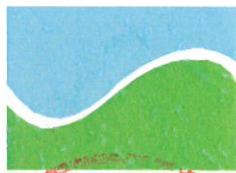


蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）

可行性研究报告



SCIES

生态环境部华南环境科学研究所

二〇二二年九月



中华人民共和国 事业单位法人证书

(副本)

统一社会信用代码 121100000455861691Y



在松花江流域上游水土保持工程
(三期)可行性研究服务



名称 生态环境部华南环境科学研究所
(生态环境部生态环境应急研究所)

宗旨和所 开展环境科学技术研究, 促进环保事业发展, 环境理论、应用、分析测试技术研究, 区域环境问题研究, 污染控制技术研究与工程研究, 环境污染防治工程设计, 环境监测仪器质量检测, 生态环境质量评价, 生态环境应急响应重大政策制定, 生态环境管理认证, 水污染防治, 生态环境监测, 生态环境应急重污染事件应急处置方案、关键技术、重要装备研究和基础研究, 生态环境应急处置大数据平台建设, 相关技术咨询与服务

业务范围 生态环境部生态环境应急研究所

住所 广东省广州市黄埔区瑞和路18号

法定代表人 吴国增

经费来源 财政补助收入

开办资金 ¥6225万元

举办单位 生态环境部

登记管理机关



有效期自2019年11月20日至2024年11月20日

请于每年3月31日前向登记机关报送上一年度的年度报告

工程咨询单位乙级资信证书

资信类别：专业资信

单位名称：生态环境部华南环境科学研究所

住 所：广东省广州市黄埔区瑞和路18号

统一社会信用代码：12100000455861691Y

法定代表人：吴国增 技术负责人：李开明

证书编号：12100000455861691Y-21ZY21

业 务：生态建设和环境工程， 市政公用工程



发证单位：广东省工程咨询协会

2021年11月15日

广东省发展和改革委员会监制

№: 0000361

委托单位：梅州市生态环境局蕉岭分局

编制单位：生态环境部华南环境科学研究所

编制单位负责人：吴国增

项目负责：赵子文（助理研究员）

技术负责：刘立（高级工程师）

主要编制人员：

吴泽璇（助理工程师） 刘丽红（工程师）

刘畅（工程师） 劳诗韵（工程师）

赖后伟（高级工程师） 刘立（高级工程师）

赵子文（助理研究员） 何晨晖（工程师）

曾宪灿（工程师） 林方敏（高级工程师）

审 核：骆其金（正高级工程师）

审 定：谌建宇（研究员）



目 录

第一章 总 论.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 项目背景.....	2
1.3 项目建设的重要意义和必要性.....	4
1.4 编制原则与范围.....	5
1.5 编制依据.....	6
第二章 项目由来及区域概况.....	9
2.1 项目由来.....	9
2.2 区域自然环境概况.....	10
2.3 社会经济概况.....	17
2.4 社会经济发展趋势与预测分析.....	19
第三章 水环境状况.....	22
3.1 水资源利用状况及趋势分析.....	22
3.2 水环境质量状况.....	26
3.3 多宝水库底泥污染状况.....	49
3.4 小结.....	51
第四章 方案论证.....	52
4.1 工艺方案选择的原则.....	52
4.2 工艺技术比较.....	52
4.3 工艺选择.....	70
4.4 底泥原位修复技术应用案例.....	71
第五章 工程治理方案.....	75
5.1 多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程.....	75
5.2 多宝水库增殖放流.....	80
5.3 支流污染削减控制工程—生态滤床.....	86
第六章 项目管理与实施计划.....	97
6.1 项目建设管理机构.....	97
6.2 技术要求及管理.....	98
6.3 人员编制.....	98
6.4 工程实施保障措施.....	98
6.5 长效运行管理措施.....	99
6.6 项目实施计划.....	100
第七章 环境保护、水土保持、节能及能耗分析.....	101
7.1 环境保护.....	101
7.2 项目水土保持分析.....	103
7.3 节能.....	105
7.4 能耗分析.....	109

第八章 劳动安全、工业卫生及消防.....	110
8.1 劳动安全措施.....	110
8.2 工业卫生措施.....	110
8.3 消防及安全.....	112
第九章 项目招标方案.....	113
9.1 概述.....	113
9.2 编制依据.....	113
9.3 发包方式.....	113
9.4 招标组织形式.....	113
9.5 招标方式.....	114
9.6 招标范围.....	114
第十章 投资估算与资金筹措.....	116
10.1 投资估算.....	116
10.2 建设工程清单.....	118
10.3 项目总投资.....	118
10.4 资金筹措.....	122
第十一章 保障措施.....	123
11.1 组织保障.....	123
11.2 资金保障.....	123
11.3 制度保障.....	123
11.4 技术保障.....	124
11.5 促进公众参与、建立和完善社会化的监督机制.....	124
第十二章 社会稳定风险分析.....	126
12.1 社会稳定风险评估概述.....	126
12.2 本项目社会稳定风险评价.....	128
12.3 项目社会稳定风险的综合评价.....	130
12.4 社会稳定风险防范措施.....	131
第十三章 项目效益分析.....	132
13.1 经济效益.....	132
13.2 社会效益.....	132
13.3 生态环境效益.....	133
第十四章 工程风险分析与对策.....	134
14.1 风险影响预测.....	134
14.2 工程维修风险分析.....	134
第十五章 结论与建议.....	136
15.1 结论.....	136
15.2 建议.....	137
附 件.....	138

蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期） 可行性研究报告专家评审意见修改清单

序号	专家意见	修改详情
1	进一步完善环境现状调查与分析	已补充完善环境现状调查与分析内容，详见章节 3.2
2	进一步优化支流污染削减控制工程	已补充优化支流污染削减控制工程的相关内容，详见章节 4.2.2、章节 5.3
3	进一步完善效益分析，补充项目长效运维措施	已补充完善效益分析与工程项目的长效运维措施，详见章节 13、章节 5.3.6 相关部分
4	复核工程量、运维费用和投资估算	已补充完善相关内容，详见章节 5.3.6、章节 10.3 相关部分

第一章 总 论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）

1.1.2 项目建设地点

广东省梅州市蕉岭县南礫镇南礫镇多宝村、洋山村

1.1.3 项目建设单位

梅州市生态环境局蕉岭分局

1.1.4 编制单位

生态环境部华南环境科学研究所

1.1.5 工程内容

蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）主要是针对多宝水库以及下游主要支流水质的改善，包括多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程、多宝水库增殖放流和支流污染削减控制工程等。

（1）多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程

由于蕉岭县松源河上游水体治理工程（二期）底泥清淤工程的清淤范围在多宝水库入湖主河道的中部和坝头区域，本项目拟在多宝水库未清淤的东侧区域进行底泥内源控制与治理试点工程，预计治理区域面积约为 80675 m²，原位控制多宝水库底泥内源污染、改善水库水质。

（2）多宝水库增殖放流

拟在水库适当位置进行增殖放流，投放 150-200 g 体重的鲢鱼 7.0 万 kg，鳙鱼 4.6 万 kg，改善水库生物群落结构、修复水域生态环境、净化水质。

（3）支流污染削减控制工程

拟在松源河多宝村段、洋山水设置设计规模分别为 12000 m³/d、6000 m³/d 的污染削减控制工程，提升支流河段水质，改善园潭断面水质。

1.1.6 工程投资

本项目建设投资 2833.93 万元，其中工程费用 2160.37 元（多宝水库东侧区

域底泥内源污染控制与治理试点工程 895.49 万元，多宝水库增殖放流工程 189.42 万元，支流污染削减控制工程—生态滤床 1075.46 万元），工程建设其它费用 463.64 万元，预备费 209.92 万元。

1.2 项目背景

2018 年 6 月 24 日，《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》出台，标志着我国全面打响了蓝天、碧水、净土三大战役。在水污染防治方面，“保好水、治差水，保障群众饮水安全，守住水环境质量底线”是基本准则。“保好水”即加强良好水体保护，确保“好水”不能变差；“治差水”即大力推进黑臭水体、不达标水体专项整治，使得“差水”得以改善。在对蕉岭县松源河上游水体进行达标治理的过程中需坚持以改善水环境质量为核心，以末端治污和源头控污为手段，系统推进水污染防治和水生态保护，体现“保好水、治差水”的基本准则。

蕉岭县松源河上游流域均为农村区域，改善农村人居环境，建设美丽宜居乡村，是实施乡村振兴战略的一项重要任务。习近平总书记作出重要指示强调，“要结合实施农村人居环境整治三年行动计划和乡村振兴战略，进一步推广浙江好的经验做法，建设好生态宜居的美丽乡村”。只有解决好垃圾处理、污水治理等突出问题，才能让广大人民群众在乡村振兴中有更多获得感、幸福感。蕉岭县松源河上游流域水环境的改善与“美丽乡村”建设息息相关，流域水环境的改善为“美丽乡村”建设提供不可或缺的支撑。

目前，松源河蕉岭境内流域大部分控制单元污染物排放主要以农村生活污水直排和分散式畜禽养殖、农田径流为主。流域内整体农村生活污水污染治理水平较低，农村生活污水直排影响显著，畜禽养殖污染防治、农业面源污染控制水平较低。因此针对各控制单元污染排放特征，从重点完善农村生活污水治理设施、畜禽养殖污染治理及农业面源污染控制、流域生态环境保护等方面提出总量削减战略。近期通过“治差水”改善园潭断面水质，远期通过“保好水”可以确保水环境质量持续好转，让乡村成为生态宜居的美丽家园，实现乡村振兴。

根据《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标方案》重点工程安排，提出的重点工程总数为 14 个。其中，流域水体治理工程项目 5 个，多宝水库水质改善工程项目 3 个，其他类项目 6 个。以《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》

为依据，蕉岭县于 2020 年启动了《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（一期），工程内容包括农村环境地面保洁工程、功能性生态景观河岸及石寨村河段水质提升工程（即石寨村、三泰村、尚田村、多宝村、洋山村建设功能型生态堤岸 4.25 km，建设生态浮床 4.6 km，共 1.43 万 m³）。近期，蕉岭县启动《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期），主要内容是对蕉岭县松源河上游的多宝水库坝头和中部区域底泥进行清理整治，包括水库底泥清淤工程、底泥处置工程、废水废物处理工程、临时码头与施工道路、围堰工程等。目前，《蕉岭县松源河上游水体治理工程》一期和二期正有序推进中。根据《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》，改善多宝水库以及下游主要支流水质是完成松源河流域水环境综合整治、确保松源河蕉岭县与梅县区交界园潭村断面水质及松源河铜盘桥断面水质稳定达到 II 类标准的核心环节。为此，蕉岭县人民政府拟启动《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（三期），包括多宝水库底泥东侧区域内源污染控制与治理试点工程、多宝水库增殖放流和支流污染削减控制工程等。

表 1.2-1 《蕉岭县松源河上游水体治理工程》一期和二期建设工程清单表

序号	工程名称	区域	建设内容	进度
1-1	农村环境地面保洁工程	松源河蕉岭境内流域	建设垃圾分类桶（80L+20L 各 200 个）、垃圾收集池 10 个、垃圾收集车 20 辆、垃圾转运车 1 辆、垃圾回收站 1 座。	95%
1-2	生态堤岸与生态浮床	松源河蕉岭境内流域	建在蕉岭松源河上游流域建设生态河岸 4.25km，建设生态浮床 4.6 km	80%
2-1	水库底泥清淤工程	多宝水库	对积存于多宝水库底部的底泥进行环保清理，清理库区面积约 49526.84m ² ，平均清理深度约 1.98m，总清淤量约 98210.44m ³ ，新建泥浆中转池 1 座及围堰工程等。	7 月底施工开始
2-2	底泥处置工程	多宝水库	将蕉岭县南礫镇洋山村的 1 座废弃小山塘改建成底泥临时弃渣场，对清理的底泥进行临时堆存；在弃渣场地面铺设 1.5mmHDPE 土工膜进行防渗，	7 月底施工开始

序号	工程名称	区域	建设内容	进度
			铺设面积 13500m ² 。在临时弃渣场入口处，新建 30m 浆砌石挡墙等。	
2-3	废水处理工程	多宝水库	建设一套污水处理设施，对底泥渗沥液进行达标处理。在临时弃渣场入口处，新建人工湿地 1 座，处理规模 20 m ³ /d 等。	7 月底 施工 开始
2-4	临时码头与施工道路工程	多宝水库	在水库右坝肩上游的山嘴上建临时码头 1 座和施工便道 1 条。所有施工设备均由陆路车运调遣至施工现场后，在临时码头拼装下水。新建混凝土挡土墙 165m；新建 20cm 厚 C30 混凝土路面 1535m ² 等； 水保工程：开挖排水沟 600m；喷播植草 16000m ² ，栽植乔木 880 株，栽植灌木 1460 株等。	7 月底 施工 开始

1.3 项目建设的重要意义和必要性

蕉岭县松源河上游相关水系区域养殖污染、农村生活污染源、历史累计存量内源污染严重，跨界汇入污染监管困难，境内流域短、环境容量小、自净能力有限，因此县交界园潭断面水体达标困难重重。

本项目得到了蕉岭县县委、县政府的大力支持。蕉岭县近年来已逐步加大松源河流域水流域污染综合整治的管理力度和投资力度，并取得了一定的成效，显示了其改善松源河流域水环境质量的信心。本项目在有关政府部门的支持下，可望在最短的时间内通过立项并实施，结合蕉岭县近年来所开展的大量环境保护工程，可切实改善蕉岭县松源河流域水环境。

本可行性研究报告基于上述原因编制，以《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标方案》为依据、结合《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（一期）的农村环境地面保洁工程、功能性生态景观河岸及石寨村河段水质提升工程和《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期）的多宝水库清淤工程的最新进展，主要针对蕉岭

县松源河流域目前所存在的主要污染问题包括未进行清淤工作的多宝水库东侧区域底泥污染、洋山水和松源河多宝村段水质较差等进行了工程工艺比选和方案设计，以实现“精准治污”，针对水质较差的重点区域进行水质提升，保障园潭断面水质提升。

1.4 编制原则与范围

1.4.1 编制原则

（一）以人为本，科学发展

把维护流域内广大人民群众的根本利益作为基本出发点和落脚点，以解决群众最关心、最直接、最现实的水环境保护问题为重点，转变发展观念，创新发展模式，更加重视生态文明建设，加快建设资源节约和环境友好型社会，走科学发展道路。

（二）统筹规划，综合治理

依据松源河上游流域水环境容量，统筹考虑经济社会发展和流域水环境保护。采取工程与非工程措施相结合、污染治理与生态修复相结合等综合措施，实现科学治理。

（三）远近结合，标本兼治

立足当前，放眼长远，先易后难，分步实施。既要抓紧解决危及群众饮用水安全的突出问题，确保城乡居民生产生活用水安全，又要采取治本之策，从源头上加强污染防控和治理，切实控污减排，从根本上扭转水环境恶化趋势。

（四）突出重点，分类指导

整体把握松源河上游流域水环境存在的问题及成因，明确治理重点和难点，从实际出发，因地制宜，针对流域内污染源的结构和区域分布，分别采取不同的治理对策，有计划、有重点地推进水环境治理工作。

（五）创新机制，落实责任

建立松源河上游流域水环境综合治理协调机制，加强部门间协作，合力治污。建立市场经济条件下水污染治理投融资机制和运营机制。落实地方各级政府水环境治理责任，建立健全目标责任制、评估考核制和责任追究制。加强监测体系建设，建立定期公告制度，接受社会舆论和公众监督。

1.4.2 编制范围

本次工程实施方案的编制范围主要围绕以下进行具体分析详述：

- (1) 工程规模、工艺路线确定；
- (2) 工程工艺技术选择；
- (3) 工程投资估算。

1.5 编制依据

1.5.1 国家及地方相关法律法规及政策性文件

- (1) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订）；
- (2) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；
- (3) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修订）；
- (4) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）；
- (5) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (6) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月29日修订）；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修订）；
- (9) 《中华人民共和国森林法》（2009年8月27日修订）；
- (10) 《中华人民共和国固体废物污染防治法》（2020年4月29日修订）；
- (11) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修订）；
- (12) 《国务院办公厅转发环保总局等部门关于加强重点湖泊水环境保护工作的意见的通知》（国办发〔2008〕4号）；
- (13) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的指导意见》（2015年4月25日）；
- (14) 《广东省环境保护条例》（2018年11月29日修订）；
- (15) 《广东省水污染防治条例》（2021年1月1日执行）；
- (16) 《广东省河道管理条例》（2020年1月1日执行）；
- (17) 关于印发《江河湖泊生态环境保护项目资金管理办法》的通知（财建〔2013〕788号）；
- (18) 关于印发《江河湖泊生态环境保护项目资金绩效评价暂行办法》的通

知（财建〔2014〕650号）；

（19）《湖泊生态环境保护试点管理办法》（财建〔2011〕464号）。

1.5.2 相关规划文件

- （1）《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》；
- （2）《韩江上游跨界流域环境综合整治规划》（2015-2025）；
- （3）《生态文明体制改革总体方案》；
- （4）《水污染防治行动计划》；
- （5）《水体达标方案编制技术指南（试行）》（环办函〔2015〕1711号）；
- （6）《广东省水污染防治行动计划实施方案》；
- （7）《梅州市生态环境保护“十四五”规划》；
- （8）《梅州市人民政府办公室关于印发梅州市 2021 年大气、水、土壤污染防治工作方案的通知》（梅市府办函〔2021〕165号）；
- （9）关于印发《广东省地表水环境功能区划》的通知（粤环〔2011〕14号）。

1.5.3 设计采用的主要规范和标准

- （1）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- （2）《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-1993）；
- （3）《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- （4）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- （5）《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）；
- （6）广东省《水污染物排放限值》（DB4426-2001）；
- （7）《广东省饮用水源保护区划分技术指引》（DB44/T749-2010）；
- （8）《水污染治理工程技术导则》（HJ2015-2012）；
- （9）《农村生活污染控制技术规范》（HJ574-2010）；
- （10）《城镇环境卫生设施设置标准》（CJJ27-2012）；
- （11）《湖泊（水库）富营养化评价方法及分级技术规定》（总站生字〔2001〕090号）；
- （12）《生态环境状况评价技术规范》（HJ/T192-2015）；
- （13）《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；

（14）关于印发江河湖泊生态环境保护系列技术指南的通知（环办〔2014〕111号）。

第二章 项目由来及区域概况

2.1 项目由来

梅州市人民政府及蕉岭县人民政府高度重视水污染防治工作，认真落实《水污染防治行动计划》（以下简称《水十条》）和《2016年广东省水污染防治工作方案》（粤环函〔2016〕1068号）、《梅州市水污染防治工作方案》（梅市府函〔2015〕238号），为县境内松源河上游包括多宝水库在内的水体污染治理专门制订了《蕉岭县2015-2017年养殖业污染防治工作方案》及《蕉岭县生猪养殖业污染整治行动工作方案》，同时积极推进跨省河流水库的环境综合整治工作，为此制定《韩江上游跨界流域环境综合整治规划》（2015-2025）。2019年，蕉岭县政府特委托生态环境部华南环境科学研究所编制了《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标方案》，提出的重点工程总数为14个。其中，流域水体治理工程项目5个，多宝水库水质改善工程项目3个，其他类项目6个。以《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》为依据，蕉岭县于2020年启动了《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（一期），工程内容包括农村环境地面保洁工程、功能性生态景观河岸及石寨村河段水质提升工程（即石寨村、三泰村、尚田村、多宝村、洋山村建设功能型生态堤岸4.25 km，建设生态浮床4.6 km，共1.43万m³），农村生活垃圾处理问题得到了很大改善，河流水质得到一定改善。近期，蕉岭县启动《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期），主要内容是对蕉岭县松源河上游的多宝水库坝头和中部区域底泥进行清理整治，包括水库底泥清淤工程、底泥处置工程、废水废物处理工程、临时码头与施工道路、围堰工程等，从而削减多宝水库底泥污染负荷，改善蕉岭县松源河水质。目前，《蕉岭县松源河上游水体治理工程》一期和二期正有序推进中。根据《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》，改善多宝水库以及下游主要支流水质是完成松源河流域水环境综合整治、确保松源河蕉岭县与梅县区交界园潭村断面水质及松源河铜盘桥断面水质稳定达到II类标准的核心环节。为此，针对蕉岭县松源河流域目前所存在的主要污染问题包括未进行清淤工作的多宝水库东侧区域底泥污染、洋山水和松源河多宝村段水质较差等，蕉岭县人民政府拟启动《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（三期），主要工程包括多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程、多宝水库增殖放流和支流污染削减控制工程等。针对水质较差的重点区域进行水质提升，改善交界

断面水质。

2.2 区域自然环境概况

2.2.1 地理位置

梅州市蕉岭县位于广东省东北部，韩江上游，地跨东经 116°01′~22′，北纬 24°25′~53′之间。西界平远县，东南与梅县接壤，北与福建省武平县、上杭县相连。全县总面积 962 km²。205 国道和天汕高速公路贯穿南北，扼闽粤公路交通之咽喉。

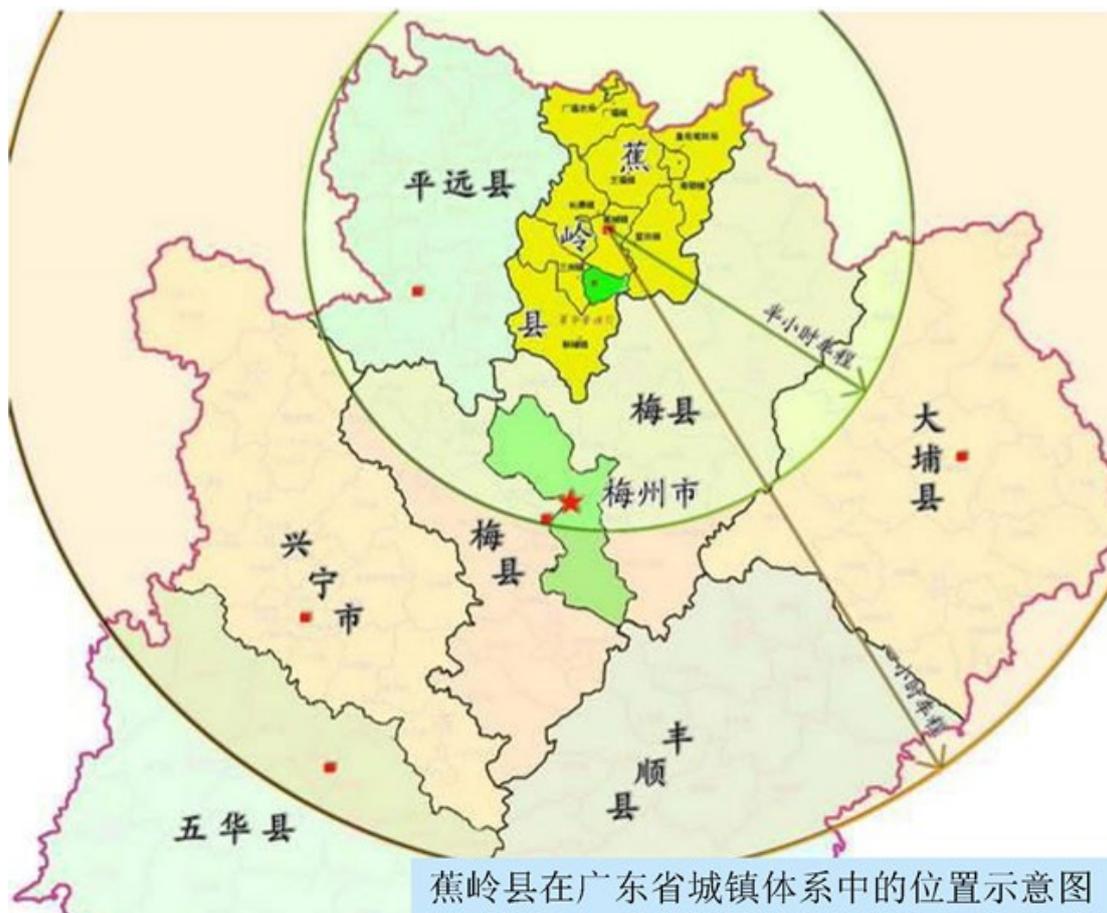


图 2.2-1 蕉岭县位置示意图

蕉岭县南礫镇位于蕉岭县东北部，距县城 22 km，东与梅县松源镇交界，西与蓝坊镇、文福镇相连，南与梅县隆文镇接壤，北与福建省武平县相邻。境内四面环山，地势南高北低，成阶梯状，愈往南坡度愈陡。南礫河从镇政府大门口流过，经富足、步上村直往韩江上游的梅县松源河。

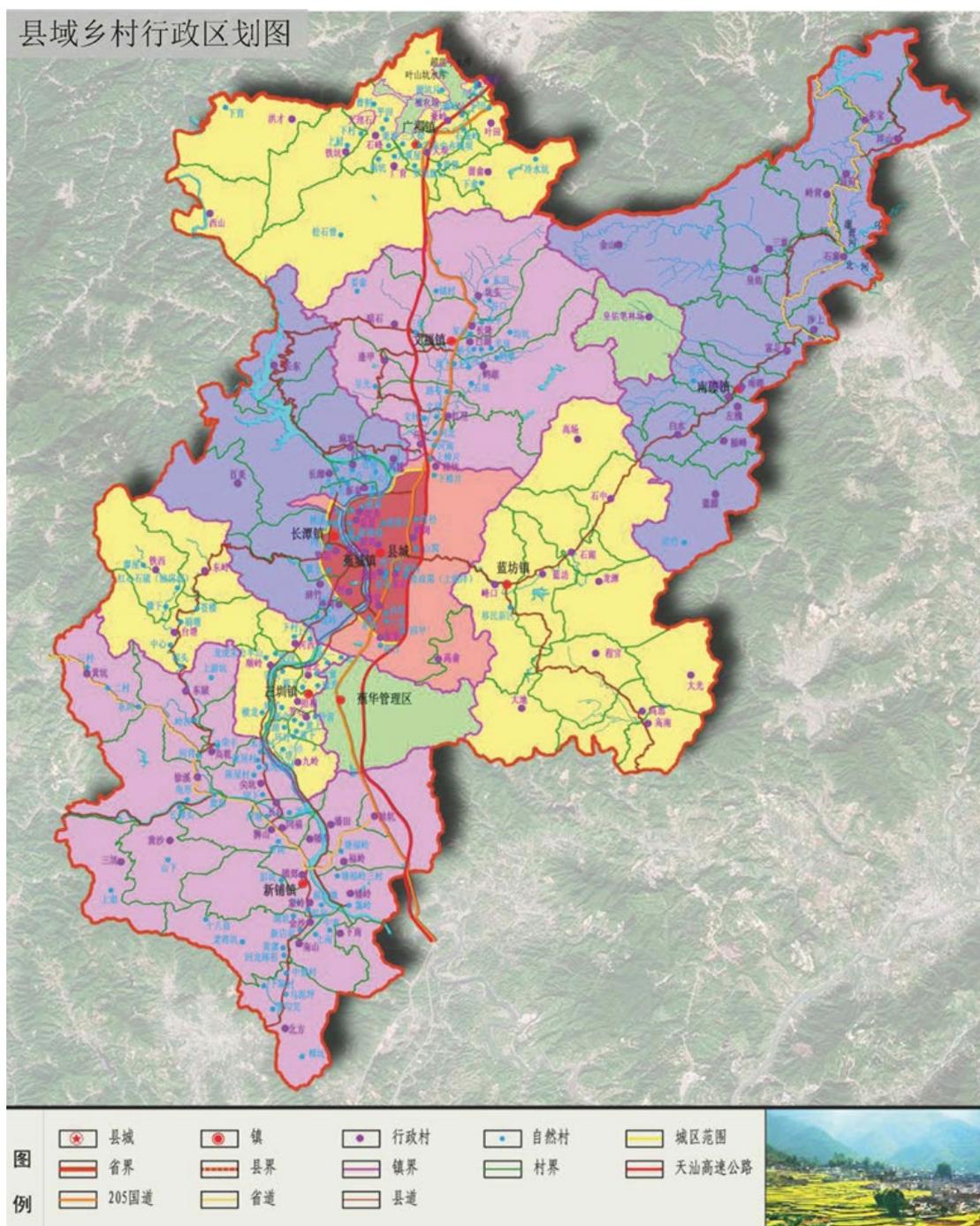


图 2.2-2 蕉岭县行政区划图

2.2.2 地质地貌

梅州市蕉岭县地质构造比较复杂，岩石类主要有砂页岩、侵入岩、石灰岩、变质岩等。这些岩类构成山地、丘陵、盆地等地貌。县境四面环山，地势由北向南倾斜。山地、丘陵、盆地的比例为6:3:1。境内山系排列有序，山脉走向有东-西走向和东北--西南走向两类。共有五列山脉，这些山脉是本县众多溪河的分水

岭，河谷低地也大致分布在这些山脉中间。海拔千米以上的山峰有金山笔（1170 m，全县最高峰）、铁山嶂（1164 m）、皇佑笔（1150 m）、大峰嶂（1092 m）、小峰嶂（1057 m）、樟坑咚（1020 m）等 6 座。只有中部石窟河沿岸一狭长的平原地带，北起长潭、南至新铺南山，南北长 31.6 km，东西宽 3~4 km，海拔高程在 84~110 m 之间。

2.2.3 水文气象

梅州市蕉岭县境属亚热带季风气候，夏长冬短，光照充足，雨季长，雨量充沛，县内各地年降水量在 1300-2300 mm 之间，并随着地势升高而自南向北增加。每年 4 至 9 月为雨季，降雨多集中在雨季，约占全年降雨的 87%左右，且年际变化量大，容易形成旱、涝灾害。

由于南岭山脉的屏障作用，使冷空气影响减弱，所以冬季并不十分寒冷。各地年平均气温为 21℃左右，一年中有 7 个月平均气温在 20℃以上，最冷月平均气温为 10.0~12.0℃。常年主导风向，夏半年受夏季风影响，吹偏南风为主；冬半年受冬季风影响，吹偏北风为主。光照充足，太阳辐射总量年平均 113.8 千卡/cm²，日照时数历年平均为 1886.6 小时。

通过对蕉岭县 1988~2020 年逐年降雨量统计，计算得到多年平均降雨量(年) 1666.5mm。根据《梅州市水资源公报 2020》，蕉岭县 2020 年全年降雨量 13.14 亿 m³，地表水资源量 6.76 亿 m³，根据降雨量和水资源量的关系，可以推导出蕉岭县的径流系数为 0.5145。松源河上游流域总集雨面积为 223.52 km²，其中蕉岭县境内集雨面积为 94.88 km²。园潭断面对应的流量为 0.321m³/s。

2.2.4 自然资源

（1）矿产资源

蕉岭境内矿产资源丰富，这为蕉岭县工业的发展提供强大的资源优势。从蕉岭县的实际情况来看，水泥工业是目前蕉岭县的支柱产业。蕉岭县的石灰石资源丰富，初步探明，蕉岭县优质石灰石资源储量在 10 亿吨以上，2005 年全县石灰石开采量为 560.97 万吨，水泥产量为 467.58 万吨，按照现有开发量，蕉岭县石灰石可满足至少几十年上百年的生产需求，这为水泥生产提供了得天独厚的条件。

（2）林业资源

蕉岭县四面环山、丘谷相间，地势起伏较大，全区森林覆盖率达到 79.03%，

植被类型主要包括常绿阔叶林、针叶林、针阔叶混交林、疏林灌丛及幼林草坡、毛竹林五种类型，蕉岭县是广东省林业生态最好的县之一，全县现有活立木总蓄积 673 万 m^3 ，森林覆盖率达 79.03%。丰富的林木资源，为保持良好的生态环境发挥重要作用的同时，也为林产品加工业提供了有利条件。

（3）旅游资源

蕉岭县自然旅游资源丰富，名胜古迹甚多，古有金城雄狮、玉闸穿流、桃源春色、花皓晴岚、仙桥飞渡、长潭夜月、文峰插汉等八景，今有长潭揽胜、龙潭飞瀑、源碧水、土楼古韵、镇山荟萃、逢甲故居、皇佑奇观、世纪花园等“新八景”。而丘逢甲故居、谢晋元故居、石寨土楼等都是境内著名的人文景观。

蕉岭旅游主要以生态旅游，客家旅游，红色之旅为主，现有旅游景点和资源实体 30 多处（不含美食类）。文物保护单位 3 处，其中国家级 1 处，省级 2 处，省级森林公园 1 处，自然保护区 2 处，其中省级 1 处，市级 1 处。

2.2.5 河流水系

梅州市蕉岭县境内河流属韩江水系，主要河流韩江二级支流石窟河在县境内长 61.4 km，集水面积 728.2 km^2 。石窟河流域（含其支流乌土河、柚树河、石扇河、乐干河、溪峰河）是蕉岭县较大的盆地和主要耕作区。其他河流还有高思河、南礫河、北礫河，亦分别冲积成山间小盆谷。影响较大，每年 4~9 月降雨多，水量充沛，常满溢两岸；每年 10 月至次年 3 月降雨少，流量锐减，河床多暴露。

（1）石窟河水系

石窟河是梅江一级支流，发源于福建武平洋石坝，于蕉岭广福流入梅州，自北向南贯穿全县，流经蕉岭县的广福镇、长潭镇、蕉城镇、三圳镇至新铺镇南山出口，共五镇一区，经蕉岭石窟河盆地，于新铺汇柚树河，流经梅县白渡，在丙村东洲坝汇入梅江。石窟河流域面积 3681 km^2 ，河长 179 km，河床平均坡降 1.79‰。蕉岭县境内长 61.4 km，集水面积 728.2 km^2 。长潭以上河段河床陡峻，落差大，植被较好，水力资源丰富，长潭以下河段，河床较平缓，坡降 0.6‰。河面宽 100~200 m。

乌土河，源起文福金山笔西麓，纵贯文福中部，于长潭高陂流入石窟河，集水面积为 129 km^2 ，全长 20 km，河床平均坡降 22.1‰。流域内西岸植被较差，岩层为石灰岩，地面径流短小。

溪峰河在蕉岭县境东部，为石窟河支流，源起南礫富足窝，斜贯蓝坊北半部，夹在樟坑崇与大峰嶂山脉之间，流向大致是由东北至西南，出溪峰后，流经蕉城之南，在蕉城镇湖沟坝汇入石窟河。由蓝坊石中蛇筒坑起至湖沟坝，溪峰河全长 20.7 km，平均坡降 15%，集水面积 78 km²。

柚树河在蕉岭县境南部，为石窟河支流，源起平远县八尺区梅龙寨，在徐溪三面湖北面入县境后，横贯徐溪中部，在五里径附近汇合由三圳铁山嶂流来的徐溪河水，再向东流，穿过新铺北部，至新铺同福新芳里汇入石窟河。柚树河在蕉岭境内的集水面积为 128.1 km²，河流长度 13 km，河床落差 17 m，平均坡降 13%。柚树河的主要支流是徐溪河。该段河流已先后兴建有徐溪荣春拦河水电站及径子陂引水的同福水电站。

石扇河在蕉岭县境南部，为石窟河支流，源起梅县石扇真武嶂，于新铺北方村之西南角进入县境后，向东北方流去，斜贯新铺南部，在南山村之东汇入石窟河。全流域集水面积 81.09 km²，全长 20.85 km，其中蕉岭县境内的集水面积为 39.9 km²，河段长 7.9 km。石窟河蕉岭段已先后兴建有长潭水库和电站（省管）、榕子渡拦河水电站、蕉城荣春拦河水电站、三圳拦河水电站、新铺拦河水电站。

乐干河，源起本县广福镇的冷水坑，自南向北穿过广福镇，绕过福建省武平县的树头坝，再注入石窟河，集水面积为 59.7 km²，河长 13 km，平均坡降为 3.6%。

（2）隆文河水系

蕉岭县境东南部，有几条属梅县隆文河水系的支流，即高思的高思河、蓝坊的大地河以及南礫的蓝源河和浒竹坪河等，其中高思河为重要支流。高思河源起屏风山峰，从程官起曲折南流，在高思圩汇合来自东北载楼坑的支流后，转向东南流入梅县境溪口。高思河在蕉岭县境的河道长 11.3 km，平均坡降 21%，集水面积 37.7 km²。

（3）松源河水系

松源河是梅江一级支流，发源于福建上杭大平山，流域集雨面积 642 km²，河长 70 km，流经武平县象洞镇后，于蕉岭多宝水库库尾流入梅州境内，流经多宝村、洋山村后，于洋山村岳古自然村村尾流入上杭县下都乡保安村后流入梅县区松源镇，于南礫与松源交界处汇入北礫河，于梅县松源汇入南礫河，在松口铜盘下汇入韩江上游梅江，干支流在梅州境内流经梅县松源镇、桃尧镇和蕉岭县南

礫镇，河流平均坡降 3.69‰，流域内植被较好，河床坡降陡，天然落差大，水力资源丰富。流域内以农业用水为主。

松源河在梅州境内集雨面积 462 km²，河长 59 km，其中蕉岭县以上集雨面积 99.1 km²，河段长 7.7 km。松源河蕉岭境内主要支流洋山水、南礫河、北礫水。

南礫河属于松源河一级支流，源起南礫西南部梅子岗麓的大洞坑，沿东北方向流经白水、甲华、南礫、富足、途中汇花水塘水、书坑水、左槐水，至步上折向东南，流经约 2 km 进入梅县区松源镇，之后汇入松源河。

北礫河是松源河一级支流，发源于福建省武平县将军地，进入蕉岭境内后流经了该县南礫镇的金山村、三泰村和石寨村共 3 个行政村后在南礫镇进入松源镇后汇入松源河，流域总面积 138 km²，其中蕉岭县境内面积 99.1 km²，河道全长 23 km，其中蕉岭县河道长 17.6 km，河床落差 250 m，平均坡降 1.377‰，蕉岭境内的流域面积全部属于蕉岭县南礫镇辖区。

北礫河蕉岭县境内集水面积较大的支流有四条：金山水、皇佑水、岭背水、廖席河。

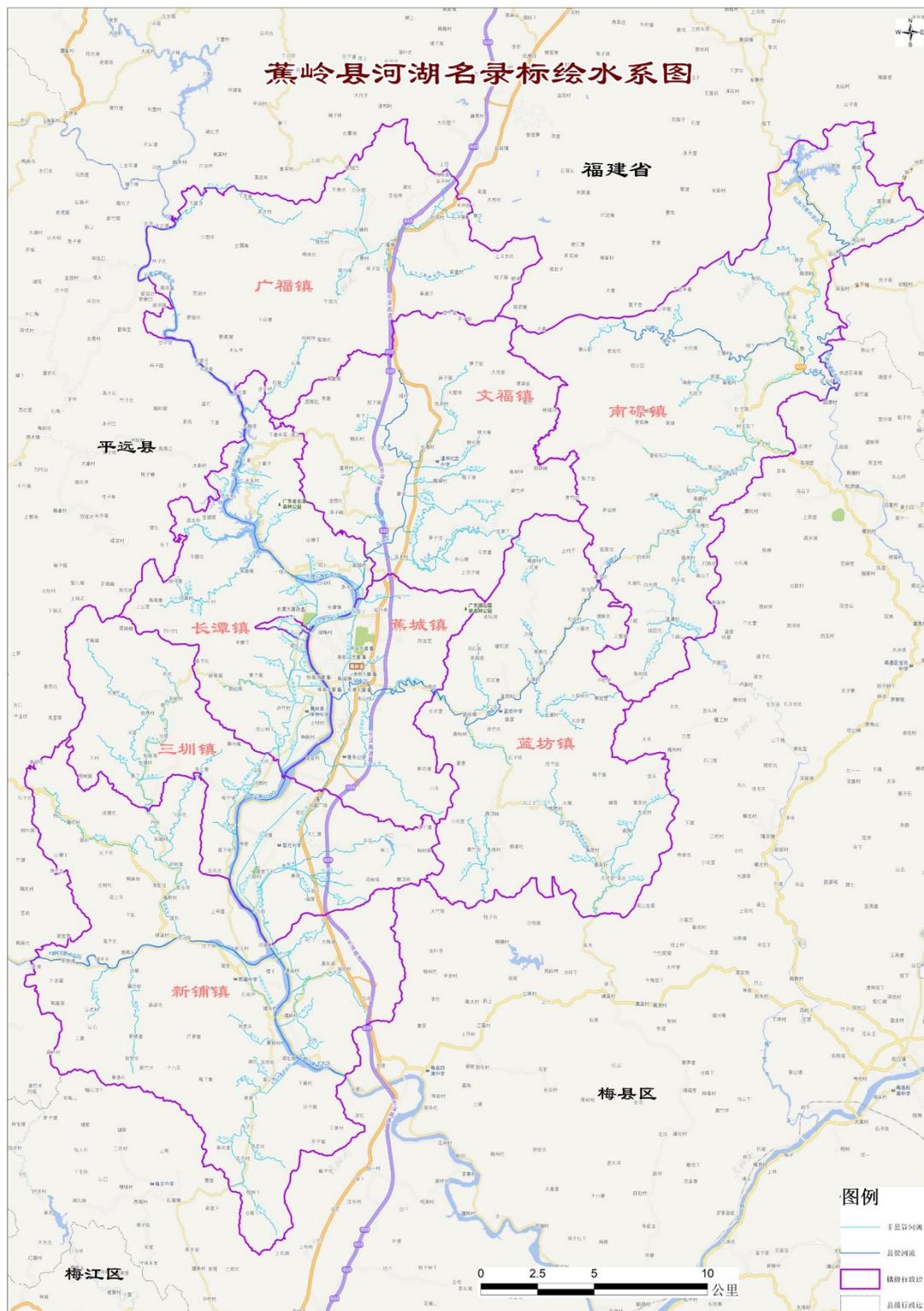


图 2.2- 3 蕉岭县水系图

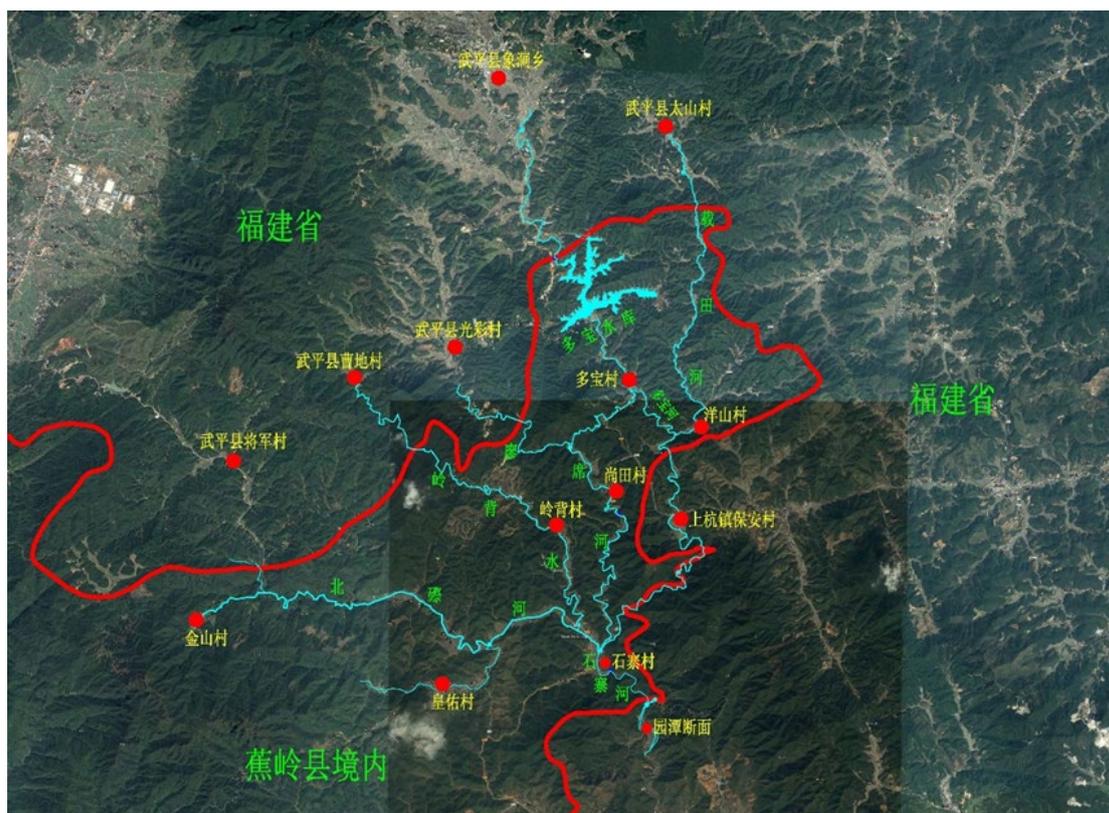


图 2.2-4 蕉岭县松源河上游水系分布图

(4) 多宝水库

多宝水库位于蕉岭县南礫镇多宝村，库尾与福建省武平县象洞乡接壤，集水面积为 68 km^2 ，总库容 2213 万 m^3 ，是一座以防洪为主，兼有发电、灌溉、种养等功能为一体的中型水库，是韩江支流松源河的源头。集水区地势较高，平均海拔 680 m ，坝址到主河道的分水岭海拔在 $400\sim 966 \text{ m}$ ，河长 17.7 km ，平均坡降 1.1% 。1999 年 11 月省人民政府制定的《广东省地表水环境功能区划》将其划定为 II 类水源。流经福建武平县象洞镇的象洞河是多宝水库最大、最主要的入库河流。2002 年以后，随着水库集雨区内养殖业的快速发展，养殖废水未经处理直接进入水库中，导致水库水质持续恶化。多宝水库下游共有六级电站。

2.3 社会经济概况

2.3.1 行政区划

梅州市蕉岭县区下辖 8 个镇：蕉城镇、广福镇、文福镇、新铺镇、三圳镇、南礫镇、蓝坊镇、长潭镇，1 个蕉华管理区，10 个居委会和 97 个村委会。

蕉岭县南礫镇下辖步上、富足、南礫、甲华、白水、左槐、插峰、蓝源、石

寨、皇佑、三泰、金山、岭背、尚田、洋山、多宝等 16 个村民委员会。

2.3.2 人口分布概况

2021 年年末蕉岭县常住人口 18.37 万人，比上年末减少 0.03 万人，其中城镇人口 10.30 万人，城镇人口占常住人口的比重为 56.07%，比上年末提高 0.87 个百分点。年末户籍人口 23.02 万人，比上年减少 1042 人，下降 0.5%。全年出生人口 1843 人，出生率 7.57‰；死亡人口 1687 人，死亡率 6.93‰；自然增长人口 156 人，自然增长率 0.64‰。蕉岭县松源河上游流域集水区在蕉岭县南礫镇内，共有金山村、皇佑村、三泰村、岭背村、尚田村、多宝村、洋山村和石寨村 8 个行政村，2022 年第二季度农村常住人口共 3022 人。

表 2.3-1 2022 年第二季度蕉岭县松源河上游流域集水区内人口分布

序号	镇	行政村名称	人口数量（人）
1	南礫镇	金山村	84
2		皇佑村	886
3		三泰村	501
4		岭背村	95
5		尚田村	91
6		多宝村	244
7		洋山村	218
8		石寨村	903

2.3.3 经济与产业概况

2021 年，我县国民经济继续保持稳步健康发展的态势，三次产业结构不断调整优化。据统计，全县实现生产总值（现行价）106.40 亿元，比上年增长 5.0%，其中第一产业增加值 17.84 亿元，比上年增长 8.4%，对地区生产总值增长的贡献率 28.6%；第二产业增加值 47.42 亿元，比上年增长 0.5%，对地区生产总值增长的贡献率 5.0%；第三产业增加值 41.14 亿元，比上年增长 9.0%，对地区生产总值增长的贡献率 66.4%。人均地区生产总值 57890 元，比上年增长 5.8%。

从三次产业结构看，由 2020 年的 17.0:46.4:36.6 调整为 16.8:44.5:38.7。第一、二产业分别下降 0.2 个、1.9 个百分点，第三产业上升 2.1 个百分点。

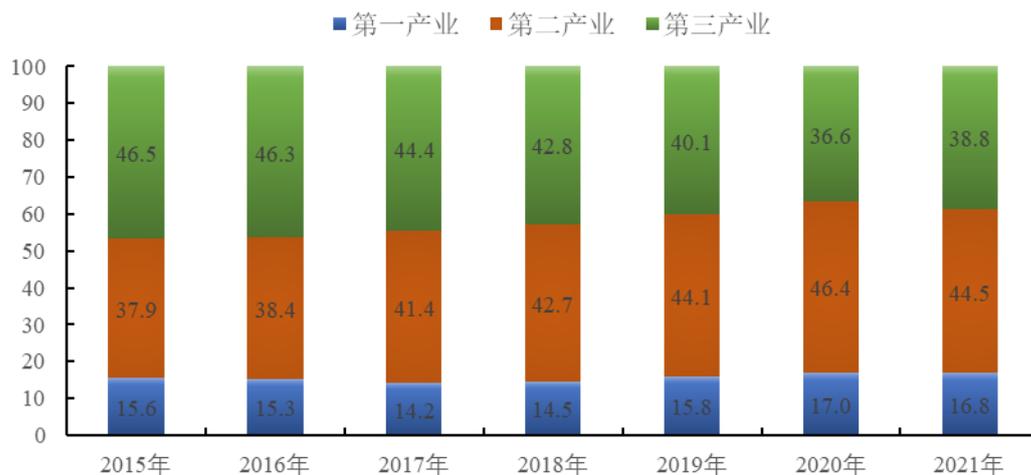


图 2.3-1 2015~2021 年蕉岭县三次产业比重变化图

2.4 社会经济发展趋势与预测分析

2.4.1 人口发展趋势与预测

(1) 人口预测思路

由于当前工业化和城市化过程中户籍人口并不能真实反映行政区内实际的人口居住状况，为能客观实际地分析生活源污染物排放量，本项目主要分析实际的常住人口，而不采用户籍人口。

(2) 分析方法

本规划中采用综合增长率法预测分析跨界区域的人口变化趋势情况。

该方法适应发展稳定，人口增长率变化不大的区域。

$$P_n = P_0 \times (1 + k)^n$$

式中： P_n —规划末年人口数； P_0 —规划基年人口数； n —规划年限； k —平均增长率。

(3) 历史趋势分析

通过分析 2011-2021 年蕉岭县常住人口数据，可知人口变化趋势，详见表 2.3-1。结果显示，近 10 年蕉岭县常住人口年均增长率为-1.10%。

表 2.4-1 近 10 年蕉岭县常住人口变化情况表（单位：万人）

县（市、区）	蕉岭县
2011 年	20.69
2012 年	20.81

县（市、区）	蕉岭县
2013 年	20.84
2014 年	20.91
2015 年	20.99
2016 年	21.03
2017 年	21.13
2018 年	21.14
2019 年	21.15
2020 年	18.44
2021 年	18.37
平均增长率	-1.10%

（4）预测结果

根据综合增长率分析方法预测，蕉岭县 2026 年常住人口为 17.38 万人。

2.4.2 经济发展趋势与预测

（1）经济发展预测思路

国民经济指标预测的主要思路：先确定不同规划阶段的 GDP 年均增长率，由此计算各规划水平年的 GDP；再确定各规划水平年的产业结构目标，分解计算一、二、三产业的增加值。

根据国民经济发展规律一般属于指数增长规律的特点，国内生产总值预测模型采用指数曲线近似预测：

$$P = P_0(1 + b)^{T_i - T_0}$$

式中：P—规划年总产值；P₀—基准年总产值；b—总产值年均递增率；T_i—规划年；T₀—基准年。

（2）历史趋势分析

通过分析 2011-2021 年蕉岭县地区生产总值（GDP）数据，可知其经济发展变化趋势。如表 2.3-2 所示，结果显示，蕉岭县近 10 年 GDP 年均增长率为 8.81%。高于梅州市整体的年均增长率 6.60%。

表 2.4-2 近 10 年蕉岭县地区生产总值情况（单位：亿元）

县（市、区）	蕉岭县	梅州市
2011 年	45.86	691.50

县（市、区）	蕉岭县	梅州市
2012年	50.89	744.13
2013年	55.89	797.25
2014年	61.42	874.36
2015年	67.11	945.14
2016年	71.99	1027.18
2017年	77.25	1075.43
2018年	88.22	1127.24
2019年	93.56	1187.08
2020年	101.90	1227.27
2021年	106.40	1308.01
年均增长率	8.81%	6.60%

（3）经济发展预测结果

针对梅州市的经济发展情况，梅州市编制《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》，纲要中指出在经济发展上，全市 GDP 年均增长 6%左右，到 2025 年 GDP 约为 1800 亿元；民生福祉上，居民人均可支配收入年均增长与经济增长基本一致；

根据模型预测，蕉岭县到 2026 年地区生产总值超过 160 亿元。

表 2.4-3 蕉岭县 2026 年地区生产总值预测

县（市、区）	2021 年生产总值 （亿元）	近 10 年平均增长 率（%）	预测 2026 年生产总 值（亿元）
蕉岭县	106.40	8.81	163.29

第三章 水环境状况

3.1 水资源利用状况及趋势分析

3.1.1 水文特征调查及趋势分析

(1) 水资源现状分析

① 降水量分析

蕉岭县属亚热带季风气候，夏长冬短，光照充足，雨季长，雨量充沛。据1988~2020年水文资料统计分析，蕉岭县多年平均年降水量为1666.5 mm，流域控制范围内平均年总降水量达到3.765亿 m³。降雨主要集中在4~9月，其中6、7、8月最多。

表 3.1-1 1988~2020 年蕉岭县降雨量统计表（单位：mm）

年份	年雨量
1988	1727.7
1989	1454.5
1990	1782.3
1991	1063.9
1992	2119.6
1993	1632.7
1994	1647.8
1995	1661.8
1996	1482.6
1997	2268.3
1998	1692.9
1999	1304.9
2000	1874.6
2001	1567
2002	1360.6
2003	1361.1
2004	1267.3
2005	2002.2
2006	1719.4
2007	1901
2008	1570.6
2009	1484.7
2010	1889.6

年份	年雨量
2011	1393.1
2012	1556.8
2013	1781.8
2014	1430.2
2015	2030
2016	2628
2017	1742
2018	1360
2019	1868
2020	1367
历史平均值	1666.5

② 水资源量分析

由于蕉岭县地处山丘区，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，梅州市浅层地下水资源量基本上是地表水资源的重复计算量。蕉岭县的水资源相对较少，根据 2020 年梅州市水资源公报数据显示，2020 年蕉岭全县地表水资源量为 6.76 亿 m^3 ，浅层地下水资源量为 1.58 亿 m^3 ，水资源总量为 6.76 亿 m^3 ，多年平均水量为 8.46 亿 m^3 。

（2）水资源趋势分析

2015~2020 年蕉岭县多年平均降雨量为 1832.5 mm，2020 年地表水资源量为 6.76 亿 m^3 ，其中降雨量、地表水资源量和地下水资源量变化趋势如表 3.1-2 和图 3.1-1 所示。

表 3.1-2 2015~2020 年蕉岭县水资源总量统计表

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020
年降雨总量 (亿 m^3)	19.51	25.25	16.74	13.07	17.95	13.14
地表水资源量 (亿 m^3)	10.20	13.91	8.60	6.70	9.25	6.76
地下水资源量 (亿 m^3)	2.17	3.21	1.90	1.74	2.36	1.58
水资源总量 (亿 m^3)	10.20	13.91	8.60	6.70	9.25	6.76

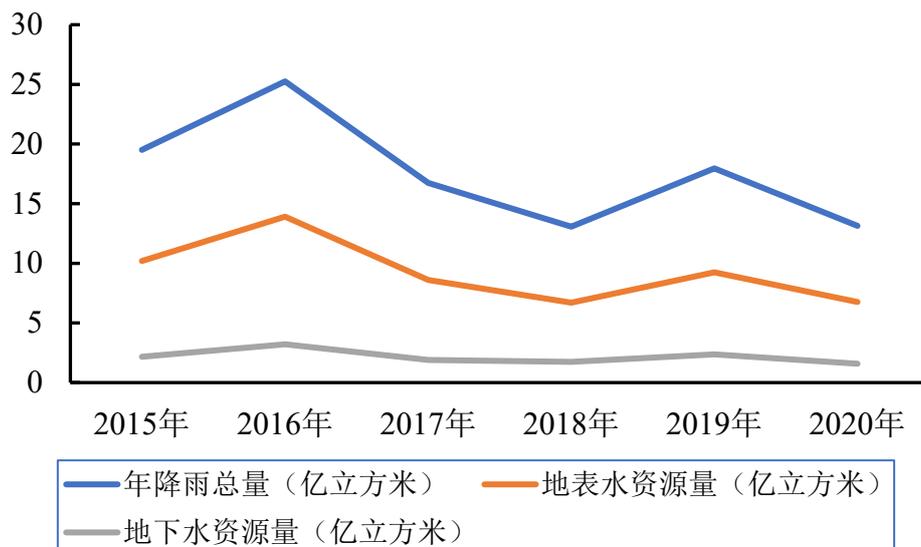


图 3.1-1 2015~2020 年蕉岭县水资源总量趋势图

3.1.2 水资源利用现状调查及趋势分析

(1) 水资源利用现状

① 供水量

2020 年梅州市总供水量为 20.01 亿 m^3 ，较 2019 年减少 0.6%。其中地表水源供水 18.86 亿 m^3 ，占总供水量的 94.25%，地下水源（浅层）供 0.959 亿 m^3 ，占总供水量 4.79%。在地表水源供水中，蓄水工程供水 10.76 亿 m^3 ，占 57.05%，引水工程供水 6.41 亿 m^3 ，占 33.99%，提水工程供水 1.68 亿 m^3 ，占 8.91%。

2020 年蕉岭县总供水量为 14328 万 m^3 ，较 2019 年减少 8.10%，其中蓄水工程供水 5815 万 m^3 ，占总供水量 40.58%，引水工程供水 7051 万 m^3 ，占总供水量 49.21%，提水工程供水 624 万 m^3 ，占总供水量 4.36%，地下水工程供水 740 万 m^3 ，占总供水量 5.16%，其他水源工程供水 98 万 m^3 ，占总供水量 0.68%。

② 用水量

2020 年梅州市总用水量为 20.01 亿 m^3 ，比 2019 年减少 0.11 亿 m^3 。梅州市用水以农业灌溉为最多，达 13.44 亿 m^3 ，占总用水量的 67.16%，工业用水 1.36 亿 m^3 ，占 6.81%，林牧渔畜用水 1.76 亿 m^3 ，占 8.80%，农村生活用水 1.07 亿 m^3 ，占 5.37%，城镇生活用水 1.46 亿 m^3 ，占 7.28%，城镇公共用水 0.70 亿 m^3 ，占 3.49%，生态环境用水 0.22 亿 m^3 ，占 1.09%。

2020年蕉岭县总用水量为14328万 m^3 ，比2019年减少1262.6万 m^3 。蕉岭县用水以农业灌溉为最多，达8192万 m^3 ，占总用水量的57.17%，工业用水2775万 m^3 ，占19.37%，林牧渔畜用水1193万 m^3 ，占8.33%，农村生活用水523万 m^3 ，占3.65%，城镇生活用水765万 m^3 ，占5.34%，城镇公共用水738万 m^3 ，占5.15%，生态环境用水142万 m^3 ，占0.99%。

③ 水资源利用率和用水指标

2020年蕉岭县水资源总量为6.76亿 m^3 ，全县用水总量14328万 m^3 ，水资源开发利用率为21.20%，由于蕉岭县供水水源主要取自过境客水，尚不存在资源性或工程型缺水的状况。2020年蕉岭县人均水资源量3666 m^3 ，人均综合用水量724 m^3 ，万元GDP用水量143 m^3 ，万元工业增加值用水量90 m^3 ，农田灌溉亩均用水量719 m^3 ，城镇生活居民生活人均用水量191升/人·天，农村生活人均用水量162升/人·天。

（2）水资源利用趋势分析

2015-2020年蕉岭县用水量的统计如表3.1-3所示，从表中可以看出，由于重视节水工作，蕉岭县总用水量在2015~2020年期间稳定下降，同时由于第三产业的发展，城镇公共用水及生活用水不断增加，农业用水、工业用水呈现下降趋势。

表 3.1-3 2015~2020 年蕉岭县用水量统计（单位：万 m^3 ）

年份	农田灌溉	林牧渔畜	工业用水	城镇公用	城镇生活	农村生活	生态环境	总用水量
2015	9828	2034	3622	178	788	512	78	17040
2016	9998	1069	3840	683	1308		82	16980
2017	10018	1039	3845	748	1268		87	17005
2018	9733	761	3455	624	770	369	75	15787
2019	9499	729	3776.6	578	585	341	82	15590.6
2020	8192	1193	2775	738	765	523	142	14328

3.2 水环境质量状况

3.2.1 水环境质量评价方法

根据《环境影响评价技术导则—地面水环境》（HJ2.3-2018），监测断面或点位水环境质量现状评价方法可采用水质指数法评价。

水质指数法，一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式：

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

式中， S_{ij} ：评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

C_{ij} ：评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} ：评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

溶解氧（DO）的标准指数计算公式：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j}=|DO_f-DO_j|/(DO_f-DO_s) \quad DO_j > DO_f$$

式中： $S_{DO,j}$ ：溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ：溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ：溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ：饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f=468/(31.6+T)$ ，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

S ：实用盐度符号，量纲一；

T ：水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 值的指数计算公式：

$$S_{pH,j}=(7.0-pH_j)/(7.0-pH_{sd}) \quad pH_j \leq 7$$

$$S_{pH,j}=(pH_j-7.0)/(pH_{su}-7.0) \quad pH_j > 7$$

式中， $S_{pH,j}$ ：pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ：pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} ：评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ：评价标准中 pH 值的上限值。

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，已经不能满足水质功能要求。水质参数的标准指数越大，说明该水质参数超标越严重。

表 3.2-1 显示的是《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的地表水环境质量标准基本项目标准限制，可作为查找水质标准的依据。

河流断面水质类别评价采用单因子评价法，即根据评价时段内该断面参评的指标中类别最高的一项来确定。断面水质类别与水质定性评价分级的对应关系见表 3.2-2。

表 3.2-1 地表水环境质量标准基本项目标准限值

监测项目	分类				
	I类	II类	III类	IV类	V类
pH值（无量纲）	6~9				
溶解氧（≥）	饱和率 90% （或 7.5）	6	5	3	2
高锰酸盐指数（≤）	2	4	6	10	15
COD（≤）	15	15	20	30	40
BOD ₅ （≤）	3	3	4	6	10
氨氮（≤）	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷（以 P 计）（≤）	0.02（湖、库 0.01）	0.1（湖、库 0.025）	0.2（湖、库 0.05）	0.3（湖、库 0.1）	0.4（湖、库 0.2）
总氮（湖、库、以 N 计）（≤）	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
铜（≤）	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
锌（≤）	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
氟化物（以 F ⁻ 计）（≤）	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
镉（≤）	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
铬（六价）（≤）	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
铅（≤）	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
氰化物（≤）	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
挥发酚（≤）	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
石油类（≤）	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
阴离子表面活性剂（≤）	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3

表 3.2-2 断面水质定性评价

水质类别	水质状况	水质功能类别
I-II 类水质	优	饮用水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾
III 类水质	良好	饮用水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、
IV 类水质	轻度污染	一般工业用水和人体非直接接触的娱乐用水
V 类水质	中度污染	农业用水及一般景观用水
劣 V 类水质	重度污染	除调节局部气候外，使用功能较差

河流、流域（水系）水质评价：当河流、流域（水系）的断面总数少于 5 个时，计算河流、流域（水系）所有断面各评价指标浓度算术平均值，然后按照“表 3.2-2 断面水质定性评价”方法评价，并按表“3.2-1 地表水环境质量标准基本项目标准限值”指出每个断面的水质类别和水质状况。

评价时段内，断面水质为“优”或“良好”时，不评价主要污染指标。断面水质超过目标 IV 类标准时，先按照不同指标对应水质类别的优劣，选择水质类别最差的前三项指标作为主要污染指标。当不同指标对应的水质类别相同时计算超标倍数，将超标指标按其超标倍数大小排列，取超标倍数最大的前三项为主要污染指标。当氰化物或铅、铬等重金属超标时，优先作为主要污染指标。

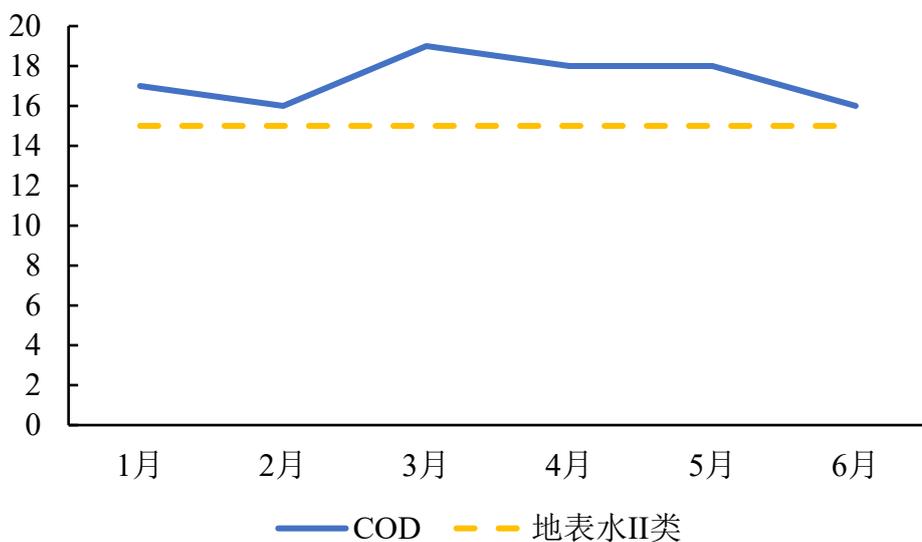
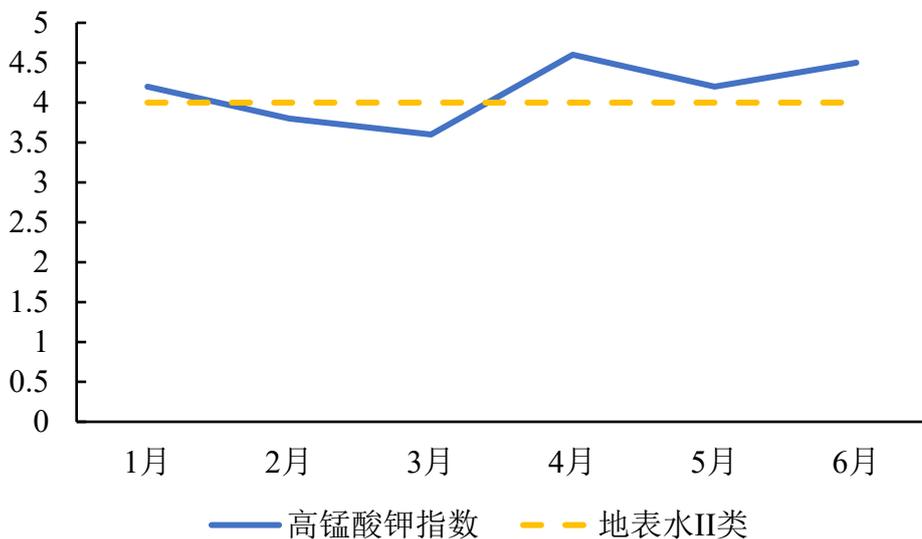
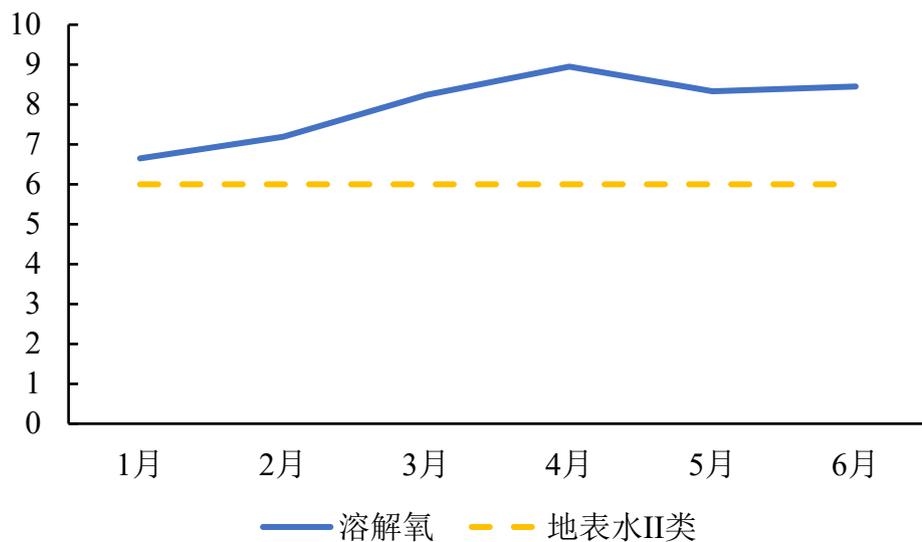
依据《地表水环境质量评价办法（试行）》中要求，地表水水质评价指标为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中除水温、总氮、粪大肠菌群以外的 21 项指标。水温、总氮、粪大肠菌群作为参考指标单独评价（河流总氮除外）。

确定了主要污染指标的同时，应在指标后标注该指标浓度超过 IV 类水质标准的倍数，即超标倍数，如高锰酸盐指数。对于水温、pH 值和溶解氧等项目不计算超标倍数。

超标倍数=（某指标的浓度值-该指标的水质标准）/该指标的水质标准。

3.2.2 多宝水库水质评价分析

多宝水库为福建、广东跨界水库，多宝水库上游为武平县象洞溪。从 2022 年上半年水质评价结果来看，水质类别为 III~IV 类之间。主要的超标因子为高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷。具体的评价结果和超标倍数见表所示。



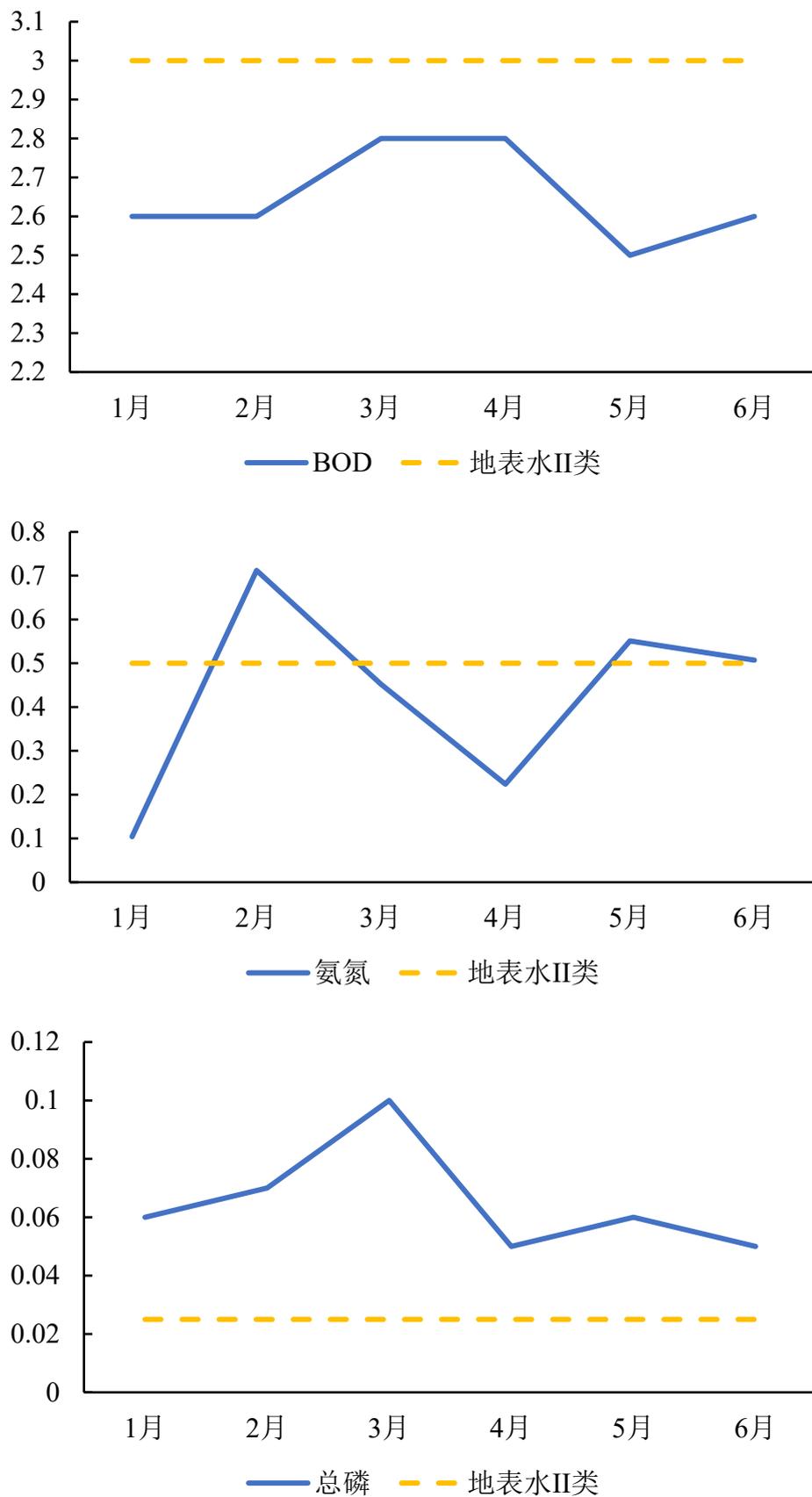


图 3.2-1 2022 年 1~6 月多宝水库月度主要超标水质指标变化趋势图

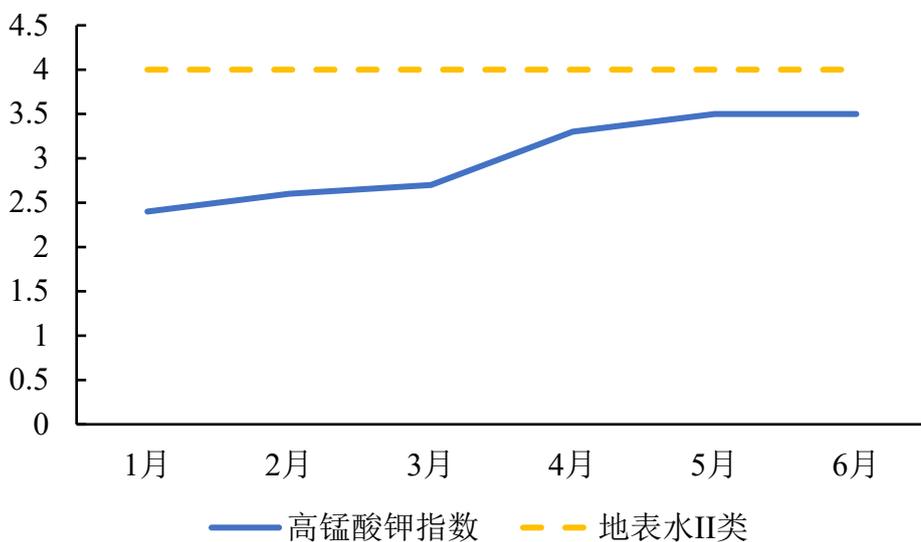
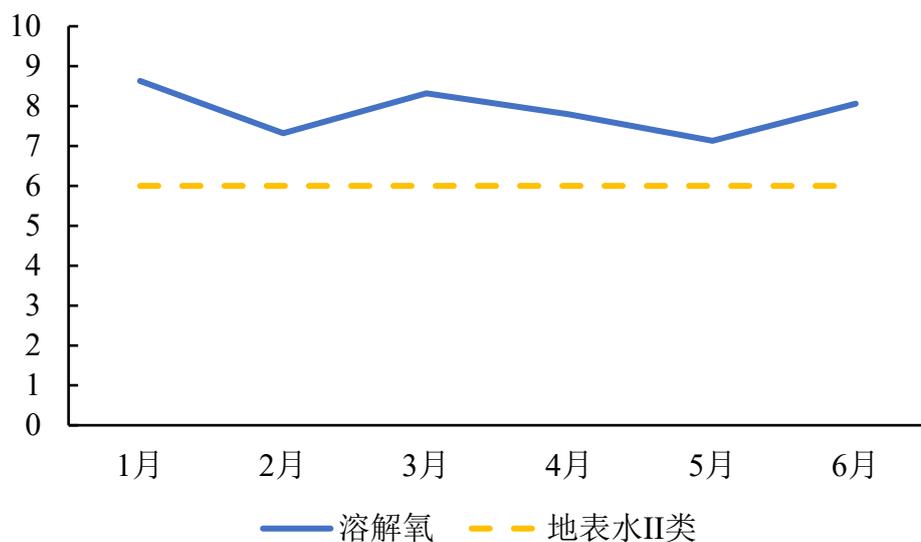
表 3.2-3 2022 年 1~6 月多宝水库水质监测评价结果

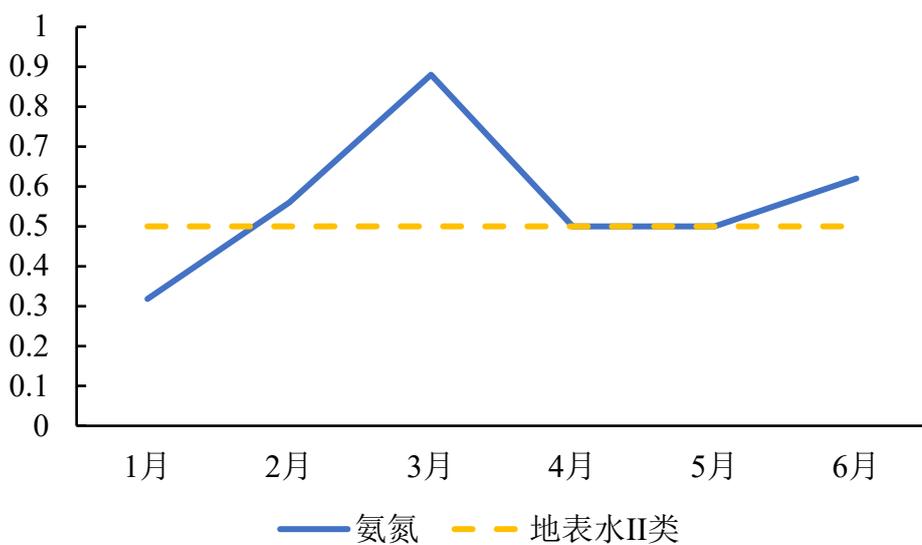
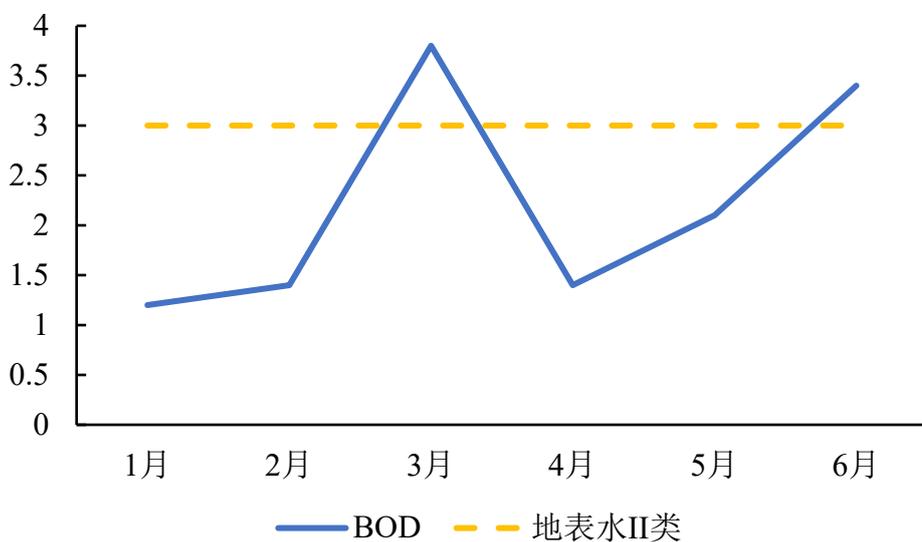
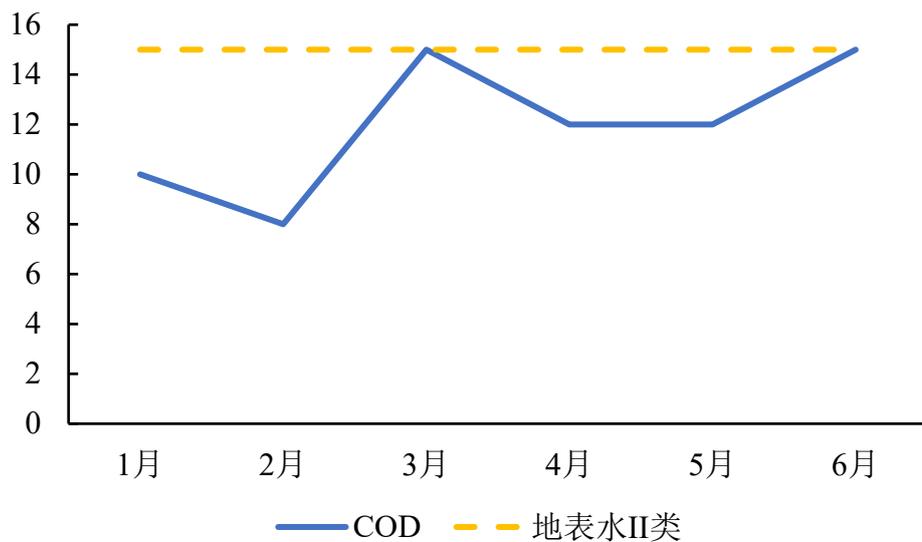
采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (II类)
1月11日	16.2	7.12	I	6.65	II	4.2	III	17	III	2.6	I	0.104	I	0.06	IV	IV类	高锰酸钾指数 (0.05)、化学需氧量 (0.13)、总磷 (1.40)
2月15日	14.5	7.23	I	7.19	II	3.8	II	16	III	2.6	I	0.712	III	0.07	IV	IV类	化学需氧量 (0.07)、氨氮 (0.42)、总磷 (1.80)
3月8日	16.8	7.33	I	8.24	I	3.6	II	19	III	2.8	I	0.452	II	0.1	IV	IV类	化学需氧量 (0.27)、总磷 (3.00)
4月13日	22.5	7.32	I	8.95	I	4.6	III	18	III	2.8	I	0.224	II	0.05	III	III类	高锰酸钾指数 (0.15)、化学需氧量 (0.20)、总磷 (1.00)

5月 11日	23.8	7.74	I	8.33	I	4.2	III	18	III	2.5	I	0.551	III	0.06	IV	IV类	高锰酸钾指数 (0.05)、化学需 氧量(0.20)、氨 氮(0.1)、总磷 (1.40)
6月 15日	25.5	7.48	I	8.45	I	4.5	III	16	III	2.6	I	0.507	III	0.05	III	III类	高锰酸钾指数 (0.13)、化学需 氧量(0.07)、氨 氮(0.01)、总磷 (1.00)

3.2.3 园潭断面水质评价分析

园潭断面水质目标为 II 类，因此，本次水质评价标准为 II 类水质目标标准。通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月园潭断面水质监测数据显示，主要的监测指标为水温（ $^{\circ}\text{C}$ ）、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示园潭断面除 4 月外，其它月份水质均超标，水质类别为 II-IV 类之间。主要的超标因子为五日生化需氧量、氨氮、总磷。





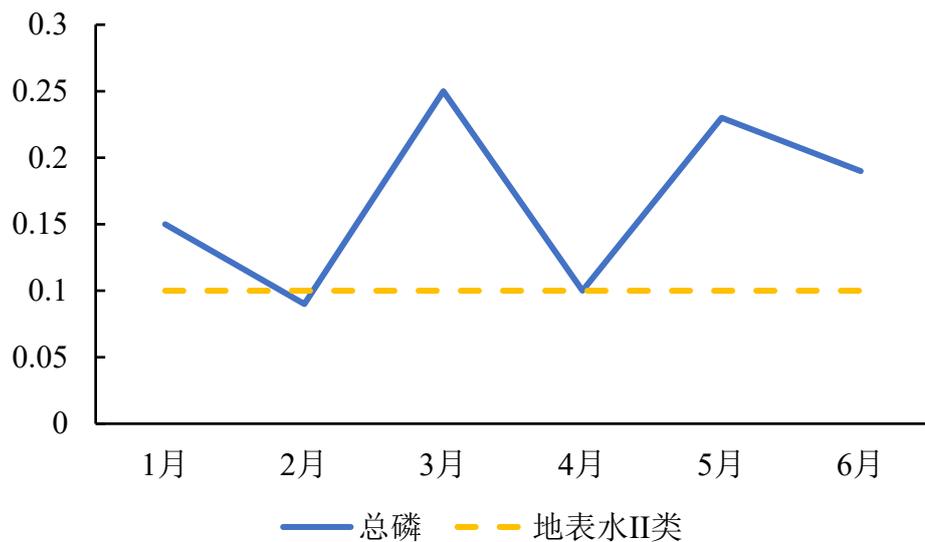


图 3.2-2 2022 年 1~6 月园潭断面月度主要超标水质指标变化趋势图

表 3.2-4 2022 年 1~6 月园潭断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (II类)
1月13日	16.1	7.33	I	8.63	I	2.4	II	10	I	1.2	I	0.318	II	0.15	III	III类	总磷 (0.5)
2月14日	12.7	6.6	I	7.32	II	2.6	I	8	I	1.4	I	0.56	III	0.09	II	III类	氨氮 (0.12)
3月9日	13.4	6.9	I	8.32	I	2.7	II	15	I	3.8	III	0.88	III	0.25	IV	IV类	生化需氧量 (0.27)、氨氮 (0.76)、总磷 (1.5)
4月11日	19.2	6.4	I	7.79	I	3.3	II	12	I	1.4	I	0.5	II	0.1	II	II类	
5月9日	22.7	6.3	I	7.13	II	3.5	II	12	I	2.1	I	0.5	II	0.23	IV	IV类	总磷 (1.3)
6月6日	25.6	6.2	I	8.06	I	3.5	II	15	I	3.4	III	0.62	III	0.19	III	III类	生化需氧量 (0.13)、氨氮 (0.24)、总磷 (0.9)

3.2.4 太山村与洋山村交界点断面水质评价分析

太山村与洋山村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月断面水质监测数据显示，主要的监测指标为水温 (°C)、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示太山村与洋山村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，水质类别为 II 类。

表 3.2-5 2022 年 1-6 月太山村与洋山村交界点断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月11日	15	6.55	I	6.24	I	2.8	II	7	I	2	I	0.078	I	0.05	II	II类	
2月15日	14.3	7.5	I	8.11	I	2	I	14	I	1.8	I	0.109	I	0.1	II	II类	
3月8日	15.9	7.35	I	7.22	I	2.2	II	14	I	1.6	I	0.178	II	0.08	II	II类	
4月13日	23.5	7.08	I	6.83	I	2.3	II	12	I	1.5	I	0.052	I	0.06	II	II类	
5月11日	24	7.08	I	6.54	I	2.6	II	14	I	1.8	I	0.166	II	0.09	II	II类	
6月21日	22.6	7.18	I	7.85	I	2.2	II	10	I	1.2	I	0.114	I	0.06	II	II类	

3.2.5 光彩村与尚田村交界点断面水质评价分析

光彩村与尚田村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月光彩村与尚田村交界点断面水质监测数据显示，主要的监测指标为水温（℃）、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示光彩村与尚田村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，除 2 月份、5 月份水质类别为 III 类外，其他月份水质类别为 II 类。

表 3.2-6 2022 年 1-6 月光彩村与尚田村断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月11日	15.1	6.83	I	7.11	I	2.4	II	7	I	1.9	I	0.087	I	0.07	II	II类	
2月15日	14.1	7.56	I	8.24	I	2.0	I	15	I	1.5	I	0.289	II	0.11	III	III类	
3月8日	15.5	7.28	I	7.01	I	2.8	II	15	I	2.2	I	0.095	I	0.09	II	II类	
4月13日	24.1	7.21	I	6.94	I	3.2	II	14	I	2.5	I	0.135	I	0.09	II	II类	
5月11日	24.1	7.17	I	6.46	I	3.6	II	12	I	2.2	I	0.255	II	0.12	III	III类	
6月21日	22.8	7.33	I	7.85	I	3.0	II	11	I	1.8	I	0.202	II	0.08	II	II类	

3.2.6 将军村与金山村交界点断面水质评价分析

将军村与金山村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月将军村与金山村交界点断面水质监测数据显示。主要的监测指标为水温 (°C)、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示将军村与金山村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，水质类别为 II 类。

表 3.2-7 2022 年 1-6 月将军村与金山村交界点断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月10日	15.5	7.21	I	7.45	I	2.2	II	11	I	2.2	I	0.089	I	0.05	II	II类	
2月14日	14.1	7.51	I	8.24	I	1.8	I	10	I	1.8	I	0.095	I	0.05	II	II类	
3月7日	18.5	7.24	I	6.92	I	3.0	II	14	I	2.2	I	0.092	I	0.08	II	II类	
4月11日	18.8	7.19	I	7.28	I	3.2	II	12	I	2.0	I	0.099	I	0.06	II	II类	
5月9日	21.0	7.25	I	7.84	I	2.2	II	10	I	1.6	I	0.102	I	0.05	II	II类	
6月20日	22.0	7.41	I	7.92	I	1.8	I	8	I	1.2	I	0.095	I	0.05	II	II类	

3.2.7 曹地村与岭背村交界点断面水质评价分析

曹地村与岭背村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月曹地村与岭背村交界点断面水质监测数据显示。主要的监测指标为水温 (°C)、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示曹地村与岭背村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，除 5 月份水质类别为 III 类外，其他月份水质类别为 II 类。

表 3.2-8 2022 年 1-6 月曹地村与岭背村交界点断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月11日	15.1	6.62	I	6.85	I	1.6	I	5	I	1.5	I	0.146	I	0.06	II	II类	
2月15日	14.1	7.44	I	8.05	I	1.8	I	12	I	1.6	I	0.155	II	0.06	II	II类	
3月8日	15.6	7.52	I	7.48	I	2.0	I	12	I	1.8	I	0.066	I	0.04	II	II类	
4月13日	24.3	7.12	I	7.50	I	2.8	II	11	I	2.1	I	0.049	I	0.04	II	II类	
5月11日	24.3	7.22	I	7.18	I	3.2	II	10	I	1.8	I	0.632	III	0.09	II	III类	
6月21日	23.0	7.43	I	7.51	I	2.8	II	12	I	2.0	I	0.337	II	0.08	II	II类	

3.2.8 洋山村与保安村交界点断面水质评价分析

洋山村与保安村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月洋山村与保安村交界点断面水质监测数据显示。主要的监测指标为水温 (°C)、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示洋山村与保安村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，除 5 月份、6 月份水质类别为 III 类外，其他月份水质类别为 II 类。

表 3.2-9 2022 年 1-6 月洋山村与保安村交界点断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月11日	15.2	6.95	I	7.22	I	2.8	II	12	I	2.6	I	0.118	I	0.08	II	II类	
2月15日	14.3	7.05	I	7.01	I	2.6	II	14	I	2.5	I	0.224	II	0.09	II	II类	
3月8日	15.8	7.78	I	6.82	I	3.4	II	15	I	2.8	I	0.121	I	0.08	II	II类	
4月13日	24.1	7.55	I	6.69	I	3.8	II	12	I	2.6	I	0.224	II	0.06	II	II类	
5月11日	24.2	7.21	I	7.08	I	4.2	III	15	I	2.8	I	0.453	II	0.09	II	III类	
6月21日	22.8	7.35	I	8.08	I	3.6	II	12	I	2.5	I	0.389	II	0.11	III	III类	

3.2.9 保安村与石寨村交界点断面水质评价分析

保安村与石寨村交界点断面目标水质为地表水 III 类，通过生态环境局提供的 2022 年 1~6 月保安村与石寨村交界点断面水质监测数据显示。主要的监测指标为水温 (°C)、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷共 8 项指标。水质评价结果显示保安村与石寨村交界点断面 2022 年 1~6 月水质均未超标，除 1 月份水质类别为 II 类外，其他月份水质类别为 III 类。

表 3.2-10 2022 年 1-6 月保安村与石寨村交界点断面水质监测评价结果

采样时间	水温 (°C)	pH (无量纲)	水质类别	溶解氧	水质类别	高锰酸指数	水质类别	化学需氧量	水质类别	生化需氧量	水质类别	氨氮	水质类别	总磷	水质类别	水质综合评价	超标倍数 (Ⅲ类)
1月11日	15.3	7.05	I	6.95	I	3.2	II	14	I	2.8	I	0.125	I	0.09	II	II类	
2月15日	14.2	7.21	I	7.04	I	3.5	II	16	III	2.9	I	0.357	II	0.11	III	III类	
3月8日	15.8	7.58	I	7.86	I	3.6	II	18	III	2.8	I	0.441	II	0.12	III	III类	
4月13日	24.1	7.22	I	6.83	I	3.8	II	20	III	2.5	I	0.552	III	0.14	III	III类	
5月11日	24.0	7.33	I	6.92	I	4.0	II	16	III	2.7	I	0.664	III	0.12	III	III类	
6月21日	22.9	7.49	I	7.54	I	3.5	II	15	I	2.3	I	0.507	III	0.11	III	III类	

3.3 多宝水库底泥污染状况

2018年9月12日，在监测多宝水质的同时，同步开展底泥采样监测，共设置了9个点位进行底泥样品的采集。监测的底泥样品均采用柱状采泥器进行采集，同时对底泥样品进行分层检测，监测的底泥指标主要包括含水率、有机质、氨氮、总氮、总磷、锌、汞和铅，共8项。库区底泥污染物含量为表层泥低于底层泥，污染物浓度随底泥深度增加，库区周边水深较浅处受污染底泥厚度较浅，约为30~50 cm，库区中心区域受污染底泥厚度超过1 m。

从多宝水库底泥监测结果看，水库底泥在采样过程中存在明显的臭味，从感官上判断，表层底泥中存在大量的畜禽养殖粪便，底泥污染较为严重。底泥检测数据表明，底层底泥的污染程度大于表层底泥。

监测的9个点位的水库底泥，在取样过程中，坝头部位的底泥深度较深，底泥量较大。参考多宝水库采样深度，多宝水库在丰水期（9月份）采泥样的深度在3~15 m之间，且大部分底泥深度距离水面在3~5 m之间，说明底泥距离水面较浅，间接判断多宝水库底泥量较大。且根据生态环境局反应，多宝水库历年来周边居民畜禽养殖户的养殖粪便，均流入水库库区，从采样结果上看，底泥中含有大量的淤泥及粪便。

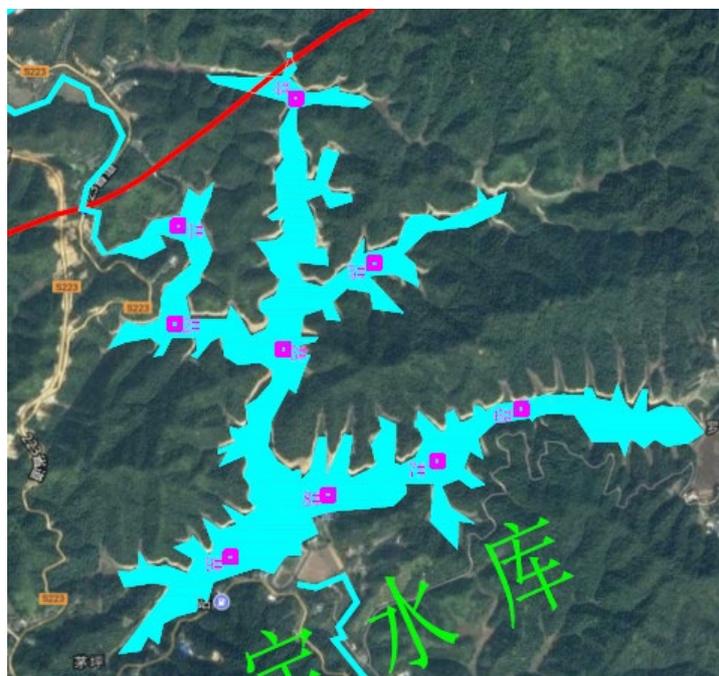


图 3.3-1 多宝水库水样监测点位布置图

表 3.3-1 多宝水库底泥监测数据

	锌 mg/kg	铅 mg/kg	汞 mg/kg	含水率 %	有机质 g/kg	氨氮 mg/kg	全氮 mg/kg	总磷 mg/kg
1#表层	115	52.5	0.064	44.5	13.4	33.8	1020	830
1#中层	96.5	56.2	0.068	42.3	10.7	65.7	1330	554
1#底层	230	48.8	0.086	32.5	26.4	80.3	1900	1280
2#表层	210	59.1	0.082	57.2	25.6	101	1890	1120
3#表层	318	54.8	0.084	61.8	33.6	247	2370	1800
4#表层	120	60.1	0.082	74.9	34.1	202	1980	487
4#中层	109	58.9	0.101	71.1	24.6	244	1640	622
4#底层	87.7	60.6	0.225	64.2	53.3	229	2970	584
5#表层	206	52.7	0.129	74.0	76.7	322	1550	4460
5#中层	107	68.9	0.228	64.1	45.8	301	2780	1480
6#表层	120	48.5	0.165	58.1	64.5	174	3910	1670
6#底层	170	47.4	0.149	64.3	77.3	261	4820	4670
7#表层	345	57.3	0.153	78.9	131	443	5930	6930
7#底层	124	57.6	0.185	75.6	58.7	310	2320	3390
8#表层	295	64.5	0.185	73.7	58	555	4360	3400
8#底层	314	59	0.166	67.7	71.1	669	5170	5290
9#表层	254	66.6	0.196	71.9	63	545	4600	2290

3.4 小结

3.4.1 多宝水库的内源污染风险仍存，水库水质需进一步改善

正在实施的《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（一期）涵盖了蕉岭县松源河多宝水库上游区域的生活垃圾收集处理、入河农业源的末端治理（生态景观河岸及石寨村河段水质提升工程）及河流底泥内源治理。从已实施或正在实施的工程项目来看，蕉岭县松源河多宝水库上游的污染综合整治已基本完成，污染整治重点将向多宝水库及以下游区域。

《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》明确指出，多宝水库水质改善对蕉岭县松源河上游水体水质改善具有重要贡献。从污染治理角度看，跨省界境外污染基本完成，多宝水库上游（蕉岭境内）污染源治理已完成或正在实施，则削减多宝水库底泥的内源污染是多宝水库水质改善的关键。马上启动的《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期）的主要工程任务为清理多宝水库的水库底泥，清淤范围主要集中在多宝水库入库口到主坝这段区域，未对多宝水库的北侧和东侧区域的底泥进行针对性的控制或治理。根据多宝水库的底泥监测数据，东侧区域表层污染底泥的总氮和总磷含量分别约为 4920 mg/kg 和 4300 mg/kg，底泥污染程度严重，内源污染风险仍存。

多宝水库底泥内源污染大幅度削减后，如何逐步修复和强化多宝水库水生态系统功能是持续改善和维持水库水质稳定达标的關鍵。

3.4.2 松源河上游流域主要支流污染不容忽视

根据广东省水环境功能区划，松源河水质目标为地表水 II 类水体，蕉岭县作为松源河上游源头，水质目标也是 II 类，蕉岭县境内所涉及的松源河上游水体包括多宝水库、洋山水、廖席河、岭背水、北礞河等水系。根据水质监测资料，2022 年上半年多宝水库水质均超标，水质类别为 III~IV 类之间，主要的超标因子为高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷。另外，根据蕉岭分局提供的近期支流水质数据，目前洋山水和松源河多宝村段水质情况相对较差，主要支流的污染对园潭断面的水质达标带来巨大压力。

第四章 方案论证

4.1 工艺方案选择的原则

(1) 技术合理：技术先进成熟，处理效果稳定可靠，保证出水满足排放要求；

(2) 易于管理：运行维护管理方便，设备可靠；

(3) 适合当地的地域特点及技术经济条件，投资及运行费用经济合理，工程实施切实可行。

(4) 具有一定生态效益和社会效益。

4.2 工艺技术比较

4.2.1 多宝水库底泥修复技术方案介绍与比选

(1) 污染底泥修复技术介绍

污染底泥修复技术根据是否将底泥从河道中移出可分为异位修复技术和原位修复技术。常见的工艺如下：

① 底泥异位修复技术

底泥异位修复技术是指将底泥从污染河道转移至特定环境，再经过处理进行处理，降低底泥中污染物的浓度、迁移性和毒性等的技术。底泥异位修复技术主要包括两个过程，底泥疏浚和疏浚后底泥的处理处置。

底泥疏浚是采用底泥异位修复的第一个环节也是最重要的环节，是指将污染底泥移出水体的过程。疏浚是将底泥从河流中分离出来以方便对污染底泥进行处理处置。疏浚的方法有干法疏浚和水下疏浚。

1) 干法疏浚是指通过设置临时围堰将水抽排后进行干地疏浚，干法疏浚主要用于适用于季节性河流、非主河道及短时间内能完成疏浚的小型河道，干法疏浚可有效避免在疏浚过程中对上覆水体产生的二次污染；

2) 水下疏浚是指不对水体上覆水进行抽排处理，直接将清淤机具装备在船上，由船作为施工平台在水面上操作清淤设备的一种清淤方式，底泥一般通过管道输送至岸上堆场中，水下疏浚一般用于海、湖、河流等不易进行上覆水抽排的水体，水下疏浚会使底泥中大量污染物进入上覆水，对上覆水水质影响恶劣。

河道底泥经过疏浚后，可以永久将污染底泥转移出水体，有效控制底泥中污

染物质向上覆水中释放。但底泥疏浚依然存在以下问题：底泥疏浚成本高，工程量大；此外，底泥疏浚在操作过程中对底泥扰动较大，会引起底泥的二次污染，对上覆水水质影响大；底泥疏浚还会破坏水体生态系统，甚至会使水体生态系统无法恢复。国内外许多地方例如瑞典的 Trummen 湖、美国的 New Bedford 港、国内的南京玄武湖等对底泥进行疏浚后，上覆水水质不仅没有提高，反而进一步恶化。

疏浚后的底泥因为污染物含量高，不能直接排放，仍需做进一步的处理。疏浚后底泥的处理技术有物理法、化学法和生物法。疏浚后底泥的物理法一般是通过物理的方法降低底泥含水率，如重力浓缩法、曝晒法等。化学法处理疏浚底泥是指利用化学药剂降低底泥污染物含量，如化学淋洗法、氧化法。疏浚底泥生物处理法一般包括微生物和植物降解底泥污染物。疏浚后底泥的处理遵循减量化、无害化和资源化原则，主要的处置方式包括堆肥发酵、直接土地利用和制备成建材等。

综合来看，当前底泥修复工作中异位处理在内源污染的控制上具有一定的双面性。从一方面而言，底泥疏浚能够彻底地去除污染底泥，消灭污染源头。但另一方面来看，疏浚过程中疏浚范围、疏浚深度和疏浚周期等工程问题都需要精准的把控，如疏浚深度过小会使污染物的释放强度增大，疏浚过深会额外增大疏浚成本。同时，挖出的底泥污染物成分复杂多变，存在二次污染风险，需要合理地对疏浚底泥进行资源化无害处置，这无疑进一步增加了处理成本。因此，现如今对于底泥异位处理的选用越来越少。

② 底泥原位修复技术

底泥原位修复技术是指无需将污染底泥移出河道，直接在河流原处对污染底泥进行修复的技术。底泥原位修复技术可分为底泥原位化学修复技术、底泥原位物理修复技术、底泥原位生物修复技术和底泥原位联合修复技术。

1) 底泥原位化学修复技术

原位化学修复技术指的是通过向污染底泥中投放具有氧化还原作用、絮凝钝化作用或者吸附沉淀作用的化学药剂，以达到降解去除污染物或改变污染物的性质、降低污染物的毒性和迁移性的目的。原位化学修复技术相比其他内源污染控制技术具有操作简单且见效快的优点，常作为修复底泥的主要方式。

按照药剂对底泥的修复原理可分为氧化还原修复剂和钝化剂。

常见的氧化还原药剂有过氧化钙、硝酸钙、双氧水、高锰酸盐、零价铁等。高锰酸盐、双氧水可以将底泥中的污染物直接在化学作用下氧化降解，而过氧化钙、硝酸钙等通过改善底泥的厌氧环境，提高了微生物对污染物的生物降解能力。

常见的钝化剂有铝盐（硫酸铝、聚合氯化铝等）、钙盐（硝酸钙、氧化钙、过氧化钙、熟石灰等）和铁盐（氯化铁、硫酸铁等）。这些药剂主要对底泥中的磷具有较好的钝化去除效果。铝盐、铁盐水解后生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 絮状物对水体中的磷具有吸附作用，而钙盐在碱性条件下结合磷酸根形成羟基磷灰石，都能达到除磷的目的。

应用最早最广泛的钝化剂是铝盐，如硫酸铝、氯化铝等。铝盐水解后形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 絮状体，不仅可以去除水体中的颗粒物和磷，还可在沉积物表层形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 絮体毯子，吸附从沉积物中释放的磷，阻止其向水体中扩散。20 世纪 70—90 年代，美国 West Twin Lake、Campbell Lake 等使用铝盐钝化沉积物以改善水质状况，沉积物中磷可维持 5~12 年之久。但 Al 结合态磷受 pH 影响较大，且水体中会出现溶解的 Al^{3+} ，易被生物所利用，且有研究表明使用铝盐钝化剂可能会导致生物多样性减少，并引起鱼类腮畸形甚至死亡。常用的铁盐钝化剂有氯化铁、硫酸铁等，铁盐应用较铝盐少。铁盐对水体及沉积物中污染物的抑制作用主要是通过铁氢氧化物的吸附絮凝作用实现的。铁盐水解后生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 不仅可以吸附不稳定扩散状态的胶体，且其自身带有正电荷，能强烈吸附磷并在沉积物表面形成一个氧化带，铁与磷的结合主要以络合物的状态存在，易受 pH 和氧化还原电位的影响。综合而言，铝盐和铁盐由于其使用效果受到环境因素如 pH 值、碱度、氧化还原电位等影响较大，限制了其广泛应用。

而钙盐修复剂如硝酸钙、过氧化钙，由于其兼具氧化性和钝化性，对底泥的修复效果好，在学术研究和工程应用中受到了更多的关注，如 1996 年在日本霞浦湖进行硝酸钙原位试验，处理后围隔内底泥间隙水中磷削减了 79%。在对加拿大 Hamilton 港受油和其他有机化合物（尤其是 PAHs）污染底泥的实验室研究表明，在保持底泥缺氧状态的情况下，投加硝酸钙和有机调理剂与底泥混合 197 天后底泥中有 78% 的油和 68% 的 PAHs 被微生物降解。在现场中试研究中利用加拿大国家研究所开发的管道设备向底泥层投加氧化剂，投加药剂共 4 次：第一次，

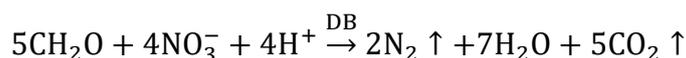
3.6 吨 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ；第二次，50 天后 3.89 吨 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ；第三次，六个月后 6 吨 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ；第四次，四个月后，5 吨 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和有机调理剂。四次加药后，测试表明：57% 的油和 48% 的 PAHs 被生物降解。此外，所有游离的 H_2S 均被降解，但酸性挥发性硫化物（AVS）却难以被 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 氧化。监测表明由于投加药剂而造成的底泥再悬浮有限，不会对水体构成危害。加拿大国家水研究所在中试研究的基础上，预估原地处理受污染底泥的费用仅约等于“疏浚+隔离处置场处置”工艺费用的 20%。

下面将对常用钙盐修复剂的修复原理加以介绍。

（一）硝酸钙在底泥原位修复中的修复原理

A) 促进微生物对有机污染的降解

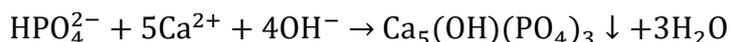
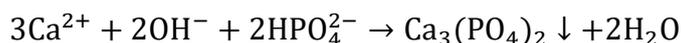
向底泥中投加硝酸钙，提高了反硝化细菌活性，促进了反硝化作用的进行。具体反应方程式如下：



由方程式可知，反硝化细菌以硝酸根为电子受体，以有机物为电子供体，将硝酸根转化为氮气的同时，有机物被降解成二氧化碳和水。硝酸钙的这种氧化作用和氧气作为氧化剂相比，两者所提供的能量相当，但液体状态的硝酸钙比氧气更容易渗透至底泥内层，因此氧化效果更好。硝酸钙氧化有机物的效果随若有机物种类不同而有较大的差异。有研究表明，对分子量越小、分子结构越简单的有机物，硝酸钙的氧化作用越好。

B) 抑制底泥磷的释放

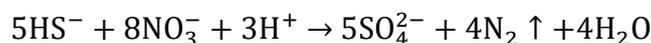
底泥中的磷主要有可溶性磷、有机磷、铁结合磷、铝结合磷和钙结合磷等存在形态。向底泥中投入硝酸钙后，钙离子与磷酸根发生以下反应，生成磷酸钙沉淀和羟基磷酸钙沉淀。



与此同时，硝酸根将二价铁氧化成三价铁，使得铁结合磷的状态更加稳定。此外，投加硝酸钙后改善了底泥的厌氧状况，聚磷菌的释磷作用被抑制。并且当硝酸盐含量较高时，可充当电子受体，促进聚磷菌吸收磷。因此，投加硝酸钙能有效抑制底泥磷的释放。

C) 去除硫化物

在厌氧条件下，底泥中的硫酸盐还原菌将硫酸盐还原成 H_2S ，使得底泥发黑发臭。当投加硝酸钙后，微生物优先选择氧化还原电位高于 SO_4^{2-} 的 NO_3^- 作为电子受体，发生以下反应，底泥中的硫化物被氧化去除，底泥黑臭的现象得到缓解。



但投加硝酸钙治理底泥污染也存在着一些问题，硝酸钙本质上是一种营养盐，投加量过大或操作不当时，很容易向上覆水体释放，导致上覆水体总氮过高，也有很多研究表明投加硝酸钙会引起氨氮浓度的上升。底泥酸挥发性硫化物被去除的过程中，可能会增加重金属溶出的生态风险性。

另外，投加氧化药剂的投加主要用于消除底泥中的黑臭硫化物，而可挥发性硫化物（AVS）的大小可用于表征污染底泥散发臭味的强度，因此药剂的投加一般根据底泥样品中 AVS 的含量确定。不同的药剂需根据其氧化还原当量，计算其完全去除 AVS 所需的理论剂量。现以硝酸钙为例，说明药剂的理论投加量，其余药剂的投加量计算同理。

$Ca(NO_3)_2$ 的投加量计算方式如下所示：

$$Ca(NO_3)_2 \text{投加量 (g N/kg)} = C_{avs} \times 8/5 \times 14/32$$

式中 C_{avs} ——底泥中 AVS 的含量 (mg-S/kg)，即每 kg 干泥的 S 含量 (mg)；

8—— HS^- 被氧化为 SO_4^{2-} 时 S 的化合价变化数为 8；

5—— NO_3^- 被还原为 N_2 时 N 的化合价变化数为 5；

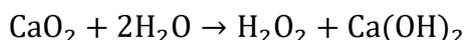
14——N 的摩尔质量；

32——S 的摩尔质量。

(二) 过氧化钙在底泥原位修复中的修复原理

A) 去除底泥有机污染

过氧化钙对底泥中有机污染物的去除主要表现为三方面，一是过氧化钙与底泥中的间隙水反应，在铁矿物的催化下，生成羟基自由基，强化了对有机污染的氧化去除。有关研究表明，投加过氧化钙后能将底泥中的难降解大分子有机物氧化分解为小分子的醛、酮和羧酸等具体反应方程式如下：



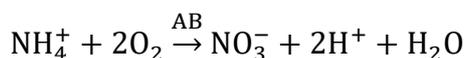
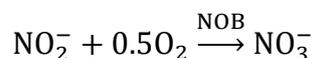
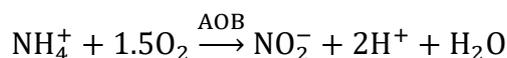
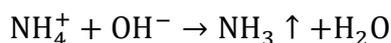
二是过氧化钙底泥中的水反应产生了大量的分子氧，促进了好氧微生物的活性，通过微生物的新陈代谢作用将有机污染物去除。三是反应产生的氢氧化钙对污染物具有吸附作用，增强了过氧化对有机污染的修复效果。

B) 抑制底泥磷的释放

过氧化钙与水反应生成了氢氧化钙，使得底泥的 pH 值上升，在碱性条件下，底泥中的磷酸根很容易与钙离子发生以下反应，生成稳定的磷灰石，从而达到除磷的目的。除此以外，由于过氧化钙的释氧作用，极大的改善了底泥的厌氧环境，抑制了聚磷菌的厌氧释磷。

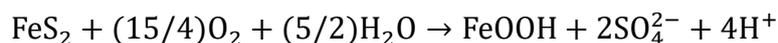
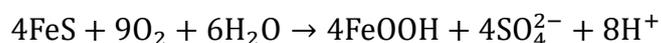
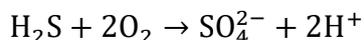
C) 抑制底泥氨氮的释放

过氧化钙对底泥中的氨氮有明显的抑制作用，一方面过氧化钙与底泥中的间隙水反应使得底泥 pH 值上升，水体中的 NH_4^+ 与 OH^- 结合生成 NH_3 从底泥中逸出；另一方面，过氧化钙的投加提高了底泥的溶解氧含量，促进了氨氮在微生物的作用下，转化为亚硝酸盐和硝酸盐。具体反应方程式如下：



D) 去除硫化物

过氧化钙的投加增大底泥中的溶解氧水平，硫酸盐还原菌的活性被抑制，阻碍了底泥中的硫酸盐转化为硫化物，与此同时，底泥中原有的硫化物也会被氧化。



因此投加过氧化钙能有效解决底泥污染问题。目前，对于过氧化钙修复底泥污染的争议主要在于投加过氧化钙后会使得底泥 pH 值上升，由于底泥的酸挥发性硫化物下降可能会导致重金属存在生态风险性，因此需要控制好投加量，避免对环境产生负面影响。

2) 底泥原位物理修复技术

底泥原位物理修复技术一般包括：引水冲污、水体曝气和底泥覆盖。应用较广泛的主要是底泥覆盖技术，底泥原位覆盖技术是指将覆盖材料覆盖于底泥表面，使底泥污染物尽可能与上覆水隔离，减少底泥中污染物向上覆水中释放的技术。底泥覆盖技术操作简便，成本低，见效快。自 20 世纪 70 年代美国首次使用原位覆盖技术修复底泥取得成功后，该技术在日本、加拿大和意大利等国被广泛使用，日本的 Akanoi 海湾、密歇根 Manistique 河、Hamilton 海港、纽约 Stlawrence 河及华盛顿 Denny 海湾等都曾进行过沉积物掩蔽处理，工程效果良好。其机理主要包括三个方面：覆盖层的物理性隔离；覆盖材料对于污染物的化学吸附和生物转化作用；掩蔽层中存在降低污染物活性的离子基团，稳固污染物。其中常用的覆盖材料包括沸石、伊利石、膨润土、高岭土和凹凸棒土等清洁材料，研究表明这些材料对底泥中营养盐、重金属及难降解有机污染物均有很好的阻隔或吸附效果。

底泥原位覆盖虽然具有一定修复效果，但传统的原位物理修复所需覆盖材料的投加量往往较大，工程量也较大，大面积的投加需要极高的成本投入。并且容易造成河流堵塞、河床上升、库容减少等问题。此外，这些覆盖材料未从根本上解决底泥营养盐等污染物释放问题，抑制效果较差且缺乏长期稳定性，应用时需考虑综合情况。

3) 底泥原位生物修复技术

原位生物修复是一种经济有效且环境友好的底泥修复技术，是依靠水生植物和微生物等的合成代谢活动，吸附受污染水体中的污染物，在生物体内或体外将其分解，生成无毒物质，从而维护生态平衡并改善水环境质量的技术。其中，底泥原位生物修复技术可分为微生物修复技术和植物修复技术。中国、美国和日本等国家在微生物和植物原位修复污染底泥方面进行了深入研究。国内的深圳河、美国 Manitowoc 河及日本的 Nakanoumi 湖等通过底泥原位修复后水质得到明显改善。

微生物修复技术是通过将微生物菌剂或生物促生剂投加至污染底泥或者在微生物电化学系统的生物刺激下，依靠底泥环境中某些特殊类型微生物的生命活动吸收转化污染物，以达到净化水体和修复底泥的效果。微生物对污染底泥修复技术主要有土著微生物扩培技术以及生物强化技术。土著微生物扩培技术是指通过生物促生剂促进土著微生物生长繁殖，强化土著微生物降解污染物能力，从而

改善底泥污染状况；生物强化技术是指培养和驯化某种具有污染物降解作用的特定微生物，将其加在底泥中，同时改善底泥环境，使特定微生物能在底泥中生长繁殖，降解污染物，同时抑制厌氧微生物活性，改善底泥污染状况。当前，光合细菌（PSB）和枯草芽孢杆菌（BS）因其显著的治理效能和低成本，成为微生物修复技术的两种重要菌剂。然而，水体底泥中微生物群落丰富多样，且不同地区之间也存在差异。现阶段我国对水体底泥中微生物的群落、呼吸代谢及与其相互作用了解较少，在使用微生物修复技术时需充分考虑其对土著微生物群落的影响及可能对生态环境造成的影响。此外，微生物修复技术见效缓慢，时间成本大，且修复效果受环境干扰程度较大。

而植物修复是基于诱导植物提取、挥发、过滤、钝化和根系过滤原理对污染底泥进行修复的技术。植物修复中常使用的是沉水植物。沉水植物对氮磷有很好的吸收作用，使用沉水植物改善水质，不会引入污染物，同时可以为微生物提供良好的生活环境，从而增强微生物活性而降解污染物。然而水生植物修复底泥技术存在一些问题，未及时打捞的水生植物会在水中死亡、腐烂，影响水质；水生植物去除污染物的速度较慢，对水中污染物的降解效率低。

综合来看原位生物修复技术是经济有效且环境友好，但其见效缓慢、时间成本大且修复效果受环境干扰程度较大。

4) 底泥联合修复技术

单一的修复技术各有弊端，无法满足控制污染底泥及氮磷释放的要求。从而联合修复技术开始发展起来，污染底泥原位联合修复技术是指将原位物理修复技术、化学修复技术、生物修复技术联用的技术。联合修复技术利用物理、化学、生物修复技术相互取长补短的优点，可以提高对污染底泥的修复效果，被广泛研究。

根据物理、化学、生物的不同组合，常见的联合修复技术有物理—化学联合、化学—生物联合以及化学—物理—生物联合。

A) 物理—化学联合修复

物理—化学修复技术联合，可以在发挥化学药剂氧化作用的同时，由物理材料将其产生的污染物或化学药剂无法控制的污染物通过吸附作用去除，控制污染物从底泥向上覆水中释放。常见的物理—化学联合修复技术有沸石与过氧化钙联

合、生物炭与过氧化钙联合等。但是物理-化学生物修复技术仍存在不足，生物炭吸附的氮磷存在解吸风险，若不及时将其取出则不能从根本上去除污染物。

B) 物理—生物联合修复

将物理材料与水生植物联合起来的物理-生物修复技术，一方面可以减小底泥释放污染物速率，另一方面为沉水植物吸收污染物创造条件，增加污染物释放控制效果。但是物理—生物联合修复技术也存在不足，它对控制污染底泥效果不明显。

C) 化学—生物联合修复

化学—生物联合修复技术通常是利用化学药剂为生物创造有利的生存条件，再通过化学—生物协同作用控制底泥污染。相比于单一的生物修复技术，化学—生物联合修复技术对底泥的选择性更广泛，对底泥生存条件及微生物种类可适当放松要求。此技术的不足之处在于没有物理吸附剂减缓污染物的释放，其对污染物释放的控制效果需要一段时间才能有明显效果。

D) 化学—物理—生物联合修复

化学—物理—生物联合修复技术可利用化学药剂的氧化作用、物理材料的吸附作用以及生物的吸收降解作用共同修复污染底泥。通过氧化作用解决底泥污染问题，物理材料吸附作用控制底泥污染物释放，最后再通过植物的吸收降解或微生物作用去除污染物。

(2) 底泥修复技术方案比选

根据多宝水库水环境特点和实际情况以及工艺预估处理效果，可选的工艺技术方案有：底泥化学原位修复、化学—生物联合修复、化学—物理—生物联合修复方案。以下对这几类方案进行了技术、经济和成本方面对比，比较情况见下表所示：

表 4.2-1 处理工艺技术经济比较表

项目	(方案一) 化学原位修复	(方案二) 化学—生物 联合修复	(方案三) 化学—物理—生物 联合修复
处理效果	能有效控制底泥污染物释放	能有效控制底泥污染物释放	能有效控制底泥污染物释放

项目	(方案一) 化学原位修复	(方案二) 化学—生物 联合修复	(方案三) 化学—物理—生物 联合修复
技术先进性和成熟性	技术成熟，较先进	技术先进，成熟	技术先进，成熟
改善时效	较长时间维持	长时间维持	长时间维持
工艺流程	简单	较简单	较复杂
操作管理	简单	较简单	复杂
运转可靠性	高	高	较高
适用范围	水流速较慢、水动力较弱的水体	水流速较慢、水动力较弱的水体	水流速较慢、水动力较弱的水体
应用实例	较多	较多	较少

4.2.2 支流污染控制工艺方案介绍与比选

（1）支流污染控制工艺方案介绍

河水旁路净化处理工艺理念是“以空间换时间”，受污染河水进入河水旁路净化处理工程，经系统处理后重新进入河道，常见的工艺如下：

① 生态滤床

生态滤床是根据人工湿地以及曝气生物滤池的工艺原理进行结合改良的一种工艺。利用人工湿地的处理方式，增加曝气系统，参考活性污泥法废水生物处理过程。处理时，河水经泵沿生态滤床向下流动，到达池底后，再折流向上流动至顶部的出水槽。池体内添加功能填料，可以增强工艺的脱氮除磷效果。

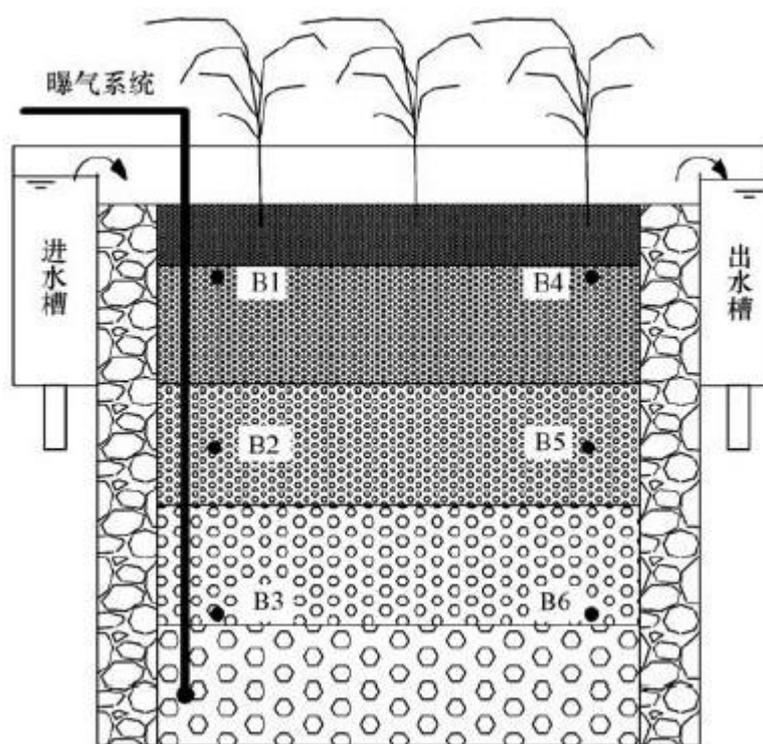


图 4.2-1 生态滤床示意图

生态滤床工艺的技术优点如下：

1) 占地少

生态滤床处理河道微污染水体是在一个曝气池中进行，结合人工湿地的土壤-植物-微生物生态系统对微污染水体进行净化，由于负荷相对较高，与常规人工湿地处理工艺相比较，可节省工程用地 50%以上。

2) 运行费用低

生态滤床具有曝气系统，溶解氧浓度高，氧化能力强，空气中氧的利用率高达 60~90%，处理污水所需功率消耗比普通曝气生物滤池降低 40%左右。这是因为以循环为目的所供给的空气同时又被有效地利用于有机物的去除，可利用过剩的氧。

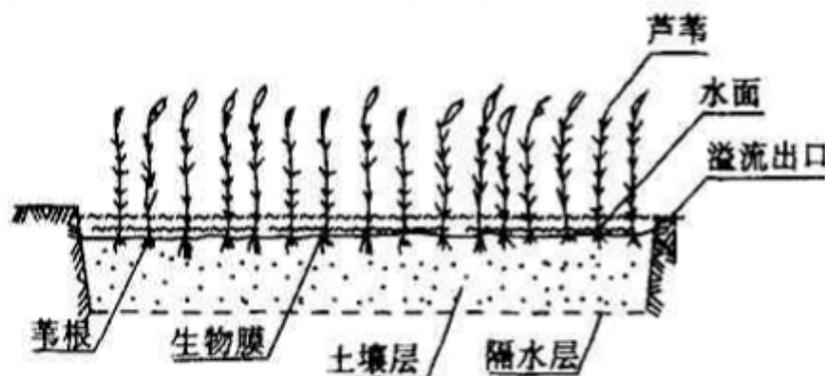
3) 投资省

与普通人工湿地相比可节约工程投资 20~30%。主要以下因素决定：工程占地比普通人工湿地减少 50%以上，可节约大量的征地费用；由于生态滤床氧化能力强，可省去预沉池；动力部分及需用高价测量仪表少。

② 人工湿地

湿地是陆地与水体之间的过度地带，是一种高功能的生态系统，具有独特的生态结构和功能。人工湿地是一种由人工建造和控制的，与沼泽地类似，在20世纪70年代发展起来的新型废水处理工艺。它根据自然湿地生态系统中物理、化学、生化反应的协同作用来处理废水，一般由人工基质（如碎石）和生长在其上的水生植物（如芦苇、香蒲等）组成，是一个独特的土壤-植物-微生物生态系统。

人工湿地主要由五部分组成：



- 1) 各种透水的基质，如土壤、砂石等；
- 2) 适于在饱和水和厌氧基质中生长的植物，如芦苇、香蒲等；
- 3) 水体（在基质表面上下流动的水）；
- 4) 好氧或厌氧微生物种群；
- 5) 无脊椎或脊椎动物。

人工湿地系统根据湿地中主要植物类型可分为浮生植物系统、挺水植物系统

和沉水植物系统。沉水植物（如狐尾藻、金鱼藻）系统主要应用于初级处理和二级处理后的精处理。浮水植物（如浮萍、凤眼莲）主要用于N、P去除和提高传统稳定塘效率。

目前所指的人工湿地一般都是挺水植物系统。挺水植物系统根据水在湿地中流动的方式不同又分为三种类型：地表流湿地、潜流湿地和垂直流湿地。OBAO组合式湿地处理系统即是挺水植物系统，根据以上三种类型湿地的优缺点，结合不同景观水域的特点进行合理、科学的有机组合。

1) 地表流湿地系统

地表流湿地系统也称水面湿地系统，与自然湿地最为接近，但它是受人工设计和监督管理的影响，其去污效果又要优于自然湿地系统。污染水体在湿地的表面流动，水位较浅，多在0.1~0.9m之间。通过生长在植物水下部分的茎、竿上的生物膜来去除污水中的大部分有机污染物。氧的来源主要靠水体表面扩散，植物根系的传输和植物的光合作用，但传输能力十分有限。这种类型的湿地系统具有投资少，操作简单，运行费用低等优点，但占地面积大，负荷小，处理效果较差，易受气候影响大，卫生条件差。处理效果易受到植物覆盖度的影响，与潜流湿地相比，需要较长时间的适应期才能达到稳定运行。

2) 潜流湿地系统

潜流湿地系统也称渗滤湿地系统。这种类型的人工湿地，污水在湿地床的内部流动，水位较深。它是利用填料表面生长的生物膜、丰富的植物根系及表层土和填料截留的作用来净化污水。由于水流在地表以下流动，具有保温性能好，处理效果受气候影响小，卫生条件较好的特点。与水面流湿地相比，潜流湿地的水力负荷大和污染负荷大，对BOD、COD、SS、重金属等污染指标的去除效果好，出水水质稳定，不需适应期，占地小，但投资要比水面湿地高，控制相对复杂，脱氮除磷的效果不如垂直流湿地。

3) 垂直流湿地系统

垂直流湿地的水流情况综合了地表流湿地和潜流湿地的特性，水流在填料床中基本上呈由上向下的垂直流，床体处于不饱和状态，氧气可通过大气扩散和植物传输进入人工湿地系统。垂直流湿地的硝化能力高于水平潜流湿地，可用于处理氨氮含量较高的污水，但对有机物的去除能力不如潜流湿地，落干/淹水时间

较长，控制相对复杂，基建要求较高，夏季有孳生蚊蝇的现象。

在实际污水处理工程中，经常采用表面流人工湿地和潜流人工湿地的组合形式。

人工湿地系统的流态主要有四种：推流式、阶梯进水式、回流式和综合式。阶梯进水式可以避免填料床前部的堵塞问题，有利于床后部的硝化脱氮作用的发生；回流式可以对进水中的BOD₅和SS进行稀释，增加进水中的溶解氧浓度并减少处理出水中可能出现的臭味问题，出水回流同样还可以促进填料床中的硝化和反硝化脱氮作用；综合式则一方面设置了出水回流，另一方面还将进水分布到填料床的中部以减轻填料床前端的负荷。

人工湿地系统的运行方式可根据其处理规模的大小及处理目的不同，对地表流、潜流、垂直流三种湿地类型进行多种方式的有机组合，一般有单一式、并联式、串联式和综合式四种。

③ 曝气塘工艺

曝气塘是经过人工强大的稳定塘，是经过人工适当修整或修建的设围堤和防渗层的污水池塘，主要通过水生生态系统的物理、化学和生物作用对污水进行自然净化。污水在塘内经较长时间的停留，通过水中包括水生植物在内的多种生物的综合作用，使有机污染物、营养素和其他污染物质进行转换、降解和去除，从而实现污水的无害化、资源化和再利用的目的。曝气塘的净化机理与自然水体的自净机理类似，污水进入曝气塘后在风力和水流的作用下被稀释，在塘内滞留的过程中，水中有机物通过好氧或厌氧微生物的代谢被氧化而达到稳定的目的。好氧微生物代谢所需溶解氧由塘表面的大气复氧作用以及藻类的光合作用提供，也可通过人工曝气供氧。

曝气塘是经过人工强化的稳定塘，曝气塘由曝气器供氧，塘水呈好氧状态。曝气塘可以利用现有地形进行建设，通过曝气作用，目的在于使出水达到常规二级处理水平。由于曝气增加了水体紊动，藻类一般会停止生长而大大减少。

④ BAF工艺

曝气生物滤池（BAF）是一种采用颗粒滤料固定生物膜的好氧或缺氧生物反应器，该工艺集生物接触氧化与悬浮物滤床截留功能于一体，是国际上兴起的污水处理新技术。在欧美和日本等国家已有上千座大小各异的污水处理厂应用了这

种工艺。它可广泛应用于城市污水、小区生活污水、生活杂排水和食品加工水、酿造等有机废水处理，具有去除SS、COD_{Cr}、BOD、硝化与反硝化、脱氮除磷、除去AOX的作用，其最大特点是集生物氧化和截留悬浮固定于一体，并节省了后续二次沉淀池。该工艺有机物容积负荷高、水力负荷大、水力停留时间短、出水水质高，所需占地面积小。但操作操作较为复杂，后期运行维护较为困难。

⑤ A/O法

A/O是Anoxic/Oxic的缩写，它的优越性是除了使有机污染物得到降解之外，还具有一定的脱氮除磷功能，是将厌氧水解技术用为活性污泥的前处理，所以A/O法是改进的活性污泥法。

A/O工艺将前段缺氧段和后段好氧段串联在一起，A段DO不大于0.2 mg/L，O段DO在2~4 mg/L。在缺氧段异养菌将污水中的淀粉、纤维、碳水化合物等悬浮污染物和可溶性有机物水解为有机酸，使大分子有机物分解为小分子有机物，不溶性的有机物转化成可溶性有机物，当这些经缺氧水解的产物进入好氧池进行好氧处理时，可提高污水的可生化性及氧的效率；在缺氧段，异养菌将蛋白质、脂肪等污染物进行氨化（有机链上的N或氨基酸中的氨基）游离出氨（NH₃、NH₄⁺），在充足供氧条件下，自养菌的硝化作用将NH₃-N（NH₄⁺）氧化为NO₃⁻，通过回流控制返回至A池，在缺氧条件下，异氧菌的反硝化作用将NO₃⁻还原为分子态氮（N₂）完成C、N、O在生态中的循环，实现污水无害化处理。

⑥ 氧化沟法

氧化沟又称“循环曝气池”，污水和活性污泥的混合液在环状曝气渠道中循环流动。氧化沟是50年代由荷兰的巴斯维尔（Pasveer）开发，它属于活性污泥法的一种变形，由于它运行成本低，构造简单，易维护管理，出水水质好、运行稳定、并可以进行脱氮除磷，因此日益受到人们重视并逐步得到广泛应用。

氧化沟包括很多类型如卡鲁塞尔、三沟式、澳巴勒、D型氧化沟等，氧化沟的水流特征介于推流式和完全混合之间，也可以认为是完全混合池，抗冲击负荷强，通过控制曝气转刷的开停和转速来控制氧化沟内某池段溶解氧的浓度，形成厌氧、缺氧和好氧区，因此也具有除磷脱氮的功能。

D型氧化沟为双沟交替工作式氧化沟，由池容完全相同的两个氧化沟组成，两沟串联运行，交替地作为曝气池和沉淀池，不单设二沉池。D型氧化沟的缺点

主要是曝气设备利用率低、池容积利用率低。为了达到脱氮目的，在D型氧化沟的基础上又发展了半交替工作式的DE型氧化沟，该沟设独立的二沉池和回流污泥系统，两沟交替进行硝化和反硝化。

T型三沟式氧化沟集缺氧、好氧和沉淀于一体，两条边沟交替进行反应和沉淀，无需独立的二沉池和污泥回流，流程简洁，具有生物脱氮功能。由于无专门的厌氧区，因此，生物除磷效果差，而且，由于交替运行，总的容积利用率低（约55%），设备总数量多，设备空置率高。为了达到除磷脱氮目的，提高设备利用率，结合T型、DE型氧化沟的特点，可以组合成半交替工作式的DT型氧化沟，该沟同样具有独立的二沉淀池和回流污泥系统，三条沟根据进水水质、水量的变化，交替进行硝化和反硝化。

⑦ 传统SBR法

间歇式活性污水法（SBR活性污泥法）又称序批式活性污泥法，其污水处理机理与普通活性污泥法完全相同。SBR法于70年代由美国开发，并很快得到了广泛应用。

SBR工艺在同一池体中形成厌氧、缺氧和好氧，完成脱氮除磷过程，而后开始沉淀并通过撇水器出水，完成一个周期。该工艺不需要回流污泥和回流混合液，也不设置专门的二沉池，处理构筑物少，但总的容积利用率较低，一般小于50%，因此一般适用于较小规模的污水处理厂。

SBR由于是变水位静置排水，沉淀效果虽好，但需专门的撇水设备，自控要求高。另外，由于是变水位排水和运行，一方面造成水头的浪费，另一方面如采用微孔曝气方式，水位变化易对曝气器构成损害。

⑧ 生物接触氧化法

生物接触氧化法是一种介于活性污泥与生物滤池之间的生物膜法。

生物接触氧化法在池内设有填料，部分微生物以生物膜的形式固着生长于填料表面，部分则是絮状悬浮生长于水中。因此，它兼有活性污泥法与生物滤池二者的特点。生物接触氧化法中微生物所需的氧气常通过人工曝气供给。生物膜生长至一定厚度后，近填料壁的微生物将由于缺氧而进行厌氧代谢，产生的气体及曝气形成的冲刷作用会造成生物膜的脱落，并促进新生膜的生长，形成生物膜的新陈代谢，脱落的生物膜将随水流流出池外。

一般生物接触氧化池前要设初次沉淀池，以去除悬浮物，减轻生物接触氧化池的负荷；生物接触氧化池后则设二次沉淀池，以去除出水中挟带的生物膜，保证系统出水水质。

生物接触氧化法的主要特点：

1) 由于填料的比表面积大，池内的充氧条件良好，生物接触氧化池内单位容积的生物固体量高于活性污泥法曝气池的生物固体量，因此，生物接触氧化池具有较高的容积负荷，除一般细菌外，生物膜上还有多种种属的原生动物和后生动物，形成了稳定的生态系统；

2) 由于相当一部分微生物固着生长在填料表面，生物接触氧化法不需要设污泥回流系统，也不存在污泥膨胀问题，运行管理简便；

3) 由于生物接触氧化池内生物固体量多，水流属完全混合型，因此，生物接触氧化池对水质水量的骤变有较强的适应能力；

4) 由于生物接触氧化池内生物固体量多，当有机容积负荷较高时，其F/M比可以保持在一定水平，因此，污泥产量可相当于或低于活性污泥法；

5) 有较高的氧利用率。空气在滤料中曲折穿过，增加了停留时间，提高了氧从气相向液相转移效率；

6) 缺点是滤料间水流缓慢，接触时间长，水力冲刷力小，生物膜只能自行脱落；剩余污泥往往恶化处理水质；动力费用高。

⑨ AB法

AB法是一种生物吸附——降解两段活性污泥法，A段负荷高，曝气时间短，仅0.5h左右，污泥负荷高达2~6 kg BOD₅/ (kg MLSS·d)。B段污泥负荷较低，为0.15~0.30 kg BOD₅/ (kg MLSS·d)。该法对有机物、氮和磷都有一定的去除率，适用于处理浓度较高、水质水量变化较大的污水，通常要求进水BOD₅≥250 mg/L，AB法才有明显的优势。本工程设计进水BOD₅为40 mg/L，采用AB法显然不太合适。

(2) 支流污染控制工艺方案比选

根据蕉岭松源河流域水环境特点及实际情况，支流污染控制工程工艺必须满足以下几个要求：

① 工艺成熟稳定，适合来水水质和水量波动较大，耐冲击负荷能力较强；

② 出水效果较好，土建成本较低，占地面积小；

③ 污泥量相对较少，降低后续处理成本。

根据上述要求，可选的工艺方案有：生态滤床、人工湿地、曝气塘，以下对这几类方案进行了技术、经济和成本方面对比，比较情况见下表所示：

表 4.2-2 处理工艺技术经济比较表

项目	(方案一) 生态滤床	(方案二) 人工湿地	(方案三) 曝气塘
技术类型	物理、生物等综合处理	物理、生物等综合处理	物理、生物等综合处理
处理效果	出水水质好，能有效去除有机污染物和氮磷	出水水质稳定，能有效去除部分有机污染物和氮磷	出水水质稳定，能有效去除部分有机污染物和氮磷
技术先进性和成熟性	技术成熟，较先进	技术先进，成熟	技术先进，成熟
工艺流程	较简单	简单	简单
构筑物数量	少	较少	少
设备数量	少	较少	较少
操作管理	简单	较简单	简单
运转可靠性	高	较高	较高
产生污泥量	很少	很少	很少
占地面积	较小	大	大
应用实例	较多	较多	较多

4.3 工艺选择

4.3.1 底泥修复工艺选择

根据技术经济比较，结合实际情况，本工程建议因地制宜地采用化学—生物联合底泥修复技术方案，通过注射钙盐修复剂改善底泥氧化还原状态，为后续所选择的微生物菌剂，营造水体好氧状态和底泥氧化态，提供良好的水体环境条件，有利于菌剂发挥长效作用，二者协同治理污染底泥，抑制底泥释磷，降低水体富营养化的风险。

4.3.2 支流污染控制工艺选择

根据技术经济比较，结合实际情况，本工程建议因地制宜地采用生态滤床的处理工艺。

4.4 底泥原位修复技术应用案例

（1）佛山禅城区深村涌

佛山城区深村（田心）涌为“断头涌”，此前因旧时污水管网建设不完善，涌底淤泥积淤，水体交换能力差，自净能力低等原因，导致涌水黑臭，水质不稳定。为解决该问题，提升河涌水质，改善水环境，禅城区联合石湾镇街道对深村涌开展控源截污、内源治理和生态治理等综合整治工作，并对两岸绿化、凉亭、栏杆等进行改造提升。

深村涌底泥淤积严重，但河涌两岸多为居民住宅，清淤设备施工存在较大难度，且清淤对护岸存在安全隐患，原位底泥修复技术成功应用于该河道的水环境治理。

首先，利用底泥矿化剂在厌氧环境下快速去除河涌泥水界面的耗氧物质；其次，安装多廊道功能菌群驯化及撒播设备，利用深村涌表层底泥和水体，定向驯化土著功能微生物菌群，多廊道设备放置于深村涌南端，持续驯化和投撒功能菌胶体，菌胶体随水流自南向北流动扩散至全涌，逐渐构建水体的好氧微生物生态系统。

系统正常运行后，连续9个月水质检测显示，深村涌黑臭水体整治各项指标达标，治理效果显著。



图 4.4-2 佛山深村涌修复前后示意图

（2）廊坊市八干渠黑臭河道

① 项目背景

八干渠是廊坊市区的一条主要排水渠道，位于廊坊城区以东整体呈南北走向。随着廊坊市城区的不断扩大，八干渠所担负排水范围内的排水条件发生了很大变化，由原来的自然农田排水逐步转移到城市管道排水。其与六干渠交汇后，河道积蓄周边汇流的雨水，在北凤道南侧由凯发新泉污水处理厂对八干渠进行常规补水。

八干渠担负城区约 67%的排水任务，上游及沿途汇入水体类型复杂且携带大量的污染物，导致水体的受污染程度日趋严重，污染现象频发，对周边环境产生不良影响。本项目治理范围为北凤道至光明东道，长为 4.8 km，平均河宽为 15 m，正常蓄水深度为 0.5~2.0 m。

② 河道环境概况

外源污染汇入量大，内源污染积存量，河道生态功能缺失，河道水动力条件差。

③ 关键技术：底泥原位生态治理技术

本项目针对底泥污染源的治理，在工艺选择初期进行了原位柱状泥样采集，对污染界面及污染通量进行了系统的综合评估，最终设计采取底泥原位修复技术实施面积为 18000 m²，占河床底泥污染治理面积的 47.4%。

底泥原位生态治理是采用一种高效、安全、经济的生态制剂，使污染底泥恢复良性土壤骨架和孔隙结构，减少污染物释放，提高基底的氧化还原电位，改善基底生物环境，恢复水环境的持续自净能力。主要工艺包括底泥原位修复和施加固定化微生物菌剂。该技术通过靶向注射，直接作用污染底泥，施工方便。施工一个月后，底泥间隙水中 TOC、TN 和 TP 含量分别降低 41.23%，43.53%和 34.12%；重金属去除率基本达 50%以上；Shannon 指数和均匀度分别达到 6.72 和 1.18，Simpson 指数约为 0.04。结果表明该项技术对八干渠河道底泥的污染控制和底栖生态修复达到了良好的效果。



图 4.4-2 廊坊市八干渠黑臭河道修复前后示意图

第五章 工程治理方案

5.1 多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程

多宝水库为福建、广东跨界水库，多宝水库上游为武平县象洞溪。从 2022 年上半年水质评价结果来看，多宝水库现状水质不达标，水质类别为 III-IV 类之间。主要的超标因子为高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷，未能达到目标水质 II 类。根据底泥监测数据，多宝水库底泥有机质含量丰富，含有大量的氮、磷等元素，对上覆盖水体的水质影响极为明显，成为影响多宝水库水质的主要内源。近期，《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期）的主要清淤区域在多宝水库坝头和中部区域，因此本次工程计划对没有进行清淤处理的多宝水库东侧区域进行底泥内源污染控制与治理试点工程，抑制底泥释磷，改善多宝水库水质。

5.1.1 治理规模

水库河道长约 1021m，平均宽约 79m，经统计，底泥内源控制工程的区域面积约 80675m²。



图 5.1-1 项目拟选址位置图

5.1.2 设计思路

多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程分为两个阶段：第一阶段，通过注射钙盐修复剂对多宝水库东侧区域污染底泥进行化学原位修复，快速控制底泥内源释放污染物，改善底泥表层环境质量和氧化还原状态，提供良好的水体环境条件；第二阶段：在完成第一阶段多宝水库水质和污染底泥的改善后，就向多宝水库中投加复合微生物菌剂，利用微生物降解作用进一步净化水体和修复底泥，提高微生物活性及丰度，恢复正常的水库生态系统，从而从根本上治理好多宝水库，降低水体富营养化的风险。

5.1.3 主要内容

（一）第一阶段：多宝水库底泥内源原位固化工程

（1）钙盐修复剂的投加步骤

一般采用三步骤进行：

- ① 现场勘测与底泥取样，确定底泥修复深度；
- ② 实验室验证，确定该技术的可行性，并且定出钙盐修复剂的最佳投加量，必要时投加其他辅助药剂（如 FeCl_3 ）或调理剂以加强效果；
- ③ 实际现场药剂投加。

（2）钙盐修复剂投加量与修复深度

根据多宝水库的底泥监测数据，该区域表层污染底泥的总氮和总磷含量分别约为 4920 mg/kg 和 4300 mg/kg，底泥污染程度严重。根据研究表明，在水流速度较缓、底泥冲刷能力较小的河流或湖泊，底泥修复深度为 10-20 cm 时即可达到有效抑制底泥污染物向上覆水体释放的作用，本报告中工程估算采用平均值，钙盐修复剂入土深度为 15 cm。

钙盐修复剂最佳投加量需要采集实际底泥进行实验室投加实验才能确定。若投加量不足，则达不到预期的处理效果；投加量过高，反而抑制细菌的活性，从而降低生化作用。根据相关研究表明，钙盐修复剂投加量一般在 $40\text{-}70\text{ kg/m}^3$ ，本报告中工程估算采用平均值，钙盐修复剂投加量为 55 kg/m^3 。因此修复区域污染底泥需要的钙盐修复剂投加量预计约为 665.5688 吨。

（3）投药方式-靶向投药

针对药剂投放过程引起的释放，目前国际上通常使用靶向给药技术以减少药

剂的泄露以及底泥的扰动。最早，瑞典 Lillesjön 湖治理时向底泥中注射氯化铁和硝酸钙溶液所采用的投药装置为陆基式。首先在河道岸上均匀混合药剂，然后通过管道将药剂输送至底泥。加拿大 Frisken 湖治理时向底泥中注射硝酸钙和适量有机物的混合液，此投药装置以船舶为平台，靶向投药至底泥。我国香港，在城门河治理工程中也采用原位生化处理底泥技术，向底泥投放硝酸钙药剂，底泥修复效果显著，其使用的投药装置同样以船舶为平台，进行靶向投药。

（4）投药采用的设备

操作平台（船舶）、药剂配置系统（包括混合、贮存等装置）、药剂输送系统（泵和注射装置等）。

（5）投药时间与频次

计划投药 3 次，每月 1 次，每次 3 天，每天注入约 73.95 吨钙盐修复剂。

（二）第二阶段：多宝水库底泥生态修复工程

（1）复合微生物菌剂用量与投加方式

复合微生物菌剂用量为 $10-30 \text{ g/m}^3$ ，本报告中采用平均值 20 g/m^3 ，因此需要的总投加量约为 8.0675 吨。使用前用清水将微生物复合修复剂溶解，然后采用水上作业机械喷洒的方式投入到多宝水库修复区域中。在具体实施修复过程中，要根据水体的污染特征、受损程度和实施修复的效果合理调整生物复合修复剂配方、用量及用法。

（2）投药时间与频次

根据修复时间和效果，改变投加频率，修复前期（第一个月）投加频率为每天 1 次，修复中期（第二个月）投加频率为每周 3-4 次，修复后期（第三个月）投加频率为每周 1-2 次。

（3）投药采用的设备

操作平台（船舶）、菌剂配置系统（包括混合、贮存等装置）、菌剂喷洒装置。

5.1.4 预期目标

（1）淤泥减容生物床恢复

通过对试点段面黑臭底泥进行原位治理修复，表层污染底泥持续改善，河床的水生态系统恢复健康平衡。

（2）河流水质改善并可长期保持

通过治理后，在外源污染可控、不超过水体自净能力前提下，排除上游来水时泥沙的自然沉降因素外，可长期保持治理效果。

5.1.5 注意事项

（1）在选择原位处理作为最终修复措施之前，有必要开展以下一种或多种类型研究作为评估依据。除此之外，修复设计过程中或是施工之前也有可能需要开展可行性研究、实验室小试、现场中试等研究。

（2）设计过程中应确定原位修复处理技术是否能将污染物当前以及未来风险降低至修复目标。评估通常基于以减小污染物的流动性、有效性，污染物实际降解为标准。

（3）对于原位修复的接受度部分取决于修复工程短期内造成的负面影响。包括对当地的生态圈和栖息地环境影响，污染物的释放、重新悬浮和未经处理的残渣，以及资源消耗和达到修复目标所需要的时间。

（4）原位修复的接受程度同样取决长期的修复效果。长期效果的考虑因素包括可能从修复区域释放的化学物质，修复深度，修复容量以及二次污染。

（5）监测河流和底泥情况对确认修复药剂的投加量和分布是否足够以及对应的修复效果至关重要。在施工阶段，淤泥底床中的污染物可能在混合过程中重新悬浮，并迁移至下游无污染区域。所以在实施过程中，必须对含有修复药剂淤泥底床的稳定性，有效处理区厚度以及修复药剂浓度进行监测，来确认垂直和水平方向具有充足的处理容量。

（6）施工过程中监测确认修复技术恰当实施之后，对河流和底泥状态的监测可用于评估修复的整体效果。必须评估修复效果来决定修复处理是否成功将污染展露降低至可接受水平。

5.1.6 工程量统计

多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程主要工程量统计如下：

表 5.1-1 主要工程量统计表

序号	项目名称	规格	数量	单位	备注
1	钙盐修复剂投加		665.5688	吨	
2	复合微生物菌剂投加		8.0675	吨	
3	操作平台		1	项	
4	药剂配置系统		2	套	
5	钙盐修复剂投加装置		3	套	
6	复合微生物菌剂喷洒装置		2	套	

5.2 多宝水库增殖放流

人工增殖放流是用人工方法直接向海洋、滩涂、江河、湖泊、水库等天然水域投放或移入渔业生物的卵子、幼体或成体，以恢复或增加种群的数量，改善和优化水域的群落结构。通过增殖放流，可有效增加天然水生生物资源量、提高水域生产力、改善生物群落结构、修复水域生态环境、净化水质、碳汇。

增殖放流开展过程中要严格把控放流监督管理工作，开展鱼类增殖放流工作时，无论鱼种鉴定、免疫检测还是投放验收工作的开展都非常重要。依据水域情况，依托专业技术手段，对水质情况、水生生物、鱼类监测工作等进行科学分析，对放流鱼类品种、数量、水体水域生物群落变化情况具备全面的认识 and 了解。除此之外，还要跟踪评估放流效果，重点研究放流水域环境容量，使增殖放流方案更加完善。

在所有大中型水库的渔业生产实践中，鱼种的投放时间、地点、大小、种类及如何投放一直是一项技术难题。综合我国南方有关大中型水库的鱼种投放报告，结合多宝水库的实际情况，进行有效的鱼种投放工作。根据《水生生物增殖放流管理规定》：（1）用于增殖放流的人工繁殖的水生生物物种，应当来自有资质的生产单位。其中，属于经济物种的，应当来自持有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位；属于珍稀、濒危物种的，应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位；（2）用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种，禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流；（3）用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格，确保健康无病害、无禁用药物残留。

5.2.1 基本原则

（1）维护生态安全原则

用于增殖放流的水生生物必须是本地种，严禁放流外来种、杂交种、选育种及其他不符合生态要求的水生生物。同时，应遵循“哪里来哪里放”原则，确保种质纯正，避免跨流域放流导致生态风险。根据水生生物资源的区域分布特征，在确保水域生态安全性前提下，同一水域内开展增殖放流应兼顾各品种间的合理数量。放流鱼苗经过检验、检疫，取得合格证明，确保苗种优质、健康。

（2）遵循公开、公平、公正原则

接受跟踪监测与效果评估单位的指导、监督，按要求提前确定好增殖放流品种的规格、数量、供苗时间等内容，确保育苗生产设施、设备状况、技术保障能力能够满足增殖放流的数量及质量要求；同时，提前对增殖放流的区域、时间、地点、品种、规格和数量等有关情况进行公示、公告。

（3）增殖放流活动公证原则

增殖放流活动聘请当地公证机关进行现场公证。

5.2.2 物种确定的原则

一是生态优先原则。多宝水库所在水域是一个完整的、相对独立的生态系统，其中的组成成分、生物种群结构的繁简、食物链的长短、食物网的复杂性程度以及能量转化、物质循环的途径等均有相对稳定的结构，在放流品种选择时，前提是选择不对当地生态系统造成生态入侵威胁的品质。

二是经济回报原则。多宝水库生态系统中的生物多样性结构本身，就具有较高的渔业发展潜力，放流物种的确定，充分考虑该品种在不影响该水域生态平衡的前提下，可能带来的经济效益，选择具有经济价值较高，定居性较强，生长周期短、生长快、利用率高，食物链短、滤食性等特征的放流品种，使水生态系统能够以更高的效率产出生物产品，达到渔业效益与环境效益的协调发展。

三是质量优良原则。按照农业部规定，放流品种原则上要以本地原种和其子一代（用野生亲本繁殖的第一代后代）苗种为主，所有的放流苗种选择来自于由省级以上渔业行政主管部门批准的水生野生动物驯养繁殖基地、原种、良种场和增殖站提供。同时，对放流水产苗种生产过程进行全程跟踪。

四是数量控制原则。针对多宝水库初级生产力状况，结合放流种类与占比、鱼类生长快慢来确定不同的放养数量。

5.2.3 进库鱼种种类、大小的确定

在增殖放流工作实施前，要认真开展增殖放流适宜性评价，在科学论证的基础上，确定增殖放流适宜物种、规模和结构等。梅州市适合增殖放流的种类为草鱼、鳊鱼、鲢鱼、青鱼、鳊鱼等。放流水生生物均需符合《水生生物增殖放流管理规定》等国家和省的有关要求。增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。

大中型水库投放的鱼类种群一般以四大家鱼为主，四大家鱼中又以鲢鳊鱼为主，遵循物种确定原则，确定水库放流种类为淡水水体中常见的经济鱼类品种：

鲢、鳙。

放流时间一般与鱼类的繁殖时间和增殖站苗种生产情况相协调，一般在春末早夏和秋末冬初进行，春夏放流主要是对辅助孵化的夏花鱼种以及秋季繁殖鱼类培育的鱼种，本工程主要以秋冬放流为主，即较大规格的“冬片”鱼种放流。

鲢鱼摄食浮游植物较鳙鱼相对较多，为更好的预防藻类水华等污染事件发生，设置鲢鳙投放比例为 6:4。鱼种大小一般视库中凶猛野杂鱼的种类和数量来确定，一般 2~3 年的新库可投放相对较小的鱼种甚至夏花苗种，老库一般要投放相对较大的鱼种甚至可投放 1~2 龄以上的超大规格鱼种，以获得更好的成活率及投资效益，本水库建议投放鲢鳙的规格为 150-200 g 体重的鱼。

5.2.4 进库鱼种数量、时间、地点的确定

投放水库鱼种的数量要结合每年鱼的起捕规格及数量，以及鱼的生长周期来确定。一般鱼的起捕规格在 1~1.5kg 以上，而正常的生长周期为 2~3 年；投放时间一般选择在冬季进行，以避免鱼类的多发病季节且此时一般库水位较浅，水库风浪不太有利于鱼类尽快适应水库环境；

地点的选择：

一是鱼种来源地尽量选择离水库近，运输方便的鱼种场。

二是鱼种投库地应尽量选择有库湾向阳避风库坡较缓的地方投放。

适宜在江河、湖泊、水库、城市水系等公共水域开展，严禁在污染水域开展增殖放流。增殖放流应选择晴朗、多云或阴天进行，若放流区域 2 天内有 5 级以上大风或中雨以上天气，应另选合适的时间进行。

5.2.5 鱼种运输过程中的技术要求

鱼种运输过程中车辆一定要配备足够氧气瓶以备路途不间断地向装鱼箱体内增氧，以确保水中的溶氧量。还要时刻观察，配备足够的人员在必要时进行人工增氧。

5.2.6 鱼种到库时的技术准备工作

鱼种到库时，要迅速将鱼种转移到预先安置在水库里的暂养箱进行暂养观察。转移鱼种时尽量不要把运鱼种车带来的水带入水库，以免可能带人病虫害危害库鱼。

5.2.7 鱼种下库暂养，过数的技术要求

鱼种在暂养箱适应半小时左右即可由库方人员进行提箱检查，把明显的死伤鱼捞弃，观察鱼种的活泼性及判断整体受伤程度，可能的话检查是否有病虫害鱼类。一切检查正常后即可对鱼种进行过数及消毒工作。

水库鱼种过数，由于量大一般采用尼龙制的小捞海捞起鱼种，在捞海离开水面水亦同时滤干时迅速称重后，快速放入另一暂养箱。取任意一次捞海的鱼种重量来计算尾数或干脆直接用鱼种重量作计价单位亦可。

5.2.8 鱼种消毒的技术要求

过数完后在暂养箱的鱼种要进行鱼体的浸泡消毒，以确保鱼种入库能健康顺利地生长。鱼种消毒有多种方式方法，水库入库鱼种的消毒一般采用高锰酸钾、漂白粉、食盐等等之一种或多种进行消毒。由于暂养箱与外界水体相通，故消毒所用的药物量一般可超过用盆体消毒的数倍，实践证明一般在 1.5~3 倍为宜，视暂养时间而定。通常要求鱼种在暂养消毒箱内过夜后第二天入库，要求在暂养箱内过夜后第二天加重药量浸泡消毒半小时以上才可以让鱼种放入库中。

5.2.9 鱼种入库及观察

鱼种在消毒箱内完成消毒工作后，可轻压箱体一角入水中让鱼种自然地流入库中。检视箱体中的死伤鱼种捞起称重占总重量中扣除；

鱼种入库后，通常先在放流地周围浅水处流动，逐渐向深水区活动，一般第三天可到达放流地的对岸浅水区。第二天起一周内可在库岸下风处仔细检查死伤鱼种的数量情况，以判断鱼种投放的效果。

通过鱼苗投放，优化水库鱼类结构，增加滤食性鱼类，清除藻类水体风险，从而保障饮用水源的安全，达到生态保护的效果。向库中投放鲢鱼、鳙鱼等鱼苗，通过增殖培育重要鱼类尤其是土著鱼类的种群结构来控制浮游生物，以达到平衡和调控水域生态系统的目的。

5.2.10 增殖放流方法

(1) 常规投放：人工将苗种尽可能贴近水面（距水面不超过 1 m）顺风缓慢放入增殖放流水域。在船上投放时，船速小于 0.5 m/s。

(2) 滑道投放：适用于鱼类等水生生物增殖放流。将滑道置于船舷或岸堤，

要求滑道表面光滑，与水平面夹角小于 60° ，且其末端接近水面。减缓苗种受水体冲击，减少机械性损伤，杜绝抛洒或“高空”倾倒的方式，确保放生效果。在船上投放时，船速小于 1 m/s 。

(3) 投放记录：水生生物投放过程中，观测并记录投放水域的底质，水深、水温、盐度、流速、流向等水文参数及天气，风向和风力等气象参数。及时做好塑料袋、泡沫箱等废弃物的收集清理工作。

5.2.11 增殖放流资源保护与监测

增殖前后放流区域内有害渔具清理和水上执法检查，确保放流水生物种得到有效保护。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。并定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况。

5.2.12 主要内容

多宝水库位于广东省蕉岭县东北部的南礫镇多宝村，与福建省武平县象洞镇接壤，距蕉岭县城 48 km ，属韩江水系松源河上游的多宝河。水库集雨面积 68 km^2 ，总库容为 2213 万 m^3 。

开展增殖放流前，调查水库内外类物种等现状生态调查，捕捞多宝水库内的外来物种，尤其是大型鱼类。

投放鲢鳙尾数比为 $6:4$ 。成年鲢鳙鱼体重按 1.5kg 计，则鲢鳙投放量分别是 442600 尾和 295066 尾。预设鱼苗 5% 的损伤或死亡率，故最终投放鲢鳙 464730 尾和 309820 尾。投放 $150\text{-}200 \text{ g}$ 体重的鲢鳙鱼分别为 7.0 万 kg ， 4.6 万 kg 。

具体投放量如下表：

表 5.2-1 鱼苗投放数量表

名称	规格	尾数（尾）	数量（kg）
鲢	$150\text{-}200 \text{ g/尾}$	464730	7.0 万
鳙	$150\text{-}200 \text{ g/尾}$	309820	4.6 万

5.2.13 增殖放流效果评估

(1) 增殖放流效果评估的实施方案

目前，国内外水生生物资源增殖放流效果评价的主要方法是对放流鱼类采用标志放流一回捕分析技术。通过大规模的标志放流，建立回捕数据库并进行模型

分析，然后用于评估种群动态变化，进而评价增殖放流效果。

（2）增殖放流生态效果评价

增殖放流后，针对性开展增殖放流生态风险动态监测，要定期跟踪放养苗种的生长情况，进行放养区域的生物多样性调查，评估放养苗种的生长情况以及对河流生态修复的效果，及时调整增殖放流方案，进而形成增殖放流生态风险预评估—生态风险动态监测和评价—后续增殖工作决策的适应性风险管理模式。

（3）增殖放流经济效果评价

经济效益是评价增殖放流效果最直观的指标。为了增殖放流水域的渔业资源得到恢复，其生态环境能够得到自然修复，公益效果更加重要。但仍要考虑增殖放流活动本身存在的人力、物力和财力上的风险，而且在预期的增殖放流效果上的评估也需要进行经济层面的评价。

（4）增殖放流社会效果评价

增殖放流有利于解决当地就业问题，如可增加苗种生产单位的工作岗位，包括亲鱼收集及检疫、亲鱼培育、人工催产、孵化和苗种培育及增殖放流监测管理等方面的工作岗位，具有一定社会效果。增殖放流活动的大力开展有利于资源保护和生态恢复意识的培养，提高民众保护渔业资源人人有责的责任意识，形成良好的社会效益。

5.3 支流污染削减控制工程—生态滤床

松源河流经武平县象洞镇后，于蕉岭多宝水库库尾流入梅州境内，流经多宝村、洋山村后流入上杭县保安村后流入梅县区松源镇，于南礑与松源交界处汇入北礑河，于梅县松源汇入南礑河，在松口铜盘下汇入韩江上游梅江。

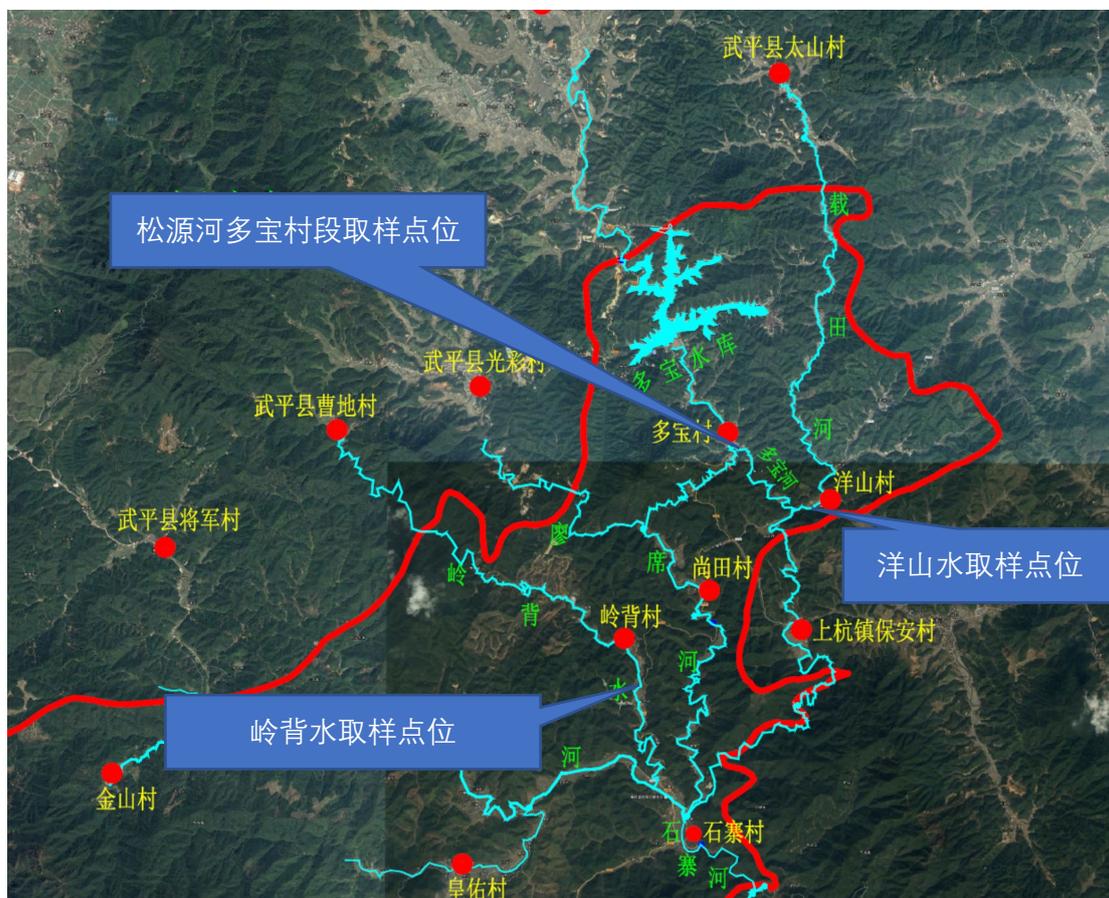


图 5.3-1 部分支流近期采样点位示意图

表 5.3-1 部分支流近期水质数据（单位：mg/L）

支流	COD	NH ₃ -N	TP
洋山水	46.0	1.77	0.55
松源河多宝村段	45.0	0.56	0.46
岭背水	12.0	0.30	0.03

根据相关监测资料以及蕉岭生态环境分局提供的近期支流水质数据（监测时间：2022年9月22日），目前洋山水和松源河多宝村段水质情况相对较差，本次拟在此二条支流设置污染削减控制工程，采用生态滤床工艺，用以提升支流河段水质，从而改善园潭断面水质。

5.3.1 设计规模

根据《梅州市蕉岭县松源河上游水体达标研究方案》中相关数据，选择 90% 保证率最枯月流量作为水环境容量的水文设计条件，在此情况下，洋山水、松源河多宝村段的流量各为 $5583 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $11446 \text{ m}^3/\text{d}$ 。本次拟利用生态滤床工艺对支流河道水质进行改善，故针对洋山水、松源河多宝村段对应设计规模拟设置为 $6000 \text{ m}^3/\text{d}$ 、 $12000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。



图 5.3-2 松源河多宝村段（左）、洋山水（右）现场图

5.3.2 设计思路

支流河水通过提升泵进入生态滤床处理系统。通过生态滤床工艺对支流河水污染物进行削减，之后排回河道，从而改善河道水质。



图 5.3-3 项目工艺流程图

流程说明：

支流来水经水坝蓄水拦截，通过泵提升至削减工程。削减工程采用生态滤床

工艺，在曝气的条件下，通过水中多种生物的综合作用，使有机污染物、营养素和其他污染物质进行转换、降解和去除，从而实现水质的净化。并在井内添加功能填料，增强工艺的脱氮除磷效果。净化后的出水排回支流。

支流河道的主要污染指标为 COD、氨氮和总磷。此类水质指标通过生态滤床工艺的生物处理均可以得到有效去除。在正常工况下（TP 浓度相对较低），经过本工艺的处理，基本能有效的净化水质。但由于本项目工艺对总磷的去除能力有限，单靠工艺单元的去磷效果，在支流河水 TP 的浓度达到一定量的时候，出水可能存在总磷不能达到预期目标的风险。

另一方面，从当地实际和运行维护的角度考虑，采用化学除磷法将带来运行维护困难及后续的污泥处理等问题，故不建议将加药除磷作为常规处理方式应用在本工程上。原则上对总磷的削减，应从源头控制，对磷污染进行源解析，以控制畜禽养殖及水产、农田面源的有机磷用量为主，以实现支流水质改善。如水质突然恶化（存在畜禽养殖废水偷排或者其他导致水质变差的事故），在此情况下，可考虑投加药剂作为应急性处理方式进行处理。

项目选址拟定为各支流与其他支流交汇之前位置，项目拟选址如下图所示。



图 5.3-4 项目拟选址位置图

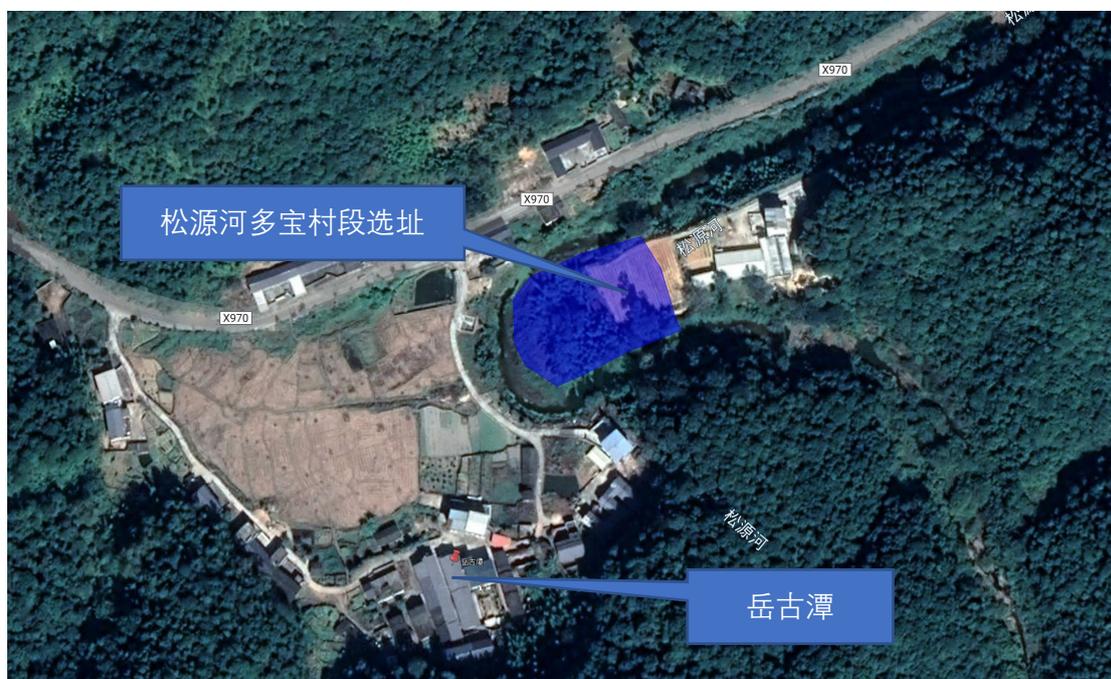


图 5.3-5 松源河多宝村段项目拟选址位置图



图 5.3-6 洋山水项目拟选址位置图

由于松源河多宝村段、洋山水支流水质相对较差，汇入干流后对干流水质造成不利影响，影响园潭断面的达标。故在此二支支流处设置支流污染控制工程，对支流污染进行削减，改善支流水质。目前松源河多宝村段选址位置为岳古潭附近林地，通过设置橡胶坝截流松源河多宝村段河水进入污染控制工程，经过净化后排入岳古潭处河道，洋山水选址位置为工业用地，均不涉及敏感用地，故选址基本合理，后续实施基本可行。其中松源河多宝村段选址面积约 4000 m²，洋山水选址面积约 2000 m²。详细选址布置见附件。

5.3.3 进出水水质

1、洋山水污染削减控制工程

(1) 进水水质

结合支流相关监测数据，进水水质主要指标参考 V 类水水质，具体如下：

表 5.3-2 进水水质（单位：mg/L）

指标	pH	化学需氧量 (COD _{Cr})	生化需氧量 (BOD ₅)	DO	氨氮 (以 N 计)	总磷 (以 P 计)
浓度	6-9	40	10	2	2	0.4

(2) 出水水质

出水水质主要指标达到地表水 III 类水。具体如下：

表 5.3-3 出水水质 (mg/L)

指标	pH	化学需氧量 (COD _{Cr})	生化需氧量 (BOD ₅)	DO	氨氮 (以 N 计)	总磷 (以 P 计)
浓度	6-9	20	4	5	1	0.2

2、松源河多宝村段污染削减控制工程

(1) 进水水质

结合支流相关监测数据，进水水质主要指标参考 V 类水水质，具体如下：

表 5.3-4 进水水质 (mg/L)

指标	pH	化学需氧量 (COD _{Cr})	生化需氧量 (BOD ₅)	DO	氨氮 (以 N 计)	总磷 (以 P 计)
浓度	6-9	40	10	2	2	0.4

(2) 出水水质

出水水质主要指标达到地表水 III 类水。具体如下：

表 5.3-5 出水水质 (mg/L)

指标	pH	化学需氧量 (COD _{Cr})	生化需氧量 (BOD ₅)	DO	氨氮 (以 N 计)	总磷 (以 P 计)
浓度	6-9	20	4	5	1	0.2

5.3.4 洋山水污染削减控制工程单元设计

(1) 拦截水坝

功能：在支流内设置拦截水坝进行蓄水，并设置提升泵站，通过提升泵将水提升至后续工艺内。

① 设计参数

结构类型：橡胶坝

设计规模：6000 m³/d

数量：1 座

② 主要材料设备

潜水泵 数量：2台（1用1备）

参数：Q=250m³/h，H=5.0m，N=7.5kW

电磁流量计 数量：1套

橡胶坝 数量：1套

其他配套设施 数量：1批

（2）生态滤床工艺

功能：河水沿池体向下流动，到达池底后，再折流向上流动至顶部出水。在井内添加功能填料，增强工艺的脱氮除磷效果。通过物理、生物等综合处理净化水质。

① 设计参数

结构类型：混凝土结构

设计规模：6000 m³/d

尺寸：20m×100m

表面负荷：3.0 m³/m²·d

数量：1座

② 主要材料设备

布气系统 数量：1套

微动力曝气系统 数量：2套

参数：Q=4.2m³/min

进水系统 数量：1套

功能填料 数量：1批

湿地植物 数量：1批

其他配套设施 数量：1批

5.3.5 松源河多宝村段污染削减控制工程单元设计

（1）拦截水坝

功能：在支流内设置拦截水坝进行蓄水，并设置提升泵站，通过提升泵将水提升至后续工艺内。

① 设计参数

结构类型：橡胶坝

设计规模：12000 m³/d

数量：1座

② 主要材料设备

潜水泵	数量：3台（2用1备）
参数：Q=250m ³ /h，H=5.0m，N=7.5kW	
电磁流量计	数量：3套
橡胶坝	数量：1套
其他配套设施	数量：1批

（2）生态滤床工艺

功能：河水沿池体向下流动，到达池底后，再折流向上流动至顶部出水。在井内添加功能填料，增强工艺的脱氮除磷效果。通过物理、生物等综合处理净化水质。

① 设计参数

结构类型：混凝土结构

设计规模：12000 m³/d

尺寸：50m×80m

表面负荷：3.0 m³/m²·d

数量：1座

② 主要材料设备

布气系统	数量：1套
微动力曝气系统	数量：2套
参数：Q=8.33m ³ /min	
进水系统	数量：1套
功能填料	数量：1批
湿地植物	数量：1批
其他配套设施	数量：1批

5.3.6 运维管理及运行费用分析

（1）运维管理

适时进行水位调节，保证生态滤床不出现进水端雍水和出水端淹没现象；
生态滤床内无大面积恶性杂草；
生态滤床环境整洁，无明显的垃圾、残枝败叶等杂物；
做好生态滤床蚊蝇的防控工作，做到生态滤床中无蚊蝇扰人现象；

生态滤床植物无明显病虫害。在病虫害发生时，原则上不引入新的污染源（农药、杀虫剂）。多用物理和生物等绿色环保的方式防治病虫害；

植物生长正常，无明显死亡缺株；

适时（如秋末初冬）收割湿地植物，保证人工湿地的良性循环；

严格执行定期和经常的安全检查制度，及时消除事故隐患，特别是秋季人工湿地收割植物应妥善处置，以免引起火灾；

对管道、阀门进行日常巡视检查，保证管道、阀门的正常使用；

定期对管道、阀门进行维护，保证不出现堵塞的现象；

管道、阀门的运行、巡视、维修、保养要有详细的记录。

对电机、水泵运行前例行检查，确保电机、水泵的正常运行；

对电机、水泵的运行中进行检查，保证其正常工作；

定期对电机、水泵进行维护保养，延长电机、水泵的使用寿命；

电机、水泵的运行、巡视、维修、保养要有详细的记录。

（2）运行费用

本次工程日常的运行费用主要包括：电费、人工费（日常巡逻及植物收割清理）。电费按当地费用 0.68 元/度计，人工费按 3000 元/月计。

则本次支流污染控制工程年运行费用为 233100 元，即 0.035 元/吨水。

5.3.7 工程量统计

(1) 洋山水污染削减控制工程

洋山水污染削减控制工程工程量统计如下：

表 5.3-6 主要工程量统计表

序号	项目单元	项目内容	规格	数量	单位	备注
1	土石方工程	土方开挖		100	m ³	
2		围堰施工		1	项	
3		临时简易道路	维护道路		50	m
4	拦截水坝	提升泵	Q=250m ³ /h, H=5m, N=7.5kW	2	台	1用1备
5		橡胶坝		1	项	
6		电磁流量计		2	套	
7		配套设施		1	批	
8	生态滤床	曝气系统	Q=4.2 m ³ /min	1	套	
9		布气系统		1	套	
10		功能填料		1	批	
		湿地植物		1	批	
11		配套设施		1	批	

(2) 松源河多宝村段污染削减控制工程

松源河多宝村段污染削减控制工程工程量统计如下：

表 5.3-7 主要工程量统计表

序号	项目单元	项目内容	规格	数量	单位	备注
1	土石方工程	土方开挖		150	m ³	
2		围堰施工		1	项	
3		临时简易道路	维护道路	100	m	
4	拦截水坝	提升泵	Q=250.0m ³ /h, H=5.0m, N=7.5KW	3	台	2用1备
5		橡胶坝		1	项	
6		电磁流量计		1	套	
7		配套设施		1	批	
8	生态滤床	曝气系统	Q=8.33 m ³ /min	1	套	
9		布气系统		1	套	
10		脱气系统		1	套	
11		配套设施		1	批	

第六章 项目管理与实施计划

6.1 项目建设管理机构

根据工程需要，应成立工程建设指挥部，统一协调此项工程项目的建设与管理，该机构设以下三个小组：

（1）指挥协调组

设指挥长 1 人，专职工作人员 1 名。

指挥协调组负责项目实施的总体指挥、协调与调度，解决项目实施中各类审批事项，审定各类与政府部门相关的合约，处理可能出现的各类纠纷，审定项目的总体规模、总体投资、总体进度与总的质量控制；

（2）技术顾问组

设总技术顾问 1 人，聘请知名正高级水处理专家担任，技术顾问 1 人，技术办事人员 1 名。

技术顾问组负责审定项目的技术总体方案，以及项目的设计方案、施工方案、质量控制方案、进度计划及施工安全劳保方案；审核指挥部负责招投标事项的技术文件；

（3）条件保障组

设组长 1 人，工作人员 1 人，负责项目实施过程中指挥部应负责的各类行政、财务及条件保障事项。

在工程建设指挥部的统一指挥协调下，项目按上述实施管理总则组建或招标确定总负责机构或企业，各机构或企业可以参照下述职能设办事机构。

① 行政管理：负责日常行政工作，以及项目履行单位的接待联络等工作。

② 计划财务：负责项目的财务计划和实施计划安排，与项目履行单位办理合同协议等手续，以及资金的使用收支手续。

③ 施工管理：负责项目的土建与安装工程的施工指挥，施工进度与计划安排，同时负责施工质量和施工安全的监督检查以及工程验收工作。

④ 设备材料管理：负责项目设备材料的订货、采购、保管、调拨等工作。

⑤ 技术管理：负责项目技术文件、技术档案的管理主持设计图纸会审，处理有关技术问题以及组织上岗职工的专业技术培训等工作。

6.2 技术要求及管理

- (1) 对生产操作工人，管理职工进行必要的专业技术培训。
- (2) 聘请有资质有经验的技术人员负责厂内技术管理工作。
- (3) 制订健全的岗位责任制、安全操作规程等工厂管理规章制度。
- (4) 招聘专业技术人员，并提前入岗，参与施工安装调试及验收等全过程。
- (5) 建立处理构筑物和设备的维护保养工作和维护记录的存档工作。

6.3 人员编制

根据相关要求并结合本项目的实际情况，合理配置劳动人员，考虑管理人员共享联动，做到节约资源、提高效率。

本项目人员编制建议如下表：

表 6.3-1 劳动定员编制表

人员编制	岗位	定员（人）
生产人员	工程运维	5
管理人员	协调管理	1
合计		6

6.4 工程实施保障措施

为切实改善松源河上游流域的水环境质量，确保水环境保护各项工程与非工程措施的实施，实现环境保护的目标，须采取一定的保障措施。

- (1) 组织机构保障。

本工程是一项系统工程，涉及众多专业和政府的多个部门。

如何解决好政府与部门之间的关系，做到统一指挥、各司其职、统分结合、步调一致，是搞好多宝水库、河道环境综合整治工作的关键。为此，必须建立强有力的领导班子，实行统一指挥、建设。

- (2) 政策保障。

本治理工程项目为蕉岭县环境保护工作的重点，从政策上应向其倾斜，简化相关项目审批程序，优先推进项目的上马。

- (3) 资金保障。

蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）已得到上级专项补助资金，不足部分可由县级财政统筹，可保障多宝水库环境综合整治工程顺利进行。

（4）技术管理保障。

建设单位首先要成立专项管理机构，负责组织、协调和监督项目的实施，实施工程招投标制，建立监理制度等一系列措施。建设单位聘请有经验的专业人员从事现场监理工作，接受当地建设、港口、水利行政主管部门的指导和监督检查，严格执行工程项目施工的技术规定，以确保工程按期按质完成。

在工程竣工时，应有行政主管部门的有关专业人员参加验收，重视水保设计规划和施工。整治方案规划要实事求是，体现有效、节约和美观，并根据实际情况进行优化。

要求有资质的施工队伍施工，尽量采用先进的施工手段和合理的施工顺序，避免二次水土流失。

（5）创新保障。

要广泛吸取国内外整治的成功经验和教训，少走弯路和避免投资浪费。要全面发挥市场机制的手段，通过市场运作，把政府性资源、公共性资源、间接经济资源，通过市场手段转化为直接可利用的经济资源，吸引更多的社会资本投入本工程中。推行环境保护知识的宣传与培训，在吸引社会资本的同时吸引更多的村民参与环境保护工作，培养其自觉爱护环境的良好生活习惯，使环境保护的思想深入人心，从根本上保障项目的长期示范作用。

6.5 长效运行管理措施

（1）日常巡查要求

① 巡查人员由项目部管理人员组成执行情况由项目负责人考核。

② 巡查时间固定，无特殊情况，不得随意更改，具体巡视时间结合项目实际情况有项目负责人决定。

③ 巡查负责人应负责现场安全管理、综合协调及资料收集整理工作，同时负责班组的管理工作。

（2）主要巡查检查内容

日常巡查，即每日巡查。巡查设备维护状况，查看工程范围内的各设备的维护状况，并对重点设备拍照、记录。若有异常情况，拍照、记录，并及时采取应急措施。

月度巡查，每月二次。巡查内容为支流污染削减工程运维情况。

（3）巡视检查结果处理

① 每次巡视检查均应做出记录，对巡视检查过程中做出的一些指示均应记录在案，并应及时向相关领导汇报。如发现异常情况，除应详细记述时间、部位、险情外，必要时应拍照片或录像记录。巡视记录内容应录入工程部网站相关栏目内，供领导查阅。

② 巡视检查过程中出现较严重问题或异常情况时，应及时向领导反映，以便及时处理。

③ 每月定期总结、汇编巡视检查记录的文字、照片、影像资料。

④ 对以正式文件形式明确的事项跟踪落实。

对于以“会议纪要、工程核定单”等正式文件明确的事项，现场巡视过程中应跟踪、检查和落实，并及时将落实情况向相关人员、领导反馈。

6.6 项目实施计划

总体工程验收期为 2023 年 12 月，项目建设实施进度计划如下表所示：

表 6.6-1 项目实施进度计划表

序号	时间（月） 项目	2022 年				2023 年					
		7	8	10	12	2	4	6	8	10	12
1	项目前期工作	■									
2	初步设计及施工图设计			■							
3	多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程					■					
4	多宝水库增殖放流						■				
5	支流污染削减控制工程					■					
6	竣工验收										■

第七章 环境保护、水土保持、节能及能耗分析

7.1 环境保护

7.1.1 主要污染源及污染物分析

本工程主要污染源分析如下：

（1）施工期污染源分析

施工期对环境的主要影响有：地面粉尘、施工机械和运输噪声，废弃物和生活垃圾，生活污水和暴雨径流造成的水土流失等。

（2）运营期污染源分析

运营期污染源主要是固体废弃物污染、噪声污染等。

7.1.2 环境保护措施

项目施工过程中对周围声、气、水、生态环境都有不同程度的影响，其中施工噪声和大气扬尘污染易发生扰民事件，形成纠纷。为保证附近居民正常生活和工程顺利完成，避免环境污染，施工期应采取有效的措施防治污染。

1、施工期扬尘防治措施

项目施工过程中，不可避免会产生一些地面扬尘，这些扬尘尽管是短期行为，但也会对附近区域环境带来不利影响，所以在施工期间要采取积极有效的措施尽量减轻扬尘的产生，最大限度防止扬尘扩散，具体环保要求如下：

（1）施工期间，施工单位根据《建设工程施工现场管理规定》设置施工标志牌、现场平面布置图和安全生产、消防保卫、环境保护、文明施工制度板。

（2）施工场地采用围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

（3）施工场地和道路要定期清理并采取洒水等措施，防止风蚀起尘。

（4）运输车辆的出入口内侧设置洗车平台，洗车平台四周应设置防溢座或其他防治设施，防止洗车废水溢出工地；设置废水收集池和沉砂池。车辆驶离工地前，应在洗车平台冲洗轮胎及车身，其表面不得附着底泥。

（5）底泥脱水场地及临时堆放场地上方设置简易棚，四周设置雨水管线，防止雨天底泥外流造成污染；周围设置围墙，减少了堆场产生的扬尘对周围环境造成的影响；装卸运输时尽量降低物料落差，减少扬尘产生。

（6）运输车装载的物料高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗用苫布遮盖或者

采用密闭车斗，保证不撒漏。车辆应当按照批准的路线和时间进行运输，车辆途经居民住宅、学校等环境敏感点处时应减速慢行。加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止超负荷作业。施工便道路面定期洒水，做好路面养护。

2、施工期污水处理措施

工程建设应保证原有地表径流的来水及走向，并保证足够安全的洪水频率，对挖方所弃土石方的及时清理，可防止地表径流河道阻塞、水土浑浊，保护区域水体的原有状况。

施工阶段，应针对场地的具体情况制定妥善的施工场地废水导排和引流措施，同时，在场地废水导排口设置简易的收集池，经移动污水处理车处理后的清洗废水用于场地、道路喷洒除尘。

加强施工材料的管理，禁止乱堆乱放。注意排水管的连接要密封，以防止将来污水从管中渗漏污染地下水；在挖掘和回填过程中禁止将物质丢弃或掩埋在沟槽中污染地下水。

认真做好区域内环境监测工作，定期动态分析，一旦发现有超标现象出现要及时采取措施进行整治。

施工场地外围设置临时旱厕，收集施工人员的生活污水，接入附近居民化粪池中进行处理。

本工程实施期间底泥因降雨渗出水有一定的腐蚀性，因此底泥应避免在雨天开挖和运输。

本项目施工过程中的废水主要包括围堰截流后河床残留水、底泥清淤尾水、施工期废水及雨水等，水质变化波动较大，且不同范围段存在一定的差别。

3、施工期噪声控制措施

应对施工场地进行合理规划，统一布局，制定合理的施工计划，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。合理安排施工期，控制夜间噪声，一般情况下，不得在夜间进行作业，如因连续作业确需在夜间施工的，应在开工前报当地环保部门批准，并公告居民，以便取得谅解，并尽可能集中时间缩短施工期。选用低噪声施工机械及施工工艺，加强检查、维护和保养机械设备，保持润滑，紧固各部件，减少运行震动噪声。由于施工期间土方运送量较大，车辆运输对声环境影响较大，应避免夜间运输量，限制大型载重车的车速，靠近居民区附近时应限速，对运输

车辆定期维修，养护，减少或杜绝鸣笛，合理安排运输路线。要求施工单位严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）中的规定。

4、工期固体废物处置措施

（1）施工期固体废弃物处置应由专门人员负责管理处置，弃石方尽量做到开采量与利用量相对平衡，做好水土保持措施及相应的植被恢复措施，终期平整表面涂层，植树种草覆盖，以防止造成水土流失。

（2）建筑垃圾按照有关规定首先向环境卫生主管部门提出申请，并根据指定地点、运输路线、时间运行处置。

（3）施工生活垃圾分类收集、袋装化；与环卫部门签订协议，由环卫部门负责将生活垃圾及时清运，做到日产日清。

5、水土流失防护措施

（1）施工期应尽量避免雨季，因工程需要在雨季施工时应随时关注气象变化。

（2）合理安排施工进度，施工期间开挖弃土应及时运走，及时采取水保措施。

（3）重视全方位、全过程的水保工作；及时种植草木，恢复植被，做好水土保持工作。

6、运营期环保管理要求

（1）加强防洪设施，如排水斜槽、排水涵管和排水沟的疏通和维护。

（2）注意对岸边植被的维护，不得对其植被进行随意破坏。

（3）治理后的河岸，必须做好排洪设施的维护。严禁在场地内进行乱采、滥挖、违章建筑和违章作业。

7.2 项目水土保持分析

水土保持是指防治水土流失、保护、改良与合理利用山区、丘陵区 and 风沙区水土资源，维护和提高土地生产力，以利于充分发挥水土资源的经济效益和社会效益，建立良好生态环境的综合性科学技术。

7.2.1 编制依据

（1）《中华人民共和国水土保持法》（修订版 2011 年 3 月 1 日实施）；

（2）《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》（国务院令 120 号，2011 年

1月8日修订)；

(3)《全国生态环境保护纲要》(国发〔2000〕38号)；

(4)《中华人民共和国防洪法》(修订版2016年6月2日实施)。

7.2.2 水土流失的主要环节

工程建设过程中可能造成水土流失的环节，主要表现在以下几个方面：

① 工程施工过程中土石方开挖和填筑，施工场地平整、使用等施工活动，扰动地表、改变地表土壤结构和损坏地表植被，形成裸露面，使原地表的水土保持功能降低或丧失，土壤侵蚀强度较建设前明显增加。

② 工程施工过程中产生的临时堆土，在堆放过程中，受降雨和地表径流冲刷，易产生水土流失。

③ 自然恢复期，工程土石方开挖、填筑已完成，扰动地表、损坏植被的施工活动基本停止，由于工程建设造成人为水土流失的因素基本消失，水土流失程度较施工期大幅降低，但由于植被尚未完全恢复，水土流失强度仍将高于工程建设前的状况，即工程建设导致新增水土流失情况依然存在。

7.2.3 水土保持的目标和防治措施

(1) 目标

开挖的土方尽量利用，作为回填料，不能利用的要妥善处理，遭损坏的区域应予以补偿，恢复其水土保持功能，避免因水土流失造成环境的破坏。本工程涉及到范围均为防治责任范围，工程设施服务期为永久性。

(2) 防治措施

本工程在施工过程中开挖量较大，弃渣量较少，水土流失主要集中在施工期间。因此，必须采取有效的防治措施，以减轻工程建设带来的水土流失及其危害，保证工程建设顺利进行。具体措施为：

① 优化主体工程设计

对主体工程施工进一步优化设计，特别是优化挖填工序，尽量做到挖填同步，减少土石方开挖量，避免大量弃土、石、渣乱堆乱放，注意加强临时防护措施的布设。

② 制定科学施工计划

根据水土流失预测，施工期是新增水土流失较严重的时期。因此，应在施工

过程中优化主体工程施工进度安排，尽量缩短施工周期，有效缩短产生水土流失时段，减少疏松地面的裸露时间。应合理安排施工时间，尽量避开雨季和汛期，对于难以避开雨季施工的区域应加强此时段水土流失的防护措施。

③ 规范施工作业

严格按照施工技术规范进行施工作业，工程建设尽量做到挖填平衡，施工过程中应边开挖、边回填、边碾压、边采取护坡防护措施。

施工期间的拌和系统、预制场、临时工棚等应设置在规划允许的临时占地范围内。临时场地四周必须用编织袋叠成矮墙充当临时防护措施，以防止水土流失面的扩散及对周边环境的影响；施工结束后，应及时对场地进行平整和复原，尽量恢复原有土地的功能，部分土地还应进行表面植被处理。

施工期间的弃土、弃渣的堆放场所，要先建设拦挡及排水设施，布置植物护坡措施，后堆放弃土、弃渣，严禁乱堆乱弃。

综上所述，在工程建设过程中，应加强水土流失的防治，以便有效控制因项目建设而引起的水土流失，将项目建设对区域产生的负面影响降低到最低程度，已实现区域生态系统的良性循环，促进当地经济和环境的和谐发展。

7.3 节能

7.3.1 节能政策

综合利用、节约能源是我国国民经济发展的重大决策，也是社会主义现代化建设的一个长期基本国策。

我国既是一个能源大国，按人均计算又是一个能源较匮乏的国家，尤其电能资源、水资源更为紧张。而对全人类来说地球能源相当有限，更需要全人类共同爱护、节约，综合利用各种能源资源。节约自然资源早已引起世界各国的高度重视，各国纷纷成立各种各样的节能组织。

我国经过近二十年的努力，节能工作已初见成效，更可喜的是，节能工作已逐步走向了“法制化”。1997年11月1日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国节约能源法》，并于1998年1月1日开始施行。它从法律上规范了全国人民的节能行为，使我国的节能、综合利用能源走上有序的轨道。

《中华人民共和国节约能源法》第三条明确：

“本法所称节能，是指加强用能管理，采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源”。

第四条进一步指出：

“节能是国家发展经济的一项长远战略方针。国务院和省、自治区、直辖市人民政府应当加强节能工作，合理调整产业结构、企业结构、产品结构和能源消费结构，推进节能技术进步，降低单位产值能耗和单位产品能耗，改善能源的开发、加工转换、输送和供应，逐步提高能源利用效率，促进国民经济向节能型发展。国家鼓励开发、利用能源好可再生能源”。

为加强对重点用能单位的节能管理，提高能源利用效率好经济效益，保护环境，国家经贸委在 1999 年 3 月 10 日公布了《重点用能单位管理办法》。办法明确了重点用能单位及节能监督检查部门的职责。国家在“十一五”计划中更是明确提出，单位 GDP 的能耗要降低 20%左右，主要污染物的排放总量减少 10%。这一系列的法规、方法都是为了使我国的能源节约可以有法可依、有章可循。

7.3.2 设计依据

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（2018年10月26日修订）；
- (2) 《节能中长期专项规划》（发改环资〔2004〕2505号）；
- (3) 《“十一五”十大重大节能工程实施意见》（发改环资〔2006〕1457号）；
- (4) 《关于加强节能工作的决定》（国发〔2006〕28号）；
- (5) 《国家发展改革委关于加强固定资产投资节能评估和审查工作的通知》（发改投资〔2006〕2787号）；
- (6) 《民用建筑节能管理规定》（建设部令第143号）；
- (7) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）；
- (8) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2004）；
- (9) 《电力工业技术监督标准汇编节能监督》；
- (10) 《现代节电技术和节电工程》；
- (11) 《发电节能手册》；
- (12) 《节约用电手册》。

7.3.3 工程设计中的节能设计

（1）节能原则

安全可靠、经济合理、施工方便并对环境影响较小的设计方案。

（2）土方开挖与回填

土方的开挖与回填在满足功能的条件下，应尽量做得挖填平衡。同时对开挖土进行砂土、粘性土、碎石及石块等分类，利用开挖土中粘性土用于堤岸的回填，利用开挖砂土用于翼墙或挡墙后回填处理，碎石可用于垫层及基础处理，块石可用于抛石护脚等，尽可能利用开挖土，做到少弃土，做到挖填平衡，节约投资。

7.3.4 施工组织设计中的节能设计

（1）施工期能耗种类

本项目包含的建设工程施工期能耗种类包括主体及导流工程、施工辅助生产系统、生产性建筑物和营地及其生活配套设施能耗。

本项目包含的建设工程施工机械设备主要以油耗设备和电耗设备为主，其中土石方开挖以油耗设备为主，施工排水、钻孔等项目以电耗设备为主，混凝土浇筑项目既有油耗设备又有电耗设备；施工辅助生产系统主要消耗能源为电；生产、生活建筑物消耗的主要能源为电能。

（2）主要施工机械设备及能耗指标

本项目包含的建设工程施工组织设计时首先立足于国内现有的施工水平，同时采用国内外先进的施工技术和施工机械，以机械化作业为主。在施工机械设备选型和配套设计时，根据各单项工程的施工方案、施工强度和施工难度，工程区地形和地质条件，以及设备本身能耗、维修和运行等因素，择优选用电动、液压、柴油等能耗低、生产效率高的机械设备，避免设备的重置，最大限度地发挥各种机械设备的功效，以满足工程进度要求，保证工程质量，降低工程造价。设计过程中，注重施工的连续性、资源需求的均衡性和合理性，使其进度计划更趋合理。

（3）主要节能降耗措施

① 主要施工设备选型及其配套

施工机械的选择是提高施工效率及节能降耗的工作重点。施工设备选型时遵循以下原则：

1) 施工设备的技术性能应适合工作的性质、施工对象、施工场地大小和料

物运距远近等施工条件，充分发挥机械效率，保证施工质量，满足施工强度的要求；

2) 所选设备应是技术先进，生产效率高，操纵灵活，机动性高，安全可靠，结构简单，易于检修和改装，防护设备齐全，废气噪音得到控制，环保性能好；

3) 注意经济效果，所选机械的购置和运转费用少，劳动量和能源消耗低，并通过技术经济比较，优选出成本最低的机械化施工方案；

4) 选用适用性比较广泛、类型比较单一的通用的机械，所选机械的国别、型号和厂家应尽量少，配件供应要有保证；

5) 注意各工序所用机械的配套成龙，一般要使后续机械的生产能力略大于先头机械的生产能力，充分发挥主要机械和费用高的机械的生产潜力。

② 主要施工技术和工艺选择

本项目包含的建设工程在施工技术、施工方案和施工进度设计时，参考了其它环境工程的成功经验，并且还因地制宜地结合本项目实际的地形地质条件，不断优化设计，比选出适合本项目包含的建设工程最佳的施工技术和施工工艺。

③ 施工辅助生产系统及其施工工厂设计

施工辅助生产系统的耗能主要是供水、混凝土拌和系统等。对供水系统则选用单级单吸离心泵，其优点是水力性能分布合理，适用范围广、节能效果好；混凝土采用商品混凝土。

④ 施工营地、建设管理营地建筑设计

按照施工营地、建设管理营地的建筑用途和所处气候条件、区域，做好建筑、采暖、通风、空调及采光照明系统的设计，满足建筑节能标准的要求。永久管理设施在施工前期就开始修建，施工期作为建设管理办公及生活区，避免重复建设。充分利用自然通风，合理组织室内气流路径。开发住宅用手动或自动调节进风量的通风器。

充分利用自然光。采用高光效、长寿命、显色性好的光源、灯具和镇流器。一般建筑内部采用紧凑型荧光灯或 T5、T8 荧光灯。

⑤ 施工期建设管理节能措施的建议

根据本项目包含的建设工程的施工特点，施工期建设管理可采取如下节能措施：

1) 定期对施工机械设备进行维修和保养，减少设备故障的发生率，保证设备安全连续运行；

2) 生产设施应尽量选用新设备，避免旧设备带来的出力不足、工况不稳定、检修频繁等对系统的影响而带来的能源消耗；

3) 合理安排施工任务，做好资源平衡，充分发挥施工设备的能力；

4) 成立节能管理领导小组，实时检查监督节能降耗执行情况，加强现场施工、管理及服务人员的节能教育。

7.4 能耗分析

工程建成投入使用后，主要使用的能源是电能，主要耗电设备为支流污染削减控制工程所用提升泵。经比选，采用节能设备，通过工艺优化等有针对性的节能措施，提高能源利用率、降低能耗。在采用了节能设备之后，本工程能耗：年耗电量为 197100 度，折标准煤的总量为 24.22359 吨。

能耗情况表

能源种类	计量单位	年需要实物量	参考折标系数	年耗能量 (吨标准煤)	备注
电	度/小时	197100	0.1229kgce/KW·h	24.22359	
合计				24.22359	

第八章 劳动安全、工业卫生及消防

8.1 劳动安全措施

（1）抗震

本项目包含的建设工程的建、构筑物抗震设计均按《建筑抗震设计规范》的有关要求进行。

（2）抗洪

本项目包含的建设工程主要位于松源河上游流域范围，相关净化设施都具备抗洪功能。

（3）防雷

设计已采用避雷措施，高度大于 15 m 的建筑物均设防雷保护，变电所 10 kv 电源进线侧装设避雷器作雷电波过电压保护。

（4）防不良地质

松源河上游流域地区无影响稳定性的活动断裂，无不良地质存在。

（5）防火

根据《水利水电工程设计防火规范》（SD1278-90）和《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）等规范要求，以“预防为主、防消结合”为原则，采用“以水灭火为主，化学灭火或其他灭火为辅”的消防总体方案。根据建筑物或设备布置的具体情况，提出不同的安全防火措施。

（6）法制教育

① 编制和执行各种有关施工安全的政策大纲以及各方面应负的责任；各岗位操作人员和维修人员必须经过技术培训和生产实践，考试合格后方可上岗；

② 对全体职工进行安全培训，事故和偶发事件报告；

③ 颁发和使用安全用品如安全帽、安全鞋、工作服、气体检漏器等；

④ 进行安全工作实践，如脚手架，壳子板和开挖支撑等；

⑤ 定期对所有职工进行医疗检查；

⑥ 任命安全监理和安全负责人。

8.2 工业卫生措施

严格贯彻执行《中华人民共和国职业病防治法》要求，体现“预防为主”的

安全工作方针，控制生产过程产生的各类职业危害因素，改善劳动条件以保障职工的身体健康，促进生产发展。

（1）防噪声、防振动

由于施工期间设备多，因此在靠近居民点的施工区域，要避免夜间作业，在靠近学校、厂矿的区域施工，尽量采用噪声小的设备。在工程建成后，设备产生的噪声、振动相当有限，可不设置特别的措施。

（2）防尘

① 在施工爆破开挖时，施工人员须佩戴防尘、防毒面具；

② 建筑物的拆除，除施工人员佩戴防尘器具外，可根据情况，采取临时洒水等除尘措施；

③ 工程建成后，无需进行特别的防尘措施；

④ 室内配电装置地面采用坚硬的，不起尘埃的材料。

（3）防污

① 施工期间，由于机械设备、人员的相对集中，会产生一定的局部区域的废气、废油及生活废水的聚集。须对废水、废油、垃圾机械集中收集、集中处理；

② 施工中要做到生产、生活区分设，同时在各工区设置废物、废水的集中收集点，加强公共卫生设施的建设。

（4）防腐蚀

金属结构、设备支撑构件、水管、气管、油管和风管根据不同的环境采取经济合理的防腐蚀措施。除锈、涂漆、镀锌、喷塑等防腐处理工艺按国家的有关规定进行。电缆桥架采用热镀锌处理。

（5）防电磁辐射

变压器、配电装置等设备产生较强电磁场，在此作业场所工作人员的辐射防护要求应符合有关规定。按照电磁辐射防护三原则（屏蔽、防护距离和缩短照射时间）采取对策措施，使各区域工作人员受到的辐射照射不超过标准规定的个体剂量限值。

（6）温度与湿度控制

作业环境不良，会使作业人员处于身体疲劳、视线不清、注意力不集中、反应迟钝、昏昏欲睡状态，使操作失误增多，所以也是导致事故发生的危害因素。

高温环境会引起中暑，长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。工程各类工作场所的室内空气均应控制在一定的温度和湿度。

① 办公楼等作业场所的空气质量、湿度随大气环境变化而变化，室内温度应有空调设备调节。

② 在夏季高温环境中作业和施工时，应采取必要的遮挡日晒和防暑降温措施。连续工作时间不宜过长，要符合有关规定，要合理安排工作时间。

（7）采光与照明

对地面建筑物充分利用自然采光，对建筑物主要依靠人工照明，各类工作场所人工照明的照度标准满足有关标准的规定。

（8）安全标志

根据工程的具体情况，从防患于未然和事故后便于快速疏散为目的，对容易导致安全事故的场所或发生事故后做好疏散的通道等部位设立安全标志。

8.3 消防及安全

本工程防火设计按《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）、《建筑内部设计防火规范》（GB50222-95，2001年版）以及《电气设计规范》等国家及地方的有关规范、规定执行。

第九章 项目招标方案

9.1 概述

根据中华人民共和国国家发展计划委员会第 9 号令《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》，按照工程建设项目审批管理规定，凡应报送项目审批部门审批的，必须在报送的项目可行性研究报告中增加有关招标的内容。

在工程项目建设的执行阶段以招标的方式选择承包人，是保证按照竞争的条件来进行工程建设的一种方式。通过项目法人与承包方签订明确双方权利义务的经济合同，将工程项目的实施过程纳入了法制化管理。

本项目根据《中华人民共和国招标投标法》规定。除特殊情况外均需要进行招标。

9.2 编制依据

- (1)《中华人民共和国招标投标法》（主席令第 21 号，2000.1.1 施行）；
- (2)《工程建设项目招标范围和规模标准规定》（国家计委 3 号令，2000.5.1 施行）；
- (3)《招标公告发布暂行办法》（国家计委 4 号令，2000.7.1 施行）；
- (4)《工程建设项目自行招标试行办法》（国家计委 5 号令，2000.7.1 施行）；
- (5)《建设工程设计招标投标管理办法》（建设部 82 号令，2000.10.18 施行）；
- (6)《工程建设项目勘察设计招标投标办法》（国家发展和改革委员会等 8 部委令第 2 号，2003.8.1 施行）。

9.3 发包方式

招标工作范围即指招标文件中约定承包方完成的工作内容，工作内容可以是总承包（也叫“交钥匙工程承包”）或者单项工作内容承包。

何种发包方式最适合项目的目标，取决于项目的性质和复杂程度，投资来源、业主的技术和管理能力。由于本项目内容繁多，专业性要求较强，较为复杂，因此采用 EPC 方式较为合适。

9.4 招标组织形式

招标组织形式包括自行招标和委托招标。其中，自行招标，是指招标人自身

具有编制招标文件和组织评标能力，依法可以自行办理招标；而委托招标，是指招标人委托招标代理机构办理招标事宜。

9.5 招标方式

招标方式可分为公开招标、邀请招标和议标（直接委托）三大类型。

公开招标：又称无限竞争性招标。是指招标单位通过报刊、广播、电视等新闻媒体发布招标公告，凡具备相应资质，符合投标条件的单位不受地域和行业限制均可申请投标。

邀请招标：又称有限竞争性招标。是指招标单位预先选择的若干具备相应资质、符合投标条件的单位发出邀请函，将招标工程的情况、工作范围和实施条件等做出简要说明，请他们参加投标竞争，从招标单位获取招标文件，并按规定邀请进行投标报价。

议标：是指招标单位与两家或两家以上具备相应资质，符合投标条件的单位，分辨就承包范围内有关事宜进行协商，直到与某一单位达成协议，将合同工程直接委托该单位去完成。

9.6 招标范围

本项目的勘察、施工、以及与工程建设有关的重要设备的选购，须进行公开招标，招标程序具体按照《中华人民共和国招标投标法》进行。

（1）供货

材料的供货，将由项目执行单位（业主）通过计划参与单位的技术交流，以及对同类设备在国内使用情况的考察，在掌握技术质量等信息的基础上，通过招标或直接采购（货比三家）的方式进行确定。

（2）工程设计

推荐由对水环境整治等有丰富经验的环保水利水电工程设计单位承担。

（3）施工

土建施工必须在具有水工建筑或水利建筑施工经验的单位中选择，由项目执行单位进行资格审查后，通过招标方式确定。

招标基本情况表

序号	招标内容 名称	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采 用招 标方 式	招标估算 造价（万 元）	备 注
		全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
1	勘察	√			√	√			25.92	
2	设计	√			√	√			214.99	
3	建筑工程	√			√	√			1541.92	
4	安装工程	√			√	√			160.80	
5	监理							√	57.95	
6	设备	√			√	√			268.23	
7	重要材料	√			√	√			139.42	
8	其他							√	424.70	
9	合计								2833.93	
情况说明：其他费用共计 424.70 万元，包括建设单位管理费 37.40 万元、建设项目前期工作费 14.00 万元、场地准备费及临时设施费 10.80 万元、工程保险费 6.48 万元、生产准备费及开办费 2.55 万元、招标代理服务费 15.21 万元、施工图审查费 15.66 万元、检验监测费 21.60 万元、联合试运转费 4.08 万元、环境影响评价费 2.00 万元、防洪影响评价费 35.00 万元、预备费 209.92 万元以及捕捞大型鱼类费 50.00 万元。										

第十章 投资估算与资金筹措

10.1 投资估算

10.1.1 估算说明

本估算包括所列项目的土建工程和工艺、电气、给排水、自控仪表、机电修、通讯、工艺管道等设备及其安装以及其他费用的全部投资。

10.1.2 编制依据

- (1) 《全国市政工程投资估算指标》；
- (2) 《市政工程可行性研究投资估算编制办法》；
- (3) 《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》(发改投资〔2006〕1325号)；
- (4) 《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》(计价格〔1999〕1283号文)；
- (5) 综合取费均按省建设厅有关工程取费规定确定；
- (6) 《市政工程投资估算编制办法》(2019版征求意见稿)；
- (7) 《招标代理服务收费管理暂行办法》(计价格〔2002〕1980号文)；
- (8) 《工程勘察设计收费管理规定》(计价格〔2002〕10号文)；
- (9) 《关于印发建设工程监理与相关服务收费管理规定的通知》(发改价格〔2007〕670号)；

- (10) 设备及安装工程：
 - ① 定型设备按有关制造厂家提供的报价；
 - ② 参考广东省安装工程材料预算价格；
 - ③ 有关的技术经济指标。

- (11) 有关专业提供的资料、主要设备清单及主要材料表以及有关文字说明。

10.1.3 编制方法

(1) 土建工程根据类似工程决算，并参考梅州地区建设工程造价指数信息进行调整，以单方指标计入；

(2) 安装工程根据设备购置费及设备安装类似工程决算，以指标形式计入；

(3) 设备购置按设备生产厂家报价及产品样本价格计入；

(4) 工程其它费用按有关规定计取。其中：

① 建管费依据财政部《基本建设财务管理规定》（财建〔2016〕504号）；

② 工程监理费依据原国家发展改革委、建设部发改价格〔2007〕670号文的有关规定计算；

③ 前期工作费用依据（计价字〔1999〕1283号）；

④ 工程勘察费依据计价格〔2002〕第125号的有关规定计算，按工程费的1.2%计算；

⑤ 设计收费标准按中设协字〔2016〕89号文的有关规定计算；

⑥ 施工图预算编制费用按设计费的10%计算；

⑦ 竣工图编制费按所列设计费的8%计算；

⑧ 环境影响评价费用依据（计价格〔2002〕125号）计算；

⑨ 招标代理服务费依据国家发计委《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）计算；

⑩ 其他未列明费用取值参照相关标准或类似项目取值。

10.2 建设工程清单

蕉岭县松源河上游水体治理工程清单表如下所示：

表 10.2-2 建设工程清单表

序号	工程名称	区域	建设内容
1	多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程	多宝水库	由于蕉岭县松源河上游水体治理工程（二期）底泥清淤工程的清淤范围在多宝水库入湖主河道的中部和坝头区域，本项目拟在多宝水库未清淤的东侧区域进行底泥内源控制与治理试点工程，预计治理区域面积约为 80675 m ² ，原位控制多宝水库底泥内源污染、改善水库水质。
2	多宝水库增殖放流	多宝水库	拟在水库适当位置进行增殖放流，投放 150-200 g 体重的鲢鱼 7.0 万 kg，鳙鱼 4.6 万 kg，改善水库生物群落结构、修复水域生态环境、净化水质。
3	支流污染削减控制工程	松源河蕉岭境内流域	拟在松源河多宝村段、洋山水设置设计规模分别为 12000 m ³ /d、6000 m ³ /d 的污染削减控制工程，提升支流河段水质，改善园潭断面水质。

10.3 项目总投资

本项目建设投资 2833.93 万元，其中工程费用 2160.37 元（多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程 895.49 万元，多宝水库增殖放流工程 189.42 万元，支流污染削减控制工程—生态滤床 1075.46 万元），工程建设其它费用 463.64 万元，预备费 209.92 万元。

表 10.3-1 投资估算表

序号	工程和费用名称	估算价值（万元）					技术经济指标			占投资额	备注
		建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计（万元）	数量	单位	单位造价（元）		
一	工程费用	1541.92	407.64	160.80	50.00	2160.37				76.23%	
1.1	多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程	895.49	0.00	0.00	0.00	895.49				31.60%	
1.1.1	多宝水库底泥内源原位固化工程	798.68	0.00	0.00	0.00	798.68	665.57	吨	12000.00	28.18%	
1.1.2	多宝水库底泥生态修复工程	96.81	0.00	0.00	0.00	96.81	8.0675	吨	120000.00	3.42%	
1.2	多宝水库增殖放流工程	0.00	139.42	0.00	50.00	189.42				6.68%	
1.2.1	投放鲢鱼工程	0.00	92.95	0.00	0.00	92.95	464730	尾	2.00	3.28%	
1.2.2	投放鳙鱼工程	0.00	46.47	0.00	0.00	46.47	309820	尾	1.50	1.64%	
1.2.3	捕捞大型鱼类	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00				1.76%	
1.3	支流污染削减控制工程	646.43	268.23	160.80	0.00	1075.46				37.95%	
1.3.1	洋山水污染削减控制工程	241.23	99.71	59.82	0.00	400.76				14.14%	
1.3.2	松源河多宝村段污染削减控制工程	405.20	168.52	100.98	0.00	674.70				23.81%	
二	工程建设其他费用	0.00	0.00	0.00	463.64	463.64				16.36%	
2.1	建设用地费	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00%	涉及到新增用地及青苗补偿费用由建设单位统一征收管理，不在此次估算范围
2.2	建设管理费	0.00	0.00	0.00	95.35	95.35				3.36%	
2.2.1	建设单位管理费	0.00	0.00	0.00	37.40	37.40				1.32%	财建〔2016〕504号

序号	工程和费用名称	估算价值（万元）					技术经济指标			占投资额	备注
		建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计（万元）	数量	单位	单位造价（元）		
2.2.2	建设工程监理费	0.00	0.00	0.00	57.95	57.95				2.04%	国家发改委、建设部发改委价格（2007）670号
2.3	建设项目前期工作费	0.00	0.00	0.00	14.00	14.00				0.49%	前期踏勘，可行性研究报告编制，国家计委计价格（1999）1283号
2.4	勘察设计费	0.00	0.00	0.00	240.91	240.91				8.50%	计价格【2002】第125号
2.4.1	工程勘察费	0.00	0.00	0.00	25.92	25.92				0.91%	工程费×1.2%
2.4.2	工程设计及技术指导费	0.00	0.00	0.00	214.99	214.99				7.59%	
2.4.2.1	设计费	0.00	0.00	0.00	114.40	114.40				4.04%	中设协字【2016】89号
2.4.2.2	施工图预算编制费	0.00	0.00	0.00	11.44	11.44				0.40%	设计费×10%
2.4.2.3	竣工图编制费	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15				0.32%	设计费×8%
2.4.2.4	技术指导及现场服务费	0.00	0.00	0.00	80.00	80.00				2.82%	按建设要求
2.5	场地准备费及临时设施费	0.00	0.00	0.00	10.80	10.80				0.38%	工程费×0.5%
2.6	工程保险费	0.00	0.00	0.00	6.48	6.48				0.23%	工程费×0.3%
2.7	生产准备费及开办费	0.00	0.00	0.00	2.55	2.55				0.09%	计标（85）352号文
2.8	招标代理服务费	0.00	0.00	0.00	15.21	15.21				0.54%	计价格（2002）第1980号，含勘察招标
2.8.1	工程招标服务费	0.00	0.00	0.00	11.60	11.60				0.41%	
2.8.2	勘察设计招标费	0.00	0.00	0.00	3.61	3.61				0.13%	
2.9	施工图审查费	0.00	0.00	0.00	15.66	15.66				0.55%	勘察费×6.5%
2.10	检验监测费	0.00	0.00	0.00	21.60	21.60				0.76%	工程费×1%

序号	工程和费用名称	估算价值（万元）					技术经济指标			占投资额	备注
		建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计（万元）	数量	单位	单位造价（元）		
2.11	联合试运转费	0.00	0.00	0.00	4.08	4.08				0.14%	设备购置费×1%
2.12	环境影响评价费	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00				0.07%	计价格〔2002〕125号
2.13	防洪影响评价费	0.00	0.00	0.00	35.00	35.00				1.24%	
三	预备费	0.00	0.00	0.00	209.92	209.92				7.41%	
3.1	基本预备费	0.00	0.00	0.00	209.92	209.92				7.41%	(一+二)*8%
3.2	涨价预备费	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00%	
总投资		1541.92	407.64	160.80	723.56	2833.93				100.00%	

10.4 资金筹措

根据梅州市财政局文件（梅市财资环【2022】30号）《梅州市财政局关于下达中央财政2022年重点生态保护修复治理资金的通知》下达了“松源河流域水生态修复工程”预算资金2000万元；本项目已得到上级专项补助资金2000万元，不足部分833.93万元可由县级财政统筹，可保障蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）顺利进行。

第十一章 保障措施

11.1 组织保障

本工程是一项系统工程，涉及众多专业和政府的多个部门。

如何解决好政府与部门之间的关系，做到统一指挥、各司其职、统分结合、步调一致，是搞水生态环境综合整治工作的关键。为此，必须建立强有力的领导班子，实行统一指挥、建设。加强各部门间的合作，逐步理顺部门职责分工，增强环境监管的协调性、整体性，建立部门间信息共享和协调联动机制。各有关部门依照各自职责，做好相关领域环保工作。环保部门要切实履行职责，统一环境规划，统一执法监督，统一发布环境信息，加强综合管理。

根据蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）的环境保护要求，成立方案实施组织机构，包括方案实施领导小组、执行小组。领导小组统筹松源河上游水环境保护的各项工作，对各相关部门、各个工程进行合理分配和协调指挥。

蕉岭县人民政府成立蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）工作领导小组；领导小组办公室设在蕉岭县政府，负责日常工作。领导小组要监督相关方案的实施，细化职责分工，并协调方案实施工作中出现的重大问题，对工程建设进行不定期的监督审查，定期评估综合整治方案的执行情况，同时每个季度向上级汇报松源河上游水域环境保护工作的进展情况。

11.2 资金保障

根据梅州市财政局文件（梅市财资环【2022】30号）《梅州市财政局关于下达中央财政2022年重点生态保护修复治理资金的通知》下达了“松源河流域水生生态修复工程”预算资金2000万元；本项目已得到上级专项补助资金2000万元，不足部分833.93万元可由县级财政统筹，可保障蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）顺利进行。

11.3 制度保障

为保障蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）的顺利实施，以及实施后运行效果，蕉岭县人民政府领导小组应该出台规范化的制度，让各部门在落实项目过程中做到有“法”可依、有“法”必依。

（1）完善地方法规，严格执行环境标准。加强河流生态环境系统循环的法

律保障，进一步完善排污许可、水源保护、水环境功能区划管理等法规。严厉查处环境违法行为，加大排污单位环境责任追究及损害赔偿制度。

（2）开展河流生态环境保护政策探索，建立长效保护机制。根据松源河上游的特点，探索有利于松源河上游水环境保护及可持续发展的政策体系，完善水环境保护政策机制。研究适用于当地资金流、能量流、物质流合理发展的管理政策体系。有序引入生态补偿机制。

（3）建立蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）专项资金使用制度。对资金的申请要求、下拨条件、下拨时间、下拨比例、审批程序、部门的权责等作出明确要求。

（4）建立项目监督检查制度。明确项目的责任主体、完成年限、督察主体、检查要求、奖惩措施等。

11.4 技术保障

在蕉岭县松源河上游流域范围内全面调查的基础上，编制工程项目清单；并根据工程实施进展情况和水生态环境条件的变化，适当调整项目实施进程，以达到最好的工程效果；针对松源河上游具体的环境问题，制定合理有效的污染控制措施；加强与名校合作，进行科技攻关，采用适用的生态工程，强化对松源河上游水体的面源污染控制、生态养殖、磷污染控制、污水排放标准和生态补偿机制等方面的关键技术研发，增强科技支撑能力。

建立统一、合理、科学的河流生态环境监测指标和评价方法、技术规范体系，加强环境监测，制定科学、可行的河流生态环境监测实施方案，并定期开展监测，及时掌握河流生态环境状况及变化趋势，了解其突出问题。进行河流及流域循环经济及物质流平衡调查研究，根据地方生态环境特点研究制定环境及物质流调控措施，促进河流生态持续改善。

11.5 促进公众参与、建立和完善社会化的监督机制

建立和健全环保设备管理制度和措施，使设备经常处于良好的技术状态，符合设计规定的经济技术指标。建立环境信息档案和信息公开制度，开展污染源和环境质量状况调查和评价，向社会发布年度环境报告。广泛吸取国内外整治的成功经验和教训，少走弯路和避免投资浪费。在整治运作中，要全面发挥市场机制的手段，通过市场运作，把政府性资源、公共性资源、间接经济资源，通过市场

手段转化为直接可利用的经济资源,吸引更多的社会资本投入本梅州市蕉岭县松源河上游流域水环境综合整治工程中。充分利用电视、广播、报纸和网络等新闻媒介,发挥其舆论监督和导向作用,增强企业的社会责任,形成全社会共同推动环境综合治理工作的良好社会氛围。加强宣传教育力度,增强公众环境忧患意识,倡导节约资源、保护环境和绿色消费的生活方式,形成保护环境的良好风尚。

第十二章 社会稳定风险分析

为建立和规范重大固定资产投资项目社会稳定风险评估机制，有效防范社会风险，减少社会矛盾，维护社会稳定，2012年8月国家发展和改革委员会制定了《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法》（以下简称《办法》）。依据该《办法》，国家发展改革委审批、核准或者核报国务院审批、核准的在中华人民共和国境内建设实施的固定资产投资项目，在组织开展前期工作时，应当进行社会稳定风险评估，作为项目可行性研究报告、项目申请报告的重要内容并设独立篇章。本报告根据该《办法》的要求，在现有条件下对本项目的社会稳定风险进行分析评价。

12.1 社会稳定性风险评估概述

12.1.1 社会稳定风险内涵

社会稳定风险，广义上是指一种导致社会冲突，危及社会稳定和社会秩序的可能性，是一类基础性、深层次、结构性的潜在危害因素，对社会的安全运行和健康发展会构成严重的威胁。一旦这种可能性变成现实性，社会风险就会转变成公共危机。广义的社会风险是一个抽象的概念，它涵盖了生态环境领域、政治领域、经济领域、社会领域和文化领域的各种风险因素。在狭义上，社会风险是指由于所得分配不均、发生天灾、政府施政对抗、结社群斗、失业人口增加造成社会不安、宗教纠纷、社会各阶级对立、社会发生内争等社会因素引起的风险，仅指社会领域的风险。

12.1.2 社会稳定性风险评估的内容

社会稳定风险评估工作，主要围绕评估项目可能存在的社会稳定风险，进行合法性、合理性、可行性、可控性评估，确定不稳定因素的风险范围和可控程度。

（1）合法性评估。项目是否符合党的政策，是否符合国家法律法规以及地方性法规和规章，是否符合国家和地方的产业政策、行业规范等；项目的法律政策依据是否充分；项目的立项审批过程是否完备并符合法定程序。

（2）合理性评估。项目是否符合科学发展观的要求；是否获得了公众的普遍支持与认可；项目是否兼顾了各方面利益群体的不同诉求；项目的选址及选线是否合理，是否遵循了集约利用土地的原则，是否综合考虑了土地资源、环境保

护、文化遗产等。

（3）可行性评估。项目是否符合本地经济社会发展的总体水平；建设条件是否经过严格专业的可行性论证；社会效益、经济效益、资金筹措是否具有可行性、稳定性、连续性和严密性。

（4）可控性评估。项目是否存在较大的社会敏感问题，是否会引发社会矛盾，引起社会治安问题；是否存在不利于社会稳定的公共安全隐患；风险程度和风险范围是否可控，化解风险的措施是否完善并有效。

（5）其他可能影响社会稳定的相关因素。

12.1.3 社会稳定性风险评估的目的

建立和推行社会稳定风险评估机制，目的在于使项目在决策时，充分考虑社会的承受能力，妥善照顾各方面的利益诉求，广泛听取各方面的意见；在实施重大项目时深入研究，科学论证，真正实现经济社会科学发展；把社会稳定问题考虑在前，预测防范风险、控制化解风险，消除和减少改革发展中的不稳定因素，深入实施“十四五”规划，创造和谐稳定的社会环境；把大量社会稳定风险前置到重大事项的启动之前，实现社会矛盾由被动调处向主动化解转变，由事后处置向事前预防转变，由治标向治本转变。

12.1.4 社会稳定性风险评估的原则

（1）权责统一原则。重大固定资产投资项目的社会稳定风险评估工作应由项目的承办部门具体组织与实施，按照“谁决策、谁负责”、“谁主管、谁负责”、“谁审批、谁负责”的要求，对项目评估结论负责。

（2）合法合理原则。重大固定资产投资项目必须严格按照相关法律、法规和政策，评估过程公开、公平、公正。注重项目与当地经济发展水平和人民生活水平相协调，相关防控措施要求在政策允许范围之内合理可行。

（3）以人为本原则。深入展开实地调查研究，多渠道、多层次、多方式、征求公众意见，充分汲取项目相关部门的意见与建议，了解群众的意愿与愿望，保护群众的权利与利益，确保评估工作全面、深入、民主、客观。

（4）科学性原则。评估工作要以科学性为原则，对于风险的判断及分析涉及多领域的专业知识，利用科学的评估方法，依照相关法规和政策制定科学、规范的评估标准，对风险进行研判。

（5）系统性原则。针对项目经历的不同时期，准确分析相关参建单位的权利与责任，将识别出的各种风险因素对项目社会稳定风险性的影响进行全方位、多角度、系统性地分析。

（6）针对性原则。影响社会稳定的风险因素随着项目的性质、规模、特点的不同而不同，风险的产生原因、发生概率和影响程度也随之改变。因此要求提出的防治措施具有针对性和可操作性，做到切实防范和控制风险。

12.2 本项目社会稳定风险评价

本项目为蕉岭县松源河上游水体治理工程项目，涉及部分征地过程。在征地过程中，社会稳定风险衍生于相关利益群体对征地项目的抗拒，这种抗拒有多种表现形式，如上访、暴力对抗甚至群众示威等。因此，对征地项目所涉及的影响社会稳定的风险进行界定，应认真分析征地实施后群众可能引发的异议，遭遇到的损失或不适，这些异议、损失或不适即为引起社会不稳定的风险。

在识别了蕉岭县松源河上游水体治理工程项目（三期）可能面临项目合法性、合理性遭质疑的风险，项目可能造成环境破坏的风险，群众抵制征地的风险，群众对生活环境变化的不适风险的基础上，对上述四大类风险发生的可能性大小分别进行定性评价。为便于评价表述准确，本报告把风险发生的可能性的的大小划分成5个等级，可能性由小到大以次表述为：很小、较小、中等、较大、很大，并根据当地以前其他项目征地经验，界定各类风险发生可能性的大小。

根据对征地项目实施过程中易发生的社会风险的经验判断，并结合蕉岭县松源河上游水体治理工程项目（三期）的具体情形，项目可能会诱发的异议、损失或不适等诸多社会风险及其评价主要如下：

① 项目合法性、合理性遭质疑的风险

风险内容：该项目的决策是否与现行政策、法律、法规相抵触，是否有充分的政策、法律依据；该项目是否坚持严格的审查审批和报批程序；是否经过严谨科学的可行性研究论证，是否充分考虑到时间、空间、人力、物力、财力等制约因素；建设方案是否具体、详实，配套措施是否完善。

风险评价：项目合法性、合理性风险较小。

本项目工程严格按照土地管理法律法规和《国务院关于深化改革严格土地管理的决定》（国发〔2004〕28号）、国土资源部《建设项目用地预审管理办法》（国

土资源部第 42 号令)、《关于完善农用地转用和土地征收审查报批工作的意见》(国土资发〔2004〕237 号)等有关规定办理用地报批手续,程序合法,手续齐全。本项目符合区域经济发展需要及当地利益,蕉岭县松源河上游的生态环境和周边水环境质量的提高,会极大改善区域投资环境和旅游环境。这一效益的取得,为该地区的社会经济发展、投资引进以及产品数量和质量提高,提供了较高质量的保证条件。

② 项目可能造成环境破坏的风险

风险内容:在建设期内项目的施工会对地表水、空气、噪声环境等方面产生一定程度的不利影响。施工过程中会产生大量粉尘,施工机械会有作业噪声,施工机械燃油或机油渗漏会引起油污染,施工物堆料场受降雨冲刷会引起地表径流污染,施工营地生活污水未经处理直排或生活垃圾随意抛弃会引起污染。大型挖掘机械及运土车辆对道路的损坏和环境卫生的破坏的现象将不同程度的存在。

风险评价:项目造成环境破坏的风险很小。

该地区以绿色为主基调,通过适度控制开发规模,并通过建构网络式的绿色系统,较易实现地区生态系统的恢复更新。项目在施工期间严格按照设计方案进行施工,严格依照环境保护及水土保持投资预算投入保护措施建设,做好各项防治,废弃土石方集中堆放,对路面进行洒水处理粉尘,在白天进行施工作业,基本上对周边环境影响不大,不会产生噪声扰民现象。本项目是生态净化处理项目,建成后,不仅不会破坏当地环境,还能进一步提升周边区域的生态环境质量。

③ 群众抵制征地拆迁的风险

风险内容:由于征地拆迁涉及群众的切身利益,加上群众对征地拆迁的政策缺乏理解,因此在征地拆迁问题上群众往往会与政府站在对立面,以各种形式抵制征地拆迁。征地拆迁项目中群众最敏感、最担忧的问题是失去土地。

风险评价:群众抵制征地拆迁的风险较小。

蕉岭县松源河上游水体治理工程(三期)项目拟征占建设用地均为林地及工业地,不涉及敏感用地。项目被征土地后,对沿线村民人均占有耕地面积影响很小。

④ 群众对生活环境变化的不适风险

风险内容:项目所在地主要是多宝水库及其下游河道及河滩用地。本项目建

设期间，项目驻地施工队伍进驻，施工车辆进出等将影响当地居民的生存现状，使得村民与外界的联系更加密切，并在一定程度上受到外界的干扰，从而造成居民内心的不安与担忧。

风险评价：群众对生活环境变化的不适风险较小。

项目工程在施工期间聚集形成一个相对稳定的施工群体，不会大量破坏松源河上游流域村落的生态环境，同时交通流和人流打破村庄以往的宁静，让村民感到不适应也是暂时的，施工完成后将大大改善松源河上游的生活环境。

12.3 项目社会稳定风险的综合评价

为便于度量该项目整体的风险大小，有必要对各类风险的可能性大小进行量化，然后得到项目的综合风险大小。

首先根据当地以往征地经验和民意调研结果确定每类风险因素的权重 W ，取值范围为 $[0, 1]$ ， W 取值越大表示某类风险在所有风险中的重要性越大。其次确定风险可能性大小的等级值 C ，将风险划分为 5 个等级（很小、较小、中等、较大、很大），等级值 C 按风险可能性由小至大分别取值为 0.2，0.4，0.6，0.8，1.0。然后将每类风险因素的权重与等级值相乘，求出该类风险因素的得分（即为 $W \times C$ ），把各类风险的得分加总求和即得到综合风险的分值，即 $\sum W \times C$ 。综合风险的分值越高，说明项目的风险越大。一般而言，综合风险分值为 0.2-0.4 时，表示该项目风险低，有引发个体矛盾冲突的可能；分值为 0.41-0.7 时，表示该项目风险中等，有引发一般性群体事件的可能；分值为 0.71-1.0 时，表示该项目风险高，有引发大规模群体事件的可能。本项目综合风险值求取见下表：

表 12.3-1 项目风险综合评价

风险类别	风险权重 (W)	风险发生的可能性 (C)					$W \times C$
		很小 0.2	较小 0.4	中等 0.6	较大 0.8	很大 1.0	
项目合法性、合理性遭质疑的风险	0.20		√				0.08
项目可能造成环境破坏的风险	0.30	√					0.06
群众抵制征地的风险	0.30		√				0.12
群众对生活环境变化的不适风险	0.20		√				0.08
综合风险							0.34

从上表可看出，本项目可能引发的不利于社会稳定的综合风险值为 0.34，风险程度低，意味着项目实施过程中出现群体性事件的可能性不大，但不排除会发

生个体矛盾冲突的可能。

12.4 社会稳定风险防范措施

根据对项目可能诱发的风险及其评价，拟采取下述风险防范措施。

一是协调项目所在地居民，通报蕉岭县松源河上游水体治理工程项目征占土地利用情况；协商确定土地补偿、安置补助、青苗补偿标准；介绍项目开工建设及以后运行生产对村民的影响；解答居民对项目的疑问及听取居民的建议，做到人人知情、事事无疑问。

二是征占土地计量，毛竹及林木计数做到公平、公开、合理，让居民无异议，补偿金无异议后马上兑现。

三是动员村里青年参加现场的施工作业，提供更多的岗位给本地村民，改善当地村民的收入条件。

四是补偿金兑现无异议后才入场施工。建设期间严格要求和监督施工单位文明施工，减少扰民，施工建设过程中所产生的垃圾，废弃土石方，粉尘等有可能污染周围环境的，采取相对应措施及时处理，不随意倾倒。

五是项目组紧密联系和依靠村委会，采取以预防为主治安防范措施，建设期间，如有个别村民有异议，以疏导，说服，化解等为主，将问题消除在萌芽状态。

综合评价，蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）项目征地社会稳定风险程度低，目前已采取的和下一步将采取的系列风险防范措施，可起到降低以致消除社会风险的效果。

第十三章 项目效益分析

13.1 经济效益

（1）改善经济价值

蕉岭县松源河上游的生态环境和周边水环境质量的提高，会极大改善区域投资环境和旅游环境。这一效益的取得，为该地区的社会经济发展、投资引进以及产品数量和质量提高，提供了较高质量的保证条件。

（2）水污染控制效益

水污染控制效益可以用污染损失费用来衡量。目前松源河上游水体水质出现超标现象，若不及时进行水污染控制和生态恢复，势必导致景观质量下降、健康安全投入增加、水污染治理费用增加等等，污染损失费用巨大。

13.2 社会效益

本工程可产生以下社会效益：

（1）促进居民生活品质的提升

蕉岭县松源河上游水体治理工程将改善人们的生活环境，为人们提供了一个亲近自然的好去处，改善了人们的生活质量，使人们的生活品质得到极大提高，也将有利于城市形象的提升及整体文明程度的提高。在满足感知需求的同时成为了精神文化的源泉，多宝水库美丽的景色，以及鸟类和鱼类，都充满大自然的灵韵，使人心静神宁。是人们在节假日里娱乐休闲放松心情的好地方。人类在长期演化过程中形成的与生俱来的欣赏自然享受自然的本能和对自然的情感依赖。这种情感通过诗歌、绘画等文学艺术来表达，而成为具有地方特色的精神文化。

（2）有益于可持续发展及生态城市建设

综合整治工程注重人与自然、人与环境、人与生态的融合。然而这只是生态型城市中的一个重要组成部分，起着促进城市生态环境向净化、绿化、美化的可持续性生态系统演变，全面协调人与自然环境的关系，为社会经济发展创造良好的条件。要使生态要素彻底地融入到城市发展的规划、设计和建设中，而不仅仅是做一种漂亮的修饰和点缀。

（3）有利于促进与周边城市的关系

改善蕉岭县松源河上游水质，保证与下游城市的交界断面水质达标是蕉岭县

应尽的责任与义务，也是与周边城市和谐相处，共谋发展的基础。

13.3 生态环境效益

蕉岭县松源河上游水体治理工程的实施，可以有效净化水质，保护自然生态环境，水体自净能力大大提高，其污染程度亦将得到显著降低，生态环境不断趋向更加协调和平衡，实现水资源的可持续发展。

生态滤床能有效降低微污染水体中的 COD、氨氮和总磷的含量。结合人工湿地的土壤-植物-微生物生态系统对微污染水体进行净化，以水生植物为主体，应用物种间共生关系，采用微曝气手段建立高效人工生态系统，能使水体透明度大幅度提高，同时水质指标也得到有效的改善。

另一方面，通过宝水库底泥内源污染控制与治理试点工程与增殖放流项目，原位控制多宝水库底泥内源污染、改善水库生物群落结构、修复水域生态环境、净化水质。从根本上改善多宝水库的环境问题，实现多宝水库水环境可持续发展。

本项目实施后，可改善多宝水库及其下游水域的水质和综合环境，带来明显的环境效益。

第十四章 工程风险分析与对策

14.1 风险影响预测

14.1.1 地震对构筑物的可能影响

地震是一种破坏很大的自然灾害，波及的范围也很大，属于非多震区域，但是万一发生地震，必将造成很大破坏，致使构筑物损坏，待处理水将溢流于附近地区及水域，造成严重的局部污染，影响下游断面达标。

由于本工程在结构设计时已考虑了抗震问题，因此一般地震不会对工程造成破坏，从而造成对环境的不良影响的可能性较小。

14.1.2 事故排放对环境的影响及对策

（1）事故风险

本项目工程运营期发生事故性排放的原因主要有以下几种：

- ① 温度异常，尤其是冬天，温度低，可导致生态处理率下降；
- ② 操作不当，生态处理系统运行不正常。

上述事故发生后，尾水超标排放将使下游水体水质下降。

（2）防范对策

一旦事故发生，应采取以下应急对策：

- ① 立即报告有关部门，查明事故原因，协调处理事故；
- ② 组织抢修，迅速排除故障，恢复正常运行；
- ③ 建立可靠的污水处理设施运行监控系统，包括计量、采样、监测等设施，

以控制和避免发生恶性事故；

- ④ 加强设备的维护和管理，提高设施的完好率，关键设备应留足备件；
- ⑤ 加强职工操作技能培训，建立和严格执行各部门的运行管理制度和操作责任制度，杜绝操作事故隐患；

因此，要求污水处理设施管理人员加强运行管理，保证污水处理设施的正常运行，从而尽可能的降低这种风险。

14.2 工程维修风险分析

在维护工程正常运行过程中也时有风险发生。由于工程事故风险具有突然性，会给维护工作人员带来重大损害，严重会危及生命。

因此，对水上作业或近水作业人员，采取如下措施：

- ① 穿上救生衣；
- ② 由专人在工作场地监护，配备救生装置。

第十五章 结论与建议

15.1 结论

(1) 通过监测数据分析，蕉岭县松源河上游流域水体包括多宝水库和园潭断面未能达到水质目标要求，多宝水库水质类别处于 III~IV 类之间，其中超标因子化学需氧量浓度 17.33 mg/L，平均超标倍数 0.15 倍；总磷浓度 0.065 mg/L，平均超标倍数 1.6 倍。园潭断面水质类别处于 II~IV 类之间，超标因子氨氮浓度 0.563 mg/L，平均超标倍数 0.13 倍；总磷浓度 0.065 mg/L，平均超标倍数 0.68 倍。目前蕉岭县松源河上游流域水体或主要支流的水质与考核目标地表水 II 类标准相距较大。因此对松源河上游流域水环境进行综合整治是十分迫切和必要的。

(2) 经分析论证，蕉岭县松源河上游水体治理工程（三期）内容如下：

① 项目建设地点

广东省梅州市蕉岭县松源河上游流域

② 主要工程内容

1) 多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程

由于蕉岭县松源河上游水体治理工程（二期）底泥清淤工程的清淤范围在多宝水库入湖主河道的中部和坝头区域，本项目拟在多宝水库未清淤的东侧区域进行底泥内源控制与治理试点工程，预计治理区域面积约为 80675 m²，原位控制多宝水库底泥内源污染、改善水库水质。

2) 多宝水库增殖放流

拟在水库适当位置进行增殖放流，投放 150-200 g 体重的鲢鱼 7.0 万 kg，鳙鱼 4.6 万 kg，改善水库生物群落结构、修复水域生态环境、净化水质。

3) 支流污染削减控制工程

拟在松源河多宝村段、洋山水设置设计规模分别为 12000 m³/d、6000 m³/d 的污染削减控制工程，提升支流河段水质，改善园潭断面水质。

(3) 工程投资

本项目建设投资 2833.93 万元，其中工程费用 2160.37 元（多宝水库东侧区域底泥内源污染控制与治理试点工程 895.49 万元，多宝水库增殖放流工程 189.42 万元，支流污染削减控制工程—生态滤床 1075.46 万元），工程建设其它费用 463.64 万元，预备费 209.92 万元。

（4）工程建成后将产生显著的环境效益和社会效益，可大大改善工程区域生态环境质量，有效的控制污染，保护水环境，环境效益明显，同时可吸引更多的投资，增加就业机会，增加财政及个人收入，从而推动经济社会各方面发展，为社会经济的可持续发展提供可靠保证。

15.2 建议

（1）本项目必须坚持节约利用土地、切实保护耕地的原则，选址应符合土地利用总体规划并认真执行建设项目环境影响评价制度、环保“三同时”及竣工验收制度。要严格按照基建程序，在项目准备阶段，要抓好可行性研究、环境影响评价报告、洪水影响评价报告、初步设计方案、施工方案的编制、设计和审批工作，有条不紊地按照基本建设程序执行。

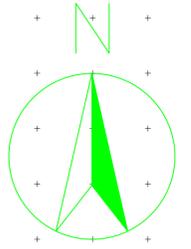
（2）在项目执行阶段，重点抓好招投标与监理工作，按照“公开、公正、公平”的原则，严格执行工程招标投标制度，控制项目投资成本。本工程在建设过程中，应严格按照国家规范管理实施，加大投资资金控制力度，重要工程和大宗材料购置应按照《招标投标法》进行公开招标或竞价采购，以最大限度节省建设投资。

（3）在项目竣工阶段，重点抓好工程试运行与财务决算等工作。建议项目的设计、工程监理由业主委托有相关资质的单位承担，而项目的土建工程和设备安装工程严格按照《招标投标法》进行招投标。加强工程建设质量管理，按照《建设工程质量管理条例》的要求，加强建设施工监督管理，建立和完善工程项目质量管理体系。

（4）实施政府工程质量监督管理制度，加大执法力度，重点加强对法律、法规和强制性标准执行情况的监督检查，督促承建单位严格执行国家技术标准，落实有关责任人对工程质量终身负责的制度，确保工程建设质量。

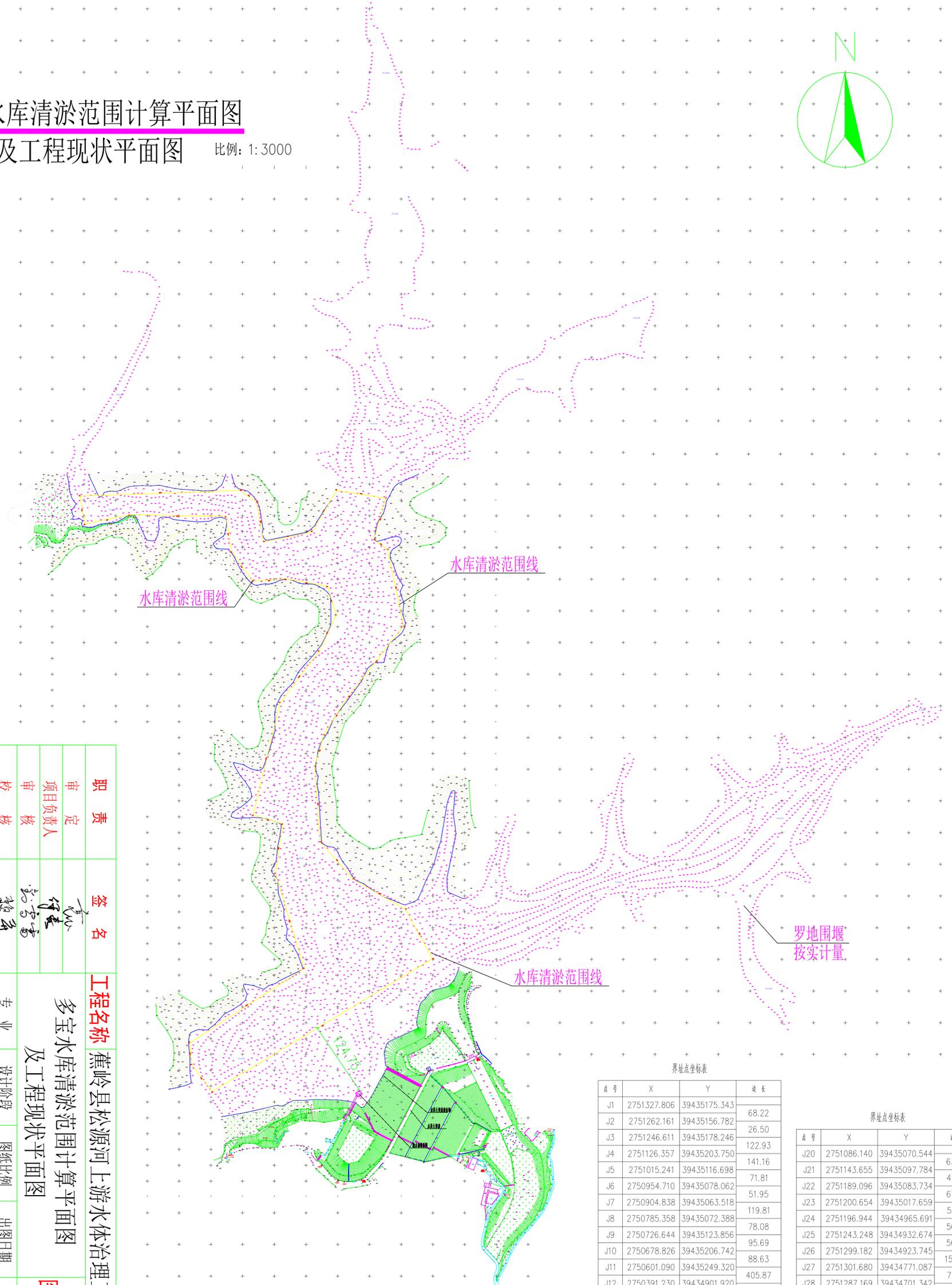
附 件

- 1、《蕉岭县松源河上游水体治理工程》（二期）水库清淤范围图
- 2、蕉岭县地表水环境质量监测断面示意图
- 3、松源河多宝村段污染削减控制工程拟选址
- 4、洋山水污染削减控制工程拟选址



多宝水库清淤范围计算平面图 及工程现状平面图

比例: 1:3000



界址点坐标表

点号	X	Y	边长
J1	2751327.806	39435175.343	68.22
J2	2751262.161	39435156.782	26.50
J3	2751246.611	39435178.246	122.93
J4	2751126.357	39435203.750	141.16
J5	2751015.241	39435116.698	71.81
J6	2750954.710	39435078.062	51.95
J7	2750904.838	39435063.518	119.81
J8	2750785.358	39435072.388	78.08
J9	2750726.644	39435123.856	95.69
J10	2750678.826	39435206.742	88.63
J11	2750601.090	39435249.320	405.87
J12	2750391.230	39434901.920	53.86
J13	2750434.432	39434869.763	33.57
J14	2750467.857	39434866.598	215.72
J15	2750585.737	39435047.258	156.79
J16	2750735.802	39435001.820	79.08
J17	2750814.041	39435013.339	48.61
J18	2750827.780	39434966.715	182.40
J19	2751005.165	39435009.214	101.58
J20	2751086.140	39435070.544	

界址点坐标表

点号	X	Y	边长
J20	2751086.140	39435070.544	63.64
J21	2751143.655	39435097.784	47.56
J22	2751189.096	39435083.734	67.08
J23	2751200.654	39435017.659	52.10
J24	2751196.944	39434965.691	56.87
J25	2751243.248	39434932.674	56.64
J26	2751299.182	39434923.745	152.68
J27	2751301.680	39434771.087	71.24
J28	2751287.169	39434701.342	44.66
J29	2751331.203	39434693.871	252.98
J30	2751339.913	39434946.698	30.88
J31	2751322.172	39434971.970	64.34
J32	2751258.801	39434983.119	78.01
J33	2751274.728	39435059.482	75.89
J34	2751340.150	39435097.935	78.39
J1	2751327.806	39435175.343	

S=130540.3 平方米 合195.8105亩

- 说明:
- 1、本水库可清淤面积为130540.3m²(合195.8105亩),本次清淤面积在此范围内49526.84m²,清淤深度1.98m。
 - 2、清理疏浚施工采用40m³/h环保绞吸挖泥船挖库底淤泥,DN14排泥管输送淤泥,暂定管长为600m,现场按每400m增加接力泵船泥泵压力加压运送,4处施工点分别依次进行。
 - 3、修建码头1座,建临时泥浆中转池1座及库内修围堰(罗地)集中收集淤泥,由污泥泵泵送上泥泵罐车,运至6KM的弃渣场集中卸料堆放,长臂挖掘机配合推土机外推、平整。
 - 4、临时办公用房、施工人员住房、施工仓库各暂定300m,就近租住民房。
 - 5、本说明未详之处请参照相关规范执行。

职 责	签 名	工 程 名 称	焦岭县松源河上游水体治理工程(二期)
审 定	何志	多宝水库清淤范围计算平面图	
项 目 负 责 人	刘吉雷	及工程现状平面图	
审 核	魏丹	设计阶段	图 纸 比 例
校 核	魏丹	专业	1:3000
设 计	魏丹	设计阶段	出 图 日 期
		专业	版 本
		设计阶段	1:3000
		日期	图 幅
		日期	A1
		日期	图 幅
		日期	A1

广东绿日环境科技有限公司

档案号

图纸编号: 001



松源河多宝村段污染削减控制工程选址图



洋山水污染削减控制工程选址图