

湖北省宜昌市引清入宜调水工程 环境影响报告书

(征求意见稿)

委托单位：宜昌市东风渠灌区管理局

编制单位：湖北昊源建设工程有限公司

二零二五年五月

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

目录

1 概述	1
1.1 项目背景	1
1.2 环境影响评价的工作过程	4
1.3 建设项目特点	5
1.4 相关情况分析判定	6
1.5 关注的主要环境问题	19
1.6 环境影响报告书的主要结论	19
2 总则	20
2.1 编制依据	20
2.2 评价工作目的及原则	22
2.3 环境影响识别和评价因子筛选	24
2.4 评价标准	26
2.5 评价等级及评价范围的划分	30
2.6 环境保护目标	34
3 建设项目工程分析	40
3.1 一期工程概况	40
3.2 本期工程建设的必要性	51
3.3 本期工程概况	54
3.4 工程建设任务及规模	56
3.5 工程等级及项目组成	57
3.6 工程总布置及建筑物	60
3.7 工程施工组织	71
3.8 工程土石方平衡	84
3.9 工程占地及搬迁安置	86
3.10 工程建设周期	90
3.11 主要技术指标	90
4 工程分析	95

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

4.1	工程选址选线合理性分析	95
4.2	环境影响因素分析及污染物源强核算	100
5	环境现状调查与评价	115
5.1	自然环境现状与评价	115
5.2	楠木溪水库饮用水源保护区	127
5.3	中华鲟保护区概况	128
5.4	环境质量现状调查与评价	132
5.5	生态环境现状调查与评价	145
6	环境保护措施及可行性分析	177
6.1	环境保护措施设计原则	177
6.2	水环境保护措施	177
6.3	大气环境保护措施	180
6.4	声环境保护措施	182
6.5	固体废弃物保护措施	183
6.6	生态环境保护措施	184
7	环境风险评价	192
7.1	环境风险识别	192
7.2	风险源分析	193
7.3	风险事故防范及防治措施	194
7.4	环境风险应急预案	196
8	环境管理、监理与监测计划	201
8.1	环境管理	201
8.2	环境监理	205
8.3	环境监测	208
8.4	总量控制	210
8.5	环保“三同时”管理	211
9	环境经济损益分析	213
9.1	环境保护投资	213

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

9.2 环境影响经济损益分析	216
10 环境影响评价结论	222
10.1 项目概况	222
10.2 产业政策和相关规划相符性结论	222
10.3 工程分析	223
10.4 区域环境质量现状结论	224
10.5 环境影响评价结论	225
10.6 环境保护措施结论	229
10.7 环境影响经济损益分析结论	234
10.8 综合评价结论	234

1 概述

1.1 项目背景

近年来，随着宜昌市社会经济快速发展，宜昌市城市供水供需矛盾、水安全问题愈发突出。从区域上分析，西陵区、猗亭区、伍家岗区、夷陵区的黄柏河流域等河道外用水量大，开发利用程度较高，今后开发潜力已不大，而这些区域是今后经济发展的核心区域，用水量会进一步增加，内部已无法发掘供水，只能从城区外重新寻找水源。

另一方面宜昌市供水水源均来自长江流域，水源结构单一。经过综合分析，长江流域一旦发生突发性水污染事件或遇特殊枯水年、连续枯水年，城区供水得不到保障，应对将极为被动，严重的可能导致宜昌全面停水，城区的百姓生活会受到巨大影响，甚至会破坏宜昌市当前良好发展氛围。

根据国务院《水污染防治行动计划》（国发[2015]17号）关于“单一水源供水的地级及以上城市应于2020年底前基本完成备用水源或应急水源建设”的要求，解决市区单一水源水安全隐患，是迫切而必要的。为此，《宜昌城区供水双水源论证方案报告》提出将清江水通过“清江水系连通及生态修复工程”引入宜昌城区，以清江隔河岩水库为水源，通过过江连通工程将清江水输水至江北城区，解决今后宜昌市城区水资源供需矛盾，实现江北城区水厂单水源可独自运行、双水源可切换运行模式，保障突发情况下用水安全。

2019年10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》，宜昌市发展和改革委员会以“宜发改审批[2020]165号”进行了批复。

2020年7月，湖北省水利水电规划勘测设计院编制完成了《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》（一期）；同年9月完成了《湖北省宜昌市清江水系连通及生态修复工程初步设计报告》（一期），宜昌市发改委分别以“宜发改审批[2020]175号”、“宜发改审批[2020]231号”进行了批复。

2021年1月，宜昌市生态环境局以“宜市环审[2021]8号”对《宜昌市清江水系连通及生态修复项目环境影响报告书》（一期）进行了批复。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

2021年8月23日，时任宜昌市委副书记、市长马泽江主持召开会议，专题研究宜昌市与长江生态环保集团有限公司城市生态“水管家”合作事项。会议议定的事项之一为：加快推进一批重点水环境综合治理项目落地实施。按照PPP模式推进宜昌高新区水环境综合治理和清江水系连通二期项目建设。

2021年9月3日，宜昌市人民政府（2021）59号“关于城市生态‘水管家’合作有关事项专题会议纪要”对宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）进行立项；

2021年9月30日，宜昌市发展和改革委员会以“宜发改审批[2021]191号”对《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）项目建议书》进行批复。

2021年12月，宜昌市水利和湖泊局完成宜昌市生态环境局、宜昌市住房和城乡建设局、宜昌市林业和园林局、宜昌市海事局、长江宜昌航道局、点军区人民政府、伍家岗区人民政府、猇亭区人民政府、宜都市人民政府、宜昌市公路建设养护中心、点军区交通运输局、宜都市交通运输局、湖北交投宜昌高速公路运营管理有限公司、湖北交投宜恩高速公路运营管理有限公司等相关部门关于宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）线路选址及用地征询意见。

2022年1月，《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）可行性研究报告》通过评审。

2022年2月，宜昌市自然资源和规划局点军区分局、猇亭区分局、伍家区分局对项目用地预审与规划选址出具初审意见。

2022年3月，宜昌市水利和湖泊局对《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）引水管道过江工程洪水影响评价报告》进行批复。

2022年4月，交通运输部长江航务管理局以“长航函道[2022]142号”对《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）引水管道过江工程航道通航条件影响评价报告》进行批复。

2022年4月，长江湖北宜昌中华鲟自然保护区管理处对《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）对长江湖北宜昌中华鲟自然保护区影响专题论证报告》出具了意见。

2022年6月，宜昌市生态环境局以“宜市环审[2022]61号”对《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》进行了批复。批复中明确了：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

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

通项目衔接一期工程设计内容，主线从一期主线终点楠木溪水库引出，将清江水引入宜昌、宜都两市；支线连接一期支线终点，从长岭河牛头湾引水至桥边河，满足桥边河生态补水，实现清江与点军六河连通。工程范围涉及宜昌市点军区、伍家岗区、猗亭区及宜都市。工程建设内容包括**过江连通隧洞、过江隧洞、输水管道及桥边河连通隧洞**。

为推动项目尽快落地，将宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）拆分成两部分分别实施：湖北省宜昌市引清入宜调水工程（以下简称“引清入宜工程”）和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）工程（以下简称“过江隧洞工程”）；其中引清入宜工程主要建设内容包括连通隧洞工程的全部建设内容和过江隧洞的管道敷设机电安装等其他配套工程；过江隧洞工程主要建设内容为过江隧洞的土建工程、输水管道及桥边河连通隧洞。

2025年1月，湖北省发改委以“鄂发改审批服务〔2025〕8号”对《湖北省宜昌市引清入宜调水工程可行性研究报告》进行了批复。

根据《宜昌市生态环境局关于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）过江隧洞工程环境影响评价的说明》（附件），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）过江隧洞工程与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的过江隧洞部分建设内容一致，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）过江隧洞工程建设内容未发生变化，不需要重新办理过江隧洞工程的环境影响评价报告审批手续，继续适用“宜市环审[2022]61号”批复内容。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程的连通隧洞工程线路选址与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的连通隧洞工程线路选址相比已经发生较大变化，不在适用于“宜市环审[2022]61号”中相关的批复内容，因此需要重新办理环境影响评价报告审批手续。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和国务院令 第682号文《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中“五十一、水利126引水工程”中“跨流域调水；大中型河流引水；小型河流年总引水量占引水断面天然年径流量1/4及以上；涉及环境敏感区的（不含涉及饮用水水源保护区的水库配套引水工程）”项

目，需要编制环境影响报告书。受宜昌市东风渠灌区管理局委托，湖北昊源建设工程有限公司于 2025 年 3 月承担了该项目的环境影响评价工作。本公司接受委托后，立即组织技术人员进行现场踏勘，同时根据项目的工程特征和建设区域的环境情况，对工程环境影响因素进行识别和筛选，在此基础上，编制了本项目的环境影响报告书，交由建设单位呈报宜昌市生态环境局审批。

1.2 环境影响评价的工作过程

本项目位于宜昌市点军区、猇亭区、宜都市，本项目评价程序主要分为以下三部分：

- ①前期准备、调研和工作方案阶段；
- ②分析论证和预测评价阶段；
- ③环境影响评价文件编制阶段。

根据《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）等相关技术规范的要求，本项目环境影响评价的工作过程及程序见下图。

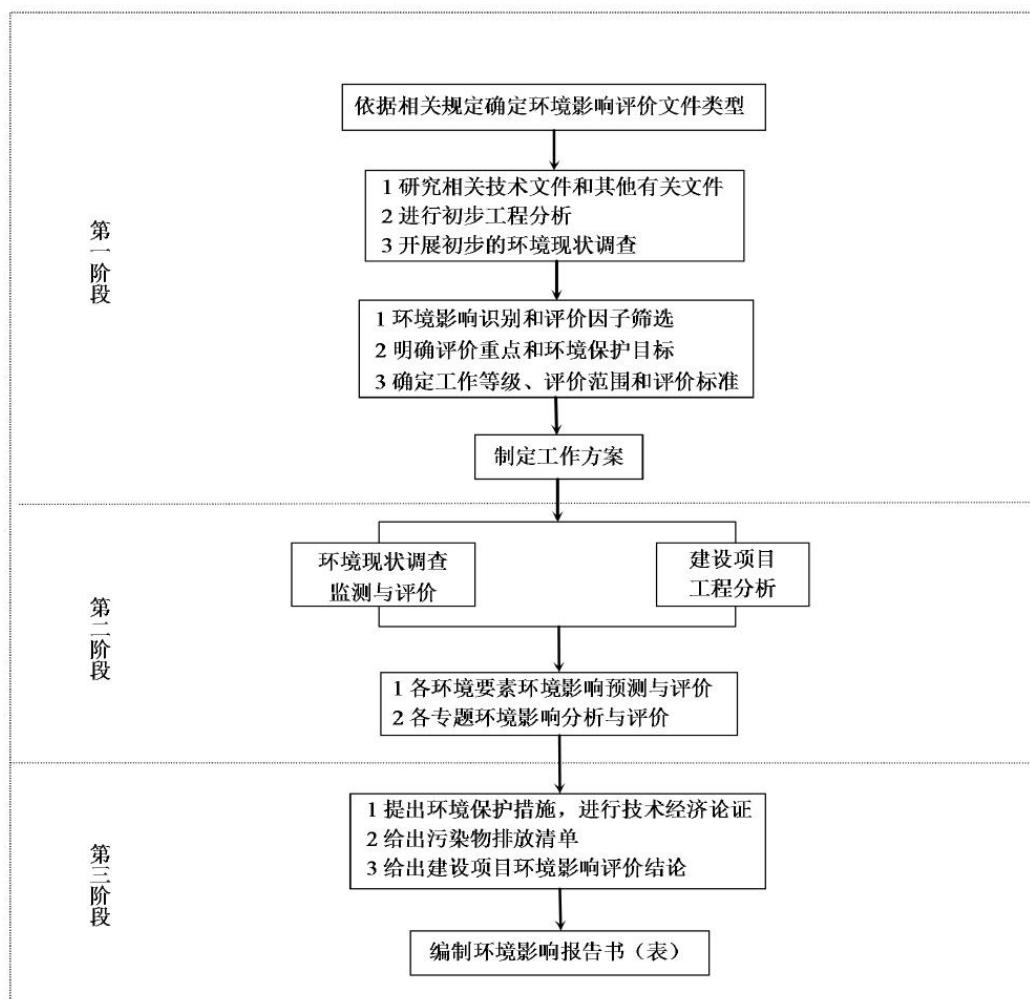


图 1.2.1-1 本项目环境影响评价的工作过程及程序

1.3 建设项目特点

1、本项目连通隧洞工程线路全长 17.35km，采用全程重力自流的有压隧洞输水方式，设计流量（楠木溪水库～点军分水口为 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ ，点军分水口～江南分水井为 $4.536\text{m}^3/\text{s}$ ），过流断面为圆形、内径 2.4m。由于项目建设周期、建设资金、水文条件、交通运输等因素影响，对整个线性工程进行分段实施施工。本工程建设，对区内社会经济发展具有积极的作用，工程建设也会对环境、生态带来不利的影响，主要表现在：施工开挖、取弃土、工程占地对陆生生态环境的影响，工程区域植被、植物资源及公益林受到一些破坏，造成水土流失隐患；施工“三废”对区域环境质量的影响，工程施工过程中对土地利用现状的改变，地表扰动，取水及引水引发的水文情势变化等方面。

2、本工程污染物产生情况主要为：工程施工期产生的施工生产废水、生活污

水，施工过程中造成相应的空气及噪声污染，固体废弃物为施工弃渣及生活垃圾。

3、本工程污染物主要处理措施为：施工生产废水及生活污水集中收集处理后回用，空气污染主要采取洒水除尘措施，声环境污染采取控制施工时间、设置减速慢行标志牌，固体废弃物中弃渣运至指定弃渣场存放，生活垃圾运至就近垃圾处理场进行处理。

1.4 相关情况分析判定

1.4.1 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中第二项“水利”第 1 条：“水资源利用和优化配置：跨流域调水工程，综合利用水利枢纽工程”。

2025 年 1 月，湖北省发展和改革委员会以鄂发改审批服务〔2025〕8 号对《湖北省宜昌市引清入宜调水工程可行性研究报告》进行了批复，备案证代码：2408-420504-04-01-295547，项目建设符合产业政策。

1.4.2 与相关法律、法规符合性分析

1.4.2.1 与《中华人民共和国水法》相符性分析

《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）第二十一条规定：“开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要”。第二十二条规定：“跨流域调水，应当进行全面规划和科学论证，统筹兼顾调出和调入流域的用水需要，防止对生态环境造成破坏。”第三十条规定：“……制定水资源开发、利用规划和调度水资源时，应当注意维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水的合理水位，维护水体的自然净化能力”。

本次引清入宜工程的主要任务是：从楠木溪水库取水，通过连通隧洞工程、过江隧洞工程及江北输水管道工程将清江水引入江北城区宜昌市三水厂、猗亭一水厂，同时作为点军区、宜都市补充水源，实现引清江水入宜昌城区。将清江水引入宜昌、宜都两市，江南片区将清江水引入点军二水厂及土城乡一水厂，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活及生产缺水问题；江北城区将清江水引入猗亭一水厂、市三水厂、猗亭二水厂（预留白洋水厂分水口），实现中心城区可切

换双水源运行模式；增加通往宜都市分水管线，完成宜都市应急备用水源布局，全面提升供水保障能力。

长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区位于长江干流湖北省宜昌市葛洲坝至枝城杨家溪江段，全长 60 公里。三峡大坝和葛洲坝拦截长江后，中华鲟洄游产卵线路被切断，葛洲坝以下水域成为中华鲟繁殖群体主要栖息地和目前已知唯一的、稳定的产卵场。葛洲坝至宜昌长江公路大桥的多年平均水位以下区域为核心区。根据《长江岸线开发利用与保护规划》及自然保护区管理要求：在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。市三水厂取水口位于长江王家河段，属于中华鲟保护区核心区范围，2019 年根据环保督察有关要求，市三水厂取水口已经被取缔。

长江作为我国的黄金水道，随着长江航运的迅速发展，2011 年，三峡船闸双向通过量超亿吨，提前 19 年达到设计年通过能力，由于葛洲坝和三峡大坝船闸通航能力有限，有大量大型船只无法及时通过两坝一峡。宜昌长江段猇亭区长江公路大桥至伍家岗区临江坪段江段划定为待闸区，目前最高峰时停泊大型船舶 767 艘，受待闸船舶停靠影响，这一江段目前无法设置取水口，船舶通航对取水口也有较大影响。因此，对这一江段两岸的猇亭一水厂和猇亭区部分企业自取水长江取水受到很大制约。

因此本项目在已建清江一期工程基础上，续建楠木溪水库到宜昌市江北的连通引水工程，可以进一步将清江水引至宜昌市中心城区及宜都城区，为受水区年置换加新增共计 1.31 亿 m^3 水量，有效缓解宜昌城区供需水矛盾，为城区高质量发展提供可靠的水资源保障。因此项目建设符合《中华人民共和国水法》实验区的相关管理要求。

1.4.2.2 与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析

2020 年 12 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过《中华人民共和国长江保护法》，并于 2021 年 3 月 1 日起施行。根据其规定，对水资源的开发和利用限制性规定有：第二十九条，长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，并统筹农业、工业用水以及航运等需要。清江属于长江一级支流，本项目为水系连通工程，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，最终引入宜昌市中心城区，为居民生活用水提更好保障，同时解决桥边河、长岭河、联棚河、谭家河、鲤鱼河、柳林河生态用水问题，不违背该法第二十九条的规定。

1.4.2.3 与《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》符合性分析

湖北省人民政府办公厅“鄂政办发〔2011〕130号”《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》中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。

本项目工程起点为楠木溪水库饮用水源地，取水口工程及部分连通隧洞工程位于楠木溪水库饮用水源一、二级保护区范围内。本项目为引水工程，工程建成运营后不排放污染物，不设置排污口，因此符合《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》要求。

1.4.2.4 与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》符合性分析

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。

本项目工程起点为楠木溪水库饮用水源地，取水口工程及部分连通隧洞工程位于楠木溪水库饮用水源一、二级保护区范围内。本项目为引水工程，工程建成运营后不排放污染物，不设置排污口，因此符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》。

1.4.2.5 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

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，具体情况见下表：

表 9.1-1 工程与环办环评[2016]114 号符合性分析表

审批原则	符合性分析
<p>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。</p>	<p>符合。本工程为引水调水工程。</p>
<p>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。</p> <p>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</p>	<p>符合。本工程符合资源与环境保护相关法律法规和政策，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《湖北省水安全保障“十四五”规划》《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》《宜昌市水安全保障“十四五”规划》等。</p> <p>项目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</p>

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

<p>污控制等相协调。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。</p>	<p style="text-align: center;">源水环境承载能力相适应。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。本项目主体工程建设为地下隧道施工，不占用自然保护区、风景名胜区、生态保护红线等敏感区。在实施本环评提出的措施后对以上敏感区影响可接受；项目取水工程位于楠木溪水库饮用水源保护区，工程建设符合其有关保护要求。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。本项目接续清江水系连通及生态修复工程（一期）一期工程，从楠木溪水库将清江水引入江北城区宜昌市三水厂、猓亭一水厂、猓亭二水厂。本期工程不改变一期工程所设计引水流量及年引水量，水量配置方案不变。本项目水资源配置方案合理性分析已在一期工程环境影响评价文件中进行论述。项目建设不会对隔河岩水库水文情势带来影响；不会对受水区水文情势产生不利影响。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。本项目跨河、涉水建筑物主要包括楠木溪水库进水口、盾构始发井、长岭河倒虹吸，各施工支洞进口均布置在全年10年一遇设计洪水位以上，楠木溪水库进水口、盾构始发井、长岭河倒虹吸采取导截流围堰等导流工程措施确保干地施工，减小施工期对水质影响。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。经论证分析，本项目取水区为II类水体，受水区为桥边河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。</p>
<p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>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、</p>	<p>符合。本项目主体工程建设为地下隧道施工。均为陆上施工，过江隧洞仅有管道安装，过江隧洞土建工程已在《宜昌市清江水系连通及生</p>

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

<p>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。</p>	<p>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》中评价，本项目不在进行评价，因此本项目不会对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。</p>
<p>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。项目涉及风景名胜区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。</p>	<p>符合。项目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，将对施工过程中临时占地部分进行生态恢复，避免水土流失，减少景观生态的破坏。</p>
<p>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。</p>	<p>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</p>
<p>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、专业项目改复建工程等，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）镇迁建及配套的环保基础设施建设、重要交通和水利工程改复建、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。</p>	<p>符合。项目不涉及移民安置，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。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。项目取水口楠木溪水现状水质为Ⅱ类，桥边河为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。</p>
<p>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。</p>	<p>符合。本项目为新建项目。</p>
<p>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。根据需求和相关规定，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</p>	<p>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。根据需求和相关规定，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。</p>

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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，符合资质管理规定和环评技术标准要求。	符合。环境影响评价文件编制规范，符合资质管理规定和环评技术标准要求。

1.4.3 与相关规划符合性分析

1.4.3.1 与《湖北省水安全保障“十四五”规划》符合性分析

《湖北省水安全保障“十四五”规划》由湖北省人民政府于2021年12月25日正式批复，规划提出：按照“确有需要、生态安全、可以持续”原则，加快推进一批重大引调水工程和水源工程，逐步完善与经济社会发展需求相适应的水资源配置格局，擘画湖北“幸福河湖”现代水网骨干蓝图；开展农村安全饮水提升和灌区现代化升级改造，提升农村生活生产供水保障水平；因地制宜实施一批应急备用水源工程建设，增强城市供水风险防控能力。

规划要求构建互联互通水网，健全骨干供水格局构建高效协同的水资源配置网。结合全省水资源时空分布的总体格局，依托长江、汉江两大河流以及三峡、丹江口两大国家级水源地的资源优势，加快实施一批重点骨干引调水工程。同时，在骨干调水工程的基础上，加快推进清江引水、引隆补水、鄂坪调水等一批区域性引水工程，缓解局部缺水区的用水困难。

本项目为清江引水工程，列入湖北省水安全保障“十四五”规划其它重点项目库，其建设符合《湖北省水安全保障“十四五”规划》。

1.4.3.2 与《宜昌市水安全保障“十四五”规划》符合性分析

《宜昌市水安全保障“十四五”规划》由宜昌市人民政府于2022年3月14日正式批复，规划提出：提升城乡供水保障能力。优化引水调水工程布局。贯彻落实“空间均衡”的治水思路，坚持人口经济与资源环境相均衡的原则，根据水资源承载能力，优化区域空间发展布局。积极融入国家水网、省级水网，充分依托长江（三峡水库）、清江、黄柏河等骨干水源，重点围绕“高铁新城、东部未来城、科教城”等重点片区发展需求，全面推进宜昌水网建设，打造南北互济、丰枯调剂、互联互通的大水网格局，健全供水保障体系，助力城市功能提升、产业升级。主动对接引江补汉工程

及引江补汉输水线路沿线补水工程，积极争取和优化省级骨干水网向黄柏河、沮漳河等河流补水规模和通道，缓解宜昌城区、枝江、当阳等区域及东风渠灌区的水资源供需矛盾。**加快推进清江水系连通工程**、当阳市引漳入城水源工程和环百里荒片区、高铁新城、东部未来城等重点片区供水保障工程。

本项目为清江引水工程，属于宜昌市水安全保障“十四五”规划中需要重点推进的项目，其建设符合《宜昌市水安全保障“十四五”规划》。

1.4.3.3 与《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》符合性分析性

《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》由宜昌市人民政府于2019年7月正式批复，规划提出：江北区域的西陵、伍家岗、猗亭等城市组团形成以长江和东风渠为主水源，互为备用的供水水源格局；江南点军组团形成长江和楠木溪水库为主水源，互为备用的供水水源格局，随城市发展，适时启动清江隔河岩水库至楠木溪水库引水工程，提高供水的保障程度，形成长江、清江隔河岩水库互为备用的供水水源格局。

本项目为将清江水引入宜昌中心城区工程，其建设与《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》协调一致。

1.4.4 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》《关于印发湖北长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》符合性分析

2022年1月19日，推动长江经济带发展领导小组办公室印发了《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》（长江办〔2022〕7号）。根据推动长江经济带发展领导小组办公室文件（第89号）《关于长江经济带发展负面清单指南（试行）的通知》，《指南》坚持“共抓大保护、不搞大开发”和“生态优先、绿色发展”的战略导向，确保涉及长江的一切经济活动都以不破坏生态环境为前提。按照国家推动长江经济带发展领导小组办公室要求，结合湖北省实际，湖北省推动长江经济带发展领导小组办公室制定出的湖北长江经济带发展负面清单实施细则。

项目与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》的符合性分析详见下表。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

表 1.4.4-1 长江经济带发展负面清单与湖北长江经济带发展负面清单实施细则

序号	长江经济带发展负面清单	湖北长江经济带发展负面清单实施细则	项目情况	相符性
1	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目	禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。长江干支流基础设施项目应按照《长江岸线保护和开发利用总体规划》和生态环境保护、岸线保护等要求，依法依规开展项目前期论证并办理相关手续。过长江干线通道项目应列入《长江干线过江通道布局规划》，在《长江干线过江通道布局规划》出台前禁止建设未纳入《长江经济带综合立体交通走廊规划（2014—2020年）》的过江通道项目。（责任单位：省发展改革委、省交通运输厅、省水利厅、省自然资源厅、长江航务管理局。实施主体为各市州、直管市、神农架林区人民政府，下同）	项目不属于码头项目和过江通道项目。项目过江隧洞工程穿越长江湖北宜昌中华鲟自然保护区，已编制《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）引水管道过江工程洪水影响评价报告》、《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）引水管道过江工程航道通航条件影响评价报告》、《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）对长江湖北宜昌中华鲟自然保护区影响专题论证报告》，并取得相应主管部门行政许可，项目建设符合《长江干线过江通道布局规划》	符合
2	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目	禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目，禁止建设污染环境、破坏生态的宾馆、招待所、疗养院等建筑物。（责任单位：省自然资源厅、省林业局）	项目区域涉及长江湖北宜昌中华鲟自然保护区，但不属于旅游和生产经营项目。	符合
3	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、旅	禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保	项目区域涉及楠木溪水库饮用水水源一级保护区和二级保护区，但项目属于取水和供水设施项	符合

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

	游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目	保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建畜禽养殖、住宿、餐饮、娱乐等排放污染物的投资建设项目，禁止设置有毒有害废弃物、化工原料、危险化学品、矿物油类及有毒有害矿产品的暂存和储存场所，禁止建设危险化学品、固体废物等装卸运输码头。 (责任单位：省生态环境厅)	目。	
4	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口，以及围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目	禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口，以及围垦占用、围湖造田等投资建设项目。(责任单位：省农业农村厅)禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及从事房地产、度假村等任何不符合主体功能定位的投资建设项目，禁止开(围)垦、填埋、排干或截断水资源，禁止破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道等破坏湿地及其生态功能的活动。(责任单位：省林业局)	项目区域不涉及水产种质资源保护区的岸线和河段，不涉及国家湿地公园的岸线和河段。	符合
5	禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全以及保护生态环境、已建重要枢纽工程以外的项目，禁止在岸线保留区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定以及保护生态环境以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目	禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全以及保护生态环境、已建重要枢纽工程以外的项目。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保留区内投资建设除保障防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定以及保护生态环境以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。 (责任单位：省水利厅)	项目不涉及违法利用、占用长江流域河湖岸线。项目区域涉及《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保留区及《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区，但项目属于事关公共利益的供水工程，不属于禁止项目。	符合
6	禁止在生态保护红线和永久基本农田范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民	禁止在生态保护红线和永久基本农田范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目。生态保护红线范围内的开发活动必须确保生态保护	本项目为水系连通工程，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，最终引入宜昌市中心城区，为居民生活用水	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

	基本生产生活等必要的民生项目以外的项目	红线的保护性质不改变、生态功能不降低、空间面积不减少。除《自然资源部关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号）确定的六类重大建设项目，以及深度贫困地区、集中连片特困地区、国家扶贫开发工作重点县省级以下基础设施、易地扶贫搬迁、民生发电等建设项目外，各类非农建设项目严禁占用永久基本农田。（责任单位：省自然资源厅）	提更好保障，同时解决桥边河、长岭河、联棚河、谭家河、鲤鱼河、柳林河生态用水问题，项目不占用生态保护红线和永久基本农田。
7	禁止在长江干支流1公里范围内新建、扩建产业园区和化工项目。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目	禁止在长江及主要支流岸线边界（即水利部门河道管理范围边界）向陆域纵深1公里范围内新建、扩建产业园区和化工项目，重点管控流域面积在10000平方公里以上的河流（根据实际情况，适时对重点管控的河流进行动态调整）。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目。（责任单位：省发展改革委、省生态环境厅、省经信厅、省自然资源厅）	项目不涉及上述活动。
8	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目	禁止新建、扩建不符合国家石化（炼油、乙烯、PX）、现代煤化工（煤制油、煤制烯烃、煤制芳烃）等产业布局规划的项目。（责任单位：省发展改革委、省经信厅）	项目不涉及化工和尾矿库建设。
9	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目	禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目（落后产能项目清单以国家和省发布的权威目录为准）。（责任单位：省发展改革委、省经信厅）	项目不涉及上述行业新建、扩建。
10	禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目	禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业项目（严重过剩产能行业项目以国家和省确定的为准）。（责任单位：省发展改革委、省经信厅）	项目不涉及上述行业新建、扩建。

综上，本项目符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》《关于印发湖北长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》要求。

1.4.5 与“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）生态保护红线符合性分析

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。

本项目工程涉及湖北省生态保护红线的区域包括：楠木溪水库水源地保护区、**点军联棚-艾家水源涵养土壤保持功能重要区**、长江湖北宜昌中华鲟自然保护区。

本项目为国家重大基础设施和民生保障工程，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 重大基础建设引水工程”，属于生态控制区内允许建设的项目。而由于项目为线性工程，输水主干线里程长、连续性强，有部分线路难以完全避让生态保护红线。项目引水线路采用地下隧洞工程，下穿生态保护红线区埋深达 100m 以上，隧洞最大埋藏深度达 432m，对生态保护红线区域森林植被及森林生态系统、重点保护野生动植物及其重要栖息地影响有限，不会破坏生物多样性维护、水源涵养和水土保持功能。工程在设计过程中采取一系列生态环境保护治理方案和措施，尽量减轻项目建设对工程沿线生态环境的影响”。因此，工程建设总体符合生态保护红线管控要求。

（2）资源利用上线符合性分析

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。

本期工程实施后不会改变宜昌市、宜都市的相关用水定额，水源区隔河岩水库水资源量完全可满足水源下游区取水的需求，即不会改变水源下游区各地市的配置水量。

项目所需原材料均为外购，部分利用工程开挖废弃土石料，施工工艺高效、节

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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公司供应，不会突破当地资源利用上线。

(3) 环境质量底线符合性分析

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。

根据环境质量现状监测，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) 环境管控单元

对照《宜昌市生态环境分区管控更新成果（2023年版）》，本项目沿线涉及的生态环境分区管控单元如下：

表 9.3-2 本项目工程沿线涉及宜昌市生态环境分区管控单元一览表

项目涉及行政区划		涉及环境管控单元分类	管控单元编码
宜昌市点军区	宜昌中华鲟省级自然保护区	优先保护单元	ZH42050410001
宜昌市点军区	楠木溪水库水源地	优先保护单元	ZH42050410002
宜昌市点军区	联棚乡	一般管控单元	ZH42050430002
宜昌市点军区	土城乡	一般管控单元	ZH42050430001
宜昌市点军区	艾家镇	一般管控单元	ZH42050430003
宜都市	红花套镇	重点管控单元	ZH42058120003
宜昌市猇亭区	生态保护红线	优先保护单元	ZH42050510001
宜昌市猇亭区	猇亭区	重点管控单元	ZH42050520001

优先保护单元严格按照生态保护红线、自然保护地和生态空间管控区域管理规定进行管控。依法禁止或限制大规模、高强度开发建设活动，优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元应优化空间布局，推进产业转型升级，不断提高资源利用效率，加强污染物排放控制和环境风险防控，解决突出生态环境问题。

一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，建设项目严格执行产业政策、环保政策及相关负面清单要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

本项目接续清江水系连通及生态修复工程一期工程，从楠木溪水库将清江水引入江北城区宜昌市三水厂、猇亭一水厂、猇亭二水厂，预留白洋水厂接口、宜都市应急

备用水源接口；另通过支线及分水口将清江水引入江南片区点军区土城乡一水厂、点军二水厂，同时实现清江及点军主城区 6 条河流连通，达到供水和水网连通的目的。项目属于生态型项目，未列入环境保护准入负面清单，符合《宜昌市生态环境分区管控更新成果（2023 年版）》相关要求。

1.5 关注的主要环境问题

本项目工程建设主要是衔接清江水系连通及生态修复工程（一期）工程设计内容，在一期工程的基础上，通过清水过江、水系连通等实现“引清入宜”既定的目标。本项目连通隧洞工程线路全长 17.35km，采用全程重力自流的有压隧洞输水方式，设计流量（楠木溪水库~点军分水口为 5.3m³/s，点军分水口~江南分水井为 4.536m³/s），过流断面为圆形、内径 2.4m。工程建设施工期的主要环境影响是施工产生的污（废）水、扬尘、固废、施工噪声以及工程占地破坏植被和部分动物栖息地等，运行期不产生污染。本报告针对污（废）水、施工扬尘、噪声、固体废物处理、生态环境保护等制定了相应的环境保护措施，能够有效地减缓工程建设对环境造成的不利影响。

1.6 环境影响报告书的主要结论

本项目是“引清入宜”的关键性工程，工程通过连通隧洞工程、过江隧洞工程及输水管道工程从楠木溪水库将清江水引入宜昌市区，作为宜昌三水厂、猗亭一水厂、猗亭二水厂、点军二水厂主水源及宜都市应急备用水源。工程建成后将形成清江向宜昌、宜都供水水网，可解决城区水资源供需矛盾，保障宜昌市供水安全、促进区内社会经济高质量可持续发展的需要。

项目属民生工程，其建设符合国家产业政策，符合《湖北省水安全保障“十四五”规划》、《宜昌市水安全保障“十四五”规划》。工程的选线及临时施工场地布置均避开自然保护小区范围，满足《宜昌市生态环境分区管控更新成果（2023 年版）》要求。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和生态保护措施，优化施工方案，加强施工期环境管理工作的情况下，从生态和环境保护的角度而言，项目建设环境影响可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 环境保护法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日施行；
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2022年6月5日施行；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日施行；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日；
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》，2019年8月26日修改；
- (9) 《中华人民共和国城乡规划法》，2019年4月23日修改；
- (10) 《中华人民共和国水法》，2016年7月2日；
- (11) 《中华人民共和国长江保护法》（主席令第65号）；
- (12) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2023年5月1日施行；
- (13) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年10月7日修订；
- (14) 《中华人民共和国水土保持法》，2011年3月1日修订实施；
- (15) 《中华人民共和国森林法》，2020年7月1日实施。

2.1.2 环境保护法规、部门规章

- (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；

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

- (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) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31号），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) 《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；
- (10) 《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；
- (11) 《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）》；
- (12) 《公路安全保护条例》，国务院令 第593号，2011年7月1日施行；
- (13) 《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》（鄂政办发〔2011〕130号）；
- (14) 《湖北省大气污染防治条例》（2018年11月19日修订）；
- (15) 《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）；
- (16) 《湖北省土壤污染防治条例》（2016年10月1日起施行）；
- (17) 《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022版）湖北省实施细则》（2022年10月10日）；
- (18) 《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）；
- (19) 《省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鄂政发〔2020〕21号），2020年12月1日；
- (20) 《宜昌市生态环境保护“十四五”规划》（宜府发〔2021〕13号）；
- (21) 《宜昌市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（宜府发〔2021〕5号）；
- (22) 《湖北省水安全保障“十四五”规划》；

- (23) 《宜昌市水安全保障“十四五”规划》；
- (24) 《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》。

2.1.3 环境影响评价规范

- (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》（HJ2.4-2021）；
- (6) 《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）；
- (7) 《环境影响评价技术导则土壤环境》（试行）（HJ964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (9) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》，2017年10月1日。

2.1.4 其他文件

- (1) 《湖北省宜昌市引清入宜调水工程初步设计报告》；
- (2) 《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》；
- (3) 《宜昌市生态环境局关于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）过江隧洞工程环境影响评价的说明》；
- (4) 环评委托书。

2.2 评价工作目的及原则

2.2.1 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。湖北省宜昌市引清入宜调水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，规范施工作业，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。

2.2.2 评价工作原则

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。

2.3 环境影响识别和评价因子筛选

2.3.1 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, 识别结果见表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 建设项目环境影响因素识别矩阵一览表

区域范围	环境组成与环境要素		施工期	运行期	
取水区	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、	生态环境	陆地生态系统			
		水生生态系统		△/▲L	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

受水区	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		◎L
		人民生活水平		◎L

注：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 2.4.1-1 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。

2.3.2 评价因子筛选

根据环境影响要素识别结果，结合建设项目工程特征、排污种类、排污去向及周围地区环境质量概况，确定本次污染源评价因子。

表 2.4.2-1 项目环境影响评价因子一览表

区域范围	环境要素		评价因子
取水区	水环境	水质	pH、浊度、叶绿素a、化学需氧量、溶解氧、高锰酸盐指数、透明度、氨氮、总氮、总磷、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、石油类
		水资源	生产生活用水、下游径流、生态用水
		水文情势	水量、水位、水温结构
	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	野生保护动物
		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	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

		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	pH、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群、硝酸盐、亚硝酸盐、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、总大肠菌群、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、CL ⁻ 、SO ₄ ²⁻	
	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、天然林、生态公益林	
		陆栖动物	现有野生动物、保护动物	
		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		GB36600表1中的45项、pH、石油烃、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、颜色、结构、质地、沙粒含量	
	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	

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

根据区域环境功能区划，本次评价拟采用环境质量标准详见表 2.41-1。

表 2.4.1-1 拟建项目采用的环境质量标准一览表

项目	执行标准	标准分级或分类
环境空气	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018修改单二级标准	二级
地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）	楠木溪水库水质执行II类；渔洋河水质执行III类
地下水	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）	III类
环境噪声	《声环境质量标准》（GB3096-2008）	2类
土壤	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）； 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）	（GB36600-2018）表1第二类用地筛选值标准；（GB15618-2018）其他作物筛选值标准要求

各执行标准详见表 2.4.1-2。

表 2.4.1-2 环境质量标准一览表

标准号	标准名称	评价对象	执行标准			
			(类)别	指标	标准限值	
GB3095-2012	环境空气质量标准及 2018 修改	环境空气	二级	SO ₂	年均值	≤0.06mg/m ³
					24 小时平均	≤0.15mg/m ³

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

	单二级标准			NO ₂	小时平均	≤0.5mg/m ³
					年均值	≤0.04mg/m ³
					24 小时平均	≤0.08mg/m ³
				PM ₁₀	小时平均	≤0.2mg/m ³
					年均值	≤0.07mg/m ³
				PM _{2.5}	24 小时平均	≤0.15mg/m ³
					年均值	≤0.035mg/m ³
				CO	24 小时平均	≤0.075mg/m ³
					小时平均	≤4.0mg/m ³
				O ₃	日最大 8 小时平均	≤10mg/m ³
					小时平均	≤0.16mg/m ³
				TSP	24 小时平均	≤0.2mg/m ³
					年均值	≤0.3mg/m ³
GB3838-2002	地表水环境质量标准	楠木溪水库、七里冲水库	II 类	pH	6~9	
				DO	≥6	
				COD	≤15mg/L	
				BOD ₅	≤3.0mg/L	
				氨氮	≤0.5mg/L	
				石油类	≤0.05mg/L	
				总磷	≤0.1mg/L	
				总氮	≤0.5mg/L	
				高锰酸盐指数	≤4mg/L	
				硫酸盐	≤250mg/L	
				硝酸盐	≤10mg/L	
				铁	≤0.3mg/L	
		锰		≤0.1mg/L		
		氯化物		≤250mg/L		
		石油类		≤0.05mg/L		
		渔洋溪	III 类	pH	6~9	
				COD	≤20mg/L	
				氨氮	≤1.0mg/L	
				总磷	≤0.2mg/L	
				总氮	≤1.0mg/L	
				石油类	≤0.05mg/L	
				粪大肠菌群	≤10000mg/L	
GB/T14848-2017	地下水质量标准	地下水环境	III类	pH	6.5~8.5	
				氨氮	≤0.5mg/L	
				硝酸盐氮	≤20mg/L	
				亚硝酸盐氮	≤1.0mg/L	
				钠	≤200mg/L	
				总硬度	≤450mg/L	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

				溶解性总固体	≤1000mg/L
				耗氧量 (COD _{Mn})	≤3.0mg/L
				硫酸盐	≤250mg/L
				氯化物	≤250mg/L
GB3096-2008	声环境质量标准	敏感点	1类	昼间 55dB (A)、夜间 45dB (A)	
GB36600-2018	《土壤环境质量 建设用地土壤污 染风险管控标准 (试行)》	土壤环境	第二类 用地筛 选值	砷	≤60mg/kg
				镉	≤65mg/kg
				铬(六价)	≤5.7mg/kg
				铜	≤18000mg/kg
				铅	≤800mg/kg
				汞	≤38mg/kg
				镍	≤900mg/kg
				四氯化碳	≤2.8mg/kg
				氯仿	≤0.9mg/kg
				氯甲烷	≤37mg/kg
				1, 1 二氯乙烷	≤9mg/kg
				1, 2-二氯乙烷	≤5mg/kg
				1, 1-二氯乙烯	≤66mg/kg
				顺-1, 2-二氯乙烯	≤596mg/kg
				反-1, 2-二氯乙烯	≤54mg/kg
				二氯甲烷	≤616mg/kg
				1, 2-二氯丙烷	≤5mg/kg
				1, 1, 1, 2-四氯乙烷	≤10mg/kg
				1, 1, 2, 2-四氯乙烷	≤6.8mg/kg
				四氯乙烯	≤53mg/kg
				1, 1, 1-三氯乙烷	≤840mg/kg
				1, 1, 2-三氯乙烷	≤2.8mg/kg
				三氯乙烯	≤2.8mg/kg
				1, 2, 3-三氯丙烷	≤0.5mg/kg
				氯乙烯	≤0.43mg/kg
				苯	≤4mg/kg
				氯苯	≤270mg/kg
				1, 2-二氯苯	≤560mg/kg
				1, 4-二氯苯	≤20mg/kg
				乙苯	≤28mg/kg
				苯乙烯	≤1290mg/kg
				甲苯	≤1200mg/kg
				间二甲苯+对二甲苯	≤570mg/kg
邻二甲苯	≤640mg/kg				
硝基苯	≤76mg/kg				
苯胺	≤260mg/kg				
2-氯酚	≤2256mg/kg				

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

				苯并[a]葱	≤15mg/kg
				苯并[a]芘	≤1.5mg/kg
				苯并[b]荧葱	≤15mg/kg
				苯并[k]荧葱	≤151mg/kg
				蒽	≤1293mg/kg
				二苯并[a, h]葱	≤1.5mg/kg
				茚并[1, 2, 3-cd]芘	≤15mg/kg
				萘	≤70mg/kg
				石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)	≤4500

表 2.4.1-3 土壤评价执行标准（农用地）

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	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

2.4.2 污染物排放标准

2.4.2.1 废气排放标准

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。。

表 2.4.2-1 项目工艺废气污染物排放标准

分类	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速率 (kg/h)	标准来源
无组织 排放	污染物	无组织排放限值	浓度限值 (mg/m ³)	标准来源
	颗粒物	周界外浓度最高点	1.0	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996） 表 2 无组织

2.4.2.2 废水排放标准

本项目施工期各施工工区设置化粪池或一体化处理设备，处理后的生活污水满足《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。各施工场地施工废水经隔油沉淀池处理后回用，本项目不涉及运营期。本项目排放废水具体指标见下表。

表 2.4.2-2 项目施工期污水排放标准（单位：mg/L，除 pH 值外）

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

2.4.2.3 噪声排放标准

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）。运营期不产生噪声。详见下表。

表 2.4.2-5 建筑施工场界环境噪声排放标准（单位：dB(A)）

执行标准	昼间	夜间
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	70	55

2.4.2.4 固体废物

危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中要求；一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）相关规定。

2.5 评价等级及评价范围的划分

依据导则规定，结合该项目的性质、规模、污染物排放特点及污染物排放去向和周围环境状况，确定本次环境影响评价等级。

2.5.1 大气评价等级及范围

本项目为水系引水工程，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

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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。

2.5.2 地表水环境评价等级及范围

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目为水文要素影响型建设项目。

水文要素影响型建设项目地表水评价工作等级分级见表 2.5.2-1。

表 2.5.2-1 水文要素影响型建设项目评价等级判定表

水文要素型	水温	径流		受地表影响水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$ ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$ ；	入海河口、近岸海域
				河流	湖库	
一级评价	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A1 \geq 0.5$ ；或 $A2 \geq 3$
二级评价	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$ ；或 $3 > A2 > 0.5$
三级评价	$\alpha \geq 20$ ；或混合型	$\beta \leq 2$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $A3 \leq 5$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $A3 \leq 5$	$A1 \leq 0.15$ ；或 $A2 \leq 0.5$
注	1.影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。 2.跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。 3.造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的5%以上），评价等级应不低于二级。 4.对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于2km时，评价等级应不低于二级。 5.允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。 6.同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。 2.跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。 3.造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的5%以上），评价等级应不低于二级。 4.对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮					

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于2km时，评价等级应不低于二级。
5.允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。
6.同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

本工程影响范围涉及楠木溪饮用水源保护区，因此地表水评价工作等级确定为二级。

2.5.3 地下水评价工作等级及评价范围

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目属于“3、引水工程”，跨流域调水；大中型河流引水；小型河流年总引水量占天然年径流量 1/4 及以上；涉及环境敏感区的”，属于地下水环境影响评价 III 类项目，项目建设项目所在区域地下水环境功能规划为 III 类，本项目取水楠木溪水库具有水源地的功能要求，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”。根据地下水评价工作等级分级表，本项目地下水评价等级为三级。

表 2.5.3-1 地下水评价工作等级分级表

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

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），项目周边无重要的地下水保护目标，本项目地下水评价范围采用查表法，项目周边地下水评价范围为以本项目为中心约 6km² 的范围。

2.5.4 声环境影响评价等级及评价范围

声环境影响评价工作等级划分的主要依据是：①建设项目所在区域的声环境功能区类别，即敏感程度；②项目建设前后所在区域噪声级增加量，即声环境质量变化程度；③受建设项目影响人口数量，即敏感目标增加情况。

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。本项目施工区域主要位于江南农村地区，属于声环境功能 1 类区，项目运行期基本无噪声影响，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），本项目噪声评价等级确定为二级。

2.5.5 土壤评价等级及范围

工程对土壤环境的影响主要是施工区占地，以及机械车辆含油废水、混凝土拌和系统碱性废水渗漏造成的土壤环境质量变化。

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本项目属于II类生态影响型项目。根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），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，判别依据见下表：

表 2.5.5-1 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 $a > 2.5$ 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	$\text{pH} \leq 4.5$	$\text{pH} \geq 9.0$
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。

根据水文地质勘查，工程区常年地下水位埋深 $> 3\text{m}$ 。根据本项目的土壤环境质量监测报告，项目所在区域 $5.5 < \text{pH} < 8.5$ ，土壤环境敏感程度为“不敏感”。

表 2.5.5-2 生态影响型评价工作等级划分表

项目类别 敏感程度	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。

根据《环境影响评价技术导则土壤环境》（HJ964-2018），调查评价范围应包括建设项目可能影响的范围，能满足土壤环境影响预测和评价要求，项目现状评价范围为占地范围外 1km 范围内，故拟定本项目土壤环境影响评价范围为厂界外延 1km

处。

2.5.6 生态评价等级及范围

根据《环境影响评价技术导则生态环境》（HJ19-2022）中“6.1 评价等级判定”原则如下：

- a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；
- b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；
- c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；
- d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
- e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
- f) 当工程占地规模大于 20km²时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；
- g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级；
- h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

本项目主要建设内容包括连通隧洞工程的全部建设内容和过江隧洞的管道敷设机电安装等其他配套工程，仅在楠木溪水库施工设置取水口时对水源地生态环境有一定影响，过江隧洞的管道敷设机电安装不涉及土建开挖施工，在已建好的过江隧洞中进行施工，不会对长江湖北宜昌中华鲟自然保护区造成影响。

根据 HJ2.3 判断，本项目属于水文要素影响型且地表水评价等级为二级，因此生态影响评价等级为二级。

2.6 环境保护目标

1、大气环境

本项目连通隧洞工程、过江隧洞的管道敷设机电安装工程均为地下施工，项目大气环境敏感目标主要为连通隧洞工程沿线地表施工作业面（取土场、施工支洞、弃渣场、倒虹吸、盾构始发井、盾构接收井、综合加工厂、预制场、泥水处理场等）占地附近居民点。

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。

2、地表水环境

本项目地表水环境敏感目标为楠木溪水库，以及受水工构筑物工程施工影响的渔洋溪、长江（宜昌猗亭段）。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，渔洋溪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；长江（宜昌猗亭段）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。

3、声环境

声环境敏感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，其中农村地区居民点保护级别为《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准，城镇交通干线两侧 50m 以内居民点保护级别为《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准。

4、地下水环境

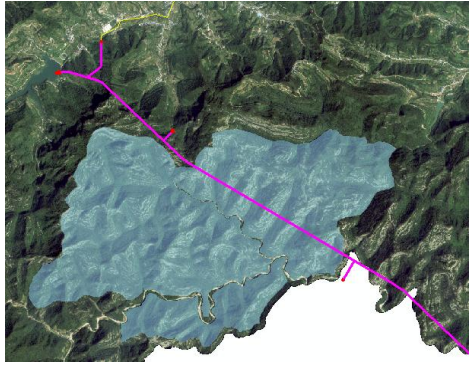
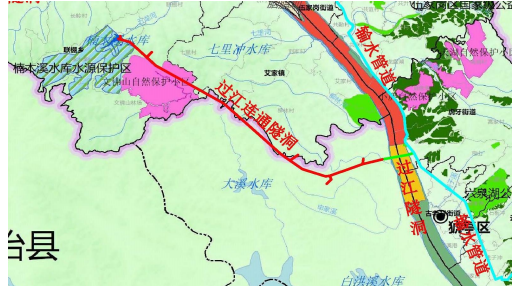
本项目评价范围内没有地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等地下水敏感目标。

5、生态环境




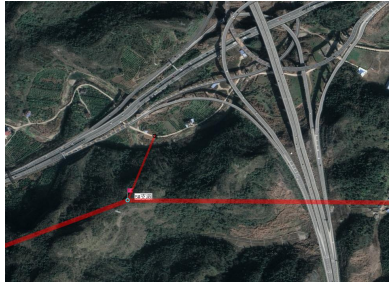
本工程生态保护目标为评价范围内的地形地貌、植被、水土保持、野生动物、土地利用，本项目涉及的楠木溪水库饮用水源保护区为重要生态敏感目标。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书


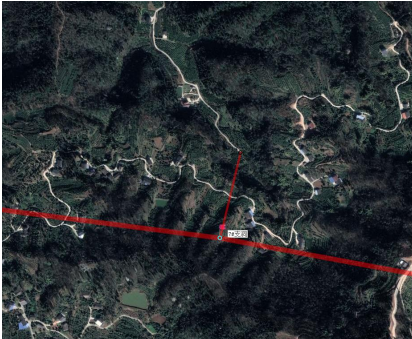

表 2.6.1-1 主要环境保护目标一览表

保护对象	中心地理坐标/°		敏感点规模/功能	保护内容	保护级别	位置关系（线条为管线工程走向）	相对边界距离/m
	东经	北纬					
楠木溪水库	111° 14' 7.46"	30° 37' 26.89"	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	取水区	
长江	111° 23' 56.81"	30° 33' 41.96"	大河	地表水	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准	下穿	
文佛山自然保护小区	111° 14' 30.24"	30° 36' 15.16"	县级自然保护区	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。		下穿
楠木溪水库饮用水源保护区	111° 13' 53.01"	30° 37' 17.09"	县级饮用水源地	水、气、声、生态			下穿
长江湖北宜昌中华鲟自然保护区	111° 23' 56.81"	30° 33' 41.96"	省级自然保护区	水、气、声、生态			下穿

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

点军省级及以上生态公益林	111° 8' 25.53"	30° 38' 6.65"	省级公益林	水、气、声、生态			下穿
取水口居民	111° 13' 58.00"	30° 37' 16.70"	农村居民点	气、声	《环境空气质量标准》(GB3095-1996) 二级标准；《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1类标准		ES 180m
3#支洞洞口居民	111° 20' 15.76"	30° 33' 54.04"	农村居民点	气、声	《环境空气质量标准》(GB3095-1996) 二级标准；《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1类标准		N 50m
5#支洞洞口居民	111° 22' 48.51"	30° 33' 41.52"	农村居民点	气、声	《环境空气质量标准》(GB3095-1996) 二级标准；《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1类标准		E 100m

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

6#支洞洞口 居民	111° 8' 27.22"	30° 38' 3.90"	农村居民 点	气、声	《环境空气质量标准》 (GB3095-1996) 二级标 准；《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1类标准		下穿
7#支洞洞口 居民	111° 6' 32.79"	30° 38' 33.75"	农村居民 点	气、声	《环境空气质量标准》 (GB3095-1996) 二级标 准；《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1类标准		下穿
始发井居民	111° 23' 26.11"	30° 33' 35.59"	农村居民 点	气、声	《环境空气质量标准》 (GB3095-1996) 二级标 准；《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 1类标准		WN 80m

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

<p>长岭河倒虹吸居民</p>	<p>111° 9' 6.23"</p>	<p>30° 37' 27.35"</p>	<p>农村居民点</p>	<p>气、声</p>	<p>《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准；《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准</p>		<p>EN 150m</p>
<p>引水支线出口前池居民</p>	<p>111° 5' 57.08"</p>	<p>30° 38' 31.79"</p>	<p>农村居民点</p>	<p>气、声</p>	<p>《环境空气质量标准》(GB3095-1996)二级标准；《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准</p>		<p>W 150m</p>

3 建设项目工程分析

3.1 一期工程概况

3.1.1 一期工程地理位置

宜昌市清江水系连通及生态修复工程一期建设区域主要集中在宜昌市长阳县及点军区，工程引水线路主线起于长阳隔河岩水库止于点军楠木溪水库、支线起于长阳金盆分水闸止于点军长岭河牛头湾。

工程影响范围涉及 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。一期工程地理位置见下图：



图 3.1.1-1 一期工程建设地理位置图

3.1.2 一期工程建设任务

一期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点军区 6 条河流。工程建设任务：

- ①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。

②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。

③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 3.1.2-1 一期工程受水区区位图

3.1.3 一期工程选线及布局

一期工程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，主线终点为宜昌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。

一期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。

一期工程输水线路途径敏感区域包括：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，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，楠木溪水库水源地二级保护区。

3.1.4 一期工程规模

1、设计流量

一期工程引水隧洞主线设计流量为 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ 。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 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

一期工程隧洞均为无压洞，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 $3.6 \times 3.64\text{m}$ （宽 \times 高）。II 类、III 类（1~3#隧洞）围岩隧洞净空断面尺寸为

3.0×2.94m，III类（4~5#和支线隧洞）围岩隧洞净空断面尺寸为2.4×2.84m，IV类围岩隧洞净空断面尺寸为2.2×2.54m。引水隧洞支线断面形式与主线一致，开挖断面尺寸3.2m×3.44m（宽×高）。

按照一期隧洞尺寸及纵坡、水深等参数复核，一期主隧洞最大过流能力为7.52m³/s，满足引水要求。

2、设计水位

（1）水库特征水位

表 3.1.4-1 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

隔河岩水库联合调度运行最低水位调整为180.00m（吴淞），工程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）。

（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、分水口及主要建筑物水位

本项目输水线路、分水口及主要建筑物设计流量及设计水位信息见表3.1.4-2。

表 3.1.4-2 一期工程设计设计流量及设计水位一览表

编号	类别	名称	设计流量 (m ³ /s)	设计水位 (m)
1	进水口	进水口	5.7	178.26
2	输水工程	隔河岩水库至楠木溪水库引水主线	5.7	178.00-148.19

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

3	输水线路 建筑物	隔河岩水库至楠木溪水库引水主线	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	3.0	148.19-144.87
5		沿头溪退水闸	2.85	175.00
6		沿头溪节制闸	5.7	175.00
7		丹水退水闸	2.85	157.52
8		丹水节制闸	5.7	157.52
9		金盆分水闸	3.0	148.19
10		金盆节制闸	2.7	148.19

3、主要建设内容

一期工程的建设内容详见表 3.1.4-3。

表 3.1.4-3 一期工程建设内容一览表

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	进水口采用竖井式，竖井进水口为单孔，孔口净宽 2.0m，底板高程 176.00m，检修平台高程 210.00m。竖井闸室段底板长 13.0m、底板厚 1.5m、侧墙厚 1.0m。
		隧洞工程	1#隧洞	桩号 K0+089~K2+836，隧洞长度 2747m，设计引水流量 5.7m ³ /s，无压隧洞，断面为城门洞型，开挖断面尺寸为 3.2×3.24m 至 3.2×3.44m（宽×高）
			2#隧洞	桩号 K4+025~K7+418，隧洞长度 2747m，设计引水流量 5.7m ³ /s，无压隧洞，断面为城门洞型，开挖断面尺寸为 3.2×3.24m 至 3.2×3.44m（宽×高）
			3#隧洞	桩号 K7+468~K13+383，隧洞长度 5915m，设计引水流量 5.7m ³ /s，无压隧洞，断面为城门洞型，开挖断面尺寸为 3.2×3.24m 至 3.2×3.44m（宽×高）
			4#隧洞	桩号 K13+708~K15+469，隧洞长度 1761m，设计引水流量 5.7m ³ /s，无压隧洞，断面为城门洞型，开挖断面尺寸为 3.2×3.24m 至 3.2×3.44m（宽×高）
			5#隧洞	桩号 K15+556~K23+008，隧洞长度 7452m，设计引水流量 5.7m ³ /s，桩号 K17+789~K23+008 段设计流量 2.7m ³ /s；无压隧洞，断面为城门洞型，开挖断面尺寸为 3.2×3.24m 至 3.2×3.44m（宽×高）
		倒虹吸工程	沿头溪倒虹吸	连接 1#隧洞与 2#隧洞间需跨越沿头溪河道，桩号 K2+836~K4+025，长度 1189m，采用圆形断面的球墨铸铁管结构；进口段位于倒虹吸上游侧，出口段出口直接接下游隧洞。
			丹水倒虹吸	连接 4#隧洞与 5#隧洞间需跨越丹水河河道，桩号 K13+425~K13+702，长度 277m，采用圆形断面的球墨铸铁管+钢管结构；进口段位于倒虹吸上游侧，出口段出口直接接下游隧洞。
			泉溪河倒虹吸	连接 5#隧洞与 6#隧洞间需跨越泉溪河河道，桩号 K15+476~K15+545，长度 69m，采用圆形断面的球墨铸铁管结构；进口段位于倒虹吸上游侧，出口段出口直接接下游隧洞。
		暗涵工	泉溪河暗涵	泉溪河暗涵上接 2#隧洞出口（K7+418），下游与 3#隧洞

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

工程类别	工程名称		建设内容	
	程		进口相连（桩号K7+468）；暗涵沿NE4°方向斜穿泉溪河，平面投影长度50m。	
		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+383~K13+425m，长42m。	
		4#隧洞进口暗涵	4#隧洞进口暗涵上接丹水倒虹吸，下接4#隧洞，桩号13+702~13+708，长6m。	
		4#隧洞出口暗涵	4#隧洞出口暗涵上接4#隧洞，下接两叉河倒虹吸，桩号15+469~15+476，长7m。	
		5#隧洞进口暗涵	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+556m，长11m。	
	涵闸工程	金盆节制闸、分水闸	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2.7m ³ /s、分水闸设计流量3.0m ³ /s。	
		沿头溪退水闸	桩号K2+854处，位于沿头溪倒虹吸上游连接段的右岸，设计流量为2.85m ³ /s。	
		沿头溪节制闸	桩号K2+859处，位于沿头溪倒虹吸进水口，主要用于水位控制，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，位于丹水倒虹吸进水口，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

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

工程类别	工程名称		建设内容	
工程类别	施工围堰工程		侧，出口与支线隧洞在桩号Z1+200m处垂直交汇，该支洞长192m。	
		进水口围堰	进口段采用岩埂围堰施工，口段桩号K0-019~K0+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。	
		丹水河溪倒虹吸围堰	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	进水口及1#支洞附近施工道路	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。	
	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	隔河岩水库进水口导流建筑物为预留岩埂，考虑围堰承	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

工程类别	工程名称		建设内容	
		水口	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40m ³ /min		
环保工程	废水	施工期	生活污水	依托周边民房已有设施处理或新建化粪池，处理达标后用于农灌不外排；
			生产废水	单个施工区生产废水处理能力不低于5m 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10m ³ /d，废水经沉淀处理后用于洒水抑尘；隔油池、沉淀池均采取防渗处理；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；	
	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、卸料等产尘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	
	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	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

工程类别	工程名称		建设内容
			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。

4、工程特性及技术指标

一期工程主要特性及技术指标详见表 3.1.4-4。

表 3.1.4-4 一期工程特性表

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	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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	
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			

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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	
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.总工期	月	36	
六、经济指标			
总投资	万元	43909.99	

其中：环境保护工程投资	万元	556.54	
水土保持工程投资	万元	906.46	

3.2 本期工程建设的必要性

3.2.1 丰富宜昌中心城区可供水量，有效缓解水资源供需矛盾

(1) 长江段取水受到诸多因素限制

宜昌市中心城区现有西坝水厂、市三水厂、猓亭一水厂、紫阳水厂 4 座水厂从长江取水，向西陵、伍家岗、猓亭、点军区供水。宜都市城区的红花水厂，陆城二水厂 2 座水厂也从长江取水，向宜都市沿江片区（红花套镇、高坝洲镇、陆城街道、姚家店镇、枝城镇）供水。市三水厂、猓亭一水厂、红花水厂、陆城二水厂位于葛洲坝水库坝下，受到中华鲟保护区和长江通航等诸多因素限制。

长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区位于长江干流湖北省宜昌市葛洲坝至枝城杨家溪江段，全长 60 公里。三峡大坝和葛洲坝拦截长江后，中华鲟洄游产卵线路被切断，葛洲坝以下水域成为中华鲟繁殖群体主要栖息地和目前已知唯一的、稳定的产卵场。葛洲坝至宜昌长江公路大桥的多年平均水位以下区域为核心区。根据《长江岸线开发利用与保护规划》及自然保护区管理要求：在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。市三水厂取水口位于长江王家河段，属于中华鲟保护区核心区范围，2019 年根据环保督察有关要求，市三水厂取水口已经被取缔。

基于类似的原因，2022 年 7 月 18 日，宜昌市生态环境局宜都市分局将《关于宜都市供水总公司陆城二水厂饮用水水源保护区调整论证情况的报告》上报宜都市人民政府，主要结论为陆城二水厂取水口适度下移、重新划定水源地保护区，同时指出“考虑到宜都陆城二水厂和红花套水厂水源地均位于长江，九道河水库备用水源供水能力有限，远期可考虑在清江选址，建设新水源地。”2022 年 9 月 28 日，宜昌市生态环境局向宜昌市人民政府上报了《市生态环境局关于宜都市陆城二水厂水源地环境问题整改情况的报告》，指出陆城二水厂取水口适当下移，作为工业用水予以保留，不再作为城市饮用水源。

长江作为我国的黄金水道，随着长江航运的迅速发展，2011 年，三峡船闸双向通过量超亿吨，提前 19 年达到设计年通过能力，由于葛洲坝和三峡大坝船闸通航能力有限，有大量大型船只无法及时通过两坝一峡。宜昌长江段猓亭区长江公路大桥至伍家岗区临江坪段江段划定为待闸区，目前最高峰时停泊大型船舶 767 艘，受待闸船舶停

靠影响，这一江段目前无法设置取水口，船舶通航对取水口也有较大影响。因此，对这一江段两岸的猓亭一水厂和猓亭区部分企业自取水长江取水受到很大制约。

(2) 宜昌市中心城区社会经济发展对水资源需求较高

清江水系连通工程（宜昌城区段）受水区西陵区、伍家岗区、猓亭区、点军区是宜昌市中心城区，2022年总人口99.3万人，总GDP1127亿元，是宜昌市政治、经济、文化中心，是宜昌市人口最集中、生产最活跃的核心区域，也是湖北省“一主两副多极”区域发展的重要组成部分。根据《湖北省主体功能区规划》，宜昌市主体功能为：长江中游地区重要的综合性交通枢纽，全省重要的石油化工、建材、农产品等加工基地，全省重要的旅游目的地。《宜昌市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出，至2035年宜昌市的总体发展目标为加强在“宜荆荆恩”城市群中的辐射引领带动作用，建设美丽宜昌。根据需水预测，预计

2035年受水区总需水量达到2.5亿 m^3 ，而目前宜昌市江北的官庄、善溪冲等水库本身库容较小，虽有东风渠干渠补水，但东风渠灌区本身供水也很紧张，从长江取水又受到诸多限制，城区未来水资源供需矛盾会更加突出。

(3) 从清江水系连通可有效缓解城区供需水矛盾

隔河岩水库是清江干流上以发电功能为主的大（1）型水库，多年平均径流量127亿 m^3 ，水量丰富。目前已建成从隔河岩水库到楠木溪水库连通隧洞工程（即“清江一期”工程），线路全长23km，设计流量 $5.7m^3/s$ ，最大过流能力 $6.84m^3/s$ 。在已建清江一期工程基础上，续建楠木溪水库到宜昌市江北的连通引水工程，可以进一步将清江水引至宜昌市中心城区及宜都城区，为受水区年置换加新增共计1.31亿 m^3 水量，有效缓解宜昌城区供需水矛盾，为城区高质量发展提供可靠的水资源保障。

3.2.2 提升宜昌中心城区供水品质，实现城区供水双水源保障

(1) 是解决宜昌江北城区以长江为存量水水源的有效途径

宜昌江北城区东风渠片区已规划“引江补汉输水沿线补水工程”。引江补汉输水沿线补水工程自三峡库区左岸龙潭溪取水，进水口与引江补汉工程联合建设，分设闸门取水，输水干线总长185公里，经宜昌市夷陵区、远安县、当阳市，荆门市东宝区，襄阳市宜城市、南漳县，终点至三道河水库坝下蛮河。“引江补汉输水沿线补水工程”采用有压（前63km）和无压（63km之后）相结合方式进行输水，在宜昌市东风渠设置分水口，为宜昌江北城区以东风渠、善溪冲水库等为水源的水厂（市一水

厂、市四水厂、民生三水厂、官庄水厂、鸿淼水厂及猓亭二水厂）提供水源，并考虑未来宜昌经济发展之后的增量需水。然而受水量指标控制，“引江补汉输水沿线补水工程”未考虑以长江为水源的西坝水厂、市三水厂及猓亭一水厂需水量。但受到中华鲟保护区和长江通航等诸多因素限制，葛洲坝坝下宜昌段取水口设置受到限制，且无法划定水源保护区，导致市三水厂、猓亭一水厂的水源亟须调整以满足水厂现状规模的供水需求，置换水源迫在眉睫。本次利用正在建设的“清江一期”工程，以水资源充分利用为前提，将清江水引入宜昌，实现“引清入宜”双水源建设。

（2）清江水质优良，是理想的城市供水水源

清江发源于湖北省西南部武陵山区，流域内受人类活动影响较小，自然生态环境优良，常年维持在Ⅰ~水质Ⅱ类。根据2021年市生态环境局公布的《地表水环境质量月报》，隔河岩坝上的清江水，1~8月均为Ⅰ类水质，9~12月为Ⅱ类，水质稳定、安全可靠，是理想的水源地选择。随着社会经济的迅猛发展，人民群众对生活饮用水的水质要求越来越高，从满足人民日益增长的美好生活需求角度出发实施清江水系连通及生态修复工程（二期）是必要和迫切的。

（3）实施清江水系连通工程可实现城区双水源供水格局

宜昌城区现状供水水源主要有长江和官庄等本地水库，清江水系连通工程（宜昌城区段）建成后，从清江隔河岩水库引水至宜昌城区，可实现《宜昌市城市总体规划修改（2011—2030年）》《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》《宜昌市中心城区给水、节水专项规划修编（2022-2035年）》中规划的城区双水源配置格局，有效提升城区供水安全保障能力。

3.2.3 为点军农村地区补齐供水短板

《宜昌市点军区农村供水规划（2019~2030）》（2020年3月，已审定）中表示将推进城乡供水一体化，艾家镇现在大部分已属于点军区城区范围，并入规模化水厂的集中供水工程，仅有柳林村、七里村需要从现状城市管网延伸供水。

现如今点军区农村供水正在按部就班实施，但因柳林村、七里村受水范围相对独立，范围小涉及人口少，48.6km的供水管线迟迟未施工，两个村只能靠水池供水，导致水量保证率不高，水质差，影响了村民的生活和身体健康。

“引清入宜”工程主线路经过柳林、七里两村，支洞口距两个村的距离仅1.5km。工程可解决柳林、七里两村用水问题，补齐点军农村供水的最后一块短板。

3.3 本期工程概况

3.3.1 工程地理位置

本期工程供水范围覆盖广，建设区域涉及宜昌市点军区、夷陵区、西陵区、伍家岗区、猇亭区、枝江市（白洋、顾家店），影响范围包括：伍家岗区市三水厂部分，猇亭区猇亭一水厂部分，点军区点军二水厂部分及七里村、柳林村，宜都市沿江片红花套镇、高坝洲镇、陆城街、枝城镇、姚家店镇。本项目建设地理位置详见附图 1。

3.3.2 工程基本情况

项目名称：湖北省宜昌市引清入宜调水工程

建设单位：宜昌市东风渠灌区管理局

建设性质：新建

建设内容：包括取水口、连通隧洞工程、过江输水管道、分水口门、引水支线、临时工程等。

（1）取水口位于楠木溪水库库区右岸距离大坝直线距离约 150 米处，设计流量 5.301 立方米每秒。

（2）连通隧洞工程：从楠木溪水库取水口至江南分水井。输水线路全长 17.35km。设计引水流量楠木溪水库～点军分水口为 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ ，点军分水口～江南分水井为 $4.536\text{m}^3/\text{s}$ 。连通隧洞沿线设 1 座管桥、2 条检修交通洞和 3 条施工支洞。

（3）过江输水管道：过江隧洞长 1.62km，设计引水流量为 $3.819\text{m}^3/\text{s}$ 。输水管道经江南分水井由 2.4m 分岔成 2 根 1.4m 管道，沿盾构隧洞敷设至江北分水井中，在江北分水井中合并为 1 根 1.4m 管道并沿井壁出分水井与压力水箱相接。经压力水箱后接供水管道至猇亭一水厂。

（4）分水口：引水干线沿程共布置 4 处分水口，分别为：点军分水口，位于 1#检修交通洞与连通隧洞工程交叉处，设计流量为 $0.764\text{m}^3/\text{s}$ ，利用岔洞段 DN800 钢管分水；宜都分水口，位于江南分水井处，设计流量为 $0.714\text{m}^3/\text{s}$ ，利用井内 DN1200 钢管分水；七里分水口及柳林分水口为预留分水口，位于七里冲水库库尾和柳林村，设计流量均为 $0.004\text{m}^3/\text{s}$ ，利用管桥和岔洞段 DN200 钢管分水。

（5）引水支线：铺设猇亭一水厂引水支线，实现干线分水口与猇亭一水厂之间的连通，设计流量为 $2.546\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 DN1200 球墨铸铁管，线路长 0.95km。

(6) 临时工程

①施工支洞：连通隧洞主线沿线布置 5 条施工支洞。施工支洞最大单洞长度 0.796km，总长 1.73km。

②导流建筑物：导流建筑物主要为楠木溪水库进水口、江南分水井围堰等建筑物施工所需的临时挡水、泄水建筑物。

③其他临时设施：主要包括 6 处弃渣场、6 处施工工区（营地）等。

建设工期：48 个月，预计 2025 年 10 月完工。

建设征地：工程永久征地面积 33.51 亩（22340m²），临时用地面积 360.82 亩（240547m²）。

项目投资：本工程总投资 70769.58 万元，其中环境保护工程费 2090 万元，包括环境保护措施投资、环境监测措施投资和独立费用等，约占总投资 2.95%。

3.3.3 本工程与“宜昌市清江水系连通及生态修复一期工程”的关系

“清江二期”衔接一期工程设计内容，工程范围涉及点军区、伍家岗区、猇亭区及宜都市，供水范围扩大为点军区、西陵区、伍家岗区、猇亭区及宜都市。项目二期主线过江线路从一期主线终点楠木溪水库引出，向点军区联棚方向、西陵区、伍家岗区、猇亭区、宜都市提供生产生活供水，置换受长江取水限制的城区水厂水源；支线方向连接一期支线终点，从长岭河牛头湾引水至桥边河，真正实现点军六河连通，为点军片区 6 条河流提供生态补水，改善河湖水质，提高区域生物多样性。

本工程（引清入宜工程）与过江隧洞工程共同组成清江水系连通及生态修复二期工程；其中引清入宜工程主要建设内容包括连通隧洞工程的全部建设内容和过江隧洞的管道敷设机电安装等其他配套工程；过江隧洞工程主要建设内容为过江隧洞的土建工程、输水管道及桥边河连通隧洞，在保护长江中华鲟的基础上构建宜昌城区供水双水源布局。宜昌市清江水系连通及生态修复一期工程已于 2020 年 12 月 20 日开工建设。



图 3.3.3-1 宜昌市清江水系连通及生态修复工程一期、二期关系图

3.4 工程建设任务及规模

3.4.1 工程建设任务

通过实施引清入宜调水工程，置换受自然保护区和通航等制约因素不能在长江取水的宜昌市三水厂、猗亭一水厂水源，有效地解决点军区农村供水短板，提升宜昌点军区及宜都沿江片区供水保障能力，构建区域双水源供水的格局，为区域社会经济的发展提供水资源保障，并解决点军区农村供水短板。

3.4.2 工程建设规模

1、工程规模

本期工程主要建设内容包括以下几项：

①取水口：位于楠木溪水库库区右岸距离大坝直线距离约 150 米处，设计流量 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

②连通隧洞工程：从楠木溪水库取水口至江南分水井。输水线路全长 17.35km。设计引水流量楠木溪水库～点军分水口为 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ ，点军分水口～江南分水井为 4.536m^3

/s。连通隧洞沿线设 1 座管桥、2 条检修交通洞和 3 条施工支洞。

③过江输水管道：过江隧洞长 1.62km，设计引水流量为 3.819m³/s，隧洞内铺设 2 根 DN1400 输水管。

④分水口：引水干线沿程共布置 4 处分水口，分别为：点军分水口，位于 1#检修交通洞与连通隧洞工程交叉处，设计流量为 0.764m³/s，利用岔洞段 DN800 钢管分水；宜都分水口，位于江南分水井处，设计流量为 0.714m³/s，利用井内 DN1200 钢管分水；七里分水口及柳林分水口为预留分水口，位于七里冲水库库尾和柳林村，设计流量均为 0.004m³/s，利用管桥和岔洞段 DN200 钢管分水。

⑤引水支线：铺设獠亭一水厂引水支线，实现干线分水口与獠亭一水厂之间的连通，设计流量为 2.546m³/s，采用 DN1200 球墨铸铁管，线路长 0.95km。

2、引水流量

工程年引水量 1.31 亿立方米，设计引水总流量为 5.301 立方米每秒。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），工程等别为 III 等，工程规模为中型。工程供水保证率为 95%。

根据设计方案，楠木溪水库一点军分水口设计流量 5.3m³/s，点军支线分水口—江南分水井设计流量 4.536m³/s，江南分水井—江北江南分水井设计流量 3.819m³/s。

3、设计水位

表 3.4.2-1 引清入宜工程取水口水位表

水库	隔河岩水库 (吴淞高程)	隔河岩水库 (85高程)	楠木溪水库 (扩容后, 85高程)
死水位 (m)	160	158.26	120.5
正常蓄水位 (m)	200	198.26	139.5
设计洪水位 (m)	203.14	201.4	140.5
校核洪水位 (m)	204.54	202.8	141.61
进水口底板高程 (m)	176	174.26	117
进水口设计水位 (m)	184	182.26	122

注：吴淞高程-1.74m=1985国家高程基准。

3.5 工程等级及项目组成

3.5.1 工程等级及设计标准

1、工程等别及建筑物级别

本工程年引水量 1.31 亿 m³，设计引水总流量为 5.3m³/s（供水）。根据《水利水

电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定及《调水工程设计导则》（SL/T430-2024）规定，本工程年引水量 $1 \times 10^8 \sim 3 \times 10^8 \text{m}^3/\text{s}$ 之间设计引水流量介于 $2 \sim 10 \text{m}^3/\text{s}$ ，确定本工程等别为III等，工程规模为中型。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，连通隧洞设计流量为 $5.3\text{--}4.536 \text{m}^3/\text{s}$ ，主要建筑物级别为3级，次要建筑物级别为4级；过江管道设计流量为 $3.819 \text{m}^3/\text{s}$ ，按规范要求，主要建筑物级别应为3级，次要建筑物级别应为4级；考虑工程区地质条件复杂，建筑物失事后损失严重，将过江隧洞工程级别由3级提高至2级；取水口边坡为3级，开口线外自然边坡级别为5级。1#、3#施工支洞兼做后期检修交通洞为4级建筑物，边坡级别为4级。2#、4#、5#支洞边坡级别为5级；进场交通道路边坡永久边坡，边坡级别为4级。根据《基坑支护技术标准》（SJG05-2020），确定竖井支护结构安全等级为一级。进场交通道路为四级公路，汽车荷载为公路—II级。

2、洪水标准

依据《防洪标准》（GB50201-2014），供水工程2级水工建筑物设计防洪标准为50~30年一遇，校核防洪标准为200~100年一遇；3级水工建筑物设计防洪标准为30~20年一遇，校核防洪标准为100~50年一遇；4级水工建筑物设计防洪标准为20~10年一遇，校核防洪标准为50~30年一遇。据此确定本工程的防洪标准为：

（1）过江隧洞为2级水工建筑物，但本次设计洪水标准不予提高，设计洪水标准为30年一遇、校核洪水标准为100年一遇。

（2）取水口为3级水工建筑物，取水口设计洪水标准为30年一遇，校核洪水标准为500年一遇（同楠木溪水库防洪标准）。

（3）连通隧洞为3级水工建筑物，设计洪水标准为30年一遇、校核洪水标准为100年一遇。

3、抗震设计标准

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及有关规范，工程区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，建筑物按VI度设防。

3.5.2 工程组成

项目工程组成及建设内容详见表 2.5-1。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

表 3.5.2-1 本期工程组成及主要建设内容一览表

工程类别	工程名称		建设内容	
主体工程	连通隧洞工程	取水口工程	进水口	取水口采用塔式结构，取水塔顺水流向总长21.0m，宽6.4m，塔顶高程143.0m，底板高程125.0m，进口通过引渠与水库相连，引渠底高程124.50m，渠底采用30cm厚C25混凝土衬砌。取水塔后接有压输水隧洞。
		隧洞工程	连通隧洞	本工程全程为有压隧洞，隧洞断面均采用圆形断面隧洞，断面为Φ2.4m圆形断面，主线全长17.35km，楠木溪水库取水口至1#检修交通洞设计流量5.3m ³ /s，1#检修交通洞至江南分水井设计引水流量为4.536m ³ /s。
		分水口	分水口	共设四处分水口，包括点军二水厂分水口、七里村分水口、柳林村分水口、宜都分水口。分水口主洞钢衬混凝土衬砌段采用4.34m×4.22m（宽×高）的马蹄形断面，洞身断面净尺寸Φ2.4m。该段采用60cm厚C30混凝土衬砌，过流面内衬DN2700mm钢管，底板采用10cm厚C15混凝土找平
	过江隧洞工程	输水管道	过江输水管道	管线全长1.6km，连通隧洞经江南分水井由2.4m钢管分岔成2根1.4m钢管，钢管沿过江盾构隧洞敷设至江北分水井中，在江北分水井中合并为1根1.4m钢管并沿井壁出分水井与压力水箱相接双管布置，供水流量3.819m ³ /s。
			獭亭一水厂	输水管道全长454m，管道自压力水箱下穿G318国道后向北沿獭亭大道敷设约120m而后向东北方向埋设至獭亭一水厂拟建厂址。管道采用DN1200mm球墨铸铁管，在转弯处设C25混凝土镇墩，镇墩尺寸2.2×2.2×4m，管线末端设调流阀室，管道平均埋深2m。采用K9级别球墨铸铁管
施工辅助工程	施工辅助设施	施工工区		工程共设置6处施工场地，各施工工区设置独立的施工布置设施，包括生活及办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、临时道路、预制场、风水电供应系统等
		弃渣场		本工程取水口与1#支洞控制段共用一个弃渣场，连通隧洞2#、七里冲管桥段、4#、5#、6#支洞附近各规划一个弃渣场，连通隧洞末端靠近江南分水井的洞段运往过江隧洞工程的弃渣场，即7#弃渣场。
	交通工程	临时道路		全线共修建进场道路4200m，其中，新建1450m，改扩建2750m，七里冲管桥处新建贝雷桥1座，长约40m，宽4.5m
	临时工程	施工支洞工程		连通隧洞沿线共设有5条施工支洞，其中2条（1#、3#）兼做检修交通洞
		施工围堰工程	楠木溪水库进水口围堰	进水口围堰填筑料直接利用开挖料，采用1m ³ 挖掘机开挖装15t自卸汽车运输至填筑区，采用分层铺筑法施工，分层厚度0.5m左右，125kW推土机平料，10t~20t动碾分层压实。围堰拆除时，水上部分采用1.0m ³ 挖掘机挖装，水下部分采用1.0m ³ 长臂反铲向岸后退法挖装出渣。
江南分水井围堰	江南分水井围堰兼做施工场区采用隧洞开挖的土石料填筑，设计水位为51.35m，考虑安全超高，围堰顶高程52m，围堰外侧坡比1:2。其中，井身附近一期填筑区域采用土方填筑，填筑压实度0.91，二期填筑区域采用竖井和隧洞开挖石渣填筑。			

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

环保工程	废水	施工期	生活污水	各施工工区分别设置一座一体化污水处理设备，集中预处理后的生活污水回用于周边的农田灌溉或林地浇灌。
			施工机械清洗废水	6个施工区各设置20m ³ /d隔油沉淀池1座，在停放场洗车场布置1.0m×0.5m的排水沟，机械清洗废水通过排水沟收集后进入隔油沉淀池，在沉淀池内设隔油板，出口处设薄壁堰溢流水，处理后的废水自流进入蓄水池，用于机械车辆冲洗或施工场地洒水，不排放。定时清除隔油板壁聚积的废油，并清理沟底淤泥。
			基坑排水	基坑内设置排水沟和集水井，将渗水、雨水等收集后排。初期基坑排水与河流水质基本相似，经排水沟静置沉淀，排至附近河流。经常性基坑排水包含了大量的渗水及降水，采用向基坑集水区投加絮凝剂，静置沉淀2h后，用清水泵抽出，剩余污泥及时人工清除，运往附近渣场统一处理，处理后用于施工区降尘
			隧洞排水	分别在每个施工支洞和隧洞进出口设置絮凝沉淀池，采用絮凝沉淀的污水处理工艺对洞室排水进行处理，经过调节池、絮凝反应池、平流式沉淀池、清水池处理达标后回用与施工。
			混凝土养护废水	6个施工区混凝土养护过程中将产生废水，拟在6处施工区分别设置沉淀池，处理后的混凝土养护废水回用于混凝土养护用水，不外排
	废气	施工粉尘、扬尘		加强施工道路养护、维修，专人清扫路面，保持路面洁净；运输路段定期洒水降尘，禁止大风天气作业；定期维修、保养施工机械设备；钻孔采用湿式钻孔，建设粉尘产生量
	噪声	施工期		各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
	固废	施工期	弃渣	运至指定的弃渣场处理
			污泥	各施工区产生的废水经絮凝沉淀处理后产生的污泥运往附近弃渣场
			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、废油泥			在6个施工机械停放场占地范围内分别设置专用危废暂存点，占地面积2m×3m，定期委托有资质单位收集处理。	
生态保护		生态避让、植被恢复、林地补偿等		
水土流失		编制《水土保持报告》，落实表土剥离及返还，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，撒播草籽等水土保持措施。		

3.6 工程总布置及建筑物

3.6.1 工程总布置

本工程（宜昌市引清入宜调水工程）与过江隧洞工程共同组成“清江二期工程”，即为“清江二期”工程中的子项工程。本期工程主要建设内容包括连通隧洞工程及过江隧洞工程的管道敷设及机电安装部分，工程总布置如下：

(1) 利用已建隔河岩水库至楠木溪水库输水干线段

已建清江一期水系连通工程（宜昌市清江水系连通及生态修复工程）已于 2020 年 12 月开工建设，引水干线自隔河岩水库起至楠木溪水库止，全长 26.988km，设计流量 $5.7\text{m}^3/\text{s}$ ，最大过流能力 $6.84\text{m}^3/\text{s}$ ，全程采用无压隧洞自流式引水。

(2) 新建连通隧洞（楠木溪水库至江南分水井）输水干线段

连通隧洞段输水线路从楠木溪水库取水口起，依次经过白岩冲、水岩冲至七里冲库尾，而后经柳林村附近在渔洋溪处进入宜都境内，先后下穿 G50 沪渝高速、岳宜高速，然后至江南分水井（江南分水井）。输水线路全长 17.35km，沿线设 6 条检修交通洞及施工支洞，采用全程重力自流的有压隧洞输水方式。其中，楠木溪水库一点军分水口设计流量 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ ，点军支线分水口—江南分水井设计流量 $4.536\text{m}^3/\text{s}$ ，江南分水井—江北江南分水井设计流量 $3.819\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 新建过江隧洞（江南分水井至江北江南分水井）输水干线段

过江隧洞线路自江南分水井（江南分水井）起沿东偏北 10.10° 方向下穿 318 国道后穿越长江，线路进入江北猗亭区后以弧段过渡，止于葛洲坝船厂附近空地接江北分水井（江北分水井）处。线路全长 1.6km，设计流量 $3.819\text{m}^3/\text{s}$ ，采用全程重力自流的有压隧洞输水方式。

(4) 分水口门布置

引水干线沿程共布置 3 处分水口，分别为：点军支线分水口，位于 1#、4#检修交通洞与连通隧洞工程交叉处，后期通过管道支线向点军二水厂连通供水；宜都分水口（江南分水井），位于江南分水井处，后期通过管道支线与宜都市主城区水厂连通，作为宜都市沿江片区生活用水；江北分水口（江北江南分水井），位于江北江南分水井处，后期通过管道支线与猗亭一水厂、市三水厂连通，向宜昌市猗亭区、伍家岗区供水。

(5) 水厂引水支线

共布置 3 条管道引水支线，实现干线分水口与供水水厂之间连通，分别为：点军二水厂支线，设计流量 $0.764\text{m}^3/\text{s}$ ，线路长 5.73km；猗亭一水厂支线，设计流量 $2.546\text{m}^3/\text{s}$ ，线路长 0.95km；市三水厂引水支线，设计流量 $1.273\text{m}^3/\text{s}$ ，线路长 10.81km。

3.6.2 主要建筑物

3.6.2.1 取水口

取水口采用塔式结构，取水塔顺水流向总长 21.0m，宽 6.4m，塔顶高程 143.0m，底板高程 125.0m，进口通过引渠与水库相连，引渠底高程 124.50m，渠底采用 30cm 厚 C25 混凝土衬砌。取水塔后接有压输水隧洞。

取水塔顺水流方向依次设置拦污栅、检修叠梁门、检修门、工作门。

拦污栅和检修叠梁门净宽为 3.9m，垂直布置。拦污栅和下游检修叠梁门中心线间距 2.0m，拦污栅槽中心线距离进口喇叭口下游 1.5m。拦污栅和叠梁门处闸墩间每隔 10m 高程设 80cm×80cmC30 混凝土撑梁，拦污栅和叠梁门处闸墩为厚 1.4m 的 C30 钢筋混凝土结构。取水时水流经过流道后束窄通过事故检修门，闸门孔口尺寸为 2.4m×2.4m（宽×高）。流道自进口喇叭口后逐渐收缩至净宽 2.7m，高度方向以椭圆方程 $x^2 + 4y^2 = 4.3^2$ 的型式收缩至检修闸门前净高 4.3m。叠梁门库位于取水塔上部，距离下游检修门槽中心线 3.25m，门库尺寸深 13m，长 2m，宽 4.5m，门库底高程 130.0m。取水塔下游侧墙自下而上敷设 2 根 $\phi 400\text{mm}$ 通气孔。

塔顶交通桥连接取水塔工作平台和进闸道路，两端分别布置在取水塔后墙牛腿和岸坡桥台之上。交通桥设计荷载等级为公路 II 级，设计安全等级为一级；桥梁总跨度为 12m，按单跨设计；采用混凝土简支空心板桥，全宽 4.5m，净宽 3.5m，设计车道数为单车道。交通桥桥台基础布置于输水隧洞进口边坡高程 126.50m 处，在坡面局部开挖形成。

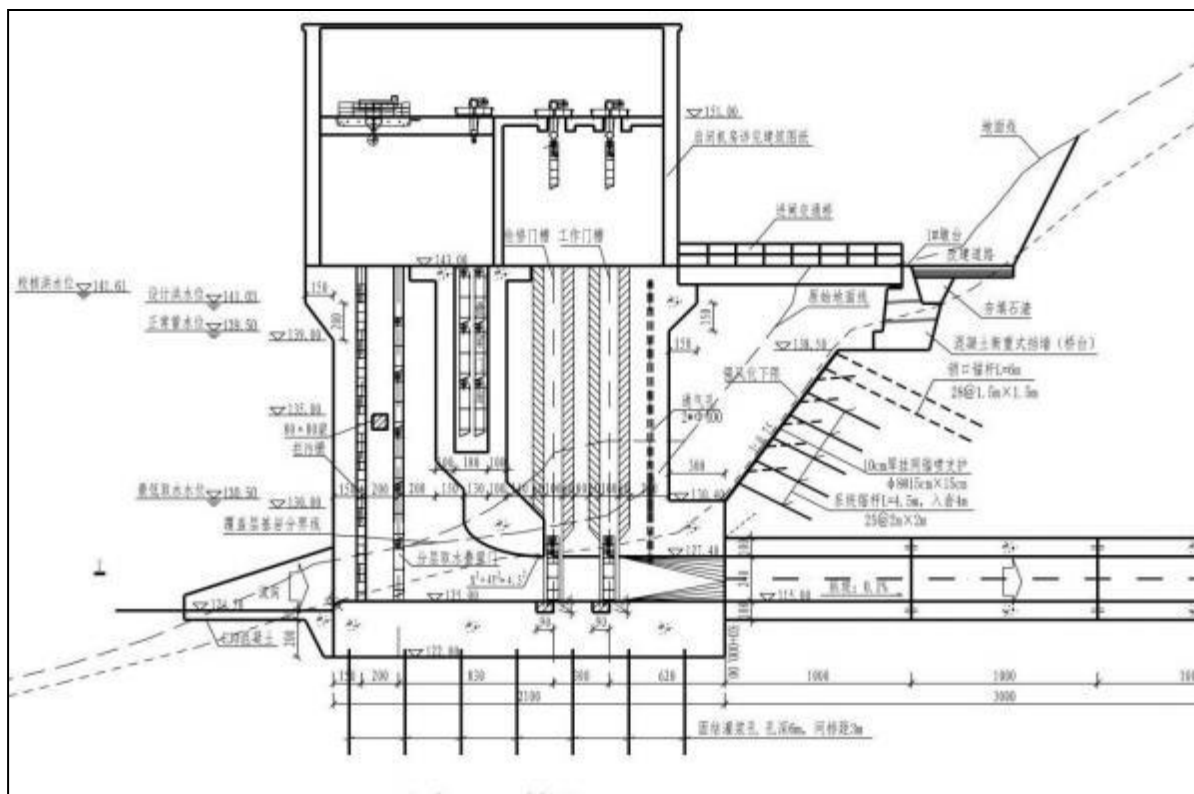


图 3.6.2-1 取水口结构布置图

3.6.2.2 连通隧洞工程

连通隧洞从工程取水口自西北往东南向依次经过楠木溪村、白岩湾、红岩冲、七里冲水库库尾，经蚂蚁潭至柳林村附近后，向南经猫子冲进入宜都市，依次下穿沪渝高速、岳宜高速后至渔洋溪江南分水井处。连通隧洞全长 17.35km。为满足施工作业面要求，主线沿线布置 5 条施工支洞，桩号分别为桩号 K00+203、K02+890.61、K10+389.25、K13+044.72、K15+341.92。

连通隧洞为有压隧洞，主洞线总长度 17.35km，设计引水流量为 5.3m³/s，洞线较长，从有压洞受力条件考虑，最终选择圆形断面，过流断面直径 2.4m，围岩类别主要为Ⅲ类~Ⅴ类。根据洞室规模和围岩条件，参考同类工程经验，有压洞衬砌根据围岩类型采用 30cm、40cm、40cm 现浇 C30 混凝土，围岩类别变化部位，以及同类围岩段每 10 米设置一条结构缝，结构缝采用 1cm 厚 BW 闭孔泡沫板，并设置一道铜止水。洞段全断面固结灌浆，环距 22.5°~30°，入岩深度 3~6m。顶拱 120° 范围内回填灌浆，钻孔直径 φ56mm，灌浆压力 0.3MPa。

连通隧洞围岩条件以Ⅲ类、Ⅳ类为主，一般洞段开挖断面为马蹄形。根据不同围岩类别采用不同支护参数：

Ⅲ类围岩洞段：开挖尺寸为 3.16m×3.26m（宽×高），锚杆参数为 22@2.0×

2.0m, L=2m, 喷淋混凝土厚 8cm;

IV类围岩洞段：开挖尺寸为 3.60×3.70m（宽×高），锚杆参数为 22@1.5×1.5m, L=2m, 挂网喷混凝土厚 20cm、钢筋网规格 φ 8@20×20cm, 洞身段采用 I16a 钢拱架支护, 排距 1m;

V类围岩洞段：开挖尺寸为 3.60×3.70m（宽×高），锚杆参数为 22@1.0×1.0m, L=2m, 挂网喷混凝土厚 20cm、钢筋网规格 φ 8@20×20cm, 洞身段采用 I16a 钢拱架支护, 排距 0.5m; 顶拱 120° 范围内设 φ 42 超前注浆小导管支护, 间距 30cm, 排距 1.6m。

高内压 V类洞段：开挖尺寸为 4.00×4.10m（宽×高），锚杆参数为 22@1.0×1.0m, L=2m, 挂网喷混凝土厚 20cm、钢筋网规格 φ 8@20×20cm, 洞身段采用 I16a 钢拱架支护, 排距 0.5m; 顶拱 120° 范围内设 φ 42 超前注浆小导管支护, 间距 30cm, 排距 1.6m。

典型开挖支护断面见图 2.6-2

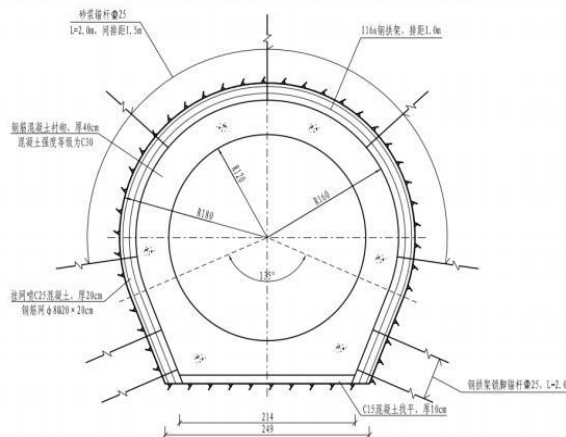


图 3.6.2-2 一般洞段典型开挖支护图

隧洞设计参数见下表:

表 3.6.2-1 本期工程隧洞设计参数一览表

隧洞	桩号 (km+m)	长度 (m)	围岩分类	开挖断面尺寸 (m)	断面净尺寸 (m)	衬砌及支护形式
连通隧洞主洞线 (17441m)	K0+000~K0+458	458	IV	3.7×3.8	Φ 2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护, 后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K0+458~K1+211	753	III	3.7×3.8	Φ 2.7	前期系统锚杆+挂网喷砼支护, 后期全断面30cm厚钢筋混凝土衬砌
	K1+211~	452	IV	3.7×3.8	Φ 2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

	K1+663					网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K1+663~ K4+293	2630	III	3.7×3.8	Φ2.7	超前小导管+系统锚杆+钢拱架+挂网喷护20cm厚，后期全断面30cm厚钢筋混凝土衬砌
	K4+293~ K6+238	1945	IV	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K6+238~ K6+992	754	V	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K6+992~ K7+618	626	IV	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K7+618~ K8+947	1329	III	3.7×3.8	Φ2.7	前期系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面30cm厚钢筋混凝土衬砌
	K8+947~ K10+444	1497	IV	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K10+444~ K11+474	1030	V	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K11+474~ K14+025	2551	IV	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期K13+110~K13+175段DN2700钢管内衬，回填C25混凝土，其余桩号段全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K14+025~ K15+046	1021	V	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期K14+340~K14+420段DN2700钢管内衬，回填C25混凝土，其余桩号段全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K15+046~ K16+383	1337	IV	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期K15+550~K15+570、K15+650~K15+700、K15+775~K15+830段DN2700钢管内衬，回填C25混凝土，其余桩号段全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	K16+383~ K17+560	1177	V	3.7×3.8	Φ2.7	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期DN2700钢管内衬，回填C25混凝土
连通隧洞 分水支线 (200m)	D0+000~ D0+100	100	IV	3.0×3.1	Φ2.0	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	D0+100~ D0+182	82	V	3.0×3.1	Φ2.0	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面40cm厚钢筋混凝土衬砌
	D0+182~ D0+200	18	V	3.0×3.1	Φ2.0	前期钢支撑+超前小导管、系统锚杆+挂网喷砼支护，后期DN2000钢管内衬，回填C25混凝土

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 5.8m，长 15m，布置在沿线围岩较好的 III 类围岩洞段。隧洞前期采用锚杆+挂网喷砼支护，后期全断面现浇 40cm 厚 C25 钢筋砼。典型断面见下图。

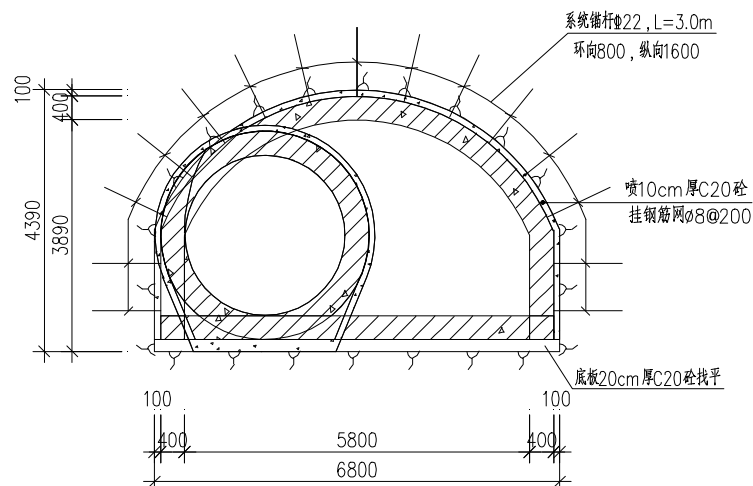


图 2.6-5 错车道典型断面图

3.6.2.3 过江输水管道

根据《过江隧洞工程初步设计报告》，过江隧洞采用外径为 6.2m、内径为 5.5m 的盾构洞径。结合本工程的特点，重点考虑管道安装及后期维护、防腐性能、工作压力和工程造价等因素，采用钢管。

管片形状采用左右通用矩形管片。管片采用 C55 预制钢筋混凝土结构，抗渗等级为 W12。管片外径 6.2m，内径 5.5m，管片厚 0.35m，环宽为 1.5m。管片与管片之间纵缝采用环向螺栓连接，经计算并参照同类工程经验，每条衬砌管片纵缝通过 2 根纵缝连接螺栓（M30）连接，每环管片共 12 根纵缝连接螺栓。全环分为 6 块，即管片环由 1 块封顶块，2 块邻接块，3 块标准块组成。衬砌环与环间环缝通过 16 根环缝连接螺栓（M30）连接，所有纵缝及环缝间均设置弹性密封止水材料，并在纵缝、环缝间设置传力衬垫。隧道防水等级为二级。

3.6.2.4 分水口

结合输水线路沿线施工支洞布置，共设四处分水口，包括点军二水厂分水口、七里村分水口、柳林村分水口、宜都分水口，分别位于 1#、七里冲管桥、3#检修交通洞、江南分水井处。宜都分水口通过江南分水井预留接口分水，七里村分水口通过从管桥处预留 DN200mm 分水钢管配套检修阀实现向水库补水。点军二水厂分水口、柳林村应急补水口结构布置相近。

分水口主洞钢衬混凝土衬砌段采用 4.34m×4.22m（宽×高）的马蹄形断面，洞身

断面净尺寸 $\phi 2.4\text{m}$ 。该段采用 60cm 厚 C30 混凝土衬砌，过流面内衬 DN2700mm 钢管，底板采用 10cm C15 混凝土找平。检修排水洞扩大洞室段采用 $8.14\text{m} \times 6.42\text{m}$ （宽 \times 高）的城门洞形断面，洞身断面净尺寸为 $6.2\text{m} \times 5.21\text{m}$ （宽 \times 高）。该段隧洞采用 60cm 厚 C30 钢筋混凝土衬砌，底板采用 10cm 厚 C15 混凝土找平，找平层上方为 C35 混凝土路面层，路面厚度 15cm，路面两侧设排水沟。分水口主洞与检修排水洞洞顶衔接处采用 C15 混凝土回填。分水口分水岔管管底与主管管底相平，岔管后依次设 C30 混凝土镇墩、检修阀、C30 混凝土支墩。镇支墩尺寸均为 $1.0\text{m} \times 1.6\text{m} \times 1.9\text{m}$ （长 \times 宽 \times 高）。分水钢管末端预留接口。行车岔管与分水岔管平行布置，管中心位于分水岔管左侧 3.85m 处。行车岔管管底与主管管底相平，岔管自主管起以半椭圆型向马蹄形过渡，过渡段长 2.3m，行车岔管末端设封堵门。

3.6.2.5 输水管道工程

本工程设计输水管道总长 526m，主要是对江北猓亭一水厂的原水输水管道，输水管道接入点均为过江输水隧洞末端的压力水箱。

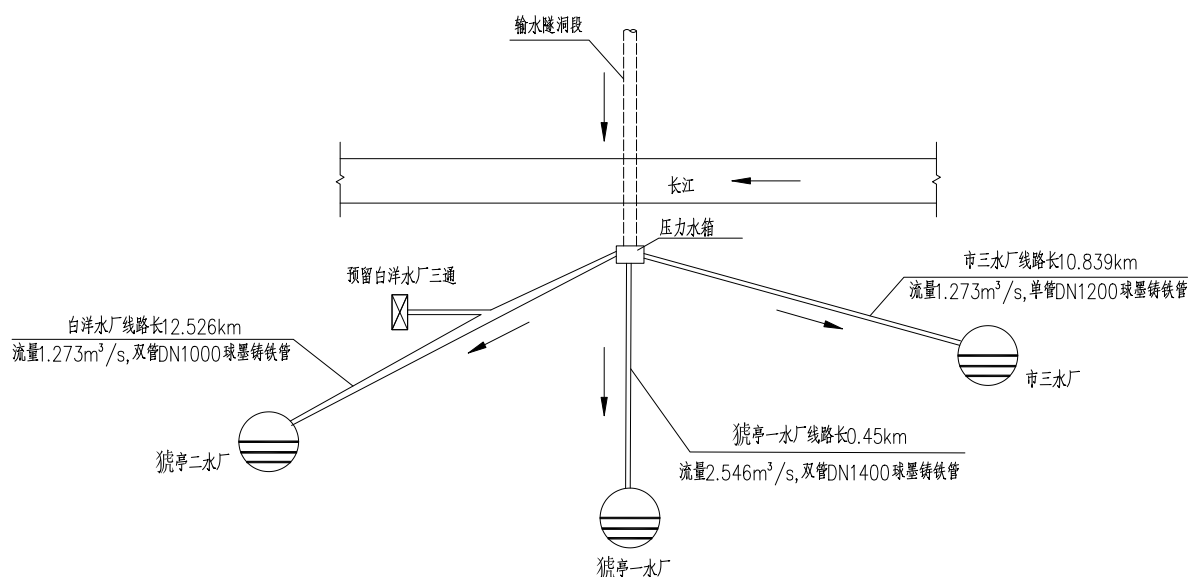


图 2.6-8 输水管线工程布置示意图

猓亭一水厂位于猓亭虎牙村附近，水厂供水规模 20 万 m^3/d ，设计供水流量 $1.959\text{m}^3/\text{s}$ ，水厂厂址高程约 98.30m，管线起点接压力水箱，下穿 G318 国道后向北沿猓亭大道敷设约 120m 而后向东北方向埋设至猓亭一水厂拟建厂址。根据水力学计算结果管道采用 DN1200mm 球墨铸铁管，在转弯处设 C25 混凝土镇墩，镇墩尺寸 $2.2 \times 2.2 \times 4\text{m}$ ，管线末端设调流阀室，管道平均埋深 2m。根据《水利水电工程球墨铸铁管道技术导则》（T/CWHIDA-2018），采用 K9 级别球墨铸铁管

各水厂输水管道典型横断面图如下图所示：

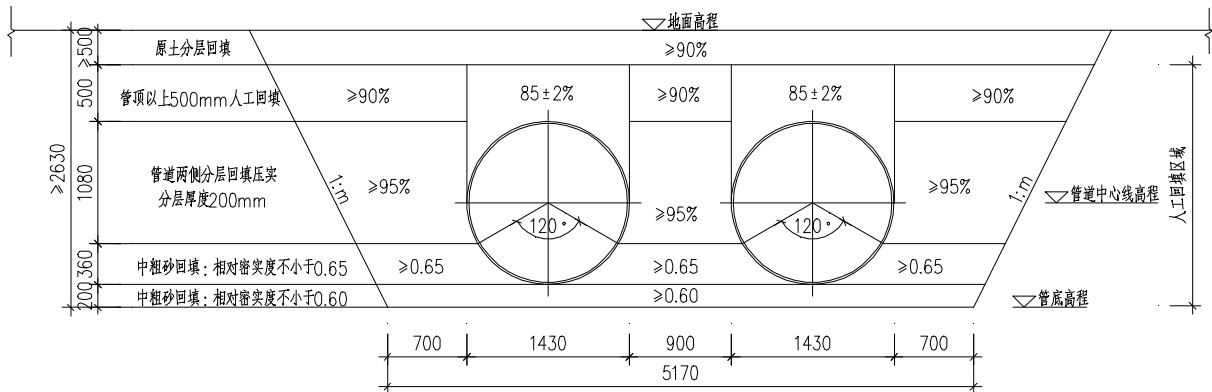


图 3.6.2-1 猗亭一水厂管道典型断面图

3.6.2.6 边坡工程

本工程中边坡工程主要包括连通隧洞主洞线取水口、施工支洞及检修交通洞洞脸边坡及交通道路边坡高度较大的边坡设计，其余高度不大的边坡工程已在建筑物设计中一并考虑。

(1) 取水口

取水口为 3 级建筑物，根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007），确定取水口边坡为 3 级，开口线外自然边坡级别为 5 级。

(2) 施工支洞及检修交通洞洞脸边坡

1#、3#施工支洞兼做后期检修交通洞为 4 级建筑物，相应边坡发生破坏后对工程检修的影响不严重，根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007），确定边坡级别为 4 级。2#、4#、5#支洞仅在施工期使用为 4 级建筑物，相应边坡发生破坏后对工程的影响较轻，确定边坡级别为 5 级。

(3) 交通道路边坡

进场交通道路边坡永久边坡，发生破坏后对建筑物的危害不严重，根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007），确定边坡级别为 4 级。

3.6.2.7 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，除利用现有道路外，需要保留永久道路的部位主要有 4#检修洞、江南及江北分水井。

表 3.6.2-2 交通道路配置情况表

道路名称	道路长度 (m)			道路等级	路面/路基宽度 (m/m)	路面型式	备注
	新建	改扩建	小计				
4#支洞	550	450	900	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	新修永久道路
江南分水井	100	/	100	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	新修永久道路
江北分水井	100	/	100	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	新修永久道路
合计	750	450	1100				

3.6.2.8 安全监测

本工程监测系统内容主要包括取水口监测、连通隧洞监测、过江隧洞监测、竖井监测、施工支洞及检修交通洞监测、施工期监测。

(1) 取水口

取水口监测主要包括水位监测、变形监测、渗流渗压监测、边坡表面变形监测、边坡地下水位监测、边坡支护结构受力监测；所用监测仪器主要为多点位移计、测缝计、经纬仪、水准仪、渗压计、自动水位计。具体监测内容：

- 1) 变形监测：进水塔表面水平和垂直变形、进水塔基岩变形、结构接缝变形。
- 2) 水位监测：进水口处水位变化情况。
- 3) 渗流渗压监测：基底扬压力变化分布情况。
- 4) 边坡表面变形监测：边坡表面水平位移和垂直位移。
- 5) 边坡支护结构受力监测：边坡锚杆应力和代表性锚索的锚固力。
- 6) 边坡地下水位监测：边坡地下水位变化情况。

(2) 连通隧洞

连通隧洞监测主要包括变形监测、渗流渗压监测、应力应变监测；所用监测仪器主要为多点位移计、测缝计、渗压计、应力计及应变计。具体监测内容：

- 1) 变形监测：隧洞围岩与混凝土接缝变形、隧洞围岩的岩体变形。
- 2) 渗流渗压监测：衬砌承受的外水压力。
- 3) 应力应变监测：衬砌承受的外侧围岩压力、支撑钢拱架的钢板应力、围岩锚杆应力。

(3) 过江隧洞

过江隧洞监测主要包括变形监测、渗流渗压监测、应力应变监测、巡视检查；所用监测仪器主要为多点位移计、渗压计、应力计、应变计、水压力计及土压力计。具体监测内容：

1) 变形监测：管片环向接缝变形、隧洞纵向相邻管片间接缝变形、隧洞以上地层分层沉降。

2) 渗流渗压监测：衬砌管片承受的外水压力、衬砌管片内侧渗压、隧洞以上地层地下水位。

3) 应力应变监测：衬砌管片承受的外侧土压力、衬砌管片的钢筋受力、衬砌管片螺栓的应力、钢管钢板应力等。

4) 巡视检查：检查围岩地层岩性、断层及裂隙构造发育情况、岩体裂缝、楔形体、局部危岩、地下渗水等。

(4) 竖井

竖井监测主要包括变形监测、地下水位监测、应力应变监测；所用监测仪器主要为多点位移计、渗压计、应力计、应变计、土压力计。具体监测内容：

1) 变形监测：连续墙表面垂直位移、竖井基坑周边地表垂直位移、连续墙内部水平位移。

2) 地下水位监测：基坑外侧地下水位、底板所受渗透压力。

3) 应力应变监测：连续墙和内衬钢筋应力、连续墙所受土压力、底板混凝土钢筋应力。

(5) 施工支洞及检修交通洞

施工支洞及检修交通洞监测主要包括变形监测、渗流渗压监测、应力应变监测；所用监测仪器主要为多点位移计、测缝计、渗压计、应力计、应变计。具体监测内容：

1) 变形监测：隧洞围岩与混凝土接缝变形、隧洞围岩的岩体变形等。

2) 渗流渗压监测：衬砌承受的外水压力。

3) 应力应变监测：衬砌承受的外侧围岩压力、钢拱架钢板应力、围岩锚杆应力。

(6) 施工期监测

1) 过江隧洞：施工期隧洞收敛变形、施工期隧洞沿线的沉降变形。

2) 连通隧洞和支线隧洞：地表沉降变形。

3) 周边建筑物：沉降变形等。

3.6.3 临时工程

3.6.3.1 施工支洞

为增加施工作业面同时缩短工期，楠木溪连通隧洞主线沿线布置 5 条施工支洞。施工支洞最大单洞长度 0.794km，总长 1.73km。

表 3.6.1-1 施工支洞一览

施工支洞	桩号	进口高程 (m)	主洞高程 (m)	高差 (m)	斜坡长度 L1 (m)	综合坡度 (%)	长度 L (m)	
连通 隧洞 工程	1#施工支洞	K00+202.72	129.90	124.9	5	403	2.90	172.17
	2#施工支洞	K02+890.61	155.00	124.34	30.66	644	3.86	794.10
	3#施工支洞	K10+389.25	103.40	75.02	28.38	549	9.64	294.51
	4#施工支洞	K13+044.72	87.30	71.81	15.49	564	5.25	295.02
	5#施工支洞	K15+341.92	74	57.81	16.19	277	9.08	178.34
合计							1734.14	

3.6.3.2 导流建筑物

本项目跨河、涉水建筑物主要包括楠木溪水库进水口、各施工支洞口、江南分水井（以管道安装为主）。导流建筑物具体布置情况见 3.7 章节。

3.7 工程施工组织

3.7.1 施工条件

(1) 对外交通条件

本工程建设范围分布在宜昌市点军区、宜都市 2 个行政区，项目区内交通以公路运输为主，目前有沪渝高速、岳宜高速、G318 国道、点军大道等主要交通干线从工程区附近经过，跨江交通有多座公路桥，交通十分便利。

工程区附近对外运输条件十分便利。进场道路按水利水电工程场内三级道路设计，考虑进场道路同行一定地方车辆，为减少干扰，一般路段采用双车道，路基宽 6.5m，路面宽 6.0m；当条件受限时，可局部采用单车道（4.5m 宽路基、3.0m 宽路面）。共修建进场道路 4200m，其中新建 1450m，改扩建 2750m，七里冲管桥处新建贝雷桥 1 座，长约 40m，宽 4.5m。

(2) 施工场地条件

本工程场内道路主要是至各施工区的连接路，主要布置施工道路包括洞口至弃渣场、施工场地、营地等，主要技术标准采用水利水电工程场内三级，设计行车速度

20km/h，采用泥结碎石路面，设计最大坡度为 9%，最小平曲线半径为 15m，路基宽 5.5m，路面宽度为 4.5m。工程沿线共 6 个施工区，共需修建场内道路 2900m，其中，新建 1900m，改扩建 1000m。

（3）建筑材料来源

工程所需建筑材料主要包括水泥、钢筋、钢材、木材、油料、炸药、管材等人工建筑材料以及土料等天然建筑材料，各类人工建筑材料均可在宜昌市采购。

（4）风、水、电供应及机械修配条件

输水线路沿线有楠木溪水库、渔洋溪等河流与水库，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。

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。各施工区根据施工用电负荷要求就近在 10kV 输电线路引接，通过 10kV 线路及配套变压器降压至 380V 向各施工区供电。臂掘进机用电从洞外引 10KV 的电缆进洞，经变压器变压成 1140V 高压电后供设备使用。各施工区配备柴油发电机用作应急电源。

（5）地形、地质条件

1) 地形地貌

连通隧洞途经宜昌市点军区联棚乡、艾家镇和宜都市红花套镇，线路沿线地势总体呈西北高、东南低，地形起伏较大，呈波状起伏，沟壑纵横交错，沿线沟梁相间，冲沟多呈宽缓 U 型，森林植被茂密，对保护生态环境十分有利，连通沿线地形地貌单元从构造侵蚀、剥蚀低山一丘陵区逐渐过渡到冲积阶地。

沿线经过的河流主要为习家河、柳林河、渔洋溪等，河底高程 43.9~139.5m，河谷多呈“V”型，河谷切割程度较剧烈，地貌由低山丘陵地貌过渡为冲积阶地地貌。

2) 地层岩性

工程区第四系覆盖层主要为人工堆积层（ Q^s ）、全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）组成，下伏基岩包括：⑤-1 强风化砾岩（ K_{2l} ），⑤-2 弱风化砾岩（ K_{2l} ），⑥-1 强风化泥质粉砂岩（ K_{1w} ）⑥-2 弱泥质粉砂岩（ K_{1w} ）。

3.7.2 土料

根据工程设计总体布置方案，本项目所需天然建筑材料主要为混凝土级配骨料、砂砾石料为主。依据《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015），本着

就地取材、交通便利、保证质量原则，对工程所需的天然建材情况进行了调查。

(1) 混凝土骨料

根据调查，长阳土家族自治县磨市镇三口堰采石场于 2019 年投资新建，现运行状况良好，采石场位于长阳土家族自治县磨市镇三口堰、玉宝村，矿区地理坐标为：东经 $111^{\circ} 15' 49'' \sim 111^{\circ} 16' 07''$ ，北纬 $30^{\circ} 21' 04'' \sim 30^{\circ} 21' 11''$ ，自采石场经 S216、S254 到达过江隧洞江南分水井约 40km，交通条件良好。

料场地处低山丘陵地带，出露地层为寒武系上统三游洞组($\in 3sn$)，岩性为灰色中厚~厚层状灰岩、白云岩，岩石抗风化能力强，抗压强度一般大于 70Mpa。料场规模较大，储量及产品粒径丰富，可满足工程用料需求，可开采面积：0.069km²，储量 5579 千吨，可采储量 4616.1 千吨，产品主要为碎石、砂石料，块石料等各级配料可取其中的中厚层灰岩制备。

(2) 砂砾石料

宜昌市区外围附近 25km 范围存在多个营运砂石料场，储量较丰富，能满足用量，因个体经营情况存在变化，需施工方实地走访确认。

(3) 商品砼

根据调查，连通隧洞及过江隧洞工程沿线猇亭区、点军区主要的商品混凝土厂包括：葛洲坝（宜昌）商品砼有限公司、宜昌华泰商品砼有限公司、瑞建商品砼有限公司、宜昌力华混凝土有限公司猇亭分公司、宜昌鹏兴商品砼有限公司。

上述商品混凝土生产商供应行业涉及水利、建筑、市政、公路等，混凝土粗细骨料以灰岩、白云岩为主，其质量满足技术要求，每日混凝土供应量满足本工程临近引水线路施工高峰用量，辐射半径一般在 10~25km。

3.7.3 工导截流

根据工程总布置及水工设计方案，本工程跨河、涉水建筑物主要包括楠木溪水库进水口、各施工支洞口、江南分水井（以管道安装为主）。其中，各施工支洞进口均布置在全年 10 年一遇设计洪水位以上，不受水流影响，可全年施工；楠木溪水库进水口在枯水期 10 年一遇设计洪水位以上，可在枯水期施工；江南分水井需采取一定的导流工程措施确保干地施工。

1、导流标准

本工程等别为 III 等，工程规模为中型。连通隧洞与过江主要建筑物级别为 3 级，

次要建筑物级别为 4 级。

(1) 连通隧洞工程

连通隧洞主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。楠木溪水库进水口考虑在枯水期施工，施工支洞均离河道较远，可全年施工，考虑发生超标准洪水时应采取应急措施。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，楠木溪水库进水口与施工支洞洞口导流建筑物级别为 5 级，导流标准采用 10 年一遇洪水标准。

(2) 过江隧洞工程

过江隧洞工程主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。江南分水井淹没失事后果严重，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，盾构工作井导流建筑物级别为 4 级，导流标准采用 20 年一遇洪水标准。

2、导流方式

(1) 连通隧洞工程

楠木溪水库现有泄水设施包括左岸输水隧洞、右岸开敞式溢洪道。根据进度安排连通隧洞工程进水口在两个枯水期内完工，考虑在进水口外侧滩地利用岩梗挡水、低坝隧洞泄流的导流方式。楠木溪水库进水口开挖最低高程 122m，高于围堰设计标准 11~3 月 10%设计流量为 17.9m³/s 相应上游水位 121.36m，楠木溪水库进水口无需新增围堰设施。

根据支洞进口处地形条件及设计水位，各支洞进口高程均满足全年 10 年一遇防洪标准，同时在洞脸周边坡面修建截水沟拦截坡面汇水，不受水流影响，确保隧洞施工安全。

(2) 过江隧洞工程

江南分水井布置在渔洋溪西岸，施工期间需进行管道的地表吊装、地下转运和安装等作业，施工场地总面积较大，周边地面高程多在 46m~49m 之间，需进行施工导流，采取沿分水井四周一次性将施工场地填筑至设计水位以上的导流方式。

3、导流建筑物设计

(1) 楠木溪水库进水口

楠木溪水库进水口设计标准选 11~3 月 10%设计流量为 17.9m³/s，相应上游水位 121.36m。进水口利用预留岩梗挡水，预留岩梗顶高程不得低于 122.4m，对低于岩梗顶高程的部分，采用开挖石渣料、混合料填筑，迎水侧、背水侧采用 50cm 厚抛石护坡

和 15cm 碎石垫层护坡，堰顶采用 50cm 厚碎石防护。

取水口进口底板高程 125m，土石围堰对引水工程进口没有影响，围堰不拆除。

(2) 江南分水井围堰

江南分水井围堰兼做施工场区采用隧洞开挖的土石料填筑，设计水位为 51.35m，考虑安全超高，围堰顶高程 52m，围堰外侧坡比 1:2。其中，井身附近一期填筑区域采用土方填筑，填筑压实度 0.91，二期填筑区域采用竖井和隧洞开挖石渣填筑。

4、导流建筑物施工

(1) 楠木溪水库进水口围堰填筑及拆除

楠木溪水库进水口利用预留岩梗挡水，填筑量较少，施工程序为：培厚岩梗至设计断面→坡面碎石填筑→抛石护坡→顶部碎石填筑→待进水口施工完成后拆除土石围堰。进水口围堰填筑料直接利用开挖料，采用 1m²挖掘机开挖装 15t 自卸汽车运输至填筑区，采用分层铺筑法施工，分层厚度 0.5m 左右，125kW 推土机平料，10t~20t 振动碾分层压实。围堰拆除时，水上部分采用 1.0m²挖掘机挖装，水下部分采用 1.0m²长臂反铲向岸后退法挖装出渣。

(2) 江南分水井围堰

江南分水井围堰利用分水井施工前形成的场平起到围堰作用，该平台将在过江隧洞工程项目中实施，本工程不要另行修建。

3.7.4 主体工程施工

3.7.4.1 取水口

1、施工道路布置

取水口为塔式，进水塔施工时，从现有地方道路布置一段临时道路至岩梗围堰堰顶，再从堰顶沿斜坡道至取水口基坑内。取水口施工的临建设施与 1#支洞合并布置。

2、施工程序

取水口建筑物在岩梗围堰保护下干地施工。进水塔边坡开挖具备隧洞进洞条件后，先向洞内开挖 50m，再浇筑进水塔混凝土，最后安装金属结构、拆除围堰。主要施工程序为：施工准备→围堰施工→进水塔边坡开挖→进水塔基础混凝土浇筑→进水塔混凝土浇筑→金属结构安装→围堰拆除。

3、土石方明挖

取水口边坡与岩梗围堰加高填筑同时开挖。按照设计开挖范围，自上而下，先岸

坡后河床的顺序进行开挖，各台阶边坡紧跟开挖边坡及时支护。

覆盖层采用 1.6m³ 挖掘机开挖，59kW 推土机配合集渣，15t 自卸汽车运出渣。石方采用台阶爆破，台阶高度与设计边坡一致，高度 5m~10m 左右，YQ-100B 型潜孔钻钻孔，手风钻配合，先周边预裂，利用料采用微差挤压爆破，建基面预留 2.0m 厚度按保护层开挖。开挖弃渣采用 1.6m³ 挖掘机装 15t 自卸汽车运至弃渣场。

系统锚杆采用锚杆钻机钻孔，锚杆绑扎好注浆管和回浆管后插入孔内，移动式灌浆泵注浆。喷混凝土采用 PH30 混凝土喷射机喷射，初喷后人工挂网，再终喷至设计厚度。排水孔施工在喷锚支护完成后进行，利用锚杆钻机钻钻孔，并作好孔口保护。

4、混凝土浇筑

进水塔混凝土浇筑施工顺序为：底板混凝土浇筑→底板固结灌浆→进水口部位混凝土浇筑→进水口上部塔身混凝土浇筑→检修闸门、事故门门槽埋件的安装→门槽二期混凝土浇筑及塔顶启闭机排架浇筑→闸门及启闭设备安装。

进水塔底板厚 3m 分 2 层浇筑，层厚 1.5m。底板混凝土采用 10t 履带吊配 3m³ 料罐入仓浇筑。底板内的输水管道采用履带吊安装预埋。进水塔上部结构按 2.0m~3.0m 层厚分层浇筑，采用混凝土泵入仓，采用 1 台 5t 建筑塔辅助进行钢筋模板安装，上部排架也采用混凝土泵浇筑。

引水渠、渐变段、平顺段主要混凝土结构为底板和边墙，采用履带吊和混凝土泵浇筑。

混凝土水平运输采用 10t 自卸汽车和 6m³ 混凝土搅拌运输车。模板主要采用组合模板，采用插入式或软管振捣棒振捣。

5、固结灌浆

固结灌浆采用集中制浆站供浆，基础固结灌浆在一定混凝土盖重保护下施工，在混凝土间歇期施工，进水口混凝土浇筑时按固结灌浆孔排距预埋导管，预埋管可采用聚氯乙烯管或钢管。采用凿岩机钻孔，灌浆泵灌浆，并与灌浆自动记录仪配套使用。固灌材料采用强度等级不低于 42.5MPa 的水泥制备的水泥浆。

6、金属结构安装

进水口金属结构安装主要为拦污栅、分层取水叠梁门、平面检修门及平面工作门。

拦污栅和闸门埋件到货后可由平板车运至进水口，采用 5t 建筑塔机分节吊装。拦污栅、闸门及启闭机安装前，先检查相应部位的二期混凝土及埋件，确保其质量符合

要求，安装的构件及设备到货后先在基坑内进行预拼装，然后由平板车运至至安装点。固定式卷扬机和双向桥机采用大型汽车吊在塔顶吊装；拦污栅分节运至塔顶，采用大型汽车吊拼装成整体后采用先安装好的双向桥机吊入拦污栅槽；检修门和事故门均分节运至塔顶采用大型汽车吊吊入门槽在门槽内拼装成整体后采用固定卷扬机试槽。

3.7.4.2 连通隧洞工程

连通隧洞全长约 17.35km，通过布置 5 条施工支洞分段开挖，隧洞开挖断面高 3.1m~3.15m、宽 3.15m~3.50m，围岩以 III~V 类为主。

1、施工支洞布置

连通隧洞工程主线引水隧洞长 17.35km 且断面小，受断面尺寸的限制，开挖和支护周期性循环进行，二次衬砌混凝土只能在开挖全部结束后浇筑；同时受距离限制，带来供电、供风、排水、排烟、出渣等一系列困难，劳动条件较差，安全问题也较突出。

鉴于小断面长隧洞的种种限制，需通过布置 6 条施工支洞来开辟多个工作面，最长工作面长度控制在 1.5~3km 内，以实现“长洞短打”，利于隧洞通风、排烟、出渣和缩短工期等目的，其中 1#和 3#支洞兼做后期检修交通洞。各施工支洞口均位于附近沟渠 20 年一遇水位以上。

2、施工支洞衬护结构设计

洞内根据围岩情况采取对应的临时支护措施：

III类围岩岩洞段支护措施为：在顶拱和两侧边墙范围内设 $\phi 25$ 系统锚杆，长 3m，间排距 2m \times 2m，梅花形布置；在顶拱和边墙范围内喷混凝土，厚 10cm；底板铺 20cm 厚混凝土路面，设 15cm 宽的排水边沟。1#、3#支洞设分水钢管，侧墙及顶拱浇筑 C30 钢筋混凝土衬砌，厚 0.4m；其他支洞边顶拱不做钢筋混凝土衬砌。

IV类围岩洞段支护措施为：架立钢拱架，钢拱架采用 I16 工字钢轧制，间距 1.0m，钢拱架之间采用直径 22mm 的钢筋连接，钢筋间距 1.0m；在顶拱和两侧边墙范围内设 $\phi 25$ 系统锚杆，长 3m，间排距 1.5m \times 1.5m，梅花形布置；在顶拱和边墙范围内挂网喷混凝土，厚 20cm，挂网钢筋直径 $\phi 8$ mm，网格 20cm \times 20cm；底板铺 10cm 厚 C15 混凝土找平，29~30cm 厚的 C25 混凝土路面，设 15cm 宽的排水边沟，侧墙及顶拱浇筑 C30 钢筋混凝土衬砌，厚 0.5m；洞顶和洞壁根据地下水情况随机钻设排水

孔，钻孔直径 56mm，间排距 3m×3m，排水孔入岩 2m；根据围岩稳定情况，可增设超前小导管注浆。

V 类围岩洞段支护措施为：顶拱 120° 范围采用超前小导管注浆，小导管排距 1.6m，间距 30cm。架立钢拱架，钢拱采用 I16 工字钢轧制，间距 0.5m，钢拱架之间采用 $\phi 22$ 钢筋连接，钢筋间距 1.0m；在顶拱和两侧边墙范围内设 $\phi 25$ 系统锚杆，长 3m，间排距 1.5m×1.5m，梅花形布置；在顶拱和边墙范围内挂网喷混凝土，厚 20cm，挂网钢筋直径 $\phi 8$ mm，网格 20cm×20cm；底板 10cm 厚的 C15 混凝土找平，29~30cm 厚的 C25 混凝土路面，设 15cm 宽的排水边沟，侧墙及顶拱浇筑 C30 钢筋混凝土衬砌，厚 0.5m；洞顶和洞壁根据地下水情况随机钻设排水孔，钻孔直径 56mm，间排距 3m×3m，排水孔入岩 2m。

支洞与隧洞交叉口部位钻设两排锁口锚杆加固，内侧排锚杆 $\phi 28$ ，长 4.5m，间距 1.5m，外侧排锚杆 $\phi 25$ ，长 4.5m，间距 1.5m。顶拱处内侧排锁口锚杆顺洞轴线上仰 10°，外侧排上仰 30°，排距 0.5m；边墙部位平行支洞轴线钻设，排距 1.0m。

3、连通隧洞工程施工

(1) 土石方明挖

施工支洞洞口均位于支洞口附近沟渠 20 年一遇水位以上，施工期具备干地施工条件。支洞口边坡明挖自上而下开挖，各台阶边坡紧跟开挖边坡及时支护。

覆盖层采用 1.6m³ 挖掘机开挖，59kW 推土机配合集渣，15t 自卸汽车运出渣。石方采用台阶爆破，台阶高度与设计边坡一致，高度 5m~10m 左右，YQ-100B 型潜孔钻钻孔，手风钻配合，先周边预裂，利用料采用微差挤压爆破，建基面预留 2.0m 厚度按保护层开挖。开挖弃渣采用 1.6m³ 挖掘机装 15t 自卸汽车运至弃渣场。

系统锚杆采用锚杆钻机钻孔，锚杆绑扎好注浆管和回浆管后插入孔内，移动式灌浆泵注浆。喷混凝土采用 PH30 混凝土喷射机喷射，初喷后人工挂网，再终喷至设计厚度。排水孔施工在喷锚支护完成后进行，利用锚杆钻机钻钻孔，并作好孔口保护。

(2) 石方洞挖

隧洞全断面开挖为主，局部 V 类自稳能力较差洞段分台阶开挖。简易钻孔台车上布置支腿式手风钻造孔，中间掏槽，周边光爆开挖，扒渣机装渣，2~5t 汽车运渣，根据选定的设备，平支洞每隔 200m 布置一会车洞。

开挖后即进行初期支护，按挂钢筋网、架立钢拱架、施打锚杆、喷射混凝土的程序进行。钢拱架在洞外分节制作，运至洞内后人工拼装焊接，小型装载机辅助安装。

锚杆采用手风钻钻孔，锚杆注浆机注浆，人工安插锚杆就位。喷混凝土采用湿喷法施工，混凝土喷射机喷混凝土覆盖洞壁。

连通隧洞在渔洋溪村附近先后穿越沪渝高速、岳宜高速，高速处隧道埋深 30m、57m，岩性为弱风化砾岩，围岩类别分别为Ⅳ、Ⅲ类，地下水类型为基岩裂隙水。隧洞穿高速公路处理深较浅，如施工不当可能引起路基变形，影响高速公路的运行安全。

下穿高速公路段采用悬臂挖掘机施工。悬臂掘进机掘进全断面开挖，由挖机、装载机配合卡车在机器后方出料，也可直接装车。悬臂掘进机开挖一段距离后，退出掌子面，对掌子面进行支护、立拱，喷浆作业，再进行下一循环施工。二次衬砌距掌子面的距离一般不小于 50m。

(3) 混凝土衬砌

本工程主洞断面较小，待主洞段开挖支护完成后再进行二次衬砌浇筑，采用底拱与边顶拱分部衬砌的方式，分段长度控制在 9m~12m。底拱采用滑模浇筑，顶拱侧墙浇筑完成后采用滑模浇筑底板。底板浇筑完成混凝土待凝期间铺设钢栈桥供车辆通行，底板混凝土达到设计强度段铺设钢模台车导轨底梁，底梁每隔 2m 采用工字钢对撑。由于本工程进度较近，单工作面大于 1km 的洞段均采用 2 台钢模台车浇筑边顶拱。

混凝土采用混凝土搅拌车运输，混凝土泵浇筑，底板采用插入式振捣棒振捣，边顶拱采用附着式振捣器振捣。先对除施工支洞结合部位外的洞身段进行混凝土衬砌，然后对 2#、4#、5#施工支洞进行混凝土封堵施工。

(4) 回填灌浆施工

回填灌浆在洞内衬砌混凝土达到 70%设计强度后施工，在洞顶 120° 范围施工，混凝土衬砌部位采用预埋管，按划分的灌浆区段分序加密进行，区段端部须封堵严密，每区段长度不宜大于 50m。灌浆施工自较低的一端开始，向较高的一端推进。回填灌浆采用手风钻或气腿钻钻孔，0.25m³ 砂浆搅拌机制浆，TBW-150 型灌浆泵灌浆。

(5) 固结灌浆施工

连通隧洞洞内主要是Ⅳ类、Ⅴ类围岩洞段固结灌浆，固结灌浆在回填灌浆结束 7 天后进行施工。

固结灌浆孔采用梅花型布置，孔排距 2~3m，固结灌浆施工分两序钻孔灌浆，固结灌浆采用孔内循环法，一般分 2 段灌注；采用常风压快速钻或凿岩机钻孔，采用灌浆泵灌浆，并与灌浆自动记录仪配套使用。固灌材料采用强度等级不低于 42.5MPa 的

水泥制备的水泥浆。

(6) 金属结构安装

连通隧洞工程在 1#、3#、4#、6#施工支洞交叉处预留压力钢管分水管及检修压力门，在 3#支洞与主洞交叉处增加检修排水管，待主洞衬砌结构施工完后进行压力钢管与检修压力门安装，金属结构在专业厂家制作，现场安装。

3.7.4.3 过江隧洞工程

过江隧洞工程起点为江南分水井、终点为江北分水井，长约 1.6km，在本项目主要进行输水管道安装，输水管道为球墨铸铁管道，直径 1.8m。

为减少洞内焊接工作量，钢管采用 12m 分节规格。由工厂提供成品，运输至江南分水井后，经布置在井口的桥机吊运至井底，通过铺设在过江隧洞内的临时轨道平板车转运至安装工作面，电葫芦配合人工就位。钢管采用焊接，接口焊接采用电弧焊，一遍打底，二遍成活，每道焊缝均一次焊完，每层施焊的引熄弧点须错开。焊缝应平滑，宽窄一致，根部焊透，无明显的凹凸缺陷及咬边现象，焊缝加强面应高出管面约 2 毫米，焊出坡口边缘 2—3 毫米。

安装程序为：材准备与检验→钢管切割与加工→支座施工与定位→钢管运输就位→钢管焊接→质量检测与调整→防腐处理与涂装→安全检查与验收。

3.7.5 施工交通及施工布置

3.7.5.1 施工交通

(1) 对外交通

本工程建设范围分布在宜昌市点军区、宜都市 2 个行政区，项目区内交通以公路运输为主，目前有沪渝高速、岳宜高速、G318 国道、点军大道等主要交通干线从工程区附近经过，跨江交通有多座公路桥，交通十分便利，场外交通基本能满足施工需要。

(2) 场内交通

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：

进场道路按水利水电工程场内三级道路设计，考虑进场道路同行一定地方车辆，为减少干扰，一般路段采用双车道，路基宽 6.5m，路面宽 6.0m；当条件受限时，可局部采用单车道（4.5m 宽路基、3.0m 宽路面）。全线共修建进场道路 4200m，其中，新建 1450m，改扩建 2750m，七里冲管桥处新建贝雷桥 1 座，长约 40m，宽 4.5m。场内

道路详细数据见下表：

表 3.7.5-1 工程道路设置情况一览表

道路名称	道路长度 (m)			道路等级	路面/路基 宽度 (m/m)	路面型式	道路性质	备注
	新建	改扩建	小计					
进水口及1#支洞进场道路	/	/	/	/	/	/		利用现有道路进场
2#支洞进场道路	/	400	400	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	临时	
七里冲管桥进场道路	700	/	700	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	永久	另需新建1座贝雷桥，长40m，宽4.5m
3#支洞进场道路	550	450	1000	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	永久	
4#支洞进场道路	200	/	200	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	临时	
5#支洞进场道路	/	2300	2300	场内三级	6.0/6.5	混凝土路面	临时	
合计	1450	2750	4200					

3.7.5.2 施工辅助设施

根据主体工程布置、对外交通条件及施工场地条件，楠木溪进水口与连通隧洞 1# 施工支洞较近，共用 1 个施工工区，其余连通隧洞的每条施工支洞各设 1 个施工工区，本工程共设置 6 处施工工区。主要施工布置设施包括生活及办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、临时道路、风水电供应系统等。

(1) 1#施工区

1#施工区布置在 1#施工支洞东北侧，主要负责连通隧洞进水口、1#施工支洞及部分主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场及风水电等设施。

(2) 2#施工区

2#施工区布置在 2#施工支洞西北侧，主要负责连通隧洞 2#施工支洞及部分主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、临时道路及风水电等设施。

(3) 3#施工区

3#施工区布置在七里冲水库下游，主要负责连通隧洞七里冲管桥附近主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场及风水电等设施。

(4) 4#施工区

4#施工区布置在 3#施工支洞东侧，主要负责连通隧洞 3#施工支洞及部分主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、临时道路及风水电

等设施。

(5) 5#施工区

5#施工区布置在 4#施工支洞东侧，主要负责连通隧洞 4#施工支洞及部分主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场及风水电等设施。

(6) 6#施工区

6#施工区布置在 5#施工支洞东西两侧，主要负责连通隧洞 5#施工支洞及部分主洞段施工。布置生活、办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场及风水电等设施。

(7) 风、水、电系统

1) 风

本工程施工供风系统主要为连通隧洞及施工支洞提供用风。连通隧洞共有 6 条支洞，各个洞口均设 2 台 BDG-24/8 空压机，供风能力 20m³/min。

2) 水

输水线路沿线有楠木溪水库、七里村水库、柳林河、渔洋溪等河流与水库，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。本工程在各施工区均布置施工供水系统

3) 电

输水线路附近乡镇、村庄均有 10kV 输送电线路，各施工区根据施工用电负荷要求就近在 10kV 输电线路“T”接电源，通过 10kV 线路及配套变压器降压至 400V 向各施工区、支洞口供电，同时配备柴油发电机用作应急电源。穿越天然气管道和高速公路下方两侧 50m 范围采用悬臂掘进机施工，额定电压为 1140V，洞内供电额定电压为 380V，无法满足掘进机供电要求，须从洞外牵引 10KV 的电缆进洞，经变压器变压成 1140V 高压电，方可满足施工需求。

各施工工区划分及布置规模见下表：

表 3.7.5-2 各施工工区划分及施工辅助设施布置情况一览表

施工区	项目		规模	
			建筑面积	用地面积
1#施工区	施工场地	生活、办公用房	1500	4606
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	围堰与基坑		6699	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

施工区	项目		规模	
			建筑面积	用地面积
	小计		1900	11305
2#施工区	施工场地	生活、办公用房	1500	4606
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	弃渣场			19629
	临时道路			2584
小计		1400	27874	
3#施工区	施工场地	生活、办公用房	1000	2210
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	弃渣场			29007
	临时道路			13825
小计		1400	45042	
4#施工区	施工场地	生活、办公用房	1000	10292
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	弃渣场			46157
	临时道路			2230
小计		1400	58679	
5#施工区	施工场地	生活、办公用房	1000	9996
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	弃渣场			33530
	小计		1400	43526
6#施工区	施工场地	生活、办公用房	1000	4625
		施工仓库	300	
		综合加工厂	100	
		设备停放场		
		风水电		
	弃渣场			20513
	临时道路			29741
小计		1400	54879	
合计			8900	241305

3.7.6 弃渣场布置

本工程取水口与 1#支洞控制段共用一个弃渣场，连通隧洞 2#、七里冲管桥段、

4#、5#、6#支洞附近各规划一个弃渣场，连通隧洞末端靠近江南分水井的洞段运往过江隧洞工程的弃渣场，即7#弃渣场。弃渣场周边布置浆砌石排水沟、底部布置浆砌石挡渣墙，堆渣坡比1:2，堆渣分台阶堆砌，马道宽度为3.0m。弃渣场规划详见下表。

表 3.7.6-1 本期工程弃渣场规划表

渣场名称	渣场类型	位置	弃渣范围		高程(m)	占地面积(hm ²)
			来源	弃渣量(万m ³)		
1#	沟道型	铁匠湾山坳	取水口及1#支洞	3.23	100~110	1.6
2#	沟道型	红岩冲冲沟	2#支洞及附近主洞	5.51	138~141	1.4
3#	沟道型	七里冲冲沟	七里冲管桥及附近主洞	6.85	103~142	1.8
4#	沟道型	蚂蚁潭冲沟	4#支洞及附近主洞	5.38	114~130	2.0
5#	沟道型	猫子冲冲沟	5#支洞及附近主洞	3.80	87~107	1.7
6#	沟道型	渔洋溪村	6#支洞及附近主洞	11.35	94~110	1.1
7#	沟道型	渔洋溪村	江南分水井主动、盾构工程	5.98	56~79	1.6
合计				49.35	/	11.2

3.8 工程土石方平衡

根据主体工程布置、对外交通条件及施工场地条件，本期工程土石方平衡的原则：

(1) 围堰工程所需粘性土均从就近料场开采；

(2) 盾构始发井场平土石料一部分利用弃渣场弃渣，一部分利用隧洞开挖料，工程完工后场区不予拆除；

(3) 江南洞线隧洞工程弃渣均在各支洞口附近设弃渣场处置。

根据工程施工方案，本期工程土方开挖量 1.43 万 m³，石方开挖总量 22.92 万 m³，土石方回填量约 0.14 万 m³，填筑料均利用开挖料利用，共有 24.21 万 m³ 作为弃渣。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

表 3.8.1-1 本期工程土石方平衡表

项目	工程量 (m ³)			利用量	楠木溪弃渣场	2#弃渣场	3#弃渣场	4#弃渣场	5#弃渣场	6#弃渣场	7#弃渣场
	明挖	洞挖	填筑								
取水口围堰	870		739		131						
取水口	3936		636	1375	2561						
连通隧洞	进口段		522		522						
	1#支洞控制段	1900	25193		27093						
	2#支洞控制段	1896	50032			51928					
	七里冲控制段	0	36537				36537				
	3#支洞控制段	1920	51553					53473			
	4#支洞控制段	1876	34016						35893		
	5#支洞控制段	1898	30885							32783	
	江南分水井		428								428
合计	14298	229166	1375	1375	31046	51928	36537	53473	35893	32783	428

注：表内土石方换算关系：土方 1 自然方=0.85 压实方；石方 1 自然方=1.31 压实方。

3.9 工程占地及搬迁安置

工程建设征地总面积 394.3 亩，其中永久用地 33.51 亩，临时用地 360.82 亩。永久征收土地中，林地 25.72 亩（不涉及公益林）、交通运输用地 2.88 亩、水域及水利设施用地 4.91 亩；临时征用土地中，耕地 7.05 亩、园地 120.54 亩、林地 191.56 亩（不涉及公益林）、草地 5.49 亩、住宅用地 7.23 亩、交通运输用地 21.19 亩、水域及水利设施用地 7.76 亩。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

表 3.9.1-1 湖北省宜昌市引清入宜调水工程征用土地明细表

用地性质	分项工程名称	县(市、区)	乡镇(街道)	村(社区)	征用土地面积(亩)								
					小计	耕地	园地	林地	草地	工矿仓储用地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地
永久	楠木溪取水口	点军区	联棚乡	楠木溪村	7.90			2.60				0.40	4.90
	4号支洞		艾家镇	柳林村	25.61			23.12				2.48	0.01
	永久合计				33.51			25.72				2.88	4.91
临时	楠木溪取水口	点军区	联棚乡	楠木溪村	10.04		7.90	2.14					
	1号支洞			楠木溪村	6.91			6.83			0.03	0.05	
	2号支洞			联棚村	41.81			26.91	13.46			0.23	1.21
	3号支洞		艾家镇	七里村	67.57			34.42	25.48		7.08	0.51	0.08
	4号支洞			柳林村	88.03			9.71	77.83		0.12		0.37
	5号支洞		艾家镇	柳林村	65.29	3.00	17.14	44.29				0.86	
	小计				279.65	3.00	102.91	163.20			7.23	1.65	1.66
	6号支洞	宜都市	红花套镇	渔洋溪村	78.78	2.86	17.63	28.36	4.29			19.54	6.10
	小计				78.78	2.86	17.63	28.36	4.29			19.54	6.10
	獠亭水厂	猇亭区	虎牙街道	虎牙社区	2.39	1.19			1.20				
	小计				2.39	1.19			1.20				
临时合计				360.82	7.05	120.54	191.56	5.49		7.23	21.19	7.76	
永久+临时合计				394.33	7.05	120.54	217.28	5.49		7.23	24.07	12.67	

3.9.1 工程征地

1、工程用地预审及规划选址情况

(1) 生态保护红线

过江连通隧洞工程起点位于楠木溪水库，楠木溪水库属县级饮用水源地，划定为湖北省生态保护红线。过江连通隧洞工程起点进水口、引水隧洞用地不压占生态保护红线。

过江输水管线线路穿越长江，涉及长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区缓冲区及岸边实验区。长江湖北宜昌中华鲟自然保护区划定为湖北省生态保护红线。过江输水管线线路穿越生态保护红线 996m。

工程规划 6 处施工场地（施工工区）、6 座弃渣场用地均不涉及压占生态保护红线。

(2) 饮用水源保护区、自然保护区

连通隧洞工程取水口位于楠木溪水库饮用水水源一级保护区水域范围内，连通隧洞工程穿越楠木溪水库饮用水水源保护区一级保护区 160m。连通隧洞工程穿越七里冲水库二级保护区约 550m，不占用保护区范围。

过江隧洞的管道敷设机电安装及其他配套工程施工地下穿越长江湖北宜昌中华鲟自然保护区缓冲区和岸边实验区，不占用保护区范围。

6 处施工场地（施工工区）、7 座弃渣场用地不涉及占用饮用水源保护区、自然保护区范围。

(3) 天然林、生态公益林

连通隧洞工程、过江输水管线及 6 处施工场地（施工工区）、7 座弃渣场用地均不涉及压占天然林、生态公益林。

(4) 基本农田

连通隧洞工程、过江输水管线及 6 处施工场地（施工工区）、1 座取土场（土料场）、6 座弃渣场用地均不涉及占用永久基本农田。

2、工程永久征地情况

工程永久征地范围包括各主体工程及隧洞进出口建筑物建设范围和工程管理范围。

根据施工总布置统计，本期工程永久征地 33.51 亩（2.23 万 m^2 ），其中林地

25.72 亩（1.72 万 m²），水域及水利设施用地 4.91 亩（0.32 万 m²），交通运输用地 2.88 亩（0.19 万 m²）；不涉及耕地。

表 3.9.1-2 工程永久征地范围统计表

分项工程名称	永久用地明细表（亩）			
	小计	取水口	隧洞出口	永久道路
楠木溪取水口	7.90	7.90		
4号支洞	25.61		1.57	24.04
合计	33.51	7.90	1.57	24.04

3、工程临时用地情况

工程临时用地主要包括生活办公房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、预制场、泥水处理厂、土料场、弃渣场、临时道路等。

根据工程施工总布置，本期工程施工临时用地总面积 360.82 亩，其中耕地 7.05 亩（0.47 万 m²），园地 120.54 亩（8.03 万 m²），林地（不涉及公益林）191.56 亩（12.77 万 m²），草地 5.49 亩（0.36 万 m²），其他土地 36.18 亩（2.4 万 m²）。

表 3.9.1-3 临时用地地类面积统计表

分项工程名称	临时用地明细表（亩）				
	小计	施工场地	弃渣场	临时道路	备注
楠木溪取水口	10.04	10.04			施工场地包含了生及办公用房、施工仓库、综合加工厂、设备停放场、预制场、泥水处理系统、临时道路、风水电供应系统等
1号支洞	6.91	6.91			
2号支洞	41.81	8.49	29.45	3.87	
3号支洞	67.57	3.32	43.52	20.73	
4号支洞	88.03	15.44	69.24	3.35	
5号支洞	65.29	15.08	50.21		
6号支洞	78.78	2.88	34.83	41.07	
獭亭水厂	2.39	2.39			
合计	360.82	64.55	227.25	69.02	

3.9.2 工程拆迁安置规划

建设用地避开了现有居民聚集区，不涉及居民拆迁和重要专业项目。

3.9.3 工程投资情况

工程总投资 70769.58 万元，其中：建筑工程投资 34710.12 万元，机电设备及安装工程投资 4076.81 万元，金属结构设备及安装工程投资 4359.61 万元，临时工程投资 8227.66 万元，独立费用投资 8925.3 万元，预备费 4823.96 万元，建设征地移民补偿费 2240.97 万元，环境保护工程费 2090.89 万元，水土保持工程费 1314.26

万元。

3.10 工程建设周期

工程施工分为工程筹备期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个阶段，工程筹备期不计入总工期。工程从第1年1月开始至第4年12月完建，施工总工期为48个月，其中，工程准备期为2个月，主体工程施工期44个月，工程完建期为2个月。

关键线路在七里冲管桥上游工作面，主要工序时间为施工准备（2个月）→洞口开挖与支护（1个月）→主洞开挖与支护（24个月）→主洞衬砌与固结灌浆→管桥施工（3个月）→验收及缺陷处理（2个月）。

3.11 主要技术指标

3.11.1 要施工强度指标

根据进度安排，主体工程主要施工强度指标如下：

表 3.11.1-1 主要施工技术指标汇总表

序号	项目	单位	数量
1	总工期	月	48
2	主体工程施工期	月	44
3	施工平均劳动力人数	人	450
4	施工高峰人数	人	700
5	石方开挖平均强度	万m ³ /月	2
6	石方开挖高峰月平均强度	万m ³ /月	2.4
7	混凝土浇筑平均强度	万m ³ /月	0.8
8	混凝土浇筑高峰月平均强度	万m ³ /月	1.0

3.11.2 主要施工机械设备

主要施工机械设备见下表：

表 3.11.2-1 工程施工机械设备配置表

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	挖掘机	0.5~1.5m ³	台	15
2	装载机	1.5m ³	台	10
3	推土机	74kW	台	10
4	振动碾	10t	台	2

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

序号	设备名称	型号	单位	数量
5	蛙夯	HW-60	台	2
6	气腿钻	YT26	把	40
7	潜孔钻	YQ150A	台	10
8	地质钻机	300型	台	5
9	轴流风机	SDF-I-NO6.5型	台	12
10	扒渣机	L60	台	12
11	悬臂式掘进机	EBZ-120CJ	台	1
12	自卸车	3~8t/15t	辆	20/25
13	插入式振捣器	2.2kW	个	48
14	钢模台车		台	36
15	湿喷机	HP-30	台	15
16	混凝土泵	30m ³ /h	台	15
17	灌浆泵	SGB6-10	台	15
18	汽车吊	QY25H (25t)	台	3
19	空压机	BDG-24/8	台	12

3.11.3 主要建筑材料

本工程所需主要建筑材料有商品混凝土、钢筋、炸药、木材、油料等，各类物料需求量见下表：

表 2.12-3 本项目主要建筑材料供应表

材料	商品混凝土	钢材	炸药	木材	汽油	柴油
单位	t	t	t	m ³	t	t
供应量	85272	2429	283	1075	380	3482

3.11.4 主要工程特性

本项目主要特性详见下表：

表 3.11.4-1 本期工程特性表

序号及名称	单位	数量与型式	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	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

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	1261	
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	288	
3) 非常运用 (校核) 洪水标准及流量 (P=0.2%)	m ³ /s	461	
二、工程规模			
(一) 引水流量			
1.设计总引水流量	m ³ /s	5.3	
2.主线设计引水流量 (连通隧洞)	m ³ /s	5.3~4.536	
3.分水支线设计引水流量 (点军二水厂)	m ³ /s	0.764	
(二) 楠木溪水库特征水位及库容			
校核洪水位 (P=2%)	m	141.61	
设计洪水位 (P=3.33%)	m	141.03	
正常蓄水位	m	139.5	
死水位	m	120.5	
最低取水水位	m	130.5	
总库容	万m ³	589	
兴利库容	万m ³	434.4	
死库容	万m ³	56	
(三) 设计供水率		95.00%	
三、主要建筑物			
1.取水口			
设计流量	m ³ /s	5.3	
底板高程	m	125	
取水口型式	/	塔式进水口	
取水方式	/	分层取水	
孔口尺寸	m×m	2.4×2.4	
拦污栅型式		平面直立	
2.连通隧洞工程			
1) 主洞线			
输水型式	/	有压输水	
输水条数	条	1	
设计流量	m ³ /s	5.3~4.536	
长度	km	17.35	
断面净尺寸	m	φ2.4	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

断面型式		马蹄形	
2) 施工支洞/检修交通洞			
断面净尺寸	m	5×5.2/4.5×5.2	施工支洞/检修交通洞
断面型式		城门洞型	
(二) 过江隧洞工程			
设计流量	m ³ /s	3.819	
过江管道长度	km	1.62	
管道断面尺寸	m	φ6.2/φ5.5	外径/内径
输水条数	条	2	
输水管线管径	mm	DN1400	
江南分水井平面尺寸	m×m	φ32	圆形
江北分水井平面尺寸	m×m	φ20	圆形
四、主要机电设备			
1) 江南分水井（江南分水井）检修排水泵			
水泵型式		管道式离心泵	
水泵台数	台	3	
单机额定流量	m ³ /h	400	
额定扬程	m	67	
2) 起吊设备			
桥式起重机50t/5t	台	2	
五、施工			
1.主体工程数量			
土石方开挖	m ³	14298	
石方洞挖	m ³	229166	
土石方填筑	m ³	1375	
喷混凝土	m ³	20029	
混凝土	m ³	85272	
回填灌浆	m ³	76195	
固结灌浆	m ³	205236	
锚杆	根	161548	
2.主要建筑材料数量			
商品混凝土	m ³	85272	
钢材	t	2429	
炸药	t	283	
木材	m ³	1075	
汽油	t	380	
柴油	t	3482	
3.所需劳动力			
高峰工人数	人	700	
4.施工总工期			

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

准备工期	月	2	
主体工程施工期	月	44	
工程完建期	月	2	
总工期	月	48	
六、经济指标			
工程投资总计(I~IV合计)	万元	70769.58	

4 工程分析

4.1 工程选址选线合理性分析

4.1.1 取水口位置及轴线方向比选

一、选取原则

取水口位置及轴线方向选择主要遵循以下原则：

- (1) 兼顾输水线路布置，控制线路长度、降低工程投资；
- (2) 结合水下地形资料，减少引水渠开挖工程量；
- (3) 尽量利用现有道路、减少辅助工程工程量，方便施工；
- (4) 对库区林地、植被破坏少，减少对库区林场、一级水源保护区等自然环境的影响；
- (5) 利于施工期围堰布置，控制围堰规模及基坑抽水量。

二、位置比选

取水口拟选取三个位置进行比选

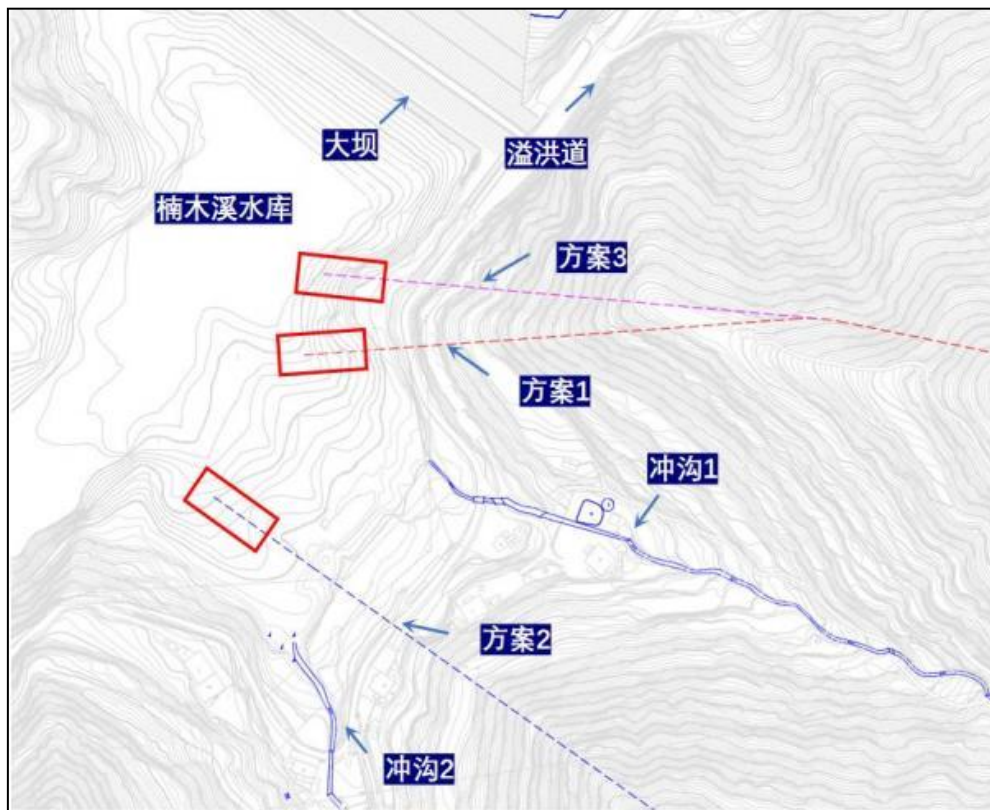


图 4.1.1-1 取水口位置比选示意图

方案 1：位于库区右岸距离大坝直线距离约 150m 的凹岸岸坡；

方案 2：位于方案 1 上游 120m，距离大坝直线距离约 270m 处；

方案 3：距离方案 1 下游 30m 处，距离大坝直线距离约 120m。

从地形地质条件、连通隧洞长度、永久交通、对周边环境的影响等方面进行了综合对比，比选结果如下：

表 4.1.1-1 取水口方案对比表

项目	方案1	方案2	方案3	比选意见
地形地质	下伏基岩均以白垩系下统五龙组 (K _{1w}) 泥质粉砂岩为主，地基承载能力均满足要求			条件相当
连通隧洞长度	17.35km	17.52km	17.35km	方案1、方案3
围堰规模	均可采用预留岩梗进行施工，导流成本较低			条件相当
永久交通	塔顶交通桥均能和现有道路相接			条件相当
周边环境	周围无民房，距离水库大坝适中	岸坡上存在民房，施工期间存在干扰，距离水库大坝较远	周围无民房，但距离水库大坝较近，施工可能会影响大坝	方案1

由上表可以看出，方案 1 和方案 3 连通隧洞长度较小，可以减少施工成本，目前楠木溪水库正在进行扩容施工建设中，方案 3 距离水库大坝较近，施工期可能会存在相互影响，因此取水口位置选择方案 1。

4.1.2 连通隧洞工程线路比选

一、选取原则

- (1) 线路布置应满足水资源配置确定的供水任务、供水范围；
- (2) 兼顾输水干线及分水支线长度，控制工程投资；
- (3) 线路尽量置于地质构造简单，地层结构稳定、水文地质条件简单的地段；
- (4) 隧洞布置应尽量避免避开高压线塔、石油管道、燃气管道等对沉降控制较为严格的能源输送通道；
- (5) 隧洞穿越高速公路、国道等交通设施时应尽量从填方路基段和高架桥桥墩中央穿过，尽量远离桥墩桩基，且尽可能呈大角度穿越；
- (6) 隧洞布置应尽量避免避开可能造成地表水强补给的冲沟。

二、线路必选

根据工程总体布局，以楠木溪水库和过江隧洞工程江南分水井为主要节点，充分考虑 G50 沪渝高速、S88 岳宜高速等制约因素，线路布置方案拟定以下两方案。

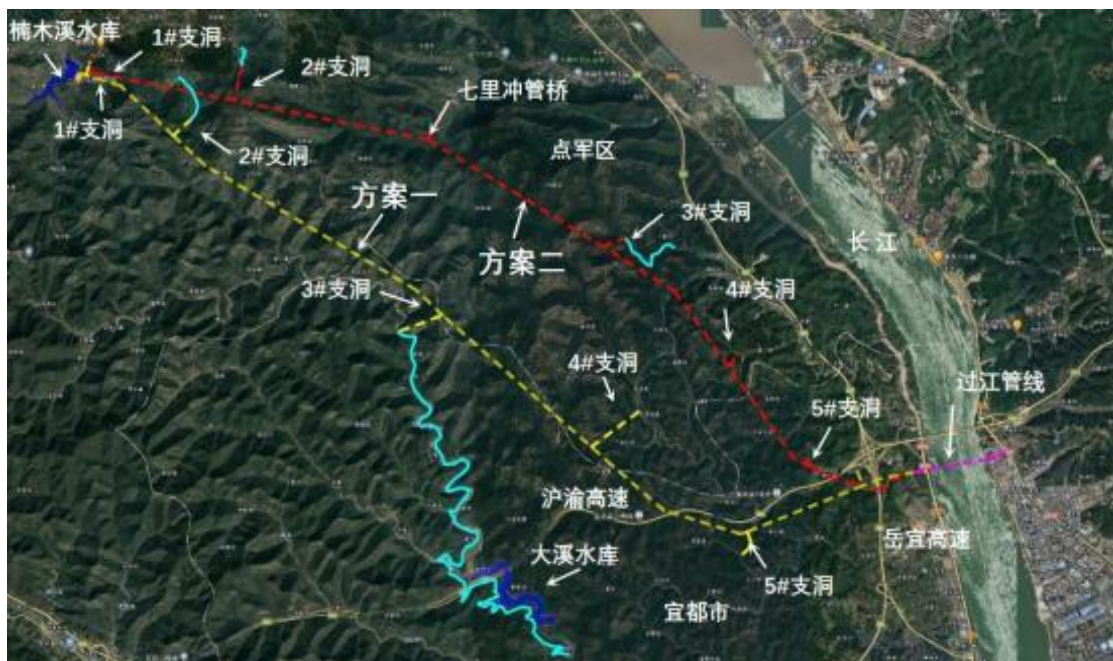


图 4.1.2-1 连通隧洞输水线路比选示意图

方案 1：输水线路从楠木溪水库取水口起，沿东南方向，在 5.4km 处进入宜都境内，在 12.5km 处隧洞下穿 G50 沪渝高速，线路过高速后，线路基本与沪渝高速并行，在 17km 左右下穿 S88 岳宜高速，末端接盾构江南分水井。输水线路总长约 17.56km，沿线共设有 6 条施工支洞，支洞总长 3173m。

方案 2：输水线路从楠木溪水库取水口起，沿东偏南 11° 方向，依次经过白岩冲、水岩冲，行进 6km 至七里冲库尾管桥，而后转向东偏南 31° 方向行进 5.3km 至柳林村附近，再转向南偏东 36° 方向，在 13.6km 处进入宜都境内，在 15.7km 处隧洞下穿 G50 沪渝高速，在 16.6km 处下穿岳宜高速，然后线路向东北方向行进至江南分水井。输水线路总长约 17.35km，沿线共设有 5 条施工支洞，支洞总长 1734m。

连通隧洞两个方案均具备成洞条件，下面就以地形地貌、地层岩性、地质构造、物理地质现象、水文地质条件、经济技术指标等方面加以比较，比选结果见下表。

表 4.1.2-1 连通隧洞线路比选评价表

项目	方案1	方案2	比选意见
地形地貌	沿线地貌由低山丘陵地貌过渡为冲积阶地地貌。沿线Ⅲ类围岩段隧洞长约 4.7km，Ⅳ类围岩段隧洞长约 8.8km，Ⅴ类围岩段隧洞长约 4.1km，Ⅳ类围岩段隧洞最长，占比约 50%。	沿线地貌由低山丘陵地貌过渡为冲积阶地地貌。沿线Ⅲ类围岩段隧洞长约 8.8km，Ⅳ类围岩段隧洞长约 6.9km，Ⅴ类围岩段隧洞长约 1.6km，Ⅲ类围岩段最长，占比约 51%。	方案2
地层岩性	沿线揭露的地层主要为第四系全新统人工填土层 (Q_{4s})，冲积 (Q_{4al}) 卵	与方案一几乎相同	条件相当

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

	石土，以及白垩系上统罗镜滩组 (K ₂ l) 砾岩，下统五龙组 (K ₁ w) 砂岩等，覆盖层一般厚度小于3m。		
地质构造	未见区域断裂或褶皱构造，岩层为单斜构造。	未见区域断裂或褶皱构造，岩层为单斜构造。	条件相当
物理地质现象	物理地质现象主要为冲沟、岩石风化等，跨越的溪沟较多，强风化带厚度一般在15-40m。	物理地质现象主要为冲沟、岩石风化等，跨越的溪沟较少，强风化带厚度一般在10-25m。	方案2
水文地质条件	地表水系较发育，雨季流量较大，旱季流量极小。地下水类型主要为孔隙潜水和基岩裂隙水。	地表水系较发育，雨季流量较大，旱季流量极小。地下水类型主要为孔隙潜水和基岩裂隙水。	条件相当
主要工程地质问题	主要工程地质问题包括开挖边坡稳定，隧洞围岩稳定，有害、有毒气体，岩爆及隧洞TBM施工适宜性，施工涌水、突泥等。本线路跨越的溪沟较多，埋深相对多处较浅，可能存在的地质隐患较多。	主要工程地质问题包括开挖边坡稳定，隧洞围岩稳定，有害、有毒气体，岩爆及隧洞TBM施工适宜性，施工涌水、突泥等。本线路埋深更大，存在的隐患问题较少。	方案2

表 4.1.2-2 连通隧洞方案比选一览表

比选内容	方案一	方案二	比选结论
工程布置	隧洞总长度17.56km	隧洞总长度17.35km	方案2
地质条件	穿越河沟少，地质情况简单，成洞条件好	穿越河沟少，地质情况简单，成洞条件好	条件相当
自然保护区穿越情况	地下穿越文佛山自然保护区，不占用保护区范围。	不穿越自然保护区，不占用保护区范围。	方案2
饮用水源保护区穿越情况	地下穿越楠木溪水库饮用水水源保护区一级保护区陆域，不占用保护区范围	地下穿越楠木溪水库饮用水水源保护区一级保护区陆域，地下穿越七里冲水库二级保护区约550m，不占用保护区范围	方案1
生态公益林穿越情况	地下穿越文佛山自然保护区，小区林地天然林地，自然保护区内不开设出口，工程不占用天然林林地。	不穿越自然保护区，不占用保护区范围。工程不占用天然林林地。	方案2
基本农田穿越情况	沿线不涉及基本农田	沿线不涉及基本农田	条件相当
居民拆迁情况	沿线不涉及居民拆迁	沿线不涉及居民拆迁	条件相当
施工交通条件	1#、4#、5#、6#施工支洞洞口均与现有交通相接，2#、3#施工支洞附近无现状道路，需新建扩建道路，其中2#支洞需新建扩建施工道路869m，3#检修交通洞距离现有交通干道较远，需新建扩建	1#、4#、5#施工支洞洞口均有现有交通，2#、3#施工支洞附近无现状道路，需新建扩建道路，其中2#支洞需新建道路365m，3#检修交通洞需扩建道路1.3km	方案2

	道路12km, 且3#检修交通洞洞口位于大溪水库库尾河床, 施工道路建设需考虑水位涨落影响		
工期	地质情况简单, 工期有保障	地质情况简单, 工期有保障	条件相当
建筑工程投资	32398万元	31517万元	方案2

经比较, 两条线路对地质条件, 方案2地质条件较好, 施工难易度小, 方案2虽穿越楠木溪水库饮用水水源保护区和七里冲水库二级保护区, 均不占用, 综合考虑吧, 因此连通隧洞布置选择方案2。

4.1.3 施工布置合理性分析

本工程施工区布置遵循避让生态敏感区、避让人口集中区域、距离施工工区近、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6处施工场地(施工工区)。经复核施工工区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。项目施工布置从环境保护的角度分析较为合理。

4.1.4 弃渣场布置合理性分析

1、弃渣场布置情况

本项目施工期共产生余方22.92万 m^3 , 取水口与1#支洞控制段共用一个弃渣场, 连通隧洞2#、七里冲管桥段、4#、5#、6#支洞附近各规划一个弃渣场, 连通隧洞末端靠近江南分水井的洞段运往过江隧洞工程的弃渣场, 即7#弃渣场。弃渣场占地总面积为11.2 hm^2 , 占地类型包括耕地、园地和林地, 均属于沟道型弃渣场。为降低运输费用, 7个弃渣场, 均分散布置于各支洞口附近, 尽可能地靠近施工现场。

通过现场调查, 弃渣场均位于冲沟内, 场地稳定, 弃渣场周围无工业企业, 无居民区, 不影响附近居民农耕生产、生活及出行。施工中按照“先拦后弃”的原则布设拦挡和截、排水措施, 预留山洪行洪通道。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。弃渣完成后进行表土回覆、土地整治及绿化措施, 最大限度的减轻水土流失。

2、合理性分析

经土石方平衡分析，本项目弃渣场容量满足本来项目施工弃渣量堆填要求。

经现场调查，7处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；渣场与各施工支洞及施工工区距离较近，弃渣场占地基本为荒地，不占用生态公益林、天然林和基本农田，不涉及占用生态保护红线范围，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。

弃渣场均为沟道型渣场，底面主要为冲洪积及残破积堆积物，场地内堆积物主要以第四系耕植土、碎石土为主，松散堆积物层厚一般在0.5~2.5m。现状条件下，场地两侧为山体，地质条件较好、整体基本稳定、安全性较好，均不在地下岩溶区域，不存在诱发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的可能性。

根据设计方案，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，弃渣堆积时做好分层碾压。同时预留冲沟山洪行洪通道，在渣场四周设置排水设施。

在合理布设拦挡和截、排水措施，预留山洪行洪通道等防护措施下，弃渣场可安全运行；弃渣完毕后通过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，从水土保持和环保保护的角度来说，本项目弃渣场设置合理。

4.2 环境影响因素分析及污染物源强核算

4.2.1 施工期污染工序分析

根据施工组织设计，工程建设时序分为工程筹备期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个阶段，工程筹备期不计入总工期。

(1) 工程从第1年开始至第4年12月完建，施工总工期为48个月，其中，工程准备期为2个月，主体工程施工期44个月，工程完建期为2个月。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。

(2) 施工准备期主要完成施工道路、风、水、电及通讯设施，完成施工工区建设工作，同时进行弃渣场地的平整、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、连通隧洞、过江隧洞引水管道铺设、分水井上部建筑等工作，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) 工程竣工收尾期主要完成主要是支洞封堵、缺陷处理、通水试验、施工队伍与施工设备退场。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 4.2.1-1。

表 4.2.1-1 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
	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、泥浆、扬尘、噪声	中
	建筑物施工	植被、土壤、居民	扬尘、噪声	中
	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

4.2.2 施工期环境影响因素分析

4.2.2.1 导截流建筑施工环境影响因素分析

本工程涉水建筑物主要包括楠木溪水库进水口，各施工支洞进口均布置在全年 10 年一遇设计洪水位以上，楠木溪水库进水口采取导截流围堰等导流工程措施确保干地施

工。

导截流建筑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土石方，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弃渣场堆放。

4.2.2.2 连通隧洞工程施工环境影响因素分析

根据设计方案，本工程引水隧洞主线及支线全长约 17.35km，为增加工作面缩短施工工期，沿线共设置 6 段支洞，支洞总长约 1.73km，其中连通隧洞采用钻爆法施工。

连通隧洞工程施工期产生的污染物主要为施工废水、噪声、粉尘和施工固废等。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、运输车辆和支洞洞口风机、空压机、发电机等，粉尘来自土石开挖、爆破通风、道路运输扬尘，施工垃圾主要为废弃土方和废石。

4.2.2.3 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包括楠木溪取水口工程，采用塔式结构，进口处顺流向布置 1 套拦污栅、1 套分层取水叠梁门、1 套平面检修门及 1 套平面工作门等。

(1) 取水口进口拦污栅

拦污栅孔口尺寸 3.6m×16.61m（宽×高），底坎高程 125.00m。拦污栅按 4.0m 水头差设计，采用滑块支承，拦污栅为平面滑动直立栅，栅体分 5 节，单节高度约 3.4m，单节起吊。拦污栅为单吊点，静水启闭，通过 200kN 桥机借助液压自动挂脱梁启闭操作。拦污栅由配置在桥机上的清污抓斗进行栅面清污，清污抓斗通过栅条进行导向，由桥机主钩进行操作。拦污栅栅体主要材质为 Q355B。拦污栅正、反向和侧向支承均为滑块，埋件由主轨、反轨、底槛等组成，埋件主要材料为 Q235B 型钢

(2) 分层取水叠梁门

检修叠梁门孔口尺寸 3.6m×14.5m（宽×高），底坎高程 125.0m，隔水叠梁按 3m 水头差设计，当水位过高或过低时，通过抓梁操作改变叠梁数量，控制通过闸门顶水位在 3m 以内。面板、主梁、边梁及次梁等主要承重结构均为钢板（局部采用 Q235B 材质型钢组合）焊接结构，材质为 Q355B。正向支承采用低摩擦系数、高压强值材料滑块，反向支承为钢滑块。

埋件由主轨、反轨和底坎等组成，其中主轨为厚钢板焊接结构，主要材料为 Q355B，止水座板材料为不锈钢，其余为 Q235B 型钢和钢板焊接结构。门槽下游侧设置门库。

(3) 取水口检修门及固定卷扬机

检修门孔口尺寸 2.4×2.4m（宽×高），底坎高程 125.00m，设计水头 16.61m，总水压力 960kN。闸门为平面定轮门，面板及底止水布置在上游面，顶侧止水布置在下游侧，悬臂轮支承，采用滚动轴承，闸门主梁为焊接“工”字形截面结构，顶、侧止水橡皮为 P 型橡皮，底止水橡皮为条型橡皮。面板、主梁、边梁及次梁等主要承重结构均为钢板（局部采用 Q235B 材质型钢组合）焊接结构，材质为 Q355B。正向支承采用悬臂轮支承，反向支承为钢滑块。埋件由主轨、反轨、底坎、门楣等组成，其中主轨为铸钢组合结构，止水工作座面材料为不锈钢，其余为 Q235B 型钢和钢板焊接结构。

施工期产生的污染物主要为施工废水、噪声、废气、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；废气主要来自于场地平整、土石开挖粉尘，建筑物建设和金属结构焊接烟尘；固体废物主要为清挖土方的弃渣、建筑垃圾，建议施工单位妥善放置，避免乱堆乱放，待施工结束后再统一处置。

4.2.2.4 交通工程环境影响因素分析

本项目施工充分利用现有的外部交通道路，对于工程区临时道路，在工程完建后按原标准予以恢复、硬化，部分地点需要新建漫水桥、管桥。

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、混凝土搅拌粉尘等，施工垃圾主要为清挖表土。

4.2.2.5 施工工区环境影响因素分析

本项目施工工厂设施主要包括钢筋加工厂、木材加工厂、砂石骨料堆放场、混凝土生产系统等，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。

4.2.3 施工期环境影响源强分析

4.2.3.1 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废水。

1、生活污水

本项目连通隧洞工程沿线共布 6 个施工工区，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 $0.1\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ ，生活污水产生量为用水量的 80% 计，生活污水中 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 700 人，平均施工人数为 450 人，则平均日消耗水量 $45\text{m}^3/\text{d}$ ，日排生活污水量 $36\text{m}^3/\text{d}$ 。本项目总工期 44 个月（1320d），生活污水总产生量为 47520m^3 。

表 4.2.3-3 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	14.4	一体化污水处理设备	240	3.6
2	BOD ₅	300	10.8		180	2.88
3	SS	300	10.8		150	1.8
4	NH ₃ -N	30	1.08		20	0.18
5	TP	5	0.18		4	0.036

工程施工期生活污水经一体化污水设施处理后，用于施工工区附近农田和山林浇灌不外排，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、混凝土废水、隧洞排水、施工机械维修养护废水、围堰填筑及拆除施工废水。

(1) 基坑排水

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。

上述基坑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) 混凝土废水

根据施工设计，本工程连通隧洞工程采购商品混凝土，其它区域临时工程部分采购砂石料进行混凝土拌合。砂石料冲洗废水产生量总体较小，其主要污染物为悬浮物，浓度约 2000mg/L。

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) 隧洞排水

隧洞施工排水主要来源隧洞涌水、围岩渗水及隧洞施工废水。其中，隧洞涌水、围岩渗水水质总体稳定，一般属于无人工污染的天然水。本工程连通隧洞采用钻爆法施工。钻爆法施工多采用硝氨炸药，其爆炸产物为 N₂、NO、NO₂ 等，只有少量来不及反应的原药硝铵才会产生氨氮和硝酸根等物质。产生的污染物主要有岩粉等固体颗粒物、炸药爆炸后的产物和没有完全反应的残余药物、支护作业流失的混凝土浆液等。钻爆法施工废水与隧道涌水及围岩渗水的混合水水质一般含有少量氨氮，低于《污水综合排放标准》一级标准限值，经沉淀处理后对周围水体影响较小。

根据区域水文地质和现场勘察资料分析，连通隧洞地下水以基岩裂隙水为主，岩体的透水性一般以微透水~弱透水为主，局部裂隙密集带的透水性以中等透水为主。连通隧洞一般埋深较大，低于地下水位，大多数洞段的围岩透水性较差，出现涌水的可能性较小，但局部导水裂隙发育，可能存在涌水的可能性。因此，在隧洞施工过程中，应做好超前地质预报工作，并采取有效的支护、衬砌、排水等措施，确保施工安全。

施工期最大涌水量预测依据《引调水线路工程地质勘察规范》（SL629-2014）附录 E.3.3 古德曼经验公式计算：

$$Q_0 = L \frac{2\pi KH}{\ln \frac{4H}{d}}$$

式中：

Q_0 —隧洞通过含水地段的最大涌水量， m^3/d ；

K —含水层渗透系数， m/d ；

H —静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离， m ；

d —洞身横断面等价圆直径， m ；

L —隧洞通过含水体的长度， m 。

按照 K 取 $0.5m/d$ ，根据公式计算可得施工初期隧洞最大涌水量，由于含水层长度一般小于 $10m$ ，涌水量小于 $220m^3/d$ 。

(4) 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 $90m^3/d$ ，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 $10m^3/d$ 。

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 $5m^3/d$ 。

本项目主体工程施工工期 44 个月，施工期机械修配养护系统废水高峰期总产生量约为 $105m^3/d$ ，平均产生量为 $63m^3/d$ ，总量约 8.32 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 $3.15kg/d$ 。

含油废水若随意排放至冲沟、滩地，会降低土壤肥力，改变土壤结构，不利于施工迹地恢复；若直接排放至河流，在水体表面形成油膜，使水中溶解氧难以补充将会影响施工附近水域水质。

本工程施工区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（ $HW08900-210-08$ ），定期收集并交由资质单位统一处理，不得随意倾倒。

4.2.3.2 废气污染源分析

本项目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及金属结构加工焊接废气，主要污染物有粉尘、SO₂、NO_x等。

(1) 施工粉尘

本项目施工期隧洞爆破工程、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，砂石骨料堆放场地、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。

本项目在隧道施工组织设计中，根据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 40m³/min 固定式空气压缩机供风方式，通风机设洞外，通风管选用 φ 600mm 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 2347t，污染物 CO 排放量为 68.88t，NO_x 为 113.27t，SO₂ 为 5.92t。

(4) 金属结构加工焊接废气

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。

4.2.3.3 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，具体噪声值见下表：

表 3.3-4 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。

4.2.3.4 固体废物污染源分析

(1) 生产废渣

根据工程施工方案，本期工程土方开挖量 1.43 万 m³，石方开挖总量 22.92 万 m³，土石方回填量约 0.14 万 m³，填筑料均利用开挖料利用，共有 24.21 万 m³ 作为弃渣。

(2) 生活垃圾

施工人员人均日产生生活垃圾约为 0.5kg/人·d，按施工平均人数 450 人计算，预计施工区生活垃圾产生量为 225kg/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。

施工期污染物产生量及处置情况汇总见下表：

3.3-5 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	36m ³ /d	一体化污水处理设备处理达标后用于附近农田、山林施肥	
	施工废水	基坑排水	SS等	SS2000mg/L	初期排水直排，经常性排水经过沉淀后排放
		混凝土废水	SS等	180m ³ /d	循环使用，不外排
		施工机械维修养护	SS、石油类	168m ³ /d	经隔油池+沉淀池处理后废水全部回用不外排
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 、CmHn等	无组织排放	无组织排放	
	各类机械燃油废气	CO、NOX、SO ₂ 等	无组织排放	无组织排放	
	金属焊接	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	24.21万m ³ （自然方）	运至规划的弃渣场
	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	

4.2.3.5 生态环境影响分析

施工期对生态的影响主要包括工程占地对区域土地利用的影响、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。

（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本项目主体工程主要为地下隧洞施工，对地面生态环境的破坏较小，但取水口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，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 and 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，必须在规定的时间内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

本项目连通隧洞工程不改变鱼类繁殖和生长所需的生长环境，不阻断鱼类索饵和洄游的通道，工程过江隧洞管道安装在已建好的过江隧洞中进行，在长江河床底部以隧道方式穿越中华鲟保护区，在两岸陆域修建工作井，工程施工产生的噪音及振动可能对保护区主要保护对象及其他鱼类生物造成较大的影响。施工噪声和振动对鱼类等水生动物产生驱离作用，对鱼类的栖息、繁殖和索饵等活动产生一定的影响，但鱼类普遍具有避害特性，环境适应能力强，可主动从环境干扰强的区域迁移至干扰弱的水域栖息。

(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

施工活动对陆生动物的影响主要表现在主体工程施工、土石方开挖及弃渣堆放等活动造成对野生脊椎动物生境的切割、占用和破坏；施工人员及施工机械设备的噪声会对陆生脊椎动物取食、繁衍等造成影响；施工造成的水质污染、施工动土对植被的破坏，将影响这些动物的生存，可能会在施工期迁移至环境适宜的生境。

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，几乎全部陆生脊椎动物都能在项目区及附近区域寻觅到相似的替代生境。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和目的。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。

(5) 对长江宜昌中华鲟自然保护区的影响

本项目输水管线在过江隧洞工程建好的隧洞中进行施工安装，涉及穿越长江宜昌中华鲟自然保护区，主要敏感生态保护目标为中华鲟。中华鲟幼仔鱼喜于河川浅水处觅食，成熟后多喜欢在深槽、沙坝即沿江河道的水深较大处且多沙丘的地方游移。过江隧洞工程建设的穿江隧洞埋深最浅位置位于江底以下 10 米处，且本工程输水管线安装及配套机电安装在隧洞中进行，不涉水施工，不会对长江宜昌中华鲟自然保护区造成影响。

过江隧洞工程对长江中华鲟自然保护区的影响已在《宜昌市清江水系连通及生态修复工程（二期）对长江湖北宜昌中华鲟自然保护区影响专题论证报告》中进行了分析，不在本次评级范围内。

4.2.4 运营期环境影响分析

4.2.4.1 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，在对宜昌三水厂、猓亭一水厂、猓亭二水厂、点军二水厂供应水源及对宜都市提供应急备用水源的情况下，主要是对楠木溪水库带来影响，楠木溪水库为典型的分层型水库，取水口一般取滞温层水体，水体、水温均比较稳定，通过管线分别送往下游的多个水厂，经预处理后达到水厂进水要求。清江水系连通及生态修复工程（一期）将隔河岩水库与楠木溪水库相连，不断为楠木溪水库补水，因此对水库水温结构不产生任何不良影响。

（2）对区域水源利用的影响

本工程将清江水引入宜昌、宜都两市，江南片区将清江水引入点军二水厂及土城乡一水厂，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活及生产缺水问题；将清江水引入江北城区猓亭一水厂、市三水厂、猓亭二水厂（预留白洋水厂分水口），实现中心城区可切换双水源运行模式；增加通往宜都市分水管线，完成宜都市应急备用水源布局，全面提升供水保障能力。

但本工程建成运行后，将对隔河岩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。隔河岩~高坝洲各梯级电站发电量会一定程度减少。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，规划水平年需根据该协议进行补偿。

（3）管理人员生活污水的影响

本项目运行期无生产废水产生，管理人员生活污水依托一期工程，本次环评不考虑。

4.2.4.2 地下水环境影响分析

（1）对地下水水质影响

本项目属引水工程，运行过程中不产生废水污染物；同时引水隧洞埋深较大，低于地下水位，隧洞围岩渗透性低、富水性差，施工衬砌完成后可有效防止隧洞内外渗漏，因此不会对区域地下水水质产生影响。

（2）对地下水水位影响

本工程引水隧洞的埋深一般在 150-350m，最大埋深 430m，属深埋隧道，根据区域水文地质条件分析，工程引水洞均位于含水层饱水带，即位于地下水水位以下，隧洞在穿越这类含水层时地下水基本不会涌入隧洞。

同时，本工程建设过程中引水隧洞全线均采取系统锚杆+挂网喷砼支护及钢筋混凝

土衬砌防渗，隧洞全线洞顶 120° 范围采用回填灌浆进行充填，可以有效防止隧洞外地下水渗入，不会导致的区域地下水水位变化。

因此，工程运行过程中总体不会对区域地下水位产生影响。

4.2.4.3 大气环境影响分析

本项目运行期不产生废气，不会对区域环境空气质量带来不利影响。

4.2.4.4 声环境影响分析

本项目运行期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，对周边居民的影响有限。

4.2.4.5 生态环境影响分析

1、对陆生生态的影响

本项目运行期通过对施工临时设施拆除，施工工区场地清理，临时道路、土料场、弃渣场生态复垦，临时占地区域生态环境可得到恢复。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。

5 环境现状调查与评价

5.1 自然环境现状与评价

5.1.1 地理位置

宜昌市，位于湖北省西部，中国湖北省下辖的一个地级市，湖北省政府确立的省域副中心城市。全市共辖五县（远安县、兴山县、归县、长阳土家族自治县、五峰土家族自治县）三个县级市（当阳市、当阳市、枝江市）五区（夷陵区、西陵区、伍家岗区、点军区、猇亭区），总人口 406 万，其中城区人口 159 万；总面积 2.1 万平方公里，城区面积 828 平方公里。

宜都市处于鄂西山地和江汉平原过渡地带，地势西南高、东北低，由西南向东北倾斜，是一个丘陵起伏的半山区。最高点为五峰接壤的帽子尖，海拔 1064.6m，最低点为枝城镇的官洲，海拔仅 38m。西南地势高峻，群山连绵，高程在 250-800m 之间，约占总面积的 40%。东部丘陵，海拔在 50-250m，沿长江及清江出口地势平坦，土地肥沃，中部丘陵、冲沟与岗地交错，但坡度较缓，形成平畈。

本项目建设区域地跨宜昌市点军区、猇亭区、伍家岗区、宜都市，具体地理位置详见附图 1。

5.1.2 地质、地震

宜昌市位于湖北省西南部，地处长江上游与中游的结合部，鄂西山区向江汉平原的过渡地带。市区沿江一带地形平坦，海拔高程在 55~80m 之间，腹背山地在 120~300m 之间。宜昌市地形比较复杂，高低相差悬殊，形成“七山二丘一平”地貌特征。

参考 1:20 万长阳幅区域地质图，结合区域地质资料，区内出露地层包括震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、白垩系、第三系地层，以及广泛分布的第四系松散覆盖层，三叠系和侏罗系地层本区未发现，其余各层呈整合接触关系。

参考湖北省区域地质志、湖北省地质构造图等资料，按照大地构造单元划分，本区属扬子准地台（II）、上扬子台坪（II1）、长阳台褶束（II13-3）。区域附近主要发育东西向的褶皱与逆断层构造，次为北北西与北北东的平推断层，再次为南北向的正断层。

区域属相对稳定的地区，第四系覆盖层厚度一般在 5~40m，地层以第四系卵砾石土

为主，属中硬土以上。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场区多属于II类场地类型，地震动峰值加速度为0.05g，地震动反应谱特征周期为0.35s，相应的地震基本烈度为6度。

工程区第四系覆盖层主要为人工堆积层（ Q^s ）、全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）组成，下伏基岩包括：⑤-1强风化砾岩（ K_{2l} ），⑤-2弱风化砾岩（ K_{2l} ），⑥-1强风化泥质粉砂岩（ K_{1w} ）⑥-2弱泥质粉砂岩（ K_{1w} ）。工程区在地质构造部位上处于黄陵背斜与江汉拗陷间的宜昌单斜凹陷的西缘，基岩构造变形轻微，构造形迹简单，为单斜成层构造。

工程区地层产状 $95^\circ\sim 160^\circ\angle 8^\circ\sim 15^\circ$ ，地质测绘及调查未发现断层分布，勘探钻孔范围亦未见明显断层构造，对于钻孔未揭露区域可能存在断层发育。

5.1.3 地形、地貌

宜昌市城区位于长江西陵峡出口，地理位置属鄂西黄陵山地与江汉平原过渡地带，自然地理环境复杂多样，地势西高东低，形成自西向东由山地、丘陵向平原过渡的地貌形态。长江自西北向东南呈反“S”经葛洲坝水利枢纽流，该河段中间发育西坝岛，自西向东将长江分割成大江和三江。大江在西坝庙嘴至夷陵长江大桥以下河段长江转向南东 $155^\circ\sim 115^\circ$ 流出宜昌市城区，长江河谷为宽谷型不对称复式断面形态。宜昌市主城区最高点为点军区土城西北部的白云山，海拔高1089m，最低点为长江一级阶地，海拔高约50m。

宜昌地形按高程划分，高程低于150m的面积占全市总面积的58.91%，高程150m~550m之间的面积占全市总面积的36.23%，高程大于550m的面积占全市总面积的4.86%，宜昌市多分布于高程低于150m范围。地形总体具多层梯状分带性特征，按地貌成因类型、海拔高程和切割深度将全区划分为黄陵背斜南东翼构造侵蚀剥蚀中山-低山、宜昌单斜凹陷侵蚀堆积丘陵区 and 宜昌单斜岗状平原区。

1) 黄陵背斜南东翼构造侵蚀剥蚀中山—低山区

位于点军区西北部海拔多在500m~1100m之间，山体间遍布深切峡谷，下切深度200m~300m米，形成中低山峡谷地貌。物理风化作用和流水的强烈侵蚀作用形成奇峰与幽谷交织的险峻景色。中低山区主要分布点军区土城乡与长阳接壤的边缘地带以及铜宝山、鸡家店、谭家岭、落步端、望洲坪、席家端等地的局部地带，其中西部白云观、碑坪地带地势最高，海拔大于1000m，最高处海拔1089.1m。

2) 宜昌单斜凹陷侵-剥蚀堆积丘陵区

主要分布于长江南岸点军区土城乡、桥边镇、艾家镇与联棚乡，长江北岸西陵区、伍家区、猗亭及三游洞峡口风景区零星分布，山峦低平，视野开阔，高程 100m~500m 之间，地势低缓，面积 588.67km²。白垩系砾岩砂泥岩互层形成浑园低岗残丘地貌，岩石易风化，寒武系与奥陶系灰岩与白云岩丘陵区有些地方河谷深切、坡陡沟深、岩石裸露。沿江岸边自上而下分布有翠福山、笔架山、磨基山等山包，临江大部分基岩裸露，坡高一般 30m~80m，多呈单面山，即濒临长江一面大都近似绝壁，临江最高点为磨基山，山顶地面高程 219.70m。

3) 宜昌单斜岗状平原区

主要分布于宜昌市城区、枝江白洋工业园及顾家镇的长江及支流河谷各级堆积、基座阶地上。地势平坦、微向河床倾斜，其间被溪沟切割，地面高程一般小于 100m，主要由第四系堆积物组成，面积 316.70km²。

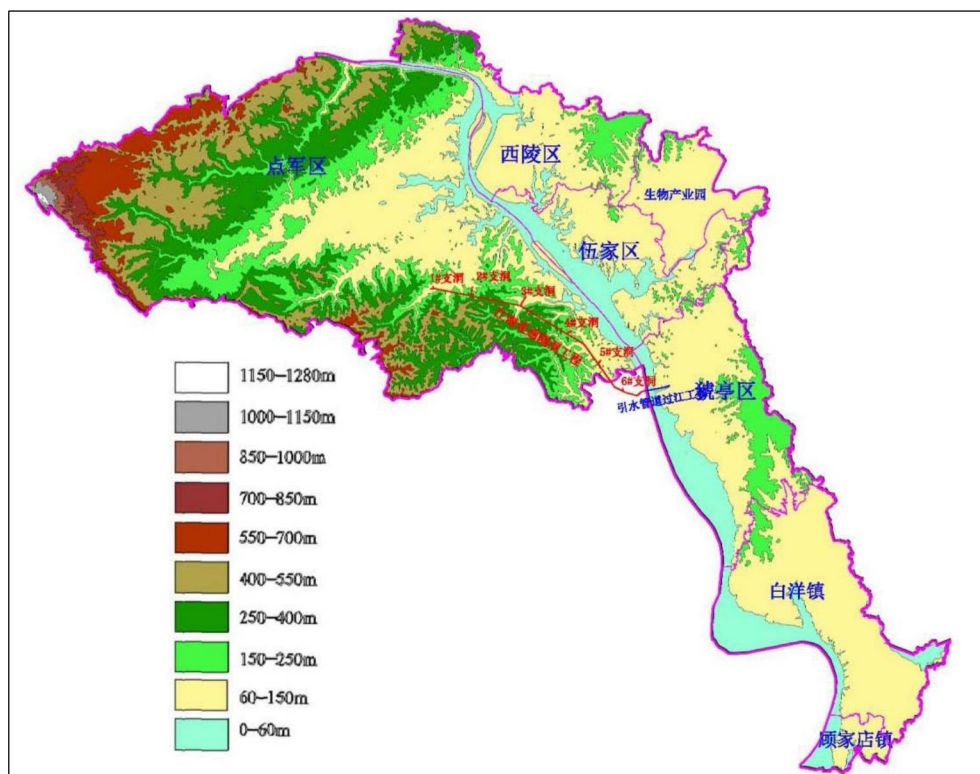


图 5.1.3-1 宜昌市城区地形按高程分区图



图 5.1.3-2 宜昌市城区地貌分区图

5.1.4 气象特征

工程项目区属北亚热带江南湿润气候区，雨热同季，寒暑交替，四季分明。春季（3~5月）气温回暖快、降水少、风速大，气候干燥。夏季（6~8月）气温高、湿度大、降水集中、气候湿热。秋季（9~11月）气温急降、雨量骤减、秋高气爽。冬季（12~2月）风雪较多、寒冷湿润。根据长阳站气象资料，年平均降雨量为1335.5mm，降雨量集中在6月~9月。多年平均气温为16.5℃，以7、8月份为最高，一般为27℃~30℃；12~1月为最低，一般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，最迟结束于4月上旬。

5.1.5 水文水系

宜昌水系均属长江流域，可分为长江上游干流水系、长江中游水系以及清江水系、洞庭湖水系和澧水水系等五大水系。区域河流总长5089km，河网密度0.24km/km²。宜昌城区属长江流域的长江上游干流水系，长江在境内流长51km。宜昌城区境内集水面积在30km²以上的长江一级支流共有164条，北岸有下牢溪、黄柏河、柏临河、刷子溪、善溪冲、玛瑙河等主要河流；南岸有暮阳溪、松门溪、桥边河（卷桥河）、联棚河

(五龙河)等主要河流。

(1) 长江宜昌水文站

宜昌水文站位于三峡工程三斗坪坝址下游 43km，葛洲坝工程下游 2.5km，集水面积为 100.55 万 km²，为长江出三峡后的控制站。长江宜昌水文站属于长江中游干流区，有四季分明，水热同季，寒旱同季的气候特征。多年平均降水量 1215.6 毫米。平均气温 16.9℃，极端最高温度 41.4℃（7 月），极端最低温度零下 9.8℃（1 月）。全年大部分径流量主要集中在汛期，年内水量分配不均匀。宜昌水文站测验河段上下游约 3km 顺直，断面宽约 700 米，位于葛洲坝水利枢纽工程下游约 6km。左岸为宜昌市城区，右岸为低山丘陵区，河岸稳定。断面上游约 7km 有黄柏河支流入汇；下游 38km 有清江入汇，其来水对宜昌水位有短暂的顶托影响作用。测流断面河床组成，左岸为砂砾石，右岸系岩石，中间为礁板岩。中低水时历年断面变化在 10%左右，高水变化在 5%左右，断面基本稳定。宜昌水文站下游约 3km 有胭脂坝洲滩、下游 20km 有虎牙滩、38km 有宜都弯道、80km 有芦家河浅滩、115 千米有杨家脑洲滩等，对宜昌中低水位有显著控制作用。

(2) 长江枝城水文站

本站设立于 1925 年 6 月，新中国成立前观测时断时续，仅有 1925-1926 年、1936-1938 年水位、流量资料，1950 年 7 月恢复观测水位，1951 年 7 月恢复测流，1960 年 7 月又改为水位站，1991 年再次恢复测流至今。新中国成立前流量测次少，精度较差，建国后测次增多，精度也有所提高。

枝城站控制面积 102.41 万 km²，上距宜昌站约 59km，其间有清江入汇。清江流域面积为 17000km²，占枝城站控制面积的 1.63%，枝城至沙市有支流沮漳河汇入，松滋河、虎渡河分流入洞庭湖。本站断面冲淤变化较小，水位流量关系曲线基本稳定，绳套及轴线偏离不太大。

5.1.6 地下水环境

根据含水层性质及地下水埋藏条件，区内地下水类型包括孔隙潜水、基岩裂隙水、岩溶水三种类型。

孔隙潜水：赋存于第四系松散堆积物中，其水量相对较大，受季节性影响明显，主要接受大气降水、地表水补给，向河流及低洼处排泄。

基岩裂隙水：主要赋存于岩石风化裂隙中，其水量相对较小，以大气降水补给为

主，以蒸发等形式排泄，水量丰富程度与裂隙发育程度密切相关。

岩溶水：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。

根据不同的岩性组合及透水性的相对强弱，区域含水岩层可划分为两个水文地质岩组。

①相对隔水岩组

区内相对隔水岩组多为碎屑岩，岩体较完整、裂隙发育少的弱风化~新鲜岩体。主要包括震旦系下统南沱组冰积砾岩和砂岩、寒武系下统水井沱组炭质页岩、页岩、石牌组泥质粉砂岩和粉砂质页岩、白垩系上统罗镜滩砾岩夹粉细砂岩以及五龙组粉细砂岩夹砾岩等，岩体透水性较差。

②含水岩组

含水岩组可分为碳酸盐岩含水岩组及碎裂岩含水岩组。

碳酸盐岩含水岩组多为寒武系和震旦系上统地层中，其水量较为丰富。地下水的补给主要以大气降水补给为主，局部存在河水与地下水互补现象，其排泄方式为蒸发和向低处河谷径流。

碎裂岩含水岩组分布比较局限，主要分布于区域性断层带的两侧，呈带状分布于局部的范围内，其内贮藏的地下水的类型为基岩裂隙性潜水，水量受季节性和断层性质的影响较大。碎裂岩中的地下水的补给主要以大气降水补给为主，其排泄方式为沿断层破碎带以下降泉的型式渗出。

(3) 水文地质特征

区域地表、地下水化学成分较简单，多属弱碱性、低矿化度的重碳酸钙型水，其水质较好。

5.1.7 隧洞连通工程地质条件

5.1.7.1 基本地质条件

根据设计方案，连通隧洞工程从楠木溪水库取水，途径白岩湾、红岩冲、七里冲、蚂蚁潭、石金沟、猫子冲、渔洋溪村、穿过沪渝高速、岳宜高速转折至过江线路江南始发井。线路总体较顺直，起点至七里冲水库附近大致走向 SE10°，至七里冲水库转折至 SE39°，至石金沟附近走向 SE94°，穿过岳宜高速后走向近东西向至始发井，总长约

17.35km。连通隧洞途经宜昌市点军区联棚乡、艾家镇和宜都市红花套镇，线路沿线地势总体呈西北高、东南低，地形起伏较大，呈波状起伏，沟壑纵横交错，沿线沟梁相间，冲沟多呈宽缓U型，森林植被茂密，对保护生态环境十分有利，连通沿线地形地貌单元从构造侵蚀、剥蚀低山-丘陵区逐渐过渡到冲积阶地

沿线经过的河流主要为习家河、柳林河、渔洋溪等，河底高程 43.9~139.5m，河谷多呈“V”型，河谷切割程度较剧烈，地貌由低山丘陵地貌过渡为冲积阶地地貌。

隧洞沿线地形高低起伏，沟壑纵横，隧洞沿线最高点位于隧洞里程 K2+940m 附近（高程 513.6m），最低点为隧洞出洞口（高程 46.6m），最大相对高差 467m 左右。隧洞区植被较发育，水土保持较好，进、出洞口离居民点较远。

隧洞进洞口海拔高程 125m，位于楠木溪村楠木溪水库右岸，洞门之上为陡坡，边坡坡向约 274°、坡度 40°~50°。地表植被较茂密，以上小乔木及灌木为主。

隧洞出洞口海拔高程 46.6m，地处宜都市红花套镇渔洋溪村，地形较平坦开阔，出洞口处渔洋溪流向近南北向，与隧洞走向大角度相交，沟谷断面呈浅“U”字型，常年地表水流。

5.1.7.2 地层岩性

根据地质测绘及钻孔揭露，连通隧洞沿线覆盖层主要为第四系人工填土（ Q_{4s} ）、第四系全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）、第四系残坡积层（ Q^{el+dl} ）；下伏基岩为白垩系上统罗镜滩组（ K_2l ）砾岩、粉砂岩；白垩系下统五龙组（ K_1w ）泥质粉砂岩夹砾岩、砂岩。工程区内地层特征简述如下：

1) 第四系覆盖层

第四系覆盖层主要为人工堆积层(Q_s)、全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）组成：

①杂填土（ Q_s ）：杂色，结构松散-稍密状，土质不均，主要由碎石、卵石、黏性土以及建筑垃圾等组成，其中，硬质颗粒含量 30%~60%，块径一般 4~8cm，大者 10~20cm，次棱角~棱角状，厚度 0.8~2.0m，主要分布于人口集中的村镇、工业区、道路场地表层。土石等级为II级（土石等级按《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）附录 D 判定，下同）。

②-1 粉质粘土（ Q_4^{al+pl} ）：棕色、棕褐色，可塑状~硬塑状，局部地段含碎砾石，碎砾石含量约占 10%~20%，碎（砾）石成分主要为灰岩、石英砂岩、火成岩等，磨圆度一般，多呈棱角~次圆状，直径一般 1.0~4.0cm，大者达 8cm，分布不均匀，钻孔揭露

厚度 3.3~7.5m。主要分布于隧洞出口南岸始发井附近。土石等级为II级。

②-2 卵石 (Q_4^{al+pl})：颜色混杂，结构稍密-中密状，主要由卵石及圆砾组成，局部夹漂石，圆砾石含量占 60%~70%，直径一般 3~6cm，大者 10-30cm，卵、砾石颗粒坚硬，磨圆度好，多呈次圆状和浑圆状，原岩成分以石英质岩及砂岩、火成岩为主。钻孔揭露厚度 1.8~3.2m，主要分布于沟谷的谷底、鲤鱼河、渔洋溪河床上部。土石等级为IV级。

③粉质粘土夹碎石 (Q^{el+dl})：棕红色、棕黄色、棕褐色，可塑-硬塑状，部分地段夹碎砾石，砾石含量约 20%~40%，粒径一般 2~5cm，次棱角状，碎石成份主要为白云质灰岩、砾岩等，碎石间充填粘性土。钻孔揭露厚度 0.5~9.3m，主要分布于山顶和山坡表部及缓坡表层。土石等级为II级。

2) 基岩

据区域地质资料、地质测绘及钻孔揭露显示，工程区沿线下伏基岩为白垩系上统罗镜滩组 (K_{2l}) 中厚层~块状砾岩夹少量泥质粉砂岩，白垩系下统五龙组 (K_{1w}) 紫红色泥质粉砂岩夹砂岩、砾岩。本阶段勘探钻孔揭示基岩岩性特征如下：

⑤-1 强风化砾岩 (K_{2l})：杂色，中厚~厚层状，风化强烈，岩体完整性差~较破碎，主要为基底式胶结，亦可见部分接触式胶结，钙泥质胶结为主，部分呈泥钙质胶结，胶结较差，砾岩中砾石含量 55%~65%，多呈次棱角~次圆状，粒径 0.5~4cm 不等，颜色较杂，成分以砂岩、白云岩、玄武岩及凝灰岩为主。岩质软，岩体基本质量等级为V类，分布不连续，钻探揭露该层厚度 0.5~20.5m 不等，沟谷地段该层厚度较大。土石等级为V级。

⑤-2 弱风化砾岩 (K_{2l})：杂色，厚层~块状，风化较弱，岩石较新鲜，岩体较完整，局部岩体完整性差，基底式胶结，亦可见部分接触式胶结，多以泥钙质胶结为主，局部为钙泥质胶结，胶结程度相对较好，砾岩中砾石含量 55%~70%，多呈次棱角~次圆状，粒径 0.5~4.0cm 不等，大者 10cm，颜色较杂，成分以砂岩、白云岩、玄武岩及凝灰岩为主，岩芯多呈柱状、短柱状，部分呈碎块状。岩石饱和单轴抗压强度 15.4MPa~43.1MPa，平均值 28.4MPa，属较软岩~中硬岩，岩体基本质量等级为IV级，厚度大，分布连续稳定，顶板高程 37.66~184.81m。土石等级为VI级。

⑥-1 强风化泥质粉砂岩 (K_{1w})：紫红色、棕红色，岩石大部分变色，只有局部岩块保持原有颜色，岩石的组织结构大部分已破坏；岩芯多呈碎块状取出，岩体较破碎~

破碎，属极软岩，岩体基本质量等级为V类。分布不连续，厚 1.3~5.8m。土石等级为IV级。

⑥-2 弱泥质粉砂岩 (K1w)：紫红色、棕红色，中厚层~厚层状，泥质胶结，胶结一般，裂隙不发育，岩体较完整~完整，局部较破碎，敲击易碎，岩芯多呈柱状、少量呈碎块状。岩石饱和单轴抗压强度 7.4MPa~15.7MPa，平均值 10.6MPa 属软岩，岩体基本质量等级为V级，基岩顶板分布高程一般 56.94m~161.87m。土石等级为V级。

5.1.7.3 地质构造

工程区在地质构造部位上处于黄陵背斜与江汉拗陷间的宜昌单斜凹陷的西缘，基岩构造变形轻微，构造形迹简单，为单斜成层构造。

工程区地层产状 $95^{\circ}\sim 160^{\circ}\angle 8^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，地质测绘及调查未发现断层分布，勘探钻孔范围亦未见明显断层构造，对于钻孔未揭露区域可能存在断层发育。

根据地质测绘及钻孔揭露，工程区未见有长大张开状裂隙发育，岩体裂隙发育程度弱，主要以风化卸荷等浅层短（微）裂隙为主，裂隙主要以中、高倾角裂隙为主，延伸长度一般 1~2m，多数无充填，少量充填铁锰质，按倾向主要有两组：（1）NW 组：倾向 $290^{\circ}\sim 350^{\circ}$ 、倾角一般 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，裂面平直稍粗，裂隙线密度 4 条/米；（2）SW 组：倾向 $200^{\circ}\sim 230^{\circ}$ 、倾角 $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，裂面平直稍粗，裂隙线密度 3 条/米（图 3.1-5）。

5.1.7.4 岩体风化

岩体长期暴露地表，在各种风化营力的综合作用下，其结构、构造、矿物成份、物理力学性质产生了不同程度的改变，使其岩体表部形成有一定厚度的风化壳岩体，总体来看风化程度是随深度增大而逐渐减弱的，岩体风化表现出垂直分带性，局部不均匀风化或夹层风化特征。根据风化程度的不同，将勘测区岩体在铅直方向自上而下分为强、弱风化两个风化带。钻孔揭露风化带厚度统计见下表。

表 3.1-1 钻孔风化带厚度统计表

钻孔编号	孔口高程 (m)	终孔孔深 (m)	覆盖层		强风化带		弱风化带	
			厚度 (m)	层底高程 (m)	厚度 (m)	层底高程 (m)	揭露厚度 (m)	孔底高程 (m)
DK01	133.41	30.6	0.80	132.61	3.10	129.51	26.70	102.81
DK02	156.78	65.8	1.00	155.78	3.40	152.38	61.40	90.98

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

DK04	441.33	360.7	0.00	441.33	0.55	440.78	360.15	80.63
DK06	100.44	50.6	3.20	97.24	\	\	47.40	49.84
DK07	110.20	55.7	1.80	108.40	\	\	53.90	54.50
DK08	98.80	55.8	0.00	98.80	6.20	92.60	49.60	43.00
DK09	105.68	35.4	4.75	100.93	5.95	94.98	24.70	70.28
DK10	107.19	35.6	0.50	106.69	\	\	35.10	71.59
DK11	112.86	65.8	2.50	110.36	20.50	89.86	42.80	47.06
DK12	113.53	50.9	0.00	113.53	4.20	109.33	46.70	62.63
DK13	75.75	50.5	1.30	74.45	\	\	49.20	25.25
DK14	81.88	50.8	0.00	81.88	13.30	68.58	37.50	31.08
DK15	61.24	40.5	1.50	59.74	\	\	39.00	20.74
DK16	60.48	45.8	2.20	58.28	\	\	43.60	14.78
DK18	54.25	40.6	3.30	50.95	8.70	42.25	28.60	13.65
DK19	47.66	35.4	7.00	40.66	3.00	37.66	25.40	12.26
DK20	47.02	70.8	7.50	39.52	2.30	37.72	61.00	-23.78
DK21	145.27	40.5	1.30	143.97	1.50	142.47	37.70	104.77
DK22	172.37	40.9	9.20	163.17	1.30	161.87	30.40	131.47
DK23	128.43	40.6	0.50	127.93	5.80	122.13	34.30	87.83
DK24	196.11	90.9	13.30	182.81	\	\	77.60	105.21
DK25	106.70	30.8	0.00	106.70	\	\	30.80	75.90
DK26	85.70	35.6	5.60	80.10	2.50	77.60	27.50	50.10
DK27	71.70	30.8	3.30	68.40	\	\	27.50	40.90

强风化带：罗镜滩组（K_{2l}）砾岩，风化强烈，原岩结构破坏强烈，岩体完整性差，取芯破碎，多呈碎块状短柱状或散体砾石状，分布不连续，钻探揭露该层厚度4.2~20.5m不等；五龙组（K_{1w}）泥质粉砂岩，岩石大部分变色，只有局部岩块保持原有颜色，岩石的组织结构大部分已破坏，岩芯多呈碎块状取出，岩体较破碎~破碎，揭露厚度1.3~5.8m。

弱风化带：罗镜滩组（K_{2l}）砾岩，风化较弱，岩石较新鲜，岩体较完整，局部岩体完整性差，取芯多呈柱状、短柱状，本次钻探未揭穿该层；五龙组（K_{1w}）泥质粉砂岩，岩体完整性好，原岩结构基本未破碎，岩体较完整~完整，岩芯多呈柱状及长柱状，本次钻探未揭穿该层。

5.1.7.5 岩溶与水文地质

1、地表水

连通隧洞工程沿线分布联棚河、鲤鱼河、柳林河、渔洋溪等河流，工程区总体为向长江倾斜的地形，局部地段沟渠相间，长江是工程区地表、地下水的最低排泄基准面。

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，于点军区的五龙汇入长江。联棚河集水面积 38.5km²，主河道长度 18.7km。

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。渔洋溪为长江右岸一级支流，发源于艾家镇康家坳，自西北而东南流向，于宜都市长江公路大桥下游约 700m 处汇入长江，河道集水面积 23.2km²，主河道长 13.1km。

地表水主要受大气降水的补给，地表冲沟、沟渠、支流是地表水径流与排泄的主要通道，绝大部分大气降水以地表径流型式，通过冲沟、沟渠向支流或水塘等低洼处排泄，最终通过沟、渠、支流排泄至长江，仅少部分地表水通过表层较松散土体向地下入渗，成为地下水的补给来源。



图 5.1.7-1 隧洞区水系分布示意图

连通隧洞穿越河流沟谷及地表水体见下表。

表 3.1-2 连通隧洞穿越主要河流沟谷汇总表

序号	名称	桩号 (m)	隧洞洞顶埋深 (m)	沟床宽 (m)	切割深度 (m)	勘察期水量 (m ³ /s)	对拟建建筑物可能影响
1	白岩湾	K1+585-K1+695	30-40	40-80	30-50	无水	影响小
2	红岩冲	K2+010-K2+140	12-35	50-90	50-100	无水	冒顶
3	猫儿冲	K4+696-K4+766	66-76	30-50	50-60	无水	无影响
4	鲤鱼河	K6+512.50-K6+562.5	32-52	15-20	80-180	无水	影响小
5	柳林河	K9+120-K9+190	38-68	10-20	150-280	无水	影响小
6	蚂蚁潭	K10+840-K10+940	22-36	30-50	90-120	无水	冒顶
7	石金沟	K11+360-K11+460	30-40	10-20	90-100	无水	影响小
8	猫子冲	K13+400-K13+580	30-46	20-30	50-100	无水	影响小
9	余家北湾	K14+430-K14+620	15-25	10-30	30-50	无水	冒顶
10	渔洋溪	K15+010-K15+160	18-25	20-30	40-60	0.02	冒顶
11	渔洋溪	K15+450-K15+600	5-24	20-30	35-50	0.02	冒顶

2、地下水

工程区地下水按其埋藏条件可分为第四系覆盖层孔隙水及基岩裂隙水。

1) 孔隙水：赋存于沿线溪沟的冲积卵石土或河谷两旁、山间洼地等残土夹碎石中，前者水量较丰富，水位埋深较浅，后者水量较贫乏，以面流或下渗为主，局部受基岩阻隔排出地表，具明细季节性特征。

2) 基岩裂隙水：工程区基岩以泥质粉砂岩、砾岩为主，其透水性和富水性均较差，加之岩体受构造影响轻微，裂隙不发育，基岩裂隙水的含量较小、连通性差，依靠大气降水与地表水补给，多以裂隙泉或蒸发形式排泄地表，局部基岩裂隙水具弱承压性质，但承压水头一般很小。

4、水的腐蚀性评价

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008），工程区地表水、地下水对混凝土均无腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性；对钢结构具弱腐蚀性。

5、岩溶

工程区钙泥质胶结的砾岩属非可溶盐岩，其溶蚀现象不突出，但泥钙质砾岩内的钙质为可溶性胶结物，在水的作用下砾岩中可能存在发育岩溶现象。

工程区岩溶发育形态主要包括：

(1) 溶洞（孔）

据地质调查工程区溶洞发育规模不等，小者小于 10cm，大者如点军区姚家村山顶溶洞，洞高 2-3m，宽 6-8m，长 8-20m，为沿层面发育，由溶蚀、冲蚀、风化等多方面因素共同作用产生。

(2) 溶蚀裂隙

多发育在沟谷区两侧坡面及沟底，为地下水沿深部裂隙或层面径流时对钙质砾岩胶结物溶蚀、侵蚀而成，多以粘性土充填或无充填，宽度小、延伸有限。

据调查工程区地表无岩溶塌陷、漏斗，钻孔中少见溶蚀现象，钻进施工时未见钻孔见有掉钻、卡钻等异常现象发生，未揭露到溶洞，揭露的岩芯溶蚀痕迹并不多见，仅少量钻孔揭示有溶蚀孔洞岩溶现象，洞径 0.5~2cm，可见深约 1cm，内充方解石，其连续性差。

工程区及附近溶洞发育较少，一般分布于坡脚处或沟谷底部，主要因溶蚀裂隙间相互延伸贯通后，使得地下水径流通道更加通畅，地下水径流强度随之增强，从而加大了对径流通道的溶蚀侵蚀作用，由此往复循环后形成溶洞，一般无充填。

工程区内罗镜滩组 (K₂l) 砾岩内可溶碳酸钙含量总体上相对于灰岩低，且部分泥质胶结，有一定的阻水作用，地下岩溶形态总体呈局部集中态，发育程度弱，未形成典型的岩溶系统。综合地质调查及勘探成果，连通隧洞存在大型岩溶洞穴的可能性较小。

5.1.7.6 不良地质现象

沿线未见滑坡、泥石流、岩溶、塌陷等不良工程地质现象，在场内及周边地段未发现抽取地下水、油（气）等矿藏的开采、石料采集及人工地下洞穴等人类活动的情况和遗迹，从而不存在因人为活动造成的塌陷、沉降等潜在地质危害。根据现场调查和搜集到的区域资料，勘察区域不存在放射性物质和有害气体。

5.2 楠木溪水库饮用水源保护区

2011 年 12 月 26 日，湖北省人民政府办公厅以“鄂政办发[2011]130 号”对点军区楠木溪水库饮用水源地进行了保护区划分。具体划分情况见下表：

表 4.1-1 楠木溪水库水源地保护区划分情况一览表

地市	水源地	水体	保护级别	保护区范围		备注
				水域	陆域	
宜昌市	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	县级

				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	
--	--	--	--	----	-----------------------------	-------------------	--

楠木溪水库目前主要向点军区楠木溪村集中供水工程供水，灌溉渠道为下游 0.8 万亩农田提供灌溉用水，设计输水流量 0.55m³/s。

水库应急调度方案：进入汛期(4月15日-10月15日)，水库通过供水调度调节水库水位，在一般情况下，水位保持在 127-128m 之间，当天气预报水库区域有大的降雨时，水库提前开启低坝放水，但水位不低于 125m。当水库由于降雨水位持续上涨达到 131.29m 时，水库开始溢洪，水库低坝闸门开到最大，迅速放水使水库水位降到 127-128m 之间。

5.3 中华鲟保护区概况

5.3.1 保护区划分情况

中华鲟是我国特有的珍稀鱼类，具有重要的科学研究价值。该物种属溯河产卵洄游鱼类，在长江上还没有修建拦河大坝时，成熟亲鱼上溯到金沙江宜宾江段产卵，孵出的仔鱼顺流而下，进入大陆架肥育。周而复始，种族得以延绵。1981年葛洲坝水利工程修建切断了中华鲟到长江上游产卵的洄游通道，虽然在葛洲坝下游发现了中华鲟新的产卵场，但规模有限，是否能够满足中华鲟种族延绵的需要还不能够确定，洄游通道的阻隔，直接威胁到该物种的生存。为了保护中华鲟资源，我国在 1983 年禁止了中华鲟的商业性捕捞。

1988 年中华鲟被列为国家一级重点保护动物，1996 年列为世界自然与自然保护联盟濒危级物种，1998 年列为国际濒危动植物物种贸易公约保护物种。

鉴于中华鲟自然资源的严重衰退，有关专家呼吁在中华鲟现有产卵场及邻近水域建立中华鲟自然保护区，减少人类活动对中华鲟的进一步干扰。1994 年原湖北省水产局组织有关专家对建立中华鲟自然保护区进行了科学论证，综合比较了葛洲坝下游宜昌江段与上游宜宾江段河床地貌、底质和水文状况特点，根据葛洲坝下游中华鲟的栖息分布状态，提出了在葛洲坝下游宜昌江段建立中华鲟自然保护区的可行性论证报告。

湖北省人民政府 1996 年 4 月批准建立的长江湖北宜昌中华鲟自然保护区（鄂政函〔1996〕35 号），其地理位置和范围为葛洲坝下游约 80km 的宜昌江段。

2008年，湖北省人民政府以鄂政函〔2008〕263号文，对保护区的范围进行调整，将原长江湖北宜昌中华鲟自然保护区范围从80km调整为50km。2018年1月10日，经湖北省人民政府批准，湖北省环境保护厅（鄂环函〔2018〕3号）再次对保护区范围和功能区进行调整后保护区总长度从调整前的50km增加至60km。

湖北省人民政府于2023年12月13日发布了《省人民政府关于同意调整长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区的批复》（鄂政函〔2023〕93号）长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区位于长江干流湖北省宜昌市葛洲坝至枝城杨家溪江段，调整后总面积6735.88公顷，全长60公里，其中核心区2169.07公顷、缓冲区1097.55公顷、实验区3469.26公顷。2024年1月12日，湖北省林业局根据《省人民政府关于同意调整长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区的批复》（鄂政函〔2023〕93号），发布了《湖北省林业局关于长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区范围及功能区划的公告》，具体如下：

保护区范围为葛洲坝至枝城杨家溪江段，调整后总面积6735.88公顷，全长60公里，其中核心区2169.07公顷、缓冲区1097.55公顷、实验区3469.26公顷。保护区范围在东经 $111^{\circ}15'26.918''E$ — $111^{\circ}31'49.301''E$ ，北纬 $30^{\circ}20'12.650''N$ — $30^{\circ}44'28.803''N$ 之间。保护区外围保护地带范围包括长江干流枝城杨家溪段至枝江罗家河江段，全长20公里，面积2898.64公顷。

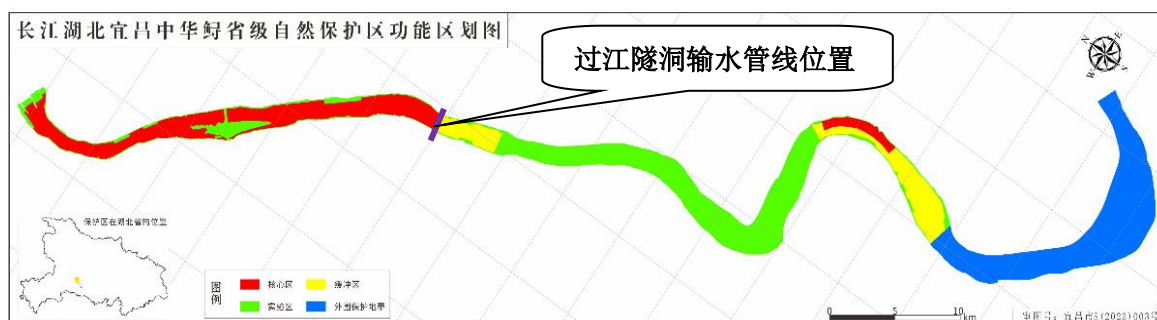


图 4.2.1-2 过江隧洞输水管线路经过长江湖北宜昌中华鲟自然保护区示意图

5.3.2 主要保护对象

- 1) 国家一级重点保护动物中华鲟（*Acipenser sinensis*）繁殖群体及其产卵场和产前栖息地。
- 2) 国家重点保护鱼类白鲟（*Psephurus gladius*）、长江鲟（*Acipenser dabryanus*）、胭脂鱼（*Myxocyprinus asiaticus*）及“四大家鱼”等重要经济鱼类的产卵场和栖息地。
- 3) 长江江豚（*Neophocaena asiaeorientalis*）个体。近年来，长江江豚出现了逐渐向上游江段迁移的趋势，并且在保护区江段江豚数量明显增多。

5.3.3 主要保护对象的分布

1) 中华鲟。历史上中华鲟分布在我国近海（东海、黄海、台湾海峡等）以及流入其中的江河包括长江、珠江、闽江、钱塘江和黄河。目前，闽江、钱塘江和黄河中华鲟已经绝迹，珠江中华鲟数量稀少，仅长江中华鲟的现存量较大。全球现存的 27 种鲟形目鱼类中，大部分分布在北半球，仅中华鲟向南跨越了北回归线。中华鲟在长江中分布可达金沙江下游，葛洲坝修建后，仅分布于长江中下游。在 20 世纪 70 年代前，长江流域每年捕捞 50kg 以上中华鲟个体 400~500 尾，产量在 $6 \times 10^4 \sim 8 \times 10^4$ kg 之间。1983-1984 年调查表明长江中达到产卵洄游的群体平均为 2176 尾，1981-1990 年平均为 2079 尾，1998 年为 680 尾，1999 年为 601 尾，2000 年约 343 尾，2001 年为 257 尾。2013 年 10 月至 12 月底，32 年来首次未监测到野生中华鲟自然产卵。2013、2015、2017、2018、2019、2020、2021 和 2022 年年自然繁殖规模为零，2014 年自然繁殖位点发生位移，但繁殖规模较小，2016 年在现有已知产卵场发生了自然繁殖活动，但规模仍较小。由于产卵场环境的变化，加上历史捕捞及误捕，造成中华鲟产卵群体数量逐年减少，目前产卵场亲本数量不足 20 尾。

2) 白鲟。鲟形目、白鲟科，国家一级重点保护动物，物种极度濒危。生活在长江，在海区也曾捕获过，资源量长期较小，近 20 年未发现活体，最后一次在长江发现白鲟是 2003 年 1 月在四川宜宾江段误捕 1 尾成熟白鲟。

3) 长江鲟。与中华鲟同科同属，国家一级重点保护动物，物种极度濒危。仅生活在长江，在长江上游目前偶有误捕，但多数为增殖放流个体；在武汉以上的长江中游也有分布。

4) 胭脂鱼。鲤形目、胭脂鱼科的鱼类，国家二级重点保护动物，主要分布于长江水系。

5) 四大家鱼。长江宜昌江段共分布的鱼类有 100 余种。草鱼、青鱼、鲢、鳙是长江中下游的重要经济鱼类。由于葛洲坝的阻隔，宜昌江段的“四大家鱼”亲鱼、产卵场规模有所扩大，产卵场主要分布在坝下约 23km 的江段。

6) 长江江豚。长江江豚是仅分布于长江及附属湖泊中的唯一而且相对独立的一个江豚淡水亚种（王丕烈，1992；高安利和周开亚，1995），也是中国水域 3 个江豚种群中最濒危的（亚）种。长江江豚被国际自然保护联盟物种生存委员会（IUCN SSC）列为濒危（ENC2b）物种（Hilton-Taylor, 2004），1998 年《中国濒危动物红皮书兽类》将

其列为濒危级（汪松，1998）。长江江豚广泛分布在长江中下游干流及附属湖泊，在宜昌江段也存在小规模群体。

5.3.4 保护区功能与保护目标

1) 保护生态系统的完整性

长江河流生态过程能否顺利完成，取决于生态系统的完整性。因此，构成水体食物链主体的鱼类具有举足轻重的作用。某一个或几个种类消失，必然会使系统内物质循环和能量流动受到阻碍，从而使生态过程不能顺利完成。由此引起的后果将是生态环境的进一步恶化，并导致物种的次生灭绝。因此，从生态系统的高度来认识生物多样性保护的意义，我们必须对不同的生物个体和种群对不同生境条件的要求，如时空分布、食物链和营养等级等给予充分的重视，尽量不破坏生态系统的结构和完整性，因为一个系统越复杂，其稳定性的阈值就越高，系统的自我调节能力和抵抗外界干扰的能力就越大，也就越能维持生态平衡，达到一种良性循环。中华鲟自然保护区将通过保护具有一定种类组成、多样性和功能机构的生物群落，保护群落维持平衡、完整和适应的能力，达到既能保护特定的物种，又保护生态系统完整性的目的。

2) 保护本区域内的生物多样性

长江湖北宜昌中华鲟自然保护区内，淡水鱼类种质资源丰富，珍稀保护鱼类和经济鱼类共分布有鱼类 112 种。保护区内还栖息有其他一些重要的珍稀水生野生动物，多种鸟类和水禽。这些物种资源是我国重要的财富，建立自然保护区，对这些物种及其生境、对保护长江中游生物多样性具有非常重要的意义，也关系到我国生态环境保护的国际名声。

物种是遗传信息的载体，由于生物的遗传多样性，一个物种不可能包括生物界所有的遗传信息。每一个物种便是一个基因库，含有该物种的全部遗传信息，是其他物种所不能取代的。大量的珍稀鱼类，是大自然遗传下来的宝贵的种质资源，具有特殊性和不可替代性，如果物种绝灭，它所含有的遗传物质将不复存在。

3) 保护中华鲟现有的唯一产卵场

中华鲟原在长江、珠江、闽江等河流均有分布，目前，珠江、闽江种群基本消失，仅在长江还具有一定的种群数量。在葛洲坝截流以前，中华鲟上溯到长江上游的雷波至重庆木洞的近 800km 江段的 16 处产卵场产卵。葛洲坝截流后，阻隔了中华鲟的洄游通道。中华鲟被迫在葛洲坝下形成了新的产卵场。新形成的产卵场作为中华鲟现有的唯一

产卵场，对中华鲟物种的延绵起到至关重要的作用。

4) 中华鲟繁殖群体的主要栖息地

保护区还是中华鲟繁殖群体的主要栖息地，上溯的中华鲟在 9 月~11 月到达宜昌江段后，在此发育至翌年秋季产卵繁殖，需要停留一年的时间，期间主要集中分布在葛洲坝下游至庙嘴、胭脂坝尾至虎牙滩、古老背附近以及宜都和石首江段。

5) 保护胭脂鱼的栖息地和产卵场

葛洲坝下游至枝江段不仅是胭脂鱼的主要栖息地，还是胭脂鱼的主要产卵场分布区。1985-1992 年的调查结果显示，胭脂鱼的产卵场主要分布在葛洲坝坝下至孝子岩、烟收坝至虎牙滩、红花套至后江沱、白洋至楼子河、枝城江段，这些产卵场都位于中华鲟自然保护区内。

6) 保护“四大家鱼”等重要经济鱼类的栖息地和产卵场

三峡和中华鲟自然保护区江段历史上就是“四大家鱼”等产漂流性卵鱼类的产卵场，葛洲坝修建后，特别是三峡大坝截流后，三峡和葛洲坝库区江段原有的产卵场消失，而中华鲟自然保护区内的四大家鱼产卵场规模则有所扩大，产卵场主要分布在坝下 23km 的江段，成为长江中下游经济鱼类天然苗种的重要来源之一。

5.4 环境质量现状调查与评价

5.4.1 环境空气质量现状调查与评价

拟建项目位于宜都市绿色智能船舶产业园，属环境空气质量二类区域，应执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。

1、项目所在区域环境质量达标情况

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），常规基本污染物优先采用评价范围内国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据。为了解项目建设区域环境空气质量现状，本次基本污染物环境质量现状评价采用《宜昌市 2024 年环境质量年报》中环境空气质量数据。污染物平均浓度及评价结果见表 5.4.1-1。

表 4.4.1-1 点军区 2024 年城市环境空气质量统计表单位：μg/m³

监测项目	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率（%）	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	6μg/m ³	60μg/m ³	10	达标
NO ₂	年平均质量浓度	13μg/m ³	40μg/m ³	32.5	达标

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

PM ₁₀	年平均质量浓度	52μg/m ³	70μg/m ³	74.3	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	35μg/m ³	35μg/m ³	100	达标
CO	第95百分位数日平均质量浓度	1.0mg/m ³	4mg/m ³	25	达标
O ₃	第90百分位数8h平均质量浓度	154μg/m ³	160μg/m ³	96.3	达标

表 4.4.1-1 宜都市 2024 年城市环境空气质量统计表单位：μg/m³

监测项目	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率 (%)	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	6μg/m ³	60μg/m ³	10	达标
NO ₂	年平均质量浓度	13μg/m ³	40μg/m ³	32.5	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	59μg/m ³	70μg/m ³	84.3	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	39μg/m ³	35μg/m ³	111.4	不达标
CO	第95百分位数日平均质量浓度	1.0mg/m ³	4mg/m ³	25	达标
O ₃	第90百分位数8h平均质量浓度	147μg/m ³	160μg/m ³	91.9	达标

表 4.4.1-1 猇亭区 2024 年城市环境空气质量统计表单位：μg/m³

监测项目	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率 (%)	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	8μg/m ³	60μg/m ³	13.3	达标
NO ₂	年平均质量浓度	25μg/m ³	40μg/m ³	62.5	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	58μg/m ³	70μg/m ³	82.9	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	34μg/m ³	35μg/m ³	97.1	达标
CO	第95百分位数日平均质量浓度	1.0mg/m ³	4mg/m ³	25	达标
O ₃	第90百分位数8h平均质量浓度	150μg/m ³	160μg/m ³	93.8	达标

由上表可知，宜都市 2024 年 SO₂、NO₂、PM₁₀ 年均浓度、CO 24 小时平均第 95 百分位数、O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值；PM_{2.5} 年均浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，故判定项目所在宜都市属于环境空气质量不达标区。点军区、猇亭区各污染物浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，属于环境空气质量达标区。

为贯彻落实《空气质量持续改善行动计划》湖北省大气污染防治“三大治理攻坚战

役和“六大”专项提升行动计划》《宜昌市大气污染防治攻坚行动三年实施方案(2023-2025年)》，有序推进2025年大气污染防治及应对气候变化工作，圆满完成既定目标任务，实现空气质量持续改善，宜昌市生态环境保护委员会办公室印发了《宜昌市2024年大气污染防治及应对气候变化工作实施方案》(以下简称“方案”)。方案确定空气质量改善、大气主要污染物总量减排2项工作目标，共提出了工业污染治理、移动源环境监管、面源污染治理、应对污染天气、应对气候变化等5项18个具体工作，并提出了细化实施方案、严格目标考核、强化科技支撑3项保障措施。

2025年，全市上下将按照《宜昌市大气污染防治攻坚行动三年实施方案(2023-2025年)》的安排部署，继续坚持好的经验做法，持续巩固空气质量改善成果，积极推进落实各项工作任务，完成既定目标。

5.4.2 地表水环境质量现状调查与评价

本期工程评价范围内涉及主要地表水体包括楠木溪水库、七里冲水库、渔洋溪。楠木溪水库、七里冲水库为饮用水源地，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，渔洋溪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。

为了解项目所在区域的地表水环境质量，本次评价引用宜昌市生态环境局公布的《2024年宜昌市环境质量年报》，同时在楠木溪水库、七里冲水库和渔洋开展了水质现状监测。监测点位见下表。

表 5.4.2-1 地表水环境质量现状监测点位

监测编号	监测点位	监测因子	执行标准
W1	楠木溪水库	pH、浊度、叶绿素a、化学需氧量、溶解氧、高锰酸盐指数、透明度、氨氮、总氮、总磷、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、石油类	地表水环境质量标准 (GB3838-2002) II类
W2	七里冲水库		
W3	渔洋溪入江口上游2.5km	pH、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、石油类、粪大肠菌群	地表水环境质量标准 (GB3838-2002) III类
W4	渔洋溪入江口		

(1) 监测时段及频率

2025年4月17日~19日，连续采样3天，每天1次。

(2) 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 $C_{i,j}$ ，除以相应的水质标准值 $C_{s,j}$ ，得该项评价参数的平均污染指数 $S_{i,j}$ ，即：

$$S_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{s,j}}$$

pH 值的标准指数：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ ——pH 值的标准指数；

pH_j ——pH 的实测值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 的上限值。

当水质参数的标准指数 > 1 时，说明污染物浓度已超过评价标准。

(3) 监测数据统计

本次水质监测结果统计见表 5.4.2-2。检测结果见下表。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

表 4.4.2-2 各项污染物监测结果一览表单位：mg/L（注明除外）

监测点位 检测项目	2025年4月17日				2025年4月18日				2025年4月19日			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
pH 值	8.1	7.8	7.8	8.2	7.9	7.6	7.6	8.0	7.8	7.8	7.7	8.1
溶解氧	6.7	7.4	/	/	6.4	6.6	/	/	6.8	6.4	/	/
叶绿素 a	30	39	/	/	38	42	/	/	36	30	/	/
浊度	14	16	/	/	13	17	/	/	13	18	/	/
化学需氧量	10	11	13	12	10	11	14	13	8	12	12	11
高锰酸盐指数	4.2	2.8	/	/	4.7	3.2	/	/	4.6	3.0	/	/
氨氮	0.054	0.122	0.045	0.039	0.065	0.131	0.053	0.048	0.058	0.125	0.051	0.045
总磷	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.07	0.03	0.06	0.06	0.05
总氮	9.20	3.42	4.54	5.07	9.16	3.40	4.63	5.11	9.27	3.47	4.52	5.16
硫酸盐	40	46	/	/	40	46	/	/	39	47	/	/
氯化物	18.8	21.9	/	/	19.0	22.8	/	/	18.9	22.3	/	/
硝酸盐氮	1.28	0.76	/	/	1.23	0.69	/	/	1.32	0.69	/	/
石油类	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L
铁	0.04	0.03L	/	/	0.04	0.03L	/	/	0.04	0.03L	/	/
锰	0.03	0.02	/	/	0.03	0.02	/	/	0.03	0.01	/	/
粪大肠菌群			2.4×10^2	2.5×10^2	/	/	1.9×10^2	2.0×10^2	/	/	2.0×10^2	2.1×10^2

根据监测结果，楠木溪水库、七里冲水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，渔洋水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

5.4.3 声环境质量现状调查与评价

本项目所在区域声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准，本次评价委托湖北求实检测技术有限公司在施工沿线共布设了4个监测点位。

1、监测布点、监测时间及频次

表 4.4.3-1 噪声监测布点

监测点	监测项目	监测频次	监测时间
N1渔洋溪村居民点	噪声	2次/天，2天	2025.04.18- 2025.04.19
N2七里冲村居民点			
N3红岩冲居民点			
N4楠木溪村居民点			

2、监测结果与评价

拟建工程噪声监测统计结果见表 4.4.3-2、表 4.4.3-3。

表 4.4.3-2 拟建项目环境噪声监测结果统计表（单位：dB（A））

检测日期	检测点位	Leq检测结果				单位
		主要声源	昼间	主要声源	夜间	
2025.04.18	1#(渔洋溪村居民点)	环境噪声	54	环境噪声	45	dB(A)
	2#(七里冲村居民点)		54		46	
	3#(红岩冲居民点)		53		45	
	4#(楠木溪村居民点)		54		45	
2025.04.19	1#(渔洋溪村居民点)	环境噪声	54	环境噪声	47	dB(A)
	2#(七里冲村居民点)		54		47	
	3#(红岩冲居民点)		54		48	
	4#(楠木溪村居民点)		56		46	

备注：2025.04.18：天气状况：晴，检测期间最大风速：3.7m/s，监测时段：昼间17:04~18:45，夜间22:01~23:46；

2025.04.19：天气状况：晴，检测期间最大风速：3.6m/s，监测时段：昼间12:30~14:08，夜间22:01~23:47。

由上表可知，敏感点昼间监测值除4#(楠木溪村居民点)不满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准外，其余敏感点均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准，敏感点夜间监测值不满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类标准，主要是监测点位均位于山林间，昼间、夜间多有虫鸣鸟叫，会导致监测值有所超标，总体来说区域声环境质量较好。

5.4.4 地下水环境质量现状调查与评价

根据区域环境功能区划，项目所在区域地下水应该执行《地下水质量标准》

(GB/T14848-2017) III 类标准要求。

1、监测点位

为了解项目所在区域地下水环境质量现状，我单位委托湖北求实检测技术有限公司对项目所在区域地下水环境质量现状进行检测，湖北求实检测技术有限公司于 2025 年 4 月 17 日进行了采样，项目地下水检测点位基本信息见表 5.4.1-1。

表 5.4.1-1 地下水检测点位基本信息表

监测点位位置	监测点坐标	监测因子
1#地下水监测井	E111°23'17.17" N30°33'37.85"	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、总大肠菌群、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、CL ⁻ 、SO ₄ ²⁻ ，水位
2#地下水监测井	E111°23'25.22" N30°33'39.15"	
3#地下水监测井	E111°23'26.50" N30°33'34.60"	
4#地下水监测井	E111°14'16.57" N30°37'21.76"	
5#地下水监测井	E111°14'25.34" N30°37'34.86"	
6#地下水监测井	E111°23'05.38" N30°33'32.95"	
7#地下水监测井	E111°23'16.36" N30°33'42.84"	水位
8#地下水监测井	E111°14'11.32" N30°37'16.78"	
9#地下水监测井	E111°14'22.17" N30°37'29.35"	
10#地下水监测井	E111°14'36.24" N30°37'29.77"	

2、检测结果

(1) 评价标准

地下水评价标准执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准。

(2) 评价方法

采用单因子标准指数法对监测结果进行评价。其单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数为： $S_i=C_i/C_{si}$

式中： S_i —某污染物的标准指数，无量纲；

C_i —某污染物的实际浓度，mg/L；

C_{si} —某污染物的评价标准限值，mg/L；

对于以评价标准为区间值的水质参数(pH 为 6.5-8.5)时，其单项指数式为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

pH 的标准指数为：

式中： $S_{pH, j}$ —pH 标准指数；

pH_j —j 点实测 pH 值；

pH_{sd} —标准中 pH 的下限值(6.5)；

pH_{su} —标准中 pH 的上限值(8.5)。

(3) 监测结果及评价

地下水水质监测及评价结果统计见表。

表 5.4.4-2 地下水水位监测结果一览表

采样点位	坐标	水位(m)
1#(地下水监测点)	E111°23'17.17"N30°33'37.85"	48.3
2#(地下水监测点)	E111°23'25.22"N30°33'39.15"	69.2
3#(地下水监测点)	E111°23'26.50"N30°33'34.60"	73.2
4#(地下水监测点)	E111°14'16.57"N30°37'21.76"	170
5#(地下水监测点)	E111°14'25.34"N30°37'34.86"	112
6#(地下水监测点)	E111°23'05.38"N30°33'32.95"	76.6
7#(地下水监测点)	E111°23'16.36"N30°33'42.84"	53.7
8#(地下水监测点)	E111°14'11.32"N30°37'16.78"	138
9#(地下水监测点)	E111°14'22.17"N30°37'29.35"	208
10#(地下水监测点)	E111°14'36.24"N30°37'29.77"	181

表 5.4.4-3 项目区域地下水水质监测结果一览表 (单位 mg/L、pH 值无量纲)

检测项目	2025.04.17 采样检测结果			单位
	1#(地下水监测点 E111°23'17.17" N30°33'37.85")	2#(地下水监测点 E111°23'25.22" N30°33'39.15")	3#(地下水监测点 E111°23'26.50" N30°33'34.60")	
pH值	7.7	7.9	7.7	无量纲
*钾离子				mg/L
*钠离子				
*钙离子				
*镁离子				
氨氮	0.070	0.096	0.073	
碳酸根(以CaCO3计)	未检出	未检出	未检出	
重碳酸根(以CaCO3计)	298	204	177	
总硬度(以CaCO3计)				

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

溶解性总固体				
硫酸盐	48	53	55	
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L	0.003L	
硝酸盐氮	0.37	0.51	0.29	
高锰酸盐指数	1.7	2.5	2.0	
总大肠菌群	<2	<2	<2	MPN/100mL
	2025.04.17采样检测结果			
检测项目	4#(地下水监测点 E111°14'16.57" N30°37'21.76")	5#(地下水监测点 E111°14'25.34" N30°37'34.86")		单位
pH值	8.1	7.5		无量纲
*钾离子				
*钠离子				
*钙离子				
*镁离子				
氨氮	0.076	0.136		
碳酸根(以CaCO ₃ 计)	未检出	未检出		
重碳酸根(以CaCO ₃ 计)	241	264		mg/L
总硬度(以CaCO ₃ 计)				
溶解性总固体				
硫酸盐	49	50		
亚硝酸盐氮	0.003L	0.003L		
硝酸盐氮	0.43	0.60		
高锰酸盐指数	1.4	2.2		
总大肠菌群	<2	<2		MPN/100mL

备注：“检出限+L”表示未检出。

根据上表检测结果可知，项目所在地各点位地下水现状各项监测指标中，各监测因子均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准要求，项目区域地下水环境质量较好。

5.4.5 土壤环境质量现状调查与评价

1、监测点位及监测因子

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目为生态性影响型三级评价项目，现状调查范围为厂区边界 200m 范围内，在占地范围内应至少监测 1 个表层样点，在占地范围外，监测 2 个表层样点，本次环评期间委托湖北求实检测技术有限公司对项目所在区域土壤进行了监测，监测时间为 2025 年 4 月 17 日，引用点位数据均位于本项目评价范围内，项目引用点位位置可行，本项目监测点位如下表所

示。

表 4.4.5-1 项目土壤环境质量现状监测点位一览表

编号	位置	详细位置	类型	监测因子	备注
T1	占地范围内	江南分水井	表层样点	GB36600 表 1 中的 45 项、pH、石油烃	表层样在 0~0.2m 取样
T2	占地范围	江南分水井外农田	表层样点	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	
T3	外	江南分水井外农田			

2、检测、分析方法

拟建项目土壤检测、分析方法见下表。

表 4.4.5-3 拟建项目土壤检测、分析方法

检测项目	标准方法名称	检测仪器及编号	检出限
pH 值	土壤检测第 2 部分：土壤 pH 的测定 NY/T1121.2-2006	PHS-3C pH 计 (QS-FX026)	--
砷	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定 GB/T22105.2-2008	AFS-8520 双道原子荧光分光光度计(QS-FX129)	0.01mg/kg
汞	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定 GB/T22105.1-2008		0.002mg/kg
镉	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T17141-1997	TAS-990AFG 原子吸收分光光度计(QS-FX065)	0.01mg/kg
铅			0.1mg/kg
铜	1mg/kg		
镍	3mg/kg		
六价铬	土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ1082-2019		0.5mg/kg
四氯化碳	土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集气相色谱—质谱法 HJ605-2011	ISQ7000 气相色谱质谱联用仪(QS-FX133)	1.3μg/kg
氯仿			1.1μg/kg
氯甲烷			1.0μg/kg
1,1-二氯乙烷			1.2μg/kg
1,2-二氯乙烷			1.3μg/kg
1,1-二氯乙烯			1.0μg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯			1.3μg/kg
反式-1,2-二氯乙烯			1.4μg/kg
二氯甲烷			1.5μg/kg
1,2-二氯丙烷			1.1μg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷			1.2μg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷			1.2μg/kg
四氯乙烯			1.4μg/kg

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

1,1,1-三氯乙烷			1.3μg/kg		
1,1,2-三氯乙烷			1.2μg/kg		
三氯乙烯			1.2μg/kg		
1,2,3-三氯丙烷			1.2μg/kg		
苯			1.9μg/kg		
氯苯			1.2μg/kg		
1,2-二氯苯			1.5μg/kg		
1,4-二氯苯			1.5μg/kg		
乙苯			1.2μg/kg		
苯乙烯			1.1μg/kg		
甲苯			1.3μg/kg		
间,对二甲苯			1.2μg/kg		
邻二甲苯			1.2μg/kg		
氯乙烯			1.0μg/kg		
苯胺			土壤和沉积物半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ834—2017	ISQ7000 气相色谱质谱联 用仪(QS-FX132)	0.06mg/kg
2-氯苯酚					0.06mg/kg
硝基苯	0.09mg/kg				
萘	0.09mg/kg				
苯并(a)蒽	0.1mg/kg				
蒽	0.1mg/kg				
苯并(b)荧蒽	0.2mg/kg				
苯并(k)荧蒽	0.1mg/kg				
苯并(a)芘	0.1mg/kg				
茚并(1,2,3-cd)芘	0.1mg/kg				
二苯并(a,h)蒽	0.1mg/kg				

4、监测频次

一次监测。

5、评价方法与标准

根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964—2018），厂内点位及厂外 T9、T10 所在区域土壤应执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。厂区外 T11 点位区域应该执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中其他作物筛选值标准要求。

5、监测结果与评价

土壤环境质量现状监测统计及评价结果见下表。

表 4.4.5-6 特征因子土壤检测结果一览表

检测项目	2025.04.17采样检测结果		单位	
	1#(土壤监测点E111°23'24.87"N30°33'40.88")			
	20cm			
pH值	8.01		无量纲	
锌	60		mg/kg	
砷	9.66			
汞	0.066			
镉	0.13			
铅	16.0			
铜	26			
镍	18			
石油烃(C10-C40)	16			
六价铬	0.5L			
半挥发性有机物	苯胺	0.06L		
	2-氯苯酚	0.06L		
	硝基苯	0.09L		
	萘	0.09L		
	苯并(a)蒽	0.1L		
	蒽	0.1L		
	苯并(b)荧蒽	0.2L		
	苯并(k)荧蒽	0.1L		
	苯并(a)芘	0.1L		
	茚并(1,2,3-cd)芘	0.1L		
二苯并(a,h)蒽	0.1L			
挥发性有机物	四氯化碳	0.0013L	mg/kg	
	氯仿	0.0011L		
	氯甲烷	0.0010L		
	1,1-二氯乙烷	0.0012L		
	1,2-二氯乙烷	0.0013L		
	1,1-二氯乙烯	0.0010L		
	顺式-1,2-二氯乙烯	0.0013L		

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

反式-1,2-二氯乙烯	0.0014L
二氯甲烷	0.0015L
1,2-二氯丙烷	0.0011L
1,1,1,2-四氯乙烯	0.0012L
1,1,2,2-四氯乙烯	0.0012L
四氯乙烯	0.0014L
1,1,1-三氯乙烷	0.0013L
1,1,2-三氯乙烷	0.0012L
三氯乙烯	0.0012L
1,2,3-三氯丙烷	0.0012L
苯	0.0019L
氯苯	0.0012L
1,2-二氯苯	0.0015L
1,4-二氯苯	0.0015L
乙苯	0.0012L
苯乙烯	0.0011L
甲苯	0.0013L
间,对二甲苯	0.0012L
邻二甲苯	0.0012L
氯乙烯	0.0010L

表 4.4.5-9 占地范围外农用地土壤检测结果一览表

检测项目	2025.04.17采样检测结果		单位
	2#(土壤监测点 E111°23'21.53"N30°33'40.15")	3#(土壤监测点 E111°23'22.80"N30°33'37.27")	
	20cm	20cm	
pH值	7.62	8.08	无量纲
砷	27.6	50.5	mg/kg
汞	0.110	0.075	
镉	0.20	0.34	
铅	19.7	16.3	
铜	36	26	
镍	26	40	

铬	60	83	
锌	54	45	

检测结果表明，T1 点位土壤监测指标均能够满足《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值要求；T2~T3 点位土壤监测指标均能够满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中其他作物筛选值标准要求。

5.5 生态环境现状调查与评价

（1）生态现状调查方法

通过野外实地考察和基础资料收集相结合的方式对评价区生态环境现状进行调查，在此基础上采用 GPS 和卫片相结合的空间信息技术，完成数字化的植被图和土地利用现状图，进行景观生态环境质量的定性和定量评价。

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

★GPS 地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点作如下记录：

☆海拔表读出测点的海拔值和经纬度；

☆记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型；

☆记录样点优势植物以及观察动物的活动的情况；

☆拍摄典型植被外貌与结构特征。

★群落调查

在实地调查的基础上，确定典型的群落地段，采用法瑞学派样地记录法进行群落调查。样地设置原则：森林选用 1000m²、疏林及灌木选用 500m²、草本群落选用 100m²，地点随机设置；样方设置原则：根据选取的生态监测点位，在其附近，根据一致性、同质性、代表性的原则，选择有代表性的地段设置样方进行调查，每个生态监测点位附近根据需要设置 1 或 2 个样方。乔木群落样方面积为 20×20m²，灌木样方为 5×5m²，草本样方为 1×1m²，记录样地的所有植物种类，并按 Braun-Blanquet 多优度—群聚度记分；

利用 GPS 确定样地位置。

★植物种类调查

实地调查采取路线调查与重点调查相结合的方法，对于没有原生植被的区域采取路线调查，在流域规划工程建设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民间访问、市场调查相结合的方法进行。

★陆生动物调查，样线法，访问，资料查询。

★水生生物调查，浮游生物和底栖动物采用类比和查阅资料，鱼类调查方法为走访、询问当地村民，查阅相关资料。

★生物生产力的测定与估算

重点测定评价区内分布面积广的植被类型生产量，其余类型参考国内外有关生物生产量资料，并根据当地的实际情况作适当调查，估算出评价区域区的植被类型生物生产力。

5.5.1 生态系统现状

本项目生态环境评价区内以陆生生态系统、水生生态系统和人居生态系统为主。评价区生态类型见下表：

表 5.4.1-1 评价区生态系统类型及特征

序号	生态系统类型	主要内容	分布
1	陆生生态系统	针叶林、阔叶落叶林、灌丛和灌草丛灌木林、人工次生林地等林地生态系统及少量农田生态系统	广泛分布于评价区工程连通隧洞沿线地表
	水生生态系统	水生生物	楠木溪水库、长岭河、桥边河、长江（中华鲟自然保护区缓冲区）
2	人居生态系统	宜昌市猓亭区、伍家区城区居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公区域	带状连片分布

5.5.2 区域生态环境现状

5.5.2.1 生态功能定位

根据《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部办公厅 2015 年 11 月 23 日印发），项目连通隧洞工程区域位于武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区。

该区地跨湖北、湖南、贵州、重庆、广西 5 省（自治区、直辖市），包含 7 个功能区：黔东南桂西北丘陵水源涵养功能区、黔东中低山水源涵养功能区、鄂西南生物多样

性保护功能区、武陵山地生物多样性保护功能区、渝东南—黔东北生物多样性保护与土壤保持功能区、雪峰山生物多样性保护与土壤保持功能区和渝东南山区土壤保持功能区。范围主要涉及湖南省湘西、怀化、张家界、常德、邵阳、娄底、益阳，湖北省恩施、宜昌，重庆市黔江、酉阳、秀山、彭水、石柱，贵州省铜仁、黔东南、黔南，广西桂林、柳州，面积为 186053 平方公里。该区是东亚亚热带植物区系分布核心区，有水杉、珙桐等多种国家珍稀濒危物种；同时该区又是长江支流清江和澧水的发源地，以及沅水、资水、乌江水系的汇水区，其水源涵养和土壤保持功能也极其重要。该区山地坡度大，降雨丰富，水土流失敏感性程度高。

主要生态问题：森林资源不合理开发利用带来生态功能退化问题较为突出，主要表现为水土流失加重、石漠化问题突出、地质灾害增多、野生动植物栖息地破坏较严重。

生态保护主要措施：加强自然保护地群建设，扩大保护范围；坚持自然恢复，恢复常绿阔叶林的乔、灌、草植被体系，优化森林生态系统结构；继续实施退耕还林、还草工程，以及石漠化治理工程；加强地质灾害的监督与预防。

5.5.2.2 生态系统现状调查范围

本项目连通隧洞工程陆生生态主要影响区位于宜昌江南区域（宜昌市点军区桥边镇、联棚镇、艾家镇、宜都市红花套镇），本次调查评价范围主要集中在点军区项目沿线区域及周围林地，包括工程建设涉及的重要生态敏感区及可能受到影响的区域。

5.5.2.3 陆生植被及植物多样性调查

1、林地生境植物资源种类及组成

参考宜昌市林业资料，按照《中国植被》（1980 年）的分类系统，评价范围内陆生自然植被划分为 2 个植被型组，6 个植被型，14 个群系，有关评价区的植被分类系统、主要植被概况及其在评价区的分布见下表：

表 4.3-2 林地生境植被类型概况

自然植被	针叶林	常绿针叶林	1.马尾松林	<i>Form.Pinus massoniana</i>
			2.杉木林	<i>Form.Cunninghamia lanceolata</i>
			3.马尾松、杉木林	<i>Form.Pinusmassoniana,</i> <i>Cunninghamia lanceolata</i>
	阔叶林	常绿阔叶林	4.苦槠林	<i>Form.Castanopsis sclerophylla</i>
		落叶阔叶林	5.栓皮栎林	<i>Form.Quercus variabilis</i>
	竹林	暖性竹林	6.楠竹林	<i>Form.Phyllostachys pubescens</i>

	灌丛和灌 草丛	灌丛	7.盐肤木林灌丛	<i>Form.Rhus chinensis</i>
			8.茅栗灌草丛	<i>Form.Castanea seguinii</i>
		灌草丛	9.白茅灌草丛	<i>Form. Imperata cylindrical</i>
			10.野艾蒿灌草丛	<i>Form.Artemisia lavandulaefolia</i>
栽培植被	人工林	用材林	11.杉木林	<i>Form.Cunninghamia lanceolata</i>
			12.马尾松林	<i>Form.Pinus massoniana</i>
		经济果木林	13.油茶林	<i>Form. Camellia oleifera</i>
			14.茶树林	<i>Form. Camellia sinensis</i>
	农业植被	粮食作物	小麦、玉米、马铃薯 等	
		油料植物	花生、油菜等	
经济植物		蔬菜等		

评价范围内主要植被类型概述如下：

①针叶林

针叶林是以针叶树为建群种所组成的各种森林植物群落的总称，其中包括针叶纯林或以针叶树为主的针阔叶混交林。中国针叶林分布面积很广，从北到南依次为寒性针叶林、温性针叶林、暖性针叶林和热性针叶林。

评价区针叶林是以乔木层为建群种组成的群落，包括少数针、阔叶混交林，还有一部分针叶树种散生于阔叶林中或零星分布，成为阔叶林的组成部分。评价区山脉组成针叶林群落的乔木树种以松科为主，其次是人工杉木林群落。按照群落生境条件的不同，群落类型有所不同。

a、马尾松林

马尾松林是中国东南部湿润亚热带地区分布最广、森林资源最丰富的典型代表群系之一。自然分布于淮河—伏牛山—秦岭以南，与温带的油松林相接，垂直分布 1200m 以下，是亚热带强阳性适生树种，适应性强，能耐干旱和瘠薄土壤，要求温暖湿润的气候，年平均温度 13℃~22℃，年降水量 800mm 以上。

评价区马尾松林成熟天然林很少，主要是天然次生林。林相外貌呈翠绿色，林冠疏散，层次分明。乔木组成以马尾松为主形成单优势群落，混生有木荷、苦槠、白栎、枫香、樟树、刺柏，郁闭度为 0.4-0.9，灌木层盖度为 50%~90%。主要种类有算盘珠，其频度 80%，生活强度良好，次为长叶冻绿、栀子、黄瑞木、赤楠等。草本层除狭叶山胡椒、野山楂、兰香草等为常绿阔叶林中所位见者外，其他种类与常绿阔叶林相同。

b、杉木林

在天然状态下，评价区杉木林的分布大体上与地带性植被常绿阔叶林的分布区域相

一致，通常作为伴生树种零星分布在常绿阔叶林之内，处于主林冠层的中下部，或与马尾松、毛竹以及多种阔叶树形成针阔叶混交林。评价区的自然条件大多在海拔 1000m 以下的中山地带，群山毗连，沟谷交错，形成许多有利于杉木生长的小地形条件。这里气候温暖，年平均气温 12~18℃，年降水量 1500-1800mm，相对湿度在 80%以上。

评价区杉木林主要分布在灰场所在沟谷山坡两侧，大多数为天然次生林。乔木层以杉木组成单优种群落，树冠塔形，群落外貌深绿、整齐，郁闭度为 0.8 左右，杉木生长良好，平均树高 6~12m，伴生有枫香（*Liquidambar formosana*）、化香（*Platycarya strobilacea*）、柏木（*Cupressus funebris*）、马尾松等，因乔木层郁闭度较大，幼苗更新较差。

灌木层高 1~2.5m，盖度达 40%左右，主要种类有杜鹃（*Rhododendron sp.*）、檵木（*Loropetalum chinense*）、黄荆（*Vitex negundo*）、黄栌（*Cotinus coggygria*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）、悬钩子（*Rubus sp.*）、胡枝子（*Lespedeza bicolor*）、牡荆（*Vitex negundo var.cannabifolia*）、商陆（*Phytolacca acinosa*）、山胡椒（*Lindera glauca*）等。

草本层高 30~80cm，层盖度较小，常见种类有五节芒（*Miscanthus floridulus*）、白茅（*Imperata cylindrica*）、莎草（*Cyperus sp.*）、羊胡子（*Eriophorum sp.*）、狗脊（*Woodwardia japonica*）、冷水花（*Pilea notata*）、蕺菜（*Houttuynia cordata*）、藜（*Chenopodium album*）、芒萁（*Dicranopteris dichotoma*）、菝葜（*Arthraxon hispidus*）等。藤本类主要有猕猴桃（*Actinidia chinensis*）、菝葜（*Smilax sp.*）、葛藤（*Pueraria lobata*）等。

表 5.4.2-2 杉木林调查样方

样地号	1
样地面积(m ²)	400
经纬度	111° 15' 33.61881" ,30° 36' 56.04158"
海拔(m)	+494.723
坡向(°)	西北
坡度(°)	35
群落高(m)	6~12
总盖度(%)	90
土壤	黄棕壤
乔木层高度(m)	6~12

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

乔木层郁闭度	0.8
灌木层高度(m)	1.0~2.5
灌木层盖度(%)	40
草本层高度(cm)	30~80
草本层盖度(%)	30
乔木层	多优度—群集度
杉木 (Cunninghamia lanceolata)	4.4
枫香 (Liquidambar formosana)	2.2
化香 (Platycarya strobilacea)	2.2
柏木 (Cupressus funebris)	1.1
马尾松 (Pinus massoniana)	1.1
灌木层	多优度—群集度
杜鹃 (Rhododendron sp.)	2.2
檵木 (Loropetalum chinense)	2.2
黄荆 (Vitex negundo)	1.1
黄栌 (Cotinus coggygria)	+
盐肤木 (Rhus chinensis)	2.2
悬钩子 (Rubus sp.)	2.2
胡枝子 (Lespedeza bicolor)	1.1
牡荆 (Vitex negundo var. cannabifolia)	+
商陆 (Phytolacca acinosa)	1.1
山胡椒 (Lindera glauca)	1.1
草本层	多优度—群集度
五节芒 (Miscanthus floridulus)	1.1
白茅 (Imperata cylindrica)	1.1
莎草 (Cyperus sp.)	2.2
羊胡子 (Eriophorum sp.)	+
狗脊 (Woodwardia japonica)	1.1
冷水花 (Pilea notata)	1.1
蕺菜 (Houttuynia cordata)	+
藜 (Chenopodium album)	+
芒萁 (Dicranopteris dichotoma)	2.2
菴草 (Arthraxon hispidus)	2.2

②阔叶林

阔叶林是指以阔叶树为建群中所组成的各种阔叶林类型的总称。湖北的阔叶林类型较多，树种丰富，分布很广，在不同的垂直带和不同的生态条件下，组成各种不同突型的阔叶群落。地带性植被以常绿、落叶阔叶混交林为典型代表，反映了亚热带的气候特征。

a、巴东栎林 (Form. *Quercus engleriana*)

巴东栎林群系主要分布在评价区海拔 300m 以上的山坡、山谷疏林中，乔木层以巴东栎占优势，郁闭度约 0.8，巴东栎均高 4~5m，平均胸径 6~10cm，主要伴生植物有檫木 (*Sassafras trumu*)、四照花 (*Dendrobenthamia japonica var.chinensis*)、灯台树 (*Cornus controversa*)、湖北枫杨 (*Pterocarya hupehensis*) 等。

灌木层高 1.0~2.0m，盖度约 60%，常见植物种类有黄栌 (*Cotinus coggygia*)、乌药 (*Lindera aggregata*)、马棘 (*Indigofera pseudotinctoria*)、柘树 (*Cudrania tricuspidata*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、山鸡椒 (*Litsea cubeba*)、卫矛 (*Euonymus alatus*) 等。

草本层较稀疏，主要植物种类有沿阶草 (*Ophiopogon bodinieri*)、橐吾 (*Ligularia sibirica*)、泽兰 (*Eupatorium japonicum*)、地榆 (*Sanguisorba officinalis*)、湖北野青茅 (*Deyeuxia hupehensis*)、川续断 (*Dipsacus asperoides*)、牛皮消 (*Cynanchum auriculatum*)、日本金星蕨 (*Parathelypteris nipponica*)、三褶脉紫苑 (*Aster ageratoides*) 等。

表 5.4.2-3 巴东栎林调查样方

样地号	2
样地面积(m ²)	400
经纬度	111° 7' 36.22853" ,30° 38' 9.89031"
海拔(m)	+245.767
坡向(°)	东南
坡度(°)	30
群落高(m)	4~5
总盖度(%)	90
土壤	黄棕壤

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

乔木层高度(m)	4~5
乔木层郁闭度	0.8
灌木层高度(m)	1.0~2.0
灌木层盖度(%)	60
草本层高度(cm)	10~60
草本层盖度(%)	20
乔木层	多优度—群集度
巴东栎 (Quercus engleriana)	4.4
檫木 (Sassafras trumu)	2.2
四照花 (Dendrobenthamia japonica var.chinensis)	2.2
灯台树 (Cornus controversa)	1.1
湖北枫杨 (Pterocarya hupehensis)	+
灌木层	多优度—群集度
黄栌 (Cotinus coggygria)	2.2
乌药 (Lindera aggregata)	2.2
马棘 (Indigofera pseudotinctoria)	1.1
柘树 (Cudrania tricuspidata)	+
马桑 (Coriaria nepalensis)	1.1
山鸡椒 (Litsea cubeba)	1.1
卫矛 (Euonymus alatus)	+
草本层	多优度—群集度
沿阶草 (Ophiopogon bodinieri)	1.1
橐吾 (Ligularia sibirica)	1.1
泽兰 (Eupatorium japonicum)	+
地榆 (Sanguisorba officinalis)	1.1
湖北野青茅 (Deyeuxia hupehensis)	+
川续断 (Dipsacus asperoides)	2.2
牛皮消 (Cynanchum auriculatum)	1.1

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

日本金星蕨 (Parathelypteris nipponica)	2.2
三褶脉紫菀 (Aster ageratoides)	+

b、锐齿槲栎林 (Form.Quercus aliena var. acutiserrata)

锐齿槲栎林群系在评价区分布较广泛，主要分布于干燥山坡或杂木林中。乔木层以锐齿槲栎为建群种，郁闭度约 0.8，锐齿槲栎均高 8~10m，平均胸径 10~12cm，冠幅 2×2m，枝下高 2m，主要伴生树种有栓皮栎、枫香、异叶榕 (Ficus heteromorpha) 等。

灌木层高 0.7~2.0m，盖度约 40%，常见种有陕西绣球 (Hydrangea hypoglauca var. giraldii)、野樱桃 (Cerasus sp.)、锦带花 (Weigela florida)、金丝桃 (Hypericum monogynum)、山鸡椒 (Litsea cubeba)、卫矛 (Euonymus alatus)、美丽胡枝子 (Lespedeza formosa)、盐肤木 (Rhus chinensis)、细枝柃 (Eurya loquaiana)、欏木 (Loropetalum chinense) 等。

草本层较丰富，覆盖度约 40%，优势种为三褶脉紫菀 (Aster ageratoides)，伴生有顶芽狗脊 (Woodwardia unigemmata)、鹿蹄橐吾 (Ligularia hodgsonii)、蟹甲草 (Parasenecio forrestii)、金挖耳 (Carpesium divaricatum)、糯米团 (Gonostegia hirta)、蕨 (Pteridium aquilinum var. latiusculum)、地榆 (Sanguisorba officinalis)、泽兰 (Eupatorium japonicum)、败酱 (Patrinia scabiosaeifolia)、珍珠菜 (Lysimachia clethroides)、堇菜 (Viola verecumda)、九头狮子草 (Peristrophe japonica)、酸模叶蓼 (Polygonum lapathifolium)、麦冬 (Ophiopogon japonicus) 等。

层外植物主要有猕猴桃 (Actinidia chinensis)、三花悬钩子 (Rubus trianthus)、大血藤 (Sargentodoxa cuneata)、葛藤 (Pueraria lobata) 等。

表 5.4.2-4 锐齿槲栎林调查样方

样地号	3
样地面积(m ²)	400
经纬度	111° 14' 19.77009" ,30° 37' 22.92375"
海拔(m)	+373.254
坡向(°)	西北
坡度(°)	10
群落高(m)	8~10
总盖度(%)	85

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

土壤	黄棕壤
乔木层高度(m)	8~10
乔木层郁闭度	0.8
灌木层高度(m)	0.7~2.0
灌木层盖度(%)	50
草本层高度(cm)	10~60
草本层盖度(%)	40
乔木层	多优度—群集度
锐齿槲栎 (Quercus aliena var. acutiserrata)	4.4
栓皮栎 (Quercus variabilis)	2.2
枫香 (Liquidambar formosana)	2.2
异叶榕 (Ficus heteromorpha)	+
灌木层	多优度—群集度
陕西绣球 (Hydrangea hypoglauca var. giraldii)	2.2
野樱桃 (Cerasus sp.)	2.2
锦带花 (Weigela florida)	+
金丝桃 (Hypericum monogynum)	1.1
山鸡椒 (Litsea cubeba)	1.1
卫矛 (Euonymus alatus)	2.2
美丽胡枝子 (Lespedeza formosa)	2.2
盐肤木 (Rhus chinensis)	1.1
细枝柃 (Eurya loquaiana)	+
檵木 (Loropetalum chinense)	1.1
草本层	多优度—群集度
三褶脉紫菀 (Aster ageratoides)	3.3
顶芽狗脊 (Woodwardia unigemmata)	2.2
鹿蹄橐吾 (Ligularia hodgsonii)	1.1
蟹甲草 (Parasenecio forrestii)	1.1

金挖耳 (<i>Carpesium divaricatum</i>)	+
糯米团 (<i>Gonostegia hirta</i>)	+
蕨 (<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>)	1.1
地榆 (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	2.2
泽兰 (<i>Eupatorium japonicum</i>)	+
败酱 (<i>Patrinia scabiosaefolia</i>)	1.1
珍珠菜 (<i>Lysimachia clethroides</i>)	+
堇菜 (<i>Viola verecumda</i>)	+
九头狮子草 (<i>Peristrophe japonica</i>)	2.2
酸模叶蓼 (<i>Polygonum lapathifolium</i>)	1.1
麦冬 (<i>Ophiopogon japonicus</i>)	+

③竹林

评价区竹林多为淡竹林 (*Form. Phyllostachys glauca*)。淡竹适应性较强, 在黄河流域至长江流域间广泛栽培, 既能耐-20℃的低温, 又能在土壤含水量 10% 以下时正常生长, 也耐水湿, 多生长在山地、丘陵、岗地及河滩、谷地。沙土、壤土、黏土中均可生长, 但以土层深厚肥沃湿润的沙壤土生长较好。淡竹垂直分布可达海拔 1600m。

淡竹林 (*Form. Phyllostachys glauca*)

评价区淡竹林零星分布。乔木层为淡竹单一优势种群, 郁闭度 0.7 左右, 群落均高 4~5m, 平均胸径约 0.5cm, 密度约 6 株/m²。常见的草本植物有水蓼 (*Polygonum hydropiper*)、白苞蒿 (*Artemisia lactiflora*)、鸭趾草 (*Commelina communis*)、赤爬 (*Thladiantha dubia*) 等。

淡竹秆挺直秀丽, 园林空地可成片栽植, 山坡庭院及家前屋后也可大量栽种, 不仅可绿化环境, 而且又可提供大量良好的编制材料和食用笋。

④灌丛和灌草丛

灌丛包括一切以灌木占优势种类所组成的植被类型。群落高度一般在 5m 以下, 盖度大于 30%~40%。它和森林的区别不仅高度不同, 更主要的是灌丛建群种多为簇生的灌木生活型。评价区内的灌丛属落叶阔叶灌丛, 落叶阔叶灌丛主要包括以冬季落叶的阔叶灌木所组成的植物群落, 广泛分布于我国各地的高原、山地、丘陵、河谷和平原的酸性土、钙质土、盐渍土、沙土等各种土壤。评价区内的落叶阔叶灌丛可分为马桑灌丛

(Form. *Coriaria nepalensis*)、盐肤木灌丛 (Form. *Rhus chinensis*) 和牡荆灌丛 (Form. *Vitex negundo* var. *cannabifolia*) 等。

灌草丛是指以中生或旱中生多年生草本植物为主要建群种，但其中散生少数灌木的植物群落。这类群落在中亚热带主要由于森林、灌木被反复砍伐、火烧，导致水土流失，土壤日益贫瘠，生境趋于干旱化所形成的次生类型。评价区内的灌草丛类型有：五节芒灌草丛 (Form. *Miscanthus floridus*)、蕨灌草丛 (Form. *Pterium aquilinum* var. *latiusculum*) 和荩草灌草丛 (Form. *Arthraxon hispidus*)。

a、盐肤木灌丛 (Form. *Rhus chinensis*)

评价区盐肤木灌丛多分布在阔叶林和针叶林的边缘，常出现在沟谷底。盐肤木群落外貌整齐，呈深绿色，盐肤木灌丛高 2~3m 左右，层盖度约 60%，除优势种盐肤木外，还伴生有小果蔷薇、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、覆盆子 (*Rubus idaeus*)、马桑 (*Coriaria nepalensis*)、水麻 (*Debregeasia orientalis*)、菝葜 (*Smilax* sp.)、构树 (*Broussonetia papyrifera*) 等。

草本层高 30~100cm，层盖度 50% 左右，主要种类有五节芒 (*Miscanthus floridus*)、冷水花、老鹳草 (*Geranium wilfordii*)、日本金星蕨 (*Parathelypteris nipponica*)、薯蓣 (*Dioscorea zingiberensis*)、狭叶鸡矢藤 (*Paederia stenophylla*)、茜草、荩草、鱼腥草 (*Houttuynia cordata*)、麦冬等。

表 5.2.4-5 盐肤木灌丛调查样方

样地号	4
样地面积(m ²)	25
经纬度	111° 17' 35.47693" ,30° 35' 5.84785"
海拔(m)	+193.995
坡向(°)	西南
坡度(°)	35
群落高(m)	2~3
总盖度(%)	80
土壤	黄棕壤
灌木层高度(m)	2~3
灌木层盖度(%)	60
草本层高度(cm)	30~90
草本层盖度(%)	50

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

灌木层	多优度—群集度
盐肤木 (Rhus chinensis)	4.4
小果蔷薇 (Rosa cymosa)	2.2
火棘 (Pyracantha fortuneana)	2.2
覆盆子 (Rubus idaeus)	+
马桑 (Coriaria nepalensis)	1.1
水麻 (Debregeasia orientalis)	+
菝葜 (Smilax sp.)	1.1
构树 (Broussonetia papyrifera)	1.1
草本层	多优度—群集度
五节芒 (Miscanthus floridus)	2.2
冷水花 (Pilea notata)	2.2
老鹳草 (Geranium wilfordii)	2.2
日本金星蕨 (Parathelypteris nipponica)	1.1
薯蓣 (Dioscorea zingiberensis)	1.1
狭叶鸡矢藤 (Paederia stenophylla)	+
茜草 (Rubia cordifolia)	1.1
荩草 (Arthraxon hispidus)	2.2
鱼腥草 (Houttuynia cordata)	+
麦冬 (Ophiopogon japonicus)	1.1

b、牡荆灌丛 (Form. Vitex negundo var.cannabifolia)

牡荆灌丛在评价区广泛分布，主要分布于林缘、路边。灌木层高 1~2m 左右，层盖度 60%左右，样地中以牡荆为建群种，个体数量较多。此外，还有伴生有黄栌、小果蔷薇、马棘 (Indigofera pseudotinctoria)、乌桕 (Sapium sebiferum)、马桑、火棘 (Pyracantha fortuneana)、盐肤木、美丽胡枝子等。

草本层高 20~50cm，覆盖度约 35%，主要集生于灌木丛的间隙处。主要种类有野菊 (Dendranthema indicum)、刺儿菜 (Cirsium setosum)、小蓼 (Polygonum muricatum)、狼尾草 (Pennisetum alopecuroides)、车前草、小白酒草 (Comnyza canadensis)、弹刀子菜 (Mazus stachydfolius)、接骨草 (Sambucus chinensis)、白茅、日本金星蕨、茜草等。

表 5.4.2-6 牡荆灌丛调查样方

样地号	5
-----	---

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

样地面积(m ²)	25
经纬度	111° 23' 6.15468" ,30° 33' 44.15850"
海拔(m)	+76.099
坡向(°)	东南
坡度(°)	6
群落高(m)	1.0~2.0
总盖度(%)	80
土壤	黄棕壤
灌木层高度(m)	1.0~2.0
灌木层盖度(%)	60
草本层高度(cm)	20~50
草本层盖度(%)	35
灌木层	多优度—群集度
牡荆 (Vitex negundo var. cannabifolia)	3.3
黄栌 (Cotinus coggygria)	2.2
小果蔷薇 (Rosa cymosa)	2.2
马棘 (Indigofera pseudotinctoria)	1.1
乌柏 (Sapium sebiferum)	+
马桑 (Coriaria nepalensis)	1.1
火棘 (Pyracantha fortuneana)	1.1
盐肤木 (Rhus chinensis)	+
美丽胡枝子 (Lespedeza formosa)	+
草本层	多优度—群集度
野菊 (Dendranthema indicum)	2.2
刺儿菜 (Cirsium setosum)	2.2
小蓼 (Polygonum muricatum)	1.1
狼尾草 (Pennisetum alopecuroides)	1.1
车前草 (Plantago asiatica)	1.1
小白酒草 (Comnyza canadensis)	+
弹刀子菜 (Mazus stachydifolius)	+
接骨草 (Sambucus chinensis)	1.1
白茅 (Imperata cylindrica)	+
日本金星蕨 (Parathelypteris nipponica)	1.1

茜草 (<i>Rubia cordifolia</i>)	+
--------------------------------	---

c、马桑灌丛 (Form. *Coriaria nepalensis*)

评价区马桑灌丛是山丘陵常见的灌木，多分布在石灰岩山地，花岗岩、砂页岩山地也能生长。灌木层马桑占绝对优势，高度可达 1~2m，盖度为 70% 左右，常见伴生种有卫矛、火棘、鼠李 (*Rhamnus sp.*)、盐肤木、美丽胡枝子、周毛悬钩子、绣线菊 (*Spiraea sp.*) 等。

草本层高 20~80cm，主要种类有白茅、黄背草 (*Themeda japonica*)、委菱菜、柳叶菜、铁芒萁、鳞毛蕨、龙芽草、大车前、酢浆草、狗脊等。

马桑根系发达，是良好的水土保持植物。

d、五节芒灌草丛 (Form. *Miscanthus floridulus*)

评价区五节芒灌草丛多分布于九道河及支流两岸山地中下部，群落所在地地形较平坦，坡度较缓和，土壤的物理结构通透性较好，土壤相当湿润，沿线均有五节芒灌草丛群落。

五节芒灌草丛群落高 2~3m，覆盖度约 60%，主要种类有狗牙根、野菊、井栏边草、苎草、一年蓬、白茅等。

⑤农业植被

在评价区范围内，工程沿线林地、菜地等土地类型均有分布，项目所在地区的农业生态，经过多年发展已经形成了集农、林、水综合生态环境。

评价区粮食作物主要有水稻、小麦、玉米；油料作物主要为油菜；蔬菜主要有为红薯、马铃薯、白菜、萝卜等；经济作物主要有柑桔、桃、板栗等。

评价单位对沿线植物种类进行了调查，采取现场调查为主、资料调查为辅的组合方法，其中现场调查主要采取路线踏查，全程观察并记录沿线发现的主要植被类型及其结构特征、物种组成情况。

根据实地调查以及文献资料记载，目前评价区域内共有维管束植物 406 种，隶属于 125 科 300 属。其中蕨类植物 15 科 17 属 24 种，裸子植物 5 科 6 属 7 种，被子植物 105 科 277 属 375 种。

(2) 维管束植物组成分析

含 20 种及以上的大科有 1 个，即菊科 (*Compositae*) 20 属 23 种。含 10 种及以上的大科有 3 个，即禾本科 (*Gramineae*) 18 属 19 种；蔷薇科 (*Rosaceae*) 14 属 18 种；伞形科 (*Umbelliferae*) 10 属 13 种；蝶形花科 (*Papilionaceae*) 10 属 11 种；芸香科

(Rutaceae) 和木犀科 (Oleaceae) 各 5 属 11 种; 蓼科 (Polygonaceae) 2 属 10 种。这 7 个大科所包含的属共有 64 个, 包含的种数达 92 种, 占调查区域维管束植物总属数的 21.33%, 占总种数的 22.66%, 所占比例非常高。

含 5~9 个种的中型科有 16 个, 分别为毛茛科 (Ranunculaceae) 6 属 9 种; 唇形科 (Labiatae) 8 属 8 种; 茜草科 (Rubiaceae) 6 属 8 种; 十字花科 (Brassicaceae) 7 属 7 种; 莎草科 (Cyperaceae) 6 属 7 种; 大戟科 (Euphorbiaceae) 5 属 7 种; 萝藦科 (Asclepiadaceae) 2 属 7 种; 石竹科 (Caryophyllaceae) 5 属 6 种; 桑科 (Moraceae) 4 属 6 种; 忍冬科 (Caprifoliaceae) 4 属 6 种; 壳斗科 (Fagaceae) 3 属 6 种; 葡萄科 (Vitaceae) 3 属 6 种; 茄科 (Solanaceae) 4 属 5 种; 杨柳科 (Salicaceae) 2 属 5 种; 紫金牛科 (Myrsinaceae) 2 属 5 种; 眼子菜科 (Potamogetonaceae) 1 属 5 种。这 16 科包含 68 属占调查区域维管束植物总属数的 22.67%; 共 103 种, 占调查区域总种类数的 25.37%。

含 2~4 种的小型科主要有百合科 (Liliaceae)、兰科 (Orchidaceae)、卷柏科 (Selaginellaceae)、木贼科 (Equisetaceae)、千屈菜科 (Lythraceae)、葫芦科 (Cucurbitaceae)、锦葵科 (Malvaceae)、马钱科 (Loganiaceae)、水鳖科 (Hydrocharitaceae)、天南星科 (Araceae)、凤尾蕨科 (Pteridaceae)、金星蕨科 (Thelypteridaceae)、松科 (Pinaceae)、杉科 (Taxodiaceae)。所包含的属和种数分别为 117 属和 160 种, 分别占调查区域维管束植物总属数和总种数的 39%和 39.41%。

只含 1 个种属的单种科共有苹科 (Matsileaceae)、槐叶苹科 (Salviniaceae)、满江红科 (Azollaceae)、苏铁科 (Cycadaceae)、银杏科 (Ginkgoaceae)、柏科 (Cupressaceae)、八角科 (Illiciaceae)、五味子科 (Schisandraceae)、金鱼藻科 (Ceratophyllaceae)、小檗科 (Berberidaceae)、胡椒科 (Piperaceae) 等 51 科, 所包含的属和种数分别为 51 属和 51 种, 分别占调查区域维管束植物总属数和总种数的 17%和 12.56%。

(3) 栽培种情况

评价区内的 406 种维管束植物中, 有人工栽培的植物共 42 种, 野生植物 364 种, 野生植物占总种数的 89.66%, 人工引种栽培植物占 10.34%。人工引种栽培的植物种类数量上较少, 在调查区域内所占面积也较小, 主要都是包括桃、棕榈等品种。同时在在调查区域内也种植有一定数量的垂柳 (*Salix babylonica*); 在滨水等地也营造有以水杉 (*Metasequoia glyptostroboides*)、池杉 (*Taxodium ascendens*) 为主的景观林。

(4) 国家重点保护植物分布现状

调查区域内天然分布有国家 II 级重点保护植物 3 种，即：厚朴（*Magnolia officinalis*）、樟（*Cinnamomum camphora*）和光蜡树（*Fraxinus griffithii*）。另人工引种栽培有国家一级保护植物 3 种，即：苏铁（*Cycas revoluta*）、银杏（*Ginkgo biloba*）、水杉（*Metasequoia glyptostroboides*）。

根据《湖北生态功能区划研究》（环境科学与管理 2010 年 6 月），项目评价区属于武陵山地中亚热带常绿阔叶林生态区，鄂西山地森林生态区，鄂西南山地常绿阔叶林生态亚区，清江流域水土保持与生态农业功能区。该生态区主要生态功能为水源涵养、水土保持、水质保护及生物多样性维护。

2、湿地生境植物资源种类及组成

湿地生境植被调查共统计到 34 种植物，属于 17 科 32 属，地上植物群落以狗牙根（*Cynodon dactylon*）、蚤缀（*Arenaria serpyllifolia*）、硬杆子草（*Capillipedium assimile*）、南苜蓿（*Medicago polymorpha*）、球结苔草（*Carex thompsonii*）、结缕草（*Zoysia japonica*）和紫云英（*Astragalus sinicus*）为主。

表 5.4.2-7 湿地生境植被类型概况

物种Species	科名Family	属名Genus
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	禾本科	狗牙根属
扬子毛茛 <i>Ranunculus sieboldii</i>	毛茛科	毛茛属
蚤缀 <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	石竹科	无心菜属
南苜蓿 <i>Medicago polymorpha</i>	豆科	苜蓿属
腋花蓼 <i>Polygonum plebeium</i>	蓼科	蓼属
马兰 <i>Aster indicus</i>	菊科	马兰属
小薊 <i>Cirsium belingschanicum</i>	菊科	薊属
小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>	菊科	白酒草属
鼠曲草 <i>Pseudognaphalium affine</i>	菊科	鼠曲草属
结缕草 <i>Zoysia japonica</i>	禾本科	结缕草属
球结苔草 <i>Carex thompsonii</i>	莎草科	苔草属
附地菜 <i>Trigonotis peduncularis</i>	紫草科	附地菜属
婆婆纳 <i>Veronica polita</i>	玄参科	婆婆纳属
藜 <i>Chenopodium album</i>	藜科	藜属
猪殃殃 <i>Galium spurium</i>	茜草科	拉拉藤属
繁缕 <i>Stellaria media</i>	石竹科	繁缕属
羊蹄 <i>Rumex japonicus</i>	蓼科	酸模属
蒙古蒿 <i>Artemisia mongolica</i>	菊科	蒿属

物种Species	科名Family	属名Genus
一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	菊科	飞蓬属
芥菜 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	十字花科	芥属
野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	豆科	野豌豆属
紫云英 <i>Astragalus sinicus</i>	豆科	黄耆属
水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	蓼科	蓼属
节节菜 <i>Rotala indica</i>	千屈菜科	节节菜属
大花还亮草 <i>Delphinium anthriscifolium</i>	毛茛科	翠雀属
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	大戟科	铁苋菜属
黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i>	菊科	黄鹌菜属
积雪草 <i>Centella asiatica</i>	伞形科	积雪草属
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	禾本科	芦苇属
硬杆子草 <i>Capillipedium assimile</i>	禾本科	细柄草属
白花蛇舌草 <i>Hedyotis diffusa</i>	茜草科	耳草属
大蓟 <i>Cirsium spicatum</i>	菊科	蓟属

3、陆生植物资源评价

本项目江南片区工程主要穿越点军区山区，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。

本项目建设还涉及多个水库、河流等，湿地生境植被以草本为主。

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，以乔灌丛和灌草丛的类型最多、分布最广泛。

根据调查，评价区内无珍稀保护植物。

5.5.2.4 动物多样性调查

1、鸟类

(1) 鸟类调查方法

鸟类调查方法利用双筒望远镜（Swarovski 8.5×42、8×32）和单筒望远镜（Swarovski ATS 80 HD 20-60×80）进行观察，参考《中国鸟类野外手册》、《中国鸟类图鉴》等进行识别（钱文燕，1995；约翰等，2000），记录鸟类所在生境、种类、数量等。

走访当地野保部门、林场部门、居民、巡护员，对调查区域内鸟类资源进行了详细的交流。对掌握当地常见的鸟类资源种类，及一些重要鸟类的种群数量变化情况。

(2) 调查结果

① 种类

调查表明评价区鸟类有 22 种，隶属于 9 目 15 科。其中以雀形目鸟类最多，共 10 种，占了近一半。国家级保护动物有两种：黑耳鸢（*Milvus lineatus*）、短耳鸮（*Asio flammeus*），省级重点保护动物有 10 种：珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、大杜鹃（*Cuculus canorus*）、小杜鹃（*Cuculus Poliocephalus*）、家燕（*Hirundo rustica*）、大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*）、喜鹊（*Pica pica*）、灰喜鹊（*Cyanopica cyana*）、大山雀（*Parus major*）、八哥（*Acridotheres cristatellus*）和白鹭（*Egretta garzetta*）。除了大嘴乌鸦以外，其它 19 种鸟皆被列入 NBES 名录。

评价区鸟类名录见下表。

表 5.4.2-8 评价区鸟类资源现状

目、科、种名	区系成份	居留型	数量级	生 境	保护等级
一、鸡形目 CALLIFORMES					
（一）雉科 Phasianidae					
1. 雉鸡 <i>Phasianus colchicus</i>	广	留	++	山区灌木丛、小竹簇、草丛、山谷草甸及林缘、近山耕地和苇塘内。	NBES
2. 鹌鹑 <i>Coturnix japonica</i>	东	留	+	干燥而近水的低山地带，草丛、灌丛、林间空地及农田边。	NBES
二、鸽形目 COLUMBIFORMES					
（二）鸠鸽科 Columbidae					
3. 山斑鸠 <i>Streptopelia orientalis</i>	广	留	+	山区、丘陵多树木地带。	NBES
4. 珠颈斑鸠 <i>Streptopelia chinensis</i>	东	留	++	丘陵山地树林和多树的平原郊野、农田附近，秋季通常结成小群活动。	省级、NBES
三、鹃形目 CUCULIFORMES					
（三）杜鹃科 Cuculidae					
5. 小杜鹃 <i>Cuculus Poliocephalus</i>	东	夏	++	低山丘陵的树丛等处	省级、NBES
6. 大杜鹃 <i>Cuculus fallax</i>	广	夏	++	近水开阔林地	省级、NBES

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

目、科、种名	区系成份	居留型	数量级	生 境	保护等级
四、雀形目 PASSERIFORMES					
(四) 燕科 Hirundinidae					
7. 家燕Hirundo rustica	古	夏	+++	村落附近, 常到田野、森林、水域上空飞行。	省级、NBES
(五) 鹡鹑科 Motacillidae					
8. 白鹡鹑Motacilla alba	广	留	++	滩涂, 湖边草甸地带	NBES
(六) 鹎科Pycnonotidae					
9. 白头鹎Pycnonotus sinensis	东	留	+	林地, 灌丛	NBES
(七) 鸦科 Corvidae					
10. 大嘴乌鸦Corvus macrorhynchos	东	留	+	山区、田野、村郊大树上。	省级
11. 喜鹊Pica pica	古	留	+++	山地村落、平原林中。常在村庄、田野、山边林缘活动。	省级、NBES
12. 灰喜鹊Cyanopica cyana	广	留	++	半山区林地、灌全或村庄附近的杂木林、松林中。	省级、NBES
(八) 山雀科 Paridae					
13. 大山雀Parus major	广	留	++	平原、丘陵、山区的林间, 食昆虫。	省级、NBES
(九) 文鸟科 Ploceidae					
14. [树]麻雀Passer montanus	广	留	++++	村镇和农田附近, 活动范围广泛。	NBES
(十) 雀科 Fringillidae					
15. 金翅雀Carduelis sinica	古	留	+	低山丘陵阔叶林林缘及灌丛。	NBES
(十一) 椋鸟科 Sturnidae					
16. 八哥Acridotheres cristatellus	东	留	++	平原村落、园田和山林边缘, 竹林等处, 常集群活动。	省级、NBES
五 鸢形目 PICIFORMES					
(十二) 啄木鸟科 Picidae					
17. 黄冠啄木鸟Lesser Yellowlape	广	留	+	山区、田野、村郊大树上, 食昆虫。	NBES
18. 大斑啄木鸟	广	留	+	山区、田野、村郊大树上, 食昆虫。	NBES

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

目、科、种名	区系成份	居留型	数量级	生 境	保护等级
Dendrocopos Major					
六、鸛形目 CICONIDFORMES					
(十三) 鹭科 Ardeidae					
19.池鹭 Ardeola bacchus	东	冬	+	生活、猎食于稻田、池塘、水库等水域，竹林或树上。	NBES
20.白鹭 Egretta garzetta	东	夏	++	生活、猎食于池塘、水库等水域，竹林或树上。	省级、NBES
七、隼形目					
鹰科Accipitridae					
21.黑耳鸢Milvus lineatus	广	留	+	茂密森林，田野	国家II级
八、鸱形目					
鸱鸃科Strigidae					
短耳鸢 Asio flammeus	广	留	+	低山、草地、河岸	国家II级

(注：东：东洋种，古：古北种，广：广布种；留：留鸟，夏：夏候鸟，冬：冬候鸟)

按生活习性来分，可以将 20 种鸟类分为以下 4 类

涉禽 2 种：池鹭、白鹭；

陆禽 4 种：鹌鹑、雉鸡、山斑鸠、珠颈斑鸠；

攀禽 4 种：大杜鹃、小杜鹃、黄冠啄木鸟、大斑啄木鸟；

鸣禽 10 种：喜鹊、灰喜鹊、白头鹎、白鹡鸰、大嘴乌鸦、大山雀、[树]麻雀、八哥、家燕、金翅雀。

猛禽 2 种：黑耳鸢、短耳鸢

②区系成分及居留类型

从隶属区系来看，22 种鸟类中，属广泛分布的种类最多，有 11 种，占 50%；属于东洋界分布的种类有 8 种，占 36%；属于古北界分布的种类有 3 种，占 13.6%。从居留类型看，留鸟最多，共 17 种，占 77%。冬候鸟仅 1 种，夏候鸟 4 种，占 18%。

③数量

数量最多的有麻雀、家燕、喜鹊等 3 种；数量较多的有雉鸡、大山雀、珠颈斑鸠、大杜鹃、小杜鹃、灰喜鹊、白鹡鸰、八哥、白鹭等 9 种；其它鸟类数量较少。所有鸟类中以留鸟数量最多。

2、哺乳类

(1) 哺乳类调查方法

①样带和访问调查法

样带布设应考虑野生动物的栖息地类型、活动范围、生态习性等情况以步行调查为主，步行速度一般为 2km/h。记录所见哺乳动物实体及活动痕迹至样带中线之间的垂直距离。样带单侧宽度根据布设地点环境、植被郁闭度、可视范围而定在较开阔的丘陵或农田生境，可根据情况适当扩展样带单侧宽度。

哺乳动物种群的统计数量，其计算公式如下：

样带内哺乳动物种群粗密度： $D=N_i/2LW$

哺乳动物种群的统计数量： $N=D*S$

式中：D——种群粗密度

N_i ——样带内观察到的个体数

L——样带长度

W——样带单侧宽度

N——哺乳动物种群的统计数量

S——栖息地面积

②访问调查

在实地调查前及调查过程中，对调查区域及周边地区的社区居民、群众及农贸市场进行访问调查，访问过程中以“非诱导”方式进行，根据被访者对动物主要特征及习性的描述，依据动物图鉴及调查经验判断访问物种在调查区域是否有分布。

③文献资料整理

查阅调查区域当地供销社、土产和外贸部门的毛皮收购档案。收集相关调查区域及周边地区哺乳动物考察报告、学术论文及专著等文献资料，整理出有关调查区域及周边地区的历史调查，梳理出调查区域及周边地区动物的历史记录，并依据《中国哺乳动物多样性及地理分布》、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》等著作及相关动物志、文献资料，结合调查区域生态环境，列出调查区域有分布的哺乳动物名录。

(2) 调查结果

①种类

评价范围有兽类 5 目 6 科 13 种。主要以啮齿类动物为主，共 6 种，占了 46.15%。

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

评价区无国家级保护兽类，湖北省重点保护野生兽有 2 种：华南兔（*Lepus sinensis*）、鼬獾（*Melogale moschata*）。被列入 NBES 名录的兽类有刺猬（*Erinaceus europaeus*）、草兔（*Lepus capensis*）、华南兔（*Lepus sinensis*）、社鼠（*Rattus niviventer*）、黄鼬（*Mustela sibirica*）、狗獾（*Meles meles*）、鼬獾（*Melogale moschata*）等 7 种。

评价范围的兽类分布见下表。

表 5.4.2 评价范围内兽类名录

种	区 系	生 境	数量	评价区 内分布	保护等 级
一、食虫目 Insectivora					
（一）猬科 Erinaceidae					
1. 刺猬 <i>Erinaceus europaeus</i>	古北种	村落附近、树根、倒木、石隙、灌丛等处。	++	广布	NBES
二、翼手目 CHIROPTERA					
（二）蝙蝠科 Hipposiderid					
2. 伏翼 <i>Pipistrellus abramus</i>	东洋种	屋檐、门窗缝隙中，也见于山洞中。常在居民点附近湖、塘、水田上空活动。	+++	居民区	
三、兔形目 LAGOMORPHA					
（三）兔科 Leporidae					
3. 草兔 <i>Lepus capensis</i>	东洋种	农田或农田附近沟渠两岸的灌丛、草丛，山坡灌丛及林缘。	++	广布	NBES
4. 华南兔 <i>Lepus sinensis</i>	东洋种	主要栖息在山麓的浅草坡和灌丛地带及农田附近。	+	灌丛地带、农田	省级、NBES
四、啮齿目 RODENTIA					
（四）鼠科 Muridae					
5. 褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	东洋种	生境十分广泛，多与人伴居。仓库、厨房、荒野等地	+++	居民区	
6. 黄胸鼠 <i>Rattus flavipectus</i>	东洋种	多于住房、仓库挖洞穴居。	+++	居民区	
7. 社鼠 <i>Rattus niviventer</i>	东洋种	林地、灌丛、作物区及石缝、溪旁草丛中。	++	广布	NBES
8. 小家鼠 <i>Mus musculus</i>	广布种	城镇、乡村的房屋洞穴等处。	+++	广布	
9. 黑线姬鼠 <i>Apodemus agrarius</i>	广布种	草地、灌丛、田野间。	++	广布	
（五）仓鼠科 Cricetidae					

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

种	区系	生境	数量	评价区内分布	保护等级
10. 黑线仓鼠 <i>Cricetulus barabensis</i>	古北种	各种生境的林缘和灌丛中。	+	广布	
五、食肉目 CARNIVORA					
(六) 鼬科 Mustelidae					
11. 黄鼬 <i>Mustela sibirica</i>	广布种	森林林缘、灌丛、沼泽、河谷、丘陵和平原等地。	++	河谷、村舍	NBES
12. 狗獾 <i>Meles meles</i>	古北种	丘陵、灌丛	+	河流两侧山地	NBES
13. 鼬獾 <i>Melogale moschata</i>	东洋种	河谷及丘陵的森林、草丛中。居于石洞和石缝，善掘洞。	+	丘陵的森林、草丛中	省级、NBES

②区系成分

从隶属区系来看，13种兽类中，属东洋种分布的最多，有7种，占了53.8%；广布种和古北种皆为3种，分别占了23.07%。

③数量

数量最多的有伏翼、褐家鼠、黄胸鼠、小家鼠等4种；数量较多、较常见的有刺猬、草兔、社鼠、黑线姬鼠、黄鼬等5种；其它种类较少。总之，啮齿类动物是该地区种类和数量最多的兽类，是人类重要的伴生动物；对农、林业危害极大。如黄胸鼠、褐家鼠、社鼠等，能盗食大量的稻、麦、玉米、红苕等农作物及贵重药材，是某些自然疫源性疾病的传播源。

3、两栖类和爬行类

(1) 调查方法

①文献资料整理

收集有关调查区域及周边地区两栖类和爬行类考察报告、学术论文及专著等文献资料，整理出有关调查区域及周边地区的历史调查，梳理出该地区爬行类动物的历史记录，并依据《中国爬行动物图鉴》、《中国蛇类》、《中国两栖类及其分布彩色图鉴》等著作及相关动物志、文献资料，结合调查区域生态环境，列出调查区域可能有分布的两栖类和爬行类名录。

②调查访问

实地调查前及调查过程中，对调查区域及周边地区的社区居民、群众及农贸市场进行访问调查，访问过程中以“非诱导”方式进行，根据被访者对动物主要特征及习性的

描述，依据动物图鉴及调查经验判断访问物种在调查区域是否有分布。

③实地调查

爬行类调查与两栖类同时进行，采用样线法调查为主，样线单侧宽度 5~10m，步行调查，平均速度控制在 2km/h。调查时间：上午 07：00~11：30，下午 15：00~18：00。

(2) 两栖类调查结果

①两栖类种类

评价区内有两栖类动物 1 目 3 科 5 种，其中省级保护动物 5 种：中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、黑斑蛙（*Rana nigromaculata*）、泽蛙（*Rana limnocharis*）、沼蛙（*Rana guentheri*）、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）。它们同时也被列入国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录。评价区两栖类动物名录见下表。

表 5.4.2-10 评价区两栖类动物名录

科名	种名	生境	区系	数量	保护等级	濒危等级
一、无尾目 ANURA						
(一) 蟾蜍科 Bufonidae	1. 中华大蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i>	池塘、沟渠、河岸边及田埂、池边或房屋周围	广布种	+++	省级、NBES	
(三) 蛙科 Ranidae	2. 黑斑蛙 <i>Rana nigromaculata</i>	常栖息于池塘、水沟或小河内，或附近的草丛中。产卵季节为 3~6 月。	广布种	+++	省级、NBES	
	3. 泽蛙 <i>Rana limnocharis</i>	栖息于池沼、水田及其附近的田野和潮湿环境。	东洋种	+++	省级、NBES	
	4. 沼蛙 <i>Rana guentheri</i>	一般分散生活在稻田内	东洋种	++	省级、NBES	
(三) 姬蛙科 Microhylidae	5. 饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	生活于水田或水塘彼岸草丛中，以蚁及小型鞘翅目昆虫为食。	东洋种	+	省级、NBES	

注：1、“+”表示数量较少；“++”表示有一定的数量；“+++”表示数量较多；“++++”表示数量多。

下同。2、“NBES”表示国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物。下同。

②生态分布

根据两栖类的生活习性，将评价区内两栖类的生态分布划分为以下两类：

陆栖型：即成体可在离水源较远的陆地上生活的类型，包括中华大蟾蜍、泽蛙。

静水型：在静水或缓流水中生活的类型，包括黑斑蛙、饰纹姬蛙、沼蛙。

③主要种类的分布与数量

在评价区的两栖类中，以中华大蟾蜍、黑斑蛙的数量较多、广泛分布；其它种类数量较少。但总的来说，两栖类在评价区内的种群数量较少。

(3) 爬行类调查结果

①种类

评价区爬行类共有 2 目 5 科 8 种，没有国家级重点保护动物；有省级重点保护动物 1 种：乌梢蛇（*Zaocys dhumnades*）；8 种动物全部被列入 NBES 名录。评价区爬行类动物名录见下表。

表 5.4.2-11 评价区爬行动物资源现状

科名	中文/拉丁种名	生境	数量	保护等级
一、龟鳖目 Testudines				
(一) 鳖科 Trionychidae	1. 鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	栖居于池塘、水库和流动缓慢的河中	+	NBES
二、有鳞目 Squamata				
(二) 壁虎科 Gekkonidae	2. 多疣壁虎 <i>Gekko japonicus</i>	多居于建筑物内及附近地区。	+++	NBES
(三) 石龙子科 Scincidae	3. 石龙子 <i>Eumeces chinensis</i>	栖居于平原、丘陵及山区路边的草丛、乱石堆中。	+++	NBES
(四) 游蛇科 Colubridae	4. 赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>	生活于海拔1000m以下的丘陵地区、平原田野，亦常见于住宅周围。	++	NBES
	5. 翠青蛇 <i>Entechinus major</i>	栖居于山区的树林、草丛或农田周围。	+	NBES
	6. 虎斑游蛇 <i>Rhabdophis tigrina lateralis</i>	生活于平原、丘陵和山区的水域附近。	+	NBES
	7. 乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>	栖居于平原、丘陵和山区的农田附近，房屋周围。	++	NBES、 省级
(五) 蝰科 Viperidae	8. 短尾蝮 <i>Gloydius brevicaudus</i>	常见于乱石堆、杂草坡灌丛、田地、村舍等处。	++	NBES

②主要种类的分布与数量

在评价区的爬行类中，以多疣壁虎、石龙子（俗称为“四脚蛇”）的数量相对较多，主要分布于房屋周边或山区草丛中，其它种类数量较少。但总的来说，爬行类在评价区内的种群数量较少。

5.5.2.5 水生生物调查

1、鱼类

(1) 调查方法

①调查访问

通过对调查区域及周边社区居民、群众及农贸市场进行访问调查，访问过程中以“非诱导”方式进行，根据被访者对鱼类主要特征及习性的描述，依据动物图鉴及调查经验判断访问物种在湿地是否有分布。

②文献资料整理

收集有关调查区域及周边社区鱼类的考察报告、学术论文及专著等文献资料，整理出有关湿地及周边地区的历史调查，梳理出调查区域及周边地区动物的历史记录，以及相关动物志、文献资料，结合调查区域生态环境，列出调查区域可能有分布的鱼类名录。

(2) 调查结果

①种类

通过走访集贸市场、询问当地渔民、查阅资料等方式，对评价区楠木溪水库、长岭河、桥边河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。其中，鲤科 9 种，占总数的 60%，鳅科有 2 种占总数 13.3%，其余各科各 1 种，分别占总数的 6.67%，具体名录见下表。

表 5.4.2-12 评价区鱼类名录

科名	种名	生活环境和习性	资源类型	数量
一、鲤形目CYPRINIMORFIS				
(一) 鳅科 COBITIDAE	1.泥鳅 Misgurnus anguillicaudatas	静水水体的的底层，以昆虫幼虫、小型甲壳类动物、扁螺、高等植物及藻类为食，长江流域干支流和各种水体。	小型鱼类	++
	2.红尾副鳅 Paracobitis variegatus	栖息于砾石底的流水河段。有一定数量，有些地区群众捕来作为其他动物的饲料。分布于渭河、长江中下游、云南的南盘江。	小型鱼类	+++
(二) 鲤科 Cyprinidae	3.白甲鱼 Varicorhinus (Onychostoma) simus (Sauvage et Dabry)	栖息于流水石底河流。	重要经济鱼类	+++
	4.青鱼 Mylopharyngodon piceus		重要经济鱼类	+++

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

科名	种名	生活环境和习性	资源类型	数量
	5.鲤 Cyprinus carpio	流水或静水的下层，杂食性。	重要经济鱼类	++
	6.鲫 Carassius auratus	流水或静水的下层，杂食性。	重要经济鱼类	+++
	7.油餐 Hemiculter bleekeri	江河、湖泊常见，为上层鱼类喜集群，杂食性以水生昆虫和浮游动物为主食。5—6月产漂浮性卵。	经济鱼类	+++
	8.餐鲦 H.leucisculus	长江干流及其附属水体常见，栖于水体沿岸区上层，杂食性。5—6月在浅水处产粘性卵。	小型经济鱼类	+
	9.草鱼 Ctenopharyngodon idellus	喜居于水的中下层和近岸多水草区域	重要经济鱼类	+++
	10.鲢鱼 Hypophthalmichthys molitrix	喜居于水的中上层，以浮游生物为食	重要经济鱼类	+++
	11.鳊鱼 Aristichthys mobilis	生活于静水的中上层，以浮游动物为主食	重要经济鱼类	+++
二、鲇形目 SILURIFORMES				
(三) 鲿科 Bagridae	12.黄颡鱼 Pelteobagrus fulvidraco	缓流水体的底层，夜间常到上层觅食小鱼、虾及水生无脊椎动物。	具有一定的经济价值	+++
(四) 鲇科 Siluridae	13. 鲇 Silurus asotus		经济鱼类	+
三、合鳃目 SYNBRANCHIFORMES				
(五) 合鳃科 Synbranchidae	14.黄鳝 Monopterus albus	静水底栖，夜间觅食蝌蚪、小鱼、虾和水生昆虫	经济价值较高	+
四、鲈形目 PERCIFORMES				
(六) 鲈科 SERRANIDAE	15.鳊 Siniperca chuatsi	长江干流和附属水体，静水或缓流常见，肉食性凶猛鱼类	经济鱼类	++

(注：“+”代表数量级，“+”为少见种，“++”为常见种，“+++”为优势种)

②资源分析

a.评价区鱼类区系由以下 3 类组成：

中国平原区系复合体：代表种是草鱼；

南方平原区系复合体：代表种是黄鳝；

晚第三纪早期类群：代表种类是鲫、泥鳅等。

b.鱼类的食性类型：按食性类型分，调查评价区的鱼类包括以下 4 个食性类型：

底栖动物食性：摄食底栖无脊动物的鱼类，如鳅科鱼类，它们的口部常具有发达的触须或肥厚的唇，用以吸取食物，所摄取的食物，多数是水生昆虫的幼虫或稚虫以及软体动物；

肉食性：捕食别种鱼类，如鲮科鱼类，为凶猛性鱼类；

杂食性：既摄食水生昆虫、虾类、软体动物等动物性饵料，也摄食藻类及植物的残渣、种子等，如鲫等。

2、底栖动物

(1) 调查方法

利用彼得逊采泥器，和筛网在随机规定的采样点进行配合采样，之后将样品用 75% 的酒精固定、保存，螺蚌样品带回进行分类鉴定，结合调查结果和相关文献资料，得出如下结论。

(2) 调查结果

①种类

本项目建设区域楠木溪水库、长岭河均为山溪性河流，水质较好，水体比较洁净，营养物质相对匮乏，使得底栖动物种类和数量较少。根据现场调查和收集资料，得出评价范围内的底栖动物种类共 12 种，见下表。

表 5.4.2-13 评价区底栖动物名录

种 类	数量级	生活习性
1.颤蚓 Tubifex sp.	+++	常生活在各种淡水水体的泥沙底质中，前端藏在垂直突出的泥沙质管子里，尾部露在水中摇曳，也常常盘绕成紧密的螺旋状。颤蚓是河流、小溪、湖泊、池塘和河口底栖动物的重要组成部分。
2.淡水壳菜 Limnoperna lacustris	+++	有流水灌注的湖泊中或者是溪流中
3.直突摇蚊 Orthocladius sp.	+++	淡水水域
4.多足摇蚊 Polypedulum	+	淡水水域
5.蜗虫 Turnella	+	淡水水域
6.水丝蚓 Limnodrilus	++	淡水水域
7.河蚬 Rhyacodrilus	++	淡水水域
8.石蛭 Erpobdella	+	生活在水边石块下
9.二翅蜉 Claeon	+++	淡水水域
10.中国圆田螺 Cipanopaludina chinensis	++	生活在淡水水草茂盛的湖泊、水库、沟渠、稻田、池塘内，以宽大的腹足爬行，对干

		燥、寒冷、酷暑有极大的适应能力，遇干燥环境时将软体部缩入壳内，以厣将壳口封住或钻入泥中。
11.扭蚌	<i>Arconala lanceolata</i>	+++
12.牙岬	<i>Laeliaene</i>	+
		淡水水域
		淡水水域

(注：“+”代表数量级，“+”为少见种，“++”为常见种，“+++”为优势种)

②种类组成特点

以水生昆虫的种类最多，软体动物和其他种类种类较少。这些底栖动物多喜栖息于水流湍急，水质清彻，底质为鹅卵石或沙石区域，有的伏于块石底部，以着生藻类和小型无脊椎动物为食。

3、浮游动物

浮游动物是湿地生态系统食物链中的重要一环，其种类组成和数量分布与渔业关系极为密切，进而影响整个湿地生态系统的稳定性，浮游动物中有些种类是渔场生物指标种。

(1) 调查方法

调查区域内使用浮游生物网从底至表垂直采集，在实验室进行种类分类鉴定。

收集有关调查区域及周边社区的考察报告、学术论文及专著等文献资料，整理出有关调查区域及周边地区的历史调查，梳理出调查区域及周边地区动物的历史记录，以及相关动物志、文献资料，结合调查区域生态环境，列出调查区域有分布的浮游动物名录。

(2) 调查结果

①种类

据调查，评价区浮游动物共计 4 大类 14 种，主要有原生动物 3 种，轮虫 5 种和枝角类 4 种，挠足类 2 种。具体名录见下表。

表 5.4.2-14 评价区浮游动物名录

种 类	数 量 级
一、原生动物	
1、表壳虫 <i>Arcella</i> sp.	++
2、棘壳虫 <i>Centropyxis</i> sp.	++
3、沙壳虫 <i>Diffugia</i> sp.	++
二、轮虫	
4、剪形臂尾轮虫 <i>Brachionus forficula</i>	++
5、裂足轮虫 <i>Schizocerca Diversicornis</i>	++

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

种 类	数 量 级
6、红眼旋轮虫 <i>Philodina Erythropalma</i>	+
7、猪吻轮虫 <i>Dicranophrus sp.</i>	++
8、十指平甲轮虫 <i>Platuias militaris</i>	++
三、枝角类	
9、透明蚤 <i>Daphnia hyaline</i>	++
10、点滴尖额蚤 <i>A. guttata</i>	++
11、矩形尖额蚤 <i>A. rectangulara</i>	++
12、矩形尖额蚤 <i>Alona rectangular</i>	++
四、桡足类	
13、近邻剑水蚤 <i>Cylops vicinus</i>	+++
14、跨立小剑水蚤 <i>Mesocyclops varicansi</i>	+

(注：“+”代表数量级，“+”为少见种，“++”为常见种，“+++”为优势种)

②种类组成特点

浮游动物优势种为优势种为表壳虫 (*Arcella sp.*)、剪形臂尾轮虫 (*Brachionus forficula*)、近邻剑水蚤 (*Cylops vicinus*) 等。

4、浮游植物

在水生生态系统中，藻类种类及数量与水质密切相关，因而浮游藻类是水环境质量的重要指标。

本项目评价范围内水系主要为楠木溪水库、长岭河，浮游植物调查采用类比和查阅资料法。

①种类

评价区共有浮游植物 17 种，其中硅藻门的种类最多，有 9 种，其次是绿藻门，有 4 种，蓝藻、隐藻和甲藻门的种类较少，其种类及分布详见下表。

表 5.2.4-15 评价区藻类名录

中文名	拉丁名
(一) 硅藻门	<i>Bacillariophyta</i>
1. 扁圆卵形藻	<i>Cocconeis placentula</i>
2. 纤细羽纹藻	<i>Pinnularia gracillima</i>
3. 针杆藻	<i>Synedra acuta</i>
4. 简单舟形藻	<i>Navicula simplex</i>
5. 短小舟形藻	<i>N. exigua</i>
6. 变异桅杆藻	<i>Fragilaria virescens</i>
7. 颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>
8. 针杆藻	<i>Synedra acuta</i>

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

中文名	拉丁名
9.桥弯藻	<i>C. sp</i>
(二) 绿藻门	<i>Chloophyta</i>
10.空心藻	<i>Coelastrum sphaericum</i>
11.盘星藻	<i>Pediastrum duplex</i>
12.狭形纤维藻	<i>Ankistrodesmus angustus</i>
13.实球藻	<i>Pandorina morum</i>
(三) 蓝藻门	<i>Cyanophyta</i>
14.细弱颤藻	<i>Oscillatoria tenuis</i>
15.中华双尖藻	<i>Hammatoidea sinensis</i>
(四) 隐藻门	<i>Cryptophyta</i>
16.卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>
(五) 甲藻门	<i>Pyrophyta</i>
17.盾形多甲藻	<i>Peridinium unbonatum</i>

②组成特点

硅藻是一类最为重要的浮游植物，是浮游动物、鱼虾贝类的直接或间接的饵料，是水域食物链不可缺少的重要环节，其中以颗粒直链藻为优势种，卵形藻、桥弯藻、舟形藻、针杆藻次之。

绿藻门的种类较为丰富，主要是个体非常小的纤维藻占优势，其次出现频度稍高的种类有空心藻、实球藻和盘星藻。

其余的甲藻、隐藻和蓝藻的种类比较少。

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

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。

设计原则：

(1) 以保护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。

6.2 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

本工程共设置有6处施工工区，其生活区生活污水采用一体化污水处理设施处理后回用于工区绿化或就近浇灌耕地、林地等，不外排。

6.2.1.2 施工废水

1、基坑排水、砂石料冲洗废水、预制构件养护废水

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、机械车辆冲洗含油废水

施工机械维修产生的废水经隔油沉淀池过滤处理后清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。

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。

4、隧洞排水

隧洞排水污染物以悬浮物为主，对施工隧洞产生的废水采取有效沉淀处理，处理后的上清液回用于隧道施工抑尘，多余达标外排。

主体工程采取在隧洞一侧或底部留出临时排水沟作明水通道，并根据掘进坡度方向设置不同间距、不同规模的集水坑，使水流顺坡流至最近的集水坑。一般小型集水坑容积约 $8\sim 10\text{m}^3$ ，中型集水坑容积约 $20\sim 30\text{m}^3$ ，大型集水坑容积约 $30\sim 50\text{m}^3$ 。每隔约 100m 设一固定小型~中型集水坑，每隔约 500m 设一大型集水坑。

6.2.1.3 取水口水质保护措施

(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) 降低隧洞施工突涌水。引水隧洞在“钻爆法”施工中容易发生大型和持久的突涌水问题。引水隧洞在施工工程中引发突涌水事故，且长期持续不限量排水情况下，有可能引起隧洞附近分散式地下水水源地或地表河流水位下降、流量减小等地下水环境问题。因此，在施工过程中应采取超前地质预报，加强地质综合超前地质预报工作，根据超前预报的情况及时采取相应的止水或注浆加固措施，施工过程中发生突涌水事故后应及时采取堵水措施，只有这样才能够及时有效地防止突涌水灾害。

(4) 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。

6.2.2 运营期水环境保护措施

6.2.2.1 生活废水

运营期工程管理处均在城镇污水管网覆盖范围内，产生的生活污水接入污水管网排入城区污水处理厂深度处理。

6.2.2.2 水质保护措施

(1) 加强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，以减少污染物入库量。对库区周边的植物植被进行保护，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水库水质进行保护。

(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楠木溪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，输水方式为全程重力自流的有压隧洞，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。

(4) 预警监控体系建设

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的水质自动监测，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

施工期大气污染防治目标主要为削减施工环境空气污染物排放量，改善施工现场工作条件，保护施工生活区及外环境敏感区环境空气质量。

(1) 燃油废气削减与控制

加强大型施工机械和车辆的管理。要求施工单位选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具。定期维修、保养机械设备，使其能处于最佳运行状态，排污量大的车辆及燃油设备需配置尾气净化装置。承包商所有燃油机械和车辆尾气排放应执行《汽油运输大气污染物排放标准》，若其尾气不能达标排放，必须配置消烟除尘设备，同时施工机械使用优质燃料。严格执行《机动车强制报废标准规定》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、尾气排放严重超标的老、旧车辆，及时更新。对输水隧洞内运行的柴油机械，在油品中使用柴油添加剂，通过改变燃料的物理性能，使燃料得以充分燃烧，从而达到节能和减少尾气排放的目的，同时，隧洞内车辆尽量使用电瓶车牵引。

(2) 交通扬尘削减与控制

本工程改扩建道路均为混凝土路面，道路施工及运行后，路面浮土受车辆运输和风的振动，将产生较大扬尘，从而对附近居民带来较大影响。因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

各承包商要成立施工道路清扫维护队伍，对责任范围内施工道路要加强养护、维修，确定专人负责清扫洒落在路面的渣土，保持道路清洁，运行状态良好。输水总干线工程每个施工区均配备洒水车 1 辆，在无雨天进行对施工道路进行洒水降尘，共需配备洒水车 25 辆。洒水次数及用水量根据天气情况和道路扬尘产生情况确定。

在施工道路途经居民点附近道路两侧各设置限速标志 1 个，以减轻交通扬尘对附近居民点的影响。

严禁车辆超载，做好运输车辆的密封和车辆保洁，减少因弃渣、砂、土的外泄造成的扬尘污染。要求运输弃渣车辆一律用帆布进行遮盖，减少运输过程中的跑漏现象。石灰、粉煤灰等易起尘性物质应采用封闭运输，经常清洗运输车辆。

结合水土保持和生态修复措施，做好施工道路的绿化，使栽植的行道树等不但起到美化景观、生态修复的效果，也达到降噪防尘隔离等效果。

(3) 开挖、爆破粉尘削减与控制

①钻孔采用湿式钻孔，在洞内钻孔过程中，用水润湿炮眼，是减少粉尘的有效措施。通常情况下可使粉尘减少 95%以上。

②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，并提倡采用湿法爆破，用充水的塑料薄膜袋代替或部分代替炮泥填塞炮眼，爆破时水袋被爆裂并形成细小水雾，减少或抑制粉尘的产生。与泥封爆破相比，水封爆破产生的粉尘可降低 60%，且对抑制粉尘有较好的效果。此外，水封爆破还有降低炮烟（约 70%）、减少有毒有害气体(37%~46%)和降温(0.5~1.0℃)等作用。

③采用水幕除尘，在爆破施工掌子面 20m 和 40m 设置两道水幕，水幕降尘器设置在边顶拱上，爆破前 10 分钟打开水幕开关，可有效降低爆破产生的粉尘。

④隧洞衬砌采用湿式喷射混凝土。采用湿喷是减少喷射混凝土粉尘产生的最有效办法。与干喷相比，机旁粉尘浓度可由 100mg/m³ 左右降到 10mg/m³ 以下。

(4) 施工作业面粉尘削减与控制

①做好洒水降尘工作。在各开挖面、平整作业面、弃渣场等各易起尘面、点及时采取洒水降尘措施，特别是在非雨日应加强洒水降尘次数，以场地不起尘为标准。针对料场开采区，要求每个料场必须 1 套配备远射程抑尘喷枪，在非雨日进行洒水降尘。每次爆破后均应开启远射程抑尘喷枪不少于 30 分钟，起到防止粉尘扬起和加速粉尘沉降的作用，以缩小粉尘影响的时间与范围。

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。

②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。

③江北输水管线施工作业区沿线设置不低于 2.5m 高的施工临时围挡。

(5) 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。

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。爆破噪声在满足工程爆破需要的情况下，应做好爆破防护和防震工作，采用先进的爆破工艺，尽量减少单次炸药使用量，采用小孔多孔爆破。在隧洞爆破时，应合理安排作用时间，禁止夜间（22:00~6:00）施工，并应提前将爆破计划对周边影响居民点进行告知，使得村民对爆破噪声有一定的心理预期，减少突发性爆破噪声带来的影响。

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

在取水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，弃渣直接运往规划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 6 个施工工区，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足够的环卫垃圾桶，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，设置足够数量的垃圾桶，每日进行清扫，并委托当地环卫部门定期清运处置。

6.6 生态环境保护措施

6.6.1 水源区生态保护措施

水源区陆生生态保护措施主要针对取水口占地区域。取水口永久占地区采取植被恢复措施，临时占地区结合水土保持方案进行植被恢复。

(1) 一般保护措施

在进行水源区工程布置设计时，优化施工场地，减少场地占用面积，减小对林草植被的影响。

做好工程征地范围内水土流失防治，减少扰动区域，减少水土流失产生量。对临时占用的耕地，应对耕地表土层采取照“三分一恢复”的剥离方式，做好表土的保存。临时征地使用结束后及时复耕。

永久占用的林地和耕地资源，按照“占一补一”的原则，做好占用的林地和耕地的补偿工作。

(2) 取水口永久占地区景观保护措施

取水口施工结束后，在取水建筑物永久占地区进行景观保护措施。

取水口永久占地区在完成土地整治、排水工程方案基础上，开展植被恢复工程包括水域景观、陆域景观、生态护坡等方面。水域景观主要针对近楠木溪水库河岸附近的水域湿地，应采取水生和湿地植物相结合的修复措施。陆域景观和生态护坡主要针对永久占地区内的陆域部分，植被恢复种类应选择具有水保、绿化和美化效果的植物种类，在边坡区域种植灌草植被和撒播草籽的生态护坡方案。

(3) 临时占地区植被恢复

施工结束后，在取水口附近施工营地、弃渣场、施工道路等临时占地区内，应结合水土保持植物措施，做好临时占地区的植被恢复，以恢复原有生态系统、优选本土植物种类等恢复原则，做好临时占地区的植被恢复工作，同时植被恢复与景观绿化美化相协调。

(4) 设立宣传牌、警示牌

取水口施工期间，加强施工管理，在征地范围内设置生态保护宣传牌、周围植被较好的地段设置警示牌。

运行期间，加强取水口永久占地区植被的后期维护，保证良好的生态环境，并与周围生态环境和景观相协调。

6.6.2 输水沿线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。

优化施工组织设计，减少植被破坏。工程占地应尽量利用既有场地，施工便道利用已有的地方道路，施工便道及永久性道路尽量不要从成片的林地中穿过；临时施工场地尽量选择荒地或植被发育较差的地带，避开占用生产力较高的林地区域；减少对林地及植被较好的区域占用，减少临时占地对植被的破坏。施工期选用先进的施工手段，按设计要求施工，减少开挖土石方量以及树木的砍伐，及时清除多余的土方和石料，严禁就地倾倒覆压植被，同时采取护坡、挡土墙等防护措施，以减少植被破坏，生物量损失；其它临时用地范围在工程结束后采取平整、绿化等恢复措施，减少施工期对植被的影响。

② 减缓措施

由于本工程输水沿线区为线性工程，工程以隧洞形式布设，施工支洞水口处，应严格按照征地范围进行施工，根据地形划定最小施工作业区域，控制施工作业范围，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被和动植物物种造成破坏，严禁施工材料乱堆乱放、施工垃圾的随意处置，最大可能保护地表植被自然性，努力使地表植被的受影响范围降低。

输水沿线区施工区周围边界警示标志，采取围栏、警戒线、施工红线等措施明确施工区征地红线，禁止施工人员越界施工。

③ 恢复措施

- a. 保存永久占地和临时占地的熟化土，为植被恢复提供良好的土壤。

为防止施工占地区表层土的损耗，应对取土场、弃渣场和临时施工场地占地区的表层土予以收集保存，工程施工前应将表层土与下层土分开，要求将施工开挖地表面30cm厚的表层土剥离，进行留存用于今后的回填，以恢复土壤理化性质。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。

b. 临时占地区进行土地复垦，并结合水保措施采取植被恢复措施。

取土场、弃渣场和临时施工场地等施工临时用地结束后，应根据水土保持方案及时进行复垦。临时占地区，应结合水土保持植物措施以及景观要求及生物多样性保护等原则，选择乔、灌、草进行各施工迹地植被修复。应在“适地适树、适地适草”的原则下，优先选用当地优良的乡土植物，适当引进新的优良树种、草种，以保证绿化栽植的成活率，提高植被恢复效率。

c. 妥善处理弃渣，弃渣场堆放前要进行表层土剥离，填土编织袋围护，设临时档土墙、排水沟；堆放结束后，结合水土保持进行土地平整、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。

（4）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。

6.6.3 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，所以要加强对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。

6.6.4 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，防止施工废污水外排进入周边水环境。

(1) 加强施工人员环保意识宣传教育树立和加强施工人员环保意识，施工人员进驻施工前要进行相应的环境保护知识学习，尽量减少人为原因造成的不必要的水生生境破坏。同时，施工期间，施工人员禁止捕鱼，加强宣传保护。

(2) 为减少工程施工作业对鱼类的伤害，施工前，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。工程运行期取水进水口设置有拦污格栅，对成鱼有一定的拦截作用，但对于幼鱼无法拦截，因此需要在楠木溪水库取水口建设拦鱼设施，防止水库鱼类资源流失。

(3) 为降低施工对水生生态的影响，各施工工区施工废水、生活污水应及时采取收集、并进行无害化处理措施，避免其流入河道，污染水体。施工过程应尽量减少砂石的散落，施工材料的堆放要远离水源。加强施工车辆、机械管理。施工车辆，机械进驻施工地点前要进行检修、清洗。严禁漏油渗油车辆、机械进入施工河段，污染水体。

6.6.5 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。

6.6.6 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，防止运输车辆在路上滞留无法正常通行。

(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。

6.6.7 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) 由于本工程隧洞较长，工程施工前应加强地质勘探工作，尽量绕避富水的不良地质段；隧道防排水应根据“防、排、截、堵结合，因地制宜、综合治理”的原则，在岩溶较发育地段，采用超前帷幕注浆或开挖后径向注浆封堵大面积淋水或股流，减少地质灾害的发生。

(7) 永久性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 环境风险评价

7.1 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。

7.1.1 评价依据

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），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。

本项目施工期汽油使用量为 390t、柴油使用量为 2347t，各施工工区施工仓库最大储存量为 15t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，汽柴油临界量为 2500t，则项目 $Q < 1$ ，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。

7.1.2 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储运风险、炸药火灾爆炸伴生或次生环境风险，楠木溪水库饮用水源地水质污染风险，施工期不良地质中盾构施工风险以及地质灾害风险。

7.2 风险源分析

7.2.1 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

本工程取水区为楠木溪水库，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) 地质环境风险

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。

本项目6座弃渣场弃渣量均小于20万 m^3 ，渣场堆渣最大高度均小于20m，渣场失事地质环境风险危害较小。

7.2.2 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，涉及宜昌市三水厂、猗亭一水厂、猗亭二水厂，白洋水厂，宜都市应急备用水源等。本工程从楠木溪水库取水，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楠木溪水库局部污染或大量面源污染

的爆发而影响供水水质。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。

7.3 风险事故防范及防治措施

7.3.1 施工期风险防范措施

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、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、弃渣场泥石流、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，应积极采取措施予以治理；

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。

7.3.2 营运期风险防范措施

(1) 加强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楠木溪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》、《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。

7.4 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.楠木溪库区；B.输水隧洞沿线；C.过江隧洞沿线。应急事件包括火灾、爆炸、油料溢油事故等。

(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 and 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，对事故发生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置，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。

8 环境管理、监理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 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，保护本工程取水区楠木溪水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II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》。施工区沿线的渔洋溪水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

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

隧洞工程沿线地表施工作业面要通过合理布置施工场地，加强施工管理来减免施工噪声对周边敏感目标的影响，确保农村地区作业点厂界 200m 范围内居民点、工程沿线 200m 范围内居民点处声环境功能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。城镇交通干线两侧 50m 以内居民点保护级别为《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 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；文佛山自然保护小区保护级别为《环境空气质量标准》（GB3095-1996）一级标准。

(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。

8.1.2 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。

8.1.3 环境管理机构设置

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。

2、运行期管理机构设置及职能

工程建成后由宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处负责日常运行管理工作，隶属宜昌市水利和湖泊局，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。

宜昌市清江水系连通及生态修复工程管理处的任务和职责首先要确保工程区内的调水安全，水质监测保护，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。

8.1.4 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生态环境保护行政主管部门接受调查处理。

8.2 环境监理

8.2.1 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中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。

8.2.2 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。

8.2.3 机构设置与工作方式

建设单位应当委托具有相应的监理资质专业机构，对项目施工过程中防止和减少环境污染以及生态破坏措施的执行情况进行监督检查，对环境保护设施建设施工进行现场检查。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。

建设单位、工程环境监理单位以及相关方应明确责任，见表 8.2-1。

表 8.2-1 工程环境监理相关方及其责任

责任相关方	单位名称	工程环境监理责任
建设单位	宜昌市东风渠管理局	1、委托工程环境监理单位，组织开展工程环境监理工作；2、委托施工单位，并将工程环境监理要求的各项环保措施纳入与施工单位签定的施工合同条款中，并在建设过程中督促施工单位逐项落实。
工程环境监理单位	相关专业机构	1、成立相应的工程环境监理工作小组，并根据环评报告中工程环境监理内容及项目建设实际情况，提出工程环境监理工作计划，报送宜昌市生态环境局点军区分局和建设单位。 2、根据工程环境监理工作小组的监理情况，编制每月监理报告，项目完工之后编制监理工作总报告，并将每月监理报告和总报告及时报送宜昌市生态环境局点军区分局和建设单位。
	工程环境监理单位内组织的工程环境监理工作小组	工程环境监理工作小组须按照工程环境监理工作计划内容，对建设项目施工现场组织定期巡查和监测，实地了解施工活动对周围环境的影响情况，发现问题及时与建设单位、施工单位及各有关部门联系，提出解决问题的建议并督促落实。
施工单位	建设单位委托，未定	按照与建设单位签定的施工合同条款中有关工程环境监理要求的各项环保措施，逐项落实。

8.2.4 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，施工工区（生活营地），施工道路，取土场、弃渣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。

8.2.5 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 8.2-2 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	<p>(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；</p> <p>(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。</p> <p>(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；</p> <p>(4) 编制环境监理工作规划和实施细则，报业主审批。</p>
施工期	<p>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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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、检查工作，为环境保护监理提供必要的监测数据。</p> <p>(10) 参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。</p> <p>(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。</p>
竣工后	<p>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。</p> <p>(1) 监督竣工文件的编制。</p> <p>(2) 对项目环保设施组织初验。</p> <p>(3) 协助业主组织竣工验收。</p>

- | |
|---|
| <p>(4) 编制工程环境监理总结报告。</p> <p>(5) 整理环境监理竣工资料。</p> |
|---|

8.3 环境监测

8.3.1 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。

8.3.2 环境监测机构职责

根据项目具体情况，建设单位可不设单独的环境监测机构，监测任务委托具有资质的监测机构实施。公司环保机构主要监测职责如下：

- 1、制定本企业环境监测的规章制度与年度监测计划；
- 2、定期监测建设项目运行期排放的污染物是否符合规定的排放标准，并对主要污染源建立监测档案，给公司环保规划提供依据；
- 3、分析所排污染物的变化规律，为制定污染物控制措施提供依据；
- 4、配合生产部门参加“三废”的治理工作；
- 5、负责企业污染事故调查监测，及时将调查监测结果上报有关主管部门。

8.3.3 施工期环境监测计划

1、施工期生态监测计划

施工期生态监测主要针对长江湖北宜昌中华鲟自然保护区过江隧道工程穿越区。

过江隧道工程施工期约3年，施工期间，由于相关作业产生的噪声、振动等因素，不可避免的会对保护区产生一定的不利影响。因此，施工期间需开展生态监测工作，监测重点为工程施工振动和噪声对主要保护对象等水生生物的影响。

(1) 噪声及水生态环境监测

工程施工期间，对水下噪声进行监测；对水体理化性质进行同步监测，包括 pH，水温、溶解氧、固体悬浮物、透明度、水下辐射强度、浊度、碱度、总氮、总磷、氨氮、电导率、溶解性总固体、水色、高锰酸盐指数、五日生化需氧量等。

监测周期为3年，每年监测2次。

(2) 水生生物监测

①鱼类资源监测

工程施工期间，对保护区鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布等进行监测，监测周期为3年，每年监测1次。

②鱼类饵料生物监测

工程施工期间，对工程邻近水域鱼类饵料生物，包括浮游动植物、底栖动物等种类组成、密度、生物量及其多样性进行监测，监测周期为3年，每年监测2次。

(3) 中华鲟自然繁殖监测

采用声纳探测、受精卵采集、食卵鱼类解剖等手段，在全保护区范围内对中华鲟的洄游、栖息和自然繁殖行为进行动态监测，并精确定位其交配产卵地点，同时采集相关的水文、水动力和地形数据，以进一步明确中华鲟自然产卵场的环境条件。施工期监测1次。

表 8.3-1 施工期生态监测计划表

类别		监测点位	监测项目	监测频次与时段
施工期	水下噪声及水生态环境监测监测	长江湖北宜昌中华鲟自然保护区过江隧道工程穿越区	水下噪声	2次/年
			pH、水温、溶解氧、固体悬浮物、透明度、水下辐射强度、浊度、碱度、总氮、总磷、氨氮、电导率、溶解性总固体、水色、高锰酸盐指数、五日生化需氧量	2次/年
	水生生物监测	长江湖北宜昌中华鲟自然保护区过江隧道工程穿越区及邻近水域	保护区鱼类资源监测，包括鱼类的种类组成、种群结构、资源量分布。	1次/年
			工程邻近水域鱼类饵料生物，包括浮游动植物、底栖动物等种类组成、密度、生物量及其多样性。	2次/年
中华鲟自然繁殖监测	长江湖北宜昌中华鲟自然保护区	全保护区范围内对中华鲟的洄游、栖息和自然繁殖行为进行动态监测，并精确定位其交配产卵地点，同时采集相关的水文、水动力和地形数据。	施工期监测1次	

2、施工期水环境监测计划

表 8.3-2 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
施工期	地表水	楠木溪水库、七里冲水库	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	1次/季

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

			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	
		渔洋溪	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	1次/季

3、施工期大气环境监测计划

表 8.3-3 施工期环境空气质量监测计划一览表

类别		监测点位	监测项目	监测频次与时段
施工期	环境空气	隧洞工程沿线地表施工作业面施工去居民	TSP	施工高峰期监测一次，每次连续监测7天

4、施工期声环境监测计划

表 8.3-4 施工期噪声监测计划一览表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段
施工期	隧洞工程沿线地表施工作业面施工去居民	等效A声级	1次/季，昼间、夜间连续监测。

8.3.4 运行期环境监测计划

1、水环境监测计划

表 8.3-5 运行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
运行期	地表水 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	1次/季

2、声环境监测计划

表 8.3-6 运行期噪声监测计划一览表

类别	监测点位	监测项目	监测频次与时段
运行期	噪声 取水口泵站、取水口居民	等效A声级	1次/季，昼间、夜间连续监测。

8.4 总量控制

根据生态环境部对实施污染物排放总量控制的要求以及本项目特点，不设置总量控制指标。

8.5 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”。

本项目环境保护“三同时”验收内容汇总于下表：

表 8.5-1 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6个弃渣场，弃渣场堆放前进行表层土剥离，填土编织袋围护，渣场底部布置浆砌石挡渣墙，周边布置排水沟；堆放结束后，按照水土保持方案进行表土回覆、土地平整、恢复植被。	复垦率 100%	占地区域及周边生态环境未遭受严重破坏，且逐渐恢复
	施工工区（营地）	施工结束后，拆除机械设备和建筑物，清理场地，对于平整后的场地有选择地复垦恢复成耕地或林地，使其生态环境可得到维持和恢复。	复垦率 100%	
	施工道路	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。	复垦率 100%	
	陆生动植物资源	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	COD、BOD5、SS、NH3-N、动植物油	周边水体水质未因项目建设造成污染
		施工废水	SS、石油类	
大气环境	施工期	施工扬尘	颗粒物	未因项目建设造成区域环境空气污染
		燃油废气	CO、NOX、THC	
		隧道施工废气	颗粒物、CO	
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）

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

		加强对水下噪声的控制，减少水下噪声对水生生物的影响。考虑到施工噪声对豚类及其他水生动物摄食及洄游分布的影响，施工期合理安排施工作业程序，降低4-7月的施工强度，禁止高噪声设备夜间施工。	/	/
	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	工程废弃土石方运至指定的弃渣场填埋处理	处置率 100%	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	处置率 100%	

9 环境经济损益分析

9.1 环境保护投资

9.1.1 环保建设投资构成

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”。

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。

9.1.2 环境保护投资概算

本工程总投资 70769.58 万元，其中环境保护工程费 2090 万元，包括环境保护措施投资、环境监测措施投资和独立费用等，约占总投资 2.95%。详见表 10.1-1。

表 10.1-1 环境保护工程投资概算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	初步设计 (万元)	备注
第 I 部分 环境保护措施					309.7	
一	生态环境保护				309.7	
1	生态警示牌	个	6	2000	1.2	
2	宣传册	本	700	100	7	
3	生态保护宣传与培训	次	2	7500	1.5	
4	植被恢复				-	纳入水土保持投资
5	中华鲟环境保护措施				300	含中华鲟监测、增殖放流、中华鲟保护区能力建设
第 II 部分 环境监测措施					219.42	
一	地表水				86.4	
1	施工期				67.2	
①	生产废水	点·次	192	1500	28.8	
②	生活污水	点·次	96	2000	19.2	
③	地表水	点·次	48	4000	19.2	
2	运行期				1.6	
①	地表水	点·次	4	4000	1.6	按试运行期1年计
二	地下水				8.1	
①	施工期	点·次	24	3000	7.2	
②	运行期	点·次	3	3000	0.9	
三	大气监测	点·次	64	7000	44.8	
四	噪声监测	点·次	64	800	5.12	
五	生态环境监测				75	
①	陆生生态监测	年	3	100000	30	
②	水生生态监测	年	3	150000	45	
第 III 部分 环保仪器设备及安装					60	
1	生活污水处理设备及安装	套	6	100000	60	
第 IV 部分 环境保护临时措施					962.14	

湖北省宜昌市引清入宜调水工程环境影响报告书

一	废污水处理				701.08	
1	含油废水处理				40.43	
①	土建费用	处	6	43000	25.80	
②	运行费用	m ³	121910.4	1.2	14.63	
2	生活污水处理				59.70	
①	土建费用	处	6	75300	45.18	
②	运行费用	m ³	96768	1.5	14.52	
3	基坑排水	处	1		20	
4	隧洞排水	处			518.96	
①	土建费用	处	6	311310	186.79	
②	运行费用	m ³	3321700	1	332.17	
5	地下水应急性供水及替代性水源				50	
6	混凝土生产及养护冲洗废水	处	6	20000	12	
二	噪声防治				48.70	
1	交通限速标志牌	个	6	500	0.70	
2	隔声屏	m	2400	200	48.00	
三	固体废弃物处理				87.36	
1	清运费	月	48	10000	48.00	
2	垃圾桶	个	60	200	1.20	
3	处理费	t	1008	200	20.16	
4	危废暂存间	座	6	30000	18.00	
四	环境空气质量控制				125.00	
1	洒水费用	月	48	25000	120.00	
3	防尘网、汽车篷布	个	500	100	5.00	
I~IV部分合计					1551.26	
第V部分 环境保护独立费用					440.06	
一	建设管理费				127.56	
1	环境管理人员经常费				46.54	按 I~IV之和的3%计
2	环境保护竣工验收费				50	按实际工作量估列
3	环境保护宣传及技术培训费				31.03	按 I~IV之和的2%计
二	环境监理费	月	48	8000	38.4	按实际工作量估列
三	科研勘测设计咨询费				274.10	按 I~IV之和的8%
1	勘测设计咨询费				124.10	
2	环境影响报告书编制费				150.00	

I~V部分合计				1991.32	
基本预备费				99.57	按 I~IV之和的5%
环境保护专项投资				2090.89	

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 社会效益分析

工程的实施可合理开发利用区域水资源、保障水安全、改善水生态，为宜昌市绿色可持续、高质量发展奠定坚实基础。具体社会效益如下：

(1) 解决城区水资源供需矛盾，保障宜昌市供水安全、促进区内社会经济高质量发展可持续发展。

目前，宜昌市城区水资源开发利用率为42%，已超过40%的国际公认界限。从区域上分析，西陵区、猗亭区、伍家岗区、夷陵区的黄柏河流域等河道外用水量大，开发利用程度较高，今后开发潜力已不大，而这些区域是今后经济发展的核心区域，用水量会进一步增加，内部已无法发掘供水，只能从城区外重新寻找水源。

另一方面宜昌市供水水源均来自长江流域，水源结构单一。经过综合分析，长江流域一旦发生突发性水污染事件或遇特殊枯水年、连续枯水年，城区供水得不到保障，应对将极为被动，严重的可能导致宜昌全面停水，城区的百姓生活会受到巨大影响，甚至会破坏宜昌市当前良好发展氛围。

根据国务院《水污染防治行动计划》（国发[2015]17号）关于“单一水源供水的地级及以上城市应于2020年底前基本完成备用水源或应急水源建设”的要求，解决市区单一水源水安全隐患，是迫切而必要的。本工程以清江隔河岩水库为水源，通过过江连通工程将清江水输水至江北城区，可解决今后宜昌市城区水资源供需矛盾，实现江北城区水厂单水源可独自运行、双水源可切换运行模式，保障突发情况下用水安全。

(2) 实现宜都市应急供水保障，促进沿江经济带发展。

宜都市沿江经济带分区的集中供水水源有东门水厂、红花套水厂与九道河水厂。其中，东门水厂、红花套水厂供水范围涉及宜都市中心城区及周边红花套、高坝洲、姚家店、五眼泉四镇，其重要性不言而喻。但东门水厂、红花套水厂取水水源均为长江，在突发性水源污染、极端干旱气候、输水设施股长等紧急情况下，供水安全得不

到保障，急需其他水源保证区域应急供水要求。根据《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），为全面落实中央关于保障国家水安全的总体要求，加强城市应急备用水源建设，提高城市供水安全保障能力，力争2035年，所有的城市基本建成规模适宜、水源可靠、水质达标的应急备用水源体系。清江水系连通及生态修复工程引水线路过宜都红花套，并预留了向宜都的供水出口，可实现宜都应急备用水源结构。

（3）解决点军片区农村饮水安全工程长效运行

点军区“十二五”、“十三五”期间，通过农村饮水安全工程的建设，农村居民在饮水量、方便程度上得到基本解决。但是受水源条件、工程状况、人口分布和标准提升等因素影响，农村饮水安全工程在保证率、水量和水质保障等方面还存在一些薄弱环节，保障农村饮水安全是一项长期工作。

本工程从清江隔河岩水库引水进入点军区作为饮用水源，有利于健全工程长效运行机制，强化管护，充分发挥已建工程效益，进一步提高农村饮水集中供水率、自来水普及率、供水保证率和水质达标率。

9.2.2 经济效益分析

本项目为供水和水系连通工程，项目建成后将极大地改善水资源短缺的局面，充分缓解水资源供需矛盾的问题，供水量增加，有利于工业、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。

本次评价对工程建成后的社会经济效益从供水效益、解放劳动生产力效益和健康效益三方面进行估算如下：

（1）供水效益 $A1$

项目建成后，规划水平年城市农村用水量约13332.86万 m^3 （按引水总量16666万 m^3 扣除管网损失及不可预见水量20%计列），其中生活用水3143.46万 m^3 ，非生活用水10189.41万 m^3 。

由于供水效益是由引水工程、水厂及输水管线工程共同作用的结果，经初步估算，水厂及输水管线工程约6.01亿元，一期引水工程4.4亿元，二期引水工程约17亿元，故本次工程分摊系数为0.62，经测算，本次工程供水效益为18873.41万元，供水效益测算如下表所示：

表 10.2-1 供水效益测算表

片区	组团	供水终点	年供水量 (万m ³)			供水水价 (元/m ³)		总供水效益 (万元)	分摊系数	供水效益 (万元)
			生活	非生活	小计	生活	非生活			
江北组团	西陵组团	市三水厂	803.03	1873.74	2676.78	1.90	2.40	6022.75	0.6 2	3735.80
	猗亭组团	猗亭二水厂	395.39	4546.93	4942.32			11663.8 8	0.6 2	7234.89
	白洋组团	白洋水厂	790.37	1679.53	2469.90			5532.57	0.6 2	3431.75
江南组团	点军组团	土城乡水厂	605.74	1124.95	1730.70			3850.80	0.6 2	2388.58
		点军二水厂	519.21	964.25	1483.46			3300.69	0.6 2	2047.36
	宜都市	应急供水 (10d)	29.72	0.00	29.72			56.47	0.6 2	35.03
小计			3143.4 6	10189.4 1	13332.8 6			30427.1 4		18873.4 1

注：供水价格参考宜价管【2016】62号文和2021年3月24日宜昌市发展和改革委员会发布《关于城区二次供水建设改造移交后居民供水价格及相关事项的通知》，居民供水水价1.9元/m³（含运行加压二次维护费0.53元/m³），非居民供水水价2.40元/m³（含运行加压二次维护费0.53元/m³）。

(2) 健康效益 A_2

健康效益指因农村饮水安全工程的建设，改善了受益人群的饮水条件，水媒介疾病下降，农民饮上清洁卫生水后，能大大降低肝炎、肠炎、痢疾等流行病的发生，减少了疾病的发生率，为农民的身心健康提供条件和保证，减少医疗支出及增加劳动出工率所产生的经济效益，采用市场价估算方法估算：

$$A_2 = a + b = \sum_{i=1}^n CDP(m+w)$$

式中：

A_2 —健康效益（万元）；

a —劳动出工率增值；

b —医疗费降低值；

C —饮用自来水人数；

D —工程建成前当地受益人口发病基数；

P —工程建成后水致疾病病递减率（%）；

m —工程建成前人均医疗费（元/人·年）；

n —水致疾病发病种类数；

w—项目区年人均产值。

经分析，式中 $C=10.75$ 万人， $D=330.4$ 例/10 万人， P 为 100%， $m=300$ 元， n 为疾病种类，实地调查，当地发病为一般性疾病，故可认为 $n=1$ ， $w=30000$ 元/人·年，考虑效益分摊系数，经计算可得 $A_2=667.54$ 万元。

表 10.2-2 健康效益估算表

C	D	P	m	n	w	分摊系数	A_2
10.75	330.4/100000	100%	300	1	30000	0.62	667.54

(3) 劳动力节约效益 A_3

劳动力节约效益主要是指农村人饮工程运行后，受益户平均节约取水劳力 0.2 工日 / (d·户)，平均每户 5 人，则人均节约劳动力系数为 4%；节约取水的劳动力可能创造价值的利用系数为 0.08~0.10，则有：

$$A_3 = \frac{0.2}{x} Cqwr$$

式中：

A_3 —劳动力节约效益（万元）；

X —每户平均人数，取每户 5 人；

q —劳力利用系数（%），取 8%；

w —项目区年人均产值，取 30000 元/人·年；

r —折扣系数，取 0.8；

其它符号意义同前。

考虑效益分摊系数，经计算可得 $A_3=512.10$ 万元。

表 10.2-3 劳动力节约效益估算表

x	C	q	w	r	分摊系数	A_3
5	10.75	8%	25000	0.8	0.62	512.10

根据地区社会经济发展情况，健康效益和劳动力节约效益的年增长率按 3% 计列。

9.2.3 环境效益分析

本工程通过新建连通隧洞工程、过江隧洞工程及输水管道工程，彻底实现“引清入宜”。将清江水引入江北城区猓亭一水厂、市三水厂及猓亭二水厂，在提升城市供水品质的同时实现中心城区可切换双水源运行模式；通过预留分水管线，完成宜都市应急备用水源布局。其环境效益具体如下：

(1) 延续修复宜昌江南城区生态环境，筑牢生态安全屏障。

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。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。

湖北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和绿色发展的具体路径。绿色产业催生绿色发展新机遇。

(2) 满足中华鲟自然保护区相关环境保护政策的需要

长江湖北宜昌中华鲟自然保护区地处长江上游与中游的交界、鄂西山区向江汉平原的过度地带，整体大致分为丘陵、平原和岗地三种类型，海拔 80~500m。经过 2008 年和 2018 年两次调规，保护区范围为葛洲坝下（不含葛洲坝）至枝城杨家溪。河流长度约 60km，其核心区长度约 24km，缓冲区长度 14km，实验区长度 22km。水域面积约 6735.88ha。

根据《长江湖北宜昌中华鲟自然保护区管理办法》：核心区禁止建设任何生产设施，对长江中华鲟自然保护区（西陵段）核心区内造成污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，一律依法取缔。中华鲟自然保护区实验区、缓冲区不宜开展建设生产设施。

《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》中，宜昌市中心城区规划新建猗亭一水厂及白洋水厂。根据长江湖北宜昌中华鲟自然保护区功能区划，规划新建猗亭一水厂取水口位于中华鲟自然保护区缓冲区，白洋水厂取水点位于中华鲟自然保护区实验区，不满足相关政策要求。实施清江水系连通及生态修复工程（二期），调整水

厂用水水源，可有效保护长江生态环境，保护长江湖北宜昌中华鲟自然保护区。

9.2.4 环境资源损益分析

本工程的实施有利于恢复宜都市战略应急水源，提高宜昌城区供水保障，提升城市功能，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 1304 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 0.77%，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。

10 环境影响评价结论

10.1 项目概况

为优化宜昌城区水资源配置，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，宜昌市实施“清江水系连通及生态修复工程”。工程总体分两期实施，一期工程引水线路主线起于长阳隔河岩水库止于点军楠木溪水库、支线起于长阳金盆分水闸止于点军长岭河牛头湾，目前已在建设中。本工程属二期工程中的一部分，在一期工程的基础上，通过清水过江、水系连通等实现“引清入宜”既定的目标。

本工程衔接一期工程设计内容，引水线路主线从一期主线终点楠木溪水库将清江水引入宜昌、宜都两市。本工程的实施使得江北城区将清江水引入猓亭一水厂、市三水厂、猓亭二水厂（预留白洋水厂分水口），实现中心城区可切换双水源运行模式；增加通往宜都市分水管线，完成宜都市应急备用水源布局，全面提升供水保障能力。

本工程建设内容包括连通隧洞工程、输水管道工程，其中：连通隧洞工程从楠木溪水库取水口至江南分水井。输水线路全长 17.35km。设计引水流量楠木溪水库~点军分水口为 $5.3\text{m}^3/\text{s}$ ，点军分水口~江南分水井为 $4.536\text{m}^3/\text{s}$ 。连通隧洞沿线设 1 座管桥、2 条检修交通洞和 3 条施工支洞。过江输水管道全长 1.62km，设计引水流量为 $3.819\text{m}^3/\text{s}$ 。输水管道经江南分水井由 2.4m 分岔成 2 根 1.4m 管道，沿盾构隧洞敷设至江北分水井中，在江北分水井中合并为 1 根 1.4m 管道并沿井壁出分水井与压力水箱相接。经压力水箱后接供水管道至猓亭一水厂。

10.2 产业政策和相关规划相符性结论

本项目属跨流域调水引水工程，主要工程任务为供水及水网连通，符合国家产业政策；工程建设符合《中华人民共和国水法》的有关规定。

工程取水口位于楠木溪水库水源地保护区，不对保护区对水体产生污染严重，与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相符；沿线施工支洞、施工工区、弃渣场等布置均避开自然保护小区范围，且在自然保护小区内不开设出

口，不影响自然保护小区功能。过江隧洞工程管道安装避开了长江湖北宜昌中华鲟自然保护区的核心区，从地下穿越自然保护区缓冲区和岸边实验区（隧道顶部位于河床以下 10.20m），不占用自然保护区范围，对保护区水体无扰动，工程运行后水文情势不发生变化，对长江通航及防洪无影响，工程建设不涉及《中华人民共和国自然保护区条例》规定的禁止类活动。

工程建设与《宜昌市中心城区给水专项规划（2017-2030）》协调一致；不在《长江经济带发展负面清单指南（试行），2022 年版》之列，满足《宜昌市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》要求。

10.3 工程分析

1、本期工程接续一期工程，不改变一期工程所设计引水流量及年引水量，水量配置方案不变。

2、楠木溪水库是一期、二期工程引水线路重要节点，作为清江来水调蓄池使用，起到调节进水口高程的作用。工程总体不影响水库本身灌溉、城镇供水等兴利任务。

3、本项目主体工程选址选线合理；各施工工区布设在引水工程沿线各支洞口附近，距离居民区较远，用地范围均不涉及饮用水源保护区、自然保护区等环境敏感区。弃渣场分散布置于各支洞口附近，场地稳定，周围无工业企业、居民区，不占用生态公益林、天然林和基本农田，不涉及占用生态保护红线范围，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。项目施工布置总体合理。

4、项目施工准备期主要完成施工道路、风、水、电设施，施工工区建设工作，同时进行弃渣场地的平整、防渗处理工作。主体工程施工期主要完成进水口、引水隧洞、输水管道安装等工作，工程竣工收尾期主要完成施工临时设施撤离和施工工区场地清理及复垦工作。

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；施工占地对生态环境的破坏及导流构筑物填筑、建筑物施工、开挖造成的水土流失影响。工程运行期的影响主要为进水口引水构筑物处涵闸噪声对周围居民的影响，引水对区域水源利用的影响，对楠木溪水库及桥边河下游

水文情势、水环境、水生生态环境的影响等。

10.4 区域环境质量现状结论

1、生态环境现状

本项目隧洞工程建设区域位于武陵山区生物多样性保护与水源涵养重要区。评价区植物资源丰富，植被类型复杂多变。森林植被覆盖率高，生态系统以林地生态系统为主，生态系统稳定性较强，生态环境质量总体良好。

本项目过江工程建设区域位于长江宜昌中华鲟自然保护区水域，评价区分布有鱼类 112 种，浮游植物 90 种，浮游动物 58 种，底栖动物 10 种。保护区主要保护对象为中华鲟繁殖群体及其产卵场和产前栖息地，白鲟、长江鲟、胭脂鱼及“四大家鱼”等重要经济鱼类的产卵场和栖息地。

2、地表水环境质量现状

项目区域地表水监测表明，楠木溪水库、七里冲水库水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准；渔洋溪水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

3、地下水环境质量现状

项目区域地下水监测表明，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 类标准要求。

4、环境空气质量现状

宜都市 2024 年 PM_{2.5} 年均浓度超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，故判定项目所在宜都市属于环境空气质量不达标区。点军区、猇亭区各污染物浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，属于环境空气质量达标区。

5、声环境质量现状

项目所在区域声环境现状监测表明，工程沿线主要施工区域及周边敏感目标处噪声昼、夜间等效连续 A 声级满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准的要求。

6、土壤环境质量现状

项目区域土壤环境监测表明，工程施工区满足《土壤环境质量 建设用地土

壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值标准。

10.5 环境影响评价结论

10.5.1 地表水环境影响评价

10.5.1.1 施工期地表水环境影响

1、施工导流的影响

本项目盾构始发井采用土石料将施工场地填筑至设计水位以上的导流方式，楠木溪水库进水口采用外侧填筑围堰挡水，施工期来水经水库调蓄后通过低坝管排至水库下游的导流方式，不会对下游水文情势产生影响。

长岭河倒虹吸采用一次围堰拦断河床，涵管过水的导流方式，选择一个枯水期完成施工，对河流水文情势的影响可以接受。

过江隧洞盾构工程全线位于江底施工，在河道内无涉水施工及水工构筑物，隧道顶部位于长江底河床以下 10.20m，不会对长江水文情势产生影响。

2、对水质的影响

施工期工程开挖、施工导流、围堰填筑及拆除等活动施工废水会暂时性的对施工河流水质产生影响。施工接受后，影响将消除。

施工基坑废水、混凝土废水、施工机械维修保养废水、盾构泥浆废水、施工隧洞涌水等，在采取收集处理后回用不外排的情况下，对周边水环境不会产生影响。

10.5.1.2 运营期地表水环境影响

本工程建成运行后，对楠木溪水库水温结构及下游水文情势不产生影响，在对宜昌三水厂、猗亭一水厂、猗亭二水厂、点军二水厂供应水源及对宜都市提供应急备用水源的情况下，可满足桥边河生态补水需求。桥边河及下游水量、流速、水位等将发生变化，水质在现有IV类水质的基础上将得到提升，生态流量得到补偿。

10.5.2 地下水环境影响评价

10.5.2.1 施工期地下水环境影响

1、对地下水质的影响

本项目在隧洞施工过程中因施工机械以及施工材料和粉尘等可能会引起施工区域以及施工废水排放区地下水水质的影响。施工废水中污染物主要来源于：爆破材料产生的污染、机械设备产生的污染和注浆材料 and 支护过程的污染。

由于本项目引水隧洞属深埋隧道，标高一般在 150-350m，最大埋深 430m，根据区域水文地质条件分析，工程引水隧洞均位于含水层饱水带，即位于地下水水位以下，隧洞在穿越这类含水层时地下水会涌入隧洞，并携带这些污染物经排水设施排出地表，进入地表水系。通过设置相应的水处理设施，对施工排水进行处理达标后排入地表水系中，工程施工期对区域地下水水质几乎没有影响。

2、对地下水水位的影响

施工期连通隧洞工程开挖阶段，隧洞揭露含水层或含水构造裂隙带，存在突涌水、突泥的可能性，若采取长期抽排水，会导致区域地下水系统水位下降。但本工程引水隧洞的埋深一般在 150-350m，最大埋深 430m，属深埋隧道，根据区域水文地质条件分析，工程引水隧洞均位于含水层饱水带，即位于地下水水位以下，隧洞围岩渗透性低、富水性差，渗出的水量十分有限。在隧洞施工过程中，做好超前地质预报工作，并采取有效的支护、衬砌、排水等措施，确保施工安全，引起地下水水位下降的可能性极小。

10.5.2.2 运营期地下水环境影响

本项目为引水工程，工程建成运营后不会产生污染物排放。

工程引水隧洞全线均采用系统锚杆+挂网喷砼支护及钢筋混凝土衬砌防渗，隧洞全线洞顶 120° 范围采用回填灌浆进行充填，可最大限度的减少输水过程中的渗漏损失，同时防止隧洞外地下水渗入。因此，工程运行过程中不会对区域地下水位产生影响。

10.5.3 大气环境影响评价

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、及金属结构加工焊接废气等。

施工期在加强管理，湿式作业削减施工环境空气污染物排放量，改善施工现场工作条件，保护施工生活区及外环境敏感区环境空气质量的情况下，对大气环境的影响可以接受，工程结束后，对大气的影响将消除。

10.5.4 声环境影响评价

10.5.4.1 施工期声环境影响

本项目施工期地面施工机械设备和运输车辆产生的噪声，连通隧道支洞口施工爆破产生的振动，过江隧洞水下盾构施工产生的噪声和振动等均会对声环境及周边敏感点带来不同程度影响。但由于项目为线性工程，建设内容分散，单项工程施工时间较短，施工噪声对环境的影响可接受。

10.5.4.2 运营期声环境影响

本项目运行期取水口水闸运行过程可能会产生噪声，取水口选址处距离聚集性居民区距离较远，其影响可以接受。

10.5.5 固体废物环境影响

本项目施工期废渣直接运往规划的弃渣场按照水保方案中的要求进行堆放，通过在对弃渣堆积体的前缘设置挡渣墙，边坡进行适当防护，做好渣场的截、排水措施的情况下，弃渣场可安全运行，最大限度的减轻水土流失影响。弃渣堆放完成后通过表土回覆、土地整治及植被恢复，后期可较好地用于农业生产。

施工工区生活垃圾统一收集后运至附近乡镇垃圾中转站，由当地环卫部门定期清运处置，不会对周围环境产生影响。

10.5.6 生态环境影响评价

本工程对区域陆生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。

工程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。

10.5.7 社会环境影响

1、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。

2、防洪影响分析

根据洪水影响评价报告，工程的修建后不会对河势稳定和行洪安全产生影响；工程建成后不占用原有的防汛抢险通道，不影响汛期的防汛抢险车辆、物资及人员的正常通行以及其它防汛设施的安全运行；工程建设不会对第三人合法水事权益造成影响。

10.5.8 环境风险分析结论

本项目建成运行后不产生“三废”，也不涉及环境风险物质。工程的环境风险主要是施工期油料储运风险、炸药火灾爆炸伴生或次生环境风险，楠木溪水库饮用水源地水质污染风险，施工期不良地质中盾构施工风险以及地质灾害风险。

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，项目环境风险在可控范围。

10.6 环境保护措施结论

1、地表水环境保护措施

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。施工期间施工生产生活区设置环卫垃圾桶，并委托当地环卫部门定期清运处置。

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，必须在规定的时间内完成区域绿化景观系统建设。

10.7 环境影响经济损益分析结论

本工程的实施有利于恢复宜都市战略应急水源，提高宜昌城区供水保障，提升城市功能，改善区域河流水质，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。

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 2090 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 2.95%，与工程带来的巨大社会经济效益相比，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，本项目的建设是利大于弊的。

10.8 综合评价结论

湖北省宜昌市引清入宜调水工程从楠木溪水库将清江水引入宜昌市区，作为宜昌三水厂、猗亭一水厂、猗亭二水厂主水源及宜都市应急备用水源，工程建成后将形成清江向宜昌、宜都供水水网，可解决城区水资源供需矛盾，保障宜昌市供水安全、促进区内社会经济高质量可持续发展的需要。

项目属民生工程，其建设符合国家产业政策，符合《宜昌市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《湖北省水安全保障“十四五”规划》，工程的选线及临时施工场地布置均避开自然保护小区范围，满足《宜昌市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》要求。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和生态保护措施，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，

在环境可接受范围。工程建设在严格执行环境保护“三同时”制度情况下，从生态和环境保护的角度而言，本工程的建设具备环境可行性。