及其他相关各协作部门负责人组成。

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥，负责指挥应激反应行动的全过程。溢油事故应急行动由安全科科长负责指挥。

3) 应急救援人员及应急程序应急救援人员包括：

A.危险源控制组：主要是负责在紧急状态下的现场抢救作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业救护队伍。

B.伤员抢救组：负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责。

C.医疗救护组：负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作。

D.消防组：负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成。

E.安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

F.安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；

H.物资供应组：负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；

I.环境监测组：负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

J.专家咨询组：负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

K. 综合协调组：负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

L.善后处理组：负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

4) 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大（I 级），重大（II 级），较大（III 级），一般（IV 级）。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，其中：I 级、II 级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

III 级、IV 级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

5) 应急救援保障

A. 油库火灾和爆炸应急设备

主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、防火堤、消防车、消防水收集系统、溢

油控制应急设备和器材。

B. 爆破材料库火灾和爆炸应急设备

主要包括消防水池、消火栓、消防车等。

6) 报警、通讯联络方式

A. 报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

B. 应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用统一频道（消防频道）；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

C.信息报送程序：发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7) 应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

8) 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处理，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9) 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10) 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

11) 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演练，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12) 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育，并即时发布相关信息。

9 环境管理、监理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理目标

（1）生态环境管理目标

严格按照施工征地范围施工，禁止扩大施工迹地范围对植被造成扰动，尽可能减少施工活动对植被、植物资源的影响，如发现保护植物无法避让须采取移栽措施。

禁止施工人员猎杀野生动物，破坏野生动物栖息环境。保护鱼类和两栖类。定期开展环保宣传教育

（2）水环境管理目标

维护评价区河段现有水域功能，工程施工期和运行期，保护本工程调水区小湾水电站库区、诗礼河、西密河、鲁马箐河水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

III类水域标准要求 and 《集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值》。从保护水质的角度出发，须对施工期废污水进行收集，处理后回用于生产或绿化，禁止直接排放进入水体。

（3）声环境管理目标

工程输水管线离部分居民点位置较近，要通过合理布置施工场地，加强施工管理即禁鸣、限速、禁止夜间及中午施工来减免施工噪声对敏感点人员的影响，确保工程区声环境功能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

（4）环境空气管理目标

合理布置施工场地，加强施工管理即洒水降尘、加盖篷布等来减缓施工扬尘、尾气对外环境的影响，确保工程区环境空气功能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（5）人群健康管理目标

施工区进行消毒、灭蚊、灭鼠，及时清除垃圾，维持区域环境卫生，做好施工区生

活饮用水保护，定期体检，杜绝传染病携带者从事餐饮服务，防治疾病的疾病的暴发和流行。

（6）安全生产管理目标

定期开展安全教育培训，提高施工人员危险识别能力，检查工程施工区安全隐患，制定安全防护议案。

9.1.2 环境管理内容

（1）工程可研阶段

建设单位认真落实国家相关环保要求，委托国家认可持证单位开展工程环境可行性的相关专题研究，研究报告完成后报相关行政主管部门审批。并将专题报告及审批意见作为工程开展环境保护的依据。

（2）工程招标设计阶段

建设单位按照政府环境保护主管部门对工程可行性研究阶段环境影响报告书的批复意见，在工程发包时对环境保护提出要求，在竞标者中选择中标施工单位时，把投标单位竞标书中的环境管理计划、措施及以往工程中的环境管理落实情况作为是否中标的取舍条件。

（3）工程施工期

建设单位根据工程环境影响评价文件和环境保护设计文件，在有关环境保护措施招标设计单位的配合下，向施工单位下达有关环境保护措施的实施任务，并委托施工监理单位进行环境保护监理工作，监督、检查其实施进度；同时接受地方政府环保、水行政主管部门的监督、检查。

工程建成后，建设单位应编制工程环境保护工作总结报告，在工程竣工验收工作中，接受水行政主管部门和当地环境保护部门的审查。

（4）工程运行期

工程建成运行后，环境保护工作的重点是转变为执行环境监测计划、实施环境保护管理计划。主要工作内容是：监测、检查各种环境保护、水土保持工程设施的运行状况；监测、评价各环境保护目标区域环境质量状况；解决存在的环境问题，并做工作总结。

9.1.3 环境管理机构设置

9.1.3.1 施工期管理机构设置及职能

（1）建设单位

工程开工前建设单位应设置工程环境保护领导机构与“施工期工程环境保护办公室”。“环境保护领导机构”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。“施工期工程环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导机构”的常设办事机构，设专职人员 2 人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

①宣传、贯彻、执行国家、地方有关环境保护的政策、法律、法规，熟悉相关技术标准，确定工程建设期环境保护方针和环境保护目标，制定施工期环境保护管理办法。

②负责落实环保经费，检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库。

③协调处理各有关部门的环保工作，指导、检查督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行，以及对施工期环保设施的实施、运行进行检查等。

（2）施工单位

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1~2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。

9.1.3.2 运行期管理机构设置及职能

工程建成后由宜昌市黄柏河流域管理局统一管理，对工程进行科学的运行、调度和管理，对各项工程设施部署进行精心维护和维修，协调工程各项任务之间的矛盾，不断提高管理水平，充分发挥工程的社会效益。

人员编制情况各个水库内建筑管理由相关水库管理处自行负责管理，工程运行期设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处，管理处内部设两科（工程管理科，调度科）、两室（办公室、财务室）、三站（管理站），共计 55 人负责工程的建设与运行

管理。

宜昌市黄柏河流域管理局的任务和职责首先要确保工程区内的调水安全，协调工程各项任务之间的矛盾，开展多种经营，不断提高管理水平，充分发挥工程的社会效益和经济效益，其主要任务如下：

（1）贯彻执行国家的有关法律、法规、方针政策、上级主管部门的决定、指令及相关技术标准；

（2）对工程认真检查观测，及时分析研究，随时将工程动态报告上级部门，及时进行养护修理，消除工程缺陷，维护工程完整，确保工程安全运行；

（3）做好环境保护及水质检测，确保落实环保各项措施；

（4）因地制宜的利用水土资源，开展综合经营；

（5）配合有关部门制定管理区的绿化、水土保持和发展生产的规划；

（6）做好工程安全保卫工作；

（7）建立健全各项档案，积累资料，并进行分析整编工作；

（8）组织开展水利科技开发和成果的推广应用，职工技术培训等工作。

9.1.4 环境管理制度

1、分级管理制度

建立环境保护责任制，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，建设单位环境保护办公室负责定期检查，并将检查结果上报环境保护领导机构，对检查中所发现的问题通报监理部门，由监理部门督促施工单位整改。

2、监测与报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合

国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

3、“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

4、制定对突发事件的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位环保部门与地方环境保护行政主管部门接受调查处理。

9.2 环境监理

9.2.1 环境监理的目的

工程环境监理是在环境影响评价之后，对工程项目施工过程建立起一套完整的环境影响作出快速反应的程序、制度和管理体系。它是环境影响评价的延续，是保证环境影响评价结论在工程施工期得以贯彻实施的必要手段。环境监理的目的是监督施工单位和建设单位在项目施工期落实环境污染防治措施，以防治施工期的生态环境影响。一方面工程环境监理提供了一种机制来评价施工活动的环境影响；另一方面还能对处于施工压力下的环境提供预警。在制定工程环境监理计划的同时，应在有关项目建设的施工合同条款中订明活动实施细则以确保环境得到保护。

开展施工期工程环境监理的目标是：

- （1）防止或减缓施工活动对环境造成污染与破坏；
- （2）按设计文件要求落实施工计划与进度，保证工程质量，以确保建设项目的环境保护工程与主体工程同时运行。

9.2.2 环境监理的原则

从事工程建设环境监理活动，应当遵循守法、诚信、公正、科学的准则。

确立环境监理:是“第三方”的原则，应当将环境监理和业主的环境管理，政府部门

的环境监督执法严格区分开来，并为业主和政府部门的环境管理服务。

环境监理应纳入工程监理的管理体系，不能弱化环境监理的地位，监理工作中应理顺和协调好业主单位、施工单位、工程监理单位、环境监理单位、环境监测单位及政府环境行政主管部门等各方面的关系，为做好环境监理工作创造有利条件。

监理单位应根据工程特点，制定符合工程实际情况、规范化的监理制度，使监理工作有序展开。

9.2.3 机构设置与工作方式

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理部拟设专职监理人员 1 人~2 人，环境监理单位应具有相应的监理资质。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主，并随时检查各项环境监测数据，发现问题后，立即要求施工单位限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发施工单位。

9.2.4 工作范围及职责

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域。

工作范围：施工现场，生活营地，施工道路，临时堆土场及附属设施等以及上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域。

施工环境监理的主要职责为：

（1）依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查施工单位或环保措施实施单位对施工区环保措施的资金、实施进度、质量及效果。

（2）指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

（3）根据实际情况，就施工单位提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

（4）审查施工单位提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

（5）加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工

质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

（6）对施工单位施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.2.5 环境监理内容

1、环境监理要点

工程环境监理的要点内容见下表。

表 9.2-1 本工程环境监理内容要点一览表

阶段	监理内容要点
施工前期	（1）核查建设项目设计和施工过程中，项目的性质、规模及环保措施是否发生重大变动； （2）根据项目特点，审核施工工艺中“三废”的排放环节、主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物最终处置方法和去向应在工程前期按有关文件规定和处理要求，做好计划，并向环保主管部门申报后具体落实。 （3）审核施工承包合同中环境保护专项条款：施工承包单位必须遵循环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，减少施工期对环境污染的影响，同时对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核； （4）编制环境监理工作规划和实施细则，报业主审批。
施工期	施工时，监督施工过程中环境保护措施的落实，以及为项目营运配套的污染治理设施的“三同时”工作执行情况。 （1）检查工程水土保持措施是否达到设计规定的要求及其效果，重点监督施工弃土石方、淤泥到点倾倒，避免水土流失和景观破坏。 （2）监督检查施工过程排放中的大气污染物是否按有关法规、建设项目环境影响评价文件及批复进行妥善处理，对施工区的大气污染源（粉尘、废气）排放提出达标控制要求，使施工区及其影响区域达到规定的环境质量标准。 （3）监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规、建设项目环境影响评价文件及批复控制噪声污染，重点是对靠近敏感点的施工行为进行监理。 （4）监督检查施工场地生活污水和生活垃圾是否按规定进行妥善收集处置。 （5）监督检查固体废物的分类存储和处理工作，达到保持工程所在现场清洁整齐的要求；监督检查施工生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。 （6）监督检查施工现场道路是否畅通，排水系统是否处于良好使用状态。 （7）对施工期间以及完工后采取的生态保护和恢复措施进行监理。 （8）监督环评报告及其批复中所提出的营运期污染防治的各项治理工程和环保工程的工艺、设备、能力、规模、进度，按照设计文件的要求进行有效落实，确保项目“三同时”工作在各个阶段落实到位。 （9）根据环评报告的要求做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验工作，为环境保护监理提供必要的监测数据。 （10）参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。 （11）对施工人员做好环境保护方面的培训工作，培养大家爱护环境、防止污染的意识。
竣工后	工程竣工后，要监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况以及环保处理设施运行情况。 （1）监督竣工文件的编制。 （2）对项目环保设施组织初验。 （3）协助业主组织竣工验收。 （4）编制工程环境监理总结报告。 （5）整理环境监理竣工资料。

2、环境监理内容

本项目施工过程中，环境监理工作小组主要工作内容见下表。

表 9.2-2 施工期工程环境监理内容

事项	环境监理内容
水环境	(1) 清淤工程底泥堆场需采取防渗措施、防雨措施，以避免对土壤和地下水造成不利影响，避免堆场地表径流影响水质。 (2) 严格管理施工机械和车辆，严禁油料泄露和随意倾倒废油料，以免造成土壤和水环境污染。擦拭有油污的固体废弃物不得随地乱丢，应与废油渣一起集中填埋。严禁将污水、垃圾抛入周边水体。 (3) 检查项目清理作业区域生活污水、船舶含油废水收集、转运情况，严禁将污水直接排入水体。 (4) 施工人员生活污水排入防渗旱厕，定期清掏，外运堆肥。
噪声	(1) 合理安排施工时间。 (2) 定期监测噪声在敏感地区，如果超过噪音标准超过 3 分贝，设备及建设条件，应检查和缓解措施实施，以纠正这种情况。 (3) 合理布局施工现场：避免在同一地点安排大量动力机械设备，以避免局部声级过高。对位置相对固定的机械设备，能在棚内操作的尽量进入操作间。 (4) 在村镇路段实行交通管制措施，分别在距村镇 100m 的道路两侧设立警示牌，限制辆行驶速度不高于 20km/h，驶入敏感区域内禁止长时间鸣笛
固废	施工现场设临时垃圾堆放点，施工期产生的生活垃圾集中堆放并及时外运。
环境空气	(1) 施工现场应保持一定的湿度，堆放粉状物料的区域必须建立洒水清扫制度，由专人负责洒水和场地的清扫，并根据天气干燥程度调整洒水次数。 (2) 施工场地周边设有效整洁的施工围挡。 (3) 土方、砂石等物料在运输过程中要用苫布进行遮盖，严禁车辆超载导致沿途飘洒抛漏产生二次污染。 (4) 运输车辆和以燃油为动力的施工机械应使用合格燃料，严禁使用劣质燃油，同时合理布置运输车辆行驶路线，保证行使速度，减少怠速时间，以减少机动车尾气的排放。 (5) 加强对燃油机械设备的维护和保养，保持设备在正常良好的状态下工作。 (6) 定期进行空气质量监测，以确认是否符合有关排放和环境空气质量标准。
生态环境	(1) 施工单位在施工组织设计中合理布置施工总平面布置图，尽量减少施工临时占地面积。 (2) 施工临时占地在施工结束后应该及时清除建筑垃圾并平整，恢复植被。 (3) 为防止造成大面积水土流失，应按照《项目水土保持方案报告书》中提出的相关要求挡墙和截水沟，以防止径流进入水库并。 (4) 由于水体中有不少游禽、涉禽及两栖爬行类活动，所以要加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料。 (5) 为降低施工对水生生态的影响，施工过程应尽量减少砂石的散落。清淤应分段进行，有利于底栖动物的迁移。 (6) 后期工程设计过程中，应进一步对清淤深度、范围进行研究，应严格控制清淤深度，避免对底层淤泥中的底栖生物和沉水植物的根系造成严重影响，实施分段施工。

9.3 环境监测

9.3.1 环境监测目的

环境监测包括施工期和运营期两个阶段，其目的是为全面、及时掌握工程影响范围内各环境因子的污染动态，检查环境影响评价结果和环保措施的实施效果，了解项目建

设对所在地区的环境质量变化程度、影响范围及运营期的环境质量动态，以便及时发现环境问题并采取和调整相应的对策措施，减免工程不利影响，为工程建设环境管理及工程竣工验收提供科学依据。

9.3.2 施工期环境监测计划

9.3.2.1 水环境监测计划

（1）监测项目、点位、频率

监测项目、点位、频率见表 9.3-1。

（2）采样及分析方法

根据中华人民共和国《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）规定的方法进行水质监测和分析。

9.3-1 施工期水环境监测计划表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段	备注
施工期	地表水监测	隔河岩水库取水口、楠木溪水库	施工期，1 次/季	
		沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河、长岭河	每年 7 月、11 月各 1 次	
	污水水质监测	生活区生活污水处理系统末端（11 处）	施工期 18 个月，1 次/季度	
		含油废水处理系统末端（12 处）	施工期 18 个月，1 次/季度	

9.3.2.2 大气环境监测计划

（1）监测项目、点位、频率

监测项目：TSP、PM10。

监测布点：施工工区沿线敏感点。

监测频率：从工程开工至主体工程完工，冬季、夏季各监测 1 期，每期监测 7 天。

见表 9.3-2。

(2) 监测方法：根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）和《环境空气质量手工监测技术规范》（H/T194-2005）规定的方法进行环境空气质量的监测和分析。

表 9.3-2 施工期环境空气质量监测点及监测技术要求一览表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段	备注
施工期	施工工区居民点（进水口及 1#支洞、沿头溪倒虹吸、泉溪河暗涵、2#支洞、丹水河倒虹吸、3#支洞、4#支洞、出水口、支线出水口，共 10 处）	TSP、PM ₁₀	施工高峰期监测一次，每次连续监测 7 天	

9.3.2.3 声环境监测计划

(1) 监测项目、点位、频率

监测布点：施工工区沿线敏感点。

监测项目：A 声级及等效 A 声级 LAeq。

监测频率：从主体工程开工至完工，每季 1 天，昼夜间监测。

噪声监测点及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率详见表 9.3-3。

(2) 监测方法

按照《环境监测技术规范》（噪声部分）中规定方法执行。

表 9.3-3 施工期噪声监测点及监测技术要求一览表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段	备注
施工期	施工工区居民点（进水口及 1#支洞、沿头溪倒虹吸、泉溪河暗涵、2#支洞、丹水河倒虹吸、3#支洞、4#支洞、出水口、支线出水口，共 10 处）	等效 A 声级	施工期每季度 1 次，1 天，昼间、夜间连续监测	

9.3.3 营运期环境监测计划

9.3.3.1 水环境监测计划

(1) 监测项目、点位、频率

监测项目、点位、频率见表 9.3-4。

(2) 采样及分析方法

根据中华人民共和国《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）规定的方法进行水质监测和分析。

9.3-4 营运期水环境监测计划表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段	备注
施工期	地表水监测	隔河岩水库取水口、楠木溪水库取水口	水温、pH、溶解氧、高锰酸钾指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、袖类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰	施工期，1次/季
		沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河、长岭河	水温、pH、溶解氧、高锰酸钾指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮	每年7月、11月各1次

9.3.3.2 声环境监测计划

（1）监测项目、点位、频率

监测布点：3处提水泵站。

监测项目：A声级及等效A声级 LAeq。

监测频率：从主体工程开工至完工，每季1天，昼夜间监测。

噪声监测点及监测项目、监测周期、监测时段和监测频率详见表9.3-5。

（2）监测方法

按照《环境监测技术规范》（噪声部分）中规定方法执行。

表 9.3-5 营运期噪声监测点及监测技术要求一览表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段	备注
运营期	取水口泵站	等效 A 声级	施工期每年度1次，2天，昼间、夜间连续监测	

9.4 环保“三同时”管理

“三同时”验收制度是我国环境管理的基本制度之一，是指“新建、改建、扩建项目中的环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”。

本项目各项工程内容作为水质改善和生态恢复的有机组成部分，均应作为“三同时”验收的重要内容，同时，对于各项环境保护措施及设施，也是“三同时”验收的主

要目标。本项目环境保护“三同时”验收内容汇总于下表。

表 9.4-1 竣工环境保护验收调查内容一览表

类别	验收项目		验收主要内容	验收因子	验收要求
生态环境	弃渣场		设置13个弃渣场，弃渣场总容量14.1万m ³ ，弃渣场不在饮用水源保护区范围，堆场设置挡墙、截排水沟，弃渣结束后覆土、绿化恢复		沿线生态环境未遭受严重破坏，且逐渐恢复
	施工场地		施工结束后，清理场地，覆表层种植土恢复耕地或林地		
	施工便道		对于临时道路施工后及时铲除新修便道硬壳，覆表层种植土全部恢复耕地，稀疏草地恢复植被；对于移交给地方作为乡村公路的检查相关移交手续		
	动植物资源		在施工作业带范围施工，在划定区域堆放施工物料；生态修复工程使用本地物种，隧洞施工未对洞顶植被、动物造成影响		
水环境	施工期	生活废水	依托周边民房已有设施处理或新建化粪池，生活污水经处理达标后用于农灌，不外排	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、动植物油	周边水体水质未因项目建设造成污染
		生产废水	单个施工区生产废水处理能力不低于5 m ³ /d，施工生产废水经隔油池、沉淀池处理后回用；隧道施工废水沉淀池处理能力不低于10 m ³ /d，废水经沉淀处理后用于洒水抑尘；隔油池、沉淀池均采用防渗处理；基坑废水采用自然沉降处理，必要时投加絮凝剂，上清液回用或排至河道下游	SS、石油类	
	营运期	生活废水	工程管理处新建 4m ³ 化粪池，管理人员生活污水经化粪池处理后，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达标后排放	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N、动植物油	
大气环境	施工期	施工扬尘	砂石土料等易扬尘物质采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡；对砂浆拌和、卸料等产生点增设简易防尘设施，如工作棚、挡尘板、喷水设施等防止扬尘；施工地面硬化并采取洒水降尘；施工工地围挡不低于2m	颗粒物	未因项目建设造成区域环境空气污染
		燃油废气	采用先进施工机械并加强维护，防止汽油和柴油事故性泄露；使用清洁能源，严禁燃煤和焚烧垃圾	CO、NO _x 、THC	
		隧道施工废气	隧道施工采取洒水降尘措施，严格控制炸药装填量	颗粒物、CO	
	营运期	食堂废气	工程管理处食堂油烟废气，经过油烟净化器处理达标后高空排放		《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）
声环境	施工噪声		对施工区设置围挡降噪；采用低噪声施工机械，合理安排施工时间；控制炸药装填量，严禁夜间爆破；对空压机、水泵等产噪设备采取基础减振、隔声罩隔声措施	Leq（A）	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
	营运期噪声		在泵站周围进行植树绿化，形成植物屏障。选择噪声值符合国家环境保护标准的水泵，加强水泵的维护和保养工作，应定期对其进行保养，保证良好的运行状况。	Leq（A）	《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类要求
固体废物	弃方		废弃土石方运至指定弃渣场处理		按要求处置，不对周边环境造成污染
	生活垃圾		生活垃圾定点收集，定期运至最近的垃圾收集站处理		
	废油		其他固体废物：废油、食堂废油脂等交由有处理资质单位处理		

10 政策与规划符合性

10.1 产业政策符合性分析

10.1.1 产业政策相符性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“二、水利”的“2、跨流域调水工程”。

2020 年 8 月，宜昌市发展和改革委员会以宜发改委审批[2020]175 号对《湖北宜昌清江水系连通及生态修复工程可行性研究报告》进行了批复。

综上，本项目符合国家相关产业政策。

10.1.2 与《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》相符性

《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》中“三、水源地保护区环境管理规定”“（一）在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。（二）禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。（三）禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。（四）禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。”

本项目工程引水主线受水区为楠木溪水库，5#引水隧洞、4#支洞以及出水口工程位于楠木溪水库饮用水源二级保护区范围内。本项目为引水工程，工程建成运营后不会排放污染物，符合《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》相关要求。

10.1.3 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》

《水产种质资源保护区管理暂行办法》“第三章 水产种质资源保护区管理”中“第

二十条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。”、“第

二十一条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。”

根据长阳土家族自治县自然资源和规划局出具的《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程相关审批事项的函》（长自然资源函[2020]33号），“该工程不涉及穿越清江长阳白甲鱼国家级水产种质资源保护区。”根据本项目工程设计方案，本项目建成后取水口位置位于长阳清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区实验区上游，本项目进水口形式采用竖井式，以预留岩梗的方式减少涉水工程，取水口施工仅在最后围堰拆除清渣阶段对保护区水质及白甲鱼生境存在暂时的影响。

本项目为引水工程，工程建成运营后不会排放污染物。综上所述，本项目建设符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》相关要求。

10.1.4 与《湖北省风景名胜区管理办法》相符性

《湖北省风景名胜区管理办法》“第四章 保护”中“第二十三条 禁止任何单位和个人在风景名胜区内从事下列活动：开山取石、挖沙掘土；砍伐古树名木、风景林木，攀折花木，毁林垦荒；捕猎、惊扰野生动物；排泄、排放污染环境的废水、废气、废渣、噪音；等其他可能危害风景名胜资源的活动”。

本项目为引水工程，涉及穿越长阳清江省级风景名胜区。本项目建成后不会产生任何对风景名胜区有影响的废水、废气、废渣、噪声等，仅在项目施工期对环境产生一定影响，但影响时间是暂时的。根据长阳土家族自治县自然资源和规划局出具的《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程相关审批事项的函》（长自然资源函[2020]33号），“该工程取水口段涉及穿越清江风景名胜区，穿越区域属于自然保护地一般控制区，根据相关文件，该工程属允许建设的线性工程。”因此，本项目建设在施工期采取相应环境保护措施，建成后对施工场地进行生态恢复的前提下，符合《湖北省风景名胜区管理办法》相关要求。

10.1.5 与《国家级森林公园管理办法》相符性

《国家级森林公园管理办法》“第十三条 国家级森林公园内的建设项目应当符合

总体规划的要求，其选址、规模、风格和色彩等应当与周边景观与环境相协调，相应的废水、废物处理和防火设施应当同时设计、同时施工、同时使用。在国家级森林公园内进行建设活动的，应当采取措施保护景观和环境；施工结束后，应当及时整理场地，美化绿化环境。”

本项目为引水工程，取水口及 1#隧洞工程涉及穿越长阳清江国家森林公园。根据长阳土家族自治县自然资源和规划局出具的《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程相关审批事项的函》（长自然资源函[2020]33 号），“该工程取水口段涉及穿越清江国家森林公园，穿越区域属于自然保护地一般控制区，根据相关文件，该工程属允许建设的线性工程。”因此，本项目建设在采取相应环境保护措施，施工结束后对施工场地进行生态修复的基础上，符合《国家级森林公园管理办法》相关要求。

10.1.6 与《地质遗迹保护管理规定》相符性

《地质遗迹保护管理规定》“第四章 地质遗迹保护区的管理”中“第十七条 任何单位和个人不得在保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧、砍伐以及其它对保护对象有损害的活动。未经管理机构批准，不得在保护区范围内采集标本和化石。”、“第十八条 不得在保护区内修建与地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施；对已建成并可能对地质遗迹造成污染或破坏的设施，应限期治理或停业外迁。”

本项目为引水工程，取水口及 1#隧洞工程涉及穿越长阳清江国家地质公园。根据本项目工程设计方案，本项目建设涉及地质公园范围约 880m，根据现场踏勘该区域内无地质遗迹，本项目建成后不会对该区域内地质遗迹造成污染。根据长阳土家族自治县自然资源和规划局出具的《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程相关审批事项的函》（长自然资源函[2020]33 号），“该工程取水口段涉及穿越清江国家地质公园，穿越区域属于自然保护地一般控制区，根据相关文件，该工程属允许建设的线性工程。”因此，本项目建设在采取相应环境保护措施，施工结束后对施工场地进行生态修复的基础上，符合《地质遗迹保护管理规定》相关要求。

10.1.7 与《湖北省生态公益林管理办法》相符性

湖北省林业厅办公室 2013 年 4 月 18 日印发《湖北省生态公益林管理办法》，“第十七条严禁在生态公益林林地开垦、采石、采沙、取土，严格控制勘查、开采矿藏和工程建设占用征用生态公益林林地。除国务院有关部门、省政府及其他原因批准的重大建设项目外，不得征占用一级国家级公益林林地。”

根据宜昌市林业和园林局《关于清江水系连通及生态修复工程、宜昌江北城区两河六库连通工程预审意见的函》（2020 年 7 月 17 日），“经比对林业相关数据库，清江水系连通及生态修复工程用地红线范围拟使用林地涉及天然林（公益林），不涉及 I 级保护林地等禁止占用范围”。

本项目为《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划(2019 年-2021 年)》试点项目，属于引水及生态修复工程，涉及长阳重要生态公益林施工为地下隧道穿越，隧道埋深一般大于 50m，对地面植被影响较小，项目占地、施工生活区设置均不压占公益林，因此本项目建设符合《湖北省生态公益林管理办法》相关要求。

10.1.8 与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相符性

为贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，加强饮用水水源保护区的污染防治和管理工作，促进经济建设与环境保护协调发展，保障城乡人民身体健康，国家环保局、卫生部、建设部、水利部、地矿部颁发《饮用水水源保护区污染防治管理规定（1989 年发布，2010 年修正）》，第十二条 饮用水地表水源各级保护区及准保护区内必须分别遵守下列规定：

（1）一级保护区内

禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；

禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除；

不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶；

禁止堆置和存放工业废渣、城市垃圾、粪便和其他废弃物；

禁止设置油库；

禁止从事种植、放养禽畜和网箱养殖活动；

禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。

（2）二级保护区内

禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；

原有排污口依法拆除或者关闭；

禁止设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒物品的码头。

（3）准保护区内

禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。

本工程 5#隧洞工程、4#支洞工程及出水口工程位于楠木溪水源地二级保护区内，项目属于河湖引水及整治工程，为生态修复项目，不属于对水体污染严重的建设项目，与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相符。

10.1.9 与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》相符性分析

根据生态环境部办公厅 2016 年 12 月 24 日发布的《关于印发水泥制造等七个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评[2016]114 号），本工程属于规定中的引调水工程，经复核，本工程符合《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》的要求，具体情况见表 10.2-3。

表 10.2-3 工程与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》

符合性分析表

审批原则	符合性分析
第一条 本原则适用于引调水工程环境影响评价文件的审批，其他供水工程及灌溉工程等可参照执行。引调水工程一般由取水枢纽、输水建筑物、控制建筑物、交叉建筑物、调蓄水库以及末端配套工程等组成，空间上一般分为调出区、输水线路区和受水区。	符合。本工程为引调水工程。
第二条 项目符合资源与环境保护相关法律法规和政策，与主体功能区规划、生态功能区划等相协调，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足流域综合规划、水资源综合规划、水资源开发利用（含供水）规划、工程规划、流域水污染防治规划、流域生态保护规划等相关规划、规划环评及审查意见要求。项目符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水（环境）功能区限制纳污控制等相协调。充	符合。本工程符合资源与环境保护相关法律法规和政策，与《宜昌市城市总体规划（2011-2030）》、《宜昌市水利实业发展“十三五”规划》、《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2021 年）》等相符，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足清江流域综合规划、水资源综合规划、水资源开发利用（含供水）规划、工程规划、流域水污染防治规划、流域生态保护规划等相关规划、规划环评及审查意见要

审批原则	符合性分析
分考虑调出区经济社会发展和生态环境用水需求，调水量不得超出调出区水资源利用上限，受水区水资源配置与区域水资源水环境承载能力相适应。	求 项目符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水（环境）功能区限制纳污控制等相协调。已充分考虑调出区经济社会发展和生态环境用水需求，调水量未超出调出区水资源利用上限，受水区水资源配置与区域水资源水环境承载能力相适应。
第三条 工程选址选线、施工布置和水库淹没原则上不得占用自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区内法律法规禁止占用的区域和已明确作为栖息地保护区域，并与饮用水水源保护区的有关保护要求相协调。	符合。工程选线经过清江风景名胜区、清江国家森林公园、清江国家地质公园、生态保护红线，本项目工程建设多为隧道施工，少部分涉及地面工程，在实施本环评提出的措施后对以上敏感区影响可接受；项目引水主线末端位于楠木溪水库饮用水源二级保护区，工程建设符合其有关保护要求。
第四条 项目调水和水库调蓄造成调出区取水枢纽下游水量减少和水文情势改变且带来不利影响的，在统筹考虑满足下游河道水生生态、水环境、景观、湿地等生态环境用水及生产、生活用水需求的基础上，提出了调水总量和过程控制、输水线路或末端调蓄能力保障、生态流量泄放、生态（联合）调度等措施，明确了生态流量泄放和在线监测设施以及管理措施等内容。针对水库下泄或调出低温水、泄洪造成的气体过饱和等导致的不利生态环境影响，提出了分层取水、优化泄洪形式或调度方式、管理等措施。根据水质管理目标要求，提出了水源区污染源治理、库底环境清理、污水处理等水质保障措施；兼顾城乡生活供水任务的，还提出了划定饮用水水源保护区、设置隔离防护带等措施。	符合。本项目取水口位于隔河岩水库，多年平均净流量 127 亿 m^3 ，本项目多年平均引水量 0.96 亿 m^3 ，本项目建设不会对隔河岩水库水文情势带来影响；本项目建设目的为改善点军区 6 条河流生态用水问题，不会对受水区域水文情势产生不利影响；项目引水主线末端位于楠木溪水库饮用水二级保护区，符合其有关保护要求，施工期在落实相关环保设施后对取水口水质影响较小。
第五条 根据输水线路水环境保护需求，提出了划定饮用水水源保护区、源头治理、截污导流、河道清淤或建设隔离带等措施，保障输水水质达标。输水河湖具有航运、旅游等其他功能且可能对水质安全带来不利影响的，提出了不得影响输水水质的港口码头选址建设要求、制定限制或禁止运输的货物种类目录、船舶污染防治等水污染防治措施。	符合。项目引水主线末端位于楠木溪水库饮用水二级保护区，符合其有关保护要求，施工期在落实相关环保设施后对取水口水质影响较小；项目输水方式为隧洞，部分为管道，能够保障输水水质达标。
第六条 受水区水污染治理以改善水环境质量为目标，遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，并有经相关地方人民政府认可的水污染防治相关规划作为支撑。	符合。经论证分析，本项目取水区为Ⅱ类水体，受水区为楠木溪水库Ⅱ类水体、长岭河Ⅳ类水体，由Ⅱ类水体输向次等水体，加大受水区流量，改善了受水区水质。
第七条 项目建设可能造成水库和输水沿线周边地下水位变化，引起土壤潜育化、沼泽化、盐碱化、沙化或植被退化演替等次生生态影响的，提出了封堵、导排、防护等针对性措施。	符合。项目建设不会造成水库和输水沿线周边地下水位变化。
第八条 项目对鱼类等水生生物的生境、物种多样性及资源量等造成不利影响的，提出了优化工程设计及调度、栖息地保护、水生生物通道恢复、增殖放流、拦鱼等措施。栖息地保护措施包括干（支）流生境保留、生境修复（或重建）等，采用生境保留的应明确河段范围及保护措施。水生生物通道恢复措施包括鱼道、升鱼机、集运鱼系统等，在必要的水工模型试验基础上，明确了过鱼对象、主要参数、运行要求等，且满足可研阶段设计深度要求。鱼类增殖放流措施应明确增殖站地点、增殖放流对象、放流规模、放流地点等。	符合。本项目引水线路交叉河流为半自然型河流，水面施工工程量小，并选择在河流枯水期进行主要涉水施工作业，对水生生物的生境、物种多样性及资源量等影响较小；取水口工程位于隔河岩水库，位于长阳清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区实验区上游，施工期采用预留岩梗的施工方式、安装拦鱼栅、调整施工时间等方式优化施工设计，最大程度上减少工程建设对白甲鱼的影响；项目建成后，取水口工程不会对白甲鱼的生境、洄游、产卵等活动产生影响。
第九条 项目对珍稀濒危和重点保护野生动、植物及其生境造成影响的，提出了优化工程布置和调度运行方案、合理安排工期、应急救护、建设或保留动物通道、移栽、就地保护或再造类似生境等避让、减缓和补偿措施。项目涉及风景名胜等环境敏感区并对景观产生影响的，提出了工程方案优化、景观塑造等措施。	符合。项目施工涉及长阳清江风景名胜区、长阳清江国家森林公园、长阳清江国家地质公园，引水方式采取隧洞模式，尽量减少地面施工对重点生态敏感区产生影响；主体工程施工完成后，将对施工过程中对山体的开挖部分进行生态恢复，避免水土流失，减少景观生态的破坏。

审批原则	符合性分析
第十条 项目施工组织方案具有环境合理性，对料场、弃土（渣）场等施工场地提出了水土流失防治和施工迹地生态恢复等措施。根据环境保护相关标准和要求，对施工期各类废（污）水、废气、噪声、固体废物等提出防治或处置措施。	符合。工程制定了水土保持措施和工地生态恢复措施；施工期废（污）水、废气、噪声、固体废物等均得到有效处置或防治
第十一条 项目移民安置涉及的农业土地开垦、移民安置区建设、企业迁建、专业项目改扩建工程等，其建设方式和选址具有环境合理性，对环境造成不利影响的，提出了生态保护、污水处理与垃圾处置等措施。针对城（集）镇迁建及配套的重大环保基础设施建设、重要交通和水利工程改扩建、污染型企业迁建等重大移民安置专项工程，依法提出了单独开展环境影响评价要求。	符合。项目涉及6户移民安置，均选择本村本组就近后靠的安置方式，废水处理与垃圾处置等措施均可利用原有，不会对环境产生不利影响
第十二条 项目存在水污染、富营养化或外来物种入侵等环境风险的，提出了针对性风险防范措施和环境应急预案编制、与地方人民政府及其相关部门和受影响单位建立应急联动机制的要求。	符合。项目取水口位于隔河岩水库，水体现状水质为Ⅱ类，受水区楠木溪水库现状水质为Ⅱ类，长岭河为Ⅳ类水体，由Ⅱ类水体输向次等水体，不存在水体污染的情况，反而能在一定程度上改善了受水区水质。
第十三条 改扩建项目应在全面梳理与项目有关的现有工程环境问题基础上，提出了“以新带老”措施。	符合。本项目为新建项目
第十四条 按相关导则及规定要求，制定了水环境、生态、土壤、大气、噪声等环境监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果开展环境影响后评价或优化环境保护措施的要求。根据规定和相关要求，提出了环境保护设计、环境监理、开展科学研究等环境管理要求和相关保障措施	符合。按相关导则及规定要求，制定了水环境、生态、土壤、大气、噪声等环境监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果开展环境影响后评价或优化环境保护措施的要求。根据规定和相关要求，提出了环境保护设计、环境监理、开展科学研究等环境管理要求和相关保障措施
第十五条 对环境保护措施进行了深入论证，具有明确的责任主体、投资、时间节点和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	符合。已对环境保护措施进行了深入论证，项目具有明确的责任主体、投资、时间节点和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。
第十六条 按相关规定开展了信息公开和公众参与。	符合。已按相关规定开展了信息公开和公众参与
第十七条 环境影响评价文件编制规范，符合资质管理规范和环评技术标准要求。	符合。环境影响评价文件编制规范，符合资质管理规范和环评技术标准要求

10.2 规划相符性分析

10.2.1 与湖北省生态保护红线相符性

根据宜昌市生态环境局《关于征求宜昌江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程路线方案意见的复函》，本项目工程部分涉及湖北省生态保护红线。

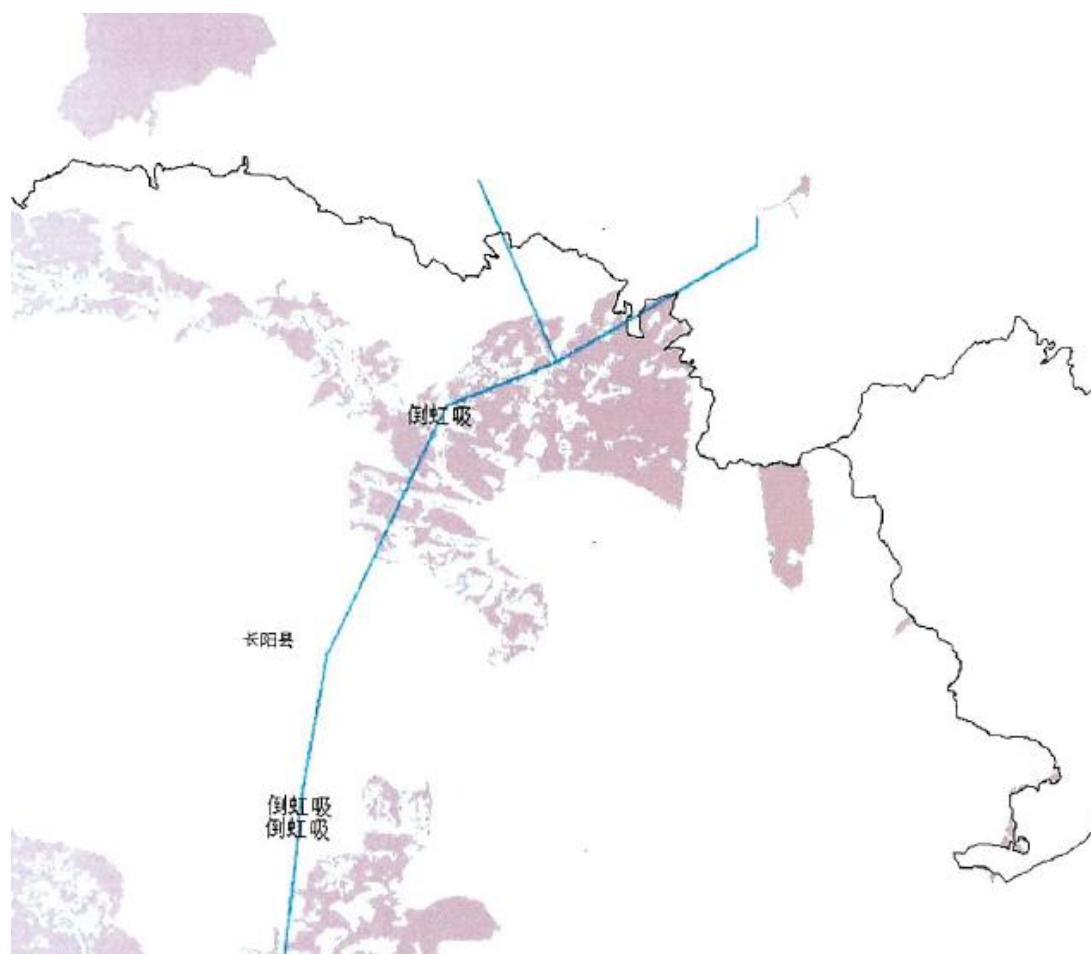


图 10.2-1 本项目与湖北省生态保护红线区位置关系图

1、“第十三条 生态保护红线区划分为一类管控区和二类管控区。一类管控区范围应当包括省级（含）以上自然保护区的核心区和缓冲区、省级（含）以上风景名胜区的核心景区、饮用水水源保护区的一级保护区、省级（含）以上地质公园的一级保护区、省级（含）以上森林公园的保育区、省级（含）以上湿地公园的保育区、国家一级生态公益林、国家级水产种质资源保护区的核心区、农业野生植物资源原生境保护区（点）的核心区等。未纳入一类管控区的生态保护红线区为二类管控区。”

本项目工程建设涉及长阳清江风景名胜区风景游览区、清江国家森林公园清江画廊风景区核心景观区、清江国家地质公园武落钟离山片区、长阳重要生态公益林、楠木溪饮用水源二级保护区、点军联棚-艾家水源涵养土壤保持功能重要区、长阳土壤保持功能重要区，属于二类管控区。

2、“第十四条 一类管控区内，按照各类区域要求，除必要的科学实验、教学研究以及现有法律法规允许的民生工程外，禁止任何形式的开发建设活动，不得发放排污许

可证。二类管控区内，实行准入负面清单制度，根据生态保护红线区主导生态功能维护需求，制定禁止性和限制性开发建设活动清单。对于水源涵养重要区、土壤保持重要区、水土流失敏感区、石漠化敏感区、饮用水水源保护区、省级（含）以上自然保护区、省级（含）以上地质公园（包括重要古生物化石产地）、省级（含）以上风景名胜区、重要水域保护地、国家级水产种质资源保护区、农业野生植物资源原生境保护区（点）、省级（含）以上森林公园、省级（含）以上湿地公园、省级自然保护区、I级保护林地、国家一级生态公益林等生态保护红线各类型要素区域，应当遵守现有法律法规，加强保护和管理。”

根据长阳土家族自治县自然资源和规划局《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程项目用地预审和规划选址初审意见的报告》（2020年9月15日），“项目涉及穿越区均属于自然保护地一般控制区，根据相关文件，该工程属允许建设的线性工程”。

根据宜昌市林业和园林局《关于清江水系连通及生态修复工程、宜昌江北城区两河六库连通工程预审意见的函》（2020年7月17日），“经比对林业相关数据库，清江水系连通及生态修复工程用地红线范围拟使用林地涉及天然林（公益林），不涉及I级保护林地等禁止占用范围”。

本项目为引水工程，属于《生态功能控制区非法定自然保护地环境准入清单》内的“5 重大基础设施建设 引水工程”，属于生态控制区内允许建设的项目。

本项目涉及楠木溪水库饮用水源二级保护区工程建成运营后不会排放污染物，符合《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》相关要求。

综上所述，本项目建设符合《湖北省生态保护红线管理办法（实行）》相关管理要求。

10.2.2 与《宜昌市环境总体规划（2013-2030年）》相符性

本项目为线性工程，根据《宜昌市环境总体规划（2013-2030年）》，本项目建设区域位于生态功能红线区、生态功能黄线区、水环境质量红线区、水环境质量黄线区、水环境质量绿线区、大气环境质量红线区、大气环境质量黄线区。

1、生态功能红线

（1）生态功能红线区

①实施生态保护，禁止大规模的城镇建设、工业开发、矿产资源开发和新建引水式电站等高强度开发和改变区域原生状况的活动；

②自然保护区、森林公园、风景名胜区、地质公园、永久性保护绿地、生态公益林、湿地公园等法定保护区，按照相关保护管理法律和规章制度，实施严格管理，加强生态保护与恢复，禁止影响生态保护的建设和行为；

③珍稀物种分布区禁止采砂取土等开发活动，维持珍稀物种生境原生自然状况；

④蓄滞洪区根据相关规定，在不影响蓄滞洪能力的前提下，适度发展农业和旅游业，限制大规模的城镇和基础设施建设；

⑤其他生态极重要、极敏感、脆弱区，禁止新建、扩建工业项目，禁止新建露天采矿等生态破坏严重的项目，禁止新建规模化畜禽养殖场。现有工业企业、矿山开发、规模化畜禽养殖场要逐步减少规模，降低污染物排放量，逐步退出，场地实施生态恢复。

（2）生态功能黄线区

生态功能黄线区内应坚持“点状开发、面上保护”，限制大规模高强度工业化城镇化开发，必要的小城镇建设和特色产业发展需要加强开发内容、方式及开发强度控制，实行更加严格的环境准入，限制矿产资源开发，加强生态治理和修复，提高生态服务功能。

本项目类型为引水工程，作业过程中将落实生态环境保护各项法规和标准要求，工程施工中不涉及等高强度开发，项目的建设可明显改善河湖生态环境。因此，项目实施符合生态功能红线相关要求。

2、水环境质量红线

（1）水环境质量红线区

①对水环境资源实行最严格的保护，控制单元所在流域水污染物实行总量减排，现有工业废水排放口应限期关闭，禁止新建排污口；

②禁止排放船舶废水；

③大力发展生态绿色农业，开展农业面源污染物减排，禁止建设规模化畜禽养殖场；

④禁止开展网箱养殖、投肥（粪）养殖；

⑤开展污水中水回用，实行用水梯级循环；

⑥禁止矿山开采等水生态环境破坏严重的项目；⑦集中式饮用水水源一级保护区禁止新（改、扩）建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，责令拆除或关闭；集中式饮用水水源地二级保护区内禁止新（改、扩）建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，责令拆除或者关闭，禁止从事游泳、垂钓或其他可能污染水体的活动。

（2）水环境质量黄线

水环境质量黄线区应合理利用水环境承载力，谨慎开发，严格监控；严格执行相应行业规范、标准要求，确保环境质量不恶化，逐步恢复生态功能。严格控制污染物排放总量。重点整治规模化畜禽养殖场和养殖小区。严格限制可能造成严重水体污染和生态破坏的矿产资源开发。

（3）该区域在满足产业准入、总量控制、排放标准等管理制度要求的前提下可集约发展。

项目引水主线尾端位于楠木溪水库饮用水源二级保护区，本项目不属于排放污染物的建设项目；施工过程落实各项环保措施，不会对楠木溪水库取水口及其他涉及的河流产生影响。因此，项目实施符合水质量红线管控要求。

3、大气质量红线

（1）大气环境质量红线区

①禁止新（改、扩）建除热电联产以外的煤电、建材、焦化、有色、石化、化工等行业中的高污染项目；禁止新建涉及有毒有害气体排放的化工项目；新（改、扩）建其它项目实行大气污染物倍量削减，即：按照建设项目污染物排放量的2倍实行区域总量削减替代。

②市级及以上自然保护区、重要的风景名胜区、森林公园：禁止建设排放大气污染物的工业项目，现有工业大气排放源（燃煤锅炉、工业炉窑等）应责令关停；禁止使用煤、重油、油渣等污染重的燃料；禁止秸秆散烧；禁止焚烧生活垃圾、建筑垃圾、环卫

清扫物等废弃物；加强餐饮业燃料烟气及餐饮油烟防治，鼓励餐饮业及居民生活能源使用天然气、液化石油气、生物酒精等洁净能源。

③宜昌市中心城区及各县（市）区中心集镇：禁止新建排放大气污染物的工业项目，禁止新增工业大气污染物；现有产生大气污染物的工业企业应持续开展节能减排，大气污染严重的工业企业应责令关停或逐步迁出；划定“禁煤区”，禁止燃煤、重油、油渣等燃料；禁止焚烧生活垃圾、建筑垃圾、环卫清扫物等废弃物；加强餐饮业燃料烟气及油烟防治，使用天然气、液化石油气、生物酒精等洁净能源；实施机动车污染防治计划；实施城市扬尘污染防治方案；倡导低碳生活方式，不断降低人均燃气污染物排放量。

（2）大气环境质量黄线区

①环境空气质量现状超标区：实施超标区域及源头区域（对红线区造成严重污染的区域）污染物总量减排计划，大气污染严重的工业企业应实施关停，淘汰过剩产能及“两高一资”产业。对环境空气中浓度超标的污染物，禁止新建排放该类废气污染物的工业项目，禁止新增该类废气污染物。

②环境空气质量现状达标区：控制工业园及城镇发展规模；新（改、扩）建的工业项目应采用先进的生产工艺及废气污染物治理技术，污染物排放应符合大气污染物总量控制及达标排放要求；淘汰过剩产能及“两高一资”产业；严格控制区域内火电、石化、化工、冶金、钢铁、建材等高耗能行业产能规模、大气污染物排放总量及单位 GDP 煤耗。

本项目类型为引水工程，不属于工业项目，不会新增工业大气污染物排放；项目建设区域位于环境空气质量现状达标区，工程建设涉及长阳清江风景名胜区、清江国家森林公园，项目施工过程中机械使用电能、柴油作为燃料，不使用燃煤、重油、油渣等燃料；项目作业过程中将严格执行《大气污染防治法》、《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）、《省人民政府关于贯彻落实国务院大气污染防治行动计划的实施意见》（鄂政发〔2014〕6号）、《宜昌市大气污染防治行动计划》、《宜昌市城市环境空气质量达标规划（2014-2022）》、《宜昌市扬尘污染防治条例》等相关规范、标准要求，严格控制施工期废气污染。因此，项目实施符合大气环境质量

红线相关要求。

10.2.3 与《宜昌市中心城区环境控制性详细规划（2018-2030 年）》相符性

本项目为线性工程，根据《宜昌市中心城区环境控制性详细规划（2018-2030 年）》，本项目位于点军区范围内的建设区域位于生态功能控制线（不属于省生态保护红线）、水环境质量红线区、水环境质量绿线区、大气环境质量红线区。

1、生态功能控制线

生态功能控制区（生态功能控制线划定的范围）原则上禁止大规模城镇建设、工业项目、矿产资源开发、新建引水式电站、房地产开发、规模化养殖场和其它破坏区域自然生态环境的开发建设活动。自然保护区、风景名胜区、集中式饮用水水源保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、生态公益林、永久性保护绿地山体和水体等法定自然保护区按照法律法规及主管部门发布的管理制度和保护性规划进行管理；其它生态功能控制区（包括：水源涵养功能重要区、水土流失极敏感区、土壤保持功能重要区等）执行环境准入清单制度。

生态功能控制区非法定自然保护区环境准入清单

序号	类别	允许开发建设项目
5	重大基础建设	公路建设
		铁路及铁路枢纽
		港口、码头工程
		机场建设
		城市轨道交通工程
		桥梁、隧道工程
		仓储物流（禁止建设危化品仓储、危险废物储存项目）
		地下管廊工程
		防洪工程、农田灌溉和排水工程、蓄水及引水工程

本项目工程建设涉及长阳清江风景名胜区风景游览区、清江国家森林公园清江画廊风景区核心景观区、清江国家地质公园武落钟离山片区、长阳重要生态公益林、楠木溪饮用水源二级保护区、点军联棚-艾家水源涵养土壤保持功能重要区、长阳土壤保持功能重要区。

根据长阳土家族自治县自然资源和规划局《关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程项目用地预审和规划选址初审意见的报告》（2020年9月15日），“项目涉及穿越区均属于自然保护区一般控制区，根据相关文件，该工程属允许建设的线性工程”。

根据宜昌市林业和园林局《关于清江水系连通及生态修复工程、宜昌江北城区两河六库连通工程预审意见的函》（2020年7月17日），“经比对林业相关数据库，清江水系连通及生态修复工程用地红线范围拟使用林地涉及天然林（公益林），不涉及Ⅰ级保护林地等禁止占用范围”。

本项目为引水工程，属于《生态功能控制区非法定自然保护区环境准入清单》内的“5 重大基础设施建设 引水工程”，属于生态控制区内允许建设的项目。

本项目涉及楠木溪水库饮用水源二级保护区工程建成运营后不会排放污染物，符合《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》相关要求。

综上所述，本项目符合生态控制区相关要求。

2、水环境质量红线区

①对水生态环境实行最严格的保护，水环境控制单元所在流域水污染物实行总量减排，全面从严管控排污口及污水排放。

②禁止新建排污口，现有工业企业、矿山、服务业废水排放口限期关闭；现有生活污水集中处理设施排放口污染物排放浓度应达到一级A标准，并通过人工湿地等自然生态净化系统进一步处理后回用于农业灌溉用水、绿化、生活杂用水等，确保对饮用水水源地水质无不利影响。

③禁止排放施工废水、船舶废水、养殖业废水、服务业废水、温排水；禁止倾倒生活垃圾、畜禽粪便、固体废物及农业废弃物等污染物。

④人口集中区初期雨水经收集、处理达到中水标准后就地回用，确需排放的须进一步采取自然生态净化措施处理后排放，确保对地表水环境无不利影响。

⑤大力发展生态绿色农业，推广农业节水，实施农村地区用水梯级循环；严格控制化肥及农药施用强度，实施科学种植和农业面源污染防治；落实禁养区关停搬迁的要求，禁止建设规模化畜禽养殖场，严格控制畜禽养殖农户散养规模（户均生猪年存栏量不得

超过5头，其他养殖品种以折算当量为准）；禁止网箱养殖、投肥（粪）养殖。

⑥禁止在河流、水库水域外围第一重山脊线内开展露天采矿，以上区域内现有露天采矿项目限期关闭；露天矿山雨水经收集治理后就地回用。

⑦集中式饮用水水源保护区内全面落实雨污分流，禁止生活污水通过雨水管渠排放；原住民生活污水和垃圾必须收集处理，禁止排入保护区内水体；饮用水水源保护区内禁止建设餐饮、娱乐、宾馆酒店，现有设施应拆除或关闭；穿越饮用水水源保护区的船只，应配备防止污染物散落、溢流、渗漏设备。

⑧集中式饮用水水源一级保护区禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，责令拆除或关闭。集中式饮用水水源二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，已建成的排放污染物的建设项目，责令拆除或者关闭，禁止从事游泳、垂钓或其他可能污染水体的活动；旅游码头和航运、海事等管理部门工作码头的污水、垃圾应统一收集至保护区外处理排放；乡级及以下道路和景观步行道应做好与饮用水水体的隔离防护，避免人类活动对水质的影响；县级及以上公路、道路、铁路、桥梁等应严格限制有毒有害物质和危险化学品的运输，开展视频监控，跨越或与水体并行的路桥两侧建设防撞栏、桥面径流收集系统等事故应急防护工程设施。

本项目为引水工程，工程建成运营后不会排放污染物，工程建设期将采取相应的水环境保护措施，符合《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》中二级保护区建设要求。因此，本项目建设符合水环境质量红线区要求。

3、大气环境质量红线区

①大气环境质量红线区内大气环境功能一类区执行环境空气质量一级标准，原则上禁止新建排放大气污染物的工业项目（农产品就地加工和仓储、农业废弃物资源综合利用、地质勘查、居民服务业等低污染项目除外，以上项目对新增二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物实行区域大气污染物二倍量削减），现有工业企业大气排放源（燃煤锅炉、工业炉窑等）限期关闭；在符合法律法规要求的前提下，实施露天矿山关停整合，限期关停环保不达标、不规范的矿山，严格控制露天矿山数量，不新增大气污染物

排放总量，并实施矿山生态修复；禁止使用煤、煤矸石、原油、重油、渣油、煤焦油、石油焦、油页岩以及污染物含量超过国家限值的柴油、煤油等高污染燃料；禁止焚烧秸秆、工业废弃物、环卫清扫物、建筑垃圾、生活垃圾等废弃物；加强餐饮等服务业燃料烟气及油烟污染防治，使用天然气、液化石油气、太阳能、电能等清洁能源。

②大气环境质量红线区内布局敏感区执行环境空气质量二级标准，禁止新（改、扩）建除热电联产以外的煤电、建材、焦化、有色、石化、化工等行业中的高污染、高排放项目；禁止新建涉及有毒有害气体排放的化工项目；新（改、扩）建其它项目实行区域大气污染物二倍量削减，即：按照建设项目新增污染物排放量的 2 倍及以上实行区域污染物总量削减替代。大气环境质量红线区内受体重要区执行环境空气质量二级标准，禁止新建、扩建排放大气污染物的工业项目及露天矿山，禁止新增工业大气污染物；城市基础设施建设期间配套的临时工程应对废气污染物全收集、全治理，并实行区域大气污染物二倍量削减；产生大气污染物的工业企业应持续开展节能减排，大气污染严重的工业企业限期关停或逐步迁出；执行“高污染燃料禁燃区”的管理规定；禁止焚烧秸秆、工业废弃物、环卫清扫物、建筑垃圾、生活垃圾等废弃物；加强餐饮等服务业燃料烟气及油烟防治，推广使用天然气、液化石油气、太阳能、电能等清洁能源，居民气化率逐步达到 100%；重点防控机动车船废气排放，实施宜昌籍船舶清洁能源改造，提高船舶“燃气化率”，实现港口码头岸电全覆盖，严控停靠船舶燃油废气排放；全面整治“散乱污”，实施城市扬尘污染防治方案，城市建设文明施工全面普及，严格控制扬尘排放；倡导绿色低碳的出行方式和生活方式，不断降低人均能源消耗及废气污染物排放量。

本项目为引水工程，工程建成运营后不产生大气污染物，工程建设过程中将采取相应的废气控制处理措施；因此，本项目建设符合大气环境红线区相关要求。

10.2.4 与《宜昌市水利事业发展“十三五”规划》相符性

《宜昌市水利事业发展“十三五”规划》提出：有序推进水源工程建设，加快建设小型 81 座小型水库前期工作，强化骨干水源工程，完善抗旱供水保障体系；“十三五”期间，我市将重点抓好水利工程建设。实施长江干流宜昌段综合治理工程，完成清江干流、沮漳河、香溪河、渔洋河、黄柏河等重要支流防洪治理。做好五峰深溪河、稀归泗

溪、磨坪等水库建设工作。大力实施农村饮水巩固提升，完成全市 243 个贫困村扶贫攻坚饮水安全专项工程。

宜昌市水利发展十三五规划明确提到六个重大项目，第一个即为宜昌长江岸坡及支流综合整治工程。规划要求“对‘两江四河’（长江、清江、黄柏河、渔洋河、沮漳河、香溪河）及宜昌城区河流水库，以流域为单元进行系统综合整治，统筹解决流域水资源、水环境、水生态、水安全等问题。主要措施包括：一是水资源配置和节约利用工程。实施引调水、水系连通工程、水源工程（含中水回用以及雨洪利用工程）、城乡供水（含农村饮水）和节水灌溉等项目。二是水土污染源综合治理。实施点源、面源、内源、移动源等污染治理，饮用水水源地达标和规范化建设等项目。三是流域生态保护与修复。实施水体生态环境改善、河湖滨岸缓冲带生态整治、河流生态保育、流域湿地生态修复、流域水源涵养与水土保持、污染场地修复、入河排污口综合整治、农村堰塘整治、水库环境综合整治等工程。四是防洪减灾。实施江河湖库防洪综合治理、防洪枢纽建设、河口整治、山洪灾害防治和应急抗旱水源建设、排涝等工程。五是建设水景观、滨水绿道及慢行系统等。六是其他涉水项目。工程估算总投资 365.91 亿元。“十三五”期间计划投资 323.31 亿元，其中中央财政 63.02 亿元，地方财政 29.13 亿元，银行贷款 231.16 亿。”

本项目为宜昌市清江水系连通及生态修复工程，通过从长阳土家族自治县隔河岩水库引水至点军区楠木溪水库及长岭河，能够解决点军区楠木溪水库、桥边河及下游 6 条河流生态用水问题，符合《宜昌市水利事业发展“十三五”规划》的相关要求。

10.2.5 与《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2021 年）》相符性

2020 年 1 月，生态环境部环境规划院发布了《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2021 年）》，规划要求：

（1）加强主要入江支流水生态治理，开展生态堤防护岸及生态滨水岸线建设，实施河流基底生态整治与连通性恢复，恢复河流廊道的栖息地功能、群落结构和景观系统功能，保护沿河两岸生产、生活空间，恢复河流自然生态湿地形态，构建河滨自然生态景观系统和面源污染生态拦截系统，提升河流净化能力和生物多样性水平。以小流域为

单元，加强矿区水环境与生态环境综合治理，实施河流清淤疏浚与生态堤防护岸建设，构建维护长江水质稳定的绿色水系廊道。试点期间，完成联棚河、柏临河、黄柏河、卷桥河、洛溪河、秭归县九畹溪等流域重点区域、重点河段生态环境综合治理，实现河流水环境质量治理达标 2 条，河流水环境质量治理提升 7 条。

（2）强化重要湖泊湿地生态修复，以湖泊湿地生态系统功能恢复和绿色发展为导向，实行严格保护，禁止非法侵占湖泊水域，严守湖泊生态空间保护红线。加大退耕还湿、还湖力度，实施湖滨带地貌基底修复、植被恢复、湖滨生态缓冲带建设，削减入湖河流污染负荷，加强内源污染控制，及时清理入湖垃圾。采取生态补水、河湖水系连通等综合措施，改善和恢复湖泊生态系统的质量和功能。严格控制入湖河流的氮磷浓度，对氮磷超标的湖泊，在影响湖泊水质的汇水区，削减化肥用量，全面清理投饵、投肥养殖。试点期内，重点实施宜昌金湖（东湖与刘家湖）及太平湖、清明湖、陶家湖、党家湖、季家湖、贵子湖、南桩桥湖，松滋市小南海等重要湖泊湿地生态系统修复。到 2021 年底，实现长江宜昌段湿地保有量不低于 7.96 万公顷，湖泊生态系统功能显著提升，水环境质量显著改善，基本消除劣 V 类水体。

（3）加大水土流失治理力度，严格限制在库区、长江流域水土流失重点预防区、重要水源区以及水土流失严重区、生态脆弱区、自然保护地、野生动植物重要栖息地和生物群落等区域开展造成或者可能造成严重水土流失的生产建设活动。推动夷陵、秭归生态清洁小流域建设，采取工程、植物和耕作措施有机结合的方式，开展重点位置地质灾害、泥石流防治，控制水土流失及地质灾害发生与发展。开展坡耕地治理，在巴东、秭归、宜都等区域实施土地综合整治，优化水土资源配置，提升水土保持能力。围绕黄柏河流域、长江干流沿岸、库区及消落带等区域，实施岸线生态缓冲带建设、库区及消落带生态修复、地灾防治等工程，控制入库泥沙，消除地质灾害隐患，修复区域生态环境，筑牢三峡库区生态屏障。到 2021 年，新增水土流失防治面积 327.36km²。

本项目为水系连通及生态修复工程，通过工程措施从清江隔河岩水库引水至点军区楠木溪水库及长岭河，解决桥边河、长岭河、联棚河、谭家河、鲤鱼河、柳林河生态用水问题，打造区内山水林田湖草生命共同从根本解决经济社会发展与生态环境保护不协

调、不平衡的突出矛盾，统筹推进生态系统保护修复任务，项目建设符合《湖北省长江三峡地区山水林田湖草生态保护修复工程试点实施规划（2019-2021 年）》的要求。

10.2.6 “三线一单”符合性分析

“三线一单”是以改善环境质量为核心，将生态保护红线、质量管理底线、资源利用上线落实到不同的环境控制单元，并建立环境准入负面清单的环境分区管理体系。“三线一单”是推动生态环境管理体系化、科学化、法制化、精细化、信息化的重要抓手，是推进战略和规划环评落地、环境保护参与空间规划和优化国土空间格局的基础支撑，是实施环境空间管理、强化源头预防和过程监控的重要手段。

（1）生态保护红线

生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家和区域生态安全的底线和生命线。

根据宜昌市生态环境局《关于征求宜昌江北城区两河六库连通工程和宜昌市清江水系连通及生态修复工程路线方案意见的复函》，项目部分涉及湖北省生态保护红线，属于二类管控区。项目为引水工程，属于生态治理类项目，项目建成后将有利于改善区域生态环境，符合生态保护红线管控要求。

（2）资源利用上线

资源利用上线是从促进资源能源节约、保障资源高效利用、确保必不可少的环境容量角度，不应突破资源利用最高限值。

项目所需原材料均为外购，部分利用工程开挖废余土石料，施工工艺高效、节能，项目用水来自施工现场河流取水和自来水，用电由备用发电机和供电电公司供应，不会突破当地资源利用上线。

（3）环境质量底线

环境质量底线是维护人类生存基本环境质量需求的安全线，也是保障人民群众呼吸上新鲜的空气、喝上干净的水、吃上放心的粮食、维护人类生存基本环境质量需求的安全线。

根据现状监测，项目所在地环境空气、地表水、声环境等质量较好，且本项目建成

后对环境有正效应，不会改变项目所在地现有环境功能，项目建设符合环境质量底线要求。

（4）环境准入负面清单

环境准入负面清单是基于生态保护红线、环境质量底线和资源利用上线，以清单方式列出的禁止、限制、允许等差别化环境准入标准和要求。本项目为水系连通及生态修复工程，属于生态型项目，未列入环境保护准入负面清单。

11 环境保护投资估算及经济损益分析

11.1 环境保护投资

11.1.1 编制原则和依据

根据《建设项目环境保护设计规定》第 62 条：“凡属污染治理和环境保护所需的装置、设备、监测手段和工程设施等均属于环境保护设施”、“凡有环境保护设施的建设项目均应列出环境保护设施的投资概算”。

1、文件依据

（1）水利部水总[2014]429 号关于发布《水利工程设计概（估）算编制规定》的通知；

（2）水利部水总[2002]116 号关于发布《水利建筑工程概算定额》及《水利工程施工机械台时费定额》的通知；

（3）水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知（办水总[2016]132 号）；

（4）水利部办公厅《关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函[2019]448 号）；

2、定额依据

（1）建筑工程执行水利部水总[2002]116 号文颁发的《水利建筑工程概算定额》、水利部水总[2005]389 号文关于发布《水利工程概预算补充定额》的通知。

（2）设备安装工程执行水利部水建管[1999]523 号文颁发的《水利水电设备安装工程概算定额》及水利部水建[1993]63 号文《关于颁布中小型水利水电安装工程预算定额和概算定额的通知》。并根据水利部水利建设经济定额站文件水定[2003]1 号文对中小型定额进行调整。

（3）机械台时费执行水利部水总[2002]116 号文颁发的《水利工程施工机械台时费定额》，一类费用根据办水总办财务函[2019]448 号文进行了相应调整。

11.1.2 费用构成及原则

本工程环境保护工程投资包括环境保护直接费用（水环境保护工程、环境空气保护工程、噪声防治工程、固体废弃物处置措施和环境监测工程等），独立费用和基本预备费。运行期环境保护费用计入主体工程年运行费中。

（1）水环境保护工程

费用包括各项水处理设施的工程费、设备费和运行费等。工程费综合单价（包括直接费用、间接费用、利润、税金等）与主体工程一致，设备费依照所选环保设备的生产厂商提供的价格（包含直接费用、间接费用、利润、税金等）计算，运行费也由综合单价计算。

（2）大气环境保护工程

大气环境保护工程费用主要包括：洒水车购置、日常运行维护费用和司机的人工费。

（3）声环境保护工程

声环境保护工程费用主要为隔声、个人防护等费用。

（4）固体废弃物处置措施

固体废弃物处置措施费用主要为施工期的生活垃圾处理等，按实际询价计算。

（5）环境监测工程

环境监测费用包括施工期水质、噪声、大气监测等。运行期环境监测费用纳入东风渠灌区管理局日常运行管理费用中。监测费用依照国家物价部门、财政部门及环保部门相关行政事业收费标准计取。

（6）独立费用

独立费用包括项目建设管理费、科研勘察设计费等。

（7）基本预备费

与主体工程保持一致。

11.1.3 环境保护投资概算

本工程环境保护投资初步概算 556.54 万元，其中环境保护措施 16.52 万元，环境监测 90.6 万元，环境保护仪器设备及安装 4 万元，环境保护临时措施 244.99 万元，独立

费用 183.93 万元（环境保护建设管理费 14.24 万元，环境保护竣工验收费 40 万元，宣传教育及技术培训费 10.68 万元，环境监理费 30 万元，科研勘测设计咨询费 79 万元），基本预备费 26.50 万元。

详细情况见表 11.1-1。

表 11.1-1 环境保护工程投资概算表

序 号	措施及费用名称	单位	数 量	单 价	合 计	备 注
				(元)	(万元)	
一	环境保护措施				16.52	
1	水环境保护				13.5	
1.1	移民安置区沼气池	座	3	5000	1.5	
1.2	管理处一体化处理设备	套	1	80000	8	
1.3	化粪池	个	1	40000	4	
2	环境空气保护措施				0.02	
2.1	食堂油烟净化装置	个	1	200	0.02	
3	生态环境保护措施				3	
3.1	拦鱼设施	处	1	30000	3	
二	环境监测				90.6	
1	水环境监测				18.2	
1.1	地表水环境监测	点.次	51	2000	10.2	
1.2	施工废水监测	点.次	40	2000	8	
2	大气环境监测	点.次	48	2000	9.6	
3	声环境监测	点.次	48	1000	4.8	
4	生态环境监测				53	
4.1	水生态监测	次	7	50000	35	
4.2	陆生生态监测	次	6	30000	18	
5	进场前人群健康监测	次	1	50000	5	
三	环境保护仪器设备及安装				4	
1	手推式洒水车	辆	10	4000	4	
四	环境保护临时措施				244.99	
1	水质保护				101	
1.1	混凝冲洗废水沉淀池	个	10	30000	30	
1.2	隔油池	个	10	30000	30	
1.3	集水井	个	10	30000	30	
1.4	临时化粪池	个	10	11000	11	
2	环境空气保护				27.45	

序 号	措施及费用名称	单位	数 量	单 价	合 计	备 注
				(元)	(万元)	
2.1	洒水车租用	年	3	40000	12	
2.2	洒水运行费	月	36	4000	14.4	
2.3	防尘网	件	210	50	1.05	
3	声环境保护				10	
3.1	移动式围栏	m2	500	200	10	
4	人群健康保护				7.7	
4.1	施工临时厕所	个	10	6000	6	
4.2	灭蚊、灭蝇、灭鼠	人.年	3400	5	1.7	
5	固体废弃物处理				4.84	
5.1	生活垃圾清运	t	400	60	2.4	
5.2	大型垃圾桶	个	34	200	0.68	
5.3	小型垃圾桶	个	680	20	1.36	
5.4	危险废物处置费	t	0.5	8000	0.4	
6	生态保护				94	
6.1	生态宣传	次	4	10000	4	
6.2	生态敏感区专项保护				90	
	水域生态修复				20	
	鱼类资源补偿费				50	
	保护区生态补偿费				20	
一～四部分合计					356.11	
五	独立费用				183.93	
1	环境保护建设管理费				14.24	一～四之和的 4%计
2	环境保护竣工验收费				40	
3	宣传教育及技术培训费				10.68	一～四之和的 3%计
4	环境监理费	人.年	3	100000	30	
5	科研勘测设计咨询费				79.00	
5.1	环境影响评价费				50.51	(各专项方案费用及环评费用总和)
5.2	勘测设计费				28.49	一～四之和的 8%计
一～五部分合计					530.04	
六	基本预备费				26.50	一～五之和的 5%计
七	环境保护专项投资				556.54	

11.2 环境影响经济损益分析

采用类比调查和调查评价等方法，对该项目的经济效益、社会效益、环境效益以及

环境资源损失进行简要的分析，重点分析工程建成后带来的综合效益。环境经济损益分析根据工程各项影响预测与评价结果以定量和定性相结合的方法进行。

11.2.1 社会经济效益分析

拟建项目由连通工程和生态修复工程组成，项目建成后将增加点军区的供水量，改善现有河道、水库的水质和生态环境。调水工程充分挖掘宜昌市境内水资源开发利用潜力、减少沿途蒸发渗漏损失，进一步完善区域供水设施状况；供水量增加，有利于点军区工业、农业发展，提高区域经济竞争能力，使受水区的经济发展得到保障。河道、水库的水质和生态环境改善可促进区域开发建设，提高土地利用价值。

在工程建设期间组织当地人员参与工程建设，增加当地人员经济收入，使当地剩余劳动力得到有效利用，增加短期内的就业机会，可带动和促进周边地区第三产业的发展。

工程建成后将极大地改善点军区水资源短缺的局面，充分缓解水资源供需矛盾的问题，而且促进了当地工农业生产的发展，为当地的经济社会发展提供水资源的有力支撑，是支持地区经济社会发展的民生工程。本项目属环保工程，项目投运后通过对受水区生态用水的补充，河库水质进一步改善，人居环境改善利于提高当地人民幸福感，推动美丽乡村建设。

11.2.2 环境资源损益分析

本工程为水系连通及生态修复工程，工程的实施有利于恢复战略应急水源，提高供水保障，增加调蓄容积，减少洪涝灾害，提升城市功能，促进污染治理，改善河湖水质，促进生物交换，提高区域生物多样性。因此，本工程宗旨上是为环境友好型建设工程。

工程在施工过程中如不采取环境保护措施，各环境要素都将受到不同程度的影响，生态受影响的程度较为严重。环境保护措施的实施，可以最大限度地减免工程兴建对环境产生的不利影响，工程施工对地表水、地下水、大气、固体废弃物、环境噪声、人群健康等环境要素产生的不利影响减小，生态环境、社会环境均得到恢复或提高。可见环保措施的落实具有明显的环境保护效果，避免了因环境损失而造成的潜在经济损失。因此，本工程的环境保护措施在经济上具有合理性、可行性。本工程将投入资金用于环境

减免措施的实施，其中包括了环境保护工程措施、环境监测、环境保护临时措施等。这些措施的实施，将会使本工程建设对环境带来的不利影响减少到最小。

项目的建设对所在区域环境资源、环境质量带来一定程度的不利影响，为了最大程度上减免这些不利影响，本工程需要投资 556.54 万元实施环境保护措施（不含水土保持工程投资），占项目总投资的 1.27%，与工程带来的巨大社会效益相比，所需的环保投资较少。

按照国家政策，工程征地补偿投资，仅是对损失的资源进行货币补偿，并非环境资源受损的真实价值；环境保护投资措施也不能完全杜绝项目对环境产生的不利影响。但本工程未造成重大的环境损失，大部分不利影响可通过环境保护措施得到减少或减免。因此，本工程的建设是利大于弊的。

12 环境影响评价结论

12.1 项目概况

本项目建设区域位于宜昌市长阳土家族自治县及点军区，影响范围涉及2个县市区，4个乡镇，8个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村，土城乡鞍子溪村；长阳土家族自治县高家堰镇金盆村、青岩村，龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、胡家鹏村、王子石村。项目实施后可向点军区桥边河、联棚河补充生态流量 0.37 亿立方米/年，消除河流劣 V 类水质，有效改善点军城市水环境，修复水生态，保障水安全。项目建设对优化宜昌城区水资源配置，缓解城区生活生产生态用水短缺的问题，对促进地区经济发展、提高人民生活水平具有重要意义。

本项目取水口位于长阳土家族自治县隔河岩水库坝址上游库区左岸毛家岭冲沟，引水主线终点位于点军区楠木溪水库库尾，支线终点位于点军区长岭河。引水主线线路长 23.058km，支线长 3.930km；年引水量 9638 万 m^3 ，设计引水流量 5.7 m^3/s 。

主线主要建筑物有：取水建筑物（含引水渠和进水口），长 0.108km；隧洞 5 座，长 21.356km；暗涵 5 段，长 0.116km；倒虹吸 3 座，长 1.535km；水闸 6 座（节制闸 3 座，退水闸 2 座，分水闸 1 座）；放空阀 3 处。支线主要建筑物有：隧洞 1 座，长 3.930km；跌瀑 1 处。

本项目工程建设总投资 43909.99 万元，其中环境保护工程投资 556.54 万元，水土保持工程投资 906.46 万元，总工期 36 个月。

12.2 工程分析

针对规划年点军区可供水量不足的问题，将隔河岩水库引水和点军区本地楠木溪水库作为一个整体进行水资源优化配置，对当地水和客水统一配置，优水优用，高水高用。通过水资源供需分析，得出受水区设计最大引水流量为 5.70 m^3/s ，多年平均引水量 8548 万 m^3 ，90%来水年引水量 9638 万 m^3 。

根据施工组织设计，主体设计在工程沿线共布 11 个施工工区、13 个临时弃渣场。

经复核施工工区及临时弃渣场布设在引水工程沿线各支洞口附近，距离居民区较远，主要利用旁边的荒地、农地，占用地类主要为未利用土地、耕地、园地，用地范围内均不涉及饮用水源保护区、自然保护区等环境敏感区，无珍稀濒危野生动植物物种分布。弃渣场选址均远离村镇，避免影响当地周边公共设施、工业企业、居民点等的安全；渣场道路由渣场建设单位进行配套建设，弃渣场占地基本为荒地，不占林地及耕地，在具体选址上已尽量避免对农田集中区和植被良好区的破坏；弃渣场地质条件较好、安全性较好，均不在地下岩溶区域设置，不存在诱发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的可能性，在合理的防护措施下，土壤及水肥条件逐渐改善，弃渣完毕后可造地进行土地复耕或植被恢复，后期可较好地用于农业生产。综上所述，本项目施工布置从环境保护的角度分析较为合理。

项目组成主要有主体工程（水系连通、河道整治）、施工辅助工程、运行管理辅助工程和环保工程等。工程施工期的影响主要是施工噪声、扬尘、施工污废水、弃渣等对周围环境的影响。工程运营期主要影响为进水口及引水构筑物等处涵闸噪声对周围居民的影响，以及引水对受水区楠木溪水库及下游水文情势、水环境、水生生态环境的影响等。

12.3 区域环境质量现状

1、生态环境现状

本项目工程主要穿越长阳土家族自治县及点军区山区，沿线主要为中低山区、峡谷区及丘陵区，自然植被丰富，山丘上多为落叶阔叶混交林带和灌丛及灌草丛，山谷和平缓坡地多被当地群众开发为农田，主要种植蔬菜、柑橘等农作物。评价区域面积较大，有山体、河流、村庄、道路等各种生境，地理环境起伏多变，植被类型较多。植被总体上可分为针叶林、阔叶林、竹林、灌丛和灌草丛、人工林和农业植被 6 个植被型组。评价区现存植被以自然植被为主，类型较多。其中陆生植被类型多样，群落多样性较高，分布面积大，以灌丛和灌草丛的类型最多、分布最广泛。

评价范围内主要以林地、农田以及少量居民点为主，多为自然环境，野生动物种类

较多，均为广布种，常见的有兔类、鼠类、野猪、山羊、蛙、蟾蜍等。根据现状调查和资料收集，评价区无国家级保护陆生野生动物。

通过走访集贸市场、询问当地渔民、查阅资料等方式，对评价区鱼类种类进行了统计，目前已发现评价区共有鱼类 15 种。分别隶属于鲤形目、鲇形目、合鳃目、鲈形目等 4 目 6 科。本项目取水口位于长阳清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区实验区上游，白甲鱼 *Varicorhinus (Onychostoma) simus (Sauvage et Dabry)* 白甲鱼属于广温性鱼类。产卵期较长，长江流域为 4-6 月，个体较大，最大能长至 7 市斤，为地区性经济鱼类。

2、地表水环境质量现状

项目区域监测结果显示，隔河岩水库毛家岭支沟水质未达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 II 类标准限值要求，超标因子为 TP，最大超标倍数 0.6，现状水质为 III 类；楠木溪水库水质达到 II 类标准；沿头溪、泉溪河、丹水河、金盆河水质均达到 III 类限值要求，水质状况满足农业、生态供水需求。

3、地下水环境质量现状

项目区域监测结果显示，评价区范围内地下水各监测因子均满足《地下水质量标准》III 类标准限制要求。

4、环境空气质量现状

根据《2019 年宜昌市环境质量年报（简报）》，本项目所在区域长阳土家族自治县空气质量中 $PM_{2.5}$ 和 O_3 浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求，超标倍数分别为 0.11、0.006；点军区空气质量中 $PM_{2.5}$ 浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值要求，超标倍数为 0.46。因此，工程所在区域为环境空气非达标区。

5、声环境质量现状

项目所在区域声环境现状监测值均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准要求，项目所在区域声环境质量良好。

6、土壤环境质量现状

项目区域监测结果显示，本项目工程沿线土壤环境质量现状满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中其他类风险筛选值标准。

12.4 环境影响预测评价结论

12.4.1 地表水环境影响预测与评价

12.4.1.1 施工期地表水环境环境影响分析

1、施工导流的影响

本项目施工导流有设置围堰及开挖明渠两种方式，施工导流在一定程度上对所在水域水文情势产生影响。

隔河岩水库属大（2）型水库，坝址以上流域面积 14430km^2 ，多年平均流量 $403\text{m}^3/\text{s}$ ，平均年径流量 127 亿 m^3 。本项目取水口工程取水建筑物对隔河岩水库的垂直投影面积及外扩影响范围约为 1011.4m^2 ，相对于隔河岩水库整体来说影响范围较小，围堰工程不会对隔河岩水库水文情势产生影响。

沿头溪倒虹吸管涉河段由于洪峰流量较大而河床较窄，若采用分期导流，围堰占用河道断面较大不利于施工，本项目采用左岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成河床段施工，能够有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

罗家湾冲沟倒虹吸管涉河段由于冲沟洪峰流量小且施工期短，本项目采用填筑上下游围堰保护基坑、水泵抽排的方式在一个枯水期内完成施工，对冲沟内水文情势基本无影响。

泉溪河暗涵涉河段由于河道较窄，拟采用右岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

丹水倒虹吸管涉河段河道较宽且枯水期洪峰流量较大，项目施工将对丹水河下游水文情势产生一定影响；本项目采取分期导流的方式施工，在一个枯水期内完成施工，能够一定程度降低不利影响。

两叉河倒虹吸管涉河段河道较窄，本项目采用右岸开挖明渠导流的方式，一个枯水期内完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

主线出口位于联棚河支流黑林子溪右岸，考虑出水口需要全年施工，导流时段为全年，由于河道较窄，拟在洞口外围填筑纵向围堰围住洞口，保证洞内施工安全，同时可避免项目施工对河流水文情势的影响。

支线出口位于长岭河右岸，该处需要全年施工，出口消能设施等施工需要建设围堰，该部分施工时段选择枯水期 11~3 月，一个枯水期完成施工，有效降低导流工程对河流水文情势的影响。

3#支洞口位于彭家湾冲沟左岸，由于需要全年施工，本项目拟扩挖河沟并在洞口外围填筑纵向围堰挡水，保证洞内施工安全。由于对应洪峰流量较小，此处导流工程对下游水文情势的影响较小。

2、对水质的影响

施工期对水环境的影响主要是工程开挖、施工等活动会导致河流水质发生变化。本工程施工期的水污染源主要包括：施工产生的施工生产废水和生活污水排放两大部分。本项目生产废水主要来源于基坑废水、混凝土生产废水、施工机械维修养护废水、围堰填筑及拆除施工废水；生活污水来源于施工期施工人员生活用水。

（1）生活污水

本项目施工期施工人员生活废水排放量约 $48\text{m}^3/\text{d}$ ，直接排放会对周边水体造成一定污染。本项目在各施工工区生活区设置临时化粪池，生活污水经化粪池处理后，用于施工工厂附近农田浇灌不外排，对周边环境的影响较小。

（2）基坑废水及砂石料冲洗废水

本工程在施工过程中产生的基坑初期排水水质与河流水质基本相当，在施工场地设置水泵抽出，不会造成影响。

基坑经常性排水是由降水、渗水和施工用水（主要是砼养护水和冲洗水）等汇集的基坑水，多为大颗粒无机物，悬浮物浓度为 2000mg/L 左右。本工程砂石料部分采购，剩余约 30% 利用工程开挖石方，经过粉碎、冲洗之后可直接用于混凝土拌合系统。砂石料冲洗废水产生量较大，占总污水量的 90% 以上，其主要污染物为悬浮物，浓度约 2000mg/L 。

上述基坑废水及砂石料冲洗废水若直接排放对水质有一定影响，施工过程中合理安排施工进度，且在施工场地布置集水井，经沉淀处理后，再由水泵抽出，用于建筑施工用水或排回原河道。因此，施工对河道水质的影响是局部而有限的，随着施工的结束影响也随之结束。

（3）混凝土生产废水

本次工程在每条隧洞进、出口及支洞口布置混凝土拌和系统，单工作面高峰期混凝土浇筑强度最高约 $180\text{m}^3/\text{d}$ 。混凝土拌和系统生产过程中会产生拌合机冲洗废水、混凝土运输车辆清洗水和作业区地面冲洗水。该部分废水通过排水沟收集，经过集水井沉淀处理后可循环利用添加进混凝土搅拌生产过程，不外排，不会对周边地表水体水质产生影响。

（4）施工机械维修养护废水

本项目施工场地布置机械维修工程，施工机械维修养护过程产生的废水主要污染物成分为石油类和悬浮物，其中 SS 平均浓度约为 1000mg/L ，石油类浓度约为 50mg/L 。

施工期机械修配养护系统废水高峰期总产生量约为 $105\text{m}^3/\text{d}$ ，平均产生量为 $63\text{m}^3/\text{d}$ ，总量约 3.78 万 m^3 ，SS 平均浓度约为 1000mg/L ，石油类浓度约为 50mg/L ，则 SS 产生量为 63kg/d ，石油类 3.15kg/d 。

施工机械修配及车辆养护含油废水经沉淀池+隔油池处理后废水全部回用不外排，沉淀池底泥每季度清理运输至弃渣场，隔油池废油为危险废物（HW08 900-210-08），定期收集并交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。经过上述措施处理，施工机械修配及车辆养护废水不会对周边地表水体水质产生影响。

（5）隧洞涌水、突泥

本项目隧洞工程施工过程中可能发生地下涌水及突泥的情况，会造成一定安全事故，同时该部分涌水悬浮物含量较高，若直接排放会对下游冲沟或河道水体造成一定影响。本项目采用堵、排水相结合和支护措施处理，防止隧道涌水、突泥造成安全事故，同时在各段主隧洞出口处设置集水井，将涌水集中收集沉淀后，将上清液抽排至下游冲沟或河道。必要时需向集水井内投放絮凝剂，并定期清理集水井内沉淀泥浆，经过上述

措施，对周边环境的影响有限。

（6）围堰填筑及拆除施工废水

根据施工进度安排，围堰填筑和拆除土方量最大为丹水倒虹吸围堰拆除，工程量为 4761m^3 。工程围堰填筑和拆除时 SS 的最大产生量约为 0.37kg/s ，会对下游水质产生一定影响。

由预测结果可知，丹水河倒虹吸围堰工程施工引起 SS 浓度增量大于 10mg/L 的范围为下游 352 米。施工过程中产生的悬浮物对河道水质影响较小，下游影响范围内没有取水用户，因此围堰工程对水环境影响有限。

12.4.1.2 运营期地表水环境影响分析

1、水文的影响

本项目连通工程引水主线终点为楠木溪水库（联棚河），根据引水工程设计结果，设计水平年多年平均供水区引水量占天然水量的 440.86% ，多年平均流量增加至 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，大量增加的引水量将对楠木溪水库（联棚河）产生一定影响，特别是对河道两岸的冲刷。

根据相关工程资料及规划内容，经过黑臭水体整治及河道整治工程，联棚河河道状况、行洪能力均良好，河岸经过砖石护砌、生态修复等工程之后，本项目引水将不会对联棚河河道、水文情势产生大的影响。

除楠木溪水库（联棚河）以外，其余 5 条受水区河流新增水量占天然水量的比例均较小，不会对下游水文情势产生影响。

2、水质的影响

根据工程初步设计报告，工程运行期设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处，负责工程的建设与运行管理，生活污水产生量为 $0.6\text{m}^3/\text{d}$ （ $198\text{m}^3/\text{a}$ ）。管理处建设化粪池，运营期生活污水经化粪池处理，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准后排放，不会对区域地表水环境产生长期影响。

12.4.2 地下水环境影响预测与评价

12.4.2.1 施工期地下水环境影响分析

本工程水工构筑物开挖过程较浅，隧洞工程地质探勘表面地下无暗河，施工周期短，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位，而且施工区域没有涉及地下水水源保护区等敏感地区。施工基本不会对地下水环境造成影响。本项目施工期间，施工工区产生的施工废水和施工营地产生的生活污水、余泥、建筑垃圾及施工过程中机械维修产生的废油滴漏等若处理不当，可能对当地地下水产生不良影响。本工程施工污废水经处理达标后尽量回用，废水收集池、隔油池、固体废物暂存场地均需做好硬化和隔离防渗，因此，只要加强施工期环境管理，并且按照相关要求工程，施工对地下水环境影响较小。

12.4.2.2 运营期地下水环境影响分析

本项目为引水工程，工程建成运营后不会产生污染物排放。本项目引水方式为无压隧洞自流式引水，引水隧洞线路总长约 25.198km。在进水口、隧洞、倒虹吸的设计、施工及运行过程中均采用防渗、防漏措施及先进的防渗技术，最大限度的减少输水过程中的渗漏损失。因此，本项目运营期不会对地下水环境产生影响。

12.4.3 大气环境影响预测与分析

12.4.3.1 施工期大气环境影响分析

本工程对大气环境的影响主要在施工期，施工期环境空气污染物主要来源于施工开挖填筑、物料运输及装卸产生的扬尘，隧洞爆破废气，机动车辆和施工机械排放的尾气、道路沥青铺设废气及管道加工焊接废气等。

1、施工扬尘

施工扬尘一个主要来源是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。根据《宜昌市扬尘污染防治条例》，建设和施工单位应强化施工工地环境管理，在施工场地应采取围挡、遮盖等防尘措施，并加强道路清扫保洁工作，提高道路清洁度，同时加强洒水抑尘，减少粉尘污染，能很大程度上减小施工扬尘对区域大气环境的影响。

2、道路运输扬尘

据有关调查显示，施工工地的扬尘主要由运输车辆行驶产生，限速行驶和保持路面

的清洁是减少扬尘的有效方法；同时施工期对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水4-5次，可使扬尘减少约70%。因此，施工期通过对运输道路及时清扫和浇水，并加强施工管理，从而可最大程度减少扬尘对周围环境空气的影响。

3、隧道施工废气

隧道施工大气环境影响源主要为隧道钻爆、开挖等作业过程中产生的大量粉尘和CO。根据现场踏勘，本工程隧道进出口200m范围内分布少量村民，隧道施工钻爆和开挖作业扬尘、CO对这些敏感点的环境空气质量将产生一定程度的不利影响。因此，在隧道施工过程中采取洒水降尘措施，必要时在隧洞口附近安装防尘隔板，并严格按照工艺要求装填炸药量，由此可减轻隧道施工废气对洞口附近敏感点的影响。

4、燃油机械燃油废气

燃油机械使用时产生燃油废气，排放的污染物主要有CO、NO_x、SO₂。由于项目工区分散，施工机械布置也较为分散，施工机械根据施工进度，分时段、分区域开展施工作业。施工过程中，燃油废气均为近地表排放，排放强度小，排放方式为间断，燃油废气对大气环境的影响限于施工现场及临近区域，具有污染范围小、程度轻的特点，通过加强设备检修维护，燃油废气对周边环境空气质量的不利影响较小。

5、道路沥青铺设废气

本项目道路工程对临时占用及新修道路进行硬化铺设沥青混凝土，路面铺设过程会产生沥青烟和苯并[a]芘。根据工程安排本工程不设置沥青搅拌站，沥青砼由车辆直接运送至施工场地。在进行沥青摊铺作业时，沥青烟气对周边环境空气产生一定程度污染，建议摊铺作业机械有良好的密封性和除尘装置，生产设备不得有明显的无组织排放存在。沥青摊铺时选择大气扩散条件好的时段，可有效减轻摊铺时烟气对沿线敏感点的影响。

6、管道加工焊接废气

本项目倒虹吸工程采用管道连接方式，管道安装过程中钢管焊接产生的废气主要为焊接烟尘，主要污染物为Fe₂O₃、MnOSiO₂等。本工程选用低污染的焊接设备，加强设备的运行管理和维护，减少因焊接设备运行状况不佳造成的烟尘污染。工程结束后，

对大气的影响将自行消除，对区域大气环境的影响有限。

12.4.3.2 运营期大气环境影响分析

根据工程内容，本项目拟在长阳土家族自治县龙舟坪镇津洋口村设置宜昌市清江水系连通及生态修复工程建设管理处，设置管理用房及食堂。该工程管理处工作定员为 55 人，食堂运营将产生食堂油烟，根据《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求，餐饮厨房油烟废气经油烟净化装置处理后达到 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放浓度标准高空排放，对区域大气环境基本不会带来影响。

本项目为水系连通及生态修复工程，工程建成运行期间不会产生废气，不会对区域环境空气质量带来不利影响。本项目通过对点军区 6 条河流生态补水，改善点军区河流水体水质环境，能够修复区域水环境质量，进而对区域生态环境带来有利影响，可在一定程度上优化区域大气环境质量。

12.4.4 声环境影响预测及分析

12.4.4.1 施工期声环境影响分析

1、隧道爆破振动

本项目引水工程主要采用隧洞自流式引水，隧道工程各隧道口施工爆破对附近居民产生振动影响。根据项目初设报告以及参照西南地区隧道施工浅孔爆破单孔装填药量一般在 2kg 以内，该炸药装填量对 30m 外的民房产生的振动影响不会超过 $2\text{cm}/\text{s}$ 的安全振速限值。因此，在采取浅孔微差爆破施工的前提下，工程隧道爆破施工不会对隧道洞口附近房屋安全造成影响。同时，合理安排好爆破时间，避免爆破噪声对周边居民敏感点造成影响。

2、施工机械、运输机械噪声

本项目施工过程中施工机械设备产生的噪声对周边环境产生一定影响，工程沿线及周边涉及敏感点较多，夜间施工噪声影响更为明显。因此，在临近声环境敏感点处，施工单位应合理安排施工时间，高噪声设备禁止夜间施工。项目建设内容分散，单项工程施工时间较短，施工噪声对周边敏感点影响是可接受。

施工材料在运输过程中产生的噪声属流动噪声，工程所需砂砾料、管材等均需外运，

工程施工过程中原材料运输量较大，运输车辆一般为载重汽车，其噪声较高，交通运输噪声属于流动声源，影响范围为道路沿线 200m 范围内的敏感点。车辆行经敏感路段时应减速、禁鸣、缓慢通过，可降低物料运输对沿线敏感点的声环境影响。

12.4.4.2 运营期声环境影响分析

本项目为引水工程，工程运行过程中取水口及涵闸处的水闸运行过程可能会产生噪声，其中仅有取水口的工作闸门全年运作，其余均为间歇性运行；本项目取水口及涵闸选址处距离聚集性居民区距离较远，对周边居民的影响非常有限。

12.4.5 固体废物环境影响及分析

12.4.5.1 施工期固体废物环境影响分析

1、生产废渣

根据工程施工土石方挖填平衡计算，本工程弃渣总量约 34.9 万 m^3 （自然方）。为避免弃渣随意堆放造成水土流失，根据主体工程施工特点和施工布置要求，弃渣运至弃渣场，不设置临时堆料场。工程结束后，对弃渣场进行土地复耕或植被恢复，后期可较好地用于农业生产，不会对周边环境产生影响。

2、生活垃圾

根据调查，预计施工区生活垃圾产生量为 300kg/d。为避免生活垃圾排放产生的影响，施工生活垃圾统一收集后运至最近垃圾中转站处置，对周围环境的影响降至最低。

3、机械含油废弃物

本工程小型机械在使用过程中会有少量的含油抹布产生，根据同类工程类比，本工程小型机械废油及含油抹布产生量为 3.5kg/d。该部分废物可与生活垃圾混合收集，定期交由环卫部门统一处置。

4、隔油池固废

本项目隔油池废油产生量为 3.15kg/d，该部分废油应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）要求进行处置。

综上所述，施工期固体废物得到妥善处置，对环境造成的影响小。

12.4.5.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目工程运营期产生的固废为管理站工作人员生活垃圾，由各站点收集后交由环卫部门统一处置，不会对周边环境产生影响。

12.4.6 生态环境影响预测与分析

本工程对区域生态系统不产生阻隔、切割和不可逆的影响，不影响物种和群落的组成，施工期间区域生物量有所下降，但施工结束后随着临时占地复耕复绿，生物量将得到补偿。项目不改变自然生态体系的结构，因而对生态功能不造成影响。评价范围内没有发现珍稀濒危野生保护植物和古树名木。施工结束后，对临时占用的土地进行复耕复绿，可以减缓工程施工对生态环境的影响。本工程地处亚热带，水热条件良好，植物生长迅速，临时占地的植被恢复难度不大，经过一定生长时间后，区域损失的生物量可以恢复到原有水平。

工程建成运行后，对受水区 6 条河流生态补水，改善点军区河流水体水质环境，能够修复区域水环境质量，进而对区域生态环境带来有利影响。

12.4.7 社会环境影响分析

本片区工程占地影响范围涉及 2 个县市区，4 个乡镇，8 个行政村。占地影响点军区联棚乡楠木溪村；土城乡安梓溪村；长阳县高家堰镇金盆村、青岩村；长阳县龙舟坪镇厚丰溪村、两河口村、三渔冲村、王子石村。永久征地 56.72 亩，临时用地 277.22 亩。对于住房在爆破影响范围内的居民，考虑其只是在施工期内受影响，设计对其临时搬迁、房屋结构损失等进行货币补偿。对受到影响和施工布置难以避开的房屋，按照安置规划的指导思想和原则，结合农村生产安置规划，本阶段初步拟定搬迁安置去向和安置方式均为本村组内就近后靠建房安置。经测算，到规划水平年搬迁安置人口为 10 人。

本项目施工期间，运输各类施工材料的机械将往返于各施工区，特别是施工高峰期，将增加局部时段交通干线的压力，可能会对当地居民生产生活带来不便，物料运输车辆应尽量避免交通高峰期和车流量较大的路段。总体上，工程施工对交通的影响具有分散性和暂时性等特点，随着施工的结束，影响也随之消失，若施工运输组织安排合理，其影响将不会很大。工程施工过程会新建及维修部分乡村道路，工程完工后可作为乡村道

路继续使用，对提升乡村交通有一定益处。

本工程建设过程中因施工活动造成对地表的扰动面积为 260.82hm²，工程永久弃渣量为 40.76 万 m²，工程建设可能造成水土流失总量为 61415t，新增水土流失量为 51501t。本方案水土保持措施施工安排与主体同时，以防治水土流失、恢复植被、改善项目沿线的生态环境、保护主体工程正常安全运行为目的；以对周边环境及安全不造成负面影响为出发点；以弃渣场防治区为重点，同时配合主体工程设计中已有的水土保持设施进行综合规划布设水土流失防治措施体系。在工程顺利建设和安全的前提下，保护并合理利用水土资源，提高土地生产力，重建新的更好的生态环境。

12.4.8 环境风险分析结论

本项目工程建成运行后除管理人员日常生活会排放一定量的生活废水和垃圾之外，工程本身运行不会产生任何的“三废”，也不涉及有毒有害物质。本工程的环境风险主要是施工期油料、炸药储运，运行期调水区及径流区附近危险品运输发生溢漏、爆炸、燃烧等导致水体污染，进一步威胁居民用水安全。

建设单位应加强管理和检查，配备完善的应急设备，加强环境保护意识教育，制定并采取风险防范措施，进一步减小环境风险影响。

12.5 环境保护措施结论

12.5.1 施工期环境保护措施结论

1、地表水环境保护措施

施工人员生活污水依托民房已有设施处理，或经过临时化粪池处理后用于周边农灌，不直接排入地表水体。

（2）生产废水

①施工区产生的废水与雨水排水系统分开设置；施工废水经隔油、沉砂处理后出水回用于车辆冲洗或施工场地洒水降尘，隔油产生的油类物质采用封闭罐收集后，定期交由相应资质单位处理。雨水排水系统仅在出水口处设沉砂池，经沉砂处理后的地表径流排入周边水体。

②尽量选用先进设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量；机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于维修点，以方便含油污水的收集。

③在不可避免的跑、冒、滴、漏过程中，尽量采用固态吸油材料（如棉纱、木屑、吸油纸等）将废油收集转化到固态物质中，避免产生过多的含油污水，对渗漏到土壤的油污应及时利用刮削装置收集封存，运至垃圾场集中处理。

④对施工隧道产生的施工废水设置沉淀池沉淀处理，处理后的上清液回用于隧道施工抑尘；对施工场地设置集中冲洗点，设备冲洗及维修产生的清洗废水和预制构件养护废水经收集后采用隔油+沉淀处理，处理后的上清液用于洒水抑尘。

2、地下水环境保护措施

（1）在本项目施工建设前，应对项目区的水文地质和地下水系分布情况进行进一步的调查。

（2）隧洞开挖期间做好排水措施，如发现地下涌水及时设置导排设施排入周围冲沟，并优化施工工艺，以保护项目区地下水环境。

（3）施工产生的废水应及时收集、处理达标回用，禁止外排，避免施工废水对地下水产生影响。

（4）做好弃渣场固废性质确定和管理，保证地下水水质不受雨水浸没污染。

3、大气环境保护措施

（1）优化施工工艺

工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，并提倡湿法作业，控制单次炸药使用量，减少大气污染物产生量，定期检修、养护耗油设备。

（2）采取防尘措施

在干燥无雨的天气情况下，采取洒水车洒水降尘措施，每日早、中、晚对施工道路、线路开挖区等粉尘源头洒水，减少粉尘的产生量。

散体材料不得露天堆放，需用帆布遮盖，并且大风天气洒水降尘。水泥等建筑材料运输采用封闭运输，避免在运输过程中的产生粉尘污染。施工交通运输是粉尘、扬尘产

生的主要源头之一，其影响面较广，因此需重点防治，除对场内施工道路进行每日的洒水降尘外，还需聘请专人，每日对场内道路进行清扫，消除积尘，维持路面平整和洁净，场内运输时限制施工车辆速度。

对于渣场扬尘，采取在堆渣过程中洒水降尘，对于堆渣作业频次较低的渣场，采用防尘网、防尘布覆盖渣堆，必要时进行喷淋，带渣场堆场结束后，按水土保持方案中设计的措施进行植被绿化。

（3）敏感点的保护

工程施工期间，输水线路、生产生活区和施工道路环境影响评价范围内分布居民区，因施工和交通流量的增加而导致粉尘影响加剧。因此，运输车辆穿越村庄敏感点路段应减速慢行，并加强村庄敏感点路段洒水降尘频次，并派专人及时清扫经过村庄的路段，保持路面洁净；敏感点附近施工区增加洒水次数，并禁止大风天气作业。

4、声环境保护措施

（1）噪声源控制

严格选择噪声值符合国家环境保护标准的施工机械、选用低噪的施工机械和施工工艺，并加强施工机械和车辆的维护和保养，做好施工道路养护工作，减振降噪。

（2）合理安排施工时段。

距离敏感点 200m 范围内的输水线路禁止在夜间及中午 12:00~14:00 时间段施工。禁止夜间运输。在居民点附近施工过程中，若因工艺需要需连续作业的特殊情况，施工单位不可避免的在夜间及中午需要施工的，施工单位需在施工前三日向附近居民进行公告，取得附近居民同意后方可进行施工作业。

隧道工程爆破作业时应控制炸药装填量，并于实施前进行公告，并严禁夜间爆破作业。

（3）合理布置施工场地

混凝土拌和点远离民宅，对搅拌机、振捣器安装消声器，以减轻施工噪声对居民的影响。

（4）敏感点保护

对临近敏感点的施工区及施工场地，通过在场界处设置 2.5m 高的铁皮挡板进行降噪，超标量较大的集中居民点可考虑采取移动声屏障降低高噪声作业对敏感点的影响；高噪声机械设备的施工应集中安排在昼间；对临近敏感点的施工便道，应通过限速、加强道路平整和夜间禁鸣等措施降低车辆运输交通噪声影响。

（5）敏感受体保护

施工单位应注意对机械设备保养，使机械维持较低声级水平；安排工人轮流操作机械，减少工作接触高噪声的时间；对在声源附近工作时间较长的工人，可采取发放防声耳塞、头盔等保护措施，使工人进行自身保护。

5、固体废弃物保护措施

施工废渣主要为废弃土石方，弃渣直接运往指定的弃渣场按照水保方案中的要求进行堆放，以免新增水土流失。施工期间需在每个施工生产生活区设置 5 个环卫垃圾桶，共设置 60 个集中收集垃圾，并委托当地环卫部门定期清运处置。废水隔油池产生的产生的废油为危险废物（HW08 900-210-08），定期交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。

6、生态环境保护措施

（1）植被保护措施

①避让措施

加强施工人员对植物的保护意识，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐。加大珍稀植物宣传保护的力度，并采取各种方式，如宣传栏、挂牌等，让施工人员了解保护的重要性。通过宣传植物的显著的特征，使施工人员会识别分布在此地的保护植物，避免对保护植物的伤害。

②减免措施

在施工过程中，工程单位与环保部门要合作，发现了评价范围内保护植物和古大树种，应立即报告当地环保部门，采取组织挽救，移栽他处。

③恢复措施

a.施工结束后，对于标志装和伴行道等永久占用的植被，应采取异地补偿的方式减

缓对林地的破坏；

b.对于作业带和施工便道等临时占用的植被，在供水和排水管线两侧 5m 内不宜种植深根植物，应可改为草灌丛方式来进行生态补偿，并需在其它规划的地区补偿 相应面积的林地；

c.管线覆土后及施工便道两侧裸露的地面，应在裸露的地表覆盖一层 30cm 以上的土层，然后再播撒草籽，种植乔、灌木，栽植花、草等措施。

d.妥善处理弃渣，临时弃土场选择要合理，要进行表层土剥离，填土编织袋围护，设临时档土墙、排水沟，土地平整、覆土恢复植被。

④管理措施

在施工中应加强施工管理，合理进行施工布置，组织施工管理。

严格将工程施工区控制在直接受影响的范围内，对边界以外的植被不破坏或尽量减少破坏，两侧植被恢复除考虑管道防护、水土保持外，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

另外，在施工期，应加强环境监理，将施工期已发现的保护物种纳入环境监理的范畴，建立完善的管理体系，使对保护植物的保护做到有法可依，执法有效，确保国家重点保护植物资源的安全。

（2）陆栖脊椎动物保护措施

①生态影响的避让与减缓措施

提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员仍必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家保护动物。

调查工程施工时段和方式，防治噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类和兽类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程影响，施工噪音较大的机器尽量避开这时段运行，减少对野生动物的惊扰，并力求避免在晨昏和正午的噪声影响等。

施工废水应经过处理达标后回用于施工或绿化，施工材料的堆放要远离水源，尤其

是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对这些动物造成生境污染。

②生态影响的恢复与补偿措施

工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，尤其是临时占地处，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

③生态管理等措施

在工程建设和运行中应加强野生动物管理、保护和监测，在堤防工程管理机构中设置相应的环境保护管理机构，配备专业管理人员，确保工程施工期和运行期中各项野生动物保护政策法规的贯彻以及环保措施落实，负责组织、落实、监督本工程的野生动物保护措施；组织施工期环境监测，以确保工程环境保护目标的实现，野生动物的生存不受到威胁。

3、水生生物保护措施

为减少工程的影响，应加强施工期管理。在进场施工前，聘请当地水产部门鱼类专家组织施工人员学习有关国家法律和法规，对施工人员进行保护珍稀保护水生动物的科普宣传工作，使施工人员了解保护水生态环境的意义，提高施工人员保护水环境意识，施工期禁止施工人员进行捕捞活动。

为减少工程施工作业对鱼类的伤害，施工前必须征得当地水产部门的同意，并聘请有关专家或当地有经验的渔民作现场指导；进场前，可采用超声波驱鱼等技术手段，对施工区及其邻近水域尤其鱼类分布较密集的深潭、回水区进行驱鱼作业，将鱼类驱离施工区。同时对于施工区域可用隔网与其他区域隔开，避免鱼类进入施工区域。

施工废水应经过处理达标后回用于施工或绿化，施工材料的堆放要远离水源，尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体中，以免对这些动物造成生境污染。

4、生态景观保护措施

（1）区域绿化景观系统建设在施工期间要分步实施，每完成一片工程，即对该片进行水土保持、场地清理和绿化美化等工作，在减少水土流失的同时，减缓景观影响，

改善视觉上的美感。

（2）道路施工时，对道路中间及两侧的花草树木需做好移栽保护工作，不必全部破坏重新种植，而是暂移种，按设计补植为好。施工过程应注意保护相邻地带的树木绿地等植被。

（3）做好挖填土方的合理调配工作，弃土堆放点应采取防护措施，避免在降雨期间挖填土方，以防雨水冲刷造成水土流失、污染水体、堵塞排水管道。

（4）在满足工程施工要求的前提下，尽量节省占用土地，合理安排施工进度，工程结束后及时清理施工现场，撤出占用场地，恢复原有道路。在项目竣工后，必须在规定的时间完成区域绿化景观系统建设。

（5）项目的建设要力求同自然景观、生态环境相融洽，建筑物尽量依山就势，景区内必需的基础及服务设施建设要严格按符合自然生态的设计施工，以对植被破坏最小为宜；平面布置与空间布局应合理，建筑风格、用材和色调要与周围环境协调，对周围环境起点缀、美化作用。

12.5.2 营运期环境保护措施结论

1、水环境保护措施

（1）工程管理处建设容积为 4m^3 的化粪池，生活废水经化粪池处理，满足相关标准接入津洋口污水管网，经过长阳土家族自治县城区污水处理厂深度处理达标后排放。

（2）水质保护措施

①加强隔河岩水库、楠木溪水库库区污染防治工作。加强农业面源、工业点源防治工作，对工业实施总量控制，以减少污染物入河量。对流域内的植物植被进行保护和恢复，以最大限度地控制水土流失，提高对地表径流的净化能力。严格按照隔河岩水库、楠木溪水库库区生态环境保护总体实施方案规划及其规划水平年水质目标要求对隔河岩水库、楠木溪水库库区水质进行保护。

②隔河岩水库供水工程取水口周围设置明显标志牌。

③引水工程投入运行后要求管理所划拨专项经费，并委托具有监测资质的单位对隔河岩水库库区水质进行常规监测。加密监测频次，以实时监控水质变化情况，发现有水

质超标或污染情况，应立即关闭取水闸门，停止供水。

④本工程输水线路较长，输水方式为管道、倒虹吸和隧洞，但仍需保护水质不得受到沿途农业、农村面源污染源影响，应在输水线路沿线设置警示牌，禁止破坏输水管道。相关部门应安排专人对管道和隧洞进行巡视，发现污染水质的现象及时处理。

2、大气环境保护措施

工程管理处安装油烟净化器，厨房废气经过油烟净化器处理后，达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）排放限值要求后高空排放，

3、声环境保护措施

（1）植物措施

在泵站周围进行植树绿化，形成植物屏障。

（2）维护保养

选择噪声值符合国家环境保护标准的水泵，加强水泵的维护和保养工作，应定期对其进行保养，保证良好的运行状况。

4、固体废物保护措施

永久性的工程管理处，共设置环卫垃圾桶5个，聘请专职人员负责营地内的卫生工作，每日进行清扫，对垃圾尽量分拣利用，不可回收部分收集后用垃圾车清运至垃圾中转站压缩后，运到垃圾处理厂填埋处理。

5、生态环境保护措施

严禁施工人员破坏野生植物，尤其对国家珍稀濒危保护植物要挂牌保护，指定专人负责管理，并随时接受县林业局等有关部门的监督检查。制订严格的林地保护责任制度，将各项林地保护和护林防火责任落实到人，采取严格的管理措施，确保不发生森林火灾和故意破坏植物的事件发生。

进行生态影响的监测或调查，主要监测生境的变化，植被的变化，野生动物的种群、数量变化、生态系统整体性变化以及外来生物入侵情况。通过监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态生态监测和完善管理，

使保护区生态向良性或有利方向发展。

12.6 环境影响经济效益分析结论

工程建成后将极大地改善点军区水资源短缺的局面，充分缓解水资源供需矛盾的问题，而且促进了当地工农业生产的发展，为当地的经济社会发展提供水资源的有力支撑，是支持地区经济社会发展的民生工程。本项目属环保工程，项目投运后通过对受水区生态用水的补充，河库水质进一步改善，人居环境改善利于提高当地人民幸福感，推动美丽乡村建设。

项目的建设对所在区域环境资源、环境质量带来一定程度的不利影响，为了最大程度上减免这些不利影响，本工程需要投资 556.54 万元实施环境保护措施（不含水土保持工程投资），占项目总投资的 1.27%，与工程带来的巨大社会效益相比，所需的环保投资较少。本工程未造成重大的环境损失，大部分不利影响可通过环境保护措施得到减少或减免。因此，本工程的建设是利大于弊的。

12.7 综合评价结论

清江水系连通及生态修复工程由水系连通工程及河道综合整治工程组成，其中水系连通工程的主要建设内容包括新建隔河岩水库进水口，新建主线隧道长 23.04 千米，支线长 4.83 千米。项目实施后可向点军区桥边河、联棚河补充生态流量 0.37 亿立方米/年，消除河流劣 V 类水质，有效改善点军城市水环境，修复水生态，保障水安全。项目建设对优化宜昌城区水资源配置，缓解城区生活生产生态用水短缺的问题，对促进地区经济发展、提高人民生活水平具有重要意义。

本工程施工期对环境有一定的不利影响，但严格落实本报告书提出的各项污染治理措施、风险防范措施、生态保护措施，进一步优化施工方案，加强施工期环境管理工作的情况下，不利环境影响是局部的、短期的和可逆的，随着施工的结束，影响也随之消失。工程的实施不会造成水文情势重大变化，对河流生境及水生态环境影响有限。

本评价认为工程设计已考虑了环境保护的要求，制定的环境工程设计方案在技术

上、经济上是可行的，具有较强的可操作性。工程建设在依照国家相关的法律法规，按照本评价提出的要求，严格执行环境保护“三同时”制度，强化环境管理，将各项环境保护措施落到实处前提下，从生态和环境保护的角度而言，本工程的建设是可行的。