兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程

环境影响报告书

建设单位：兴宁市兴东水务建设投资有限公司

编制单位：广州浔峰环保科技有限公司

编制时间：二〇二四年十一月

打印编号：1731653530000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	2i8h0t
建设项目名称	兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程
建设项目类别	51--126引水工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	兴宁市兴东水务建设投资有限公司
统一社会信用代码	91441481MA4UU90BX3
法定代表人（签章）	黄遵涛
主要负责人（签字）	陈艾康
直接负责的主管人员（签字）	陈艾康
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广州浔峰环保科技有限公司
统一社会信用代码	91440101MA5AMWH86N
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李观艳	20220503544000000022	BH056459	李观艳

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴春青	工程概况、工程分析、环境风险分析、环境保护措施及可行性分析、环境管理与监测计划、环境保护投资及经济损益分析	BH031370	吴春青
李观艳	前言、总则、环境质量现状调查、环境影响预测与评价、评价结论及建议、附件	BH056459	李观艳

编号：S0412020006568G(1-1)

统一社会信用代码

91440101MA5AMWH86N

营业执照

（副 本）

扫描二维码登录'国家企业信用信息公示系统'了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名　　称　广州浔峰环保科技有限公司

类　　型　其他有限责任公司

法定代表人　吴文华

经营范围　专业技术服务业（具体经营项目请登录国家企业信用信息公示系统查询，网址：http://www.gsxt.gov.cn/。依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

注册资本　壹仟零捌拾万元（人民币）

成立日期　2017年12月11日

住　　所　广州市越秀区解放南路123号806房

登记机关

2024 年 06 月 17 日

仅用于兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书使用

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

建设项目环境影响报告书（表）
编制情况承诺书

本单位广州浔峰环保科技有限公司（统一社会信用代码91440101MA5AMWH86N）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为李观艳（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2022050354400000022 ，信用编号BH056459），主要编制人员包括李观艳（信用编号 BH056459）、吴春青（信用编号BH031370）等2人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：广州浔峰环保科技有限公司

2024年11月15日

编制单位承诺书

本单位广州浔峰环保科技有限公司（统一社会信用代码91440101MA5AMWH86N）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 2、3 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管部门或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第3项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条规定的符合性发生变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第5项所列情形，全职情况发生变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位(公章)：广州浔峰环保科技有限公司

2024年11月15日

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。

姓　　名：李观艳

证件号码：

性　　别：女

出生年月：1993年02月

批准日期：2022年05月29日

管 理 号：20220503544000000022

中华人民共和国
人力资源和社会保障部

中华人民共和国
生态环境部

仅用于兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书使用

编制人员承诺书

本人李观艳（身份证件号码：　　）郑重承诺：本人在广州浔峰环保科技有限公司单位（统一社会信用代码91440101MA5AMWH86N）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 4 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 被注销后从业单位变更的
6. 被注销后调回原从业单位的
7. 编制单位终止的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：李观艳

2024年11月15日

202411115293948451

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下：

姓名	李观艳	证件号码	

参保险种情况						
参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202401	-	202410	广州市:广州海峰环保科技有限公司	10	10	10
截止			2024-11-11 15:20 ，该参保人累计月数合计	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章） 证明时间 2024-11-11 15:20

编 制 人 员 承 诺 书

本人吴春青（身份证件号码 ）郑重承诺：本人在广州浔峰环保科技有限公司单位（统一社会信用代码91440101MA5AMWH86N）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 被注销后从业单位变更的
6. 被注销后调回原从业单位的
7. 编制单位终止的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：吴春青

2024年11月15日

20241028524842361 1

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名	吴春青	证件号码	440881199610124841X
参保险种情况			

参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202408	-	202410	广州市:广州浔峰环保科技有限公司	3	3	3
截止			2024-10-28 15:22 ，该参保人累计月数合计	实际缴费3个月,缓缴0个月	实际缴费3个月,缓缴0个月	实际缴费3个月,缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章）　　证明时间　　2024-10-28 15:22

目 录

1 前言 1

1.1 项目概况及特点 1
1.2 评价工作过程 5
1.3 分析判定相关情况 9
1.4 关注的主要环境问题 9
1.5 评价结论 12
1.6 致谢 13

2 总则 14

2.1 任务由来 14
2.2 评价目的 19
2.3 编制依据 19
2.4 环境功能区划 25
2.5 评价标准 49
2.6 评价等级 55
2.7 评价范围 61
2.8 评价时段和评价重点 70
2.9 环境敏感目标与保护要求 71
2.10 评价方法与工作程序 82

3 工程概况 83

3.1 相关规划及流域概况 83
3.2 工程建设必要性 89
3.3 工程简况 91
3.4 工程总体布置 99
3.5 施工组织设计 156
3.6 工程占地与移民安置 172
3.7 投资估算 175
3.8 工程涉及环境敏感区情况 175

4 工程分析 177

4.1 工程建设符合性分析 177
4.2 工程方案环境合理性分析 196
4.3 环境影响因素及污染源强分析 210

5 环境质量现状调查 231

5.1 自然环境概况 231
5.2 地表水环境质量现状调查与评价 245
5.3 地下水环境质量现状调查与评价 275
5.4 环境空气质量现状调查与评价 284

5.5 声环境质量现状监测与评价 290
5.6 土壤环境质量现状监测与评价 294
5.7 底泥环境质量现状监测与评价 303
5.8 陆生生态环境质量现状监测与评价 308
5.9 水生生态环境质量现状监测与评价 343
5.10 区域主要环境问题 357
5.11 生态环境敏感区 357
6 环境影响预测与评价 358
6.1 地表水环境影响预测与评价 358
6.2 生态环境影响预测与评价 393
6.3 地下水环境影响分析 401
6.4 大气环境影响分析 407
6.5 噪声环境影响分析 412
6.6 固体废物环境影响分析 426
6.7 土壤环境影响分析 428
6.8 人群健康环境影响 428
7 环境风险分析 430
7.1 环境风险识别 430
7.2 环境风险影响分析 432
7.3 环境风险防范措施 436
7.4 应急预案 438
8 环境保护措施及可行性分析 441
8.1 环境保护措施设计原则 441
8.2 施工期环境保护措施 441
8.3 水土流失防治措施 456
8.4 运行期环境保护措施 465
8.5 调蓄水库水源保护方案 483
8.6 水资源保护措施 484
8.7 节水与管理措施 487
8.8 社会环境影响减缓措施 488
8.9 环境保护措施汇总 488
8.10 环境影响后评价要求 490
9 环境管理与监测计划 492
9.1 环境管理机构 492
9.2 环境管理方案 493
9.3 环保监督计划 494
9.4 环境监测计划 495
9.5 施工期的环境监理 497
9.6 建设项目环境保护“三同时”验收内容 502

10 环境保护投资及经济损益分析 506
10.1 环境保护投资估算 506
10.2 环境经济损益分析 508
11 评价结论及建议 511
11.1 工程概况 511
11.2 工程分析 511
11.3 环境质量现状 511
11.4 环境影响预测评价结论 513
11.5 环境保护措施 522
11.6 生态环境敏感区 526
11.7 公众参与 527
11.8 评价结论及建议 527
附件 1 委托书 529
附件 2 营业执照 530
附件 3 兴宁市发展和改革局《关于兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程可行性研究报告的批复》（兴发改投审〔2023〕99 号） 531
附件 4 兴宁市水务局《关于兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告的审查意见》（兴水务字〔2024〕133 号） 534
附件 5 兴宁市林业局《对<关于兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程与自然保护区等生态保护红线衔接情况的函>的复函》 536
附件 6 社会稳定风险评估报告批复 538
附件 7 监测报告扫描件 540
附图 1 工程供水范围图 583
附图 2 兴宁连通工程总布置图 584
附图 3 引水工程施工总布置图 585
附图 4 隧洞进水闸及石马河水陂施工导流平面布置图 586
附图 5 和山岩水库进水口围堰平面布置图 587
附图 6 和山岩水库配水管线穿河段施工导流及围堰标准图 588
附图 7 和山水库进水塔围堰平面布置图 589
附图 8 1#施工支洞平面布置图 590
附图 9 2#施工支洞平面布置图 591
附图 10 1#、2#施工支洞洞内断面图 592
附图 11 引水隧洞进水闸结构布置图 593
附图 12 石马河拦河水陂结构布置图 594

附图 13 引水隧洞纵剖面图（1/8） 595
附图 14 引水隧洞纵剖面图（2/8） 596
附图 15 引水隧洞纵剖面图（3/8） 597
附图 16 引水隧洞纵剖面图（4/8） 598
附图 17 引水隧洞纵剖面图（5/8） 599
附图 18 引水隧洞纵剖面图（6/8） 600
附图 19 引水隧洞纵剖面图（7/8） 601
附图 20 引水隧洞纵剖面图（8/8） 602
附图 21 和山水库进水口、输水涵管及出水池结构布置图 603
附图 22 和山水库进水口、输水涵管及出水池结构布置图 604
附图 23 和山水库进水口、输水涵管及出水池结构布置图 605
附图 24 和山岩水库进水口、输水涵管布置图 606
附图 25 净水厂输水管线穿越河道图汇总 607
附图 26 评价区土地利用类型分布图 611
附图 27 工程建设占用地范围图 612
附图 28 生态保护措施平面图 613
附图 29 施工期环境保护措施平面布局图 614
附图 30 施工期环境监测计划点位图 615
附图 31 工程师踏勘现场图 616
附图 32 工程现场图 617
附表 1 兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程特性表 619
附表 2 调查水域各植物动物名录表 621
附表 3 植物多样性实测样方数据表 631
附表 4 地表水环境影响评价自查表 639
附表 5 生态影响评价自查表 642
附表 6 声环境影响评价自查表 643

1 前言

1.1 项目概况及特点

兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程位于广东省兴宁市，涉及兴宁市石马镇、宁中镇、叶塘镇、龙田镇，兴宁市位于广东省粤东地区，北部与江西省寻邬县毗邻，东北部与平远县、梅县相接，东部与梅县交界，南部与丰顺县、梅县相连，西北部与龙川县相邻，西南部与五华县接壤。兴宁全市总面积2104.85平方公里，是粤、赣、闽三省陆路交通枢纽，粤东北部重要商品集散地，粤东次中心城市，兴宁政治、经济、文化中心。

当前，梅州市兴宁城区完全依赖于合水水库作为其供水水源的唯一来源。伴随经济的蓬勃发展，兴宁市的城市化步伐不断加快，城区边界持续拓展，城乡融合一体化战略深入实施，连带周边乡镇也被逐步纳入合水水库的供水覆盖范围。然而，这一进程中，水资源供需的矛盾愈发凸显，地区性水资源分布失衡以及工程性调配能力的不足，已成为制约社会经济进步的显著瓶颈，迫切需求解决区域水资源供需紧张的问题。

兴宁城区所处的合水水库供水区域，无论是在当前还是未来一段时间内，均面临着年均用水短缺的挑战。作为全市的政治、经济与文化枢纽，解决该区域的用水难题成为优化水资源配置的首要任务。在此背景下，水资源配置优化策略首要聚焦于本流域内的潜力挖掘，随后再考虑跨流域调水的可行性。

为切实应对合水水库供水区域当前及未来面临的用水缺口问题，《兴宁市水网建设规划》（2024 年 7 月版）明确提出实施“兴宁市城乡一体化水资源配置——石壁水库与和山岩水库水系连通工程”。此工程不仅是对兴宁市水资源配置体系的一次重要优化，同时也是《兴宁市供水水源工程规划（修编）》的重要组成部分。该工程的实施，旨在深度挖掘宁江流域的潜力，通过科学手段将石马河的多余水量引入和山河流域，并借助和山水库及和山岩水库的清淤疏浚工程所释放的库容进行调节，进而为兴宁城区提供稳定的供水，与合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险。

本工程建设任务为：充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

本次工程设计引水流量为 5m^3/s，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）以及《防洪标准》（GB50201-2014），本工程年引水量＜3000 万 m^3，对应工程等别为Ⅴ等，工程规模为小（2）型。**本工程供水范围为包括中心城区（福兴、兴田、宁新三个街道办）和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等 11 个镇（街）的部分村委（居委会），详细供水范围图详见附图 1。**本工程实施后，在保证石壁水库兴利任务的前提下，和山岩水库可新增年供水量（P=97%）为 1054 万 m^3，对石壁水库兴利功能无影响，对下游石马河的生态环境无影响。

本工程的主要建设内容为：新建和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞、进水闸及拦河水陂、引水隧洞出口段；新建和山水库进水口、输水涵管；新建和山岩水库进水口、输水涵管、水厂及敷设输水管道等。

①引水隧洞

本工程引水口位于石马河洋门村段，设计引水流量为 5m^3/s，本次设计两库水系连通引水隧洞为无压流，采用城门洞形断面，隧洞底宽 2.5m，高 1.65m，洞顶采用半圆形，半径 1.25m，引水隧洞长度约 5.13km。

②进水闸

本次进水闸采用胸墙潜孔+平板钢闸门型式，进水闸主要用于从石壁水库上游石马河引水。进水闸为独立式进水口，3 级永久性主要建筑物，为 30 年一遇洪水设计，100 年一遇洪水校核。

③拦河水陂

本次工程考虑到进水闸引水需抬高石马河河道水位较小，本次设计采用拦河水陂型式。拦河水陂位于石马河上，3 级永久性主要建筑物，为 30 年一遇洪水设计，100 年一遇洪水校核。

④和山水库进水口、输水涵管、出水池

本工程和山水库进水口采用单层进水方式，和山水库引水系统主要建筑为 3 级永久性主要建筑物，洪水标准与和山水库大坝一致，为 30 年一遇洪水设计，500 年一遇洪水校核。正常运行水位 166.34m，设计洪水位 169.25m，校核洪水位 170.21m。为尽量避免对现有取水涵头及涵管的影响，新建进水口最低运行水位 162m，与进水前沿底高程一致。

输水涵管输水流量为 5m^3/s，输水涵管管径 1.2m，管长 79m。

⑤和山岩水库进水口、输水涵管、水厂及敷设输水管道

本工程和山岩水库进水口采用多层进水塔，主要用于新建和山岩水库净水厂（日常供水量为 4 万 m^3/d，应急供水量为 7 万 m^3/d）的取水。进水口采用塔式结构，为独立式进水口，5级永久性主要建筑物，洪水标准与和山岩水库主坝一致，为 50 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。正常运行水位 156.94m，设计洪水位 159.32m，校核洪水位 160.61m。进水口最低运行水位 149.12m。

本工程和山岩水库进水口～和山岩水库净水厂段输水管采用有压重力自流输水方式。为保证水库原水在输送途中不受污染，全线采用封闭式输水型式。

进水塔后采用输水钢管（输水箱涵）与和山岩水库净水厂配水池连接，总长度 227.1m，其中输水沿顺水流向往下依次为输水钢管外包砼段（7.1m）、输水钢管段（209m）、出口顶管井（11m）。其中外包砼段混凝土厚度 0.5m，全线输水钢管材质采用 Q235C，钢管内径 1.2m，壁厚 25mm；施工工艺采用顶管，出发井设置在下游出口位置，按永临结合考虑，后期作为永久检修井使用，顶进方向为下游至上游，逆水流向。输水钢管出井后连接山岩水库净水厂配水池。

本工程交水点为兴宁市第二自来水厂～黄竹坊加压总站的配水管道（甘塘村位置），交水点后利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坊加压总站。兴宁市第二自来水厂现有的配水管道为封闭式下埋钢管。本次工程为保证处理后的净水在输送途中不受污染，和山岩水库净水厂～交水点的配水方式采用封闭式的管道输送。根据地形及水力条件，本工程的配水管采用有压输水方式，配水管线长约 9.5km。

本次和山岩水库净水厂至交水点之间配水方式为有压重力自流输水，其中主管材使用 DN1200 球墨铸铁管（DIP），跨河道及公路下埋管采用 DN1200 钢管（SP）。

本工程为兴宁市流域内的潜力挖掘引水工程，拟通过科学手段将石马河的多余水量引入和山河流域，并借助和山水库及和山岩水库的清淤疏浚工程所释放的库容进行调节，进而为兴宁城区提供稳定的供水，与合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险。本工程由取水建筑物、输水建筑物、控制建筑物、交叉建筑物、调蓄水库组成，分为水源区、输水线路区和受水区。项目主要特点如下：

（1）工程输水线路涉及生态敏感区。本工程输水线路总长 14.92km，输水建筑物型式包括隧洞、进水闸、输水涵管、管道、出口泄槽、消力池段等。工程建设内容涉及 1 个梅州兴宁和山岩地方级森林公园、1 处生态保护红线、1 个饮用水源保护区、多处永久基本农田以及生态公益林。

表1.1-1 本工程与生态敏感区位置关系

序号	生态敏感区名称	涉及情况	备注
1	梅州兴宁和山岩地方级森林公园	护坡、检查井及出水口涉及森林公园范围 0.165hm²，和山水库输水涵管和山岩水库输水线地下穿越森林公园 191.07m，具体位置关系详见图 2.4-13	本工程为引水工程，属于基础设施建设，不属于《广东省森林公园管理条例》禁止建设项目范畴。目前，建设单位正就本工程项目中涉及森林公园的相关建设内容，向兴宁市林业局申请并征求其同意意见。
2	韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	护坡、检查井及出水口涉及生态保护红线范围 0.165hm²，和山水库输水涵管和山岩水库输水线地下穿越生态保护红线 191.07m，具体位置关系详见图 2.4-12	本工程属于《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中的必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施项目。目前，建设单位正就本工程项目中涉及生态保护红线的相关建设内容，向兴宁市自然资源局申请并征求其同意意见
3	和山岩水库饮用水源保护区	净水厂部分进水管（约 76m）、进水口（约 648m²）位于一级保护区内；引水隧洞（约 294m）、出水口及泄槽（约 686m²）、和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管和出水池（永久占地面积约 1002m²，管道长度 115.1m）位于二级保护区内，具体位置关系详见图 2.4-6	本工程属于引水工程，符合《中华人民共和国水法》《中华人民共和国水污染防治法》及《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关要求
4	生态公益林	根据附件 5 兴宁市林业局《对<关于兴宁市城乡一体化水资	建设单位正在征求兴宁市林业局本工程涉及生态公益林的具体面

序号	生态敏感区名称	涉及情况	备注
		源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程与自然保护区等生态保护红线衔接情况的函>的复函》，本工程部分建设内容涉及生态公益林	积
5	永久基本农田	引水隧洞及施工支洞涉及663m，输水管线施工临时开挖涉及面积约28514m²，2#施工工区临时涉及面积1486m²，具体位置关系详见图2.7-5以及图2.7-6	本工程为引水工程，属于基础设施建设，施工结束后，不继续占用基本农田，且由于本工程地下管段埋深一般不小于1.5m，施工结束后，不影响基本农田的复垦或复植利用。目前，建设单位正就本工程项目中涉及永久基本农田的相关建设内容，向兴宁市自然资源局申请并征求其同意意见

（2）区域水资源配置系统复杂，影响分析内容多。本工程将石马河的多余水量引入和山河流域，受水区包括兴宁市中心城区（福兴、兴田、宁新三个街道办）和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等11个镇（街）的部分村委（居委会）等地，涉及不同流域及水资源分区、不同行业及地区、地下水地表水再生水等不同水源，区域水资源配置系统复杂。影响分析既需要考虑上游水利工程的调度影响，又要考虑工程取水对下游水文情势影响，既要考虑对地表水资源的影响，又要考虑对地下水资源影响。

（3）调蓄水库及交水水库多，水源保护压力大。本工程除了水厂外，交水点包括和山水库、和山岩水库2座调蓄水库，水源保护压力大。

（4）受退水区涉及范围广，水环境治理任务重。工程受水区范围包括兴宁市中心城区（福兴、兴田、宁新三个街道办）和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等 11 个镇（街）的部分村委（居委会）。本工程实施需确保工程建设满足引调水工程“三先三后”、“增水不增污”或“增水减污”原则。

1.2 评价工作过程

2023 年 6 月，该工程编制完成《兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程可行性研究报告》，2023 年 10 月兴宁市发展和改革局以“兴发改投审〔2023〕99 号文”对本工程可行性研究报告进行了批复，详见附件

3；

2024 年 5 月，该工程编制完成《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告》，2024 年 7 月兴宁市水务局以“兴水务字〔2024〕133 号”对本工程初步设计报告进行了批复，详见附件 4。

2024 年 5 月，该工程取得《兴宁市水务局关于兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程社会稳定风险评估报告的批复》（兴水务字〔2024〕94 号），详见附件 6。

2024 年 9 月 3 日兴宁市兴东水务建设投资有限公司委托广州浔峰环保科技有限公司进行工程的环境影响评价工作。接受委托后，在原有相关成果的基础上，根据兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程的建设内容、输水线路、调蓄水库、取水下游影响区、受水区的情况，按照环评导则的要求，在建设单位兴宁市兴东水务建设投资有限公司的积极配合下，我单位组织技术人员对工程所在区域的自然环境、社会环境进行了全面、详细的调查。为充分借助专业单位的专业技术优势，提高项目环评质量，我单位联合广东增源检测技术有限公司、广东励图空间信息技术有限公司等单位，相继开展了环境现状监测与污染源调查、陆生生态影响、水生生态影响、地下水环境影响、水源区水文情势影响、输水线路区环境影响、调蓄水库影响、受退水区水环境影响等多个专题或专项的调查、研究或评价工作，为兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书提供技术支撑。

针对工程输水线路布置经方案优化比选后，本工程和山水库进水口及输水涵管；和山岩水库净水厂进水口及输水涵管仍无法避让而涉及 1 个森林公园（梅州兴宁和山岩地方级森林公园）、1 处生态保护红线（韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线）及 1 个饮用水源保护区（和山岩水库饮用水源保护区）、生态公益林以及永久基本农田。

①针对本工程涉及森林公园问题

本工程部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于梅州兴宁和山岩地方级森林公园内，具体位置关系详见图 2.4-13。

本工程属于引水工程，属于基础设施建设，不属于污染环境的工程设施、招

待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物，不属于禁止建设项目范畴。**且根据2024年11月6日，兴宁市林业局针对本工程的回函（见附件 5），项目用地范围涉及林地，需要办理相关征用林地手续，同时项目涉及生态公益林，未涉及天然林核定与完善落界成果，原则同意该项目的实施。**

目前本工程正在办理相关的林地使用手续，在后期实际开工建设中，本工程积极落实报告书提出的各项生态保护措施，及时恢复用地植被，进一步降低对森林公园的影响。

②针对本工程涉及生态保护红线问题

本工程部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于生态保护红线内，具体位置关系详见图 2.4-12。

由于本工程属于引水工程，将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道，向兴宁城区供水，并于与合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险。

根据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，本工程属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设。

目前，本工程正在办理相关的林地使用手续，在后期实际开工建设中，本工程积极落实报告书提出的各项生态保护措施，进一步降低对生态保护红线的影响。

③针对本工程涉及永久基本农田问题

本工程引水隧洞及施工支洞涉及 663m，输水管线施工临时开挖涉及面积约28514m^2，2#施工工区临时涉及面积 1486m^2，具体位置关系详见图 2.7-5 以及图 2.7-6。

本工程为引水工程，项目永久用地不占用基本农田，输水管线推荐方案全长14.92km，跨越长度大，沿线分布较多的基本农田，经方案比选后已尽可能避开生态敏感区，但管道不可避免会穿越部分基本农田。

本次工程分段施工，各分段施工结束后，不继续占用基本农田，且由于本工程地下管段埋深一般不小于 1.5m，施工结束后，不影响基本农田的复垦或复植利用。建设单位应严格落实施工期对基本农田的保护，尽可能减少对基本农田的破坏，并应依据“占补平衡”的原则，对破坏的农田采取补偿与恢复措施；同时倡导文明施工，保护好周边植被、农田，尽最大可能防止产生新的水土流失，无法避免的必须在完工时按照《土地复垦条例》及时恢复植被。

在严格实施各项生态保护措施和恢复措施下，进一步降低对永久基本农田的影响。

④针对本工程涉及生态公益林问题

根据根据附件 5 兴宁市林业局《对<关于兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程与自然保护区等生态保护红线衔接情况的函>的复函》，本工程部分建设内容涉及生态公益林。

生态公益林的维护和改善对评价区生态环境，保持生态平衡，保护生物多样性等具有极其重要的作用。为此，建设单位采取了有效措施加以保护：

（1）临近生态公益林施工时，注重施工期的环境监控，注重对生态公益林的保护，减少林地和灌丛植被的破坏。避免工程对其产生较大影响。

（2）施工线路尽量绕避植被较发育的地带，对于无法绕避的区段，结合实际情况对林木进行补偿，减少对原有植被的破坏。

（3）施工期严格控制施工场地、施工便道的设置数量及施工人员的活动范围，尤其是在重要环境保护目标的敏感地带，应严格控制施工活动，避免影响征地范围以外的生态环境。

（4）确因工程建设必须征用、征收或者占用生态公益林的，用地单位应根据占补平衡的原则进行调整，将用地范围内的生态公益林全部调出，并按规定的程序进行申报调补。

在严格实施各项生态保护措施和恢复措施下，进一步降低对生态公益林的影响。

在以上所有工作的基础上，于 2024 年 11 月，广州浔峰环保科技有限公司编制完成《兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书》（送审稿）。

根据公众参与的相关要求，建设单位于2024年9月5日在兴宁市水务局网站进行了第一次网络公示。2024年10月18日~2024年11月1日期间在兴宁市水务局网站进行了征求意见稿公示全文链接；与此同时，2024年10月28日、10月29日在《梅州日报》进行了为期两次的报纸公示；并在项目涉及的鹅一村、甘塘村、环陂村、凉新村、坪塘村、宁中社区、蔗塘村、大莹村、蕉联村、洋门村、石壁村等处进行张贴布告公示，公示内容告知了公众项目环境影报告书征求意见稿全文；2024年11月13日在兴宁市水务局网站进行了报批前公示，对《兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书（报批稿）》及公众参与说明进行公示。

1.3 分析判定相关情况

本工程为《兴宁市水网建设规划》（2024年7月版）和《兴宁市供水水源工程规划（修编）》等规划提出的有效解决兴宁市城区缺水问题的水资源配置工程，属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目，符合国家产业政策。本工程已列入兴宁市水网建设项目清单。

通过分析，工程选址选线、调度运行方式等符合广东“三线一单”生态环境分区管控方案的要求。本工程实施后，2030年兴宁市配置水量4.42亿m^3，均未超过2030年已批复的用水总量指标，符合最严格水资源管理制度目标要求。

1.4 关注的主要环境问题

在整个项目的环境评价过程中，根据项目的特点及评价重点内容，主要关注的环境问题包括工程建设对生态敏感区的影响、对区域（取水影响区及受水区）水资源配置的影响、取水对取水口下游河道水文情势的影响、工程建设供水的影响、取水对下游水生生态的影响、受水区环境承载能力分析、调蓄水库及交水水库水质影响等。

（1）工程输水线路涉及生态敏感区情况

工程穿越涉及1个森林公园（梅州兴宁和山岩地方级森林公园）、1处生态保护红线（韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线）、1个饮用水源保护区（和山岩水库饮用水源保护区）、永久基本农田以及生态公益林。

（2）工程建设与“三先三后”调水原则的符合性

①先节水后调水

工程受水区全面推进节水型社会建设，落实最严格水资源管理制度，强化用水定额管理，以水定需、量水而行，抑制不合理用水需求，建立健全节水制度。本工程实施后，2030 年兴宁市配置水量 4.42 亿 m^3，均未超过 2030 年已批复的用水总量指标，符合最严格水资源管理制度目标要求。

连通后和山岩水库可供水能力计算原则为：

和山岩水库、和山水库均实施清淤工程；石壁水库满足石壁灌区灌溉用水的前提下，余水引至和山岩水库；和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，水库天然来水量和现状兴利库容用于现状供水及灌溉任务调蓄；从石马河外引水量用于和山岩水库新增的供水任务，并利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄；在上述条件下，计算和山岩水库可新增的年供水能力。

②先治污后通水

工程取水口位于兴宁市石马河洋门村段，根据补充监测结果，该河段水质稳定在II类，取水河段上游未分布油品码头、污水集中排放口等污染源。工程涉及了 2 座水库，其中和山水库、和山岩水库为调蓄水库，其中和山水库尚未划定饮用水水源保护区。根据工程项目区水源地保护方案，各地方政府通过加强制定所在地区的水污染防治工作方案或污染防治攻坚战行动计划，强化饮用水水源保护区的环境管理，开展水源地规范化建设，在水源保护区内禁止新建排污口，禁止排放各类生活垃圾和固体废弃物，限制各类建筑行为，完成饮用水水源保护区内环境违法问题清理整治工作等，开展水库水质达标建设，确保工程运行前水库水质达标。

③先环保后用水

根据工程的调度运行规则，本工程运行调度情况如下：

A.石壁水库

汛期（4 月～10 月）水库汛限水位为 153.5m；

当入库洪水较小，入库流量小于 175m^3/s 时，由泄洪闸闸门控制，来多少泄多少，库水位维持在汛限水位 153.5m；

当入库流量大于 175m^3/s 时，按 175m^3/s 下泄；

当库水位上涨至防洪高水位 160.13m 时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力

敞泄，水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；水库最大下泄流量不超过入库洪峰流量。

非汛期（11 月～次年 3 月）水库水位蓄至正常蓄水位 155m。

B. 石马河引水口调度原则

在保证石壁水库灌溉任务用水需求、以及石马河引水口至石壁水库坝址以上河段的生态流量需求的前提下，当和山岩水库水位低于正常蓄水位 156.94m，和山水库库水位低于正常蓄水位 167.08m 时，开启进水闸，从石马河引水；

当和山岩水库、和山水库水位均到达正常蓄水位时，关闭进水闸，停止引水；

当流域内持续降雨，和山岩水库库水位快速上涨，且根据预报降雨可能持续增加时，应提前关闭石马河进水闸，避免增加和山河流域的泄洪压力。

C. 和山岩水库调度原则

正常来水量的情况下，库水位在 156.94m（正常蓄水位）以下不泄洪。

库水位到达正常蓄水位后，当入库洪水小于 10m^3/s 时，来多少泄多少，保持正常蓄水位 156.94m；

当入库洪水大于 10m^3/s，限泄 10m^3/s；

当库水位达到设计洪水位 159.32m 时，限泄 40m^3/s；

当库水位达到校核洪水位 160.61m 时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力敞泄。水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；水库最大下泄流量不得超过入库洪峰流量。

D. 和山岩水库水厂调度运行原则

正常情况下，和山岩水库水厂按常规设计规模 4.0 万 m^3/d 运行，与合水水库组成双水源（合水水库为主要水源），向兴宁城区供水；

当合水水库遇到突发性水源污染事件，导致第二自来水厂无法供水时，和山岩水库水厂按最大设计规模 7.0 万 m^3/d 运行，向兴宁城区应急供水，保障城区最基本的用水需求。

本工程实施后，经水文计算，水系连通后在保证石壁水库兴利任务的前提下，和山岩水库可新增年供水量(P=97%)为 1054 万 m^3，对石壁水库兴利功能无影响，对下游石马河的生态环境无影响。

（3）工程产生的环境影响及采取的环境保护措施可行性

本次评价通过工程产生的主要环境影响进行论证与评价，同时结合最严格水资源管理制度、《关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》、调水工程建设环境保护“三先三后”原则等对工程设计的各类用水指标和水资源配置方案进行了资源利用的环境合理性分析，对项目建成后受水区新增退水处置与排污控制方案进行了分析评价；预测分析了工程对涉及的饮用水源保护区、重要湿地等各类生态敏感区的环境影响；根据工程下游生态环境用水及下游区域生活生产用水要求，提出了对下游取水保障建议；根据取水口处的环境风险源现状，提出划分及调整饮用水源保护区等措施；根据水生生态影响程度与范围，提出设置拦鱼措施等水生生态保护措施；根据工程建设后水源水库及调蓄水库保护要求，提出水库水质保障、“以新带老”泄放生态流量等环境保护对策措施；提出采取对策措施降低工程施工期产生的水环境、大气、噪声和固体废物等不利影响等。本工程环境保护投资估算246.59万元，占总投资的比例为0.4%。

1.5 评价结论

兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程为《兴宁市水网建设规划》（2024年7月版）和《兴宁市供水水源工程规划（修编）》等规划提出的有效解决兴宁市城区缺水问题的水资源配置工程。

本工程的建设是落实“十六字”治水思路，特别是贯彻节水优先、空间均衡的要求，从发展和保护两方面，按“确有需要、生态安全、可以持续”的大原则，提高区域水资源保障能力和生态环境健康，确保供水安全、粮食安全、能源安全、生态安全的高度。本工程充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量，实现水资源与人口经济均衡发展，为兴宁市经济社会的高质量发展、生态文明建设提供水安全保障。

本工程的建设符合相关产业政策，是《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类项目。**工程产生的不利环境影响可通过植被恢复、生境修复、合理调度等环保措施有效减缓；施工期产生的不利影响可采取相应的治理措施达标排放。工程建设在严格遵循环境保护“三先三后”原则基础上，在有效落实本报告提出的各项环境保护措施基础上，工程建设是环境可行的。**

1.6 致谢

本工程环评工作得到了梅州市生态环境局、兴宁市水务局、林业局、自然资源局，建设单位兴宁市兴东水务建设投资有限公司，可研、初步设计编制单位广东省水利电力勘测设计研究院，协作单位广东增源检测技术有限公司、广东励图空间信息技术有限公司等单位，以及受水区兴宁市政府及相关部门的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

2 总则

2.1 任务由来

为解决梅州市兴宁城区供水不足和供水安全问题，亟需有新的水源地向城区供水，并作为城区备用水源，基于现状及结合《韩江流域综合规划》《梅州市水利发展“十四五”规划》的相关内容，兴宁市水务局于2020年12月启动《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库增效扩容改造工程》可研编制工作，2022年3月广东省水利厅对可研回复，提出意见：“石壁水库增效扩容改造工程投资大、增加的库容相对小，经济性不佳。建议适时开展合水水库、石壁水库、和山岩水库清淤疏浚，挖潜现有库容。同时，建议研究论证石壁水库与和山岩水库进行水系连通工程的可能性，将石壁水库部分水源引入和山岩水库，以提高水资源利用效率，更加有效解决兴宁市区的供水安全问题”。

城区作为全市政治、经济、文化中心，优化水资源配置的关键是解决该区域的用水问题。优化水资源配置方案的原则为优先考虑本流域挖潜，其次考虑跨流域调水。石壁水库属石马河水系，和山岩水库、和山水库属和山河水系，两者同属宁江流域。经兴宁市人民政府同意，兴宁市水务局于2023年7月委托编制了《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程可行性研究报告》，可研报告于2023年10月取得兴宁市发展和改革局的批复（见附件3）。2024年7月兴宁市水务局以兴水务字〔2024〕133号批复同意《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告》（见附件4）。

根据工程初步设计报告，石壁水库与和山岩水库水系连通工程内容为从石马河（石壁水库上游）取水，设计引水流量为5m^3/s，日引水量为2.89万m^3/s，年引水量为1054万m^3，通过5.13km的引水隧道进入和山水库库尾，借助和山水库及和山河进入和山岩水库，再通过输水涵管进入和山岩水库净水厂，水厂的供水规模为7万m^3/天，净水经过1.2m的配水管道（长约9.5km）进入兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)交水点，最后通过兴宁市第二自来水厂现有的配水管道进行配水至兴宁城区。

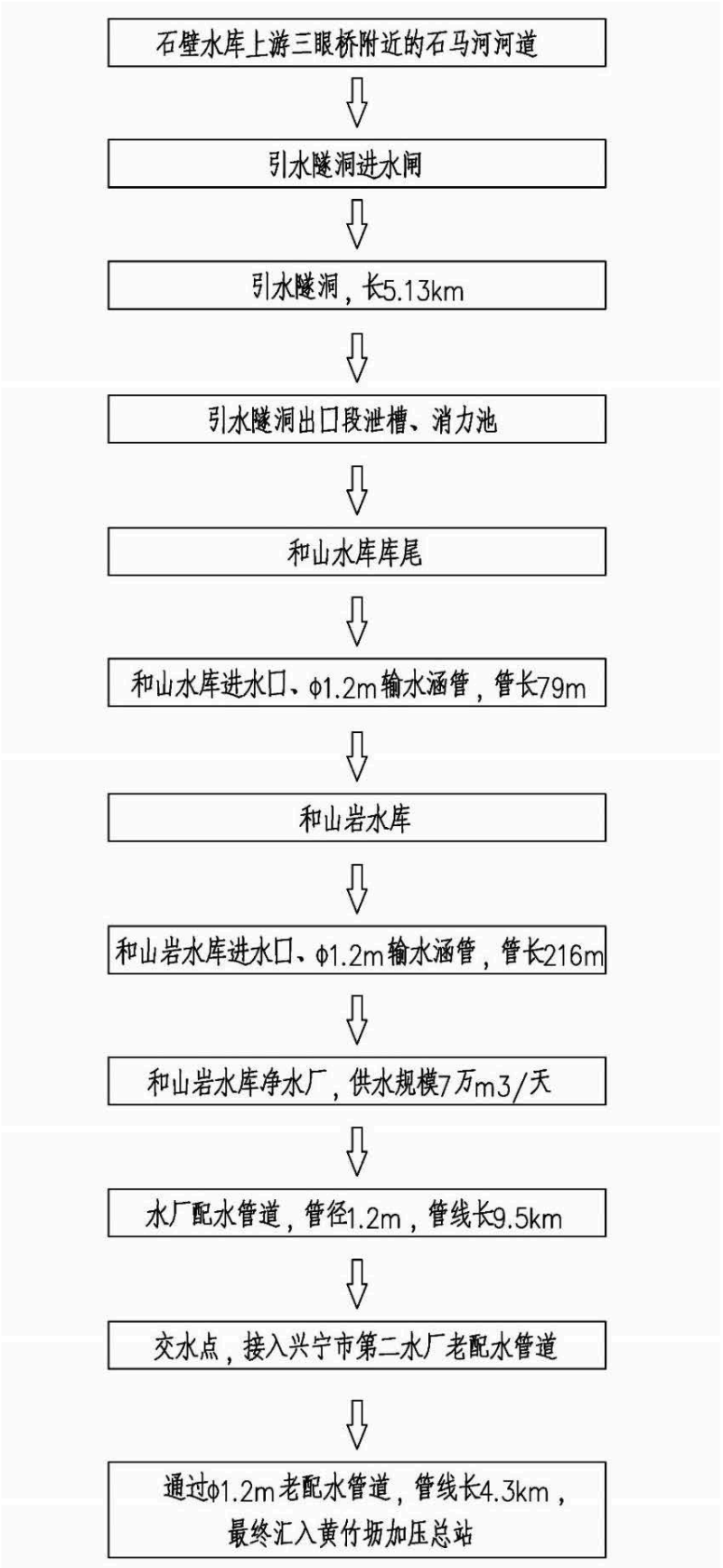


图2.1-1 引水线路图示意图

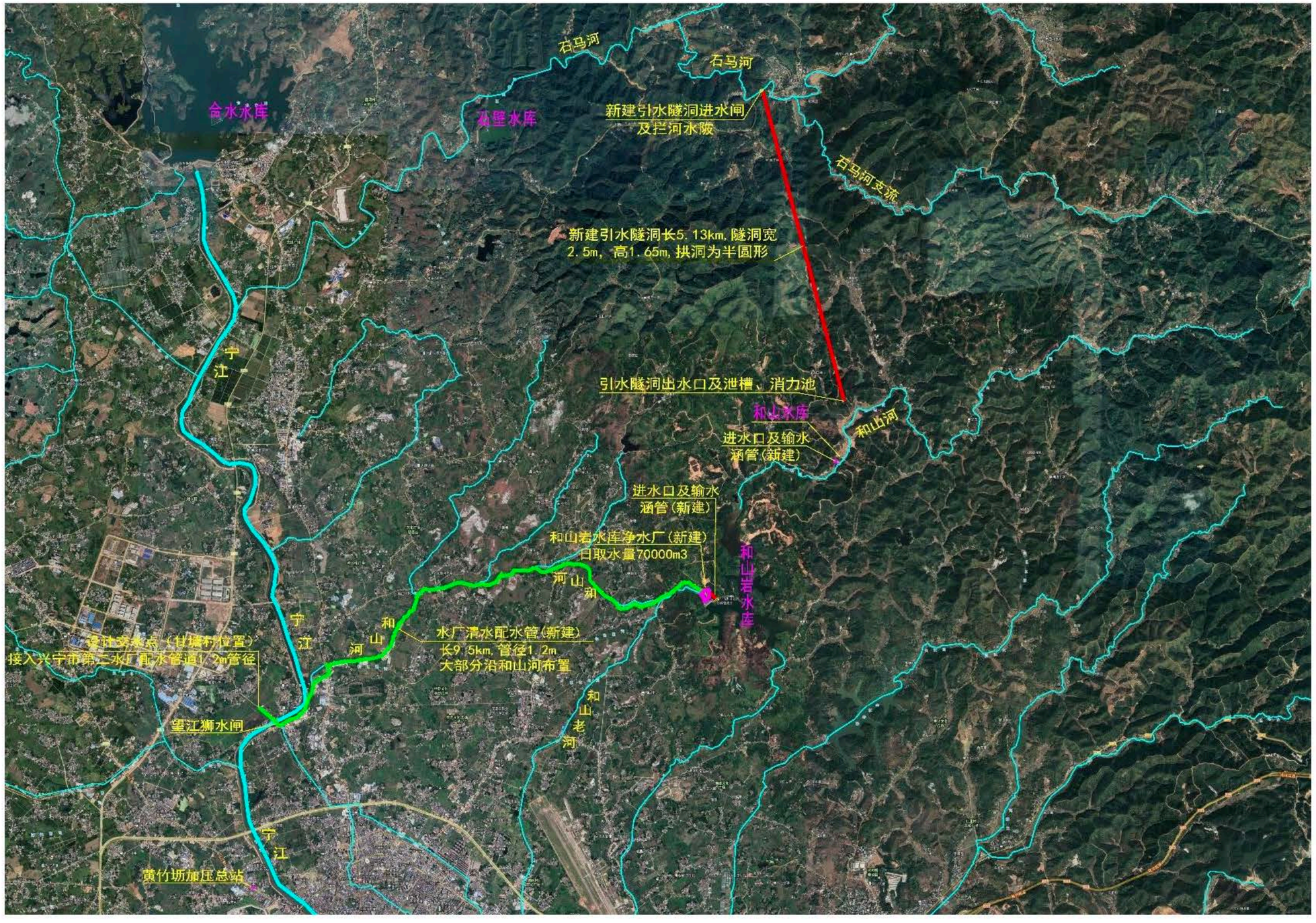


图2.1-2 兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程总布置示意图

工程任务为充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

根据《中华人民共和国环境保护法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等的规定，本工程为同流域引水工程， 但本工程涉及生态保护红线，属于涉及环境敏感区的类别，应编制环境影响报告书，详细的判定情况如下表。为此，建设单位于 2024 年 9 月委托广州浔峰环保科技有限公司承担《兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响报告书》的编制工作。

表2.1-2 项目所属行业分析

<table>
<tr><td colspan="3">《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017 ）（2019 年修订）</td><td>项目情况</td></tr>
<tr><td>大类</td><td>中类</td><td>小类</td><td rowspan="3">石壁水库上游石马河新建引水隧洞、进水闸、拦河水陂以及和山水库新建进水口、输水涵管属于 N7630 天然水收集与分配</td></tr>
<tr><td colspan="3">N 水利、环境和公共设施管理业</td></tr>
<tr><td>76 水利管理业</td><td>763 天然水收集与分配</td><td>7630 天然水收集与分配</td></tr>
<tr><td colspan="3">D 电力、热力、燃气及水生产和供应业</td><td rowspan="3">和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道属于 D4610 自来水生产和供应</td></tr>
<tr><td>46 水的生产和供应业</td><td>461 自来水生产和供应</td><td>4610 自来水生产和供应</td></tr>
<tr><td colspan="3">五十一、水利 126 引水工程</td><td rowspan="4">本工程涉及生态保护红线，应编制环境影响报告书</td></tr>
<tr><td>报告书</td><td>报告表</td><td>登记表</td></tr>
<tr><td>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）</td><td>其他</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="3">四十三、水的生产和供应业 94.自来水生产和供应（不含供应工程；不含村庄供应工程）</td><td rowspan="3">本工程新建净水厂，应编制环境影响报告表</td></tr>
<tr><td>报告书</td><td>报告表</td><td>登记表</td></tr>
<tr><td>/</td><td>全部</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="4">备注：根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）第四条可知，建设内容涉及本名录中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定，因此，该项目应编制环境影响报告书。</td></tr>
</table>

图2.1-3 项目地理位置图

2.2 评价目的

根据国家有关法律法规要求，结合工程环境影响特点，确定本次评价主要目的如下:

（1）分析工程与国家法律法规、相关政策及规划的符合性，以及工程方案的环境合理性，优化工程选址选线和引水过程，

（2）明确工程所在区域的生态环境功能，确定环境敏感和保护目标，在对区域水文水资源、地表水及地下水环境、水生生态、陆生生态现状进行调查评价的基础上，识别存在的主要环境问题。

（3）根据工程线路布局、运行特点及施工工艺，采用科学的评价方法，预测、评价工程施工期和运行期的主要生态环境影响及环境风险。

（4）针对工程建设运行期间可能造成的不利环境影响，提出有针对性的减缓和补偿对策措施，确保工程建设过程中及运行后所在区域环境质量不下降，生态系统及生物多样性得到有效保护；针对可能发生的环境风险事件，提出有效的环境风险防范对策措施。充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进所在区域和流域生态环境的良性发展。

（5）拟定环境监测和环境管理方案，动态掌握工程建设与运行过程中的实际生态环境状况并及时做出反馈，对生态环境保护措施进行补充、调整和优化，增强措施的针对性和可行性，保证实施效果满足有关保护要求。

（6）进行环境保护投资估算和经济损益分析，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

（7）从环境保护的角度综合论证石壁水库与和山岩水库水系连通工程建设实施的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

2.3 编制依据

2.3.1 国家法律法规

2.3.1.1 相关法律

（1） 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；

（2） 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；

（3） 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；

（4） 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正）；

（5） 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订）；

（6） 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日施行）；

（7） 《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）；

（8） 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日施行）；

（9） 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）；

（10） 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）；

（11） 《中华人民共和国野生动物保护法》（2022 年 12 月 30 日修订）；

（12） 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；

（13） 《中华人民共和国农业法》（2012 年 12 月 28 日修订）；

（14） 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修订）；

（15） 《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订）；

（16） 《中华人民共和国城乡规划法》（2019 年 4 月 23 日修正）。

2.3.1.2 法规和部门规章

（1） 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；

（2） 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号）；

（3） 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令第 7 号）；

（4） 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修正）；

（5） 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年 10 月 7 日修订）；

（6） 《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）；

（7） 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日修订）；

（8） 《中华人民共和国水生动植物自然保护区管理办法》（2014 年 4 月 25 日修订）；

（9） 《中华人民共和国基本农田保护条例》（2011 年 1 月 8 日修订）；

（10） 《中华人民共和国渔业法实施细则》（1987 年 10 月 14 日施行）；

（11） 《土地复垦条例实施办法》（2019 年 7 月 16 日修订）；

（12）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 9 月 1 日施行）；

（13）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日修正）；

（14）《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年 3 月 19 日修正）；

（15）《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年 12 月 22 日修正）；

（16）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）；

（17）《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1 号）；

（18）《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3 号）；

（19）《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》（环办〔2009〕30 号）；

（20）《关于加强资源开发生态环境监管工作的意见》（环发〔2004〕24 号）；

（21）《关于进一步加强生态保护工作的意见》（环发〔2007〕37 号）；

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

（23）《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》（环发〔2014〕43 号）；

（24）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（环发〔2015〕57 号）；

（25）《关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》（发改农经〔2015〕13183 号）；

（26）《水利部关于深入贯彻落实中央加强生态文明建设的决策部署 进一步严格落实生态环境保护要求的通知》（水规计〔2017〕1237 号）；

（27）《水利部 环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》（水规计〔2017〕315 号）；

（28）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；

（29）《国家重点保护野生动物名录》（2021 年 2 月 11 日修订）；

（30）《国家重点保护野生植物名录》（2021 年 9 月 7 日修订）。

2.3.2 地方性法规及政策文件

（1） 《广东省环境保护条例》（2019 年 11 月 29 日修正）；

（2） 《广东省水污染防治条例》（2021 年 1 月 1 日施行）；

（3） 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018 年 11 月 29 日修订）；

（4） 《广东省大气污染防治条例》（2019 年 3 月 1 日施行）；

（5） 《广东省林地保护管理条例》（2020 年 9 月 29 日修订）；

（6） 《广东省生态公益林调整管理办法（试行）》（2009 年 12 月 1 日实施）；

（7） 《广东省野生动物保护管理条例》（2020 年 3 月 31 日修正）；

（8） 《广东省基本农田保护区管理条例》（2014 年 11 月 26 日修正）；

（9） 《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》（2017 年 2 月 8 日）；

（10） 《广东省渔业管理条例》（2015 年 12 月 30 日）；

（11） 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案的通知》（粤办函〔2021〕1227 号）；

（12） 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）；

（13） 《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》；

（14） 《梅州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》；

（15） 《梅州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（梅市环字〔2024〕17 号）；

（16） 《广东省人民政府关于<兴宁市国土空间总体规划（2021—2035 年）>的批复》（粤府函〔2023〕305 号）。

2.3.3 相关规划

（1） 《广东省水资源综合规划》；

（2） 《广东省生态文明建设“十四五”规划》（粤府〔2021〕61 号）；

（3） 《广东省水利发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕29 号）；

（4） 《广东省水生态环境保护“十四五”规划》（粤环函〔2021〕652 号）；

（5） 《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120 号）；

（6） 《广东省地表水环境功能区划》（粤府函〔2011〕129 号）；

（7） 《广东省地下水功能区划》（粤水资源〔2009〕19 号）；

（8） 《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17号）；

（9） 《关于印发梅州市“千吨万人”乡镇及以下饮用水水源保护区调整划定方案的通知》（梅市府函〔2020〕254号）；

（10） 《梅州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（2021年5月）；

（11） 《梅州市人民政府关于印发<梅州市生态环境保护“十四五”规划>的通知》（梅市府函〔2022〕30号）；

（12） 《韩江流域综合规划》；

（13） 《梅州市水利发展“十四五”规划》；

（14） 《兴宁市水利发展“十四五”规划》。

2.3.4 导则及技术规范

（1） 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2） 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（3） 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

（4） 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（5） 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（6） 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（7） 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

（8） 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T 88-2003）；

（9） 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ69-2018）；

（10） 《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）；

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

（12） 《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）；

（13） 《广东省江河湖库水生态环境调查与评价技术指引（试行）》；

（14） 《江河生态安全调查与评估技术指南（试行）》；

（15） 《水利水电工程环境保护设计规范》（SL 492-2011）；

（16） 《地表水和污水监测技术规范》（H/T91-2002）；

（17） 《生态环境状况评价技术规范》（H192-2015）；

（18） 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》（SL359-2006）；

（19） 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（20） 《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）；

（21） 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单；

（22） 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（23） 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

（24） 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

（25） 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

（26） 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（27） 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

（28） 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）；

（29） 广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

（30） 广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）；

（31） 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）；

（32） 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

2.3.5 相关技术文件

（1）《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程可行性研究报告》及其批复；

（2）《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告》及其批；

（3）兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程其他相关研究及专题报告；

（4）《兴宁市和山水库清淤工程环境影响报告书》；

（5）《兴宁市和山岩水库清淤工程环境影响报告书》。

2.4 环境功能区划

2.4.1 地表水环境功能区划

2.4.1.1 水环境功能区划

本工程取水水源为石马河，交水水库涉及和山水库、和山岩水库，输水线路涉及和山河、宁江，取水口下游影响水库为石壁水库。

根据广东省《地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号），本工程取水水源石马河（兴宁寨高围-兴宁三样树）功能现状为“农”，水质保护目标为II类，宁江（兴宁方村坝-望江桥闸）功能现状为“饮农”，水质保护目标为II类，宁江（望江桥闸-兴宁水口）功能现状为“饮农”，水质保护目标为III类。

根据《梅州市兴宁市环境保护规划（2007-2020年），石马河（石壁水库出口至兴宁三样树河段）和宁江（市第二自来水厂吸水点下游500米至望江桥闸河段）的水质目标由II类调整为III类。

参照《梅州市环境保护“十三五”规划》及《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》，石壁水库、和山岩水库功能现状均为“饮农发”，水质保护目标均为II类。和山水库、和山河未划定水环境功能区划。

根据《广东省地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号），各水体未列出的上游及支流的水体环境质量控制目标以保证主流的环境质量控制目标为最低要求，原则上与汇入干流的功能目标要求不能相差超过一个级别，和山河、和山水库为宁江（兴宁方村坝-望江桥闸）段一级支流，结合《关于印发〈地表水和地下水环境本底判定技术规定（暂行）〉的通知》（环办监测函〔2019〕895号）：“地表水型饮用水源以《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）常规监测项目III类水质标准限值和补充项目、特定项目标准限值为判定标准为，和山河、和山水库水质保护目标拟执行III类标准。

本工程所在区域地表水环境功能区划见表2.4-1，工程区域水系图和地表水环境功能区划图见图2.4-1~图2.4-4。

表2.4-1 工程所在区城地表水环境功能区划农（摘录）

分区	水体	河流	起点	终点	长度（km）	功能现状	水质目标	工程布置
水源区	石马河	宁江	兴宁寨高围	石壁水库出口	28.5	II	II	取水口所在河

分区	水体	河流	起点	终点	长度（km）	功能现状	水质目标	工程布置
								段
水源区	石马河	宁江	石壁水库出口	兴宁三样树河段	5.5	III	III	取水口所在河段下游
调蓄水库	和山水库	宁江	总库容 89.61 万 m^3			/	III	工程交水水库
输水线路	和山河	宁江	全程			/	III	工程输水河流
调蓄水库	和山岩水库	宁江	总库容 2048 万 m^3			II	II	工程交水水库
取水下游影响区	石壁水库	宁江	总库容 1235 万 m^3			II	II	/
周边水体	宁江	宁江	市第二自来水厂吸水点下游 500 米	望江桥闸	/	III	III	/
	宁江	宁江	望江桥闸	兴宁水口	25.2	III	III	/

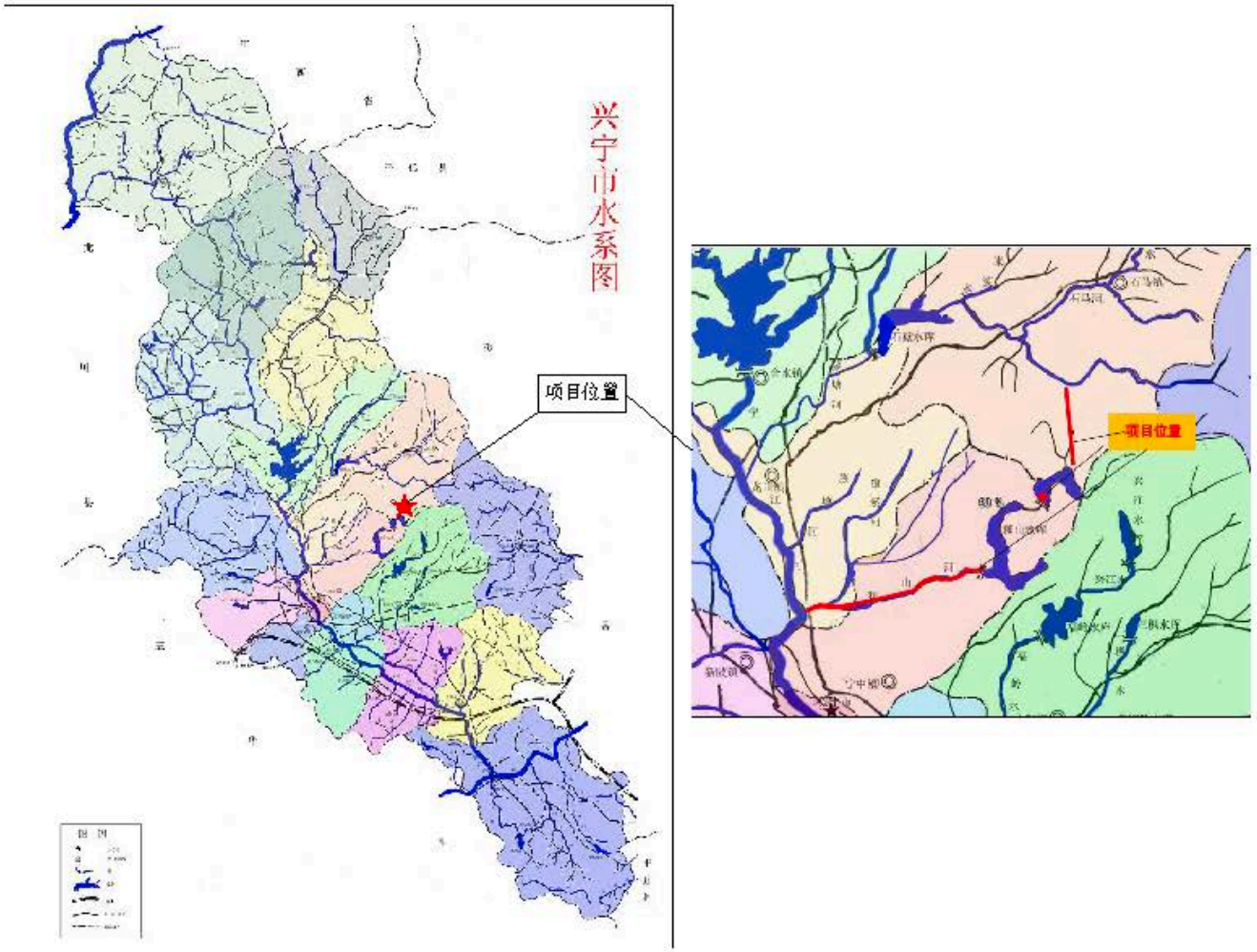


图2.4-1 工程区域水系图

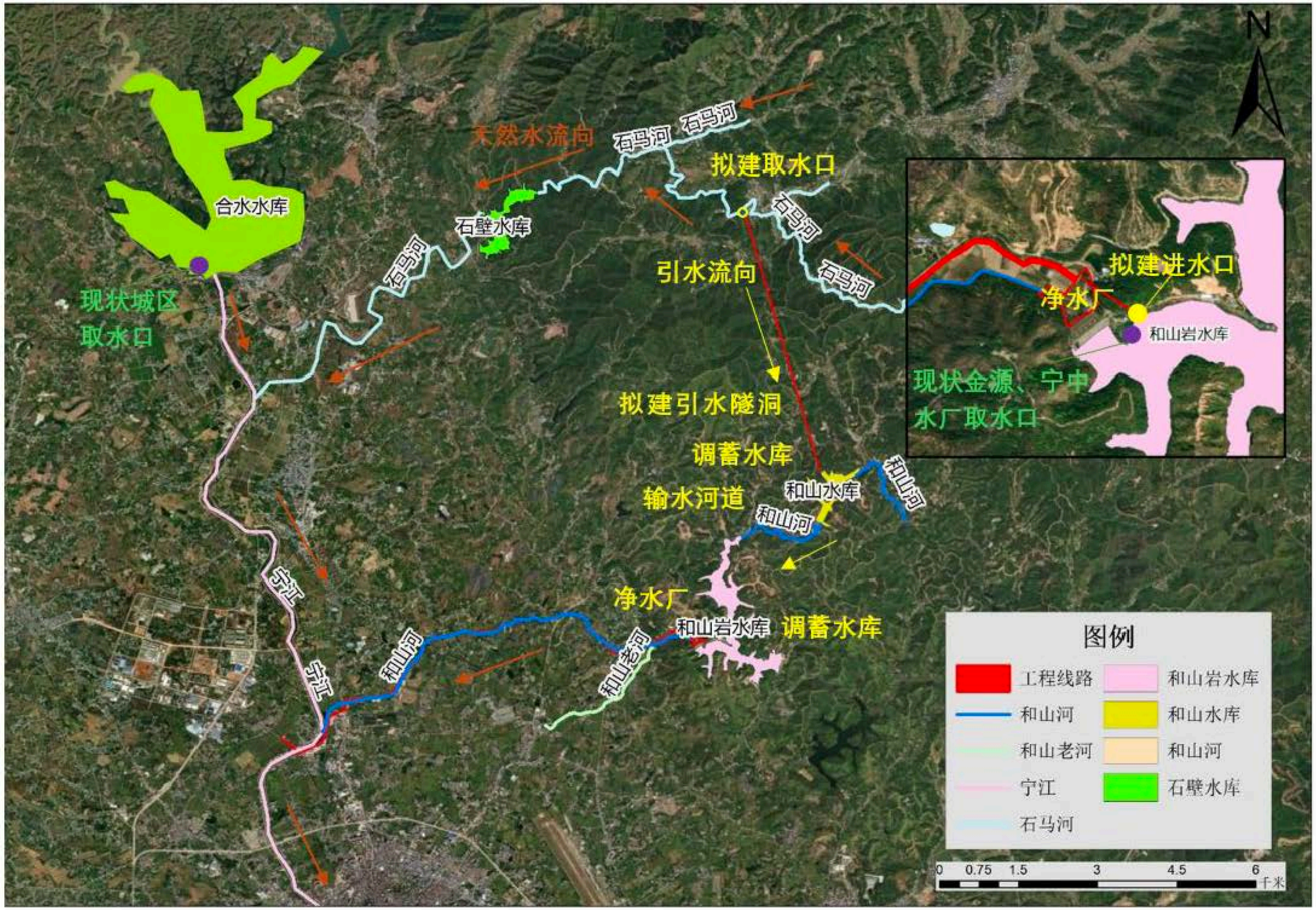


图2.4-2 工程区域周边水系图

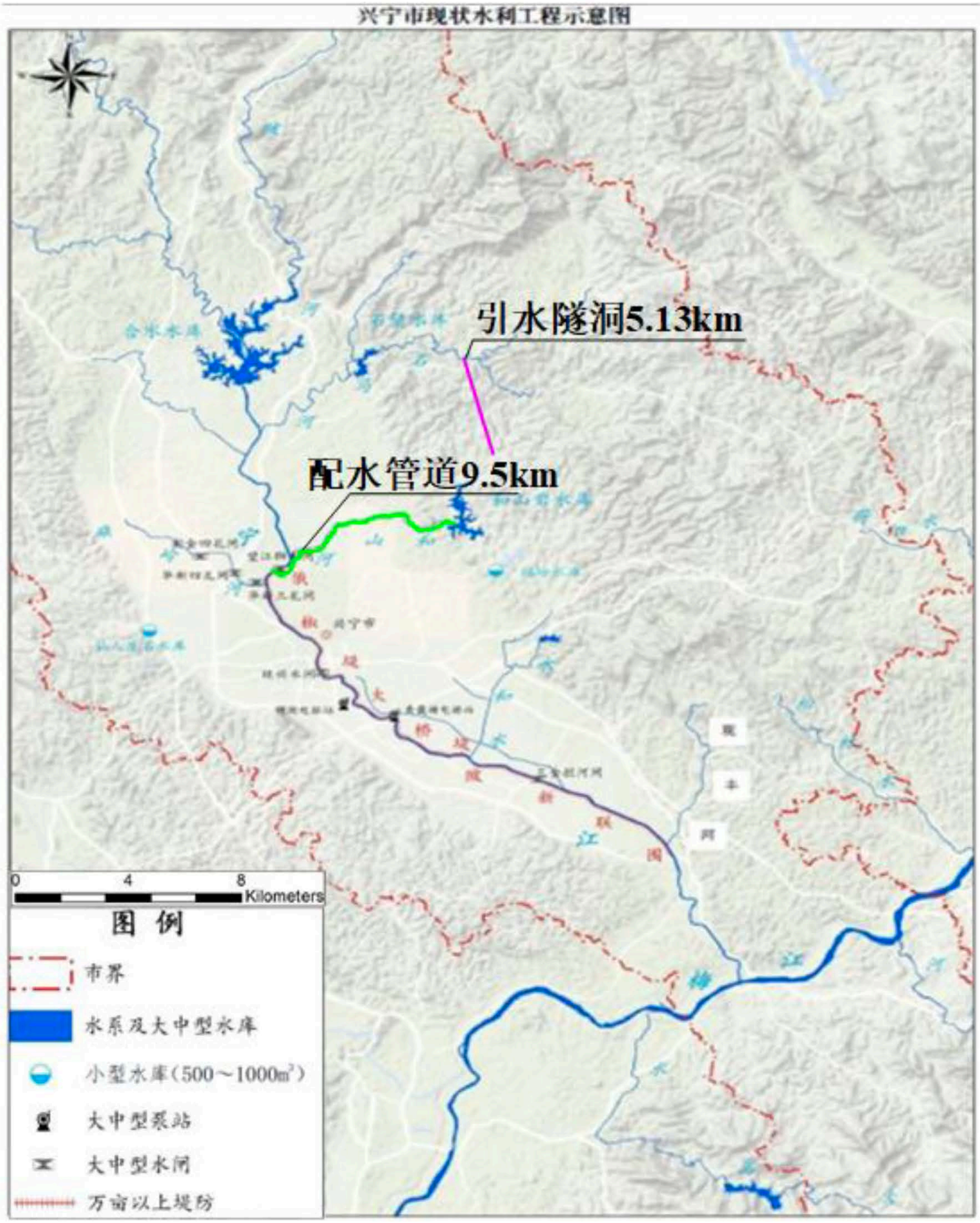


图2.4-3 兴宁市现状水利工程示意图

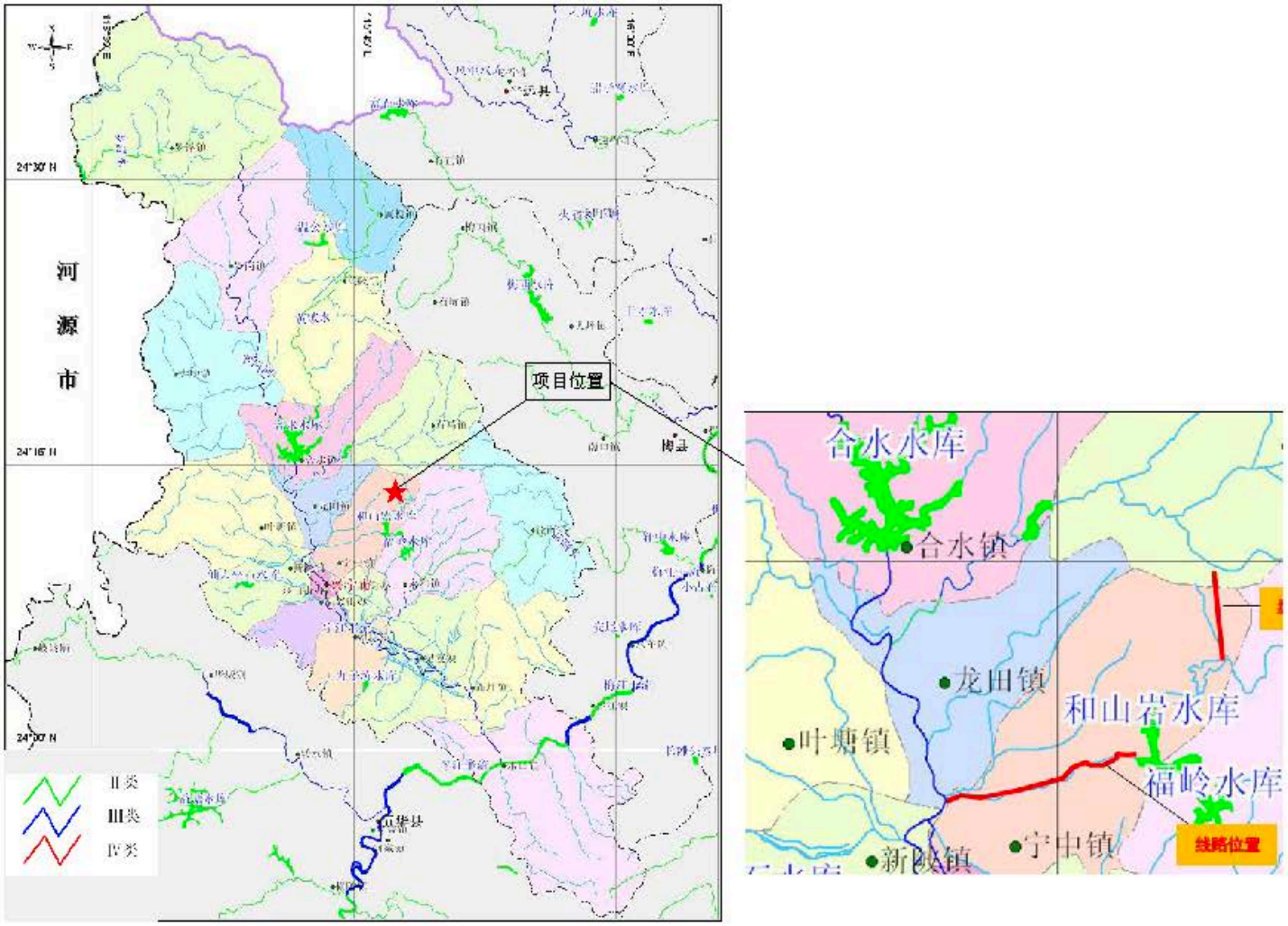


图2.4-4 水环境功能区划图

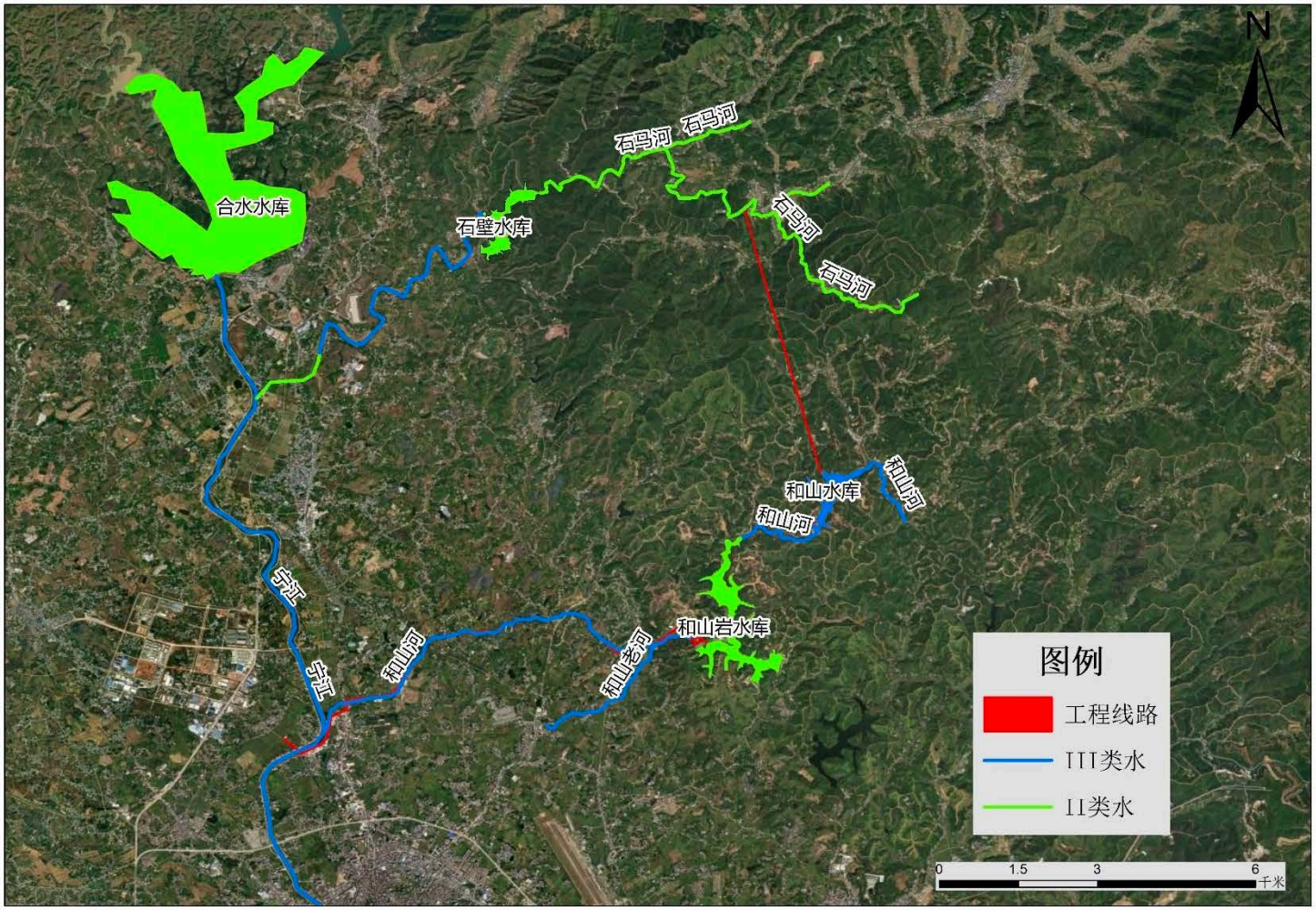


图2.4-5 工程周边水环境功能区划图

2.4.1.2 饮用水水源保护区

根据《关于梅州市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》（粤府函〔1999〕42号）、《关于调整兴宁市区饮用水源二级保护区陆域范围的批复》（粤府函〔2001〕469号）、《关于同意梅州市31个建制镇饮用水源保护区划分方案的函》（粤环函〔2002〕102号）、《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17号）和《关于调整梅州市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2018〕428号），兴宁市宁江饮用水源保护区的基本情况见表2.4-2。

本工程不涉及项目兴宁市区宁江与合水水库饮用水水源保护区，但部分工程位于和山岩水库饮用水源保护区，具体位置关系图见图2.4-6。

表2.4-2 区域饮用水水源保护区的划分情况

保护区所在地	保护区名称与级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与本工程关系
兴宁市	兴宁市区宁江与合水水库饮用水水源保护、一级	Ⅱ类	兴宁市宁江供水有限公司宁江河取水口下游116米至上游350米处（合水水库主坝处）。	相应一级保护区水域两岸向陆纵深50米的陆域。	本工程不涉及，净水厂输水管线距离距离最近的一级保护区约7934米
		Ⅱ类	合水水库以主坝泄洪口为中心点，向水库内延伸约1150米包络的水域（西侧边界至排沙沟围堰一线；西北侧至114°41′33.31″，24°15′31.79″控制点；北侧边界为水库主坝泄洪口向水库内延伸1150米所涉及的一线水域；东北侧至115°42′48.28″，24°15′58.81″控制点；东侧至水库防洪应急道路一侧）。	取水口侧合水水库一级保护区水域向陆纵深200米范围内的陆域或至流域分水岭。	本工程不涉及，石马河取水口距离距离最近的一级保护区约7549米
兴宁市	兴宁市区宁江与合水水库饮用水水源保	水质保护目标Ⅱ类	宁江河一级保护区下边界下延326米的水域。	相应二级水源保护区水域两岸河堤背水坡脚向陆纵深1000米集雨范围内的陆域	本工程不涉及，净水厂输水管线距离距离最近的二级保护区约7464米
		水质保护	合水水库五管区堤围与S225省道包络	合水水库合水镇六管区刘屋山	本工程不涉及，石马河取水口距离距

保护区所在地	保护区名称与级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与本工程关系
	护、二级	目标Ⅱ类	的正常水位线（138米）内的水域（一级保护区水域除外）。	（E115.702175426°，N24.2809010969°）至白泡桥（E115.708977448°，N24.2861493594°）段二级水域保护区向陆纵深100米范围内的陆域，其余段为水库一级和二级水域保护区向陆纵深1000米范围内的陆域或至流域分水岭。	离最近的二级保护区约7495米
兴宁市	饮用水源准保护区	水质保护目标Ⅱ类	合水水库五管区堤围和S225省道分别向上游入库河流上溯5000米河段的水域。	相应准保护区水域向陆纵深200米范围内的陆域范围。	本工程不涉及，石马河取水口距离距离最近的准保护区约7311米
兴宁市	和山岩水库饮用水源保护区一级	Ⅱ类	和山岩水库正常水位线以下的全部水域。	和山岩水库取水口正常水位线以上100米范围内的陆域范围。	本工程净水厂部分进水管（约76m）、进水口(约648m²)位于一级保护区内
兴宁市	和山岩水库饮用水源保护区二级	Ⅱ类	/	整个流域(一级保护区陆域外区域)。	本工程引水隧洞(约294m)、出水口及泄槽、消力池；和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管（约79m）、出水池均位于二级保护区内

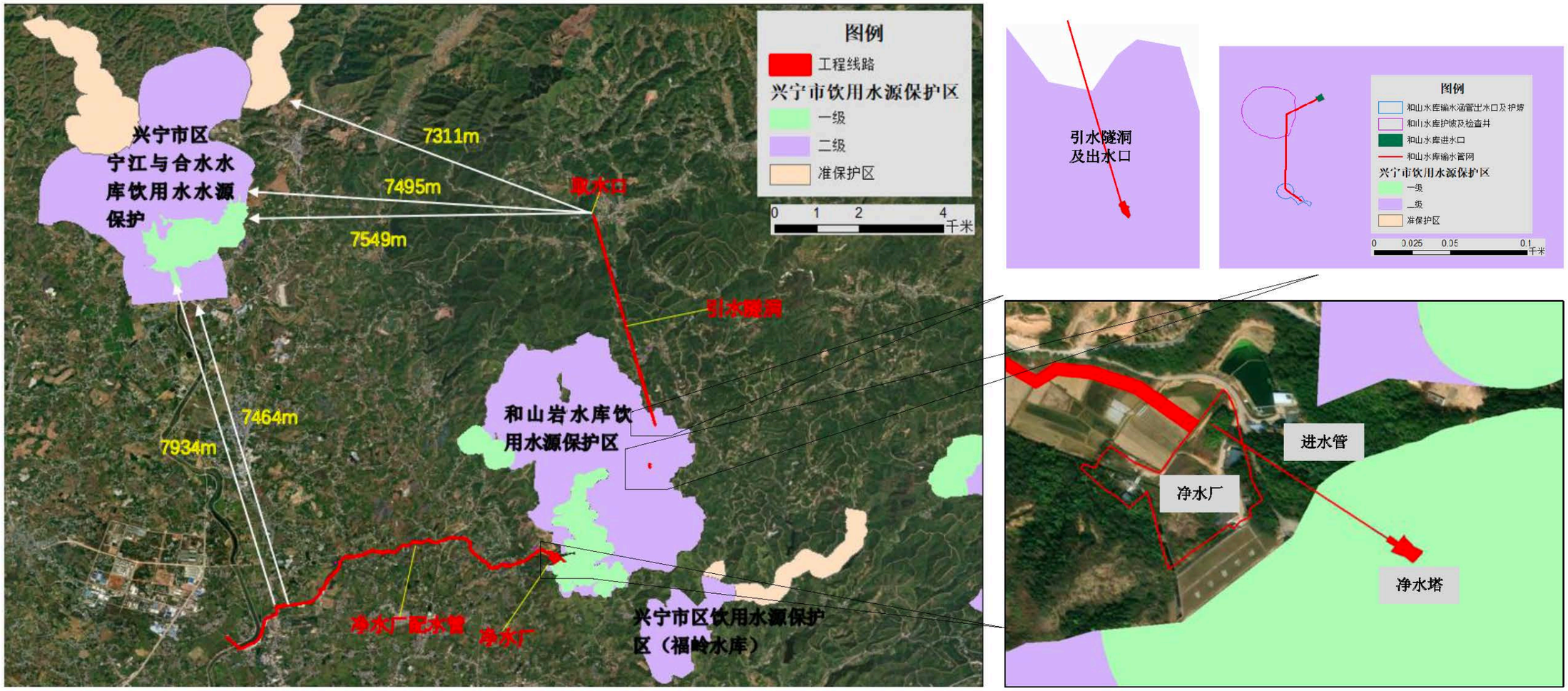


图2.4-6 本工程与饮用水水源保护区的位置关系图

2.4.2 地下水功能区划

根据《广东省地下水功能区划》（广东省水利厅，2009 年），项目所在区域地下水功能区划为“韩江及粤东诸河梅州兴宁城区分散式开发利用区（代码H084414001Q05）”及“韩江及粤东诸河梅州兴宁地下水水源涵养区（代码H084414002T06），水质保护目标为III类，执行《地下水质量标准（GB/T14848-2017）中的III类标准。项目所在地的地下水环境功能区划图见 2.4-14。

2.4.3 大气环境功能区划

根据《梅州市人民政府关于印发梅州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（梅市府函〔2022〕30 号），本工程所在地属于一类、二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中一级、二级标准，见图 2.4-15。

2.4.4 声环境功能区划

根据《兴宁市人民政府关于印发兴宁市声环境功能区划方案的通知》（兴市府〔2022〕37 号），本工程输水管线部分涉及 1 类声环境功能区，部分尚未划定，本次按照净水厂四周执行 2 类声环境功能区，其他工程区域执行 1 类声环境功能区进行评价，见图 2.4-16。

2.4.5 生态功能分区

根据《广东省主体功能区规划》，工程沿线涉及梅州市兴宁市，位于国家级重点生态功能区南岭山地森林及生物多样性生态功能区粤北部分中的水源涵养功能区，详见图 2.4-17。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2021〕71 号）、《梅州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（梅市环字〔2024〕17 号），工程沿线所在区域涉及 1 个优先保护单元、1 个一般管控单元和 1 个重点管控单元。其中涉及的优先保护单元为兴宁市和山岩水库优先保护单元，要素细类为生态保护红线、水环境优先保护区、大气环境优先保护区；涉及的一般管控单元为兴宁市一般管控单元（ZH44148130001），要素细类为生态保护红线、水环境优先保护区、大

气环境优先保护区、水环境一般管控区、大气环境一般管控区、一般生态空间、大气环境弱扩散重点管控区；涉及的重点管控单元为兴宁市宁江重点管控单元（ZH44148120001），要素细类为大气环境受体敏感重点管控区、大气环境弱扩散重点管控区、大气环境高排放重点管控区、一般生态空间。工程沿线涉及的生态环境管控单元见图2.4-7至图2.4-11。优先保护单元以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。一般管控单元执行域生态环境保护的基本要求，根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。重点管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

据广东省、梅州市国土空间规划成果，工程沿线不涉及广东省、梅州市生态保护红线。工程布置与梅州市生态保护红线成果位置关系图见图2.4-12。

根据《兴宁市自然保护地整合优化方案公示》（公示稿，2023.3.20），工程引水隧洞及输水涵管等涉及梅州兴宁和山岩县级森林公园，整合优化后仅和山水库的进出水口、输水涵管涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园。考虑与将来的管理衔接，本报告下文统一采用整合优化后的梅州兴宁和山岩地方级森林公园范围进行分析。工程布置与整合优化后的梅州兴宁和山岩地方级森林公园位置关系图见图2.4-13。

2.4.6 环境功能区划汇总

本工程所在区域环境功能区划汇总见下表。

表2.4-3 本工程所在区域环境功能区划汇总表

编号	功能区名称	功能区确定依据	功能区确定类别及属性
1	水环境功能区	广东省《地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号）、《梅州市环境保护“十三五”规划》、《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》	石马河（兴宁寨高围-石壁水库出口）、和山岩水库、石壁水库属于II类水环境功能；石马河（石壁水库出口-兴宁三样树河段）、和山水库、和山河属于III类水环境功能
2	地下水环境功能区划	《关于同意广东省地下水功能区划的复函》（粤办函〔2009〕459号）及广东省水利厅地下水功能区划（文本）	韩江及粤东诸河梅州兴宁城区分散式开发利用区（代码H084414001Q05）；韩江及粤东诸河梅州兴宁地下水水源涵养区（代码

编号	功能区名称	功能区确定依据	功能区确定类别及属性
			H084414002T06），水质功能为III类
3	环境空气质量功能区	《梅州市生态环境保护“十四五”规划》	大气环境一类、二类功能区
4	声环境功能区	《兴宁市人民政府关于印发兴宁市声环境功能区划方案的通知》（兴市府〔2022〕37号）	1类、2类功能区
5	永久基本农田保护区	《梅州市国土空间总体规划（2021—2035年）》	是，临时用地（引水隧洞及施工支洞）涉及663m，输水管线施工临时开挖占地面积约28514m²，2#施工工区临时占用面积1486m²
6	风景名胜区、自然保护区、森林公园、重点生态功能区	《广东省主体功能区划》（府〔2012〕120号）	是，本工程部分内容（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于梅州兴宁和山岩地方级森林公园内
7	是否属于水源保护区	《关于梅州市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》（粤府函〔1999〕42号）、《关于调整兴宁市区饮用水源二级保护区陆域范围的批复》（粤府函〔2001〕469号）、《关于同意梅州市31个建制镇饮用水源保护区划分方案的函》（粤环函〔2002〕102号）、《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函〔2015〕17号）和《关于调整梅州市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2018〕428号）	是，和山岩水库饮用水源保护区，净水厂部分进水管（约76m）、进水口（约648m2）位于一级保护区内；引水隧洞（约294m）、出水口及泄槽（约686m²）、和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管和出水池（永久占地面积约1002 m²，管道长度115.1m）位于二级保护区内
8	是否污水处理厂纳污范围	/	否

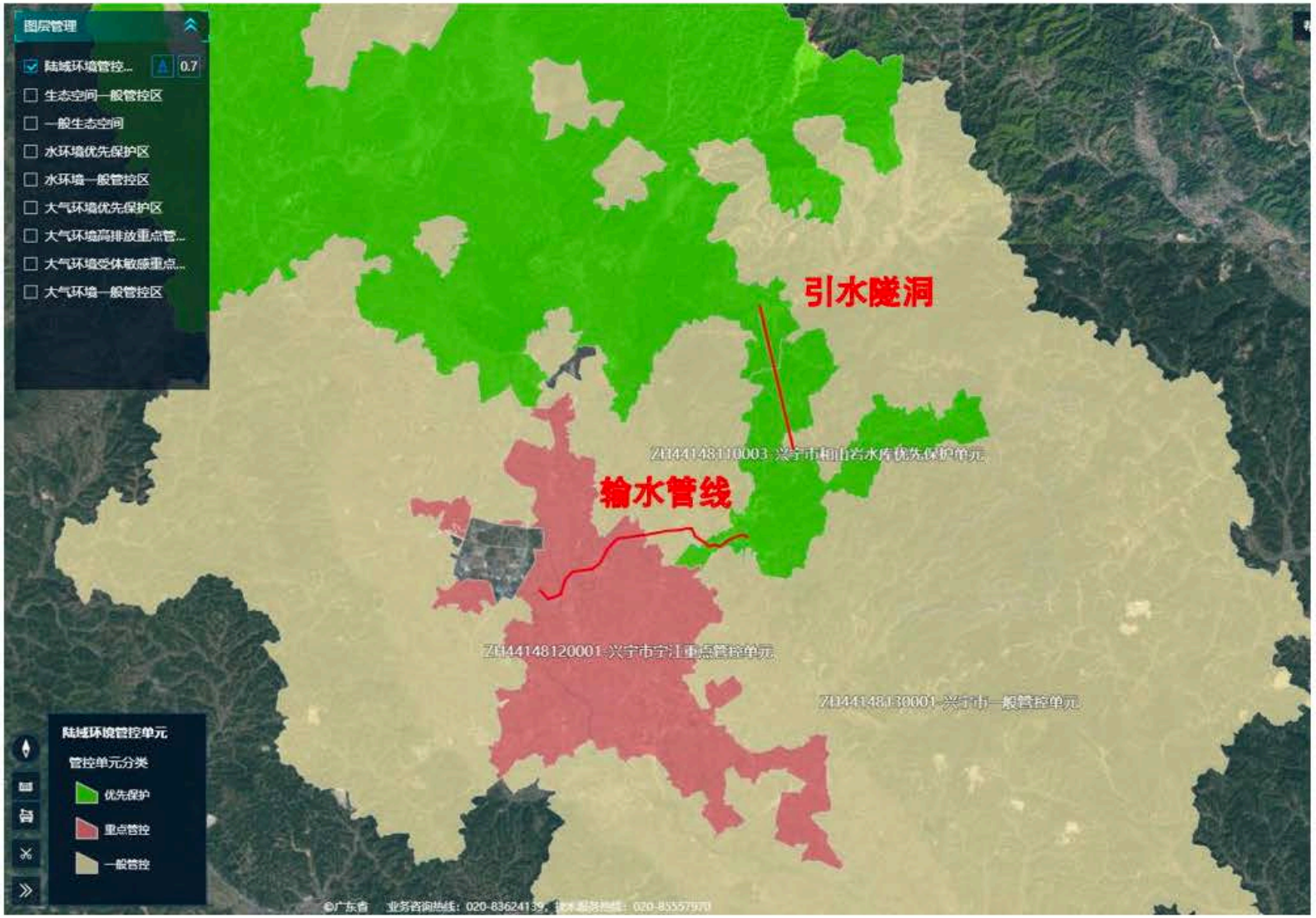


图2.4-7 工程沿线涉及的生态环境管控单元图

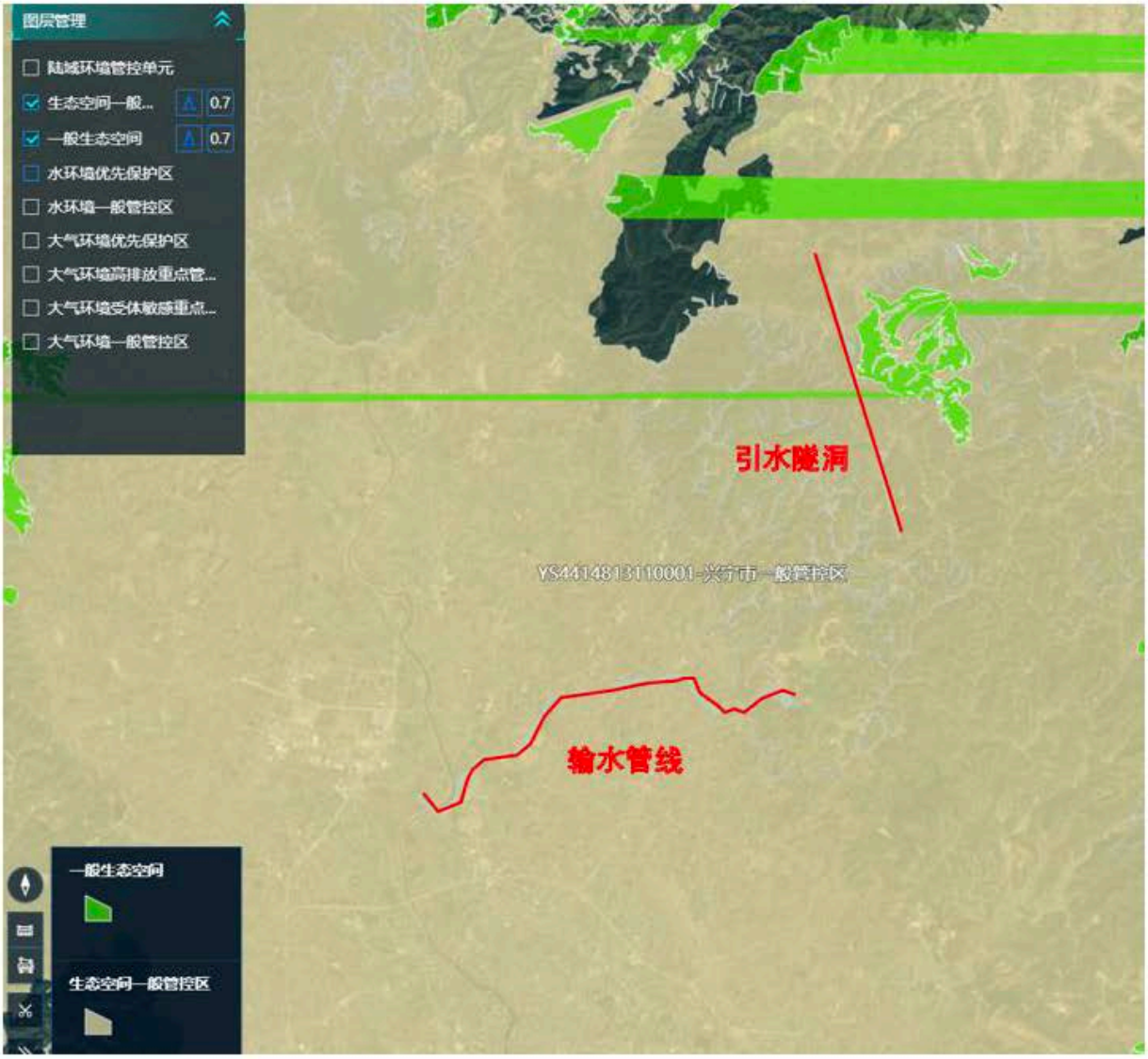


图2.4-8 工程沿线涉及的一般生态空间图

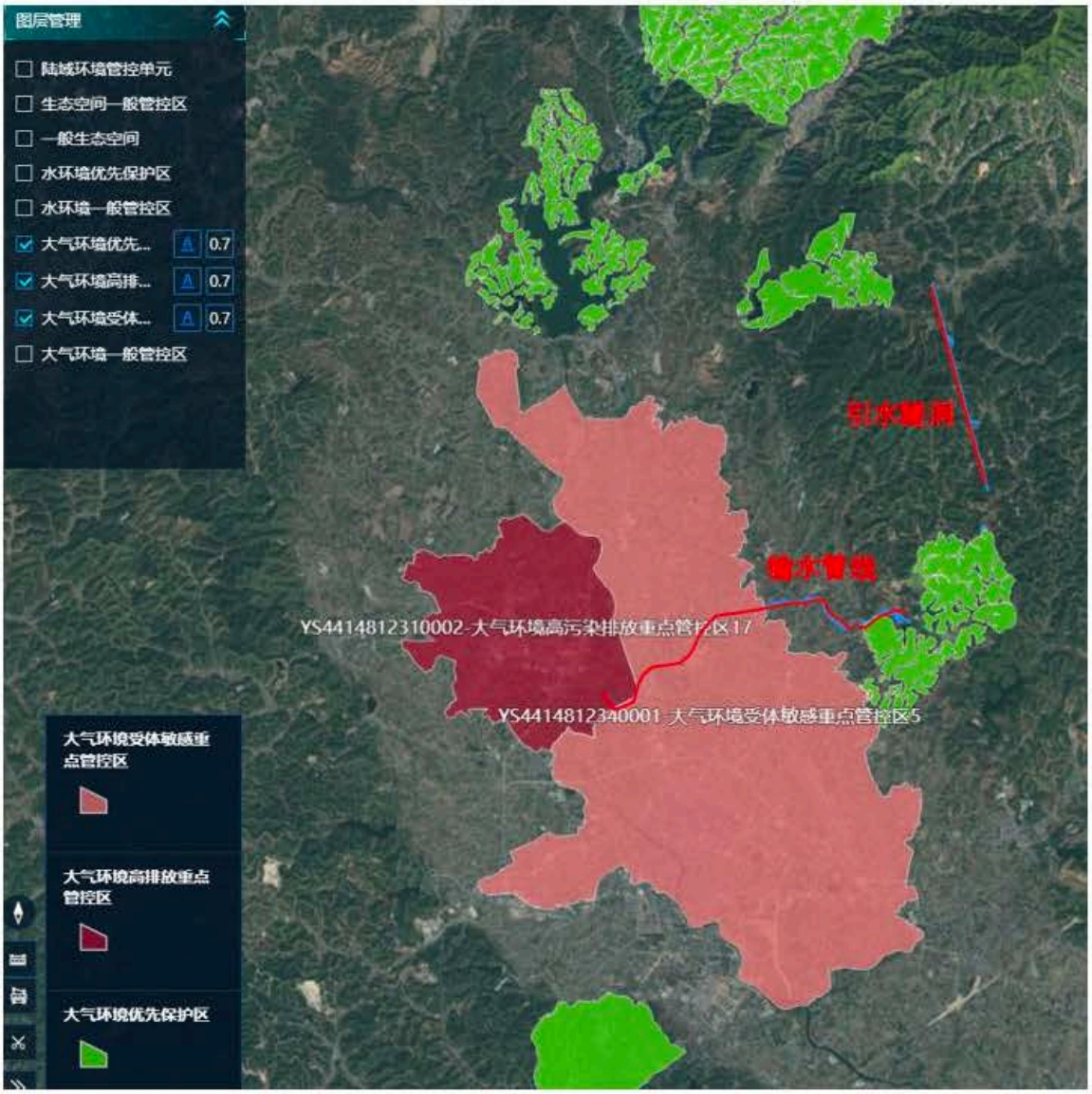


图2.4-9 工程沿线涉及的大气管控单元图

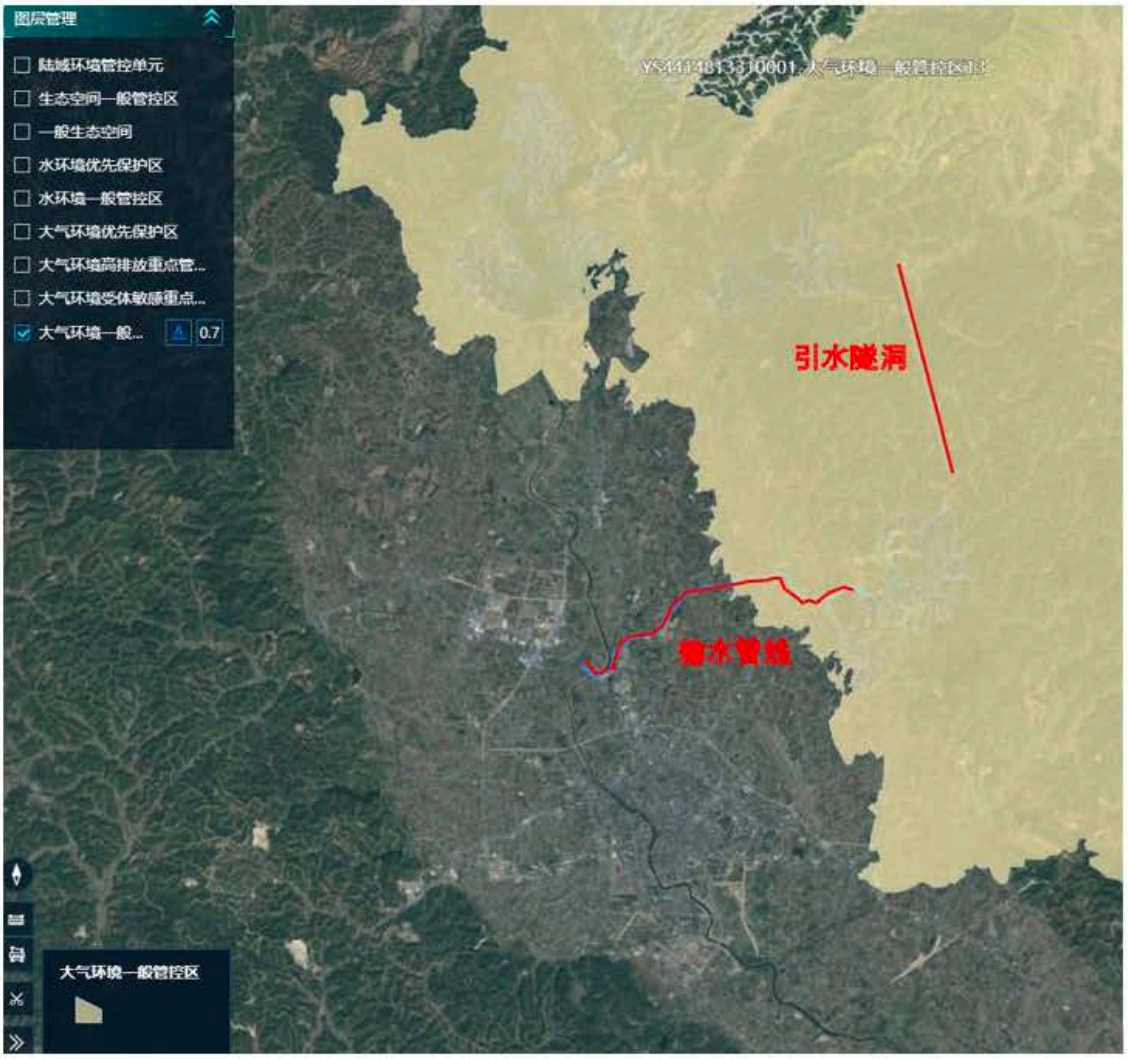


图2.4-10 工程沿线涉及的大气管控单元图

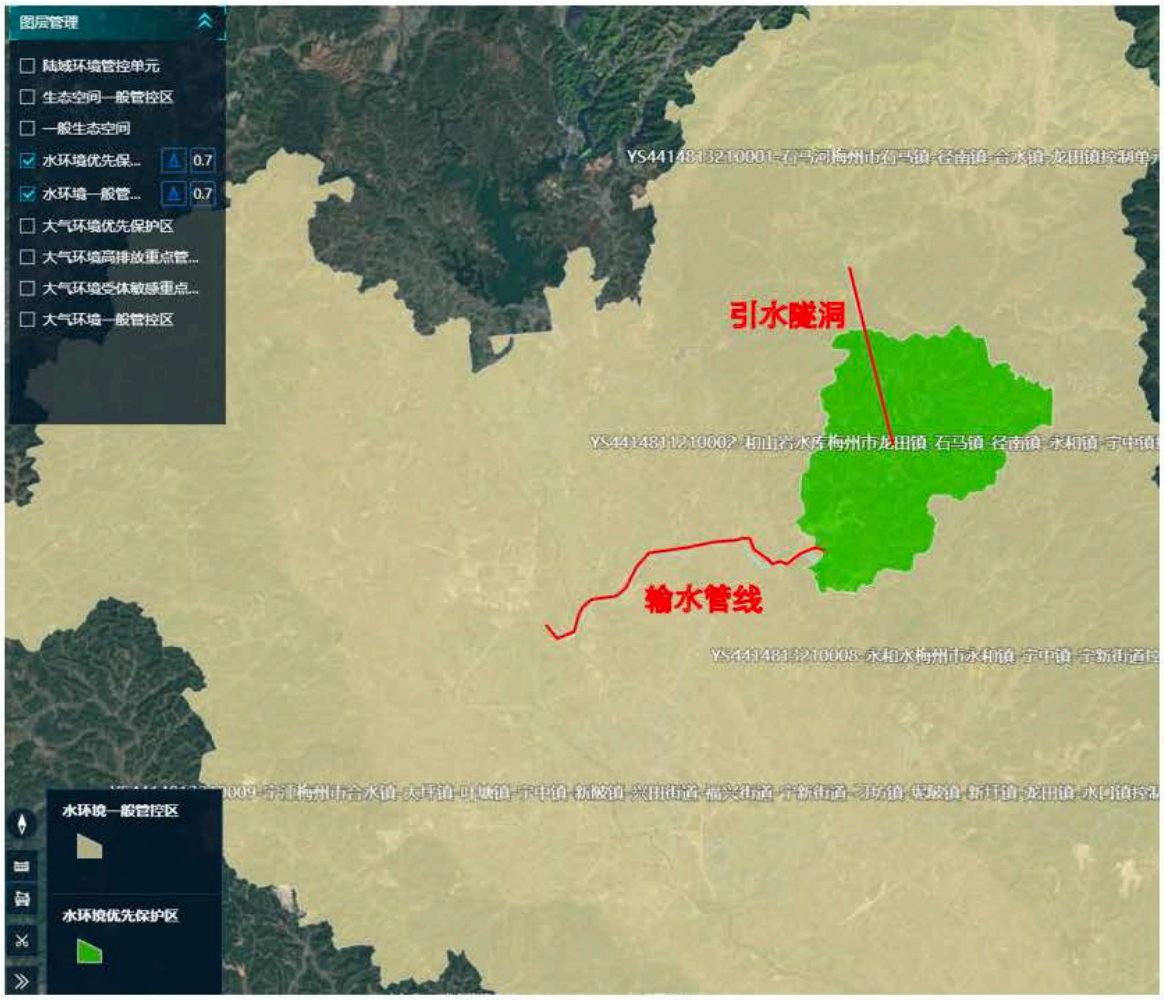


图2.4-11 工程沿线涉及的水环境管控单元图

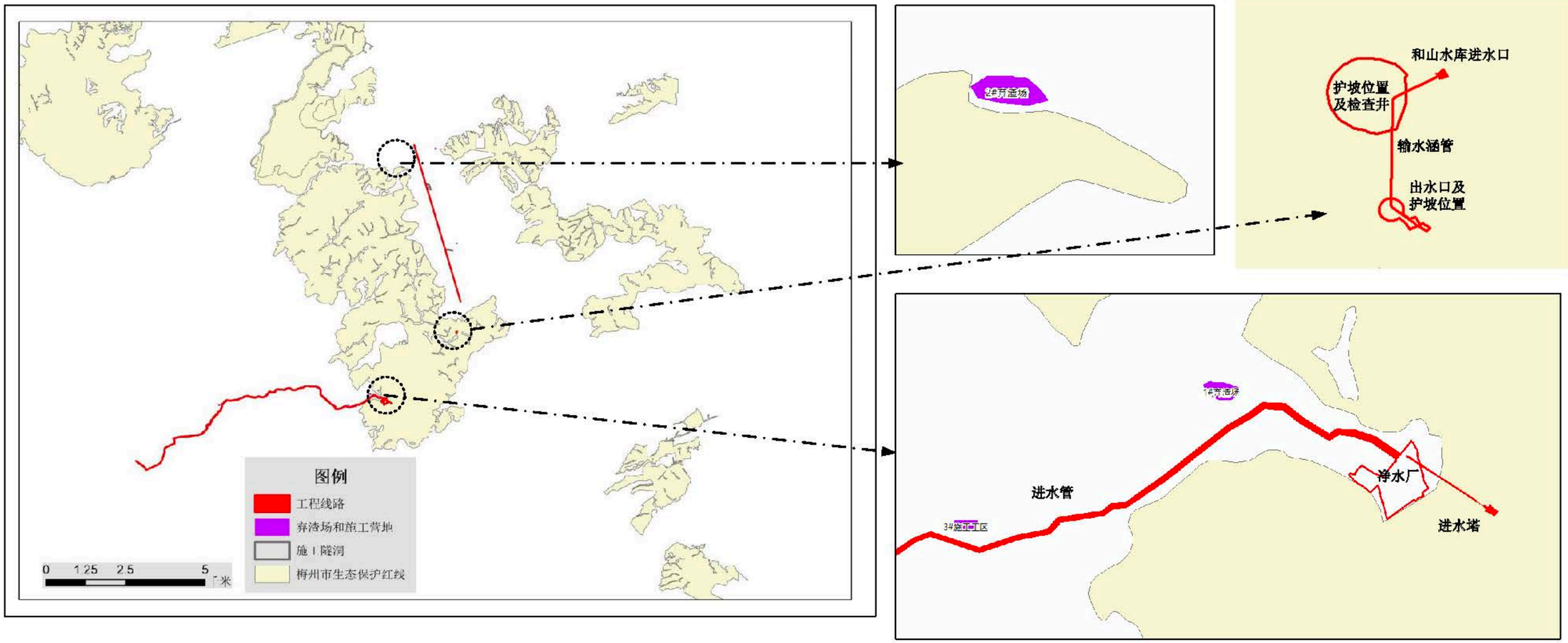


图2.4-12 工程布置与梅州市生态保护红线成果位置关系图

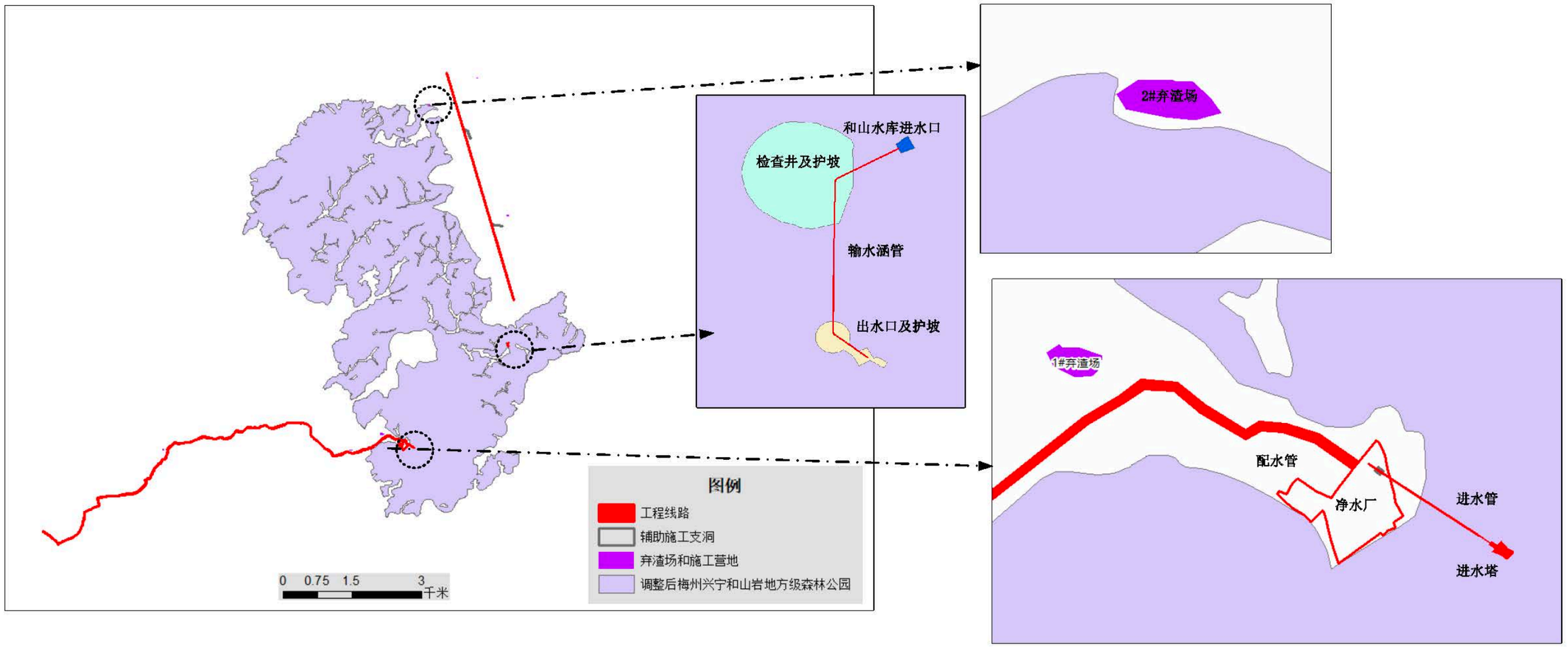


图2.4-13 工程布置与调整后的森林公园位置关系图

图2.4-14 地下水环境功能区划图

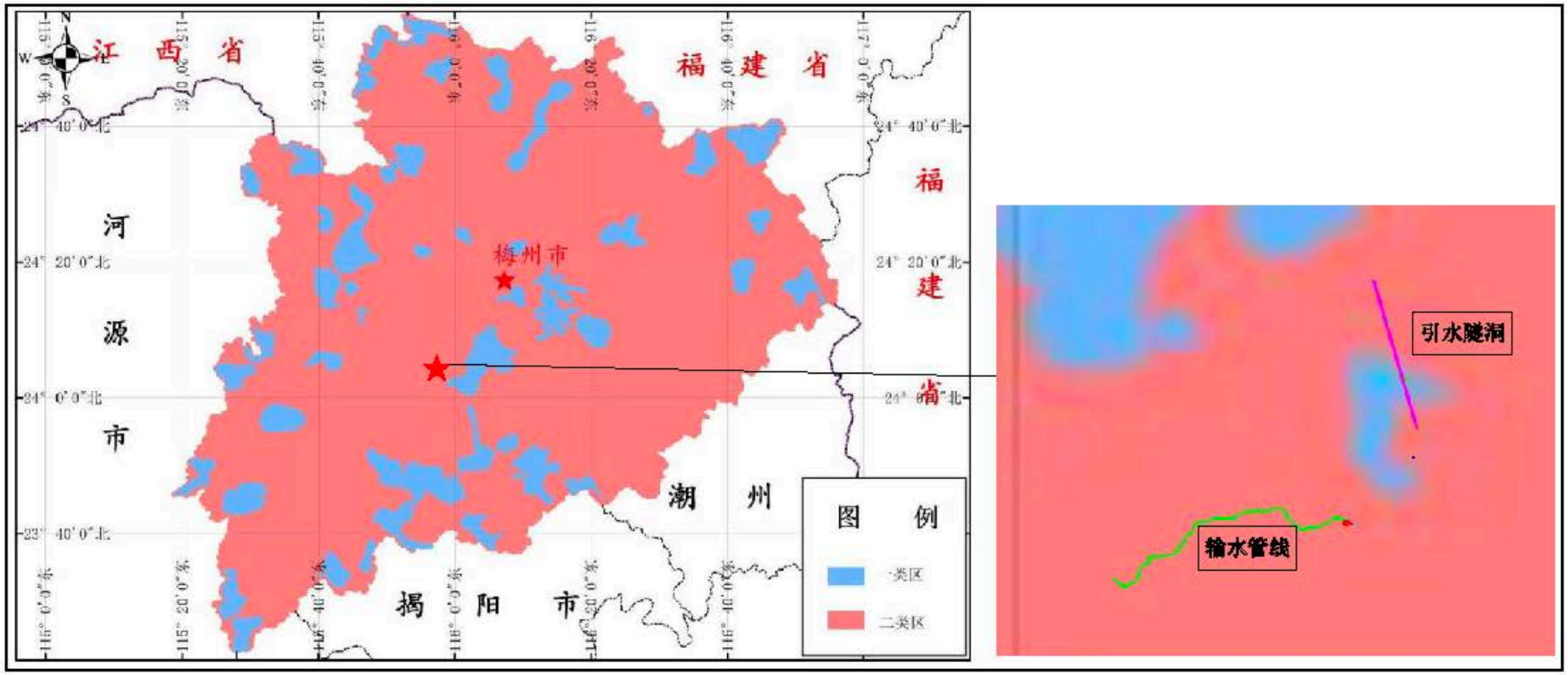


图2.4-15 大气环境功能区划图

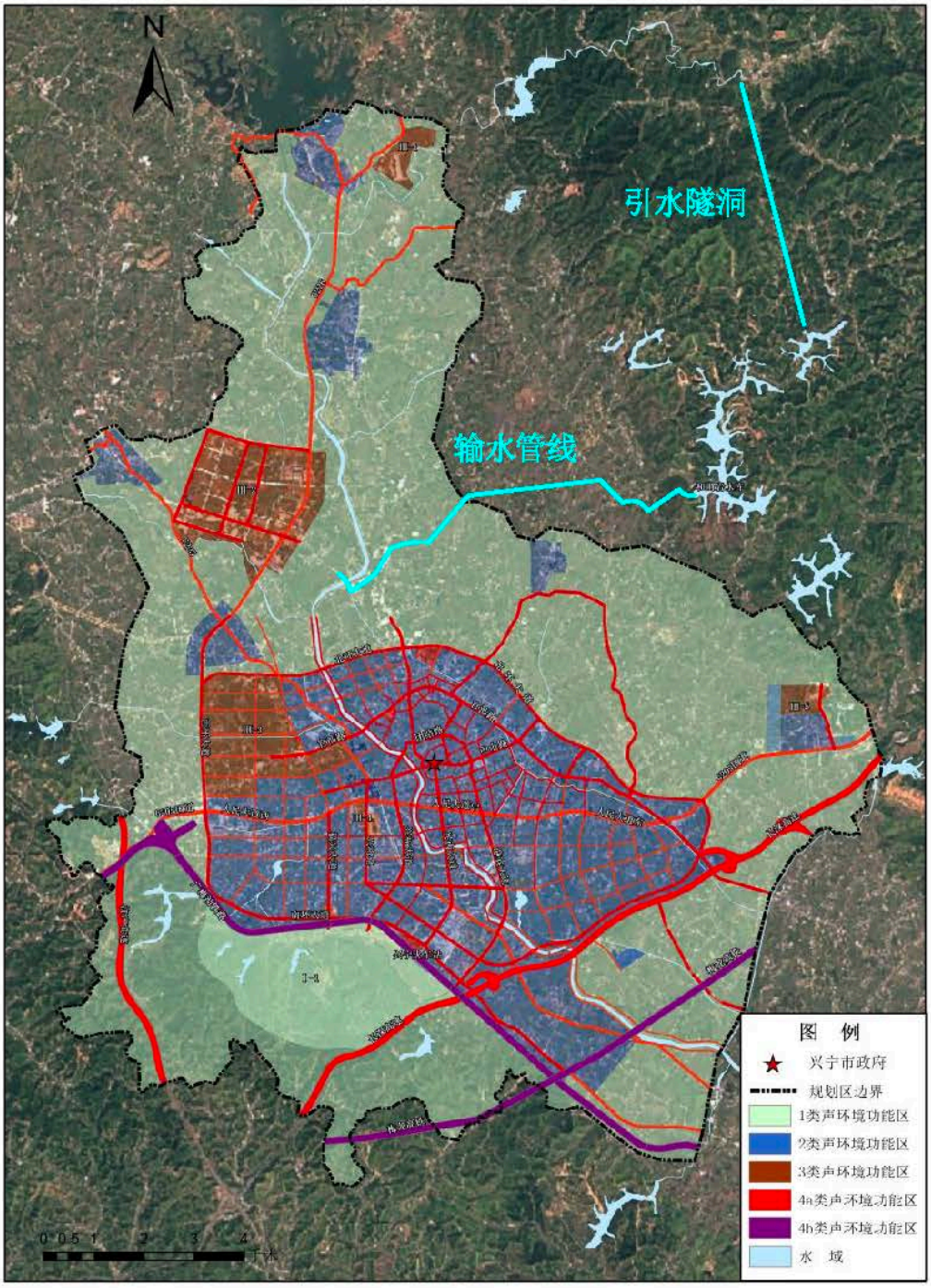


图2.4-16 声环境功能区划图

功能区分类（面积及占全省比例，平方公里）		范　围	
生态发展区域（118085.7，65.64%）	国家级重点生态功能区（23515.0，13.07%）	南岭山地森林及生物多样性生态功能区粤北部分（23515.0，13.07%）	韶关市：乐昌市、南雄市、始兴县、仁化县、乳源县；梅州市：兴宁市、平远县、蕉岭县；河源市：龙川县、连平县、和平县。共11个县（市）。
	省级重点生态功能区（37631.2，20.92%）	北江上游片区（15902.5，8.84%）	韶关市：翁源县；清远市：连山县、连南县、连州市、阳山县、清新县；肇庆市：广宁县。共7个县（市）。（南岭山地森林及生物多样性生态功能区的韶关市5个县也在此片区内）
		东江上游片区（1967.4，1.09%）	韶关市：新丰县。共1个县。（南岭山地森林及生物多样性生态功能区的河源市3个县也在此片区内）
		韩江上游片区（7515.6，4.18%）	梅州市：大埔县、丰顺县；汕尾市：陆河县；揭阳市：揭西县。共4个县。（南岭山地森林及生物多样性生态功能区的梅州市3个县也在此片区内）
		西江流域片区（4725.1，2.63%）	肇庆市：封开县、德庆县。共2个县。
		鉴江上游片区（3083.1，1.71%）	茂名市：信宜市。共1个县（市）。

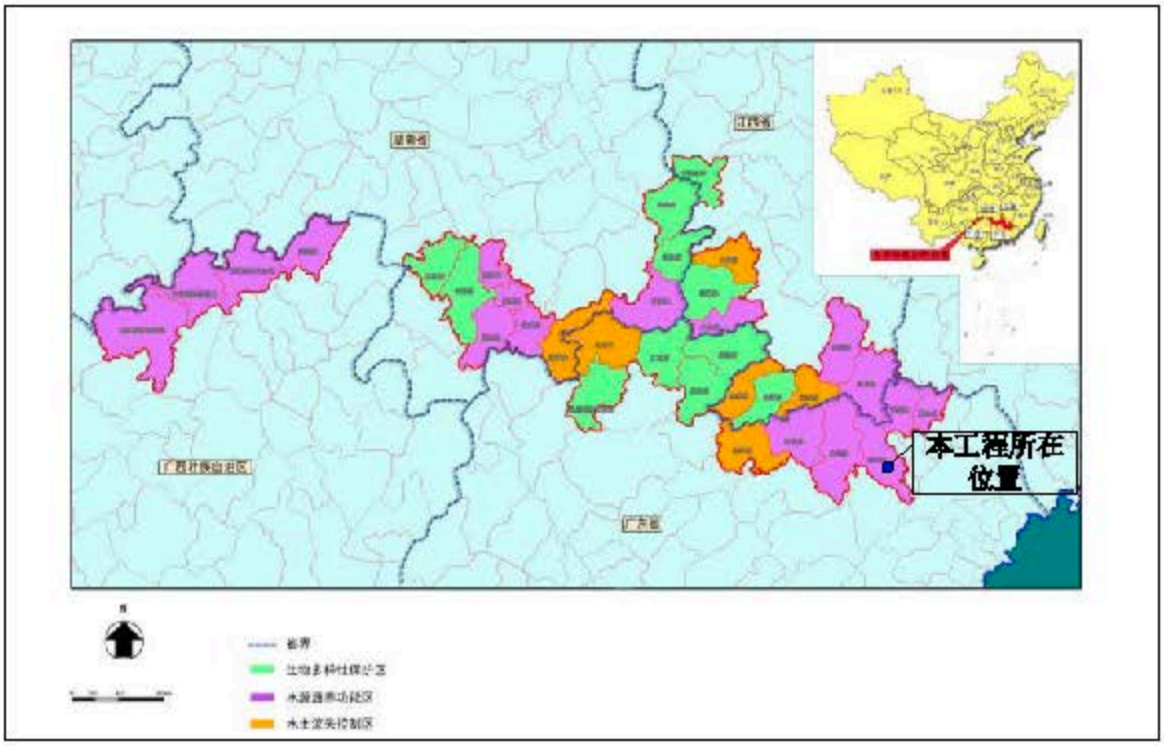


图2.4-17 广东省主体功能区规划-生态发展区域部分截图

2.5 评价标准

2.5.1 环境质量标准

2.5.1.1 地表水环境质量标准

根据工程所在区域的地表水环境功能区划，本工程交水水库和山岩水库、石马河取水口、周边水体石壁水库执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅱ类水质标准；交水水库和山水库、输水线路和山河、宁江（市第二自来水厂吸水点下游 500 米-兴宁水口）执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类水质标准，部分指标标准值见表 2.5-1。

表2.5-1 地表水环境质量标准基本项目标准限值 单位:mg/L

序号	检测项目	标准限值（II 类）	标准限值（III 类）
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1，周平均最大温降≤2	
2	pH（无量纲）	6-9	6~9
3	溶解氧	≥6	≥5
4	高锰酸盐指数	4	6
5	化学需氧量	15	20
6	五日生化需氧量	3	4
7	氨氮	0.5	1
8	总磷（以 P 计）	0.1（湖、库 0.025）	0.2（湖、库 0.05）
9	总氮（湖、库，以 N 计）	0.5	1
10	铜	1	1
11	锌	1	1
12	氟化物（以 F^- 计）	1	1
13	硒	0.01	0.01
14	砷	0.05	0.05
15	汞	0.00005	0.0001
16	镉	0.005	0.005
17	铬（六价）	0.05	0.05
18	铅	0.01	0.05
19	氰化物	0.05	0.2
20	挥发酚	0.002	0.005
21	石油类	0.05	0.05
22	阴离子表面活性剂	0.2	0.2
23	硫化物	0.1	0.2

序号	检测项目	标准限值（II 类）	标准限值（III 类）
24	粪大肠菌群（CFU/L）	2000	10000
25	硫酸盐	250	250
26	氯化物	250	250
27	硝酸盐（以 N 计）	10	10
28	铁	0.3	0.3
29	锰	0.1	0.1

2.5.1.2 地下水环境质量标准

项目所在区域地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准，其中石油类指标参考执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。执行标准见下表。

表2.5-2 项目地下水环境质量标准（单位：mg/L，pH、色度、总大肠菌群、菌落总数除外）

序号	污染物名称	III类标准	序号	污染物名称	III类标准
1	pH 值（无量纲）	6.5~8.5	21	浑浊度（NTU）	≤3
2	氨氮	≤0.5	22	氰化物	≤0.05
3	硝酸盐氮	≤20	23	总硬度	≤450
4	亚硝酸盐氮	≤1	24	铝	≤0.2
5	高锰酸盐指数	≤3.0	25	锑	≤0.005
6	总硬度	≤450	26	铊	≤0.0001
7	铅	≤0.01	27	钴	≤0.05
8	氟化物	≤1.0	28	铁	≤0.3
9	氯化物	≤250	29	锰	≤0.1
10	六价铬	≤0.05	30	溶解性总固体	≤1000
11	镉	≤0.005	31	硫酸盐	≤250
12	锌	1.0	32	总大肠菌群（MPN/100ml）	≤3.0
13	挥发酚类	≤0.002	33	菌落总数（CFU/ml）	≤100
14	镍	≤0.02	34	硫化物	≤0.02
15	汞	≤0.001	35	锌	≤1
16	砷	≤0.01	36	铜	≤1
17	阴离子表面活性剂	≤0.3	37	苯	≤10μg/L
18	甲苯	≤700μg/L	38	二甲苯	≤500μg/L
19	石油类	≤0.05	39	钠	≤200
20	色度（度）	≤15	/	/	/

2.5.1.3 环境空气质量标准

工程沿线涉及环境空气一类、二类大气，空气质量分别执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及2018年修改单中的一级、二级标准。

表2.5-3 环境空气质量标准 （单位：μg/m³）

指　标	取值时间	一级标准	二级标准	执行的标准
SO_2	年平均	20	60	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中一级、二级标准
	日平均	50	150	
	1小时平均	150	500	
NO_2	年平均	40	40	
	日平均	80	80	
	1小时平均	200	200	
TSP	年平均	80	200	
	日平均	120	300	
臭氧	日最大8小时平均	100	160	
	1小时平均	160	200	
PM_{10}	年平均	40	70	
	日平均	50	150	
$PM_{2.5}$	年平均	15	35	
	日平均	35	75	
氮氧化物	24小时均值	100	100	
	1小时均值	250	250	

2.5.1.4 声环境质量标准

工程沿线涉及兴宁市1类声环境功能区划，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类区标准，限值为昼间55 dB（A），夜间45 dB（A）。净水厂四周执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类区标准，限值为昼间60 dB（A），夜间50 dB（A）。

2.5.1.5 土壤环境质量标准

根据工程沿线涉及的土地利用类型及工程用地类型，确定建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第二类用地风险筛选值，农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的其它土壤污染风险筛选值，风险筛选值见表2.5-4和表2.5-5。

2.5.1.6 底泥环境质量标准

取水口、水库底泥执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中其它风险筛选值，标准限值见表 2.5-5。

表2.5-4 土壤环境质量标准（建设用地土壤污染风险管控标准）单位：mg/kg

序号	污染物	筛选值		序号	污染物	筛选值	
		第一类用地	第二类用地			第一类用地	第二类用地
1	砷	20	60	26	1,1-二氯乙烯	12	66
2	汞	8	38	27	顺-1,2-二氯乙烯	66	596
3	镉	20	65	28	反-1,2-二氯乙烯	10	54
4	铅	400	800	29	二氯甲烷	94	616
5	铬（六价）	3.0	5.7	30	1,2-二氯丙烷	1	5
6	铜	2000	18000	31	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10
7	镍	150	900	32	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8
8	四氯化碳	0.9	2.8	33	四氯乙烯	11	53
9	氯仿	0.3	0.9	34	1,1,1-三氯乙烷	701	840
10	氯甲烷	12	37	35	1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8
11	1,1-二氯乙烷	3	9	36	三氯乙烯	0.7	2.8
12	1,2-二氯乙烷	0.52	5	37	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5
13	氯苯	68	270	38	氯乙烯	0.12	0.43
14	1,2-二氯苯	560	560	39	苯	1	4
15	1,4-二氯苯	5.6	20	40	苯并[k]荧蒽	55	151
16	乙苯	7.2	28	41	䓛	490	1293
17	苯乙烯	1290	1290	42	二苯并[a,h]蒽	0.55	1.5
18	甲苯	1200	1200	43	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15
19	间二甲苯+对二甲苯	163	570	44	萘	25	70
20	邻二甲苯	222	640	45	苯胺	92	260
21	硝基苯	34	76	46	二噁英	1×10^{-5}	4×10^{-5}
22	2-氯酚	250	2256	47	石油烃（C10～C40）	826	4500
23	苯并[a]蒽	5.5	15	/	/	/	/

序号	污染物	筛选值		序号	污染物	筛选值	
		第一类用地	第二类用地			第一类用地	第二类用地
24	苯并[a]芘	0.55	1.5	/	/	/	/
25	苯并[b]荧蒽	5.5	15	/	/	/	/

表2.5-5 土壤环境质量标准（农用地土壤污染风险管控标准） 单位：mg/kg

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	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	其他	40	40	30	25
4	铅	其他	70	90	120	170
5	铬	其他	150	150	200	250
6	铜	其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。 ②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。						

2.5.2 污染物排放标准

2.5.2.1 废水

本工程施工期污废水主要包括施工人员生活污水和施工生产废水（如机修含油废水等）两大部分。施工人员生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后回用于道路清扫用水或绿化用水，禁止排入周边水体内。

施工期机修及汽车冲洗含油废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水，禁止排入周边水体内。

本工程运行期输水管道基本不产生生产废水，净水厂会涉及检验室清洗废水、管理人员产生的少量生活污水经处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准用于厂区绿化，不外排。

本工程污度水排放标准限值详见表 2.5-6。

表2.5-6 废水排放标准（摘录）

污废水类别	标准名称	类别	指标	标准值
施工期及运行期生活污水、施工期机修冲洗废水	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)	冲厕、车辆冲洗	pH	6-9
			浊度	≤5NTU
			BOD_5	≤10mg/L
			氨氮	≤5mg/L
			溶解性总固体	≤1000mg/L
		城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工	pH	6-9
			浊度	≤10NTU
			BOD_5	≤10mg/L
			氨氮	≤8mg/L
			溶解性总固体	≤1000mg/L
运行期检验室清洗废水、生活污水	《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）	旱地作物标准	pH	5.5-8.5
			COD	≤200mg/L
			BOD	≤100mg/L
			SS	≤100mg/L
			LAS	≤8mg/L

2.5.2.2 废气

施工期扬尘、车辆废气等大气污染物执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-21001)中第二时段无组织排放监控浓度限值标准，见表 2.5-7。

表2.5-7 大气污染物排放标准（摘录）

污染源	污染物	监控点	浓度限制	执行标准
施工期扬尘、车辆废气	TSP(mg/m³)	周界外浓度最高点	1.0	广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-21001)中第二时段无组织排放监控浓度
	SO_2(mg/m³)		0.40	
	NOx(mg/m³)		0.12	

净水厂运行期废气主要自来水厂污泥浓缩、脱水产生的恶臭、食堂油烟。厂界臭气执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 恶臭污染物厂界二级新扩改建标准值，即厂界臭气浓度<20（无量纲）；食堂油烟废气执行《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）小型标准，具体见下表。

表2.5-8 厨房油烟废气排放执行标准

规模	基准灶头数	对应灶头总功率（10^8J/h）	对应排气罩灶面总投影面积（m^2）	允许排放浓度（mg/m³）	净化设施去除率（%）
小型	≥1，<3	1.67，<5.00	≥1.1，<3.3	2.0	60

2.5.2.3 噪声

工程施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间排放限制为 70 dB（A），夜间为 55 dB（A）。

运营期净水厂噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准，即昼间排放限制为 60 dB（A），夜间为 50 dB（A）。

2.5.2.4 固体废物

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）中适用范围可知：本标准不适用于“采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存一般工业固体废物过程的污染控制”，因此扩建项目运营期间产生的一般工业固体废物在厂区内采用库房或包装工具贮存，贮存过程中应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危险废物的临时贮存参照执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关标准。

2.6 评价等级

根据各要素专项环境影响评价技术导则，结合工程所在区域环境特征及工程环境影响特点，确定本工程水生生态、陆生生态环境影响评价工作等级为二级，地表水、声环境影响评价工作等级为二级；地下水、大气环境影响评价工作等级为三级；土壤环境可不开展环境影响评价工作；环境风险评价等级为简单分析。

2.6.1 地表水环境影响评价等级

本工程为引水工程，属于水文要素影响型建设项目，工程运行期不排放水污染物，评价等级划分根据径流、受影响地表水域和影响范围保护目标综合确定。

依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）分级判据指标综合考虑工程施工期和运行期对地表水环境和水文情势的影响，将本工程地表水环境影响评价等级定为二级。

表2.6-1 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域	
	年径流量与总库容百分比 α	兴利库容与年径流量百分比 β/%	取水量占多年平均径流量百分比 γ/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km²；工程扰动水底面积 A_2/km²；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 A_1/km²；工程扰动水底面积 A_2/km²

				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	α≤10；或稳定分层	β≥20；或完全年调节与多年调节	γ≥30	A1≥0.3；或A2≥1.5；或R≥10	A1≥0.3；或A2≥1.5；或R≥10	A1≥0.5；或A2≥3
二级	20＞α＞10；或不稳定分层	20＞β＞2；或季节调节与不完全年调节	**30＞γ＞10**	0.3＞A1＞0.05；或1.5＞A2＞0.2，或20＞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	α≥20；或混合型	β≤2；或无调节	γ≤10	A1≤0.05；或A2≤0.2；或R≤5	A1≤0.05；或A2≤0.2；或R≤5	A1≤0.15；或**A2≤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**。
注2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮段影响，评价等级不低于二级。
注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。
注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。
注5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。
注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。

根据建设单位提供的主设计报告可知，本工程年平均取水量为1054万m^3，石马河引水口年径流量为4715.5万m^3，本工程考虑取水量占石马河占多年平均径流量百 分比，γ=22.35（1054/4715.5*100=22.35），30＞γ＞10，属于二级评价。

本工程扰动地表水域部分主要为引水隧道进水闸以及拦河水陂，扰动水底面积A2=2847m^2（0.0028km^2），A2≤0.2，属于三级评价。

本工程影响范围涉及和山岩水库，该水库为饮用水水源保护区，评价等级不低于二级。

综上所述，依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），取各水文要素中最高等级综合判定，本工程地表水环境影响评价等级定为二级。

2.6.2 地下水环境影响评价等级

本工程为引水工程，依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录A，本工程行业类别为“A水利-3、引水工程-涉及环境敏感区”工程地下水环境影响评价项目类别为III类。本工程为线性工程，沿线区域周边居民不以地

下水为生活饮用水源，亦无温泉、矿泉水等特殊地下水资源保护区，地下水环境不敏感。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中“表 2 评价工作等级分级表”，本工程地下水项目类别为III类且地下水环境不敏感，确定本工程地下水环境影响评价工作等级为三级。

表2.6-2 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

2.6.3 大气环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定：“5.3.1 选址项目污染源正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录 A 推荐模型中估算模型分别计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级”。本工程运行期仅净水厂产生的少量的恶臭和油烟废气，基本无其他大气污染物产生，对环境空气的影响主要在于施工期的施工作业区，均为非常规排放源项，故不采用模型进行估算，本次评价拟定项目大气环境评价工作等级为三级。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）第 8.1.3 条规定，三级评价项目不进行进一步预测与评价。

2.6.4 声环境影响评价等级

工程施工期噪声来源于机械施工、车辆运输等，其随施工活动结束而消失；运行期噪声主要来源于泵站，但通过各种隔声、消声设施和设备的削减后基本不会对周边环境产生影响，工程建设后敏感目标噪声级增值很小，受噪声影响人口数量变化不大。由于工程所在区域主要涉及 1 类声环境功能区，依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），确定本工程声环境影响评价工作等级为二级。

2.6.5 生态环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定等级。本工程为引水

工程，工程引水、交水会对区域水生生态环境产生影响，工程输水线路布置会对区域陆生生态环境产生影响，因此本工程根据不同生态影响对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

（1）陆生生态

工程对陆生生态的影响主要表现在施工期对施工区域的植被破坏方面，影响范围为工程建设区。本工程部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）涉及生态保护红线和梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，工程永久和临时占地规模为0.2408km^2<20km^2。依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的评价分级原则，本次陆生生态环境评价等级确定为二级。

（2）水生生态

工程对水生生态的影响主要在于工程引水、交水对区域水生态环境的影响。本工程取水水源为不涉及重要生境，但工程环境影响评价范围涉及生态保护红线。本工程为引水工程，属于水文要素影响型建设项目，根据工程特性和工程影响区环境状况，结合施工、运行活动对生态环境影响的初步分析，本工程临时、永久占地面积为0.2408km^2。因此，本工程占地面积＜20km^2。地表水评价等级为二级。依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的评价分级原则，本次水生生态环境评价等级确定为二级。

表2.6-3 生态环境影响评价工作等级分级表

序号	原则	项目情况	陆生生态评价等级	水生生态评价等级
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	不涉及	/	/
b	涉及自然公园时，评价等级为二级	引水隧洞地下穿越梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园	二级	/
c	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	环境影响评价范围涵盖生态保护红线	二级	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	本工程是引水工程，属于水文要素影响型建设项目，地表水评价等级为二级	/	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	引水隧洞地下水和土壤影响范围有梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园	二级	/

序号	原则	项目情况	陆生生态评价等级	水生生态评价等级
	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	工程永久和临时占地32.86亩（0.0219km²）	/	/
g	除本条a）、b）、c）、d）、e）、f）以外的情况，评价等级为三级	不涉及	/	/
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。	综合以上情况，采用最高等级判定	二级	二级
其他	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。	本工程属于国家级重点生态功能区南岭山地森林及生物多样性生态功能区粤北部分中的水源涵养功能区，不涉及对保护生物多样性具有重要意义的区域	/	/
	建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。	分别对陆生、水生生态判定评价等级，采用最高等级判定	二级	二级
	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级	本工程在石马河设有1座拦河水陂，平时抬高河道水位用于进水闸从石马河引水，当上游来水较大时，河水自然从水陂陂顶越过，无需修建较多闸门用于河道泄洪。该拦河水陂对水文情势影响一般，评价等级不上调	/	/
	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。	引水隧洞地下穿越梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，在生态敏感区无永久、临时占地	评价范围涉及生态保护红线，不下调	/
	涉海工程评价等级判定参照GBT19485。	不涉海	/	/
	符合生态环境分区管控要求且位于原厂界(或永久用地)范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符	不属于此类项目	/	/

序号	原则	项目情况	陆生生态评价等级	水生生态评价等级
	合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。			
总结			二级	二级

2.6.6 土壤环境影响评价等级

本工程为引水工程和水的生产和供应，其中引水隧洞长约 5.13km，不属于水工程长度大于 1000 km 的引水工程，同时本次引水均属于同一个宁江流域，不属于跨流域引调水，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本工程行业类别为“水利—其他”，土壤环境影响评价项目类别为III类。本工程属于生态影响型，参照梅州区域土壤含盐量＜2g/kg，且 pH 范围在 5.5~8.5 之间，广东省属于亚热带季风气候，干燥度一般不超过 2.5；因此项目所在地土壤环境敏感程度为不敏感。

净水厂属于水生产和供应业中的其他，属于Ⅳ类项目，周边用地为基本农田，为敏感。

综合以上根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）“表 2 生态影响型评价工作等级划分表”，本工程土壤项目类别为 III 类且土壤环境不敏感，本工程可不开展土壤环境影响评价工作。

表2.6-4 土壤环境评价工作等级划分表

项目类型 敏感程度	I 类	II 类	III
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。			

2.6.7 环境风险评价等级

（1）施工期

本工程施工期涉及的危险物质主要是油类物质（汽油、柴油）及炸药。根据施工布置，工程不设油库及炸药库，施工期间日使用油类约 3.9t，日使用炸药量约 1t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 可知，油类的临界量为 2500t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=3.9/2500=0.00156；炸药（主要成分为硝酸铵）的临界量为 50t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=1/50=0.02。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），由于 Q<1，该项目环境风险潜势为I，评价工作等级为简单分析。

（2）运行期

本工程净水厂主要现场制备次氯酸钠消毒法，涉及风险物质的主要有加药间次氯酸钠、检验室中的盐酸、硫酸等物料的贮存，相关临界量见下表。

表2.6-5 运行期风险物质及临界量对照表

危险源	物料名称	最大储存量(t)	临界量(t)	q/Q
加药间	次氯酸钠	2	5	0.4
检验室	硫酸	0.002	5	0.0004
	盐酸	0.001	7.5	0.00013
危废间	危险废物	0.5	50	0.01
合计				0.41053

Q＜1，综合判定环境风险潜势为I级别，工程不设风险评价等级，仅对工程环境风险做简单分析。

2.7 评价范围

根据各环境要素和专题环境影响评价技术导则的要求以及工程特点，确定各环境要素和专题的评价范围，具体见表 2.7-1 和图 2.7-1~图 2.7-8。

表2.7-1 环境影响评价工作范围一览表

环境要素	评价范围
地表水	水源区：石马河取水口上游 1000m，下游至石马河汇入宁江处（含石壁水库）（15.1km）； 输水路线：和山水库库尾上游 1km（和山河），和山水库出水口（和山河）至和山岩水库库尾（和山河），约 1.95km；和山岩水库出水口至和山河汇入宁江处（和山河 8km）； 调蓄水库：和山水库、和山岩水库； 退水区：合水水库出水口（宁江）-和山河汇入宁江处下游 10km（共 19.8km）
地下水	根据工程特点及区域水文地质条件，地下水评价范围主要为引水隧洞路线所在的水位地质单元，其他工程及施工工区等向外延伸 200m。
大气环境	三级评价不需要设置大气环境影响评价范围。
声环境	施工期：施工工区、施工道路等边界外 200m 范围； 运行期：进水塔等主要建筑物周边 200m 范围。

环境要素	评价范围
生态环境	陆生生态：和山水库进水口及输水涵管（穿越生态保护红线）两端外延1km，输水涵管中心线两侧外延1km；和山岩水库净水厂进水口及输水涵管（穿越生态保护红线段）两端外延1km，输水涵管中心线两侧外延1km 其他引水隧洞、输水线路两侧各外扩300m范围； 施工工区、净水厂等周边300m范围。 水生生态：同地表水评价范围。
土壤环境	以输水管线边界两侧、净水厂各向外延伸200m范围
环境风险	同地表水评价范围

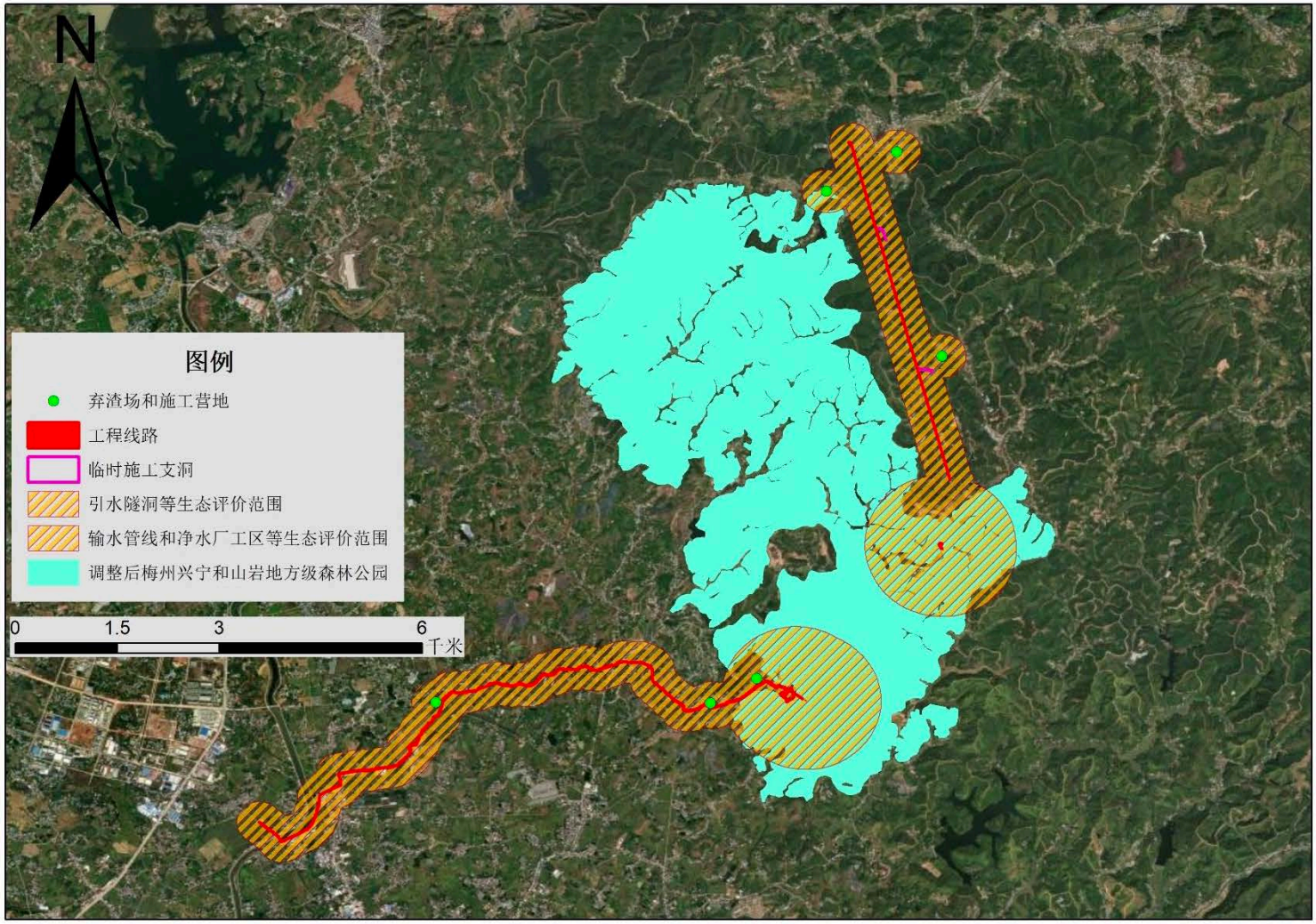


图2.7-1 本工程生态环境影响评价范围图（与森林公园位置关系图）

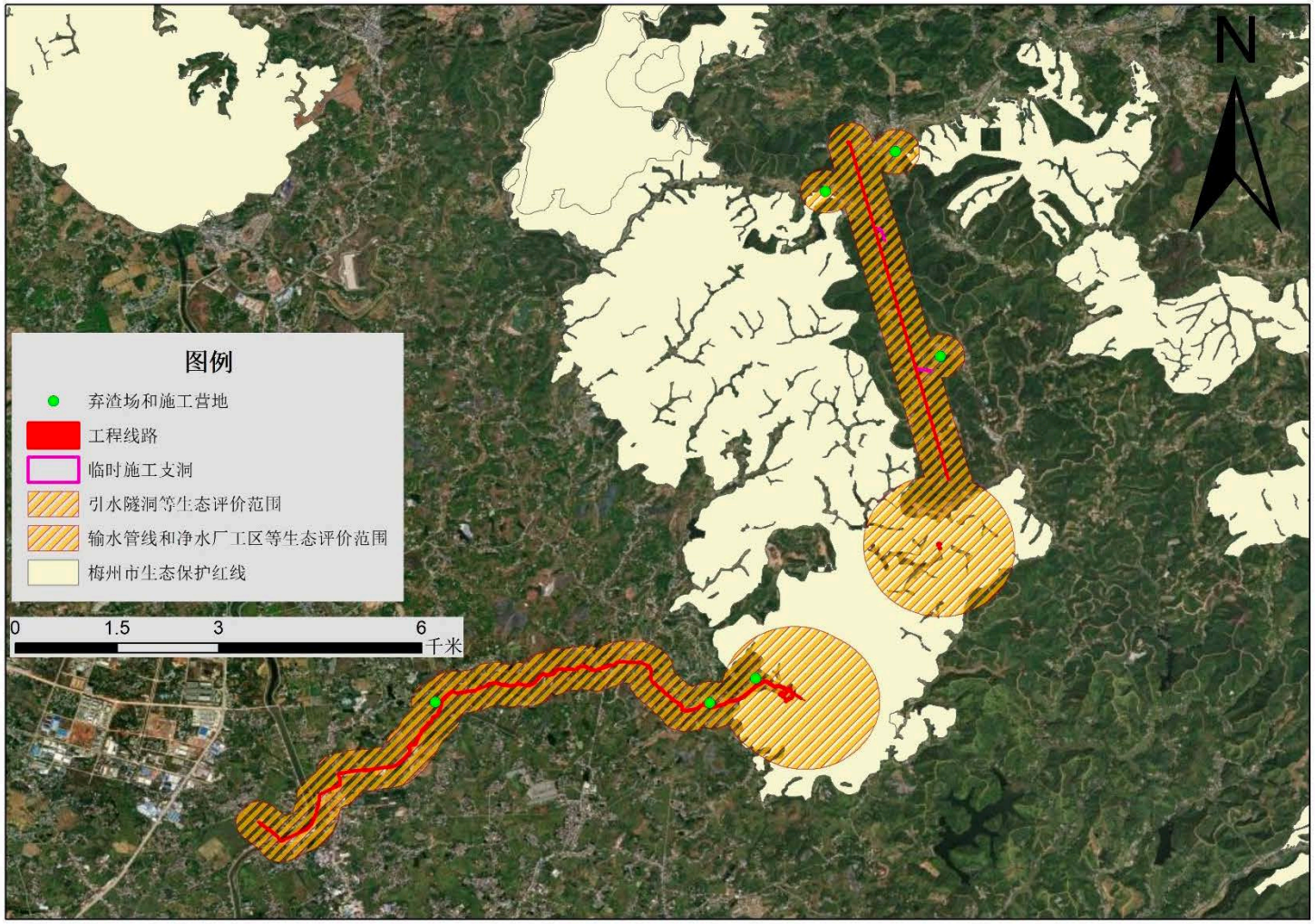


图2.7-2 本工程生态环境影响评价范围图（与生态保护红线位置关系图）

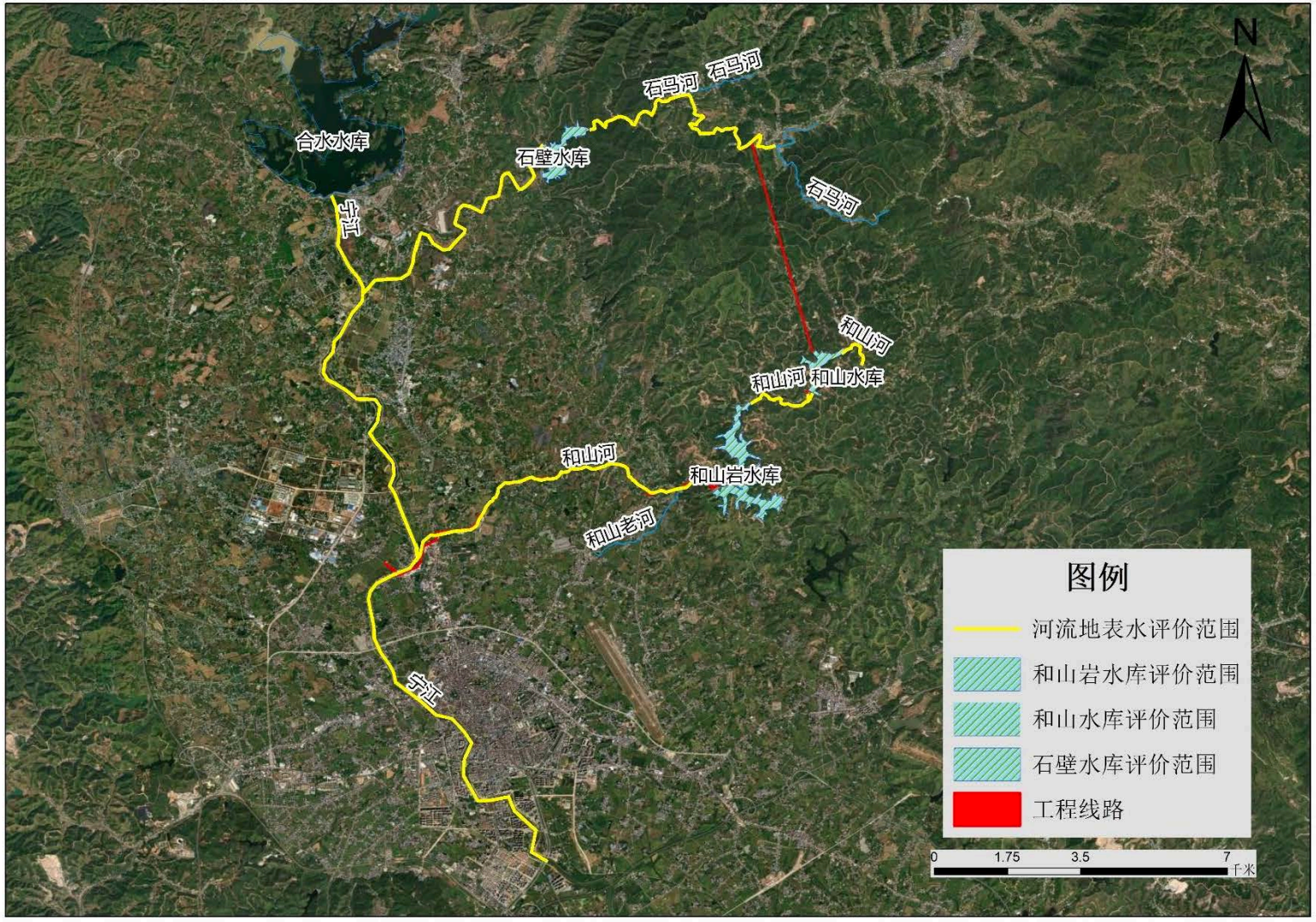
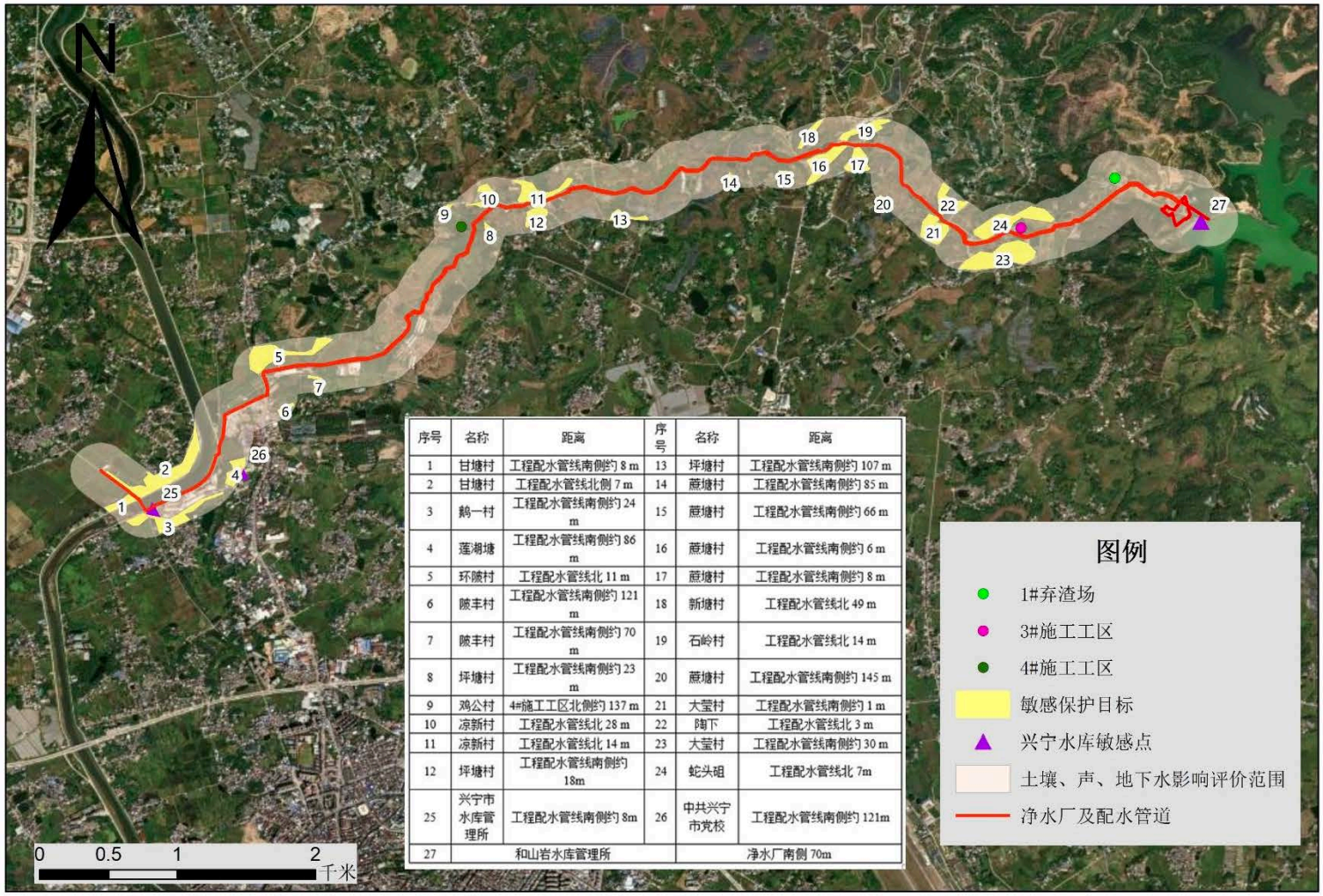


图2.7-3 本工程地表水环境影响评价范围图



序号	名称	距离	序号	名称	距离
1	甘塘村	工程配水管线南侧约 8 m	13	坪塘村	工程配水管线南侧约 107 m
2	甘塘村	工程配水管线北侧 7 m	14	蔗塘村	工程配水管线南侧约 85 m
3	鹅一村	工程配水管线南侧约 24 m	15	蔗塘村	工程配水管线南侧约 66 m
4	莲湖塘	工程配水管线南侧约 86 m	16	蔗塘村	工程配水管线南侧约 6 m
5	环陂村	工程配水管线北 11 m	17	蔗塘村	工程配水管线南侧约 8 m
6	陂丰村	工程配水管线南侧约 121 m	18	新塘村	工程配水管线北 49 m
7	陂丰村	工程配水管线南侧约 70 m	19	石岭村	工程配水管线北 14 m
8	坪塘村	工程配水管线南侧约 23 m	20	蔗塘村	工程配水管线南侧约 145 m
9	鸡公村	4#施工工区北侧约 137 m	21	大莹村	工程配水管线南侧约 1 m
10	凉新村	工程配水管线北 28 m	22	陶下	工程配水管线北 3 m
11	凉新村	工程配水管线北 14 m	23	大莹村	工程配水管线南侧约 30 m
12	坪塘村	工程配水管线南侧约 18m	24	蛇头咀	工程配水管线北 7m
25	兴宁市水库管理所	工程配水管线南侧约 8m	26	中共兴宁市党校	工程配水管线南侧约 121m
27	和山岩水库管理所			净水厂南侧 70m	

图2.7-4 本工程净水厂及配水管道土壤、地下水、声环境影响评价范围图

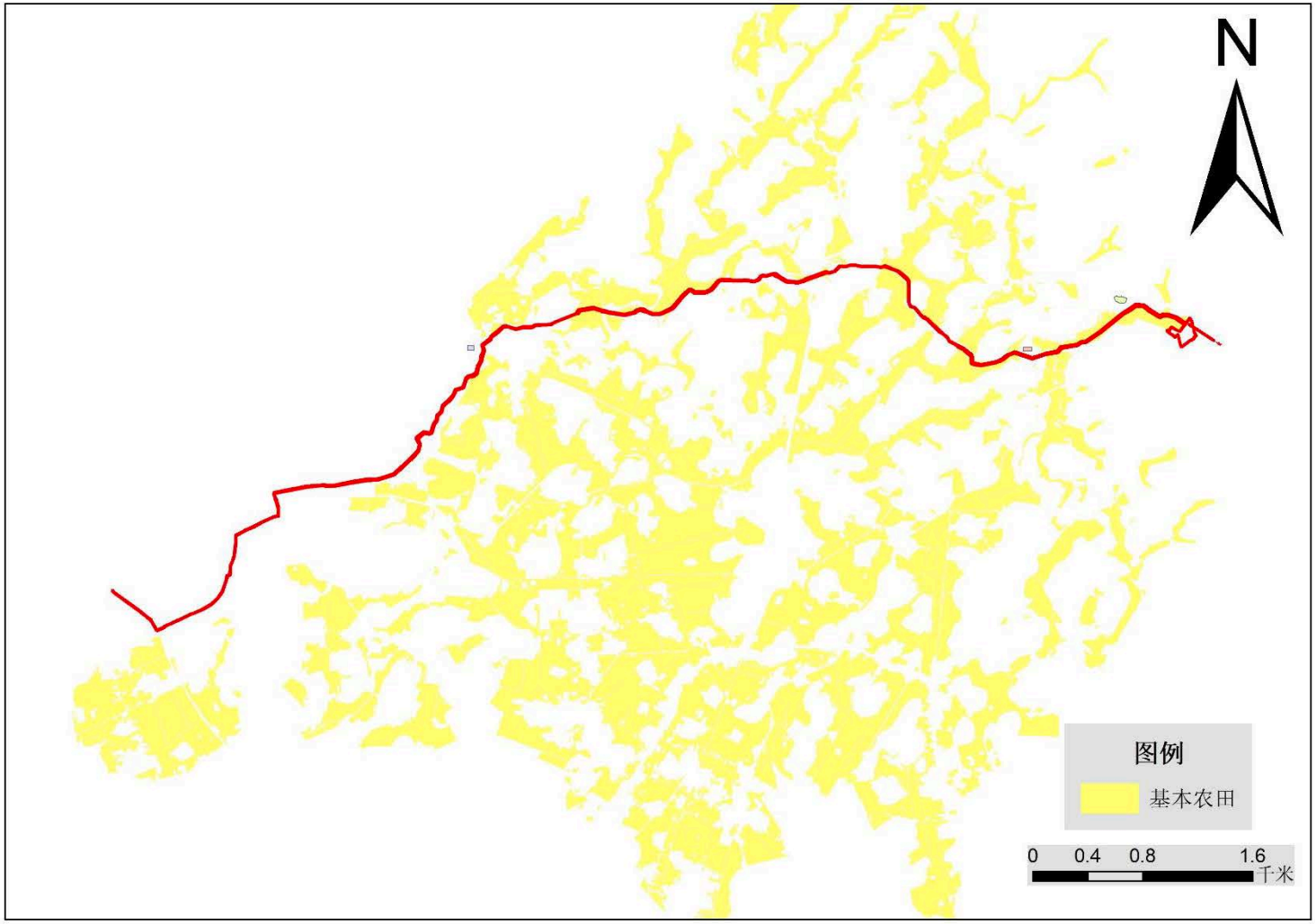


图2.7-5 净水厂、输水管线及临时施工区 与基本农田位置关系图

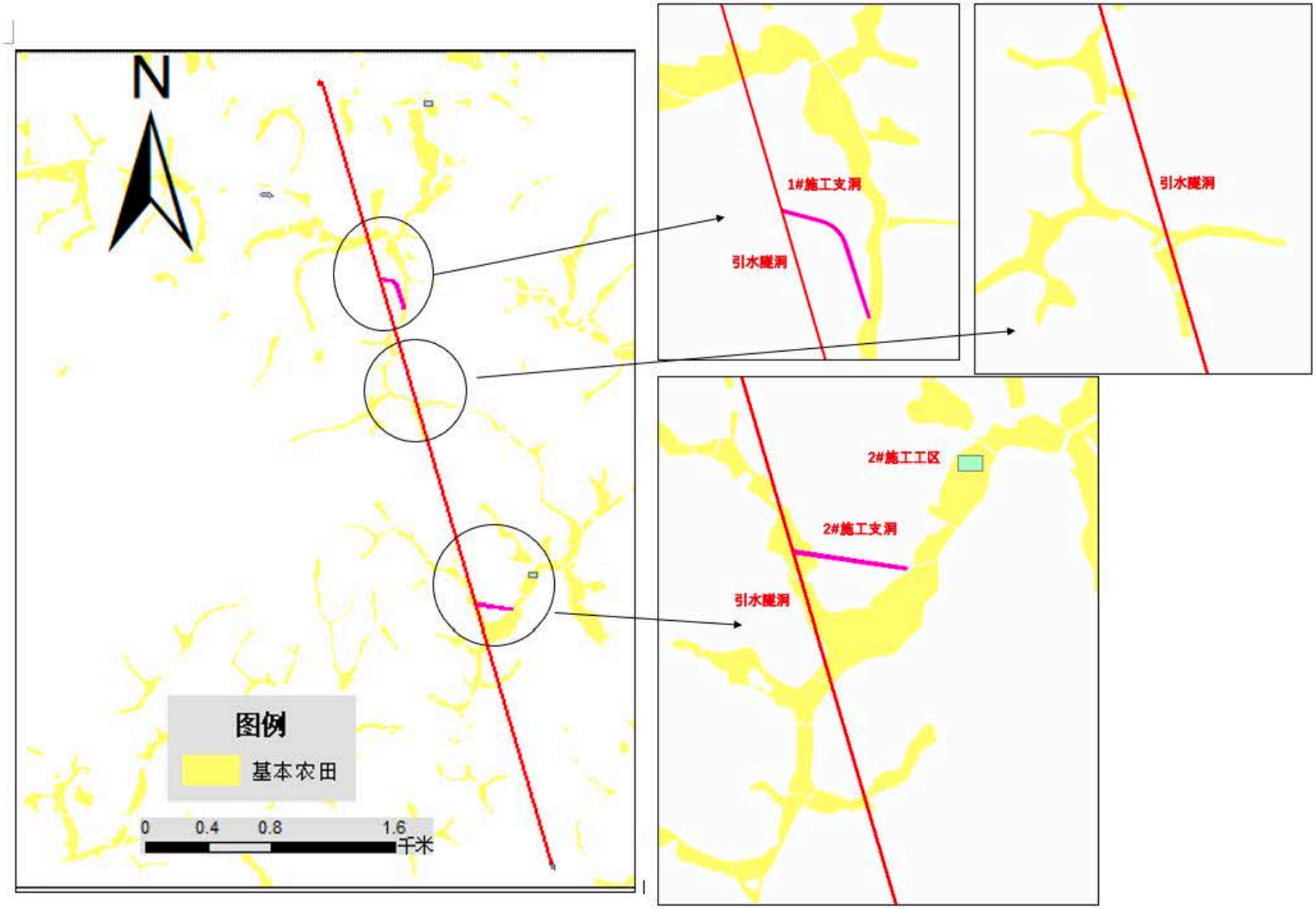


图2.7-6 引水隧洞及临时施工区 与基本农田位置关系图

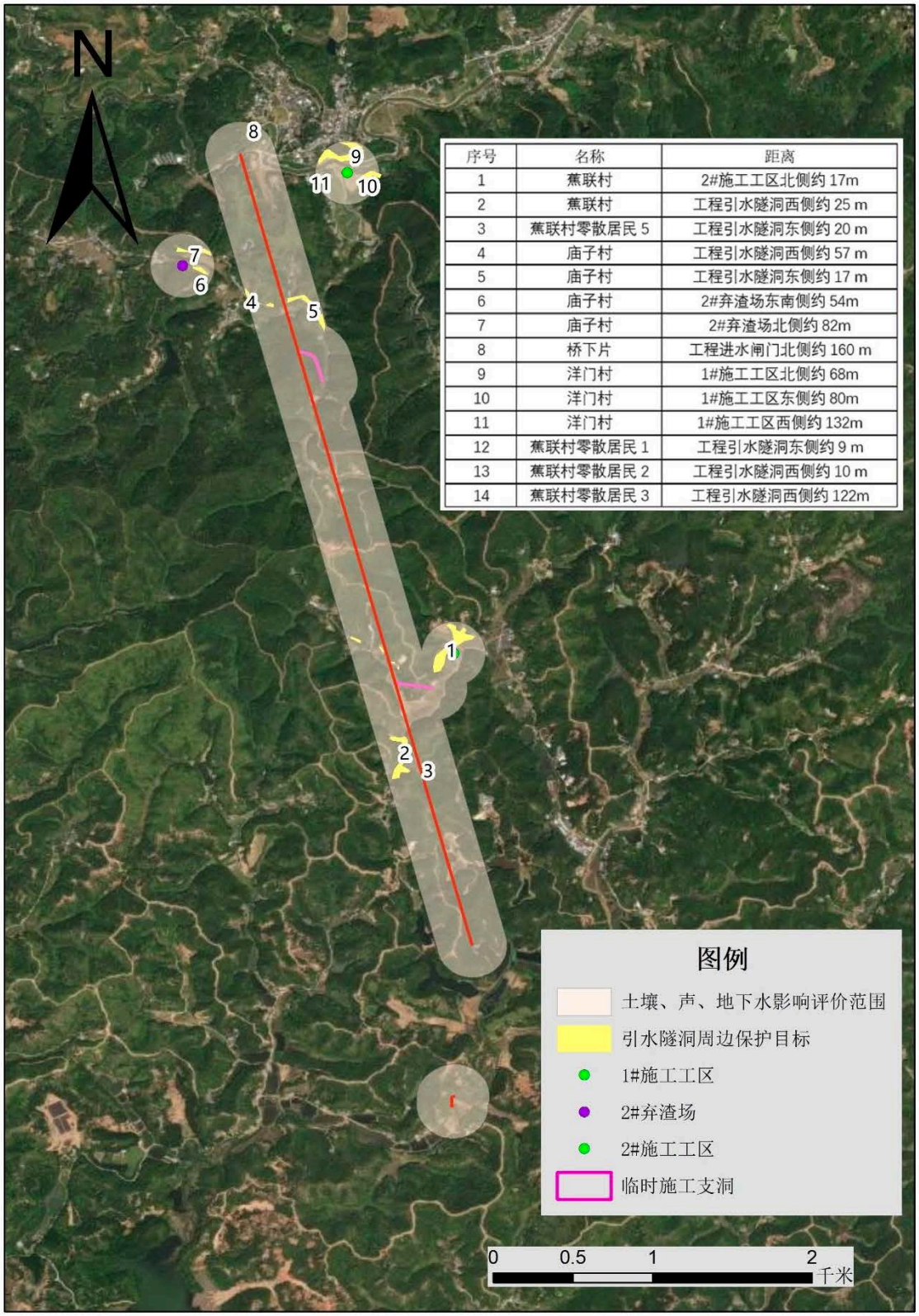


图2.7-7 本工程引水隧洞土壤、声及输水涵管土壤、地下水、声环境影响评价范围图

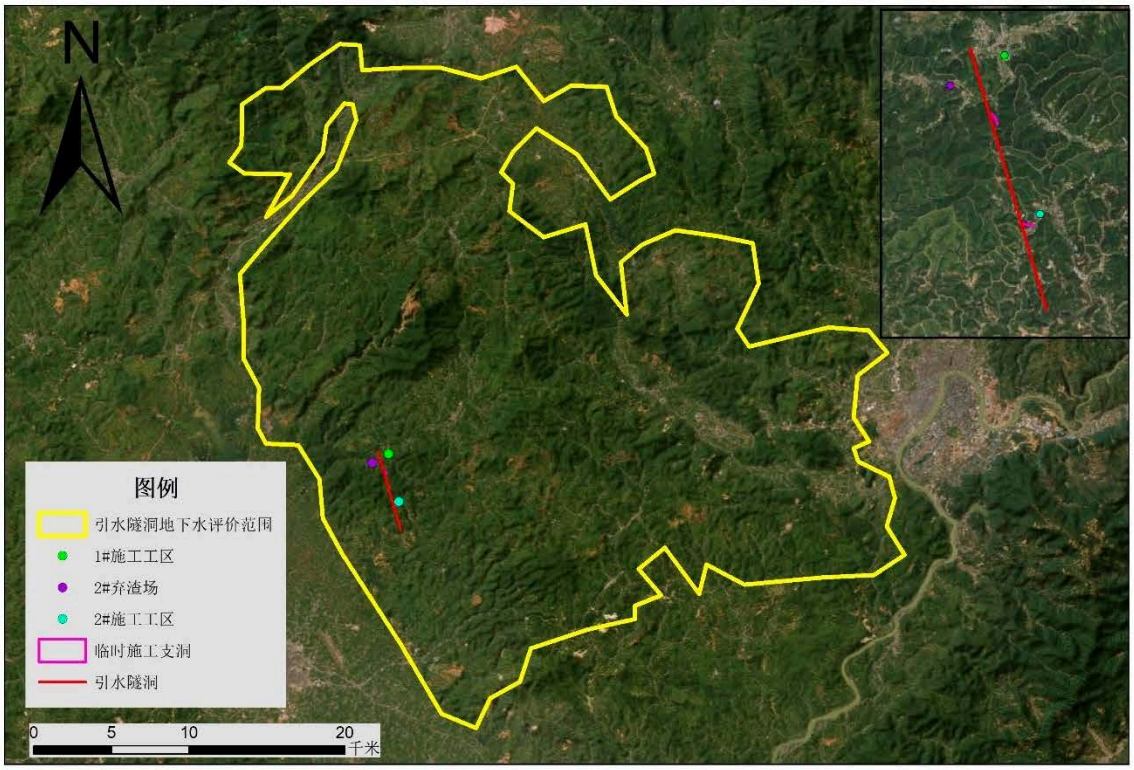


图2.7-8 本工程引水隧洞及临时施工支洞地下水评价范围图

2.8 评价时段和评价重点

2.8.1 评价时段

根据工程特点，评价时段主要分施工期和运行期。

2.8.2 评价水平年

（1）现状评价水平年

根据工程设计资料以及收集的工程所在区域环境现状资料、数据，结合现场调查与补充监测成果，各环境因子以2023年为现状评价基准年，有最新数据的采用最新数据。

（2）预测评价水平年

按照相关导则要求，结合工程设计资料和实施进度计划，确定施工期预测评价水平年为施工高峰年；运行期预测水平年同工程设计水平年，为2025年，远期展望水平年2035年。

2.8.3 评价重点

根据工程影响特征和所在区域的环境特点，结合环境敏感对象及环境保护目标，拟定工程环境影响评价重点内容见表 2.8-1。

表2.8-1 环境影响评价重点内容一览表

环境要素	评价时段	评价重点
地表水环境	施工期	工程施工废污水排放对周围水体的影响；涉水施工对取水河段下游以及交水水库水质的影响
	运行期	工程取水对石马河取水口以下河段水资源量、水文情势、水环境、生态流量满足程度的影响。
		工程调水对交水水库水质和营养程度、生态流量的影响
		工程退水对受水区主要退水河流水文水资源、地表水环境的影响。
地下水环境	施工期	工程输水管线施工对地下水径排及地下水位的影响。
水生生态	施工期	工程输水管线施工对地下水径排及地下水位的影响。
	运行期	工程取水对石马河取水口以下河段饵料生物、鱼类资源、鱼类重要生境、珍稀鱼类的影响。
		工程调水对交水水库水生生态的影响。
		工程退水对受水区主要退水河流水生生境、饵料生物、鱼类的影响。
陆生生态	施工期	工程占地、施工对输水沿线陆生植被、生态敏感区、重点保护野生动植物及其重要生境和区域生态系统完整性的影响。
	运行期	工程占地对区域生态系统完整性、服务功能的影响
大气和声环境	施工期	工程施工活动对周围居民区、生态敏感区及局部大气环境和声环境的影响。
	运行期	泵站运行对周围居民区和局部声环境的影响。
土壤环境	施工期	工程施工引起地下水位变化对土壤酸碱度、盐化度的影响。
	运行期	工程调水运行对区域土壤酸碱度、盐化度的影响。
环境风险	施工期	工程施工废污水事故排放对下游水环境的影响。
	运行期	水源区突发性污染事故对取水水质的影响。

2.9 环境敏感目标与保护要求

2.9.1 环境敏感目标

2.9.1.1 地表水环境敏感目标

地表水环境敏感目标主要是工程影响涉及的 1 个饮用水水源保护区（和山岩水库饮用水源保护区），地表水环境敏感目标基本情况及与工程位置关系见表 2.9-3 和图 2.4-6。

2.9.1.2 生态敏感目标

（1）生态敏感区

本工程和山水库进水口、输水涵管、和山岩水库净水厂进水口和部分输水涵管涉及生态保护红线和地方级森林公园，其他引水涵管和净水厂等生态评价范围涉及生态保护红线和地方级森林公园，不涉及自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区等其他生态敏感区。生态敏感目标基本情况及与工程位置关系见表 2.9-4 和图 2.4-12 至 2.4-13。

（2）重点保护物种

在评价区记录到的 74 种野生脊椎动物中，珍稀濒危重点保护物种共计 7 种；其中，国家二级保护野生动物 3 种；广东省重点保护野生动物 3 种；被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录 II 的有 1 种，附录 III 的 1 种；此外，还有中国特有种 4 种，“三有”保护动物 55 种，以上陆生野生脊椎动物均在梅州范围广泛分布。

表2.9-1 重要野生动物调查结果统计表

科	种	国家重点	省重点	IUCN	中国生物多样性红色名录	CITES	分布区域	资料来源	工程占用情况
鹿科 Cervidae	赤麂 *Muntiacus vaginalis*		是				森林生态系统	R	否
猫科 Felidae	豹猫 *Prionailurus bengalensis*	二级			易危	II	森林生态系统	R	否
林狸科 Prionodontidae	花面狸 *Paguma larvata*					III	森林生态系统	I	否
雉科 Phasianidae	白鹇 *Lophura nycthemera*	二级					森林生态系统	R	否
杜鹃科 Cuculidae	褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	二级					森林、耕地生态系统	F	否
鹭科 Ardeidae	牛背鹭 *Bubulcus ibis*		是				森林、耕地生态系统	F	否
鹀科 Emberizidae	灰头鹀 *Emberiza spodocephala*		是				森林生态系统	F	否
蛙科 Ranidae	长肢林蛙 *Rana longicrus*			易危			湿地、耕地生态系统	F	否

重点保护植物：记录到国家II级重点保护植物——金毛狗；CITES公约（2023年）附录物种——金毛狗。

表2.9-2 重要野生植物调查结果统计表

序号	中文名	学名	国家重点保护等级	CITES公约附录	中国生物多样性红色名录	IUCN RedList	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	金毛狗	*Cibotiumbarometz*	II级	II	LC		详见附图	样线调查	否

图2.9-1 国家二级保护野生植物金毛狗

兴宁市引水工程评价区珍稀濒危野生动植物分布图

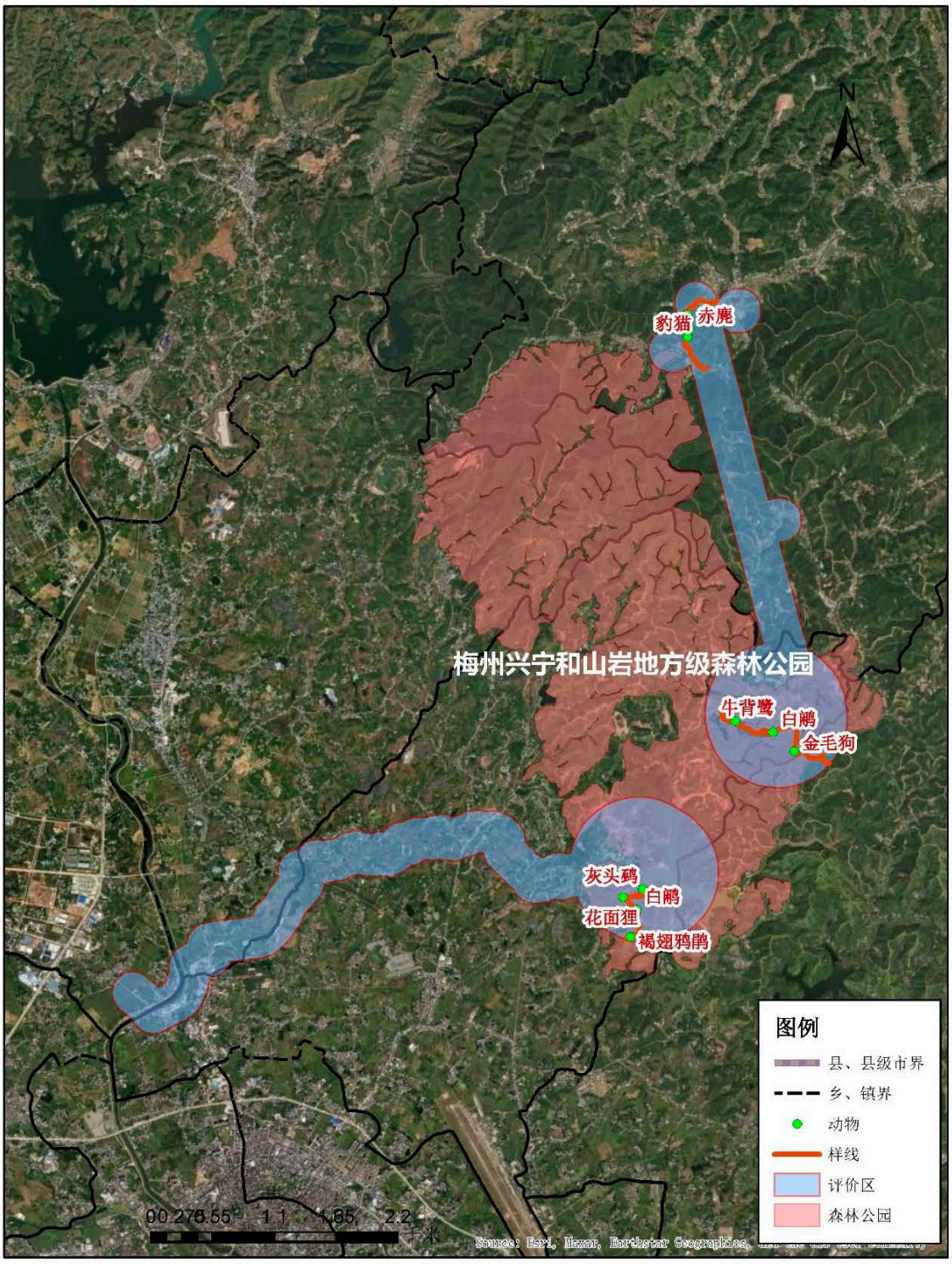


图2.9-2 兴宁引水工程评价区珍稀濒危野生动植物分布图

（3）古树名木

根据调查，评价区范围内已建档的古树有 4 棵，其中二级古树 1 科，三级古树

三颗，分别位于石马镇蕉联村黄竹塘等地，4棵古树均不在工程占地范围内。

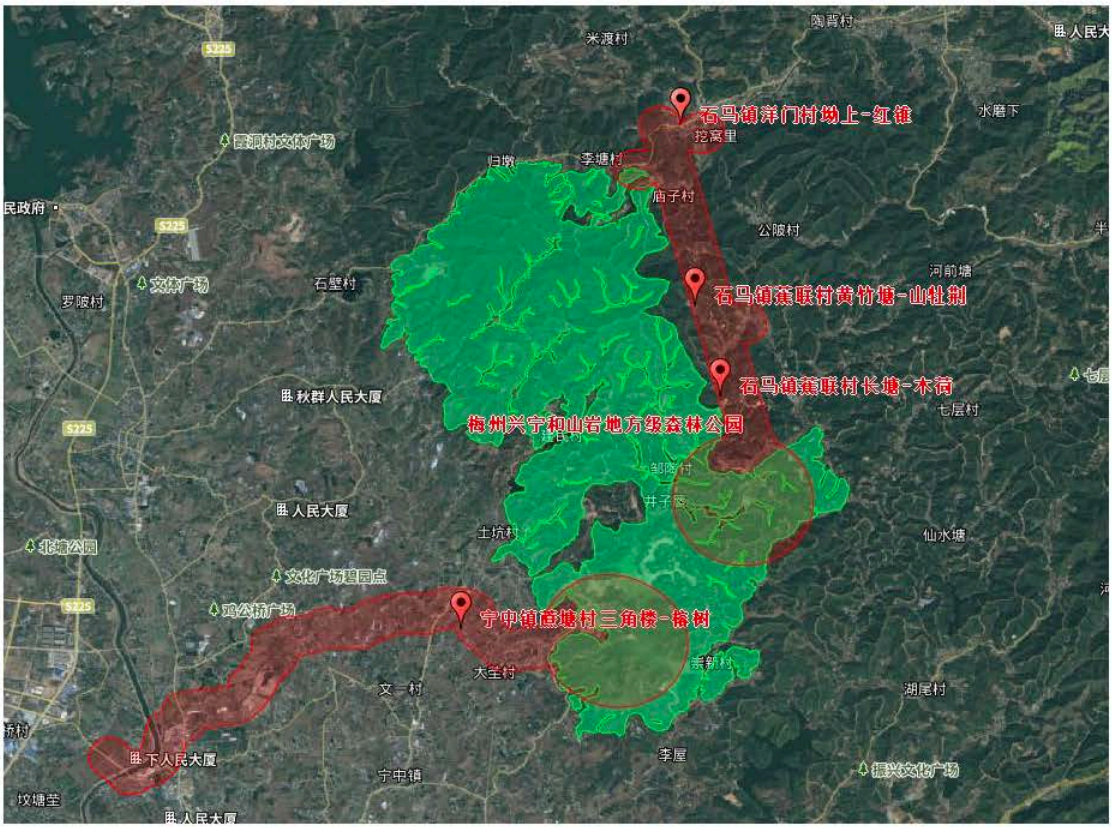


图2.9-3 评价区范围内古树位置示意图

2.9.1.3 大气、声、土壤环境敏感目标

工程大气、声、土壤环境敏感目标主要为工程输水管线、净水厂施工涉及的居民区、基本农田等，具体详见表2.9-5，位置示意图见图2.7-4-图2.7-7。

2.9.2 环境保护要求

2.9.2.1 地表水环境保护要求

维持工程取水影响河段现状水环境功能；保证取水口下游石马河及石壁水库段的水体纳污能力、水环境质量满足所在功能区水质目标要求；交水水库水环境质量满足饮用水水源保护区水质目标要求；受水区退水河流水环境质量不降低。

2.9.2.2 地下水环境保护要求

保证工程影响区域的地下水水位、水质不因工程建设发生显著变化。

2.9.2.3 生态环境保护要求

保护工程取水影响河段水生生物重要生境；保护工程直接或间接影响的重点保护野生动植物及其生境；保证输水线路穿越区域生态结构与功能稳定；维持工程建

设、运行影响区域生态系统的完整性、稳定性和生物多样性。

2.9.2.4 大气、声环境保护要求

保证工程影响区域的环境空气、声环境质量满足所在区域环境空气、声环境功能区目标要求，保证场界噪声满足有关标准限值要求。

2.9.2.5 土壤环境保护要求

保证工程影响区域的基本农田耕地质量满足目标要求。

表2.9-3 工程涉及的地表水环境敏感目标基本情况表

保护区所在地	保护区名称	保护区级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与本工程关系
梅州市兴宁市宁新街道办事处	和山岩水库饮用水源保护区	一级保护区	II 类	和山岩水库正常水位线以下的全部水域。	和山岩水库取水口正常水位线以上 100 米范围内的陆域范围。	本工程净水厂部分进水管（约 76m）、进水口(约 648m²)位于一级保护区内
		二级保护区	III 类	/	整个流域(一级保护区陆域外区域)。	本工程引水隧洞(约 294m)、出水口及泄槽(约 686m²)；和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管和出水池（永久占地面积约 1002 m²，管道长度 115.1m）位于二级保护区内

表2.9-4 工程涉及的生态敏感目标基本情况表

序号	生态敏感区	敏感目标类别	敏感目标名称	与本工程位置关系
1	特殊生态敏感区	森林公园	梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，保护主体为森林生态、湿地生态、地质景观、生态公益林，主要保护对象为森林、湿地和地质景观，自然保护地功能分区为一般控制区	本工程和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管和出水池、净水厂的进水塔和部分输水管线位于森林公园内，涉及森林公园范围 0.165hm²，和山水库输水涵管和山岩水库输水线穿越森林公园 191.07m
2		生态保护红线	韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线	本工程和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管和出水池、净水厂的进水塔和部分输水管线位于森林公园内，涉及森林公园范围 0.165hm²，和山水库输水涵管和山岩水库输水线穿越森林公园 191.07m，工程布置及施工布置不涉及该生态保护红线
3	重点保护动物	国家重点保护陆生野生动物	国家二级保护动物，3 种：豹猫、白鹇、褐翅鸦鹃	活动于工程所在地
4		广东省重点保护陆生野生动物	3 种：赤麂、牛背鹭、灰头鹀	活动于工程所在地
5		《濒危野生动植物	附录 II 的有 1 种：豹猫	活动于工程所在地

序号	生态敏感区	敏感目标类别	敏感目标名称	与本工程位置关系
		种国际贸易公约（CITES）》	附录 III 的 1 种：花面狸	
6		中国特有种	4 种：灰胸竹鸡、黑眉拟啄木鸟、淡眉雀鹛、乌鸫	活动于工程所在地
7		“有重要生态、科学、社会价值三有”保护动物	55 种：哺乳类 4 种，鸟类 44 种，爬行类 5 种，两栖类 2 种	活动于工程所在地
8	重点保护植物	国家重点保护陆生野生植物	II 级：金毛狗	分布于工程所在地生态评价范围内

表2.9-5 工程涉及的声、空气、土壤环境敏感目标基本情况表

区域	序号	声、空气、土壤环境敏感点	与本工程位置关系	规模	所属区域	保护要求
净水厂及配水管道区域	1	甘塘村	工程配水管线南侧约 8 m	约 30 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气一类
	2	甘塘村	工程配水管线北侧 7 m	约 300 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气一类
	3	鹅一村	工程配水管线南侧约 24 m	约 150 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气一类
	4	莲湖塘	工程配水管线南侧约 86 m	约 20 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	5	环陂村	工程配水管线北 11 m	约 120 人	兴宁市龙田镇	声 1 类，空气二类
	6	陂丰村	工程配水管线南侧约 121 m	约 10 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	7	陂丰村	工程配水管线南侧约 70 m	约 20 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	8	坪塘村	工程配水管线南侧约 23 m	约 30 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	9	鸡公村	4#施工工区北侧约 137 m	约 10 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	10	凉新村	工程配水管线北 28 m	约 80 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	11	凉新村	工程配水管线北 14 m	约 200 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	12	坪塘村	工程配水管线南侧约 18	约 180 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	13	坪塘村	工程配水管线南侧约 107 m	约 50 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类

区域	序号	声、空气、土壤环境敏感点	与本工程位置关系	规模	所属区域	保护要求
	14	蔗塘村	工程配水管线南侧约 85 m	约 20 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	15	蔗塘村	工程配水管线南侧约 66 m	约 50 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	16	蔗塘村	工程配水管线南侧约 6 m	约 150 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	17	蔗塘村	工程配水管线南侧约 8 m	约 150 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	18	新塘村	工程配水管线北 49 m	约 120 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	19	石岭村	工程配水管线北 14 m	约 180 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	20	蔗塘村	工程配水管线南侧约 145 m	约 20 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	21	大莹村	工程配水管线南侧约 1 m	约 180 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	22	陶下	工程配水管线北 3 m	约 200 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	23	大莹村	工程配水管线南侧约 30 m	约 300 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	24	蛇头砠	工程配水管线北 7m	约 350 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	25	兴宁市水库管理所	工程配水管线南侧约 8m	约 10 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	26	中共兴宁市党校	工程配水管线南侧约 121m	约 50 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
	27	和山岩水库管理所	净水厂南侧 70m	约 10 人	兴宁市宁中镇	声 1 类，空气二类
引水隧洞及输水涵管区域	1	蕉联村	2#施工工区北侧约 17m	约 80 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	2	蕉联村	工程引水隧洞西侧约 25 m	约 50 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	3	蕉联村零散居民 5	工程引水隧洞东侧约 20 m	约 5 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	4	庙子村	工程引水隧洞西侧约 57 m	约 50 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	5	庙子村	工程引水隧洞东侧约 17 m	约 150 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	6	庙子村	2#弃渣场东南侧约 54m	约 70 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	7	庙子村	2#弃渣场北侧约 82m	约 80 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	8	桥下片	工程进水闸门北侧约 160 m	约 5 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类

区域	序号	声、空气、土壤环境敏感点	与本工程位置关系	规模	所属区域	保护要求
	9	洋门村	1#施工工区北侧约 68m	约 150 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	10	洋门村	1#施工工区东侧约 80m	约 80 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	11	洋门村	1#施工工区西侧约 132m	约 20 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	12	蕉联村零散居民 1	工程引水隧洞东侧约 9 m	约 5 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	13	蕉联村零散居民 2	工程引水隧洞西侧约 10 m	约 10 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	14	蕉联村零散居民 3	工程引水隧洞西侧约 122m	约 10 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
	15	蕉联村零散居民 4	工程引水隧洞东侧约 31 m	约 5 人	兴宁市石马镇	声 1 类，空气二类
全部工程（含施工临时用地等）	16	永久基本农田	分布在工程四周	永久用地不涉及，临时用地（引水隧洞及施工支洞）涉及 663m，输水管线施工临时开挖占地面积约 28514m^2，2#施工工区临时占用面积 1486m^2	兴宁市宁中镇、石马镇	耕地质量不下降

2.10 评价方法与工作程序

环境影响评价工作程序大致分为三个阶段：第一阶段为准备阶段，接受任务委托后，研究各种设计文件和环保法规，进行环境现状初步调查和初步的工程分析，进行环境影响因子识别和筛选，确定评价项目、评价工作等级、范围和评价重点；第二阶段为正式工作阶段，进行环境现状详查、环境现状评价、工程分析、环境影响预测和评价；第三阶段为报告书编制阶段，制定环境影响减免措施、环境管理与监测计划、投资估算，得出环境影响评价结论，并在以上基础上编制环境影响报告书。环境影响评价工作程序如图 2.10-1 所示。

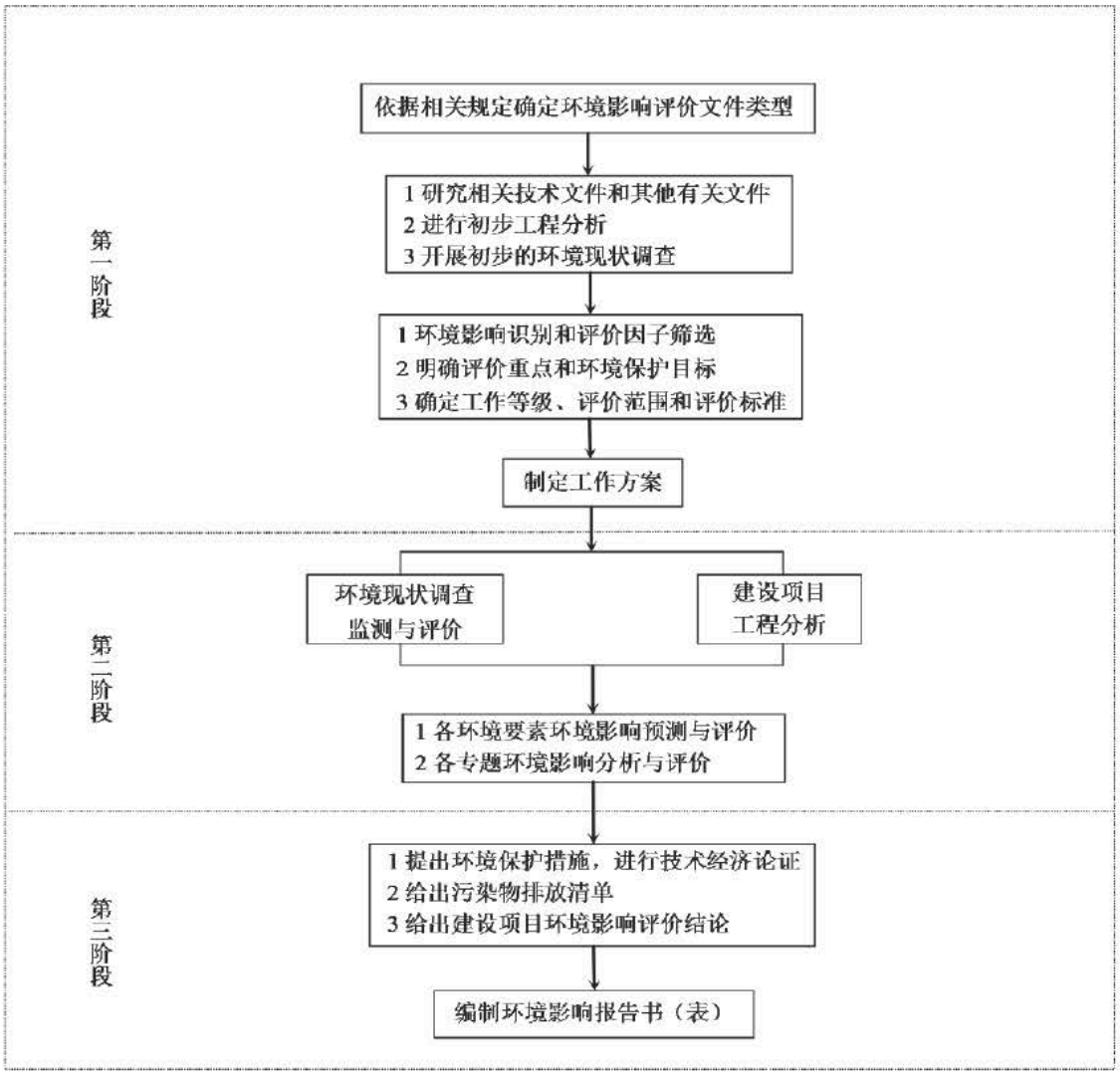


图2.10-1 环境影响评价程序图

3 工程概况

3.1 相关规划及流域概况

3.1.1 相关规划

3.1.1.1 《兴宁市水网建设规划》（2024年7月）

2024 年 7 月兴宁市人民政府印发《兴宁市水网建设规划》，该规划指出：兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程，有利于优化兴宁市水资源配置体系。

《兴宁市水网建设规划》是本工程的重要规划依据，该规划编制了环境影响评价章节。该章节认为：规划的实施可能会对环境造成一定的影响，但可以通过可行的环境保护措施将不利影响降到最低程度。因此，本规划有利于引领兴宁市未来水利建设和发展全局，保障防洪安全、供水安全、粮食安全和水生态安全，为兴宁市振兴发展提供有力支撑和可靠保障。

综上所述，本工程的建设符合《兴宁市水网建设规划》相关要求。

3.1.1.2 《兴宁市供水水源工程规划（修编）》（2020年7月）

2024 年 10 月兴宁市人民政府印发《兴宁市供水水源工程规划（修编）》，该规划指出：实施石壁水库与和山岩水库水系连通方案，在保障石壁水库、和山岩水库现状任务的前提下，可年均新增供水量约 1200 万 m^3，供水保证率达 97%，与合水水库联合调度，实现双水源供水，并作为兴宁城区的应急水源，能有效的应对水源突发应急事件，保障用水安全。

《兴宁市供水水源工程规划（修编）》是本工程的重要规划依据，该规划编制了环境影响评价章节。该规划环评篇章认为：本规划以保障区域供水安全为主线，有利于实现区域水资源优化配置、全面节约、有效保护和综合利用，促进地区社会和谐及经济社会发展；规划综合考虑了国家、地方相关规划，与各相关规划目标基本协调一致；需重视环评提出的措施和建议，对规划方案进行优化调整，以保护重要环境敏感目标，提高规划方案的可行性；规划方案实施带来的不利环境影响，通过采取相应的环保对策措施可以得到规避和减缓；总体来看从提高水资源利用效益、供水安全、生态环境保护和区域协调发展等方面分析，规划方案合理、可行。

综上所述，本工程的建设符合《兴宁市供水水源工程规划（修编）》相关要求。

3.1.1.3 《梅州市水利发展“十四五”规划》

2021年9月27日经梅州市人民政府办公室发布《关于印发梅州市水利发展“十四五”规划的通知》（梅市府办〔2021〕24号）。该规划提出：**加快供水骨干工程建设。**加快跨流域跨区域引调水工程建设，完善水资源配置体系，科学利用外调水，推进韩江高陂水利枢纽工程建设，积极配合与棉花滩水库、潮州供水枢纽、河口五闸等枢纽工程的联合统一调配。加快推进梅州市益塘水库引水工程、丰顺县新区供水工程等一批支撑梅州地区发展的引调水工程建设，力争在“十四五”期间建成并发挥效益，优化全市区域水源布局，着实提升区域水资源承载能力。加快丰顺县留隍供水枢纽工程等前期论证工作。……**加快石壁水库、叶田水库、凤池水库等中型水库前期论证及建设。**

根据《梅州市水利发展“十四五”规划》可知：兴宁市石壁水库已纳入供水保障能力建设工程。

综上所述，经水资源优化配置以及方案比选分析，从总投资、运行管理难度、工程效益的角度综合考虑，**实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，有利于先充分挖掘宁江流域潜力，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山河水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源（合水水库为主要水源），同时可作为兴宁城区的应急水源，避免合水水库水源应急事件造成的重大损失**。因此，本工程的实施符合《梅州市水利发展“十四五”规划》相关要求。

3.1.1.4 《兴宁市水利发展“十四五”规划》

2022年8月11日经兴宁市人民政府发布《关于印发兴宁市水利发展“十四五”规划的通知》（兴市府函〔2022〕74号）。该规划提出：**（三）强化节约优化配置，保障供水安全。**坚持节水优先，强化水资源刚性约束，合理配置水资源，按照“先节水、保底线、增供水、强应急”的思路，推进城乡一体化供水，加快重大水源和水资源配置骨干工程建设，加强常规水源与应急备用水源工程建设，构建节约高效、互济联调的现代化水资源保障体系，全面提升城乡供水安全能力。

2. 提升城乡供水保障水平

推进兴宁市重点水源工程建设，着力提高水资源调蓄能力，增强城乡供水保障能力。在村村通自来水工程建设的基础上，加强规模化集中供水工程建设，大力推进农

村供水保障工程建设，开展城乡供水一体化改革，努力提高规模化和城乡一体化供水水平。

根据《兴宁市水利发展“十四五”规划》可知：兴宁市城乡一体化水资源配置——石壁水库增效扩容改造工程已纳入供水保障能力建设工程。

根据2022年3月广东省水利厅《关于兴宁市石壁水库增效扩容改造工程可研报告审查有关问题的函》，提出意见：“石壁水库增效扩容改造工程投资大、增加的库容相对小，经济性不佳。建议适时开展合水水库、石壁水库、和山岩水库清淤疏浚，挖潜现有库容。**同时，建议研究论证石壁水库与和山岩水库进行水系连通工程的可能性，将石壁水库部分水源引入和山岩水库，以提高水资源利用效率，更加有效解决兴宁市区的供水安全问题**”。

因此，为落实广东省水利厅《关于兴宁市石壁水库增效扩容改造工程可研报告审查有关问题的函》文件精神，经水资源优化配置以及方案比选分析，从总投资、运行管理难度、工程效益的角度综合考虑，**近期实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，有利于先充分挖掘宁江流域潜力，**将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山河水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源（合水水库为主要水源），同时可作为兴宁城区的应急水源，避免合水水库水源应急事件造成的重大损失；远期继续深入研究论证石壁水库增效扩容工程，进一步挖潜现有库容。

综上所述，本工程的实施有利于加快重大水源和水资源配置骨干工程建设，加强常规水源与应急备用水源工程建设，构建节约高效、互济联调的现代化水资源保障体系，全面提升城乡供水安全能力。因此，本工程的实施符合《兴宁市水利发展“十四五”规划》相关要求。

3.1.2 流域概况

本工程实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，有利于充分挖掘宁江流域潜力，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源（合水水库为主要水源），并作为城区的应急水源。

石壁水库属石马河水系，和山岩水库、和山水库属和山河水系，两者同属宁江流域。

（1）石壁水库

石壁水库位于兴宁市龙田镇石壁村，宁江流域一级支流石马河中游，距离兴宁城约17km。石壁水库兴建于1957年冬，1958年4月初步建成运行，后经1960年、1961年、1962年三年续建，1974年的安全加固，1985年的排淤泄洪工程，2009年的水库除险加固工程，形成现状。

石壁水库坝址以上集雨面积102km^2，干流河长26.8km，河流坡降6.7%，是以防洪为主，结合灌溉发电的中型水库。石壁水库配合合水水库进行防洪调度，保宁江堤防安全，捍卫下游安全。下游防护区内有兴宁市镇、国防机场、205、206国道、省道及广梅汕铁路和梅隆铁路等重要设施，防护人口达50多万人。石壁水库原设计灌溉面积1.79万亩，灌区分布于龙田、宁中、合水、龙北四个镇，目前实际灌溉面积1.25万亩。水库坝后电站原设计装机容量为840kW。

水库大坝为均质土坝，最大坝高26.5m。水库设计洪水位160.13m(P＝2%)，相应库容970.27万m^3；校核洪水位160.36m(P＝0.1%)，相应库容1005.55万m^3，正常蓄水位155.0m，相应库容543.67万m^3；死水位140.0m，相应库容36.9万m^3。水库主要建筑物包括大坝、排淤泄洪闸、输水涵管及电站厂房等。

（2）和山岩水库

和山岩水库位于兴宁市东北部宁中镇（并镇前为宁塘镇）大莹村，宁江流域一级支流和山河中下游，距离兴宁城区7km。

和山岩水库坝址以上河流长度为17km，控制集雨面积为32.5km^2，河流平均比降为7.4%，是一座以防洪为主、保障灌溉、结合发电、等综合利用的中型水库。主坝最大坝高22.36m，坝顶长170m，坝顶高程为165.54m。主坝左岸设开敞式溢洪道一座，闸门型式为钢弧形门（6×4m）。溢洪道堰型为无坎宽顶堰，堰顶高程156.34m，泄槽净宽6m，最大控泄流量40m^3/s，设底流消能。主坝右岸设钢筋砼圆涵一条长120.8m，直径1.13m。涵头设铸铁闸门，手电两用螺杆式启闭机启闭。坝后电站装机两台共200kW(125+75)。水库有副坝两座。Ⅰ号副坝长87.4m，输水涵一条长85m；Ⅱ号副坝长31.6m。库尾公陂引水隧洞一条长240m，宽1.2m，高1.5m，拦河引水陂以上集雨面积15.8km^2。

和山岩水库按50年一遇设计，1000年一遇校核。死水位149.12m，正常蓄水位156.94m，设计兴利库容613万m^3，设计洪水位159.32m，校核洪水位160.61m，总库

容库容 1289 万 m^3。

（3）和山水库

和山水库位于和山岩水库上游，大坝坝址距离和山岩水库大坝坝址 4.7km。和山水库坝址以上控制集雨面积 21.4km^2，河流长度 11km，河流比降 35‰，是一座以灌溉为主，结合防洪、发电、养殖的国管小(1)型水库。大坝地理位置为东经 115°47′47.47″，北纬 24°12′40.24″。

（4） 石马河

本工程取水水源为石马河。石马河又称信古水，发源于石马镇寨高围。集雨面积 154km^2，河长 32km，平均坡降 4.86‰。石马河水土流失严重，河道水库有淤积，水源较缺，灌溉条件差。流域内已建成中型石壁水库，由于水土流失的原因，水库淤积严重，有效库容有所减少。

本次石马河引水口位于石马河洋门村段，距离石壁水库坝址约 7.6km，引水口以上集雨面积 79.39km^2，占石壁水库坝址以上集雨面积的 77.8%。

（5）和山河

本工程交水电位于和山河。和山河发源于宝山下，主流自东北向西南汇入宁江河。集雨面积 45.0km^2，河长 23km，平均坡降 5.33‰。上游为低山区，下游为平原。流域内已建有中型和山岩水库。

（6）宁江

宁江（古称左别溪）贯穿兴宁南北，是流域面积最大的梅江支流，北起江西寻邬荷峰畲，南至水口圩汇合梅江，全长 107km，从合水至水口主干河道长 57.5km，沿途接纳 32 条山溪小河，流域面积 1364.75km2，占全市总面积的 65%。

宁江是兴宁市的主要河流，流域内支流较多，东边有黄陂水、石马河、罗岗水和永和水四条集雨面积 100km^2 以上的二级支流，还有五条小支流汇入区间，西边还有九条小支流汇入。

宁江河地形狭长，东、西、北三面地势高，中部、南部地势低，由于三面向内倾斜。每逢暴雨，奔流直泻，而宁江河道既窄且曲折，故易溃堤成灾。

图3.1-1 本工程周边水系示意图

3.2 工程建设必要性

3.2.1 是实现优化区域水资源配置方案的重要工程

兴宁城区属于合水水库供水片区。城区的产业发展战略是加快构建现代化产业体系，建立经济发展新格局，推动三大产业整体提高，加快传统优势产业转型升级，加快发展先进制造业和高新技术产业，积极发展现代服务业和现代农业，大力发展精品旅游业。

目前兴宁城区只有合水水库做为唯一的供水水源，随着经济的发展，兴宁市的城市化水平不断提高，城区范围也不断扩大，城乡一体化进程持续推进，周边乡镇供水也逐步纳入合水水库供水片区，水资源的供需矛盾日益明显，水资源的区域性分布不均、水资源的工程性配置不足严重制约着社会经济的发展，解决区域水资源供需矛盾的问题已迫在眉睫。

根据相关规划中的需水预测及水资源供需分析，兴宁城区所在的合水水库供水片区近远期水平年均存在用水缺口。城区作为全市政治、经济、文化中心，优化水资源配置的关键是解决该区域的用水问题。优化水资源配置方案的原则为优先考虑本流域挖潜，其次考虑跨流域调水。

石壁水库属石马河水系，和山岩水库属和山河水系，两者同属宁江流域。

石壁水库坝址以上集雨面积为102km^2，多年平均径流量6058.5万m^3，设计兴利库容506.77万m^3；石壁水库现状淤积严重，根据2020年12月最新实测成果，水库现状兴利库容仅为286.70万m^3，现状兴利库容系数仅4.7%，水库实际调节能力差，仅能达到季调节，导致上游来水得不到充分的利用。石壁水库清淤工程总投资较大，且经实地勘查，水库库区的淤积物主要成分为淤泥，难以重复利用。

和山岩水库坝址以上集雨面积为32.5km^2，多年平均径流量1950万m^3，设计兴利库容613万m^3，水库调节能力强，和山岩水库及上游的和山水库清淤工程正在实施。

因此，近期先充分挖掘宁江流域潜力，实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源(合水水库为主要水源)，并作为城区的应急水源。同时适时开展合水水库、石壁水库清淤疏浚工程，进一步挖潜现有库容。

远期在已充分利用区域内水资源的基础上，进行跨区调水。通过实施罗浮河～宁江水系联通项目，由水资源开发利用程度低、水量有节余的片区调水至水资源开发利用程度高、经济发达、人口密集、用水量缺口较大的城区，从而实现水资源的合理、优化配置。

3.2.2 实现多水源供水，提高供水安全保障能力

本工程实施后，兴宁城区近期可实现双水源供水（合水水库为主要水源），并适时开展合水水库、石壁水库清淤疏浚工程；继续深入研究论证石壁水库增效扩容工程，进一步挖潜现有库容；远期再实施罗浮河——宁江水系联通等工程，由水资源开发利用程度低、水量有节余的片区调水至水资源开发利用程度高、经济发达、人口密集、用水量缺口较大的城区，从而实现水资源的合理、优化配置，实现多水源供水布局，使各受水区的供水系统更加健全和完善，并进一步加强水资源安全储备，为地区维持社会稳定和经济可持续发展提供有力保障。

3.2.3 是建设应急备用水源的需求

目前兴宁城区仅以合水水库作为单一水源，没有建立应急水源地，当出现突发事件或特枯年份时无法应对，存在供水安全隐患。

国务院于 2012 年发布了《关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号)，其中明确要求“强化饮用水水源应急管理，完善饮用水水源地突发事件应急预案，建立备用水源。”

2015 年 12 月，广东省人民政府印发《广东省水污染防治行动计划的通知》（粤府〔2015〕131 号文），其中强调保障饮用水安全，要求“……单一水源供水的地级以上城市应于 2016 年底前完成备用水源或应急水源建设，单一水源供水的县城应于 2018 年底前完成。”

2021 年 3 月，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出：“……坚持节水优先，完善水资源配置体系，建设水资源配置骨干项目，加强重点水源和城市应急备用水源工程建设。”

2021 年 4 月，《梅州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：“优化配置水资源，坚持节水优先，落实节水行动实施方案，提高水资源集约节约利用水平。新建一批中小型水库，提高水资源调蓄能力。完善城镇应

急备用水源规划建设。”

石壁水库与和山岩水库水系连通工程实施后，当合水水库遇到突发性水源污染事件时，和山岩水库水厂按最大设计规模满负荷运行，向兴宁城区应急供水，可保障城区最基本的用水需求。

3.2.4 水系连通是改善区域生态环境，促进生态文明建设的重要环节

为了贯彻落实党的“十八大”、“十九大”精神，水利部提出把生态文明理念融入到水资源开发、利用、治理、配置、节约、保护的各方面和水利规划、建设、管理的各环节，加快推进水生态文明建设。水生态文明建设的核心是“和谐”，使宝贵有限的水资源为经济社会可持续发展提供久远的支撑。

随着经济的快速发展和人民生活水平的提高，对水生态环境和供水保障提出了更高的要求，本工程通过水系连通以及水库调蓄供水，补充本地生产生活用水，释放当地被生产生活挤占的河道生态用水，促进恢复河道生态。工程全面统筹地区生产、生活和生态用水，推进水生态修复，是进一步改善区域生态环境，营造资源与环境和谐、人与自然和谐的有效方法，是满足经济社会发展要求的，促进生态文明建设的重要环节。

3.3 工程简况

（1）项目名称：兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程

（2）建设地点：工程位于兴宁市，涉及兴宁市石马镇、宁中镇、叶塘镇、龙田镇，本工程地理位置详见图 3.3-1；

①工程引水口设在石马河洋门村段（E115°47′3.43″，N24°15′52.51″）；

②交水点设在兴宁市第二自来水厂~黄竹坜加压总站的配水管道（甘塘村位置，E115°42′20.68″，N24°10′27.53″）；

③引水隧洞长度约 5.13km，起点经纬度：E115°47′3.63″，N24°15′52.12″；终点经纬度：E115°47′50.79″，N24°13′11.27″；

④和山水库输水涵管长度约 79m，起点经纬度：E115°47′47.22″；N24°12′40.70″；终点经纬度：E115°47′46.91″，N24°12′38.55″；

⑤和山岩水库输水涵管长度约 227m，起点经纬度：E115°46′40.63″；N 24°11′26.64″

；终点经纬度：E 115°46′34.91″，N 24°11′30.37″；

⑥净水厂配水管道长度约 9.5km，起点经纬度：E 115°46′33.97″；N 24°11′30.30″；终点经纬度：E 115°42′20.67″，N 24°10′27.61″。

（3）建设性质：新建。

（4）本工程常规供水规模为 4 万 m^3/d，考虑水厂自用水量（5%）和水源至水厂水量损失（3%），以及 1.5 的日变化系数后，从和山岩水库年均取水量为 1054 万 m^3。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）以及《防洪标准》（GB50201-2014），本工程年引水量＜3000 万 m^3，对应工程等别为Ⅴ等，工程规模为小(2)型。

（5）工程任务：充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

（6）工程规模：石马河引水口设计引水流量 $5m^3/s$；供水规模：在第二水厂的水源地合水水库可正常供水时，本工程为常规运行情况，日最大供水规模为 4 万 m^3/d；当合水水库遇到突发性水源污染事件，导致第二自来水厂无法供水时，本工程向兴宁城区应急供水，日最大供水规模为 7 万 m^3/d。

（7）建设内容：新建和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞、进水闸及拦河水陂、引水隧洞出口段；新建和山水库进水口、输水涵管；新建和山岩水库进水口、输水涵管、水厂及敷设输水管道等。

（8）设计水平年：本次设计以 2025 年为近期水平年，2035 年为远期水平年。

（9）施工组织：本工程施工总工期 36 个月。其中施工准备工期 3 个月，主体工程施工工期为 30 个月，竣工收尾期 3 个月。施工高峰人数为 500 人。

（10）工程投资：工程总投资 57993.81 万元，其中环保投资 246.59 万元。

本工程项目组成主要有主体工程（引水口、引水隧洞、输水管道、交水点等）、施工辅助工程等，项目具体组成见表 3.3-1，工程特性见表 3.3-2。

图3.3-1 项目地理位置示意图

表3.3-1 本工程项目组成一览表

工程项目		项目组成
主体工程	引水系统	和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞及进水闸、拦河水陂、引水隧洞出口段；和山水库进水口、输水涵管；
	输水系统	和山岩水库进水口、输水涵管、压力输水钢管、和山岩水库水厂及配水管道
	交水点	交水点为兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)，交水点后利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坜加压总站。
施工辅助工程	施工布置	施工工区 4 个
	渣场	弃渣量为 12.46 万 m^3，拟设置 2 个弃渣场
	料场	砂料、石料外购，设 1 个土料场
环保工程		各施工区污水处理、大气和噪声污染防治措施

表3.3-2 工程特性表

项 目	单位	数 量	备 注
一、水文特征			
1、和山岩水库			
坝址以上流域面积	km^2	32.5	
多年平均年径流量	万 m^3	1950	
2、和山水库			
坝址以上流域面积	km^2	21.4	
多年平均年径流量	万 m^3	1284	
3、石壁水库			
坝址以上流域面积	km^2	102	
设计洪水(P＝2%)	m^3/s	552.85	
校核洪水(P＝0.1%)	m^3/s	865.48	
多年平均年径流量	万 m^3	6058.5	
二、水库特性			
1、水库水位(和山岩水库，原设计)			
死水位	m	149.12	珠基高程
正常蓄水位/兴利库容	m/万 m^3	156.94/613	珠基高程
设计洪水位(P=2%)/相应库容	m/万 m^3	159.32/1057	珠基高程
校核洪水位(P=0.1%)/相应库容	m/万 m^3	160.61/1289	珠基高程
总库容	万 m^3	1289	
2、水库水位(和山水库)			
死水位	m	158.38	珠基高程
正常蓄水位/正常库容	m/万 m^3	166.34/101.61	珠基高程
设计洪水位(P=3.33%)/相应库容	m/万 m^3	169.25/156.59	珠基高程
校核洪水位(P=0.2%)/相应库容	m/万 m^3	170.21/183.64	珠基高程

项 目	单位	数 量	备 注
总库容	万 m^3	183.64	
3、水库水位(石壁水库，原设计)			
死水位/死库容	m/万 m^3	140/36.9	珠基高程
正常蓄水位/正常库容/兴利库容	m/万 m^3/万 m^3	155/543.67/506.77	珠基高程
设计洪水位(P=3.33%)/相应库容	m/万 m^3	160.13/970.27	珠基高程
校核洪水位(P=0.2%)/相应库容	m/万 m^3	160.36/1005.55	珠基高程
总库容	万 m^3	1005.55	
三、主要建筑物			
1、两库水系连通引水隧洞 (新建)			
进口高程	m	180.0	
出口高程	m	170.435	
长度	m	5130	
断面型式		城门洞形	
断面尺寸	m	宽 2.5，高 1.65，洞顶采用半圆形，半径 1.25	
衬砌厚度	m	0.3～0.4	
围岩类型		II、III、IV、V	
最大设计流量	m^3/s	5	
2、两库水系连通引水隧洞的进水闸(新建)			
型 式		胸墙式	
堰顶高程	m	180.0	
闸顶高程	m	185.80	
闸孔数量	孔	1	
闸孔尺寸	m	2.5×2(净宽×净高)	
闸门型式		平板闸门	
启闭型式		卷扬式启闭机	
3、两库水系连通引水隧洞的拦河水陂(新建)			
型 式		曲线实用堰	
水陂陂头堰顶高程	m	181.1	
堰身上游河床高程	m	179	
堰身长	m	10	
4、两库水系连通引水隧洞出口段(新建)			
泄槽断面尺寸(宽×高)	m	3.0×2.0	
泄槽长度	m	20.5	
消力池型式		底流式消能	
消力池长度	m	11	

项 目	单位	数 量	备 注
消力池断面尺寸(宽×高)	m	3.0×1.865	
5、和山水库进水口 (新建)			
型 式		埋藏式闸门井	
管道进口高程	m	162	
闸门型式		平面钢闸门	
孔口尺寸(宽×高)	m	2.2x2.2	
启闭型式		卷扬式启闭机	
闸室闸顶高程	m	171.5	
闸室操作平台高程	m	175.5	
6、和山水库输水涵管 (新建)			
进口高程	m	162	
出口高程	m	156.8	
长度	m	79	
断面型式		圆形	
断面尺寸	m	1.2(内径)	
结构型式		顶管(钢管)	
7、和山岩水库进水口 (新建)			
型 式		墩墙式结构，分层取水塔型式	
孔口进口高程	m	144/150	
闸室尺寸(长×宽)	m	11.1x8.4	
闸门型式		平面钢闸门	
孔口尺寸(孔数×宽×高)	m	2×1.6×2	
启闭型式		卷扬式启闭机	
闸室顶高程	m	163.4	
闸室操作平台高程	m	168.4	
8、和山岩水库输水涵管 (新建)			
进口高程	m	144	
出口高程	m	142.3	
长度	m	216	
断面型式		圆形	
断面尺寸	m	1.2(内径)	
结构型式		顶管(钢管)	
9、和山岩水库水厂 (新建)			
水厂地面高程	m	142	
清水池最低水面标高	m	139.5	
清水池最高水面标高	m	143.7	
配水池最高水面标高	m	148.5	

项 目	单位	数 量	备 注
水厂常规运行情况下供水规模	m3/d	40000	
水厂应急运行情况下供水规模	m3/d	70000	
10、输水管道 (顶管末端～和山岩水库水厂)(新建)			
管长	m	11	
管径	m	1.2	
管材		钢管	
11、配水管道(和山岩水库水厂～交水点)(新建)			
管长	m	9503	
管径	m	1.2	
管材		球墨铸铁管	
过河段型式、管材		河底埋管/钢管	
过道路型式、管材		埋管/钢管	
12、配水管道(交水点～黄竹坜加压总站)(利用)			
管长	km	约 4.3	
管径	m	1.2	
管材		混凝土管	
四、施工			
1、主要材料			
钢筋	t	10639.73	
水泥	t	10411.01	
商品砼	m3	46694.54	
柴油	t	1333.78	
汽油	t	103.87	
块石	m^3	12053.19	
碎石	m^3	9602.69	
砂	m^3	24268.10	
电	万 kw.h	424.99	
2、施工临时房屋	m^2	6000	
3、施工导流			
1) 引水隧洞的进水闸及拦河水陂			
导流方式		考虑在石马河上下游设横向围堰一次拦断，在右岸台地修建钢板桩明渠进行导流	
围堰型式		均质土围堰	
2) 和山水库进水扣			
导流方式		在进水口上游侧设置围堰；在输水涵管出口侧设置围堰	

项 目	单位	数 量	备 注
围堰型式		上游侧均质土围堰、下游侧编织土袋围堰	
3) 和山岩水库进水口			
导流方式		在进水口上游侧设置围堰；出口位于滩地，无需设置围堰	
围堰型式		膜袋充砂围堰	
4) 和山岩水库水厂配水管线穿河段			
导流方式		在和山河上下游设横向围堰一次拦断，上游来水在河道旁设 DN800 的双壁波纹管配合水泵导至下游。	
围堰型式		编织土袋围堰	
4、总工期	月	36	
5、总工日	万工日	59.97	
五、工程占地			
1、永久占地	亩	32.86	
1) 耕地	亩	2.53	
2) 园地	亩	2.89	
3) 林地	亩	9.56	
4) 养殖水面	亩	6.28	
5) 交通运输用地	亩	0.95	
6) 水域及水利设施用地	亩	0.14	
7) 公共设施用地	亩	10.51	
2、临时用地	亩	409.18	
1) 耕地	亩	116.75	
2) 园地	亩	24.37	
3) 林地	亩	131.93	
4) 养殖水面	亩	80.87	
5) 草地	亩	38.31	
6) 交通运输用地	亩	16.94	
3、房屋拆迁	m^2	2535.04	
六、经济指标			
总投资	万元	57993.81	
工程部分静态投资	万元	49979.41	
一至五部分投资合计	万元	46277.23	
基本预备费	万元	3702.18	
水土保持工程静态投资	万元	715.71	
环境保护工程静态投资	万元	274.48	
建设征地移民补偿静态投资	万元	4246.51	
建设期融资利息	万元	1488.19	

项 目	单位	数 量	备 注
七、经济评价指标			
资本金财务内部收益率	%	6.81	
资本金财务净现值	万元	2359.6	

3.4 工程总体布置

3.4.1 工程任务

本工程任务为：充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

3.4.2 工程水资源配置

（一）设计水平年及设计保证率

本次设计以2025年为近期水平年，2035年为远期水平年。

设计供水保证率：工程实施后，在保障石壁水库、和山岩水库现状任务的前提下，可新增日供水规模4万m^3/d，供水保证率达97%，与合水水库联合调度，实现双水源供水，并作为兴宁城区的应急水源，能有效的应对水源突发应急事件，保障用水安全。

（二）供水范围

调入区：本工程充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度。结合流域及行政区域情况，本工程设计调入区为兴宁市城区。

调出区：本工程调出流域为石马河。石马河发源于石马镇寨高围，集雨面积154km^2，河长32km，平均坡降4.86‰，本工程调出区考虑为兴宁市的石马河部分。

受水区：根据《兴宁市城市总体规划（2010-2020）》，兴宁市城区供水范围包括中心城区（福兴、兴田、宁新三个街道办）和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂

镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等 11 个镇（街）的部分村委（居委会），供水范围详见附图 1。

兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程主要是受水区当地水资源的补水工程，工程输水至兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坜加压总站后供兴宁市城区生活用水使用。

（三）受水区本地水资源供需平衡分析

（1）受水区缺水分析

根据需水预测成果，近期 2025 年，兴宁市城区需水规模（日最高用水量）为 22 万 m^3/d，扣除现状第二水厂的 15 万 m^3/d 后，缺水规模为 7 万 m^3/d；远期 2035 年，兴宁市城区需水规模为 28.35 万 m^3/d，扣除现状第二水厂的 15 万 m^3/d 后，缺水规模为 13.35 万 m^3/d。

（2）石壁水库现状供用水平衡分析

根据《兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告》可知，以现状实际兴利库容 286 万 m^3，实际灌溉面积 1.25 万亩计，石壁水库水量平衡计算成果详见下表。

表3.4-1 石壁水库水量平衡计算成果表

名称	单位	值
年径流量	万 m^3	6058.5
灌溉面积	万亩	1.25
生活工业供水量	万 m^3	/
生活工业供水保证率	%	/
农业灌溉供水量	万 m^3	1022.7
灌溉保证率	%	90.32%
生态用水量	万 m^3	595.6
水库总供水量	万 m^3	1618.3
弃水量	万 m^3	4407.1

由水量平衡计算成果可见，石壁水库天然来水量丰富，但库容系数低，调节能力严重不足，多年平均弃水量占多年平均天然来水量的比例高达 72.7%。

（3）和山岩水库现状及供用水平衡分析

根据《兴宁市城乡一体化水资源配置一石壁水库与和山岩水库水系连通工程初步设计报告》可知，和山岩水库水量平衡计算成果详见下表。

表3.4-2 和山岩水库水量平衡计算成果表

名称	单位	值
年径流量	万 m^3	1950
灌溉面积	万亩	1.25
生活工业供水量	万 m^3	365
生活工业供水保证率	%	95.1%
农业灌溉供水量	万 m^3	851.4
灌溉保证率	%	37.1%
生态用水量	万 m^3	149.1
水库总供水量	万 m^3	1356.7
弃水量	万 m^3	533.6

和山岩水库目前城市生产生活日均供水 1 万 m^3，现状灌溉面积 1.25 万亩，但水库天然径流量仅为石壁水库的 32%；由水量平衡计算成果可见，水库现状供水保证率为 95.1%，基本满足要求；但灌溉保证率仅为 37.1%，灌溉用水严重不足，水库天然来水无法满足现状灌溉用水需求。

（4）两库水系连通后的计算原则及方法

根据地形条件方案比选，两库水系连通的引水口设在石马河洋门村段，距离石壁水库坝址约 7.6km，引水口以上集雨面积 79.39km^2，占石壁水库坝址以上集雨面积的 77.8%。

根据上文石壁水库及和山岩水库现状用水平衡分析成果，在不从石马河流域引水的情况下，和山岩水库现状城市生产生活日供水 1 万 m^3，供水保证率为 95.1%，基本满足要求；但现有 1.25 万亩农田的灌溉保证率仅为 37.1%，灌溉用水缺口较大，外引水量如果考虑补充和山岩灌区灌溉用水，则无剩余水量可用，因此本次计算时，从石马河所引水量不用于补充和山岩水库灌溉用水，只用于和山岩水库新增城市供水任务。

因此，连通后和山岩水库可供水能力计算原则为：

①和山岩水库、和山水库均实施清淤工程；

②石壁水库满足石壁灌区灌溉用水的前提下，余水引至和山岩水库；

③ 和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，水库天然来水量和现状兴利库容用于现状供水及灌溉任务调蓄；

④ 从石马河外引水量用于和山岩水库新增的供水任务，并利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄；

⑤在上述条件下，计算和山岩水库可新增的年供水能力。

（5）两库水系连通后和山岩水库新增可供水量计算成果

①计算采用的兴利库容

a. 和山岩水库、和山水库清淤后的增量库容

根据《兴宁市和山岩水库清淤工程初步设计报告》(梅州市海河水利水电设计有限公司，2021 年 12 月)，和山岩水库清淤工程实施后，兴利库容比现状的增量为 243.78 万 m^3；

根据《兴宁市和山水库清淤工程初步设计报告》（梅州市海河水利水电设计有限公司，2021 年 12 月），和山水库清淤工程实施后，兴利库容比现状的增量为 108.42 万 m^3；

综上，两座清淤清淤所得的增量兴利库容合计 352.2 万 m^3。

b.应急水源预留库容

本水源作为兴宁城区的应急水源，需预留一定量的兴利库容作为备用水源库容。

根据上文的分析计算，在水源风险期，兴宁城区的平均日综合用水量为 7.0 万 m^3/d，城区水源风险期取 15d，因此，应急水源预留库容为 7×15=105 万 m^3。

c.本次计算采用的兴利库容

本次工程结合城区实际情况考虑，将 2 座水库清淤所得的增量兴利库容预留 105 万 m^3 作为应急水源库容后，剩余库容（247.2 万 m^3）均用于新增供水任务的调节。

① 和山岩水库新增可供水量计算成果

根据上述基本数据，采用 1959 年 4 月～2021 年 3 月共 63 年 756 个月的径流序列进行长系列的水量平衡计算，以分析石马河引水后，和山岩水库新增供水能力。为试算和山岩水库引水后所新增的最大供水能力，水量平衡计算时，在保证石壁水库灌区用水和下游生态用水的前提下，从石马河引所引水量按引水隧洞最大过流能力考虑。计算成果表统计见下表。

经计算，连通后在保证石壁水库兴利任务的前提下，将余水引至和山岩水库上游，再预留 15 天的兴宁城区水源风险期应急库容后，**和山岩水库可新增年供水量(P=97%)为 1054 万 m^3。**

表3.4-3 两库水系连通后水量平衡计算成果表

名称	单位	多年平均		P=25%丰水年		P=50%平水年		P=75%枯水年		P=97%	
		石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量
天然来水量	万 m^3	6058.5	/	7309.6	/	5804.1	/	4531.8	/	2729.4	/
最大可外引水量	万 m^3	-1938.3	1938.3	-2358.0	2358.0	-1998.6	1998.6	-1646.9	1646.9	-1071.2	1071.2
总来水量	万 m^3	4120.2	1938.3	4951.6	2358.0	3805.5	1998.6	2884.9	1646.9	1658.2	1071.2
灌溉面积	万亩	1.25	/	1.25	/	1.25	/	1.25	/	1.25	/
生活工业供水量	万 m^3	/	1054.0	/	1088.8	/	1053.0	/	1018.2	/	957.1
农业灌溉供水量	万 m^3	1022.7	/	922.7	/	1016.1	/	1114.5	/	1307.9	/
生态用水量	万 m^3	595.6	97.0	638.1	103.3	593.4	96.7	550.3	90.4	478.8	79.7
水库总供水量	万 m^3	1618.3	1151.0	1560.8	1192.2	1609.5	1149.7	1664.8	1108.6	1786.7	1036.8
弃水量	万 m^3	2473.3	762.6	3362.2	1141.1	2167.4	824.2	1191.5	513.6	/	/

（5）工程水资源配置

先充分挖掘宁江流域潜力，实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山河水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源(合水水库为主要水源)，同时可作为兴宁城区的应急水源，避免合水水库水源应急事件造成的重大损失；并适时开展合水水库、石壁水库清淤疏浚工程；继续深入研究论证石壁水库增效扩容工程，进一步挖潜现有库容。

3.4.3 工程规模

（1）取水口设计引水流量

本工程石马河取水口位于石马河洋门村段，设计引水规模为 5m^3/s，从和山岩水库年取水量为 1054 万 m^3。

（2）输水系统控制性特征水位

输水系统由和山岩水库进水口、输水涵管、压力输水钢管、和山岩水库水厂、配水管道等建筑物组成。

表3.4-4 各建筑物的特征水位表

工 况	进水闸/冲沙闸	和山岩水库进水塔	和山水库进水塔
死水位(m)	/	149.12	/
正常蓄水位(m)	/	156.94	167.08
设计洪水位(P=2%)(m)	184.54	159.32	169.99
校核洪水位(P=1%)(m)	185.05	160.61	170.95

（3）交水点设置情况

和山岩水库新建净水厂位于和山岩水库主坝下游坝坡坡脚，应急情况下最大供水规模为 7 万 m^3/日，交水点为兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)，交水点后利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坜加压总站。连接和山岩水库净水厂～交水点的配水管道采用单管，长约 9.5km，采用封闭式的管道输送，为有压重力自流输水，管材主要采用球墨铸铁管，管径 1.2m。管线上布设量水间、调流阀、检修阀、排泥阀、排气阀、检查井等附属设施。交水点～黄竹坜加压总站的现有配水管道为混凝土管，长约 4.3km，管径 1.2m。

3.4.4 工程布置

本工程主要建筑物包括：引水系统(含和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞及进水闸、拦河水陂、引水隧洞出口段)；引水系统(含和山水库进水口、输水涵管)；输水系统(含和山岩水库进水口、输水涵管、压力输水钢管、和山岩水库水厂及配水管道)。

和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞**进水口位于洋门村三眼桥下游，进水口设置进水闸和拦河水陂，水陂采用曲线实用堰**，堰体为实心 C25 混凝土，实用堰堰前布置 C25 砼铺盖，堰后设消力池，进水闸为胸墙式进水闸，堰型为宽顶堰，工作闸门采用平板钢闸门，进水闸后接引水隧洞。引水隧洞全长 5130m，纵向坡比 1:536，隧洞断面为城门洞形，隧洞底宽 2.5m，高 1.65m，洞顶采用半圆形，半径 1.25m。引水隧洞出水口位于和山水库库尾，出水口设置引水隧洞出口段连接和山水库库区水塘，引水隧洞出口段长约 43m，为泄槽段和消力池段组成，泄槽段采用下挖式矩形槽型式，渠底宽度 3m，渠深 2m，矩形槽为现浇 C25 砼结构，消力池段采用底流消能，池长 11m，池宽 3m，池深约 1.9m，消力池为现浇 C25 砼结构。

和山水库引水建筑物主要包括：取水头部、进水涵管、埋藏式闸门井(出发井)、输水涵管、接收井及出水池等建筑物。闸门井结合利用顶管出发井布置在右岸公路内侧山脚位置，工作闸门在井内靠上游侧布置；进水涵管连接取水头部与闸门井，采用 DN1200 钢管，长约 18m，输水涵管自北向南从出发井引出，斜穿水库右岸下游进场道路进入顶管接收井内，输水涵管采用 DN1200 钢管，其中顶管段长度 43.47m，其余部分均采用钢管外包砼埋管设计；出水池布置在现有输水涵管出口，新建输水涵管与现有涵管来水均引入出水池后溢流至现状渠道。

新建和山岩水库进水口、输水涵管位于和山岩水库主坝右坝肩的山头位置，为新建和山岩净水厂提供原水。进水口布置在主坝右坝肩的山头靠库区侧，采用墩墙式塔式结构，二级进水，一级进水口底高程 144m，二级进水口底高程 150m。进水口后采用 7.1m 长输水箱涵(钢管外包砼)连接输水钢管，输水钢管全长 209m，纵向坡比 1:123.96，管径 1.2m，钢管末端为永久检修井(施工期作为顶管工作井)，检修井尺寸 9m(长)x6m(宽)，输水钢管出井后，与新建和山岩水库净水厂配水池连接，全程采用封闭式的管道输送，单管，为有压重力自流输水。

和山岩水库新建净水厂位于和山岩水库主坝下游坝坡坡脚，应急情况下最大供水

规模为7万m^3/日，交水点为兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)，交水点后利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坜加压总站。连接和山岩水库净水厂～交水点的配水管道采用单管，长约9.5km，采用封闭式的管道输送，为有压重力自流输水，管材主要采用球墨铸铁管，管径 1.2m。管线上布设量水间、调流阀、检修阀、排泥阀、排气阀、检查井等附属设施。交水点～黄竹坜加压总站的现有配水管道为混凝土管，长约4.3km，管径1.2m。

3.4.5 工程主要建筑物

3.4.5.1 和山岩水库与石壁水库水系连通引水建筑物

和山岩水库与石壁水库水系连通引水建筑物主要包括：**引水隧洞、进水闸、拦河水陂、引水隧洞出口段。**引水隧洞的进水闸布置在引水隧洞进水口位置，引水隧洞的拦河水陂布置在进水闸下游约10m位置。引水隧洞的出口段布置在和山水库库尾水塘处，为泄槽段和消力池段组成，将引水隧洞出水口与和山水库库区水塘连接起来，引水隧洞出口段长约43m。

引水隧洞进水口河道为石马河，进水口位置河道宽约8~12m，河道纵坡1:290，进水口位置河道上游约200m为一拦河水陂，水陂陂头堰顶高程181.2m，陂长24m，未设置排沙设施，此水陂上游河道两岸为乡村振兴景观带。

（一）两库水系连通引水隧洞设计

（1）引水隧洞布置及主要结构尺寸

引水隧洞全长 5130m，纵向坡比 1:536，断面为城门洞形，隧洞底宽 2.5m，高1.65m，洞顶采用半圆形，半径1.25m，引水隧洞剖面图详见附图13-附图20。

（2）引水隧洞结构设计

①隧洞围岩处理及衬砌设计

隧洞围岩大部分为Ⅱ、Ⅲ类，小部分为Ⅳ、Ⅴ类，围岩稳定性较好，成洞较好，开挖后需及时做好喷锚支护工作。

对于Ⅳ、Ⅴ类围岩，采取钢拱架支护，以确保施工安全。

对于隧洞进出口段，由于岩石破碎，洞脸易出现掉块、坍塌等地质现象，采用超前小导管边支护边开挖，尽快锁口、对洞脸边坡及时进行必要的喷锚支护。

喷锚支护参数：Ⅱ类围岩喷C25混凝土(厚100mm)支护，并增挂钢筋网(Φ8@200mm×200mm)；Ⅲ类围岩进行系统锚杆(Φ20，L=2m，@1.0m×1.0m)及喷C25

混凝土(厚 100mm)支护，并增挂钢筋网(Φ8@200mm×200mm)；对Ⅳ、Ⅴ类围岩及隧洞进出口段，采取钢拱架+系统锚杆(ф20，L=2m，@1.0m×0.8m)及喷 C25 混凝土(厚 200mm)支护，并增挂钢筋网(Φ8@200mm×200mm)，顶拱 150°范围布置超前小导管ф42，壁厚 3.5mm，L=4.5m，排距 2.0m，以确保施工期安全。

为了提高围岩抗力，以充分发挥围岩的作用，对III、Ⅳ、Ⅴ类围岩进行固结灌浆。灌浆孔参数：每排 6 孔、孔深入岩 3m。

隧洞全线均进行回填灌浆，回填灌浆利用顶拱固结灌浆孔进行。

隧洞围岩一次支护完成后设置钢筋砼衬砌，Ⅱ类围岩衬砌厚度采用 30cm，III类围岩衬砌厚度采用 30cm，Ⅳ、Ⅴ类围岩衬砌厚度采用 40cm。

②隧洞衬砌计算

引水隧洞隧洞段钢筋砼衬砌配筋初拟为双层配筋，Ⅱ、III类围岩衬砌厚度采用 30 cm，Ⅳ、Ⅴ类围岩衬砌厚度采用 40 cm。

③引水隧洞过流能力计算

本次引水隧洞最大设计流量为 5m^3/s。在石马河水位与拦河水陂堰顶高程 180.60m 齐平时，隧洞的过流能力能够满足要求，考虑到隧洞的施工检修要求，隧洞断面采用为城门洞形，隧洞底宽 2.5m，高 1.65m，洞顶采用半圆形，半径 1.25m，引水隧洞纵剖面图见附图 13-附图 20。

（二）两库水系连通引水隧洞的进水闸设计

引水隧洞最大设计流量为 5m^3/s，引水隧洞按无压流设计，为方便引水隧洞引水调度，在引水隧洞进口位置设置进水闸。平时石马河水位较低，和山岩水库需要从石马河引水时，闸门全开，当石马河水位较高时，为保证引水隧洞处于无压状态，通过控制闸门开度调节控制引水隧洞过流量。

新建进水闸为胸墙式进水闸，由进口段(长 4.5m)、闸室段(长 6.5m)等组成，全长 11m。堰型为宽顶堰，单孔，孔口尺寸 2.5m×2m，堰顶高程 180.0m，闸顶高程 185.80m，工作闸门采用平板钢闸门，进水闸后接引水隧洞。

新建进水闸纵剖面下图所示。

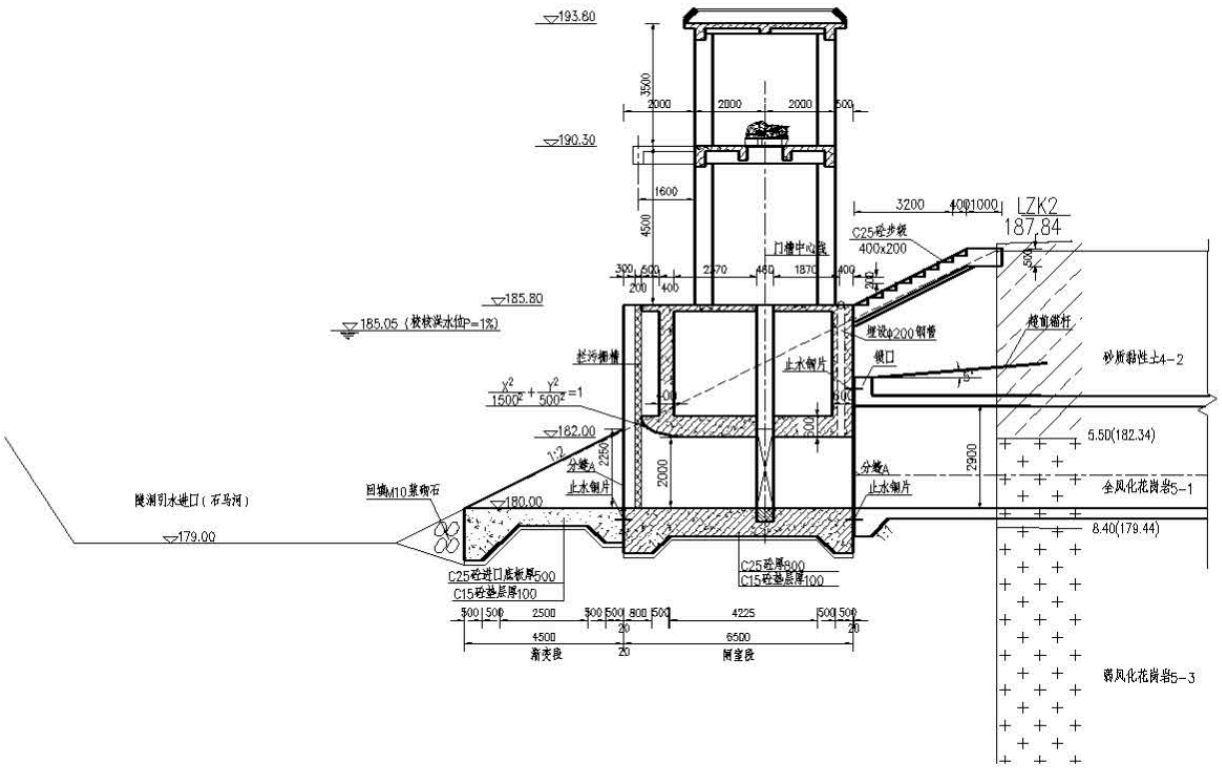


图3.4-1 新建进水闸纵剖面图

（三）两库水系连通引水隧洞的拦河水陂设计

本次设计为了将石壁水库上游石马河来水导入引水隧洞，需在石马河上新建一座拦河水陂，新建水陂采用曲线实用堰，堰体为实心 C25 混凝土，实用堰堰前布置 C25 砼铺盖，堰后设消力池，消力池采用 C25 砼结构，消力池后接 M10 浆砌石海漫。水陂陂头堰顶高程 181.1m，陂身底高程 177.5m ，C25 砼铺盖顶面高程 179m，实用堰堰身长 4.1m。水陂采用反翼墙与两岸连接，翼墙采用 C25 砼结构。

为防止陂前河道淤积，本次设计考虑在水陂陂头位置设置冲沙闸，冲沙闸闸宽 2m，高 3.5m，闸底高程与原有上游河底高程齐平，设置 2 个冲沙闸，位于水陂左侧，以加强冲沙效果。冲沙闸采用龙门吊型式，闸门为平板铸铁闸门，手电两用螺杆启闭。冲沙闸兼做水陂下游河道生态流量补水闸，当石马河上游来水量较小，水陂下游河道需要生态流量补水时，可通过打开冲沙闸门一定开度，给水陂下游河道生态补水。

新建水陂纵剖面下图所示。

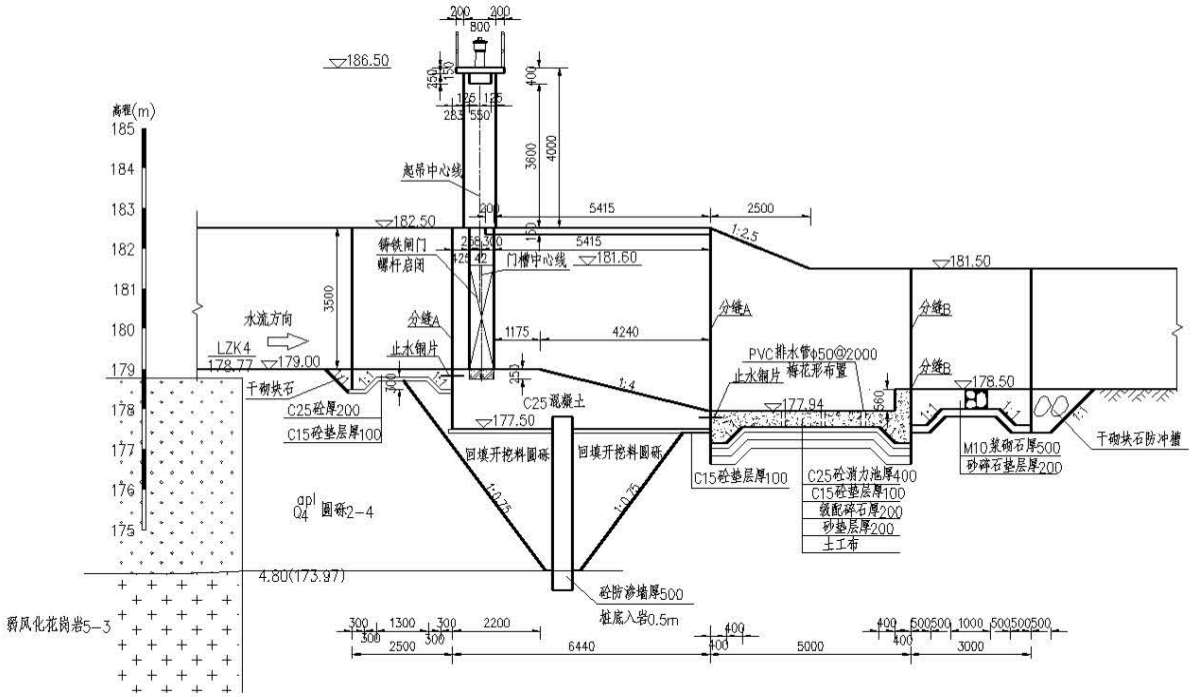


图3.4-2 新建拦河水陂闸室侧纵剖面图

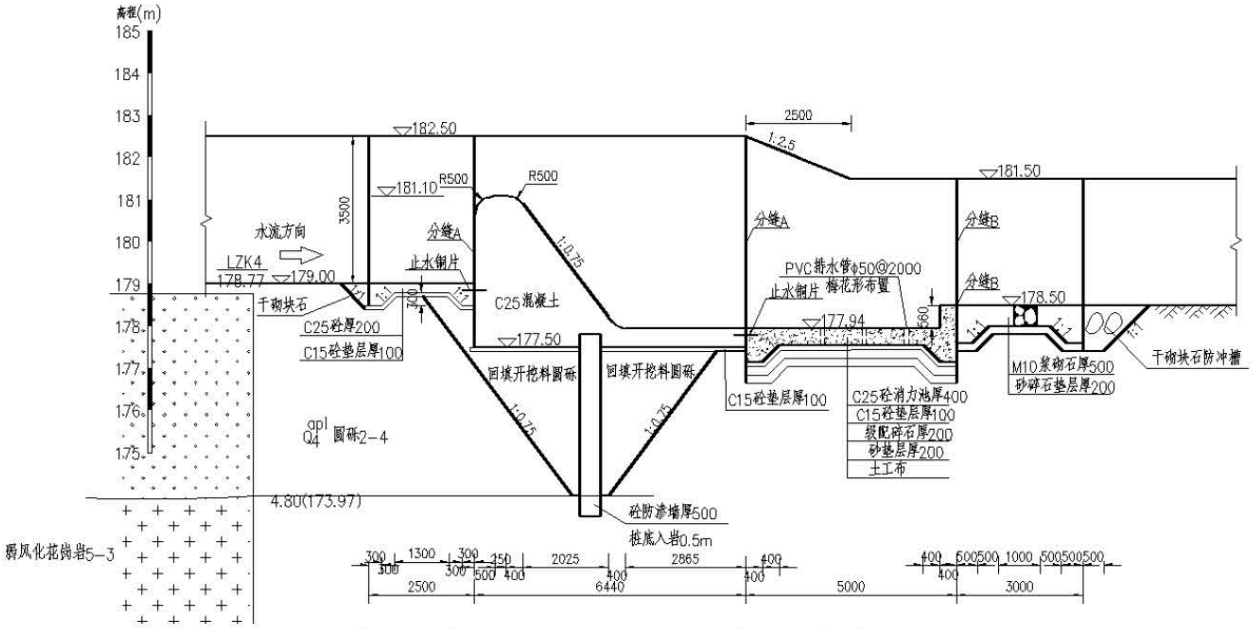


图3.4-3 新建拦河水陂水陂侧纵剖面图

本次新建拦河水陂陂头堰顶高程为 181.1m，上游约 200m 处的已建乡村振兴景观带水陂陂头堰顶高程为 181.2m，本次新建拦河水陂对上游河道及景观带水陂无影响。

（四）两库水系连通引水隧洞的出口段设计

经现场查看，引水隧洞出口为和山水库库尾水塘，为泄槽段和消力池段组成。泄槽段采用下挖式矩形槽型式，渠底宽度 3m，渠深 2m，矩形槽为现浇 C25 砼结构，矩形槽底板厚度 0.5m，矩形槽侧墙厚度 0.4 m ～0.7m，矩形槽底下设 0.1m 厚 C15 砼垫

层、0.3m 厚砂石垫层。泄槽段后设消力池，消力池段采用底流消能，池长 11m，池宽 3m，池深 1.865m，消力池为现浇 C25 砼结构，消力池底板厚度 0.8m，消力池底下设 0.1m 厚 C15 砼垫层、0.3m 厚砂石垫层。消力池后接海漫，海漫长 11m，前 6m 为 C25 砼海漫，后 5m 为 M10 浆砌石海漫，海漫厚 0.5m，海漫底下设 0.3m 厚砂石垫层。

新建引水隧洞出口段纵剖面如下图所示。

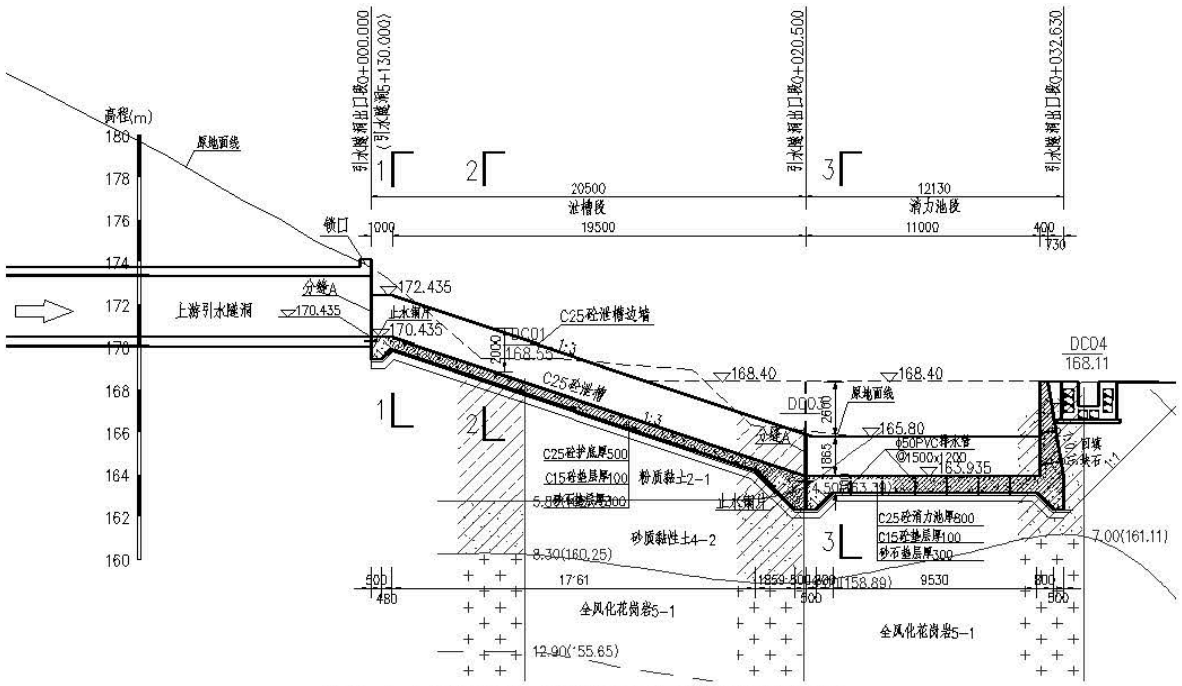


图3.4-4 新建引水隧洞出口段纵剖面图

3.4.5.2 和山水库引水建筑物

两库水系连通引水隧洞设计引水流量为 5m^3/s，和山水库现状大坝输水涵管的管径为 0.5m，管径太小，难以通过设计引水流量，因此本次在和山水库新建引水建筑用于下泄两库水系连通引水隧洞的设计引水流量。

和山水库引水建筑物主要包括：取水头部、进水涵管、埋藏式闸门井(出发井)、输水涵管、接收井及出水池等建筑物。

闸门井结合利用顶管出发井布置在右岸公路内侧山脚位置，工作闸门在井内靠上游侧布置；进水涵管连接取水头部与闸门井，长约 18m，输水涵管自北向南从出发井引出，斜穿水库右岸下游进场道路进入顶管接收井内，顶管接收井位置布置在右坝肩坝下游约 39m 处；出水池布置在现有输水涵管出口，新建输水涵管与现有涵管来水均引入出水池后溢流至现状渠道。

和山水库引水建筑物结构布置详见附图 21-23。

（一）进水口设计

①进水口设计标准及规模

本工程进水口按 30 年一遇洪水设计，500 年一遇洪水校核。

②进水口布置及主要结构尺寸

进水口采用埋藏式结构，包括取水头部、进水涵管及闸门井(出发井)。

取水头部布置在库内右岸迎水坡坡面，距离现有取水涵头下游约 2.8m；取水头部采用喇叭型钢筋砼结构，进水头部设置拦沙坎和拦污栅，拦沙坎布置在进水前沿，净宽 3.218m，坎顶高程 162.00m，侧墙厚 500mm，拦污栅中心线距离进水前沿 1.45m，拦污栅孔口尺寸为 2.778mx2.2m，取水头部沿顺水流方向长度为 4.2m。

进水涵管采用 DN1200 钢管，管壁厚 15mm，采用泥水平衡顶管法施工，长度为 17.588，出发井布置在右岸公路内侧山脚位置，进水涵管自出发井朝库内顶进，从取水头部接收。涵管中心线高程为 162.60m。

闸门井结构永临结合布置在出发井内，闸门井设置设一扇平面钢闸门进行控制，闸孔尺寸 1.2mx1.2m。闸门井结构砼平面尺寸为 4.4mx4.4m，检修平台高程为 171.50m，井内 164.00m 高程以下采用 C30 砼回填，其余除闸门井以外的部位采用 C15 砼回填至场地高程 170.50m。闸门井上部启闭机室地面高程为 175.50m，启闭机室内布置固定卷扬机启闭设备。

进口结构布置详见图 3.4-9，断面图详见图 3.4-10。

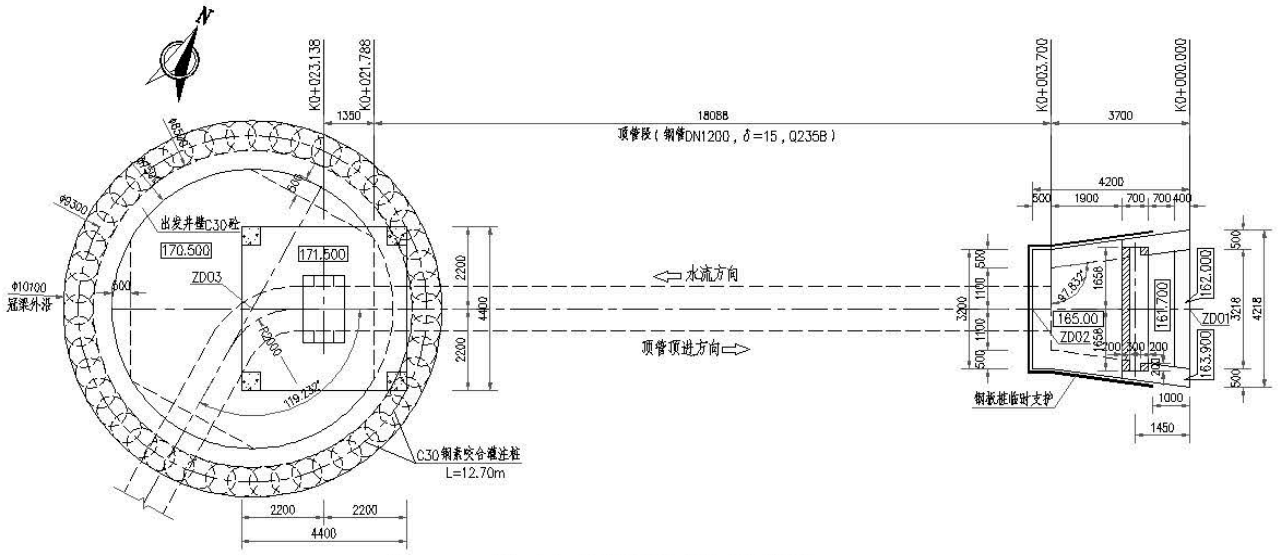


图3.4-5 进水口平面结构布置图

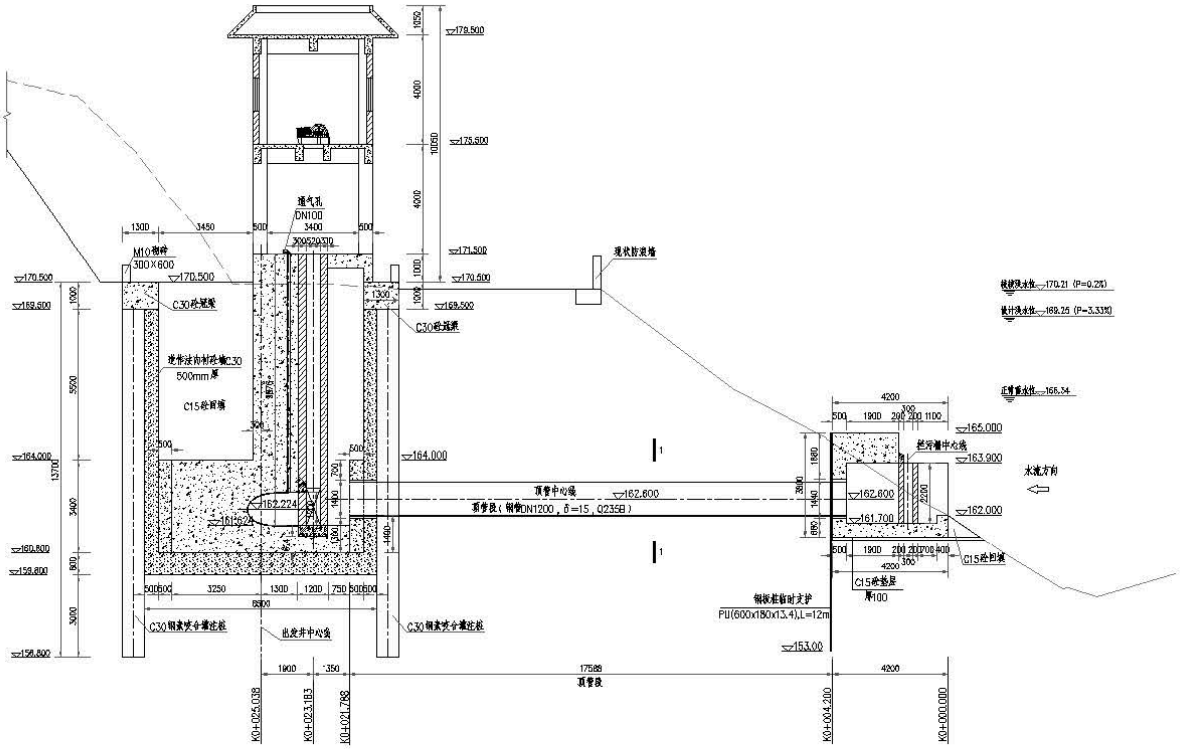


图3.4-6 进水口结构断面图

（二）输水涵管设计

输水涵管采用 DN1200 钢管，壁厚 15mm，采用泥水平衡顶管法施工，与进水涵管共用顶管井，连接至下游出水池，其中顶管段长度 43.47m，其余部分均采用钢管外包砼埋管设计。

和山水库新建输水涵管要求最大引水流量为 5m^3/s，本次输水涵管内径采用 1.2m。

（三）出水池

出水池设计平面采用 5 边型钢筋砼结构，新建输水涵管和现有涵管从上游侧引入处内，新建输水管进口中心线高程为 157.40m，池深 3.5m，出口净宽 3.6m，池底板顶面高程为 156.50m，溢流堰顶高程 158.50m，下游河底高程为 158.00m。出水池左侧设置重力式挡墙与现状渠道左岸衔接。具体设计详见下图。

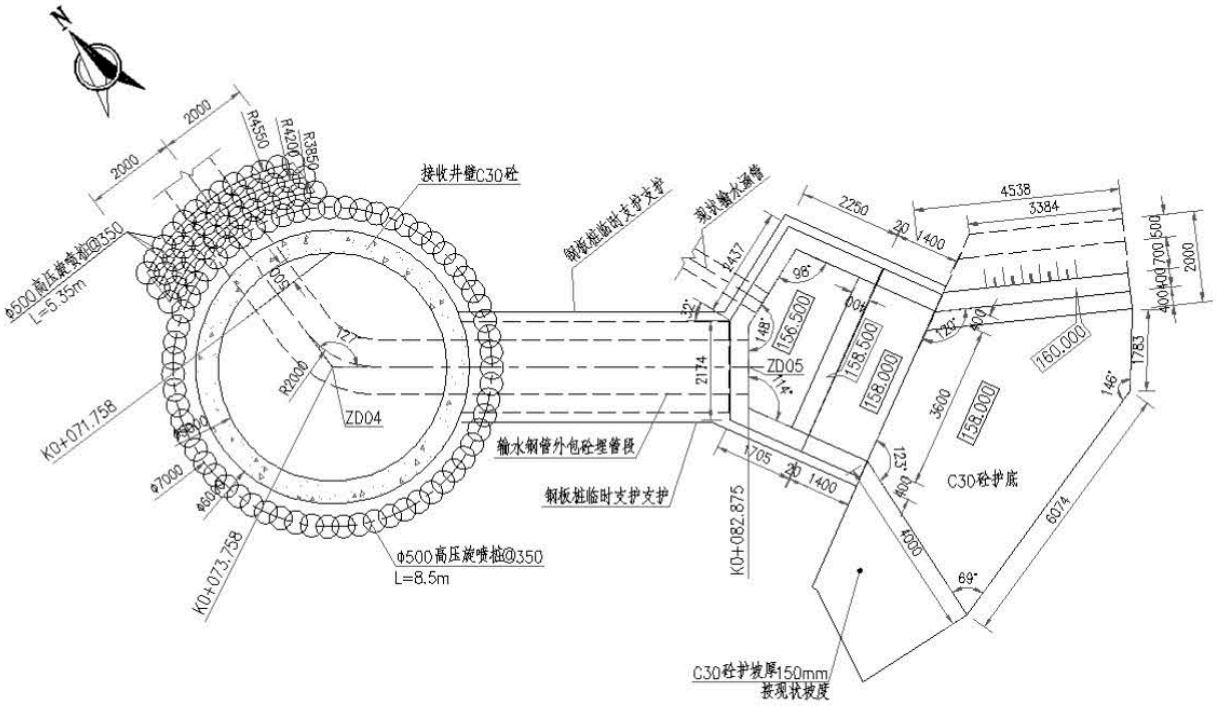


图3.4-7 出水池平面布置图

（四）顶管出发井设计

根据顶管设备尺寸、管节长度等施工要求，拟定出发井内径为 7.5m，周边采用C30钢素咬合钻孔灌注桩支护，桩径800mm，桩长12.7m，顶部设置环形冠梁，断面尺寸为1.0mx1.3m(高 x 宽)，内壁为C30钢筋混凝土连续墙，采用逆作法分层开挖分层浇筑施工，壁厚 500mm，底板为 C30 钢筋混凝土，厚 800mm。顶管井顶部高程为170.50m，底板顶面高程为 160.60m，外围咬合钻孔桩底高程为 156.80m。出发井断面设计详见下图。

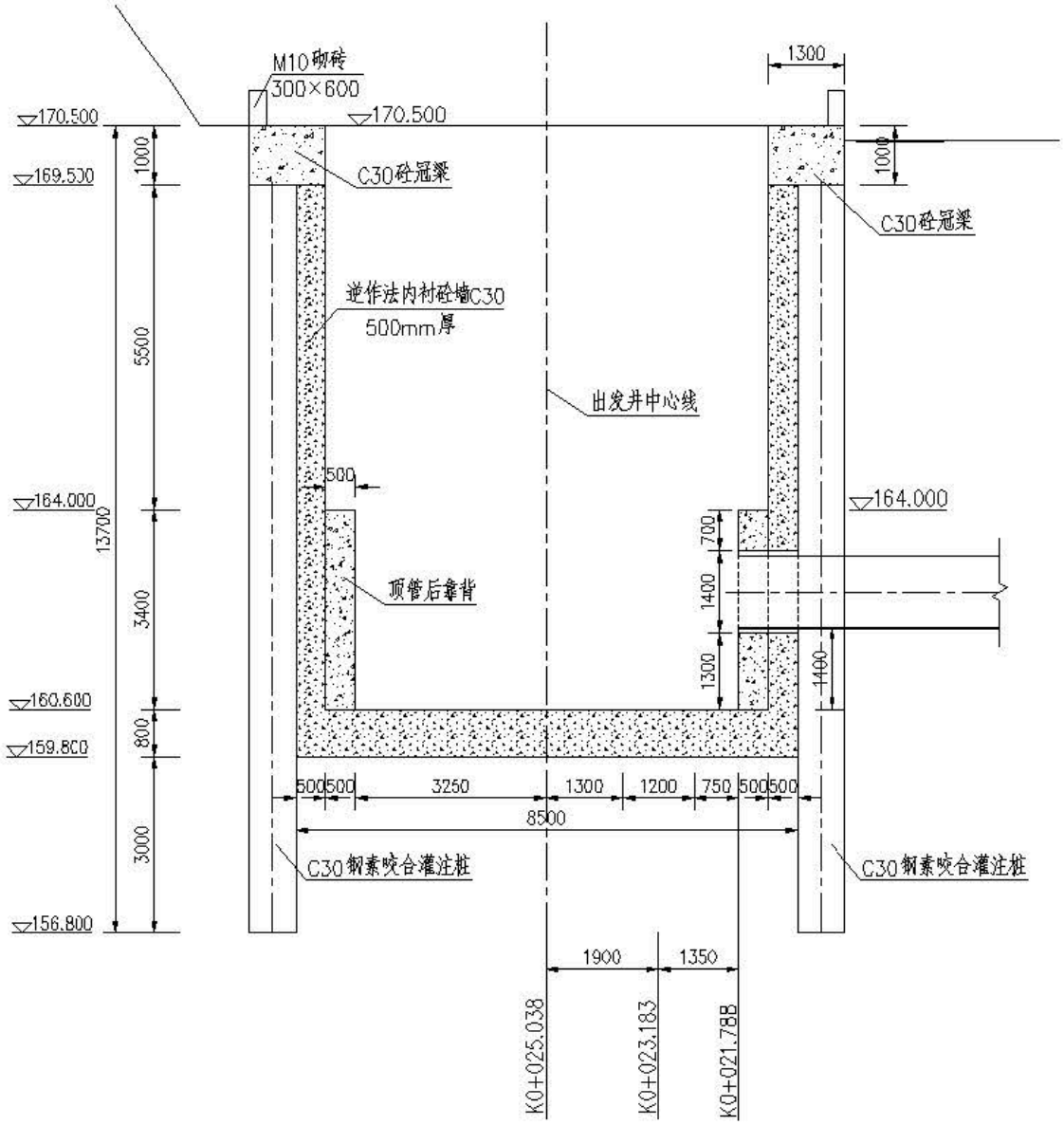


图3.4-8 顶管出发井剖面图

（五）顶管接收井设计

根据顶管机头尺寸及吊装要求，顶管接收井内径拟定为5.0m，采用C30钢筋混凝土筒型结构，井壁为500mm厚，采用沉井法施工，井底板厚500mm。底板底部采用C15砼回填封底，接收井顶部高程163.05m，井底顶面高程为158.05m，则井深为5m。井壁外侧周围采用咬合高压旋喷桩支护，并在顶管进口外侧布置三排加固止水咬合旋喷桩，旋喷桩直径500mm，间距350mm，支护桩长度为8.5m，加固止水桩长6.2m。顶管接收井断面设计详见下图。

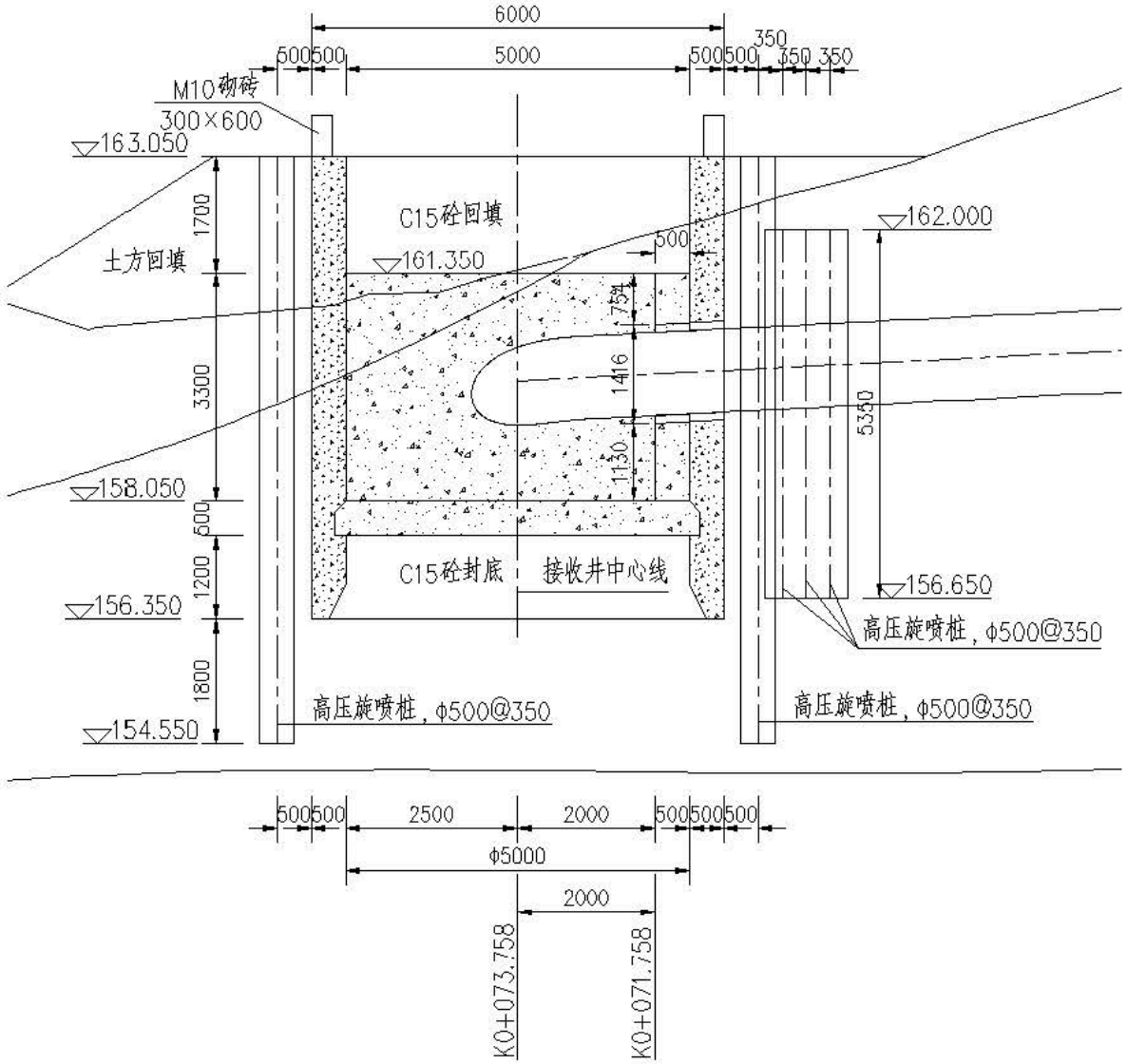


图3.4-9 顶管出发井剖面图

（六）边坡支护设计

顶管井设计直径为10.1m。井后边坡开挖支护，170.50m~180.50m范围边坡开挖坡比采用1:0.7；180.50m高程以上边坡开挖坡比采用1:1。开挖边坡采用框格梁+土钉锚杆支护，开挖边坡180.50m高设置一级马道，马道宽1.5m，内侧设400*400mmC25砼截水沟。

两库水系连通引水隧洞设计引水流量为5m^3/s，因此，和山水库进水口、输水涵管的建筑物级别为3级。

3.4.5.3 新建输水系统（含和山岩水库进水口、输水钢管、工作井）

新建输水系统由和山岩水库进水口、输水钢管、工作井等建筑物组成，用于和山岩水库净水厂的取水，输水线路布置于主坝右坝侧山体内。

和山岩水库进水口布置在现状水库管理楼东面约 50m 的天然坳口处，根据初步设计地质钻孔资料，大坝右岸山体地层岩性大都为全、强风化花岗岩。进水口基础为砂质粘性土，进水口采用塔式结构，进水塔分两层取水，分别在 144m、150m 布置进水孔口，工作闸门和拦污栅各 2 扇，分别设 2 台固定卷扬机启闭，闸顶设交通桥与岸边进场公路连接。

进水口与输水钢管连接段采用输水箱涵，长度 7.1m，输水箱涵采用钢管外包砼设计，外包砼厚度 0.5m，钢管内径 1.2m，壁厚 25mm。输水箱涵末端接输水钢管，与山岩水库净水厂配水池连接，钢管长度 209m，内径 1.2m，壁厚 25mm，施工工艺采用顶管，工作井设置在下游出口位置，按永临结合考虑，后期作为永久检修井使用，顶进方向为下游至上游，逆水流向。工作井净尺寸 9m(长)x6m(宽)，输水钢管出井后连接山岩水库净水厂配水池。

（一）进水口及交通桥设计

（1）设计标准及规模

本工程进水口按 50 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。交通桥为人行桥，主要考虑人行荷载，桥面荷载按不大于 5KN/m^2 设计。

（2）进水口及交通桥布置及主要结构尺寸

①进水口布置及主要结构尺寸

和山岩水库进水口由进口头部及闸室两部分组成。

为改善进口水流流态，设置进口头部翼墙。翼墙沿输水中心线外偏 15°，底板厚度 0.8m，底板高程为 144.00m，与进水塔底板高程相同，顺水流向长 15m，宽度 6.4m～14.43m，墙顶宽度 0.5m，高程由 146.40m 渐变至 145.00m，进口位置设置拦砂坎，高度 1m。

进水口闸室段平面尺寸 6.4m(宽度)x11.1m，整体采用筒型墩墙式塔式结构；为减小基底应力，采用扩大基础型式，基础平面尺寸 8.4m(宽度)x11.1m。进水塔总高度 30.40m，其中底板高度 2.0m，闸室高度 19.40m，启闭机室高度 9.0m。第一级进口底板高程 144.00m，底板底部铺设 C15 砼垫层，厚度 100mm，第二级进水口底高程 150.00m，两级进水口共用一个进水室，进水室平面尺寸 4.4m(垂直水流向宽度)x3.0m(顺水流向长度)。

进水口闸室中墩厚度 1.20m，边墩厚度 1m，检修平台高程 163.40m，上部启闭机

室高程 168.40m，启闭机室屋面高程 172.40m。每一级进水口在顺水流方向先后设置一道拦污栅，一道工作闸门进行控制，闸门采用平板钢闸门型式，闸孔净尺寸为 1.6m(宽)×2.0m(高)，两个闸门共配置两台卷扬式启闭机。启闭机室与检修平台之间设置一部单跑楼梯，宽度 1.2m。

进水口结构布置详见下图。

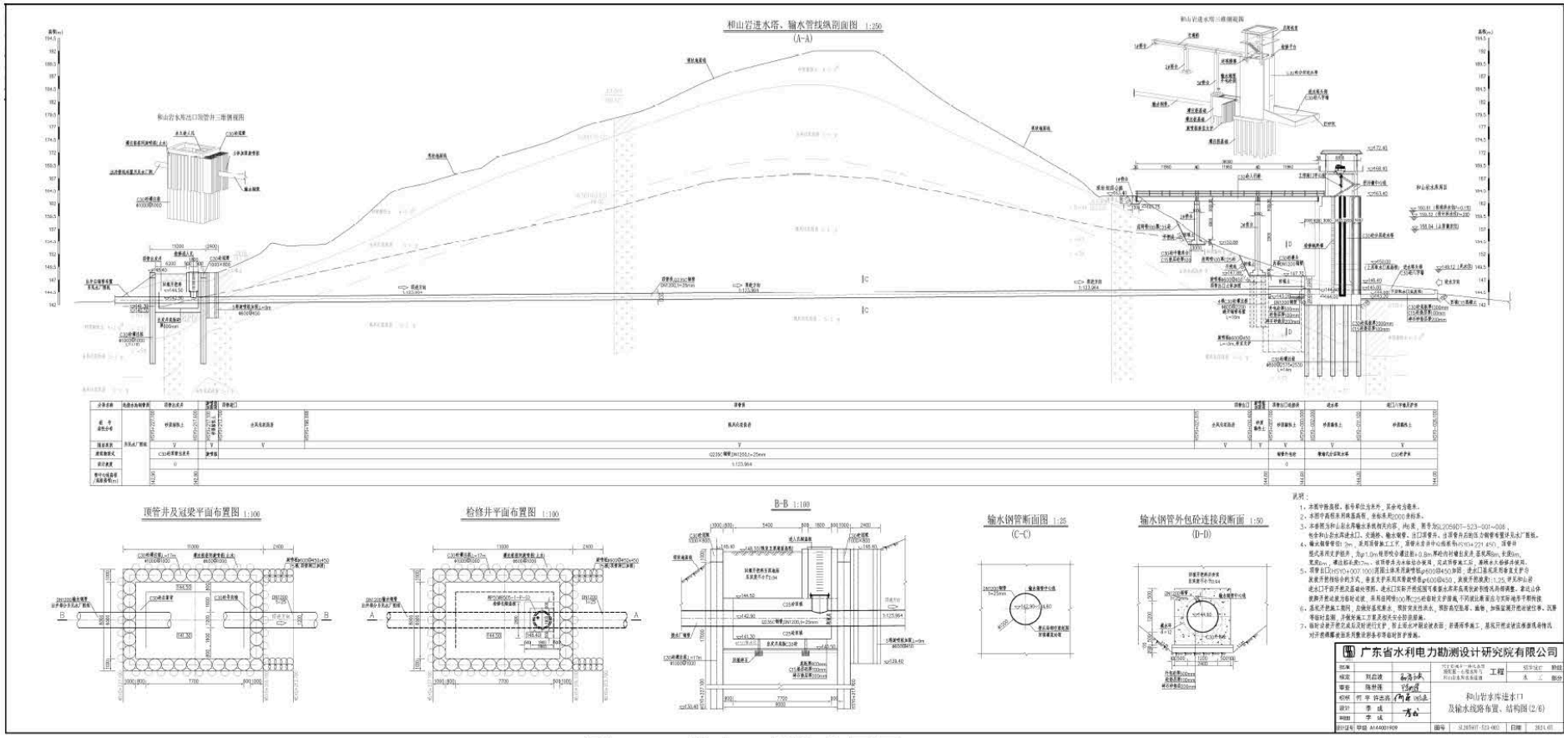


图3.4-10 进水口结构布置图（a）

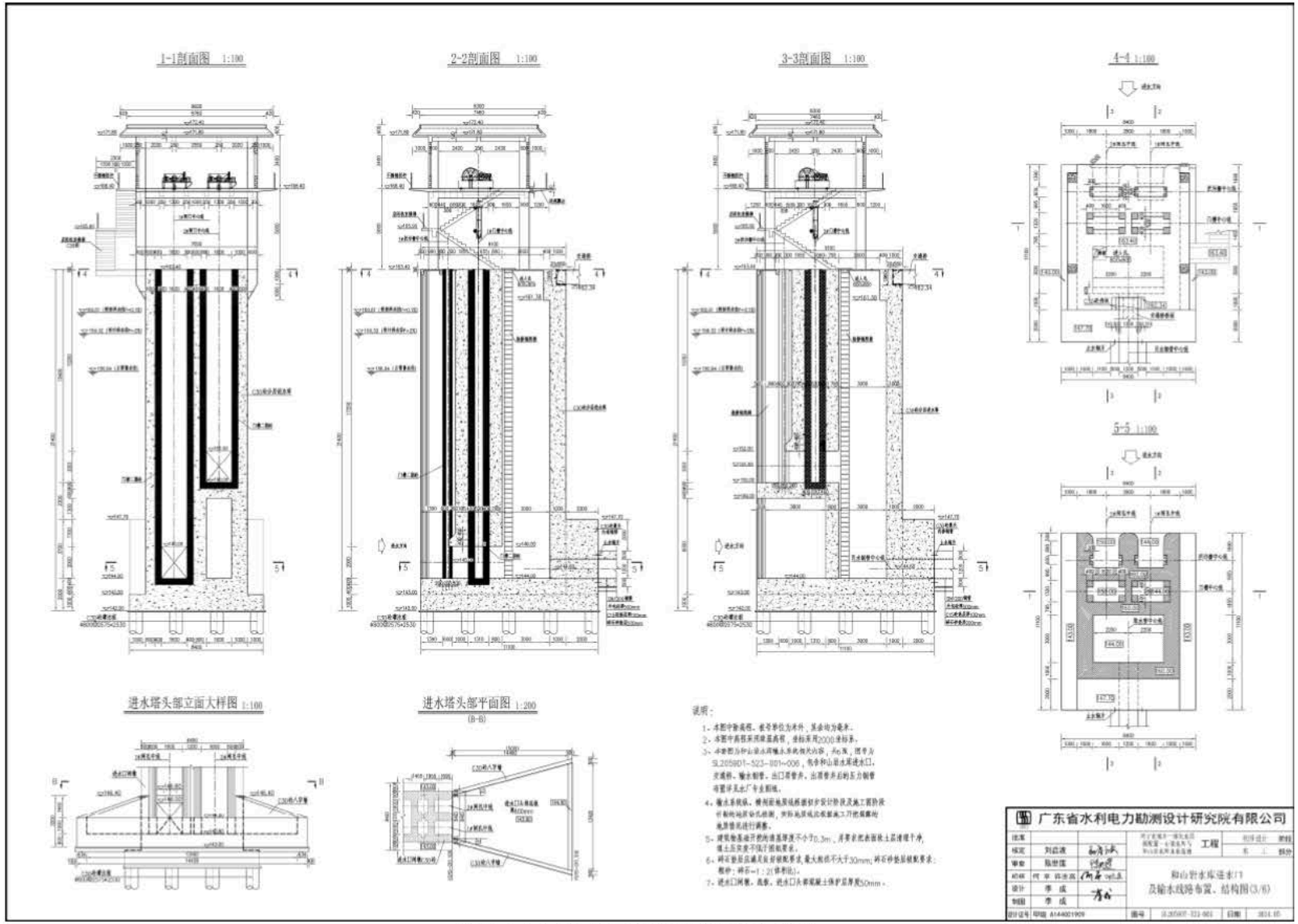


图3.4-11 进水口结构布置图（b）

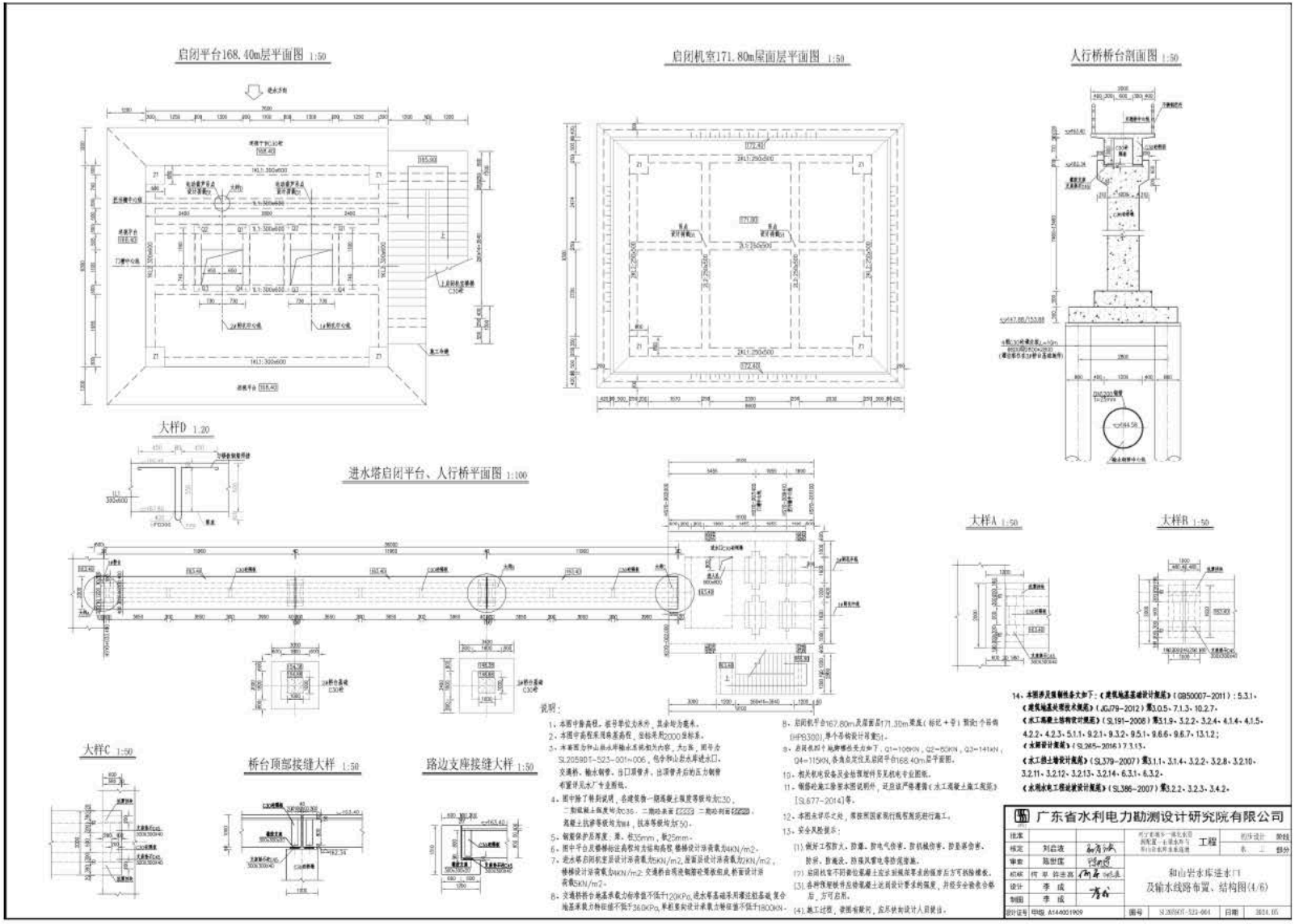


图3.4-12 进水口结构布置图（c）

②交通桥布置及主要结构尺寸

为便于水库运行管理及日常维护检修，本次除险加固在大坝右岸山坡上新建交通桥与进水口启闭机室相接。交通桥为 C30 钢筋砼结构，桥面高程为 163.40m，宽度 2m，总长度 36m，共设置 3 跨，单跨最大跨度为 11.96m；桥墩采用墩式桥台结构，高度约 7.46m～13.46m，桥台柱尺寸 1mx1m，桥台基础采用阶梯式扩大基础，基础尺寸 3.0(3.4)m×3.0(3.4)m。交通桥结构布置详见图 3.4-16。

③进水口闸室、交通桥基础处理设计

本次和山岩水库进水塔基础处理采用钻孔灌注桩方案，采用桩径 0.8m，间距 2.5m ×2.5m 的钻孔灌注桩矩形布置，桩底深入强风化层 1.0m。

进水口交通桥抗滑、抗浮稳定安全系数、地基承载力、基底应力不均匀系数均可满足规范要求，但考虑到输水钢管轴线从桥墩基础正下方穿过，为减少交通桥荷载对输水钢管顶部附加应力，本次设计在 3#桥台基础四个角点位置采用钻孔灌注桩基础，桩径 0.8m，间距 2.8m×2.8m，将交通桥荷载传递至地基深处。

（二）输水箱涵、输水钢管及顶管井设计

和山岩进水口与输水钢管采用输水箱涵连接。输水箱涵长度 7.1m，中心线高程 144.60m，采用钢管外包砼设计，外包砼厚度 0.5m，钢管内径 1.2m，壁厚 25mm。输水箱涵后接输水钢管，与山岩水库净水厂配水池连接，净输水钢管长度 209m，内径 1.2m，壁厚 25mm。

输水钢管施工采用顶管，顶进方向为下游至上游，逆水流向。工作井(出发井) 为矩形结构，设置在下游出口水厂区域，外轮廓尺寸 11.0m×8.0m×8.0m(长×宽×高)，内衬墙尺寸 9.0m×6.0m×4.3m(长×宽×高)，整体由灌注桩围护墙和逆作法内衬墙组成，工作井灌注桩围护墙厚 1.0m，逆作法后靠背及两侧内衬厚 0.8m，导向墙方向内衬厚 0.5m，工作井底板厚度为 0.8m。为满足施工期抗浮稳定要求，工作井底板设 PVC 排水管以便降低地下水位。为方便施工及交通，工作井顶高程为 148.40m，略高于现状地面高程 148.20m。本次工作井按永临结合考虑，运行期作为永久检修井使用，输水钢管施工完成后，井内采用素 C25 砼回填包裹管身，素砼回填至 144.50m 高程，而后采用开挖料回填至原路面高程。检修井顶高程 148.40m，井口铺设花纹钢格栅盖板。

输水箱涵、输水钢管及顶管井布置详见下图。

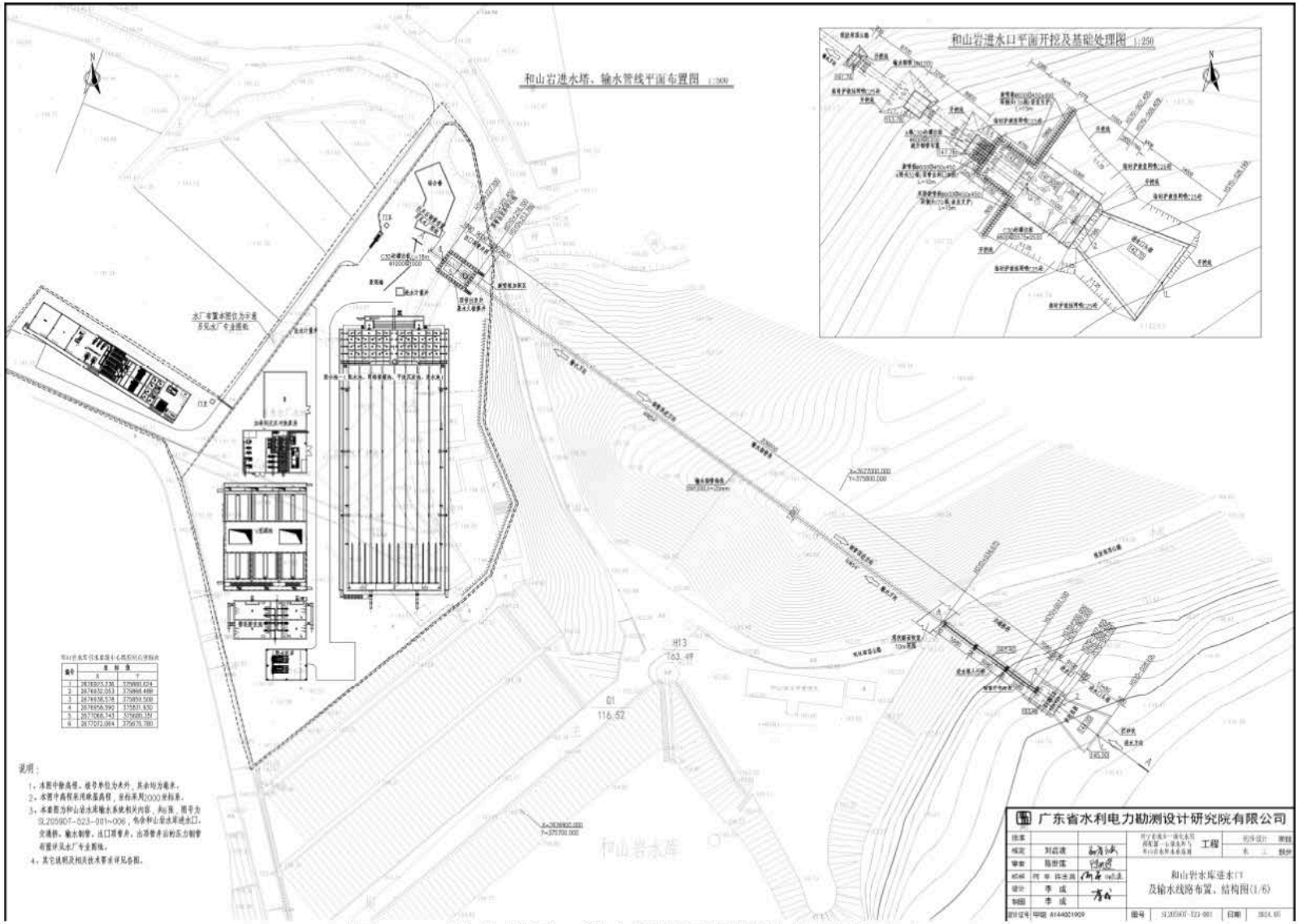


图3.4-13 输水箱涵、输水钢管及顶管井布置图（a）

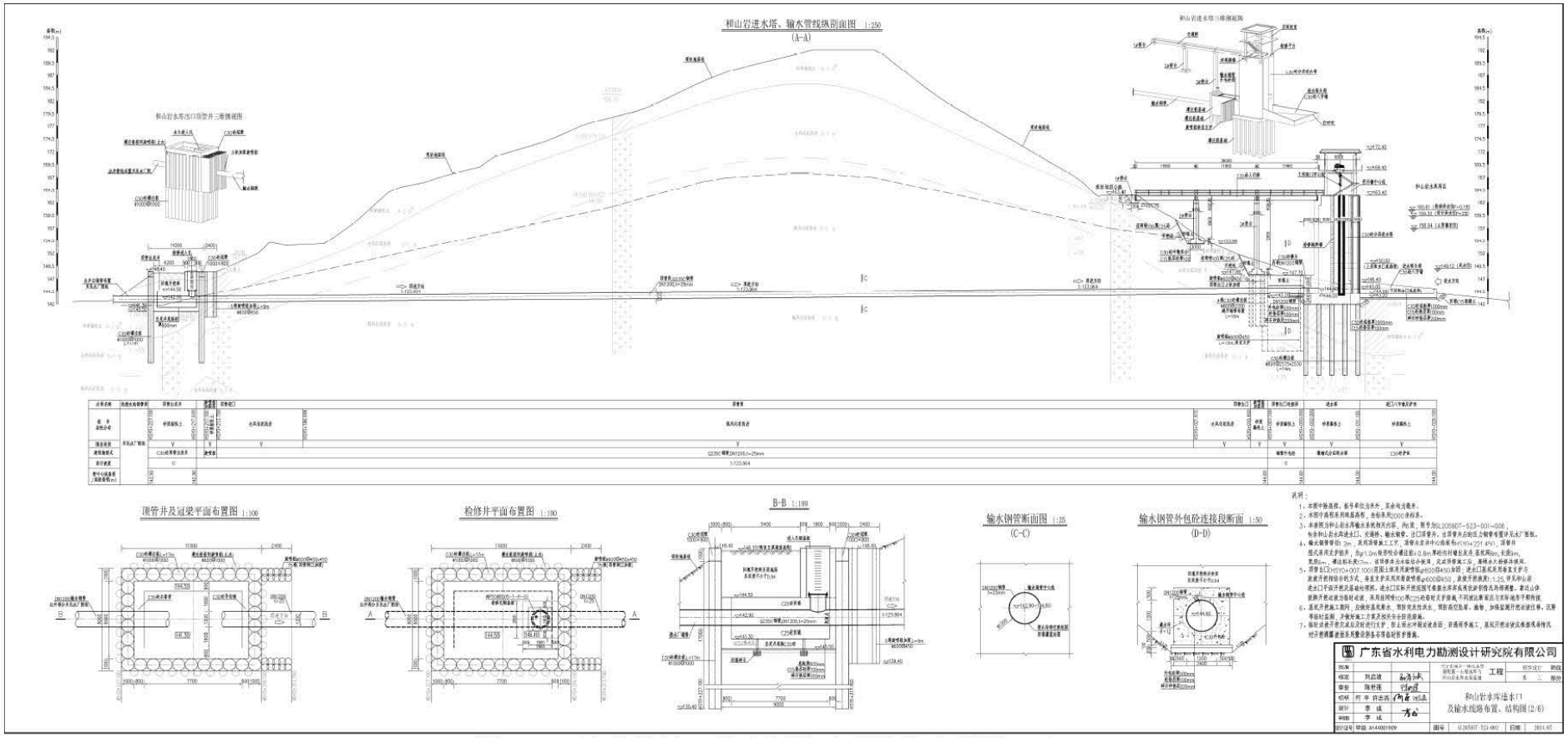


图3.4-14 输水箱涵、输水钢管及顶管井布置图（b）

3.4.5.4 新建输水系统（含和山岩水库水厂、配水管道<净水厂～交水点>）

（一）净水工艺流程

本工程采用和山岩水库水为原水，水质良好，除总氮、氨氮指标轻度超标外，其余指标均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水体标准（锰属于本底值超标）。大部分的水库源水均存在类似问题，通过选择合理的投药种类及合适的常规工艺可以除去这类污染物，无需增设预处理或深度处理工艺。因此，本次采用常规处理工艺是比较合适的。因此本工程推荐采用普遍适用于地表水的常规处理工艺：原水→絮凝→沉淀→过滤→消毒。

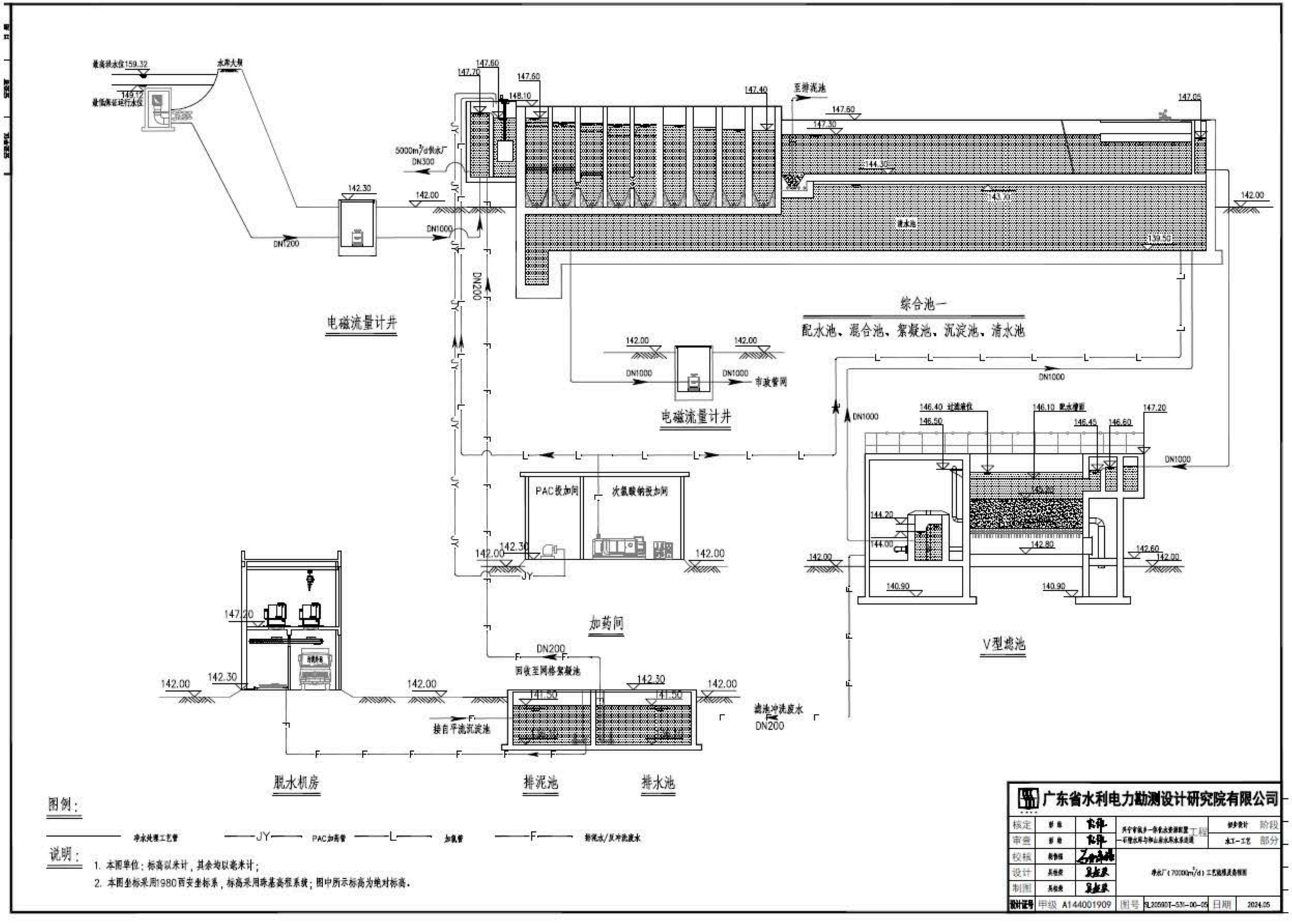


图3.4-15 净水厂工艺流程及高程图

（二）排泥水工艺流程

本工程排泥水处理工艺为：分质处理，即对沉淀池排泥水进行浓缩脱水处理，滤池反冲洗水回收利用。

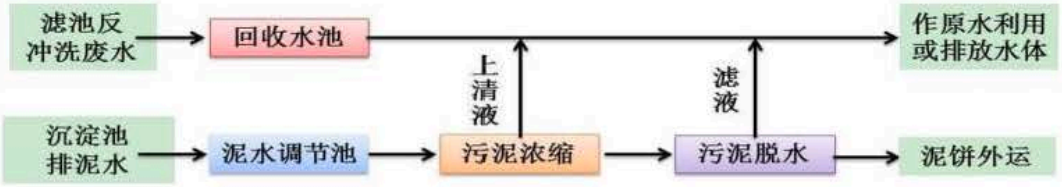


图3.4-16 排泥水分质处理流程图

（三）厂区平面布置

（1）厂区平面设计

本次从和山岩水库库区取水，原水自流输送至和山岩水厂，采用单根DN1000原水输水主管接入水厂配水池。

拟建水厂位于山岩水库主坝坡脚，设计占地面积约 1.43 万 m^2，水厂设计规模为 7 万 m^3/d。其中，综合楼位于厂区北侧，靠近北面厂区主出入口，方便办公及管理；综合池一（配水池、机械混合池、网格絮凝池、平流沉淀池、清水池）位于厂区的东侧，西侧自北向南分别为加药间及反冲洗泵房、V 型滤池、排泥排水池、脱水车间；厂区西南侧布置综合池二（建设规模为 5000m^3/d，用于置换私人水厂）。

按照工艺流程方向，在水厂东侧设综合池一（配水池、机械混合池、网格絮凝池、平流沉淀池、清水池一起合建），综合池中的配水池与和山岩水库取水管相接，水流经平流沉淀池转至 V 型滤池后，出水进入综合池下部的清水池，消毒后的出水经厂区北侧的出水管接至新建厂外市政供水管。

（2）厂区公用设计

①厂区排水

厂区排水采用分流制：雨水，清水池溢流、放空一套系统，生产污水(絮凝沉淀池排泥水、滤池反冲洗水)一套系统。雨水，清水池溢流、放空系统直接排入厂区南面的河涌。滤池反冲洗水进入排水池，池内设置水泵，均匀提升泥水至网格絮凝池前端进行选择。排泥水由沉淀池的污泥斗排至排泥池，再进一步实行脱水工序。脱水后的污泥定期外运处置。厂区综合楼和脱水车间产生的污水接入厂区新建的化粪池，化粪池定期清掏。

②厂区给水及消防

厂区给水考虑生活用水、生产用水、绿化用水、消防用水，这些水取自清水池的出水总管。厂区用水敷设成环状给水管网，在每个需用水建(构)筑物处均接入给水管，按间距 120m 的距离设置室外消火栓。

③厂区道路

新建厂区道路与现有道路成环状布置，可以满足消防及运输要求。厂区主干道宽 4m，转弯半径不小于 9m，并于道路末端设置回车场。采用钢筋混凝土路面，路边做侧石。新建厂区道路施工时应与现有道路接顺。

④处理构筑物工艺设计

本水厂建设规模为 7 万 m^3/d，净水处理工艺构筑物分为 2 组，每组为 3.5 万 m^3/d。各附属建筑物按 7 万 m^3/d 工程规模配套建设。另外，由于本次新建水厂选址涉及征地拆迁，需拆除现状供水规模 1 万 t/d 的金源水厂，该水厂属于私人产权，拆除金源水厂后需新建一座 0.5 万 t/d 的水厂与 0.5 万 t/d 宁中水厂（现状）一同作为用地置换。因此，本次建设内容还包括一座 0.5 万 t/d 水厂生产性构筑物的内容，详见下表。

表3.4-5 生产建(构)筑物规模一览表

序号	构筑物	规模及分组	备注
1	进水计量井	7.5 万 m^3/d 1 座	
2	综合池一（配水池、混合池、絮凝池、沉淀池、清水池）	7 万 m^3/d 1 座	
3	V 型滤池	3.5 万 m^3/d 2 组	
4	加药间及反冲洗泵房	7 万 m^3/d 1 座	与配电间合建
5	排泥排水池	7 万 m^3/d 1 座	
6	污泥脱水车间	7 万 m^3/d 1 座	
7	自用水泵房	7 万 m^3/d 1 座	
8	综合楼	1 座	
9	综合池二（混合池、絮凝池、沉淀池、滤池、清水池、反冲洗泵房、加药间、排泥排水池）	5000m^3/d 1 座	置换私人水厂
10	出水计量井	7 万 m^3/d 1 座	
11	出水计量井	5000m^3/d 1 座	置换私人水厂
12	门卫	2 座	成品

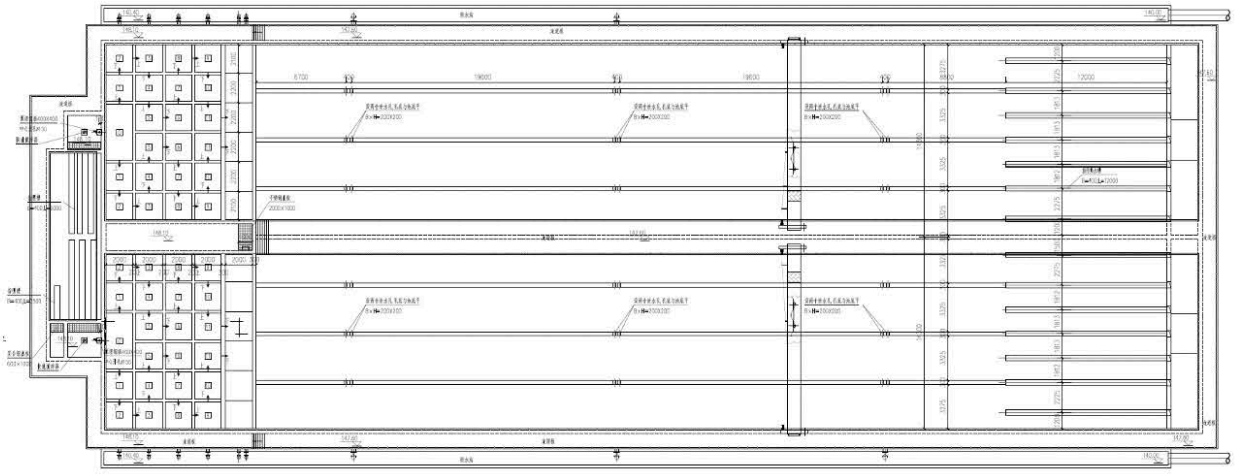


图3.4-17 综合池一设计平面图

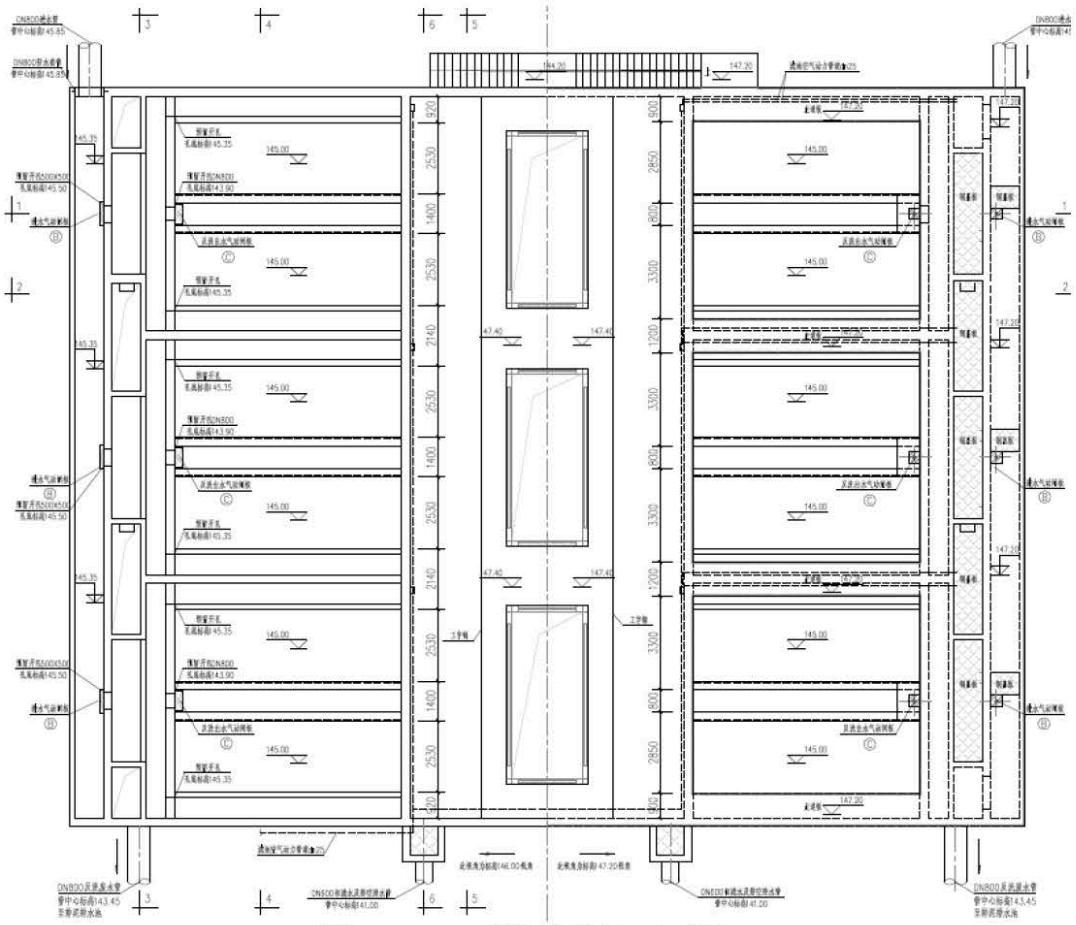


图3.4-18 V 型滤池设计平面图

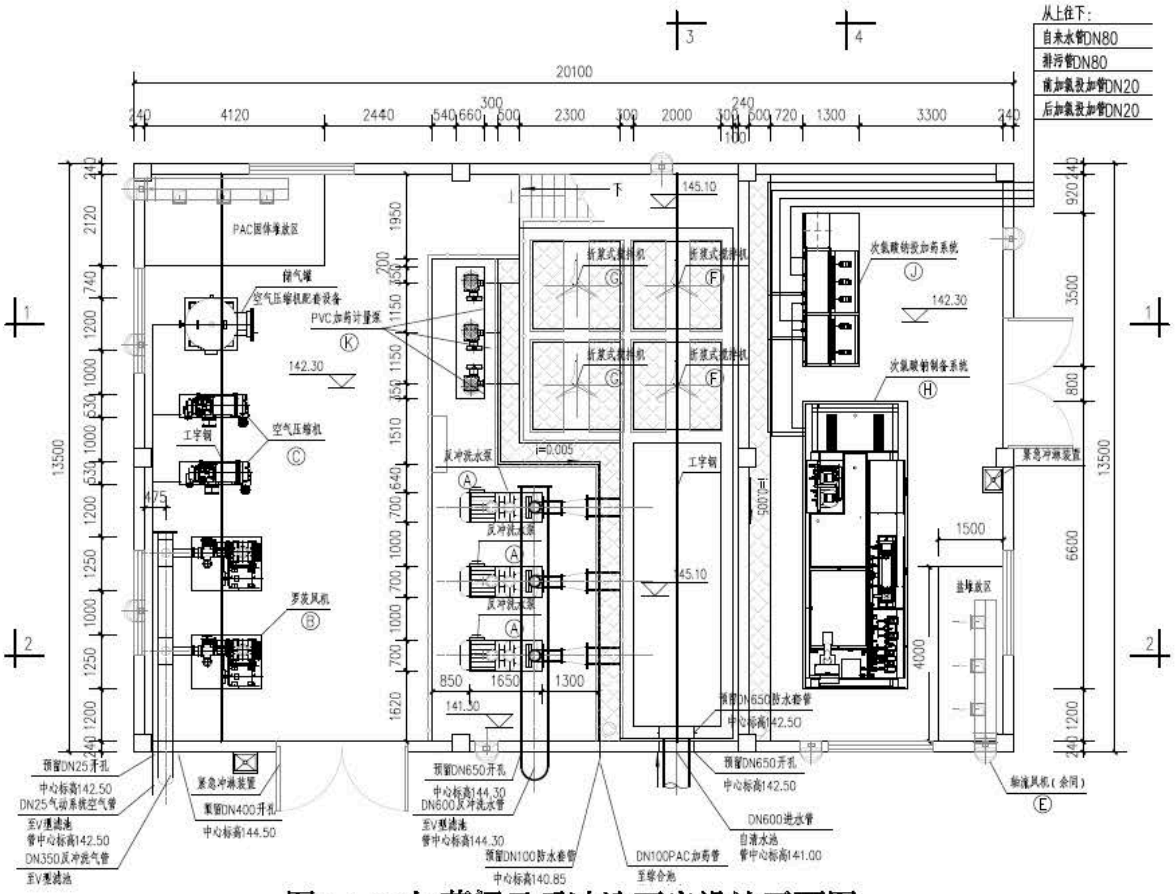


图3.4-19 加药间及反冲洗泵房设计平面图

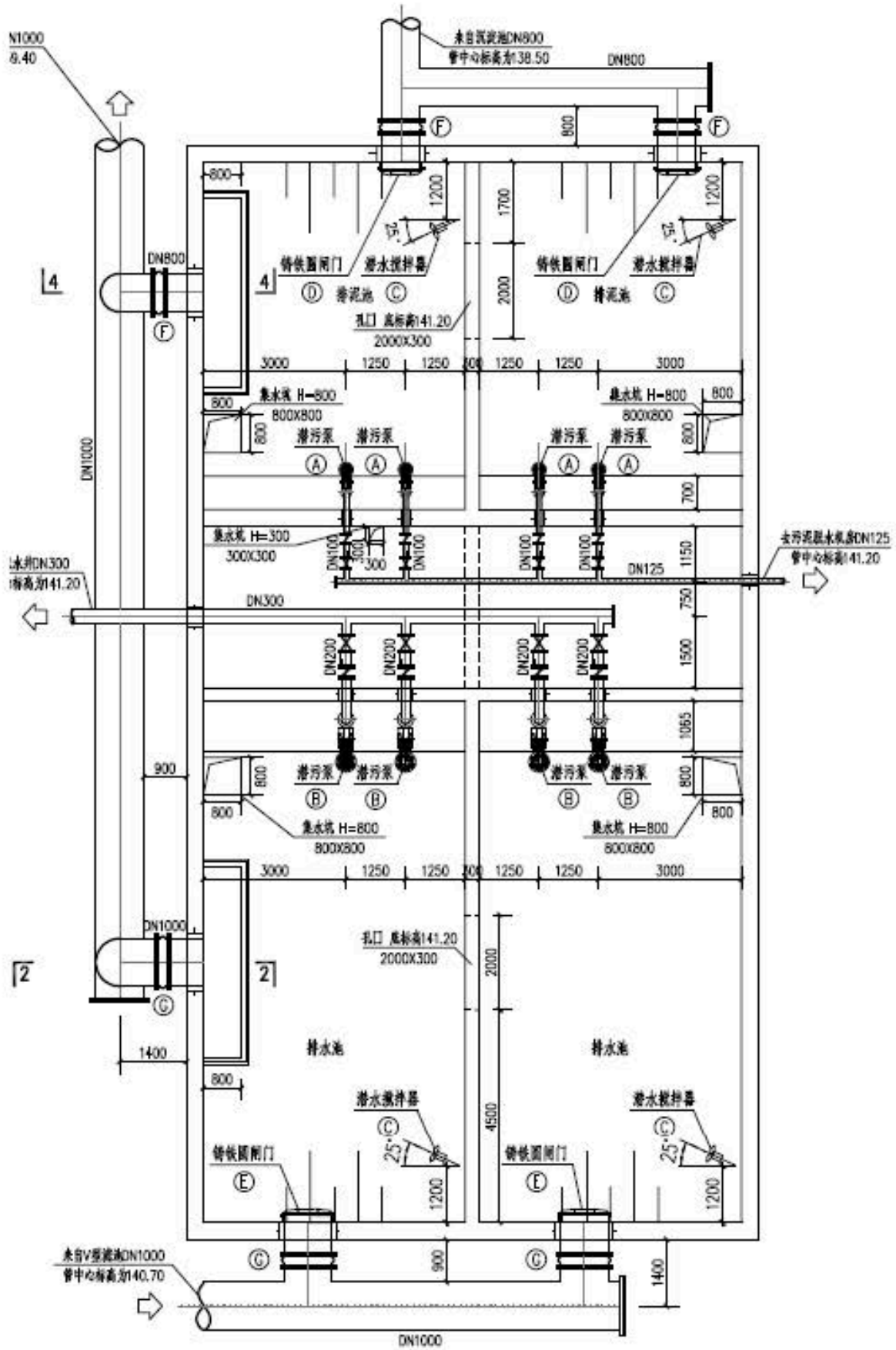


图3.4-20 排泥排水池设计平面图

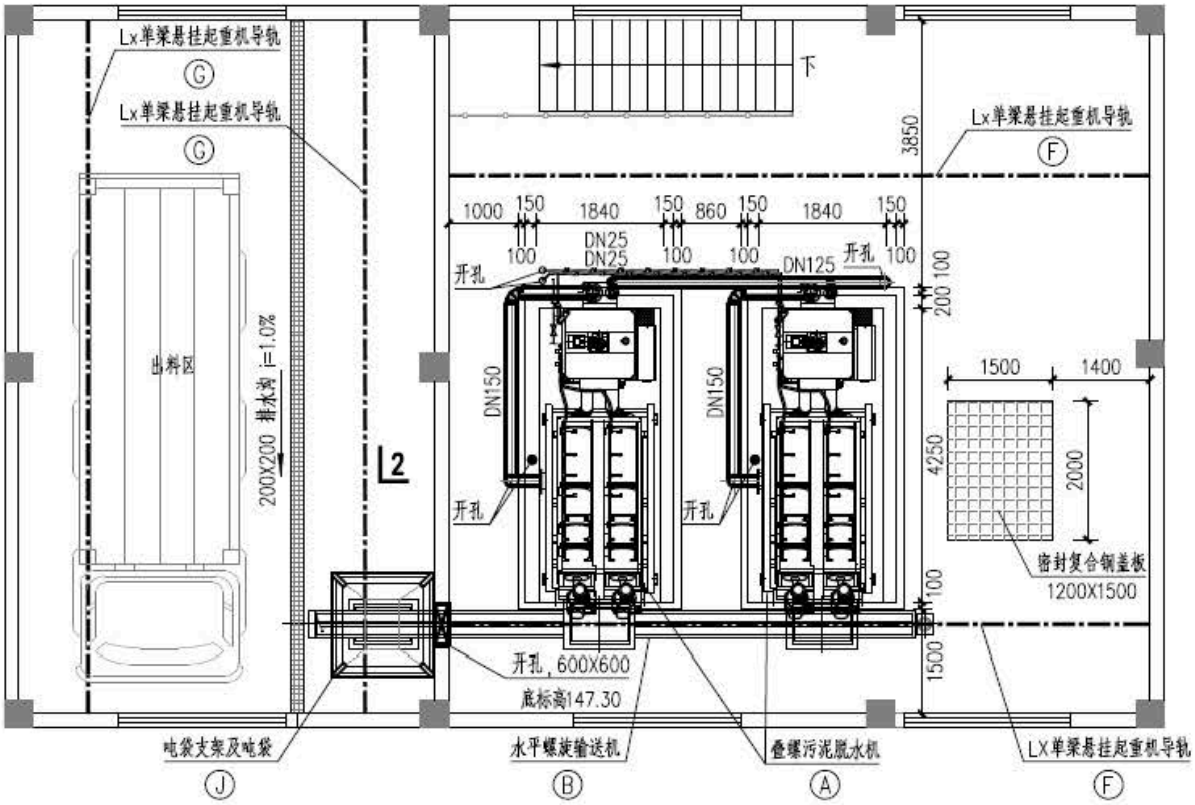


图3.4-21 脱水机房工艺设计图

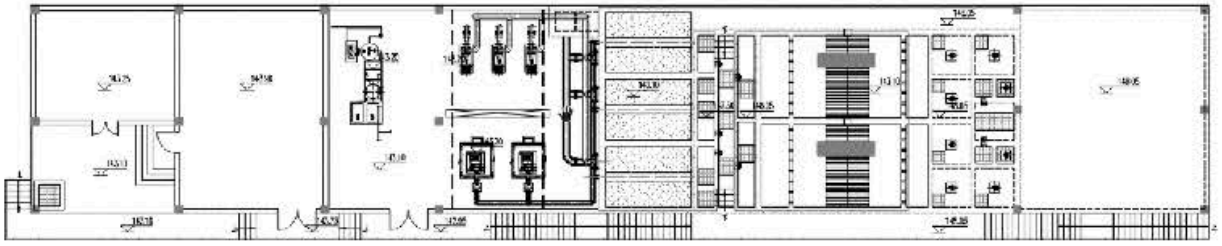


图3.4-22 综合池二工艺设计图

（四）配水管道(和山岩水库净水厂～交水点)

和山岩水库新增净水厂的清水池最低水位为139.5m，最高水位为143.7m，交水点为兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)，交水点后利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，最终输水至黄竹坜加压总站，交水点附近地面高程为113m，黄竹坜加压总站地面高程为114m，为保证净水在输送途中不受污染，和山岩水库新增净水厂至交水点、黄竹坜加压总站的输水方式采用封闭式的管道输送，为有压重力自流输水。输水管道总长约13.8km，其中包含首端新建配水管段9.5km，末端为现有兴宁市第二自来水厂管道段4.3 km(交水点～黄竹坜加压总站段，为DN1200

混凝土管)。新建配水管道为埋地配水管，埋地配水管基本采用球墨铸铁管(DIP)，临路、跨路过河埋管采用外包混凝土钢管。考虑到和山岩水库与合水水库一同做为兴宁市城市供水的双水源，和山岩水库净水厂及配水管道检修期或事故应急时，可利用兴宁市第二自来水厂给兴宁市城市供水，因此，和山岩水库净水厂～交水点的配水管道采用单管。

（1）管道型式设计

新建配水管线总长 9502.9m，管道主要采用沟埋方式铺设，根据管道埋设位置及埋设深度细分为：埋球墨铸铁管、临路埋钢管段、跨路埋钢管段、过河埋钢管段及望江狮水闸压力明管段，各类管道型式范围及长度详见下表。

表3.4-6 各类管道型式分段统计表

序号	桩号范围			平面长度(m)	管材	管道型式
1	P0+000.000	-	P0+806.784	806.784	球墨铸铁管	埋管
2	P0+806.784	-	P0+836.882	30.098	钢管	穿路埋管
3	P0+836.882	-	P0+958.091	121.209	球墨铸铁管	埋管
4	P0+958.091	-	P1+016.094	58.003	钢管	过河穿路埋管
5	P1+016.094	-	P1+602.687	586.593	球墨铸铁管	埋管
6	P1+602.687	-	P1+618.687	16.000	钢管	穿路埋管
7	P1+618.687	-	P1+804.262	185.575	球墨铸铁管	埋管
8	P1+804.262	-	P1+823.416	19.154	钢管	穿路埋管
9	P1+823.416	-	P1+865.883	42.467	钢管	临路埋管
10	P1+865.883	-	P1+901.063	35.180	钢管	过河穿路埋管
11	P1+901.063	-	P1+929.616	28.553	钢管	临路埋管
12	P1+929.616	-	P2+432.746	503.130	球墨铸铁管	埋管
13	P2+432.746	-	P2+460.914	28.168	钢管	过河埋管
14	P2+460.914	-	P2+605.928	145.014	球墨铸铁管	埋管
15	P2+605.928	-	P3+028.929	423.001	钢管	沿河埋管
16	P3+028.929	-	P3+166.839	137.910	球墨铸铁管	埋管
17	P3+166.839	-	P3+182.839	16.000	钢管	穿路埋管
18	P3+182.839	-	P3+373.204	190.365	球墨铸铁管	埋管
19	P3+373.204	-	P3+413.920	40.716	钢管	过河埋管
20	P3+413.920	-	P4+398.673	984.753	球墨铸铁管	埋管
21	P4+398.673	-	P4+441.535	42.862	钢管	过河埋管
22	P4+441.535	-	P4+692.484	250.949	球墨铸铁管	埋管
23	P4+692.484	-	P4+702.484	10.000	钢管	穿路埋管
24	P4+702.484	-	P4+764.873	62.389	球墨铸铁管	埋管
25	P4+764.873	-	P4+784.873	20.000	钢管	穿路埋管
26	P4+784.873	-	P4+863.000	78.127	球墨铸铁管	埋管
27	P4+863.000	-	P4+925.165	62.165	钢管	过河埋管
28	P4+925.165	-	P5+003.784	78.619	球墨铸铁管	埋管
29	P5+003.784	-	P5+083.024	79.240	钢管	穿路埋管
30	P5+083.024	-	P5+186.032	103.008	球墨铸铁管	埋管
31	P5+186.032	-	P5+239.557	53.525	钢管	穿路埋管

序号	桩号范围			平面长度(m)	管材	管道型式
32	P5+239.557	-	P6+323.060	1083.503	球墨铸铁管	埋管
33	P6+323.060	-	P6+337.060	14.000	钢管	穿路埋管
34	P6+337.060	-	P6+370.922	33.862	球墨铸铁管	埋管
35	P6+370.922	-	P6+423.730	52.808	钢管	过河穿路埋管
36	P6+423.730	-	P6+480.009	56.279	球墨铸铁管	埋管
37	P6+480.009	-	P6+496.009	16.000	钢管	过河埋管
38	P6+496.009	-	P7+296.848	800.839	球墨铸铁管	埋管
39	P7+296.848	-	P7+310.848	14.000	钢管	穿路埋管
40	P7+310.848	-	P7+640.739	329.891	球墨铸铁管	埋管
41	P7+640.739	-	P7+686.210	45.471	钢管	过河穿路埋管
42	P7+686.210	-	P7+749.086	62.876	钢管	临路埋管
43	P7+749.086	-	P7+781.086	32.000	钢管	过河穿路埋管
44	P7+781.086	-	P7+823.836	42.750	钢管	穿路埋管
45	P7+823.836	-	P8+414.776	590.940	球墨铸铁管	埋管
46	P8+414.776	-	P8+440.178	25.402	钢管	穿路埋管
47	P8+440.178	-	P8+952.867	512.689	钢管	临路埋管
48	P8+952.867	-	P8+967.694	14.827	钢管	过河埋管
49	P8+967.694	-	P9+021.731	54.037	钢管	临路埋管
50	P9+021.731	-	P9+086.150	64.419	钢管	穿路埋管
51	P9+086.150	-	P9+170.317	84.167	钢管	压力明管
52	P9+170.317	-	P9+252.204	81.887	钢管	穿路埋管
53	P9+252.204	-	P9+287.574	35.370	钢管	过河埋管
54	P9+287.574	-	P9+502.911	215.337	钢管	临路埋管
合计				9502.911		

表3.4-7 配水管线管道型式总长度统计表

项目	埋球墨铸铁管段	临路埋钢管段	跨路过河埋钢管段	望江狮水闸压力明管段
平面长度(m)	7129.7	916.0	1373.05	84.2
扣除弯头长度(m)	6593.7	844.0	1117.0	76.2

①埋球墨铸铁管段

本工程新建配水管道以埋地供水管为主，一般埋管段采用球墨铸铁(DIP)，管径为DN1200，等级为K9。管顶覆土厚度不小于1.0m，大部分管顶覆土厚度小于3.0m，沟槽底宽2.8m，开挖边坡1:1.25，管底铺设砂垫层，砂垫层管中最小厚度200mm。根据地质报告，配水管地基主要为粉质粘土、强风化砂岩、弱风化砂岩，大部份配水管道地基承载力较高，工程地质条件较好。起始段400m为淤泥质粘土层基础，地基承载力较差，本次采用块石对其进行换填，换填厚度为600mm。埋球墨铸铁管典型断面详见下图。

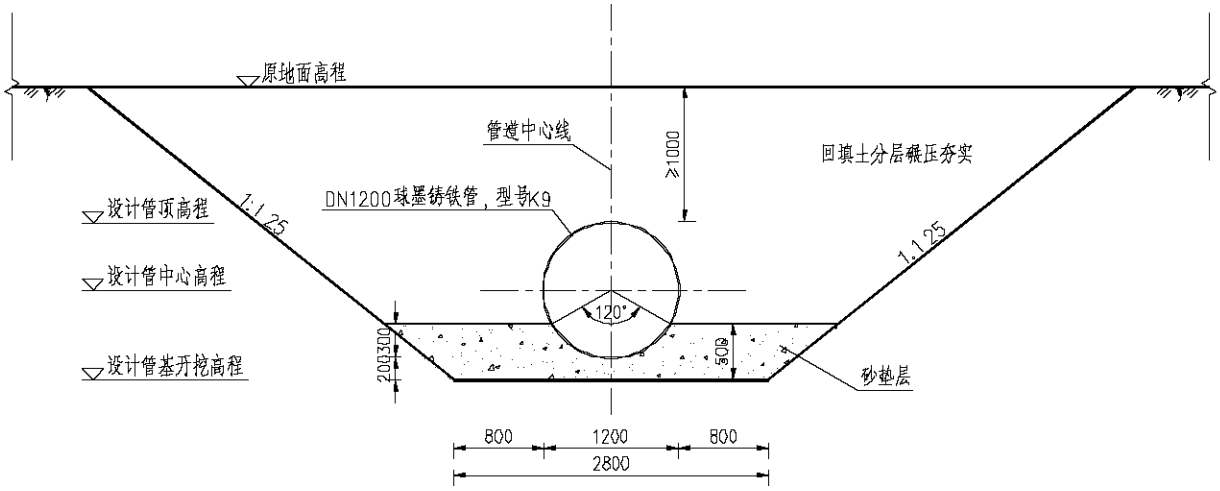


图3.4-23 埋球墨铸铁管段典型断面图(放坡开挖)

②临路埋钢管段

配水管线特殊位置采用埋设钢管方式铺设。对于临近县道或低等级公路铺设的管道，采用钢管外包混凝土型式，钢管管径为 DN1200，管壁厚 12mm，外包混凝土强度等级为 C25，厚度 300mm，底部设 100mm 厚 C15 混凝土垫层。管顶覆土厚度不小于 1.0m，放坡开挖的沟槽底宽 2.8m，开挖边坡 1:1.25，两侧采用钢板桩支护开挖的沟槽底宽为 3.4m。根据地质报告，临近道路段大部份配水管道地基承载力较高，基本满足设计要求。临路埋钢管典型断面详见下图。

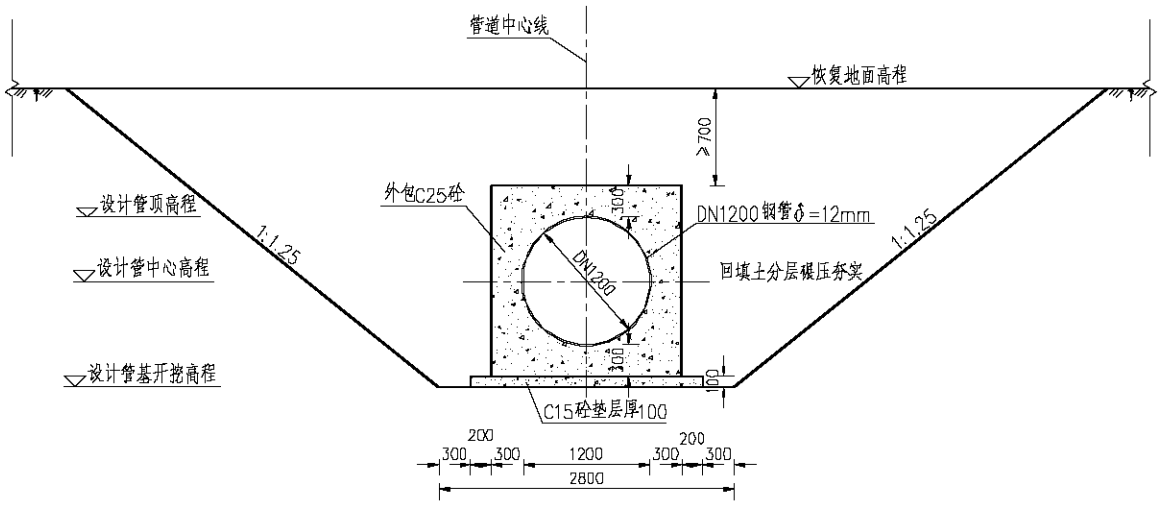


图3.4-24 临路埋钢管段典型断面图(放坡开挖)

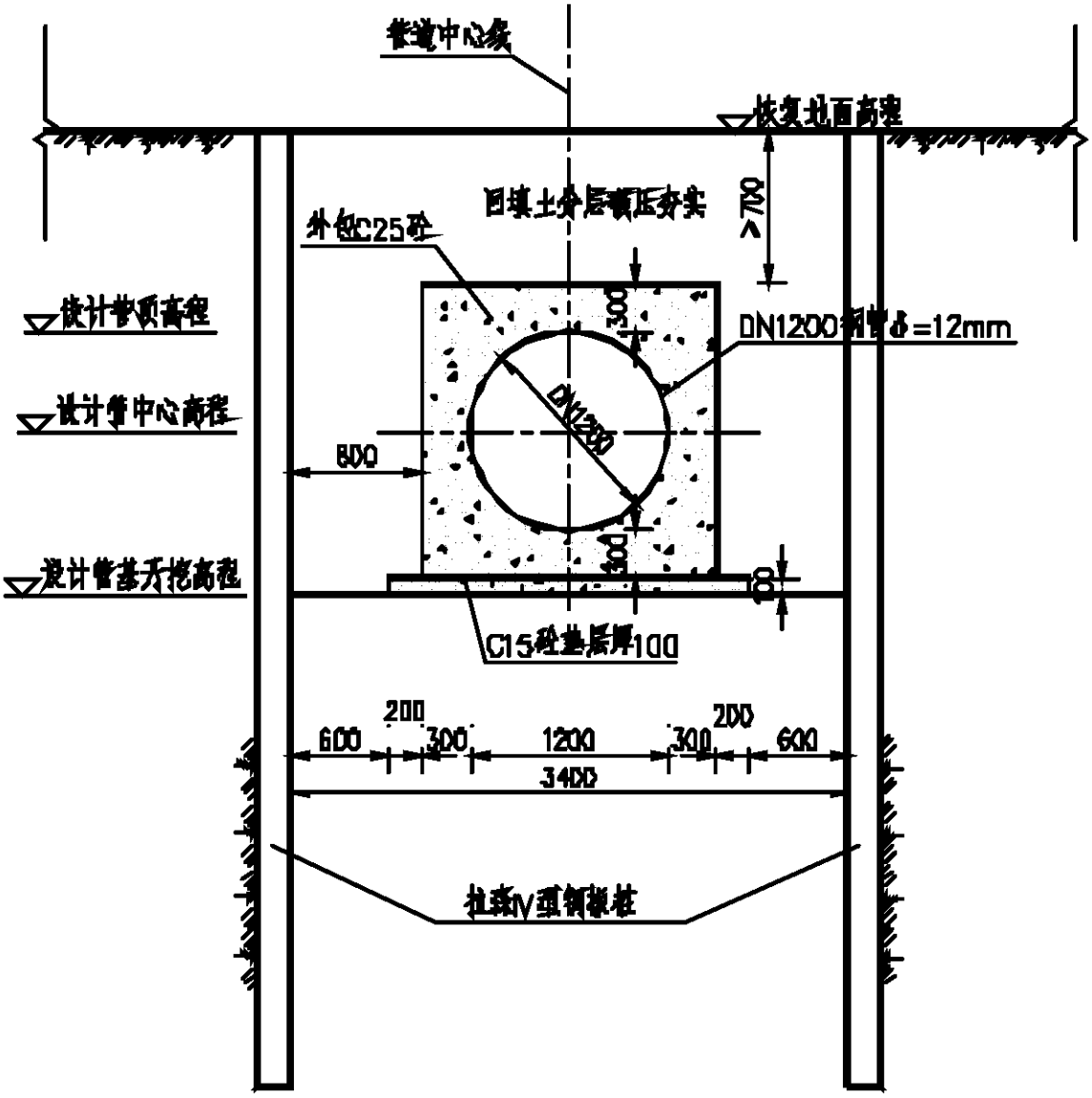


图3.4-25 临路埋钢管段典型断面图(钢板桩支护)

③跨路埋钢管段

对于跨越县道或低等级公路铺设的管道，采用与临路埋钢管段相似断面型式，即钢管外包混凝土型式。跨路钢管埋设完成后，需对顶部路面进行恢复，恢复路面混凝土强度等级为C35，厚度250mm，底部设200mm厚6%水泥稳定碎石层。跨路埋钢管段地基承载力较高，基本满足设计要求。跨路埋钢管典型断面详见下图。

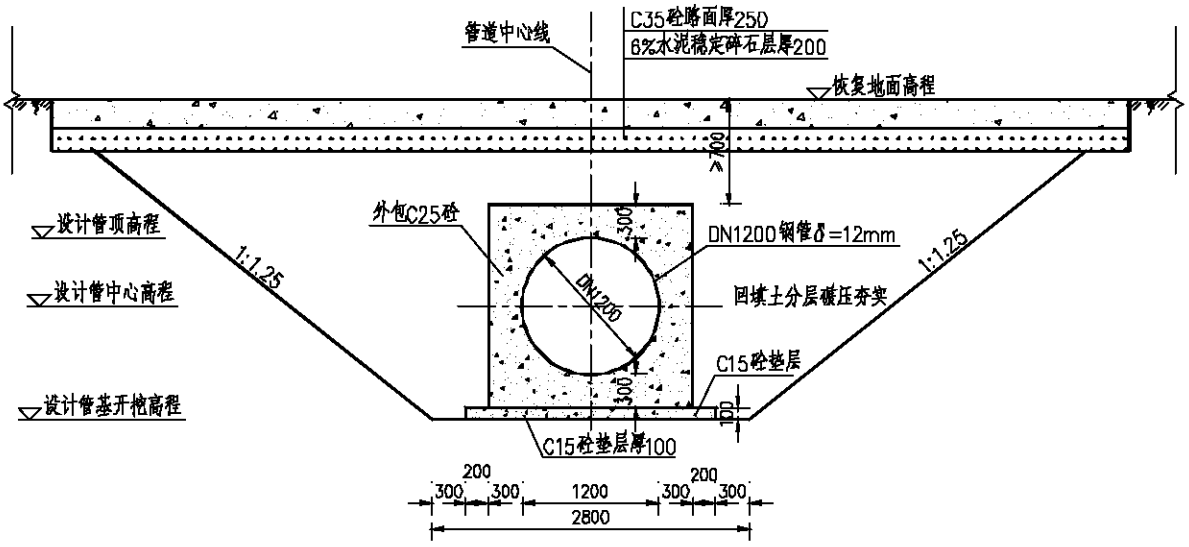


图3.4-26 跨路埋钢管段典型断面图(放坡开挖)

④过河埋钢管段

本工程配水管道沿和山河布置，途中多次跨越和山河及和山河支渠。由于所跨越处和山河宽度均较窄，在 4m～8m 之间，所以本次设计对跨越和山河及和山河支渠的断面型式进行统一。采用钢管外包混凝土型式，钢管管径为 DN1200，管壁厚 12mm，外包混凝土强度等级为 C25，厚度 300mm，底部设粗砂碎石垫层及 C15 混凝土垫层，粗砂碎石垫层厚 300mm，C15 混凝土垫层厚 100mm。管顶覆土厚度不小于 1.0m，放坡开挖的沟槽底宽 2.8m，开挖边坡 1:1.8，两侧采用钢板桩支护开挖的沟槽底宽为 3.4m。过河过渠管段埋设完成后，河床底部设一层 700mm 厚干砌块石护底，护底顶部高程为河床底高程。过河埋钢管典型断面详见下图。

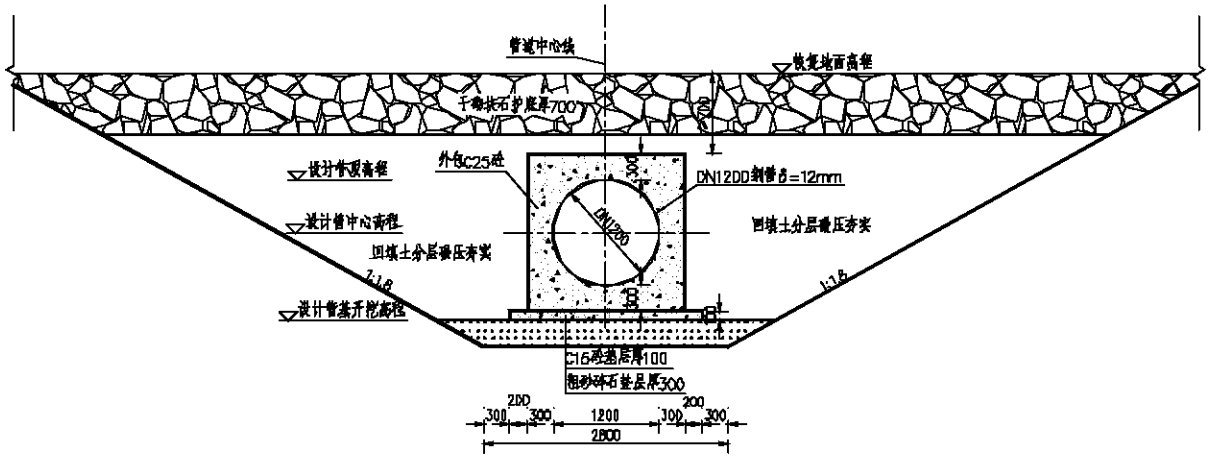


图3.4-27 过河埋钢管段典型断面图(放坡开挖)

⑤沿河床埋钢管段

工程配水管线除了上述跨越和山河及和山河支渠管段，根据现场查勘情况结合业

主意见，还布置了一段沿和山河河床埋设的供水管段，桩号范围为 P2+606～P3+029，总长 423m。沿河床埋钢管段同样采用钢管外包混凝土型式，钢管管径为 DN1200，管壁厚 12mm，外包混凝土强度等级为 C25，厚度 300mm，底部设粗砂碎石垫层及 C15 混凝土垫层，粗砂碎石垫层厚 300mm，C15 混凝土垫层厚 100mm。考虑到河床较两岸低，河宽较窄，如果选择放坡开挖，开挖范围非常大，将导致征地投资及难度、河道两岸恢复工程量的增加。故本次对沿河床埋钢管段全线采用钢板桩支护开挖，钢板桩支护沟槽底宽为 3.4m，管顶覆土厚度不小于 1.5m。沿河床管段埋设完成后，河床底部设一层 800mm 厚干砌块石护底，护底顶部高程为河床底高程。沿河床埋钢管典型断面详见下图。

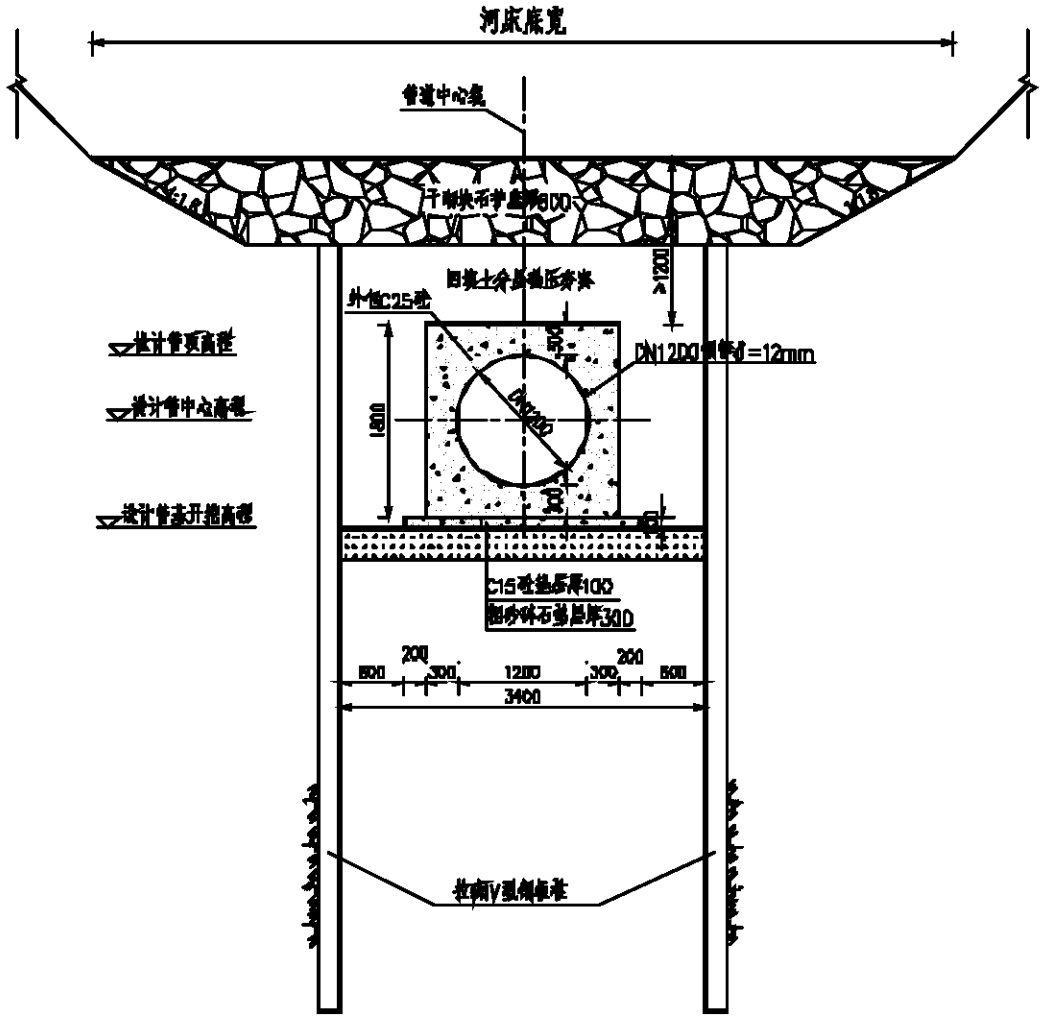


图3.4-28 沿河床埋钢管段典型断面图

⑥望江狮水闸压力明管段

本工程配水管线至末端需跨越宁江河，跨越处河宽约 80m。综合考虑配水管道安全稳定、工程投资、施工条件及工期安排等因素，结合业主意见，本次配水管线不采

用河床底埋管穿越的方式跨越宁江河。因交水点地处望江狮水闸附近，本次拟利用望江狮水闸交通桥上游侧的人行道作为配水管线基础，采用压力明管的型式跨越宁江河。望江狮水闸交通桥布置于闸门下游，交通桥总宽 10m，两侧分别设有 1.5m 宽的人行道，结合业主意见本次占用上游侧的人行道布置配水管线。压力明管采用 DN1200 钢管，管壁厚 12mm，明管段两端布置镇墩及伸缩节，人行道上每隔 20m 设一个 DN1220 滑动钢支座，支座使用 M24-350 化学锚拴与人行道混凝土面固定，钢管外壁采用 60μm 厚环氧富锌底漆+80μm 厚环氧云铁中间漆+80μm 厚脂肪族聚氨酯面漆反腐。望江狮水闸压力明管段总长 84m，典型断面详见下图。

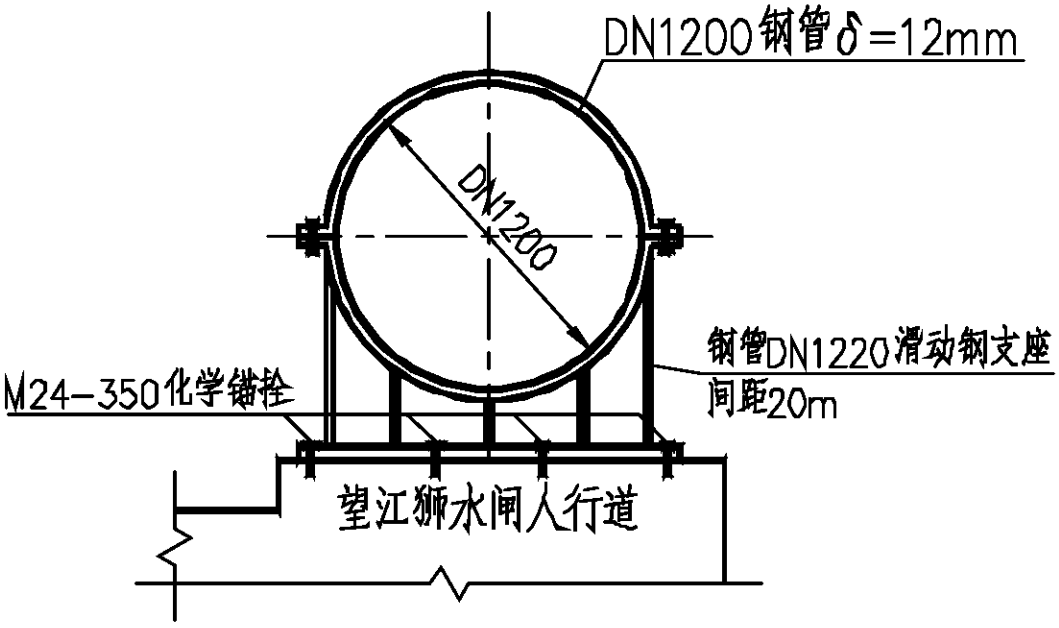


图3.4-29 望江狮水闸压力明管段典型断面图

⑦弯头镇墩

配水管线沿路或沿岸布置，需与其保持相识曲率。管线一般借助弯头或接口小角度借转实现转弯，由于球墨铸铁(DIP)管线转弯制作预制弯头有困难，本次设计弯头统一采用钢弯头，弯头止推部分采用钢管外包混凝土镇墩。

配水管线转弯节点处设置混凝土镇墩，混凝土强度等级为 C25，镇墩轴线长度与钢弯头有效长度保存一致，宽度为 2.5m，高度根据转角型式设置，最小外包厚度不小于 0.5m，镇墩内设直径 16mm 锚固钢筋。

本工程配水管线转角共 217 个，其中钢制弯头 213 个，镇墩 217 座。

（五）管道附属设施

由于新建水厂出口处配备有流量计，本工程配水管线为封闭式输水，理论上不需

再设置量水间。但配水管线在交水点后需利用原 DN1200 混凝土配水管，将水输送至加压泵站。利用原配水管存在两种情况，即本工程供水单独使用或与兴宁市第二自来水厂共用。本工程供水单独使用时，兴宁市第二自来水厂使用 DN1400 配水管供水。本次附属建筑物的设置同时考虑两种情况，在交水点上游原 DN1200 混凝土配水管端及本工程配水管端均布置设量水间、检修阀及调压阀。

量水间内设流量计、测压计，测量数据实时反馈至调压阀，以保证两端汇入原 DN1200 混凝土配水管时的水压平衡。

①量水间

原 DN1200 混凝土配水管的交水点上游末端及本工程配水管于宁江河左岸 P8+888 处各设置 1 座量水间，采用电磁流量计量水器。量水间的平面尺寸为：长×宽＝5m×4m，均采用 C30 钢筋混凝土结构，高度 3.75m，井顶部设预制砼盖板吊装孔及 D700 进人孔，基础采用 100mm 厚 C15 砼垫层。本工程配水管上量水间管中心线高程为 114.59m，地面高程为 116.48m。

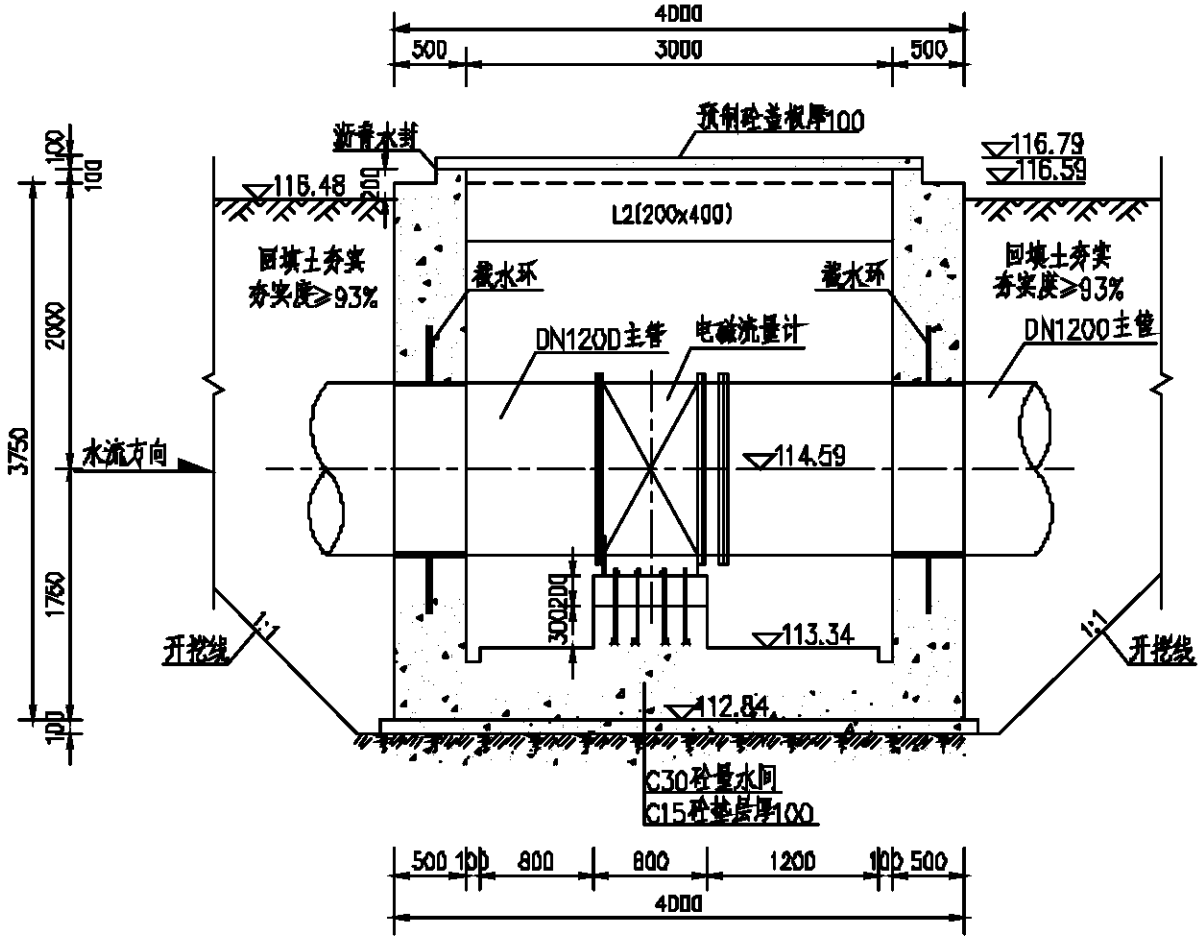


图3.4-30 量水间纵剖面图

②调流阀井

于本工程配水管及原 DN1200 混凝土配水管交水点上游末端各设置 1 座调流阀井，井内主管上设置一台调压阀。调流阀井的平面尺寸为：长×宽＝5m×4m，均采用 C30 钢筋混凝土结构，高度 3.75m，井顶部设预制砼盖板吊装孔及 D700 进人孔，基础采用 100mm 厚 C15 砼垫层，结构尺寸基本与量水间一致。本工程配水管上调流阀井管中心线高程为 112.42m，地面高程为 114.02m。

③检修阀井

配水管线沿线每隔 2km～3km 左右设置 1 座检修阀室，本工程结合排泥阀井位置，共设置 4 座检修阀井，井内主管上设置一台直径 1200mm，PN0.6 的蝶阀。阀井位置结合输水管线跨河、穿高速公路位置布设。检修阀井的平面尺寸为：长×宽＝5m×4m，均采用 C30 钢筋混凝土结构，高度 4.75m～3.75m，井顶部设预制砼盖板吊装孔及 D700 进人孔，基础采用 100mm 厚 C15 砼垫层。检修阀井位置及尺寸参数详见下表。

表3.4-8 检修阀井参数表

编号	桩号 (km+m)	设计地面 高程(m)	管中心线 高程(m)	H1(m)	H2(m)
1#检修阀井	P2+605.928	137.31	134.76	3.00	0.45
2#检修阀井	P5+396.239	124.46	122.86	2.00	0.4
3#检修阀井	P7+718.888	117.20	115.60	2.00	0.4
4#检修阀井	P9+496.911	114.02	112.42	2.00	0.4

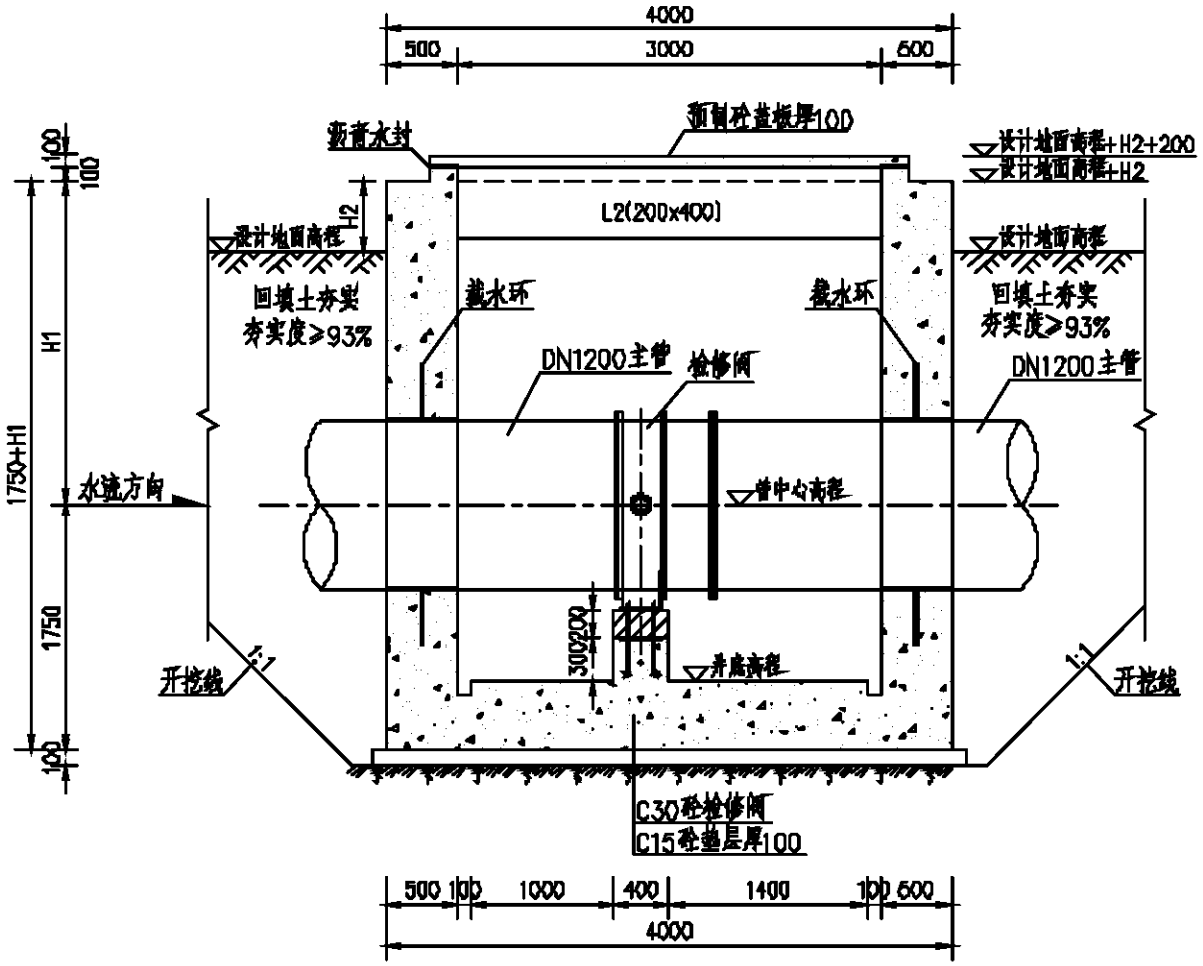


图3.4-31 检修阀井纵剖面图

④检查井

管径 D≥1200 的管道沿线每隔 500m～1000m 左右设置 1 座检查井，本工程配水管径为 1200mm，沿线布置了 9 座检查井。检查井采用 DN800 钢管焊接于钢主管上方，主管及检查支管周外包 C25 混凝土，支管外包混凝土厚 500mm，管顶设法兰、封板。检查井位置及尺寸参数详见下表。

表3.4-9 检查井参数表

编号	桩号 (km+m)	设计地面 高程(m)	管中心线 高程(m)	三通支管长 度(m)
1#检查井	P0+844.882	138.54	136.20	2.14
2#检查井	P1+925.616	137.83	134.69	2.94
3#检查井	P2+612.928	137.20	134.75	2.25
4#检查井	P3+169.839	136.32	133.61	2.51
5#检查井	P4+693.484	126.58	123.98	2.40
6#检查井	P6+370.922	120.67	118.98	1.49
7#检查井	P7+708.888	117.27	115.54	1.53
8#检查井	P7+728.888	117.26	115.66	1.40
9#检查井	P9+091.150	116.47	117.27	0.50

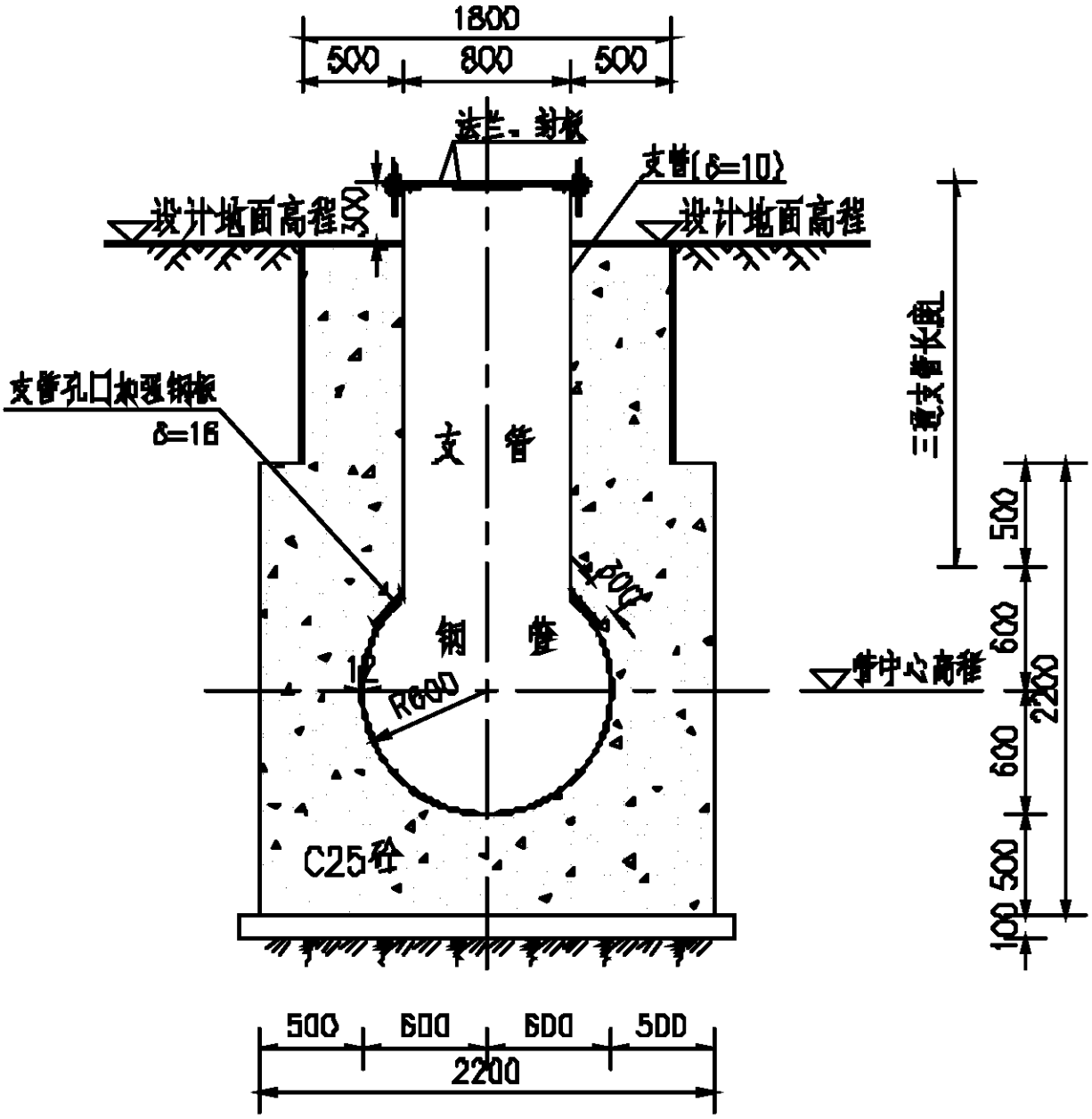


图3.4-32 检查井横剖面图

⑤排泥阀井

本工程共布置 14 座排泥阀井，配水管线纵断面设计与排泥阀布置统筹考虑，管线各低点位置均设有排泥三通，三通管支管接入排泥湿井，支管上设排泥阀控制，检修时，打开排泥阀，管道内水体通过自流方式或泵排出。三通管为 DN500 钢管，与主管焊接，外包 200mm 厚 C25 混凝土。排泥阀井的平面尺寸为：长×宽＝4.5m×3.3m，均采用 C30 钢筋混凝土结构，高度 3.5m～6.5m，分干室和湿室，干室三通管上装一台排泥阀，顶部设预制砼盖板吊装孔，干室和湿室各设一个 D700 进人孔，基础采用 100mm 厚 C15 砼垫层。排泥阀井位置及尺寸参数详见下表。

表3.4-10 排泥阀井参数表

编号	桩号 (km+m)	设计地面 高程(m)	管中心线 高程(m)	H1(m)	H2(m)
1#排泥阀	P1+804.262	136.10	134.49	3.00	0.29
2#排泥阀	P2+091.673	134.81	133.17	3.00	0.26
3#排泥阀	P2+460.914	135.22	132.87	4.00	0.55
4#排泥阀	P3+019.603	137.01	133.35	5.00	0.24
5#排泥阀	P3+379.899	134.68	131.14	5.00	0.36
6#排泥阀	P4+429.749	126.49	123.77	4.00	0.18
7#排泥阀	P4+898.562	124.83	122.43	4.00	0.5
8#排泥阀	P5+237.557	122.28	120.53	3.00	0.15
9#排泥阀	P5+780.823	119.08	117.48	3.00	0.3
10#排泥阀	P6+391.634	120.03	116.13	5.50	0.5
11#排泥阀	P7+674.267	117.19	112.41	6.00	0.12
12#排泥阀	P8+293.231	114.77	111.97	4.00	0.10
13#排泥阀	P8+957.094	116.32	113.00	5.00	0.58
14#排泥阀	P9+261.181	114.27	110.80	5.00	0.43

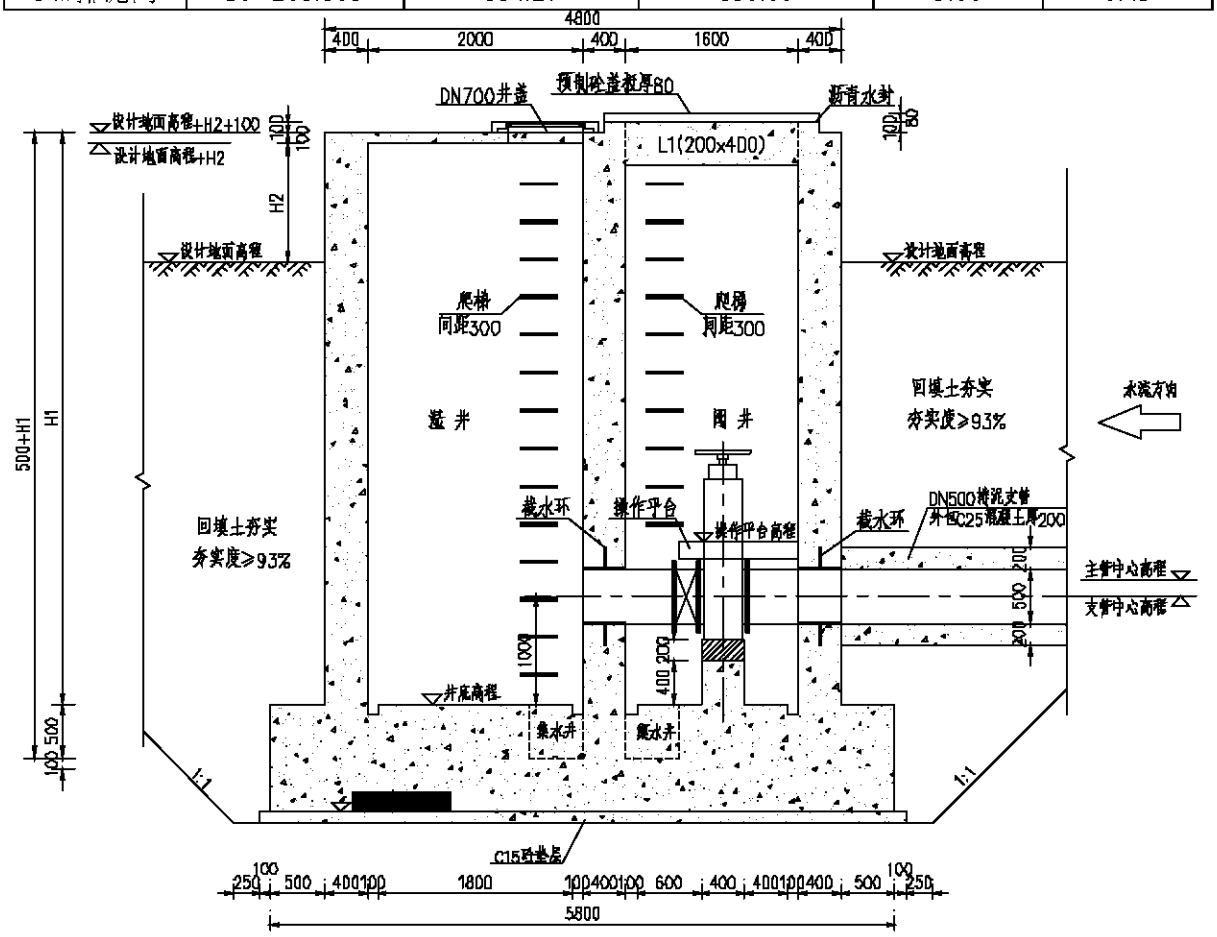


图3.4-33 排泥阀井纵面剖面图

⑥排气阀

本工程共布置 11 座排气阀，于配水管道隆起高点和必要位置设置。排气阀可排除压力管道内的掺气，或当管道内产生的负压超过一定限制时将气引入，保证管道运行

安全。工程采用 DN150 排气阀与主管焊接，排气阀的平面尺寸为：长×宽＝3.25m×3.0m，均采用 C25 钢筋混凝土结构，高度 1.0m～4.0m，顶部为预制砼盖，砼盖上设一个 0.8m×0.8m 进人孔及 DN300 弯管型通气管。排气阀位置及尺寸参数详见下表。

表3.4-11 排气阀参数表

编号	桩号(km+m)	设计地面高程(m)	管中心线高程(m)	H1(m)	H2(m)
1#排气阀	P1+828.262	140.41	135.40	4.00	0.09
2#排气阀	P2+401.021	136.41	134.81	1.00	0.5
3#排气阀	P3+032.929	137.23	134.39	2.00	0.26
4#排气阀	P3+413.920	134.21	132.58	1.00	0.47
5#排气阀	P4+441.535	125.95	124.30	1.00	0.45
6#排气阀	P5+100.902	128.52	126.93	1.00	0.51
7#排气阀	P6+254.339	121.01	118.98	1.50	0.57
8#排气阀	P6+608.076	123.26	121.08	1.50	0.42
9#排气阀	P7+749.086	117.39	115.79	1.00	0.5
10#排气阀	P8+440.178	117.45	115.81	1.00	0.46
11#排气阀	P9+168.317	116.47	117.27	/	/

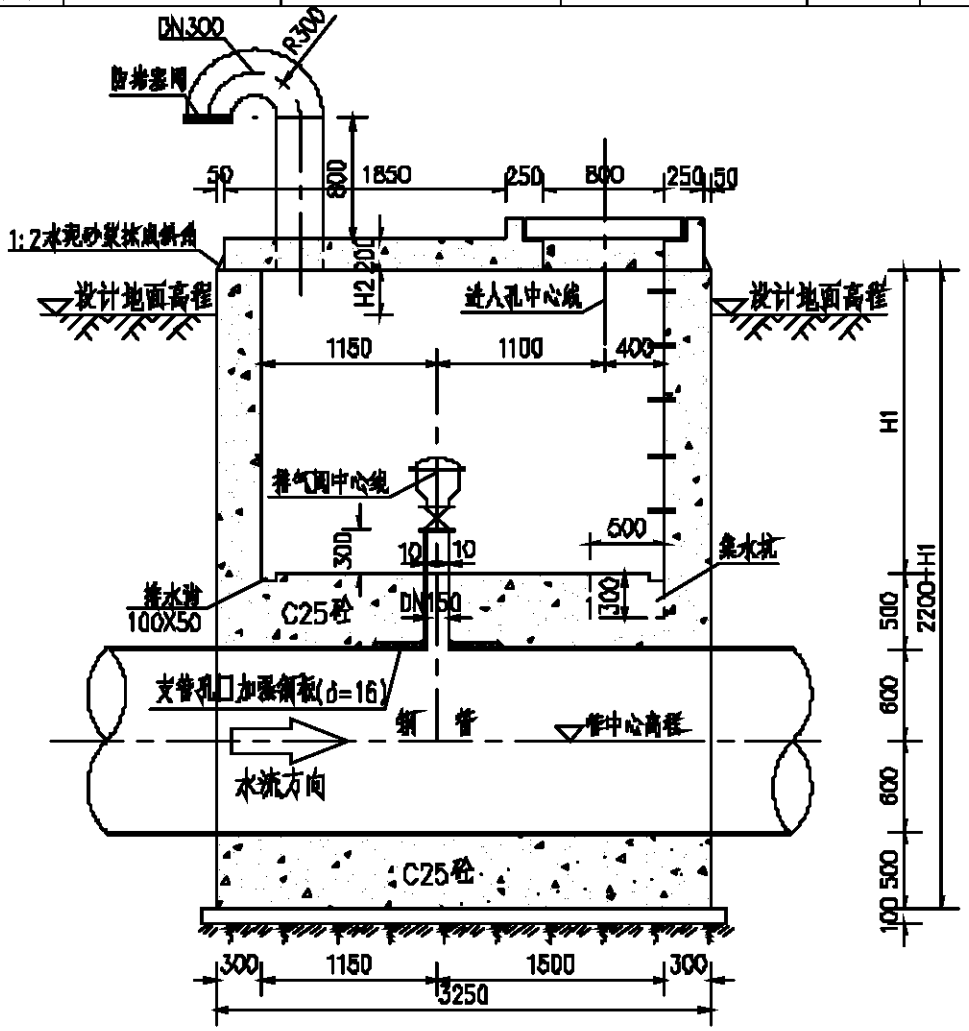


图3.4-34 排气阀纵面剖面图

3.4.5.5 主要工程量汇总

本工程水工建筑物加固主要工程量详见下表。

表3.4-12 两库水系连通引水系统工程量汇总表

序号	项目	单位	总量	备注
一	进水闸			
1	土方开挖	m^3	1034	
2	土方回填	m^3	517	
3	C25 砼闸底板厚 800mm	m^3	26	
4	C25 砼闸墩厚 800mm	m^3	83	
5	C30 砼隔板厚 600mm	m^3	19	
6	C25 砼闸顶板厚 200mm	m^3	4	
7	C25 砼护坦厚 500mm	m^3	25	
8	C25 砼挡墙 厚 500～2500mm	m^3	139	
9	C15 砼垫层厚 100mm	m^3	9	
10	止水铜片(1.2mm 厚)	m	25	宽 0.6m
11	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	22	
12	钢筋制安	t	26.6	
13	模板	m^2	597	
14	φ50PVC 排水管	m	34	
15	土工布反滤包	个	17	
16	C30 砼柱 500x500mm	m^3	8	
17	C30 砼梁 600x300mm	m^3	12	
18	C30 砼楼板厚 250mm	m^3	9	
19	启闭机室上部结构装修(建筑面积)	m^2	52	
20	⌀200 钢管	m	6	
21	沥青砂浆	m^3	0.02	
22	回填 C25 砼	m^3	26	
二	拦河水陂			
1	土方开挖	m^3	722	
2	土方回填	m^3	390	
3	C25 砼挡墙 厚 500～2500mm	m^3	297	
4	Φ50PVC 排水管	m	148	
5	土工布反滤包	个	49	
6	砂垫层厚 200mm	m^3	11	
7	碎石垫层厚 200mm	m^3	11	
8	砂碎石垫层厚 200mm	m^3	37	
9	C15 砼垫层 厚 100	m^3	7	
10	C25 砼水陂	m^3	44	
11	C25 砼闸墩厚 500、550、800mm	m^3	47	
12	C25 砼闸顶板厚 150mm	m^3	3	
13	C25 砼启闭机梁、板、柱	m^3	27	
14	干砌块石	m^3	16	
15	C25 砼护坦 厚 200	m^3	9	
16	C25 砼消力池 厚 400	m^3	28	
17	模板	m^2	1076	
18	钢筋制安	t	30.5	
19	M7.5 浆砌石护底	m^3	21	
20	止水铜片(1.2mm 厚)	m	38	宽 0.6m

序号	项目	单位	总量	备注
21	回填 C15 砼	m^3	5	
22	C25 砼固脚 500mm×1000mm	m^3	2	
23	C25 砼步级	m^3	10	
24	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	84	
25	沥青砂浆	m^3	0.04	
26	砼防渗墙厚 500	m^3	25.99	
27	回填砾石	m^3	161.55	
三	引水隧洞出口段			
1	土方开挖	m^3	1426	
2	土方回填	m^3	822	
3	C15 砼垫层 厚 100mm	m^3	16	
4	C25 砼泄槽边墙	m^3	57	
5	C25 砼泄槽底板	m^3	68	
6	C25 砼消力池边墙	m^3	62	
7	C25 砼消力池底板	m^3	57	
8	Φ50PVC 排水管	m	111	
9	土工布反滤包	个	104	
10	钢筋制安	t	56.4	
11	模板	m^2	1020	
12	止水铜片(1.2mm 厚)	m	31	宽 0.6m
13	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	39	
14	沥青砂浆	m^3	0.09	
15	砂石垫层 厚 300mm	m^3	229	
16	回填块石	m^3	64	
17	干砌块石防冲槽	m^3	61	
18	M10 浆砌石海漫 厚 500mm	m^3	71	
19	无砂砼反滤块	块	16	
20	M10 浆砌石截洪沟	m^3	91	
21	M10 水泥砂浆批荡	m^2	145	
22	碎石垫层 厚 100mm	m^3	158	
23	C25 砼挡墙	m^3	95	
24	C25 砼护坡	m^3	30	
25	草皮护坡	m^2	145	
26	M10 浆砌石锥形护坡	m^3	14	
27	C25 砼箱涵	m^3	38	
四	引水隧洞			
1	土方开挖	m^3	23951	
2	石方开挖(微风化花岗岩)	m^3	17153	
3	石方开挖(弱风化花岗岩)	m^3	23341	
4	喷砼 C25 砼厚 100mm、200mm	m^3	6451	
5	超前小导管 Φ42，壁厚 3.5mm	m	109797	单根长 4.5m
6	Φ20 系统锚杆	m	73246	单根长 2.0m
7	钢筋制安	t	7174	
8	模板	m^2	49031	
9	Φ50 固结灌浆(含成孔)	m	34719	
10	回填灌浆(利用固结灌浆孔)	m^2	65187	
11	φ50 排水钻孔	m	21559	单根长 3.0m

序号	项目	单位	总量	备注
12	φ50PVC 排水管	m	21559	
13	C25 砼(灌浆洞衬砌)厚 300mm、400mm	m^3	19612	
14	钢拱架支护	t	1748.2	
15	止水铜片(1.2mm 厚)	m	6231	宽 0.6m
16	C25 砼回填	m^3	566	
17	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	1961	
18	沥青砂浆	m^3	5.25	
19	超前小导管灌浆	m	109797	单根长 4.5m
五	和山水库进水口、输水涵管			
1	取水头部土方开挖	m^3	41.55	钢板桩垂直支护
2	顶管井场地边坡土方开挖	m^3	753.32	
3	顶管井井挖土方	m^3	655.07	
4	出水池井挖土方	m^3	203.26	
5	出水池平台土方填筑	m^3	391.05	
6	框格梁护坡 C25	m^3	65.61	间距 1.5x1.5,截面积 0.3x0.4
7	土钉锚杆	根	168	直径 28，L=9.5m，间距 1.5m
8	草皮护坡	m^2	380.1	
9	排水沟 C25 砼	m^3	36.17	
10	排水孔	m	254.1	直径 80，间距 1.5m，孔深 2.0m
11	PVC 排水花管	m	279.51	直径 75PVC 硬质排水花管,间距 1.5m，长度 2.2m
12	无纺土工布	m^2	119.68	250g/m2
13	出水口开挖	m^3	37.16	
14	进水口头部砼 C30	m^3	30.09	
15	出发井壁砼 C30	m^3	183.16	厚 500mm
16	闸门井 C30 砼	m^3	266.13	
17	闸门井上部结构 C30 砼	m^3	30.92	
18	冠梁 C30 砼	m^3	37.74	
19	闸门二期砼 C35 砼	m^3	5.44	
20	出发井回填 C15 砼	m^3	186.69	
21	接收井壁 C30 砼	m^3	71.24	
22	接收井底板 C30 砼	m^3	11.38	厚 500mm
23	井内回填 C30 砼	m^3	68	厚 500mm
24	接收井内回填 C15 砼	m^3	35.03	
25	接收井底部封底 C15 砼	m^3	24.73	
26	出水池 C30 砼	m^3	23.13	壁厚 400mm
27	出水池挡墙 C30 砼	m^3	7.61	重力式
28	顶钢管 DN1200	m	64.64	钢管 DN1200，δ=15，Q235B
29	埋管段 DN1200	m	18.5	钢管 DN1200，δ=15，Q235B
30	钢管外包 C30 砼	m^3	27.79	
31	钻孔灌注桩	m	666.75	钢素咬合桩，直径 800，间距 0.6m，土岩比：9:1
32	高压旋喷桩	m	781.36	直径 500@350，土层
33	钢板桩垂直支护	m	466.2	钢板 PU(600x180x13.4)，临时支护
34	C15 砼垫层	m^3	7.18	厚 100mm

序号	项目	单位	总量	备注
35	碎石砂垫层	m^3	14.35	厚 200mm
36	止水铜片	m	2.94	
37	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	1.22	
38	DN100 通气孔	m	93.8	
39	M10 砌砖	m^3	9.55	
40	钢筋	t	110.12	
41	钢材	t	0.5	暂列
42	上部结构脚手架	m^2	20.33	钢管，高度 10.05m
43	建筑装修	m^2	19.64	
44	闸门井场地 C25 砼	m^3	15.65	厚 200mm
45	闸门井场地水稳层	m^3	23.47	厚 300mm，掺 5%水泥
46	场地踏步平台 C25 砼	m^3	4.98	
47	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	327.89	
48	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	331.99	
49	C30 砼护坡	m^3	1.55	厚 150mm
50	碎石砂垫层 200	m^3	2.06	
51	C30 砼护底	m^3	4.12	
52	C15 砼垫层	m3	2.06	厚 100mm
53	排水孔	m	4.2	两排直径 80，间距 1.5m，孔深 1.0m
54	PVC 排水花管	m	5.04	直径 75PVC 硬质排水花管,间距 1.5m，长度 1.2m

表3.4-13 和山岩水库进水口、输水涵管、检修井工程量汇总表

序号	项　目	单位	工程量	备注
一	新建进水口及人行桥工程			
1	清表土	m^3	248.22	清基深度 0.3m
2	土方开挖	m^3	2605.18	含进水口及人行桥基础土方开挖
3	土方填筑	m^3	1745.52	
4	进水口护坡挂网喷 C25 砼	m^3	63.09	临时开挖边坡，厚 150mm
5	随机土钉 Φ28，L=12	根	50.00	随机土钉，临时边坡支护，含钻孔注浆及孔内对中装置
6	挂网钢筋	t	1.05	Φ8,@200x200
7	进水口 C30 砼八字墙及底板	m^3	164.85	C30 砼底板厚 1000mm C30 砼八字墙厚 250mm
8	进水口底板 C30 砼	m^3	172.52	W4,F50
9	进水口闸室 C30 砼	m^3	665.49	含胸墙、2#进水闸底板、检修平台板梁砼
10	进水塔裹头 C30 砼	m^3	172.52	W4,F50
11	进水塔二期 C35 砼	m^3	31.41	
12	进水塔末端钢管外包砼 C30	m^3	27.62	W4,F50
13	进水口上部结构 C30 砼	m^3	47.15	W4,F50
14	进水塔楼梯 C30 砼	m^3	4.63	W4,F50
15	人行桥 C30 砼抗震挡块	m^3	0.27	W4,F50
16	人行桥 C30 砼桥台	m^3	2.45	W4,F50

序号	项　目	单位	工程量	备注
17	人行桥 C30 砼桥墩	m^3	35.03	W4,F50
18	人行桥 C30 砼梁板	m^3	30.90	W4,F50
19	进人孔钢格栅盖板	t	0.13	WB405/3-G，尺寸 1m*1m，共 3 块
20	DN40 镀锌钢管	m	113.40	进人孔爬梯
21	DN25 镀锌钢管	m	90.83	进人孔爬梯
22	钢筋护笼(面层热镀锌)	t	3.26	进人孔爬梯,Φ25
23	交通桥 C45 砼垫石 300×300	m^3	0.02	厚 20mm
24	交通桥橡胶支座 200×200×20	个	12.60	氯丁橡胶支座
25	C15 砼垫层	m^3	30.29	厚 100mm
26	碎石砂垫层	m^3	59.92	厚 200mm
27	聚乙烯闭孔泡沫板	m^2	17.84	20mm*50mm
28	双组份聚硫密封膏	m^3	0.01	
29	Φ100 不锈钢泄水管	t	0.04	
30	栅盖	个	18.90	人行道、检修平台及启闭机室平台
31	Φ60×3.5 不锈钢栏杆	m	158.03	人行道、检修平台及启闭机室平台
32	预埋钢板	t	0.11	Q235b，尺寸 100x100x6，含爬梯
33	止水铜片	m	21.21	紫铜铜片厚 1.2mm
34	DN200 镀锌钢管 厚 5mm	m	38.22	通气孔
35	DN1200 钢管 厚 25mm	m	10.61	进水塔内套钢管
36	C30 砼灌注桩 ø800@2200mm	m^3	31.65	避开压力钢管布置，单根长 10m
37	C30 砼灌注桩 ø800@2500*2500mm	m^3	211.01	单根长 14m
38	C30 砼旋喷桩 ø600@450mm	m	672.00	顶管出口土体加固,单根长 10m
39	C30 砼旋喷桩 ø600@450mm	m	3570.00	基坑垂直支护，单根长 15m
40	回填 C15 砼	m^3	12.53	进水口八字墙回填
41	双排外脚手架	m^2	1127.99	钢管，高度 21.4m (进水口底板至检修平台)
42	满堂脚手架	m^2	61.15	钢管，高度 4.2m
43	满堂脚手架	m^2	61.15	钢管，高度 4.4m
44	满堂脚手架	m^2	188.79	钢管，平均高度 25m
45	M20 砂浆抹面	m^2	22.05	
46	启闭机室装修面积	m^2	141.54	
47	钢筋	t	190.47	
48	C15 素砼回填	m^3	14.31	进水口底板前缘回填
49	C30 砼路面恢复	m^3	10.50	坝顶道路恢复，厚度 200mm
50	5.5%水泥稳定碎石基层	m^3	10.50	坝顶道路恢复，厚度 200mm
二	压力钢管			
1	土方开挖	m^3	271.10	
2	DN1200 钢管 厚 25mm	m	248.40	DN1200,δ＝25,Q235-C
3	截水环	t	0.08	δ＝12,Q235-C

序号	项　目	单位	工程量	备注
4	钢管内防腐(环氧饮水舱)	m^2	1412.09	厚 400μm
5	钢管外防腐(喷水泥净浆)	m^2	1444.64	厚 2mm
6	回填灌浆	m^2	898.50	钢管外部孔隙灌浆填充
三	出口顶管井工程			
1	清表土	m^3	27.72	
2	土方开挖	m^3	489.30	
3	土方回填	m^3	189.03	
4	C30 砼冠梁 1000×1000	m^3	35.70	
5	C30 砼灌注桩 ø1000@1000mm	m	560.49	单根桩长 17m
6	C30 砼旋喷桩 ø600@450mm	m	1417.50	顶管井洞口旋喷加固(5 排) 单根长 9m
7	C30 砼旋喷桩 ø600@1000mm	m^3	425.25	顶管井周加固 单根长 9m
8	出发井 C30 砼	m^3	112.96	C30 砼底板厚 800mm C30 砼井壁厚 500mm/800mm
9	C25 外包砼	m^3	103.39	
10	C25 砼检修井	m^3	18.84	
11	进人孔钢格栅盖板	t	1.66	
12	钢筋	t	90.17	
13	DN1200 钢管 厚 25mm	m	1.05	支管进人孔
14	检修孔钢盖板	t	0.51	WP5(WB505-1-P-G)
15	排水孔底部碎石回填	m^3	0.51	厚度 400mm
16	碎石垫层	m^3	10.96	厚度 200mm
17	C15 砼垫层	m^3	5.48	厚度 100mm

表3.4-14 和山岩水库水厂配水管道(清水管)工程量汇总表

序号	项目	单位	工程量	备注
一	配水管线			
一)	一般埋球墨铸铁管工程(长 3199m)			
1.	土方开挖	m^3	156785.41	
2.	石方开挖	m^3	1148.54	
3.	土方回填	m^3	133008.08	
4.	球墨铸铁管(DN1200,K9)	m	6923.43	
5.	球墨铸铁管内防腐(水泥砂浆内衬 6mm+环氧密封层)	m^2	26100.70	
6.	球墨铸铁管外防腐(150g/m2 喷锌+100μm 终饰层)	m^2	26766.27	
7.	块石换填	m^3	740.11	厚 600mm
8.	粗砂垫层	m^3	10340.00	厚 200mm～500mm
9.	钢弯头(DN1200,14mm 厚,Q235-C)	t	231.43	每个弯头长度 4m
10.	钢弯头内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	2121.71	两层，每层 400μm
11.	钢弯头外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	2171.21	
12.	镇墩(C25 砼)	m^3	3556.90	C25 砼,2.5m*3m*4m
13.	镇墩钢筋	t	52.34	0.015t/m^3
14.	镇墩 C15 砼垫层	m^3	151.96	厚 100mm
二)	一般埋设钢管工程			

序号	项目	单位	工程量	备注
1.	土方开挖	m^3	17349.10	
2.	石方开挖	m^3	10.6	
3.	土方回填	m^3	12120.38	
4.	钢管(DN1200,δ=12,Q235-C)	m	869.3	
5.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	3340.7	两层，每层 400μm
6.	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	3418.7	
7.	钢管外包 C25 砼	m^3	1828.1	C25 砼,1.8m*1.8m
8.	C15 砼垫层	m^3	195.0	厚 100mm
9.	聚乙烯嵌缝板 20 厚	m^2	182.8	
10.	钢弯头(D1200,14mm 厚,Q235-C)	t	31.1	每个弯头长度 4m
11.	钢弯头内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	285.0	两层，每层 400μm
12.	钢弯头外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	291.7	
13.	镇墩(C25 砼)	m^3	477.8	C25 砼,2.5m*3m*4m
14.	镇墩钢筋	t	7.0	0.015t/m^3
15.	镇墩 C15 砼垫层	m^3	20.4	厚 100mm
三)	过河穿路埋设钢管工程			
1.	土方开挖	m^3	30670.32	
2.	石方开挖	m^3	3209.25	
3.	土方回填	m^3	19075.63	
4.	钢管(DN1200,δ=12,Q235-C)	m	1172.90	
5.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	4421.72	两层，每层 400μm
6.	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	4524.90	
7.	钢管外包 C25 砼	m^3	2419.69	C25 砼,1.8m*1.8m
8.	C15 砼垫层	m^3	258.0	厚 100mm
9.	聚乙烯嵌缝板 20 厚	m^2	241.97	
10.	粗砂碎石垫层	m^3	849.38	厚 300mm
11.	干砌块石护底	m^3	8137.84	厚 700mm～800mm
12.	钢弯头(DN800,14mm 厚,Q235-C)	t	110.53	每个弯头长度 4m
13.	钢弯头内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	1013.35	两层，每层 400μm
14.	钢弯头外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	1037.00	
15.	镇墩(C25 砼)	m^3	1698.82	C25 砼,2.5m*3m*3m
16.	镇墩钢筋	t	25.00	0.015t/m^3
17.	镇墩 C15 砼垫层	m^3	72.58	厚 100mm
四)	压力明管工程			
1.	钢管(DN1200,δ=12,Q235-C)	m	79.98	
2.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	301.50	两层，每层 400μm
3.	钢管外防腐(环氧富锌底漆 60μm 厚+环氧云铁中间漆+80μm 厚+脂肪族聚氨酯面漆 80μm 厚)	m^2	308.53	
4.	钢管 DN1220 滑动钢支座	t	2.52	
5.	M24-350 化学锚拴	个	24.0	
6.	钢弯头(DN800,14mm 厚,Q235-C)	t	3.45	每个弯头长度 4m
7.	钢弯头内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	31.67	两层，每层 400μm
8.	钢弯头外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	32.41	
9.	镇墩(C25 砼)	m^3	53.09	C25 砼,2.5m*3m*3m

序号	项目	单位	工程量	备注
10.	镇墩钢筋	t	0.78	0.015t/m³
11.	镇墩 C15 砼垫层	m³	2.27	厚 100mm
五)	临时支护及线路恢复工程			
1.	拉森 IV 型钢板桩	t	19715.17	
2.	钢支撑、钢围檩、钢腰梁	t	768.89	
3.	原砼路面拆除	m³	1277.00	厚 250mm
4.	C35 砼路面恢复	m²	5107.99	厚 250mm
5.	掺 6%水泥稳定碎土层	m²	5107.99	厚 200mm
6.	钢筋	t	12.53	
7.	C30 砼路缘石恢复	m³	120.96	450mm*200mm
8.	植草护坡恢复	m²	4944.84	
9.	原浆砌石挡墙拆除	m³	442.68	
10.	C25 砼挡墙恢复	m³	464.10	顶宽 500mm,高 2.5m
11.	M7.5 浆砌石护坡恢复	m³	456.75	厚 500mm
12.	砂石反滤层	m³	274.05	厚 300mm
13.	原排水沟拆除	m³	1197.30	厚 300mm
14.	排水沟恢复	m³	1496.63	
15.	原混凝土管拆除	m³	6.02	厚 300mm
16.	D500 钢管混凝土管恢复	m	75.60	II级承插管
17.	树木迁移	棵	22.00	4m 高，胸径 20cm
18.	电线杆迁移	根	8.00	
19.	检修道路 C35 砼路面	m²	3780.00	厚 250mm
20.	检修道路掺 6%水泥稳定碎土层	m²	3780.00	厚 200mm
二	埋管段附属建筑物			
一)	量水间(2 座)			
1.	土方开挖	m³	241.42	
2.	土方回填	m³	162.29	
3.	C15 砼垫层(100mm 厚)	m³	4.76	
4.	底板 C30 砼(500mm 厚)	m³	27.55	
5.	水下墙 C30 砼(500mm 厚)	m³	65.52	
6.	C30 砼板、梁、操作平台	m³	3.45	
7.	C30 预制砼盖板(100mm 厚)	m³	1.57	
8.	管座 C30 砼	m³	0.33	
9.	管座二期 C35 砼	m³	0.33	
10.	钢筋	t	11.54	
11.	截水环(δ=10)	t	0.44	
12.	钢爬梯	t	0.10	
13.	1:2 水泥砂浆抹面(20mm 厚)	m²	139.86	掺水泥重量的 5%的防水剂
二)	调流阀井(2 座)			
1.	土方开挖	m³	152.96	
2.	土方回填	m³	102.38	
3.	C15 砼垫层(100mm 厚)	m³	4.76	
4.	底板 C30 砼(500mm 厚)	m³	27.55	
5.	水下墙 C30 砼(500mm 厚)	m³	64.68	
6.	C30 砼板、梁、操作平台	m³	3.45	
7.	C30 预制砼盖板(100mm 厚)	m³	1.57	

序号	项目	单位	工程量	备注
8.	管座 C30 砼	m^3	0.33	
9.	管座二期 C35 砼	m^3	0.33	
10.	钢筋	t	11.44	
11.	截水环(δ=10)	t	0.44	
12.	钢爬梯	t	0.10	
13.	1:2 水泥砂浆抹面(20mm 厚)	m^2	138.39	掺水泥重量的 5%的防水剂
三)	检修阀井(4 座)			
1.	土方开挖	m^3	410.04	
2.	土方回填	m^3	246.86	
3.	C15 砼垫层(100mm 厚)	m^3	9.53	
4.	底板 C30 砼(500mm 厚)	m^3	55.10	
5.	水下墙 C30 砼(500mm 厚)	m^3	137.34	
6.	C30 砼板、梁、操作平台	m^3	6.90	
7.	C30 预制砼盖板(100mm 厚)	m^3	3.14	
8.	管座 C30 砼	m^3	0.66	
9.	管座二期 C35 砼	m^3	0.66	
10.	钢筋	t	23.81	
11.	截水环(δ=10)	t	0.87	
12.	钢爬梯	t	0.21	
13.	1:2 水泥砂浆抹面(20mm 厚)	m^2	290.75	掺水泥重量的 5%的防水剂
四)	检查井(9 座)			
1.	支管外包 C25 砼	m^3	34.12	
2.	钢支管(DN800,δ=10,Q235-C)	m	18.02	
3.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	45.28	
4.	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	46.42	
5.	支管孔口加强钢板(δ=16)	t	0.74	
6.	钢筋	t	36.15	
7.	法兰、封盖(DN800)	个	9.00	
五)	排泥阀井(14 座)			
1.	土方开挖	m^3	4272.11	
2.	土方回填	m^3	3049.66	
3.	C15 砼垫层(100mm 厚)	m^3	41.45	
4.	底板 C30 砼(500mm 厚)	m^3	260.63	
5.	水下墙 C30 砼(400mm 厚)	m^3	409.37	
6.	C30 砼板、梁、操作平台	m^3	15.23	
7.	C30 预制砼盖板(80mm 厚)	m^3	3.65	
8.	管座 C30 砼	m^3	1.65	
9.	管座二期 C35 砼	m^3	0.82	
10.	钢筋	t	81.38	
11.	排泥钢支管(DN500,δ=12,Q345-C)	m	105.90	
12.	排泥钢管外包 C25 砼	m^3	65.02	厚 200mm
13.	溢流钢支管(DN500,δ=12,Q345-C)	m	58.21	
14.	溢流钢管外包 C25 砼	m^3	35.74	厚 200mm
15.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	515.32	
16.	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	527.69	

序号	项目	单位	工程量	备注
17.	DN700 井盖	个	28.00	
18.	沥青水封	m^3	2.65	
19.	截水环(δ=10)	t	3.72	
20.	钢爬梯	t	2.16	
21.	1:2 水泥砂浆抹面(20mm 厚)	m^2	1161.72	掺水泥重量的 5%的防水剂
22.	出口 U 型槽 C25 砼	m^3	43.07	
23.	出口 DN500 拍门	个	14.00	
24.	格宾石笼护底	m^3	176.40	2m*1m*1m
六)	排气阀井(11 座)			
1.	C30 砼阀井(壁厚 300mm)	m^3	53.39	
2.	C30 预制砼顶板(厚 200mm)	m^3	20.49	
3.	C30 预制砼盖板(厚 130mm)	m^3	1.68	
4.	钢筋	t	10.02	
5.	钢支管(DN150,δ=8,Q235-C)	m	10.40	
6.	钢管内防腐(无溶剂耐磨环氧 2*400μm 厚)	m^2	9.80	
7.	钢管外防腐(改性水泥胶浆 2mm 厚)	m^2	10.32	
8.	支管孔口加强钢板(δ=16)	t	0.45	
9.	钢爬梯	t	0.57	
10.	沥青水封	m^3	0.58	
11.	1:2 水泥砂浆抹面(20mm 厚)	m^2	232.53	掺水泥重量的 5%的防水剂
12.	通气管(DN300,δ=8,Q235-C)	m	23.10	

3.4.6 调度运行方式

3.4.6.1 石壁水库调度原则

石壁水库综合利用调度的目标首先是保障水库工程安全，在确保水库工程安全前提下，承担下游防洪、灌溉等任务，充分发挥水库综合利用效益。

（1） 防洪调度

根据石壁水库调度运行规程，石壁水库防洪调度原则如下：

汛期(4 月～10 月)水库汛限水位为 153.5m；

当入库洪水较小，入库流量小于 175m^3/s 时，由泄洪闸闸门控制，来多少泄多少，库水位维持在汛限水位 153.5m；

当入库流量大于 175m^3/s 时，按 175m^3/s 下泄；

当库水位上涨至防洪高水位 160.13m 时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力敞泄，水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；

水库最大下泄流量不超过入库洪峰流量。

非汛期(11月～次年3月)水库水位蓄至正常蓄水位155m。

（2） 兴利调度

兴利调度次序上，保证农业灌溉用水，同时下泄生态流量满足下游生态用水要求；发电服从于灌溉，水库排洪时可加大发电流量。

3.4.6.2 石马河引水口调度原则

在保证石壁水库灌溉任务用水需求、以及石马河引水口至石壁水库坝址以上河段的生态流量需求的前提下，当和山岩水库水位低于正常蓄水位156.94m，和山水库库水位低于正常蓄水位167.08m时，开启进水闸，从石马河引水；

当和山岩水库、和山水库水位均到达正常蓄水位时，关闭进水闸，停止引水。

当流域内持续降雨，和山岩水库库水位快速上涨，且根据预报降雨可能持续增加时，应提前关闭石马河进水闸，避免增加和山河流域的泄洪压力。

3.4.6.3 和山岩水库调度原则

和山岩水库综合利用调度的目标首先是保障水库工程安全，在确保水库工程安全前提下，承担下游防洪、供水、灌溉等任务，充分发挥水库综合利用效益。

（1）防洪调度

根据和山岩水库调度运行规程，和山岩水库防洪调度原则如下：

正常来水量的情况下，库水位在156.94m（正常蓄水位）以下不泄洪。

库水位到达正常蓄水位后，当入库洪水小于10m^3/s时，来多少泄多少，保持正常蓄水位156.94m；

当入库洪水大于10m^3/s，限泄10m^3/s；

当库水位达到设计洪水位159.32m时，限泄40m^3/s；

当库水位达到校核洪水位160.61m时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力敞泄。水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；

水库最大下泄流量不得超过入库洪峰流量。

（2） 兴利调度

兴利调度首先保证供水，其次保证农业灌溉用水，结合发电，综合利用。水库蓄水首先应满足供水和灌溉的要求，同时下泄生态流量满足下游生态用水要求。

3.4.6.4 检修期调度运行

考虑到和山岩水库与合水水库一同做为兴宁市城市供水的双水源，和山岩水库净

水厂及配水管道检修期或事故应急时，可利用兴宁市第二自来水厂给兴宁市城市供水。

3.5 施工组织设计

3.5.1 施工条件

（1）工程位置及对外交通

石壁水库位于兴宁市东北部的龙田镇石壁村，宁江流域石马河中游，距离兴宁城区约 17km；和山岩水库位于兴宁市东北部宁中镇大莹管理区，距兴宁城 7km。龙田镇境内有省道 S225 线(兴宁至平远)贯穿南北，兴合线在龙田镇过境，县道龙石(龙田至石马)公路始于龙田圩镇，村村通公路；宁中镇境内有环镇公路横贯东西，S225 线、佛松路纵越南北，村主干道全部实现水泥硬底化，省道、县道与乡道、村道相通，交通网络完善；因此本工程对外交通较为方便，主要设备和建筑材料可采用公路运输。

（2）施工水电供应

施工工地用电与当地的供电部门联系，接当地电网的系统电，并在施工营地内设 400kVA 变压器 5 座，10kV 线路电缆长 3000m。

施工生产及生活用水：施工用水通过抽取附近的河道、河沟水供应，或者打地下水井方式抽水供应。生活用水取用城镇居民的生活供水系统。

（3）建筑材料供应

钢材、水泥、砂石料、木材、燃油及火工材料等各种材料均可在兴宁市或梅州市购买。

3.5.2 施工总布置

（1）工区布置规划

本工程结合各建筑物建设地点和施工道路情况，共布置四个工区，工区主要布置施工工厂(综合加工厂等)、施工综合仓库及生活福利用房等。各工区施工营地布置建筑及占地面积详见下表。

表3.5-1 施工营造布置建筑及占地面积表

工区编号	位置	负责范围	生活用房(m^2)	仓库(m^2)	辅助企业(m^2)	占地面积(m^2)
GQ1	石马镇洋门村	拦河水陂、连通隧洞取水口、1#施工支洞连通隧洞 0+000～1+623	1500	250	250	3500
GQ2	2#施工支洞进口	2#施工支洞、连通隧洞出水口、连通隧洞 1+623～5+376	1500	250	250	3500

工区编号	位置	负责范围	生活用房(m^2)	仓库(m^2)	辅助企业(m^2)	占地面积(m^2)
GQ3	水厂	取水塔、输水涵管、水厂、原水管线	1500	250	250	3500
GQ4	清水管线4+657附近	清水管线	1500	250	250	3500
		合计	6000	1000	1000	14000

（2）弃渣场布置情况

1#弃渣场位于和山岩水库下游2km处，容量约120万m^3，本次拟堆渣4.89万m^3；2#弃渣场位于李塘凹附近，距离引水隧洞进水口场地约1km，容量约100万m^3，本次拟堆渣7.57万m^3。工程各部分运往弃渣场特性详见下表。

表3.5-2 弃渣场特性表

序号	项目名称	渣场编号	弃渣量(堆方、万m^3)	平均堆渣高度(m)	备注
1	和山岩水库进水口	1#弃渣场	1.55	4.0	至渣场基本运距2km
2	和山岩水库配水管线	1#弃渣场	1.03	4.0	至渣场运距6km
3	和山岩水库水厂	1#弃渣场	1.38	4.0	至渣场运距2km
4	隧洞进水闸、石马河水陂	2#弃渣场	1.28	4.0	至渣场运距1.5km
5	两岸连通引水隧洞	2#弃渣场	5.12	4.0	至渣场运距20km
6	引水隧洞施工支洞	2#弃渣场	0.78	4.0	至渣场运距15km
7	和山水库进水塔	1#弃渣场	0.12	5.0	至渣场运距8km

（3）主要临建工程量及施工占地

本工程各类生产设施、生活福利房屋和工棚建筑面积总计8000m^2，其中施工辅助企业1000m^2，仓库1000m^2，生活福利房屋6000m^2。施工布置临建工程量及占地详见下表。

表3.5-3 施工临建工程量及占地面积汇总表

项　目	单位	数量	备注
一、施工道路			
1、下基坑道路	km	0.3	路面宽6m，水泥石粉路面厚300mm
2、场内施工道路	km	4.0	路面宽4m，水泥石粉路面厚300mm
3、至渣场施工道路	km	4.0	路面宽4m，水泥石粉路面厚300mm
二、临建房屋(建筑面积)			
1、生活福利房屋	m^2	6000	
2、仓库	m^2	1000	
3、辅助企业	m^2	1000	
三、施工临时占地	亩		
1、临时堆渣场	亩	15.00	平均堆高2m
2、弃渣场	亩	55.70	平均堆高4m
3、营造布置	亩	21.00	
4、导流明渠与隧洞支洞	亩	6.48	

项　目	单位	数量	备注
5、施工道路	亩	48.00	
6、土料场	亩	10.00	

（4）施工交通运输

①对外交通运输

和山岩水库距离兴宁市市区约 7km，石壁水库距离兴宁市市区约 17km，两岸连通隧洞进水口距离兴宁市市区 21km，两岸连通隧洞出水口距离兴宁市市区 19km，上述各施工建设点均已有公路直达兴宁市区，工程附近有环镇公路横贯东西，S225 线、佛松路纵越南北，村主干道全部实现水泥硬底化，省道、县道与乡道、村道相通，交通网络完 5 善，对外交通较为便利。

本工程外来物资主要包括金属结构设备、管道及其它主要建筑材料及施工机械设备等。外来物资主要来源地包括珠三角、梅州市等地；根据本工程对外交通运输条件，初选外来物资的运输方式以公路为主、铁路为辅的运输方式。天然建筑材料采用公路运至施工现场；外来主要建筑材料和设备视批量大小、设备构件重量和尺寸、产地来源决定运输方式。

②场内交通运输

场内交通运输主要为主体工程的土石方开挖出渣、土石方回填、砼浇筑、浆砌石砌筑等运输。

各施工建设点充分利用已有公路进行施工，根据工程的实际情况，还需新建场内临时施工道路约 8km，用于各临时堆渣场、弃渣场与施工现场的连接，形成场内外交通网，便于交通运输。场内施工道路均采用水泥石粉路面，厚 300mm，宽 4m，主要特性详见下表。

表3.5-4 新建施工道路情况表

序号	项目	单位	数量	备　注
1	土方填筑	m^3	2520	
2	下基坑道路	km	0.3	厚 300mm 水泥石粉路面
3	新建场内施工道路	km	4	厚 300mm 水泥石粉路面
4	至渣场施工道路	km	4	厚 300mm 水泥石粉路面

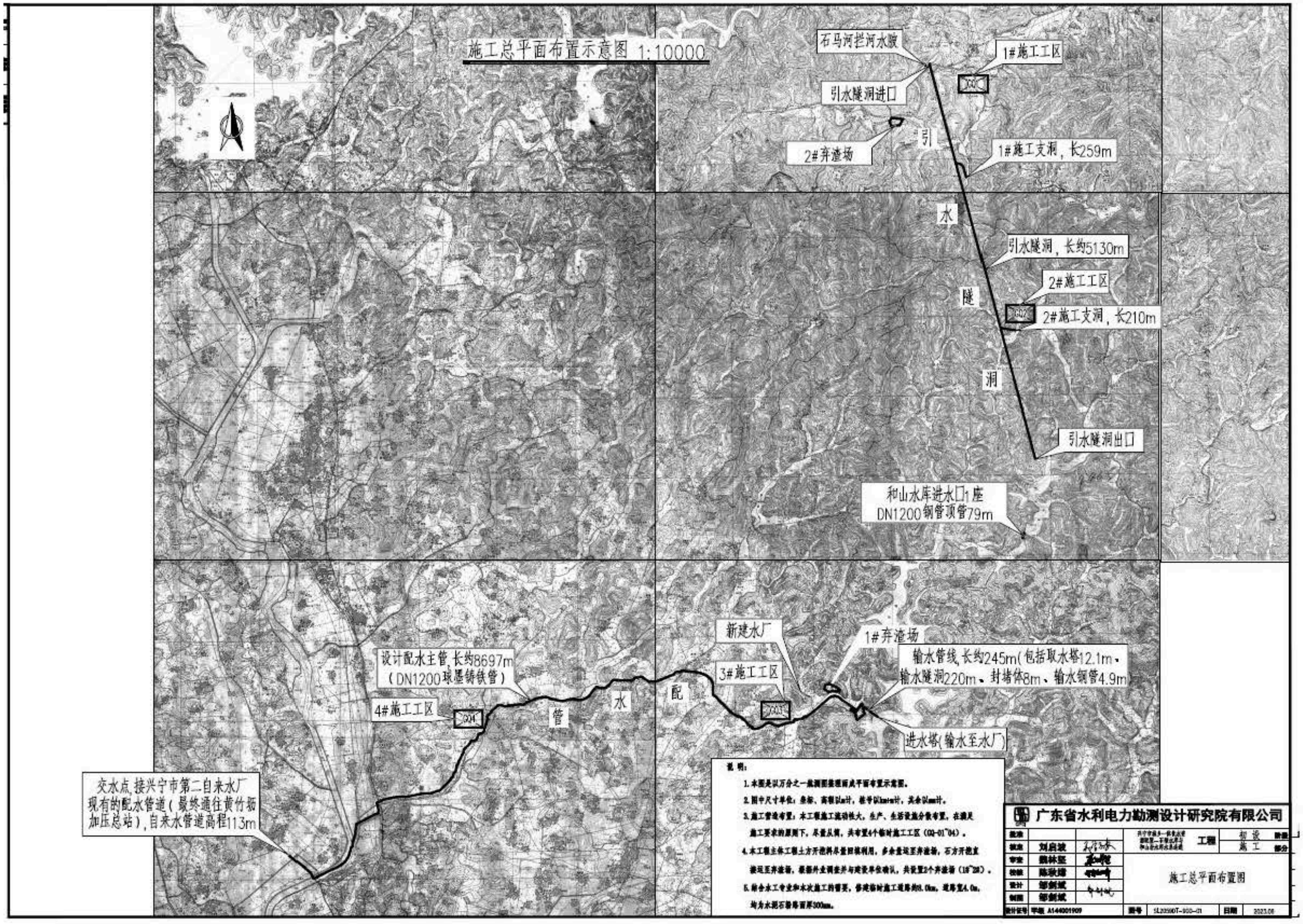


图3.5-1 施工总平面布置图

3.5.3 施工导截流

根据本工程各分项的结构布置，需要考虑施工导流的项目有：隧洞进水闸及石马河水陂、和山岩水库进水口、和山岩水库配水管线穿河段和山水库进水口，其他项目均不需考虑导流问题。

3.5.3.1 导流时段

依据水文资料分析，10 月～翌年 3 月为枯水季，4～9 月为汛期，需考虑施工导流的各分项工程互不干扰，可同时开工。考虑到各分项工程的工程量不大，地基处理简单，4 个月内能完成水下部分结构，故选定枯水期 11～2 月为本工程的导流时段。

3.5.3.2 导流方式

（1）隧洞进水闸及石马河水陂

进水闸和水陂考虑同时开工，选定施工导流时段为枯水期 11～2 月，相应导流流量为 63.06m^3/s，相应的下游施工洪水位为 181.70m 高程，根据进水闸和水陂的水工建筑物布置，考虑在石马河上下游设横向围堰一次拦断，在右岸台地修建钢板桩明渠进行导流。

（2）和山水库进水口

和山水库进水口施工时段为枯水期 11～2 月，由于每年 10 月～来年 3 月为枯水时段且下游的灌溉用水很少，经与建设单位确认，施工期可考虑停止供水。因此进水口施工前通过原输水涵管先将水库水放空，把库水位降至 161.32m 高程，以此为起调水位，库区来水通过埋设 DN500mm 钢管接驳原输水涵管排放，经调洪演算，库水位最高调蓄至 164.09m 高程，需在进水口上游侧设置围堰；输水涵管出口位于河道，也需设置围堰。

（3）和山岩水库进水口

和山岩水库进水口施工时段为枯水期 11～2 月，由于每年 10 月～来年 3 月为枯水时段且下游的需水量很少，只需供水至下游村庄保证最低用水要求即可，经与建设单位确认，施工期可考虑停止供水，下游村庄用水由兴宁市县级自来水厂调度解决。因此进水口施工前通过原输水涵管先将水库水放空，把库水位降至 149.12m 高程，以此为起调水位，库区来水通过管径 DN1000mm 的旧输水涵管排放，经调洪演算，库水位最高调蓄至 150.84m 高程，需在进水口上游侧设置围堰；输水顶管出口位于滩地，无需设置围堰。

（4）和山岩水库配水管线穿河段

配水管道在桩号 P0+976～P1+016、P1+866～P1+901、P2+618～P3+016、P4+873～P4+891、P6+396～P6+421、P7+647～P7+671 处跨越和山河河道，此处河道宽度 5m～8m 左右，河道深约 1.5m～3m，结合管道跨河的水工建筑布置，施工导流采用枯水期多年平均径流量 0.7m^3/s，在和山河上下游设横向围堰一次拦断，上游来水在河道旁设 DN800 的双壁波纹管配合水泵导至下游。

3.5.3.3 导流建筑物

（1）隧洞进水闸及石马河水陂

围堰堰顶高程=设计洪水静水位+波浪爬高+水面壅水高度+安全超高。

石马河下游 5 年一遇施工洪水位值为 181.70m，考虑到进水闸和水陂工程量不大，地基处理简单，施工洪水位+安全超高 0.5m 即为堰顶高程，经计算石马河上游堰顶高程为 182.50m，下游堰顶高程为 182.20m。

上下游围堰均采用均质土围堰，堰顶宽 5.0m，两侧边坡坡比为 1:2.5，迎水侧采用编织土袋护坡厚 400mm，并设防渗土工膜一道。进水闸和水陂施工完毕后拆除围堰。

导流明渠：河道左岸需施工进水闸和隧洞，无明渠布置条件，右岸因旁临山体，无放坡开挖条件；结合基坑支护，拟在右岸布置两道拉森钢板桩对撑形成导流明渠，经水力计算导流明渠渠底宽 6.0m，为保护明渠不受冲刷，采用编织土袋护坡护底，厚 400mm。

（2）和山水库进水口

水库进水口施工时间为枯水期 11～2 月，此时水库 5 年一遇洪水位为 164.09m，即为堰前水位，围堰加安全超高 0.5m，经计算堰顶高程 164.59m。

上游围堰采用采用均质土围堰，堰顶宽 5.0m，两侧边坡坡比为 1:2.5，迎水侧采用编织土袋护坡厚 400mm，并设防渗土工膜一道；下游围堰采用编织土袋型式，围堰高 2.0m，堰顶宽 2.0m，两侧边坡坡比为 1:1.5。

（3）和山岩水库进水口

水库进水口施工时间为枯水期 11～2 月，此时水库 5 年一遇洪水位为 150.84m，即为堰前水位，围堰加安全超高 0.5m，经计算堰顶高程 151.34m。

上游围堰采用膜袋充砂围堰，堰顶长度 172.75m，最大堰高约 8.50m，堰顶宽度 5.0m，为复合式断面。上游边坡自上而下分为两级，分别为 1:2.5 和 1:3.0，在变坡段设

一平台，宽 5m，高程为 147.34m，下游边坡自上而下亦分为两级，分别为 1:2.5 和 1:3.0，在变坡段设一平台，宽 5m，高程为 147.34m；围堰回填时，先在水下铺设一层土工布和土工格栅，设计抗拉强度为 60kN/m，并在围堰迎水坡表面铺设一层土工膜；围堰共需砂料 4.27 万 m^3，全部采用外购机制砂；进水口施工完毕后拆除围堰。

输水顶管下游出口位于滩地，无需设置围堰。

（4）和山岩水库配水管线穿河段

考虑到管道跨河段工程安排在枯水期施工，基坑较小，围堰保护的对象为管道砼基础和钢管，即使淹没也可以短期内抽排干，损失不大，为减小临时工程投资，施工期水位采用枯水期多年平均水位 1.0m 深，加安全超高 0.5m，围堰高度 1.50m。

围堰采用编织土袋围堰，采用开挖土方填筑，顶宽 2.0m，两侧边坡为 1:1.5，迎水坡设防渗土工膜。

各分项围堰、导流施工图见附图 4-附图 7，各分项施工导流工程量详见下表。

表3.5-5 施工导流工程量表

隧洞进水闸及石马河水陂					
序号	项目	单位	合计		
			上游围堰	下游围堰	合计
1	土方填筑	m^3	1207	864	2071
2	编织土袋护坡厚 400mm	m^3	107	92	198
3	防渗土工膜	m^2	270	238	508
4	围堰拆除	m^3	1314	956	2269
5	土方开挖	m^3		3804	3804
6	土方回填	m^2		3804	3804
7	拉森 IV 型钢板桩	t		665	665
8	Φ50 拉杆	t		5	5
9	钢围檩、钢腰梁	t		41	41
10	Φ426 钢管支撑	t		16	16
11	抽水台班	台班	20	20	40
和山岩水库进水口					
序号	项目	单位	合计		
			上游围堰	下游围堰	合计
1	膜袋砂	m^3	43928		43928
2	抛块石厚 600mm	m^3	1738		1738
3	防渗土工膜	m^2	2616		2616
4	双向土工格栅	m^2	10650		10650
5	围堰拆除	m^3	45666		45666
6	抽水台班	台班	100		100
和山岩水库配水管线穿河段					
序号	项目	单位	合计		

			上游围堰	下游围堰	合计
1	编织土袋	m^3	864	864	1728
2	防渗土工膜	m^2	311	311	622
3	围堰拆除	m^2	1175	1175	2350
4	抽水台班	台班	40	40	80
5	DN1000 双壁波纹管	m	80	80	160
和山水库进水口					
序号	项目	单位	合计		
			上游围堰	下游围堰	合计
1	土方填筑	m^3	2916		2916
2	编织土袋	m^3	267	108	375
3	防渗土工膜	m^2	292		292
4	抽水台班	台班	50		50
5	围堰拆除	m^3	3208	108	3316

3.5.4 主体工程施工

3.5.4.1 顶管段施工方法

（1）概述

本工程共涉及 2 段顶管部分，分别为：和山水库输水涵管，顶管长 70m，管径 1.20m；和山岩水库输水涵管，顶管长 203m，管径 1.20m。

（2）顶管井施工

和山水库顶管工作井为圆形采用沉井支护，井壁厚 0.5m，出发井内直径 7.5m；和山岩水库顶管工作井为矩形，采用钻孔灌注桩支护，钻孔灌注桩直径 1.0m，内衬墙厚 0.8mm，出发井内长 7.7m×宽 6.0m。

采用钻孔灌注桩或沉井围护结构施工工艺，工作井竖井开挖及砼衬砌采用“逆作法”施工，分段施工，自竖井平台顶部向底部每层约 2.0m 厚度逐层逐块下挖，竖井土方开挖与竖井内衬施工循环作业，每开挖 2.0m 左右进行一次内衬混凝土施工，直至井底。

竖井开挖采用 $1m^3$ 反铲井内挖掘机分层进行土方开挖，采用 $2m^3$ 抓铲挖掘机提升至井口，土方开挖料卸入 12t～15t 自卸汽车运输；部分临时堆于附近、后期用于井的回填，部分运至弃渣场，选用 59kW 推土机推平清场。

（3） 顶管设备及施工

① 顶管机设备选择

常用的圆形顶管机分为土压平衡、泥水平衡两类。土压平衡式可用于淤泥和流塑性的粘性土，通过渣土改良可应用于其他土层；普通泥水平衡式可用于淤泥和粘性

土、粉性土、粉土、砂土，适用土层较广。

由于土压平衡式顶管机不是全断面切削，切削不到的部分只能通过挤压进入机头，因此迎面顶力较大，只适合于软土地质情况下施工。而本工程和山水库顶管需穿越大坝及路坡等，对地面沉降要求很高；和山岩水库顶管大部分位于强风化花岗岩体中，颜色完整性较差，局部稳定性差，围岩以Ⅴ类为主；故本工程顶管机采用刀盘可伸缩式泥水平衡掘进机，其中和山岩水库顶管采用岩石顶管法。

② 施工

在梅州地区外购钢管运到工地，25t 门架式起重机起吊钢管至井内，钢管在顶管井内焊接，泥水平衡法顶管工艺在工作井内顶进施工。

3.5.4.2 隧洞段施工方法

（1）概述

本工程隧洞为和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞，全长 5130m，隧洞断面为城门洞形，全断面衬砌，衬砌后隧洞底宽 2.5m，高 2.90m，采用钻爆法施工。

（2）施工支洞布置

引水钻爆隧洞段共布置 2 条施工支洞，**具体平面布置图见附图 8-附图 10**。

①1#施工支洞，与主洞轴线相交于桩号引水隧洞 1+295.22 处，与主洞轴线夹角为 59.5°，支洞进口底板高程 201.97m，洞底高程 177.21m，高差约 24.56m，支洞水平长度 229.23m，纵坡为 10.9%～12.5%。

②2#施工支洞，与主洞轴线相交于桩号引水隧洞 3+441.74 处，与主洞轴线夹角为 65.8°，支洞进口底板高程 188.26m，洞底高程 173.42m，高差约 14.84m，水平长度 200.96m，纵坡为 7.4%。

1#、2#施工支洞内各设置一处错车道，错车道长 10m、宽 3.0m。鉴于 1#施工支洞坡度较陡，在 100m 位置设置一处长 30m 的缓坡过渡段，缓坡段坡度为 5%。考虑到连通引水隧洞是无压通水，2 条支洞按临时洞设计，施工完后进行封堵。

③施工支洞设计

支洞断面为城门型，开挖尺寸约 3.2×3.8m，净空尺寸为 3.0×3.5m，支洞为平洞。支洞开挖支护方案为：Ⅲ类围岩段侧墙和顶拱喷 100mm 厚 C25 砼，并布置间、排距 1.5m、长 3m 的系统锚杆的支护方式；Ⅳ类围岩段侧墙和顶拱喷 150mm 厚 C25 砼，并布置间、排距 1.5m、长 3m 的系统锚杆的支护方式；Ⅴ类围岩段侧墙和顶拱喷

180mm 厚 C25 砼，并布置间、排距 1.5m、长 3m 和间距 0.5m 的 I18 型工字钢拱架，洞身采用分层开挖，洞身结合超前锚杆、钢筋网及喷砼等组合支护方式。施工支洞特性见下表。

表3.5-6 施工支洞特性表

支洞编号	断面型式	净空尺寸(m×m)	长度(m)	交于主洞桩号	围岩情况(占比%)
1# 施工支洞	城门型	3.0×3.5	229.23	引水隧洞 1+295.22	III类围岩 10%，IV类围岩 50%、V类围岩 40%
2# 施工支洞	城门型	3.0×3.5	200.96	引水隧洞 3+441.74	IV类围岩 60%、V类围岩 40%

（4）钻爆法隧洞施工方法（主洞钻爆法隧洞）

钻爆法的施工程序为钻孔、装药、爆破、排烟、支护、出渣等工序，隧洞贯通后再进行砼衬砌。

1）洞口开挖施工

①隧洞洞脸土方明挖

1m^3 反铲开挖，辅以人工坡面开挖，由 59kW 推土机集土，10t～15t 自卸汽车运输至填筑处或渣土收纳场。选用 59kW 推土机推平，辅以人工平整、清场。

②隧洞洞脸石方明挖

主要指洞口坡面石方开挖，采用单臂凿岩台车钻孔、装炸药、全断面爆破开挖，59kW 推土机集渣，辅以人工坡面集渣。采用 2m3 反铲开挖，装 10t～15t 自卸汽车运输至填筑处或渣土收纳场。选用 59kW 推土机推平，辅以人工平整、清场。

③隧洞洞口坡面喷砼

采用商品砼，6m^3 砼搅拌车运输砼至工作面，卸入 4m3/h～5m3/h 砼喷射机，人工通过搭设的脚手脚，手持喷射机向坡面喷砼。

④坡面挂钢筋网及锚杆

钢筋网及锚杆由 3t～5t 自卸汽车运输至工作面，人工通过搭设的脚手脚进行安装。

⑤砼浇筑

采用商品砼，6m^3 砼搅拌车运输砼至现场，泵送砼至工作面。人工入仓、人工立钢模，1.1kW 插入式振捣器振密实。

2）主隧洞洞身施工(平洞)

①石方钻爆法洞挖

主干线钻爆法隧洞段，平洞开挖面积约 28m^2，采用单臂凿岩台车钻孔、装炸药、全断面爆破开挖。隧洞洞渣料为平洞出渣，开挖渣料由 0.2m^3 装岩机配 0.6m^3 窄轨 V 型斗车洞内运输、5t～8t 洞外运输到渣场弃渣。选用 59kW 推土机推平，辅以人工平整、清场。

②洞内喷砼

采用商品砼，洞外运输采用 6m^3 砼搅拌车运输砼至洞口，再由 5t 自卸汽车洞内运输运至工作面；卸入 4m^3/h～5m^3/h 砼喷射机，人工通过搭设的脚手脚，手持喷射机喷砼。

③ 洞内衬砌钢筋砼

采用商品砼，洞外运输采用 6m^3 砼搅拌车运输砼至现场。洞内运输采用 5t 自卸汽车运至工作面，30m^3/h 砼泵泵送砼。插入式振捣器平仓振捣密实，洞内钢模台车作模板。

④超前小导管及注浆

超前小导管为Φ48 钢花管，单根长 4.5m，洞内气腿式风钻钻孔，人工架设管棚，向围岩灌注水泥水玻璃双液浆固结围岩。

⑤隧洞不良地质段施工

IV～V 类围岩洞段为不良地质段，在隧洞开挖施工中必须做好此类地段的超前探测和超前支护。

对于不良地质段的 V 类围岩，除常规喷锚支护外，还应及时进行钢拱架、超前管棚(小导管)支护，以及超前管棚(小导管)注水泥水玻璃双液浆，防止涌水涌泥砂。对不良地质段隧洞施工，应本着“早预测、浅进尺、多循环、强支护”的原则进行施工。

3）洞内施工通风、用电和抽排水

洞内通风方式主要取决于隧洞的长短和开挖断面的大小。根据本隧洞段划分的情况，隧洞单向最长控制长度约 1.98km，考虑采取送风与吸出相并举的混合式通风方式，选用 2×55kW 的轴流式通风机，铺Φ800 通风管作为通风方式。

隧洞单向开挖长度超过 1.0km，为满足隧洞内抽排水、砼浇筑、喷砼、通风机等用电的需要，需从洞外引 10kV 高压电缆进入洞内，每 600m～800m 串联 1 台 10kV/0.4kV 型降压变压器。

施工期的洞内排水主要来自地下渗水、施工期间雨水和施工废水。隧洞沿线穿越断裂带，裂隙较发育，岩土体破碎不完整，且往往形成强透水通道，自稳能力差，沿断层面易失稳，这些部位以Ⅴ类围岩及断层破碎带为主。因此，施工期洞内排水可采用设排水沟或集水井、由水泵分级抽出的方法，将洞内积水从各施工通道口排走。由于暂时没有隧洞渗水水量数据分析，参照以前隧洞施工经验，在主洞内每 500m 设一集水坑，布置 2 台 50m^3/h 抽水机接力抽排水至洞外，隧洞施工工期较长，洞内抽排水将是一直延续进行；顺坡段则可自流排水。

3.5.4.3 拆除工程

砼拆除采用风钻钻孔爆破法配合人工钢钎、铁锤凿除，浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m^3～2m^3 挖掘机拆除，利用 59kW 推机集渣，配 15～20t 自卸汽车运至弃渣场。

金属结构及机电设备等报废处理，采用人工电焊分解，配 15～20t 自卸汽车运至指定回收场堆放。

3.5.4.4 隧洞进水闸、拦河水陂及取水塔

（1）土方明挖

采用 1～2m^3 挖掘机配 8～15t 自卸汽车运输，部分用于主体土方回填，其余运至弃渣场处理。

（2）石方明挖

主要指坡面石方开挖，手风钻钻孔爆破，辅以人工撬挖、集渣。59kW 推土机集渣，由 1m^3 反铲挖、装渣料，8t～12t 自卸汽车运输至弃渣场。

（3）坡面喷砼

采用商品砼，砼搅拌车运输至工作面，卸入 4～5m^3/h 砼喷射机，人工通过搭设的脚手脚，手持喷射机向坡面喷砼。

（4）碎石砂垫层

碎石砂垫层外购运到现场卸料，人力推胶轮车水平推运后通过溜槽卸入仓面，人工铺筑。

（5）砼浇筑

外购砼熟料用砼搅拌车运至施工点，人工推胶轮车运砼到工作面，人工立模，插入式振捣器振捣密实。预制件采用平板车运输至安装部位，由汽车式吊装就位。

（6）金属结构制作安装

闸门、埋件及启闭机由厂家制作，由汽车直接运至起吊平台，20t 汽车吊起吊安装。闸门及相应的启闭设备等，由于二期砼中有埋件，预埋件应与土建密切配合，以确保工程质量。

（7）高压摆喷灌浆

高喷灌浆工艺包括二道工序，即造孔和高压喷射灌浆。钻孔机械采用×Y-2 型钻机，钻孔孔径为 150mm，泥浆护壁成孔，高喷台车三重管法喷射注浆成墙。

（8）钻孔灌注桩

为满足造孔高程及承载力要求，钻孔灌注桩布孔范围内形成有效宽的桩基平台后采用 CZ-22 型冲击钻机造孔，采用由 5～8t 自卸汽车运输商品砼至工作面，下导管浇筑。

（9）抛石护脚

块石石料购买，15t 自卸汽车卸料，1m^3 反铲配合人工抛投。

（10） 浆砌石砌筑

块石石料外购，堆石料由汽车运至工作面卸料，用 0.4m^3 砂浆搅拌机拌和砂浆，人工砌筑。

3.5.4.5 管线施工

1、净水厂配水管常规施工

（1）土方开挖

管线段土方开挖主要采用 1m^3 反铲扒、挖、装 8～12t 自卸汽车，运输至临时堆土场或需要回填土的部位，辅以人工平整、清场，选用 59kW 推土机集料和散料；多余开挖料运至渣场。

（2）土方回填

部分由临时堆土场取料：采用 1m^3 反铲挖、装土，8～12t 自卸汽车运输至施工现场，在回填区由 59kW 推土机散料，2.8kW 蛙式打夯机压实。

部分直接利用管线开挖料：在回填区由 59kW 推土机散料，2.8kW 蛙式打夯机压实。

（3） 钢管安装

管材直径为 DN1000～DN1200，管道均在厂家制作运到现场，采用 25t 履带式起

重机将管材吊入基坑，基坑内由简易龙门架和人力辅助就位。

（4）粗砂垫层、砂石垫层

外购材料至临时堆场，用 1m³ 挖掘机自堆场挖装 8～12t 自卸汽车从临时堆场运料至工作面，人工辅筑及洒水，平板振捣器密实。

（5）砼浇筑

采用商品砼，砼熟料由砼搅拌车运至工作面经溜槽入仓，插入式振捣器平仓振捣浇筑。

（6） 拉森钢板桩

输水管线靠近鱼塘、公路和房屋等建筑物，在开挖时需要采用钢板桩支护。

施工前先清除桩基施工范内的石渣等，并平整基面。钢板桩采用平板拖车运输至施工现场。打桩前先测量放线，打设定位型钢，并安装钢围檩架。采用专用振锤配合履带吊起吊板桩，桩身就位后开始沉桩，沉桩过程中不断测量并调整桩位，直至桩身施打至设计高程。

2、净水厂配水管交叉施工

（1）穿越和山河和沟渠施工

本工程配水管道沿和山河布置，途中多次跨越和山河及和山河支渠。由于所跨越处和山河宽度均较窄，在 4m～8m 之间， 穿（沿）和山河和无名沟渠段（P0+958.091～P1+016.094、P1+865.883～P1+901.063、P2+432.746～P2+460.914、P2+605.928～P3+028.929、P3+373.204～P3+413.920、P4+398.673～P4+441.535、P4+863.000～P4+925.165、P6+370.922～P6+423.730、P6+480.009～P6+496.009、P7+640.739～P7+686.210、P7+749.086～P7+781.086、P8+952.867～P8+967.694、P9+252.204～P9+287.574 共 13 段）等采用围堰一次拦断法进行施工，倒虹吸均在一个枯水期完工，具体穿越段图纸见附图 25。

穿越河道均采用开挖方式施工，管沟基坑内沿两侧布置排水沟，在两端布置集水井，管沟积水自然入井后抽排至基坑外。土方开挖主要采用 1m³ 挖掘机挖装，8t 自卸汽车运输，管沟底部需人工修坡整平，整平土方装胶轮车运出。管底铺碎石垫层，在两侧竖向转弯段设砼镇墩，两端设检修阀门井，底部设排泥阀门井。镇墩及阀门井砼在现场设滚筒式搅拌机拌制，手推车运送熟料。管道铺设方法及要求同前。

根据施工组织设计，穿越河段施工采用围堰型式，拟采用复合断面，两侧采用堆

石断面中间采用土方填筑。出口围堰采用土方填筑。直接进行土方填筑会对增加和山河内悬浮物浓度，为减少对和山河的影响，应采用编织袋装土围堰。袋内装土量为土袋容量的1/2~2/3，袋口应缝合，不得漏土。施工作业前，在围堰四周布设拦污屏，以形成封闭水域，减少施工导致的环境污染。由于围堰长度较长，可采用“分段围拦、分段拆除”的推进方式。围堰采用袋装土，以减小围堰填筑和拆除时的环境影响。

（2）穿越道路施工

穿越道路（约17段）采用挖槽施工，管道基坑开挖、回填同输水管道安装，管道安装前浇筑砼基座，在基坑回填至管顶后浇筑管顶保护板，砼均采用滚筒式搅拌机拌制熟料，手推车运输，人工振捣密实。管道安装施工方法同输水管道安装。管道施工完成后恢复路面。

跨越交通干道施工时，在基坑附近修筑临时便道，确保施工期间交通畅通

3.5.5 土石方平衡

主体工程土方开挖约22.72万m^3，石方开挖约5.08万m^3，土方回填17.59万m^3，围堰土方填筑1.20万m^3，围堰拆除1.20万m^3。主体工程开挖料考虑85%利用至土方回填，围堰填筑采用外购料，石方开挖优先利用于主体工程抛石护脚、干砌石及浆砌石等项目。经土石方平衡后，土方回填除利用开挖料外，还需另外取土2.65万m^3，采用料场土，弃渣量则为12.46万m^3，土方开挖和石方开挖剩余部分，施工单位及任何私人单位不得对开挖料自行处置，应运往建设单位指定的弃渣点分开堆放，统一均交由建设单位按当地政府文件进行处置。

1#弃渣场位于和山岩水库下游2km处，容量约120万m^3，本次拟堆渣4.89万m^3；2#弃渣场位于李塘凹附近，距离引水隧洞进水口场地约1km，容量约100万m^3，本次拟堆渣7.57万m^3。工程各部分运往弃渣场特性详见表3.5-8。

土石方平衡见表3.5-7。

表3.5-7 土方平衡成果表　　单位：m^3

项目	清表土	土方开挖	石方开挖	土方回填	利用自身土方	利用石方	外购取土	弃渣
和山岩水库进水口及配水管线	276	165786	3363	155375	140918	2712	14457	25795
和山岩水库水厂		19785		6011	6011			13774

项目	清表土	土方开挖	石方开挖	土方回填	利用自身土方	利用石方	外购取土	弃渣
石马河水陂、两岸连通引水隧洞及进水闸		27133	40494	2040	2040	1573		64014
和山水库进水塔及输水管线		1690		461	461			1229
隧洞支洞		803	6966					7769
围堰工程		12005		12005			12005	12005
合计	276	227202	50823	175893	149431	4285	26462	124585

表3.5-8 弃渣场特性表

序号	项目名称	渣场编号	弃渣量(堆方、万 m^3)	平均堆渣高度(m)	备注
1	和山岩水库进水口	1#弃渣场	1.55	4.0	至渣场基本运距 2km
2	和山岩水库配水管线	1#弃渣场	1.03	4.0	至渣场运距 6km
3	和山岩水库水厂	1#弃渣场	1.38	4.0	至渣场运距 2km
4	隧洞进水闸、石马河水陂	2#弃渣场	1.28	4.0	至渣场运距 1.5km
5	两岸连通引水隧洞	2#弃渣场	5.12	4.0	至渣场运距 20km
6	引水隧洞施工支洞	2#弃渣场	0.78	4.0	至渣场运距 15km
7	和山水库进水塔	1#弃渣场	0.12	5.0	至渣场运距 8km

3.5.6 施工总进度

施工总进度根据本工程特点、资金筹集和主管部门的意见来进行编排，拟定本工程施工总工期 36 个月。

施工准备工期 3 个月（第 1 年 7～9 月），主体工程施工工期为 30 个月（第 1 年 10 月初～第 4 年 3 月底），竣工收尾期 3 个月（第 4 年的 5～7 月）。工程筹建期（工程项目前期立项及设计工作工期）为 6 个月（第一年 1 月至 6 月，不计入总工期）。施工征地、施工用电及工程招投标等必须在筹建期内完成。

本工程高峰施工人数：500 人。

3.5.7 施工机械

本工程所需主要施工机械详见下表。

表3.5-9 主要施工机械设备表

序号	名称	规格或型号	单位	数量	备注
1	挖掘机	1～2m³	台	30	10台2m³
2	推土机	74kW	台	15	
3	装载机	2m³	台	15	
4	自卸汽车	8～15t	辆	30	
5	汽车起重机	50t	台	1	
6	空压机	3L-10/8	台	2	
7	振动碾	15t	台	8	
8	小型振动碾	YZS0.6(3.7kW)	台	6	
9	蛙式夯实机	HW60型	台	6	
10	反井钻机	LM200	台	2	
11	振捣器	2.2kW和1.1kW插入式	台	16	
12	单臂凿岩台车		台	3	
13	人工手推车		台	16	
14	钻机	1m³	台	4	
15	卷扬机	5t	台	4	
16	施工用水水泵	SLO300-450	台	10	
17	柴油发电机	TFE4M22-4(135kW)	台	4	
18	抓斗机	1m³	台	4	
19	砼喷射机	4～5m³/h	台	8	
20	冲击循环钻机	CZF-1200	台	4	
21	泥水平衡顶管设备	Φ2.8	台	2	
22	高喷台车	SIRIO2SC	台	2	

3.6 工程占地与移民安置

3.6.1 工程占地

3.6.1.1 永久占地

工程永久占地主要包括水陂、水厂、进水口、连通涵渠、和山水库引水、隧洞进出口面、输水管线附属建筑物等建设用地。

3.6.1.2 临时用地

工程临时用地主要包括：施工营造布置区、施工临时道路、弃渣场、临时堆渣场、导流明渠、隧洞支洞面、土料场、施工影响区及管线开挖区等。

工程占地设计成果包括：工程涉及房屋拆除 2535.04m²，其中砖混结构 1429.05m²，简易棚房 1105.99m²，为管理用房；工程永久占地共32.86亩，其中耕地2.53亩，园地2.89亩，林地9.56亩，养殖水面6.28亩，交通运输用地0.95亩，水域及水利设施用地0.14亩，公共设施用地10.51亩；临时用地共409.18亩，其中耕地116.75亩，园地24.37亩，林地131.93亩，养殖水面80.87亩，草地38.31亩，交通运输用地16.94亩。

工程永久占地及临时用地实物调查成果分别见下表。

表3.6-1 工程永久占地实物调查成果统计表

项目	单位	水陂	水厂	进水塔	连通涵渠	和山水库引水	隧洞进出口	管线附属建筑物	合计	备注
一、房屋拆除									2535.04	管理用房施工影响
1、砖混结构	m²								1429.05	
2、简易棚房	m²								1105.99	
二、永久占地		0.54	24.55	0.97	0.25	1.51	1.25	3.79	32.86	
(一)耕地	亩				0.25			2.28	2.53	
1、水田	亩							1.52	1.52	
2、旱地	亩				0.25			0.76	1.01	
(二)园地	亩		2.32					0.57	2.89	
1、果园	亩		2.32					0.57	2.89	
(三)林地	亩	0.41	5.43	0.97		1.51	1.25		9.56	
1、杂树	亩	0.41	5.43	0.97		1.51	1.25		9.56	
(四)养殖水面	亩		6.28						6.28	
1、鱼塘	亩		6.28						6.28	
(五)草地	亩								0.00	
1、其他草地	亩								0.00	
(六)交通运输用地	亩							0.95	0.95	
1、道路用地	亩							0.95	0.95	
(七)水域及水利设施用地	亩	0.14							0.14	
1、滩涂水域	亩	0.14							0.14	
(八)公共管理与公共服务用地	亩		10.51						10.51	
1、公共设施用地	亩		10.51						10.51	
三、专业项目设施										
1、坟墓	座								6	管线开挖影响
2、10KV输电线路	km								3.50	管线开挖影响
3、380V输电线路	km								4.50	

项目	单位	水陂	水厂	进水塔	连通涵渠	和山水库引水	隧洞进出口	管线附属建筑物	合计	备注
4、路灯	座								35	
5、通讯线路	km								6.25	
四、工矿企业										
1、和山岩水库金源水厂	个								1	进水塔施工影响
2、石壁水库坝后电站	个								1	运行期电量损失
3、洋门电站	个								1	
4、宁中水厂	个								1	运行管理权影响
5、和山岩水库坝后电站	个								1	拆除

表3.6-2 工程临时用地实物调查成果统计表

项目	单位	施工营造布置	施工临时道路	弃渣场	临时堆渣场	导流明渠	隧洞支洞	土料场	施工影响区	管线临时开挖	合计
临时用地	亩	21.00	48.00	55.70	15.00	2.70	6.48	10.00	80.87	169.42	409.18
一、耕地	亩	9.45	12.00		4.50	2.70				88.10	116.75
1、水田	亩		2.40							62.69	65.09
2、旱地	亩	9.45	9.60		4.50	2.70				25.41	51.66
二、园地	亩		14.40		1.50					8.47	24.37
1、果园	亩		14.40		1.50					8.47	24.37
三、林地	亩	6.30	16.80	54.86	3.75		6.48	9.85		33.88	131.93
1、杂树	亩	6.30	16.80	54.86	3.75		6.48	9.85		33.88	131.93
四、养殖水面	亩								80.87		80.87
1、鱼塘	亩								80.87		80.87
五、草地	亩	5.25	4.80	0.84	5.25			0.15		22.02	38.31
1、其他草地	亩	5.25	4.80	0.84	5.25			0.15		22.02	38.31
六、交通运输用地	亩									16.94	16.94
1、道路用地	亩									16.94	16.94

3.6.2 移民安置

（1）移民安置规划设计成果

①移民安置任务

根据实地调查，工程涉及房屋拆除2535.04m^2，其中砖混结构1429.05m^2，简易棚房1105.99m^2，为管理用房，不涉及人口搬迁安置，本工程建设用地占地范围图详见附图25。

②生产安置方案

本着安置后使移民的生活水平达到或超过原有水平的原则，生产安置方案经征求地方政府、建设单位等对移民安置的意见和移民自身意愿，生产安置方式本阶段采用“货币补偿+留用地安置+养老保险”相结合的方式。

（2）工业企业设计成果

根据本工程初步设计报告可知，主要影响和山岩水库供水、石壁水库坝后电站及洋门电站。

（3）专业项目设计成果

根据本工程初步设计报告可知，工程涉及10kV输电线约3.50km，380V输电线约4.50km，通讯线路约6.25km，路灯35座，坟墓6座。

（4）建设征地移民补偿投资估算

工程建设征地投资估算为4246.51万元。

3.7 投资估算

本工程静态投资估算为56505.62万元，其中环境保护工程总投资估算246.59万元。

3.8 工程涉及环境敏感区情况

本工程地表水环境敏感目标主要是工程影响涉及的1个饮用水水源保护区（和山岩水库饮用水源保护区），地表水环境敏感目标基本情况及与工程位置关系见表2.9-3和图2.4-6。

本工程和山水库进水口、输水涵管、和山岩水库净水厂进水口和部分输水涵管涉及生态保护红线和地方级森林公园，其他引水涵管和净水厂等生态评价范围涉及生态

保护红线和地方级森林公园，不涉及自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区等其他生态敏感区。生态敏感目标基本情况及与工程位置关系见表 2.9-4 和图 2.4-12 至 2.4-13。

本工程引水隧洞、2#临时施工支洞、输水管线和 2#施工工区涉及永久基本农田，但永久占地不涉及，仅涉及临时占用。基本农田及与工程位置关系见表 2.7-5 和图 2.7-6。

4 工程分析

4.1 工程建设符合性分析

4.1.1 与产业政策的符合性

（1）与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相符性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目为国家鼓励类“二十二、城镇基础设施”中的“2.市政基础设施：城镇供排水工程及相关设备生产”类产业。因此，本工程建设符合国家产业政策。

（2）《市场准入负面清单（2022 版）》相符性分析

本工程为引水工程，属《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中的“N7630 天然水收集与分配”。根据《市场准入负面清单（2022 年版）》，项目不是国家及地方法律、法规、国务院决定等明确设立且与市场准入相关的禁止性规定项目，不是国家产业政策明令淘汰和限制的产品、技术、工艺、设备及行为，不是负面清单规定的禁止准入类建设项目，为许可准入类项目。本工程已取得兴宁市发展和改革局《关于兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程可行性研究报告的批复》（兴发改投审〔2023〕99 号），同意项目建设。

因此，本工程符合《市场准入负面清单（2022 年版）》要求。

4.1.2 与相关法律法规相符性分析

4.1.2.1 与《中华人民共和国环境保护法》的符合性分析

《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定：“在国务院、国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定的排放标准的，限期治理”。第十九条规定：“开发利用自然资源，必须采取措施保护生态环境”。

本工程建设内容为：在石壁水库上游石马河新建引水隧洞、进水闸、拦河

水陂以及和山水库新建进水口、输水涵管，在石壁水库满足灌溉用水的前提下，将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道，向兴宁城区供水。

综上所述，本工程为区域引水工程，属于基础设施建设，不属于《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定中禁止建设的工程。本工程实施后部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于梅州兴宁和山岩地方级森林公园内，工程涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园用地约为0.165hm^2，建设单位应依法办理用地手续后方可开工建设。因此，本工程的建设符合《中华人民共和国环境保护法》的相关要求。

4.1.2.2 与《中华人民共和国基本农田保护条例》（2011年1月8日修订）、《广东省基本农田保护区管理条例》（2014年11月26日修正）相符性分析

根据《中华人民共和国基本农田保护条例》可知：

第十四条：地方各级人民政府应当采取措施，确保土地利用总体规划确定的本行政区域内基本农田的数量不减少。

第十五条：基本农田保护区经依法划定后，任何单位和个人不得改变或占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征收土地的，必须经国务院批准。

第十六条：……占用基本农田的单位应当按照县级以上地方人民政府的要求，将所占用基本农田耕作层的土壤用于新开垦耕地、劣质地或者其他耕地的土壤改良。

第十七条：禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。

根据《广东省基本农田保护区管理条例》可知：

第九条：禁止在基本农田保护区内取土、挖沙、采矿、采石、建房、建窑、建坟、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。禁止向基本农

田保护区内排放不符合标准的废水、废物、废气。

第十条：基本农田保护区经依法划定后，任何单位和个人不得擅自改变或者占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征收土地的，必须按《土地管理法》和《土地管理法实施条例》的有关规定办理审批手续。

本工程为引水工程，项目永久用地不占用基本农田，输水管线推荐方案全长 14.92km，跨越长度大，沿线分布较多的基本农田，经方案比选后已尽可能避开生态敏感区，但管道不可避免会穿越部分基本农田。本次工程永久用地不占用基本农田，临时用地（引水隧洞及施工支洞）涉及 663m，输水管线施工临时开挖占地面积约 28514m^2，2#施工工区临时占用面积 1486m^2，本工程与基本农田位置关系详见图 2.7-5 以及图 2.7-6。

本次工程分段施工，各分段施工结束后，不继续占用基本农田，且由于本工程地下管段埋深一般不小于 1.5m，施工结束后，不影响基本农田的复垦或复植利用。建设单位应严格落实施工期对基本农田的保护，尽可能减少对基本农田的破坏，并应依据“占补平衡”的原则，对破坏的农田采取补偿与恢复措施；同时倡导文明施工，保护好周边植被、农田，尽最大可能防止产生新的水土流失，无法避免的必须在完工时按照《土地复垦条例》及时恢复植被。在严格实施各项生态保护措施和恢复措施下，本工程的建设满足《基本农田保护条例》和《广东省基本农田保护区管理条例》等条例的要求。

4.1.2.3 与《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》的符合性分析

根据《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1 号）：（四）守住永久基本农田控制线。已经划定的永久基本农田特别是城市周边永久基本农田不得随意占用和调整。重大建设项目、生态建设、灾毁等经国务院批准占用或依法认定减少永久基本农田的，按照中央 4 号文件要求，在原县域范围内补划永久基本农田。坚持“保护优先、布局优化、优进劣出、提升质量”的工作原则，坚持“制定方案、调查摸底、核实举证、论证审核、复核质检”的工作程序，按照永久基本农田划定有关要求，补划数量和质量相当的永久基本农田。

本工程穿越永久基本农田采用开挖方式，施工完成后对作业带进行复耕，

不占用基本农田，仅施工期对农业生产有一定影响。因此本工程符合《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》相关要求。

4.1.2.4 与《广东省环境保护条例》相符性分析

《广东省环境保护条例》第四十六条规定：“各级人民政府在城乡建设和改造过程中，应当保护和规划各类重要生态用地，严格保护江河源头区、重要水源涵养区、饮用水水源保护区、江河洪水调蓄区、重点湿地、农业生态保护区、水土保持重点区域和重要渔业水域、自然保护区、森林公园、风景名胜区等区域内的自然生态系统，防止生态环境破坏和生态功能退化。

第四十七条规定：“在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。

森林公园除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动；禁止随意占用、征用、征收和转让林地；禁止种植掠夺水土资源、破坏土壤结构的劣质树种。”

本工程实施后部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于梅州兴宁和山岩地方级森林公园内，工程涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园用地约为0.165hm^2，建设单位应依法办理用地手续后方可开工建设。因此，本工程的建设符合《广东省环境保护条例》的相关要求。

4.1.2.5 与《广东省森林公园管理条例》的符合性分析

根据《广东省森林公园管理条例》：第十七条 森林公园内不得建设破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施，不得设立各类开发区；森林公园生态保护区和游览区内不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物。已经建设的，应当按照森林公园总体规划逐步迁出。

规划区内建设项目的选址和设计方案，应当经林业主管部门审查同意后，按照国家基本建设程序报自然资源和住房城乡建设部门审批。建设工程设施，

需要将林地转为非林业建设用地的，应当依法办理建设用地审批手续。建设项目竣工后，由自然资源和住房城乡建设部门会同林业主管部门验收合格，方可投入使用。

符合性分析：根据叠图（见图 2.4-12），本工程部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于梅州兴宁和山岩地方级森林公园内，均为永久占地，其面积为 0.165hm^2，本工程属于引水工程，属于基础设施建设，不属于污染环境的工程设施、招待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物，**不属于禁止建设项目范畴**。

根据兴宁市林业局针对本工程的回函（见附件 5），项目用地范围涉及林地，需要办理相关征用林地手续，同时项目涉及生态公益林，未涉及天然林核定与完善落界成果，原则同意该项目的实施。

目前本工程正在办理相关的林地使用手续，在后期实际开工建设中，本工程积极落实报告书提出的各项生态保护措施，及时恢复用地植被，进一步降低对森林公园的影响，因此，本工程与《广东省森林公园管理条例》基本相符。

4.1.2.6 与《中华人民共和国水法》的符合性分析

根据《中华人民共和国水法》，“第二十一条 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;第五十条 各级人民政府应当推行节水灌溉方式和节水技术，对农业蓄水、输水工程采取必要的防渗漏措施，提高农业用水效率;第五十四条 各级人民政府应当积极采取措施，改善城乡居民的饮用水条件。”

本工程实施后可以提高石马河水资源利用率，实现区域内水资源更加合理配置，提高兴宁市供水工程保障程度，为支撑未来区域经济社会发展提供坚实保障。因此，本工程建设符合《中华人民共和国水法》对水资源开发、利用的相关要求。

4.1.2.7 与《中华人民共和国水污染防治法》及《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的符合性分析

本工程从石马河取水口引水，取水河段尚未划定饮用水水源保护区，本报告已提出取水河段需划定饮用水水源保护区要求，工程通水前需委托相关技术机构编制石马河取水口河段饮用水源保护区划定技术报告，经过技术评审后上

报至广东省人民政府审批，石马河取水口河段饮用水源保护区要在本工程通水运行前获得广东省人民政府的批复。本工程交水点已划定饮用水水源保护区，净水厂运行期产生污水经处理后回用厂区绿化，施工期产生的污废水经处理后进行综合利用，不外排，在严格执行相关环保水保措施基础上，工程建设对饮用水源保护区水质影响较小。

本工程属引水工程，为受水区提供清洁的外调水，以提高受水区供水保证率。因此，本工程符合《中华人民共和国水污染防治法》和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定。上述属于新建、扩建与供水设施相关的建设项目，因此，与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定不冲突。

4.1.2.8 与最严格的水资源管理制度的符合性分析

为认真贯彻落实《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1 号）、《中共广东省委广东省人民政府关于加快我省水利改革发展的决定》（粤发〔2011〕9 号）和中央水利工作会议、省水利工作会议精神，进一步强化我省水资源节约保护工作。2012 年 2 月 6 日广东省人民政府发布《印发广 东省最严格水资源管理制度实施方案的通知》（粤府办〔2012〕52 号），2012 年 9 月 21 日梅州市人民政府发布《梅州市人民政府办公室关于印发梅州市最严格水资源管理制度实施方案的通知》（梅市府办〔2012〕48 号），2016 年 10 月 8 日梅州市人民政府发布《梅州市人民政府办公室关于印发梅州市实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》（梅市府办函〔2016〕105 号），2022 年 9 月 14 日梅州市人民政府办公室发布《梅州市“十四五”用水总量和强度管控方案》。

根据《梅州市“十四五”用水总量和强度管控方案》，兴宁市“十四五”用水总量和强度管控方案见下表。

表4.1-1 兴宁市“十四五”用水总量和强度管控方案

用水总量控制目标表				
2025 年用水总量（亿 m^3）	4.11			
2030 年用水总量（亿 m^3）	4.42			
用水效率控制目标表				
项目	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
万元地区生产总值用水量较 2020 年降幅（%）	5	10	15	20
万元工业增加值用水量较 2020 年降幅（%）	5	10	15	18

农田灌溉水有效利用系数	0.525	0.532	0.538	0.544

根据《梅州市 2023 年水资源公报》，兴宁市 2023 年总用水量为 40592 万 m^3，与兴宁市的 2030 年总用水量控制目标要求（4.42 亿 m^3）有 3608 万 m^3 用水额度，本工程设计年供水量 1054 万 m^3，符合兴宁市用水总量控制指标。

4.1.2.9 与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》的符合性分析

本工程与《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》的符合性分析详见下表。

表4.1-2 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）》的符合性分析

审批原则条款	工程情况	是否符合
第二条项目符合资源与环境保护相关法律法规和政策，与主体功能区规划、生态功能区划等相协调，开发任务、供水范围及对象、调水规模、选址选线等工程主要内容总体满足流域综合规划、水资源综合规划、水资源开发利用(含供水)规划、工程规划、流域水污染防治规划、流域生态保护规划等相关规划、规划环评及审查意见要求。项目符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”原则，与水资源开发利用及区域用水总量控制、用水效率控制、水(环境)功能区限制纳污控制等相协调。充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。	本工程符合资源与环境保护相关法律法规和政策，满足相关规划要求。本工程符合“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”引调水原则，与水资源、水功能区划等要求相符合。	符合
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。	本工程不占用自然保护区、风景名胜区等环境敏感区；但部分工程（和山和山水库进水口、输水涵管和出水池等）涉及生态保护红线，根据 2022 年 8 月 16 日，自然资源、生态环境、国家林业和草原局联合印发**《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，明确生态红线范围内允许 10 种有限人为活动：六、基础设施建设包括**：必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、**供水设施建设**和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。为本工程为供水设施建设，尽	符合

审批原则条款	工程情况	是否符合
	管占用了部分生态保护红线，但属于基础设施建设，基本符合其规定，同时施工期污废水经处理后回用，禁止排入敏感水体及饮用水水源保护区，严格执行相关环保水保措施，工程建设符合饮用水水源保护区相关规定。	
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。	本工程取水满足区域用水总量和生态流量泄放的要求；已明确生态流量泄放和在线监测等措施，提出了施工期和运行期污废水治理等措施。已对取水口提出划定饮用水水源保护区、设置隔离防护等要求，交水水库已划定水源保护区；本工程不存在低温水问题。	符合
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范措施。	本工程实施后按要求划定饮用水水源保护区，已提出对取水口河段划定饮用水水源保护区措施要求，加强水源保护，全面整治水源地各项污染源等措施，保障输水水质达标。	符合
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。	本工程受水区水污染治理遵循“增水不增污”或“增水减污”原则，受水区水污染防治要求已纳入地方水生态环境保护“十四五”规划。	符合
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。	本工程不会对地下水位产生影响，也不会引起相应的次生生态环境影响。	符合
第八条 项目对鱼类等水生生物的生境、物种多样性及资源量等造成不利影响的，提出了优化工程设计及调度、栖息地保护、水生生物通道恢复、增殖放流、拦鱼等措施。栖息地保护措施包括干(支)流生境保留、生境修复(或重建)等，采用生境保留	本工程已对水源区提出拦鱼措施等。	符合

审批原则条款	工程情况	是否符合
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。		
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。	本工程占地范围不涉及珍稀濒危和重点保护野生动、植物及其生境，但本工程生态评价范围涉及珍稀濒危和重点保护野生动、植物及其生境，工程已提出相关保护措施，对其影响较小。	符合
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。	本工程已对施工布置进行环境合理分析，已对渣场、施工工区等提出了水土流失防治措施和生态恢复措施；已按环境保护的相关标准和要求提出施工期的污废水治理、扬尘废气治理、噪声防治、固体废物处理等措施，能够减缓施工期环境影响。	符合
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)镇迁建及配套的重大环保基础设施建设、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。	本工程无移民安置区。	符合
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。	本工程不存在外来物种入侵、水体污染或富营养化风险。	符合
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。	本工程为新建建设项目。	符合
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。根据需要和相关规定，提出了环境保护设计、环境监理、开展科学研究等环	本工程已提出生态、水环境、气、声等监测计划和开展后评价要求；已提出环境保护设计、施工期环境监理、环境管理等要求。	符合

审批原则条款	工程情况	是否符合
境管理要求和相关保障措施。		
第十五条 对环境保护措施进行了深入论证，具有明确的责任主体、投资、时间节点和预期效果等，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	本工程已在报告中对环保措施进行论证，明确了各项措施的责任主体、投资、进度要求和预期效果等内容。	符合
第十六条 按相关规定开展了信息公开和公众参与。	本工程已按《环境影响评价公众参与办法》要求进行信息公开和公众参与。	符合

4.1.2.10 与中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》及自然资源、生态环境、国家林业和草原局联合印发《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》的符合性分析

根据落实三条控制线的指导意见：（四）按照生态功能划定生态保护红线。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：….；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。

根据生态保护红线管理的通知：规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动：**必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、**通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

相符性分析：根据叠图（见图 2.3-12），本工程部分工程（和山水库进水口、输水涵管、出水口及护坡位置、检查井及护坡位置、净水厂进水塔及部分进水管）位于生态保护红线内，均为永久占地，其面积为 0.165h ㎡，由于**本工程属于引水工程，**将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道，向兴宁城区供水，**并于与合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险**。因此，本工程属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设，符合《关于在国土空间规划中统筹划定落实

三条控制线的指导意见》。

4.1.3 与相关规划的符合性分析

4.1.3.1 与主体功能区划的符合性分析

根据《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120号），广东省域范围主体功能区包括优化开发、重点开发、生态发展和禁止开发四类区域。本工程沿线涉及兴宁市，**兴宁市位于国家级重点生态功能区**。

重点生态功能区要求如下：

功能定位--全省重要的生态屏障，对保障全省的生态安全具有无可替代的作用；全省重要的水源涵养区，是北江、东江、韩江、鉴江等流域上游重要的水源涵养区，对保障全省乃至港澳地区的饮水安全具有重要意义；全省重要的生态旅游示范区，充分利用丰富的旅游资源，大力发展生态旅游业；人与自然和谐相处的示范区，以生态保护为主体功能，适当选点集聚人口与产业，大力发展与生态功能相适应的特色产业，促进人与自然和谐共处。

发展方向--积极培育增长节点。在现有城镇布局基础上进一步集约开发、集中建设，重点规划和建设资源环境承载能力相对较强的县城镇。积极引导村镇第二产业向省级重点产业转移园集中，**加强道路、供排水、垃圾污水处理等基础设施和教育、医疗、文化等公共服务设施建设**。

分区指引——加快各县（市）城区和适度开发区的道路建设。**规划建设重点水资源调配工程，加强受水地区配套设施建设，增加供水能力，保障水资源供给与水源安全**。

符合性分析：本工程所在梅州兴宁市属于广东省主体功能区规划中的“生态发展区域-省级重点生态功能区-韩江上游片区”，本工程属于兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程，为水源基础设施工程，主要任务为城镇生活供水，提高供水保证率，符合《广东省主体功能区规划》生态发展区域（重点生态功能区）的要求。

4.1.3.2 与《梅州市国土空间总体规划（2021—2035年）》及《兴宁市国土空间总体规划（2021—2035年）》的符合性分析

本工程属于引水工程，将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤

疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂（和山岩水厂）和输水管道，向兴宁城区供水，并于与合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险。属于供水基础设施建设，与《梅州市国土空间总体规划（2021-2035年）》提及的完善供水工程建设相符，与《兴宁市国土空间总体规划（2021—2035年）》中的新增供水总量，新建和山岩水厂是相符的。

根据叠图，本工程部分工程位于生态保护红线内，但占用生态保护红线的进水塔拟选用位置在水库内，相关输水涵管等铺设于地底，铺设后立即恢复原状，对生态保护红线地表影响较小。

由于**本工程属于引水工程，**将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道，向兴宁城区供水，**并于**与**合水水库共同构建起双水源保障体系（其中合水水库担当主力角色），并作为城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险**。因此，本工程属于《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中允许在生态保护红线内实施的“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设”，因此，本工程的建设符合《梅州市国土空间总体规划（2021—2035年）》及《兴宁市国土空间总体规划（2021—2035年）》的相关要求。

4.1.3.3 与水利发展相关规划的符合性分析

《广东省水利发展“十四五”规划》在优化水资源配置格局提出“优化区域水资源配置”：大力推动环北部湾广东水资源配置工程全面开工建设，**推进粤东水资源优化配置**、深汕合作区供水、东江流域水安全保障提升、深圳市东江取水口上移、珠中江供水一体化、澳门珠海水资源保障等工程前期工作，深化北江一东江水系连通工程前期论证。

《梅州市水利发展“十四五”规划》第二节提出：强化节水合理配置，全面保障供水安全。

坚持节水优先，强化水资源刚性约束，合理配置水资源，按照“挖潜力、强骨干”的思路，加强重点领域节水，加快推进一批重大水源和水资源配置骨

干工程，加强常规水源与应急备用水源工程建设，推进城乡一体化供水，构建系统完善、量质并重、多源互补、调控自如的现代化水资源保障体系，全面提升城乡供水安全能力。

本工程实施后有利于充分挖掘宁江流域潜力，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源（合水水库为主要水源），并作为城区的应急水源。

因此，本工程的建设符合《广东省水利发展“十四五”规划》《梅州市水利发展“十四五”规划》的相关要求。

4.1.3.4 与环境保护相关规划的符合性分析

（1）与《广东省生态环境保护“十四五”规划》《广东省水生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省生态环境保护“十四五”规划》提出：系统优化供排水格局。科学规划供水布局，全面统筹、合理规划流域、区域饮用水水源地..以东江、西江、北江、韩江为核心水源，重点拓展西江水源，稳定东江水源，加快推进粤港澳大湾区水安全保障项目建设。推进供水应急保障体系建设，加强东江、西江、北江等主要水源地供水片区内及片区间的联络，构建城市多水源联网供水格局，加快城乡备用水源工程建设。

《广东省水生态环境保护“十四五”规划》提出：加强河湖水系连通，以水资源综合规划、流域综合规划等为依据，合理布局引调水工程，推进韩江-榕江-练江水系三江连通工程、东江流域水安全保障提升工程建设，谋划主要江河与城市主要水体连通及生态补水(调度)工程，实现江河湖库水系连通，缓解资源性缺水问题，提高水安全保障能力。

本工程实施后有利于充分挖掘宁江流域潜力，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源（合水水库为主要水源），并作为城区的应急水源。

因此，本工程的建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》《广东省水生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

（2）与《梅州市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《梅州市生态环境保护“十四五”规划》提出：“系统优化供排水格局。科学规划供水布局，全面统筹、合理规划流域、区域饮用水水源地，合理设置取水口位置，开展水功能区和水环境功能区整合优化，实现高低用水功能区之间的相对分离与协调。严格落实供排水通道保护要求，供水通道严格控制新建排污口，依法关停涉重金属、持久性有机污染物的排污口。强化水源地空间管控，严格限制饮用水水源汇水区不利于水源保护的土地利用变更。持续开展分散取水口的整合优化，推动有条件的地区采取城镇供水管网延伸或者建设跨村、跨乡镇联片集中供水工程等方式，发展规模集中供水，推动形成城乡一体化的饮用水水源保护机制。”

本工程为引水工程，工程任务为供水，提高供水保证率，供水对象为兴宁城区，因此，本工程符合《梅州市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

4.1.4 本工程与“三线一单”生态环境分区管控的符合性

《梅州市“三线一单”生态环境分区管控方案》(梅市环字〔2024〕17 号)，工程沿线所在区域涉及 1 个优先保护单元、1 个一般管控单元和 1 个重点管控单元。**其中涉及的优先保护单元为兴宁市和山岩水库优先保护单元**，要素细类为生态保护红线、水环境优先保护区、大气环境优先保护区；**涉及的一般管控单元为兴宁市一般管控单元（ZH44148130001）**，要素细类为生态保护红线、水环境优先保护区、大气环境优先保护区、水环境一般管控区、大气环境一般管控区、一般生态空间、大气环境弱扩散重点管控区；**涉及的重点管控单元为兴宁市宁江重点管控单元（ZH44148120001）**，要素细类为大气环境受体敏感重点管控区、大气环境弱扩散重点管控区、大气环境高排放重点管控区、一般生态空间。工程沿线涉及的生态环境管控单元见图 2.3-7 至图 2.3-11。本工程与该文件相符性分析详见下表。

表4.1-3 项目与兴宁市和山岩水库优先保护单元相符性分析

兴宁市和山岩水库优先保护单元管控要求	本工程	相符性判定
1.【生态/禁止类】单元内的生态保护红线按照《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》的相关要求进行管控，其中自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 2.【生态/综合类】梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园、梅州兴宁宝山地方级森林自然公园应按照《广东省森林公园管理条例》的相关要求进行管理。 3.【水/禁止类】和山岩水库饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。 4.【大气/禁止类】单元内和山岩水库饮用水水源保护区等区域属于环境空气质量一类功能区，该区内禁止新建、扩建大气污染物排放工业项目（国家、省和市规定不纳入环评管理的项目除外）。 5.【水/综合类】单元内涉及畜禽养殖禁养区，该区内不得从事畜禽养殖业。区域外规模化畜禽养殖场（小区）要配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施；现有散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。 6.【产业/鼓励引导类】完善石马镇睿山森林康养生态园等旅游载体平台建设，以客天下·熙和湾花灯文化特色小镇等养生保健特色平台为依托，积极承接大湾区其他大城市人群的休闲度假和健康养老需求，整合周边森林自然公园等旅游资源，重点发展生态文化旅游康养等产业。 7.【岸线/禁止类】单元内涉及和山岩水库、罗浮水岸线优先保护区，该区内禁止非法侵占岸线，禁止开展法律法规不允许的开发活动，严格控制岸线区内的开发强度，不得设置直排口。	1.本工程部分工程占用生态保护红线，根据 4.1.2.8 与中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》相符性分析可知，本工程属于允许有限认为活动，符合单元内生态保护红线的要求。 2. 本工程部分工程占用梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，根据本报告 4.1.2.3 与《广东省森林公园管理条例》的符合性分析，本工程不属于森林公园管理条例中禁止建设内容，未来在工程建设及运行期，均严格按照《广东省森林公园管理条例》的相关要求进行管理。 3.本工程部分内容涉及和山岩水库饮用水水源一级、二级保护区，但工程属于新建供水设施，因此不属于禁止工程范畴。 4. 本工程引水隧洞属于基础设施建设，位于环境空气质量一类功能区，但该工程不属于排放大气污染物的工业项目，因此符合相关规定。 5.不涉及。 6.不涉及。 7.本工程涉及和山岩水库，但本工程不涉及非法侵占岸线，不属于禁止开展法律法规不允许的开发活动，本工程也不设置直排口，因此符合相关规定。	相符

表4.1-4 项目与兴宁市一般管控单元相符性分析

管控维度	管控要求	本工程情况	相符性判定
区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】鼓励开发森林康养、中药材种植、药膳美食等产业，全力打造粤闽赣边区商贸物流中心；重点培育新一代电子信息产业，打造粤东北 5G 新基建产业制造基地,培育发展高端智能装备、新材料、新能源与节能环保、绿色食品、生物医药等战略性新兴产业。 1-2.【产业/综合类】单元内新建项目应符合现行有效的《产业结构调整指导目录》、《市场准入负面清单》、《广东省国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》中兴宁市国家重点生态功能区产业准入负面清单等相关产业政策的要求。 1-3.【生态/禁止类】单元内的生态保护红线按照《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》的相关要求进行管控，其中自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 1-4.【生态/限制类】单元内一般生态空间内在不影响主导生态功能的前提下，可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动；一般生态空间内的人工商品林，允许依法进行抚育采伐和树种更新等经营活动。 1-5.【生态/综合类】单元内的广东神光山国家森林公园应按照《国家级森林公园管理办法》的相关要求进行管理。 1-6.【水/禁止类】单元内和山岩水库饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内禁止新建、改建、扩建污染物的建设项目。 1-7.【大气/禁止类】单元内的环境空气质量一类功能区，禁止新建、扩建大气污染物排放工业项目（国家、省和市规定不纳入环评管理的项目除外）。 1-8.【大气/限制类】单元内涉及大气环境弱扩散重点管控区，该区内应加大大气污染物减排力度，限制引入大气污染物排放较大的建设项目。	1-1 本工程属于引水工程，属于基础设施配套建设，可为各产业提供供水保障。 1-2 本工程符合现行有效的《产业结构调整指导目录》、《市场准入负面清单》、《广东省国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》中兴宁市国家重点生态功能区产业准入负面清单等相关产业政策的要求。 1-3、本工程符合生态保护红线的相关规定。 1-4 本工程仅引水隧洞穿越少量的一般生态空间（见图 2.4-7），属于基础设施建设，符合一般生态空间的要求。 1-5.不涉及。 1-6、本工程部分内容涉及和山岩水库饮用水水源一级、二级保护区，但工程属于新建供水设施，因此不属于禁止工程范畴 1-7、本工程引水隧洞属于基础设施建设，位于环境空气质量一类功能区，但该工程不属于排放大气污染物的工业项目，因此相符。 1-8、不涉及。	相符

管控维度	管控要求	本工程情况	相符性判定
能源资源利用	2-1.【水资源/综合类】实行最严格的水资源管理制度，落实水资源管理用水总量、用水效率、水功能区限制纳污“三条红线”。 2-2.【矿产资源/综合类】加快单元内矿山改造升级，逐步达到绿色矿山建设要求。	本工程符合最严格的水资源管理制度：根据《梅州市2023年水资源公报》，兴宁市2023年总用水量为40592万m^3，与兴宁市的2030年总用水量控制目标要求（4.42亿m3）有3608万m^3用水额度，本工程设计年供水量1054万m^3，符合最严格的水资源管理制度。	相符
污染物排放管控	3-1.【水/综合类】单元内现有规模化畜禽养殖场（小区）要配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施；现有散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。 3-2.【水/综合类】加快补齐乡镇污水处理设施短板，因地制宜建设农村生活污水处理设施，完善进村污水管网和雨水沟渠，进一步提高农村生活污水收集率。 3-3.【大气/综合类】现有涉VOCs排放的企业自2021年10月8日起，全面执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）附录A“厂区内VOCs无组织排放监控要求”，厂区内VOCs无组织排放监控点浓度执行特别排放限值。	本工程不涉及。	相符
环境风险防控	4-1.【风险/综合类】单元内纳入《突发环境事件应急预案备案行业名录（指导性意见）》管理的工业企业要编制突发环境事件应急预案并备案，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。 4-2.【大气/综合类】兴宁市静脉产业园生活垃圾焚烧发电项目应安装污染物排放自动监测系统和超标报警装置，制定突发环境事件应急预案，有效应对设施故障、事故、进场垃圾量剧增等突发事件。	本工程不涉及。	相符

表4.1-5 项目与兴宁市宁江重点管控单元相符性分析

管控维度	管控要求	本工程情况	相符性判定
区域布局管控	1-1.【水/禁止类】禁止在宁江两岸最高水位线水平外延五百米范围内新建废弃物堆放场和处理场，禁止新建向宁江排放汞、镉、六价铬等一类水污染物或持久性有机污染物的项目。 1-2.【大气/限制类】单元内坭陂镇、刁坊镇属于大气环境弱扩散重点管控区，该区内应加大大气污染物减排力度，限制引入大气污染物排放较大的建设项目。 1-3.【大气/限制类】单元内宁中镇、龙田镇、兴田街道、宁新街道属于大气环境受体敏感重点管控区，该区内严格限制新建钢铁、燃煤燃油火电、石化、储油库等项目，产生和排放有毒有害大气污染物项目，以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料的项目。 1-4.【大气/鼓励引导类】单元内叶塘镇和新陂镇属于大气环境高排放重点管控区，该区内应强化达标管理，引导工业项目入园集聚发展，有序推进区域内行业企业提标改造。	本工程不涉及。	相符
能源资源利用	2-1.【能源/禁止类】单元内兴田、福兴、宁新、刁坊、宁中等镇（街道）属于禁燃区范围，区域内应执行《兴宁市人民政府关于划定兴宁市区高污染燃料禁燃区的通告》的相关要求，全面禁止销售、燃用高污染燃料，禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的锅炉、炉窑、炉灶等燃烧设施。 2-2.【土地资源/鼓励引导类】鼓励城区提质扩容，对规划布局不合理、容积率低、土地闲置率高、用地效率低的区域进行“三旧”改造，全面促进用地节约集约利用，提高土地利用效益。	本工程不涉及。	相符
污染物排放管控	3-1.【水/综合类】进一步完善城中村、老旧城区和城乡结合部等盲点和薄弱地区的配套公共污水管网，现有合流制排水系统应加快实施雨污分流改造，提升兴宁市城市污水处理厂（一期、二期）进水生化需氧量（BOD）浓度。 3-2.【大气/综合类】加强单元内华丰工业园内的企业监管，印刷、家具等涉挥发性有机物（VOCs）排放企业严格落实国家产品挥发性有机物	本工程不涉及。	相符

管控维度	管控要求	本工程情况	相符性判定
	（VOCs）含量限值标准，鼓励优先使用低挥发性有机物（VOCs）含量原辅料。		
环境风险防控	4-1.【水/综合类】兴宁市城市污水处理厂（一期、二期）应采取有效应急措施，防止事故废水直接排入水体，完善污水处理厂在线监控系统联网，实现污水处理厂的实时、动态监管。 4-2.【风险/综合类】单元内印刷、家具等企业应当定期排查环境安全隐患，健全风险防控措施，按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》等相关规定加强突发环境事件应急预案备案管理。	本工程不涉及。	相符

综上所述，本工程的建设符合《梅州市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

4.2 工程方案环境合理性分析

4.2.1 引水规模的合理性分析

石马河引水口引水规模的确定主要考虑以下几个因素，保证和山岩水库新增的用水任务需求，综合投资和全年以及枯水期可引水量的关系，预留一定的余量。

根据石马河引水口逐日径流成果，分析全年引水量与引水规模的关系曲线详见下图。

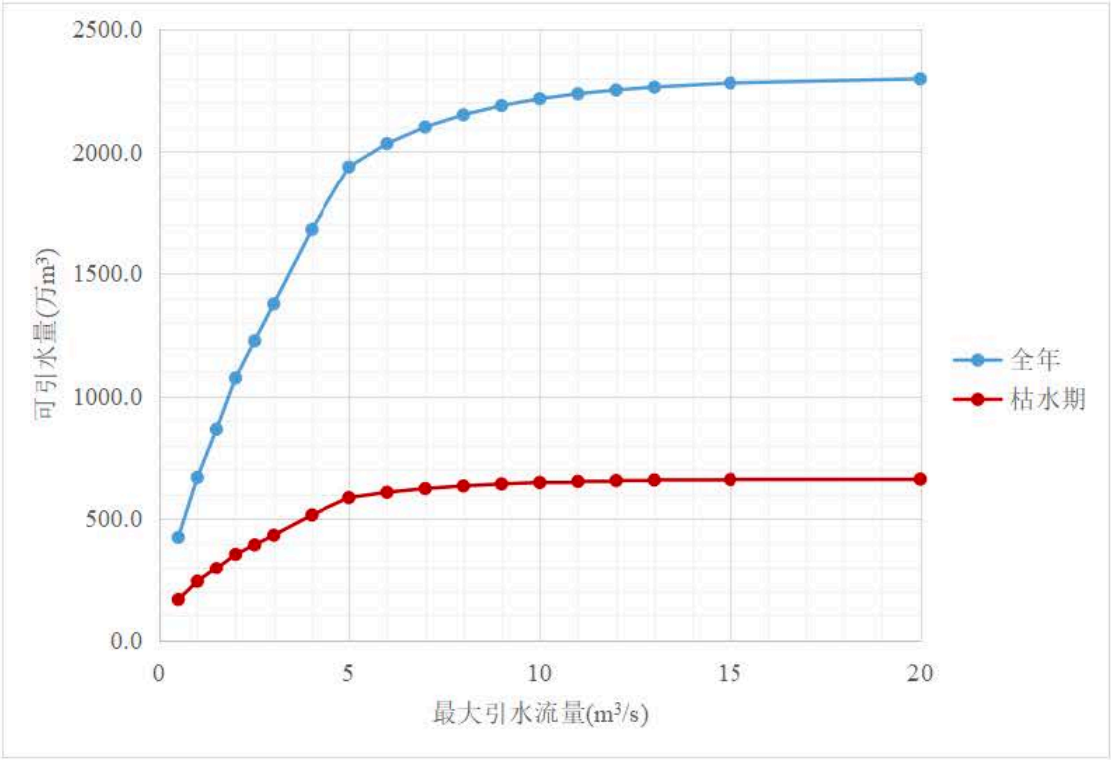


图4.2-1 石马河引水口引水规模与引水量关系

图示为石马河引水口不同引水规模下枯水期引水量与全年引水量的情况。由图中可以看出：随着取水规模的增大，全年引水总量以及枯水期引水量不断地增加，在 5m³/s 时出现拐点，此时全年可引水量为 1938.3 万 m³，枯水期（10月～3月）可引水量为 585.9 万 m³，之后规模的增加对取水量的增长影响较小。

本次可行性研究设计结合引水口取水规模与年引水量的关系，拟定取水设计规模分别为 2.5m³/s，5m³/s，7.5m³/s 的三个方案作为比选，引水系统主要建设内容为新建石马河拦河水陂、进水闸、引水隧洞、引水隧洞出口段等，各方案相关建设内容及投资对比详见下表。

表4.2-1 取水设计规模方案对比表

项目	方案一	方案二(推荐方案)	方案三
引水设计规模(m^3/s)	2.5	5	7.5
全年可引水量(万 m^3)	1224.8	1938.3	2126.2
枯水期 10-3 月可引水量(万 m^3)	392.9	585.9	628.2
石马河拦河水陂	采用曲线实用堰，堰身长 10m，过水净宽 10m，水陂高度 1.6m		
引水隧洞的进水闸	胸墙式，1 孔，孔口尺寸 2.5m×2m(净宽×净高)，采用平板闸门		
引水隧洞横断面特征	隧洞底宽 2.5m，高 1.65m，洞顶半圆形，半径 1.25m		
引水隧洞长度(m)	5130		
引水隧洞出口段泄槽及消力池横断面特征(宽×高)	1.6m×2m	3m×2m	4.5m×2m
引水隧洞泄槽及消力池长度(m)	53		
和山水库新建输水涵管(顶管)直径	0.8m	1.2m	1.6m
和山水库新建输水涵管(顶管)长度(m)	80		
工程投资(万元)	20135	20213	20536

在工程投资方面：由方案对比表可见，由于施工对隧洞有最小洞径的要求，因此三个方案投资的主要差别在于引水隧洞出口段泄槽及消力池横断面以及和山水库新建输水涵管(顶管)段规模。方案一至方案三投资依次增加，增加幅度分别为 0.82%、1.60%，随着取水规模的增加，投资相差并不明显；

在可引水量方面：新建的和山岩水库水厂需从水库年均取水 1054 万 m^3；方案一的全年可引水量可满足要求，枯水期 6 个月(10～3 月)的可引水量为新建和山岩水厂取水量的 37.2%；方案二的全年引水量比方案一增加 713.5 万 m^3，枯水期 6 个月的可引水量为新建和山岩水厂取水量的 55.6%；方案三的全年引水量比方案二增加 187.9 万 m^3，增加幅度呈明显递减，枯水期 6 个月的可引水量则为新建和山岩水厂取水量的 59.6%。

因此，从工程投资的差值以及可引水量方面考虑，结合本工程实际，本次设计引水规模考虑适当增大，最终推荐方案为方案二：即取水设计规模为 $5m^3/s$。

4.2.2 选址选线环境合理性分析

4.2.2.1 进水口环境合理性分析

石壁水库主库区离和山岩水库主库区约 8.5km，石壁水库上游石马河离和山岩水库、和山水库上游和山河约 2 km ～7.5 km，为了将石壁水库余水引至和

山岩水库、和山水库，且尽量缩短引水隧洞的长度，节省工程投资，可研阶段拟定了3个进水口位置进行比选，分别为洋门村三眼桥下游、洋门村三眼桥上游村庄段、公陂村附近。具体选点概述如下：

（1）洋门村三眼桥下游（进水口1）

洋门村三眼桥下游位于石马河主流上，集雨面积79.39km^2，河道宽度约12m，河道比降较大，离和山河约5.5km，两岸无建筑物。

（2）洋门村三眼桥上游村庄段（进水口2）

洋门村三眼桥上游村庄段位于石马河主流上，集雨面积79.39km^2，河道宽度约25m，河道比降较小，离和山河约5.5km，两岸为村庄段，两岸设置有乡村振兴景观带。

（3）公陂村附近（进水口3）

洋公陂村附近位于石马河支流上，集雨面积15.8km^2，河道宽度约5m，河道比降较小，离和山河约3km，两岸建筑物较少。

进水口3相较于进水口1、进水口2离和山河较近，引水隧洞短，工程投资小，但进水口3集雨面积小，经水文计算，能引石壁水库余水很少，供水规模小，难以满足城区的用水需求。进水口2相较于进水口1两岸有较多房屋和乡村振兴景观带，干扰因素较多，且河道宽度大，不利于隧洞进水口布置，隧洞进水口工程投资会较大。为了能够尽可能多的将石壁水库余水引至和山岩水库、和山水库，提高供水规模，节省隧洞进水口工程投资，本工程选择将洋门村三眼桥下游（进水口1）作为两库水系连通引水隧洞的进水口。

4.2.2.2 出水口环境合理性分析

和山水库、和山岩水库均在和山河水系上，和山水库位于和山岩水库上游的邹陶村附近，距离约1.7km，为同时利用和山岩水库、和山水库清淤疏浚所挖潜的库容用于供水，引水隧洞出水口需设置在和山水库上游，可研阶段拟定了2个出水口位置进行比选，分别为和山水库库尾、宫前村附近。具体选点概述如下：

（1）和山水库库尾（出水口1）

和山水库库尾河道宽度约4m，河道比降平缓，离两库水系连通引水隧洞进水口约5.1km，两岸无建筑物。

（2）宫前村附近（出水口2）

宫前村附近位于和山河上，河道宽度约 3m，河道比降平缓，离两库水系连通引水隧洞进水口约 4.9km，两岸建筑物、农田很多。

出水口 2 相较于出水口 1 离引水隧洞进水口较近，引水隧洞较短，工程投资较小，但出水口 2 两岸建筑物、农田很多，征地困难，本阶段维持可研阶段方案选择将和山水库库尾（出水口 1）作为两库水系连通引水隧洞的出水口。

4.2.2.3 输水建筑物的选线

（一）交水点

和山岩水库离兴宁市城区约 7km，现状没有输水管道至城区，可行性研究阶段拟定了 2 个交水点进行比选，分别为兴宁市市区的黄竹坜加压总站、兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道（甘塘村位置）。

兴宁市市区房屋密集区，新铺设配水管道困难，且离和山岩水库较远。甘塘村位置位于城郊，房屋少，新铺设配水管道容易，且离和山岩水库较近，可利用现有 DN1200 混凝土配水管道将和山岩水库来水输送至黄竹坜加压总站，从而减少配水管道长度，节省工程投资。**可行性研究阶段经过比选，选定兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道（甘塘村位置）做为交水点，以便利用兴宁市第二自来水厂现有的配水管道，节省工程投资。本阶段维持可研阶段方案。**

兴宁市第二自来水厂位于石壁水库西南面的合水镇，引用合水水库的库水至兴宁市城区。2020 年以前，第二自来水厂通过一条 1997 年铺设的 DN1200 混凝土配水管道连接至黄竹坜加压总站，但此配水管道由于年久老化，使用过程中频繁爆管，造成多次停水，为解决此问题，2020 年，兴宁市第二自来水厂扩建工程新建了一条 15km 长 DN1400 的配水管道至黄竹坜加压总站，并对原 DN1200 混凝土配水管道城区段进行了加固改造。目前共计 2 条配水管道对城区供水，平常通过新建的 DN1400 配水管道给城区供水，原 DN1200 混凝土配水管道偶尔使用。经现场调查，结合业主意见，在原 DN1200 混凝土配水管道经过的甘塘村位置做为一个交水点。甘塘村原 DN1200 混凝土配水管道至黄竹坜加压总站这一段配水管道均已加固改造，不存在爆管漏水等问题，可以将和山岩水库来水引至此交水点，再通过现有 DN1200 混凝土配水管道输送至黄竹坜加压总站。

利用原 DN1200 混凝土配水管存在两种情况，即本工程供水单独使用或与

兴宁市第二自来水厂共用。本工程供水单独使用时，兴宁市第二自来水厂使用DN1400配水管供水。本次附属建筑物的设置同时考虑两种情况，在交水点上游原DN1200混凝土配水管端及本工程配水管端均布置设量水间、检修阀及调压阀。

（1）本工程供水单独使用原DN1200混凝土配水管

关闭交水点上游原DN1200混凝土配水管端检修阀，使水流只往黄竹坜加压总站方向流。配水线路总长9.5km+4.3km=13.8km，设计流量1.13m^3/s供水至黄竹坜加压总站的最小水头为125.4m，满足有压重力流要求。

（2）本工程或与兴宁市第二自来水厂共用原DN1200混凝土配水管

通过原DN1200混凝土配水管端及本工程配水管端量水间、调压阀共同监测调整水压，使两端供水正常汇流，并往黄竹坜加压总站方向流。本工程配水线路长9.5km，设计流量1.13m^3/s；共用段长度4.3km，设计流量1.13m^3/s+0.64m^3/s=1.77m^3/s，供水至黄竹坜加压总站的最小水头为116.2m，满足有压重力流要求。

（3）原DN1200混凝土配水管工作压力

兴宁市第二自来水厂给原DN1200混凝土管配水管供水时，第二自来水厂清水池的最低运行水位高程136.26m和最高运行水位高程139.76m，供水流量在最大流量内自由控制，平时控制在4万m^3/d，设计流量为0.64m^3/s，兴宁市第二自来水厂至甘塘村交水点为9.1km，即甘塘村交水点处原DN1200混凝土管配水管工作水头为132.0m~135.5m，即黄竹沥加压总站处原DN1200混凝土管配水管工作水头为130.0m~133.5m。根据原DN1200混凝土管配水管埋设高程，估算其工作压力在0.17Mpa~0.23Mpa之间。本工程利用原DN1200混凝土管配水管后，其工作压力在0.03Mpa~0.23Mpa之间，未突破原工作压力范围。

（二）水厂的选址

本工程增加了和山岩水库的供水规模，供水对象为兴宁市城区，需新建一座净水厂。可研阶段拟定了2个水厂厂址进行比选，分别为兴宁市城区、和山岩水库主坝下游坝坡坡脚。具体水厂厂址概述如下：

（1）兴宁市城区（水厂厂址1）

在交水点附近新建水厂，根据水厂规模，占地面积约25～40亩，交水点附近地面高程113m，黄竹坜加压总站地面高程114m，交水点至黄竹坜加压总站

的现有配水管道长约 4.3km，结合现场地面高程及输水管道长度，需采用填土方式将水厂建基面抬高约 8m 以便水厂清水能够重力自流输水至黄竹坊加压总站。

（2）和山岩水库主坝下游坝坡坡脚（水厂厂址 2）

和山岩水库正常蓄水位 156.94m，死水位 149.12m，交水点附近地面高程 113m，黄竹坊加压总站地面高程 114m，经水力计算，为了满足和山岩水库净水厂能够重力自流输水至黄竹坊加压总站，和山岩水库净水厂厂址高程需高于 135m。根据水厂规模，占地面积约 25～40 亩，结合业主意见和输水管线沿线周边地形地貌及地类情况，将和山岩水库净水厂厂址设置在和山岩水库主坝下游坝坡坡脚。

水厂厂址 1 位于城区，土地资源紧张，土地价格高，征地难度大。水厂厂址 2 相较于水厂厂址 1，土地资源较丰富，土地价格低，征地难度相对小，且水厂厂址 2 离和山岩水库较近，管理方便，结合业主意见，本阶段维持可研阶段方案选择水厂厂址 2（和山岩水库主坝下游坝坡坡脚）。

为满足和山岩水库原水能够重力自流至净水厂，净水厂设计地面标高初定为 142m，净水厂服务水压约 5m，和山岩水库净水厂交水水位为 148.5m。和山岩水库库区取水口进口至和山岩水库净水厂的管线约 0.25km，经水力计算分析，和山岩水库死水位 149.12m 能满足重力自流输水至净水厂。

和山岩水库净水厂最大供水规模为 7 万 m^3/日，净水厂占地面积约需 25～40 亩，和山岩水库主坝下游坝坡坡脚高程为 142 m～148m，需将部分较高的地块开挖至 142m 高程，最大挖深约 6m。根据地质资料，地层主要有人工填土、粉质黏土、中粗砂、砂质粘性土、全风化花岗岩。水厂厂址地形较规整，满足水厂布置要求。

（三）和山岩水库输水线路比选

和山岩水库现状主坝输水涵管为钢筋砼涵管内套钢管，内径为 1.13m，总长 120.80m，进口高程 149.12m，出口高程 140.50m。涵头闸门为铸铁斜拉闸门，涵管通气孔直径 0.3m。主要用于灌溉和发电(坝后电站)。2020 年和山岩水库安全鉴定指出，主坝输水涵管存在金属套管内锈蚀漏水、下游闸阀锈蚀长期漏水、启闭机老旧锈蚀、启闭机斜拉杆锈蚀、局部出现锈蚀穿孔等问题，且主坝坝后新建两个自来水供应站，其取水管道通过从主坝输水涵管增接分管方式

进行取水，改变了原水库主涵管的设计功能。根据上述问题，安全鉴定结论建议输水涵管工程进行加固处理，必要时增设新的输水管涵。

鉴于主坝现有输水涵管存在较多的问题，且现有涵管管身较小，现场管道功能比较杂乱，本次新增和山岩水库输水系统(含和山岩水库进水塔、输水钢管、工作井)用于和山岩水库净水厂的取水。

根据和山岩水库库区测量地形图，和山岩水库库区左岸整体地势较为凌乱，距离大坝最近的一处山坳位置距离左坝头直线长度约 200m，如将输水线路进水口布置在库区左岸，一方面进水口位置布置受限，进水条件较差，并需要对山体做较大开挖；另一方面输水线路较长，且线路布置需在平面上绕弯避开水库大坝位置，以衔接和山岩水库净水厂配水池，输水管线总线路较长(约550m)；此外进水口距离大坝较远，实施期不仅需要额外考虑施工便道、征地、水环保措施等问题，水库运行管理也较为不便。

相较于左岸，和山岩水库大坝右岸地势较为平缓，在现状水库管理楼东面约 50m 处坝顶公路旁，有一处天然坳口面向库区，进水条件良好，且库底地形平坦，可布置输水线路进水口，该处与和山岩水库净水厂直线距离约 220m，较左岸布置方案缩短管线约 330m。另外根据初步设计地质钻孔资料，大坝右岸山体覆盖层较浅，现状地层岩性大都为全、强风化花岗岩，面层为砂质粘性土，地质条件较好，且距离现状水库管理楼近，运行管理更为便利。

综上所述，把输水线路布置在和山岩水库库区右岸坳口处，可大幅缩短输水管线总长度，进水条件、地质条件均好，不仅大大节省工程投资，且施工与运行管理更为便利，因此本阶段维持可研阶段方案将新建输水系统线路选择沿主坝右岸布置，输水线路走向 NW54°。

（四）配水管道线路方案比选

（1）配水线路拟定

新建和山岩水厂清水池最高水位为 143.7m，最低水位为 139.5m。交水点附近地面高程 113m，黄竹坊加压总站地面高程 114m。为保证水在输送途中不受污染，和山岩水库至净水厂、净水厂至交水点的输水方式采用封闭式的管道输送，为有压重力自流输水。

根据和山岩水库及交水点、黄竹坊加压总站位置，工程沿线的地形、地物、地质条件，进行配水线路的布置。可行性研究阶段拟定了三条由和山岩水库至

黄竹坜加压总站的配水线路，分别为线路 1（沿大茔村乡道、文峦中路、机场路）、线路 2（沿和山老河）、线路 3（沿和山河），具体线路概述如下：

①线路 1（沿大茔村乡道、文峦中路、机场路）

配水线路从和山岩水库出，以埋管形式沿 Y337 乡道至文峦中路，继续沿文峦中路至机场路，沿机场路至 205 国道，随后向西沿 205 国道至宁江右侧堤岸，沿宁江右侧堤岸至兴叶路黄竹坜福星楼后，沿兴叶路至黄竹坜加压总站。配水线路整体为西南走向，沿途依次经过大茔村、文一村、丝光村、鸭桥村、下新村、星民村、205 国道，全长约 12km。

②线路 2（沿和山老河）

配水线路从和山岩水库出，以埋管形式沿 Y337 乡道至和山老河，继续沿和山老河沿线堤岸至星民村委会的围里李屋附近，向西穿过星民村委会农田约 1km 后，接入 205 国道，随后向西沿 205 国道至宁江右侧堤岸，沿宁江右侧堤岸至兴叶路黄竹坜福星楼后，沿兴叶路至黄竹坜加压总站。配水线路整体为西南走向，沿途依次经过大茔村、和一村、星民村、205 国道，全长约 12km。

③ 线路 3（沿和山河）

配水线路从和山岩水库出，以埋管形式沿 Y337 乡道至和山河，继续沿和山河沿线堤岸至宁江左侧堤岸，沿宁江左侧堤岸至望江狮水闸后，经望江狮水闸后接入兴宁市第二自来水厂～黄竹坜加压总站的配水管道(甘塘村位置)。配水线路整体为西南走向，沿途依次经过黄碧塘、金有塘、蔗塘村、望江狮水闸、甘塘村，全长约 9.5km。

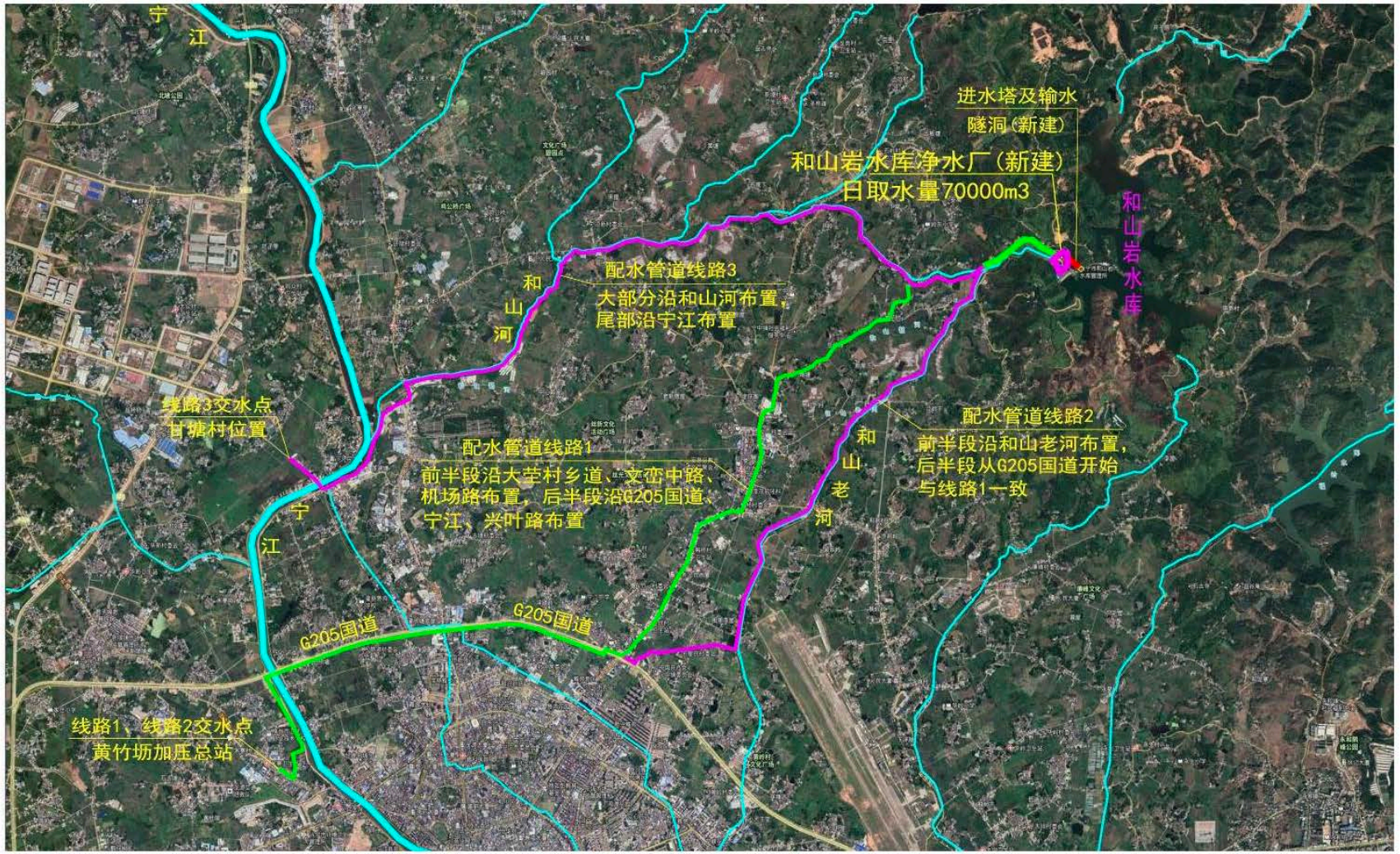


图4.2-2 配水管线比选方案路线示意图

（2）配水线路比选

可行性研究阶段分别从管线长度、征地、施工条件、工程管理、地形地质条件等方面对三条配水管道线路进行比较。

①管线长度

根据线路布置，线路 1 总长 12km，线路 2 总长 12km，线路 3 总长 9.5km，配水管道线路 3 的线路长度不但比线路 1、2 短，且跨河段长度都较线路 1、2 短，也不需采用顶管穿越国道，因此工程投资较省，线路 3 优于线路 1、2。

②工程管理

线路 1、2、3 大部分沿现有村道、乡道、县道、堤顶路走向布置，部分沿国道走向布置，局部区段没有现有道路。对没有现有道路的局部区段需配建管理道路，以方便日后管理。3 条线路的施工交通条件及日常管理都较为便利。

③地形地质

线路 1、2、3 为丘陵地貌，工程建基面地层多为素填土、粉质粘土、强风化泥质粉砂岩，地质条件较好。

④工程征地

线路 1 穿过大茔村、文一村、丝光村、鸭桥村、下新村、星民村，管线两侧有密集房屋群，施工、征地极为困难，后段沿 205 国道布置，国道两侧也有较多房屋，且道路两侧有通信光缆，施工、征地难度大。线路 2 前段沿和山老河堤岸布置，房屋很少，施工、征地较为容易，中段穿过农田约 1km，征地难度较大，后段沿 205 国道布置，国道两侧也有较多房屋，且道路两侧有通信光缆，施工、征地难度大。线路 3 管线大部分沿和山河堤岸布置，房屋很少，施工、征地较为容易。线路 3 相较于线路 1、2，不但施工、征地条件较好，而且由于施工、征地原因造成工程投资增加的因素少。

通过以上比较，线路 3 工程投资省，施工难度较低，征地条件较好，工程管理方便，本阶段维持可研阶段方案选择线路 3（沿和山河布置配水管线）。

（3）配水线路局部优化

在前阶段选定沿和山河布置的线路 3 基础上，本次根据开挖范围、线路建筑避让、过河跨路拐点布置等方面对线路 3 局部走向进行微调优化。

① 管线布置根据开挖范围优化

根据边坡开挖坡度建议值，一般埋管及跨路埋管选用 1:1.25 开挖坡比，过

河埋管选用 1:1.8 开挖坡比。临路、临河及临近建筑管线段根据需要采用钢板桩支护。管线布置根据临时开挖范围，避开重要建筑、道路及坟地，或设置钢板桩。

②配水管线转角优化

配水管线采用垂直于河道的穿越方式可以减少穿越长度，但可能产生大角度转弯，增加局部水头损失。由于本工程配水管线沿程的和山河宽度较小，垂直穿越与斜穿河道长度区别不是特别大，故本次主要考虑减少局部水头损失、避让障碍物等要求对管线过河段及大转角进行优化。优化后配水管线空间转角均小于 80°，其中大于 60° 空间转角 5 个，占比 2%。

③配水管线曲率优化

配水管线沿路或沿岸布置，需与其保持相识曲率。但管线的每次转弯都需要借助弯头或接口小角度借转实现，弯头转角过多将导致短直管凑合节增加，间接增加工程投资和施工难度。本次在空间转角合适及用地允许的范围内精减弯头转角，同时将相近的平面转角与竖直转角合并为空间转角。调整后配水管线弯头转角由可研阶段的 333 个减少至 217 个。

配水线路局部优化后总长为 9.503km，沿线避开重要建筑，空间转角均小于 80°，弯头转角由可研阶段的 333 个减少至 217 个。

4.2.3 施工布置环境合理性分析

4.2.3.1 施工工区布置环境合理性分析

本工程共设 4 处施工工区，其中石马镇洋门村附近设置 1 个施工工区；2# 施工支洞进口附近设置 1 个施工工区；水厂附近设置 1 个施工工区；清水管线 4+657 附近设置 1 个施工工区，施工工区具体位置详见图 4.2-3。

经调查分析，1#、3#、4#施工工区布置遵循了避让生态敏感区、人口集中区域，距离工程量较大的工区尽量利用当地的基础设施等原则，本工程 1#、3#、4#施工工区不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，也不涉及生态公益林、基本农田，占地范围内无珍惜濒危野生动植物物种分布。

综上，本工程 1#、3#、4#施工工区布置已避开环境敏感区，从环境保护的角度分析，本工程的 1#、3#、4#施工工区布置合理。

本工程 2#施工工区不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，也不涉及生态公益林，占地范围内无珍惜濒危野生动植物物种分布，但部分区域占用基本农田，占用面积为 1486 平方米。

为此，建议建设单位优化施工工区的布局规划，力求最大限度地减少对基本农田的占用面积及其潜在影响。若经过优化布局后，仍无法避免占用基本农田，建设单位必须确保相关项目不仅符合现行法律法规的规定，还需与国家的产业政策相契合。在施工过程中，建设单位应采取严格有效的保护措施，以杜绝土壤污染和生态破坏的发生，施工结束后应按照批准的复垦方案进行土地复垦，恢复土地原状和农业生产能力。

综上所述，在建设单位遵循本报告所提各项要求的前提下，从环境保护的角度分析，本工程施工工区的布置合理。

4.2.3.2 施工支洞布置环境合理性分析

本工程设置 2 条施工支洞，其中 1#施工支洞与主洞轴线相交于桩号引水隧洞 1+295.22 处，与主洞轴线夹角为 59.5°。1#施工支洞遵循了避让生态敏感区、人口集中区域，距离工程量较大的工区尽量利用当地的基础设施等原则，本工程 1#施工支洞不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，也不涉及生态公益林、基本农田，占地范围内无珍惜濒危野生动植物物种分布。

综上，本工程 1#施工支洞已避开环境敏感区，从环境保护的角度分析，本工程的 1#施工支洞布置合理。

2#施工支洞与主洞轴线相交于桩号引水隧洞 3+441.74 处，与主洞轴线夹角为 65.8°，该区域不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区，也不涉及生态公益林，占地范围内无珍惜濒危野生动植物物种分布，但部分区域占用基本农田，占用长度为 663m。

为此，建议建设单位优化 2#施工支洞的布局规划，力求最大限度地减少对基本农田的占用面积及其潜在影响。若经过优化布局后，仍无法避免占用基本农田，建设单位必须确保相关项目不仅符合现行法律法规的规定，还需与国家的产业政策相契合。在施工过程中，建设单位应采取严格有效的保护措施，以杜绝土壤污染和生态破坏的发生，施工结束后应按照批准的复垦方案进行土地复垦，恢复土地原状和农业生产能力。

综上所述，在建设单位遵循本报告所提各项要求的前提下，从环境保护的角度分析，本工程施工支洞的布置合理。

4.2.3.3 弃渣场布置环境合理性分析

根据施工组织设计，本工程所需土料优先利用工程开挖料，不足部分从当地建材市场外购，不设置自采土料场，可有效减少对工程区域生态环境的影响。渣场选择时应避开自然保护区、风景名胜区、湿地公园、饮用水水源保护区等环境敏感区和珍稀保护植物，尽量不占或少占耕地，避开人口集中区域。

根据施工组织设计，沿线设置了 2 个弃渣场，1#弃渣场位于和山岩水库下游 2km 处，2#弃渣场位于李塘凹附近，占地地类主要为林地或空地，具体弃渣场位置详见图 4.2-3。根据调查分析，本工程弃渣场及临时堆土场选址均不涉及生态保护红线、自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区范围，也不涉及基本农田，占地范围内无珍稀濒危野生动植物物种分布。本工程弃渣场沿施工作业面布设，并尽量利用现有交通道路，减少临时道路修筑量及弃渣运距，因此，本工程弃渣场的选址已尽量考虑施工方便节约用地的原则。

综上，从环境保护的角度分析，本工程弃渣场的布置合理。

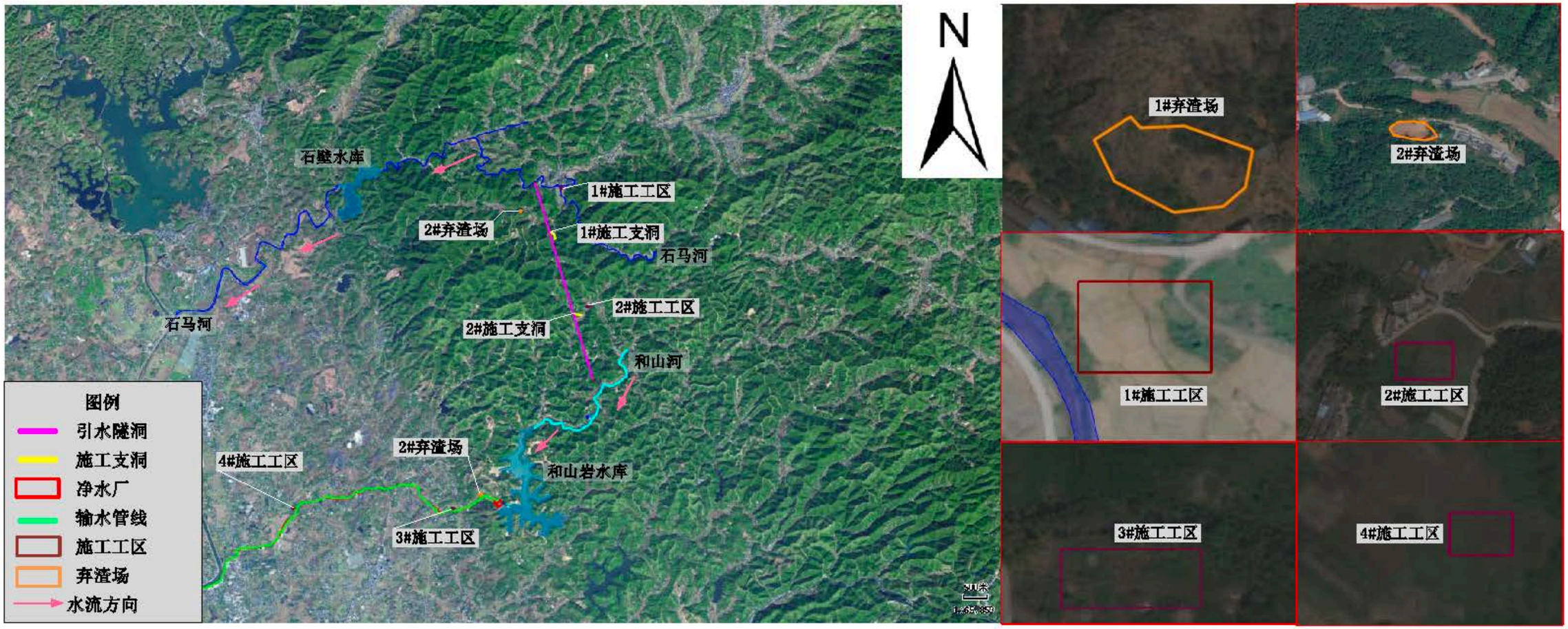


图4.2-3 本工程施工工区、弃渣场位置示意图

4.2.3.4 施工道路布置环境合理性分析

场内交通运输主要为主体工程的土方开挖出渣、土石方回填、砼浇筑、砼管片、钢管等运输。各施工工区、顶管工作井均需新建或扩建施工道路连接至现有交通网络。

经调查与分析，各新建施工道路设置遵循了避让生态敏感区、人口集中区域的原则，利用原有道路或扩建临时施工便道尽量利用当地的基础设施，占地范围内不涉及生态保护红线、自然保护区等环境敏感点，也不涉及基本农田，无珍稀濒危野生动植物物种分布。

由于本工程交水至和山岩水库，和山岩水库为饮用水水源保护区，工程交水点水工构筑物进库闸施工需要，以及水源区内埋管段施工需要，必须在饮用水水源保护区陆域内修建少量施工道路，因此交水点附近的施工道路位于水源保护区内，属于无法避让水源保护区的施工布置。综合来看，从环境保护的角度分析施工临时道路工程布置较合理。

4.3 环境影响因素及污染源强分析

4.3.1 施工期环境影响源强分析

本工程施工期的影响主要是施工污废水、施工噪声、扬尘、弃渣等对周围环境的影响。

4.3.1.1 施工期环境影响因素

本工程施工总工期36个月。施工准备工期3个月（第1年7～9月），主体工程施工工期为30个月（第1年10月初～第4年3月底），竣工收尾期3个月（第4年的5～7月）。

主体工程施工期为第1年10月初～第4年3月底，共30个月，要求完成主体工程全部工作。

第1年10月开始引水系统的进水闸及拦河水陂、输水系统的取水塔及输水涵管的施工， 至第2年2月完成引水系统的进水闸及拦河水陂、输水系统的取水塔及输水隧洞的施工。

从第2年3月开始引水隧洞和施工支洞的施工，至第4年1月完成，共660天施工。

和山岩水库水厂土建安装项目、压力输水钢管及配水管道安排在第2年9月～第3年12月完成，共480天施工。

第4年2月～第4年4月完成观测设施的施工。

第4年的5～6月进行工程收尾工作，要求完成工程现场清理和施工人员、设备等的撤离。

（1）施工导流

本工程需要考虑施工导流的项目有：隧洞进水闸及石马河水陂、和山岩水库进水口、和山岩水库配水管线穿河段、和山水库进水口，其他项目均不需考虑导流问题。施工导流主要会对水环境、生态环境产生一定的影响。

水环境影响：施工围堰改变了施工河段的水流流速、水流方向等水文条件；围堰填筑和拆除时，填筑物料散落于水中，会造成围堰周边悬浮物浓度上升，以及可能引起河道底质沉积物中污染物的释放影响水体水质；同时围堰会产生一定量的基坑排水，污染物主要为SS，基坑排水的排放会对水质产生一定的影响。

水生生态：围堰填筑和拆除时引起围堰周边水体中悬浮物浓度升高，会对水生生境造成一定的影响。

（2）主体工程施工

水环境：本工程施工期废水主要为施工人员生活污水以及生产废水，生产废水包括机械维修和汽车冲洗废水、洞室排水等。

陆生生态：工程施工将占用部分林地等，对区域的陆生植被造成一定扰动和破坏，对施工区景观也将造成影响。施工机械运行、施工人员的频繁活动会对施工区域的陆生动物产生惊扰，施工占地导致陆生动物生境缩小。

水生生态：施工填筑、开挖和基坑排水等导致局部水域水体悬浮物浓度增加，水质下降，对水生生物和鱼类栖息产生不利影响；震动等对附近水域鱼类和水生生物产生惊扰。

水土流失：输水线路、泵站、水闸等工程建设过程中的土石方开挖将产生弃渣，会对植被和景观造成一定破坏，处置不当易产生水土流失。

大气环境：工程施工期环境空气污染源主要来源于土石方开挖作业粉尘、道路扬尘、施工机械和车辆等燃油机械运行产生的废气等。

声环境：根据施工组织设计，施工期噪声源主要来自各工区机械设备运

行、隧洞爆破开挖、施工道路运输等施工活动，如钻孔、爆破、铲运、挖掘、推土、车辆运输等。

（3）辅助工程施工

1）施工人员生活

施工人员生活污水和生活垃圾对施工区环境和附近水体水质产生影响。同时大批施工人员进驻施工区，使施工区人口密度增加，可能导致施工人员之间传染病相互感染，影响人群健康。

2）施工工区

施工工区占用土地，破坏植被，工区机械设备运转可能产生一定的噪声，对周边环境造成影响。

本工程施工期环境影响状况详见下表以及下图。

表4.3-1 施工期环境影响环节分析

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	生活污水、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	水体流失、水体	围堰、堆渣、废水	小
	隧洞掘进、爆破	施工人员	噪声、废气	小
	材料加工	施工人员	噪声	小
	金属结构安装	施工人员	噪声	小
	道路运输	居民、学校	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	生活污水、垃圾	小
	施工人员聚集	人群健康	环境卫生、防疫	小
完建期	临时设施拆除等	土壤	扰动	小
	施工场地回复、绿化	植被、土壤	扰动	小

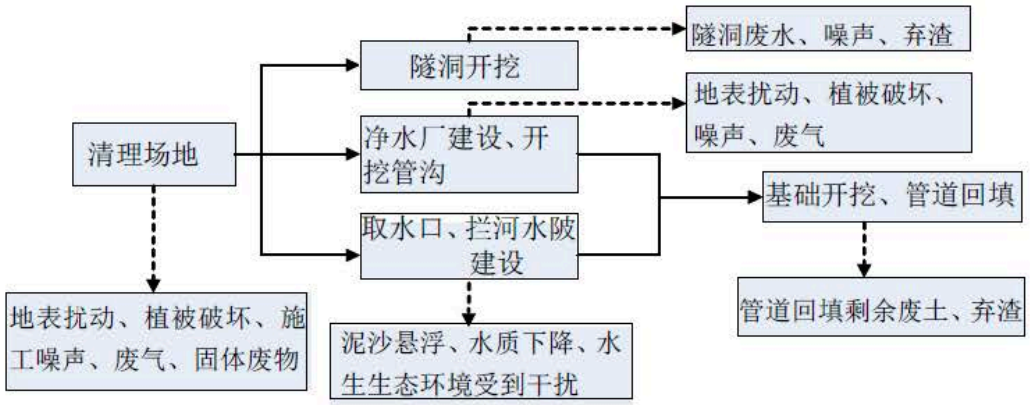


图4.3-1 施工过程及主要环境影响环节图

4.3.1.2 施工期环境影响源强分析

（1）地表水环境影响源分析

1）生活污水

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等，未经处理的生活污水如果直接排放会对周围水环境将造成一定影响。根据施工组织设计，本工程施工总工期36个月，设4个施工营地，施工高峰人数500人。

根据《用水定额 第3部分：生活》（DB44T1461.3-2021），梅州市农村居民分区为Ⅱ区，施工人员用水量按农村居民Ⅱ区130L/（人·d）计，排污系数取0.8，则施工高峰期生活污水产生量约52t/d，污染物COD产生浓度280mg/L，BOD_5产生浓度150mg/L，NH_3-N产生浓度25mg/L，SS产生浓度200mg/L。本工程设置4个施工营地，平均每个施工营地施工高峰期生活污水产生量为13m^3/d。施工总工期35月，则施工期施工人员生活污水产生总量约54600t。

2）生产废水

本工程使用商品砼，不设拌和系统；工程所需砂石料外购，不设砂石料加工系统；施工期生产废水主要有小型机械设备维修和冲洗产生的含油废水、基坑废水等。

①施工机械修配及车辆养护含油废水

本工程拟在4个施工营地各设置1处机械修配及汽车保养站，承担小型施工机械设备及汽车的维修和保养任务。大中型机械设备维修可委托地方专业厂家承担。机械设备、汽车修配厂的冲洗废水主要污染物为SS和石油类，SS的浓度在500~4000mg/L左右，石油类的浓度在10~30mg/L之间。

根据施工组织设计，本工程施工期间涉及挖掘机、自卸汽车、推土机、钻

机等施工机械、车辆约 192 台，每天需要冲洗的施工机械或车辆数按总数的 20%计，约 39 台。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》施工期环境影响预测评价，机械设备冲洗用水量为 400L/（辆.次），排污系数取 0.9，每台水电施工机械平均约产生冲洗废水 0.36m^3/d，则平均每天产生冲洗废水约 14.04m^3/d，平均每个工区含油废水产生量约 3.51m^3/d。工程主体施工期 30 月，则施工期含油废水产生总量约 12636t。

② 基坑排水

根据施工组织设计，导流过程中需要填筑临时围堰，主体施工在围堰的保护下施工。施工期间围堰内产生基坑排水。基坑排水 SS 浓度高，如果直接排放将对受纳水体水质产生不良影响。

基坑排水分初期排水和经常排水。初期排水包括围堰截留的地表水体、基坑积水和降雨形成的地表径流，水质污染物及浓度与原地表水体基本相同，可以直接排往下游河道。而经常性基坑排水主要是混凝土养护废水、围堰渗水等，污染物主要是 SS。根据其他水利工程的监测数据，经常性基坑排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，废水经中和后在基坑内静置 2h 左右，其悬浮物浓度经沉降后达到 60mg/L 以下，满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后用于周边山林地灌溉。

③洞室排水

隧洞施工过程中一般存在隧洞渗水现象，根据分析，本工程的开挖渗水主要产生于裂隙水。同时，由于洞身段砼衬砌以及地质条件原因可能实施灌浆作业，也会产生部分废水，在裂隙水的稀释下，其 pH 值和悬浮物浓度将会有所稀释。隧洞施工过程中的地下渗水情况类比地理位置相近的《广东省潮州供水枢纽供水体系骨干工程环境影响报告书》中鹿湖输水隧洞施工中有关参数，高峰期废水产生量可达 100m^3/h，主要污染物悬浮物浓度达 2000mg/L，隧洞排水如果直接排放，将对周围的水环境有一定的不利影响。为此，本工程需对隧洞排水进行沉淀处理，沉淀处理达标后的废水回用了周边的山林植被浇灌用水，对周边的水环境影响不大。

④管道试水

本工程施工期管道敷设完毕后，需通过清水进行管道试水，会产生试水废水。试水废水主要含少量悬浮物，SS 浓度低于 400mg/L，本工程拟设经沉淀池

对管道试水废水进行处理，废水 SS 的浓度降到 60mg/L 左右再作为回归水排入河道，管道试水废水水量并不大，且污染物成份简单，不会对地表水环境造成明显影响。

施工期主要生产废水产生情况详见下表。

表4.3-2 施工期主要生产废水产生情况

污染源	废水量（m^3/d）	施工期废水产生量（万 m^3）	特征污染物	排放特征	产生浓度（mg/L）
施工机械修配及车辆养护含油废水	14.04	12636	SS	回用	4000
			石油类		30
基坑排水	/	/	SS	回用	2000
洞挖废水	/	/	SS	回用	2000
管道试水	/	/	SS	排放至水体	60

3）围堰填筑及拆除施工悬浮物

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

根据施工进度安排，围堰填筑和拆除土方量最大为 $25m^3$(自然方)/d，每天 2 个台班施工，共计 16 个小时，悬浮物的溢出系数为 $20kg/m^3$，经计算得出本工程围堰填筑和拆除时 SS 的产生量约为 8.5g/s。

（2）地下水环境影响源分析

本工程施工期将产生施工废污水，其中生产废水和生活污水将处理后回用和综合利用，洞室排水水经过絮凝沉淀后达标排放，对地下水水质影响很小。施工期隧洞开挖、管道铺设等作业可能会对地下水水位产生一定的影响。

经资料分析和野外调查，评价范围内无温泉等特殊地下水资源、无地下水集中式饮用水水源保护区。

（3）生态环境影响源分析

工程占地会造成占地范围内土地资源的损失，工程永久占地将永久改变土地资源原来的利用类型，施工临时占地暂时改变土地资源的利用类型，施工结束后可得到恢复。永久占地将改变占地范围内土地的生态服务功能，使一定范围内的生态系统结构发生变化。此外，工程占地破坏植被，影响区域的植被生物量和生产力，并可能引起水土流失。

工程施工期和工程各类占地将破坏部分野生动物的活动区域，造成动物的迁移，施工期各类机械运行噪声和人为活动也将对野生动物造成一定的干扰。

（4）水土流失

引起水土流失的原因很多，但大型建设项目土建工程是造成水土流失的最直接、最主要的原因。本工程永久占地 32.86 亩，临时征用土地约 409.18 亩，在施工过程中土地需全面平整及局部开挖，形成大面积的裸露地表。在一定时期内形成新的表层土壤，植被覆盖率为零，土的沙性程度高，经雨水冲刷，将会产生水土流失。

（5）大气污染源分析

施工过程中的大气污染源主要有：管沟开打挖堆土、净水厂平整、道路破开及运输车辆、施工机械走行车道引起的扬尘，施工建筑料（水泥、石灰、砂石料）以及管沟开挖弃土的装卸、运输、堆砌过程中造成的扬尘和酒落，各类施工机械、运输车辆排放的废气。

①施工扬尘

施工期间对环境空气影响最主要的污染物是粉尘。一般大型土建工程现场扬尘实地监测 TSP 产生系数为 0.05~0.1mg/m^2·s。考虑本工程管线为线型施工，部分位于城区或已建成道路，TSP 产生系数取 0.05mg/m^2·s，裸露的施工面积按平均宽 6~10m，本报告取 8m，每段 500m 同时裸露施工，计算面积为 4000m^2，并按日施工 8 小时计算，管线施工现场各标准段 TSP 源强为 5.76kg/d。

②施工机械废气和大型运输车辆尾气

本工程施工过程使用的施工机械主要有挖掘机、装载机、推土机、平地机等，它们以柴油为燃料，都会产生一定量废气；施工运输车辆燃烧柴油或汽油会排放一定量的尾气。施工机械废气和大型运输车辆尾气中含有 CO、NO_X、SO_2 等污染物，会影响施工场地及运输道路沿线空气质量。此部分废气排放量不大，间歇排放，加强防护可以减轻其对区域环境空气质量的影响，本报告不进行定量计算。

③爆破粉尘废气

工程引水隧洞开挖前需进行爆破，爆破过程中将产生一定量的粉尘(TSP)、NOx、CO 等污染物，会对施工区环境空气质量产生一定影响，引水隧洞爆破使用炸药量为 200t，据《排污申报登记实用手册》(中国环境科学出版社，北京，

2004)及类比同类项目经验数值，使用炸药爆炸产生的 CO 量为 34.0kg/t、NO,为 8.0kg/t、粉尘量约为 54.2kg/t，因此工程爆破施工而产生的大气污染物:CO 为 6.8t、NOx 为 1.6t、粉尘为 1.84t。

（6）声环境

据施工组织设计，施工期噪声源主要来自各工区机械设备运行、隧洞爆破开挖、施工道路运输等施工活动，如钻孔、爆破、铲运、挖掘、推土、车辆运输等。

爆破噪声：为阵发性声源，声强大，噪声值约为 130dB（A），但其影响具有短暂、局部的特点。工程爆破噪声主要为引水隧洞施工，长度约 5130m，采用钻爆法施工。

施工机械：本工程主要施工机械为挖掘机、推土机、装载机和自卸汽车。挖掘机、推土机、装载机噪声源强 70~97dB（A），自卸汽车噪声源强为 90dB（A）。本工程施工期各类声环境源强特点详见下表。

表4.3-3 各类声环境影响源强特点

影响时段	影响环节		类型	影响特点	源强 dB（A）
施工期	爆破噪声		点源	阵发性声源，具有持续时间短、声强大的特点，其影响短暂且呈局部性，主要集中在隧洞进出口及支洞口	130
	施工机械及设备	挖掘机	点源	运行时产生的噪声，一般距敏感点较远，可视作固定声源	70-97
		推土机	点源		
		装载机	点源		

（7）固体废弃物

工程施工产生的固体废弃物主要为工程弃渣、生活垃圾和建筑垃圾等。

1）工程弃渣

根据本工程的初步设计报告可知，本工程总弃渣量为 12.46 万 m^3，运往 2 个弃渣场。

2）生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工地人员生活相对简单，施工期间垃圾产生量取 1.0kg 人.d，施工高峰期人员 500 人，施工总工期 36 个月，则施工期共产生生活垃圾约 525t。生活垃圾如不妥善处理

会引起细菌、蚊蝇的大量繁殖，导致当地传染病发病率的提高和易于传播，垃圾带来的恶臭气味还会影响当地村民和施工人员的生活和健康。生活垃圾应分类收集定点堆放，由当地环卫部门统一清运。

3）建筑垃圾

建筑垃圾主要包括各种加工材料边角料、散落的砂浆和混凝土、渣土、废弃的装饰材料以及各种包装材料等。砂浆、混凝土、渣土等先进行回收利用，不可回收的运至弃渣场，其他加工材料废料、包装材料、木料等进行回收利用。

4）机修废油

施工机械汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油。施工期间修配厂产生的废油委托有资质的部门处理。本工程施工机械及车辆共计 192 台，每天维修机械车辆数按总机械车辆数的 5%计，每台机械维修产生的废油（含擦油抹布等）为 0.25kg/台，主体施工期 33 月，设 4 个施工营地，则施工期间机修废油产生量约 2.4kg/d，各施工工区机修废油产生量约 0.6kg/d。

根据《固体废物鉴别标准通则》（GB 34330-2017）的判断，上述副产物均属于固体废物。另外，根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，机修废油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为有毒性和易燃性。施工期间产生的机修废油委托有资质的部门处理。

4.3.1.3 施工期污染源强汇总

综合以上分析，各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放情况等汇总表详见下表。

表4.3-4 施工期各类污染源情况汇总表

时段	类型	污染源	主要污染物	排放量/源强	污染源位置	排放情况
施工期	水污染	生活污水	COD：280mg/L； BOD_5：150mg/L； NH_3-N：25mg/L； SS ：200mg/L	52t/d	施工营地	处理后回用
		施工机械修配及车辆养护含油废水	SS： 500~4000mg/L； 石油类：10~30mg/L	14.04t/d	施工营地	处理后回用
		基坑排水	SS：2000mg/L	/	围堰	处理后回用
		洞室排水	SS：2000mg/L	/	隧洞	处理后回用
		围堰填筑及拆除施工悬浮物	/	0.028kg/s	围堰填筑及拆除施工	处理后达标排放
	大气污染	道路扬尘、爆破粉尘	SS、CO、NOx	/	交通道路路面、引水隧洞	无组织排放、面源
		施工机械废气和大型运输车辆尾气	SO_2、NOx、烃类	/	施工营地	无组织排放、流动点源
	噪声污染	爆破噪声	Leq	130dB	隧洞爆破点	间歇点源
		施工机械噪声	Leq	70-97dB	施工营地	流动点源
	固体废弃物	生活垃圾	生活垃圾	500kg/d	施工营地	当地环卫部门统一清运
		工程弃渣	工程弃渣	12.46 万 m^3	施工营地	运至弃渣场
		建筑垃圾	建筑垃圾	/	施工营地	回收利用
		机修废油	危险废物	0.6kg/d	施工营地	委托有资质单位处理

4.3.2 运行期环境影响因素分析

本工程运行期主要考虑引水工程以及净水厂对地表水、陆生生态、水生生态、大气环境、声环境、土壤、固体废弃物等的环境影响。其中净水厂运行期的工艺流程详见下图。

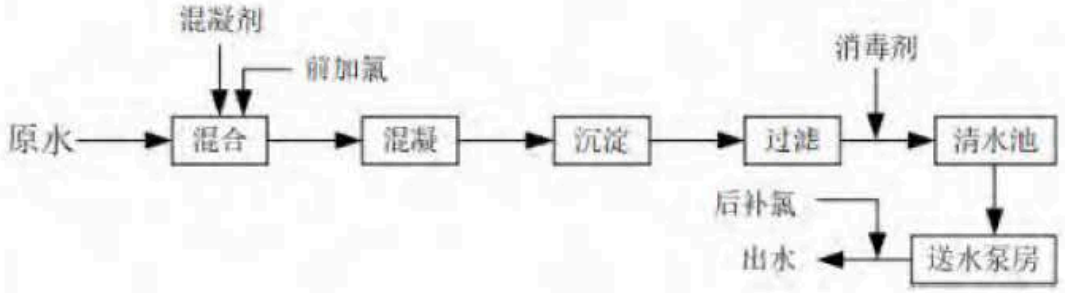


图4.3-2 净水厂净水工艺流程图

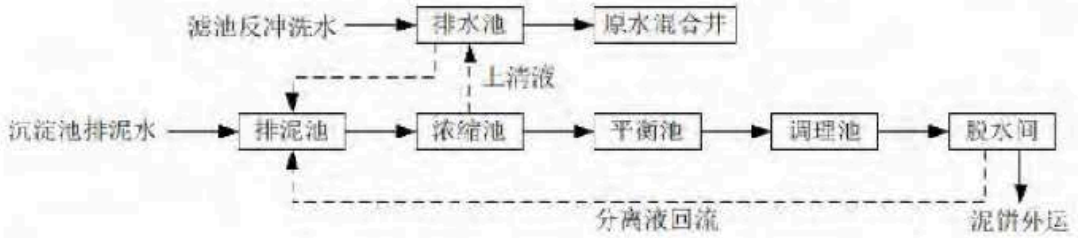


图4.3-3 净水厂排泥水、反冲洗水工艺流程图

净水厂工艺流程简述：

（1）混合

采用聚合氯化铝作为混凝剂，采用湿投，选择设置加药泵的压力投加方式。

混合的目的在于使药剂均匀快速地扩散到所投加的水流中，并使胶体脱稳。本工程采用机械搅拌混合工艺。机械搅拌混合是依靠外部机械供给能量，使水流产生大的紊流。具有水头损失小，适应各种流量变化，能使药剂迅速而均匀的分布在源水胶体颗粒上，具有节约投药量等特点。

（2）絮凝

絮凝在常规水处理工艺有很重要的地位，絮凝效果的好坏对最终出水水质影响很大。水中胶体颗粒脱稳后，在絮凝设施中形成粗大密实且沉淀性能良好的絮体颗粒。为使絮体良好成长，絮凝设施要有能够提供有利于矾花成长的水力条件，增大絮凝体得碰撞几率，提高絮凝效率。

本工程采用折板絮凝池，折板絮凝池是利用在池中加设一些扰流单元以达

到絮凝所要求的紊流状态，使能量损失得到充分利用。折板絮凝池可布置成竖流式或平流式。具有水力停留时间短、絮凝效果好、水头损失小、配水均匀、易于与平流沉淀池合建、操作管理简便等优点。

（3）沉淀

沉淀是净水处理的主要筑构物，不仅对保证出水水质很重要。同时，对通盘考虑净水厂布置也是一个重要的影响因素。

净水处理中的沉淀工艺是指在重力作用下悬浮固体从水中分离的过程。在净水处理中沉淀担负着去除 80～90%以上悬浮固体的作用，是最主要的净水构筑物之一。

本工程采用浊度适应性强，潜力大处理效果稳定的平流沉淀池。沉淀过程中会产生排泥水。

（4）过滤

过滤是自来水厂最关键的处理工艺部分，过滤不仅将水中的浊度降到 1 度以下， 而且可以去除水中的部分有机物等，从而也使水中的细菌、病毒裸露出来，因此， 过滤工艺的好坏直接关系到自来水厂的出水水质。

本工程采用气水反冲洗滤池（V 形滤池）进行过滤，滤池每天进行冲洗产生反冲洗废水。

气水反冲洗滤池是法国开发研制的均质深层截污过滤技术。该池型在我国许多供水工程中引进后，取得了良好的处理效果，从而在国内得到了逐步推广。

气水反冲洗滤池采用均质深层滤料，深层截污，V 形槽进水，布水均匀。石英砂滤料颗粒大，厚度深，截污能力强。池底部采用长柄塑料滤头配水系统，反冲洗采用先气冲，后气水混合洗，表面扫洗的独特形式。因此气水反冲洗滤池具有过滤周期长(比一般滤池长 2～3 倍)，滤料层利用率高，滤后水质好的特点。同时可节省冲洗水量和电耗，是一种高效节能型的过滤设施。具有高度自动化程序控制，可减少运行管理人员。且具有节能、节水、自动化程度高等优点。

（5）消毒

使用二氧化氯作为消毒剂，二氧化氯发生器自制，即用即制，在进水口和出水口加氯的方式消毒。

（6）污泥处理

污泥主要来自净水厂的沉淀池排泥和滤池反冲洗废水。净水厂沉淀池的排泥水含固率一般仅为0.2%～1.0%，需经浓缩后缩小体积，再进行脱水。

通常要求浓缩污泥的含固率达到2%～3%左右，以满足污泥脱水机高效率脱水的需要。本工程拟采用重力浓缩、机械脱水方式，采用板框压滤机。

重力浓缩其本质上是一种沉淀工艺，属于压缩沉淀。浓缩前由于污泥浓度较高，颗粒之间彼此接触支撑。浓缩开始后，在上层颗粒的重力作用下，下层颗粒间隙中的水被挤出界面，颗粒之间相互拥挤得更加紧密。通过这种拥挤和压缩过程，污泥浓度进一步提高，从而实现污泥浓缩。重力浓缩、机械脱水方式的优点是浓缩池大大减少了脱水污泥的体积，有效减少脱水机数量，节省设备投资，降低电耗， 脱水污泥浓度较均匀，使脱水机运行稳定。

经脱水后的泥饼运至生活垃圾填埋场进行处理。

（7）排泥水、反冲洗废水处理

本工程排泥水、反冲洗水均回流。

滤池反冲洗废水排入排水池中，用潜水泵输往原水混合配水井，作为原水回收再利用。

沉淀池排泥水排入排泥池，浓缩池上清液进入排水池，回流至原水混合配水井。浓缩污泥进行脱水后，泥饼外运。

4.3.2.1 地表水环境影响

本工程对地表水环境的影响可分为水源区（工程取水点以下河段）、输水管线、受水区以及净水厂四部分。

（一）水源区水环境影响

（1）对水文情势的影响

工程取水后，取水口下游河段流量会出现的一定程度的减幅，须分析对下游河段水文情势造成的影响。

（2）对下游河段和水环境的影响

水体纳污能力与水量变化有密切关系，取水减少了水域的水量，并可能改变河流水流速度、水位等，直接或间接影响水体自净和承纳污染物的能力。工程建设后，须分析运行调度情况对下游河段水环境的影响。

（3）对河道用水需求的影响

工程取水后，取水口下游河段流量会出现一定程度的减幅，存在影响下游河段的包括生态用水在内的综合用水需求的问题，需分析对河道用水需求的影响。

（4）对区域水资源利用的影响

本工程以石马河作为水源，以保证石马河生产生活用水及生态用水为前提，通过水系连通，实现流域间的生态补水。本工程从石马河取水，一定程度上使得石马河下游河段水量减少，需分析取水可能对区域的水资源利用的影响。

（5）对用水户的影响

本工程从石马河取水，还需分析工程取水对下游用水户用水需求的影响问题。

（二）输水沿线区水环境影响

本工程输水方式分为明渠输水和封闭式（暗涵、管、洞）两种方式，隧洞内部衬砌，地埋式管道主管材使用 PCCP 管以及钢管等。正常情况下，不会出现渗漏产生对沿线地下水位的影响，也不存在影响输水水质的问题。

（三）受水区水环境影响分析

本工程充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

因此，受水区由于用水量增加导致河道退水量增加、水质变化也会对受水区河道水生生境产生一定的影响。

（4）净水厂生活污水以及生产废水的影响

运行期净水厂主要包括自来水厂员工生活污水、净水厂检验室容器设备清洗废水、净水沉淀池排泥水、滤池反冲洗水等。

① 检验室清洗废水

净水厂设检验室对水质进行检测，实验结束后容器内的废液倒入废液收集桶中，然后在容器内装入自来水摇动或浸泡后，重复两次，废水倒入废液收集桶，完成容器头两遍清洗。然后在洗手槽中进行容器、仪器设备等的后续清洗，自来水厂检验室规模很小，对本厂进出水质进行常规检测，用水量约为 0.1t/d

（36.5t/a）。废水产生系数取 0.9，则检验室清洗废水产生量约为 0.09t/d（合约 32.85t/a），经处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准用于厂区绿化，不外排。

② 生活污水

净水厂拟设员工 42 人，净水厂内设宿舍和食堂。参考广东省地方标准《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T1461.3-2021），办公楼（有食堂和浴室）生活用水定额 15m^3/（人·a）。由此可计算得，净水厂生活用水量为 630m^3/a（即 1.73m^3/d）。废水产生系数取 0.9，则净水厂生活污水产生量为 567m^3/a（即 1.55m^3/d）。生活污水经三级化粪池处理后回用于厂区绿化灌溉不外排。

③ 净水废水

净水厂净水过程沉淀池排泥会产生排泥水，每天对滤池进行冲洗会产生冲洗水。滤池反冲洗废水收集至排水池沉淀后上清液回流至原水混合井用于制水；沉淀池排泥水经浓缩后回流至排水池，再流入原水混合井用于制水。本工程无生产废水排放。

a.沉淀池排泥水

根据本工程《初步设计》文本，采用净水工艺排泥水产生量约为净水量的 2%，项目净水量 4 万 m^3/d，则排泥水产生量为 800m^3/d。排泥水中主要污染物为 SS，经浓缩后回流至排水池，再流入原水混合井用于制水。

b.反冲洗废水

根据本工程《初步设计》：滤池冲洗方式为“3L/m^2·s 冲洗 4 分钟，接着 5L/m^2·s 冲洗 6 分钟。反冲洗周期 24h。”滤池每格过滤面积 39.6m^2，总过滤面积 237.6m^2，则每天反冲洗废水量为 237.6×（0.003×4×60+0.005×6×60）=598.75m^3。滤池反冲洗废水收集至排水池沉淀后上清液回流至原水混合井用于制水。

类比同类型建设项目，项目废水主要污染物源强见下表。

表4.3-5 本工程废水主要污染物源强一览表

污染源	水量	污染物种类	产生情况		处理措施	处理后		去向
			产生浓度 mg/L	产生量 t/a		排放浓度 mg/L	排放量 t/a	
生活污水	567	CODcr	200	0.113	三级化	150	0.085	厂区绿
		BOD_5	150	0.085		100	0.057	

污染源	水量	污染物种类	产生情况		处理措施	处理后		去向
			产生浓度 mg/L	产生量 t/a		排放浓度 mg/L	排放量 t/a	
		SS	150	0.085	粪池	100	0.057	化浇灌
		NH_3-N	20	0.011		20	0.011	
检验室清洗废水	32.85	CODcr	150	0.005	/	150	0.005	
		BOD_5	100	0.003		100	0.003	
		SS	100	0.003		100	0.003	
		NH_3-N	20	0.001		20	0.001	

4.3.2.2 地下水环境影响

本工程输水方式分为明渠输水和封闭式（暗涵、管、洞）两种方式，隧洞内部衬砌，地埋式管道主管材使用 PCCP 管以及钢管等。管道、隧洞均考虑衬砌及防水措施，运行期与外部没有水力联系，对地下水环境没有影响。

4.3.2.3 环境空气影响

本工程在运行期间对环境空气的影响主要考虑净水厂，主要分为两个方面：一是净水厂污泥浓缩与脱水过程中产生的轻微异味；二是食堂油烟排放。

（1）臭气

净水厂净水过程原水中的悬浮物会沉淀产生污泥，成分主要为泥沙含有机质很少，故污泥产生的臭气轻微。类比同类型自来水厂，预计净水厂边界臭气浓度值<20（无量纲），满足《恶臭污染物排放标准》（B1455493）表 1 恶臭污染物厂界二级新扩改建标准值，不会对周边大气环境产生明显不良影响。

（2）油烟

净水厂设职工食堂一个，采用清洁能源石油液化气作为燃料，其燃烧后产生的大气污染物较少，可忽略。食物在烹饪、加工过程中将挥发出油脂、有机质及热分解或裂解产物，从而产生油烟废气。根据对项目用餐人员数量（按 42 人计），按人均食用油日用量约 30g/人·d，一般油烟挥发量占总耗油量的 2～4%，平均为 2.83%，则项目油烟产生量 35.66g/d。食堂共设置 1 个灶头，每天工作 5h，每年 365 天，油烟风量 2000m^3/h，食堂油烟用集气罩收集经 1 套油烟净化装置处理后引至楼顶排放，油烟净化装置去除率为 60%，则本工程食堂油烟产排情况详见下表。

表4.3-1 食堂油烟产排情况

油烟	产生情况	废气量（m^3/h）	产生浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）
		2000	3.57	0.013
	治理措施	集气罩收集采用油烟净化装置处理，处理效率 60%		
	排放情况	废气量（m^3/h）	排放浓度（mg/m^3）	产生量（t/a）
		2000	1.43	0.005

本工程食堂规模小，仅供内部员工就餐，油烟经油烟净化器净化后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求，不会对周边大气环境造成明显不良影响。

4.3.2.4 声环境影响

本工程运行期主要考虑净水厂各类水泵、空气压缩机等设备运行噪声。净水厂噪声源强详见表 6.5-4。

4.3.2.5 生态环境影响

（一）对陆生生态的影响

工程占地影响区无保护植物分布，对其它植物的影响主要表现为工程占地对其造成的一次性破坏以及由此产生的生物量损失。工程运行后，除净水厂等永久占地外，工程管线大部分以穿山隧洞为主，部分埋管占地在施工结束后将恢复原土地利用状况，不存在生态阻隔问题，也基本不改变景观体系的结构。

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

（二）对水生生态的影响

本工程建成运行后，由于引水改变了取水口下游河道原有的径流状况造成一定影响，对浮游生物、水生植物的生境条件，以及鱼类生境可能会产生相应的影响。

4.3.2.6 固体废弃物影响

本工程运行期主要考虑净水厂固体废弃物的影响，净水厂运行期主要产生员工生活垃圾，净水厂检验室废液和废试剂瓶，净水厂保养废机油及含油手套抹布，净水厂的净水污泥，废包装材料。

（1）生活垃圾

本工程运行期间净水厂工作人员约 42 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d

计，则运行期间净水厂生活垃圾产生量为 42kg/d。生活垃圾进行分类收集，定点堆放，委托当地环卫部门统一清运。

（2）净水厂检验室废液和试剂瓶

本工程净水厂设检验室对水质进行检测，会产生检验废液和废试剂瓶，产生量约 0.2t/a，属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW49 危险废物，废物代码 900-047-49，委托有危险废物处理资质单位回收处理。

（3）废机油及含油手套抹布

净水厂等机械设备维修保养会更换产生废机油、含油手套抹布，产生量分别约 0.4t/a、0.1t/a。废机油属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW08 危险废物，废物代码 900-214-08；含油手套抹布属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW49 类其他废物，废物代码 900-041-49。本工程产生的废机油及含油手套抹布委托有危险废物处理资质单位回收处理。

（4）净水厂污泥

净水厂在净水过程会产生污泥，参考《室外给水设计标准》（GB50013-2018），净水厂设计处理干污泥量可按下列公式计算：

$$S=（k_1C_0+k_2D）\times k_0Q_0\times10^{-6}$$

式中：C0：原水设计浊度取值（NTU）；

k_1：原水浊度单位 NTU 与悬浮固体单位 mg/L 的换算系数；

D：混凝药剂投加量（mg/L），取 10mg/L；

k_2：混凝药剂转化成干泥量的系数。取 1.53；

Q：自来水厂设计规模（m^3/d），本工程设计为 40000m^3/d；

k_0：自来水厂自用水量系数，取 1.05；

S：干污泥量（t/d）。

其中k_1C_0可以用原水设计 SS 浓度代替，根据上述公式计算得自来水厂净水过程干污泥产生量 $S=（25+1.53\times10）\times1.05\times40000\times10^{-6}=1.693$t/d，经板框压滤后污泥含水率接近 60%，则自来水厂湿污泥产生量约 4.232t/d、1544t/a。对照《国家危险废物名录》（2021 年版），本工程产生的污泥不属于危险废物，为一般固体废物，暂存于项目污泥间内，定期运往生活垃圾填埋场处理。

（5）原辅料废包装材料

本工程聚合氯化铝、聚丙烯酰胺等原辅材料的使用会产生废包装材料，预计产生量约为0.5t/a，本工程产生的原辅料废包装材料外售废品收购公司回收综合利用，对环境影响不明显。

4.3.2.7 土壤环境影响

本工程运行期主要考虑净水厂场地土壤可能受到污染的污染源，主要包括加氯加药间、危废间。原辅材料均为密闭袋装或桶装贮存，贮存车间硬底化处理；危险废物贮存间设置在机修间内部，应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）有关规范设计，按要求做好防渗措施后，不会通过地表漫流、下渗的途径进入土壤。

本工程营期废气主要为污泥浓缩、脱水产生的少量异味，基本无大气沉降影响。

综上所述，本工程对周边土壤的影响较小。

4.3.2.8 运行期污染源强汇总

综合以上分析，各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放情况等汇总表详见下表。

表4.3-2 运行期各类污染源情况汇总表

时段	类型		污染源	主要污染物/环境影响	排放量/源强	污染源位置	排放情况
运行期	地表水环境影响	引水工程	水源区	水文情势、下游河段和水环境的影响、河道用水需求的影响、区域水资源利用的影响、用水户的影响	/	水源区	/
			输水沿线区	地下水位的影响	/	输水沿线区	/
			受水区	河道水生生境	/	受水区	
		净水厂	生活污水	COD：200mg/L； BOD_5：150mg/L； SS：150mg/L； NH_3-N：20mg/L；	1.55t/d	净水厂	处理后回用厂区绿化
			净水厂检验室容器设备清洗废水	COD：150mg/L； BOD_5：100mg/L； SS：100mg/L； NH_3-N：20mg/L；	0.09t/d	净水厂	
			净水沉淀池排泥水	/	/	净水厂	回用于制水
			滤池反冲洗水	/	/	净水厂	
	大气污染		净水厂污泥浓缩与脱水过程中产生的轻微异味	臭气浓度	/	净水厂	无组织排放、面源
			油烟	油烟	0.005t/a	净水厂	油烟净化器净化后引至办公楼楼顶排放
	噪声污染		设备运行噪声	Leq	75-90dB	净水厂	间歇点源
	固体废弃物		生活垃圾	生活垃圾	42kg/d	净水厂	当地环卫部门统一清运
			净水厂检验室废液和试剂瓶	净水厂检验室废液和试剂瓶	0.2t/a		委托有危险废物处理资质单位回收处理
			废机油及含油手套抹布	废机油及含油手套抹布	0.5t/a		
			净水厂污泥	净水厂污泥	1544t/a		定期运往生活垃圾填埋场处理
			原辅料废包装材料	原辅料废包装材料	0.5t/a		外售废品收购公司回收综合利用

4.3.3 工程占地

本工程建设征地范围不涉及移民安置。

本工程占地总面积为 24.08 hm^2，其中占用的林地 9.44 hm^2，涉及的植被类型主要为桉树林和竹林；占用的园地 1.81 hm^2，主要为柚子树；占用的耕地 7.95 hm^2，主要为番薯地、南瓜地等菜地；占用的草地主要为白花鬼针草、类芦等灌草从。由此可知，工程占地会破坏部分植被，但受影响的植被为本区域常见的植被类型工程建设不会引起区域植被类型发生明显的变化，也不会造成某种植被类型的消失，且临时占地占总占地面积的 90.9%，施工结束以后，对临时占地进行复耕复绿，恢复植被，可以进一步降低工程对生态环境的影响。

本工程工程永久占地和临时占地面积情况详见表 3.6-1。

5 环境质量现状调查

5.1 自然环境概况

5.1.1 地理位置

梅州市位于广东省东北部，东北邻福建省的武平、上杭、永定、平和 4 县，西北接江西省寻乌县，西面连广东省河源市的龙川县、东源县、紫金县，西南、南面与汕尾市的陆河县、揭阳市的榕城区、揭西县相接，东南面和潮州市郊区、饶平县相连。全市总面积 15836km^2。

本工程位于兴宁市，位于广东省东北部，处于东江、韩江上游，东邻梅县，西接五华、龙川，南连丰顺，北界平远，与江西寻邬接壤，作为粤闽赣边区域性陆路交通枢纽，距广州市 377 千米、汕头 185 千米、深圳 347 千米、江西寻乌 128 千米、福建龙岩 282 千米、梅州市 57 千米。总土地面积 2105 平方千米，按流域计算：兴宁市属于韩江流域的有 1845 平方千米，占全市总面积 87.6%，属于东江流域的有 260 平方千米，占全市总面积 12.4%。

5.1.2 气象气候

兴宁市属南亚与中亚热带过渡气候，年平均气温 21.5℃。常年最热月是 7 月，平均气温 28.5℃，极端最高气温出现在 8 月份左右，达到 37.4℃；常年最冷月是 1 月，平均气温 11.4℃，极端最低气温出现在 12 月左右，达到零下 0.2℃。年平均降雨量 1596.9 毫米，夏季降雨最多，占年降雨量的 41.5%。年平均日照时数 1814.2 小时，风向比较稳定，以西北风频率最高，东南风次之。自然环境优越，无霜期长，光照充足，四季宜耕宜牧。

5.1.3 地形地貌

兴宁市处于粤东北山丘地带，主要受北东至南西走向的莲花山脉和罗浮山脉控制，境中部为平原地形，为轴向北西的不对称向斜盆地，北东和南西边界受两条走向北北西的断层控制，盆地长 40km，宽 8~12km，面积约 400km^2，四周环以群山。地形地势总趋势是北西向南东逐渐下降，而南部则由南向北递降。南北狭长，北起阳天嶂（1017m），南至铁牛牯峰（海拔 998m）直线距离

100km；东西最宽处，径心分水坳（海拔 400m）至叶南筠竹场（海拔 300m）直线距离 36km。

本市地貌类型主要分为五类：平原、阶地、台地、丘陵、山地。其中，海拔 200m 以下的平原、阶地、台地等 3 类占总面积的 38.1%；海拔 200m 至 400m 的丘陵占 49.69%；海拔 400m 以上的山地占 12.21%。

本市地层岩性较为齐全，沉积岩、岩浆岩、变质岩、火山岩均有产出，岩石种类达 55 种。

5.1.4 自然资源概况

兴宁底层岩性种类丰富，地址构造运动相当频繁，褶皱、断裂比较强烈，成矿条件良好，是广东省重点矿产资源市之一。据地矿部地质队的普查勘探，目前兴宁境内已初步探明矿产有 33 种，矿点达到 230 处以上。据初步调查统计，兴宁全市共有野生动物 85 科 117 属 224 种，其中国家一级保护动物有穿山甲（Manis pentadactyla）、大灵猫（Viberra zibetha）、小灵猫（Viverricula indica）3 种，国家二级保护动物有水獭（Lutra lutra）、水鹿（Cervusunicolor）、褐翅鸦鹃（Centropus sinensis）、松雀鹰（Accipiter virgatus）、领鸺鹠（Glaucidium brodiei ）、斑头鸺鹠（Glaucidium cuculoides ）、红隼（Falcotinnunculus）、三线闭壳龟（Cuora trifasciata）、蟒蛇（Python molurus）、虎纹蛙（Hoplobatrachus chinensis）等。据初步调查统计，全市共有维管束植物 194 科 630 属 1187 种，其中蕨类植物 29 科 52 属 92 种，裸子植物 7 科 7 属 9 种，被子植物 158 科 571 属 1086 种。另外，兴宁市分布有国家级保护植物金毛狗（Cibotiumbarometz）、水蕨（Ceratopteris thalictroides）、巴戟天（Morinda officinalis）、福建柏（Fokienia hodginsii）、穗花杉（Amentotaxus argotaenia）、红豆杉（Taxuswallichiana ）、楠木（ Phoebe zhennan ）、降香（ Dalbergia odorifera ）、格木（Erythrophleum fordii）、土沉香（Aquilaria sinensis）、苦梓（Gmelina hainanensis）、龙眼（Dimocarpus longan）等。

5.1.5 水文特征

兴宁市境内主要分布有北部的东江流域与南部的韩江流域这两大水系流域。兴宁北部的罗浮镇属东江流域，镇内河溪均流入东江上游的渡田河；兴宁

其余 19 个镇（街道）属韩江流域，19 个镇街内的河溪均直接或间接流入韩江上游的梅江。

（1）东江水系

东江为珠江流域三大水系之一，发源于江西省寻乌县桠髻钵山，源区包括寻乌、安远、定南三县，上游称寻乌水，在广东省的龙川县合河坝与安远水汇合后称东江。东江在兴宁罗浮镇西面由北向南流经。罗浮镇内的东江主要河流支系包括北面的大信河、信西河、上下估沥和南面的罗浮水。大信河起于新南村老虎塘，由东南向西北于蕉坑村大桥头进入江西省界，在江西省境内汇入东江，罗浮镇境内全长约 17km。信西河起于蕉坑村，由东向西于浮美村汇入东江，罗浮镇境内全长约 11km。罗浮水起于罗坑水库上游，由东向西于勤光村汇入东江，罗浮镇境内全长约 25km。

（2）梅江水系

梅江从五华流进兴宁、上游称琴江，流经兴宁市水口镇，在布头出梅县畲坑。梅江在兴宁境内长 14.7km，河面宽 150-200m。梅江的支流中流域面积最大的宁江贯穿兴宁南北，北起罗浮上下畲，南至水口圩汇合梅江，全长 107km，从合水至水口主干河道长 57.5km，沿途接纳罗岗河、黄陂河、石马河、洋陂河、麻岭河、笃陂河等支流水汇入，宁江全河流域面积 1364.7km2，占全市总面积的 65%。梅江其他主要支流还包括宋声水、荷树水、径心水、布头水、马章河、坪宫水和官水等。

（3）水库

兴宁市现有大小蓄水工程 1450 宗，其中包括大型水库 1 宗、中型水库 3 宗、小型水库 139 宗和塘坝 1307 宗，总库容 3.21 亿 m^3，兴利库容 1.57 亿 m^3，现状供水能力 3.79 亿 m^3，设计供水能力 3.77 亿 m^3，占地表水供水工程设计供水能力的 81%，为最大的供水来源。

本工程涉及或者周边水库和河流情况如下：

（1） 石壁水库

石壁水库位于兴宁市龙田镇石壁村，宁江流域一级支流石马河中游，距离兴宁城约 17km。石壁水库兴建于 1957 年冬，1958 年 4 月初步建成运行，后经 1960 年、1961 年、1962 年三年续建，1974 年的安全加固，1985 年的排淤泄洪工程，2009 年的水库除险加固工程，形成现状。

石壁水库坝址以上集雨面积 102km^2，干流河长 26.8km，河流坡降 6.7‰，是以防洪为主，结合灌溉发电的中型水库。石壁水库配合合水水库进行防洪调度，保宁江堤防安全，捍卫下游安全。下游防护区内有兴宁市镇、国防机场、205 国道、206 国道、省道及广梅汕铁路和梅隆铁路等重要设施，防护人口达 50 多万人。石壁水库原设计灌溉面积 1.79 万亩，灌区分布于龙田、宁中、合水、龙北四个镇，目前实际灌溉面积 1.25 万亩。水库坝后电站原设计装机容量为 840kW。

水库大坝为均质土坝，最大坝高 26.5m。水库设计洪水位 160.13m(P＝2%)，相应库容 970.27 万 m3；校核洪水位 160.36m(P＝0.1%)，相应库容 1005.55 万 m3，正常蓄水位 155.0m，相应库容 543.67 万 m3；死水位 140.0m，相应库容 36.9 万 m^3。水库主要建筑物包括大坝、排淤泄洪闸、输水涵管及电站厂房等。

（2）和山岩水库

和山岩水库位于兴宁市东北部宁中镇(并镇前为宁塘镇)大茔村，宁江流域一级支流和山河中下游，距离兴宁城区 7km。

和山岩水库坝址以上河流长度为 17km，控制集雨面积为 32.5km2，河流平均比降为 7.4‰，是一座以防洪为主、保障灌溉、结合发电、等综合利用的中型水库。主坝最大坝高 22.36m，坝顶长 170m，坝顶高程为 165.54m。主坝左岸设开敞式溢洪道一座，闸门型式为钢弧形门(6×4m)。溢洪道堰型为无坎宽顶堰，堰顶高程 156.34m，泄槽净宽 6m，最大控泄流量 40m3/s，设底流消能。主坝右岸设钢筋砼圆涵一条长 120.8m，直径 1.13m。涵头设铸铁闸门，手电两用螺杆式启闭机启闭。坝后电站装机两台共 200kW(125+75)。水库有副坝两座。Ⅰ号副坝长 87.4m，输水涵一条长 85m；Ⅱ号副坝长 31.6m。库尾公陂引水隧洞一条长 240m，宽 1.2m，高 1.5m，拦河引水陂以上集雨面积 15.8km^2。

和山岩水库按 50 年一遇设计，1000 年一遇校核。死水位 149.12m，正常蓄水位 156.94m，设计兴利库容 613 万 m^3，设计洪水位 159.32m，校核洪水位 160.61m，总库容库容 1289 万 m^3。

（3）和山水库

和山水库位于和山岩水库上游，大坝坝址距离和山岩水库大坝坝址 4.7km。和山水库坝址以上控制集雨面积 21.4km^2，河流长度 11km，河流比降 35%，是

一座以灌溉为主，结合防洪、发电、养殖的国管小(1)型水库。正常蓄水位167.08m(1985高程基准，下同)，相应库容101.61万m3，30年一遇设计洪水位169.99m，相应库容156.59万m^3，500年一遇校核洪水位170.95m，相应库容183.64万m^3，水库死水位159.12m，相应库容12万m^3。

和山水库工程由大坝、溢洪道、输水涵等建筑物组成。大坝为均质土坝，坝顶高程为169.86m，坝高11.5m，坝顶长115m， 宽3.33m。溢洪道由进水段、控制段、泄槽段、消能段组成。溢洪道为开敞式宽顶堰，堰顶高程167.68，堰宽18m，消力池为底流消能。 输水涵位于主坝左岸，为钢筋砼涵，长67m，内径0.6m。涵管进口设闸门控制，斜拉式拉杆启闭。涵头进口高程159.12m，出口高程158.62m。

（4）石马河

石马河又称信古水，发源于石马镇寨高围。集雨面积154km^2，河长32km，平均坡降4.86‰。石马河水土流失严重，河道水库有淤积，水源较缺，灌溉条件差。流域内已建成中型石壁水库，由于水土流失的原因，水库淤积严重，有效库容有所减少。

本次石马河取水口位于石马河洋门村段，距离石壁水库坝址约7.6km，取水口以上集雨面积79.39km^2，占石壁水库坝址以上集雨面积的77.8%。

（5） 和山河

和山河发源于宝山下，主流自东北向西南汇入宁江河。集雨面积45.0km^2，河长23km，平均坡降5.33‰。上游为低山区，下游为平原。流域内已建有中型和山岩水库。

（6）宁江

宁江（古称左别溪）贯穿兴宁南北，是流域面积最大的梅江支流，北起江西寻邬荷峰畲，南至水口圩汇合梅江，全长107km，从合水至水口主干河道长57.5km，沿途接纳32条山溪小河，流域面积1364.75km^2，占全市总面积的65%。宁江是兴宁市的主要河流，流域内支流较多，东边有黄陂水、石马河、罗岗水和永和水四条集雨面积100km^2以上的二级支流，还有五条小支流汇入区间，西边还有九条小支流汇入。

宁江河地形狭长，东、西、北三面地势高，中部、南部地势低，由于三面向内倾斜。每逢暴雨，奔流直泻，而宁江河道既窄且曲折，故易溃堤成灾。

5.1.6 水文径流

（1）石壁水库径流成果

石壁水库建成至今有 1959～2021 年的实测月径流资料，径流资料根据库水位和出库流量资料还原。资料系列比较长，可以代表石壁水库径流情况，因此采用石壁水库实测径流资料进行相应的水利计算。

经统计，石壁水库多年平均径流深 593.97mm，多年平均年径流量为 6058.5 万 m^3（1.92 m^3/s），径流计算成果见下表：

表5.1-1 石壁水库多年平均径流年内分配表

统计时段	月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	全年
1959～2021	Q(m^3/s)	0.21	0.27	0.34	0.18	0.22	0.20	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07	0.12	1.92
	分配比	10.7%	14.0%	17.5%	9.6%	11.4%	10.3%	5.3%	3.8%	3.7%	3.6%	3.8%	6.5%	100

（2）石马河取水口径流成果

由于石马河取水口集水控制流域缺乏实测雨量资料，工程初步设计报告以下游石壁水库为设计依据站，采用面积指数搬家法分析得到取水口来水。石马河取水口多年平均径流以及年内分配成果见表下表。

表5.1-2 石马河取水口多年平均径流年内分配表

取水口	集雨面积（km^2）	月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	全年
石马河洋	79.39	径流总量（万 m^3）	504.55	658.64	823.36	450.89	536.46	487.09	251.07	177.69	172.78	172.09	177.74	304.43	4715.5

门村		分配比	10.7%	14.0%	17.5%	9.6%	11.4%	10.3%	5.3%	3.8%	3.7%	3.6%	3.8%	6.5%	100

（3）和山岩水库径流成果

根据工程初步设计报告，和山岩水库年径流量年内分配结果见表下表：

表5.1-3 和山岩水库设计年径流量成果表

名称	年径流量(万 m^3)	不同频率年径流量(万 m^3)					
		10%	20%	50%	75%	90%	95%
和山岩水库	1950.0	2859.7	2489.2	1871.0	1457.0	1142.3	978.5

5.1.7 水文地质条件

5.1.7.1 地质情况

根据 1：20 万兴宁幅幅地质图及说明书资料显示，工程区内主要分布有印支期花岗闪长岩(γδi)及闪长岩(δi)、白垩系上统南雄群(K2nna)、下第三系丹霞群(Edn)、下古生界(Pz1)变质岩及第四系冲积层、坡残积层，现由老到新分述如下：

(1) 第四系冲积层：主要由河流冲积砂和粘性土组成，分布在河床和山间较为低洼的地带。

(2) 白垩系上统南雄群(K2nna)：紫红色砂岩，砾岩夹紫红色含砾砂岩，石英砂岩，局部夹有紫红色页岩，流纹岩。分布在区内兴宁盆地四周，厚度 100～2410m，岩层产状 N50～60° W/SW∠10～20°，往北岩层倾角逐渐变陡，跟下伏岩层呈不整合接触。

(3) 下第三系丹霞群(Edn)：岩性为褐红色砾岩，砂岩和泥质粉砂岩。分布于区内盆地中心，与(K2nna)呈不整合接触。厚度大于 2500m，岩层产状 N50～60° W/SW∠5～10°。

(4) 侵入岩

印支期花岗闪长岩(γδi)及闪长岩(δi)，主要分布于区内东部部份地区，分布范围较小。

燕山期黑云母花岗岩，按其形成年代分为一期(γy1)、二期(γy2)及三期(γy3)，侵入于下侏罗统砂页岩中，其岩性主要为辉长岩、角闪岩、花岗岩及煌斑岩等，主要分布在区内的东部及西部部份地区。

(5) 下古生界(Pz1)变质岩

以灰绿色的变质页岩、石英砂岩、硅质砂岩、变质砂岩为主，下部：底界未见、黄绿、灰绿中粒变质石英砂岩，长石石英砂岩夹灰绿色变质页岩、局部夹黑色页岩，该层厚度大于 1000m。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)(1/400 万)，工程区地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动加速度反映谱特征周期参数为 0.35s，地震基本烈度为Ⅵ度区。

（6）本工程场地地质情况

拦河水陂：陂线河道相对宽广，陂址河道平直，两岸山体雄厚，地形较为对称，自然边坡稳定。河床堆积有山涧河流冲洪积物，为砂砾卵石层，河床底部局部有基岩出露。**场地岩层为燕山期(γ)花岗岩，岩石较单一，从区域地质图上看，无深大断层及活动性断裂穿越场区**。断裂构造的活动性弱，对拦水陂工程影响不大。岩层构造较简单，对拦河水陂工程建设有利。总体评价拦水陂工程地质条件良好。

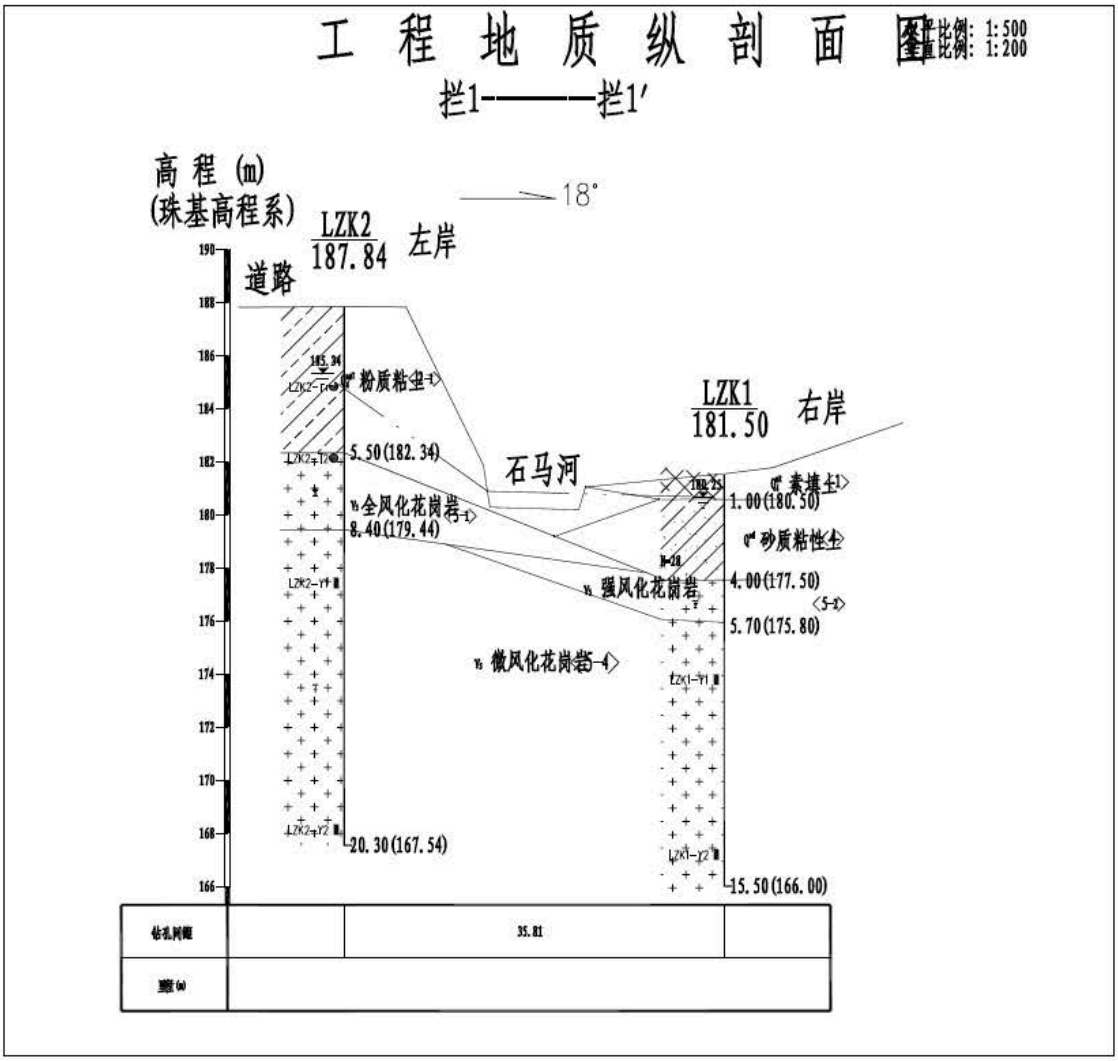


图5.1-1 拦河水陂工程地质图

引水隧洞：引水隧洞区内地质构造以裂隙为主，未发现区域性断裂通过，基底由加里东期的片麻状细粒花岗岩及燕山期地层组成，浅部被第四系地层掩盖。盆地受北东及北西向断裂联合控制，沉积厚度大于300m。兴宁红层盆地两侧的张性断层展布于盆地东西两侧。隧洞区内基底由燕山期花岗岩地层组成，覆盖厚度大于500m。岩石裂隙发育，区域性断裂对本工程影响不大。

临时施工支洞：隧洞区内地质构造以裂隙为主，未发现区域性断裂通过，基底由加里东期的片麻状细粒花岗岩及燕山期地层组成，浅部被第四系地层掩盖。盆地受北东及北西向断裂联合控制，沉积厚度大于 300m。兴宁红层盆地两侧的张性断层展布于盆地东西两侧。隧洞区内基底由燕山期花岗岩地层组成，覆盖厚度大于 500m。岩石裂隙发育，区域性断裂对本工程影响不大，总体评价隧洞工程地质条件良好。

根据《兴宁市城乡一体化水资源配置－石壁水库与和山岩水库水系连通工程·工程地质勘察报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司），勘察单位委托对连通引水隧洞范围进行放射性核素 (226Ra、232TH、40K) 等浓度和含量取样进行测试工作，γ、β 值选取 5 个钻孔现场采用测试仪进行测试，现将测试成果进行统计如下：

表5.1-4 岩石放射性测试统计表

试验指标 \ 工程名称		引水连通隧洞		
		最小值	最大值	平均值
放射性核素	^{226}Ra	28.7	70.9	49.8
	^{40}K	126	458	292
	^{232}TH	74	177	125.5
	内照射指数 I_{Ra}	0.14	0.35	0.25
	外照射指数 I_r	0.47	0.90	0.69
	γ	0.08	0.14	0.11
	β	0.12	0.19	0.15

注：隧道结构范围内试验数值。

根据检测结果评价隧洞范围内放射性核素、照射指数和核辐射指数满足规范 GB18871 和 GB11215 的要求，对隧洞开挖施工影响不大。

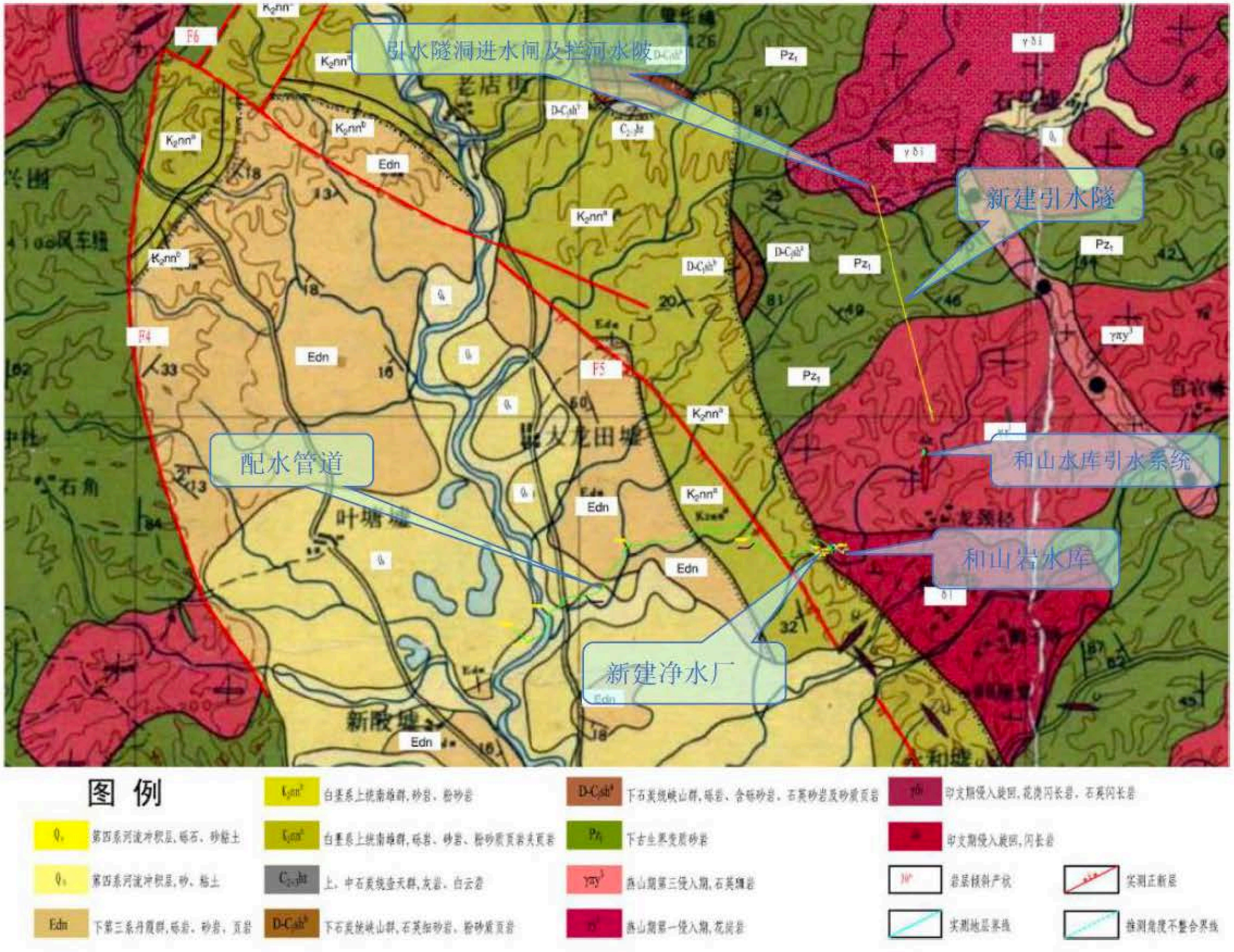


图5.1-2 工程沿线地质图

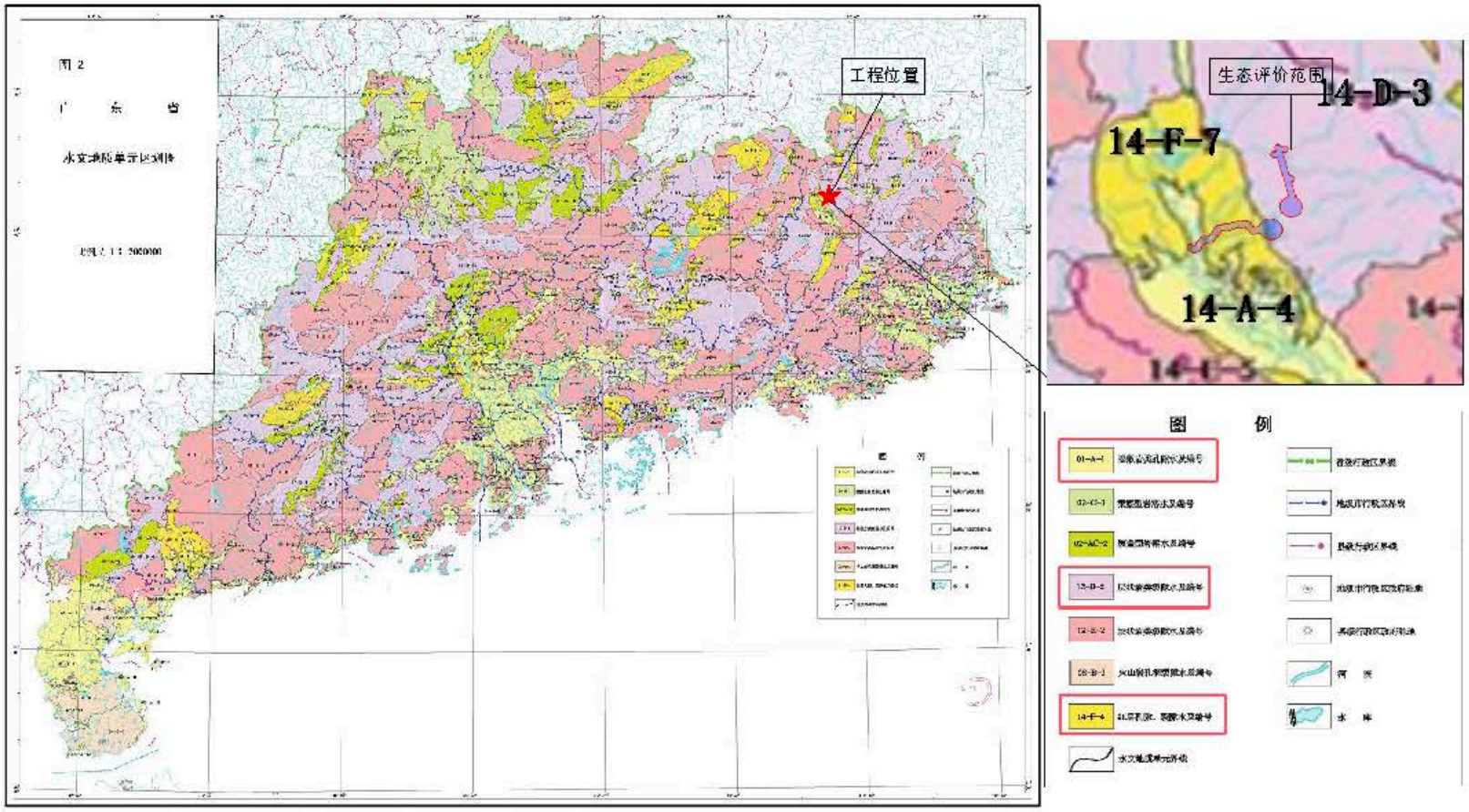


图5.1-3 本工程所在地水文地质单元图

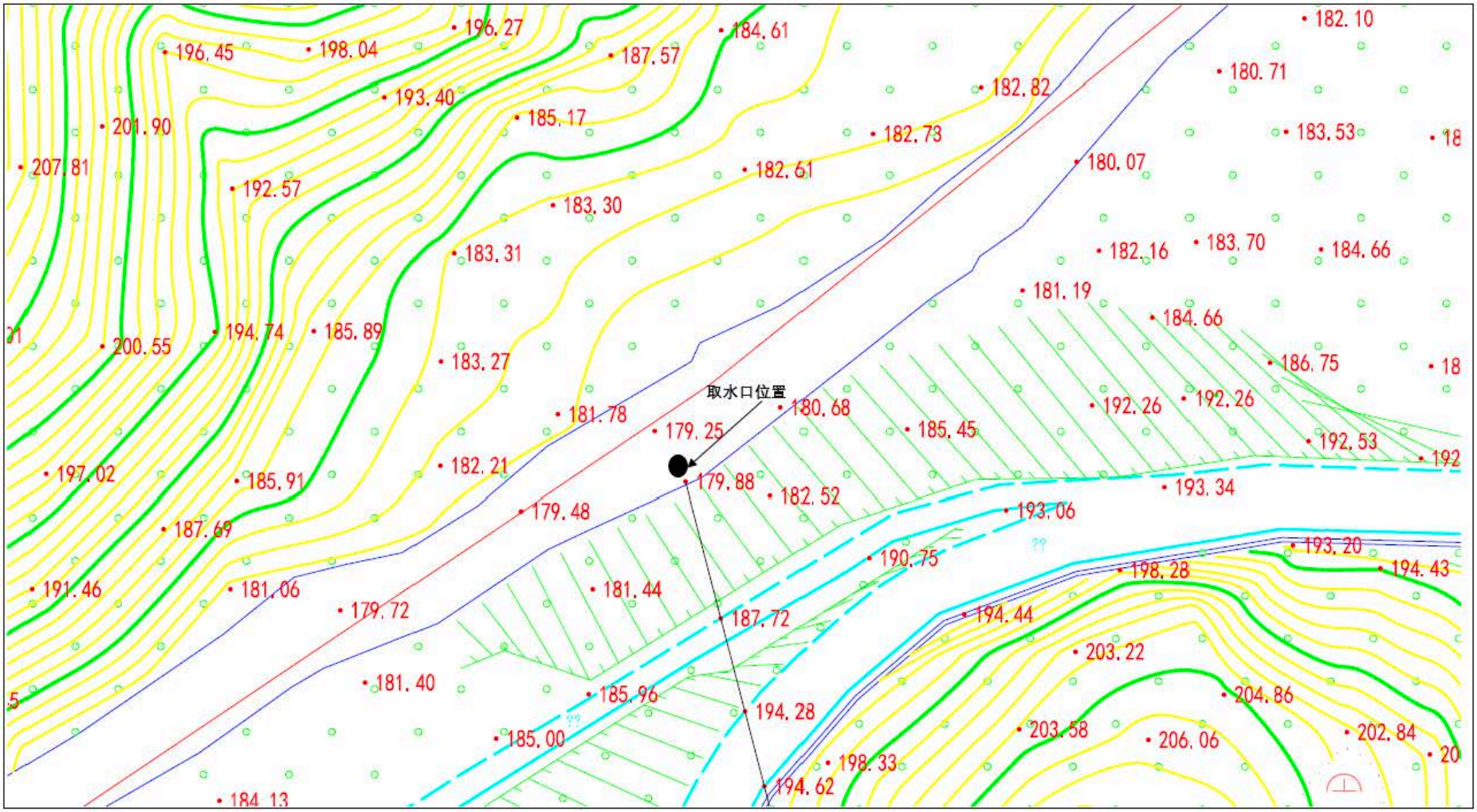


图5.1-4 取水口水下地形图

5.1.7.2 地下水的赋存条件与补给

1)、地下水位

地下水位的变化受地形地貌、赋存条件、补给及排泄方式等因素影响，地下水位受地形变化影响，勘察期间揭露地下水稳定水位埋深为 0.50~7.80m，标高为 111.82~236.10m。每年 5~10 月为雨季，大气降雨充沛，水位会明显上升，而在冬季因降雨减少，地下水位随之下降，根据区域水文资料，地下水位年变化幅度为 1.00~2.00m。

2)、地下水类型

地下水类型按其赋存方式可分为：第四系松散层孔隙潜水和基岩风化裂隙水，其主要特征分述如下：

（1）第四系松散层孔隙水(O)

场地第四系孔隙水主要赋存于第四系冲洪积沉积的中粗砂层<2-3>，其赋存条件直接与砂土的粒度成份有关，一般砂质颗粒粗、分选好、较为纯净的层位，径流通畅，渗透性好，含水较丰富；砂质颗粒细、含粉粘粒成份的层位，相对径流差，渗透性低，水量偏小，本场地砂层具中等一强透水性。由于冲洪积土层、河湖相淤泥质土含水性贫乏，透水较差，多属弱、微透水层。

（2）基岩风化裂隙水

基岩风化裂隙水主要赋存于强风化层和弱风化岩层中，由于风化基岩深度及裂隙发育程度的差异，基岩风化裂隙水赋存不均一、不稳定，其富水程度与渗透性也不尽相同，在裂隙或构造发育地段，有一定富水性。由于强风化带上部全风化岩和残坡积土以土性为主，透水性差在一定程度上起到相对隔水作用，因此本层基岩风化裂隙水具承压水特征。

3)、地下水的补给与排泄

第四系孔隙水和基岩风化裂隙水水力联系密切，地下水补给主要来源于大气降水垂向渗流补给，第四系潜水主要赋存在第四系砂层中，其补给主要靠大气降水；基岩风化裂隙水主要由第四系砂层越流补给;排泄主要表现为大气蒸发或向冲沟、低洼地段等渗流排泄，地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄等关系密切。

5.2 地表水环境质量现状调查与评价

5.2.1 水资源利用现状

5.2.1.1 水资源量

根据《梅州市2023年水资源公报》：

1、降雨量

表5.2-1 兴宁市2023年降雨量统计表

行政分区	计算面积（km^2）	2023年降雨量		多年平均降水量（亿m^3）	与上年比较	与多年平均值比较
		mm	亿m^3			
兴宁市	2080	1786	37.15	31.41	+4.18%	+18.27%

2、地表水资源量

表5.2-2 兴宁市2023年地表水统计表

行政分区	计算面积（km^2）	地表水资源量（亿m^3）	径流深（mm）	多年平均水量（亿m^3）	与上年比较	与多年平均值比较
兴宁市	2080	17.28	831	16.06	+9.09%	+7.60%

3、地下水资源量

兴宁市2023年地下水资源量为4.91亿m^3。

4、本次水资源总量

由于梅州地处山丘区，地下水资源直接以降雨和地表径流为补给源，并以河川基流的形式与地表水资源重复交替转换，因此，兴宁市浅层地下水资源量基本上是地表水资源的重复计算量，2023年兴宁市水资源总量为17.28亿m^3。

5.2.1.2 水资源开发利用情况

兴宁市2023年地表水资源开发率为23.24%，地下水开采率为0.32%。

表5.2-3 2023年兴宁市水资源开发利用程度

行政区	地表水资源量（亿m^3/a）	地表水源供水量（亿m^3/a）	开发率（%）	地下水资源量（亿m^3/a）	地下水源供水量（亿m^3/a）	开发率（%）
兴宁市	17.28	4.016	23.24%	4.91	0.0158	0.32%

兴宁市总供水量为40592万m^3，其中蓄水工程为33108万m^3，引水工程为4086万m^3，提水工程为2967万m^3，地下水工程为158万m^3，其他水源工程为273万m^3。

5.2.1.3 兴宁市供水现状

根据《梅州市城乡供水保障规划(2021-2035年)》：

一、现状供水厂

(一)城区。

兴宁市城区由1个水厂供水--兴宁市第二自来水厂，解决城区及周边地区40万人饮水，能满足现状用水需求。

兴宁市第二水厂位于合水镇，水源来自合水水库，现状设计规模10.8万m^3/d。兴宁市第二水厂主要供水对象是兴宁城区生活和生产用水。

兴宁市现状工业园广州天河(兴宁)产业转移工业园位于叶塘镇，现状水源为合水水库，由兴宁市第二水厂供水。

表5.2-4 兴宁市城区现状水厂一览表

区域	水厂名称	现状供水能力（m^3/d）	供水范围	常用水源	应急备用水源
兴宁县城 广州天河(兴宁)产业转移工业园	兴宁市第二水厂	108000	兴宁县城、周边镇及农村	合水水库（II类）	和山岩水库（II类）

（二）镇区。

兴宁市各镇区独立供水，各镇区均有1座水厂(除合水镇龙田镇、刁坊镇)，共14个水厂给镇圩供水，总水厂设计供水规模6.54万m^3/d，供水范围为各镇圩镇及周边农村地区。

合水镇镇区由县城扩网供水，现状供水可以保证。龙田镇刁坊镇镇区由多个农村供水工程联合供水，供水较为分散，无法保障供水。

兴宁市各镇区现状供水水厂分布均匀，大多位于圩镇或圩镇周边。各水厂的平均日供水量与水厂的设计供水规模基本持平，可以满足现状需求。

表5.2-5 兴宁市乡镇水厂一览表

序号	区域	水厂名称	平均日供水量（m^3/d）	水厂设计供水规模（m^3/d）	水源地
1	罗浮镇	罗浮镇水厂	3000	3000	罗坑山塘
2	罗岗镇	罗岗镇水厂	6000	6000	热水水库
3	大坪镇	大坪镇水厂	3000	3000	钳口陂水库
4	黄槐镇	黄槐镇水厂	5000	5000	班基坪水库
5	黄陂镇	黄陂镇水厂	6000	6000	温公水库
6	石马镇	石马镇水厂	4000	4000	老盐里和白沙坑
7	叶塘镇	叶塘镇水厂	5000	5000	九莱口水库
8	宁中镇	宁中镇和山岩水厂	5000	5000	和山岩水库
9	永和镇	永和镇结两墩水厂	3000	3000	结两墩山塘
10	径南镇	径南镇水厂	1400	1400	山泉水
11	新陂镇	新陂镇水厂	11000	11000	仙人座石水库
12	坭陂镇	海润水厂	4000	4000	红湖水库
13	新圩镇	新圩镇黎陂寨水厂	5000	5000	黎陂寨水库
14	水口镇	水口镇水厂	6000	6000	邹洞水库

二、现状水源地

（一）城区水源地。

城区水源地2处，合水水库为兴宁市城区的常用水源，和山岩水库作为应急备用水源。合水水库、和山岩水库分别属大型和中型水库，总库容共12901万m^3，正常时段水量较丰富，蓄水量随天气影响较大，2020年7月曾出现中度干旱，蓄水量下降了20%。目前水量可满足正常供水需求。

合水水库：位于合水镇，总库容11612万m^3，集雨面积600km^2，年供水能力11863万m^3

和山岩水库：位于兴宁市宁中镇大学村，是以防洪和保卫国防机场为主，结合灌溉发电、供水的防洪重点中型水库。集雨面积21.4km^2，正常库容(防限库容)728.8万m^3，总库容1289万m^3。

表5.2-6 兴宁城区现状水源一览表

水源地	规模	所在地点	计算面积（km^2）	总库容（万m^3）	是否划定饮用水源
合水水库	大型	合水镇	600	11612	是
和山岩水库	中型	宁中镇大茔村	21.4	1289	是

（二）镇区水源地。

镇区水源地14处:和山岩水库、罗坑山塘、热水水库、钳口陂水库、班基坪水库、温公水库、老盐里和白沙坑山溪水、九莱口水库、结两墩山塘、旱寨和杨塘坝山窝汇集处山溪水、仙人座石水库、九子坑水库上库、黎陂寨水库、邹洞水库。其中和山岩水库也是城区的备用水源。水源地类型以水库为主，包括水库12处、山泉溪水2处、塘坝1处。现状水源地共有10处已划定水源保护区。

表5.2-7 兴宁市乡镇现状水源一览表

水源地	规模	所在地点	集雨面积（km^2）	总库容（万m^3）	是否划定水源保护区
罗坑山塘	——	罗浮镇高坑村	——	——	是
热水水库	小（1）型	罗岗镇溪庄村	3.25	138.7	是
钳口陂水库	小（1）型	大坪镇兰塘村	4.05	273.7	是
班基坪水库	小（1）型	黄槐镇黄溪村	22	592.8	是
温公水库	中型	黄陂镇圩镇北面	56.2	2281	否
老盐里和白沙坑山溪水	——	石马镇石岌村	2.8	——	是
九莱口水库	小（1）型	叶塘镇苏京村	7.15	155.2	是
和山岩水库	中型	宁中镇和山	21.4	1289	是
结两墩山塘	——	永和镇章印村	5.91	——	否
旱寨和杨塘坝山窝汇集处山溪水	——	径南镇官亭村	1.41	——	是
仙人座石水库	小（1）型	新陂镇乐仙村	10.3	547.9	否
九子坑水库上库	小（2）型	坭陂镇大新村	0.85	43	是
黎陂寨水库	小（1）型	新圩镇民新村	8.88	269	是
邹洞水库	小（1）型	水口镇邹洞村	16.8	423	否

5.2.1.4 水资源开发利用存在的主要问题

一、工程性缺水

兴宁市现有的蓄水、引水、提水工程大部分是在五、六十年代建成的已经

运行了四、五十年，工程设施老化严重，致使水利工程效益下降，有些工程甚至存在严重的安全隐患，需要限制运行，从而更加降低了工程效益。

工程配套设施不全，未能充分发挥效益。兴宁市部分蓄水、引水、提水工程由于设计标准低、渠系不配套，灌溉效益不能达到设计水平，使水利工程未能充分发挥其应有的作用和效益。

灌溉工程分散、规模小，供水能力不足，保证率低。由于受山区自然条件的限制，兴宁市大中型蓄水工程不多，绝大部分为小型以下的水库、塘坝，而且这些蓄水工程在地域上分布不匀，不能很好地起到蓄洪补枯的作用，遇到稍大的旱情时，就有不少耕地或其他生产用地缺水灌溉。据统计，按保证率P=90%的灌溉标准，2010年全市尚有耕地3.97万亩(梅州规划)达不到保灌标准。

镇、村自来水尚未普及，现有的自来水设备落后，规偏小，对逐年扩展的城镇人口无法满足其用水需要。据调查资料，村级自来水普及率低全市大部分农村居民靠自打水井、自引山泉水解决生活用水，提水设备以手摇泵、单相电泵为主，引水材料以普通塑料管为多，无法满足农村居民对用水质量的要求。

二、水资源保护工作仍需进一步加强

保护好宁江流域水资源，事关兴宁市水资源可持续利用，事关兴宁市经济可持续发展大局。通过政府各级各部门和沿江人民的长期不懈的努力，宁江流域水资源保护工作取得了一定成效。但随着经济的发展，需进一步加强宁江流域水资源保护工作,主要水质主要问题有:①上游生态植被基础不牢，造成水土流失，②河道挤占。

三、 城乡供水体系分散，农村饮水安全问题突出

由于山区地形条件限制，目前基本是各镇单独供水，没有实现区域供水，不能适应未来产业规模化发展的需求;全市乡镇建设水厂数目不少但规模都较小，且供水设备简陋，不能保障区域供水安全;部分乡镇自来水普及率不高，出现缺水现象。农村地区自建供水设备不配套，维护资金不足，供水能力下降，无法满足农村居民的用水需求。

四、节水措施不足，水资源利用效率偏低

兴宁市水资源利用效率普遍偏低，存在不同程度的水资源浪费现象据统计，2010年万元工业总产值用水量为191m^3，高于梅州市平均水平（134m^3），这说

明兴宁市水资源利用效率不高，节水措施和节水力度需进一步加强在农业用水方面，农田灌溉普遍采用漫灌、串灌方式，节水灌溉技术落后，灌溉用水浪费严重，此外，灌溉渠系水渗漏也颇为严重，目前，兴宁市灌溉水利用系数一般在 0.40~0.55 之间，甚至个别的土渠才 0.3。

在工业用水方面，兴宁市现有工业用水方式绝大部分是直用直排，水的重复利用率为 10%左右，加上本身供水管理不严，管网老化，普遍存在跑、冒、滴、漏现象，工业用水浪费也较严重。

在生活用水方面也同样存在浪费问题，主要表现一是人们节水意识不足，二是节水器具普及率不高。

5.2.2 水源区污染源调查

5.2.2.1 现状污染物排放量

本工程取水水源为石马河，工程洋门村取水口位于石马河中游兴宁市石马镇洋门村西侧、石马河右岸。洋门村取水口上游为石马河及其支流，两岸主要为兴宁市石马镇，石马镇生活污水、工业废水、农业面源等污染源进入主要支流后汇入石马河，洋门村取水口上游主要涉及洋门村、向前村、陶背村、三社村等。取水口集雨面积如下图所示：

图5.2-1 石马河引水口集雨范围图

石马河现状主要污染源来自城镇及农村居民生活污染，其次是工业污染和规模化畜禽养殖污染，根据《兴宁市入河排污口(排水口)摸排成果及编制整治方案工作报告》：石马河共新排查出排污口(排水口)237 个，其中污水处理厂排口 2 个，地表径流排口 35 个，生活污水排口 4 个，雨污混排排口 19 个，

雨水排口 13 个，农业（林业、养殖等）退水排口 108 个，混合型污水排口 41 个，其他排口 15 个。

由此可见，石马河现状主要污染源来自农村居民生活污染，其次是工业污染和规模化畜禽养殖污染，各污染源现状排放情况见表下表。根据污染源调查结果统计， COD 排放量 456.22ta，氨氮排放量 31.11 ta。

表5.2-8 水源区污染物排放情况表

河流	污染物	污染源排放量（t/a）			合计
		农村生活	工业（主要为污水处理设施）	规模化畜禽养殖+种植面源	
石马河	化学需氧量	105.20	11.68	339.34	456.22
	氨氮	10.52	2.34	18.25	31.11

5.2.2.2 现状污染物防治措施

兴宁市广业环境治理有限公司在兴宁市石马镇各社区、村（磜下村、大觉村、刁田村、公陂村、宫前村、虎石村、蕉联村、李塘村、马上村、马石村、马下村、米渡村、三联村、三社村、上庄村、石岌村、石马社区、陶背村、下庄村、向前村、小水村、新群村、新石村、新田村、秀水村、洋门村、郑塘村）新建 27 座污水处理站，总设计污水处理规模为 800m^3/d。总投资 539.43 万元，环保投资 539.43 万元。

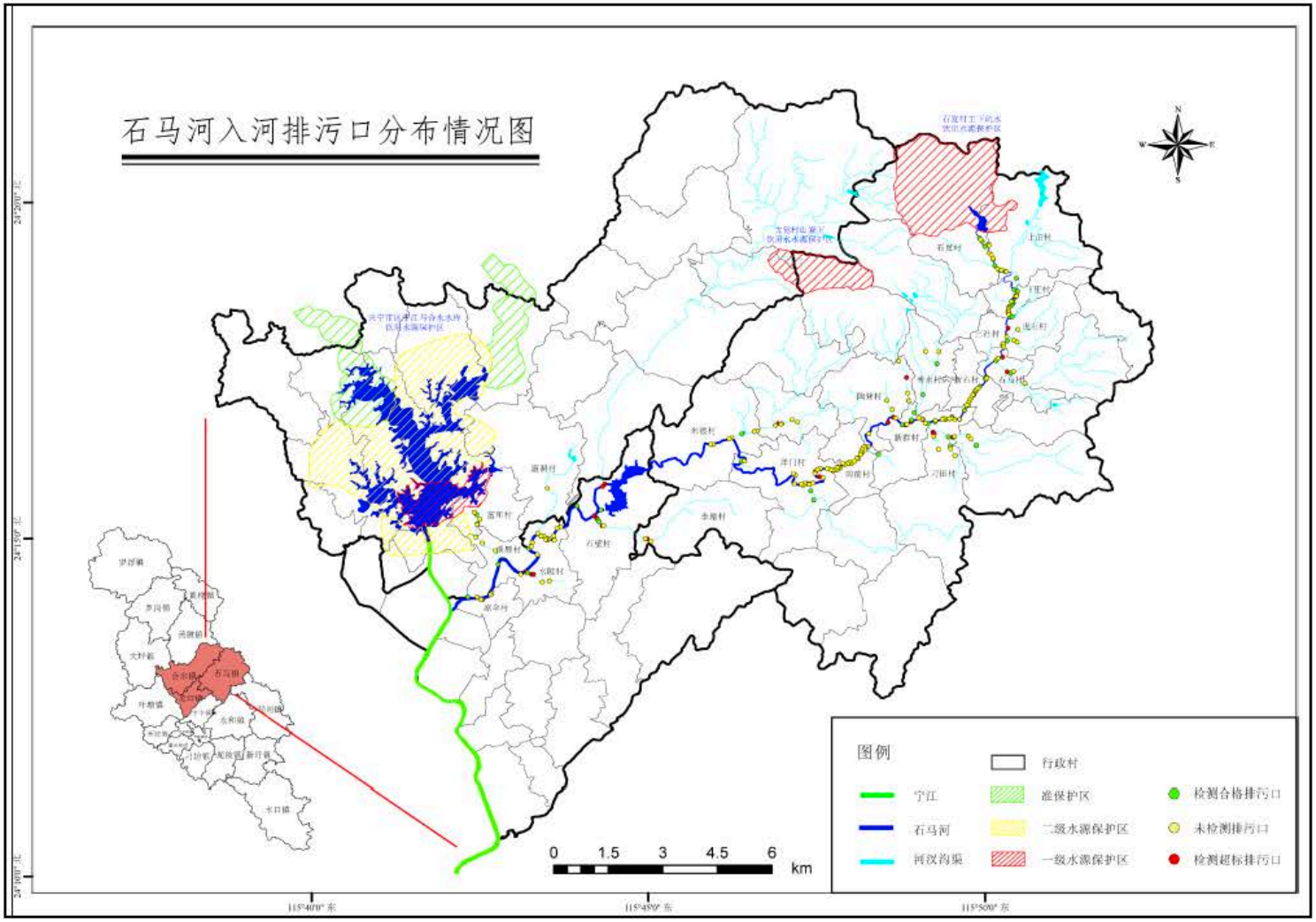


图5.2-2 石马河入河排污口(排水口)分布情况图

5.2.3 输水线路污染源调查

本工程输水线路主要为引水隧洞、和山水库、和山河及和山岩水库。本次针对以上区域开展污染源调查。

5.2.3.1 引水隧洞现状污染物

根据现场走访，引水隧洞主要位于石马镇，穿越区域主要为林地，仅部分区域涉及少量的住户居住及零散的养殖户，主要污染物为少量的生活污水及养殖废水，隧洞全长约 5.1km，埋深一般为 60~100m，最小埋深约 20m，最大埋深约 130m，地表的少量污废水对地下隧洞影响较少。

5.2.3.2 和山水库、和山河现状污染物

根据现场走访，和山水库目前淤积较严重，仅有小部分面积属于水体，现场暂无明显入库排污口，主要为上游和山河的汇入，和山水库下游（出水）也属于和山河，和山水库周边现状污染源较少，但上游和山河的污染源主要来自河流两侧的畜禽养殖业，下游和山河的污染源主要来自两侧的鱼塘养殖。

上游和山河的畜禽养殖种类主要为生猪，设计年出栏量为 11000 头，参考《产排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》-农业源产排污核算方法和系数手册中的排污系数，生猪污染物排放量约：COD 142.42t/a，总氮 9.48 t/a，氨氮 1.66 t/a，总磷 2.50 t/a。

下游和山河污染源鱼塘养殖年产量约 1000 吨，其排污情况参考《产排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》-农业源产排污核算方法和系数手册中的排污系数-水产养殖业排污系数，鱼塘污染物排放量约：COD 13.468t/a，总氮 2.689t/a，氨氮 0.462 t/a，总磷 0.522t/a。

5.2.3.3 和山岩水库现状污染物

和山岩水库位于广东省兴宁市东北部，距兴宁城 7 公里。它是一座以防洪、灌溉，结合发电、养殖、旅游等综合利用的中型水库。水库所在河流的流域水系为韩江流域梅江水系。

根据《兴宁市入河排污口(排水口)摸排成果及编制整治方案工作报告》，和山岩水库排污(水)口有 2 处，识别并标识出和山岩水库周边风险单元 3 处，详见下表：

表5.2-9 和山岩水库排污(水)口情况

序号	排污口（排水口）类型	疑似来源	水质情况
排污（水）口①	地表径流	地表径流	地表水Ⅱ类
排污（水）口②	沟渠	鱼塘	/

表5.2-10 和山岩水库周边风险单元情况

序号	风险来源	有无排污口（排水口）	备注
风险单元①	和山旅游度假村	未发现	已关闭
风险单元②	居民住宅	未发现	现场未见居住人员
风险单元③	居民住宅	未发现	现场未见居住人员

据现场调查，和山岩水库内排水口 2 处，分别为 1 处直接排放排水口(排污(水)口①)，1 处间接排放排水口(排污(水)口②；排入排污(水)口①后，间接排放至和山岩水库)。其中，排水口进行现场水质快速检测，COD 3mg/L，氨氮 0.3 mg/L，总磷 0.1 mg/L，水质达到地表水Ⅱ类标准，初步判断不会对和山岩水库水质造成重大影响。排水口②为鱼塘排污口(排水口)，未见明显投料养殖情况；且和山岩水库内未见投料养殖情况。

图5.2-3 排水口①与排水口②

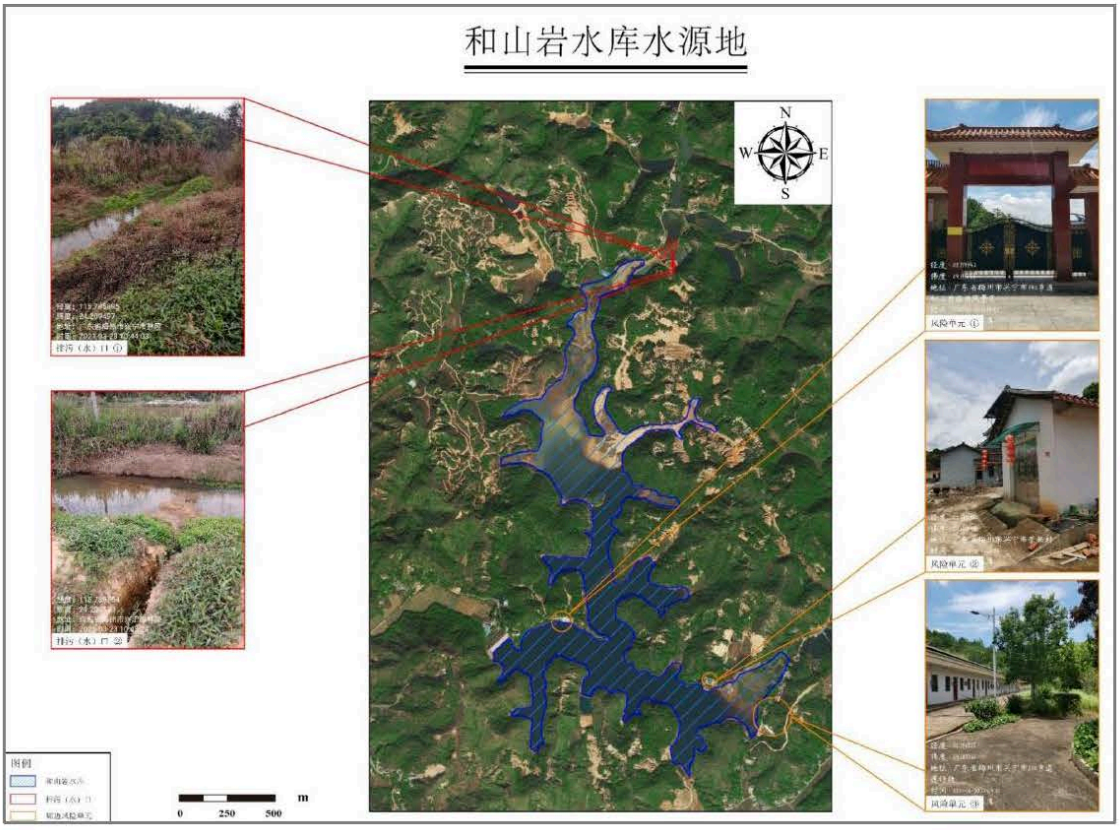


图5.2-4 和山岩水库水源地排查成果情况图

5.2.4 受水区污染源调查

5.2.4.1 现状污染物排放量

根据《兴宁市“十四五”生态环境问题诊断及质量改善提升研究报告》（2022年），兴宁市各类污染源2020年水污染物排放量如下表所示：

表5.2-11 兴宁市各类污染源2020年水污染物排放量

污染源		污染源排放量（吨）			
		化学需氧量	氨氮	总磷	总氮
工业排放源		42.71	1.37	0.31	2.64
生活排放源	城镇生活污水处理设施	312.65	9.96	6.57	196.86
	城镇生活污水	4993.97	383.80	60.92	712.36
	农村污水处理设施	80.37	10.72	1.34	26.79
	农村生活污水	6607.06	647.71	84.83	1143.52
农业排放源	种植业污染源	0.00	111.26	108.26	895.80
	畜禽养殖业污染源	7110.30	84.44	87.81	401.34

污染源		污染源排放量（吨）			
		化学需氧量	氨氮	总磷	总氮
	水产养殖业污染源	234.40	8.04	9.08	46.80
合计		19381.46	1257.3	359.12	3426.11

对兴宁市各类污染源2020年的水污染物排放量进行汇总统计可知，生活排放源中的城镇生活污水和农村生活污水以及农业排放源中的畜禽养殖业污染源对化学需氧量的污染排放贡献显著高于其他污染源；氨氮、总磷、总氮的污染排放贡献则主要来自生活排放源中的城镇生活污水和农村生活污水以及农业排放源中的种植业污染源和畜禽养殖业污染源;由此可见，兴宁市应重点通过完善污水收集、处理系统，减少城镇与农村生活污水的直接排放量，并开展种植业与畜禽养殖业整治，来实现主要水污染物排放量的削减和水环境的改善。

5.2.4.2 现状污染物防治措施

兴宁市城镇生活污水处理设施主要包括兴宁市城区水质净化厂和分布于各镇街的16座镇级污水处理设施，城镇生活污水处理设施的基本信息详见下表。

表5.2-12 兴宁市城镇生活污水处理设施基本信息

污水处理设施	设计处理能力（立方米/日）	处理工艺	出水标准
兴宁市城区水质净化厂（一期、二期）	50000	CASS+絮凝沉淀	《城镇污水处理厂污染物排放标准GB 18918-2002》中一级A标准和《水污染物 排放限值 DB44/ 26-2001》 的较严者
龙田镇污水处理厂	1500	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2002》中 一级A标准
刁坊镇污水处理厂	1000	AAO+MBR 膜	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2003》中 一级A标准
新圩镇污水处理厂	1000	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2004》中 一级A标准
径南镇污水处理厂	300	AAO+MBR 膜	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2005》中 一级A标准
水口镇污水处理厂	800	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2006》中 一级A标准
永和镇污水处理厂	1500	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2006》中 一级A标准
罗岗镇污水处理厂	2500	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2006》中 一级A标准
石马镇污水处理厂	1500	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2006》中 一级A标准
黄陂镇污水处理厂	2000	AAO	《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2006》中 一级A标准

污水处理设施	设计处理能力（立方米/日）	处理工艺	出水标准
合水镇污水处理厂	800	AAO	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2006》中一级 A 标准
水口镇水质净化厂	1000	AAO	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准
坭陂镇水质净化厂	1000	AAO	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准
罗浮镇水质净化厂	1000	AAO	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准
兴宁市叶塘污水处理厂	10000	改良型 SBR 絮凝沉淀 +转盘滤池	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准
大坪镇污水处理厂	400	AAO	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准
黄槐镇污水处理厂	450	生物滤池+人工湿地	《城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18918-2015》中一级 B 标准

5.2.5 常规断面历史监测资料分析

（1）常规水质监测断面布设情况

石壁水库与和山岩水库水系连通工程取水水源为石马河，取水口为石马河洋门村取水口，交水点为和山岩水库，主要退水河流为宁江。根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的常规水质监测资料，和山河和宁江分别有 1 个常规监测断面，和山岩水库分布有 1 个饮用水源地监测点。考虑从 2021 年开始和山岩水库陆续开展清淤准备及清淤工程，水库的扰动对和山岩水库的水质有一定的影响，本次环评收集和山岩水库未清淤前的年份（2019 年-2020 年）水质监测数据，收集了宁江、和山河两个常规水质监测断面 (2022 年- 2024 年)例行监测资料。各常规水质监测断面布设情况见下表及下图。

表5.2-13 常规水质监测断面情况一览表

河流	断面名称	断面性质	水质目标	监测项目	与本工程的位置关系
和山岩水库	和山岩水库	饮用水源地	II 类	GB3838 表 1 中 24 项基本项目+5 项补充项目+悬浮物+电导率+透明度+叶绿素	工程交水水库
宁江	马头围桥	常规监测断面	III 类	水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、铁、锰、电导率、浊	工程主要退水河流

河流	断面名称	断面性质	水质目标	监测项目	与本工程的位置关系
				度	
和山河	和山河宁龙镇界	常规监测断面	III类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	净水厂输水管线跨越河流

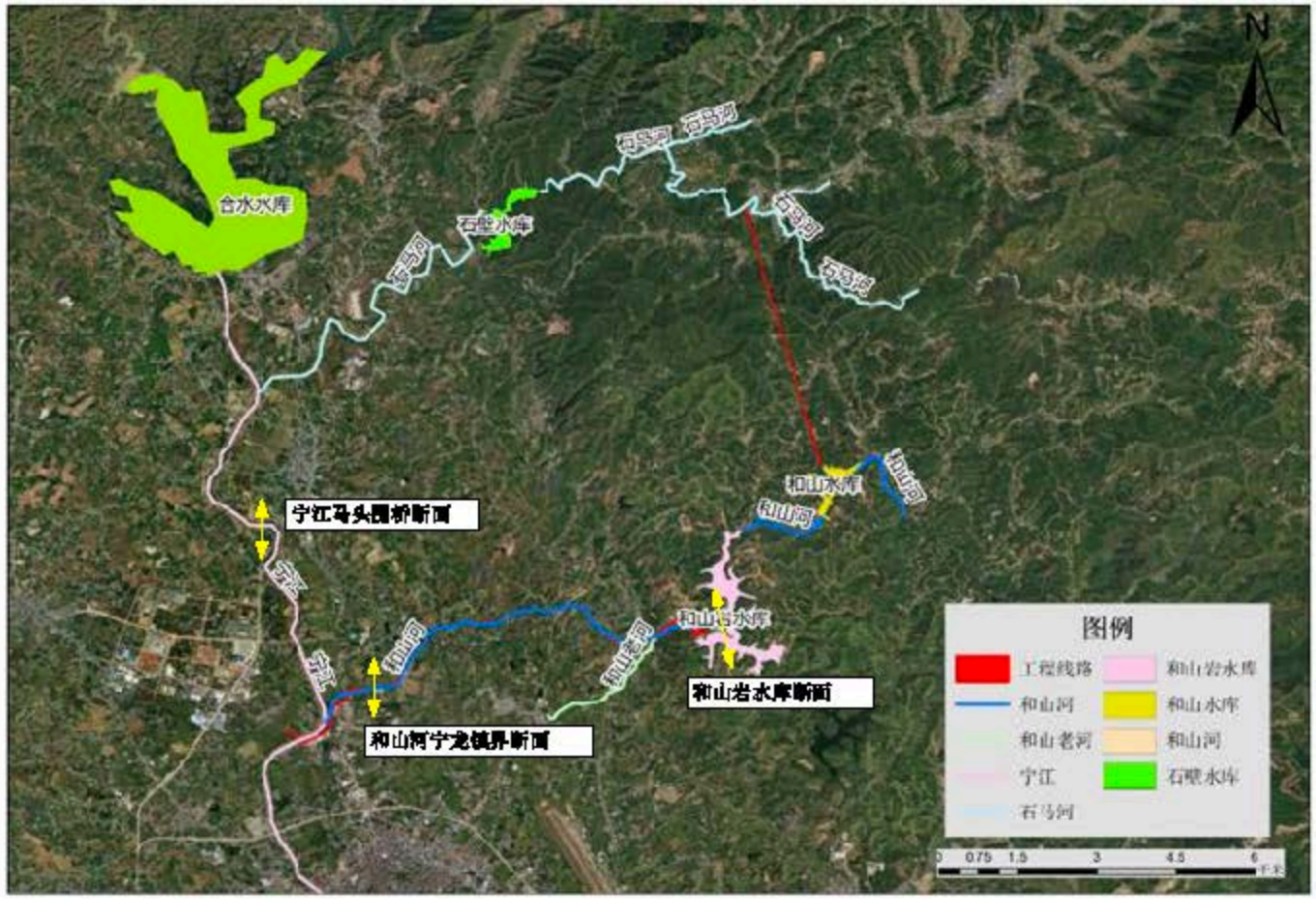


图5.2-5 常规水质监测断面分布图

（2）水质现状评价结果

根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的 2019 年~2020 年常规水质监测资料，和山岩水库各监测因子年均值能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准。宁江的马头围桥断面基本项目均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准，和山河 2024 年达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，相比 2022 年和 2023 年水环境质量，有了较大的改善。

综上，工程输水河段和山河、交水水库和山岩水库、主要退水河流宁江段现状水质状况稳中向好。

表5.2-14 2019~2024 年常规水质监测断面水质状况

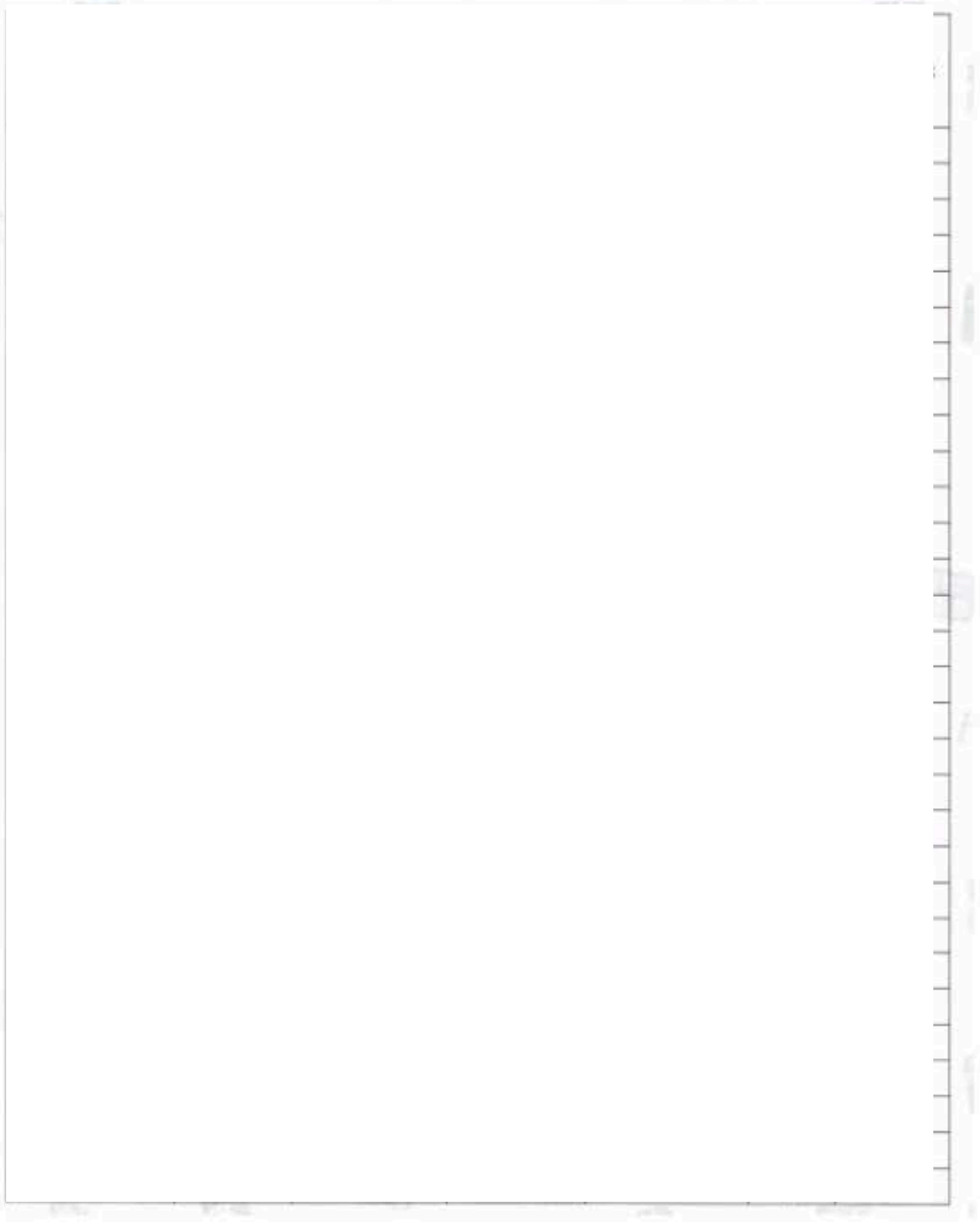
河流	断面名称	监测时间	水质目标	水质现状	达标情况
和山岩水库	和山岩水库				
宁江	马头围桥				
和山河	和山河宁龙镇界				

备注：宁江马头围桥断面不属于饮用水水源保护区，故本次仅评价监测项目中的基本项目。同时根据《地表水环境质量评价办法》（试行）：地表水水质评价指标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中除水温、总氮、粪大肠菌群以外的 21 项指标。水温、总氮、粪大肠菌群作为参考指标单独评价（河流总氮除外）。本次常规断面评价指标不含总氮的评价。

（3）和山岩水库特定项目监测情况

由于和山岩水库自 2022 年着手开始清淤工程，因此 2022 年至今尚未开展和山岩水库特定项目监测，本次评价根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的 2019 年~2020 年对和山岩水库特定项目的监测报告可知，和山岩水库监测点位各项特定因子监测值均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。部分监测数据如下表所示：

表5.2-15 和山岩水库特定项目监测结果表



接上表

（3）和山岩水库营养状态评价结果

和山岩水库富营养化状况按照《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号）规定的国内现行湖泊富营养化评分和分类标准进行评价，即采用综合营养状态指数法(TLI(Σ))评价。

根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的2022年~2024年常规水质监测资料，经计算，和山岩水库2022年~2024年综合营养状态指数在30~50之间，和

山岩水库的营养状态为中营养型。具体评价结果见下表。

表5.2-16 2022~2024年和山岩水库营养状况

5.2.6 地表水水质现状补充监测

为进一步了解工程所在区域水环境质量现状，本次环境影响评价对石马河、和山河、石壁水库、和水水库等进行了水环境质量现状监测，监测单位为广东增源检测技术有限公司，监测时间为2024年10月24日-26日。

5.2.7 监测因子及监测点位

项目地表水环境质量现状监测断面共设置4个，详见下表和下图。

表5.2-17 地表水环境监测断面

监测点或断面	监测点或断面位置	所属河流	经纬度	监测因子
W1	石壁水库	/	E115°44′32.05386″,N24°15′46.42194″	水温、pH值、SS、DO、高锰酸盐指数、化学需氧量、BOD_5、氨氮、总磷、石油类、挥发性酚、叶绿素a共12项，同时记录水温、水深、流量、流速等水文参数。
W2	引水隧道进水闸处	石马河	E115°47′3.49782″,N24°15′52.21551″	GB3838表1中24项基本项目+表2中5项水源地补充项目（具体因子详见表2-2），同时测定水深，同时记录水温、水深、流量、流速等水文参数。
W3	和山水库	/	E115°47′49.26703″,N24°12′40.21655″	水温、pH值、SS、DO、高锰酸盐指数、化学需氧量、BOD_5、氨氮、总磷、石油类、挥发性酚、叶绿素a共12项，同时记录水温、水深、流量、流速等水文参数。
W4	和山河和宁江交汇处上游500m	和山河	E115°42′57.90832″,N24°10′45.04518″	

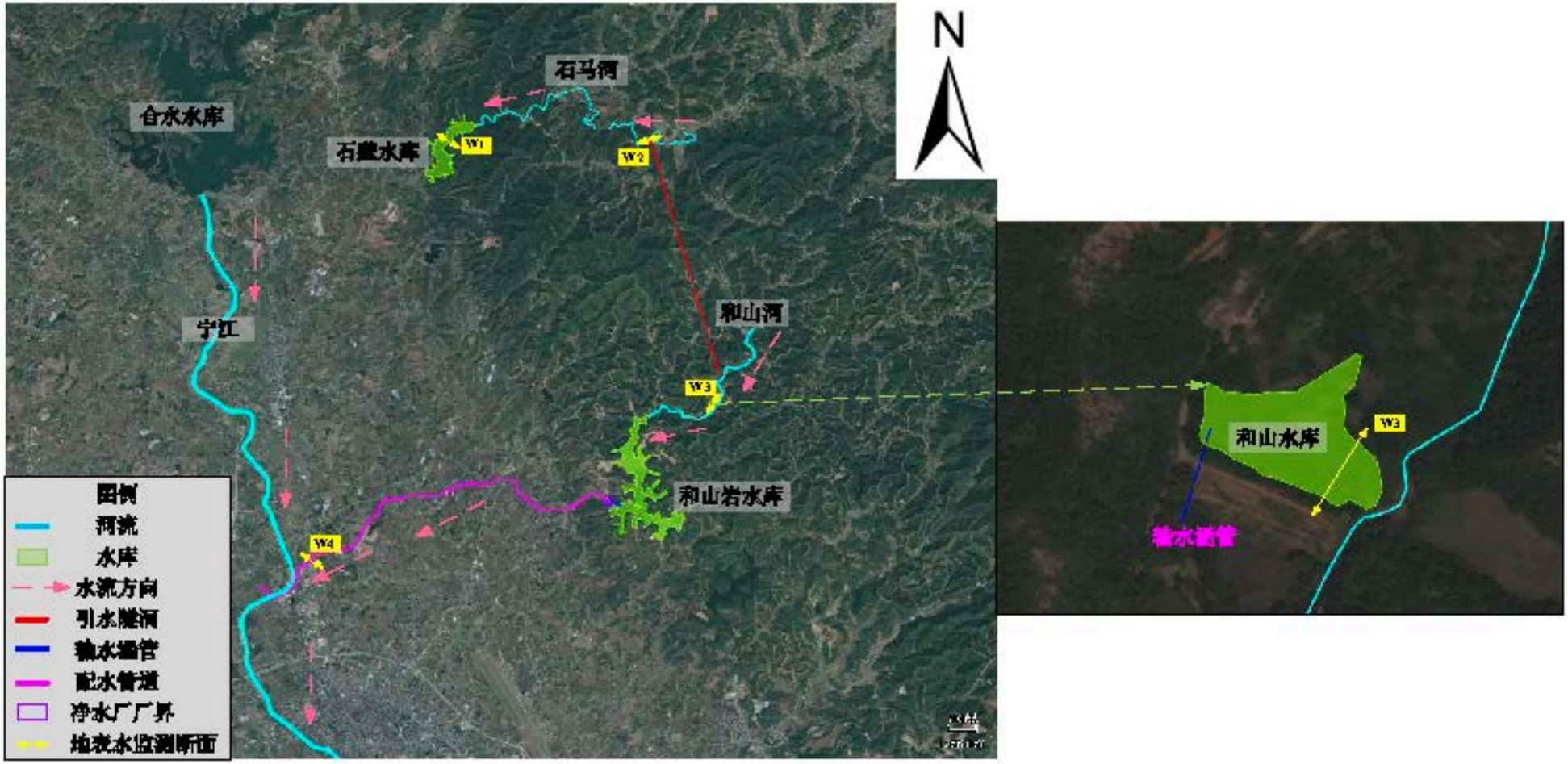


图5.2-6 地表水环境质量现状监测布点图

5.2.8 监测时间和频次

地表水环境监测频次：按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），连续采样 3 天，每天采样 1 次。

5.2.9 监测方法、使用仪器及检出限

按《环境监测技术规范》和《环境监测分析方法》有关规定和要求执行。

采用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中规定的方法，对部分未做规定的项目，采用国家环保局编写的《环境监测规范》中推荐的分析方法进行监测与分析。各分析方法及其最低检出限见下表。

表5.2-18 地表水样品监测仪器及分析方法

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
水温	《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法 GB/T 13195-1991	温度计 WQG-17	0.1℃
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》HJ 1147-2020	笔式酸度计 pH-100	——
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》HJ 506-2009	笔式智能溶解氧分析仪 JPB-70A	——
悬浮物	《水质 悬浮物的测定 重量法》GB/T 11901-1989	梅特勒-托利多电子分析天平 AL-204、电热鼓风干燥箱 XGQ-2000	4mg/L
化学需氧量	《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828-2017	全自动滴定管	4mg/L
五日生化需氧量	《水质 五日生化需氧量（BOD_5）的测定 稀释与接种法》HJ 505-2009	溶解氧测定仪 JPSJ-605F、生化培养箱 LRH-250A	0.5mg/L
高锰酸盐指数	《水质 高锰酸盐指数的测定》GB/T 11892-1989	滴定管	0.5mg/L
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.025mg/L
石油类	《水质 石油类的测定 紫外分光光度法（试行）》HJ 970-2018	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.01mg/L
总磷	《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB/T 11893-1989	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.01mg/L
总氮	《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636-2012	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.05mg/L
阴离子表面活性剂	《水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝分光光度法》GB/T 7494-1987	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.05mg/L

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009	紫外可见分光光度计 UV-8000 紫外可见分光光度计 UV-8000 紫外可见分光光度计 UV-8000 紫外可见分光光度计 UV-8000 滴定管	0.0003mg/L
叶绿素 a	《水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法》HJ 897-2017		2μg/L
六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB/T 7467-1987		0.004mg/L
硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光计法》HJ1226-2021		0.01mg/L
氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》GB/T 11896-1989		10.0mg/L
氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》GB/T 7484-1987 《水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法》HJ 484-2009	离子计 PXSJ-2016F 紫外可见分光光度计 UV-8000	0.05mg/L
氰化物			0.004mg/L
硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法(试行)》HJ/T 342-2007 《水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法》GB/T 7480-1987	紫外可见分光光度计 UV-8000 紫外可见分光光度计 UV-8000	1.0mg/L
硝酸盐氮			0.02mg/L
粪大肠菌群	《水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法》HJ 347.2-2018 《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989 《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989	智能生化培养箱 SN-SPX-150B、生化培养箱 LRH-150F 原子吸收分光光度计 AA240 原子吸收分光光度计 AA240	20MPN/L
铁			0.03mg/L
锰			0.01mg/L
锌	《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB/T 7475-1987	原子吸收分光光度计 AA240	0.05mg/L
铜	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 776-2015	ICP 原子发射光谱仪 730-ES	0.04mg/L
镉	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 石墨炉原子吸收法测定镉、铜和铅 （B）3.4.7(4)	石墨炉原子吸收分光光度计 Varian 220z	0.0001mg/L
铅	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 石墨炉原子吸收法（B）3.4.16(5)	石墨炉原子吸收分光光度计 AA240Z	0.001mg/L
总汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 8500	0.00004mg/L
砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 8500	0.0003mg/L
硒	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 8500	0.0004mg/L

5.2.10评价标准

引水隧道进水闸处、石壁水库执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类水质标准；和山水库、和山河执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类水质标准，部分指标标准值见表2.4-1。

5.2.11评价方法

根据本项目地表水环境质量现状监测结果，利用《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）所推荐的单项水质参数评价法进行评价。

（1）一般性水质引至（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：Sij一评价因子i的水质指数，大于1表明该水质因子超标；

Cij一评价因子i在j点的实测统计代表值，mg/L；

Csi一评价因子i的水质评价标准限值，mg/L。

（2）溶解氧（DO）的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \qquad DO_j \le DO_s$$

$$S_{DO,j}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \qquad DO_j > DO_s$$

式中：

DO_s—溶解氧的地表水质标准；

DO_j—溶解氧在j点的实测统计代表值，mg/L；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流，DOf=468/（31.6+T）。

T：水温，℃；

S：实用盐度符号，量纲为1。

（3）pH值的指数计算公式为：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}} \qquad pH_j \le 7.0$$

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

式中：

pH_j：j点的pH值；

pH_{sd}：地表水水质标准中规定的pH值下限；

pH_{su}：地表水水质标准中规定的pH值上限。

当水质参数的标准指数大于1时，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，水体已经被该水质参数所表征的污染物所污染。

5.2.12监测结果及评价

根据广东增源检测技术有限公司出具的2024 年监测报告（报告编号为：ZY2024091981H），地表水环境质量现状监测结果及评价结果详见下表。

根据监测和评价结果可见：引水隧道进水闸处、石壁水库各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） II类标准，和山水库、和山河各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） III类标准，周边水环境质量较好。

本工程的引水作业是在和山水库与和山岩水库成功完成清淤作业并腾出必要库容的基础上展开的。截至目前，两座水库的清淤项目均已在2022年完成了环境影响报告书的编制，并取得了审批批复。和山岩水库的清淤工程自2022年启动以来，至2024年11月已接近尾声；而和山水库则正筹备启动其清淤工程。鉴于本主体工程的施工周期较长，预计将持续约36个月，而和山水库的清淤工作（预计耗时18个月）将能够在主体工程竣工前顺利完成，从而实现时间上的无缝衔接。

根据《兴宁市和山水库清淤工程环境影响报告书》中的2022年1月补充的监测数据，清淤前的和山水库其各项水质指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中规定的III类水质标准；和山岩水库在清淤前的各项水质指标也均达到了II类水质标准。

为确保饮用水水源的安全，两个水库清淤工程及本工程施工完成后，需整治确保和山水库其各项水质指标符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中规定的III类水质标准；和山岩水库各项水质指标达到了II类水质标准要求。

表5.2-19 地表水环境监测结果汇总表 单位：mg/L pH和水温除外

检测项目	检测结果								单位	II类标准	标准指数	
	W1石壁水库				W2引水隧道进水闸处							
	10月24日	10月25日	10月26日	平均值	10月24日	10月25日	10月26日	平均值	无量纲		W1石壁水库	W2引水隧道进水闸处

检测项目	检测结果								单位	II 类标准	标准指数	
	W1 石壁水库				W2 引水隧道进水闸处							
	10 月 24 日	10 月 25 日	10 月 26 日	平均值	10 月 24 日	10 月 25 日	10 月 26 日	平均值	无量纲		W1 石壁水库	W2 引水隧道进水闸处

备注：1.“ND”表示未检出，即检测结果低于方法检出限，相应项目的检出限详见方法依据，**各检出限均大于对应指标的标准值，未检出可认为达标。**

表5.2-20 地表水环境监测结果汇总表 单位：mg/L pH和水温除外

检测项目	检测结果								单位	III类标准	标准指数	
	W3和山水库				W4和山河和宁江交汇处上游500m							
	10月24日	10月25日	10月26日	平均值	10月24日	10月25日	10月26日	平均值	无量纲		W1石壁水库	W2引水隧道进水闸处

备注：1.“ND”表示未检出，即检测结果低于方法检出限，相应项目的检出限详见方法依据，**各检出限均大于对应指标的标准值，未检出可认为达标。**

表5.2-21 地表水水文参数表

采样日期	监测点位	流速（m/s）	流量（m^3/h）	河宽（m）	水深（m）

5.3 地下水环境质量现状调查与评价

为了了解项目区域的地下水情况，本次评价共布设了6个监测点位，分别为DW1- DW6。地下水监测数据委托广东增源检测技术有限公司于2024年10月27日进行地下水现状监测。

5.3.1 监测因子及监测点位

（1）监测布点及监测因子

本次地下水监测共设6个监测点，下表及下图。

表5.3-1 地下水采样点位置

序号	监测点名称	经纬度	监测项目
DW1	引水隧洞取水口附近	E115°47′3.49782″,N 24°15′52.21551″	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬（六价）、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量（高锰酸盐指数）、总大肠菌群、细菌总数、K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}、Cl-、$SO4^{2-}$及水位
DW2	净水厂厂址	E115°46′34.79798″, N24°11′27.98628″	
DW3	引水隧洞取水口下游1000m处附近	E115°46′45.82638″, N24°16′3.00221″	
DW4	和山岩水库进水塔	2676974.468，39375877.300	水位
DW5	配水管道附近	2674949.177，39368830.120	
DW6	和山水库进水塔附近	2679187.878，377716.376	

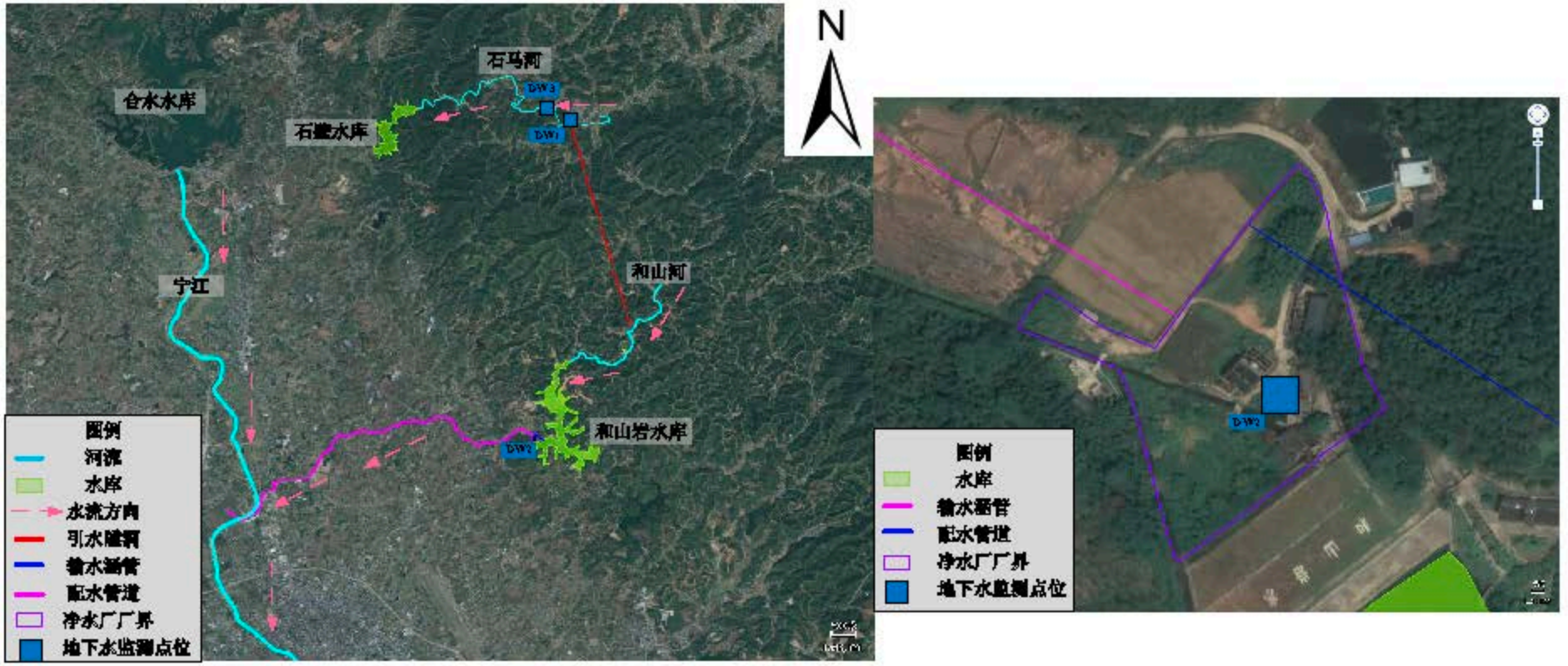


图5.3-1 地下水环境现状监测布点图

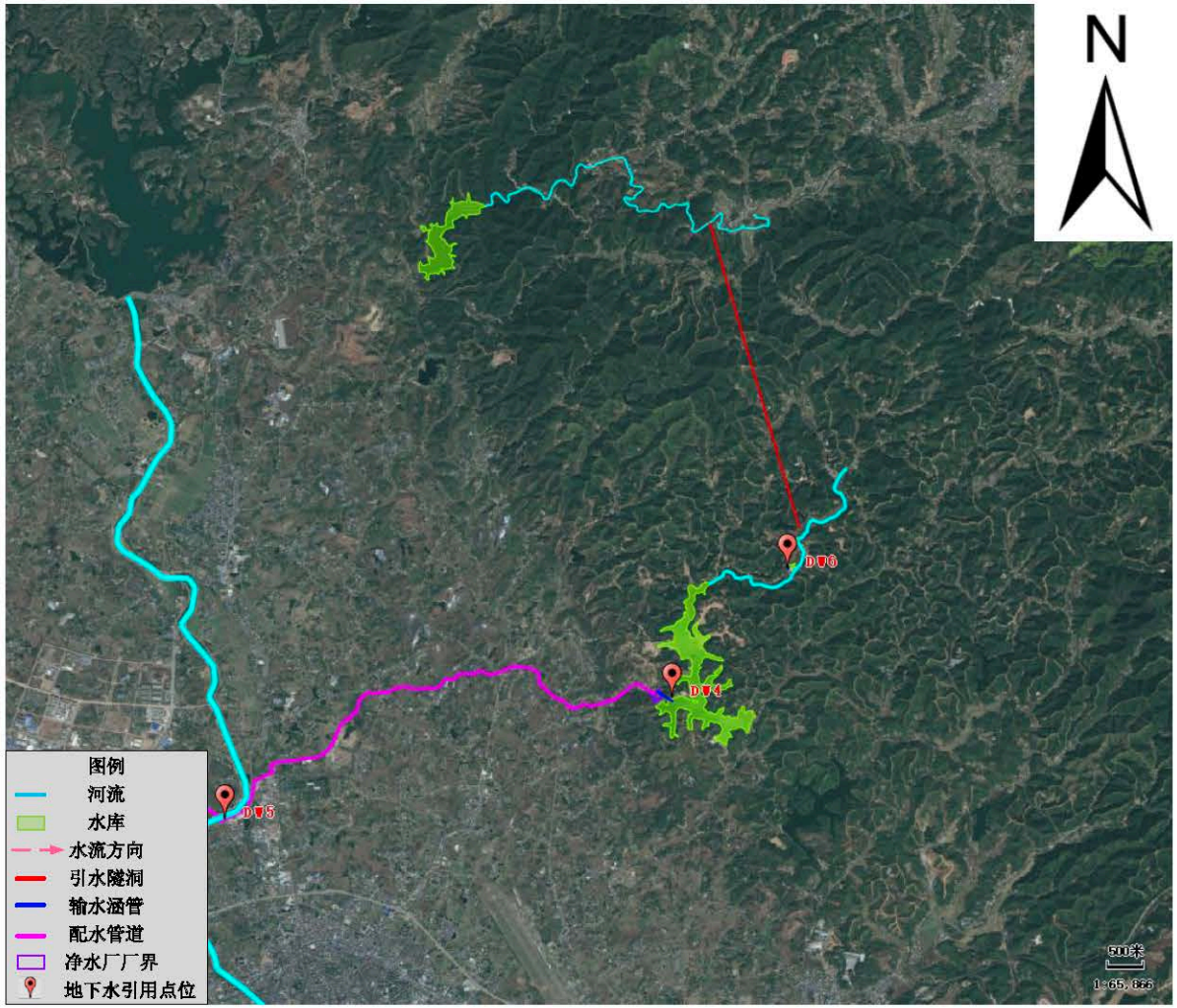


图5.3-2 地下水水位其他监测点位图

5.3.2 监测分析方法

本次评价地下水现状监测仪器和分析方法见下表。

表5.3-2 监测仪器和方法一览表

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》HJ 1147-2020	笔式酸度计 pH-100	——
总硬度	地下水质分析方法 第 15 部分：总硬度的测定 乙二胺四乙酸二钠滴定法 DZ/T 0064.15-2021	滴定管	3.0mg/L
溶解性固体总量	地下水质分析方法 第 9 部分：溶解性固体总量的测定 重量法 DZ/T 0064.9-2021	梅特勒-托利多电子分析天平 AL-204、电热鼓风干燥箱 XGQ-2000	5mg/L
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.025mg/L
硝酸盐氮	《水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法》GB/T 7480-1987	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.02mg/L
亚硝酸盐氮	《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》GB/T 7493-1987	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.003mg/L
挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ 503-2009	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.0003mg/L
氰化物	地下水质分析方法第 52 部分：氰化物的测定吡啶-吡唑啉酮分光光度法 DZ/T 0064.52-2021	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.002mg/L
氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》GB/T 7484-1987	离子计 PXSJ-2016F	0.05mg/L
耗氧量	《地下水质分析方法 第 68 部分：耗氧量的测定酸性高锰酸钾滴定法》DZ/T 0064.68-2021	滴定管	0.4mg/L
总大肠菌群	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 多管发酵法（B）5.2.5（1）	智能生化培养箱 SN-SPX-150B	——
细菌总数	《水质 细菌总数的测定 平皿计数法》HJ 1000-2018	智能生化培养箱 SN-SPX-150B	——
碳酸根	地下水质分析方法 第 49 部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法 DZ/T 0064.49-2021	滴定管	5mg/L
重碳酸根	地下水质分析方法 第 49 部	滴定管	5mg/L

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
	分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法 DZ/T 0064.49-2021		
六价铬	地下水质分析方法 第 17 部分：总铬和六价铬量的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 DZ/T 0064.17-2021	紫外可见分光光度计 UV-8000	0.004mg/L
Cl^-	《水质 无机阴离子（F^-、Cl^-、NO_2^-、Br^-、NO_3^-、PO_4^{3-}、SO_3^{2-}、SO_4^{2-}）的测定 离子色谱法》 HJ 84-2016	离子色谱仪 IC1800	0.007mg/L
SO_4^{2-}	《水质 无机阴离子（F^-、Cl^-、NO_2^-、Br^-、NO_3^-、PO_4^{3-}、SO_3^{2-}、SO_4^{2-}）的测定 离子色谱法》 HJ 84-2016	离子色谱仪 IC1800	0.018mg/L
钾离子（K^+）	《水质可溶性阳离子（Li^+、Na^+、NH_4^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）的测定离子色谱法》 HJ 812-2016	离子色谱仪 EP-1000	0.02mg/L
钠离子（Na^+）	《水质可溶性阳离子（Li^+、Na^+、NH_4^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）的测定离子色谱法》 HJ 812-2016	离子色谱仪 EP-1000	0.02mg/L
钙离子（Ca^{2+}）	《水质可溶性阳离子（Li^+、Na^+、NH_4^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）的测定离子色谱法》 HJ 812-2016	离子色谱仪 EP-1000	0.03mg/L
镁离子（Mg^{2+}）	《水质可溶性阳离子（Li^+、Na^+、NH_4^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}）的测定离子色谱法》 HJ 812-2016	离子色谱仪 EP-1000	0.02mg/L
铁	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989	原子吸收分光光度计 AA240	0.03mg/L
锰	《水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB/T 11911-1989	原子吸收分光光度计 AA240	0.01mg/L
镉	地下水质分析方法 第 21 部分：铜、铅、锌、镉、镍、铬、钼和银量的测定 无火焰原子吸收分光光度法 DZ/T 0064.21-2021	石墨炉原子吸收分光光度计 Varian 220z	0.00017mg/L
铅	《地下水质分析方法 第 21 部分：铜、铅、锌、镉、镍、铬、钼和银量的测定 无火焰原子吸收分光光度法》DZ/T 0064.21-2021	石墨炉原子吸收分光光度计 AA240Z	0.00124mg/L
总汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 8500	0.00004mg/L

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	原子荧光光度计 8500	0.0003mg/L
铜	GB 7475-1987	火焰原子吸收法	原子吸收仪 WFX-130A
锌	GB 7475-1987	火焰原子吸收法	原子吸收仪 WFX-130A
镉	《水和废水监测分析方法》（第四版 增补版）3.4.7.4	石墨炉原子吸收法	原子吸收分光光度计 AA-6880F/ACC/G
镍	HJ 776-2015	电感耦合等离子体发射光谱法	ICP-OES Optima 8300
苯	HJ 639-2012	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	气质联用仪 GC-MS 7890A-5975C
甲苯	HJ 639-2012	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	气质联用仪 GC-MS 7890A-5975C
间，对二甲苯	HJ 639-2012	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	气质联用仪 GC-MS 7890A-5975C
邻二甲苯	HJ 639-2012	吹扫捕集/气相色谱-质谱法	气质联用仪 GC-MS 7890A-5975C
苯并[a]芘	DB 4401/T 94—2020	液液萃取-气相色谱/质谱分析法	GCMS-QP2010SE
铊	HJ 748-2015	石墨炉原子吸收法/沉淀富集法	原子吸收分光光度计 AA-6880F/ACC/G
钾离子	HJ 812-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100
钠离子	HJ 812-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100
钙离子	HJ 812-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100
镁离子	HJ 812-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100
碳酸根离子	《水和废水检测分析方法》（第四版 增补版）3.1.12.1	酸碱指示剂滴定法	—
碳酸氢根离子	《水和废水检测分析方法》（第四版 增补版）3.1.12.1	酸碱指示剂滴定法	—
氯离子	HJ 84-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100
硫酸根离子	HJ 84-2016	离子色谱法	离子色谱仪 CIC-D100

5.3.3 监测时间与频次

监测采样时间共 1 天，每天监测 1 次。

5.3.4 评价标准

本工程所在区域地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准，具体标准限值详见表 2.4-2。

5.3.5 评价方法

利用《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）所推荐的定值水质参数评价法进行评价。（HJ610-2016）建议定值水质参数评价方法采用标准指数法，定值水质参数 i 在第 j 点的标准指数：

$$P_i=C_i/C_{si}$$

式中：P_i—第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i—第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si}—第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

pH 的标准指数为：

当 $pH_j \leq 7.0$ 时：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}$$

当 $pH_j > 7.0$ 时：

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}$$

式中：P_{pH}—pH 的标准指数，无量纲；

pH—pH 的监测值；

pH_{su}—标准中 pH 的上限值；

pH_{sd}—标准中 pH 的下限值。

水质参数的标准指数＞1，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，水质参数的标准指数越大，表明该水质参数超标越严重。

5.3.6 监测结果与评价

根据广东增源检测技术有限公司出具的 2024 年监测报告（报告编号为：ZY2024091981H），地下水水质监测结果见表 5.3-3，水位监测结果见表 5.3-5，

地下水水质监测指标的标准指数统计结果见表 5.3-4。

表5.3-3 地下水水质及水位监测结果一览表

检测项目	监测值			标准值	单位
	DW1 引水隧洞取水口附近	DW2 净水厂厂址	DW3 引水隧洞取水口下游1000m 处附近		
硫酸根离子	8.97	4.4	8.05		mg/L

表5.3-4 地下水水质监测指标的标准指数统计结果一览表

检测项目	标准指数统计结果		
	DW1 引水隧洞取水口附近	DW2 净水厂厂址	DW3 引水隧洞取水口下游 1000m 处附近

由监测结果可知，本工程地下水评价范围内 3 个现状监测各监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准。

5.4 环境空气质量现状调查与评价

5.4.1 区域达标判断

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本工程大气环境评价等级为三级。

（1）空气质量达标区判定

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），调查项目所在区域环境质量达标情况，作为项目所在区域是否为达标区的判断依据，评价指标 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3 六项污染物全部达标即为达标区，若有一项不达标，则判定为不达标区。

本次评价选取 2023 年作为评价基准年，根据《2023 年梅州市生态环境质量状况》，PM_{10} 年均浓度为 31 微克/立方米，比上年上升了 3 微克/立方米；NO_2 年均浓度为 18 微克/立方米，与上年持平；SO_2 年均浓度为 7 微克/立方米，比上年上升了 1 微克/立方米；$PM_{2.5}$ 年均浓度为 19 微克/立方米，比上年上升了 1 微克/立方米；O_3 日最大 8 小时平均值第 90 百分位浓度为 120 微克/立方米，比上年下降了 15 微克/立方米；CO 第 95 百分位浓度为 0.8 毫克/立方米，与上年持平。

由评价数据可知，梅州市 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 年平均质量浓度，CO 第 95 百分位数日平均质量浓度、臭氧第 90 百分位数 8 小时平均质量浓度满足

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准的要求。**故梅州市大气环境质量属达标区。**具体情况见表 5.4-1。

表5.4-1 项目所在区域环境空气数据

污染物	年评价指标	现状浓度（μg/m³）	标准值（μg/m³）	占标率/%	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	7	60	11.67	达标
NO_2	年平均质量浓度	18	40	45	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	31	70	44.29	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	19	35	54.29	达标
CO	第 95 百分位数日平均质量浓度	800	4000	20	达标
O_3	第 90 百分位数 8 小时平均质量浓度	120	160	75	达标

数据来源：梅州市生态环境局网站提供的《2023 年梅州市生态环境质量状况》。

5.4.2 大气环境质量现状补充监测

建设单位委托广东增源检测技术有限公司于 2024 年 23 日-29 日连续 7 天对项目周边大气环境质量现状进行了采样监测，监测报告编号为：ZY2024091981H。

5.4.3 补充监测布点

本次大气环境现状监测的监测点布局情况见下表，大气监测点位详见下图。

表5.4-2 大气监测布点及监测因子

序号	监测点名称	经纬度	方位	监测项目
G1	净水厂厂址	E115°46′34.79798″,N24°11′27.98628″	/	TSP

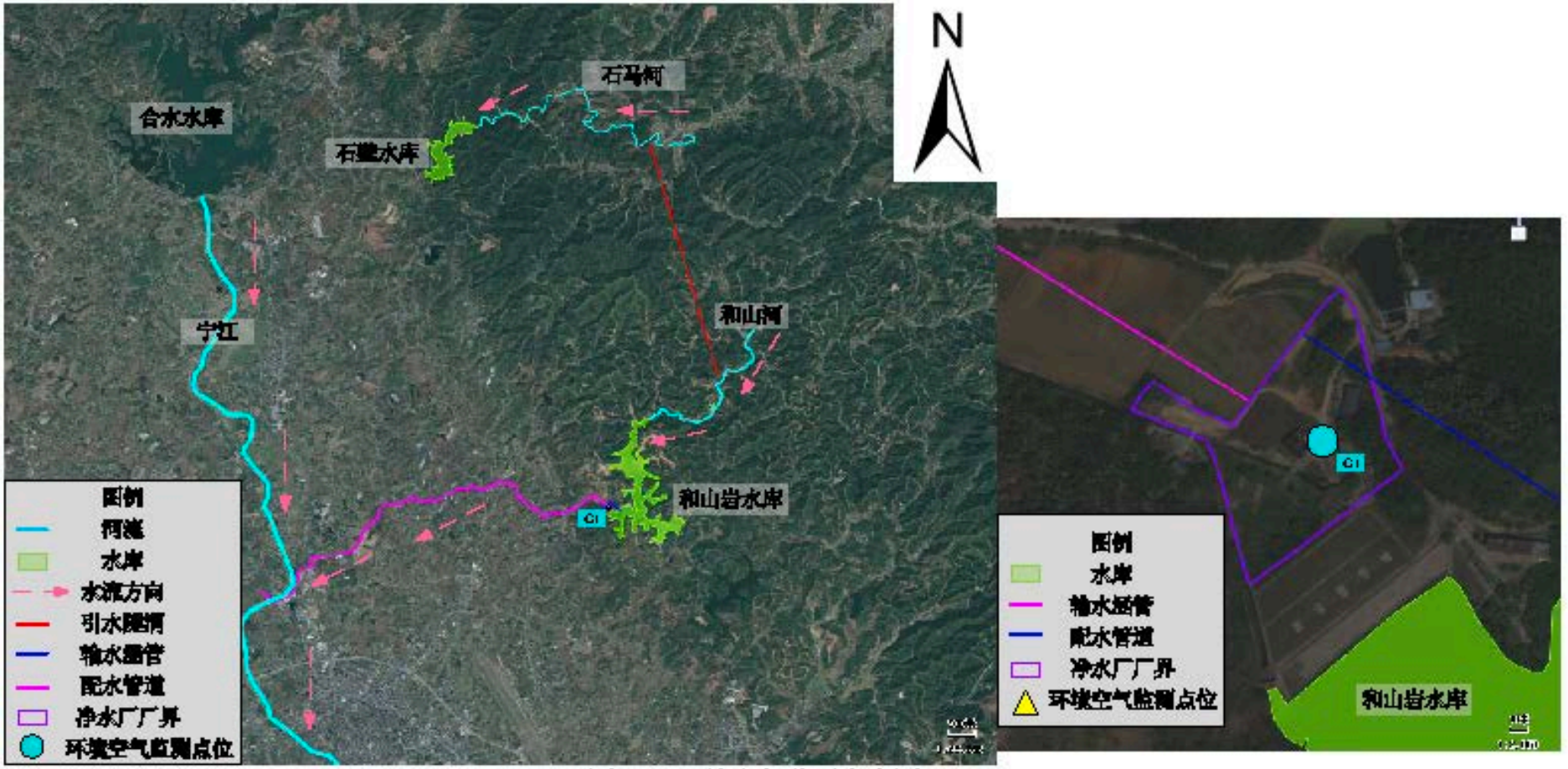


图5.4-1 环境空气监测布点图

5.4.4 采样时间与频次

连续监测 7 天。TSP 每天采样 1 次，每天采样时间为 24 小时；

气象参数每个监测点在 8:00 进行，监测参数为风速、风向、温度、湿度、大气压。

5.4.5 分析方法

监测及分析方法均按照国家环保局《环境监测技术规范》和《环境空气质量标准（GB3095-2012）》要求的方法进行。

表5.4-3 环境空气监测方法、使用仪器及检出限一览表

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
总悬浮颗粒物	《环境空气总悬浮颗粒物的测定 重量法》 HJ 1263-2022	电子天平 EX125DZH、恒温恒湿培养箱SN-HWS-250B	7μg/m^3

5.4.6 评价标准

本工程所在区域属环境空气二类功能区，空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及 2018 年修改单中的二级标准，具体标准限值详见表 2.4-3。

5.4.7 评价方法

评价方法为污染物单项污染指数法，计算公式为：

$$Pi = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

式中：Pi-污染指数（Pi≥1，表明现状空气质量“超标”，不满足相应级别）；

Ci-某污染物的测值或统计值，mg/m^3；

Cio-污染物对应的空气环境标准值，mg/m^3。

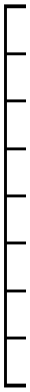
5.4.8 监测结果

本次大气环境质量现状监测期间的同步气象参数及环境空气质量现状监测

结果统计详见下表。

表5.4-4 大气环境质量现状监测期间同步气象参数

表5.4-5 环境空气监测结果及统计表



根据现状监测统计与分析，评价区范围内监测点的TSP满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准。

5.5 声环境质量现状监测与评价

委托广东增源检测技术有限公司于2024年10月23日-24日对本工程周边进行声环境质量现状监测。

5.5.1 监测点位、项目及时间

本次共布设8个监测点位，具体监测布点详见下表以及下图。

表5.5-1 声环境质量现状监测布点

序号	监测时间	监测点名称	距离	监测项目及频次
N1	2024年10月23日-24日	净水厂东北侧附近	1m	连续等效A声级Leq，昼间、夜间各监测一次
N2		净水厂东南侧附近	1m	
N3		净水厂西南侧附近	1m	
N4		净水厂西侧附近	1m	
N5		净水厂西北侧附近	1m	
N7		引水隧洞西侧（庙子村）	1m	
N8		引水隧洞西侧（蕉联村）	1m	
N11		配水管道南侧（凉新村）	1m	

5.5.2 监测分析方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的测量方法进行采样监测。

5.5.3 评价标准

项目 N1-N5 声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008） 2 类标准限值的要求，其余点位声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准限值的要求。

图5.5-1 声环境质量监测布点图

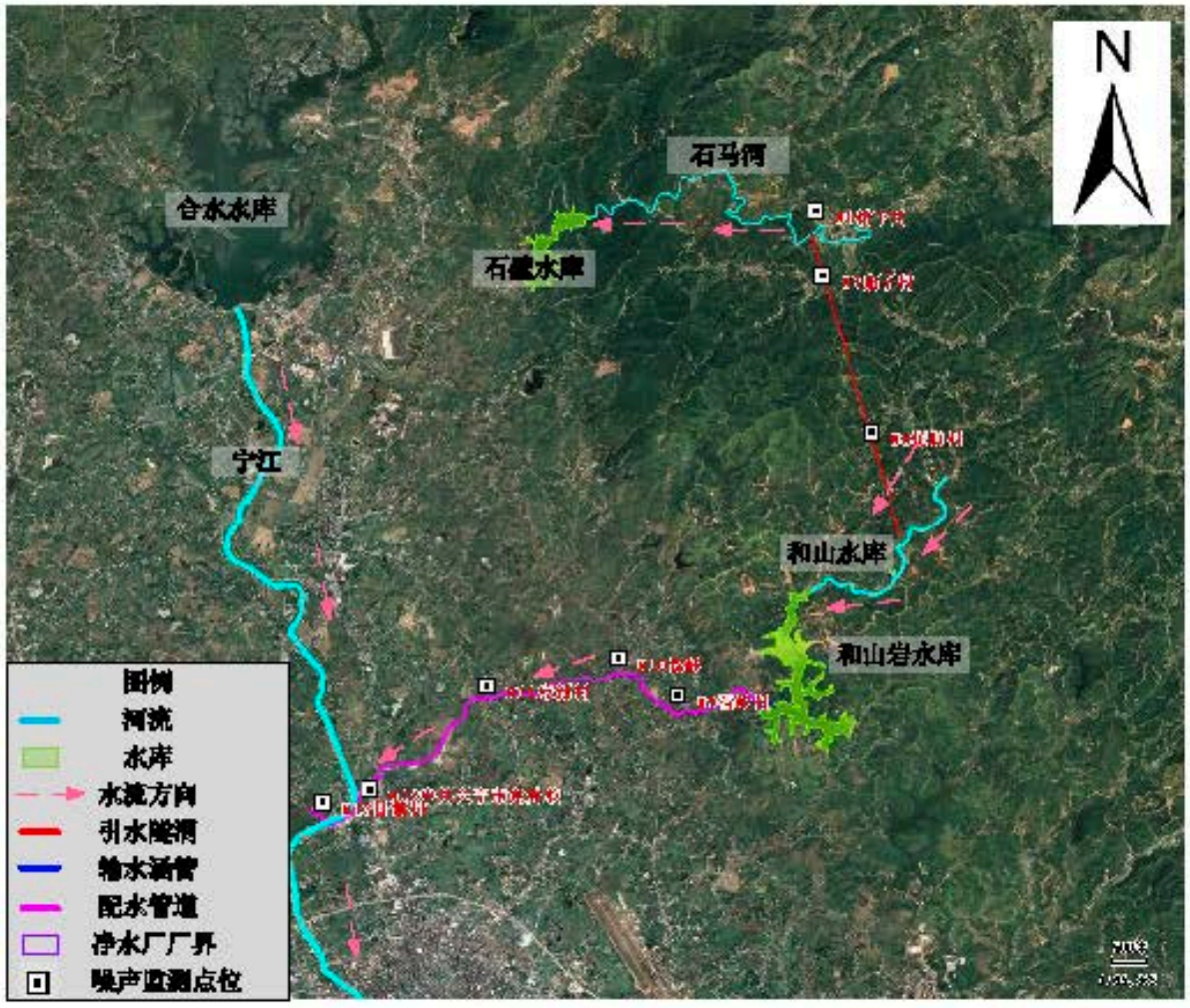


图5.5-2 声环境质量现状监测布点图（工程沿线敏感点）

5.5.4 监测结果统计

根据广东增源检测技术有限公司出具的 2024 年监测报告（报告编号为：ZY2024091981H），声环境质量现状监测结果及评价见下表。

表5.5-2 声环境质量现状监测及评价结果 单位：dB(A)

气象参数：天气：晴，风速：2.0m/s，风向：南风。				单位：（dB(A)）		
采样日期	监测点位	监测因子	监测时段	监测结果	监测时段	监测结果

由上表可看出，声环境质量现状监测期间，净水厂周边声环境质量均可达

到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，其他居民点声环境质量均可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准。项目所在区域声环境质量符合功能区的要求。

5.6 土壤环境质量现状监测与评价

5.6.1 监测布点及监测因子

本工程属于D4413水力发电，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），项目为引水工程，属于水利中的其他，属于III类项目；净水厂属于水生产和供应业种的其他，属于Ⅳ类项目。

根据项目性质，该项目属于生态影响型项目。参照梅州区域土壤含盐量＜2g/kg，且pH范围在5.5~8.5之间，广东省属于亚热带季风气候，干燥度一般不超过2.5；因此项目所在地土壤环境敏感程度为不敏感，土壤判定评价等级为不作评价。

本次工程综合考虑输水线路走向及施工布局，本次土壤环境现状监测点共布设3处，其中占地范围内1处、占地范围外（评价范围内）2处。

表5.6-1 土壤环境监测点位及监测因子

序号	范围	经纬度	监测点位	监测项目	备注
T1	占地范围外	E115°47′3.49782″ N24°15′52.21551″	取水口附近林地	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、含盐量、石油烃（C_{10}~C_{40}）等共11项	表层样
T2		E115°46′34.79798″ N24°11′27.98628″	交水口附近农田		
T3	占地范围内	E115°42′20.92603″ N24°10′26.34642″	净水厂厂址	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2二氯乙烯、反-1,2二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[α]蒽、苯并[α]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯	

序号	范围	经纬度	监测点位	监测项目	备注
				并[α，h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、石油烃（C_{10}~C_{40}）、含盐量等共 48 项	

5.6.2 采样及频次

表层样：0~0.2m 处取样，监测采样时间共 1 天，每天监测 1 次。

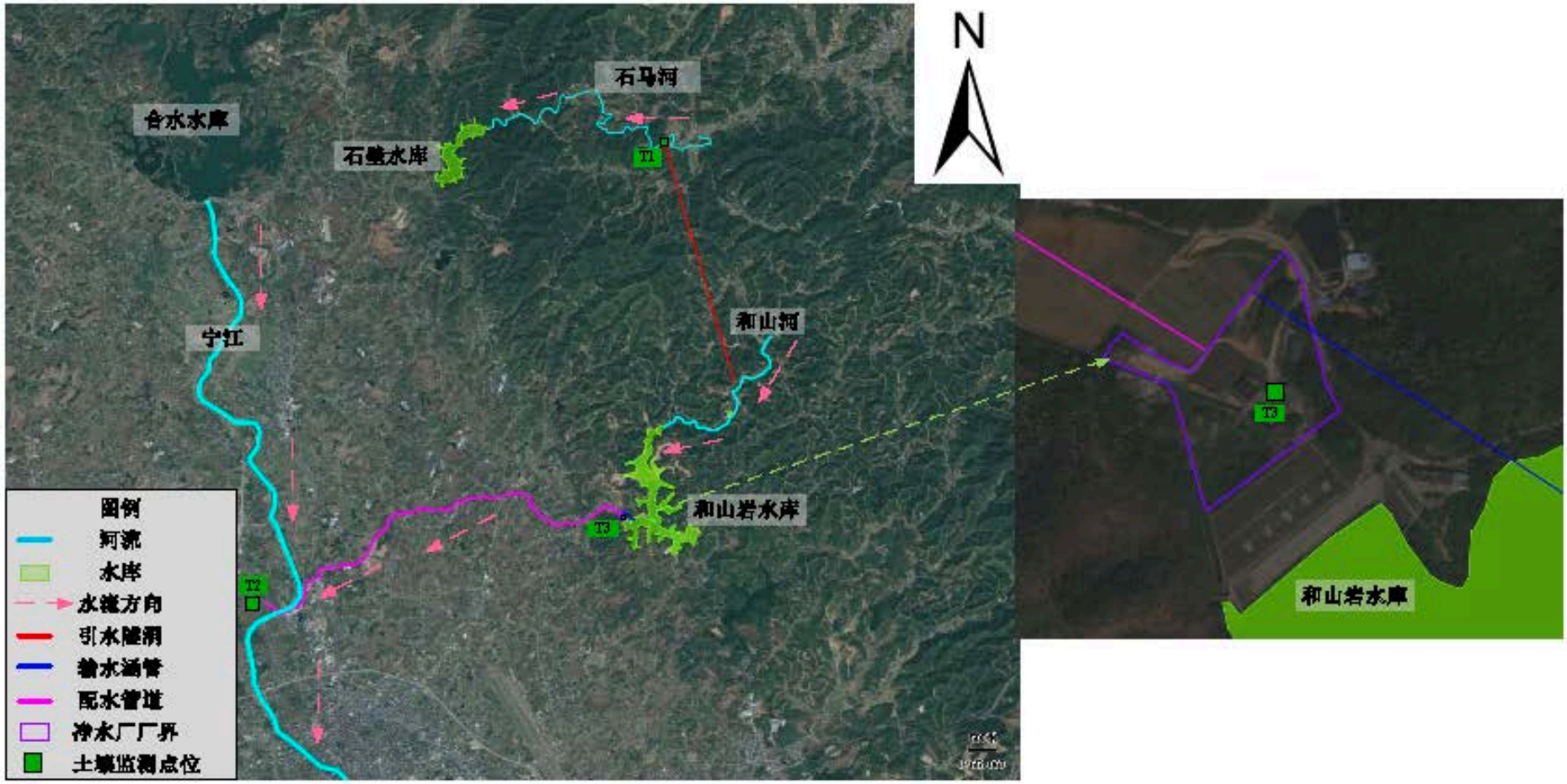


图5.6-1 土壤监测点位图

5.6.3 监测方法

参照《土壤环境监测技术规范》、土壤监测方法（GB/T17134~17141-1997）等要求。各监测因子的监测方法见下表。

表5.6-2 土壤分析方法和检出限

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》HJ 962-2018	pH 计 PHS-3BW、电子天平 JJ1000 型	——
全盐量	《森林土壤水溶性盐分分析》LY/T 1251-1999 质量法 3.1	梅特勒-托利多电子分析天平 AL-204、电热鼓风干燥箱 XGQ-2000	0.1g/kg
总砷	《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/T 22105.2-2008	原子荧光光度计 8500	0.01mg/kg
镉	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收分光光度计 AA240Z	0.01mg/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》HJ 1082-2019	原子吸收分光光度计 AA240	0.5mg/kg
铜	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	1mg/kg
铅	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	10mg/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	原子荧光光度计 8500	0.002mg/kg
镍	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	3mg/kg
锌	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	1mg/kg
铬	《土壤和沉积物 铜、	原子吸收分光光度计 AA240	4mg/kg

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
	锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019		
石油烃（C_{10}-C_{40}）	《土壤和沉积物 石油烃（C_{10}-C_{40}）的测定气相色谱法》HJ 1021-2019	气相色谱仪 GC 2010 Plus	6mg/kg
2-氯苯酚	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX SYSTEM	0.06mg/kg
硝基苯			0.09mg/kg
萘			0.09mg/kg
苯并（a）蒽			0.1mg/kg
䓛			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
苯胺			0.02mg/kg
氯甲烷	《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》HJ 605-2011	气相色谱质谱仪 GCMS-QP2010 SE SYSTEM、吹扫捕集仪 PTC-Ⅲ	1.0×10^{-3}mg/kg
氯乙烯			1.0×10^{-3}mg/kg
1,1-二氯乙烯			1.0×10^{-3}mg/kg
二氯甲烷			1.5×10^{-3}mg/kg
反式-1,2-二氯乙烯			1.4×10^{-3}mg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯			1.3×10^{-3}mg/kg
氯仿			1.1×10^{-3}mg/kg
1,1,1-三氯乙烷			1.3×10^{-3}mg/kg
四氯化碳			1.3×10^{-3}mg/kg
苯			1.9×10^{-3}mg/kg
1,2-二氯乙烷			1.3×10^{-3}mg/kg
1,1-二氯乙烷			1.2×10^{-3}mg/kg
三氯乙烯			1.2×10^{-3}mg/kg
1,2-二氯丙烷			1.1×10^{-3}mg/kg
甲苯			1.3×10^{-3}mg/kg
1,1,2-三氯乙烷			1.2×10^{-3}mg/kg
四氯乙烯			1.4×10^{-3}mg/kg
氯苯			1.2×10^{-3}mg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷			1.2×10^{-3}mg/kg

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
乙苯			1.2×10^{-3}mg/kg
间，对-二甲苯			1.2×10^{-3}mg/kg
邻-二甲苯			1.2×10^{-3}mg/kg
苯乙烯			1.1×10^{-3}mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷			1.2×10^{-3}mg/kg
1,2,3-三氯丙烷			1.2×10^{-3}mg/kg
1,4-二氯苯			1.5×10^{-3}mg/kg
1,2-二氯苯			1.5×10^{-3}mg/kg

5.6.4 监测结果

根据广东增源检测技术有限公司出具的 2024 年监测报告（报告编号为：ZY2024091981H），土壤环境质量现状监测情况见下表。

5.6.5 监测结果统计

采用单因子浓度指标法进行土壤环境质量现状评价。

单因子指数法计算公式为：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中：P_i——第 i 项污染物的土壤质量指数，$P_i<1$ 表示污染物浓度未超过评价标准，$P_i>1$ 表示污染物浓度超过了评价标准。P_i 越大，超标越严重；

C_i——第 i 项污染物的实测值，mg/m^3；

S_i——第 i 项污染物的标准值，mg/m^3。

表5.6-3 项目各监测点的土壤基本因子及特征因子检测结果

检测项目	单位	检测结果	执行标准	标准指数
		T3 净水厂厂址		
		2024.10.24		

备注：执行标准为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB 36600-2018）中的第二类用地风险筛选值。

表5.6-4 项目各监测点的土壤基本因子及特征因子检测结果

备注：T1 取水口附近林地执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的其它土壤污染风险筛选值，T2 交水口附近农田水旱轮作地，采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的较严格的风险筛选值；石油烃（C_{10}~C_{40}）参考执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第一类用地风险筛选值。

5.6.6 评价结果

从土壤监测结果可知，T3 净水厂各监测因子满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第二类用地风险筛选值要求，T1 取水口附近林地满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的其它土壤污染风险筛选值要求，T2 交水口附近农田水旱轮作地，满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的较严格的风险筛选值要求；石油烃（C_{10}~C_{40}）满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第一类用地风险筛选值要求，由此可见，工程附近土壤环境质量较好。

5.7 底泥环境质量现状监测与评价

5.7.1 监测布点及监测因子

为了解本工程的底泥环境质量现状，本次在本工程取水口、引水隧道进水闸处下游 1000m 处以及和山岩水库处布设 3 个底泥监测点位，监测点的位置描述见下表及下图。

表5.7-1 底泥环境监测的具体位置表

序号	监测点名称	经纬度	监测项目
B1	引水隧道进水闸处	E115°47′3.49782″,N24°15′52.21551″	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌
B2	引水隧道进水闸处下游 1000m 处	E115°42′20.92603″,N24°10′26.34642″	
B3	和山岩水库	E115°46′42.83873″,N24°11′24.17677″	

5.7.2 采样及频次

监测采样时间共 1 天，每天监测 1 次。

5.7.3 执行标准

参照执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中表 1 农用地土壤污染风险筛选值，详见表 2.4-5。

图5.7-1 底泥监测点位图

5.7.4 监测方法

参照《土壤环境监测技术规范》、土壤监测方法（GB/T17134~17141-1997）等要求。各监测因子的监测方法见下表。

表5.7-2 底泥分析方法和检出限

监测项目	标准方法及年号	设备名称	检出限
pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》HJ 962-2018	pH 计 PHS-3BW、电子天平 JJ1000 型	——
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	原子荧光光度计 8500	0.002mg/kg
总砷	《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/T 22105.2-2008	原子荧光光度计 8500	0.01mg/kg
镉	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收分光光度计 AA240Z	0.01mg/kg
铜	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	1mg/kg
铅	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	10mg/kg
镍	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	3mg/kg
锌	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	1mg/kg
铬	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》HJ 491-2019	原子吸收分光光度计 AA240	4mg/kg

5.7.5 监测结果

根据广东增源检测技术有限公司出具的 2024 年监测报告（报告编号为：ZY2024091981H），底泥环境质量现状监测情况见下表。

5.7.6 监测结果统计

采用单因子浓度指标法进行土壤环境质量现状评价。

单因子指数法计算公式为：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中：P_i——第 i 项污染物的土壤质量指数，$P_i<1$ 表示污染物浓度未超过评价标准，$P_i>1$ 表示污染物浓度超过了评价标准。P_i 越大，超标越严重；

C_i——第 i 项污染物的实测值，mg/m^3；

S_i——第 i 项污染物的标准值，mg/m^3。

表5.7-3 项目各监测点的底泥监测因子检测结果

5.7.7 评价结果

从底泥监测结果可知，3 个监测点位各因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中表 1 农用地土壤污染风险筛选值。

5.8 陆生生态环境质量现状监测与评价

5.8.1 调查时间及方法

5.8.1.1 调查时间和范围

调查时间： 2024 年 9 月

调查单位：广东励图空间信息技术有限公司

调查范围：引水隧洞以线路中心线向两侧外延 300m 为参考评价范围；和山水库输水涵管以及净水厂输水涵管涉及生态敏感区的以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围；其余工程按照厂界外延 300m 为参考评价范围，综合地形地貌、工程穿越施工形式及其影响情况和保护地主要保护对象的不同等各类因素，进行科学修正后的影响评价范围线内的森林公园范围作为本次生态影响专题报告的评价范围，涵盖建设项目全部活动的直接影响和间接影响区域。综上所述，调查评价区面积 1599.94 hm^2 。详见下图。

图5.8-1 评价区示意图

样方样线的调查数据：本次调查共设置 8 个样方（具体见附表 3 植物多样性实测样方数据表），3 个样线，具体分布图如下：

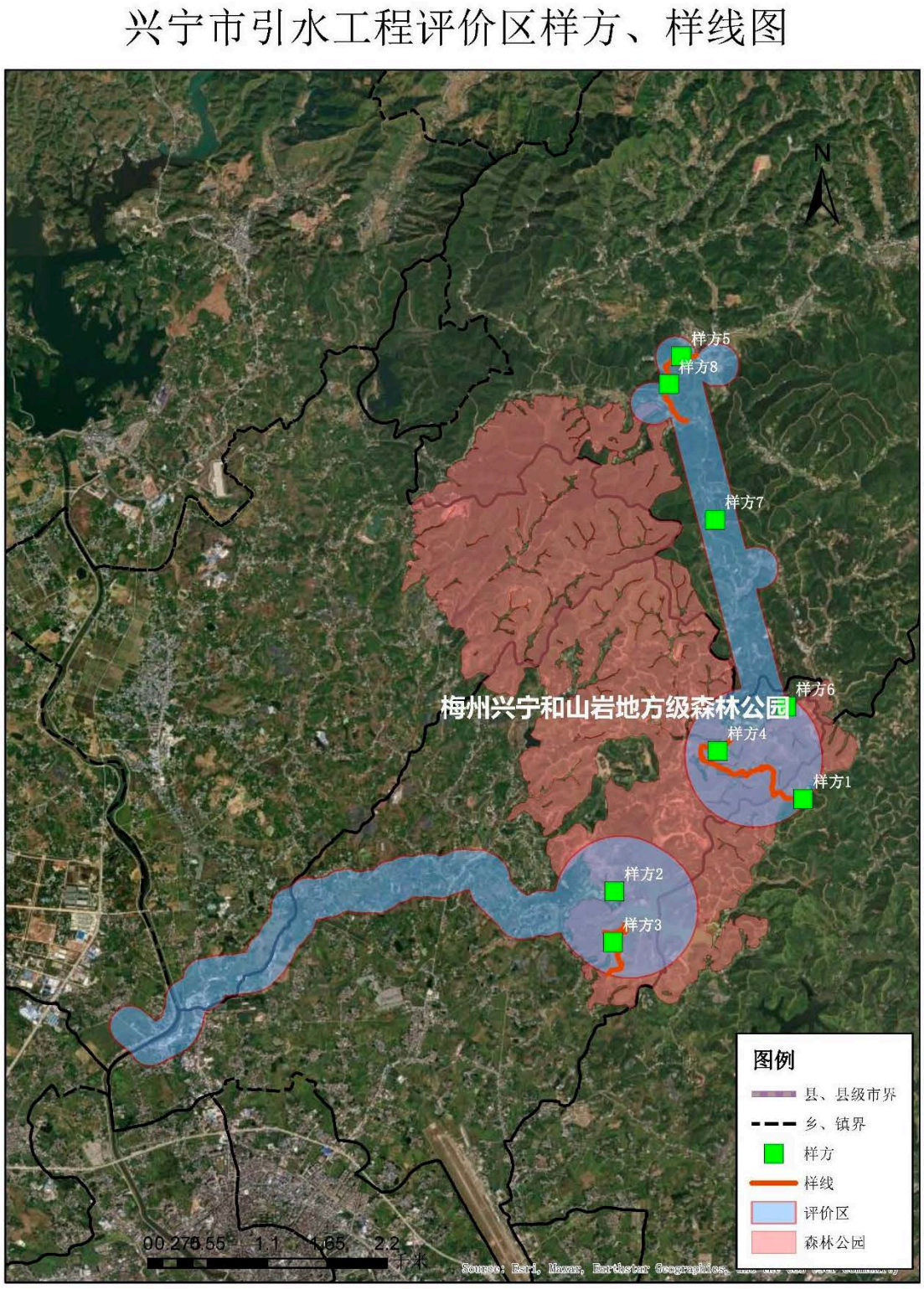


图5.8-2 评价区样方样线图

5.8.1.2 调查内容及方法

（1）植被及植物多样性调查

植被及植物群落调查：利用遥感影像数据和林班图，结合实地调查，确定每个植被类型。评价区现有植被型主要为常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林、灌丛和灌草丛、暖性竹林以及人工植被6种，根据《自然保护区维管束植物多样性调查与监测技术规范》（DB 44/T 1792－2015），对典型植被不同群落类型进行样方取样，乔木群落样方面积为20m×20m，灌木样方为5m×5m，草本样方为1m×1m，记录样方内所有植物的物种名，乔木植株的胸径、株冠盖径和株高，灌木植株的株冠盖径和株高，草本植株的株数、株高和盖度。对不同群落类型、群落外貌特征进行定性判断、定量观测和数码摄影记录；对不同群落立地条件信息：经纬度、海拔高度、坡向和坡度进行记录。；同时记录不同植被类型的立地条件信息，如经纬度、海拔高度、坡向和坡度等，并对典型植被群落进行数码摄影记录。

（2）动物调查方法

1）哺乳类

结合本次调查的实际情况，采用样线调查法、访问调查法和查阅文献资料的方法完成。

野外调查主要为样线法调查，调查中，对样线单侧宽度为10~25m的区域进行观察，以步行调查，平均速度控制在1-2km/h，记录动物实体、痕迹、粪便、巢穴以及叫声等。对于所有的动物踪迹均作详细记录及拍照，并记下其GPS位点。访问调查法，利用《中国哺乳类野外手册》对当地猎人进行无诱导式访问调查，使其描述出他所知的野生动物种类及其鉴别特征、生态习性及分布状况，对访问调查所得信息综合分析，判断出物种分布情况。此法与样线调查法结合使用。

物种分类及鉴定参考《中国兽类分类与分布》（魏辅文等，2022）、《中国兽类图鉴》（刘少英等，2020），并辅以《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生等，2016）、《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》（王应祥，2003）、《中国哺乳类野外手册》（Smith&解焱，2009）。动物踪迹辨认参考《中国哺乳类踪迹指南》（马世来等，2001）。地理区划主要参考《中国动物地理》（张荣祖，2011）。

2）鸟类

结合本次调查的实际情况，采用样线调查法和访问调查法和查阅文献资料

的方法完成。样线单侧宽度为25m，以步行调查，平均速度控制在1-2km/h，使用GPS卫星定位系统进行样线轨迹记录，用8×42的双筒望远镜观察和单反相机辅助拍摄，同时也通过鸣声辨认记录鸟类的数量、种类和生境信息。

物种分类参考《中国鸟类分类与分布名录（第四版）》（郑光美，2023），物种鉴定参考《中国鸟类观察手册》（刘阳和陈水华，2021）、《中国鸟类野外手册》（约翰·马敬能，2022）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生和叶冠锋，2016）等，动物地理区划主要参考《中国动物地理》（张荣祖，2011）。

3）爬行类

调查方法主要有实地调查（野外调查、访问调查）和查阅文献资料。由于爬行类生境和活动时间的特殊性，及活动的季节性，因此调查时针对其代表性生境和时间段进行。调查方法主要采用样线法进行，样线长度1~2km不等，样线单侧宽度为5m，步行调查，平均速度控制在1-2km/h。在样线范围内，采取目视遇测法（Visual encounter surveys），运用感官在调查区域内搜索爬行类信息，包括动物实体（活体和尸体）、痕迹（蛇蜕、洞穴、卵），记录物种名称、数量和生境信息。

调查时间包括日间及夜间（上午9:00~12:00，下午14:00~16:00，夜间20:00~23:00），夜间调查采用照明工具（头灯、强光电筒）寻找，特别留意路线两旁的枯叶堆、石块下、倒木下、树皮下、树洞、石洞等爬行动物喜欢躲藏的小生境。

物种鉴定及分类系统依据《中国动物志爬行纲第二卷有鳞目蜥蜴亚目》（赵尔宓等，1999）、《中国蛇类图鉴》（黄松，2021）、《广东省两栖动物和爬行动物》（黎振昌等，2011）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀等，2020）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生和叶冠锋，2016）、《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波，2015）、《中国蛇类名录订正及其分布》（罗键等，2010）。地理区划参考《中国动物地理》（张荣祖，2011）以及部分最新分类研究文献。

4）两栖类

调查方法主要有实地调查（野外调查、访问调查）和查阅文献资料。两栖类调查与爬行类同步进行，特别留意临时雨水潭等两栖动物喜欢躲藏的小生

境；调查过程留意鸣声，以物种的独特鸣声进行辨认，或根据鸣声寻找实体鉴定，发现两栖动物后，在野外鉴定或拍下活体照片作记录，同时记录种类、数量和栖息生境。

物种鉴定及分类系统依据《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁等，2012）、“中国两栖类”信息系统（2022）、《中国两栖、爬行动物更新名录》（王剀等，2020）、《广东省两栖动物和爬行动物》（黎振昌等，2011）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生和叶冠锋，2016）。地理区划参考《中国动物地理》（张荣祖，2011）以及部分最新分类研究文献。

5）鱼类

调查方式主要包括定点采样、访问调查等。本次调查以现场采集为主，访问调查为辅，访问调查收集主要用于弥补缺失的种类、了解当地鱼类物种多样性构成等，保证数据的完整性。其中，定点采样主要采用三层刺网和地笼相结合的方式，在调查区域内分别放置不同规格的刺网（网长约 50m，网高约 1.5m，网目为 2cm 和 4cm）和地笼，放置时间为前一天傍晚 17:00 左右，收集时间为次日凌晨 7:00 左右，采样时间约为 14h。对采集到的鱼类样本进行种类鉴定、拍照，并测量体长、体重等常规生物学指标，记录渔获数量、渔具类型、捕捞时间和地点等基本信息。现场难以确定种类的样本，先拍照、测量，然后取部分样本带回实验室进行鉴定。

鱼类样本鉴定主要参考《广东淡水鱼类志》（潘炯华，1991）、《珠江鱼类志》（郑慈英，1989）、《珠江水系鱼类原色图集（广东段）》（李新辉，2018）、《中国动物志·硬骨鱼纲》（2002）等。为避免同物异名，跟踪分类的最新进展，鱼类系统分类、种类名称及其生态类型等主要参考世界鱼类数据库（www.fishbase.org）。

（3）生态系统现状调查

生态系统现状调查包括生态系统类型及保护现状的调查，在 Arcgis10 软件中进行生态系统类型的分析与统计；生态系统保护现状采用现场调查、文献查阅相结合的方法。

（4）土地资源调查

充分利用自然保护区的相关资料，通过遥感影像，了解评价区域地形地貌、土壤、土地利用等概况。在遥感影像数据的基础上进行内业解译工作。首

先进行地类图斑的生成，并构建地类图斑的数据框架，包括地类图斑的图斑编号、权属代码、权属名称、地类名称。同时注明无法辨别待确认的部分，以备以后外业调查方便；然后用地类图斑生成线状地物层，并对线状地物图层进行相关数据库的构建，进行线状地物的编号等信息的录入；最后进行数据库框架的完善，检查数据库，补充诸如地类图斑面积、线状地物长度、宽度、扣除比例等字段，结合以后外业调查结果进行完善和补充。

对外业所采集的数据进行综合整理，并参照准备工作中生成的工作底图以及相关的数据库标准进行数据的录入工作，主要包括以下工作内容：评价区域各地类图斑的确认和更新，包括图斑的分割、合并和删除等；线状地物的添加及删除；录入外业调查的地类图斑及面积量算等；图层及数据库的检查核对，并生成最终的土地利用现状调查图。

5.8.2 土地资源

5.8.2.1 土地资源数量

净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园，涉及森林公园范围 0.165h ㎡，山水库输水涵管和山岩水库输水线穿越梅州兴宁和山岩地方级森林公园 191.07m。详见下图。

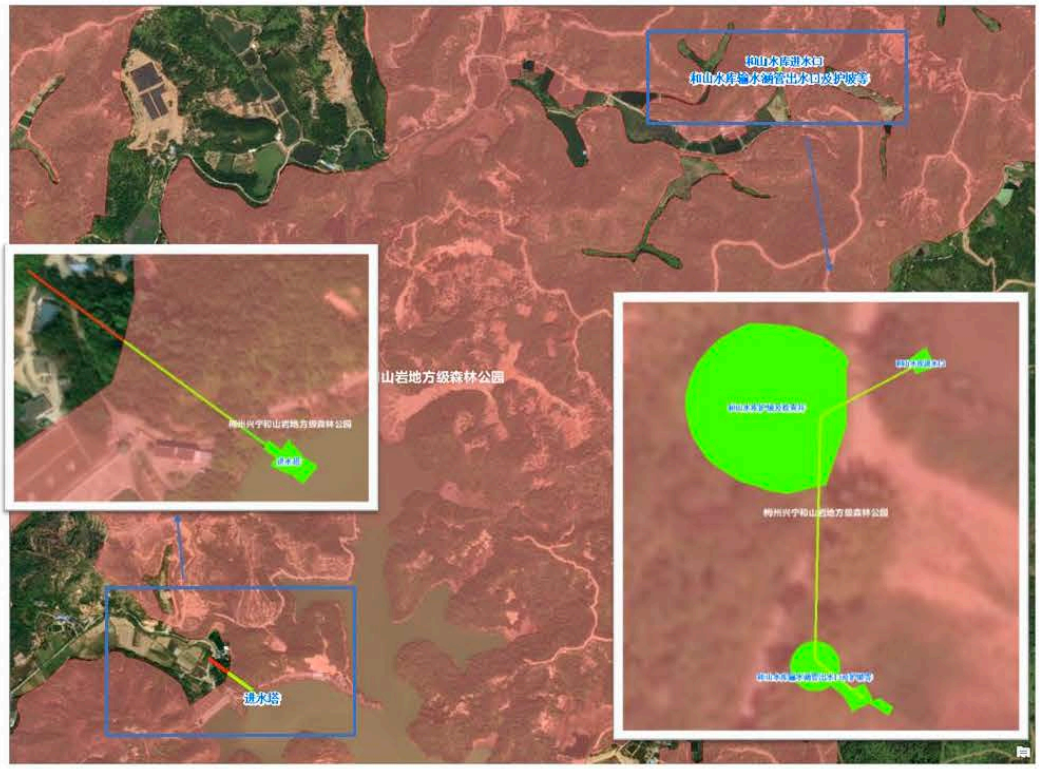


图5.8-3 引水工程评价区和梅州兴宁和山岩地方级森林公园关系示意图

5.8.2.2 土地资源数量

备注：根据广东省森林资源信息发布系统数据统计。

依据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》进行分类，评价区土地利用现状以林地为主，林地面积 860.22hm²，占比 53.77%；其次为耕地和水域与水利设施用地，面积分别为 281.11hm²、156.22hm²，分别占比 17.57%、9.76%；评价区同时还零散分布有草地、公共管理与公共服务用地、园地、住宅用地、交通运输用地、特殊用地及其它土地等。评价区土地利用现状情况如下：

表5.8-2 评价区土地利用现状表

土地利用现状		面积（hm²）	占比（%）
一级类	二级类		
01 耕地	旱地	20.43	1.28%
	水浇地	5.69	0.36%
	水田	254.99	15.94%
02 园地	果园	56.43	3.53%
	茶园	0.08	0.01%
	可调整果园	1.26	0.08%
	其他园地	8.34	0.52%
03 林地	灌木林地	17.12	1.07%
	其他林地	14.55	0.91%
	乔木林地	771.57	48.22%
	竹林地	56.98	3.56%
04 草地	其他草地	77.49	4.84%
05 商服用地	商业服务业设施用地	1.76	0.11%
	物流仓储用地	0.58	0.04%
06 工矿仓储用地	采矿用地	3.84	0.24%
	工业用地	14.76	0.92%
07 住宅用地	农村宅基地	76.17	4.76%
08 公共管理与公共服务用地	公用设施用地	2.47	0.15%
	公园与绿地	0.08	0.01%
	广场用地	0.27	0.02%
	机关团体新闻出版用地	2.78	0.17%
	科教文卫用地	1.56	0.10%
09 特殊用地	特殊用地	3.36	0.21%
10 交通运输用地	城镇村道路用地	0.57	0.04%
	公路用地	14.68	0.92%
	交通服务场站用地	0.75	0.05%
	农村道路	14.88	0.93%
11 水域与水利设施用地	沟渠	15.02	0.94%
	河流水面	16.89	1.06%
	可调整养殖坑塘	8.54	0.53%
	坑塘水面	44.07	2.75%

土地利用现状		面积（hm^2）	占比（%）
一级类	二级类		
	内陆滩涂	4.47	0.28%
	水工建筑用地	5.03	0.31%
	水库水面	60.96	3.81%
	养殖坑塘	1.25	0.08%
12 其它土地	空闲地	0.23	0.01%
	裸土地	11.21	0.70%
	设施农用地	8.85	0.55%
	总计	1599.94	100.00%

备注：土地利用现状分类参照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》。

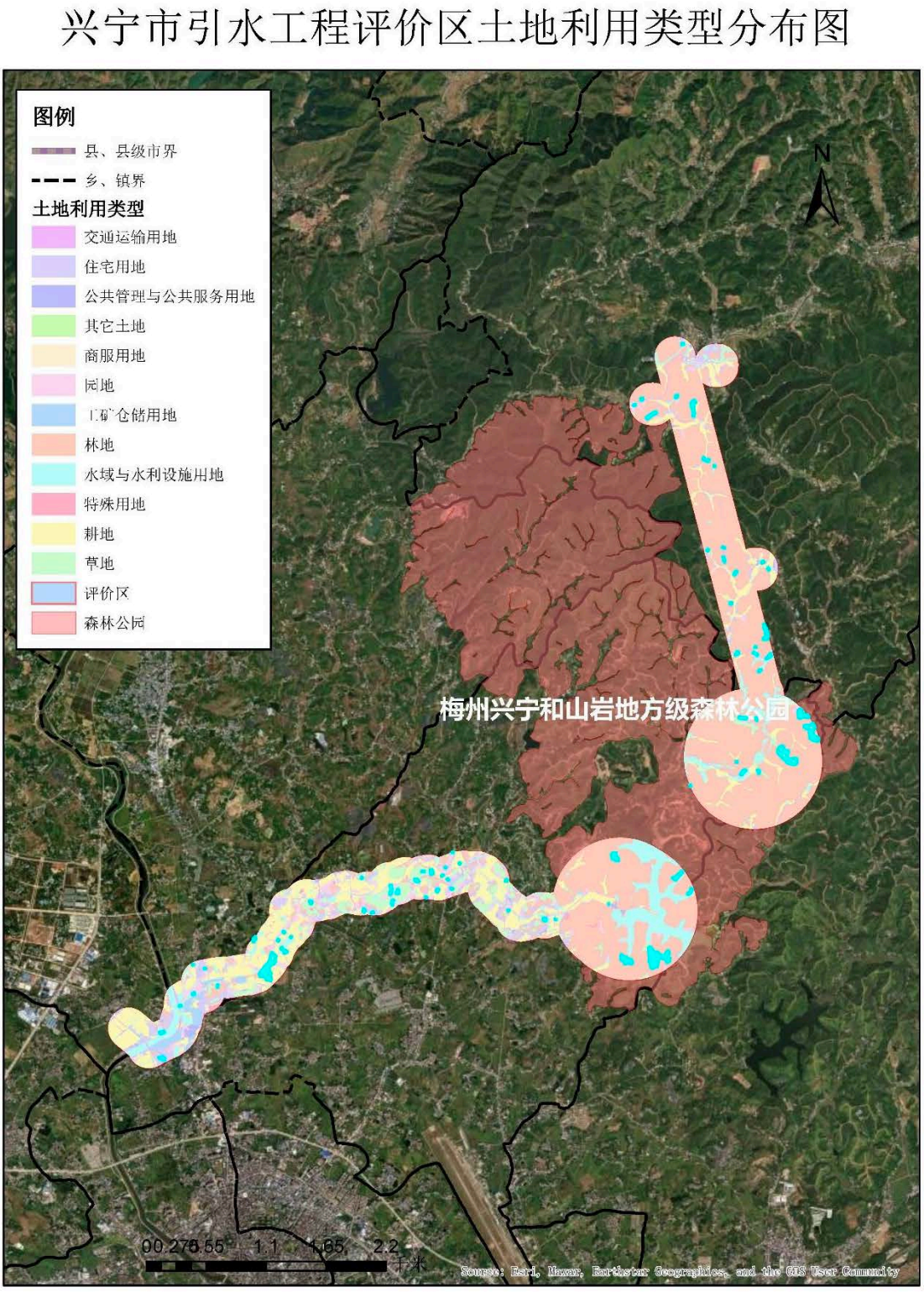


图5.8-4 评价区土地利用类型分布图

5.8.3 植被及植物多样性

5.8.3.1 植被

按照《中国植被》对植被分类的原则、单位及系统（全国有29个自然植被型560余个群系，7个栽培植被型），对评价区的植被型、群系及其优势种、表征种进行观察记录，根据生态和群落外貌进行分类，将其植被类型划分为天然次生和人工起源类型，一共有3个植被型组、4个植被型、6个群系。天然次生的植被类型包括阔叶林和灌草丛2个植被型组以及2个植被型、2个群系。人工起源的植被类型包括2个植被型组、3个植被型、3个群系，以针阔混交林和暖性针叶林的分布面积较大。

表5.8-3 评价区内植被类型

起源	植被型组	植被型	植被亚型	群系	工程占用情况

天然次生常绿阔叶林：乔木层植物以木荷、黧蒴锥以及米槠为主，主林层郁闭度0.8-0.9，高6-12 m，林下盖度0.8，杜鹃占优势，其它还有石斑木、寄生藤等，具有季相变化此外还有少量的野漆、鹅掌柴、罗伞树等；灌木层以九节、黄毛榕为主；草本层以芒萁为主，其中散落有团叶鳞始蕨、玉叶金花等。

天然次生常绿阔叶灌丛：灌木层主要有桃金娘和簕竹等；草本层则以芒萁为主，盖度达0.9，林下植物甚少，芒萁在评价区较为常见，多分布于阳性山坡，其盖度常达1.0。

人工暖性针叶林：乔木以马尾松林和杉木林为主，马尾松林主林层郁闭度

0.5-0.6，主要上层植物为马尾松，群落高 8-12 m，部分马尾松有松材线虫病，整株为红色，有少量的山乌桕和山鸡椒；灌木层主要有野牡丹和桃金娘等；草本层主要为芒萁。杉木林，主林层郁闭度 0.6-0.7，主要由杉木、桃叶石楠、鹅掌柴、三桠苦等组成，以杉木占优势。杉木平均树高 7-9 m，胸径 6-20 cm。林下盖度 0.8，石斑木和桃金娘占优势，群系中还有杜鹃、五节芒等。

人工针阔混交林：乔木层主要由马尾松和木荷或杉和木荷组成，此外有少量山乌桕；灌木层多为毛果算盘子和桃金娘；草本层则以芒萁为主，其中有少量的扇叶铁线蕨、海金沙等。

马尾松群系　五节芒群丛

马尾松+木荷群系　杉木群系

图5.8-5 工程沿线涉及的植被群系图

兴宁市引水工程评价区植被类型图

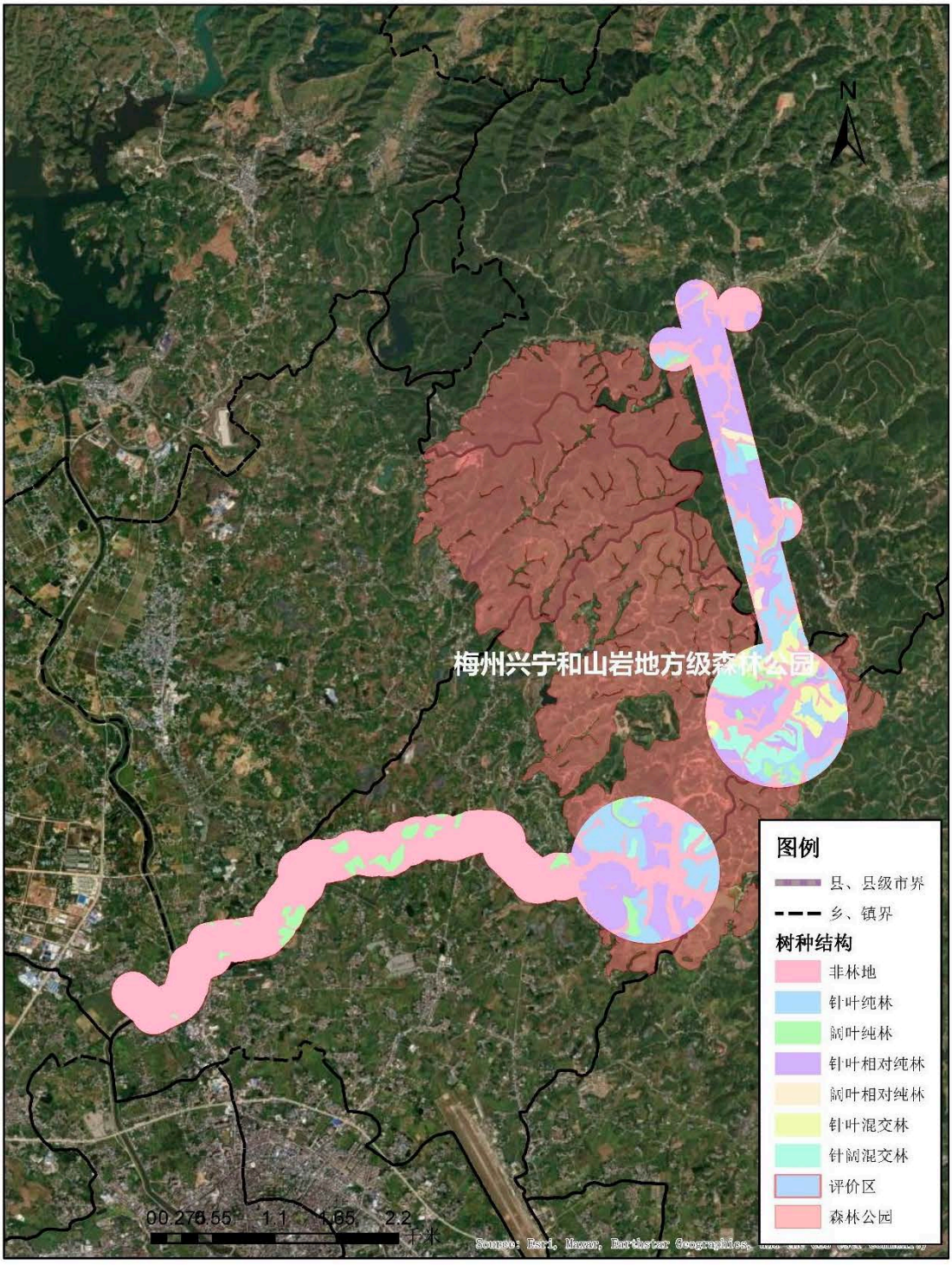


图5.8-6 评价区植被类型图

图5.8-7 评价区植被图

5.8.3.2 植物多样性

以实地调查为主，以资料和调查成果资料为辅，结合收集到的相关调查研

究资料，研究和分析植被的分布。调查表明，评价区的植物资源一般，植物物种生长状况较好。评价区维管植物共计 126 科 342 属 473 种，共记录有野生维管植物 112 科 266 属 362 种，栽培植物有 56 科 98 属 111 种（含种下分类单位，下同），野生植物包括蕨类植物 19 科 25 属 36 种；裸子植物 3 科 3 属 5 种；被子植物 90 科 238 属 321 种（其中双子叶植物 79 科 198 属 268 种；单子叶植物 11 科 40 属 53 种）。

表5.8-4 评价区野生维管植物科属种构成

植物类群				科数	属数	种数
野生植物	蕨类植物			19	25	36
	种子植物	裸子植物		3	3	5
		被子植物	双子叶植物	79	198	268
			单子叶植物	11	40	53
	合计			112	266	362
栽培植物				56	98	111

同时记录到国家 II 级重点保护植物——金毛狗；CITES 公约（2023 年）附录物种——金毛狗。

图5.8-8 国家二级保护野生植物金毛狗

5.8.3.3 古树名木现状

根据调查，评价区范围内已建档的古树有 4 棵,其中二级古树 1 科，三级古树三颗，分别位于石马镇蕉联村黄竹塘等地，4 棵古树均不在工程范围。详见

下表：

表5.8-5 评价区内古树统计表

序号	科	种名	拉丁名	树龄	保护级别	位置	生长状况	工程占用情况（是/否）
1	马鞭草科	山牡荆	*Vitex quinata*	405	2级	石马镇蕉联村黄竹塘	树干木质部腐朽形成空洞处垃圾较多，基部分一小叉；生长势衰弱	否
2	山茶科	木荷	*Schima superba*	125	3级	石马镇蕉联村长塘	整体树株倾斜生长；生长势正常	否
3	壳斗科	红锥	*Castanopsis hystrix*	205	3级	石马镇洋门村坳上	树干木质部腐朽形成空洞多年，树洞内能站立3个成年人；生长势衰弱	否
4	桑科	榕树	*Ficus microcarpa*	105	3级	宁中镇蔗塘村三角楼	主干腐朽空洞，一半树干由气生根长大而成；生长势正常	否

5.8.4 野生动物栖息地及动物多样性

5.8.4.1 动物多样性

评价区共记录到野生脊椎动物75种，隶属于16目51科；其中陆生野生脊椎动物68目49科14种，包括哺乳类4目9科10种，鸟类7目29科47种，爬行类2目6科 种，两栖类1目5科5种；鱼类2目2科6种。详见下表。

表5.8-6 评价区动物类群物种统计表

类群	目数	科数	种数
哺乳类	4	9	10
鸟类	7	29	47
爬行类	2	6	7
两栖类	1	5	5
鱼类	2	2	6
总计	16	51	75

（1）哺乳类

经调查发现，评价区内记录到哺乳类4目9科10种，占广东省已记录哺乳类144种（邹发生等，2016）的6.94%，占中国已记录哺乳类700种（蒋志刚等，2021）的1.14%，详见下表。

在记录到的哺乳类中，有国家二级保护野生动物 1 种，广东省重点保护野生动物 1 种，CITES 附录Ⅱ物种 1 种，“三有”保护动物 4 种。

图5.8-9 国家二级保护野生动物 豹猫

表5.8-7 评价区哺乳类名录

物种名	生态类型	保护等级	数量等级
啮齿目 RODENTIA			
鼠科 Muridae			
小泡巨鼠 *Leopoldamys edwardsi*	Su		+++
小家鼠 *Mus musculus*	Su		+
松鼠科 Sciuridae			
倭花鼠 *Tamiops maritimus*	Ar	3	++++
翼手目 CHIROPTERA			
蹄蝠科 Hipposideridae			
大蹄蝠 *Hipposideros armiger*	Ca		+
蝙蝠科 Vespertilionidae			
东亚伏翼 *Pipistrellus abramus*	Ca		++++
鲸偶蹄目 CETARTIODACTYLA			
猪科 Suidae			
野猪 *Sus scrofa*	Te		+++
鹿科 Suidae			
赤麂 *Muntiacus vaginalis*	Te	G,3	+
食肉目 CARNIVORA			

物种名	生态类型	保护等级	数量等级
猫科 Felidae			
豹猫 *Prionailurus bengalensis*	Sr	二,II,vu	++
林狸科 Prionodontidae			
花面狸 *Paguma larvata*	Sr	III,3	++
鼬科 Mustelidae			
鼬獾 *Melogale moschata*	Su	3	+

注：1. *-中国特有种；

2. 保护级别：二-国家二级保护野生动物（2021），G-广东省重点保护陆生野生动物（2021），II/III-被列入《濒危野生动植物国际贸易公约（2023）》附录 II/III，vu -易危（《中国生物多样性红色名录》，2020），3-被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录（2023）》；

3. 数量等级：“+”-少见，“++”-偶见，“+++”-常见，“++++”-优势。

（2）鸟类

经调查，评价区共记录到鸟类 7 目 29 科 47 种，占广东省已记录鸟类 553 种（邹发生等，2016）的 8.55%，占中国已记录鸟类 1505 种（郑光美，2023）的 3.12%，详见下表。

图5.8-10 国家二级保护野生动物 褐翅鸦鹃

在记录到的鸟类中，有国家二级保护野生动物 2 种，广东省重点保护野生动

物 2 种，“三有”保护动物 44 种。

表5.8-8 评价区鸟类名录

物种名	生态类型	居留型	保护级别	数量等级
I. 鸡形目 GALLIFORMES				
(一) 雉科 Phasianidae				
1. 灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracicus**	Te	R	3	+++
2. 白鹇*Lophura nycthemera*	Te	R	二	++
II. 鸊鹈目 PODICIPEDIFORMES				
(二) 鸊鹈科 Podicipedidae				
3. 小鸊鹈*Tachybaptus ruficollis*	Sw	R	3	+++
III. 鸽形目 COLUMBIFORMES				
(三) 鸠鸽科 Columbidae				
4. 珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	Te	R	3	++++
IV. 夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES				
(四) 夜鹰科 Caprimulgidae				
5. 普通夜鹰 *Caprimulgus indicus*	Sc	S	3	+
(五) 雨燕科 Apodidae				
6. 小白腰雨燕 *Apus nipalensis*	Sc	S	3	+++
V. 鹃形目 CUCULIFORMES				
(六) 杜鹃科 Cuculidae				
7. 褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*	Sc	R	二	++
8. 噪鹃 *Eudynamys scolopacea*	Sc	R	3	+++
9. 八声杜鹃 *Cacomantis merulinus*	Sc	S	3	++
10. 四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	Sc	S	3	+
VI. 鹈形目 PELECANIFORMES				
(七) 鹭科 Ardeidae				
11. 牛背鹭 *Bubulcus ibis*	W	R	G,3	++
VII. 佛法僧目 CORACIIFORMES				
(八) 翠鸟科 Alcedinidae				
12. 普通翠鸟 *Alcedo atthis*	Sc	R	3	+++
VIII. 啄木鸟目 PICIFORMES				
(九) 拟啄木鸟科 Capitonidae				
13. 大拟啄木鸟 *Psilopogon virens*	Sc	R	3	+++
14. 黑眉拟啄木鸟 *Psilopogon faber**	Sc	R	3	+
(十) 山椒鸟科 Campephagidae				
15. 灰喉山椒鸟 *Pericrocotus solaris*	So	R	3	+++
16. 赤红山椒鸟 *Pericrocotus flammeus*	So	R	3	+++
(十一) 卷尾科 Dicruridae				
17. 黑卷尾 *Dicrurus macrocercus*	So	R	3	++

物种名	生态类型	居留型	保护级别	数量等级
(十二) 伯劳科 Laniidae				
18. 棕背伯劳 *Lanius schach*	So	R	3	+++
(十三) 鸦科 Corvidae				
19. 松鸦 *Garrulus glandarius*	So	R	3	+
(十四) 山雀科 Paridae				
20. 黄颊山雀 *Machlolophus spilonotus*	So	R	3	++
(十五) 扇尾莺科 Cisticolidae				
21. 棕扇尾莺 *Cisticola juncidis*	So	W	3	++
22. 长尾缝叶莺 *Orthotomus sutorius*	So	R	3	++++
(十六) 燕科 Hirundinidae				
23. 家燕 *Hirundo rustica*	So	S	3	+++
24. 金腰燕 *Cecropis daurica*	So	R	3	+++
(十七) 鹎科 Pycnonotidae				
25. 红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*	So	R	3	++++
26. 白头鹎 *Pycnonotus sinensis*	So	R	3	++++
27. 暗绿绣眼鸟 *Zosterops japonicus*	So	R	3	+++
(十八) 林鹛科 Timaliidae				
28. 红头穗鹛 *Cyanoderma ruficeps*	So	R	3	+++
(十九) 雀鹛科 Alcippeidae				
29. 淡眉雀鹛 *Alcippe hueti**	So	W		++++
(二十) 噪鹛科 Leiothrichidae				
30. 黑脸噪鹛 *Pterorhinus perspicillatus*	So	R	3	+++
31. 黑领噪鹛 *Pterorhinus pectoralis*	So	R	3	+
(二十一) 椋鸟科 Sturnidae				
32. 八哥 *Acridotheres cristatellus*	So	R	3	++++
33. 黑领椋鸟 *Gracupica nigricollis*	So	R	3	+++
(二十二) 鸫科 Turdidae				
34. 灰背鸫 *Turdus hortulorum*	So	W	3	+++
35. 乌灰鸫 *Turdus cardis*	So	W	3	+
36. 乌鸫 *Turdus mandarinus**	So	R	3	++
(二十三) 鹟科 Muscicapidae				
37. 鹊鸲 *Copsychus saularis*	So	R	3	+++
38. 紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*	So	R	3	+++
(二十四) 啄花鸟科 Dicaeidae				
39. 红胸啄花鸟 *Dicaeum ignipectus*	So	R	3	++
(二十五) 花蜜鸟科 Nectariniidae				
40. 叉尾太阳鸟 *Aethopyga christinae*	So	R	3	++
(二十六) 梅花雀科 Estrildidae				
41. 白腰文鸟 *Lonchura striata*	So	R	3	+++

物种名	生态类型	居留型	保护级别	数量等级
42. 斑文鸟 *Lonchura punctulata*	So	R	3	++
(二十七) 雀科 Passeridae				
43. 麻雀 *Passer montanus*	So	R	3	+++
(二十八) 鹡鸰科 Motacillidae				
44. 树鹨 *Anthus hodgsoni*	So	W	3	++
45. 灰鹡鸰 *Motacilla cinerea*	So	W	3	+++
46. 白鹡鸰 *Motacilla alba*	So	R	3	+++
(二十九) 鹀科 Emberizidae				
47. 灰头鹀 *Emberiza spodocephala*	So	W	G,3	++

注：1. *-中国特有种；

2. 保护级别：二-国家二级保护野生动物（2021），G-广东省重点保护陆生野生动物（2021），II-被列入《濒危野生动植物国际贸易公约》附录 II（2021），vu -易危（《中国生物多样性红色名录》，2020），3-被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录（2023）》；

3. 数量等级：“+”-稀少，“++”-偶见，“+++”-常见，“++++”-优势。

（3）爬行类

经调查，评价区共记录到爬行类 2 目 6 科 7 种，占广东省已记录爬行类 156 种（邹发生等，2016）的 4.48%，占中国已记录爬行类 511 种（王剀 等，2020）的 1.37%，详见下表。

在记录到的爬行类中，其中“三有”保护动物 5 种。

表5.8-9 评价区爬行类名录

种名	生态类	保护等级	数量等级
I. 龟鳖目 TESTUDINES			
(一) 泽龟科 Emydidae			
1. 红耳龟 *Trachemys scripta elegans#*	Aq		+
(二) 鳖科 Trionychidae			
2. 中华鳖 *Pelodiscus sinensis*	Aq	VU,en	+
II. 有鳞目 SQUAMATA			
(三) 壁虎科 Gekkonidae			
3. 原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii*	Te	3	++++
(四) 石龙子科 Scincidae			
4. 中国石龙子 *Plestiodon chinensis*	Te	3	+
(五) 游蛇科 Colubridae			
5. 细白环蛇 *Lycodon subcinctus*	Te	3	+
(六) 水游蛇科 Natricidae			

种名	生态类	保护等级	数量等级
6. 北方颈槽蛇 *Rhabdophis helleri*	Te	3	++++
7. 黄斑渔游蛇 *Fowlea flavipunctatus*	Aq	3	++

注：1. *-中国特有种，#-外来入侵物种；

2. 保护级别：二-国家二级保护野生动物（2021），II-被列入《濒危野生动植物国际贸易公约（2023）》附录 II，VU -易危（世界自然保护联盟,IUCN Red List,2022），en/vu-濒危/易危（《中国生物多样性红色名录》，2020），3-被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录（2023）》；

3. 数量等级：“+”-少见，“++”-偶见，“+++”-常见，“++++”-优势。

（4）两栖类

经调查，评价区共记录到两栖类 1 目 5 科 5 种，占广东省已记录的 75 种（邹发生等，2016）的 6.67%，占全国已记录 514 种（王剀 等，2020）的 0.97%，详见下表。

在记录到的两栖类中，有“三有”保护动物 2 种。

评价区两栖类名录

物种名	生态类型	保护等级	数量等级
1.无尾目 ANURA			
（一）蟾蜍科 Bufonidae			
黑眶蟾蜍 *Duttaphrynus melanostictus*	TQ	3	++++
（二）姬蛙科 Microhylidae			
花姬蛙 *Microhyla pulchra*	TQ		+++
（三）叉舌蛙科 Dicroglossidae			
泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*	TQ		++++
（四）蛙科 Ranidae			
长肢林蛙 *Rana longicrus**	TQ		+++
（五）树蛙科 Rhacophoridae			
斑腿泛树蛙 *Polypedates megacephalus*	Ar	3	+++

注：1. *-中国特有种；

2. 保护级别：VU-易危（世界自然保护联盟,IUCN Red List,2022），vu-易危（《中国生物多样性红色名录》，2020），3-被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》；

3. 数量等级：“+”-少见，“++”-偶见，“+++”-常见，“++++”-优势。

（5）鱼类

经调查，评价区内的自然水域中共记录鱼类 2 目 2 科 6 种，详见下表。未记录到保护鱼类。

表5.8-10 评价区鱼类名录

物种名	数量等级
I.鲤形目 CYPRINIFORMES	
（一）鲴科 Xenocyprididae	
草鱼 *Ctenopharyngodon idella*	++
翘嘴鲌 *Culter alburnus*	++
鳌*Hemiculter leucisculus*	+++
鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*	++
II 丽鱼目 CICHLIFORMES	
（二）丽鱼科 Cichlidae	
尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus#*	+++
齐氏罗非鱼 *Coptodon zillii#*	++++

注：1. *-中国特有种，#-外来入侵物种；

2. 数量等级：“+”-少见，“++”-偶见，“+++”-常见，“++++”-优势。

5.8.4.2 陆生野生脊椎动物栖息地

根据实地调查，评价区内分布有居民区、养殖场、农田、水电站、引水渠系、水库等不同的人为设施，也有影响动物栖息地连通性的道路、灌溉渠系等。总体而言评价区野生动物栖息地受人为干扰的影响程度较高，栖息地连通性较差。评价区野生动物栖息地大致可以分为林地、灌丛、水域、农田和居民区等。林地、灌丛等主要分布在森林公园海拔较高的区域，所记录的陆生野生脊椎动物主要分布于这些植被质量相对较好的区域，便于隐蔽、觅食、休憩以及繁殖。上述区域主要分布着以豹猫、赤鹿等为代表的哺乳动物、以雀形目为代表的鸟类，以及某些树栖型两爬。水域主要包括石马河及其附属渠系，以及山涧溪流，这些区域主要分布有喜溪流的鸟类，也包括鱼类和部分水栖两栖类、爬行类。农田和居民区海拔较低，人为干扰程度往往最高，主要分布有啮齿目哺乳动物，以及雀形目鸟类等，水田及周边林地为鹭科鸟类的喜居栖息地。

5.8.4.3 珍稀濒危陆生野生脊椎动物

在评价区记录到的 74 种野生脊椎动物中，珍稀濒危重点保护物种共计 7 种；其中，国家二级保护野生动物 3 种；广东省重点保护野生动物 3 种；被列

入《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录II的有1种，附录III的1种；此外，还有中国特有种4种，“三有”保护动物55种，以上陆生野生脊椎动物均在梅州范围广泛分布。详见下表：

表5.8-11 评价区珍稀濒危物种记录表

珍稀濒危保护级别		种数	物种名
国家重点保护	二级	2	豹猫、白鹇、褐翅鸦鹃
广东省重点保护		3	赤麂、牛背鹭、灰头鹀
CITES	II	1	豹猫
	III	1	花面狸
中国特有种		4	灰胸竹鸡、黑眉拟啄木鸟、淡眉雀鹛、乌鹟
“三有”保护动物		55	哺乳类4种，鸟类44种，爬行类5种，两栖类2种

兴宁市引水工程评价区珍稀濒危野生动植物分布图

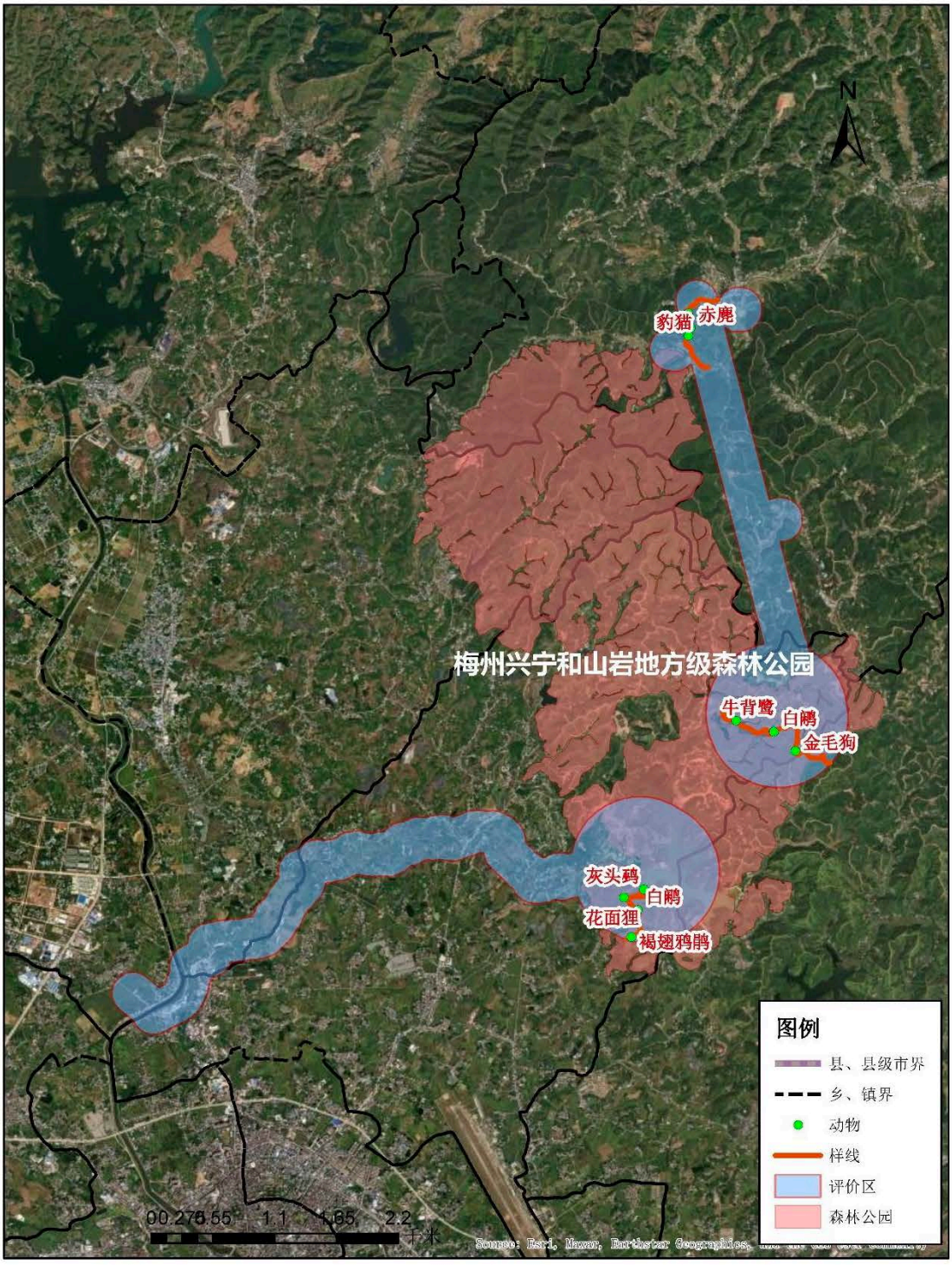


图5.8-11 评价区珍稀濒危野生动植物分布图

图5.8-12 野生动植物图片

5.8.5 生态系统现状调查

5.8.5.1 生态状况及特征

根据欧阳志云，张路等人划分的《全国生态系统分类体系》，森林公园评价区域内存在森林、城镇生态系统，评价区以森林生态系统为主，但评价区植被主要为人工植被，整体上评价区生态系统的人工属性较强，自然属性相对较低，生态功能较差。

根据《全国生态状况调查评估技术规范--生态系统遥感解译与野外核查》(H1166-2021)，评价区域的I级生态系统类型主要有6种，分别为:森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。II级生态系统类型主要有11种,分别为:针混交林、稀疏林、稀疏灌丛、稀疏草地、湖泊、河流、耕地、园地、居住地、城市绿地、工矿交通。评价区生态系统类型分布图见下图。

兴宁市引水工程评价区生态系统分布图

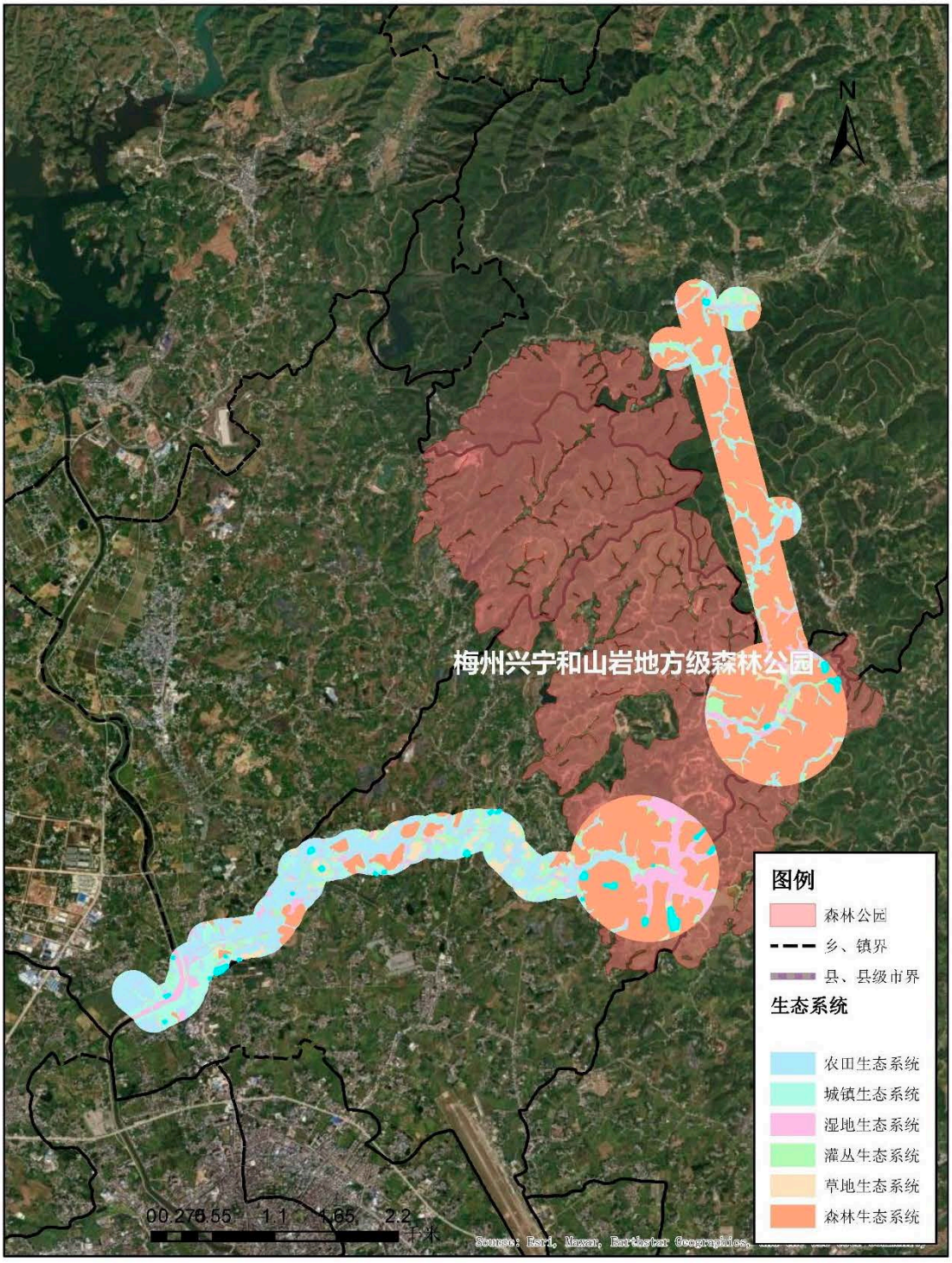


图5.8-13 评价区生态系统分布图

表5.8-12 评价区生态系统分类

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	分类依据
1	1	森林生态系统	13	针阔混交林	H=3-30m，C02，2%<F<75%
			14	稀疏林	H3~30m，C-004~02
2	2	灌丛生态系统	23	稀疏滥丛	H=0.35m，C-0.04-02
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	H0.03-3m，-0.04~02
4	4	湿地生态系新	42	湖泊	自然水面，静止
			43	河流	自然水面，流动
5	5	农田生态系统	51	耕地	人工植被，土地扰动，水生或旱生作物，收割过程
			52	园地	人工植被，C≥0.2，包括经济林等
6	6	城镇生态系统	61	居住地	城市、镇、村等聚居区
			62	城市绿地	城市的公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地以及风景林地等
			63	工矿交通	人工挖掘表面和人工硬表面，工矿用地、交通用地

注:C:覆盖度/郁闭度: H:植被高度(m);F:针叶树与叶树的比例; K:湿润指数。

根据下表可知，评价区域内，主导的生态系统类型为森林生态系统，占评价区总面积的50.03%；其次为农田生态系统，占评价区总面积的20.7%；其余的湿地生态系统、城镇生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统分别占评价区总面积的9.37%、8.82%、7.49%、3.58%。

表5.8-13 评价区生态系统分类情况一览表

I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积（hm²）	占I级分类比例	占总面积比例
1	森林生态系统	11	阔叶林	91.61	11.44%	5.73%
		12	针叶林	630.66	78.78%	39.42%
		13	针阔混交林	78.24	9.77%	4.89%
		小计		800.51	100.00%	50.03%
2	灌丛生态系统	23	稀疏滥丛	119.89	100%	7.49%
3	草地生态系统	34	稀疏草地	57.28	100%	3.58%

Ⅰ级代码	Ⅰ级分类	Ⅱ级代码	Ⅱ级分类	面积（hm²）	占Ⅰ级分类比例	占总面积比例
4	湿地生态系统	42	湖泊	118.28	79%	7.39%
		43	河流	31.56	21%	1.97%
		小计		149.84	100%	9.37%
5	农田生态系统	51	耕地	273.94	82.70%	17.12%
		52	园地	57.3	17.30%	3.58%
		小计		331.24	100.00%	20.70%
6	城镇生态系统	61	居住地	78.54	55.63%	4.91%
		62	城市绿地	0.08	0.06%	0.01%
		63	工矿交通	62.57	44.32%	3.91%
		小计		141.19	100.00%	8.82%

（1）森林生态系统

评价区内森林生态系统分为针阔混交林和稀疏林，输水管线沿线均有分布。森林生态系统结构较为稳定，具有水源涵养、土壤保持、调节气候、固碳释氧等生态服务功能。项目区的森林生态系统多受人类活动影响，建群种单一，结构简单，乔木层以马尾松为单一优势种，灌草以桃金娘和芒萁为主，功能以提供木材为主要功能。

评价区内针叶林面积为630.66h㎡，占评价范围内森林生态系统总面积的78.78%，占评价区总面积39.42%。评价区内阔叶林面积为91.61h㎡，占评价范围内森林生态系统总面积的11.44%，占评价区总面积5.73%。

（2）灌丛生态系统

评价区内的灌丛生态系统，主要为河流两岸零星分布的稀疏灌丛，灌丛生态系统介于森林生态系统和草地生态系统之间，具有水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等生态服务功能。

评价区内稀疏灌丛面积为119.89h㎡，占评价区总面积7.49%。

（3）草地生态系统

评价区内的草地生态系统主要为稀疏草地，主要分布在田埂、林缘、河岸、撂荒地等处，草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。草地生态系统的草本植物大多生长速度快，地表覆

盖度高，能够为一些小型啮齿类动物、爬行类动物、草地鸟类以及陆栖型两栖类等小型动物提供食物和栖息的场所，也对保护地表水土、减少地表冲刷具有重要的作用。

评价区内稀疏草地面积为 57.28h ㎡，占评价区总面积 3.58%。

（4）湿地生态系统

评价区内的湿地生态系统分为湖泊和河流，主要分布在取水口附近以及沿和山河铺设的管道两侧。湿地生态系统服务功能不仅包括提供大量资源产品，而且具有重要的环境调节功能和环境效益，在调蓄洪水、调节气候、控制土壤等多方面发挥着重要作用，主要表现在蓄水补水、调蓄洪水、防止土壤侵蚀、调节局域气候、滞留沉积物、净化污染、提供动植物栖息地及维持生物多样性、自然资源供给和旅游休闲、科研教育等功能上。

评价区内湖泊面积为 118.28h ㎡，占评价范围内湿地生态系统总面积的 79%，占评价区总面积 7.39%。评价区内河流面积为 31.56h ㎡，占评价范围内湿地生态系统总面积的 21%，占评价区总面积 1.97%。

（5）农田生态系统

评价区内森林生态系统分为耕地和园地，在评价区内分布广泛。农田生态系统属人工牛态系统，物质和能量的流动受限于人的主观意愿，生态系统功能以提供农产品,服务和满足人类的生产生活活动为主。农田生态系统以栽培植物为主，主要为农作物、经济作物、经济果木林等，还包括零星分布的鱼塘、道路、荒草地等,植物种类主要分为以玉米、番薯等瓜菜为主的农作物，以荔枝、柚等为主的果树，种类繁杂的绿化苗木，以及以白花鬼针草等菊科、禾本科为主的草本植物。

评价区内耕地面积为 273.94h ㎡，占评价范围内农田生态系统总面积的 82.7%，占评价区总面积 17.12%。评价区内园地面积为 57.3h ㎡，占评价范围内农田生态系统总面积的 17.3%，占评价区总面积 3.58%。

（6）城镇生态系统

城镇生态系统含有居住地、城市绿地、工矿交通等类型，工程取水口及交水点附近分布较多。城市生态系统的服务功能主要包括:①提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产:②与人类日常生活和身心健康相关的生命支持的功能，包括:气候调节、水源涵养、固碳释氮、土壤形成与保护、净化空

气,生物多样性保护、减轻噪声;③满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

评价区内居住地面积为 78.54h ㎡，占评价范围内城镇生态系统总面积的 55.63%，占评价区总面积 4.91%。评价区内城市绿地面积为 0.08h ㎡，占评价范围内城镇生态系统总面积的 0.06%，占评价区总面积 0.01%。评价区内城市工矿交通面积为 62.57h ㎡，占评价范围内城镇生态系统总面积的 44.32%，占评价区总面积 3.91%。

5.8.5.2 主要生态问题调查

通过实地勘察、访问和查阅相关资料，评价区存在一些生态问题，对森林公园的良性发展和管护造成一定阻碍。

一是人为干扰大，评价区内分布有村庄、道路、工厂、学校，人为干扰强烈，对评价区造成一定程度的影响，兴宁市和山岩水库清淤工程未按既定方式进行清淤引起了梅州兴宁和山岩地方级森林公园水环境的污染。二是森林人工化问题突出评价区森林人工化问题突出，地带性常绿阔叶林植被分布面积小，以马尾松、桉树等人工植被为主，森林生态系统破碎化程度高，物种多样性保护和水源涵养功能较弱，存在鬼针草、微甘菊、松材线虫等入侵物种问题。

5.8.6 评价区生态现状综合评价

结合资料和实际调查，净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园，**涉及森林公园范围 0.165h ㎡，引水隧洞、山水库输水涵管、和山岩水库输水线地下穿越梅州兴宁和山岩地方级森林公园 191.07m。**因梅州兴宁和山岩地方级森林公园未开展编制总体规划的相关工作，所以暂未有相关功能分区。评价区维管植物共计 126 科 342 属 473 种，共记录有野生维管植物 112 科 266 属 362 种，栽培植物有 56 科 98 属 111 种，记录到国家保护植物 1 种，评价区范围内已建档的古树有 4 棵，二级古树 1 棵，三级古树 3 棵。评价区共记录到陆生野生脊椎动物 74 种，隶属于 16 目 51 科，其中，国家二级保护野生动物 2 种；广东省重点保护野生动物 3 种，“三有”保护物种 55 种。

根据林业二调数据和实地调查，评价区内植被以针阔混交林和针叶相对纯

林为主，区内分布有居民区、养殖场、农田、水电站、引水渠系、水库、道路等不同的人为设施，总体而言评价区野生动植物栖息地受人为干扰的影响程度较高，栖息地连通性较差。

兴宁市引水工程评价区与保护地关系图

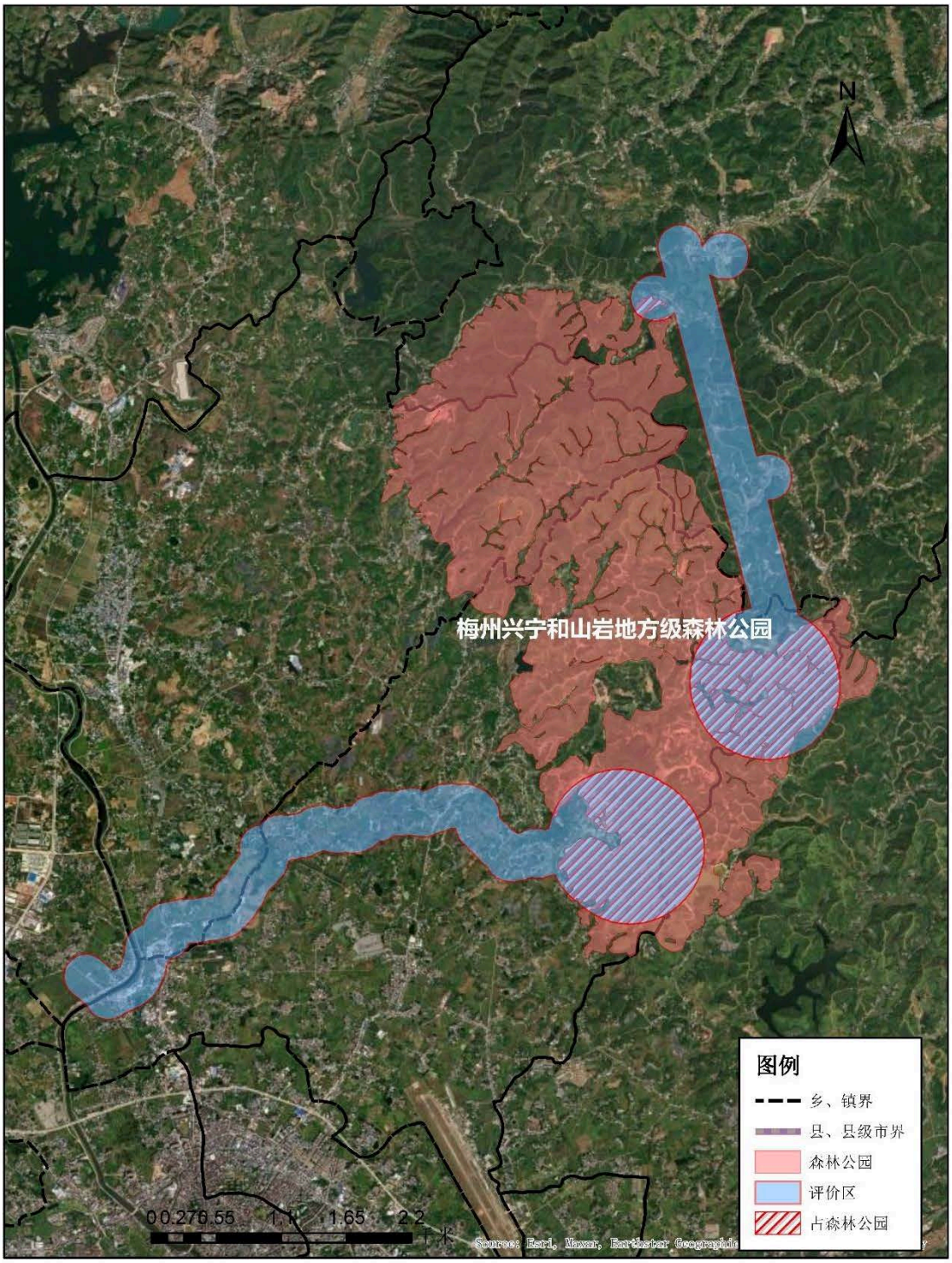


图5.8-14 评价区与森林公园的位置关系图

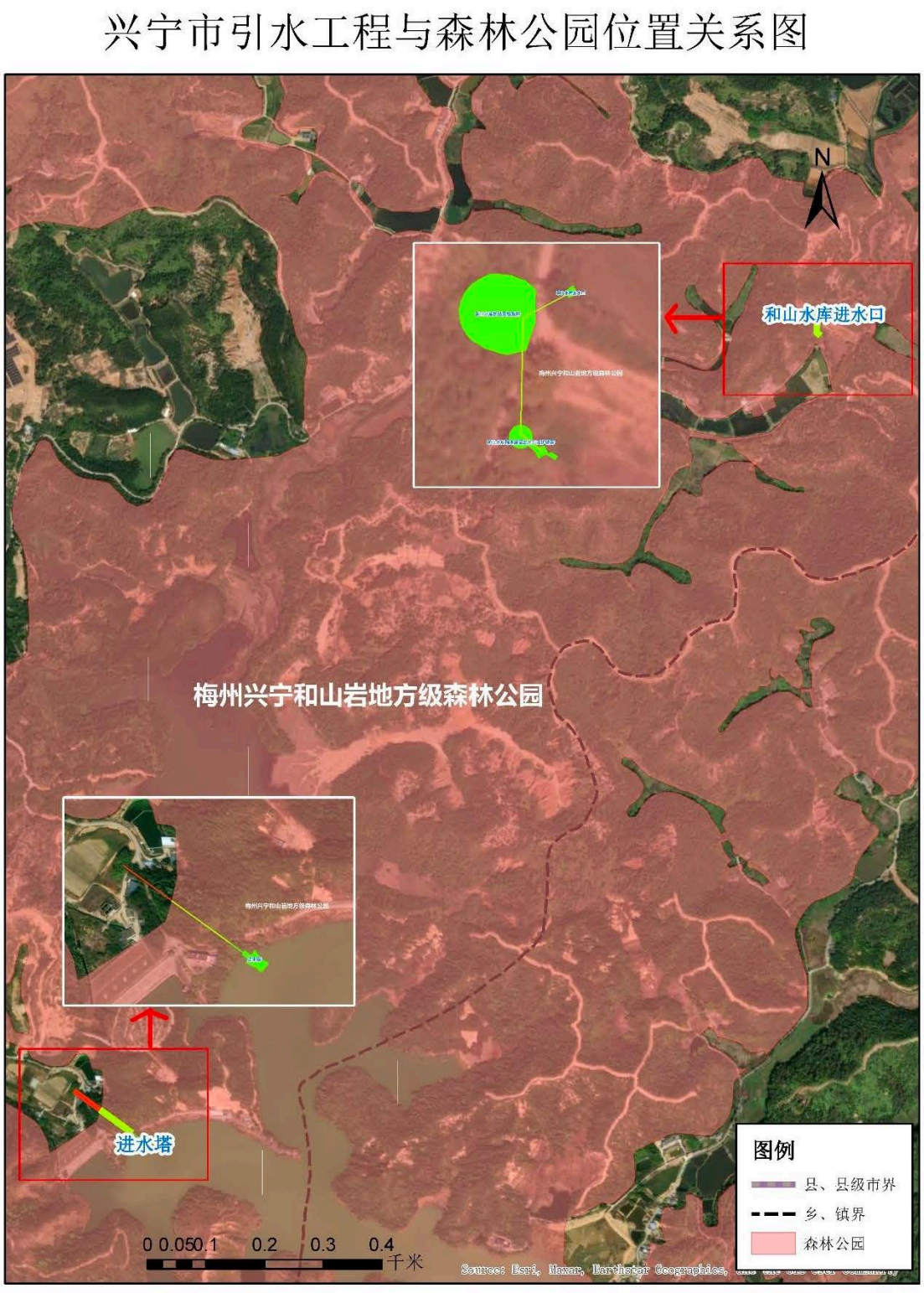


图5.8-15 引水工程与森林公园的位置关系图

5.9 水生生态环境质量现状监测与评价

5.9.1 调查时间、范围与点位布设

本次调查于 2024 年 10 月 24 日在兴宁市石马镇、宁中镇、叶塘镇、龙田镇设置了 6 个监测站位，对浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生生物、鱼类的生物测定展开水生生态调查，具体见附表 2 调查水域各植物动物名录表。

表5.9-1 水生生态调查点位布设一览表

采样日期	序号	监测点位	坐标	监测项目
2024.10.24	D1	石壁水库	24.154642°N 115.443205°E	浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生生物
	D2	引水隧道进水闸处	24.155221°N 115.473497°E	
	D3	和山水库	24.124021°N 115.474926°E	
	D4	和山岩水库	24.113393°N 115.465523°E	
	D5	引水隧道进水闸处下游 1000m	24.163002°N 115.464582°E	
	D6	引水隧道出水闸处上游 500 m	24.137901°N 115.481146°E	

表5.9-2 水生生态调查点位布设一览表

采样日期	序号	监测点位	起点坐标	终点坐标	监测项目
2024.10.24	D1	石壁水库	24.154642°N 115.443205°E	24.154532°N 115.443196°E	鱼类的生物测定
	D2	引水隧道进水闸处	24.155221°N 115.473497°E	24.155176°N 115.473388°E	
	D3	和山水库	24.124021°N 115.474926°E	24.124104°N 115.474899°E	
	D4	和山岩水库	24.113393°N 115.465523°E	24.113365°N 115.465498°E	
	D5	引水隧道进水闸处下游 1000m	24.163002°N 115.464582°E	24.162990°N 115.464532°E	
	D6	引水隧道出水闸处上游 500 m	24.137901°N 115.481146°E	24.137878°N 115.481088°E	

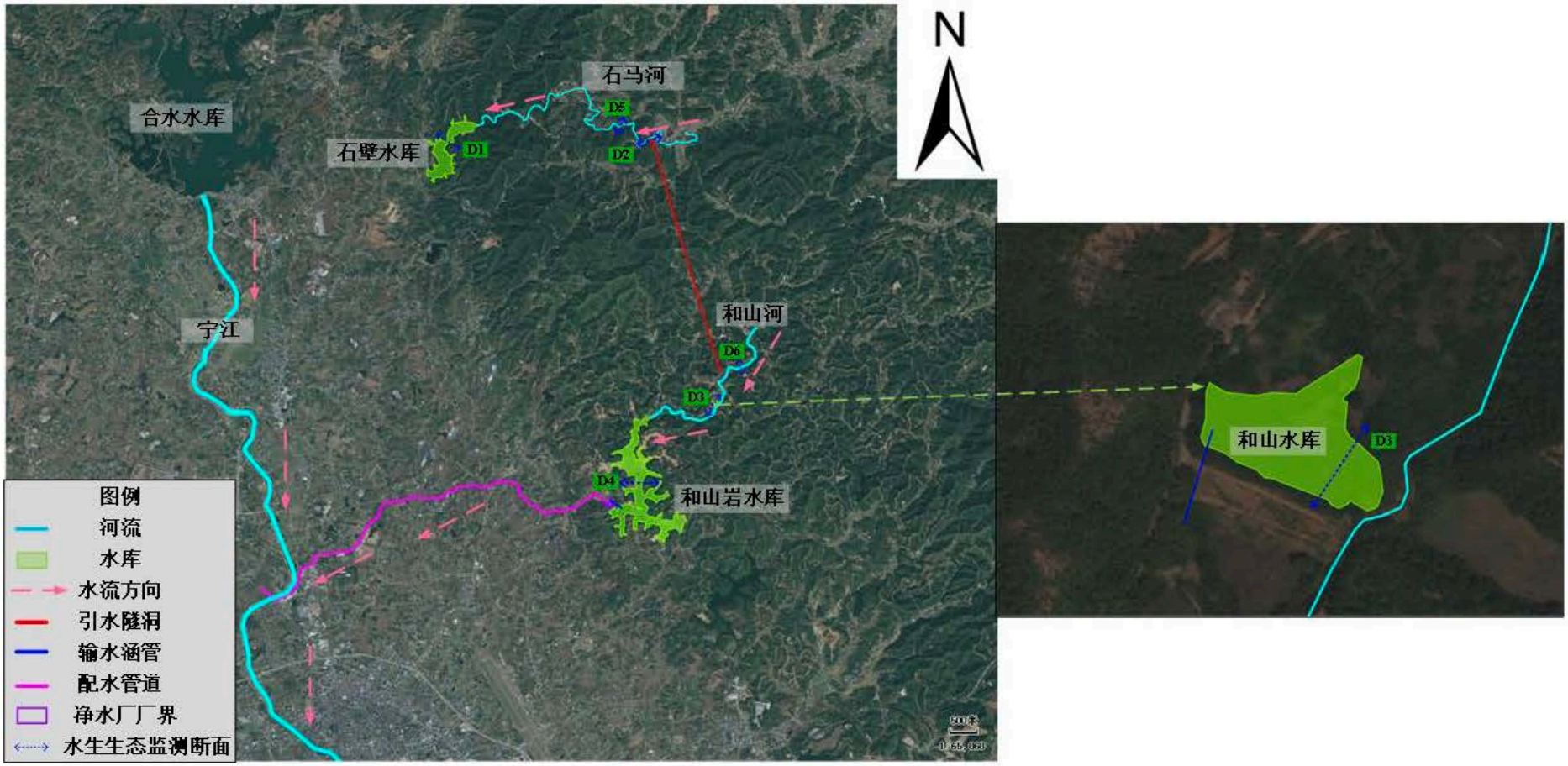


图5.9-1 兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程水生生态调查站位

5.9.2 调查项目与分析方法

调查项目包括各项目检测内容及分析方法见下表：

表5.9-3 调查项目内容及分析方法

监测项目	调查方法	设备名称	检出限
浮游植物	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 浮游生物测定 （B）5.1.1	体视显微镜 JSZ5	——
浮游动物	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 浮游生物测定 （B）5.1.1	倒置视显微镜 4XB 型	——
底栖动物	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 底栖动物测定（B）5.1.3	体视显微镜 JSZ5	——
鱼类的生物测定	《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局 (2002 年) 鱼类的生物测定（B）5.1.4	电子天平 JJ1000 型、游标卡尺	——
着生生物	《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 着生生物的测定（B）5.1.2	体视显微镜 JSZ5	——

5.9.3 采样方法

5.9.3.1 浮游植物

浮游植物采样方法按《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 浮游生物测定 （B）5.1.1 浮游生物生态调查中有关浮游生物调查的规定进行。采集层次为表层和底层，采集 1000ml 混合水样，加入 1.5% 鲁哥氏液固定。

5.9.3.2 浮游动物

浮游动物采样方法按《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局 2002 年 浮游生物测定 （B）5.1.1 浮游生物生态调查中有关浮游生物调查的规定进行。采用 25 号浮游生物网采样，采集方式为层次采集。加入甲醛溶液固定。

5.9.3.3 底栖动物

底栖动物的定量采样用张口面积为0.045m2规格的采泥器进行，每个站采样5次。标本处理和分析均按《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局2002年底栖动物测定（B） 5.1.3大型底栖动物生态调查测定中的有关底栖动物调查的规定进行。加入75%无水乙醇固定液。

5.9.3.4 着生生物

着生生物采样方法按《水和废水监测分析方法》(第四版增补版）国家环境保护总局2002年着生生物的测定（B）5.1.2进行，用鲁哥氏液固定。

5.9.3.5 鱼类的生物测定

鱼类样品的采集、样本处理与保存以及样品的分析鉴定均按《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局(2002年)鱼类的生物测定（B）5.1.4进行：用流刺网在码头所在断面进行鱼类的采集，全部鱼类个体都鉴定到种，并统计数量，测定每尾鱼的体重和全长

5.9.4 评价方法

采用能反映生物群落特征的指数，优势度（Y）、多样性指数（H′）、均匀度（J）、丰富度（D）对浮游植物、浮游动物、底栖动物、着生生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

物种多样性指数、均匀度和丰度均是评价浮游生物群落的重要指标，本报告采用Shannon-Wiener多样性指数、Pielous均匀度和Margalef丰度表示，具体计算公式如下：

优势度（Y）：

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

Shannon-Wiener多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \log_2 P_i$$

Pielou均匀度指数：

$$J = H' / H_{\max}$$

Margalef丰富度：

$$D = S - 1 / \log_2 N$$

式中，n_i：第 i 种的个体数量（ind./m^3）；

N：某站总生物数量（ind./m^3）；

f_i：某种生物的出现频率（%）；

S：出现生物总种数；

$Pi = n_i/N$；

$H_{max} = \log_2 S$，为最大多样性指数。

5.9.5 调查结果

5.9.5.1 浮游植物

1、种类组成

调查期间，共鉴定出浮游植物 7 门 59 种。其中甲藻门 1 种，占种类总数的 1.69%；绿藻门 25 种，占种类总数的 42.37%；硅藻门 14 种，占种类总数的 23.73%；蓝藻门 8 种，占种类总数的 13.56%；裸藻门 8 种，占种类总数的 13.56%；金藻门 1 种，占种类总数的 1.69%；隐藻门 2 种，占种类总数的 3.39%。就调查区域来看，该区域的主要优势类群为绿藻门，其次为硅藻门。

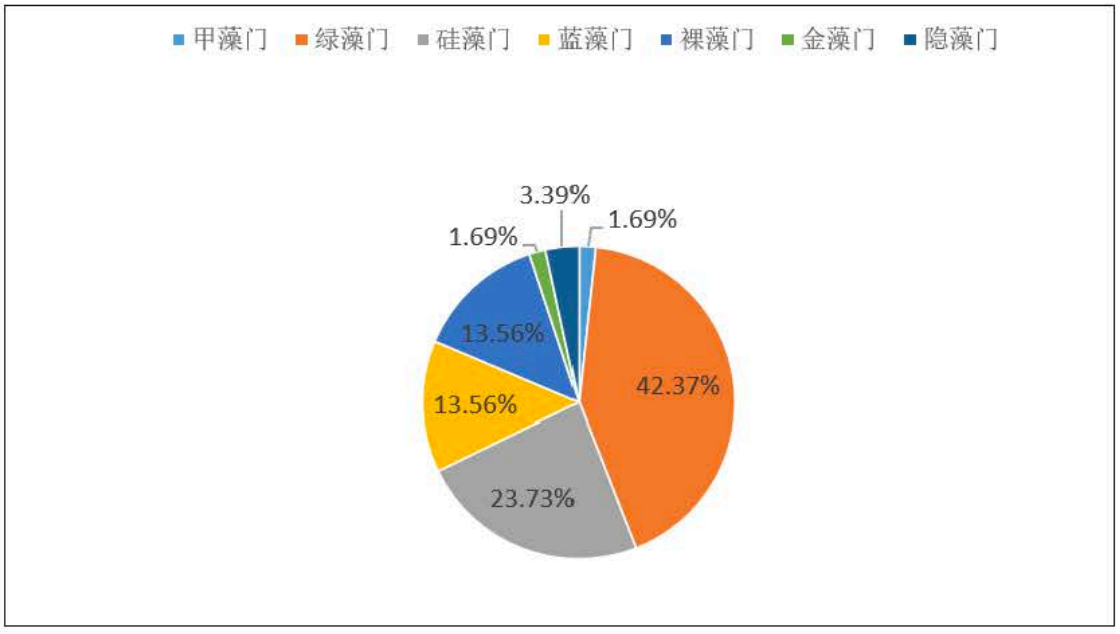


图5.9-2 浮游植物种类组成

表5.9-4 浮游植物种类组成

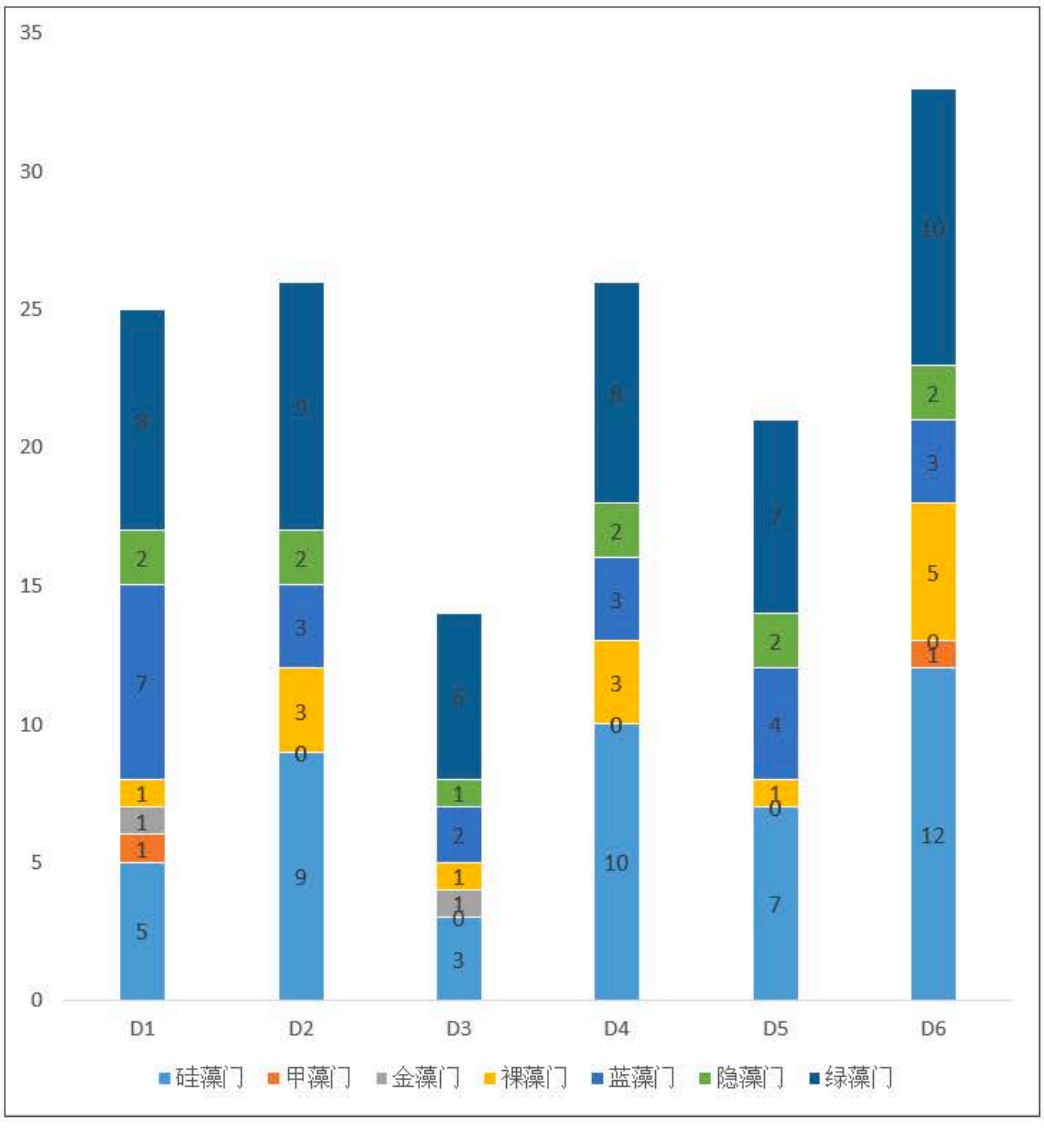


图5.9-3 不同站位浮游植物种类数占比

2、数量分布

调查期间，浮游植物总密度为 9.4114×106cells/L。该站位的浮游植物密度见下表，H103 站位浮游植物密度最高。

表5.9-5 各站浮游植物数量(cells/L)

3、优势种

本次调查区域浮游植物的优势度在0.02以上的有5种，分别为微小平裂藻、舟形藻、惠氏微囊藻、扁盘栅藻、假鱼腥藻属，优势度分别为0.0797、0.0469、0.0361、0.0275、0.0273，微小平裂藻为主要优势种。

3.1.4 生物多样性、均匀度分析

经计算，浮游植物多样性指数、均匀度和丰度列于下表，其中D4站位多样性指数最高，D6丰富度最高，D5站位均匀度最高。

表5.9-6 浮游植物群落结构指数

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

5.9.5.2 浮游动物

1、种类组成

调查期间，共鉴定出浮游动物4大类群6种，其中桡足类2种，轮虫类2种，原生动物1种，枝角类1种。各站位组成，见下表：

表5.9-7 各站位浮游动物种类组成

站位	桡足类	轮虫类	原生动物	枝角类

2、数量分布

浮游动物密度见下表。浮游动物总密度为6.333ind/L。D5站位密度最高。

表5.9-8 各站位浮游动物密度(ind/L)

站位	桡足类	轮虫类	原生动物	枝角类	总密度

浮游动物生物量见下表。浮游动物总生物量为0.0463mg/L。

表5.9-9 浮游动物生物量(mg/L)

站位	桡足类	轮虫类	原生动物	枝角类	总生物量

3、优势种

浮游动物优势种的计算，根据优势度 Y≥0.02 的标准进行判定。

本次调查浮游动物中优势度在0.02以上的有3种，分别为冠砂壳虫、无节幼体、中华窄腹剑水蚤，优势度分别为0.3551、0.2982、0.0263，冠砂壳虫为主要优势种。

4、生物多样性、均匀度分析

经计算，浮游动物群落指数计算结果列于下表，D1站位多样性指数最高，

D3 站位均匀度最高，D1 和 D2 两个站位的丰富度最高。

表5.9-10 浮游动物群落结构指数

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

5.9.5.3 底栖动物

1、种类组成

共鉴定出底栖动物 1 门 2 种，为软体动物门。

2、数量分布

底栖动物密度见下表。底栖动物总密度为 142.222ind/m^2。

表5.9-11 底栖动物细胞密度(ind/m^2)

站位	中华圆田螺	福寿螺	总密度

各站位的底栖动物生物量见下表。调查期间总生物量为 164.622g/m^2。

表5.9-12 底栖动物生物量 (g/m^2)

站位	中华圆田螺	福寿螺	总生物量

3、优势种

底栖动物优势种的计算与浮游植物相同，根据优势度 Y≥0.02 的标准进行判定。

本次调查底栖动物中优势种有 1 种，为中华圆田螺，优势度分别为 0.9658。

4、生物多样性、均匀度分析

底栖动物种类多样性指数(H′)、均匀度(J)以及丰富度(d)的计算公式与浮游植物相同，各站位底栖动物群落指数计算结果列于表 3.3-3。

调查结果显示，多个站位只有一个种类，所以除 D5 站位外，其余站位底栖动物多样性指数、均匀度和丰富度均为 0。

表5.9-13 底栖动物群落结构指数

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

5.9.5.4 着生生物

1、种类组成

调查期间，共鉴定出浮游植物 6 门 19 种。其中绿藻门 2 种，占种类总数的 10.5%；硅藻门 11 种，占种类总数的 57.8%；蓝藻门 3 种，占种类总数的 15.8%；裸藻门 1 种，占种类总数的 5.3%；金藻门 1 种，占种类总数的 5.3%；隐藻门 1 种，占种类总数的 5.3%。就调查区域来看，该区域的主要优势类群为绿藻门，其次为硅藻门。

表5.9-14 着生生物种类组成

站位	硅藻门	金藻门	蓝藻门	裸藻门	绿藻门	隐藻门	种类组成

2、数量分布

着生生物密度见下表。着生生物总密度为9956ind/cm^2。

表5.9-15 着生生物细胞密度(ind/cm^2)

站位	硅藻门	金藻门	蓝藻门	裸藻门	绿藻门	隐藻门	总密度

3、优势种

着生生物优势种的计算与浮游植物相同，根据优势度 Y≥0.02 的标准进行判定。

本次调查着生生物中优势种有 6 种，分别为舟形藻、洛伦菱形藻、拟柱胞藻、针杆藻、梅尼小环藻、桥弯藻，优势度分别为 0.0852、0.0777、0.0769、0.0710、0.0447、0.0213。

4、生物多样性、均匀度分析

着生生物种类多样性指数(H′)、均匀度(J)以及丰富度(d)的计算公式与浮游植物相同，各站位着生生物群落指数计算结果列于下表。

调查结果显示，多样性指数、丰富度指数和均匀度 D3 站位最高。

表5.9-16 着生生物群落结构指数

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

5.9.5.5 鱼类的生物测定

1、种类组成

调查期间，共鉴定出鱼类 1 门 1 种，为脊索动物门。见下表。

表5.9-17 各站位鱼类组成

站位	脊索动物门	种类总数

2、数量分布

鱼类获鱼率见下表。鱼类总获鱼率为 9ind/net。

表5.9-18 各站位鱼类渔获率(ind/net)

站位	脊索动物门	总数

各站位鱼类的体重和体长见下表。

表5.9-19 各站位鱼类重量(g)

站位	脊索动物门	总重

表5.9-20 各站位鱼类体长(cm)

站位	脊索动物门

3、优势种

鱼类优势种的计算与浮游植物相同，根据优势度 Y≥0.02 的标准进行判定。

本次调查鱼类中优势度在 0.02 以上的有 1 种，为尼罗罗非鱼，优势度分别为 1。主要优势种为尼罗罗非鱼。

4、生物多样性、均匀度分析

鱼类种类多样性指数(H′)、均匀度(J)以及丰富度(d)的计算公式与浮游植物相同，各站位鱼类群落指数计算结果列于下表，各站位只有 1 种物种，因此各站位多样性指数、丰富度和均匀度均为 0。

表5.9-21 鱼类群落结构指数

站位	种数	多样性指数 H'	丰富度	均匀度

5.9.6 生态状况评价

参考《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》附录 D 进行水生生物评价分级，评价标准见下表。

表5.9-22 水生生物评价分级参照值

表5.9-23 调查水域生物多样性水平

站位	浮游植物健康指标	浮游动物健康指标	着生生物健康指标	生态健康

根据中华人民共和国国家生态环境标准《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》，参考其区域生态健康标准。因底栖动物和鱼类鉴定出来的种类和数量较少，不使用这二项进行生态评价，在调查期间区域中6个站位，其中1个生态站位评价为一般，5个生态站位评价为较差，整体综合评级为较差，因此该水域的生态健康分级处于较差水平。

5.10 区域主要环境问题

（1）鱼塘养殖造成局部河段水质不稳定

根据现场调查部分鱼塘养殖存在，鱼塘养鱼中未食饲料、排泄物等会造成水体富营养化，导致水体透明度下降，溶解氧降低。

（2）和山水库淤积严重

和山水库建成投入运行以来，由于水库区域内存在较严重水土流失现象，导致和山水库淤积非常严重，有效库容大大减少，现已严重影响水库安全运行和综合效益。

5.11 生态环境敏感区

梅州兴宁和山岩地方级森林公园的背景介绍：

根据2000年《关于同意建立阴那山等20个市级自然保护区的批复》（梅市府函〔2000〕6号），梅州市人民政府批复同意建立和山岩自然保护区为梅州市市级自然保护区，名称为：梅州兴宁和山岩市级自然保护区，面积为747.30公顷，自然保护区核心区面积为212.28公顷，缓冲区面积281.9公顷，试验区面积为253.12公顷。

梅州兴宁和山岩县级森林公园批准时间为2003年，属于县级森林公园，面积为2007.76公顷。保护主体为森林生态、湿地生态、地质景观，主要保护对象为森林、湿地和地质景观，自然保护地功能分区为一般控制区。

根据国家、省相关文件要求，兴宁市林业局自2019年8月起再梅州市的指导下开展了全市自然保护地摸底调查与整合，已形成《兴宁市自然保护地整合优化方案》，目前正在上报审批阶段。

根据优化方案，**梅州兴宁和山岩市级自然保护区整合优化后的保护地名称为梅州兴宁和山岩地方级森林公园，类型为森林公园，同时梅州兴宁和山岩县级森林公园、梅州兴宁龙田市级森林公园及梅州兴宁武仙岩县级森林公园将三者合并，合并后统称：梅州兴宁和山岩地方级森林公园。即优化整个后和山岩仅涉及一个森林公园，即梅州兴宁和山岩地方级森林公园。**

6 环境影响预测与评价

6.1 地表水环境影响预测与评价

6.1.1 拦河水陂建设影响区

本工程新建拦河水陂 1 座，施工时尽量在枯水期进行，需要采取围堰施工，围堰施工过程会产生一定的基坑废水，根据同类工程监测资料，基坑废水 pH 值达 11~12，悬浮物浓度 1500~2500mg/L，其产生量与施工期降雨量及河流大小有关，项目在采用围堰开挖的河流两侧分别设置管沟及 1 个 10m³ 隔油沉淀池，将基坑废水集中收集，隔油沉淀处理后，回用于区域施工场地洒水降尘，不会对地表水环境产生影响。拦河水陂施工时段在枯水期施工，上游来水及围堰废水都很小，且施工期可在几天至半个月内完成，施工时间很短，施工结束后做好开挖处的回填工作，根据同类工程施工经验，对受纳水体的水环境影响较小。

本工程取水口涉水施工部分安排在枯水期进行，采用施工围堰导流措施，施工围堰主要采用土围堰，土围堰在填筑和拆除过程中可能造成河床、水库底质的扰动并发生一定量的土方泄露，从而在围堰施工作业点周围产生悬浮物污染。本次对洋门村取水口枯水期土石围堰施工悬浮物影响进行预测评价。

根据施工进度安排，围堰填筑和拆除土方量最大为 25m³(自然方)/d，每天 2 个台班施工，共计 16 个小时，悬浮物的溢出系数为 20kg/m³，经计算得出本工程围堰填筑和拆除时 SS 的产生量约为 8.5g/s。

为量化取水口围堰施工可能引起的悬浮物浓度增加的影响，此处选用持久性污染物平直河流混合过程段二维稳态水质混合模式中的岸边排放模式预测取水口处围堰施工的影响。

预测模式如下（公式如下）：

$$c(x,y)=\exp\left[(-K_1\frac{x}{86400u})\right]\left\{c_h+\frac{c_P Q_P}{H\sqrt{\pi M_y xu}}\left[\exp(-\frac{uy^2}{4M_y x})+\exp\left\{-\frac{u(2B-y)^2}{4M_y x}\right\}\right]\right\}$$

式中：x—预测点离排放点的流线距离，m

y—预测点离排放点的横向距离，m

C_p—污染物排放浓度，mg/L

Q_p—污水排放量，m^3/s

C_h—上游河水污染物浓度，mg/L

u—河流平均流速，m/s

H—水深，m

M_y—横向混合系数，m^2/s，$M_y=(0.058H+0.0065B)(gHI)^{1/2}$

B—河流宽度，m

g—重力加速度，m^2/s

I—河流坡度，m/m

1）预测因子

污染物为 SS。

2）污染源估算

根据前文工程分析，围堰施工时 SS 的排放量为 8.5g/s。

3）预测参数

本次水环境影响预测的各个计算参数选择如下：

表6.1-1 水环境影响预测模式计算参数表

河段	90%保证率枯水期平均流量（m^3/s）	河宽(m)	平均水深(m)	流速(m/s)	I
石马河取水口附近	0.876	25.4	1.78	0.019	0.0129

4） 预测结果及对水环境敏感目标的影响分析

根据取水口处围堰施工开挖过程中 SS 源强模拟计算悬浮物浓度增值预测，其结果见下表。

表6.1-2 取水口围堰施工对石马河水体悬浮物影响一览表

x/y	0	1	2	4	6	8	10	20
0.1	171.552	117.256	37.441	0.389	0.000	0.000	0.000	0.000
1	54.250	52.224	46.590	29.511	13.787	4.750	1.207	0.000
2	38.360	37.637	35.549	28.293	19.338	11.351	5.722	0.019
5	24.261	24.077	23.534	21.480	18.447	14.907	11.334	1.173

10	17.157	17.092	16.899	16.146	14.967	13.463	11.756	4.208
20	12.309	12.289	12.230	11.995	11.620	11.128	10.550	7.663
30	10.655	10.648	10.626	10.541	10.405	10.226	10.015	8.954
40	10.051	10.048	10.040	10.009	9.958	9.892	9.814	9.414
45	9.911	9.910	9.905	9.885	9.855	9.814	9.765	9.509
50	9.825	9.824	9.821	9.808	9.789	9.763	9.731	9.555
150	9.033	9.032	9.030	9.020	9.005	8.984	8.956	8.726
180	8.730	8.729	8.727	8.718	8.703	8.681	8.654	8.426
200	8.531	8.531	8.528	8.519	8.505	8.484	8.457	8.235
250	8.064	8.063	8.061	8.053	8.040	8.021	7.997	7.798
300	7.648	7.647	7.645	7.638	7.626	7.610	7.588	7.413
400	6.956	6.956	6.955	6.949	6.940	6.927	6.910	6.773
500	6.413	6.413	6.412	6.407	6.400	6.390	6.376	6.267
600	5.975	5.975	5.974	5.971	5.965	5.956	5.945	5.856

根据国家《渔业水质标准》(GB11607-89)规定:“人为增加的悬浮物含量不得超过 10 mg/L”。由上表预测结果可知，取水口围堰施工造成的 SS 浓度增加对局部水体水质影响较大，但由于 SS 浓度增值超过 10 mg/L 仅出现在 45m 范围内，且围堰施工点下游无取水口，施工不会对下游的供水造成影响，而且这种影响是暂时，随着施工的结束而结束。因此本工程围堰施工对石马河水质影响有限。

6.1.2 水源及下游影响区

6.1.2.1 石壁水库调度原则

石壁水库综合利用调度的目标首先是保障水库工程安全，在确保水库工程安全前提下，承担下游防洪、灌溉等任务，充分发挥水库综合利用效益。

（1）防洪调度

根据石壁水库调度运行规程，石壁水库防洪调度原则如下：

汛期(4 月～10 月)水库汛限水位为 153.5m；

当入库洪水较小，入库流量小于 175m^3/s 时，由泄洪闸闸门控制，来多少泄多少，库水位维持在汛限水位 153.5m；

当入库流量大于 175m^3/s 时，按 175m^3/s 下泄；

当库水位上涨至防洪高水位 160.13m 时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力敞泄，水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；

水库最大下泄流量不超过入库洪峰流量。

非汛期(11月～次年3月)水库水位蓄至正常蓄水位155m。

（2） 兴利调度

兴利调度次序上，保证农业灌溉用水，同时下泄生态流量满足下游生态用水要求；发电服从于灌溉，水库排洪时可加大发电流量。

6.1.2.2 石马河引水口调度原则

在保证石壁水库灌溉任务用水需求、以及石马河引水口至石壁水库坝址以上河段的生态流量需求的前提下，当和山岩水库水位低于正常蓄水位156.94m，和山水库库水位低于正常蓄水位167.08m时，开启进水闸，从石马河引水；

当和山岩水库、和山水库水位均到达正常蓄水位时，关闭进水闸，停止引水；

当流域内持续降雨，和山岩水库库水位快速上涨，且根据预报降雨可能持续增加时，应提前关闭石马河进水闸，避免增加和山河流域的泄洪压力。

6.1.2.3 对石壁水库水资源量影响分析

（1）取水河段径流分析

石壁水库以上集雨面积为102km^2，内中并无水文站，只有一个三眼桥雨量站。三眼桥雨量站位于兴宁县石马区洋门村，于1977年设站。

石壁水库为中型水库，水库内的水文气象资料都由水库管理处自己负责观测整编。测站观测项目有降水、蒸发、渗漏、水位、流量等，资料系列为1959～2021年。

①石壁水库径流成果

石壁水库建成至今有1959～2021年的实测月径流资料，径流资料根据库水位和出库流量资料还原。资料系列比较长，可以代表石壁水库径流情况，因此采用石壁水库实测径流资料进行相应的水利计算。

经统计，石壁水库多年平均径流深593.97mm，多年平均年径流量为6058.5万m^3，径流计算成果见下表。

表6.1-3 石壁水库年径流计算成果表

项　目	均值
年径流深(mm)	593.97
C_V	0.35

C_S		$2C_V$
年径流量(万 m^3)		6058.5
流量(m^3/s)		1.92
W_P(万 m^3)	10%	8885.0
	50%	5813.0
	90%	3549.0
	95%	3040.1

②石马河引水口径流成果

石马河引水口位于石马河洋门村段，距离石壁水库坝址约 7.6km，引水口以上集雨面积 79.39km^2，占石壁水库坝址以上集雨面积的 77.8%。

引水口径流成果采用石壁水库坝址径流按面积搬家计算，成果见下表。

表6.1-4 石马河引水口设计年径流量成果表

名称	年径流量(万 m^3)	不同频率年径流量(万 m^3)						
		10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
石马河引水口	4715.5	6915.5	6019.4	4524.4	3523.4	2762.3	2366.2	2131.6

表6.1-5 石马河取水口多年平均径流年内分配表

取水口	集雨面积（km^2）	月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	全年
石马河洋门村	79.39	径流总量（万 m3)	504.55	658.64	823.36	450.89	536.46	487.09	251.07	177.69	172.78	172.09	177.74	304.43	4715.5
		分配比	10.7%	14.0%	17.5%	9.6%	11.4%	10.3%	5.3%	3.8%	3.7%	3.6%	3.8%	6.5%	100

（2）河道水资源开发利用率变化情况

石壁水库天然来水量丰富，但库容系数低，调节能力严重不足，多年平均弃水量占多年平均天然来水量的比例高达 72.7%，见下表 6.1-6，水系联通后，

通过引水（见表 6.1-7 两库水系连通后水量平衡计算成果表），石壁水库的多年平均弃水量占多年平均天然来水量的比例为 40.8%，弃水量占比降低了 31.9%，更加有效进行水资源的利用。

表6.1-6 石壁水库水量平衡计算成果表

名称	单位	值
年径流量	万 m^3	6058.5
灌溉面积	万亩	1.25
生活工业供水量	万 m^3	/
生活工业供水保证率	%	/
农业灌溉供水量	万 m^3	1022.7
灌溉保证率	%	90.32%
生态用水量	万 m^3	595.6
水库总供水量	万 m^3	1618.3
弃水量	万 m^3	4407.1

表6.1-7 两库水系连通后水量平衡计算成果表

名称	单位	多年平均		P=25%丰水年		P=50%平水年		P=75%枯水年		P=97%	
		石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量	石壁水库	和山岩水库新增量
天然来水量	万 m^3	6058.5	/	7309.6	/	5804.1	/	4531.8	/	2729.4	/
最大可外引水量	万 m^3	-1938.3	1938.3	-2358.0	2358.0	-1998.6	1998.6	-1646.9	1646.9	-1071.2	1071.2
总来水量	万 m^3	4120.2	1938.3	4951.6	2358.0	3805.5	1998.6	2884.9	1646.9	1658.2	1071.2
灌溉面积	万亩	1.25	/	1.25	/	1.25	/	1.25	/	1.25	/
生活工业供水量	**万 m^3**	**/**	**1054.0**	/	1088.8	/	1053.0	/	1018.2	/	957.1
农业灌溉供水量	万 m^3	1022.7	/	922.7	/	1016.1	/	1114.5	/	1307.9	/
生态用水量	万 m^3	595.6	97.0	638.1	103.3	593.4	96.7	550.3	90.4	478.8	79.7
水库总供水量	万 m^3	1618.3	1151.0	1560.8	1192.2	1609.5	1149.7	1664.8	1108.6	1786.7	1036.8
弃水量	万 m^3	2473.3	762.6	3362.2	1141.1	2167.4	824.2	1191.5	513.6	/	/

（3）取水河段引水影响分析

石壁水库坝址以上集雨面积102km^2，根据初步设计报告水文章节的计算，水库多年平均入库流量为1.94m^3/s，多年平均入库径流总量为6058.5万m^3；石马河流域集雨面积为154km^2，多年平均径流量为9240万m^3。

本次设计从石壁水库上游石马河引水口年均取水量为1054万m^3，占石壁水库坝址以上多年平均径流量的17.4%，占石马河流域多年平均径流量的11.4%；工程取水对水库坝址处及石马河流域的水资源会造成一定的影响。但在水量平衡计算中已经保障了石壁水库兴利用水，因此对石壁水库兴利功能无影响。同时，水量平衡计算中考虑了下游生态环境用水量，满足下游河道基本生态环境用水需求，取走的水量对下游石马河的生态环境不致于造成影响。

下游宁江干流河口处集雨面积为1423km^2，多年平均径流量为85380万m^3；本工程取水量仅占下游宁江流域多年平均径流量的1.2%，且宁江流域中上游有大(2)型的合水水库作为调节，因此，本工程取水对宁江流域的水资源不造成影响。

6.1.2.4 对水文情势影响分析

基于工程调度规则的基础上，结合工程受水区域的需水预测成果，计算得出水源区取水调度过程。工程调水改变石马河下游河道的水文情势，主要表现在石马河下游河道典型断面流量、流速及水深的变化。通过构建石马河一维水文水动力模型，研究掌握工程调水对下游河道水文情势的影响。

1、工程取水对下游河道流量的影响

采用石壁水库1959～2021年的实测月径流资料，石壁水库多年平均径流深593.97mm，多年平均年径流量为6058.5万m^3，C_V=0.35，C_S= 2C_V。石马河引水口位于石马河洋门村段，距离石壁水库坝址约7.6km，引水口以上集雨面积79.39km^2，石马河径流成果采用石壁水库坝址径流按面积类比计算，年径流量为4715.5万m^3。本次设计从石壁水库上游石马河引水口年均取水量为1054万m^3。

（1）不同设计频率取水过程变化分析

根据《广东省水文图集》（广东省水文总站编1991年）查算的石马河不同频率下径流成果，并计算出工程主要控制断面不同频率取水量及取水前后流量变化成果见下表。

表6.1-8 不同设计频率取水前后流量变化

名称	年径流量(万 m^3)	不同频率年径流量(万 m^3)						
		10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
引水量	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054
引水前	4715.5	6915.5	6019.4	4524.4	3523.4	2762.3	2366.2	2131.6
引水后	3661.5	5861.5	4965.4	3470.4	2469.4	1708.3	1312.2	1077.6
变化率（%）	22.35%	15.24%	17.51%	23.30%	29.91%	38.16%	44.54%	49.45%

通过上表计算分析可知，多年平均来水情况下，工程年平均取水量为1054万m^3/a，石马河断面各不同频率下取水流量占比在15.24~49.45%之间，年平均取水流量占比为22.35%，从取水量看，多年平均取水流量最大的频率为97%枯水期，占地石马河流量的49.45%。

（2）多年平均情况下的各月取水前后变化分析

多年平均来水情况下，工程月平均取水量为95.61万m^3，石马河断面各月取水流量占比在6.49%~37.69%之间，月平均取水流量占比为24.35%。从取水量看，多年平均取水流量最大的月份为6月，取水流量为255.61万m^3，占石马河当月流量的37.13%，从取水流量与断面流量的占比情况看，最大占比月份为10月，取水流量占石马河断面流量37.69%。

表6.1-9 多年平均来水情况下各月控制断面取水前后流量变化

名称		引水量	引水前	引水后	变化率（%）
月均径流量	(万 m^3)	95.61	392.57	296.96	24.35%
不同月径流量(万 m^3)	1月	26.235	141.47	115.235	18.54%
	2月	18.66	287.65	268.99	6.49%
	3月	43.785	396.1	352.315	11.05%
	4月	84.275	561.14	476.865	15.02%
	5月	164.65	683.75	519.1	24.08%
	6月	255.61	688.46	432.85	37.13%
	7月	84.315	513.99	429.675	16.40%
	8月	166.21	561.14	394.93	29.62%
	9月	170.16	471.55	301.39	36.09%
	10月	63.99	169.76	105.77	37.69%
	11月	39.865	117.89	78.025	33.82%
	12月	29.585	117.89	88.305	25.10%

（3）枯水年条件下的各月取水前后变化分析

选取 P=90%典型枯水年条件，P=90%枯水年来水情况下，工程主要控制断面石马河逐月取水量及取水前后流量变化见下表。

表6.1-10　枯水年条件下的各月控制断面取水前后流量变化

名称		引水量	引水前	引水后	变化率（%）
P=90%径流量	(万 m^3)	27.705	229.96	202.255	12.05%
不同月径流量(万 m^3)	1月	4.35	82.87	78.52	5.25%
	2月	1.05	168.5	167.45	0.62%
	3月	10.05	232.03	221.98	4.33%
	4月	23.65	328.71	305.06	7.19%
	5月	28.75	400.53	371.78	7.18%
	6月	106.75	403.3	296.55	26.47%
	7月	54.1	301.09	246.99	17.97%
	8月	9.85	328.71	318.86	3.00%
	9月	76.1	276.23	200.13	27.55%
	10月	14.6	99.44	84.84	14.68%
	11月	1.6	69.06	67.46	2.32%
	12月	1.6	69.06	67.46	2.32%

P=90%枯水年来水情况下，工程月平均取水流量为 27.705 万 m^3，石马河断面各月取水流量占比在 0.62%~27.55%之间，年平均取水流量占比为 12.05%。

（4）设计最不利来水条件下的变化

根据本工程的取水原则，工程取水口最大取水规模为 $5m^3/s$（1054 万 m^3/a），取水后石马河断面平均流量 $3661.5m^3/a$，按此原则可假定出工程取水占比最大、最不利取水条件为：97%的保证率情况下，取水流量占工程取水前石马河断面平均流量的 49.45%。

2、工程对石马河水文情势的影响

（1）预测评价模型

①模型原理

本次预测评价将构建一维水文水动力数学模型。一维水文水动力数学模型求解基于垂向积分的物质和动量守恒方程，即一维非恒定流圣维南（Saint-Venant）方程组来模拟河流或河口的水流状态。其方程组的具体形式如下：

$$\begin{cases} B\dfrac{\partial Z}{\partial t}+\dfrac{\partial Q}{\partial x}=q \\ \dfrac{\partial Q}{\partial t}+\dfrac{\partial}{\partial x}(\dfrac{\alpha Q^2}{A})+gA\dfrac{\partial Z}{\partial x}+gA\dfrac{|Q|Q}{K^2}=qV_x \end{cases}$$ （公示 6-1）

式中：

x, t 分别为表示空间坐标和时间坐标;Q, h 分别为断面流量和水位；A, R——分别为断面过流面积和水力半径；Bs 为河宽；q 为单位河长的旁侧入流量；C 为谢才系数；g 为重力加速度；a 为垂向速度分布系数；*Vx* 为傍侧入流流速在水流方向上的分量，一般可以近似为零，即

$$\propto=\frac{A}{Q^2}\int_A u^2 dA$$ （公示 6-2）

其中 u 为断面平均流速。

公式 6-1 分别表示了连续性方程和运动方程，其中连续方程反映了河道中的水量平衡。运动方程中第一项反映某固定点的局地加速度，第二项反映由于流速的空间不均匀引起的对流加速度。前两场合称为惯性项。第三项反映了水深的影响，为压力项。第四项反映了摩阻和底坡的影响。

模型采用 Abbott-Ionescu 六点隐式差分格式求解。该格式在每一个网格点不同时计算水位和流量，而是按顺序交替计算水位或流量，连续性方程离散后的形式如下:

$$\alpha_j Q_{j-1}^{n+1}+\beta_j h_j^{n+1}+\gamma_j Q_{j+1}^{n+1}=\delta_j$$ （公式 6-3）

动量方程离散后的形式如下：

$$\alpha_j h_{j-1}^{n+1}+\beta_j Q_j^{n+1}+\gamma_j h_{j+1}^{n+1}=\delta_j$$ （公式 6-4）

离散后的线形方程组用追赶法求解。

项目堰坝为宽顶堰，宽顶堰上的水流可分为自由出流、淹没出流两种流态，不同流态采用不同的计算公式。

当出流为自由出流时:

$$Q=mB\sqrt{2g}H_0^{1.5}$$ （公式 6-5）

当出流为淹没出流时:

$$Q=\varphi_m Bh_s\sqrt{2g(Z_1-Z_2)}$$ （公式 6-6）

式中:*B* 为堰宽，Z_d为堰顶高程，Z_1为堰上水位，Z_2为堰下水位，$H_0=Z_1-Z_d$，$hs=Z_2-Z_d$，*m* 为自由出流系数，一般取 0.325~0.385 之间。 ψ_m为淹没出流系数，一般取 1.0~1.18 之间。

对自由出流流态，公式 6-5 离散可得

$$Q = \delta_{Z1} Z_1 + \beta_{Z1} \quad （公式 6-7）$$

对淹没出流流态，公式 6-6 离散后得:

$$Q = \delta_{Z2}(Z_1 - Z_2) \quad （公式 6-8）$$

式中：δ_{Z1}、δ_{Z2}、β_{Z1}为与 Z_1、Z_2有关的系数，一般常采用时段初水位来计算。

②模型范围

本模型范围向石马河取水口上游 1000m，下游石壁水库（含石壁水库），约 8km（含石壁水库）。模型范围见下图。

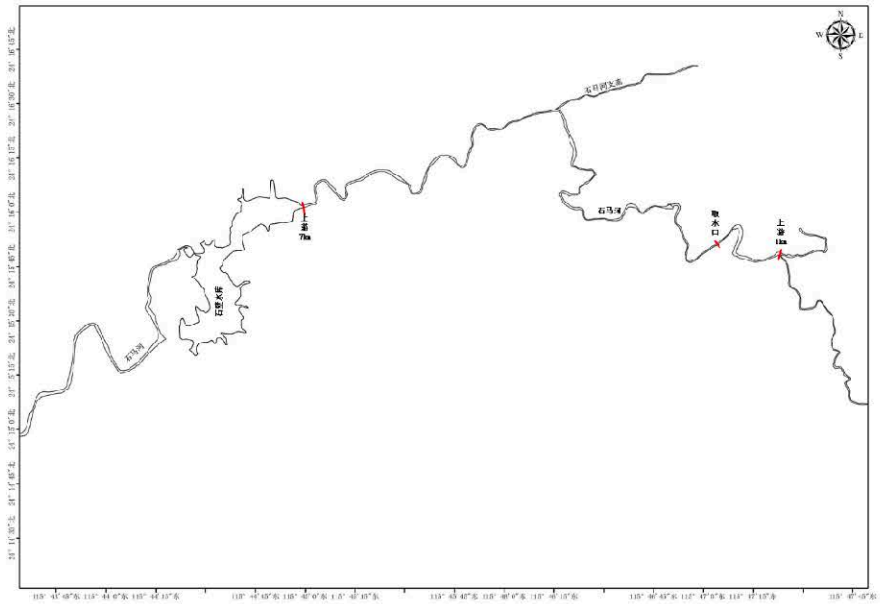


图6.1-1 模型范围及控制断面示意图

③模型边界

上边界：取水口上游 1000m；

下边界：石马河汇入石壁水库处。

④模型设置

本预测评价模型共模拟 8 段河道，分取水口堰坝上游河段和取水口堰坝下游河段，总河长为 8km，其中上游断面距离为 1.0km，下游河段为 7km，平均距离为 1.0km。

⑤地形资料

采用项目设计阶段实测地形。

（2）计算方案

根据工程取水对下游河道流量的变化分析结果，选取多年平均条件和 P=90%枯水期作为计算方案，分别计算出来河道代表断面的流速与水深变化情况。

（3）典型分析断面

在水源区影响范围内选取 3 个水文情势分析典型分析断面，分别代表石壁水库、取水口和取水口上游等，对典型分析断面流速、水深的变化影响分析。典型分析断面与工程取水口位置关系见下表，具体位置见图 6.1-1。

表6.1-11　典型分析断面与工程取水口位置关系

序号	断面编号	与取水口位置关系	备注
1	W1	上游 1km	现状监测点位
2	W2	石马河取水口	取水口
3	W3	下游 7km	现状监测点位

（4）预测结果分析

①多年平均情况下的变化分析

多年平均情况下水源区 3 个典型分析断面的水深、流速变化如下：

取水口上游断面（W1）：工程调水后，断面 W1 各月水深最大减少值为 0.78m，最大减少比例为 18.85%，月均水深减少值为 0.29m，月均减少比例为 12.17%；各月流速最大增加值为 0.01m/s，最大增加比例为 1.76%，月均流速增加值为 0.01m/s，月均增加比例为 0.89%。

取水口断面（W2）：断面 W2 各月水深最大减少值为 0.92m，最大减少比例为 17.34%，月均水深减少值为 0.34m，月均减少比例为 11.19%；各月流速最大减少值为 0.023m/s，最大减少比例为 4.66%，月均流速减少值为 0.02m/s，月均减少比例为 1.82%。

取水口下游断面（W3）：工程调水后，取水口下游断面 W3 各月水深最大减少值为 0.05m，最大减少比例为 1.51%，月均水深减少值为 0.02m，月均减少比例为 0.97%；各月流速最大减少值为 0.01m/s，最大减少比例为 1.06%，月均流速减少值为 0.01m/s，月均减少比例为 0.36%。石壁水库各月水深、流速工程前后无明显变化，总体影响较小。

从时间的变化规律看，丰水期上下游水深、流速变化小，枯水期变化大；从上下游沿程的变化规律看，取水口所在断面变化最大，与取水口距离越远，变化幅度越小；同等距离条件下，取水口下游河段的水深、流速变化总体较上游河段大。

②P=90%枯水年来水情况下逐月变化分析

P=90%枯水年来水情况下水源区 3 个典型分析断面的水深、流速变化如下。

取水口上游断面（W1）：工程调水后，断面 W1 各月水深最大减少值为 0.31m，

最大减少比例为15.43%，月均水深减少值为0.08m，月均减少比例为6.74%；各月流速最大增加值为0.015m/s，最大增加比例为3.41%，月均流速增加值为0.01m，月均增加比例为0.76%。

取水口断面（W2）：断面W2各月水深最大减少值为0.43m，最大减少比例为11.02%，月均水深减少值为0.11m，月均减少比例为4.81%；各月流速最大减少值为0.032m/s，最大减少比例为2.72%，月均流速减少值为0.01m/s，月均减少比例为0.75%。

取水口下游断面（W3）：工程调水后，取水口下游断面W3各月水深最大减少值为0.02m，最大减少比例为1.10%，月均水深减少值为0.01m，月均减少比例为0.48%；各月流速最大减少值为0.01m/s，最大减少比例为1.67%，月均流速减少值均为0.01m/s，月均减少比例为0.62%。

在P=90%枯水年来水情况下时间和上下游沿程变化规律与多年平均来水情况相似。

设计最不利来水条件下下项目为保证石壁水库的生态流量，基本不会取水。本工程引水的前提是石壁水库满足石壁水库灌区灌溉用水的前提下，余水才引至和山岩水库，水量平衡计算中已经保障了石壁水库兴利用水，因此对石壁水库兴利功能无影响。同时，水量平衡计算中考虑了下游生态环境用水量，满足下游河道基本生态环境用水需求，取走的水量对下游石马河的生态环境不致于造成影响。

6.1.2.5 对取水口下游纳污能力影响分析

水体纳污能力与水量变化有密切关系，取水减少了水域的水量，并可能改变河流水流速度、水位等，直接或间接影响水体自净和承纳污染物的能力。本工程取水口下游至宁江汇入口处均无地表水考核断面，因此本工程对下游石马河水域纳污能力计算预测选用《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010)推荐的河流一维水质模型，选取最不利情况(洋门村取水口断面来水流量为0.67m^3/s，引水流量为0.33m^3/s)作为水文条件，计算水域纳污能力变化。其计算公式如下：

$$M=[C_S-C(x,y)]Q$$

式中：M为水域纳污能力，g/s；Cs为水质目标浓度，mg/L；Q为流量，m^3/s，C(x,y)为初始断面水质浓度，mg/L。

由预测结果可知，不利情况下洋门村取水口取水引起石马河下游纳污能力有所下降，COD、氨氮以及总磷分别下降 1.98g/s、0.155g/s 和 0.0099g/s。

表6.1-12 工程集中取水对水体纳污能力影响情况表(g/s)

河段	COD			氨氮			TP		
	取水前	取水后	变化量	取水前	取水后	变化量	取水前	取水后	变化量
石马河	4.02	2.04	-1.98	0.316	0.160	-0.155	0.0201	0.0102	-0.0099

6.1.2.6 对石壁水库生态流量满足程度影响分析

根据本工程设计报告石壁水库年径流量成果表，石壁水库年径流均值为 6058.5 万 m^3，多年平均流量为 1.921m/s。

根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021），维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、栖息地模拟法、整体分析法等类型。各方法的计算依据主要分两种，一种是基于水文条件，一种是基于生境。本工程交水水库和山岩水库为中型水库，坝下河流为和山河，属于水量中等的常年性河流，据调查，坝下河流暂未发现有重要保护动物及重要生境。考虑到石壁水库及坝下河道实际情况，本工程主体设计采用水文学法中的 tenmant 法计算取水口下游河流生态需水量。Tennant 法河道内不同生态状况对应的多年平均天然流量百分比见下表。

表6.1-13 河道内不同生态状况对应的多年平均天然流量百分比

不同流量百分比对应河道内生态状况	占天然流量百分比（%）	
	年内水量较枯时段	年内水量较丰时段
最佳范围	60-100	
优秀	40	60
很好	30	50
良好	20	40
一般或较差	10	30
差或最小	**10**	**10**
极差	0-10	0-10

根据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021），水资源短缺、用水紧张地区河流，基本生态流量取值可在表中的“良好”分级之下。本工程所在区域属于缺水区域，因此本次主体设计对石壁水库下游基本生态流量采用“最小”状况计算，即取水口汛期(4-9 月)按多年平均流量的 10%、非汛期(10-3 月)按多年平均流量的 10%下放生态流量，则计算的汛期生态流量为 0.191m^3/s，非汛期生态流量 0.191m^3/s。

根据工程水量供需平衡分析成果，工程实施前石壁水库下泄生态供水月保证率为

93.5%，按照年引水量 1054 万 m^3 进行统计，工程实施后石壁水库下泄生态供水月保证率为 91.9%，尽管生态流量保证率下降了 1.6%，但依然满足《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）规定的生态基流保证率不小于 90%的要求。对石壁水库下游生态流量影响较小。

6.1.2.7 对取水口下游生态流量满足程度影响分析

根据调查，石马河取水口下游不涉及敏感生物生镜等，其取水口下游生态流量核算主要核算生态基流，即维持河流水生态系统功能不丧失，需要保留的底线流量(水量、水位、水深)，是基本生态流量过程中的最低值。

根据本工程设计报告水库控制范围设计年径流量成果表，石马河取水口年径流均值为 4715.5 万 m^3 ，多年平均流量为 1.50m/s。

本次主体设计对石马河取水口下游基本生态流量采用“最小”状况计算，即取水口汛期(4-9 月)按多年平均流量的 10%、非汛期(10-3 月)按多年平均流量的 10%下放生态流量，则计算的汛期生态流量为 0.015m^3/s，非汛期生态流量 0.015m/s。

根据工程水量供需平衡分析成果，工程实施前石马河下泄生态供水月保证率为 93.5%，按照年引水量 1054 万 m^3 进行统计，工程实施后石马河下泄生态供水月保证率基本不变为 93.5%，满足规范规定的生态基流保证率不小于 90%的要求。对石马河取水口下游生态流量影响较小。

6.1.2.8 对石壁水库农田灌溉满足程度影响分析

根据本工程初步设计方案，石壁水库原设计灌溉面积为 1.79 万亩，最大实灌面积 1.25 万亩，灌区包括龙田、宁中、合水、龙北等四个镇的农田，主要农作物为水稻。灌溉渠道利用系数取 0.65，土壤为砂壤土、壤土。根据广东省水利水电科学研究所编制的《广东省一年三熟灌溉定额》(1999 年)，结合灌区作物组成等实际情况，灌溉需水量以最大实灌面积计，并参考《广东省兴宁市合水水库加固扩建工程初步设计报告》中的相关定额，石壁水库灌区灌溉需水量见下表。

表6.1-14 石壁水库灌区灌溉需水量成果表(1.25 万亩)

频率	灌溉净定额 (m^3/亩)	灌溉毛定额 (m^3/亩)	用水量 (万 m^3)
P=90%	660.66	1016.4	1271
P=75%	597.61	919.4	1149
P=50%	532.94	819.9	1025
P=25%	472.55	727.0	909
P=10%	422.83	650.5	813

根据广东省水利水电科学研究所编制的《广东省一年三熟灌溉定额》中兴宁站枯水年、平水年、丰水年的典型年灌溉用水时段分配过程，内插灌溉保证率P=75%和P=25%用水分配过程，见下表。

表6.1-15 各典型年用水分配过程表

	年灌水分配比例(%)			年用水量分配(万 m^3)				
月份	丰水年	平水年	枯水年	P=10%	P=25%	P=50%	P=75%	P=90%
4月	13.3	11	3.6	108.11	110.38	112.77	83.91	45.73
5月	24.3	27	5.7	197.52	233.04	276.79	187.93	72.40
6月	14.1	19.3	16.9	114.61	151.72	197.85	208.05	214.67
7月	4.5	5	8.3	36.58	43.16	51.26	76.44	105.43
8月	11	13.1	5.9	89.41	109.48	134.29	109.20	74.94
9月	12	12	5.2	97.54	109.02	123.02	98.85	66.05
10月	7.7	0	0.7	62.59	34.98	0.00	4.02	8.89
11月	2.4	0.5	0.6	19.51	13.17	5.13	6.32	7.62
12月	3.2	0.1	4	26.01	14.99	1.03	23.56	50.81
1月	0	1.8	3.2	0.00	8.18	18.45	28.74	40.65
2月	1.9	5.7	16.1	15.45	34.53	58.44	125.29	204.51
3月	5.6	4.5	29.8	45.52	45.88	46.13	197.13	378.53

根据上述基本数据，采用1959年4月～2019年12月共61年的径流序列进行长系列的水量平衡计算，石壁水库农业灌溉年供水量1014万 m^3 灌溉保证率为88.7%，引水后石壁水库的灌溉保证率为87.09%，尽管农田灌溉保证率降低了1.61%，但能满足《广东省高标准基本农田建设规范（试行）》中满足灌溉设计保证率的农田面积比例应不低于80%的要求。因此，引水后对农业的灌溉用水影响较小。

6.1.2.9 对取水口下游农田灌溉满足程度影响分析

石马河目前主要功能为农灌，取水口下游暂无生产生活的取水口，因此，本工程实施后对取水口下游的最大影响主要为农田灌溉影响，因此，本次重点分析农田灌溉的保证率变化情况。

根据现场踏勘，石马河取水口下游-其他支流汇入处共长2.6km，此段需要灌溉的面积约100公顷（1500亩），按照面积搬家法，采用1959年4月～2019年12月共61年的径流序列进行长系列的水量平衡计算，其石马河取水口下游-其他支流汇入处在取水工程前灌溉保证率为90.32%，取水工程后灌溉保证率为88.7%，保证率减少了1.62%，对取水口下游的灌溉用水产生一定的影响，但能满足《广东省高标准基本农田建设规范（试行）》中满足灌溉设计保证率的农田面积比例应不低于80%的要求，因此，对取水口下游农田灌溉影响在可接受范围内。

6.1.2.10 对其他用水户的影响

根据本工程初步设计报告可知，本工程主要影响石壁水库坝后电站及洋门电站。

运营期石壁水库上游石马河的取水，会对石壁水库下游的电站产生一定的影响，电站主要有坝后电站和洋门电站，根据各站点装机等设计参数结合本次调算成果，本工程建成运行取水后，使得石壁水库受影响电站年平均电量损失约 29.9 万 kWh，年均发电损失为 13.1 万元。建议对此部分发电损失予以财政补偿。具体补偿方案可参考本次计算成果由双方协商解决。

6.1.2.11 取水影响综合评价

本工程实施后，缓解了兴宁城区的水资源供需矛盾，并保障了应急水源，促进了经济社会发展，实现了区域水资源的优化配置和高效利用。

工程取水对水库坝址处及石马河流域的水资源会造成一定的影响，但在水量平衡计算中已经保障了石壁水库兴利用水，因此对石壁水库兴利功能无影响。同时，水量平衡计算中考虑了下游生态环境用水量，满足下游河道基本生态环境用水需求，取走的水量对下游石马河的生态环境不致于造成影响。

工程运行期间石壁水库坝后电站多年平均发电量减少 18.5 万 kWh，年均发电损失为 8.1 万元，建议对此部分发电损失予以财政补偿。

工程运行期间洋门电站多年平均发电量减少 11.4 万 kWh，年均发电损失为 5.0 万元，建议对此部分发电损失予以财政补偿。

6.1.3 引水隧洞区、输配水线路、净水厂区

施工期施工废污水排放可能对地表水环境产生影响。根据工程施工特点，本工程施工废污水主要包括施工生活污水、施工生产废水两部分，其中施工生产废水主要包含小型机械设备维修和冲洗含油废水、基坑排水等。

6.1.3.1 生活污水环境影响预测与评价

施工生活污水主要来自食堂、盥洗间、厕所粪便等，一般不含有毒理指标,主要含有机物，细菌学指标差。根据前面计算分析，本工程设置 4 个施工营地，平均每个施工营地施工高峰期生活污水产生量为 13m^3/d。施工总工期 35 月，则施工期施工人员生活污水产生总量约 56940t。生活污水如果直接排放会对周围水环境将造成一定影响。本工程线路及施工营地位于农村或城市郊区，市政配套管网尚不完善，为防止施工生活污水排放对周边水环境产生的不利影响，本工程施工营地生活污水采用“化粪池+隔油池+无动力厌氧处理系统”处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》

（GB/T18920-2020）道路酒扫标准后，回用于施工营地或施工道路降尘酒水，不排入附近水体，基本不会对周边水环境造成影响。

根据施工布置与梅州市水环境功能区划位置关系，本工程各施工营地均布置在饮用水水源保护区范围外，除2#施工营地距离和山岩水库饮用水源保护区保护区较近(最近距离约800m)，其它施工营地周边无敏感水体分布，施工生活污水经处理达标后回用，禁止排入饮用水水源保护区内，基本不会对和山岩水库饮用水水源保护区的水质产生影响。

6.1.3.2 生产废水环境影响预测与评价

本工程使用商品混凝土，不设拌和系统，工程所需碎石、块石等石料就近购买，不存在砂石料冲洗废水和砼拌合系统冲洗废水。施工期生产废水包括小型机械设备维修和冲洗含油废水、基坑排水、管道试压排水和管道冲洗废水等。

（1）机械设备维修和冲洗含油废水

本工程拟在4个施工营地各设置1处机械修配及汽车保养站，承担小型施工机械设备及汽车的维修和保养任务，大中型机械设备维修可委托地方专业厂家承担。小型机械设备、汽车修配厂的冲洗废水主要污染物为SS和石油类，SS的浓度在500~4000mg/L左右，石油类的浓度在10~30mg/L之间。

施工期间机械修配及保养产生废水量很少，工程拟在各施工工区设置砖砌隔油沉淀池用于处理含油废水。含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理再进入清水池进一步净化水质，废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中道路洒扫标准后回用于施工工区及道路洒水降尘，对周边水环境影响小。

（2）基坑排水

本工程取水口、交水点施工期间需采用围堰导流措施。施工围堰将产生初期排水及经常性排水。初期排水包括基坑积水和基坑渗水两部分，与天然河流水质基本相同。施工经常性排水包括基坑渗水、天然降水和施工废水，结合国内其他工程经验看，在防渗措施完善的前提下，基坑内的经常性排水有限，经一定时段集水后由水泵抽排，主要污染物为悬浮物，若直接排放，对周边水质有一定的影响。

经常性排水采取基坑内静置沉淀后优先用于场地洒水降尘，多余部分抽排至河道下游。其中交水点位于和山岩水库饮用水水源保护区内，经常性排水经沉淀后优先回

用于施工场地酒水降尘，多余部分引至水源区外沟渠排放，不得排入和山水库及和山岩水库水库库区内，对库区水质影响较小。

（3）围堰填筑及拆除对水环境的影响

本工程交水点涉水施工部分安排在枯水期进行，采用施工围堰导流措施，交水点根据原设计方案，也采用土围堰进行施工，但本次评价叠图可知，交水点涉及和山岩饮用水水源一级、二级保护区，因此，本次环评建议交水点的围堰方式由原有的土围堰改为钢板桩围堰，钢板桩采用打拔桩机入桩、拔出，仅钢板桩入桩拔出瞬间会扰动河床底质，钢板桩围堰填筑拆除基本不会对交水点水库的水质产生影响。为防止钢板桩围堰打拔过程可能对交水点水库水质产生影响，在施工围堰下游设置防污帘等环保措施。

（4）管道试压排水

输水涵管和配水管线管道敷设完毕后，采用清水作为介质进行试压，本工程的管道试压分段进行，水源重复利用率 50%，废水中主要含少量的铁锈和泥沙等悬浮物，SS 浓度 70mg/L。和山水库输水涵管区域为和山岩水库饮用水水源保护区，配水管基本沿着和山河铺设，废、污水禁止直接排入水体，施工废(污)水应处理后回用、洒水降尘或农林灌溉等综合利用。根据国内其它管线建设经验，这部分废水经沉淀后回用于管线区域酒水降尘，对外环境不会产生大的影响。

（5）管道冲洗废水

项目管线全部建成后，需要进行冲洗干净后，方可投入使用。项目冲洗，主要为按管段进行冲洗，按照高程，从管段最高位置通过罐车向管道内冲水，由低位的排泥阀及消能池排出。冲洗过程会产生管道冲洗废水，其主要污染物为 SS。根据同类工程监测资料，管道冲洗废水悬浮物浓度 60mg/L，项目分段冲洗时采用罐车将清水从管段最高位置通过罐车向管道内冲水，在对应出水的低段，再采用罐车将冲洗废水进行收集，然后再运至附近污水处理厂进行处理，不向外排放，对周围水环境影响较小。

6.1.4 交水水库

6.1.4.1 和山岩水库调度原则

和山岩水库综合利用调度的目标首先是保障水库工程安全，在确保水库工程安全前提下，承担下游防洪、供水、灌溉等任务，充分发挥水库综合利用效益。

（1）防洪调度

根据和山岩水库调度运行规程，和山岩水库防洪调度原则如下：

正常来水量的情况下，库水位在156.94m（正常蓄水位）以下不泄洪。

库水位到达正常蓄水位后，当入库洪水小于10m^3/s时，来多少泄多少，保持正常蓄水位156.94m；

当入库洪水大于10m^3/s，限泄10m^3/s；

当库水位达到设计洪水位159.32m时，限泄40m^3/s；

当库水位达到校核洪水位160.61m时，不再进行控泄，按泄洪闸泄洪能力敞泄。水库由保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度；

水库最大下泄流量不得超过入库洪峰流量。

（2）兴利调度

兴利调度首先保证供水，其次保证农业灌溉用水，结合发电，综合利用。水库蓄水首先应满足供水和灌溉的要求，同时下泄生态流量满足下游生态用水要求。

6.1.4.2 交水水库水文情势影响分析

本工程连通后和山岩水库可供水能力计算原则为：

（1） 和山岩水库、和山水库均实施清淤工程；

（2） 石壁水库满足石壁灌区灌溉用水的前提下，余水引至和山岩水库；

（3） 和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，水库天然来水量和现状兴利库容用于现状供水及灌溉任务调蓄；

（4）从石马河外引水量用于和山岩水库新增的供水任务，并利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄；

（5）在上述条件下，计算和山岩水库可新增的年供水能力。

调度运行方式影响分析：本工程实施不改变交水水库和山岩水库、和山水库正常蓄水位等特征水位，维持交水水库原有功能，在服从和山岩水库、和山水库原有调度运行的基础上，综合考虑受水区用水需求水库调蓄能力、少产生弃水等原则，对和山岩水库、和山水库进行补水。

本工程不对和山岩水库、和山水库进行扩容等工程建设，不改变和山岩水库、和山水库正常蓄水位等特征水位，不增加和山岩水库、和山水库正常蓄水位水面面积、对应库容等主要参数，仅利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄，根据上述水库调度运行方式可知，工程引水至和山岩水库、和山水库以不超过水库正常

蓄水位为前提，工程交水至和山岩水库、和山水库后，服从水库调度，不改变和山岩水库原调度方式。因此，本工程建设后不会对水库原有的调度运行方式产生影响。

交水水库水文情势变化分析：本工程引水至交水水库以水库不超过正常蓄水位为前提，工程引水不需对水库进行扩容，不会改变水库正常蓄水位，不会增加水库正常蓄水位水面面积、库容等主要参数，因此，工程对和山岩水库水文情势影响有限。

6.1.4.3 水库供水、灌溉及下泄流量过程分析

和山岩水库坝下现有两座水厂，分别为金源水厂和宁中水厂。金源水厂日均供水量为 1 万 m^3/d，供水对象为兴宁城区，目前水厂按设计规模供水运行；宁中水厂规模为 0.5 万 m^3/d，为宁中镇所属几个行政村的补充水源，但目前水厂实际很少使用。

因此本次和山岩水库现状生产生活供水量主要考虑金源水厂规模，年均供水量为 365 万 m^3。工程施工期间和山岩水库无法供水，需外购水量，建议对此部分费用予以财政补偿，计 213.6 万元。

运行期和山岩水库现状供水任务、灌溉任务和下泄生态流量任务维持不变，水库天然来水量和现状兴利库容用于现状供水、灌溉任务及下泄生态流量调蓄，从石马河外引水量用于和山岩水库新增的供水任务，并利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄。因此，和山岩水库在现状供水、灌溉和下泄生态流量不变的情况下，增加对城区生活工业用水，对城区有了更多一份保障。

6.1.4.4 交水水库水环境影响分析

（1）库区高锰酸盐指数、COD、氨氮、总磷预测

工程来水进入和山水库后，库区水体和来水混合相对较为均匀，可采用均匀混合模型分析预测工程补水后的库区水质状况，公式如下:

$$W \times Q = W_0 \times Q_0 + W_r \times Q_r$$

式中:Q、W-工程实施后水库预测水量、预测水质；

Q_0、W_0-水库多年平均来水量、现状水质，此次采用合水水库实测平均值数据作为现状水质；

Q_r、W_r-工程补水水量、补水水源水质，采用石马河取水口实测平均值数据。

工程实施后和山水库高锰酸盐指数、COD、氨氮、总磷预测情况如下表 所示。预测结果表明，工程实施后，和山水库库区高锰酸盐指数浓度为 1.75 mg/L，COD 浓度为 8.9mg/L，氨氮浓度为 0.037mg/L、总磷浓度为 0.043mg/L，均能达到 III 类水质目标。

入库径流及引水水质均会对和山水库水质产生影响，运行期需加强水源区水质保护及水库水质保护，才能保持水库水质达到功能区水质标准。

表6.1-16 工程实施后和山水库高锰酸盐指数、COD、氨氮、总磷情况(单位 mg/L)

项目		和山水库
总库容（万 m^3）		183.64
兴利库容（万 m^3）		101.61
正常蓄水位（m）		166.34
死水位（m）		158.38
多年平均径流量（万 m^3）		1284
工程入库水量（万 m^3）		1054
水质目标		III 类
高锰酸盐指数	工程实施前库区浓度	1.7
	工程调水浓度	1.8
	工程实施后库区浓度	**1.75**
	设计水平年水质标准	6
COD	工程实施前库区浓度	8
	工程调水浓度	10
	工程实施后库区浓度	**8.9**
	设计水平年水质标准	20
氨氮	工程实施前库区浓度	0.043
	工程调水浓度	0.029
	工程实施后库区浓度	**0.037**
	设计水平年水质标准	1
总磷	工程实施前库区浓度	0.02
	工程调水浓度	0.07
	工程实施后库区浓度	**0.043**
	设计水平年水质标准	0.05

（2）水库水体富营养化预测

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办〔2011〕22号），选取高锰酸盐指数、总磷和总氮三个指标对和山岩水库水体富营养化程度进行预测分析。

①评价方法

采用综合营养状态指数法(TLI(Σ))。

②湖泊营养状态分级

采用 0-100 的一系列连续数字对湖泊（水库）营养状态进行分级：

TLI(Σ)＜30　　贫营养

30≤TLI(Σ)≤50　　中营养

TLI(Σ)＞50　　富营养

50＜TLI(Σ)≤60　　轻度富营养

60＜TLI(Σ)≤70　　中度富营养

TLI(Σ)＞70　　重度富营养

③综合营养状态指数计算

综合营养状态指数计算公式如下:

$$TLI(\Sigma)=\sum_{j=1}^{m}Wj\bullet TLI(j)$$

式中: $TLI(\Sigma)$——综合营养状态指数;

Wj——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重;

TLI（j）——代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chla 作为基准参数，则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$W_j=\frac{r_{ij}^{2}}{\sum_{j=1}^{m}r_{ij}^{2}}$$

式中: r_{ij}——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数;

m——评价参数的个数。

④各项目营养状态指数计算

$$TLI(TP)=10(9.436+1.624\ln TP)$$

$$TLI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN)$$

$$TLI(COD_{Mn})=10(0.109+2.661\ln COD_{Mn})$$

⑤预测结果

工程实施后和山水库高锰酸盐指数、总磷和总氮浓度根据混合模式进行预测，水体富营养化程度根据综合营养状态指数法计算，预测结果见表下表。预测结果表明，工程实施后，**和山水库营养状态等级为中营养**。

表6.1-17 工程实施后和山水库营养化情况

项目	和山岩水库
总库容（万 m^3）	183.64
兴利库容（万 m^3）	101.61
正常蓄水位（m）	166.34
死水位（m）	158.38

多年平均径流量（万 m^3）		1284
工程入库水量（万 m^3）		1054
高锰酸盐指数	预测浓度（mg/L）	**1.75**
	营养状态指数 TLI（CODMn）	15.98
总磷	预测浓度（mg/L）	**0.043**
	营养状态指数 TLI（TP）	43.26
总氮	预测浓度（mg/L）	0.111
	营养状态指数 TLI（TN）	17.29
TLI（Σ）		37.25
综合营养状态等级		**中营养**

6.1.4.5 对和山岩水库饮用水源保护区的影响

1、水源地保护要求

饮用水水源环境保护管理依据《广东省省饮用水水源环境保护条例》(以下简称“条例”)，《条例》第十四条规定:“在饮用水水源准保护区内，禁止下列行为:(一)新建扩建制药、化工、造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼油、电镀、农药等对水体污染严重的建设项目；(二)改建增加排污量的建设项目；(三)设置易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站；(四)施用高毒、高残留农药；(五)毁林开荒；(六)法律、法规禁止的其他行为”。第十五条规定:“在饮用水水源二级保护区内...还禁止下列行为:(一)设置排污口；(二)新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；(三)堆放化工原料、危险化学品、矿物油类以及有毒有害矿产品；(四)从事规模化畜禽养殖；(五)从事经营性取土和采石(砂)等活动……”。第十六条规定:“在饮用水水源一级保护区内，……还禁止下列行为:(一)新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；(二)从事网箱养殖、畜禽养殖、施用化肥农药的种植以及旅游、游泳、垂钓等可能污染饮用水水源的行为；(三)停靠与保护水源无关的机动船舶；(四)堆放工业废渣、生活垃圾和其他废弃物……”。

2、政策符合性

本工程是兴宁市供水工程中的重要工程之一，其工程任务是将水量分配方案中分配给兴宁市的水量输送至合兴宁市城区内，工程建设与水资源保护相关，不属于饮用水水源地一、二级保护区内禁止建设项目，所以本工程建设和选址符合饮用水水源地保护相关要求。

3、施工废水对饮用水源保护区影响

项目涉及的饮用水源保护水体为和山岩水库、和山水库。

本工程涉饮水水水源保护区的取水口施工占用水域面积约663m^2，输水涵管及引水隧洞占陆域约449m，出水口占陆域约711m^2。工程施工营地不设置在水源保护区范围内，生活废水不外排，对和山岩水库、和山水库主要影响为取水口围堰及输水管线的施工，主要污染为围堰拆建及水下作业引起局部悬浮物增加，导致水体SS浓度上升。围堰拆建和水下施工时间较短，施工期通过局部添加絮凝剂可使水质净化，控制施工产生悬浮物浓度，施工在采取措施的情况下，对和山岩水库、和山水库水源地影响不大。

根据设计，下穿饮用水源保护区的引水隧洞长度为294m，输水涵管长度约155m，其中引水隧洞采用钻爆法，在饮用水源保护区外设有施工支洞，输水涵管采用顶管方式穿越，穿越线路两端各设一个工作井：出发井及接收井，下穿隧洞/管线距离与河床底预留有足够的安全距离，因而不会扰动河底，不会对河流水质造成影响。

6.1.5 运行期净水厂水环境影响分析

净水厂会涉及检验室清洗废水、管理人员产生的少量生活污水等，生活污水经处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准用于厂区绿化，不外排，对周边水环境影响较小。

6.1.6 受退水区环境影响分析

6.1.6.1 受退水区水量平衡及退水去向

（1）受退水水量平衡

根据水资源配置成果，本工程多年平均供水量1054万㎥，主要用于兴宁城区及周边城镇的工业和生活用水，受水区的农业灌溉等用水、生态用水等保持不变。按照损耗系数0.8计算，则受水区年均增加退水量为1054*0.8=843.2万㎥。

（2）受退水区退水去向

本工程受水区涉及兴宁市中心城区(福兴、兴田、宁新三个街道办)和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等11个镇(街)的部分村。退水排入各污水处理系统附近的支流后最终汇入宁江。

6.1.6.2 退水区水文水资源影响

（1）工程供水

兴宁市城区目前供水水厂为兴宁市第二自来水厂，水厂兴建于1996年，1997年底

建成投产。取水口自合水水库坝后300m处的宁江河道取水，首期工程设计日供水能力5万t。2012年第一水厂完成迁建后，在第二水厂新建一条日产水5万m^3生产线，建成后企业设计产能达10万t/日。

由于兴宁市城区的扩张及周边乡镇供水范围的扩大，兴宁市自来水厂供水规模逐年增加，超过原设计供水能力，亟需扩建。由于第二自来水厂取水口在合水水库坝下350m处的宁江河道上取水，一方面取水规模不足，需要扩建；另一方面取水口位于河道内水质不稳定易受污染，需要迁建。

2019年，兴宁市第二自来水厂扩建工程得到兴宁市委、市政府批准实施。扩建工程将第二自来水厂取水口迁移至合水水库库区取水。并扩建一条5万m^3/d的制水生产线(包括絮凝沉淀池、V型滤池、清水池、污泥浓缩池、储泥池、脱水机房等构建筑物)、以及黄竹坜泵站供水机泵设备及配电设施升级改造等内容。扩建后的第二水厂净水规模为15万m^3/d。目前，该项目已完工并投入使用。

根据需水预测成果，近期2025年，兴宁市城区需水规模(日最高用水量)为22万m^3/d，扣除现状第二水厂的15万m^3/d后，缺水规模为7万m^3/d；远期2035年，兴宁市城区需水规模为28.35万m^3/d，扣除现状第二水厂的15万m^3/d后，缺水规模为13.35万m^3/d；本工程多年平均供水量1054万m^3，在较大程度上改善受水区用水条件，通过提高受水区各类用水的供水保证率，有效缓解受水区缺水状况。

（2）工程新增退水影响

①受水区现状用水、退水情况

根据《梅州市2023年水资源公报》，2023年兴宁市工业用水为277万立方米，城镇公共用水为1559万立方米，城镇生活用水为1946万立方米，生态环境用水为261万，农田灌溉用水为31717万立方米，林牧渔畜用水为2536万立方米，农村生活用水为2296万立方米，总用水量为40592万立方米。

本工程受水区主要退水量按照工业用水的90%，城镇生活用水及城镇公共用水的80%计算，则受水区退水量约277*0.9+1946*0.8+1559*0.8=3053.3万立方米。现状生产生活用水通过市政污水管网进入污水处理厂,统一集中处理后达标排放。

②工程新增退水对水文情势的影响分析

梅江的支流中流域面积最大的宁江贯穿兴宁南北，北起罗浮上下畲，南至水口圩汇合梅江，全长107km，从合水至水口主干河道长57.5km，沿途接纳罗岗河、黄陂河、

石马河、洋陂河、麻岭河、笃陂河等支流水汇入，宁江全河流域面积 1364.7k㎡，占全市总面积的 65%。若工程不进行引水，则石马河的水也会最终汇入宁江，而本工程取水后退水区依然为宁江，取水前后受纳水体保持不变，对宁江的水文情势基本不产生影响。

6.1.6.3 退水区地表水环境预测

（1）污染源预测

本工程受水区年均增加退水量为 1054*0.8=843.2 万 m^3，结合受水区目前的污水处理厂排放标准，本次退水各污染物排放标准满足《城镇污水处理厂污染物排 放标准 GB 18918-2002》中 一级 A 标准和广东省《水污染物排放限值》(DB44/ 26-2001) 的较严者要求，则化学需氧量排放浓度为 40mg/L，氨氮的排放浓度为 5mg/L，总磷的排放浓度为 0.5 mg/L，按照此排放浓度核算，则工程实施后受水区新增批化学需氧量排放量为 843.2*10000*1000*40/1000000000=337.28t/a，氨氮的排放量为 42.16 t/a，总磷的排放量为 4.216 t/a。

（2）规划污染物减排措施

1）“十四五”规划情况

本工程受水区水污染防治要求已纳入地方水生态环境保护“十四五”规划中。根据《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》，受水区重点规划饮用水源水保护、水环境治理、生态流量保障、水生态保护修复，预计 2026 年前完成。重点工程建设内容见下表。

表6.1-18 十四五期间受水区重点工程统计表

序号	工程类别	项目细类	项目名称	项目概况	计划投资（万元）	实施年限	责任单位
1	饮用水水源保护	饮用水水源安全保障	兴宁市饮用水源地环境整治	针对全市26个饮用水水源地开展环境综合整治，对县级饮用水水源地水质实现在线监控，保障饮水安全	25000	2021—2025	兴宁市人民政府
2	水环境治理	雨污分流改造工程	兴宁市老城区供排水升级改造项目	对兴宁老城区的供排水管道进行全面升级改造。改造范围约7.95平方公里。项目分四期建设，建设内容主要敷设雨水管网（含箱涵）共约33.3公里及附属设施，污水管网（含箱涵）约67.3公里及附属设施，市政给水管道约324.6公里及附属设施。	115972	2021—2026	兴宁市人民政府
3		农村污水收集与处理工程	兴宁市农村生活污水治理实施项目	通过改厕、三级化粪池进行治理模式的村有70个，建设分散式、小型化污水处理设施（自循环旋流一体化生物反应器）550个座，建设三级化粪池（氧化塘）＋人工湿地治理项目428个，建设动力或湿地＋动力污水处理项目158个，完成改厕、三级化粪池污水处理720个。	148200	2019—2025	兴宁市人民政府
4		水环境综合整治	兴宁市宁江水质保护综合整治项目	1、农村生活污水治理工程：在兴宁市农村生活污水摸排成果基础上对水质现状差的村建设污水处理设施；2、畜禽养殖污染防治工程：对沿河两岸分布的规模化以下的养殖户通过以奖促治方式鼓励养殖户建设养殖废水处理设施；3、水生态修复工程：东排沟、曾坑河、下西沟实施水生态修复工	10641.34	2021—2025	兴宁市人民政府

序号	工程类别	项目细类	项目名称	项目概况	计划投资（万元）	实施年限	责任单位
				程，在实施清淤工程的基础上种植沉水植物，逐步恢复河道水生生物和生态系统			
5	生态流量保障	水资源总量提升工程	兴宁市水资源配置——石壁水库增效扩容改造工程	库区清淤、主坝加高培厚、重建溢洪道、新建取水口、水厂及原水供水管道等，工程可增加兴利库容约 800 万 m^3，年均可增加供水量约 2000 万 m^3，同时可缓解下游防护区防洪压力，效益显著。	126800	2022—2025	兴宁市人民政府
6		水系连通工程	兴宁市水资源配置——罗浮河—宁江水系连通项目	工程线路总长约 30 公里，多年平均引水量约 2100 万 m^3。	20000	2021—2025	兴宁市人民政府
7		生态流量管控	兴宁市生态流量管控项目	科学确定生态流量，加强江河湖库水量调度管理，维持河湖生态用水需求，重点保障枯水期生态基流。对全市主要河流、电站安装流量监控设施。	6390	2021—2025	兴宁市人民政府
8	水生态保护修复	碧道建设	兴宁市碧道建设	完成宁江河碧道—1（3.6 公里）、宁江河碧道—2（5.6 公里）建设	1800	2021—2023	兴宁市人民政府

根据《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》，到2025年，补齐城镇污水管网缺口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部等区域生活污水收集管网空白区，基本消除城市建成区生活污水直排口，基本解决污水处理厂进水情况明显异常的问题，全市新增城镇管网约161公里，全市城市生活污水集中收集率在2020年末基础上增加15%，即梅州城区（含梅江区、梅县区）生活污水集中收集率达到39.92%，**兴宁市生活污水集中收集率达到43.54%。**

根据《兴宁市“十四五”生态环境问题诊断及质量改善提升研究报告》：十四五期间主要开展以下水污染治理措施：

（1）提升城乡生活污水处理能力

十四五期间构建完善的城镇生活污水收集、处理系统，实现污水处理量及入口污染物浓度“双提升”。按照“管网建成一批，生活污水接驳一批”原则，加快污水处理设施配套管网建设、竣工验收及联通，完善城中村、老旧城区和城乡结合部等盲点和薄弱地区的配套公共污水管网，推进城区污水截流和雨污分流改造工程，提高城镇生活污水收集率，提升兴宁市城市污水处理厂（一期、二期）进水生化需氧量（BOD）浓度。全面推动污水处理设施提质增效工作，加强生活污水收集管网日常养护，持续开展老旧管网清淤修复、断头管网筛查联通及城镇污水收集体系排查、盘活“僵尸管网”、整治“病害管网”、打通“断头管网”等措施，并逐步实现城镇污水管网管网精细化、信息化管理。到2025年，实现兴宁市城镇生活污水管网全覆盖，城镇污水收集处理率达到90%以上，城镇生活污水处理厂BOD浓度稳步提升。完成兴宁市城市污水处理厂（一期、二期）在线监控系统联网，实现污水处理厂的实时、动态监管，并完善污水处理厂的风险事故防范、预警与应急体系建设。

加快补齐乡镇污水处理设施短板，基于兴宁市农村生活污水治理现状摸排成果，因地制宜开展农村生活污水处理设施及配套污水管网建设，“十四五”期间完成新（扩）建污水处理设施规模1.25万m^3/日，新增管网建设11.5km。加强农村“雨污分流”体系建设，完善进村污水管网和雨水沟渠。制定“一村一策”治理方案，明确农村生活污水处理设施运维的责任主体、资金保障和技术支撑，提高农村生活污水治理率、处理设施有效运行率。到2025年，完成240个自然村生活污水治理任务，全市农村生活污水治理率达到65%以上，治理设施有效运行率达到90%以上。

（2）深化重点流域水污染综合防治

为了全面改善宁江、梅江、东江罗浮水等重点流域水质状况，实现国控水口水洋断面、省控罗浮水园谭电站断面、市控畲江官埔断面以及县控断面等考核断面水质稳定达标，应进一步深化重点流域水污染综合防治工作。严格落实“河长制”制度，将水质目标落实到县、镇、村三级“河长”。各级河长要根据生态环境部门通报的水质超标情况进行全面排查，并对排查出的污染问题进行达标整治。在完善城乡生活污水收集、处理体系建设，提升生活污水处理系统运行能力的同时，还应对各流域内的农业与工业污染实施源头管控、精准治污。

1）强化农业面源污染治理

以畜禽养殖、水产养殖和种植业为重点，强化农业面源污染治理。加强源头管控，优化养殖布局，推进实施集约化、清洁化畜禽养殖模式，推动小散养殖向规模化绿色科学养殖转型。在已划定的兴宁市畜禽养殖禁养区内，不得从事畜禽养殖业。畜禽养殖禁养区外现有的规模化畜禽养殖场（小区）要配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施；现有散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。新建、改建、扩建规模化畜禽养殖场（小区）要实施雨污分流、粪便污水资源化利用。对于宁江流域沿河两岸分布的规模化以下的养殖户，通过以奖促治方式鼓励养殖户建设养殖废水处理设施。

优化全市水产养殖布局，推动水产养殖规范化发展，推进养殖池塘标准化改造和生态化改造，确保尾水达标排放。

大力发展生态农业，严格坚持农作物病虫害绿色防控与统防统治，减少化肥、农药和类激素等化学物质的使用量，降低氮磷负荷，加强秸秆综合利用和农膜回收利用。

2）提升工业污染防治水平

对全市产业布局进行科学优化。健全重污染行业退出机制和防止“散乱污”企业回潮的长效机制，持续推进重点行业清洁化改造。严格控制高耗水、高污染项目发展，新建、改建、扩建涉水建设项目实行主要污染物和特征污染物排放等量或减量替代，且项目的单位产品水耗应达到清洁生产先进水平。**宁江兴宁市区段（兴宁污水厂排口下游 5 公里）主要排水通道应严格控制污染物排放总量，污染源达标排放，确保水质达到环境功能要求。禁止在宁江两岸最**

高水位线水平外五百米范围内新建废弃物堆放场和处理场，禁止新建向宁江排放汞、镉、六价铬等一类污染物或持久性有机污染物的项目。严格落实针对工业企业的排污许可证后执法监管，确保工业企业依法持证排污、按证排污。纳入《突发环境事件应急预案备案行业名录（指导性意见）》管理的工业企业要编制突发环境事件应急预案并备案，防止因渗漏污染地下水、土壤，以及因事故废水直排污染地表水体。加强对宁江流域沿岸花岗岩、萤石等矿产开采企业以及石膏、陶瓷等生产企业的监管，提升企业的绿色生产水平，减少氟化物的入河排放量。

以广东梅州高新技术产业园区（兴宁市）、东莞石碣（兴宁）产业转移工业园等工业集聚区为重点，加快建立循环型工业体系，并强化工业园区的水污染防治力度。广东梅州高新技术产业园区（兴宁市）已建成区域禁止新建电镀、鞣革、漂染、制浆造纸、化工及稀土冶炼、分离、提取等水污染物排放量大或排放一类水污染物、持久性有机污染物的项目。东莞石碣（兴宁）产业转移工业园禁止引入水污染物排放量大或排放含汞、砷、镉、铬、铅等一类水污染物或持久性有机污染物的项目。推动广东梅州高新技术产业园区（兴宁市）、东莞石碣（兴宁）产业转移工业园的工业废水资源化利用，加快中水回用及再生水循环利用设施建设；按照“雨污分流、清污分流、循环用水”的原则，完善两个园区污水处理厂及配套排污管网、泵站、中水回用系统的建设，加强园区污水管网、提升泵站的检查和维护保养，确保管网及泵站正常运行，避免污水管网出现破损泄漏现象；定期检查、监督这两个园区配套污水处理厂、人工湿地等污水处理设施运营状况，确保各园区废水长期稳定达标排放。广东梅州高新技术产业园区（兴宁市）内经预处理达标的废水应尽可能回用，不能回用的废水经园区配套的水质净化厂处理达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准要求后方可外排。东莞石碣（兴宁）产业转移工业园内新建电子工业企业废水经预处理达到园区配套的污水处理厂接管标准后排入管网，由园区配套污水处理厂统一处理排放；园区工业废水与生活污水经园区配套的污水处理厂处理达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准要求后方可外排至洋陂河（宁江支流）；园区北片区废水由企业自建污水处理设施全部回用，不外排；园区配套污水处理厂及园区内北片区企业应设置足够容积的事故应急池，尽量减少废水对周边水体的环境风险。

2）受水区污水处理能力分析

目前受水区兴宁市城区及周边城镇（合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇）总的污水处理能力为50000+800+1500+10000+1000=6.33 万 m^3/日，受水区目前废水产生量为 8.4 万 m^3/日，收集率按照 50%计算，则进入污水处理厂处理的水量为 8.4*0.5=4.2 万 m^3/日，本次工程引水后，新增退水量为 843.2 万 m^3（2.31 万 m^3/日），收集率按照 50%计算，则排污城镇污水处理设施新增水量约为 2.31*0.5=1.155 万 m^3/日，本工程引水后兴宁市城区及周边城镇污水处理量为 4.2+1.155=5.355 万 m^3/日，小于总的污水处理能力 6.33 万 m^3/日。

由此可知，兴宁市城区及周边城镇（合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇）维持现状城镇污水处理规模基本能满足 2035 年污水处理需求。同时根据《兴宁市“十四五”生态环境问题诊断及质量改善提升研究报告》，“十四五”期间，兴宁市完成新（扩）建污水处理设施规模 1.25 万 m^3/日，用于处理兴宁市的污废水，因此，污水处理规模能满足需求。

（4）宁江水环境影响预测

根据本工程水资源配置方案，受水区各类用水优先利用本地水资源，在受水区用水缺口时引石马河余水补充至和山岩水库，补充水源与本地水源统一配置，用于受水区生产生活用水。本工程的实施可提高受水区各类用水的供水保证率，有效缓解受水区缺水状况，同时水库下放水量有利于改善区域水环境、水生态环境，但工程产生的退水也带来区域污染负荷增加。因此，到规划水平年，应同时实施受水区水污染防治措施，方能使退水河流水环境功能区水质达标。根据本工程受水区情况，受水区退水污染负荷主要进入宁江，因此此次水环境影响分析以宁江为例。

1）宁江水环境现状分析

根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的 2022 年~2024 年常规水质监测资料，宁江的马头围桥断面基本项目均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

2）本工程实施后宁江水质预测

①计算模型

考虑工作基础及数据状况，采用河流均匀混合模型估算不同工况下宁江水质变化情况。不考虑污染物降解，污染源与水质相应关系的最简单表现形式为：

$$C=（C_pQ_p+C_hQ_h）/(Q_p+Q_h)$$

式中：C——预测水质，mg/L；

C_p——来水水质，mg/L；

Q_p——来水流量，m^3/s；

C_h——污染物排放浓度，mg/L；

Q_h——污水排放量，m^3/s。

②水文条件

宁江90%保证率年平均径流量为4.74亿m^3(约15.05m^3/s)，本次水质分析以90%保证率年平均径流量作为上游的天然径流量。

③预测结果

本次预测主要在宁江现状环境质量的情况下，新增退水污染物排放量，预测工程实施后的水质情况：

表6.1-19 工程实施后宁江COD、氨氮浓度预测情况

来水流量（m^3/s）	来水水质mg/L	污染物排放浓度	污水排放量（m^3/s）	COD预测浓度（mg/L）	氨氮预测浓度（mg/L）
15.05	COD：6.6mg/L 氨氮：0.1 mg/L	COD：40mg/L 氨氮：5 mg/L	0.267	7.18	0.185

备注：来水水质取2024年宁江马头围1月、5月和7月枯水季节监测的最大值，其中监测指标无COD的值，本次评价使用高锰酸盐指数的2倍作为化学需氧量进行计算。

由预测结果可知，本工程实施后，在不考虑十四五削减措施的前提下，退水河流水环境功能区能达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类水质标准（COD：20mg/L、氨氮：1mg/L）。

6.2 生态环境影响预测与评价

6.2.1 施工期陆生生态环境影响预测与评价

6.2.1.1 对土地利用的影响

本工程占地总面积为 24.08 hm^2，其中永久占地 2.19 hm^2，临时占地 21.89 hm^2，临时占地占总用地面积的 90.90%。临时占地在施工结束后，按原地类进行恢复，不会改变原地块的土地利用类型。永久占地主要占用地类为耕地、园地、林地、养殖水面、交通运输用地、水域及水利设施和公共设施用地。工程建设以后，永久占用的林地、水域、园地和耕地将变为建设用地，但由于永久占用的面积少（林地 0.64 hm^2，园地 0.19 hm^2，水域 0.42 hm^2，耕地 0.17 hm^2），对区域的土地利用结构影响不大。

6.2.1.2 对植物及植被的影响

评价区维管植物共计 126 科 342 属 473 种，共记录有野生维管植物 112 科 266 属 362 种，栽培植物有 56 科 98 属 111 种，记录到国家保护植物 1 种。

项目在施工及运营期间会对周边生态环境产生一定的影响，主要表现在生境侵占与破坏、环境因子改变两个方面。

1）生境侵占与破坏

工程建设需占用林地或者开挖地表临时占地对植物生境产生侵占和破坏，直接导致植物数量和分布的改变。

2）环境因子改变

项目在施工和运营期间引发声环境、大气环境、水环境等环境因子改变，而环境因子的改变可能导致植物耐受性、生理等方面变化，从而引起植物数量和分布的改变。

经现场调查，项目直接占地区域人为干扰相对较严重，乔木种类和灌木种类多样性相对较低。大部分面积为人工植被，草本植物种类相对较多，植物物种丰富度较低，植被类型较单一。对工程建设不直接占用的评价区范围，可能存在间接影响，包括施工人员的潜在破坏行为，可能存在的水土流失导致的间接影响等，需要做好防护措施。

项目永久占地、开挖地表施工破坏等直接影响特别明显。项目占地主要体现在项目路基工程对生境的破坏，施工期由于机械碾压、施工人员践踏及土石

堆放等行为，施工作业周围的植被将遭到一定程度的破坏。

据调查，评价区的植被类型主要以次生的针阔混交林和针叶林为主，而工程主要为现状道路改扩建施工，并未对评价区内植物植被造成大面积的直接破坏。同时，在工程建设完成后，对破坏区域进行人工生态恢复性重建，不仅可以在较大程度上消除影响，而且有望在一定时期内出现优化效应。

除直接影响外，施工活动对环境的干扰和再塑亦会干扰和损坏植物原有生存环境。项目在施工期间产生的噪声、大气污染、水污染及固体废弃物等会对评价区的植物造成一定的影响，由于项目施工期间所产生的影响是暂时的，会随着施工的结束而得以消除。因此，不会对评价区的植物造成不可逆的影响。

6.2.1.3 对陆生动物的影响

工程占用区域有部分林地及水域，位置靠近居民区，所占林地主要为针阔混交林及竹林等，植被覆盖情况较差，人为干扰程度较高。

评价区涉及的生境包括乔木林地、灌丛、河流等，也包括农田、水利渠系等。

道路施工会直接破坏项目建设区域的植被，改变野生动物生境，加大生境破碎化程度，施工期间，开挖路基和施工机械的噪音、震动会惊扰野生动物活动、觅食；夜间施工的光照，会导致野生动物节律紊乱，繁殖季节影响野生动物交配；施工挖掘、弃渣等施工行为，会造成营洞穴生活动物的活动范围缩小，甚至造成损伤；若施工过程管理不严格，施工机械甚至会直接造成部分个体死亡。

（1）对哺乳类的影响

对评价区内哺乳类正常活动造成影响的因素主要包括人为活动、施工开挖、机械碾压、施工噪声和施工损伤、灯光、震动等。其中人为活动包括产生噪声和捕猎行为，主要对施工区域附近的豹猫、野猪以及翼手目等造成影响；施工噪声、灯光、震动等将使附近的动物远离施工区域。施工完成后，造成的人为活动逐渐减少，植被数量和质量将逐渐恢复，随着生态环境好转，大部分外迁的哺乳类会陆续回到原来的栖息地。

（2）对鸟类的影响

施工期间，施工机械噪声可能会对评价区的某些鸟类造成干扰和惊吓，但鸟类凭借自身的飞翔能力离开施工影响区域，寻找适宜的栖息地。只要施工过

程没有影响到鸟类集中的栖息或繁殖地，就不会影响公路沿线鸟类种群及其长期生存繁衍的环境。根据现场调查结果，沿线没有鸟类集中的栖息或繁殖地，更没有保护鸟种的固定繁殖地。

（3）对爬行类、两栖类的影响

项目建设区内出现的两栖动物主要是无尾目的蛙类，这些物种主要栖息在阴暗潮湿的林间草丛、河沟附近，主要以昆虫等节肢动物为食；爬行动物主要为蜥蜴类和蛇类，这些物种主要栖息在常绿阔叶林、针阔混交林、阴暗潮湿的林间灌丛等处，以昆虫等节肢动物及小型脊椎动物为食。施工期间，施工的材料、弃渣等会改变溪沟水的浑浊度及其它理化性质，使得这些两栖类、爬行类动物的生活环境遭到一定破坏，但它们会迁移出施工区，对其生存不会造成威胁。评价区的两栖爬行动物对地表扰动的反应都较为灵敏，受到施工损伤的可能性较小。

（4）对鱼类的影响

工程的建设对鱼类的影响主要体现在施工期。施工期的噪声会惊扰附近鱼类生活和产卵行为，有的鱼类在产卵期对声音高度敏感。虽然成鱼可以自然躲避噪音而游离施工影响区域，但回避行为将影响其正常摄食、生长和繁殖活动，对幼鱼特别是当年出生的稚鱼和幼鱼来说，在施工期会受到较大的影响。

总体而言，施工期对于各类鱼类具有不同程度的影响，在施工区域周边范围内的影响较重，鱼类产卵集中在3月至6月，建议施工避开鱼类繁殖期。工程建设对于这些鱼类整体的栖息地的影响是局部性的和暂时性的。施工结束后，绝大部分影响也将随之消失。

6.2.1.4 对珍稀濒危野生动物的影响

评价区共记录到国家二级保护野生动物3种，分别是豹猫、白鹇、褐翅鸦鹃；广东省重点保护野生动物3种，分别是赤麂、牛背鹭、灰头鹀。《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录收录物种10种，分别是豹猫花面狸；“三有”保护动物55种。

评价区所记录到的国家重点保护哺乳类为豹猫，豹猫活动能力强，主要活动于评价区内海拔200-400m的山地常绿阔叶林、针阔混交林等林下生境中，这一生境距离工程占地区域较远，施工区域不涉及其主要分布区域，且豹猫主要在夜间出动，不易受工程施工干扰。

评价区所记录到的国家重点保护鸟类主要为白鹇、褐翅鸦鹃，主要受到的影响因素为施工噪声、运输车辆撞击、施工人员不法行为。机械作业、材料运输等产生的施工噪声影响范围较大，可能使鸟类回避噪声而暂时离开评价区，造成评价区鸟类丰富度降低，但鸟类活动范围广，适应性强，对于工程干扰有较强的适应能力，能较轻易的在保护地的其他地区找到相同的生境进行活动觅食，主动且迅速躲避工程所带来的不良影响，因此工程建设不会对评价区内重点保护鸟类种群带来明显的影响。

6.2.1.5 对生态系统的影响

（1）对森林生态系统的影响

本工程对各生态系统的影响主要是由工程占地及施工活动而引起的。工程占地侵占了生态系统的空间，引发各生态系统空间缩小、物种损失等问题。施工活动不仅带来噪声、扬尘等问题，影响生物的生长繁殖，开挖填筑等活动还引发水土流失，植被破坏等，影响生态系统固碳释氧、涵养水源、保持水土等服务功能。

管线沿线的陆生生态系统主要是森林生态系统，它是以森林群落为主体的生物群落（包括植物、动物和微生物）及其非生物环境（光、热、水、气、土壤等）综合组成的生态系统，其结构与功能相对稳定。

项目施工为隧洞挖掘，仅占用隧道口的部分土地及水体，所占用的土地植被覆盖情况较差，多为人工群落或人工抚育的次生林，群落组成较单一，人为干扰程度较高，不会较大程度的改变评价区周边的生态环境，同时施工期间需严格做好生态保护措施，局部的影响不会导致整个生态系统的破坏。

（2）对基本农田生态系统的影响

本工程永久占地不涉及基本农田，临时用地（引水隧洞及施工支洞）涉及基本农田 663m，输水管线施工临时开挖占基本农田面积约 28514m^2，2#施工工区临时占基本农田面积 1486m。工程占地将造成农田植被遭受破坏，影响农作物收成。建议建设单位施工时间尽量避开种植生产季节，在施工过程中严格控制施工范围，减少对耕地的破坏，并在每段施工结束后对临时占用的耕地进行恢复，保证其耕地质量。此外，建设单位在补偿因临时占地对农田产量的直接损失的同时，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏、养分流失对耕地造成的影响，对农作物产量的间接损失以及土壤恢复进行补偿。在恢复期，应对土壤进

行熟化和培肥，落实耕地质量调查及监测工作，及时掌握耕地质量变化状况，直至恢复到原来的生产力水平。

在采取积极的赔偿措施、施工管理、耕地恢复措施后，工程施工对农田的影响可接受，不会对农田生态系统产生明显的不良影响。

6.2.2 运行期陆生生态环境影响预测与评价

本工程是非污染生态类项目，工程运营期不产生污染，对生态环境的影响来自施工期的延续。工程完工后，渣场、临时堆场等临时占地清理后进行全面整地并恢复原地类，耕地、园地恢复其原有用地功能后归还给农民使用；林地栽植乔灌木、撒播草籽，恢复原来地类的生态功能，经过生态恢复整治，临时占地对陆生生态环境影响不大。

工程运行后，除进水塔等永久占地外，临时占地将恢复原地类，隧洞管线埋于地下不存在生态阻隔问题，基本不改变区域景观体系的结构，不会对区域生态完整性造成显著影响。

6.2.3 施工期水生生态环境影响预测与评价

（1）对水生生境的影响

本工程主要由进水塔、拦河水陂、引水隧洞、输水涵管、阀井等组成。根据水利工程施工特点，除进水塔、拦河水陂等工程以外，其他工程均在干地施工对水生生境没有影响。

本工程施工受库水及河水影响的主要有进水塔、拦河水陂等处。其中引水隧洞的进水闸及拦河水陂考虑在石马河上下游设横向围堰一次拦断，在右岸台地修建钢板桩明渠进行导流，和山水库进水口上游侧设置围堰；在输水涵管出口侧设置围堰；和山岩水库进水口上游侧设置围堰。围堰型式主要为土围堰。围堰填筑与拆除施工使局部水域水体浑浊度增加，产生的水质变化将不可避免的对施工水域内的水生生境产生不利影响。由于施工围堰安排在枯水期填筑，且施工期较短，因此影响范围和时段有限，受沉降作用影响明显，施工活动结束后，影响区水质会逐渐恢复到现状水平。

（2）对水生生物的影响

以上涉水工程施工时需进行围堰的加筑和拆除，势必将对附近水域的水生

生物产生惊扰，由于鱼类趋避活动能力较强，受惊扰后会自动转移到附近受施工影响较小的区域，浮游动物等趋避活动较弱的水生生物受影响程度较大。然而，由于施工范围较小，且没有珍稀濒危保护生物，因此，该工程对水生生物的影响在可承受范围内。

6.2.4 对生态敏感区环境影响分析

6.2.4.1 对梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园的影响分析

（1）工程内容

经过现在调查，本工程涉及的环境敏感区主要为梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，该公园位于兴宁市内，净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园，涉及森林公园范围0.165h㎡，引水隧洞和山水库输水涵管、和山岩水库输水线地下穿越梅州兴宁和山岩地方级森林公园191.07m。项目涉及占用该森林公园用地，但不属于公园禁止建设的项目，目前已依法办理相关用地手续。

（2）影响分析

①森林植被

施工过程中的工程土方开挖、接收井等会对森林公园内的生物量造成一定损失，施工扬尘阻塞植物气孔，或覆盖植物叶片，影响生态敏感区内植物光合作用；项目施工单位越界进入敏感区堆放物料，导致生态敏感区内植物因物料覆压死亡；施工人员未经主管部门许可进入生态敏感区范围采伐树木等。但以上影响均可以通过加强洒水抑尘、明确施工界限、加强施工人员教育等方式避免，因此本工程对生态敏感区生态系统植物多样性和生态功不会产生明显的影响。

②野生动物

本工程实施对野生动物的影响主要体现在：

鸟类、两爬类：施工期间动用大型相关机械、挖土机会破坏沿线周边部分植被施工机械等噪声的直接驱赶和灯光对动物性食物资源分布的改变(主要指昆虫)，森林公园内距离线位较近的鸟类、两爬类的觅食和繁殖区域可能发生改变，因此施工期适应人类活动的食虫鸟类和两爬类可能靠近施工区域分布。由

于迁徙能力相对较强，大部分鸟类繁殖生境选择会受人为扰动的驱赶，远离施工区域。

兽类：工程建设期会使栖息于生态敏感区附近的小型兽类失去部分栖息地。而且由于部分兽类肉可食，易受到干扰，应严禁投毒、布网、下套(铗)捕获等行为；但由于栖息于森林公园的兽类属于适应性强、食性广泛的小型物种，无大型兽类，因此本工程对生态敏感区范围内的兽类的影响仅限于施工期的驱离效应，施工完毕一定时间后，生态敏感区周边区域小型兽类的生境和分布会重新恢复。

项目建设会在一定程度上增加森林公园管理的强度，主要体现在如下几方面。

①生态宣教

为了有效开展对森林公园自然资源和生态环境的保护，防止施工不当或者施工人员的错误意识，而对森林公园自然资源和生态环境造成伤害，应加强对施工人员的文明施工和自然保护的宣传和教育，通过讲座和制作宣传牌等形式，引导施工人员文明施工，合理保护自然资源，这在一定程度上会增加森林公园管理的工作量。

②生态监测

项目施工期和运营期，为了更好地保护森林公园的生态系统及其生物多样性，有效掌握动植物资源和生态环境的动态变化，需要对森林公园动植物资源和生态环境进行动态监测，这在一定程度上增加了森林公园相关监测的投入。

③加强巡护

施工期施工人员活动频繁，应增加森林公园森林防火和野生动植物保护等方面的工作量，为森林公园的保护管理增加了难度和巡护工作量，同时也会增加一定的管护成本。

6.2.4.2 对生态保护红线的影响分析

根据拟定的广东省生态保护红线划定成果和本工程布置方案进行复核，净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及生态保护红线，生态保护红线的类型为韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线，涉及生态保护红线范围 0.165h㎡，山水库输水涵管和山岩水库输水线穿越生态保护红线 191.07m。其中涉及

生态保护红线主要为和山水库检查井及护坡、输水涵管出水口出水口及护坡，现在用地现状为种植杂树的林地。输水涵管属于地下穿越，进水口位于和山水库库内，均不占用地表，不破坏生态保护红线范围内的植被。本工程的输水涵管埋深一般在 6m 范围。

根据彭少鳞、郝艳茹等人对森林演替过程中根系分布的动态变化研究(彭少鳞、郝艳茹，森林演替过程中根系分布的动态变化[J],中山大学学报(自然科学版),2005,44(5):65-69)，乔木根系在森林群落中占有绝对优势，先锋树种根系分布较浅，主要在地面 50cm 以内，细根量最多；黑石顶南亚热带常绿阔叶林根系随深度增加而减少，根的横断面积在深度 1.5m~2m 处最大；西南地区杉木和马尾松的天然混交林中，马尾松的垂直根系比杉木发达，深达 1.5m，大部分细根集中在表土 30cm 以内；杉木的水平根系发达，10 年树龄根幅达 9m。该研究提出，树木和林分大部分根系位于 50cm 土层以上，60%的根系分布在表层 20cm 处，且最大根密度出现在 10cm~20cm 深度。本工程输水涵管所穿的山体植被类型为南亚热带次生常绿针叶林和阔叶林，植物
种类以马尾松、尾叶桉、杉、木荷以及芒萁等为主。类比其他相似区域的根系研究可推测生态红线范围内的植物根系分布在 2m 以内的土层，集中于 50cm 以上的土层中。

生态保护红线范围内的植物根系分布在 2m 以内的土层，集中于 50cm 以上的土
层中；植物生长所需水分主要来源于大气降水以及浅层包气带含水。而输水涵管埋深一般在 6m 范围，基本不影响上层植物的根系，也不会影响植物的正常生长。

本次占用用地主要为周边山体的护坡及输水涵管的检查井，属于输水涵管配套的构筑物，同时山体的护坡也更加有利于防止山体滑坡，对生态保护红线内的植被有一定的保护作用，项目对生态保护红线的影响主要是在施工阶段，运营阶段的正常运行下不对生态保护红线造成影响。本工程分段施工，每段施工结束后及时进行生态恢复。

本环评要求，建设单位、施工单位在施工前应明确管线穿越生态保护红线的管段，对施工人员进行培训，严格控制设置施工场地和施工便道，不设置堆管场，禁止施工人员、机械等超出临时作业范围。同时，建设单位应将对生态

保护红线的保护纳入项目的应急预案中，发生突发情况及时报备。

综上所述，在施工过程中严格落实本环评及水保报告提出的各项水土保持措施、各项污染物处理处置措施，分段施工结束后及时进行生态恢复后，工程实施后生态红线范围内面积不减小、功能不降低、性质不改变。

6.2.4.3 对饮用水水源保护区的影响分析

本工程取水水源为石马河，通过引水隧洞将富余的水引至和山河流域，最终进入和山岩水库，由于和山岩水库目前为兴宁市应急备用水源，已划定一级、二级饮用水水源保护区，因此，本次项目部分引水隧洞、进水塔、输水涵管等不可避免会涉和山岩饮水水水源保护区。

根据工程在水源保护区的施工方式，施工期主要存在以下污染源：①隧洞施工排水，包括隧洞开挖过程中产生的隧洞涌水与围岩渗水、隧洞施工废水。②施工区废水，包括生活污水、混凝土搅拌废水和机械冲洗废水等。

对于位于和山岩饮用水水源保护区范围内或者距离较近的施工工区，工程隧洞施工废水、施工生产生活区废水处理达到《城市污水再生利用城市用水水质》（GB/T18920-2020）标准后用于混凝土搅拌、绿化、洒水降尘等不外排，对饮用水水源保护区的水环境影响较小。

在隧洞开挖过程中，为防止大量地下水涌入隧道，保持围岩稳定，需要构筑衬砌而进行局部注浆处理，建议采用无毒环保的无机化学灌浆来实施加速护壁措施或堵漏。根据《灌浆材料的发展历程及研究进展》，无机化学浆材料具有材料来源广、价格低、无毒、运输和储存方便，固结体强度高，抗渗性强等一系列优点，注入构筑物裂缝与地层空隙后，基本不会影响地下水水质，对饮用水水源保护区水质也不会产生影响。

因此，工程建设和运行对饮用水水源保护区影响较小。

6.3 地下水环境影响分析

本工程对地下水的环境影响主要体现在施工期。

污染物对地下水的影响主要是由于降雨及废水排放等通过垂直渗透进入包气带，进入包气带污染物在物理、化学和生物作用下经吸咐、转化、迁移和分解后进入地下水。因此包气带是联接地面污染物与地下含水层的主要通道和过渡带，既是污染物媒介体，又是污染物的净化场所和防护层。地下水能否被污

染以及污染物的种类和性质，一般说来，土壤粗细而紧密，渗透性差，则污染慢，反之颗粒大松散，渗透性能良好则污染重。

6.3.1 陆地埋管段对地下水环境的影响

区内地下水类型主要有基岩裂隙性潜水和第四系覆盖层中的孔隙性潜水。地下水主要受大气降水影响，雨季含水量大，水位埋藏较浅，水位变化不大，在凹沟、坡脚内常见孔隙水渗出。裂隙性潜水主要赋存于基岩裂隙及断层破碎带内，含水层厚度大，受大气降水及孔隙水的补给，赋水性主要受断层、裂隙控制，呈脉状、带状分布，以基岩裂隙水出露于地表，补给沟水。地下水的补给除大气降水，丰水期时河水补给地下水，枯水期时地下水排泄于河流。

工程区地下水动态变化与大气降水、洪期有密切关系。在春夏季，降水量大，地下水补给量大，水位上升；在秋冬季，降水量小，地表水位降低，地下水排泄条件得以改善，从而使地下水的排泄量增加。因此，气候季节性变化以及多年周期性变化，导致地下水的周期性动态变化，且地下水动态变化的季节性周期与气候的季节性变化相一致。

工程区地下水动态变化具有差异性。其中丘陵地区地下水埋深大，变化幅度大，据水文地质资料，丘陵地区地下水水位年变化幅度一般为 1.0～3.0m。平原地区地下水埋深浅，变化幅度小，据水文地质资料，平原地区地下水水位年变化幅度一般为 0.5～2.0m。

本工程陆地配水管埋管段埋深在 1-6m，采用明挖法，和山水库输水涵管段埋深在 8.3m，和山岩水库输水涵管段平均埋深在 20m，采用顶管法。明挖法在施工过程中边开挖边铺设管道，开挖深度较浅，顶管段施工前采用灌注桩形成不透水的工作井后方可进行顶管作业，明挖和顶管施工周期短，对地下水水位影响较小，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位，而且陆地配水管管线经过区域没有涉及地下水水源保护区等敏感地区，管线开挖施工基本不会对地下水环境造成影响，但要防止施工过程中出现的机械漏油等污染物经淋滤进入地下水造成影响。

根据前面所述，施工期间，施工工区产生的施工废水和施工营地人员的生活污水、余泥、建筑垃圾及施工过程中机械维修产生的废油滴漏等若处理不当，可能对当地地下水产生不良影响。本工程施工污废水经处理达标后尽量回

用，因此，只要加强施工期环境管理，并且按照相关工程施工要求，施工工区对地下水环境影响较小。

6.3.2 隧洞施工对地下水环境的影响

1、水文地质条件

根据线路断面图，结合隧道底板标高，隧道经过的地层主要有弱风化和微风化岩层，各层均为弱~微透水层。地下水位的变化受地形地貌、赋存条件、补给及排泄方式等因素影响，地下水位受地形变化影响，勘察期间揭露地下水稳定水位埋深为0.50~7.80m，标高为111.82~236.10m。每年5~10月为雨季，大气降雨充沛，水位会明显上升，而在冬季因降雨减少，地下水位随之下降，根据区域水文资料，地下水位年变化幅度为1.00~2.00m。

地下水类型按其赋存方式可分为：第四系松散层孔隙潜水和基岩风化裂隙水。

孔隙潜水：本场地砂层具中等~强透水性。由于冲洪积土层、河湖相淤泥质土含水性贫乏，透水较差，多属弱、微透水层。

基岩风化裂隙水主要赋存于强风化层和弱风化岩层中，由于风化基岩深度及裂隙发育程度的差异，基岩风化裂隙水赋存不均一、不稳定，其富水程度与渗透性也不尽相同，在裂隙或构造发育地段，有一定富水性。由于强风化带上部全风化岩和残坡积土以土性为主，透水性差，在一定程度上起到相对隔水作用，因此本层基岩风化裂隙水具承压水特征。

2、涌水量预测

1）引水隧洞涌水量预测

根据《兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程-工程地质勘察报告》：根据场区水文地质条件，现场压水和抽水试验成果资料及地区性经验，隧洞设计为钻爆法施工，全长5130m。根据线路断面图，结合隧道底板标高，隧道经过的地层主要有弱风化和微风化岩层，各层均为弱～微透水层。按照国家标准《引调水线路工程地质勘察规范》（SL629-2014）有关规定，因此在选取计算模型时，根据隧道经过不同地段含水层的分布范围，分别按掌子面弱风化岩带计算涌水量。各水文地质参数取值见表5.3-1。

根据《引调水线路工程地质勘察规范》（SL629-2014）估算隧洞最大涌水

量 Q 如下：

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

上式：Q_0：隧洞通过含水体地段的最大涌水量，m^3/d;
K：含水体渗透系数, 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：隧洞通过含水体长度，m;

通过采用上述公式计算结果表明：隧道经过的地层以弱风化和微风化岩层为主，预估平均每天最大涌水量为 105.08m^3/d，隧洞最大涌水量估算如下表：

表6.3-1 隧洞最大涌水量估算表

桩号	隧洞通过含水体的长度 L (m)	渗透系数 K (m/d)	静止水位至洞身横断面等价圆中心距离 H (m)	洞身横断面等价圆直径 d (m)	隧洞通过含水体段的涌水量 Qo (m^3/d)	备注
010~01736	736	0.000054	18	3.72	1.515284	微风化岩
01736~11152	416	0.08208	23.5	4.09	1607.516	强风化岩体
11152~31350	2198	0.000054	28	3.72	6.129862	弱、微风化岩体
3+350~4+168	818	0.08208	18	4.09	2646.216	强风化岩体
41168~41440	272	0.000054	15	3.72	0.49759	弱风化岩体
41440~51130	690	0.08208	18	4.09	2232.138	强风化岩体
合计					6494.01	

2）1#、2#临时施工支洞涌水量预测

根据线路沿线钻孔地下水位统计资料，隧址区地下水位埋深较浅，受地形起伏影响大，一般埋深 0.6-2.9m。区内地下水补给主要来自大气降水入渗。因此项目参考《铁路工程水文地质勘察规范》（TB 10049-2014）推荐的降水入渗的降水入渗法预测隧洞正常涌水量。因工程区未发现较大规模的断层，不考虑断层揭穿初期最大涌水量。

隧洞涌水量公式为：

$$Q_S=2.74\alpha\cdot W\cdot A$$

$$A=L\cdot B$$

式中：Q_S——隧道通过含水体地段的正常涌水量（m^3/d）；

α——降水入渗系数，根据经验系数或试验数据确定，根据本区情况，取 0.1~0.2，本次评价取 0.15；

W——年降水量（mm），根据本区气象资料，取 1517.2 mm；

A——隧道通过含水体地段的集水面积（km^2）；

L——隧道通过含水体地段的长度（km）；

B——隧道涌水地段 L 长度内对两侧的影响宽度（km）。

1#临时施工支洞长 260m，2#临时施工支洞长 210m，对两侧的影响宽度取约 0.1km。

经计算，1#临时施工支洞最大涌水量为 15.97 m^3/d，2#临时施工支洞最大涌水量为 12.9 m^3/d，隧洞雨季施工时隧道涌水量可能有较大的增幅。因此，本工程隧洞施工期间需采取必要的防水、排水措施。

从计算结果可见，隧洞涌水量不大，施工对地下水产生的影响较小，基岩裂隙水与地表水体及上部潜水均联系较弱，而且隧洞开挖后会及时衬砌封堵，因此，隧洞开挖造成的短时局部少量地下水渗出不会产生明显的潜水层地下水位下降，也不会引发地面塌陷等地质灾害，不影响隧洞顶部植物根系。

3、隧洞施工渗水影响预测分析

工程隧洞位于连绵的低山丘陵区，局部冲沟切割深，山坡较陡，植被茂盛。引水隧洞线穿越燕山期第期(γ)花岗岩及下古生界(Pz1)变质砂岩，强度高，完整性好-较好，进水洞口围岩以弱风化花岗岩为主，裂隙较发育，洞身以弱风化花岗岩和微风化花岗岩为主；岩层走向与洞线交角除进口段和出洞段稍大外，其它洞段较小，对隧洞围岩的稳定不利。沿线未发现大规模的断层破碎带，对隧洞围岩的稳定影响小进水口段(桩号 K0+000~K0+020m)洞身为微风化化花岗岩，洞口处洞顶岩土层为粉质粘土和砂质粘性土，洞底基本在微风化花岗岩层上。进洞条件差，主要为洞口处洞顶岩土层为粉质粘土和砂质粘性土，洞顶为V类围岩。隧洞洞身段(桩号 K0+020~K5+130m)：隧洞埋深较大，上覆岩体厚度

0～20m(弱风化顶板计)，隧洞洞身段位于弱风化岩和微风化岩，以II～III类围岩为主。其中 K0+840～K1+151.5 段、K3+605～K3+785 段、K3+894～K4+167.5 段、K4+440～K5+055.5 段、K5+055.5～K5+004、K5+004～K5+130 段洞身主要位于全、强风化岩中，岩体碎屑状散体为V类围岩。

隧洞全厂约 5.1km，埋深一般为 60~100m，最小埋深约 20m，最大埋深约 130m。隧道开挖将可能破坏区域内的地下水系统，一个山脉的地下水系统经过长期的演变逐渐稳定，有其自身的水流规律，隧道的出现必将改变地下水赋存状况，并成为地下水排出的新通道，造成地下水的流失，同时在隧道施工过程中，可能会产生渗水、透水现象，大量的涌水可能会挟带开挖施工产生的废渣由隧道口沿坡面下泄，可能会对下游产生一定影响。经预测，隧洞全洞段稳定涌水量预测约 6494.01m^3/d，单位涌水量 1.27m^3/d·m。临时施工支洞涌水量预测为 28.87 m^3/d，单位涌水量为 0.061 m^3/d·m。

根据同类工程经验，隧洞排水具间断性和分散性，排水不含有毒有害物质，主要污染物 SS 浓度为 10～3000mg/L，pH 值呈碱性。

针对地下涌水初期悬浮物含量高，中后期含量低，处理负荷变幅大，综合考虑处理效果、场地条件、施工简便性等方面，推荐分别在引水隧洞进出口和两个临时施工支洞进口采用平流式絮凝沉淀法的隧洞排水处理工艺处理达标后回用，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后回用于道路清扫用水或绿化用水。对于无法回用的部分，工程涉及的地表水III类水域，排放执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/ 26-2001）一级标准限值，采用管道引至地表水Ⅱ类水域和具有集中式饮用功能的水体外排放。

4、隧洞施工对地下水环境影响预测分析

根据主体工程隧洞管线布置方案，本工程所有隧洞穿越区域的顶部均没有不涉及抽取地下水作为饮用水源和灌溉水源的情况，因此，开挖过程中抽排隧洞渗水不会对其穿越区域造成生活生产供水短缺的影响。而且隧洞施工时回涉及超前小导管及注浆，一般会预留若干根超前预注浆孔，可通过这些预注浆钻孔形成长度达 15~20m 的超前注浆孔，并采用注浆机注入 1:1 比例的水玻璃~水泥浆液或聚氨酯实施超前加固注浆处理，从而在掘进轮外构成止水环以防止涌

水。另外，本工程输水隧洞采用砼衬砌，施工完毕后，衬砌完全可以防止围岩裂隙水进入洞内水体，本工程的建设不会改变或阻断当地的地下水流态，不会导致隧洞穿越区域的地下水位下降。

此外，隧洞施工采用钻爆法，隧道开挖过程中选用的施工炸药为乳化炸药，是20世纪90年代发展起来的一种环保型炸药，组分中不含TNT。隧洞施工过程中产生的隧洞施工废水主要污染物为无机物质悬浮物，对水体化学性质影响并不显著，而主要是物理性质的影响。因此，在露出段隧道出口处设置小型沉淀池，施工废水经过充分静置、沉淀以后，回用于周边林地绿化，对周围区域的地下水的水质基本无影响。

隧道洞身分布有溪流或冲沟，隧道从下方穿过，地表水可能会沿岩体中的裂隙下渗，对隧道洞身稳定性有一定影响，施工中宜超前预报，加强支护。建议拟建隧道穿越该段时，加强超前地质预测预报工作，对探明的突水、突泥带，采取以排为主、堵排结合的工程措施。

总体而言，引水隧洞施工过程中，对周边水文环境影响较小，对其所在山体范围有一定影响。隧道施工过程中应严格控制洞口开挖作业面，避免超挖，同时做好隧道洞口下方的临时拦挡措施，避免隧道突水时挟带废渣顺坡而下，破坏周边环境。隧道施工过程中产生的废水，未经处理不得随意排放，应加强疏排水及监管工作，避免污水渗漏影响周边环境。

6.4 大气环境影响分析

6.4.1 施工期大气环境影响分析

本工程属于非污染类工程，大气环境影响主要体现在施工期。

施工过程各种燃油动力机械和车辆排放废气，挖土、运土、填土和汽车运输过程的扬尘，都会给周围大气环境带来污染，主要因素为NO_2、SO_2和粉尘，粉尘污染最为严重。此外，工程引水隧洞开挖前进行爆破会产生爆破废气。

施工过程粉尘污染的危害不容忽视。在施工现场的作业人员和附近道路来往的人员和居住人员，长时间如吸入大量微细尘埃，会引起各种呼吸道疾病。此外，粉尘落在周边种建筑物和树木枝叶上，将会影响景观。

在整个施工期间，产生扬尘的作业主要有土地平整、土方的开挖及回填、浇注作业、建材运输、露天堆放、装卸过程。如遇干旱无雨季节，在大风季节，施工扬尘将更严重。施工期的扬尘大致可分为:道路运输扬尘、堆场扬尘。

（1）道路运输扬尘

根据有关调查显示，施工工地的扬尘主要是由运输车辆行驶产生，与道路路面情况及车辆行驶速度有关，约占总扬尘量的60%。在完全干燥情况下，可按公式计算:

$$Q = 0.123 \times \left(\frac{v}{5}\right)\left(\frac{W}{6.8}\right)^{0.85}\left(\frac{P}{0.5}\right)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km.辆。

V——汽车速度，km/h。

W——汽车重量，t。

P——道路表面粉尘量，kg/m^2。

表6.4-1为一辆10吨卡车通过一段长度为1km的路面时，不同路面的清洁程度，不同行驶速度下的扬尘量。

表6.4-1 在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘O(kgm·辆)

车速 \ P	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5（km/h）	0.051	0.086	0.116	0.144	0.171	0.287
10（km/h）	0.102	0.171	0.232	0.289	0.341	0.574
15（km/h）	0.153	0.257	0.349	0.433	0.512	0.861
20（km/h）	0.255	0.429	0.582	0.722	0.853	1.435

在同样路面的清洁度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。因此，限速行驶和保持路面的清洁是减少扬尘的有效方法。一般情况下，施工工地在自然风力作用下产生的扬尘的影响范围在100米以内，若在施工期对车辆行驶的路面实施酒水，可抑制扬尘。表6.4-2为施工现场酒水抑尘试验结果。

表6.4-2 施工现场酒水抑尘的试验结果

距离（m）		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度（mg/m³）	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.16

可见，施工期对车辆行驶的路面实施酒水抑尘，每天酒水 4-5 次，可使扬尘减少约 70%，并将 TSP 污染距离缩小到 20-50m 范围内，且在 50m 处已满足广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)无组织排放监控浓度限值。因此，施工期通过对运输道路及时清扫和浇水，并加强施工管理，采用商品混凝土浇注，采用封闭车辆运输，从而最大程度减少扬尘对周围环境空气的影响。

（2）施工场地扬尘

施工扬尘的另一个主要来源是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。由于施工需要，一些建筑材料需要露天堆放，一些施工作业点的表层土壤在经过人工开挖后，临时堆放露天，在气候干燥且有风的情况下，会产生扬尘，扬尘量可按堆场扬尘的经验公式计算：

$$Q = 2.1(V_{50} - V_0)^3 e^{-1.023W}$$

式中：Q—起尘量，kg/吨.年；

V_{50}、V_0—分别为距地面 50 米处风速、起尘速度，m/s；

W—尘粒的含水量，%。

由上述公式可知，起尘风速与粒径和含水量有关。因此，减少露天堆场和保证一定的含水量及减少裸露地面是减少风力起尘的有效手段。粉尘在空气中的扩散稀释与风速等气象条件有关，也与粉尘本身的沉降速度有关。不同粒径粉尘的沉降速度见下表。

表6.4-3 不同粒径尘粒的沉降速度

粒尘粒径（μm）	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度（m/s）	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粉尘粒径（μm）	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度（m/s）	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粉尘粒径（μm）	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度（m/s）	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由上表可知，粉尘的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为250微米时，沉降速度为1.005m/s，因此可以认为当尘粒大于250微米时，主要影响范围的扬尘点下风向距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小粒径的粉尘。在尘粒的粒径不变的条件下，通过降低堆场风速、加强洒水以提高含水量等措施可减少扬尘的产生。因此，根据《转发国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》（粤府办〔2010〕140号），建设和施工单位应强化施工工地环境管理，在施工场地应采取围挡、遮盖等防尘措施，并加强道路清扫保洁工作，提高道路清洁度；同时加强酒水抑尘，减少粉尘污染，确保施工扬尘达标排放。

（3）爆破废气

①废气源强

工程引水隧洞开挖前需进行爆破，爆破过程中将产生一定量的粉尘(TSP)、NOx、CO等污染物，会对施工区环境空气质量产生一定影响，引水隧洞爆破使用炸药量为200t，据《排污申报登记实用手册》（中国环境科学出版社，北京，2004）及类比同类项目经验数值，使用炸药爆炸产生的CO量为34.0kg/t、NOx为8.0kg/t、粉尘量约为54.2kg/t，因此工程爆破施工而产生的大气污染物：CO为6.8t、NOx为1.6t、粉尘为1.84t。

②环境保护目标

爆破废气与敏感保护目标之间相对位置关系见表6.5-2。

③影响分析

本工程隧洞为和山岩水库与石壁水库水系连通的引水隧洞，全长5130m，隧洞断面为城门洞形，全断面衬砌，衬砌后隧洞底宽2.5m，高2.90m，采用钻爆法施工。引水钻爆隧洞段共布置2条施工支洞，工程单次爆破炸药使用量较小，爆破产生的粉尘量较少，且粉尘颗粒的粒径较大，易于沉降，爆破时项目应提前对爆破的地方进行酒水，涉及爆破的区域主要为主隧洞，基本无露天爆破，因此施工爆破活动所造成的烟尘影响的范围和程度均不大。

根据类比分析可知，隧洞进出口爆破产生的TSP影响范围一般小于100m。爆破废气对其影响较小。

（4）施工扬尘对敏感点的影响及相关防护措施

类比同类工程，施工扬尘影响范围主要在工地场地外50m内，项目终点有

涉及水源保护区及沿线有较多村庄等敏感点，施工期间会对其造成一定的影响，因此工程施工时应严格执行以下措施：

为进一步减少项目施工扬尘对周围环境的影响范围和程度。可采取的措施如下

①强化施工工地环境管理，按规定使用预拌混凝土和预拌砂浆，城市城区禁止施工现场搅拌混凝土、砂浆；

②在施工场地应在靠近敏感点处应采取分段设置封闭围挡、遮盖等防尘措施；

③加强道路清扫保洁工作，提高道路清洁度；设置冲洗设施、道路硬底化等扬尘防治 措施，严禁敞开式作业；

粉尘产生量较大的地段和路段，进行洒水抑尘，减少粉尘污染；

④施工场地道路、作业区、生活区必须进行地面硬化；减少裸露地面的面积；

⑤增加道路冲洗保洁频次（评价要求施工场地及道路每日酒水次数应不少于 7 次）切实降低施工道路扬尘负荷；加大不利气象条件下道路保洁力度，增加酒水次数；

⑥严格落实建筑工地“六个百分百”要求：施工工地周边 100%围挡；物料堆放 100%覆盖；出入车辆 100%冲洗；施工现场地面 100%硬化；拆迁工地 100%湿法作业；渣土车辆 100%密闭运输。

通过采取以上措施，并合理布置施工现场而使其远离敏感点，可有效减少项目施工期扬尘的产生，确保场界扬尘符合广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）无组织排放监测浓度限值要求，则本工程施工期间的扬尘污染对敏感点的影响不大。

6.4.2 运行期大气环境影响分析

本工程营运期废气主要为净水厂污泥浓缩、脱水产生的轻微异味，食堂油烟。

（1）臭气

净水厂净水过程原水中的悬浮物会沉淀产生污泥，成分主要为泥沙含有机质很少，故污泥产生的臭气微。类比同类型自来水厂，预计自来水厂边界臭气

浓度值<20(无量纲)，满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 恶臭污染物厂界二级新扩改建标准值，不会对周边大气环境产生明显不良影响。

（2）油烟

项目食堂规模小，仅供内部员工就餐，油烟经油烟净化器净化后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求，不会对周边大气环境造成明显不良影响。

6.5 噪声环境影响分析

6.5.1 施工期噪声环境影响分析

6.5.1.1 施工噪声影响分析

根据噪声源分析可知，施工场地的噪声源主要为各类高噪声施工机械(噪声级均在 80dB(A)以上)，各阶段均有大量的设备作业，这些设备在场地内的位置、使用率有较大变化，难以计算确切的施工场界噪声。本次评价采用类比分析法，根据工程施工量、各类噪声源的经验值和噪声在空间的衰减规律，对施工噪声的环境影响进行预测与分析。

项目主要施工机械的噪声源强见表 6.5-1。将各施工机械噪声作点源处理，采用点源噪声距离衰减公式和噪声叠加公式预测各主要施工机械噪声对环境的影响。

点源衰减公式：

$$L_2 = L_1 - 20\lg\left(\frac{r_2}{r_1}\right) - \Delta L$$

噪声叠加公式：

$$L_{eqs} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1Leqi}\right)$$

式中：L_1、L_2：r_1、r_2 处的噪声值，dB(A)；r_1、r_2：距噪声源的距离，m；

ΔL：房屋、树木等对噪声的衰减值，dB(A)；Leqs：预测点处的等效声级，dB(A)；

Leqi：第 i 个点声源对预测点的等效声级，dB(A)。

根据以上公式对经围墙阻隔后的情况下的施工噪声影响进行预测，预测结果见下表。

表6.5-1 施工噪声污染强度和范围预测表 单位:dB(A)

机械名称	噪声源强	场界标准		施工机械距离场界不同距离（m）时的噪声预测值						
		昼间	夜间	10	20	30	60	100	150	200
挖掘机	85	70	55	65	59	55.5	49.4	45	41.5	39
自卸汽车	80	70	55	60	54	50.5	44.4	40	36.5	34
载重汽车	82	70	55	62	56	52.5	46.4	42	38.5	36
蛙式夯实机	86	70	55	66	60	56.5	50.4	46	42.5	40
吊车	81	70	55	61	55	51.5	45.4	41	37.5	35
推土机	82	70	55	62	56	52.5	46.4	42	38.5	36
翻斗车	80	70	55	60	54	50.5	44.4	40	36.5	34
柴油发电机	85	70	55	65	59	55.5	49.4	45	41.5	39
砼输送泵	84	70	55	64	58	54.5	48.4	44	40.5	38
履带式起重机	81	70	55	61	55	51.5	45.4	41	37.5	35

由上表可知，昼间噪声经 10m 距离的衰减，可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准夜间噪声需经 30m 的距离衰减才能达标。输水管道工程采取分段施工，每段施工工期不超过 60 天，对于各个敏感点的噪声影响时间相对较短，施工期间在临近敏感点一侧设置隔声围挡，以减少对居民生活带来的不利影响；并且严禁中午 12:00~14:00 和夜间 22:00~6:00 进行挖土、打夯和碾压等高噪声施工活动，车辆禁止鸣笛，以保证居民的正常生活休息。

6.5.1.2 爆破噪声影响分析

在引水隧洞施工时由于地质主要为强风化花岗岩，将采取爆破施工方式，根据表 2.8-5 工程涉及的声、空气环境敏感目标基本情况表可知，引水隧洞沿线涉及多处敏感点，最近的距离为 9m，尽管本次引水隧洞属于地下钻爆，引水隧洞高程与地表高程差在 0-55m 之间，但爆破都会对周边临近的居民点产生一定影响，本次环评处于初步涉及阶段，具体的爆破方案尚未明确，建议施工前应委托专业单位编制爆破方案，涉及爆破红线内的距离应考虑在爆破时进行疏散，本次环评主要针对爆破噪声及振动对周围环境产生的影响。

由于爆破施工噪声为瞬时噪声，因此对敏感点影响时间短暂。

（1）声敏感保护目标

隧洞爆破噪声影响范围相对较大，结合实际影响情况，将取水口隧洞出口爆破施工区附近 500m 范围内的居民点作为爆破噪声敏感保护目标，具体的分布情况如下表所示：

表6.5-2 引水隧洞+临时施工支洞周边敏感保护目标情况表

序号	名称	距离	关注点性质	保护人数（人）
1	庙子村	工程引水隧洞两侧约17m	居民区	50
2	李塘村	工程引水隧洞西侧约80 m	居民区	20
3	洋门村	工程引水隧洞东侧约162 m	居民区	200
4	蕉联村	工程引水隧洞两侧约9 m	居民区	150
5	龙国寺	工程引水隧洞西侧约339 m	寺庙	20
6	零散户（工业或养殖业）	工程引水隧洞两侧，最近距离为0m	工业企业及养殖户	30

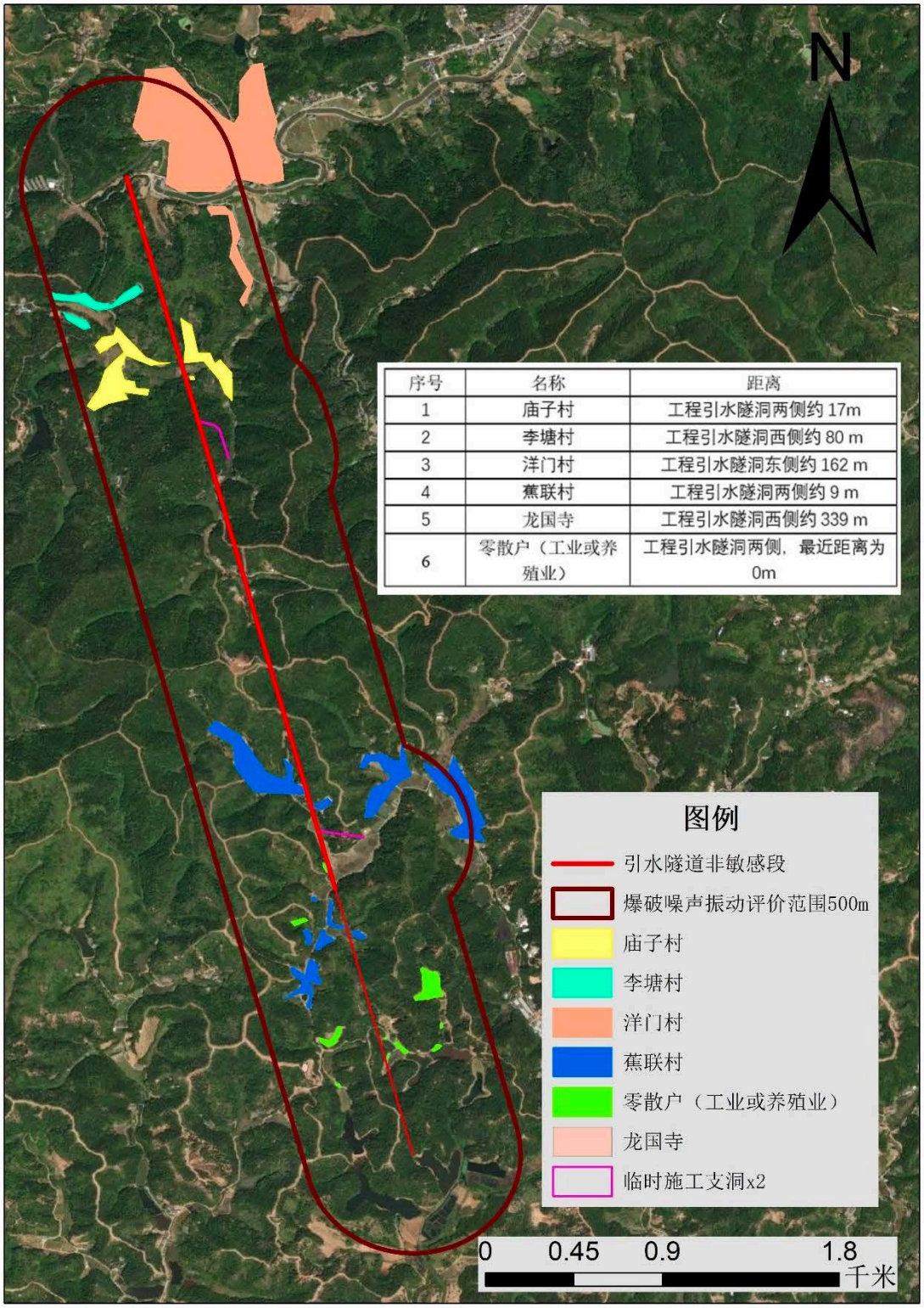


图6.5-1 引水隧洞爆破噪声及振动关注点

（2）爆破噪声特点

爆破噪声与爆破方式、单响装药量等有关，有如下几个特点：

①随着爆心距的增加，声级值降低较慢，而声压值降低较快；

②爆破噪声二次效应比较明显，爆破噪声出现的同时也有振动出现，尤其是噪声级超过 120dB 时更为显著；

③爆破噪声随测点的增高有放大作用，遇到障碍物反射也能得到加强；

④随距离正价爆破噪声值降低减少，而噪声频率降低趋势明显。

（3）爆破噪声源强

钻爆法隧洞施工需进行爆破施工。爆破噪声具有短时、定时、定点的特征。根据其他工程露天爆破实测资料，0.5kg 炸药在距离爆破点 40m 处的最大噪声级约为 84dB(A)，隧洞爆破噪声影响范围详见下**表。**

表6.5-3 隧洞施工噪声影响预测值 单位：dB(A)

声源	实测值	预测值							
	40m	50m	100m	150m	200m	300m	500m	750m	1000m
爆破噪声	84	82	76	73	70	66	62	59	56

（4）爆破噪声、振动影响分析

爆破产生的瞬时高强度噪声影响范围较大，临近的敏感点均会受到爆破噪声的影响。但由于爆破噪声属于瞬时噪声，影响时间较短，随着隧洞爆破施工的结束，影响随之终止。

《爆破安全规程》(GB6722-2003)中的“爆破振动安全允许距离”对不同地面建筑物提出了爆破振动允许标准。本工程部分隧洞施工采用钻爆法，爆破作业会产生明显的地面振动，从而引发周围建筑物振动，过大的地面振动可能损害周边建筑。基于本次引水隧洞沿线地表上不同程度分布居民楼等敏感点，因此，在实际施工前建议编制爆破方案，经专家论证通过后，在确保对周边敏感点的影响在可控范围内才能实施施工。在爆破作业前做好充分准备工作，积极采用爆破噪声较小的爆破技术，以免对施工人员和附近居民的身心健康及保护动物等造成严重伤害。

6.5.1.3 交通噪声影响分析

工程流动源为施工运输车辆，其噪声源强的大小与车流量、车型、车速及路况等因素有关。根据工程特点，本工程为线性工程，分段施工，施工期间主要运输车辆为施工材料装卸车辆，施工期间单日车流量较低，为断续式噪声，对公路两侧居民点不会造成持续性影响。交通噪声主要影响道路两侧的居民，

施工车辆在经过声环境敏感点时，限速行驶，并禁止鸣笛，可以降低噪声对沿线居民的影响，随着工程的结束，该影响也随之结束。

6.5.1.4 对梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园的影响分析

本工程和水水库进水口、输水管道和出水池等占用部分占用梅州兴宁和山岩地方级森林自然公园，主要建设内容为进水塔、接收井等施工，主要施工机械为挖掘机、推土机、自卸汽车。

由表 6.5-1 可知，进水塔、接收井等施工时，不利条件下挖掘机、推土机、自卸汽车同时运转时，距离和水水库出水池 5m 处噪声源强可达到 90.2dB(A)，对森林公园的声环境质量有一定的影响。工程施工期间，施工机械噪声将对施工点附近的鸟类造成一定的干扰，但由于本工程施工期短，工程周边存在大面积同类型的生境，鸟类活动能力强，施工期间会自动迁徙至噪声干扰较小处，施工过程中对自然保护区内的鸟类造成的影响不大，但施工期应尽量避开保护区鸟类的繁殖期，最大程度降低工程施工对保护区内鸟类栖息的影响。

6.5.2 运行期噪声环境影响分析

6.5.2.1 运行期噪声源强

运营期间，本工程主要噪声源为净水厂各类水泵、搅拌机等设备运行噪声，噪声源强详见下表。

表6.5-4 本工程净水厂噪声源强一览表单位：dB（A）

序号	建筑物名称	声源名称	数量（台）	型号	声源源强（声压级/距离声源距离（dB(A)/m）	声源控制措施	空间相对位置			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物差插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
							X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑外噪声
1	V型滤池	电动葫芦	1	/	60/1	选用低噪声设备，布置于封闭隔声车间，基础减震，减震降噪5dB(A)	73.43	66.95	1.2	6.64-14.78	50.12-50.14	昼间/夜间	26	24.12-44.14	1
2		电动葫芦	1	/	60/1		83.73	67.3	1.2	4.5-16.92	50.12-50.17		26	24.12-44.17	1
3	加药间及反冲洗泵房	反冲洗水泵	1	/	65/1		87.7	89.02	1.2	1.73-18.06	57.07-57.29	昼间	26	31.07-31.29	1
4		空气压缩机	1	/	75/1		87.13	86.15	1	1.36-20.94	67.07-67.42	昼间/夜间	26	41.07-41.42	1
5		罗茨风机	1	/	65/1		88.7	93.01	1.2	0.73-16.82	57.07-58.18		26	31.07-32.18	1
6		折浆式搅拌机	1	/	60/1		87.87	87.83	1.2	1.56-19.25	52.07-52.33		26	26.07-26.33	1
7		轴流风机	1	/	65/1		88.8	90.11	1.2	0.63-16.95	57.07-58.51		26	31.07-32.51	1
8	排泥排水房	潜污泵	1	/	75/1		83.65	43.78	1.2	3.44-14.16	68.32-68.36	昼间	26	42.32-42.36	1
9		潜污泵	1	/	75/1		84.76	46.86	1.2	3.55-15.52	68.32-68.36		26	42.32-42.36	1
10		潜污泵	1	/	75/1		86.73	46.77	1.2	2.18-17.47	68.32-68.43		26	42.32-42.43	1
11		潜污泵	1	/	75/1		86.74	45.48	1.2	2.14-	68.32-		26	42.32-	1

序号	建筑物名称	声源名称	数量（台）	型号	声源源强（声压级/距离声源距离（dB(A)/m）	声源控制措施	空间相对位置			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物差插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
							X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑外噪声
										17.38	68.43			42.43	
12		潜水搅拌器	1	/	65/1		84.93	45.01	1.2	3.94-15.54	58.32-58.35		26	32.32-32.35	1
13		潜水搅拌器	1	/	65/1		85.28	43.26	1.2	2.88-15.75	58.32-58.38		26	32.32-32.38	1
14		潜水搅拌器	1	/	65/1		86.67	43.69	1.2	2.17-17.17	58.32-58.43		26	32.32-32.43	1
15	脱水机房	PAM加药泵	1	/	60/1		82.31	29.81	1.2	2.52-7.59	59.32-59.38	昼间/夜间	26	3332-33.38	1
16		PAM加药泵	1	/	60/1		83.13	31.33	1.2	1.65-7.63	54.32-54.46		26	28.32-28.46	1
17		叠螺污泥脱水机	1	/	65/1		82.43	28.83	1.2	2.44-8.57	59.32-59.38		26	33.32-33.38	1
18		叠螺污泥脱水机	1	/	65/1		83.38	28.99	1.2	1.48-8.48	59.32-59.49		26	33.32-33.49	1
19		起重机	1	/	60/1		83.13	30.52	1.2	1.68-7.63	54.32-54.45		26	28.32-28.45	1
20		起重机	1	/	60/1		83.59	31.86	1.2	1.18-8.09	54.32-54.59		26	28.32-28.59	1
21		水平螺	1	/	60/1		83.25	28.24	1.2	1.64-9.22	54.32-54.46		26	28.32-28.46	1

序号	建筑物名称	声源名称	数量（台）	型号	声源源强（声压级/距离声源距离（dB(A)/m）	声源控制措施	空间相对位置			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物差插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
							X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑外噪声
		旋输送机													
22	絮凝沉淀池 1	桁架式刮泥机	1	/	60/1		120.58	113.52	1.2	0.71-64.55	53.01-55.54		26	27.01-29.54	1
23		快速搅拌器	1	/	60/1		114.11	113.13	1.2	6.14-64.31	48.01-48.05		26	22.01-22.05	1
24	絮凝沉淀池 2	桁架式刮泥机	1	/	60/1		30.67	112.11	1.2	2.12-27.77	55.15-55.38		26	29.15-29.38	1
25		快速搅拌 1 器	1	/	60/1		39.6	107.01	1.2	2.35-28.44	50.15-50.34		26	24.15-24.34	1

6.5.2.2 运行期噪声预测模式

可选择点声源预测模式模拟预测噪声源排放噪声随距离的衰减变化规律，预测模式如下：

① 单个室外的点声源在预测点产生的声级计算基本公式：

$$L_P I = L_P (r_0) - A$$

$$A = A_{div} + A^{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中：

LPI——预测点的倍频带声压级，dB；

LP(r0)——靠近声源处 r0 点的倍频带声压，dB；

A——倍频带衰减，dB；

Adiv——几何发散引起的倍频带衰减，dB；

Aatm——大气吸收引起的倍频带衰减，dB；

Agr——地面效应引起的倍频带衰减，dB；

Abar——声屏障引起的倍频带衰减，dB；

Amisc——其他多方面效应引起的倍频带衰减，dB。

为保守起见，本次预测仅考虑声波几何发散引起的衰减量引起的衰减量。点声源随传播距离增加引起的衰减公式如下：

$L_r=L_{r0}-20\lg(r/r_0)$

式中：

Lr一预测点 r 处的声级 dB(A)；

Lr0一参考位置 r0 处的声级 dB(A)；

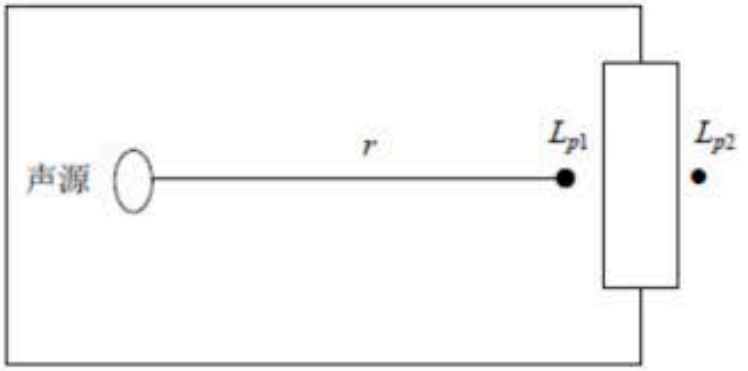
r一预测点与点声源之间的距离（m）；

r0一参考声级处与点声源之间的距离（m）。

② 室内声源等效室外声源声功率级计算方法：

如下图所示，声源位于室内，室内声源可采用等效室外声源声功率级法进行计算。设靠近开口处（或窗户）室内、室外某倍频带的声压级分别为 Lp1 和 Lp2。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可按下式近似求出：

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6)$$



也可按下面公式计算某一室内声源靠近转护结构处产生的倍频带声压级：

$$L_{p1} = L_w + 10\lg(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R})$$

式中：

Lp2—室外靠近开口处的声压级；

Lp1—室内靠近开口处的声压级；

TL—隔墙（或窗户）倍频带的隔声量，dB；

Lw—倍频带声功率级，dB；

r—声源与室内靠近围护结构处的距离，m；

Q—方向性因子；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时，Q=1；当放入在一面墙的中心时，Q=2；当放在两面墙夹角处时，Q=4；当放在三面墙夹角处时，Q=8；

R——房间常数；R=Sα/(1-α)，S为房间内表面面积，m2；α为平均吸声系数。

然后按下面公式计算出所有室内声源在围护结构处产生的i倍频带叠加声压级：

$$L_{p1i}(T) = 10\lg\left(\sum_{J=A}^{N} 10^{0.1L_{p1J}}\right)$$

式中：

Lp1j（T）—靠近围护结构处室内N个声源i倍频带的叠加声压级，dB；

Lp1j—室内j声源i倍频带的声压级，dB；

N—室内声源总数。

在室内近似为扩散声场时，按下面公式计算出靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{P2j}(T)=L_{P1i}(T)-(TL_i+6)$$

式中：

Lp2,j（T）—靠近围护结构处室外 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级，dB；

TLi—围护结构 i 倍频带的隔声量，dB。

然后按下面公式将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置于透声面积（S）处的等效声源的倍频带声功率级。

$$Lw=L_{p2}(T)+10\lg s$$

③噪声贡献值计算公式：

式中：Leqg——预测点的总等效声级，dB(A)；

Li——第 i 个声源对预测点的声级影响，dB(A)。

6.5.2.3 运行期噪声预测结果

本工程绝大多数设备均设置在室内，并采取了隔声、减振、消声等措施，经采取上述降噪措施后，噪声源一般可降低 20dB(A)。根据以上噪声预测模式预测出本工程厂界噪声贡献值如下。

表6.5-5 厂界噪声预测结果 单位:dB(A)

序号	名称	X（m）	Y（m）	噪声背景值/dB（A）		噪声现状值/dB（A）		噪声标准/dB（A）		噪声贡献值/dB（A）		噪声预测值/dB（A）		超标和达标情况	
				昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	东面厂界外1m	141.44	104.41	56	44	/	/	60	50	30.86	30.82	30.86	30.82	达标	达标
2	南面厂界外1m	62.74	31.5	55	48	/	/	60	50	46.15	37.63	46.15	37.63	达标	达标
3	北面厂界外1m	69.17	110.44	55	45	/	/	60	50	43.67	43.33	43.67	43.33	达标	达标
4	西面厂界外1m	3.9	121.99	56	45	/	/	60	50	33.12	32.65	33.12	32.65	达标	达标

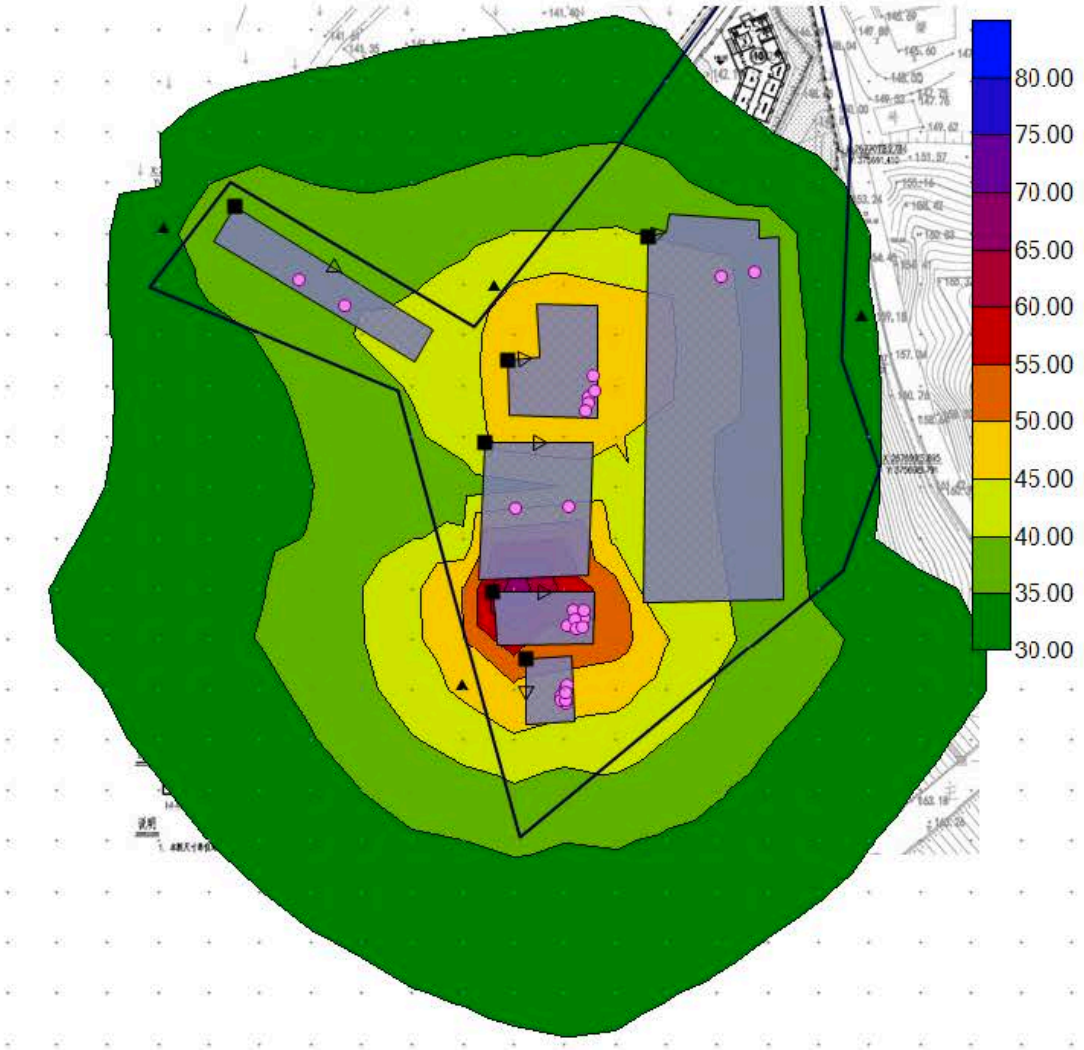


图6.5-2 净水厂昼间预测结果图

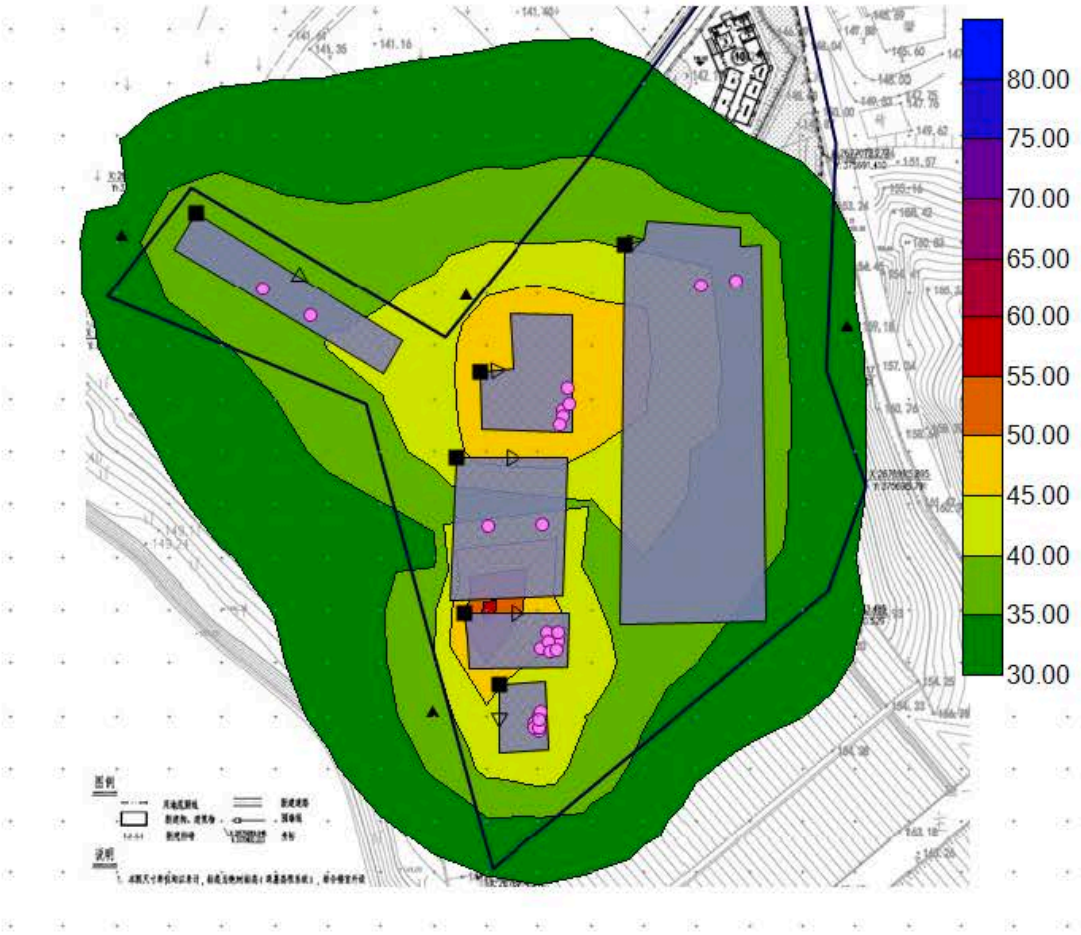


图6.5-3 净水厂夜间预测结果图

6.6 固体废物环境影响分析

6.6.1 施工期固体废物影响分析

（1）工程弃渣

本工程弃渣量 12.46 万 m^3，运往 2 个弃渣处置。工程弃渣做到随挖随运，及时做好渣场安全防护和水土保持措施，弃渣结束后对渣面进行平整并进行植被恢复，在此前提下，工程弃渣对环境的影响较小。

（2）生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工地人员生活相对简单，施工期间垃圾产生量取 1kg 人·d，本工程高峰施工人员 500 人，总施工工期 35 个月，施工期共产生生活垃圾约 547.5t。生活垃圾如不妥善处理会引起细菌、蚊蝇的大量繁殖，导致当地传染病发病率的提高和易于传播，垃圾带来的恶臭气味还会影响当地村民和施工人员的生活和健康。生活垃圾应

分类收集，定点堆放，由当地环卫部门统一清运。

（3）建筑垃圾

建筑垃圾主要包括加工材料边角料、散落的砂浆和混凝土、渣土、废弃的装饰材料、拆迁建筑垃圾以及各种包装材料等。砂浆、混凝土、渣土等先进行回收利用，不可回收的运至弃渣场，其他加工材料废料、包装材料、木料等进行回收利用。拆迁建筑垃圾应分类堆放，能回收利用的尽量回收利用，不能回收利用的应按照《城市建筑垃圾管理规定》（2005 年建设部 139 号令）有关规定，向市容卫生管理部门申报，妥善弃置消纳，防止污染环境。经合理处置后，对环境影响很小。

6.6.2 施工固废对和山岩水库饮用水源保护区的影响

项目弃渣场、施工工区均不设置在饮用水源保护区内，管道施工沿和山岩水库饮用水源保护区敷设段产生的建筑垃圾须日产日清；生活垃圾须做好防渗措施；车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按制定路段行驶，不得占用水源保护区。

项目固废在采取上述措施的条件下，对和山岩水库饮用水源保护区的影响较小。

6.6.3 运行期固体废物影响分析

（1）生活垃圾

运行期固体废物主要来源于净水厂管理人员的生活垃圾。净水厂管理人员约 42 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg 人·d 计，则运行期间净水厂日产垃圾量约 42kg/d。生活垃圾进行分类收集，定点堆放，委托当地环卫部门统一清运。生活垃圾进行妥善处理后，对周边环境不会产生大的影响。

（2）净水厂检验室废液和试剂瓶

本工程净水厂设检验室对水质进行检测，会产生检验废液和废试剂瓶，产生量约 0.2t/a，属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW49 危险废物，废物代码 900-047-49，委托有资质单位回收，对环境影响不明显。

（3）废机油及含油手套抹布

净水厂等机械设备维修保养会更换产生废机油、含油手套抹布。废机油属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW08 危险废物，废物代码 900-214-08；含油手套抹布属于《国家危险废物名录》（2021 年版）HW49 类其他废物，废物代码 900-041-49。委托有资质单位回收，对环境影响不明显。

（4）净水厂污泥

净水厂净水过程会产生污泥，对照《国家危险废物名录》（2021 年版），本工程产生的污泥不属于危险废物，为一般固体废物，暂存于项目污泥间内，定期运往生活垃圾填埋场处理，对环境影响不明显。

（5）原辅料废包装材料

本工程聚合氯化铝、聚丙烯酰胺等原辅材料的使用会产生废包装材料，外售废品收购公司回收综合利用，对环境影响不明显。

6.7 土壤环境影响分析

施工期对土壤的影响主要是表土扰动，施工期间的污废水排放，固体废物堆存，及施工设备漏油等，造成污染物进入土壤环境。表土层对土地的复垦或复绿作用明显，可以对表土进行剥离堆存保护。因此本次环评要求队临时占地进行表土剥离，单独存放。施工过程中要做好表土堆存场的水土保持措施，施工结束后用于临时占地的恢复；本工程生活营地施工人员生活污水通经处理达标后回用于周边林地灌溉，不会对环境产生影响。固体废物分类安全处置；施工期机械要勤加保养，防止漏油。采取上述措施后，建设期基本不会对项目区土壤环境造成影响。

6.8 人群健康环境影响

本工程建设过程中对人群健康影响主要体现在施工期。施工区短期内人员聚集，若不注意水源选择、饮水卫生、环境卫生等，容易引发介水传染病在施工人员中的传播和流行；若不注意灭蚊、灭鼠工作，可能引起鼠媒、虫媒传染病。

上述健康危害因素在本工程施工过程中都有发生的可能，尤其是施工高峰季节，特别是夏季，施工区人群集中，生活区蚊、蝇、鼠密度较大，加之卫生条件相对较差，极易导致传染病的发生和流行。因此，必须加强施工区，尤其

是生活区的环境卫生保护工作饮用水及时净化、消毒，同时防止垃圾、废弃物、污水随意排放，在生活区注意灭蚊、灭蝇、灭鼠工作，避免蚊蝇、鼠滋生。

施工中存在施工人员自身为疫源的接触性传染病，如甲肝等，该类传染病极易传染、影响人群健康，为最大程度降低发病几率，尤其应在施工人员进场前进行健康调查和预防检疫的抽检工作。

施工中还会存在施工人员意外受伤和营养缺乏的可能。为此，应加强施工安全知识和意识的培训和教育，落实预防保护性措施，严格施工程序，加强监控、监理；保证施工后勤保障条件和伙食供应，注重饮食营养；同时，应建立卫生防疫所，防病治病。

7 环境风险分析

7.1 环境风险识别

7.1.1 风险源识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价主要针对有毒有害和易燃易爆危险物质的生产、使用、储存（包括使用管线输运）过程中突发性事故的环境风险进行评价。

根据本工程建设特点及周边环境特征，工程施工期间，不设置油库及炸药库，存在潜在的事故风险和环境风险主要有：危险品运输事故风险、森林火灾风险以及施工期污废水事故风险对周边水体影响；运行期间存在潜在的环境风险主要有：供水水质污染风险、净水厂危废暂存间、加氯加药间等泄漏存在的环境风险。

7.1.2 危险物质识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B“重点关注的危险物质临界量”可知，本工程涉及到的危险物质主要是柴油、汽油、乳化炸药、次氯酸钠、硫酸、盐酸以及危险废物。

（1）柴油、汽油

本工程柴油、汽油理化性质详见下表。

表7.1-1 柴油、汽油理化性质

<table>
<tr><td colspan="6">汽油</td></tr>
<tr><td colspan="2">危险化学品分类</td><td colspan="2">易燃液体，类别 2</td><td>相态</td><td>液体</td></tr>
<tr><td colspan="2">密度（20℃，kg/m³）</td><td colspan="2">720~775</td><td>火灾危险性分类</td><td>甲 B</td></tr>
<tr><td colspan="2">凝点（℃）</td><td colspan="2">＜-60</td><td>闪电（℃）</td><td>＜-18</td></tr>
<tr><td colspan="2">自燃点（℃）</td><td colspan="2">415~530</td><td>职业接触限值</td><td>PC-TWA：300mg/m³</td></tr>
<tr><td colspan="2">毒性等级</td><td colspan="2">Ⅳ级</td><td>爆炸极限（V%）</td><td>1.3~7.6</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">馏程</td><td>10%蒸发温度</td><td>≤70℃</td><td>50%蒸发温度</td><td>≤120℃</td></tr>
<tr><td>90%蒸发温度</td><td>≤190℃</td><td>终馏点</td><td>≤205℃</td></tr>
<tr><td>危</td><td>危险特性</td><td colspan="4">其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆</td></tr>
</table>

害特性		炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
	健康危害	汽油为麻醉性毒物。主要引起中枢神经系统功能障碍，高浓度时引起呼吸中枢麻痹。轻度中毒的表现有头痛、头晕、短暂意识障碍、四肢无力、恶心、呕吐、易激动，步态不稳、共济失调等。重度中毒：高浓度汽油蒸汽可引起中毒性脑病，少数患者发生脑水肿；吸入较高浓度可引起突然意识丧失，反射性呼吸停止及化学性肺炎，部分患者出现中毒性精神病症状。经口急性中毒出现消化道症状，严重者可出现类似急性中毒症状，汽油直接吸入呼吸道可致吸入性肺炎。

柴油			
危险化学品分类	易燃液体，类别 3	相态	液体
密度（20℃，kg/m³）	810~845	火灾危险性分类	丙 A
凝点（℃）	≤0	闪电（℃）	≥60
自燃点（℃）	350~380	职业接触限值	无资料
毒性等级	Ⅳ级	爆炸极限（V%）	1.5~4.5
沸点（℃）	282~338		
危害特性 危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
危害特性 健康危害	皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮吸入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。		

（2）次氯酸钠

溶于水呈微黄色水溶液，属于强碱弱酸盐。

危险性及类别：皮肤腐蚀/刺激，类别 1B；严重眼损伤/眼刺激，类别 1；危害水生环境-急性危害，类别 1；危害水生环境-长期危害，类别 1。

（3）硫酸、盐酸

表7.1-2 硫酸、盐酸理化性质

序号	名称	化学组成	理化特性	毒性毒理
1	硫酸	H_2SO_4	无色透明的油状液体，无味。熔点10.5℃，相对密度（水）1.83，饱和蒸汽压 0.13（145.8℃）；露置空气中迅速吸水，能与水、乙醇相溶，放出大量的热。其具有强烈的腐蚀性和氧化性。	属中等毒性，急性毒性：LD_{50}2140mg/kg(大鼠经口)；LC_{50}510mg/m³，2 小时(大鼠吸入)；320mg/m³，2 小时(小鼠吸入)
2	盐酸	HCl	呈透明无色或黄色发烟液体，有刺激性气味和强腐蚀性。易溶于水、乙醇、乙醚和油等。	急性毒性：LD_{50} 900mg/kg（兔经口）；LC_{50} 3124ppm（1 小时大鼠吸入）。危险特性：能与一些活性金属粉末发生反应，放出氢气。与碱发生中和反

序号	名称	化学组成	理化特性	毒性毒理
				应，并放出大量的热。具有强腐蚀性。

（4）乳化炸药

乳化炸药主要是借助乳化剂的作用，使氧化剂盐类水溶液的微滴，均匀分散在含有分散气泡或空心玻璃微珠等多孔物质的油相连续介质中，形成一种油包水型的乳胶状炸药，其主要成分有氧化剂、可燃剂、乳化剂、敏化剂、发泡剂和稳定剂等；其密度范围较宽；具有良好的抗水性能。

毒性：成分中不含有毒物质，基本无毒性。

危险特性：爆炸性能好，物理性能稳定，生产和贮存相对较为安全。

燃烧（分解）产物：CO_2、NO_2、NOx。

（4）施工期污废水

施工期污废水中洞室排水主要含 SS，机械修配及车辆冲洗废水主要污染物为 SS 和石油类，生活污水中主要含有机物。

（5）影响途径

根据以上物质特性，本工程所使用的危险品属易燃、可燃及爆炸性物品。环境风险主要是施工期矿物油品泄露、火灾、爆炸；运输事故造成危险品进入沿线水体或土壤等；运行期危废暂存间、加氯加药间等发生泄漏。若发生火灾、爆炸，将引发森林火灾，对周边森林生态造成破坏，燃烧废气对环境空气造成一定影响；若运行期发生泄漏事故可能污染地下水，或可能由于恶劣天气影响，导致雨水渗入等。

7.2 环境风险影响分析

7.2.1 施工期环境风险影响分析

本工程施工期涉及的危险物质主要是油类物质（汽油、柴油）及炸药。根据施工布置，工程不设油库及炸药库，施工期间日使用油类约 3.9t，日使用炸药量约 1t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 可知，油类的临界量为 2500t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=3.9/2500=0.00156；炸药（主要成分为硝酸铵）的临界量为 50t，则危险物质

数量与临界量的比值 Q=1/50=0.02。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），由于 Q<1，该项目环境风险潜势为 I，评价工作等级为简单分析。即对危险物质、环境影响途经、环境危害后果、风险防范措施等进行定性说明。

7.2.1.1 危险品运输事故风险分析

（一）风险事故情形

本工程运输的危险品主要为油料、炸药，运输过程中若发生交通事故则可能发生油料泄露、炸药爆炸或洒落等情况。

（二）风险评价

本工程施工期间危险品运输主要环境危害为油罐车运输油料过程中的油料泄漏和炸药在运输过程中倾倒使得油料或炸药进入土壤和水体，以及事故发生爆炸引起森林火灾。

工程区植被茂盛，若发生爆炸将可能引发森林火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响，甚至可能影响周边野生动物。若少量油料运输过程中泄漏或炸药在运输过程中倾倒，进入事故点附近的土壤，从而污染土壤；在雨水的淋溶、地表径流的携带下进入地表水体，继而影响水环境。施工期间，施工临时道路主要行驶施工车辆，车流量小，发生交通事故的概率较小。

7.2.1.2 森林火灾事故风险分析

（一）风险事故情形

工程周围森林植被较好，在非雨季易发生森林火灾。引起森林火灾的最主要危害因素为雷电和人为因素，其中雷电为自然不可抗力，人为因素主要是在林区吸烟、野外生火等。另外，工程施工期爆破作业的不规范，也可能引起森林火灾。

（二）风险评价

工程周边森林植被较好，以常绿针阔混交林为主，材积量较高，因此工程区一旦发生事故引发森林火灾，将造成较大的损失。若发生森林火灾，会对工程区植被造成一定的破坏，林木燃烧产生的烟尘、废气会对环境空气造成不良影响，甚至可能影响周边野生动物。工程施工期间，加强施工管理，禁止野外用火，工程施工的人为行为引起森林火灾的概率较小。

7.2.1.3 施工期污废水事故风险分析

（一）风险事故情形

本工程施工期将产生生活污水、机修及汽车冲洗废水、洞室排水等，这些污废水若发生事故排放将对周边水体水质产生污染。

（二）风险评价

工程正常施工期间对各类施工期污废水采取相应的处理措施，生活污水、机修及汽车冲洗废水处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）水质标准要求回用于施工工区降尘，不外排。洞室排水在洞口设置沉淀池混凝沉淀处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准用于周边的山林植被浇灌。各污废水处理措施位于污水产生处，对施工期产生的污废水及时处理，发生施工期污废水事故排放概率较小。

7.2.2 运行期环境风险影响分析

7.2.2.1 净水厂环境风险

本工程运行期主要考虑净水厂环境风险，涉及的危险物质主要是加药间使用的次氯酸钠；检验室使用的硫酸、盐酸；危废间的危险废物。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 可知，次氯酸钠的临界量为 5t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=2/5=4；硫酸的临界量为 5t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=0.002/5=0.0004；盐酸的临界量为 7.5t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=0.001/7.5=0.00014；危险废物的临界量为 50t，则危险物质数量与临界量的比值 Q=0.5/50=0.01，因此本工程 Q=0.41053。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），由于 Q<1，该项目环境风险潜势为 I，评价工作等级为简单分析。即对危险物质、环境影响途经、环境危害后果、风险防范措施等进行定性说明。

（一）地表水环境风险

①次氯酸钠溶液、盐酸、硫酸等危险物质发生泄漏，进入周围环境，随着地面径流经厂区内雨水管网外排至厂外地表水体中，影响地表水环境。

②三级化粪池发生破损（如管道堵塞、破裂、水池破损等），造成废水发生泄漏进入周围环境，随着地面径流经厂区内雨水管网外排至厂外地表水体中，影响地表水环境。

③危险废物储存间没有做好防雨、防渗、防腐措施，导致发生泄漏进入周围环境，具有腐蚀性或遇水具有渗透性的泄漏物通过地面径流经厂区内雨水管网外排至厂外地表水体中，影响地表水环境，对水生生物产生一定程度的影响。

④当项目厂区内部发生火灾事故时，灭火过程中产生的消防废水未截留在厂区内，可能会随着地面径流进入雨水管网，直接进入外部水体环境中，污染地表水环境。

（二）地下水和土壤环境风险

污染地表水的有毒有害物质（如上述的次氯酸钠溶液、盐酸、硫酸等）未能够及时有效处理，从而进入土壤、地下水体，污染地下水和土壤环境。

（三）大气环境风险

本工程以次氯酸钠水溶液作为新型消毒剂，消除了液氯泄漏形成高浓度氯气带来的人身安全威胁和环境风险。为防止药剂罐出现泄漏事故，建设单位应建立安全操作规章，定期检查罐体是否出现裂缝，如出现需及时更换储罐。

7.2.2.2 水源区突发性污染事故造成供水水质污染

（一）风险影响分析

本工程水源区地心取水口附近为环镇公路横贯东西，S225 线、佛松路纵越南北，村主干道全部实现水泥硬底化，省道、县道与乡道、村道相通。

若车辆在省道 S225 公路上发生交通事故，造成油品泄露，可能随着宁江干流右岸岸坡流入石马河。

根据《广东省饮用水源水质保护条例》第十六条的规定，饮用水地表水源保护区内禁止运输剧毒物品的车辆通行。省道 S225 公路位于宁江干流右岸迎水坡侧200m 范围内，若发生车辆碰撞、翻车等交通事故将导致运输车辆装载油品泄露，引起的主要环境危害是危险品泄露、火灾、爆炸等。从环境影响程度来看，油品泄露对地表水环境、水生生态环境等的影响相对火灾、爆炸更大。结合省道 S225 公路过往车辆运输的物资种类，确定本工程环境风险主要是运输车辆发生交通事故导致柴油、汽油等石油类物质泄露进入石马河水道，对水体水质、水生生物造成较大的影响。

（二）风险事故后果分析

陆域交通运输事故环境风险主要来自本工程水源区地心取水口附近省道

S225公路的交通运输事故风险。省道S225公路位于宁江干流右岸迎水坡侧，距离河道在200m范围内，公路沿线部分路段靠河道一侧已建防撞栏及雨水沟。从现场调查结果看，省道S225为兴宁市对外交通要道，大型运输车辆通行较多。若车辆在省道S225公路上发生交通事故，造成油品泄露，可能随着宁江干流右岸岸坡流入石马河，若事故发生在取水口上游附近，则可能污染取水口附近水体，从而影响取水口水质安全。

综上，工程运营期发生陆域交通运输事故环境风险，可能造成溢油事故，对石马河水环境、水生态造成一定的影响。需要采取有效措施，防范或减少事故产生的环境风险影响。

7.3 环境风险防范措施

7.3.1 施工期环境风险防范措施

7.3.1.1 危险品运输风险防范措施

在运输油料、炸药的过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，运输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；采用专用合格车辆进行运输，并配备押运人员，车辆不得超装、超载；在运输车辆明显位置贴示“危险”警示标记；不断加强对运输人员及押运人员的技能培训。加强装卸作业管理，装卸作业人员必须具备合格的专业技能，装卸作业机械设备的性能必须符合要求，不得野蛮装卸作业，在装卸作业场所的明显位置贴示“危险”警示标记，不断加强对装卸作业人员的技能培训。

进场道路设置警示牌，提示司机谨慎驾驶；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；合理安排运输时段，在非施工交通高峰时进场；加强司机和运输过程的日常管理，严禁疲劳驾驶，避免人为操作因素造成泄漏风险。

7.3.1.2 森林火灾风险防范措施

在施工过程中，必须采取相应的防范措施，从源头上杜绝火灾发生的可能：

（1）严格执行野外用火和爆破的相关报批制度；

（2）严禁施工人员私自野外用火；

（3）严格控制易燃易爆器材的使用；

（4）制定和执行严格的爆破规程，爆破时采取有效隔离措施；

（5）加强油料和炸药的管理，防止发生爆炸事故。

7.3.1.3 施工期污废水事故风险防范措施

（1）做好相关的环境保护及水土保持措施,采取临时拦挡、完善排水设施等减轻水土流失影响；施工期间的施工生活污水、生产废水、固体废物通过专用的收集系统进行处理和达标排放，严禁处理未达标的污水排入周边水体；加强施工管理，杜绝出现生活污水和生产废水事故性排放。

（2）施工监理人员持证上岗，加强现场监控，加强环保宣传教育，提高全体工作人员的环保意识，增强对污废水事故危害和污染损害严重性的认识。加强全体上作人员的业务学习和岗位技术培训与考核。

（3）建设单位和工程承包方应各自指定一名主要负责人专门负责监督施工期间的环保工作。

7.3.2 运行期环境风险防范措施

7.3.2.1 净水厂环境风险防范措施

①制定严格的生产规程，加强作业工人的安全教育，提高操作技能及应变能力，杜绝工作失误造成的事故；

②设置独立原料车间及危废暂存间，地面铺防渗混凝土；

③搬运和装卸时，轻拿轻放，防止撞击；

④厂房安排专人管理，做好入库记录，并定期检查材料存储的安全状态，定期检查其包装有无破损，以防止泄漏；

⑤按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）对危险废物暂存场进行设计和建设，同时将危险废物交有相关资质单位处理，做好供应商的管理。同时严格按《危险废物转移联单管理办法》做好转移记录。

7.3.2.2 取水口风险污染防范措施

（1）考虑取水口可能遭遇的各种水质污染风险，建议在取水口前端设置 1 道拦污浮排，拦污浮排后设置 1 道拦油浮排，拦油浮排后顺水流方向依次布置拦污栅和检修闸门。

取水口布置 1 道拦污浮排，浮排单元采用浮筒式挂栅，每跨浮排两端挂于浮动连接装置，浮动连接装置可在设置于锚固墩的垂直轨道上行走，浮排即可随水位自适应。

（2）为保证取水口取水水质安全，在取水口江段设置远程监控及预警系统，便于应对突发水污染事故。

（3）强化区域内危险品运输管理，由地方交通局建立本地区危险货物运输调度和货运代理网络，对货物代理和承运单位实行资格认证，危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度。

（4）在省道 S225 公路两侧醒目位置设置限速、禁止超车等警示标志，并提示所属水域功能，以提醒驾驶员谨慎驾驶。取水口所在路段沿线应在靠河道侧设置连续的防撞护栏及排水沟，并将排水沟的排水引至取水口下游 1km 以下河段，避免公路路面雨水或因交通事故所产生的化学危险品或石油类污水进入取水口河段污染水质。

（5）强化有关危险品运输法规的教育和培训，对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规；

（6）严格控制运输危险化学品、危险废物及其他影响饮用水水源安全的车辆跨越取水口上下游江段，确需跨越的应申请并经有关部门批准、登记，并做好防渗、防溢、防漏措施。

7.4 应急预案

7.4.1 目的

根据工程区域的地形地貌特征和工程工作的特点，主要分析针对施工期和运行期中可能出现的水污染事故风险制定应急预案。

7.4.2 预案的启动条件

在施工期和运营期发生威胁石马河、和山岩水库水体等水质风险事故时，特别是较大数量的危险化学品、油类等污染物质即将或已经进入河道水体时启

动此预案。

7.4.3 应急预案

7.4.3.1 执行单位

风险防范应急预案的执行单位由建设单位承担，建议建设单位下面成立专门的风险防范应急小组，对取水点实施实时监控和维护。

7.4.3.2 应急机构的只能

风险防范应急小组必须配备专门的人员从事该项工作。应急小组必须制定详细的环境风险应急预案，确定不同的事故情况下具体的应急时间、处理步骤、事故上报单位等。

7.4.3.3 应急处置程序及主要措施建议

（1）在监控系统发现事故后或有人报警后，风险防范应急小组值班人员马上向上级部门报告并马上赶赴现场，尽快确定是否有泄漏，泄漏物的性质和量，以此为根据确定紧急处理方案。

（2）第一时间启动报警系统，并通报消防部门、生态环境部门、水库管理部门、下游水厂。水污染事故应立即通知下游地方政府启动环境风险应急预案协同完成整个应急预案体系。

（3）组织技术力量第一时间对已经进入水体的危险化学物质、油类等采取物理化学措施，减少或消除其进一步的污染。

（4）加强水质监控。针对受影响河道或水库，立即加密水质监测，每小时监测一次。

（5）据水质连续监测的结果，如若数据显示水质已经重新合乎标准，经上级主管部门技术审查批准后，方可恢复取供水。

（6）施工期隧洞辐射环境对施工人员的防护预案：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》。

7.4.3.4 条件保障

（1）器材：根据自身需要，确定各专业队器材装备为何标准，包括通讯器材、抢险器材、防护器材等。

（2）经费：建设单位应保证事故应急抢险所需经费的来源、制度。

（3）人员：风险防范应急小组成员应按照专业分工本着专业对口、便于领

导、便于集结和开展抢险的原则，建立组织，落实人员。

（4）建立相关制度。

（5）培训和演练：认真组织有关管理干部和员工进行学习应急预案，明确自身在应急预案中的地位和职责。应急指挥人员应参加相应的应急知识和反应决策培训。公司办公室、安全生产处、工程建设处、设备技术处等有关应急作业人员应参加应急操作培训。根据接受培训人员的不同，选择不同侧重点，确定培训内容，指定培训计划。

（6）定期组织训练和演习，熟悉各项抢险操作。

应急反应指挥部应不定期举行污染事故应急演习或模拟演练，以保证应急预案的有效实施和不断完善，提高实战能力，原则上每两年进行一次演习，由指挥部办公室制定演习方案。为了能把新技术和新方法运用到应急抢险中去，并对不断变化的具体情况保持一致，预案至少应每三年重新编写一次。

8 环境保护措施及可行性分析

8.1 环境保护措施设计原则

（1）预防为主和环境影响最小化原则

在方案设计时，借鉴成熟的经验和科学知识，预防为主，防治结合，防止不利影响的产生，把对环境的不利影响降到最低。

（2）全局观点、协调性及生态优先原则

各项措施与工程区的生态建设紧密协调、互为裨益，切实作到生态优先。

（3）综合防治，因地制宜，因害设防，突出重点的原则

针对本工程的生产废水、污水、水域功能及废气、噪声特点，有针对性地提出防护措施，突出重点、合理配置，形成综合防治体系。

（4）“三同时”原则

各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

（5）经济性、有效性原则遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的水环境保护措施

8.2 施工期环境保护措施

8.2.1 施工期生态影响减缓措施

8.2.1.1 生态影响的避让措施

生态影响的避让就是采取适当的措施，尽可能在最大程度上避免不利的生态影响。生态影响的避免是对具有重要生态功能的环境予以绝对保护而采取的措施。一般通过更改项目选址、工程设计、施工方案，道路改线，变更项目内容或规模等手段避免项目造成难以挽回的环境损失。根据本工程特点，建议以下生物影响的避免措施：

①应尽量在旱季施工开挖管沟、填土，并加强拦挡、土工布覆盖、排水沟等措施，尽量保留原有植被，防止严重的水土流失，特别要防止水土流失影响市政排水、下游河道等。此外，为防止土壤的理化性质变化，直接影响以后的绿地建设，要求在施工中注意尽量维护土壤现状，以有利于植被重建和生态恢

复工作。

②做好防治外来入侵种的工作，目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。在工程施工期和运行期如何防止外来种入侵，现在还没有成熟的办法。结合工程特点，建议加大宣传力度，对外来物种的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有果实的植物要现场烧掉，以防种子扩散；临时占地的要及时复耕或恢复绿化等。

8.2.1.2 生态影响的减缓措施

生态影响的减缓是对难以避免的不利生态影响采取一定措施减轻受影响的范围和程度。生态影响的减缓通常是采取先进的生态设计方法减少损失。

施工活动要保证在征地范围内进行，施工便道及临时占地要尽量缩小范围。减少对周边农田、果园、道路的占用和破坏，加强对周边生态环境的保护。

8.2.1.3 生态影响的恢复与补偿措施

生态影响的恢复与补偿主要是实施对破坏生态的恢复与重建，本工程主要是对植被的恢复与重建，恢复与重建的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建设中永久占用耕地部分的表层土予以收集保存，在其它土壤贫瘠处回填以种植物树木。临时占地在施工前也应保存好熟化土，施工结束后及时清理、松土、覆盖熟化土，建议选择当地乡土植物种类及时恢复绿化。

②保证绿地面积。根据谁破坏谁恢复、谁利用谁补偿和责任相平衡的原则，任何造成植被破坏的开发建设活动都必须进行生态恢复和补偿（主要为植被补偿）。植被补偿是指保证开发前后植被的生态功能相当，即保证开发前后具有基本相同或相近的生态功能。

③进行生态补偿。输水管道将永久或临时占用林地，但不管是永久占用还是临时占用，为保护输水管道，在这些地块上均不允许种植乔木，无法再恢复为林地，因此需对占用林地进行异地补偿。补偿的措施如下：

在项目周边生态公益林地范围内，选择林分较差的疏林地、宜林地、无立木林地进行林分改造。选择有资质的设计单位进行林分改造设计，并报请当地林业部门批准。造林时应选择环保的整地方式，严禁炼山和全面劈山，一般采

用沿等高线带状清理或小块状清理，清理的杂灌、草采用带状或块状堆沤，以增加土壤腐殖质，提高土壤肥力，整理过程中注意保护林地中原生乡土乔灌木幼树幼苗。造林树种以乡土阔叶树种为主，选择当地自然林种的建群种（包括红锥、黎蒴、木荷、樟树、山杜英、假苹婆、降真香、枫香、格木、土沉香、仪花、红苞木等）和伴生树种（包括大头茶、鸭脚木、银柴等），按照自然林的树种结构，确定各造林树种配比，实行多树种混交造林，使营造的林分成为生长稳定、抗自然灾害能力强、生态功能显著的森林。当上述条件不具备时，可以由项目建设单位提供造林款项，报请当地林业部门组织实施。

8.2.1.4 施工期水生态及渔业资源环境保护措施

根据本工程特点，建议采取以下生物保护的减免措施：

①建立鱼类及时救护机制。对小型水体围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；下闸蓄水期合理安排，尽量避开鱼类主要繁殖期，下游出现减、脱水情况时，应事先安排人员巡查，对搁浅的鱼类及时采取救护措施。

②为避免工程弃渣对水环境和水生生物的影响，弃渣场周围应设置挡渣墙、截水沟和排水沟，以避免水土流失造成水质污染和影响水生生物栖息环境。

③为避免人为活动干扰生态环境，应加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，尤其禁止抛弃有毒有害物质，减少水体污染。加强施工及管理人员水生生态保护宣传，树立良好生态保护意识。制作相关环境保护手册、警示牌、管理制度等，严禁施工人员捕捉河道鱼类等事件发生。

④对施工围堰内的鱼类要及时捕捞、暂养、救治，并放归河道。截流、蓄水期间下游出现减水情况前，要通知并配合渔业主管部门启动应急保护机制，禁止在减少河段捕捞或限捕，对搁浅、受伤的鱼类及时救护，最大限度降低相关影响。

8.2.1.5 施工期生态环境敏感区保护措施

本工程施工期对梅州兴宁和山岩地方级森林公园、生态保护红线会造成一定程度的影响，需要采取措施尽量将施工期间的环境影响减小到最低限度，施工期须在施工现场张贴施工文明标语，以增强施工人员的安全、文明施工意识。

（1）梅州兴宁和山岩地方级森林公园、生态保护红线附近禁止排放废水、

固体废物等污染物。

（2）施工期间，应合理安排好施工时间和施工方式，提高施工人员的法治观念和环保意识，禁止乱砍乱伐，严禁捕猎野生动物，尽量减小施工机械噪声对野生动物的惊扰。

（3）降低施工噪音；在施工期间应选用低噪音施工设备，同时注意机械保养，使机械保持在最低声级水平；对高噪音的施工设备必须封闭使用或四周加设隔声屏障降低其使用时产生的噪音对野生动物栖息地的影响，确保施工场界噪声值达标，从而减小噪声对野生动物的影响。

（4）施工期严格遵守相关法律法规；在施工前，应对施工人员进行野生动植物保护方面的知识宣传和教育，提高施工人员的保护意识，严格控制施工范围，确保在征地范围内施工。保护好生态环境，严禁猎杀野生动物，不允许毁坏建设用地以外的林木资源。

8.2.1.6 农业生态系统的保护措施

（1）根据当地农业活动特点，因地制宜地选择施工季节，尽量避开农作物生长期和收获期，以减少农业当季损失；提高施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少农业生产季节的损失。

（2）将农业损失纳入到工程预算中，管道通过农业区时，应尽量缩小影响范围，减少损失，降低工程对农业生态环境的干扰和破坏。

（3）管道施工中要采取保护土壤措施，对农业熟化土壤要分层开挖，分别堆放，分层回填，减少因施工造成生土上翻、耕层养分损失、农作物减产的后果，回填时还应留足适应的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。

（4）处理好管道与农田水利工程的关系，尽可能减少对排灌渠道的破坏，管道经过坡地时要增设护堤坡，防止坍塌造成的滑坡等。

（5）施工完成后做好现场清理及恢复工作，尽可能降低施工对农田生态系统带来的不利影响。

8.2.1.7 基本农田保护措施

本工程临时占地中，部分是基本农田，管道沿线涉及基本农田为旱作耕地，施工采取开挖方式施工，地段开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序堆放，保护耕作层。回填后管沟上方留有

自然沉降量（高出地面 0.3m），多余上方就近平整。管道转弯处和出土端设置固定墩，以保持管道的轴向稳定性。在管道沿途非基本农田地段设置线路三桩（里程桩、转角桩和标志桩等）。管道安装完毕后，立即按原貌恢复地面。

施工期基本农田保护措施：

（1）施工期加强对施工人员的管理，加强宣传教育，禁止人员踩踏农作物；

（2）对永久基本农田设立醒目的标识，提醒施工人员；

（3）严格划定施工作业红线，不得占用永久基本农田；

（4）施工期间产生的混凝土构筑物、砼渣等建筑材料必须彻底清除，建筑垃圾、生活垃圾等固体废物全部清运，不得排放在基本农田内；

（5）在管道施工过程中必须做到对管沟区土壤的分层剥离、分层开挖、分层堆放和循序分层回填（即将表层比较肥沃的土壤分层剥离，集中堆放；在管道施工结束后回填土必须按次序分层覆土，最后将表层比较肥沃的土铺在最上层）；

（6）对耕地的区域施加有机肥进行土壤改良，如河沟泥、生活污泥、人畜粪便、秸秆、木屑等都是较好的土壤改良剂，这些原料既容易获得成本又低，并能提供较多的有机质和土壤微生物，能提供较长时间的养分供应，还能起到地表覆盖和肥料的双重作用。

8.2.2 施工期大气环境保护措施

（一）施工扬尘防治措施

为减少扬尘对工程所在地空气环境的影响，主要采取下列扬尘污染防治措施：

（1）设置围墙（档）

①围墙（档）形式硬质密闭围档长度 1400m，高度 2.5 m。

②进出口数量 1 个。

③围墙（档）必须在三通一平前完成。

（2）设置防尘布（网）

①建筑物 1.5m 外全部设防尘布或不低于 2000 目/100cm^2 的防尘网面积 4000m^2。

②防尘布（网）应先安装，顶端应高于施工作业面 2m 以上。

③裸露的施工场地闲置时间在 3 个月以内的，应采取防尘布网覆盖，并加强管理，确保覆盖到位。

（3）施工场地防尘

①在施工期间，应根据不同空气污染指数范围和大风、高温、干燥、晴天、雨天等各种不同气象条件要求，明确保洁制度，包括洒水、清扫方式、频率等。当空气质量轻微污染（污染指数大于 100）或 4 级以上大风干燥天气不许爆破、拆迁、土方作业和人工干扫。在空气质量良好（污染指数 80~100）时，应每隔 4 小时保洁一次，洒水与清扫交替使用。当空气质量轻微污染（污染指数大于 100）应加密保洁。当空气质量优良（污染指数低于 50）时，可以在保持清洁的前提下适度降低保洁强度。洒水总用量 500m^3。

②超过 2 天以上的渣土堆、裸地应使用防尘布覆盖或喷涂凝固剂等方式。

③所有粉料建材必须用防尘布覆盖或使用料仓密闭存放。易产生扬尘的砂石等散体材料，设置高度不低于 0.5m 的堆放池，并用防尘网覆盖。

④运输渣土、泥浆、建筑垃圾及砂石等散体建筑材料，应采用密闭运输车辆或采取篷覆式遮盖等措施，严禁发生抛、洒、滴、漏现象；将施工建筑上层具有粉尘逸散性的材料、渣土或废弃物输送至下层或地面时，须从建筑内部管道或密闭输送管道输送，或者把包装框搬运，不得凌空抛散。

⑤施工应使用预拌混凝土，严禁现场露天搅拌混凝土、消化石灰或拌制石灰土；应尽量采用石材、木制等成品或半成品，实施装配式施工，减少因切割石材、木制品加工所造成的扬尘污染。

⑥施工工地内须采用钢板、混凝土、礁渣或细石等进行路面硬化，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫。洗车作业地面至进出口路段须硬化，宽度应大于 5m，并铺设加湿的麻袋、毛毡或毛纺布毡等。

⑦根据施工扬尘影响情况划定施工单位工地周围保洁责任区范围，一般设在施工工地周围 20m 范围内；工地出入口外铺装道路上可见粘带泥土不得超过 10m，并应及时清扫冲洗。

⑧施工工地闲置 3 个月以上的，应采用植草等方式，对裸露泥地进行临时绿化；对因施工而破坏的场地外植被，应先行办理临时占绿审批手续，采取覆盖等措施，并在施工结束后及时恢复。所有建设项目应按审批的附属绿化设计

方案与主体建筑同步建设，同步验收。

（二）机械燃油废气防治措施

本工程的燃烧废气主要来自施工中以燃油为动力的施工机械所排放的废气，运输车辆燃油产生的废气，主要污染物为SO_2、NOx、烃类。为减少车辆及机械燃料废气对周围环境的影响，建设及施工单位应采取以下措施：

（1）施工单位应尽量选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，选用配装尾气净化装置的柴油发电机，并选用质量较好的燃油，减少燃油废气排放。

（2）加强对施工机械、运输车辆的维修保养，减少因机械和车辆状况不佳造成的空气污染。

（3）配合有关部门作好施工期间周边道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此而产生的废气排放。

（三）爆破粉尘废气防治措施

（1）采用弱爆破方式施工，减少粉尘影响；

（2）采用小进尺、小装药量的光面爆破技术，减少爆破扬尘；

（3）运输设备转载点及装载点喷雾洒水；

（4）采用草袋覆盖爆破面。

8.2.3 施工期地表水环境保护措施

各工区施工时产生的废水，治理措施综合详见下表。

表8.2-1 施工期废水处理措施

序号	污染源	水质	位置	处理措施	处理效果/去向
1	生活污水	COD：280mg/L； BOD_5：150mg/L； NH_3-N：25mg/L； SS ：200mg/L	施工营地	三级化粪池+隔油池	经处理后用于浇灌林地
2	施工机械修配及车辆养护含油废水	SS： 500~4000mg/L； 石油类： 10~30mg/L	施工营地	隔油+防护池沉淀	上层清液回用于施工营地、作业面及道路洒水降尘，隔油渣交由有处理资质的公司处理
3	基坑排水	SS：2000mg/L	围堰	沉淀+砂滤法	经处理后用于浇灌林地
4	洞室排水	SS：2000mg/L	隧洞	沉淀+砂滤法	经处理后用于浇灌林地

（1）施工生活污水处理

施工营地设置移动厕所，施工人员产生的生活污水经三级化粪池+隔油池处理后回用于周边林地灌溉，不排入项目周边水体，同时严禁在饮用水源保护区内排放。

（2）施工时水环境保护措施要求

①施工期间，应对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排、乱流污染道路、环境或淹没市政设施；施工上要尽量求得土石方工程的平衡，做好各项排水、截水、防止水土流失的设计。工程施工区设置完善的配套排水系统、泥浆沉淀设施，施工场地的渣土车辆经过冲洗干净后方可出行，冲洗废水经过沉淀处理后回用。在洗车台四周设置污水排水沟连接沉淀池，设计沉淀时间为 2h 以上，为保证沉淀效果，可适当延长沉淀时间。沉淀池的设计容量考虑一定的调节系数，设计容量可取 10m^3，沉淀池尺寸 2×2×2.5m（长×宽×高），沉淀池留 0.5m 的安全超高，在出口设置一套。

②在施工中，应合理安排施工计划、施工程序，协调好各个施工步骤，雨季中尽量减少地面坡度，减少开挖面，并争取土料随挖、随运，减少堆土裸土的暴露时间，以避免受降雨的直接冲刷，在暴雨期，还应采取应急措施，尽量用覆盖物覆盖新开挖的陡坡，防止冲刷和塌崩。

③在厂区以及道路施工场地，争取做到土料随填随压，不留松土。同时，要开边沟，边坡要用石块铺砌，填土场的上游要设置导流沟，防止上游的径流通过，填土作业应尽量集中和避开暴雨期。

④在工程施工场地内需构筑相应容量的集水沉砂池和排水沟，以收集地表径流和施工过程产生的泥浆水、废水和污水，经过沉沙、除渣和隔油等处理后，回用施工建设。

⑤运输、施工机械机修油污应集中处理，擦有油污的固体废物不得随意乱扔，要妥善处理，以减少石油类对水环境的污染。

⑥加强施工区的粪便和生活污水的管理，在施工人员相对集中的区域、临时生活区采用化粪池处理施工期生活污水，定期抽取浇灌周边林地。

⑦穿越河沟及沟渠时对水体水质有一定影响。因此，在穿越河沟及沟渠时，应选在枯水期进行，并且围堰施工，缩短施工周期，尽量保持原貌，施工完成后，覆土复原，避免施工废水进入河道，减少对河道水体水质的不利影

响。同时施工中注意保护河床、堤坝等水工建筑，施工完毕后，要注意对其恢复。另外，由于项目设置施工营地、临时堆土场、弃土场等，在场地内设置排水沟和沉砂池，雨水径流通过排水沟导入沉砂池，经过沉淀后，上清液可浇灌周围林地，减少因雨水径流冲刷对水环境的影响。

⑧科学规划，合理安排，分段封闭施工，加快施工进度，挖填方配套作业，管网应分区分片分层开挖和填压，及时运输挖方、及时压实填方，防止暴雨径流对开挖面及填方区的冲刷，从根本上减少水土流失量。

⑨要做好建筑材料和建设废料的管理，设备堆放场、材料堆放场的防径流冲刷措施应加强，废土、废渣应及时清运填埋，不得随意堆放。在工程施工期间，施工材料（如油料、化学品及一些粉末状材料等）和建筑材料堆场不可设置在石马河、和山岩水库等地表水体附近，并且应采取防止径流冲刷的措施，防止出现废土、渣、废弃建材残留物处置不当导致的水土流失或随地表径流进入石马河、和山岩水库，避免它们成为地面水的二次污染源。施工材料运输车辆也应有防雨设备。

⑩开挖及回填坡面要小土体天然稳定边坡，如断面高度差大于 4m，应采取削坡开级或逐级分层回填，并对边坡采取水土流失防治措施。施工路段在靠近石马河、和山岩水库附近的，可采取先修围堰后筑堤的方式，对围堰边坡水面以下可用以浆砌片石护坡，水面以上可采用骨架护坡、草皮护坡。

⑪制定土地整治、复垦计划。搞好项目施工区域的植树、绿化，项目建成后施工区内应立即绿化，不得有裸露地面，使其水土保持功能逐步加强。

⑫在项目原水管道在施工过程时应注意对现有原水输水管道的保护，禁止管道衔接和切割过程中破坏现有原水输水管道。保证现有原水输水管道的正常运行和输水安全。

8.2.4 施工噪声防治措施

施工噪声主要来自施工爆破、施工机械及运输车辆产生的噪声，如挖掘机、振动碾、蛙式夯实机、反井钻机、振捣器等。评价根据声环境影响分析结果，结合工程特点提出声环境保护措施。

8.2.4.1 噪声源控制

（1）钻孔开挖噪声控制

钻孔的施工机械主要有挖掘机、推土机、装载机以及各种运输车辆，声源无明显的指向性。为了减少钻孔开挖噪声的影响，应该严格控制施工时间，禁止夜间施工；加强车辆及各种设备的维修保养，降低设备运行时的噪声。

（2）交通运输噪声

选用符合国家标准的施工机械和运输车辆，尽量采用低噪声的施工机械和运输车辆。加强施工机械和运输车辆的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声，对施工机械进行定期维护，将其尽可能控制在最佳工作状态和最低噪声水平。对于输水线路经过的部分村庄，由于线路入村，为减轻影响，要求在入村的施工段，禁鸣喇叭，夜间 22：00 至次日 6:00 停止施工，同时在居民集中区设置标志牌或警示牌，并在路牌上标明禁止夜间施工;限制工区内车辆时速。

（3）爆破噪声控制

施工中通过一次起爆的总导爆索量、总炸药量和起爆方式，降低振动及噪声，控制爆破抛头方向，避免正面爆破噪声指向敏感点。严格控制爆破时间，应该避开深夜爆破，以保障施工区及其周围地区居民有良好的生活和工作环境。破时间宜选择 7:00-7:30 和 17:00-~17:30，降低噪声影响历时。爆破前 15min 应该鸣笛提示警戒。夜间禁止进行爆破作业。

8.2.4.2 传播途径控制

根据噪声影响预测，受施工工区和管线施工噪声影响较大、影响人数较多的敏感点为甘塘村、环陂村、坪塘村、凉新村、蔗塘村、石岭村、大莹村、蕉联村、庙子村、洋门村等。

为降低对上述敏感点影响还需采取以下保护措施：

（1）合理安排施工时间，高噪声工作避开休息和主要工作时段，建议安排在 7:00-8:30 和 17:00-18:30 为宜；

（2）在施工区边界与敏感点之间设置彩钢夹芯板进行围闭降噪，起到隔声作用（各施工段分段作业，彩钢夹板可进行重复利用）。

8.2.4.3 敏感受体噪声防护

施工场地内噪声对施工人员的影响是不可避免的，对施工人员应采取轮班作业和发放噪声防护用具，如耳塞、防声头盔等，挖掘机、振动碾、蛙式夯实机、反井钻机、振捣器、进行爆破等强噪声源设备的操作人员配戴耳塞，加强身体防护。高噪音岗位应严格控制每岗的工作时间。

通过以上工程措施布置，施工噪声对各敏感目标的影响程度将会大幅降低，但部分敏感点仍然存在一定程度的噪声影响。因此，施工单位应在施工过程中做好与地方群众的沟通协调工作，迅速发现施工中存在的问题并及时解决。

8.2.5 施工期固体废物污染防治措施

（1）弃土建筑垃圾根据《城市建筑垃圾管理规定》（建设部令第 139 号）有关规定，向城管部门申报，在指定地域消纳。建设单位和施工单位要重视和加强建筑垃圾的管理，采取积极措施防止其对环境的污染。

（2）施工单位要向当地市容卫生管理部门提出建筑垃圾处置的请示报告经批准后将建筑垃圾清运到指定地点合理消纳，防止水土流失和破坏当地景观。

（3）对施工期间产生的建筑垃圾进行分类收集、分类暂存，能够回收利用的尽量回收综合利用，以节约宝贵的资源。

（4）施工单位对建筑垃圾要进行收集并固定地点集中暂存，及时回填，争取日产日清。同时要做好建筑垃圾暂存点的防护工作，避免风吹、雨淋散失或流失。

（5）生活垃圾应定点存放，由环卫部门定时和统一集中处置。

（6）施工单位不准将各种固体废物随意丢弃和随意排放。

（7）施工期，机械使用过程中产生少量废油和含油抹布，属于危险废物。在施工过程应及时收集废油和含油抹布，杜绝废油的跑冒滴漏和含油抹布随意丢弃，集中收集后送有处理资质单位处理。

一般情况下，项目建设施工过程会对施工场地及周围地区的环境质量产生一定的影响，必须引起建设单位及施工单位的高度重视，切实做好防护措施，使其对环境的影响减至最低限度，且随着工程的完成，此类影响随即消失。

本工程管网施工的主要固体废物是建筑工地临时产生的少量淤泥、施工产生的废弃渣土、施工剩余废料及其它类似的废弃物。

本工程弃土除自身回填外其余全部作为周围路基修筑填土，因此施工渣土可以得到合理处置。施工完成后，施工场地表层土应整平后立即进行硬化或绿化。

8.2.6 施工期饮用水源保护区环境保护措施

本工程净水厂部分进水管（约 76m）、进水口（约 648m^2）位于和山岩水库饮用水源保护区一级保护区内，本工程引水隧洞（约 294m）、出水口及泄槽、消力池；和山水库进水口、护坡、检查井、输水涵管（约 79m）、出水池均位于和山岩水库饮用水源保护区二级保护区内，具体位置关系详见图 2.4-5。为避免项目施工期间可能对饮用水源保护区产生影响，在施工期间必须对做好相应污染防治措施，尽可能减少对饮用水源保护区影响。

施工期对饮用水源保护区环境保护措施如下：

①涉及和山岩水库饮用水源保护区的管线施工选择在枯水期施工（建设单位应提前做好沟通工作并在施工前取得主管部门许可，准确掌握和山岩水库饮用水源保护区枯水期时间，并确保在枯水期间保质保量完成穿越施工工程，同时做好施工迹地恢复）；

②饮用水源保护区范围内不得设置施工营地、永久弃渣场，施工过程中产生的施工废弃物严禁排入石马河、和山岩水库以及和山水库等地表水体，将废渣运出饮用水源保护区外进行妥善处理；开挖土石方临时堆场、堆料场尽量远离河道布置，并对土石方临时堆场设置围栏措施、严禁应雨水冲刷等入河，并及时清运，尽量缩短堆放时间；

③施工活动在饮用水源范围内产生的废水必须全部收集，并运至饮用水源地范围外进行处理。并合理安排交通运输、避免原料运输和弃渣运输产生扬尘等二次污染；

④在过河管道施工时，做好施工段河床的围闭工作、加快施工进度，可减少施工期间对河床扰动产生的悬浮物对水体的影响；

⑤开展水环境保护教育，让施工人员清楚饮用水源保护区的保护范围、保护内容、保护水源的重要性等；设置明显标志提醒施工人员注意保护。加强施工管理和环境监理工作，同时，施工完毕后尽快完成清场、绿化等工程，以避免对饮用水源造成污染影响。特别是本工程管线会穿越和山岩水库饮用水源保护区的水域保护区和陆域保护区，更是要严格控制施工范围，划定施工红线区划，避免超范围施工对陆域保护区造成影响，更要避免间接对水体造成影响；

⑥需做好机械漏油等环境风险防范措施，在穿越河流施工区域边界外围栏

隔离带处设置吸油棉体，作为常规拦截系统；一旦有漏油产生，将其控制在较小范围内不向外扩散，并进行处理。

8.2.7 交通保护措施

管网分段施工，尽快完成开挖、回填，要注意设置临时便道，并配设交通警示标志；材料运输应避免交通高峰期，减轻附近道路车流压力。建筑材料及废弃土石方的运输应避开交通高峰期，或在夜间进行，以减少交通堵塞，降低对居民出行的影响。

8.2.8 地下水环境保护措施

（1）施工前应采取超前探水措施，对隧道涌水采取封堵或疏导措施，贯彻以堵为主、限期排放的原则，尽量保持隧道开挖区域地下水的原有径流条件。

（2）隧道施工中产生的污废水将影响地下水水质，因此需对施工污废水进行收集，在每个遂洞进、出口设置隔油池和沉淀池，处理达标后回用于周边林地浇灌。

（3）工程施工过程前，将对地下水的分布、类型、贮存、补给、径流和排泄条件做进一步详细勘察，根据勘察结果，研究合理施工方法，谨慎进行开挖作业。并通过压气、化学注浆、防水混凝土、橡胶止水带等辅助施工方法挡水，以保持地下水位，最大程度减少因隧道施工给洞顶植被带来的影响。施工期前还应加强地质勘查，一旦发现地下水漏失明显应及时堵漏。

8.2.9 施工期对生态公益林的保护措施

生态公益林的维护和改善对评价区生态环境，保持生态平衡，保护生物多样性等具有极其重要的作用。为此，采取了有效措施加以保护：

（1）临近生态公益林施工时，注重施工期的环境监控，注重对生态公益林的保护，减少林地和灌丛植被的破坏。避免工程对其产生较大影响。

（2）施工线路尽量绕避植被较发育的地带，对于无法绕避的区段，结合实际情况对林木进行补偿，减少对原有植被的破坏。

（3）施工期严格控制施工场地、施工便道的设置数量及施工人员的活动范围，尤其是在重要环境保护目标的敏感地带，应严格控制施工活动，避免影响

征地范围以外的生态环境。

（4）确因工程建设必须征用、征收或者占用生态公益林的，用地单位应根据占补平衡的原则进行调整，将用地范围内的生态公益林全部调出，并按规定的程序进行申报调补。

8.2.10管理措施

8.2.10.1 施工期环境保护要求

建筑工地必须达到国家及省规定的环保标准。对施工场地周边应设置标准围挡；房屋建筑应实行封闭式施工。同时，施工工地要铺设石渣路面；工地出口要设置清除车辆泥土的设备；做到车辆不带泥土驶出工地；施工中产生的废水、泥浆不能流入施工场地外；建筑及生活垃圾严禁凌空抛撒，要堆放在指定地点并及时清运；要按规定使用商业混凝土。

此外，未经批准禁止在晚间 22:00 至次日的 6:00 之间从事有噪声的建筑施工作业。

8.2.10.2 管理措施

为了保证环境保护措施和环境管理计划成为承包商的职责，需采取如下措施：

（1）在项目前期对承包者的资格进行认证时，将环境管理纳入资格认证的条款。

（2）设一个全职的环境保护专业人员，负责施工过程中的环境监督、环境监测和具体环境保护措施的实施。

（3）建设单位在招标文件编制过程中，将项目环境影响报告书所提出的各项环保措施建议编入相应的条款中，以便其了解相关的环境保护内容并在投标文件中编制出相应的概算，使环境保护措施的实施成为中标者的义务和责任。

（4）在项目施工之前，将对承包者进行相关的环保培训。

（5）施工监督单位对环境管理和污染控制也负有重要的责任，对施工监督单位在环境管理上的要求也将纳入招标文件并最终写入合同。

在与施工方签订的合同中，应包含有生态环境保护责任方面的内容，必须将环境保护条款和本环境评价措施纳人施工经济合同和工程监理之中，并且要求施工方配备现场环境管理人员。管线工程要分段集中施工，开挖线不宜过

长，同时还应避免在大风大雨等灾害天气状况下施工。施工中尽量利用既有道路和生活设施，减少施工临时用地。对少量临时征用的施工场地，在工程竣工后应及时平整，复耕还田、植被恢复。

施工应考虑避开农作物生长季节，以减少农业生产损失。施工结束后，凡农田地段应及时进行复垦；辅助监控站建设要有绿化美化规划，植被恢复要有专项资金保证。

采取上述环保措施后，本工程建设对周围环境的影响将降低到可接受水平。

8.2.11 人群健康保护

8.2.11.1 卫生清理

为确保施工区的卫生环境，降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病和自然疫源性疾病的流行，应采取以下措施：

施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑、灭蚊和灭蝇工作。灭鼠工作原则上每年进行两次，也可根据实际情况增加频率。对蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物的灭杀工作应经常进行。

8.2.11.2 卫生检疫和健康检查

为了预防传染病的流行、了解施工人员的身体健康状况，在施工人员进驻工地前，各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档。体检工作应该委托有资质的医疗卫生机构进行，体检内容为肠道传染病、呼吸道传染病以及其它传染病；检疫人数一般按施工高峰期施工人数 500 人的 10%计，为 50 人。

施工单位应明确卫生防设责任人，按当地卫生部门制订的疫情管理制度及报送制度进行管理，并接受当地卫生部门的监督。施工区应备有常见传染病的处理药品，一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，并对易感人群提出预防措施。

8.2.11.3 环境卫生及食品卫生的管理与监督

食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按食品卫生和有关的规章制度加强执法监督和管理。保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水。定期对公共

餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。

8.2.11.4 环境卫生管理

成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾筒，并配备垃圾清运车。公厕应建在生活饮用水水源下游，与食堂相距 30m 以上，并在施工人员密集区设置生态流动厕所；公厕的建造应便于清扫，化粪池的建设要符合标准。

8.3 水土流失防治措施

8.3.1 分区防治级别划分

根据本工程初步设计报告可知，工程分区防治级别划分如下：

（1）斜坡防护工程级别

本工程临时堆土场区堆土边坡，其斜坡防护工程级别依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）中表 3.1.3 关于斜坡防护工程级别的划分，边坡破坏后造成的危害较轻，级别为 5 级。

（2）植被恢复与建设工程级别

植被恢复与建设工程级别根据本工程主要建筑物级别及绿化工程所处位置确定，依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）中表 3.1.5 关于植被恢复与建设工程级别的划分，本工程永久占地区植被恢复与建设工程级别为 1 级，临时堆土场区、施工工区、土料场、弃渣场等临时占地区的植被恢复与建设工程级别为 3 级。

8.3.2 防治措施典型设计

为了使因工程建设引起的水土流失降到最低程度，达到保持水土的最终目的，结合本工程的特点，拟采用拦挡、截排水、绿化等工程措施与植物措施相结合来设计防治方案。对于主体工程已设计部分不再重复，而对没有设计部分则进行补充，形成一个完整的水土流失防治体系。本工程水土流失防治措施总体布局如下：

（一）主体工程区

主体工程区主要包括引水系统（含进水塔、引水隧洞、压力引水钢管）、

和山岩水库水厂及输水管道；和山岩水库与石壁水库连通的引水隧洞及进水闸、拦河水陂、引水渠道。由于主体工程的水陂建筑物施工均在已布设的临时围堰内进行，围堰发挥的拦挡作用能有效防止水土流失，且主体工程已布设场区绿化、草皮护坡等措施。

（1）工程措施

表土处理：为满足后期恢复植被，施工前应先对占地类型为耕地、园地、林地、草地的土地进行剥离表土，平均剥离厚度 30cm，剥离面积 11.99hm^2，剥离量为 35970m^3，临时堆放于主体工程区红线内空地，剥离的表土用于施工结束后场地的绿化覆土，回填量为 35970m^3。

(2) 临时措施

临时拦挡：施工过程中，开挖或回填边坡松散的土体和管线开挖临时堆放的土方在降水及地表汇流的共同作用下，极易产生水土流失，对工程的安全建设及周边环境形成不利的影响。为避免降水及径流冲刷造成水土流失，雨季施工过程中，沿坡脚设编织土袋加以防护。土袋宽 0.5m，高 0.6m，长 14350m。

临时覆盖：在裸露的堆土及修整坡面辅设塑料薄膜，面积 28000m^2。

临时排水：根据现状地形，在新建水厂周边及引水系统工程培厚坡脚布设临时排水沟，以疏导场地内外汇水，共设排水沟长 3650m，在施工完毕后利用开挖土方进行回填。排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为 0.80m×0.40m×0.40m（上口宽×下底宽×高），夯实沟底及两侧边坡后采用 20mm 厚 M7.5 砂浆抹面。土方开挖 876m^3，砂浆抹面 4709m2，土方回填 876m^3。

临时沉沙：临时排水沟出口处设置沉沙池，以免降水径流挟带的泥沙进入下游水系而引起新的水土流失危害，各设 1 个简易沉沙池，共 10 个。沉沙池与排水沟相连，汇水排入附近天然沟道。沉沙池断面尺寸为矩形断面，尺寸断面为 2.4m×1.2m×1.2m（长×宽×高），单砖衬砌，衬砌厚度 24cm，池墙、池底整体砌成，池底平砖 12cm，砂浆抹缝。土方开挖 69.7m^3，砌砖量 35.1m^3，砂浆抹面 115.2m^2，砌砖拆除 35.1m^3，土方回填 69.7m^3。

（3）植物措施

1） 全面整地

施工结束后清理占压路面，将剥离表土回覆，进行全面整地，将临时占用的耕地、园地恢复，占用的林地进行乔灌草绿化，其他类型占地撒播草籽保

护，全面整地面积 10.99hm^2。

2）植被绿化恢复

将占用的林地进行乔灌草绿化，植被绿化恢复以乡土品种为主，采用适地适树、兼顾经济性和景观效果的原则，乔木株行距为 6.0m×2.0m，灌木株行距为 1.5m×2.0m，撒播草籽密度为 45kg/hm^2，共需撒播草籽 4.16hm^2，栽植乔木 2242 株，栽植灌木 6727 株。

（二）施工营造布置区

施工营造布置区主要包括机械修配厂、预制工厂、施工生活区等场地，主体工程沿线共布置 4 处施工营造布置区，水土流失主要来自于场地平整、硬化期间的土方开挖填筑活动。

本方案主要完善施工营造布置区的表土剥离及回填、临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、沉沙池及施工结束后的全面整地恢复耕地(耕地、园地)、乔灌草绿化恢复措施。

（1）工程措施

1）表土剥离及回填

施工营造布置区场地硬化、修筑期间，先将占用的耕地、园地、草地及林地进行表土剥离，平均剥离厚度为 30cm，剥离面积约 1.4hm^2，暂时存放于施工营造布置区角落的空地处，剥离量及后期表土回覆量为 4200m^3。

（2）临时措施

1）临时拦挡

剥离的表土可取其部分作为编织土袋临时拦挡的填料，布设于施工营造布置区内，待施工结束后拆除，作为施工场地绿化或复耕用回填覆土，共布设土袋拦挡 164m。

2）临时排水沟

在施工营造布置区场地周边布设临时排水沟，以疏导场地内外汇水，排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为 0.80m×0.40m×0.40m（上口宽×下底宽×高），夯实沟底及两侧边坡后采用 20mm 厚 M7.5 砂浆抹面，本区需布设临时排水沟 645m。

3）沉沙池

临时沉沙：临时排水沟出口处设置沉沙池，以免降水径流挟带的泥沙进入

下游水系而引起新的水土流失危害，各设 1 个简易沉沙池，共 4 个。沉沙池与排水沟相连，汇水排入附近天然沟道。沉沙池断面尺寸为矩形断面，尺寸断面为 4.5m×1.5m×1.5m（长×宽×高），单砖衬砌，衬砌厚度 24cm，池墙、池底整体砌成，池底平砖 12cm，砂浆抹缝。土方开挖 60m^3，砌砖量 22.4m^3，砂浆抹面 118m^2，砌砖拆除 22.4m^3，土方回填 60m^3。

4）临时苫盖

临时表土堆放期间，裸露堆土易引发水土流失，宜采用临时苫盖进行防护，需土工布临时苫盖约 1680m^2。

（3）植物措施

1）全面整地

施工结束后，清除垃圾建筑物，疏松占压地面，对该区占地进行全面整地，共需全面整地面积为 1.4hm^2，将临时占用的耕地、园地恢复原地类。

2）植被绿化恢复

将占用的林地进行乔灌草绿化，植被绿化恢复以乡土品种为主，采用适地适树、兼顾经济性和景观效果的原则，乔木株行距为 6.0m×2.0m，灌木株行距为 1.5m×2.0m，撒播草籽密度为 45kg/hm^2，共需撒播草籽 0.77hm^2，栽植乔木 350 株，栽植灌木 1050 株。

（三）临时堆土场区

（1）临时措施

1）临时拦挡

在临时堆土场堆土周边坡脚布设编织土袋临时拦挡防护，以防止松散土料滑落占压、扰动工程占地外围，编织土袋临时拦挡断面如图所示，本区共布设土袋拦挡 846m。

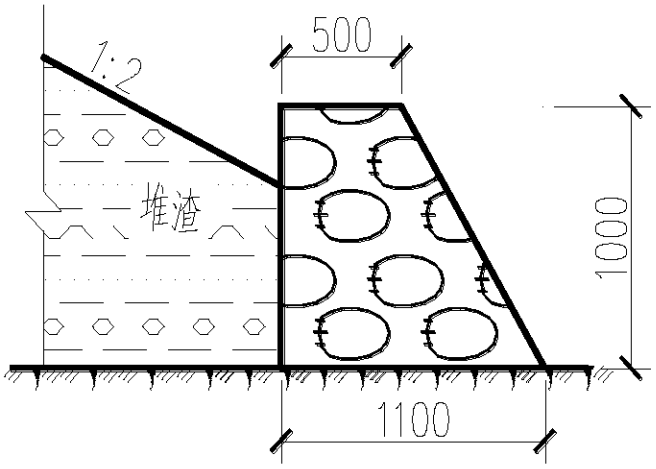


图8.3-1 土袋拦挡断面图（单位：mm）

2）临时排水沟

为避免降雨及地表径流对堆场冲刷，在临时堆土场周边布设砂浆抹面临时排水沟，以疏导场地内汇水，排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为0.80m×0.40m×0.40m（上口宽×下底宽×高），夯实沟底及两侧边坡后采用20mm厚M7.5砂浆抹面，本区需布设临时排水沟846m。

3）临时苫盖

临时堆土场为临时用地，占用耕地、园地，为防止临时堆土期间对表土的破坏、掺杂，影响表土的生产力，采用临时苫盖进行隔离保护，共需铺设土工布32000m^2。

临时堆土形成堆填边坡，边坡裸露期间易引发水土流失，在下雨天来临之前，宜采用临时苫盖进行防护，需土工布临时苫盖约12000m^2。

4）沉沙池

临时沉沙：临时排水沟出口处设置沉沙池，以免降水径流挟带的泥沙进入下游水系而引起新的水土流失危害，各设1个简易沉沙池，共4个。沉沙池与排水沟相连，汇水排入附近天然沟道。沉沙池断面尺寸为矩形断面，尺寸断面为4.5m×1.5m×1.5m（长×宽×高），单砖衬砌，衬砌厚度24cm，池墙、池底整体砌成，池底平砖12cm，砂浆抹缝。土方开挖60m^3，砌砖量22.4m^3，砂浆抹面118m^2，砌砖拆除22.4m^3，土方回填60m^3。

（2）植物措施

1）全面整地

施工结束后翻松表土，进行全面整地，将占用的耕地、园地恢复，占用的林地进行植被绿化，其他类型占地考虑撒播草籽，全面整地面积 1hm^2。

2）植被绿化恢复

将占用的林地进行乔灌草绿化，植被绿化恢复以乡土品种为主，采用适地适树、兼顾经济性和景观效果的原则，乔木株行距为 6.0m×2.0m，灌木株行距为 1.5m×2.0m，撒播草籽密度为 45kg/hm^2，共需撒播草籽 1hm^2，栽植乔木 208 株，栽植灌木 625 株。

（四）施工临时道路区

新建场内临时施工道路约 4km，新建连接各弃渣场和施工现场的临时施工道路约 4km，形成场内外交通网，便于交通运输。场内施工道路均采用泥结石路面，厚 300mm。总占地 3.2hm^2。

（1）工程措施

1）表土剥离及回填

先将占用的耕地、园地、草地及林地进行表土剥离，平均剥离厚度为 30cm，剥离面积约 3.2hm^2，暂时存放于临时堆土场区，剥离量及后期表土回覆量为 9600m^3。

（2）临时措施

1）临时排水沟

在施工临时道路两侧布设临时排水沟，以及时疏导下雨天降水径流，减轻对路基路面的冲刷，排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为 0.80m×0.40m×0.40m（上口宽×下底宽×高），夯实沟底。本区需布设临时排水沟 16000m。

（3）植物措施

1）全面整地

施工结束后清理占压路面，将剥离表土回覆，进行全面整地，将占用的耕地、园地恢复，占用的林地进行植被绿化，全面整地面积 3.2hm2。

2）植被绿化恢复

将占用的林地进行乔灌草绿化，植被绿化恢复以乡土品种为主，采用适地适树、兼顾经济性和景观效果的原则，乔木株行距为 6.0m×2.0m，灌木株行距为 1.5m×2.0m，撒播草籽密度为 45kg/hm^2，共需撒播草籽 1.44hm^2，栽植乔木 933 株，栽植灌木 2800 株。

（五）弃渣场

项目选择弃渣场二个，1#弃渣场位于和山岩水库下游 2km 处，属于低山地貌，初步测量长 151 米，宽度 78 米，可回填深度约 8-10m，容量约 120 万 m^3，占地面积 1.48hm^2，本次拟堆渣 4.89 万 m^3。

2#弃渣场位于李塘凹附近，距离引水隧洞进水口场地约 1km，场地为低山地貌，初步测量长 111 米，宽度 86 米，可回填深度约 8-10m，容量约 100 万 m^3，占地面积 2.23hm^2，本次拟堆渣 7.73 万 m^3。本工程弃渣场防护工程建筑物主要为截、排水沟及下游坡脚重力式浆砌石挡墙，依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575）中表 3.1.2 关于弃渣场防护工程建筑物级别的划分，本工程 1#弃渣场级别为 4 级，故弃渣场截、排水沟级别为 4 级，浆砌石挡墙级别为 5 级。

（1）工程措施

表土剥离及回填：先将占用的耕地、园地、草地及林地进行表土剥离，平均剥离厚度为 30cm，剥离面积约 3.71hm^2，暂时存放于角落的空地处，剥离量及后期表土回覆量为 11130m^3。

截、排水：为避免降雨期间弃渣场上边坡汇流对堆渣坡面造成冲刷，于弃渣场堆渣前，根据地形情况，在坡面上方征地范围线内距开挖边缘线 3m～5m 处沿等高线修建浆砌石截水沟，拦截上边坡汇水并将其排入下游天然沟道。

山坡截水沟设计断面尺寸为 1.00m×0.50m×0.50m（上口宽×下底宽×高），采用 M7.5 浆砌石衬砌，厚度 30cm。

弃渣场山坡截水沟修筑长度 565m，土方开挖量 576m^3，浆砌石量 362m^3。

为使弃渣场内汇水及时排出，需在堆渣平台最终边坡坡脚 1m～2m 外各布设一条浆砌石排水沟，以疏导上方坡面汇水，排水沟与沉沙池相接，场内汇水沉淀后排入下方天然沟道，排水沟断面尺寸为 0.50m×0.50m（宽×深），采用浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm。

弃渣场排水沟修筑长度 426m，土方开挖量 375m^3，浆砌石量 268m^3。

沉沙：排水沟出口处设置沉沙池，以免降水径流挟带的泥沙进入下游水系而引起新的水土流失危害，各设 1 个简易沉沙池，共 4 个。沉沙池与排水沟相连，汇水排入附近天然沟道。沉沙池断面尺寸为矩形断面，尺寸断面为 4.5m×1.5m×1.5m（长×宽×高），单砖衬砌，衬砌厚度 24cm，池墙、池底整体砌

成，池底平砖 12cm，砂浆抹缝。土方开挖 60m^3，砌砖量 22.4m^3，砂浆抹面 117.6m^2，砌砖拆除 22.4m^3，土方回填 60m^3。

浆砌石挡墙：为防止洪水冲刷松散的堆渣体导致堆渣体失稳，造成滑坡等现象，使渣场下游道路、地表植被等破坏产生水土流失，在渣场下游一侧修建 M10 浆砌石挡墙对堆渣体进行拦挡。挡墙高 2m，墙顶宽 1m，基底埋深 0.6m，墙面竖直，墙背坡比 1:0.7，共需修建挡墙 387m。

（2）临时措施

临时覆盖：雨季在裸露的渣体坡面铺设塑料薄膜，面积 14000m^2。

（3）植物措施

1） 全面整地

施工结束后，对该区占地进行全面整地，需全面整地面积为 3.71hm^2。

2）乔灌草绿化

植被绿化恢复以乡土品种为主，采用适地适树、兼顾经济性和景观效果的原则，乔木株行距为 6.0m×2.0m，灌木株行距为 1.5m×2.0m，撒播草籽密度为 45kg/hm^2。共需撒播草籽 3.71hm^2，栽植乔木 3091 株，栽植灌木 9275 株。

（六）土料场

本工程设 1 个自采土料场，土料场平均采深 5.0m，采深较小，土料场自上至下分台阶开采，设 2 个开采平台（1 个小平台及 1 个最终开采大平台），每 6m～8m 设一宽 2m 的马道，最终开采边坡 1：1.5，底部形成最终开采大平台。

（1）工程措施

1） 截、排水：

为避免降雨期间土料场上边坡汇流对料场开挖坡面造成冲刷，于土料场开采前，根据土料场地形情况，在开挖坡面上方征地范围线内距开挖边缘线 3m～5m 处沿等高线修建浆砌石截水沟，拦截上边坡汇水并将其排入下游天然沟道。

山坡截水沟设计断面尺寸为 1.00m×0.50m×0.50m（上口宽×下底宽×高），采用 M7.5 浆砌石衬砌，厚度 30cm。

土料场山坡截水沟修筑长度 168m。

为使土料场内汇水及时排出，需在开采平台最终边坡坡脚 1m～2m 外各布设一条浆砌石排水沟，以疏导上方坡面汇水，排水沟与沉沙池相接，场内汇水沉淀后排入下方天然沟道，排水沟断面尺寸为 0.50m×0.50m（宽×深），采用

浆砌石衬砌，衬砌厚度 30cm。

土料场排水沟修筑长度 216m。

2）表土剥离：

土料场现状地类为有林地，表层土为比较肥沃的腐殖土，为了满足后期道路绿化带覆土的需求，基础施工前期首先剥离表层土，剥离量按照后期绿化需土量来确定。剥离厚度 30cm，剥离面积约 0.67hm^2。

3）表土回填：

土料场取土结束后，将剥离的表土回填于料场坡脚的平地表层，平整后作为绿化覆土，回填量为 2010m^3。

（2）临时措施

料场开采前主体工程先进行表土剥离，平均剥离厚度 30cm，共需剥离表土约 2010m^3，将其存放在料场内空闲场地，周边设填土编织袋围堰临时拦挡，待料场利用结束后作为绿化覆土，临时拦挡断面尺寸为 0.5m×0.4m（高×宽）。

土料开采过程中，为避免土料散落至料场下边坡，对其造成不利影响，在料场下边坡作业口处布设编织袋临时拦挡。

土料场填土编织袋临时拦挡长度 198m，包括表土拦挡及下边坡临时拦挡。

为避免降雨及地表汇流冲刷地表松散土屑，携泥沙外溢，在料场内设 2 个简易沉沙池，沉沙池与排水沟及山坡截水沟相连，汇水经沉淀后排入料场下方天然沟道，沉沙池断面尺寸为矩形断面，尺寸断面为 4.5m×1.5m×1.5m（长×宽×高），单砖衬砌，衬砌厚度 24cm，池墙、池底整体砌成，池底平砖 12cm，砂浆抹缝。

（3）植物措施

整地：施工结束后，对本区占地范围进行全面整地，面积 0.67hm^2。

绿化：于已整治的土地，种植速生的乔、灌、草混交林，每 1 行乔木之间夹 2 行灌木，乔木、灌木种植密度 1.5m×2m，种植乔木 558 株，灌木 1116 株。乔灌底层撒播草籽，种植密度 60kg/hm^2。树种、草种采用当地优势种。绿化面积 0.67hm^2。

（七）本工程新增水土保持措施工程量

本工程新增水土保持措施工程量详见下表。

表8.3-1 本工程新增水土保持措施工程量

项目		单位	主体工程区	施工工区	施工道路区	临时堆土场	土料场	弃渣场	合计
工程措施	排水沟土方开挖	(m^3)	0	0	0	0	361	951	1312
	排水沟浆砌石	(m^3)	0	0	0	0	243	630	873
	沉沙池土方开挖	(m^3)	0	0	0	0	30	60	90
	沉沙池砌砖	(m^3)	0	0	0	0	11.2	22.4	33.6
	砂浆抹面	(m^2)	0	0	0	0	58.8	117.6	176.4
	挡墙土方开挖	(m^3)	0	0	0	0		1021.5	1021.5
	挡墙浆砌石	(m^3)	0	0	0	0		1316	1316
	表土剥离	(m^3)	35970	4200	9600		2010	11130	62910
	表土回填	(m^3)	35970	4200	9600		2010	11130	62910
临时措施	排水沟土方开挖	(m^3)	876	154.8	3840	203		0	5073.8
	草袋挡墙	(m^3)	4305	49.2		254	39.6		4647.8
	草袋挡墙拆除	(m^3)	4305	49.2		254	39.6		4647.8
	沉沙池土方开挖	(m^3)	69.7	30		60		0	159.7
	沉沙池砌砖	(m^3)	35.1	11		22.4		0	68.5
	砂浆抹面	(m^2)	4824.2	890.85		1209		0	6924.05
	砌砖拆除	(m^3)	35.1	11		22.4		0	68.5
	土方回填	(m^3)	945.7	184.8	3840	263		0	5233.5
	塑料薄膜	(m^2)	28000	1680		44000		14000	87680
植物措施	全面整地	(hm^2)	10.99	1.4	3.2	1	0.67	3.71	20.97
	乔木	株	2242	350	933	208	558	3091	7382
	灌木	株	6727	1050	2800	625	1116	9275	21593
	撒播草籽	(hm^2)	4.16	0.77	1.44	1	0.67	3.71	11.75

8.4 运行期环境保护措施

8.4.1 生态流量保障措施

8.4.1.1 生态流量下泄措施

根据分析，应严格保证石马河水陂下断面生态流量的落实，并建设生态流量在线监控设施。在项目营运后，需要编写石马河的运营调度管理制度，对生

态流量泄放时间、流量和方式作出详细规定。生态流量在线监控设施与当地环境保护、水利部门进行联网，切实保证陂下河段生态流量不少于 0.015m³/s，并按需优化放流措施，保证陂下河段河流生态系统结构和功能的完整性。

8.4.1.2 生态流量监测和泄放监管措施

为保障生态流量实时下泄且能够在线观测生态流量泄放设施放流效果，在石马河生态流量泄放设施下游选择断面建立下泄流量自动测报、视频监控系数和远程传输系统，与当地环境保护部门、水利部进行联网监控，以确保生态流量数据获取的真实性和完整性。在项目营运后，石马河生态流量按照上述生态调度原则下泄，生态流量时间、流量和方式需要编写石马河的运营调度管理制度，并对流量进行自动记录。本工程运行后需建立生态流量保障管理制度，按日记录流量数据，按季定期向当地水行政主管部门和环境保护主管部门报告水库下泄流量报表，并保留下泄流量记录备存查。

8.4.2 水源保护措施

8.4.2.1 调整石马河、石壁水库功能

由于本工程从石马河河内取水，设计水平年 2025 年总的日平均取水流量规模为 5m³/s，对石壁水库坝后电站以及石马河引水口下游洋门电站的发电量有一定的影响。

为确保生态用水，应通过并购或经济补偿等方式，制定石马河、石壁水库的调水计划，在保证生态用水的前提下实施引水。在电站签订补偿协议之前，调水业主方应与电站共同制定调水计划，并签定实施协议，确保生态下泄流量，以保护水库下游河道生态系统，最终解决发电与生态用水和城市供水之间的矛盾。

8.4.2.2 水源保护区划分

建议本工程实施后参考《饮用水水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2007），建议将取水口半径 100 米范围的区域划分为一级保护区，正常水位线以上 200 米的陆域作为一级保护区。

8.4.2.3 水源保护措施

（1）地表水饮用水水源保护措施

地表水饮用水水源各级保护区必须遵守下列规定：

①禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动。

②禁止向水域倾倒工业废渣、城市垃圾、粪便及其它废弃物。

③运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入保护区，必须进入者应事先申请并经有关部门批准、登记并设置防渗、防溢、防漏设施。

④禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。

（2）地表水饮用水水源一级保护区保护措施

地表水饮用水水源一级保护区内禁止从事下列活动：

①禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。

②禁止向水域排放污水，已设置的排污口必须拆除。

③不得设置与供水需要无关的码头，禁止停靠船舶。

④禁止向水体排放或倾倒工业废弃物、放射性废物、城市生活垃圾、建筑渣土和其他废弃物；禁止设置生活垃圾、建筑垃圾等废弃物堆放场所和转运站。

⑤禁止设置油库。

⑥禁止从事种植、放养禽畜，严格控制网箱养殖活动。

⑦禁止可能污染水源的旅游活动和其他活动。

⑧禁止从事挖沙、取土等任何有可能影响饮用水源的活动。

（3）地表水饮用水水源二级保护区保护措施

地表水饮用水水源二级保护区内，必须遵守下列规定：

①不得新建扩建严重污染水域的建设项目，改建和技术改造项目必须削减污染物排放量。

②已有的排污口必须削减污染物排放总量，保证保护区内水质符合地表水III类环境质量标准。

③根据水质水量，严格控制网箱养殖规模。

（4）原水在线监控措施及建议

设置原水在线监控，及时了解水质变化情况。

（5）设立饮用水水源保护区标志

饮用水水源保护区标志包括饮用水水源保护区界桩、饮用水水源保护区界

标、饮用水水源保护区交通警示牌和饮用水水源保护区宣传牌。

①饮用水水源保护区界桩。一级保护区界桩沿保护区陆域边界，按 100m 间隔设置：二级保护区界桩沿保护区陆域边界，按 250m 间隔设置。

②饮用水水源保护区界标。水域保护区域：在一级保护区水域边界的靠陆地一侧两段各设立一个界标，根据划定的二级保护区水域范围边界，按照 500m 等距对称的原则，靠陆地一侧设置界标。陆域保护区：一级保护区陆域范围边界处，按照 200m 间隔等距离设置界标。在划定的二级保护区陆域范围边界外，按照 500m 间隔等距离设置界标。

③饮用水水源保护区交通警示牌。交通警示牌设置在饮用水水源保护区的道路进入点和驶出点位置上。

④饮用水水源保护区宣传牌。在进入保护区的各条道路的路口，以及保护区交通警示牌旁设置宣传牌。

8.4.2.4 水质保障措施

（1）农村面源污染防治

针对上游农业面源污染的现状，评价建议上游区域农业生产应大力发展有机农业、施用绿肥、测土配方施肥。稻草还田处理，可起到保持水土、改土增肥效果。采取上述措施后，可减少化肥的使用，从而减轻面源污染。

（2）畜禽养殖污染防治

为深化对石马河取水口上游畜禽养殖业的综合整治工作，确保水质安全，本工程在顺利通过环境影响评价后，应当迅速推进石马河取水口饮用水水源保护区的划定工作。在这一特定区域内，将严格执行畜禽养殖业的整治与关停措施，以彻底消除对水源的潜在污染威胁。

同时，对于水源保护区以外的畜禽养殖业，也加强监管力度，实施更为严格的管控措施，防止污染物外泄影响水质。特别是对于石马河两岸分布的、规模较小的养殖户，采取“以奖促治”的激励方式，鼓励并指导他们建设养殖废水处理设施，提升废水处理能力，确保养殖活动不对河流造成污染。

这一系列举措旨在全方位、多层次地保护石马河的水质安全，为石马河镇居民的生产、生活及农田灌溉提供稳定、清洁的水源保障。

（3）生活污染源防治

农村生活污水按照分区进行污水管网建设并回收，以稍大的村庄或邻近村

庄的联合为宜，每个区域污水单独处理。污水分片收集后，采用人工湿地或稳定塘等形式处理村庄污水。

（4）饮用水水源生态修复措施

①植被修复

上游地区在25°以下坡地，土层较厚，土质肥沃，光照、水源条件较好，种植当地物种，间种各种花灌木。水源涵养林的建设。

②放养水生动植物

动物天然放养鲢鱼、鳙鱼、鲫鱼等鱼类，底播增殖螺蛳等底栖生物可以用来保持水体生态平衡。

（5）水质监测

取水单位应当经常巡视饮用水源保护区，定时观测水质状况，及时制止污染或危害饮用水源的行为，同时向环境保护行政主管部门和其他有关部门报告。建立完善的水质监测及预警系统，在石马河取水口附近设置常规水质监测断面，按国家监测规范要求，定期进行水质监测，水质监测断面应控制整个水源保护区。取水口应每天监测分析水质变化，控制断面应每季度（丰水期、平水期、枯水期）分别进行水质普查监测。

（6）取水口设置拦污栅设施

为防止污物进入，在引水隧洞进口设 1 道拦污栅，孔口尺寸为（宽×高）2.5m×2.6m。拦污栅栅体竖直布置，栅条截面为矩形，根据《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）相关规定，选定栅条厚度为8mm，高度为80 mm，栅条净距为 80mm。栅体及埋件均由 Q235B 钢焊制，采用边梁加滑块的支撑方式，结构受力按水位为 3.0m 进行计算。拦污栅静水启闭，经计算，用拉杆装置连接一个 3t 手动葫芦起吊，起重量为 30kN。

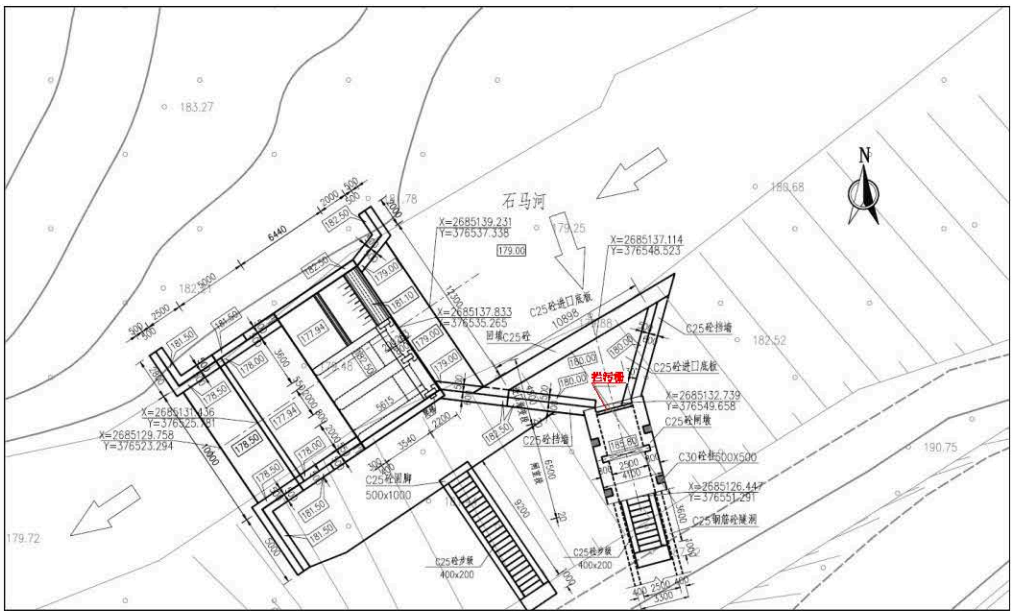


图8.4-1 取水口拦污栅布置图

8.4.3 输水线路水环境保护措施

1、保护范围划定

根据《中华人民共和国城市供水条例》、《广东省城市供水管理规定》，参照《水库工程管理设计规范》、《广东省河道堤防管理条例》等文件，确定工程安全保护范围为：

（1）取水口等建筑物的工程管理范围，应为各建筑物上游、下游防护工程、建筑物组成部分的永久征地范围。保护范围为各建筑物两侧外轮廓线以外50m。

（2）输水管线保护范围：管道结构外边线两侧各 50m 范围。

（3）隧洞保护范围：隧洞轴线两侧各 100m 范围。

2、管理要求

（1）工程管理范围内均属于本工程的永久征地红线范围，其他单位和个人不得占用，不得从事任何危及工程安全的活动。

（2）工程保护范围内未经许可不得改变土地原使用性质，不得从事任何危及工程安全的活动。

（3）取水口等建筑物的工程管理范围内严禁毁林毁草、开荒、爆破、采石、开挖、建筑、倾倒或排放有毒或污染物质等危及工程安全的活动。

（4）保护范围内禁止种植根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深

根植物，禁止挖掘施工以及修建其他建筑物、构筑物。

（5）保护范围内的施工作业，施工单位应当向供水工程保护部门提出申请，施工方案经过同意后方可实施。

8.4.4 生态保护措施

（1）施工结束后，尽快恢复临时占用区的植被，可选择当地土著的植物种类进行绿化。

（2）加强顶管、检测井等地表工程两侧的绿化，恢复林地景观。以林地景观为背景，植物配置以乔-灌-草结合、常绿与落叶相结合、针叶与阔叶相结合、观赏与经济植物相结合，多树种、多层次和多样化的立体配置，尽量采用当地物种，对林区边缘和隧道口采用加密绿化带，使工程区与周边植被景观保持和谐统一。

（3）工程运营期要对石马河的水域面积、主要湿地植被类型及其分布、生态流量等进行监测。

（4）建立监测和评估机制，定期对水生生态环境进行监测，评估引水工程是否会对石马河的水生生态环境造成影响。

8.4.5 受水区水环境保护措施

（1）利用排污许可，强化排污管理

综合考虑规划区域水环境现状、污染物排放现状以及经济社会发展水平等因素，依据规划目标，以“改善质量—削减总量—防范风险”为主线，提出实施基于控制单元的污染物总量控制、加强饮用水水源地保护、实施重点河涌综合整治、提升城镇污水处理水平、提高工业污染防治水平、开展农业面源污染治理和提升区域水环境风险防范水平、重点工程等九项主要水污染防治措施。

8.4.5.1 基于控制单元容量，实施污染物总量控制

1、科学核算与管理控制单元环境容量

通过分析控制单元产排污特征，建立水系模型，计算各控制单元环境容量，辨析各控制单元优先控制污染物，遵循保护良好水体、修复较差水体、统筹“山水林田湖草”系统治理的水生态环境保护原则，明确各控制单元分阶段性管控重点任务，确定污染治理、风险防控、生态保护重点工程，确保水环境

质量按期稳定达到目标要求。未来受水区水污染防治应基于控制单元的环境容量管理与控制，从源头抓起，严格控制控制单元的排污总量，保证控制单元环境容量科学利用，保障受水区水环境安全。受水区水污染防治以控制单元为单位是尊重水污染防治与水环境保护科学规律的要求，将受水区分成不同的控制单元，在未来发展中，根据各个控制单元的环境容量安排区域空间开发策略，落实区域开发行为，实现科学化的污染源源头管控策略。另外，利用污水管网、污水处理设施等污染收集处理系统，实现区域内各个控制单元污染排放的科学规划与分配，确保受水区水环境整体改善。

2、利用排污许可，强化排污管理

水污染物总量控制主要是通过实行排污许可证制度来实现的。排污许可证的作用体现在污染控制的全过程，而不同于浓度标准仅作用于排放口。因此，污染源的控制就更为合理、有效。《排污许可管理条例》是为了加强排污许可管理，规范企业事业单位和其他生产经营者排污行为，控制污染物排放，保护和改善生态环境，根据《中华人民共和国环境保护法》等有关法律制定。 由国务院于 2021 年 1 月 24 日发布，自 2021 年 3 月 1 日起施行。依照法律规定实行排污许可管理的企业事业单位和其他生产经营者（以下称排污单位），应当依照《排污许可管理条例》规定申请取得排污许可证；未取得排污许可证的，不得排放污染物。根据污染物产生量、排放量、对环境的影响程度等因素，对排污单位实行排污许可分类管理：（一）污染物产生量、排放量或者对环境的影响程度较大的排污单位，实行排污许可重点管理；（二）污染物产生量、排放量和对环境的影响程度都较小的排污单位，实行排污许可简化管理。

8.4.5.2 加强饮用水水源地保护，确保饮用水安全

1、完善饮用水源保护区管理制度、严格饮用水水源环境执法

按照《中华人民共和国水污染防治法》《广东省水污染防治条例》等相关法律法规条例实施管理。受水区市县级饮用水源保护区划分年代较久，部分饮用水源保护区已经不适应当前发展和保护的需要，须加快推进饮用水源保护区调整工作。应对饮用水水源保护区严格实施分级管理，全面强化污染源源头控制。开展饮用水水源污染排查和整治，针对以往查处的水源环境违法行为开展后督察。

2、执行饮用水水源污染应急预案，防范饮用水水源环境风险

严格水源地上游高污染高风险行业环境准入。建设和完善水源地保护区公路水路危险品运输管理系统。对威胁饮用水水源安全的重点污染源要逐一建立应急预案，建立饮用水水源污染应急保障体系。

开展农村饮用水水源环境状况调查，加快乡镇集中式饮用水源保护区规范化建设和管理，建立健全定期监测和调查评估机制，力争乡镇集中式饮用水水源地监测全覆盖。强化农村饮用水源环境监管，依法清理饮用水水源保护区内违法建筑和排污口。加快农村饮用水源地周边水源涵养林改造。加强农村饮用水水源周边环境隐患排查，建立完善应急预案。

3、强化饮用水水源环境监测

加强取水口在线监测系统建设，合理增设农村饮用水水源地监测点位。应进一步完善水质自动监测系统建设，启动水源毒性预警监测，完善水质监控手段和安全保障体系。及时公布水源水质状况，促进公众参与并接受监督。加强农村饮用水源地环境风险排查和环境综合整治工作，确保饮用水源水质安全。加强乡镇饮用水水源规范化建设，建立和完善农村饮用水水源地环境监测体系，力争到2035年，乡镇集中式饮用水水源地监测实现全覆盖。加强饮用水源地应急监测能力建设，只有对污染物类型及污染状况作出准确的判断，才能对污染事故及时、正确的处理处置，并为制定恢复措施提供科学决策依据。

8.4.5.3 加强区域水环境保护，实施重点河涌综合整治

重点推进环境基础设施建设、工业及养殖业污染整治、重污染企业集聚及集中治污、河涌综合整治工作。全面实施受水区内河涌综合整治，对现状水质达到或高于III类的江河湖库开展生态安全评估，同时至规划水平年集中式饮用水水源水质达标率及交界断面水质达标率继续维持100%，受水区城市建成区黑臭水体实现全部治理，无黑臭。

8.4.5.4 系统提升城镇污水处理水平

1、继续推进污水处理设施建设

按照“厂网并举、管网优先”的原则，进一步加强城镇污水处理厂配套管网建设。综合考虑已建及新增污水处理设施能力和运行符合率要求，科学确定新增污水配套管网规模，优先解决已建污水处理设施配套管网不足的问题，抓紧补建配套管网。对在建污水处理设施，严格做到配套管网长度与处理能力要求相适应；对拟建污水处理设施，同步规划、同步设计、同步建设配套管网，

系统提高污水收集能力和处理效率，促进水环境质量改善。

2、大力推进污泥处理处置

在“减量化、无害化、稳定化”的大原则的基础上，遵循“以污泥热处理为主，污泥综合利用为辅、污泥卫生填埋作为配套”的原则，因地制宜确定污泥处理处置方式，鼓励实现污泥的资源化。

3、持续推进农村生活污水治理

农村环境保护工作取得了一定成效，但农村生态环境面临的形势仍然十分严峻，农村环境基础设施严重滞后。农村生活污水基本未得到有效处理，尚有近半数自然村未安装生活污水处理装置，农村生活污水肆意直排，对周边河道水质造成污染。继续按照规划安排继续推进农村生活污水治理，至2035年，受水区农村生活污水处理率达到85%以上，至2050年受水区农村生活污水处理率达到90%以上。

8.4.5.5 提高工业污染防治水平，降低环境风险

下一步应狠抓工业污染防治，清理取缔“十小”企业，全面排查手续不全、装备水平低、环保设施差的小型造纸、制革、印染、燃料、炼油、电镀、农药等严重污染水环境的工业企业。落实上级主管部门制定的涉及造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀等行业专项治理方案。实施造纸、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀等行业的清洁化改造。积极推进清洁生产，按照循环经济理念，鼓励企业资源组织实施的清洁生产审核，推行工业用水循环利用，发展节水型工业。大力发展工业园区循环经济，加强生态工业园区建设，加快节能减排技术示范和推广。

8.4.5.6 开展农业面源污染防治和生态保护和修复

大力发展节水农业，提高农田沟塘蓄水量，减少排放量，提高灌溉水利用效率。水质方面，积极推广农业清洁生产技术，对农田施用化肥实施测土配方，提高肥料利用效率，鼓励使用有机肥，逐步推广控释肥的试用。结合美丽乡村建设，从农村饮用水源地保护、农村生活污水处理、农村垃圾收集处置、费规模化畜禽养殖污染综合整治等方面来全面推进农村环境综合整治。开展专项整治，加强养殖投入品管理，依法规范、限制使用抗生素等化学药品。

8.4.5.7 提升区域水环境风险防范能力

完善水环境监测网络系统，加强水环境质量监测，优化整合现有监测断面，形成由环保部门国控、省控、市控以及水利部门监测断面组成的水环境监测体系。重点开展包括污染源风险评估、水环境风险评估，新型痕量污染物水环境风险评价、突发环境污染事件生态环境风险及损害评估、重点企业健康风险评估等方向技术研究，建立从污染源—水环境—健康风险评价的风险评估技术体系。对饮用水源保护区应每年至少进行一次全指标监测，逐步开展饮用水源保护区的生物毒性实时监控系统建设，适时开展集中式饮用水源地持久性有机污染物、内分泌干扰物监测。

1、完善环境监察能力建设

强化日常监察执法，加强重点排污口及重点企业污水排放设施监管，对环境安全管理基础薄弱的工业园区及重点企业实行全过程实时监控，整治环境违法行为。开展环境风险源调查，筛选潜在的重大风险源，实施分级分类动态管理，建设区域风险监控预警平台。加强环境监察、环境监测、环境应急等专业技术培训，完成环境监察标准化建设。提高环境监察执法保障能力，保障输水线路水环境安全，规划水平年受水区环境监测监察机构建设达标。

2、强化环境风险应急管理

积极落实水环境风险应急预案管理及防控措施。对辖区内危险化学品生产经营、运输和仓储经营企业进行拉网式排查，定期评估受水区内的饮用水源保护区、主干河流、重要水域周边的工业企业、工业集聚区的环境和健康风险，严控高风险化学品。涉及有毒有害和易燃易爆物质的生产、使用、贮存等新、改、扩建项目应进行环境风险评价，未按要求开展环境风险评价项目的环评文件不予受理。环境风险防范措施不满足环评条件及批复要求的建设项目，一律不得投入试生产。对环境风险防范措施落实不到位的项目，一律不予验收。全面调查重点环境风险源和环境敏感点，进一步加强环境风险企业应急预案备案工作。

8.4.6 净水厂环境保护措施

8.4.6.1 废水环境保护措施

本工程净水厂废水主要包括净水厂员工生活污水、净水厂检验室容器设备清洗废水、净水沉淀池排泥水、滤池反冲洗水等。

①净水废水

根据本工程的初步设计：本工程排泥水、反冲洗水均回流。

滤池反冲洗废水排入排水池中，用潜水泵输往原水混合配水井，作为原水回收再利用。

沉淀池排泥水排入排泥池，浓缩池上清液进入排水池，回流至原水混合配水井。浓缩污泥进行脱水后，泥饼外运。

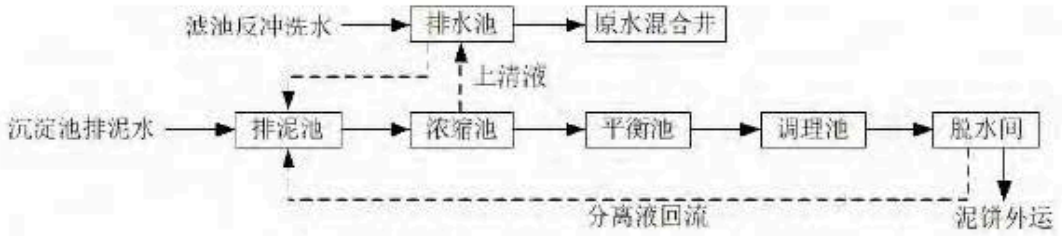


图8.4-2 净水厂排泥水、反冲洗水工艺流程图

本工程净水过程产生沉淀池排泥水和滤池反冲洗水，污水主要污染物为悬浮物，不含有毒有害成分，经沉淀、脱水等去除颗粒物后返回制水工序用于制水可行。

②生活污水和检验室清洗废水

净水厂的生活污水和检验室清洗废水产生量较小，仅约 1.64t/d（603.5t/a），水质成分简单，污染物浓度较低，生活污水经三级化粪池处理后可达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后回用于厂区绿化。

项目检验室容器清洗流程如下：实验结束后容器内的废液倒入废液收集桶中，然后在容器内装入自来水摇动或浸泡后，重复两次，废水均倒入废液收集桶，完成容器头两遍清洗，然后在洗手槽中进行容器的后续清洗。实验容器内沾有的实验废液基本在头两遍清洗水中带走，故后续清洗废水中不含有毒有害成分，污染物浓度较低，类比同类型实验室，其后续清洗废水水质可满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准。

三级化粪池可行性分析：化粪池是处理粪便并加以过滤沉淀的设备，其原理是固化物在池底分解，上层的水化物体，进入管道流走，防止了管道堵塞，给固化物体(粪便等垃圾)有充足的时间水解。污水首先由进水口排到第一格，在第一格里比重较大的固体物及寄生虫卵等物沉淀下来，开始初步的发酵分解，经第一格处理过的污水可分为三层：糊状粪皮、比较澄清的粪液、和固体

状的粪渣。经过初步分解的粪液流入第二格，而漂浮在上面的粪皮和沉积在下面的粪渣则留在第一格继续发酵。在第二格中，粪液继续发酵分解虫卵继续下沉，病原体逐渐死亡，粪液得到进一步无害化，产生的粪皮和粪渣厚度比第格显著减少。流入第三格的粪液一般已经腐熟，其中病菌和寄生虫卵已基本杀灭。第三格功能主要起暂时储存已基本无害的粪液作用。

回用可行性分析：项目净水厂内绿化面积约 8219 平方米（绿化范围详见下图），根据广东省《用水定额第 1 部分：农业》（DB44/T1461.1-2021），按草坪用水定额 421m^3/亩（取 50%水文年）计，则厂区绿化灌溉需用水量为 5190.93m^3/a。净水厂污水产生量较小，仅约 1.64t/d（603.5t/a），远低于厂区绿化灌溉所需灌溉水用量，故项目污水回用于厂区绿化浇灌可行。

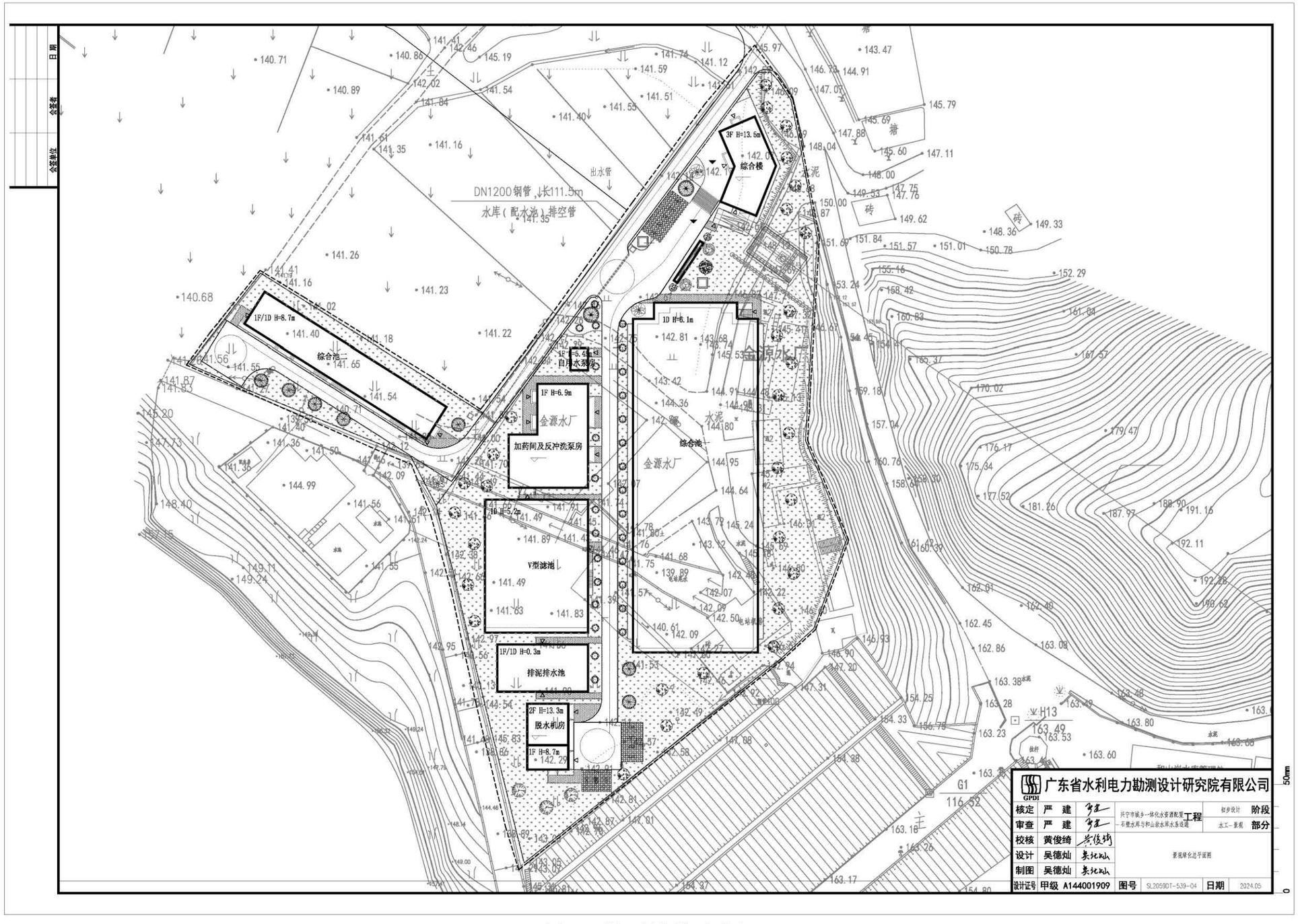


图8.4-3 景观绿化总平面图

8.4.6.2 废气环境保护措施

本工程营行期废气主要为净水厂污泥浓缩、脱水产生的轻微异味，食堂油烟。

（1）臭气

净水厂在净水过程原水中的悬浮物会沉淀产生污泥，成分主要为泥沙，含有机质很少，故污泥产生的臭气微量。类比同类型自来水厂，预计净水厂边界臭气浓度值≤20（无量纲），满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表1 恶臭污染物厂界二级新扩改建标准值，不会对周边大气环境产生明显不良影响。

（2）油烟

净水厂设置食堂，产生食堂油烟用集气罩收集经 1 套油烟净化装置处理后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求，不会对周边大气环境造成明显不良影响。

8.4.6.3 噪声环境保护措施

本工程净水厂运行期噪声污染源主要为各类泵、风机等设备运行时产生的噪声。首先是尽量选用低噪声设备，其次采用消声、隔声、减震等措施，具体措施如下：

①对声源进行控制，是治理噪声污染最有效的方法。建设单位在设备选型、订货时，向厂家提出对设备的噪声要求，同类设备应优先选择噪声较低的设备。

②厂房隔声。各种泵、空压机等设备尽量安装在厂房内或设置隔声房间，对噪声比较大的车间的门窗、墙体、天花板选用吸声性能较好的材料。

③减振。在各种泵、风机与地面或楼板面之间采用减振装置，设置隔振基础或弹性软连接的减振装置，以减少振动和设备噪声的传播，在各种泵、风机的进、出口均采用柔性连接，设置减振软接头，以减少设备振动和噪声沿管道传播。

④消声。在风机进风和排风口、空压机设消声器（消声量≥15dB(A)），以减少空气动力性噪声。

⑤管路系统噪声控制。合理设计和布置管线，设计管道时尽量选用较大管径以降低流速，减少管道拐弯、交叉和变径，弯头的曲率半径至少 5 倍于管

径，管线支承架设要牢固，靠近振源的管线处设置波纹膨胀节或其它软接头，隔绝固体声传播，在管线穿过墙体时最好采用弹性连接；在管道外壁敷设阻尼隔声层。

⑥管理措施。项目运行中加强管理，切实维持各类设备处于良好的运行状态，避免设备运转不正常时造成厂界噪声超标。

通过“选用低噪声设备、隔声、减振、消声等”综合噪声控制措施，净水厂厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求。

8.4.6.4 固体废物环境保护措施

（1）固体废物产生分析

本工程固体废物污染源主要有一般固体废物、危险废物及生活垃圾。固体废物产生情况及处置方式详见下表。

表8.4-1 本工程固体废物产生情况及处置方式

序号	固废名称	分类	产生量	处置方式
1	生活垃圾	生活垃圾	42kg/d	当地环卫部门统一清运
2	净水厂污泥	一般固体废物	1544t/a	定期运往生活垃圾填埋场处理
3	原辅料废包装材料	一般固体废物	0.5t/a	外售废品收购公司回收综合利用
4	净水厂检验室废液和试剂瓶	危险废物	0.2t/a	委托有危险废物处理资质单位回收处理
5	废机油及含油手套抹布	危险废物	0.5t/a	

（2）固体废物环境管理要求

1）生活垃圾交由环卫部门定期清运；

2）废包装材料收集后外售废品回收单位综合利用；污泥运往生活垃圾填埋场处理；

3）危险废物暂存于危废间，定期交由有资质单位处理。

危险废物从产生、收集、贮运、转运、处置等各个环节都可能因管理不善而进入环境，因此在各个环节中，抛落、渗漏、丢弃等不完善问题都可能存在，为了使各种危险废物能更好的达到合法合理处置的目的，本评价拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等国家相关法律，提出相应的治理措施，以进一步规范项目在收集、贮运、处置方式等操作过程。

①收集、贮存

根据上述分析，建设单位应根据废物特性设置符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求的危险废物暂存场所，且在暂存场所上空设有防雨淋设施，地面采取防渗措施。建设单位拟于机修间设一个危险暂存间，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求做好防雨、防渗等措施。危险废物收集后分别临时贮存于厂区危险废物暂存间内；根据生产需要合理设置贮存量，尽量减少厂内的物料贮存量；严禁将危险废物混入生活垃圾；堆放危险废物的地方要有明显的标志，堆放点要防雨、防渗、防漏，按要求进行包装贮存。基本情况见下表。

表8.4-2 本工程危险废物贮存场所（设施）基本情况

序号	贮存场所	危险废物名称	类别	代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危险废物暂存间	废机油	HW08	900-214-08	机修间内设置一个危废间，防雨、防渗、防漏	10m²	密封桶装	5t	1年
2		含油手套抹布	HW49	900-041-49					
3		检验废液和废试剂瓶	HW49	900-047-49					

本工程危险废物通过各项污染防治措施，贮存符合相关要求，不会对周围环境空气、地表水、地下水、土壤以及环境敏感保护目标造成影响。

②运输

对危险废物的运输要求安全可靠，要严格按照危险废物运输的管理规定进行危险废物的运输，减少运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险，运输车辆需有特殊标志。

③处置

建设单位拟将危险废物交由有危废处置资质单位处理。根据《广东省危险废物产生单位危险废物规范化管理工作实施方案》，企业须根据管理台账和近年生产计划，制订危险废物管理计划，并报当地环保部门备案。台帐应如实记载产生危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息，以此作为向

当地环保部门申报危险废物管理计划的编制依据。产生的危险废物实行分类收集后置于贮存设施内，贮存时限一般不得超过一年，并设专人管理。盛装危险废物的容器和包装物以及产生、收集、贮存、运输、处置危险废物的场所，必须依法设置相应标识、警示标志和标签，标签上应注明贮存的废物类别、危害性以及开始贮存时间等内容。企业必须严格执行危险废物转移计划报批和依法运行危险废物转移联单，并通过信息系统登记转移计划和电子转移联单。企业还需健全产生单位内部管理制度，包括落实危险废物产生信息公开制度，建立员工培训和固体废物管理员制度，完善危险废物相关档案管理制度；建立和完善突发危险废物环境应急预案，并报当地环保部门备案。危险废物按要求妥善处理后，对环境影响不明显。

8.4.6.5 地下水、土壤环境保护措施

①源头控制措施

本工程地下水、土壤污染防治措施坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，即采取主动控制和被动控制相结合的措施。

本工程将选择先进、成熟、可靠的工艺技术和较清洁的净水材料，并对产生的废物进行合理的回用和治理，以尽可能从源头上减少污染物排放；严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施，以防止和降低污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

②分区防治措施

根据建设项目污染控制难易程度、场地天然包气带防污性能和污染物特性等，本工程划分地下水污染防渗分区为简单防渗区、一般防渗区和重点防渗区。本工程地下水防治分区控制详见下表。

表8.4-3 厂区各工作区防渗要求

防渗分区	工作区	防渗技术要求
重点防渗区	加氯加药间、危废间	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤1×10^{-7}cm/s；或参照 GB18598 执行
一般防渗区	净水区、三级化粪池	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m，K≤1×10^{-7}cm/s；或参照 GB16889 执行
简单防渗区	生活办公区	一般地面硬化

通过采取以上措施，本工程建成后对周边土壤、地下水的影响较小。

8.5 调蓄水库水源保护方案

为更好地保护水源水质，在工程通水前，应根据《中华人民共和国水污染防治法》和《饮用水水源保护区划分技术规范》的要求完善饮用水水源保护区的管理，落实以下水环境防治措施：加强水库集水范围内水源涵养林建设，水库周围设置生态隔离带，减少面源污染入库量；加强库区水质管理，清理库区漂浮垃圾，可利用生态浮床开展局部水域水质净化工作；开展水污染防治规划与水资源保护规划工作，提出符合水库实际情况的水污染防治和水环境治理措施。工程通水后，开展水库水环境水生态监测工作，跟踪水库水质、水生态及水库营养化程度变化情况，同时建立突发水污染事件应急监测制度；加强水库水环境风险管理，排查水库集雨范围内重大环境风险源，建立风险源档案，落实风险事故防范措施和应急预案。

和山岩水库因受库区及周边污染源影响，水质存在波动，不能稳定达标。虽然近年来各水库所在地人民政府已采取一定的污染源整治措施，并取得一定的成效，但水污染防治任务仍然严峻，因此本次对上述调蓄水库提出进一步针对性的保护治理措施，确保取水水源水质稳定达标，保证供水安全。

目前，和山岩水库已划定饮用水水源保护区，下一步进行水源保护重点措施如下：

（1）严格执行水源保护区内水产养殖、畜禽养殖、农业种植的有关规定。严防水源保护区内网箱养殖的死灰复燃，加强分散式畜禽养殖的管理。鼓励集水区内的农业种植使用有机肥料和生物农药，减少化肥、农药的施用量。建议农业部门指导农药、化肥、农膜等使用，推广测土配方施肥、农作物病虫害绿色防控等先进农业生产技术，引导农民施用有机肥料和低毒生物农药，减少种植业水污染物排放。

（2）加强水库集水范围内水源涵养林建设，水库周围设置生态隔离带、生态截水沟，减少面源污染入库量；加强库区水质管理，清理库区漂浮垃圾；利用人工湿地、生态浮床等技术开展水生态治理，净化库区水质。

（3）在取水口设置在线水质监控系统及时发现突发的水污染事故。监测指标为水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、TOC 共 10 项。

8.6 水资源保护措施

8.6.1 水源与水源下游区水资源保护措施

（1）加强水源区水资源保护及取用水管理

工程实施前后，水源上下游地区应加强水污染防治规划、水资源保护规划等相关水污染防治和水资源保护规划的落实，贯彻落实“共抓大保护、不搞大开发”的精神，维系水源上下游区域良好水质状况。

兴宁市应强化水务一体化管理，通过取水许可、水资源论证、分行业分区域的水量分配等措施，实现水资源总量控制与定额相结合、政府宏观调控与市场配置相结合的水资源管理体制，减少水资源的浪费。全面推行取用水“双随机、一公开"监管，依法规范取用水行为及管理秩序。

（2）加强节水型社会建设

高度重视节水型社会建设，从体系建设、制度建设、机制建设等多方面着手，推进节水型社会建设，进一步优化水源区、水源下游区用水量。通过在农业中提高灌溉水利用系数、扩大节水灌溉面积、推动农业水价改革，在工业方面限制高耗水企业的发展和推行节水工艺和技术、工业废水回用，在城市生活方面普及节水器具和减少城市管网漏损率等措施，不断提高水资源利用效率，缓解水资源供需矛盾。

（3）工程取水优化措施

本工程取水后，将对水源区下游水资源量产生一定影响。建议对石马河上游的主要调蓄水库下泄水量潜力开展进一步挖掘，优化拓展各调蓄水库水资源调蓄能力，结合取水口断面的来水情况，研究丰水期加大取水规模、枯水期降低取水规模的可行性，进一步优化工程年内取水过程，尽可能降低枯水时段取水对下游河段的影响。

8.6.2 受水区水资源保护措施

根据《国家发展改革委 水利部关于切实做好引调水工程前期工作的指导意见》（发改农经〔2015〕3183号）的要求，引调水工程应当坚持节水优先，受水区先评估节水潜力，落实节水措施，把节约用水贯穿于经济社会发展和群众生活生产全过程，严格执行用水总量控制和定额管理，提高用水效率和效益。

对规划调入区，要以用水总量控制、用水效率控制和水功能区纳污限制“红线”为约束条件，根据水资源水环境承载能力，坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，实行水资源消耗总量和强度双控行动，立足于节水治污、优化调整产业结构等综合措施，解决区域水资源短缺问题。

（一）增加非常规水源利用

国家《水污染防治行动计划》（“水十条”）要求，钢铁、化工、印染等工业生产，及城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工、生态景观等用水，要优先使用再生水；加大再生水、雨水集蓄和海水淡化等非常规水源利用力度。

建议在工程初步设计阶段，根据受水区的产业结构，在水资源配置中考虑可以采用再生水的产业，特别是造纸、化工、印染等行业充分考虑再生水的利用，满足国家及地方政府关于促进非常规水源利用、纳入水资源统一配置等相关管理规定。进一步增加再生水利用的比例，提出切实可行的再生水利用方案。

（二）大力开展节约用水

（1）城镇生活节水措施

1）加快城镇供水管网改造

发展城市供水管网优化配置建造设计技术，采用工程优化技术和数值模拟方法，统筹传统清水系统和再生水输配系统，科学制定和实施管网改造技术方案，减少供水系统漏损。加大新型防漏、防爆、防污染管材的更新力度。发展用水远程计量技术，防止和严惩盗水行为。完善管网检漏制度，推广先进检漏技术，提高检测手段，降低供水管网漏失率。

2）推广节水器具使用。

加大力度推广节水型设备和器具，严禁生产、销售不符合节水标准的产品和设备。推进节水产品企业质量分类监管，以生活节水器具和农业节水设备为监控重点，逐步扩大监督范围，推进节水产品推广普及。鼓励居民家庭选用节水器具，引导居民尽快淘汰现有不符合节水标准的生活用水器具。

3）推广建筑再生水应用。

开展绿色建筑行动，面积超过一定规模的新建住房和新建公共建筑应当安装再生水设施，老旧住房也应当逐步实施再生水利用改造。

（2）工业节水措施

1）加大工业节水技术改造力度。

开展重点用水企业水效领跑者引领行动，推进水效对标达标。对食品、化工等高耗水工业行业节水技术改造，大力推广工业水循环利用、高效冷却、热力系统节水、洗涤节水等节水工艺和技术，加快淘汰落后用水工艺和技术。

2）加强建设项目节水“三同时”管理

节水方案的设计和施工由建设单位委托具有相应资质的单位承担，设计、工和竣工验收应当按照国家、省等有关标准、规定和技术规范进行，设计文件应当符合水源、供水、节水和水质发展等专业规划，禁止采用国家明令禁止或者淘汰的节水技术、工艺、设备和产品。评价范围节水设施建成后，由相关部门组织竣工验收，水行政主管部门参加，节水方案未经验收或者验收不合格的，不得擅自投产使用。

3）水量监测监控及取用水计量

结合工程输配水线路布局情况、分水口和重点用水户分布情况，对各分水口取水量进行实时监测；对重点用水行业和用水大户布设计量水表，进行在线监控和管理，提出工程计量监测实施方案及网络分布图，有计划分步骤完善工业、生活和农业用水计量设施，暂时不能安装计量设施的，采取有效替代措施，实现供用水过程的系统监控。

完善管网检漏制度，通过供水管网独立分区计量和水平衡测试等方式，加强漏损控制管理。

严格实行用水定额管理，强化企业计划用水管理，提高对高用水、高排放业用水总量目标控制监管力度，加大用水定额的检查和考核频次。逐步开展水循环和阶梯利用效率评估，确定改造任务。对重点工业用水户开展用水审计，将审计结果作为取水许可审批的重要参考。加大节水企业建设力度，通过整体设计、过程控制和深化管理挖掘节水潜力。

4）建立健全规划和建设项目水资源论证制度

推进国土空间规划、重大产业布局、各类开发区、各类园区等重大规划水资源论证，严格建设项目水资源论证和取水许可管理，从严从紧核定许可水量，对取用水总量已达到或超过承载能力的地区实施区域限批，暂停审批新增取水。

（3）农业灌溉节水措施

1）优化灌区种植业结构。

为促进灌区农业节水，水稻种植面积基本维持现状，新增及恢复灌溉面积主要种植玉米、薯类、水果、中草药等用水量较少的旱作物。

2）开展节水灌溉工程建设。

完成现有灌溉渠系的续建配套与节水改造，减少渗漏损失；新建输水工程全部采用的管道输水，减少输水损失。推进高效节水灌溉工程建设，积极推广使用喷灌、微灌、滴灌、低压管道输水灌溉等高效节水技术，提高高效节水灌溉面积。围绕农业产业化发展，推进高效节水灌溉区域化、规模化、集约化发展，实施田间规模化高效节水灌溉工程建设，建设现代特色农业示范园。

（三）加大污水处理力度，改善水环境

根据《入河排污口监督管理办法》的规定，建立入河排污口管理档案；加大污水处理费征收力度，为污水处理设施运行提供资金支持；加快城市排水管网建设，推行雨污分流排水体系，提高污水收水率。

（四）深化水价改革，建立科学的水价体系

利用价格杠杆促进节约用水、保护水资源，积极推行“阶梯水价（含水资源费）”。加强取水的科学管理工作，全面推动水资源远程监控系统建设、智能水表等科技含量高的计量设施安装工作，实现水资源计量，收费和管理科学化、现代化，规范化。

8.7 节水与管理措施

加强供水范围内的用水户节水工作，实现节水减排效应。对于城乡生活用水户，推广节水器具，制定节水规划和相关法规文件，保障节约用水的实施；对于工业，通过政策引导促进节水型工业的发展，避免高耗水高污染企业的建设运营；对于农业加强渠道和田间防渗工作，同时优化种植结构，提高经济作物种植比例，实现节水增产和节水增收。

工程投入运行后，要完善用水管理制度，加大节约用水和水资源保护的宣传力度。同时要求严格按照流域综合规划、水资源保护规划的要求做好水资源开发、利用、节约和保护工作，严格对本地区的水质状况进行监测，发现重点污染物排放数量超标的，或者水功能区的水质未达到水域使用功能对水质要求

的，及时报告，政府依法对水资源进行强制性保护。

8.8 社会环境影响减缓措施

（1）采用设置屏障、及时覆土回填和复原等手段，消除施工对市容的影响。

（2）在有植被处施工时，将表土和深土分别堆放，保留表土，施工完成后分层回填并对植被进行恢复。

（3）对于直接开挖穿越的县级以下道路，开挖前应先设置临时便道，完工后恢复开挖道路原貌，对临时便道进行原貌恢复。

（4）对于直接开挖穿越的水利设施，在施工前应预先修建导流渠导流。

（5）应防止施工对交通的阻塞，制定合理的运输路线，设专人输导交通。

（6）开挖沟槽，遇有管道、电缆、地下构筑物时，需予以保护，并及时与有关单位协同处理。

（7）对项目永久和临时的土地，以及永久或临时土地上青苗按照规定给予合理补偿。

8.9 环境保护措施汇总

本工程环境保护措施汇总详见下表，保护措施分布图见附图 28-附图 29。

表8.9-1 环境保护措施汇总表

时期	因素	环保措施
施工期	生态环境	（1）避让具有重要生态功能的生境； （2）加强拦挡、土工布覆盖、排水沟等措施； （3）落实好水土流失防治措施； （4）做好防治外来入侵种的工作； （5）施工活动要保证在征地范围内进行，施工便道及临时占地要尽量缩小范围； （6）做好生态的恢复与补偿措施。
	大气环境	（1）设置围墙（档）、防尘布（网），加强洒水抑尘等措施； （2）施工单位应尽量选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，选用配装尾气净化装置的柴油发电机，并选用质量较好的燃油，减少燃油废气排放； （3）配合有关部门作好施工期间周边道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此而产生的废气排放； （4）采用弱爆破方式施工，减少粉尘影响； （5）采用小进尺、小装药量的光面爆破技术，减少爆破扬尘； （6）运输设备转载点及装载点喷雾洒水； （7）采用草袋覆盖爆破面。
	水环境	（1）施工废水经处理后回用于施工用水、降尘或林地浇灌，不得随意排入周边水体；

时期	因素	环保措施
		（2）基坑施工排水经处理后用于浇灌林地； （3）在各工区设置移动式环保厕所，生活污水回用于周边林地浇灌。
	声环境	选用低噪声机械、设备，采用隔声措施，合理安排施工时间等。
	饮用水源保护区	（1）穿越和山岩水库管线施工选择在枯水期施工； （2）饮用水源保护区范围内不得设置施工营地、永久弃渣场，严禁向水源保护区内排水和堆放固体废物； （3）在过河管道施工时，做好施工段河床的围闭工作、加快施工进度； （4）严格划定施工范围，开展施工期环保教育，让施工人员清楚饮用水源保护区的保护范围、保护内容、保护水源的重要性等；设置明显标志提醒施工人员注意保护； （5）做好机械漏油等环境风险防范措施等。
	地下水	（1）施工前应采取超前探水措施，对隧道涌水采取封堵或疏导措施，贯彻以堵为主、限期排放的原则，尽量保持隧道开挖区域地下水的原有径流条件； （2）对施工污废水进行收集，在每个遂洞进、出口设置隔油池和沉淀池，处理达标后回用于生产或是用于施工场区洒水降尘； （3）做好地下水勘察，研究合理施工方法，谨慎进行开挖作业，并通过压气、化学注浆、防水混凝土、橡胶止水带等辅助施工方法挡水，以保持地下水位，最大程度减少因隧道施工给洞顶植被带来的影响。
	水土流失	采取临时拦挡、表土剥离、表土回填、临时排水沟、沉沙池、临时苫盖等措施。
运行期	水源保护	（1）调整石马河、石壁水库功能； （2）划定石马河取水口水源保护区范围，设立饮用水水源保护区标志； （3）加强农村面源污染防治、生活污染源防治，减少对石马河水源的影响，加强石马河水质的监测； **（4）强化水资源管理和调度制度，在石马河陂下安装生态流量自动监控设施，避免因引水工程导致生态流量保障程度降低。**
	输水线路水环境	划定工程管理范围和保护范围，不得在工程管理范围和保护范围内从事任何危及工程安全的活动。
	生态环境	（1）施工结束后，尽快恢复临时占用区的植被，可选择当地土著的植物种类进行绿化； （2）加强顶管、检测井等地表工程两侧的绿化，恢复林地景观； （3）工程运营期要对石马河的水域面积、主要湿地植被类型及其分布、生态流量等进行监测； （4）建立监测和评估机制，定期对水生生态环境进行监测，评估引水工程是否会对石马河的水生生态环境造成影响。
	净水厂	（1）废水 ①本工程净水过程产生沉淀池排泥水和滤池反冲洗水，污水主要污染物为悬浮物，不含有毒有害成分，经沉淀、脱水等去除颗粒物后返回制水工序用于制水可行； ②净水厂的生活污水和检验室清洗废水产生量较小，仅约1.64t/d（603.5t/a），水质成分简单，污染物浓度较低，生活污水

时期	因素	环保措施
		经三级化粪池处理后可达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后回用于厂区绿化。 （2）废气 ①臭气 净水厂在净水过程原水中的悬浮物会沉淀产生污泥，成分主要为泥沙，含有机质很少，故污泥产生的臭气微量。类比同类型自来水厂，预计净水厂边界臭气浓度值≤20（无量纲），满足《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）表 1 恶臭污染物厂界二级新扩改建标准值，不会对周边大气环境产生明显不良影响。 ②净水厂设置食堂，产生食堂油烟用集气罩收集经 1 套油烟净化装置处理后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求，不会对周边大气环境造成明显不良影响。 （3）噪声 本工程净水厂运行期噪声污染源主要为各类泵、风机等设备运行时产生的噪声。通过“选用低噪声设备、隔声、减振、消声等”综合噪声控制措施，净水厂厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求。 （4）固体废物 ①生活垃圾交由环卫部门定期清运； ②废包装材料收集后外售废品回收单位综合利用；污泥运往生活垃圾填埋场处理； ③危险废物暂存于危废间，定期交由有资质单位处理。 （5）地下水、土壤 ①本工程地下水、土壤污染防治措施坚持“源头控制、末端防治、污染监控、应急响应相结合”的原则，即采取主动控制和被动控制相结合的措施。 ②本工程将选择先进、成熟、可靠的工艺技术和较清洁的净水材料，并对产生的废物进行合理的回用和治理，以尽可能从源头上减少污染物排放；严格按照国家相关规范要求，对工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应的措施，以防止和降低污染物的跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降低到最低程度。 ③根据建设项目污染控制难易程度、场地天然包气带防污性能和污染物特性等，本工程划分地下水污染防渗分区为简单防渗区、一般防渗区和重点防渗区。
	节水与管理	加强供水范围内的用水户节水工作，实现节水减排效应；工程投入运行后，要完善用水管理制度，加大节约用水和水资源保护的宣传力度。
	社会环境	及时恢复施工对市容的影响，做好相应的补偿工作。

8.10 环境影响后评价要求

在本工程通过环境保护设施竣工验收且稳定运行三至五年内，根据 2016 年 1 月 1 日起施行的《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》开展本工程

的环境影响后评价工作，对本工程实际产生的环境影响以及污染防治、生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测和验证评价，并提出补救方案或者改进措施，编制环境影响后评价报告书。

本工程环境影响后评价报告书应当包括以下内容：

（1）建设过程回顾。包括环境影响评价、环境保护措施落实、环境保护设施竣工验收、环境监测情况，以及公众意见收集调查情况等；

（2）工程评价。包括项目地点、规模、生产工艺或者运行调度方式，环境污染或者生态影响的来源、影响方式、程度和范围等；

（3）区域环境变化评价。包括建设项目周围区域环境敏感目标变化、污染源或者其他影响源变化、环境质量现状和变化趋势分析等；

（4）环境保护措施有效性评估。包括环境影响报告书规定的污染防治、生态保护和风险防范措施是否适用、有效，能否达到国家或者地方相关法律、法规、标准的要求等；

（5）环境影响预测验证。包括主要环境要素的预测影响与实际影响差异，原环境影响报告书内容和结论有无重大漏项或者明显错误，持久性、累积性和不确定性环境影响的表现等；

（6）环境保护补救方案和改进措施；

（7）环境影响后评价结论。

9 环境管理与监测计划

环境管理与环境监测是企业管理中的重要环节。建立健全环保机构，加强环境管理工作，开展环境监测、监督，并把环保工作纳入生产管理，对于减少企业污染物排放，促进资源的合理利用与回收，对提高经济效益和环境效益有着重要意义。

9.1 环境管理机构

9.1.1 环境管理机构设置

为保证环境管理工作的有效性和公正性，应成立与工程无利益冲突的独立于施工部门的环境管理机构，且该机构的从业人员应具有适当的资历和经验。机构设置建议如下表：

表9.1-1 施工期环境管理机构设置

人员设置	输水管线工程（人数）
组长	1
环境空气监督员	1
噪声监督员	1
固体废物监督员	1
投诉热线工作人员	1

9.1.2 环境管理职责和权限

环境管理小组应根据工程的施工计划，制定详细的管理计划，并每月对该计划进行检查，以及进行必要的修订。

组长应向工程领导者汇报工作，每月定期汇报环境管理检查成果，就检查中发现的潜在环境问题提出针对性的解决办法。

大气和噪声、固废监督员应根据计划巡视检查各项目施工期环境预防措施的落实情况，负责安排各项监测定时定点按计划进行，并每月将检查、监测结果和现场处理意见向组长汇报。

投诉热线工作人员负责投诉电话的记录、整理，向组长汇报，并负责向公众解答处理结果。

9.2 环境管理方案

9.2.1 项目施工阶段环境管理方案

在施工阶段，环境保护是承包商的责任。

（1）环境空气的控制

1）施工期间要做到文明施工，根据施工计划制定防止扬尘污染的措施，如加设挡板、洒水，多余土方及时清运，运输车辆在离开现场上路行驶之前车轮用水冲洗，加盖帆布运输等，同时尽量避免在起风的情况下装卸物料。

2）作业地点定期检查并对敏感点 TSP 进行监测，发现超标现象应限期整改。

3）对违反操作规定施工或有问题不及时整改的采取行和经济处罚。

（2）水环境的控制

1）生产及生活废水严禁未经处理外排。

2）施工场地应加强管理，防止土石方、施工材料等进入堆放地附近河道。

3）输水管过河管道的施工应选择合理的方案，尽量减少河道开挖。

（3）噪声环境的控制

1）以先进的低噪声施工工艺代替落后的高噪声施工工艺。

2）推土机、挖掘机及装卸车辆进出场地应限速，加强机械设备、运输车辆的保养维修。

3）合理安排工期及施工时间，避免强噪声作业机械持续影响周围居民。

4）按规定操作设备，尽量减少碰撞噪声，尽量少用哨子等指挥作业。

5）定期对敏感点噪声水平进行监测，对超标点提出治理措施。

（4）生态环境的控制

1）对于管道铺设过程中必须占用的绿地，不得随着损害；弃土回填后要重视表面的植被培养以防止水土流失；施工结束后，临时占地要进行清理整治，拆除临时建筑，清扫地面，并及进行绿化，将水土流失降至最低水平。

2）对施工临时占地，应将原有土地表层耕作的熟土堆置一旁，待施工完毕后将熟土推平，恢复土地表层。

（5）固体废物的控制

1）建筑垃圾和弃方要按当地有关部门规定统一处理，生活垃圾由环卫部门统一收

集。

2）废土堆放场地周围应修建围墙和集排水沟，保证场地排水通畅，防止雨季堆场雨水不能及时排放而外溢。

3）建筑垃圾和废土要及时处置，减少在施工场地的堆放时间。

（6）社会环境保障

1）按照我国政府及当地的有关征地政策和补偿办法，对被征用土地的村民进行合理补偿。

2）管线分段施工，尽快完成开挖、浇注、回填等，材料运输要避开交通高峰期。

3）加强对管理、施工人员在文物保护方面的教育和意识的培养，一旦发现文物古迹，要立即通知当地文物保护部门，并及时保护好现场，待文物部门妥善处理后再继续施工。

9.2.2 环保人员培训

为保证环境管理工作的顺利、有效开展，须对企业员工进行知识、技能的培训，除向全体员工介绍本工程的重要性和施工意义外，还应针对不同岗位做不同的培训。

9.2.3 信息交流

环境管理要求在组织内不同部门、不同岗位之间进行必要的信息交流，同时还要向外通报有关信息。

9.3 环保监督计划

本工程环保监督计划见下表。

表9.3-1 环保监督计划表

阶段	监督机构	监督内容	监督目的
设计阶段	市生态环境局	1.审批环境影响报告书	1.保证环评内容全面，专题设置得当、重点突出。 2.保证本工程可能产生的重大的、潜在的问题已得到反映。 3.保证减缓环境影响的措施有具体可行的实施计划。
施工阶段	市生态环境局、文物局	1.审核环保初步设计。 2.检查施工临时占地的还原、植被还原和环境的恢复。 3.检查粉尘和噪声污染控	1.严格执行三同时。 2.确保临时占地满足环保要求。 3.减少建设对周围环境的影响，执行相关环保法规和标准。 4.确保河水水质不被污染。

		制措施，决定施工时间。 4.检查空气污染物的排放。 5.检查施工场所生活污水和含油废水的处理和排放。 6.弃土的处理。 7.检查是否有地下文物。	5.确保景观和土地资源不被严重破坏，避免造成水土流失。 6.确保文物资要不被破坏。
运行阶段	市生态环境局	1.检查监测计划的实施。 2.检查环境敏感点的环境质量是否满足其相应质量标准要求。	1.落实监测计划。 2.切实保护环境。 3.加强环境管理、切实保护人群健康。

9.4 环境监测计划

9.4.1 监测目的

环境监测主要是施工期以及运行期，其目的是为全面、及时掌握拟建项目污染动态，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，及时向主管部门反馈信息，为项目的环境管理提供科学依据。

9.4.2 监测内容

（1）施工期监测

施工期间根据污染特点和实际情况，建立一定的监测制度并保证实施。监测方法按照现行国家、部颁布的标准和有关规定执行，其监测内容见下表，具体点位图见附图 30。

表9.4-1 施工期环境监测计划

序号	环境要素	监测点位	监测项目	监测频率
1	环境空气	施工区建材堆场、无铺装施工道路、施工作业区附近居民点	TSP	1 期/2 个月，2 天/期，2 次/天干旱天气（大风天气加强）随时抽查
2	噪声	各施工区施工场地边界	Leq	每月一次，每天昼夜各一次
3	地表水	石马河取水口附近	流速、水温、水深、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、SS、氨氮、总磷、总氮、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、硝酸盐氮、	涉水施工前及施工后各测一次

序号	环境要素	监测点位	监测项目	监测频率
			叶绿素 a、初级生产力	
		管线跨越和山岩水库处	流速、水温、水深、透明度、pH、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、SS、氨氮、总磷、总氮、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群	涉水施工前及施工后各测一次
4	地下水	隧洞施工区附近、输水线路沿线跨河流施工区附近	K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}、Cl^-、SO_4^{2-}；pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠菌群、细菌总数等	每年监测两期，每期1天
5	水污染源	选择基坑排水、施工废水等产生量较大或靠近地表水体的施工区布设监测断面，作为典型断面	施工废水：pH、SS、石油类等指标； 基坑排水：pH、SS	每季度监测1次
6	水生生态调查	取水口及取水口上、下游	生境条件：水温、溶解氧、pH值、透明度、水深、流速等。 水生生物监测项目：叶绿素a含量、浮游动植物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。	施工期内每年开展2期监测
			鱼类种群资源调查：调查鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，分析鱼类种类的变化趋势。	

（2）运行期监测

运行期主要对地表水、生态环境情况以及净水厂废气、废水、噪声进行调查，详见下表。

表9.4-2 营运期环境监测计划

序号	要素		监测点位	监测项目	监测频率
1	净水厂	废气	厨房油烟排放口	油烟	1年/次
		废水	根据《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017），无自行监测要求		
		噪声	厂界	等效A声级	每季度监测一次
2	地表水		石马河取水口	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中基本项目24项、集中式水源地补充项目5项、特定项目80项，共109项全指标。	每年一次
3	水生生态调查		取水口及取水口上、下游	生境条件：水温、溶解氧、pH值、透明度、水深、流速等。 水生生物监测项目：叶绿素a含量、浮游动植物、底栖动物、水生维管束植物的种类、分布密度、生物量。	运行期需开展全生命周期监测，工程开始调水后每年在4月、10月各监测一次，暂定监测20年。
			取水口及取水口上、下游	鱼类种群资源调查：调查鱼类的种类组成、种群结构、资源量的时空分布及累积变化效应，分析鱼类种类的变化趋势。	运行期需开展全生命周期监测，工程开始调水后每年在4月、10月各监测一次，暂定监测20年。
4	陆生生态调查		工程沿线	植被恢复效果调查，包括调查植物成活率、萌发情况、幼树长势、植被覆盖率、植物种类变化等。	运行期需开展全生命周期监测，工程运行期内每年调查1次，暂定监测20年。

9.5 施工期的环境监理

9.5.1 环境监理范围、阶段、期限

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域。

工作范围：施工现场、生活营地、施工便道、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。

工作阶段：施工准备阶段、施工阶段。

监理服务期限：从工程施工准备阶段开始至工程竣工验收。

9.5.2 工作目标

环境监理工作目标：环境监理依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、

法规、政策、技术标准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签订的监理、施工承包合同。按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于本工程，实施全面环境监理，使工程在设计、施工等方面达到环境保护要求。

按照本报告书提出的监督管理计划中的措施要求进行监理。

（1）对主体工程和临时工程造成植被毁坏、水土流失等破坏进行监理，对所有水土保持设施、植被保护的内容检查是否达到设计规定的要求；取、弃土是否按程序和位置进行作业；施工中建造临时沉淀池，暴雨来临前在动土点或其它易于发生水土流失的地点用草垫、塑料薄膜等加以防护。

（2）生活污水的处理措施环境监理：对生活污水的来源、排放量、水质指标，处理设施的建设过程和处理效果等进行监理，检查和监测是否达到了批准的排放要求。

（3）大气污染防治措施环境监理：施工区域大气污染主要来源于施工过程中产生的废气和粉尘。对污染源要求达标排放，对施工区域及其影响区域应达到规定的环境质量标准。

（4）噪声控制措施环境监理：为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染源，应按设计要求进行防治，安排合理施工时间，让影响区域的噪声环境质量达到相应的标准。

（5）固体废物处理措施环境监理：重点监督施工过程中产生的建筑废弃物（如弃土、废混凝土块、木屑等），是否运到相关部门指定的地方处置，达到保证工程所在现场清洁整齐及沿线不受二次污染的要求。

（6）环境监测监理：按本报告监测内容进行环境监测监理工作。

9.5.3 环境监理的工作内容和方法

9.5.3.1 监理工作内容

（1）施工前期环境监理

①污染防治方案的审核：根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的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。污染物的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，审核整个工艺是否具有清洁生产的特点，并提出合理建议。

②审核施工承包合同中的环境保护专项条款

施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求应以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测、减少施工期对环境的污染影响，同时应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。

（2）施工期环境监理

①监督检查水土保持以及植被措施是否按环保对策执行环境保护措施、措施落实情况及效果。

②监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染，尽量使用产噪声级较小的施工设备，控制夜间施工时间。

③监督检查建筑工地生活污水和生活垃圾是否按规定进行妥善处理处置。

④监督检查施工生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。

⑤冲洗机械设备的含油废水须经隔油池处理达标后排放。

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的使用状态，施工现场是否积水。

⑦施工期间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。

⑧做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验工作。

⑨参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

9.5.3.2 监理工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式。

（1）监理人员要定期对施工现场进行巡检，对存在重大环境问题的施工区域要进行跟踪检查，并详细客观（以文字及现场照相或摄像的形式）地记录检查情况；

（2）对检查中发现的问题，以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改；

（3）在环境敏感区城内若发生环境污染事故，应要求承包商进行监测，并提供监测数据，必要时，建议聘请专业人员进行监测，依据监测结果，对存在的环境问题及时要求承包商治理；

（4）要求承包商限期解决的重大环境问题，承包商拒绝或限期满仍未解决时，在与建设单位协商后，向承包商发出“环境行动通知”，由建设单位聘请合格人员实施

环境行动；

（5）督促承包商编报环境工作月报，并审阅承包商环境月报，对承包商的环境管理工作进行评价，并提出改进意见；

（6）听取工程附近居民及有关人员的意见，及时了解公众对环境问题的看法，提出解决的建议，并向有关方面做出汇报。

9.5.3.3 监理主要内容及工作重点

（1）环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照建设单位的委托，按照施工期工程环境监理方案和工作重点开展工作，确保隧洞施工、输水管线施工、穿越施工以及施工营地、料场、堆土场、施工便道等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施的执行情况，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

（2）工作重点

本工程环境监理的重点应放在隧洞施工、管道开挖穿越河段、森林公园、水源保护区等地区附近施工时的监理，确保施工期的一切活动都符合环保的要求，并监督敏感区的环保措施的落实情况。施工期环境监理方案及重点监控内容见下表。

表9.5-1 施工期环境监理方案及重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目的
隧洞施工区域	1、施工季节和天气是否合适； 2、核对现场地形、地貌、水文、地质情况，核实是否按照施 工方案进行； 3、是否划定施工作业范围，是否有超范围施工的情况； 4、洞口开挖前是否修建截水沟等水土流失防治措施； 5、施工过程中是否出现地下水渗漏问题，是否有得到妥善处理； 6、施工结束后对洞口植被是否进行恢复； 7、施工废水和基坑排水是否妥善处理回用，是否有废水流入周边水体，特别是和山岩水库水体； 8、施工废物是否妥善处理处置； 9、施工结束后，施工现场是否进行清理，恢复原貌。	防治水体污染和防治水土流失
开挖穿越河流区域、穿越水源保护区区域	1、施工季节是否合适，是否是河流的枯水期，是否避开灌溉季节； 2、多余土石方堆放是否远离河道和水体； 3、建筑材料堆放是否整齐，是否有遮挡措	防治水体污染和防治水土流失

重点点段	重点监理内容	目的
	施； 4、是否划定施工作业范围，是否有超范围施工的情况，是否超越施工作业面； 5、是否有明确施工区域与饮用水源保护区范围的位置情况，是否有明确施工要求； 6、施工营地是否设置在河床以外区域，施工营地是否设置在饮用水源保护区以外区域； 7、施工场地是否建有生态环保厕所； 8、施工机械是否有漏油现象，在穿越河流的两堤内是否存在给施工机械加油或存放油品储罐的现象； 9、在河流主流区和漫滩区内是否有清洗施工机械或车辆的现象； 10、施工结束后是否对河床等进行护坡处理； 11、施工产生的建筑垃圾是否妥善处置； 12、施工场地选择是否把减少植被破坏作为首先考虑的因素之一； 13、对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放是否采取了先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 14、施工生产废水是否存在随意排放的现象； 15、施工结束后，管沟回填后多余土石方是否妥善处理； 16、施工结束后，施工现场是否进行清理，恢复原貌。	
管道两侧200m范围内的居民点	1、每天20时至次日凌晨6时是否按要求禁止高噪声设备作业，是否存在噪声扰民的现象，是否有居民投诉； 2、施工路段、土料拌和场地、运输便道等是否定时酒水； 3、粉状材料堆放时是否设蓬盖； 4、施工现场是否设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围； 5、汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是是否加盖蓬布、是否控制车速，防止物料酒落和产生扬尘； 6、物料卸车时是否尽量减少落差，减少扬尘； 7、大风时，是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施； 8、运输路线是否尽可能地避开村庄，施工便道是否进行夯实硬化处理，以减少扬尘的起尘量； 9、各类推土施工是否做到随土随压、随夯，减少水土流失； 10、对推过的土地是否做到及时整理，是否有植被恢复或绿化措施；	防止噪声影响居民，防止施工扬尘对居民产生影响，减少居民损失，保护居民正当权益

重点点段	重点监理内容	目的
	11、以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象； 12、施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象； 13、施工期产生和生产垃圾是否集中收集，是否运至地方环保部门指定地点安全处置。	
管路施工段	1、施工季节选择是否合理； 2、施工产生的弃土石方是否合理处置； 3、是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施。	减少水土流失，保护周边野生动、植物

9.6 建设项目环境保护“三同时”验收内容

本工程应严格执行“三同时”制度，在项目建设过程中，环境污染防治设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。拟建项目建成运营时，应对环保设施进行验收，验收清单见下表。

表9.6-1 项目环境保护“三同时”验收一览表

项目	验收内容	验收要求
一：施工期		
大气防护措施	1、是否加强对建设施工和运输的管理，保持道路清洁，控制料堆和渣土堆放，并做好遮盖措施，防治扬尘污染。 2、是否将防治扬尘污染的费用列入工程造价，并在施工承包合同中明确施工单位扬尘污染防治责任；施工单位是否制定了具体的施工扬尘污染防治实施方案。 3、在施工工地是否设置硬质围挡，并采取覆盖、分段作业、择时施工、洒水抑尘、冲洗地面和车辆等有效防尘降尘措施。建筑土方、工程渣土、建筑垃圾应当及时清运；在施工场地内堆存的，应当采用密闭式防尘网遮盖。工程渣土、建筑垃圾应当进行资源化处理。 4、施工工地和临时施工便道是否进行路面硬化，是否采取洒水、喷洒抑尘剂等措施加强保洁清扫。 5、在施工工地是否公示了扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息。 6、运输垃圾、渣土、砂石、土方等散装、流体物料的车辆是否采取密闭或者其他措施防止物料遗撒造成扬尘污染，并按照规定路线行驶。 7、装卸物料是否采取密闭或者喷淋等方式防治扬尘污染。	施工期颗粒物排放满足广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB4427-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值周界外浓度最高点1.0mg/m³
地表水防护措施	1、各施工工区是否按要求设置了排水渠、隔油池、沉淀池等废水处理措施。 2、隧洞施工废水是否采取沉淀过滤后，回用于周边山林灌溉。 3、机械修护含油废水等施工废水是否采取隔油沉淀过滤后，上清液回用于施工场地洒水，不外排，隔油渣交由有处理资质的公司处理。 4、基坑施工排水是否经过沉淀后，用于浇灌林地。 5、施工工区设置是否避让饮用水源保护区、基本农田等敏感区。 6、各施工工区是否按要求设置了移动式环保厕所，是否回用于周边林地灌溉。 7、施工结束后，施工单位是否及时清理施工场地，是否按国务院的《土地复垦规定》复垦，栽种物种应以原有覆盖种为主。泥浆是否按照规定处理。	生活污水、基坑排水以及隧洞排水处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后用于周边山林地灌溉，不排入项目周边水体
地下水防护措施	1、源头控制措施：各施工段施工期间是否设置了排水渠、沉淀池、隔油池等，以收集处理各类施工废水；在开挖过程中是否保持施工机械的清洁，并严格文明、规范施工，避免油脂、油污等跑冒滴漏进而污染地下水；是否做好施工、建筑材料的存放、使用管理，避免受到雨水的冲刷而进入地下水环境。 2、分区控制措施：沿线各段施工工区设置的污水处理设施是否采取了防渗漏措施，确保不污染地下水；是否严格执行各环节的防渗要求。	按环评落实各项措施

项目	验收内容	验收要求
	3、施工前，是否对地下水的分布、类型、贮存、补给、径流和排泄条件做进一步详细勘察，合理调查施工方法，采通过压气、化学注浆、防水混凝土、橡胶止水带等辅助施工方法挡水，以保持地下水位。 4、施工过程中是否发生地下水漏失情况，是否采取堵漏措施。	
噪声污染防治措施	1、在项目施工过程中是否严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，施工场界噪声是否达标。 2、施工时段是否按照以下规定安排：施工场地 200m 内若有居民居住，应合理安排施工时间，禁止噪声设备在作息时间（中午和夜间）内作业；如需要连续施工，夜间则尽量安排噪声量小的工程作业，以减少对居民的影响，并取得城管部门和环保部门的夜间施工许可，并张贴安民告示，获取周围民众的理解。 3、是否选用了低噪声机械设备或带隔声、消声的设备。 4、在施工边界，特别是距离周围居住区附近的施工现场是否设置施工屏障，高音设备是否设置临时隔声屏，以减少噪声的影响。 5、是否尽量采用市政电网供电，避免使用柴油发电机组。 6、施工时，施工场地、临时土料场、施工便道的设置是否避开近距离环境敏感点，在居民区附近是否进行限速并张贴施工告示，获取公众配合。	施工厂界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）
固废处置措施	1、生活垃圾：施工人员生活垃圾是否统一收集后，由环卫部门定时和统一集中处置。 2、建筑垃圾：施工期建筑垃圾是否全部清运到指定地点合理消纳。 3、渣土：渣土是否尽量回用于项目，多余弃土是否向城管部门申报，在指定地域消纳。 4、施工期间产生的机修废油委托有资质的部门处理。	按环评落实各项措施
生态保护措施	1、是否尽可能避让饮用水源保护区、基本农田等敏感区。 2、是否尽量保留原有植被，是否保存表土，并采取加盖防流失等措施。 3、施工便道及临时占地是否位于饮用水源保护区、基本农田等敏感区外。 4、施工活动是否在征地范围内进行。 5、施工区域、临时道路、堆土场等区域是否落实相应的水土保持措施。 6、施工结束后，临时占地是否及时复耕或恢复绿化等。 7、是否进行林地、农用地占用的生态补偿。 8、涉及水域施工的，是否建立鱼类及时救护机制，是否落实对水生生物的保护措施。	按环评落实各项措施
环境监测、监理	施工期是否实施了环境监测、监理，对报告书提出的施工期环保措施进行落实。	按环评落实各项措施
二：运行期		
水源	对石马河取水口水质进行监测，明确是否满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 II	石马河水质满足《地表水

项目		验收内容	验收要求
		类标准。	环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准
生态环境		1、取水口、隧洞、输水管沿线的施工场地恢复情况，是否落实植被恢复等措施。 2、保障下泄流量。 3、做好生态风险防范措施。	按环评落实各项措施
净水厂	废水	1、本工程净水过程产生沉淀池排泥水和滤池反冲洗水，污水主要污染物为悬浮物，不含有毒有害成分，经沉淀、脱水等去除颗粒物后返回制水工序用于制水。 2、净水厂的生活污水和检验室清洗废水处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后回用于厂区绿化。	净水厂的生活污水和检验室清洗废水处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准后回用于厂区绿化
	废气	食堂油烟用集气罩收集经 1 套油烟净化装置处理后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求。	食堂油烟用集气罩收集经 1 套油烟净化装置处理后引至办公楼楼顶排放，排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求
	噪声	通过“选用低噪声设备、隔声、减振、消声等”综合噪声控制措施	厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 类标准要求
	固废	1、生活垃圾交由环卫部门定期清运； 2、废包装材料收集后外售废品回收单位综合利用；污泥运往生活垃圾填埋场处理； 3、危险废物暂存于危废间，定期交由有资质单位处理。	/

10 环境保护投资及经济损益分析

10.1 环境保护投资估算

10.1.1编制原则

“谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。既保护环境又为主体工程服务以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

“突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

“功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

10.1.2编制依据

（1）《水利水电工程环境保护设计概(估)算编制规程》（SL359-2006）；

（2）《工程勘测设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号文）；

（3）《广东省水利水电建筑工程概算定额》（粤水建管(2017)37 号）；

（4）环境监测概算采用广东省监测行业指导价；

（5）环保措施各类设备及仪器价格采用当地市场价格。

10.1.3环保投资估算

本工程环境保护投资费用由环境保护措施、施工期环境监测费、运营期环境监测费、独立费用等 4 项组成。本工程环境保护工程总投资估算 246.59 万元，具体见下表。

表10.1-1 环境保护工程投资估算表

类别	项目		单位	单价（元）	数量	金额（万元）
一	环境保护措施					84.83
（一）	施工期污水处理措施					56.51
1	移动洗手间	租用费	个	10000	10	10.00
		清理费	次	50	5475	27.38
2	砼拌和冲洗废水处理	基建费	m^3/d	300	0	0.00
		运行费	m^3	0.5	0	0.00
3	含油废水处理	基建费	m^3/d	500	57.6	2.88
		运行费	m^3	1	53568	5.36
4	高峰期生活污水处理	基建费	m^3/d	350	120	4.20
		运行费	m^3	0.5	133920	6.70
（二）	施工期噪声控制		人	100	500	5.00
（三）	施工期大气质量控制					7.00
1	降尘措施					0.00
2	洒水车		辆	50000	1	5.00
3	洒水车汽油及维修费		辆.年	10000	2	2.00
（四）	固体废物处理					18.33
1	垃圾车租用		辆	50000	2	10.00
2	垃圾车汽油及维修费		辆.年	10000	6	6.00
3	施工期生活垃圾处理费		t	100	232.5	2.33
（五）	施工期卫生防疫		人	100	500	5.00
（六）	宣传教育		年	10000	0	0.00
（七）	鱼类增值					0.00
二	施工期环境监测费					45.90
（一）	水质监测		点位	1500	90	13.50
（二）	大气监测		点位	2000	108	21.60
（三）	噪声监测		点位	1000	108	10.80
三	运营期环境监测费					0.00
（一）	水质监测		点位	500	0	0.00
（二）	生态监测					0.00
	一~三合计					130.73
四	独立费用					97.59
（一）	建设管理费					27.84
1	环境管理经常费		（一~三）*3%			3.92
2	环境保护设施竣工验收费		包括竣工验收报告编制费、验收监测及验收监测评估费，费用类比环评费用			20.00

类别	项目	单位	单价（元）	数量	金额（万元）
3	环境保护宣传及技术培训费	（一~三）*3%			3.92
（二）	招标业务费	计价格〔2002〕1980 号文			0.00
（三）	经济技术咨询费	粤水建管〔2017〕37 号			0.00
（四）	工程造价咨询服务费	粤价函〔2018〕3 号			0.00
（五）	科研勘测设计费				33.75
1	环境影响评价费	计价格〔2002〕125 号文			24.00
2	勘测设计费	计价格〔2002〕10 号文			9.75
（六）	环境工程监理费	2 人 3 年，每人每年 6 万元			36.00
	一~四合计				228.32
	基本预备费（一~四）*8%				18.27
五	合计				246.59

10.2 环境经济损益分析

10.2.1 目的与遵循原则

本工程的环境影响经济损益分析主要遵循以下原则:

（1）突出重点、兼顾一般的原则

环境经济损益分析主要抓住重大影响因素进行分析，对相关密切的一般影响因素可适当加以综合。

（2）终极影响原则

鉴于各环境因子之间的关系十分复杂，在进行环境经济损益分析是，只考虑那些与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

（3）一次性估价原则

为使环境经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性,统一按现行价格水平年为计算标准，进行一次性估价，使估价具有可比性。

（4）减免不利影响的补充投资原则

对生态与环境的不利影响，着眼于预防、保护和挽救，以减免不利影响。在环境经济损益分析中，尽量运用补救措施和防护措施的费用，作为反映工程环境影响效应大小的尺度，而不是消极地计算损失值。

10.2.2环境影响经济损益分析方法

环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理,在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下，运用费用-效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析，按效益/费用比值大小，从环保角度评判工程建设的合理性。

根据本工程对不同环境要素的影响特点，在进行环境经济损益分析是，主要选取了接受补偿法、防护费用法、影子水价法和有无项目对比法等分别进行估算。其中，接受补偿法适用于在适当规模投资保证下，采取合理措施可减免不利影响的项目，如生态影响；工程对生物物种及水土流失的影响等这类无法估价和重要的对象则采用防护费用法进行转换计算；供水效益计算采用影子水价法进行计算。

10.2.3环境损益分析

10.2.3.1 环境效益分析

兴宁城区属于合水水库供水片区。目前兴宁城区只有合水水库做为唯一的供水水源，随着经济的发展，兴宁市的城市化水平不断提高，城区范围也不断扩大，城乡一体化进程持续推进，周边乡镇供水也逐步纳入合水水库供水片区，水资源的供需矛盾日益明显，水资源的区域性分布不均、水资源的工程性配置不足严重制约着社会经济的发展，解决区域水资源缺乏的问题已迫在眉睫。

根据相关规划中的需水预测及水资源供需分析，兴宁城区所在的合水水库供水片区近远期水平年均存在用水缺口。城区作为全市政治、经济、文化中心，优化水资源配置的关键是解决该区域的用水问题。优化水资源配置方案的原则为优先考虑本流域挖潜，其次考虑跨流域调水。

石壁水库属石马河水系，和山岩水库、和山水库属和山河水系，两者同属宁江流域。

因此，近期水平年先充分挖掘宁江流域潜力，实施石壁水库与和山岩水库水系连通工程，将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，与合水水库形成双水源(合水水库为主要水源)，并作为城区的应急水源。

根据本工程水资源配置方案，受水区各类用水优先利用本地水资源，在受水区用

水缺口时将石马河富余水量引至和山河流域，并利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，向兴宁城区供水，补充水源与本地水源统一配置，用于受水区生产生活、农业灌溉及河道内生态用水。

根据相关需水预测及水资源供需分析，兴宁城区所在的合水水库供水片区近远期水平年均存在用水缺口。近期2025年缺水规模为7万m^3/d；远期2035年缺水规模为13.35万m^3/d；城区作为全市政治、经济、文化中心，优化水资源配置的关键是解决该区域的用水问题。

根据水资源配置成果，本工程多年平均供水量1054万m^3，本工程实施后，将在较大程度上改善受水区用水条件，通过提高受水区各类用水的供水保证率，有效缓解受水区缺水状况；尤其是，河道内生态用水的供水量增加，工程实施后受水区的水环境、水生态环境将得到改善，环境效益显著。

10.2.3.2 环境损失分析

采用替代法计算，为减免本工程环境损失，需采取相应的环保措施进行减免。依据环评报告书中提出的各项环境保护措施，需投入246.59万元。

同时，从石马河取水将在一定程度上对石马河镇居民的生产活动及农田灌溉带来影响。因此，建议在未来实施补贴政策时，给予石马镇居民以优惠待遇，以确保他们的生产和生活得到妥善保障。

10.2.3.3 综合分析

本工程环境保护投资占工程总投资的比例较小，基本不会影响工程建设的经济可行性。在环境保护措施实施后，可最大限度地减少工程建设对环境的不利影响，避免因环境损失而造成潜在的经济损失。此外，工程的建设对促进梅州市经济社会发展有很重要的积极作用，通过本工程还可以推进、加强受水区水污染防治规划的实施和水环境整治进度。因此，从环境经济损益分析角度，工程建设是合理可行的。

11 评价结论及建议

11.1 工程概况

本次拟在石壁水库上游石马河新建引水隧洞、进水闸、拦河水陂以及和山水库新建进水口、输水涵管，在石壁水库满足灌溉用水的前提下，将石马河富余水量引至和山河流域，和山岩水库、和山水库现状供水任务和灌溉任务维持不变，利用和山水库、和山岩水库清淤疏浚所挖潜的库容进行调节，并在和山岩水库新建进水口、输水涵管以及下游的净水厂和输水管道，向兴宁城区供水。

本工程主要任务是充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

工程实施后，在保障石壁水库、和山岩水库现状任务的前提下，可新增日供水规模 4 万 m^3/d，年引水量为 1054 万 m^3，供水保证率达 97%。

11.2 工程分析

本工程项目组成主要有主体工程（取水口、输水管道、交水点等）、施工辅助工程等。

工程施工期的影响主要是施工噪声、扬尘、施工污废水、弃渣等对周围环境的影响。工程运营期主要影响为对取水口下游河道水文情势、水源区及受水区水环境影响、水生生态环境的影响等。

本工程的建设符合国家和地方产业政策的要求，符合水资源综合规划、水利发展规划和环境保护规划等相关规划的要求，从法律法规、路由选线、施工总体布置、渣料场选址等方面分析，本工程方案建设是合理的。

11.3 环境质量现状

11.3.1地表水环境

石壁水库与和山岩水库水系连通工程取水水源为石马河，取水口为石马河洋门村

取水口，交水点为和山岩水库，主要退水河流为宁江。根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的常规水质监测资料，和山河和宁江分别有1个常规监测断面，和山岩水库分布有1个饮用水源地监测点。考虑从2021年开始和山岩水库陆续开展清淤准备及清淤工程，水库的扰动对和山岩水库的水质有一定的影响，本次环评收集和山岩水库未清淤前的年份（2019年-2020年）水质监测数据，收集了宁江、和山河两个常规水质监测断面(2022年- 2024年)例行监测资料。

根据梅州市兴宁生态环境监测站提供的2019年~2020年常规水质监测资料，和山岩水库各监测因子年均值能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。宁江的马头围桥断面基本项目均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，和山河2024年达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，相比2022年和2023年水环境质量，有了较大的改善。

根据补充监测数据：引水隧道进水闸处、石壁水库各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） II类标准，和山水库、和山河各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002） III类标准，周边水环境质量较好。

11.3.2地下水环境

由监测结果可知，本工程地下水评价范围内3个现状监测各监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准。

11.3.3环境空气

根据《2023年梅州市生态环境质量状况》，梅州市SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年平均质量浓度，CO第95百分位数日平均质量浓度、臭氧第90百分位数8小时平均质量浓度满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准的要求。**故梅州市大气环境质量属达标区**。根据现状监测统计与分析，评价区范围内监测点的TSP满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准

11.3.4声环境

根据监测结果，监测时段内净水厂四周声环境质量现状均能满足《声环境质量标准》（CB3096-2008）中的2类标准，输水管线周边敏感点声环境质量现状均能满足《声环境质量标准》（CB3096-2008）中的1类标准，说明项目所在地附近区域声环境

质量较好。

11.3.5生态环境

陆生生态：结合资料和实际调查，净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园，**涉及森林公园范围 0.165h ㎡，和山水库输水涵管、和山岩水库输水线地下穿越梅州兴宁和山岩地方级森林公园 191.07m。**因梅州兴宁和山岩地方级森林公园未开展编制总体规划的相关工作，所以暂未有相关功能分区。评价区维管植物共计 126 科 342 属 473 种，共记录有野生维管植物 112 科 266 属 362 种，栽培植物有 56 科 98 属 111 种，记录到国家保护植物 1 种，评价区范围内已建档的古树有 4 棵，二级古树 1 棵，三级古树 3 棵。评价区共记录到陆生野生脊椎动物 74 种，隶属于 16 目 51 科，其中，国家二级保护野生动物 2 种；广东省重点保护野生动物 3 种，“三有”保护物种 55 种。

根据林业二调数据和实地调查，评价区内植被以针阔混交林和针叶相对纯林为主，区内分布有居民区、养殖场、农田、水电站、引水渠系、水库、道路等不同的人为设施，总体而言评价区野生动植物栖息地受人为干扰的影响程度较高，栖息地连通性较差。

水生生态：根据中华人民共和国国家生态环境标准《水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》，参考其区域生态健康标准。因底栖动物和鱼类鉴定出来的种类和数量较少，不使用这二项进行生态评价，在调查期间区域中 6 个站位，其中 1 个生态站位评价为一般，5 个生态站位评价为较差，整体综合评级为较差，因此该水域的生态健康分级处于较差水平。

11.4 环境影响预测评价结论

11.4.1.1 地表水环境影响预测与评价

1、拦河水陂建设影响区

本工程新建拦河水陂 1 座，施工时尽量在枯水期进行，需要采取围堰施工，围堰施工过程会产生一定的基坑废水，根据同类工程监测资料，基坑废水 pH 值达 11~12，悬浮物浓度 1500~2500mg/L，其产生量与施工期降雨量及河流大小有关，项目在采用围堰开挖的河流两侧分别设置管沟及 1 个 10m^3 隔油沉淀池，将基坑废水集中收集，隔

油沉淀处理后，回用于区域施工场地洒水降尘，不会对地表水环境产生影响。拦河水陂施工时段在枯水期施工，上游来水及围堰废水都很小，且施工期可在几天至半个月内完成，施工时间很短，施工结束后做好开挖处的回填工作，根据同类工程施工经验，对受纳水体的水环境影响较小。

根据国家《渔业水质标准》（GB11607-89）规定：“人为增加的悬浮物含量不得超过 10 mg/L”。由上表预测结果可知，取水口围堰施工造成的 SS 浓度增加对局部水体水质影响较大，但由于 SS 浓度增值超过 10 mg/L 仅出现在 45m 范围内，且围堰施工点下游无取水口，施工不会对下游的供水造成影响，而且这种影响是暂时，随着施工的结束而结束。因此本工程围堰施工对石马河水质影响有限。

2、水源及下游影响区

（1）对石马河、石壁水库水资源量影响分析

石壁水库坝址以上集雨面积 102km^2，根据初步设计报告水文章节的计算，水库多年平均入库流量为 1.94m^3/s，多年平均入库径流总量为 6058.5 万 m^3；石马河流域集雨面积为 154km^2，多年平均径流量为 9240 万 m^3。

本次设计从石壁水库上游石马河引水口年均取水量为 1054 万 m^3，占石壁水库坝址以上多年平均径流量的 17.4%，占石马河流域多年平均径流量的 11.4%；工程取水对水库坝址处及石马河流域的水资源会造成一定的影响。但在水量平衡计算中已经保障了石壁水库兴利用水，因此对石壁水库兴利功能无影响。同时，水量平衡计算中考虑了下游生态环境用水量，满足下游河道基本生态环境用水需求，取走的水量对下游石马河的生态环境不致于造成影响。

下游宁江干流河口处集雨面积为 1423km^2，多年平均径流量为 85380 万 m^3；本工程取水量仅占下游宁江流域多年平均径流量的 1.2%，且宁江流域中上游有大(2)型的合水水库作为调节，因此，本工程取水对宁江流域的水资源不造成影响。

（2） 对水文情势影响分析

1、工程取水对下游河道流量的影响

多年平均来水情况下，工程年平均取水量为 1054 万 m^3/a，石马河断面各不同频率下取水流量占比在 15.24~49.45%之间，年平均取水流量占比为 22.35%，从取水量看，多年平均取水流量最大的频率为 97%枯水期，占地石马河流量的 49.45%。

多年平均来水情况下，工程月平均取水量为 95.61 万 m^3，石马河断面各月取水流

量占比在6.49%~37.69%之间，月平均取水流量占比为24.35%。从取水量看，多年平均取水流量最大的月份为6月，取水流量为255.61万m^3，占石马河当月流量的37.13%，从取水流量与断面流量的占比情况看，最大占比月份为10月，取水流量占石马河断面流量37.69%。

P=90%枯水年来水情况下，工程月平均取水流量为27.705万m^3，石马河断面各月取水流量占比在0.62%~27.55%之间，年平均取水流量占比为12.05%。

2、工程对石马河水文情势的影响

通过使用一维水文水动力数学模型进行预测，预测结果如下：

①多年平均情况下的变化分析

多年平均情况下水源区3个典型分析断面的水深、流速变化如下：

取水口上游断面（W1）：工程调水后，断面W1各月水深最大减少值为0.78m，最大减少比例为18.85%，月均水深减少值为0.29m，月均减少比例为12.17%；各月流速最大增加值为0.01m/s，最大增加比例为1.76%，月均流速增加值为0.01m/s，月均增加比例为0.89%。

取水口断面（W2）：断面W2各月水深最大减少值为0.92m，最大减少比例为17.34%，月均水深减少值为0.34m，月均减少比例为11.19%；各月流速最大减少值为0.023m/s，最大减少比例为4.66%，月均流速减少值为0.02m/s，月均减少比例为1.82%。

取水口下游断面（W3）：工程调水后，取水口下游断面W3各月水深最大减少值为0.05m，最大减少比例为1.51%，月均水深减少值为0.02m，月均减少比例为0.97%；各月流速最大减少值为0.01m/s，最大减少比例为1.06%，月均流速减少值为0.01m/s，月均减少比例为0.36%。石壁水库各月水深、流速工程前后无明显变化，总体影响较小。

从时间的变化规律看，丰水期上下游水深、流速变化小，枯水期变化大；从上下游沿程的变化规律看，取水口所在断面变化最大，与取水口距离越远，变化幅度越小；同等距离条件下，取水口下游河段的水深、流速变化总体较上游河段大。

②P=90%枯水年来水情况下逐月变化分析

P=90%枯水年来水情况下水源区3个典型分析断面的水深、流速变化如下。

取水口上游断面（W1）：工程调水后，断面W1各月水深最大减少值为0.31m，

最大减少比例为 15.43%，月均水深减少值为 0.08m，月均减少比例为 6.74%；各月流速最大增加值为 0.015m/s，最大增加比例为 3.41%，月均流速增加值为 0.01m，月均增加比例为 0.76%。

取水口断面（W2）：断面 W2 各月水深最大减少值为 0.43m，最大减少比例为 11.02%，月均水深减少值为 0.11m，月均减少比例为 4.81%；各月流速最大减少值为 0.032m/s，最大减少比例为 2.72%，月均流速减少值为 0.01m/s，月均减少比例为 0.75%。

取水口下游断面（W3）：工程调水后，取水口下游断面 W3 各月水深最大减少值为 0.02m，最大减少比例为 1.10%，月均水深减少值为 0.01m，月均减少比例为 0.48%；各月流速最大减少值为 0.01m/s，最大减少比例为 1.67%，月均流速减少值均为 0.01m/s，月均减少比例为 0.62%。

在 P=90%枯水年来水情况下时间和上下游沿程变化规律与多年平均来水情况相似。

设计最不利来水条件下下项目为保证石壁水库的生态流量，基本不会取水。本工程引水的前提是石壁水库满足石壁水库灌区灌溉用水的前提下，余水才引至和山岩水库，水量平衡计算中已经保障了石壁水库兴利用水，因此对石壁水库兴利功能无影响。同时，水量平衡计算中考虑了下游生态环境用水量，满足下游河道基本生态环境用水需求，取走的水量对下游石马河的生态环境不致于造成影响。

（3）对取水口下游纳污能力影响分析

由预测结果可知，不利情况下洋门村取水口取水引起石马河下游纳污能力有所下降，COD、氨氮以及总磷分别下降 1.98g/s、0.155g/s 和 0.0099g/s。

（4）对石壁水库生态流量满足程度影响分析

根据工程水量供需平衡分析成果，工程实施前石壁水库下泄生态供水月保证率为 93.5%，按照年引水量 1054 万 m^3 进行统计，工程实施后石壁水库下泄生态供水月保证率为 91.9%，尽管生态流量保证率下降了 1.6%，但依然满足《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712-2021）规定的生态基流保证率不小于 90%的要求。对石壁水库下游生态流量影响较小。

（5）对取水口下游生态流量满足程度影响分析

根据工程水量供需平衡分析成果，工程实施前石马河下泄生态供水月保证率为

93.5%，按照年引水量 1054 万 m^3 进行统计，工程实施后石马河下泄生态供水月保证率基本不变为93.5%，满足规范规定的生态基流保证率不小于90%的要求。对石马河取水口下游生态流量影响较小。

（6）对石壁水库农田灌溉满足程度影响分析

采用 1959 年 4 月～2019 年 12 月共 61 年的径流序列进行长系列的水量平衡计算，石壁水库农业灌溉年供水量 1014 万 m^3。灌溉保证率为 88.7%，引水后石壁水库的灌溉保证率为 87.09%，尽管农田灌溉保证率降低了 1.61%，但能满足《广东省高标准基本农田建设规范（试行）》中满足灌溉设计保证率的农田面积比例应不低于 80%的要求。因此，引水后对农业的灌溉用水影响较小。

（7）对取水口下游农田灌溉满足程度影响分析

石马河目前主要功能为农灌，取水口下游暂无生产生活的取水口，因此，本工程实施后对取水口下游的最大影响主要为农田灌溉影响，因此，本次重点分析农田灌溉的保证率变化情况。

根据现场踏勘，石马河取水口下游-其他支流汇入处共长 2.6km，此段需要灌溉的面积约 100 公顷（1500 亩），按照面积搬家法，采用 1959 年 4 月～2019 年 12 月共 61 年的径流序列进行长系列的水量平衡计算，其石马河取水口下游-其他支流汇入处在取水工程前灌溉保证率为90.32%，取水工程后灌溉保证率为88.7%，保证率减少了 1.62%，对取水口下游的灌溉用水产生一定的影响，但能满足《广东省高标准基本农田建设规范（试行）》中满足灌溉设计保证率的农田面积比例应不低于 80%的要求，因此，对取水口下游农田灌溉影响在可接受范围内。

（8）对其他用水户的影响

根据本工程初步设计报告可知，本工程主要影响石壁水库坝后电站及洋门电站。

运营期石壁水库上游石马河的取水，会对石壁水库下游的电站产生一定的影响，电站主要有坝后电站和洋门电站，根据各站点装机等设计参数结合本次调算成果，本工程建成运行取水后，使得石壁水库受影响电站年平均电量损失约 29.9 万 kWh，年均发电损失为 13.1 万元。建议对此部分发电损失予以财政补偿。具体补偿方案可参考本次计算成果由双方协商解决。

3、引水隧洞区、输配水线路、净水厂区施工影响分析

施工期水环境不利影响主要体现在施工废水和施工人员生活污水排放影响生产废

水主要为机修和汽车冲洗废水、混凝土拌和系统冲洗废水、砂石料加工系统冲洗废水、基坑废水及隧洞施工涌水等，各类生产废水处理达标后尽量回用于场地酒水抑尘、绿化等，多余部分方可排放。因此各类生产废水基本不外排，对区域水环境影响不大。

生活污水经化粪池及地埋式污水一体化处理设施处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后回用于道路清扫用水或绿化用水，禁止排入周边水体内。在落实生活污水回用措施后，施工期生活污水对水环境的影响很小。

4、交水水库

（1）交水水库水文情势变化分析

本工程引水至交水水库以水库不超过正常蓄水位为前提，工程引水不需对水库进行扩容，不会改变水库正常蓄水位，不会增加水库正常蓄水位水面面积、库容等主要参数，因此，工程对和山岩水库水文情势影响有限。

（2）水库供水、灌溉及下泄流量过程分析

运行期和山岩水库现状供水任务、灌溉任务和下泄生态流量任务维持不变，水库天然来水量和现状兴利库容用于现状供水、灌溉任务及下泄生态流量调蓄，从石马河外引水量用于和山岩水库新增的供水任务，并利用和山岩水库、和山水库清淤所增加的兴利库容调蓄。因此，和山岩水库在现状供水、灌溉和下泄生态流量不变的情况下，增加对城区生活工业用水，对城区有了更多一份保障。

（3）和山水库水环境影响分析

工程实施后和山水库高锰酸盐指数、COD、氨氮、总磷预测情况如下表 所示。预测结果表明，工程实施后，和山水库库区高锰酸盐指数浓度为 1.75 mg/L，COD 浓度为 8.9mg/L，氨氮浓度为 0.037mg/L、总磷浓度为 0.043mg/L，均能达到 III 类水质目标。入库径流及引水水质均会对和山水库水质产生影响，运行期需加强水源区水质保护及水库水质保护，才能保持水库水质达到功能区水质标准，**和山水库营养状态等级为中营养。**

（4）和山岩水库饮用水源保护区的影响

本工程是兴宁市供水工程中的重要工程之一，其工程任务是将水量分配方案中分配给兴宁市的水量输送至合兴宁市城区内，工程建设与水资源保护相关，不属于饮用

水水源地一、二级保护区内禁止建设项目，所以本工程建设和选址符合饮用水水源地保护相关要求。

项目涉及的饮用水源保护水体为和山岩水库、和山水库。

本工程涉饮水水水源保护区的取水口施工占用水域面积约 663m^2，输水涵管及引水隧洞占陆域约 449m，出水口占陆域约 711m^2。工程施工营地不设置在水源保护区范围内，生活废水不外排，对和山岩水库、和山水库主要影响为取水口围堰及输水管线的施工，主要污染为围堰拆建及水下作业引起局部悬浮物增加，导致水体 SS 浓度上升。围堰拆建和水下施工时间较短，施工期通过局部添加絮凝剂可使水质净化，控制施工产生悬浮物浓度，施工在采取措施的情况下，对和山岩水库、和山水库水源地影响不大。

根据设计，下穿饮用水源保护区的引水隧洞长度为 294m，输水涵管长度约 155m，其中引水隧洞采用钻爆法，在饮用水源保护区外设有施工支洞，输水涵管采用顶管方式穿越，穿越线路两端各设一个工作井：出发井及接收井，下穿隧洞/管线距离与河床底预留有足够的安全距离，因而不会扰动河底，不会对河流水质造成影响。

5、运行期净水厂水环境影响分析

净水厂会涉及检验室清洗废水、管理人员产生的少量生活污水等，生活污水经处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱地作物标准用于厂区绿化，不外排，对周边水环境影响较小。

6、受退水区环境影响分析

（1）受水区及退水去向

本工程受水区涉及兴宁市中心城区(福兴、兴田、宁新三个街道办)和周边的合水镇、龙田镇、叶塘镇、新陂镇、刁坊镇、宁中镇、永和镇、坭陂镇等 11 个镇(街)的部分村。退水排入各污水处理系统附近的支流后最终汇入宁江。

（2） 退水区水文水资源影响

梅江的支流中流域面积最大的宁江贯穿兴宁南北，北起罗浮上下畲，南至水口圩汇合梅江，全长 107km，从合水至水口主干河道长 57.5km，沿途接纳罗岗河、黄陂河、**石马河**、洋陂河、麻岭河、笃陂河等支流水汇入，宁江全河流域面积 1364.7km^2，占全市总面积的 65%。若工程不进行引水，则石马河的水也会最终汇入宁江，而本工程取水后退水区依然为宁江，取水前后受纳水体保持不变，对宁江的水文情势基本不产生

影响。

（3）退水区地表水环境预测

本工程受水区年均增加退水量为1054*0.8=843.2万m^3，结合受水区目前的污水处理厂排放标准，本次退水各污染物排放标准满足《城镇污水处理厂污染物排 放标准GB 18918-2002》中 一级 A 标准和《水污染物排放限值》（DB44/ 26-2001）的较严者要求，则化学需氧量排放浓度为40mg/L，氨氮的排放浓度为5mg/L，总磷的排放浓度为0.5 mg/L，按照此排放浓度核算，则工程实施后受水区新增批化学需氧量排放量为337.28t/a，氨氮的排放量为42.16 t/a，总磷的排放量为4.216 t/a。

在不考虑“十四五”削减措施的前提下，宁江保持现状环境质量，新增退水污染物排放量，**经预测成果，**退水河流（宁江）COD预测浓度7.18mg/L，氨氮预测浓度为0.18 mg/L，水环境功能区能达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002） III类水质标准（COD：20mg/L、氨氮：1mg/L）。

11.4.1.2 地下水环境影响预测与评价

本工程输水管线主要以隧洞为主，部分埋管为辅。在隧洞掘进前采取预加固处理措施的前提下，本工程输水隧洞采用衬砌，施工完毕后，砼衬砌完全可以防止围岩裂隙水进入洞内水体，本工程的建设不会改变或阻断当地的地下水流态，不会导致隧洞穿越区域的地下水位下降，对隧洞周边生态环境及地下水状态、水质等基本无影响。少量埋管段施工过程中边开挖边铺设管道，开挖深度较浅，施工周期短，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位，而且管线经过区域没有涉及地下水水源保护区等敏感地区，管线开挖施工基本不会对地下水环境造成影响，但要防止施工过程中出现的机械漏油等污染物经淋滤进入地下水造成影响。

施工期间，施工工区产生的施工废水和施工营地的生活污水、余泥、建筑垃圾及施工过程中机械维修长生的废油滴漏等若处理不当，可能对地下水产生不良影响。因此，要加强施工期环境管理，规范施工，避免施工工区对地下水环境的影响。

11.4.1.3 大气和声环境影响预测与评价

工程施工期石方洞挖、土石方开挖和填筑、基础处理、取土、混凝土搅拌和浇筑、弃渣、设备安装等，施工机械废气、扬尘和噪声对周围村庄大气、声环境将产生一定不良影响。

施工机械废气、扬尘的影响范围仅限于施工现场和十分有限的范围内，对周围环

境造成影响的可能性不大。工程对于施工地点附近的声环境将产生一定的不利影响，必须采取适当的措施加以防护，减少施工过程中产生的声环境污染对周边村庄及居民的影响，同时要求施工车辆在经过声环境敏感点时，限速行驶，并禁止鸣笛。

工程运行后，净水厂厂界噪声、对和山岩水库管理所的预测值均能达标，净水厂运行不会导致声环境质量恶化。总体来说，净水厂的运行噪声影响主要是对净水厂管理人员的影响，其噪声影响均在可接受范围内，因此工程运行期的噪声影响较小。

11.4.1.4 生态环境影响预测与评价

根据拟定的广东省生态保护红线划定成果和本工程布置方案进行复核，净水厂进水塔、和山水库输水涵管出水口及护坡、和山水库进水口、和山水库护坡及检查井等主要工程范围涉及生态保护红线，生态保护红线的类型为韩江流域水源涵养-生物多样性维护生态保护红线，涉及生态保护红线范围 0.165h ㎡，山水库输水涵管和山岩水库输水线穿越生态保护红线 191.07m。其中涉及生态保护红线主要为和山水库检查井及护坡、输水涵管出水口出水口及护坡，现在用地现状为种植杂树的林地。输水涵管属于地下穿越，进水口位于和山水库库内，均不占用地表，不破坏生态保护红线范围内的植被。本工程的输水涵管埋深一般在 6m 范围。生态保护红线范围内的植物根系分布在 2m 以内的土层，集中于 50cm 以上的土层中；植物生长所需水分主要来源于大气降水以及浅层包气带含水。而输水涵管埋深一般在 6m 范围，基本不影响上层植物的根系，也不会影响植物的正常生长。

本次占用用地主要为周边山体的护坡及输水涵管的检查井，属于输水涵管配套的构筑物，同时山体的护坡也更加有利于防止山体滑坡，对生态保护红线内的植被有一定的保护作用，项目对生态保护红线的影响主要是在施工阶段，运营阶段的正常运行下不对生态保护红线造成影响。本工程分段施工，每段施工结束后及时进行生态恢复。

评价区共记录到国家二级保护野生动物 3 种，分别是豹猫、白鹇、褐翅鸦鹃；广东省重点保护野生动物 3 种，分别是赤麂、牛背鹭、灰头鹀。《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录收录物种 10 种，分别是豹猫花面狸；“三有”保护动物 55 种。

评价区所记录到的国家重点保护哺乳类为豹猫，豹猫活动能力强，主要活动于评价区内海拔 200-400m 的山地常绿阔叶林、针阔混交林等林下生境中，这一生境距离工

程占地区域较远，施工区域不涉及其主要分布区域，且豹猫主要在夜间出动，不易受工程施工干扰。

评价区所记录到的国家重点保护鸟类主要为白鹇、褐翅鸦鹃，主要受到的影响因素为施工噪声、运输车辆撞击、施工人员不法行为。机械作业、材料运输等产生的施工噪声影响范围较大，可能使鸟类回避噪声而暂时离开评价区，造成评价区鸟类丰富度降低，但鸟类活动范围广，适应性强，对于工程干扰有较强的适应能力，能较轻易的在保护地的其他地区找到相同的生境进行活动觅食，主动且迅速躲避工程所带来的不良影响，因此工程建设不会对评价区内重点保护鸟类种群带来明显的影响。

本工程是非污染生态类项目，工程运营期不产生污染，对生态环境的影响来自施工期的延续。工程完工后，渣场、临时堆场等临时占地清理后进行全面整地并恢复原地类，耕地、园地恢复其原有用地功能后归还给农民使用；林地栽植乔灌木、撒播草籽，恢复原来地类的生态功能，经过生态恢复整治，临时占地对陆生生态环境影响不大。

工程运行后，除进水塔等永久占地外，临时占地将恢复原地类，隧洞管线埋于地下不存在生态阻隔问题，基本不改变区域景观体系的结构，不会对区域生态完整性造成显著影响。

11.4.1.5 其他环境影响预测与评价

施工期固体废物主要包括施工人员生活垃圾和施工弃渣,在加强管理的情况下，基本不会对环境造成影响。

施工高峰季节，特别是夏季，施工区人群集中，生活区蚊、蝇、鼠密度较大，加之卫生条件相对较差，极易导致传染病的发生和流行。因此，必须加强施工区尤其是生活区的环境卫生保护工作，饮用水及时净化、消毒，同时防止垃圾、废弃物、污水随意排放，在生活区注意灭蚊、灭蝇、灭鼠工作，避免蚊蝇、鼠滋生。

11.5 环境保护措施

11.5.1生态流量保障措施

根据分析，应严格保证石马河水陂下断面生态流量的落实，并建设生态流量在线监控设施。在项目营运后，需要编写石马河的运营调度管理制度，对生态流量泄放时间、流量和方式作出详细规定。生态流量在线监控设施与当地环境保护、水利部门进

行联网，切实保证陂下河段生态流量不少于0.015m^3/s，并按需优化放流措施，保证陂下河段河流生态系统结构和功能的完整性。

为保障生态流量实时下泄且能够在线观测生态流量泄放设施放流效果，在石马河生态流量泄放设施下游选择断面建立下泄流量自动测报、视频监控系数和远程传输系统，与当地环境保护部门、水利部进行联网监控，以确保生态流量数据获取的真实性和完整性。在项目营运后，石马河生态流量按照上述生态调度原则下泄，生态流量时间、流量和方式需要编写石马河的运营调度管理制度，并对流量进行自动记录。本工程运行后需建立生态流量保障管理制度，按日记录流量数据，按季定期向当地水行政主管部门和环境保护主管部门报告水库下泄流量报表，并保留下泄流量记录备存查。

11.5.2地表水环境保护措施

（1）水源区

1）取水口上游及周边环境整治措施

为进一步保障引水水质安全，防止取水口周边及上游污染源对取水口水质的污染风险，建议兴宁市人民政府开展石马河河段的水环境整治措施，完善兴宁市城镇生活污水收集和处理设施；加快石马河两岸主要农村居民生活污水收集处理设施的配套建设；深入推进违法违规入河排污口整治，完善入河排污口规范化建设，加强石马河干流及主要支流沿线入河排污口整治工作；组织相关部门开展种植业管控技术，推动形成绿色生产方式减少废污水排放，引导当地居民在农业生产中重视推广科学的施肥和农药使用技术，减少农田径流污染等。

2）取水口饮用水水源保护措施

取水口通水前，需委托相关技术机构编制饮用水源保护区划定技术报告，经过技术评审后上报至广东省人民政府审批。饮用水源保护区要在本工程通水运行前获得广东省人民政府的批复。饮用水源保护区范围最终以广东省人民政府批复的范围为准。同时，要按照饮用水源保护区管理要求进行管理。包括设立界碑及警示标志，对饮用水源保护区范围内排污口进行核查取缔，开展饮用水水源保护区范围内的污染源整治，对保护区范围可能污染水环境的重点风险源进行搬迁等，确保水源水质安全。

3）取水口拦污措施

取水口前端设置1道拦污浮排，拦污浮排后设置1道清污机。

（2）输水路线

施工生活污水采用化粪池+隔油池+无动力厌氧处理系统处理，施工生产废水采用隔油沉淀处理，施工期污废水经处理达到达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)后回用于施工场区或道路降尘用水、绿化用水等。

（3）交水水库

根据饮用水水源保护区相关管理文件，完善饮用水水源保护区的管理；加强水库集水范围内水源涵养林建设，水库周围设置生态隔离带减少面源污染入库量；加强库区水质管理，清理库区漂浮垃圾，可利用生态浮床技术开展局部水域水质净化工作；应开展水污染防治规划与水资源保护规划工作提出符合流域实际的水污染防治和水环境治理措施；开展水库水质、水生态监测工作；跟踪水库水质水生态及水库营养化程度变化情况，同时建立突发水污染事件应急监测制度；加强水库水环境风险管理，排查水库集雨范围内重大环境风险源，建立风险源档案，落实风险事故防范措施和应急预案；设置隔离及警示标志，按照饮用水水源保护区规范化建设要求，划定了水源保护区的交水水库应设置水源保护区警示标志、界碑，在一级饮用水水源保护区范围内设置隔离网等。

11.5.3生态环境保护措施

（1）陆生生态

生态保护措施主要采取优化线路和施工布置，尽量减少工程占地等减缓措施以及加强施工管理，禁止乱砍乱伐，严禁捕猎野生动物，尽量减小施工机械噪声对野生动物的惊扰等管理措施。

（2）水生生态

为防止垃圾和油污进入取水口，在取水口前端设置拦污浮排。并在取水口设置拦鱼设施，其外围设置驱鱼设施，防止鱼类进入输水通道。对交水水库下放生态流量。

11.5.4基本农田保护措施

本工程临时占地中，部分是基本农田，管道沿线涉及基本农田为旱作耕地，施工采取开挖方式施工，地段开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序堆放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降量（高出地面 0.3m），多余上方就近平整。管道转弯处和出土端设置固定墩，以保持管道的轴向稳定性。在管道沿途非基本农田地段设置线路三桩（里程桩、转角桩和标志桩等）。

管道安装完毕后，立即按原貌恢复地面。

施工期基本农田保护措施：

（1）施工期加强对施工人员的管理，加强宣传教育，禁止人员踩踏农作物；

（2）对永久基本农田设立醒目的标识，提醒施工人员；

（3）严格划定施工作业红线，不得占用永久基本农田；

（4）施工期间产生的混凝土构筑物、砼渣等建筑材料必须彻底清除，建筑垃圾、生活垃圾等固体废物全部清运，不得排放在基本农田内；

（5）在管道施工过程中必须做到对管沟区土壤的分层剥离、分层开挖、分层堆放和循序分层回填（即将表层比较肥沃的土壤分层剥离，集中堆放；在管道施工结束后回填土必须按次序分层覆土，最后将表层比较肥沃的土铺在最上层）；

（6）对耕地的区域施加有机肥进行土壤改良，如河沟泥、生活污泥、人畜粪便、秸秆、木屑等都是较好的土壤改良剂，这些原料既容易获得成本又低，并能提供较多的有机质和土壤微。

11.5.5环境空气、声环境保护措施

（1）环境空气

对临近居民点、自然保护区的施工工区，设置不低于 2.5m 的遮挡围墙。在开挖和填筑较集中的工程区、临时堆土场、弃渣场等地，非雨日采取酒水措施防，防止扬尘产生和加速尘土沉降。临近敏感点施工区作业应缩短施工时间，减少开挖面积，及时采取有效的围挡、遮盖措施，降低对居民生活的影响。运输车辆途经人口密集居民区时，车速不得超过 15km/h；施工区应配备酒水车，在干燥季节每日对施工运输车辆经过的环境敏感地段进行酒水，同时道路应及时清扫，避免工程材料运输扬尘对道路两侧居民影响。

（2）声环境

选用低噪声设备和工艺，降低源强；合理安排施工时间，禁止夜间施工。昼间爆破前 15min 应鸣警笛，提示警戒。在等敏感点附近路段上下行进出口处分别设立 1 个交通警示牌，限制车辆时速在 20knh 以内，并在路牌上标示禁止施工车辆鸣笛，降低噪声源强。对于受施工影响的村落，考虑采用临时隔声屏障措施。

11.6 生态环境敏感区

（1）饮用水水源保护区

本工程交水点涉及和山岩饮用水水源保护区。施工废污水主要来自施工机械冲洗废水、基坑排水和施工人员生活污水。工程施工期间施工污废水不会外排至饮用水水源保护区，不会对水源保护区水质产生不利影响，工程施工对水源保护区的影响主要来自交水水库出水闸施工基坑初期排水，其影响具有影响小、历时短的特点。尤其在采取了相应的废水处理措施后，废水 pH 值可被调节至 6~9 范围内，抽出用于周边工地降尘用水，施工围堰填筑和拆除期间也不会造成 SS 浓度大幅提升。

（2）生态敏感区

本工程涉及梅州兴宁和山岩地方级森林公园及生态保护红线，涉及森林公园范围、生态保护红线范围均为 0.165h ㎡，和山水库输水涵管、和山岩水库输水线穿越梅州兴宁和山岩地方级森林公园、生态保护红线均为 191.07m，均为永久占地，不涉及临时占地，所占用的土地植被覆盖情况较差，多为人工群落或人工抚育的次生林，群落组成较单一，人为干扰程度较高，不会较大程度的改变评价区周边的生态环境，同时施工期间需严格做好生态保护措施，局部的影响不会导致整个生态系统的破坏。

项目建设会在一定程度上增加森林公园和生态保护红线管理的强度，主要体现在生态宣教、生态监测以及加强巡护等方面，为减少项目施工和运营期间对森林公园生态环境的影响，应当加强生态环境的监管工作，防止区域内人为活动干扰的增大，确保森林公园和生态保护红线的生态环境质量符合要求，有利于生态环境的可持续发展。

（3）基本农田

本工程永久占地不涉及基本农田，临时用地（引水隧洞及施工支洞）涉及基本农田 663m，输水管线施工临时开挖占基本农田面积约 28514m^2，2#施工工区临时占基本农田面积 1486m。工程占地将造成农田植被遭受破坏，影响农作物收成。建议建设单位施工时间尽量避开种植生产季节，在施工过程中严格控制施工范围，减少对耕地的破坏，并在每段施工结束后对临时占用的耕地进行恢复，保证其耕地质量。此外，建设单位在补偿因临时占地对农田产量的直接损失的同时，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏、养分流失对耕地造成的影响，对农作物产量的间接损失以及土壤恢复进行补偿。在恢复期，应对土壤进行熟化和培肥，落实耕地质量调查及监测工作，及时掌

握耕地质量变化状况，直至恢复到原来的生产力水平。

在采取积极的赔偿措施、施工管理、耕地恢复措施后，工程施工对农田的影响可接受，不会对农田生态系统产生明显的不良影响。

11.7 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》（部令 第 4 号）等相关要求，建设单位在环评期间在兴宁市水务局官网进行 3 次网上公示，在项目周边敏感点包括鹅一村、甘塘村、环陂村、凉新村、坪塘村、宁中社区、蔗塘村、大莹村、蕉联村、洋门村、石壁村等进行现场公示，并在报纸《梅州日报》进行了 2 次报纸公示。

本次公众参与调查除了采取在工程沿线主要村庄张贴公告、项目所在地公共媒体网上公示以及登报等形式征求公众意见外，还采取问卷调查的形式征求工程沿线主要村庄群众对本工程建设的意见。

本次环境影响评价公众参与问卷调查的被访个人和单位均位于工程沿线环境影响范围内。本次公众参与调查问卷针对个人调查共发放问卷 33 份，收回有效调查问卷 33 份，回收率 100%；单位调查表共发放 4 份，收回有效调查问卷 4 份，回收率 100%，具有广泛代表性。

统计结果表明，所有被调查者绝大多数对本工程表明了明确的支持态度，说明该工程所处区域公众对工程项目的建设是了解并支持的。绝大多数公众认为引水工程的建设是有利的，工程建成后将一定程度上缓解兴宁城区及周边城镇目前供水紧缺的问题，同时本工程作为兴宁城区紧急情况下的备用水源，为城市供水安全提供双重保险。

建设单位编制了《兴宁市城乡一体化水资源配置-石壁水库与和山岩水库水系连通工程环境影响评价公众意见采纳或不采纳说明》，本工程在网站首次公开环境影响评价信息期间、征求意见稿（网上公示、张贴通告、登报纸同步进行）以及报批前公示期间，均未收到公众关于本工程的反馈意见。

11.8 评价结论及建议

11.8.1 评价结论

本工程主要任务是充分利用石马河富余水资源，通过水系连通工程将石马河流域水资源调配至和山河流域调蓄使用，从而优化区域水资源配置，增加兴宁城区供水

量。常规供水时实现合水水库、和山岩水库双水源供水布局（合水水库为主要水源）；非常时期合水水库不能供水时，本工程作为兴宁城区应急水源，提升区域供水保障程度；同时水系连通可兼顾改善和山河流域的水生态环境。

本工程的建设符合相关产业政策，是《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目。工程产生的不利环境影响可通过植被恢复、生境修复、合理调度等环保措施有效减缓；施工期产生的不利影响可采取相应的治理措施达标排放。工程建设在严格遵循环境保护“三先三后”原则基础上，在有效落实本报告提出的各项环境保护措施基础上，工程建设是环境可行的。

11.8.2建议

（1）建议下阶段进一步优化施工布置，邻近地表水体的施工工区进一步优化布置，尽量远离 II 类和 III类水体，远离和山岩饮用水水源保护区，若确实无法调整，则建议工区内不安排食宿，施工人员租住附近民房解决食宿。

（2）工程实施后开展跟踪监测和评价，建立长期的监测体系（包括水质监测和生物监测），及时进行环境质量评估，实时调整环境保护和建设措施，并适时开展环境影响后评价，以检验环境影响评价的准确性以及环境保护措施的有效性，并根据环境影响后评价结果，提出环境保护补救方案和改进措施。环境影响后评价宜在工程投入运行后的三年内开展。

（3）工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理和环境监测计划。

（4）施工期间根据环境监理和环境监测结果及时优化、调整环境保护措施以保证环境保护措施与施工进度、施工方案相协调，发挥环境保护设施的作用。