

目 录

第一章 总 论	1	6.4 模型构建与参数设定	77
1.1 项目名称及执行单位	1	6.5 现状水文与污染模拟分析	84
1.2 项目建设背景	1	6.6 水环境容量评估	92
1.3 编制依据	1	第七章 建设方案总体设计	94
1.4 编制原则	3	7.1 总体设计规划思路	94
1.5 设计范围	3	7.2 生态收集传输系统建设方案	98
1.6 结论及主要经济指标	3	7.3 生态湿地工程方案	101
第二章 项目建设必要性及可行性分析	4	7.4 集中式水处理工程方案	105
2.1 项目建设的必要性	4	7.5 分散式水处理工程方案	109
2.2 项目建设的可行性	5	7.6 清淤疏浚方案	111
第三章 流域概况及相关规划	6	7.7 集中式水处理项目范例方案	118
3.1 流域概况	6	7.8 污水管网工程方案	125
3.2 自然条件	6	7.9 生态扩容工程方案	125
3.3 相关规划和工程成果解读	12	7.10 集中连片养殖池塘标准化改造工程方案	125
第四章 现状问题分析及工程目标	17	7.11 系统目标可达性评估	126
4.1 现状问题分析	17	第八章 保修期及移交后运维方案	133
4.2 核心问题	32	8.1 背景与现状问题	133
4.3 工程目标	33	8.2 漫水河流域水环境项目 EPC 思路	134
第五章 系统方案及工程措施比选	34	8.3 工程保修期内容	134
5.1 系统方案层面	34	8.4 移交后运维内容	134
5.2 技术措施层面	37	8.5 移交后运维成本估算	139
5.3 管理手段层面	67	8.6 运维核心技术	140
第六章 基于水环境容量控制的流域综合治理体系	70	第九章 智慧流域信息管理与服务平台建设	142
6.1 体系概况	70	9.1 总体思路	142
6.2 基本资料情况	71	9.2 信息监测体系建设	144
6.3 管控分区划分	77	9.3 系统平台开发	148
		9.4 管控平台系统设计方案	150
		第十章 可持续发展保障措施	156

10.1 提升乡镇污水排放处理能力	156	15.2 风险调查	178
10.2 强化农村区域污染源管理	157	15.3 风险因素分析	179
10.3 推进绿色农业发展	158	15.4 风险防范与化解措施	181
10.4 组织及制度保障	160	15.5 风险分析结论	183
第十一章 项目实施计划与工程招投标	162	第十六章 工程投资估算	184
11.1 项目实施计划	162	16.1 工程概况	184
11.2 项目招投标	162	16.2 估算主要指标	184
第十二章 环境保护与水土保持	164	16.3 编制原则及依据	184
12.1 环境保护有关规范及标准	164	16.4 基础单价及计算依据	185
12.2 项目建设环境影响分析	165	16.5 独立费用	185
12.3 环境保护措施	166	16.6 预备费	186
12.4 水土保持	167	16.7 水环境治理工程估算	186
12.5 结论和建议	170	第十七章 工程效益	187
第十三章 节能	172	17.1 环境效益	187
13.1 法律法规和标准规范	172	17.2 社会效益	187
13.2 节能背景	172	17.3 经济效益	188
13.3 能耗分析	172	第十八章 结论及建议	189
13.4 节能措施	172	18.1 主要结论	189
13.5 节能效益评估	174	18.2 存在问题与建议	189
第十四章 建设征地和移民安置	175		
14.1 相关依据	175		
14.2 征地拆迁原则	175		
14.3 工程占地范围	175		
14.4 工程占地移民安置规划	176		
14.5 占地补偿投资	176		
第十五章 社会稳定分析	178		
15.1 编制依据和分析原则	178		

第一章 总 论

1.1 项目名称及执行单位

1.1.1 项目名称

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目

1.1.2 执行单位

建设单位：清远市清新区水利局

编制单位：湖北建科国际工程有限公司

1.2 项目建设背景

漫水河为珠江水系北江下游一级支流，发源于广东省肇庆市广宁县，流经肇庆、清远、佛山市相关区县，最后至佛山三水区入北江，干流长75 km，集水面积791km²。漫水河属山区性河流，山地约占流域面积的70%。下游靠近北江干流。漫水河是清远市清新区重要水系，是清新区重要的农业灌溉水系，主要包括太平、三坑和山塘三个镇。

为深入学习贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记视察广东省重要讲话精神，落实《广东省水污染防治行动计划实施方案》、《清远市水污染防治行动计划工作方案》，根据清远市人民政府与广东省人民政府签订的《清远市水污染防治目标责任书》要求，漫水河为清远市和肇庆市2016年地表水水质改善目标河流，水质监测断面位于佛山市境内的漫水河河口（噉咀）。由于漫水河河口（噉咀）水质监测断面在佛山市三水区境内，漫水河离开清远市清新区境内后有约十五公里长的河道在佛山市三水区境内，清远、肇庆两市于2016年底分别向省环保厅申请调整考核断面。广东省环保厅在2018年2月7日正式印发《广东省环境保护厅关于调整漫水河水水质考核断面的通知》，将三青大桥断面作为清远市漫水河考核断面，水质目标定为II类，增设佛山、清远市交界漫水河支流山塘水黄坎桥断面为辅助监测断面，水质目标定为V类。2018年6月25日，省环保厅印发《广东省环境保护厅关于进一步加强漫水河污染防治及水质监测工作的通知》（粤环函〔2018〕998号），将漫水河支流山塘水黄坎桥断面增设为省考断面，责任城市为清远市。

自2016年以来，黄坎桥断面水质长期为劣V类。从2018年起，清新区开展了一系列综合整治行动，黄坎桥断面水质有所改善，2020年达到了考核目标V类，2021年，黄坎桥断面水质基本保持在V类。三青大桥断面河三青大桥断面自2019年05月起，基本能达到地表水II类水

质目标，2021年有向III类恶化的趋势。

尽管整治行动取得了一定成效，但由于流域内的水产养殖和畜禽养殖源多面广，底数大，且排放规律不明，缺乏足够的基础研究数据，治理措施针对性不强，效果不明显，严重制约了流域内的综合整治，三青大桥断面保持II类水质，黄坎桥断面“保五冲四”仍是一项重大难题。因此，为实现水生态环境保护十四五规划中水环境质量改善的目标，清远市启动了漫水河流域十四五水生态修复工程方案编制工作，以漫水河流域水质改善为核心，针对漫水河流域污染源多面广、底数不清、治理难度大的问题，开展流域水环境调查和评估，掌握流域内污染源时空分布和排放规律，准确识别水环境问题，分析现状值与目标值的差距，提出对应的治理对策和措施，为后期的工程设计或项目实施提供基础数据，科学合理地指导流域综合整治。

1.3 编制依据

1.3.1 国家法律法规及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月）
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月）
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016年7月）
- (4) 《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月）
- (5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年7月）
- (6) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月）
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月）
- (8) 《畜禽规模养殖污染防治条例》（2013年10月，国务院令 第643号）
- (9) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）
- (10) 《关于加快推进生态文明建设的意见》（2015年4月25日）
- (11) 《广东省水污染防治目标责任书》
- (12) 《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发〔2012〕3号）
- (13) 《全国重要江河湖泊水功能区划（2011—2030年）》
- (14) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修订）；
- (15) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016年7月2日修订）；
- (16) 《中华人民共和国城乡规划法》（2015年4月修订）；
- (17) 《中华人民共和国水文条例》（2007年6月1日实施）；

- (18) 《规划环境影响评价条例》(2009年10月1日实施)；
- (19) 《中华人民共和国防汛条例》(2005年7月15日修订)；
- (20) 《中华人民共和国土地管理法》(2004年8月28日实施)；
- (21) 《中华人民共和国森林法》(2011年1月8日修订)；
- (22) 《中华人民共和国行政许可法》(2004年7月1日实施)；
- (23) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997年3月1日实施)；
- (24) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016年1月1日修订)；
- (25) 《中华人民共和国节约能源法》(2016年7月2日修订)；
- (26) 《中华人民共和国电力法》(2015年4月24日修订)；
- (27) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年2月29日修订)；
- (28) 《中华人民共和国计量法》(2015年4月24日修订)。

1.3.2 地方法律法规和规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》(2018年11月修订)
- (2) 《广东省饮用水源水质保护条例》(2018年11月修订)
- (3) 《广东省跨行政区域河流交接断面水质保护管理条例》(2018年11月修订)
- (4) 《广东省珠江三角洲水质保护条例》(2010年7月修订)
- (5) 《广东省水资源管理条例》(2002年12月,省常务会第154号公告)
- (6) 《中共广东省委广东省人民政府关于进一步加强环境保护推进生态文明建设的决定》(粤发〔2011〕26号)
- (7) 《南粤水更清行动计划(修订本)(2017-2020年)》(粤环〔2013〕28号)
- (8) 《广东省地表水环境功能区划》(粤环〔2011〕14号)
- (9) 《广东省水污染防治行动计划实施方案》(粤府〔2015〕131号)
- (10) 《清远市饮用水源水质保护条例》(2019年3月)
- (11) 《广东省环境保护厅关于调整漫水河水质考核断面的通知》(粤环函〔2018〕203号)
- (12) 《广东省环境保护厅关于进一步加强漫水河污染防治及水质监测工作的通知》(粤环函〔2018〕998号)
- (13) 《清远市农业局关于加强畜禽养殖污染防治工作的通知》(清农函〔2019〕17号)
- (14) 《清远市清新区人民政府办公室印发清远市清新区漫水河剿灭劣V类水环境综合整治方案的通知》(清新府办〔2017〕36号)

- (15) 《清远市清新区人民政府关于对畜禽养殖场实施区域限批的公告》(清新府〔2017〕66号)
- (16) 《清远市人民政府办公室关于印发清远市漫水河水质达标方案的通知》(2019年9月10日)。

1.3.3 标准或技术指南

- (1) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (2) 《农田灌溉水质标准》(GB5048-2005)
- (3) 《渔业水质标准》(GB11607-89)
- (4) 《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)
- (5) 《村庄整治技术规范》(GB 50445-2019)；
- (6) 《农村生活污染控制技术规范》(HJ 574-2010)；
- (7) 《广东省地方标准—水污染物排放限值》(DB44/26-2001)
- (8) 广东省地方标准《农村生活污水处理排放标准》(DB44/2208-2019)；
- (9) 《广东省农村生活污水处理设施运营维护与评价标准》(DBJ/T15-207-2020)
- (10) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)
- (11) 《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596-2001)
- (12) 《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-84)
- (13) 《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T 9101-2007)
- (14) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2002)
- (15) 《农村生活污水处理工程技术标准》(GB/T 51347-2019)；
- (16) 《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010)；
- (17) 《农村生活污水处理项目建设与投资指南》(环发〔2013〕130号)；
- (18) 《广东省农村生活污水处理设施建设技术规程》(DBJT 15-206-2020)；
- (19) 《农村生活污水处理设施水污染物排放控制规范编制工作指南(试行)》(环办土壤函〔2019〕403号)；
- (20) 《广东省村镇生活污水处理设施建设评估验收办法(试行)》(粤建村〔2018〕159号)；
- (21) 《农村环境整治实施方案(试行)》(土壤函〔2020〕7号)；
- (22) 《人工湿地水质净化技术指南》(环办水体函〔2021〕173号)；
- (23) 《广东省农村生活污水资源化利用指南(试行)》(征求意见稿)；

- (24) 《广东省农村雨污水收集模式指引（试行）》（粤建村〔2018〕134号）。
- (25) 《县域农村生活污水治理专项规划编制指南（试行）》；

1.4 编制原则

(1) 全面贯彻党的十九大和十九届三中、四中、五中全会精神，紧紧围绕“五位一体”全面布局和“四个全面”战略布局，牢固树立和贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，全面践行“两山论”。对标“四个走在全国前列”的重要要求，认真贯彻执行国家关于环境保护的政策，符合国家及地方的相关法律、法规和标准；

(2) 以改善水环境质量为核心，坚持走科学发展的道路，利用水体的自净能力，根据水质控制目标及排水量，结合财政能力，确定有关漫水河水体治理和生态处理工程的规模、数量和处理程度。

(3) 根据财力、物力，合理安排工程进度，有效地使用建设资金，将有限的资源用在急迫的地方，分期分批进行资金投入及建设。

(4) 确保工程的可靠性及高效性，提高自动化水平，减少日常维护检修工作量，改善操作条件。

(5) 工程措施与管理措施相结合，以工程措施为主、管理措施为辅，以达到漫水河流域水生态修复建设的目标。

(6) 经济合理，在满足处理要求的前提下，节约基建投资和运行管理费用。

1.5 设计范围

根据国家、广东省清远市对漫水河流域的污染防治考核目标要求，本方案所指的清远市漫水河流域是指漫水河清远段干流及其支流、次支流，涉及太平镇、山塘镇和三坑镇，集水面积412.47km²。本项目的试点示范项目，选择漫水河流域的部分干流及其支流的小排渠进行治理。

1.6 结论及主要经济指标

1.6.1 建设内容

本次建设的主要内容包括漫水河流域水环境治理工程、集中连片池塘标准化改造等面源污染防治工程；太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程；先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道等生态扩容工

程；水质自动监测等环境监管工程。满足整个流域水质提升改善要求。

1.6.2 项目总投资

本工程投资估算编制价格水平为2022年第二季，**工程项目总投资为24699.31万元，其中建安工程费17086.49万元，设备费2740万元，临时工程费429.49万元，其他费用2613.75万元，预备费1829.58万元。**

2022年计划投资19699.31万元，包括清远市漫水河流域水环境综合整治项目、集中连片池塘标准化改造、三个节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程、水质自动监测站建设工程等；**2023年计划投资5000万元**，包括太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程。

1.6.3 项目建设目标

根据《清远市漫水河水体达标方案技术报告》及《广东省2020年水污染防治攻坚战工作方案》（征求意见稿）中有关要求，本次项目的建设目标为漫水河流域的三青大桥断面2022-2025年稳定保持Ⅱ类；黄坎桥断面2022-2023年力争达到Ⅳ类，2024-2025年稳定保持Ⅳ类。

第二章 项目建设必要性及可行性分析

2.1 项目建设的必要性

2.1.1 项目建设是清新区生态文明建设的需要

环境保护和生态文明建设，是我国持续发展最为重要的基础。十八大以来，党中央特别注重生态文明建设和绿色发展，要求树立绿水青山就是金山银山的发展理念，强调建设美丽中国，为子孙后代留下天蓝、地绿、水清的生活环境。水生态文明建设是生态文明建设的重要组成部分，流域水生态环境治理是当前流域水生态文明建设的主阵地和根本措施，提高水生态文明水平，为美丽中国建设提供更加坚实的水生态安全保障，必须全面认识和准确把握绿色发展理念和内涵，在流域水生态环境治理上取得突破和进展。

2.1.2 项目建设是践行美丽中国，水体达标的需要

根据清远市人民政府与广东省人民政府签订的《清远市水污染防治目标责任书》要求，漫水河为清远市和肇庆市2016年地表水水质改善目标河流，水质监测断面位于佛山市境内的漫水河河口（噉咀）。由于漫水河河口（噉咀）水质监测断面在佛山市三水区境内，漫水河离开清远市清新区境内后有约十五公里长的河道在佛山市三水区境内，清远、肇庆两市于2016年底分别向省环保厅申请调整考核断面。省环保厅在2018年2月7日正式印发《广东省环境保护厅关于调整漫水河水水质考核断面的通知》，将三青大桥断面作为清远市的漫水河考核断面，水质目标定为II类，增设佛山、清远市交界漫水河支流山塘水黄坎桥断面为辅助监测断面，水质目标定为V类。项目建设围绕“改善水质、修复生态、人水和谐”目标，加强水陆统筹、建管并举、综合施策、系统治理，着力推进重点领域和重点片区污染整治，实现漫水河流域水体达标的要求。

2.1.3 项目建设是改善漫水河流域水生态环境，提升人民幸福指数的重要举措

随着清远市经济社会的快速发展和人民群众生活水平的不断提高，广大人民对良好生态环境的要求也日益提高，解决好城市“水之源”、“水之清”、“水之安”、“水之灵”、“水之利”问题的现实要求日益凸显。

本次综合治理工程以城市水环境质量整体根本改善为目标，坚持问题和目标导向，坚持流域统筹、区域协调、系统综合治理的原则，通过流域区域综合治理，将有效的改善漫水河流域及周边居民的生活环境，形成布局合理、引排顺畅、蓄泄得当的水网体系，提升广大人

民的幸福指数，为实现人水和谐提供更加有力的支撑。

2.1.4 项目建设有利于提高综合水产养殖效益和环境优化

由于集约化养殖、大量饲料的投放，使池塘养殖水总磷氨氮严重超标，其养殖尾水的排放势必影响漫水河流域的水质，具有诱发蓝藻暴发的潜在危险，最终限制企业的生存和发展。项目建设不仅能解决池塘养殖尾水排放达标的要求，还通过构建人工湿地种养结合模式实现将养殖业与池塘养殖水循环利用与达标排放业紧密结合，促进循环农业的发展，并向生态观光休闲渔业方向发展，使生产的渔业产品成为优质无公害产品，净化渔业生产环境。

2.1.5 项目建设是清新区发展旅游业的需要

清新区旅游资源丰富。以“清新之城、自然之美”为名片，以温泉、漂流、奇洞、龙舟为亮点，有着以低碳环保、健康休闲为特色的生态养生旅游和体育探险旅游。如闻名省、港、澳，日涌水量8,000~10,000 立方米，水温为28~60℃，含多种人体所需用微量元素，具有较高医疗保健价值，现已成为度假、观光、休闲、体育、娱乐、购物的旅游胜地清新温矿泉(国家AAAA 级温泉旅游度假区)。同时还有很多历史悠久的旅游景区，有始建于清末咸丰年间，山清水秀，古迹繁多的太和古洞；还有风光明媚，景色怡人的笔架山度假村和笔架峡谷漂流；有奇花异木、千姿百态的明霞古洞、世外桃源桃花湖、燕子岩等一批正在开发的游览景点。区内还有一批具开发价值的旅游资源，如玄真洞自然生态区、英吉利珍禽生态园、北伐名将陈可钰将军故居、新洲金矿遗址和清新峰林(喀斯特地形)以及大量适宜于开发生态观光农业的土地资源等。

2012 年12 月，撤销清新县，设立清远市清新区，以原清新县的行政区域为清新区的行政区域。推进基础设施建设、完善城市综合服务功能、提升城市整体形象是打造生态宜居宜业的清远北部新城核心区的重要内容。大力打造集生态旅游、休闲、文化创意、商务会展、旅游房地产、旅游商贸等于一体的大旅游产业。以继续落实国民旅游休闲计划为抓手，加强与珠三角和港澳地区的合作，全面推进国民旅游休闲计划，巩固旅游强县地位。本项目的实施，将有助于完善清远市清新区的配套设施、加强生态生态环境、美化乡镇、城市，进一步增强集聚和辐射能力，有助于其提升制造业水平，发展与产业相关的生产性服务业和生活性服务业。

2.1.6 项目建设是完善农村生活污水处理基础设施建设，优化排水体系的重要举措

针对当前漫水河流域农村污水处理设施尚未实现全覆盖，且存在已建设的部分设施未正

常运行且管理维护状况较差，出现主体构筑物或附属设施损坏或缺失严重，无配套管网或管网仅覆盖设施周边几户，污水管网破损、堵塞严重，集水能力较差等诸多问题。本项目按照因地制宜、“一村一策”的原则，合理选择治理模式，结合“美丽乡村”建设计划，一体化推进有关村的配套农村生活污水收集管网及处理设施建设。经过本工程，可以解决地块排水的问题，改善农村周边的面貌和村民的生活环境，体现以人为本的发展要求。是提升乡村基本公共服务水平、建设美丽乡村、推进城乡发展一体化的重要举措。

2.2 项目建设的可行性

2.2.1 政策支持

省委省政府高度关注漫水河不断加剧的水生态环境质量恶化，市生态环境局、市水利局、市农业农村局等高度重视，多次带队专家进行现场调研和组织专题研究。为了推动清远市漫水河流域污染防治取得实效，相关职能部门制定了《清远市漫水河水体达标方案》、《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》、《清远市漫水河流域水质达标攻坚方案技术报告（征求意见稿）》等多个针对性方案文件，明确提出水质省考断面的漫水河三青大桥、省考漫水河支流山塘水黄坎桥断面水质达标的目标。

2.2.2 资金支持

鉴于工程规模较大，且清远市财政收入有限，仅靠地方财政投入远远不能满足资金需求。一是设置地方专项资金，二是积极向上级部门申请资金补贴，三是本着“谁受益、谁投资”和“谁污染、谁治理”的原则，采用市场化运作的方式，发动社会投入，拓宽筹资渠道。

（1）多渠道筹集水环境综合整治资金。一是市、县政府要加大资金的投入，设置专项资金，用于漫水河流域污染整治；二是积极向省、国家申请水污染防治经费，用于流域综合整治；三是制定有利政策，拓宽融资渠道，鼓励民间资金投资建设、经营环境污染治理项目，建立自主经营、自负盈亏、自我发展的良性机制，促进环境基础设施建设和污染治理的产业化、市场化。

（2）统筹用好相关的专项资金。把漫水河流域整治跟实施乡村振兴战略、建设生态宜居美丽乡村等工作结合起来，充分整合环保、水利、农业、林业、城建等方面的专项资金，统筹用好每一分钱，确保取得最大的整治成效。

第三章 流域概况及相关规划

3.1 流域概况

3.1.1 地理位置

清远市，位于东经 111° 55′ 至 113° 55′，北纬 23° 31′ 至 25° 12′ 之间，地处广东省西北部，北回归线北侧附近，为北江中下游、南岭山脉南侧与珠江三角洲的结合部。南连广州、佛山，北接湖南、广西，西邻广西，西及西南与肇庆、佛山为界，东及东北与韶关市相邻，是珠江三角洲与粤北山区的结合部，也是岭南通往中原的重要纽带，有“三省通衢，北江要塞”之称，是珠江三角洲的重要生态屏障。南北距离 190 公里，东西相距 230 公里，总面积 19153 平方公里，占全省总面积的十分之一，是目前广东省面积最大的地级市。

清新区位于东经 112° 30′ ~ 113° 22′ 和北纬 23° 25′ ~ 24° 19′ 之间，地处广东省的中北部，北江中下游，是珠江三角洲与粤北山丘的过渡地带。北与阳山、英德交界，西与广宁、四会交接，东与佛冈毗邻，南部为清远市城区和三水市，距离广州市仅为 65km。太平镇和三坑镇位于清新区的西南部，山塘镇位于清新区南部。三镇紧邻，呈三角形。

三坑镇位于清新区西南端，南接三水，西靠四会市，与四会市罗源镇交界，东面与山塘镇相连，北面与太平镇接壤。距县城 26 公里，清四一级公路贯穿全镇。

山塘镇位于清新区南部，东临北江，与清城区横荷镇、石角镇隔江相望，南靠佛山市三水区，西连三坑、太平两镇，北接太和镇。

太平镇位于清新区的西南部，东南邻山塘镇，西南接三坑镇，西北与龙颈镇接壤，东北与太和镇毗邻。

3.1.2 社会经济概况

(1) 人口概况

根据《2021 年清新区国民经济和社会发展统计公报》，2021 年末全区户籍总人口 72.9 万人，其中：城镇人口 20.0 万人，乡村人口 52.9 万人。2021 年末全区户常住人口 61.8 万人，城镇人口比重为 45.4%。

(2) 经济发展概况

根据清远市统计局统一核算结果，2021 年全区完成地区生产总值 302.7 亿元，按可比价计算，同比增长 5.3%。其中，第一产业增加值 55.9 亿元，增长 5.9%，第一产业贡献率为 46.9%，

拉动经济增长 2.5 个百分点；第二产业增加值 133.4 亿元，增长 3.0%，第二产业贡献率为 7.7%，拉动经济增长 0.4 个百分点；第三产业增加值 113.4 亿元，增长 7.8%，第三产业贡献率为 45.4%，拉动经济增长 2.4 个百分点。三次产业结构比为 18.5:44.0:37.5。

3.2 自然条件

3.2.1 自然环境概况

(1) 地形外貌

清新区境内南北长约 85 公里，东西宽约 55 公里。北部是典型的石灰岩山区，中部是中低山区，南部以平原为主。三坑镇和太平镇位于清新区西南区，山塘镇位于清新区南部，均以平原为主。三坑镇是清西平原的主要组成不烦，处于珠三角向粤北山区地区的过渡地带。山塘镇位于清西平原，地处北江河冲积平原区。太平镇地势自西北向东南倾斜，西北部为低山丘陵地带，东南部为北江河岸平原。

清远市境内的地质主要由石灰岩、红色砂砾岩、石英砂岩、花岗岩四大系列岩构成。整个地势西北高、东南低，兼有平原、丘陵、山地和喀斯特地形的多样性地貌。全市山地面积约占总面积的 42%，丘陵占 37.1%，平原占 17.1%。北部多为海拔 800 米-1400 米以上的山区，海拔在 1000 米以上的山峰有 198 座。东南部是地势较低的丘陵、平原。平原以清新区清西平原为例，高程约 8 米。

清新区地貌类型多样，地势西北高，东南低。区内中部的秦皇山、黄岗山、笔架山、天堂山自西向东形成一条山脉，将全区分成平原和山区两个不同的阶地，高差约 300m。北部是典型的石灰岩山区，中部是中低山区，东南部以丘陵为主，西南部以平原为主。区内地质主要是华夏活华陆台的湘粤折邹带。清新区属南岭山脉之分支山系，自泥盆纪开始海侵，海侵为全区淹没时期，区内西北部的石灰岩就是此时期沉积的。地层分布较广的岩石有花岗岩、砂页岩及石灰岩。

太平镇地势自西北向东南倾斜，西北部为低山丘陵地带，东南部为北江河岸平原。太平镇属于珠江三角洲冲击平原的边缘。地表土层为褐壤，地质情况较简单，地质构造分布情况为第四纪土，沙砾层覆盖，其下部为第三纪的砂岩。土壤方面，以残积粉质粘土和强风化的墨色页岩、板岩、灰岩为主，主要成分有粘粒、粉粒、风化砂页岩块、黄铁矿、泥质、方解石。

三坑镇地势西高东低，地形以平原为主，占总面积的 61%。

山塘镇整体上地势较为平坦，地势南高北低，南为丘陵，北为北江冲积平原。

(2) 气候气象

清新区属亚热带季风性气候区，气候较为温和湿润，日照时间长。根据清远市气象局多年的气象资料统计，多年平均气温为 21.7℃，极端最高气温达 39.5℃，最低气温只有-0.8℃；年无霜期 338 天，多年平均日照时数为 1687 小时。区内中部的秦皇山、黄岗山、笔架山、天堂山由西向东形成一条山脉，将全区分成平原和山区两个不同的阶地，高差约 300m，从而阻滞气流过境，形成我省的暴雨中心之一。每年的 4-9 月份为汛期，洪水多集中在 5-7 月。据统计，多年平均降雨量为 2224mm，最大年降雨量为 3507mm，最小年降雨量为 1615mm。雨量以秦皇山、笔架山、天堂山为界线，向西北和东南方向逐步递减。降雨量年分配不均，呈春旱、夏涝的现象。清远属季风亚热带气候，全年以 NE 风为主导风，次主导风为 ENE 风，频率分别为 23.3%和 13.0%，年平均风速为 2.2m/s，静风和小风出现的频率较大，分别为 12.7%和 12.5%。

(3) 水文特征

1、河流

清新区雨量充沛，河流众多，集水面积在 100 平方公里以上的干支流共有 10 条，即北江及其一级支流滨江、威井河，北江二级支流秦皇河、大岩水、白湾水、黄洞水、石坎水、炳水、坝仔水等，均属珠江流域，北江水系。

漫水河为珠江水系北江下游一级支流，发源于广东省肇庆市广宁县，流经肇庆、清远、佛山市相关区县，最后至佛山三水区入北江，干流长 75 km，集水面积 791km²。漫水河是清远市清新区重要水系，是清新区重要的农业灌溉水系，主要包括太平、三坑和山塘三个镇。清远市境内的漫水河段又称为三坑河，由四会市陶金井流入县境，经九牛洞、三坑圩和茅舍岭流出县境，入三水区至大塘圩对面的瞰鱼咀汇入北江，流经清新区境河长 22 千米，集水面积 103.2 平方千米，平均坡降 2.7‰。漫水河水质直接影响北江供水安全，属于广东省重点关注河段。漫水河属山区性河流，山地约占流域面积的 70%。清远市漫水河流域集水面积为 412.47km²。

山塘坑（漫水河一级支流），古名廉水，在北江右岸山塘圩旁起，经大湾、松岗、马安、元塘、大榄岗至泥围（解放后划归三水县）牛头岗注入漫水河，再向南流到瞰鱼咀汇入北江，全长 25 公里，在县境内长 8 公里，河宽约 50 米，两岸农田约 10 多万亩，常被北江洪水淹没，1950 年兴建清西围时，在泥围（当时属本县境内）堵塞了下游，建茅舍岭排水闸，1958 年再沿泥围至牛头岗修筑东洲围，从此山塘坑的两端出入口都密堵变成一条内坑，故当地人现称为内坑水。

山塘内坑是围内的干流排坑，全长约 14.0km，上游从山塘电排站起，下游到茅舍岭泵站止。山塘内坑原是北江分流古道，由北江山塘圩处向西南分流入漫水河，1951 年清西围建成茅舍岭水闸后，山塘内坑便成为围内排水的通道。在 70 年代修建了上山塘排坑、下山塘排坑、并对山塘内坑裁弯取顺作为围内干流排坑，涝水通过山塘内坑到茅舍岭水闸和茅舍岭泵站，再排入下游

的漫水河。山塘内坑排涝主干坑长度约为 14.05km，上山塘排坑排涝主坑长度约为 5.70km。下山塘排坑，主排坑的长度约为 6.55km。

上山塘排坑上游又分为三条二级支流排坑，分别为胜利排坑、茶塘排坑、鬼基排坑，三条排坑支排坑的长度分别约为 3.813km、2.163km、1.084km，但是茶塘排坑上游约 200m 已经被填平，成为工业建设用地，使得茶塘排坑上游约 1.00km 的涝水无法排出。下山塘排坑的上游主要有大水埗排坑、花岗塘压涝排坑、孔塘排坑、将军坑坑 4 条支排坑，长度分别约为 1.938km、3.564km、4.992km、3.074km。山塘内坑及其支流排坑为围内低水低排的排水通道。

五结合运河为围内的干流排坑，上游从太平墟镇起，跨过清西运河，下游到五结合水闸止，集水面积 21.48km²，河长 9.5km，河床的平均坡降 0.6‰。

清西运河为围内的干流排坑，上游从黄岗屋村起，下穿五结合运河，到下游清西运河水闸止，集水面积 14.06km²，河长 11.95km，河床的平均坡降 0.3‰。

2、山塘水库

漫水河流域范围内山塘水库共计 26 个，其中太平镇 7 个，山塘镇 5 个，三坑镇 14 个，均为中小型水库。

3.2.2 流域水系分布

(1) 水利工程

清西围是清新区最大的防洪堤围，位于清远市区西边，北江右岸，外江分别为秦皇河、滨江、北江和漫水河，西面靠秦皇山。清西围由秦皇河支堤、北江干堤、漫水河支堤组成，总堤长 37.25km，其中防秦皇河洪水的秦皇支堤 9.1km，防北江洪水的北江干堤长 12.40km，防漫水河洪水的威井支堤长 15.75km。清西围内面积 211.79km²，大部分属冲积平原，总的地势是由西北向东南倾斜，斜度约为 1/1000。沙壤土质，土地肥沃，物产丰富，是清新区保护耕地面积最大，商品粮最多的堤围，围内还有蔬菜、养殖等 12 个农业示范基地和招商引资 18 个重点项目。围内人口 30 多万，1000 多家民营企业。

清西围北江干堤在 1998 年到 2009 年进行了达标加固，从原来 20 年一遇防洪标准提升为 50 年一遇，由于清西围内地势平坦低洼，耕地绝大部分处于北江汛期洪水水位之下，抵御洪水的清西围，特别是黄塘、周公塘等“锅底地”，标高仅在 6.9m 左右，汛期常为涝水所淹没，部分称为终年集水的水荒地，因此，清西围排涝体系就显得非常重要。

清西围排涝体系设有排向外江的自排水闸和围内的分洪闸和分水闸。围内的涝水在外江水位不高时，可以通过自排水闸排向外江，当外江水位升高不能自排时，则关闭自排闸，涝水改由

围内三座电排站抽排。自排水闸按闸底高程由高到低排列依次是五结合水闸、清西运河水闸、茅舍岭水闸和庆丰水闸；围内的分洪闸和分水闸是指五结合分洪闸和清西运河分水闸；围内电排站是指庆丰电排站、山塘电排站和茅舍岭电排站。

漫水河流域河流众多，片区来水除自然降雨外，主要分为三部分，一是通过迳口干渠（迳口灌区）从滨江河引水，二是通过秦皇河大秦水库（大秦灌区）出水口后的河段引水，三是通过潭口水电站（三坑镇北灌区）从漫水河干流引水至北坑截洪河。其中，大秦灌区最大引水流量 7.3m³/s，三坑镇北灌区潭口引水工程枯水年年平均流量 9.75m³/s，迳口灌区设计引水流量：7.56m³/s。

1、排水工程

①自排水闸

自排水闸按闸底高程由高到低排列依次是五结合水闸、清西运河水闸、茅舍岭水闸和庆丰水闸，四座自排闸情况如下述。

1) 五结合水闸：五结合水闸位于五结合运河与漫水河（威井河）交汇处，是五结合运河的自排出口。当五结合运河闸前设计洪水水位高于外江漫水河水水位时，闸门打开将五结合洪水由此处排出漫水河；当闸前洪水水位低于外江漫水河水水位时，关闭该闸。旱季闸前水位较低，水体流动性差，大部分为漫水河倒灌水体，目前两河交汇处已长满大量杂草。

该闸为 3 孔，其中 1 个闸的孔口尺寸 2.7×2.8（宽×高），闸底板高程 12.67m；另外两个闸孔口尺寸 2.1×2.7（宽×高），闸底板高程 13.15m；该闸对应有 3 个暗涵排水，其中 1 个暗涵的进口尺寸 2.2×2.5（宽×高），涵底高程 12.68m；另外两个暗涵仅口尺寸 2.5×3.0（宽×高），涵底高程 13.48m。

2) 清西运河水闸：清西运河水闸位于清西运河出漫水河处，闸前运河水位高于外江漫水河水水位时，则清西运河的洪水（包括可能的五结合运河分洪水量）由此排出，谓之中水中排，当闸前运河水位低于外江漫水河水水位时，闸门关闭，涝水由清西运河分水闸流入山塘内坑通过茅舍岭泵站抽排出外江。

该闸为 4 孔，孔口尺寸 3.5×3.25（宽×高），闸底板高程 6.51m，该闸对应有 4 个暗涵排水，4 个暗涵的进口尺寸 3.2×4.0（宽×高），涵底高程 6.57m；

3) 茅舍岭水闸：茅舍岭水闸是清西围低水低排的自然出口，该闸位于内坑河出漫水河处，最大排水面积 161km²，是清西围排涝的主出口。该水闸修建于 1951 年 1 月，同年 5 月完工。82 年 5 月 12 日特大洪水的袭击，整个闸室发生震动，浆砌石海漫被冲毁；1982 年珠江水利委员会测量水闸基准点，发现水闸基准点下沉约 5cm；1988 年 11 月混凝土护坦发现一条横向裂缝；1990

年 4 月份启闭机室发现裂缝；1994 年“6.19”和“7.25”两次大洪水的袭击，水闸上游翼墙部分倒塌，虽然经过多次维修加固，该闸的结构并无变化。茅舍岭水闸闸底高程为 5.79m。

4) 庆丰水闸：庆丰水闸为围内相对独立的灭螺坑涝区的自排闸，结合庆丰电排站负责灭螺坑涝区的排涝任务。该闸两孔，闸底板高程 5.0m。

②分洪闸

五结合分洪闸：五结合洪水可通过五结合分洪闸将洪水排到清西运河，五结合分洪闸位于清西五结合水闸上游约 800m 处，该闸的主要功能是在洪水期分洪。若外江水位高于五结合水闸前设计洪水水位时，关闭五结合水闸，打开五结合分洪闸，分洪到清西运河，或者五结合运河遭遇超标洪水，为防止洪水漫堤顶，主动打开五结合分洪闸，分洪到清西运河。旱季闸前水位较低，水体流动性差，两河水系无明显交汇。该闸孔口尺寸 1.0×3.5（高×宽），闸门总净宽为 17.5m，闸底板高程 14.24m，工作桥宽 1.0m。

③分水闸

清西运河分水闸：清西运河分水闸位于清西运河水闸上游 150m 处，该闸的主要功能是，当清西运河涝水不能自排时，分水到山塘内坑由茅舍岭泵站抽排。该闸现状为 7 孔，孔口尺寸 3.27×2.0（宽×高），闸门总净宽为 22.89m，闸底板高程 9.30m。

在外江水位低于清西运河闸前设计洪水水位 10.44m，清西运河水闸能自排时，则涝水由清西运河水闸自排；当外江水位高于清西运河闸前设计洪水水位 10.44m，清西运河水闸不能自排时，则涝水由运河分水闸排入山塘内坑，由茅舍岭泵站抽排出外江。

2、电排站

①庆丰电排站（庆丰水闸）

庆丰电排站位于清西围威井支堤尾端，承担灭螺坑涝区面积 10.6km² 的排涝任务，2008 年庆丰电排站进行技改扩建，排涝标准是 10 年一遇 24 小时暴雨 3 天排干，改造扩建后的总装机容量为 960kw，总设计流量 10.6m³ /s。

庆丰水闸结合庆丰电排站负责灭螺坑涝区的排涝任务。该闸两孔，闸底板高程 5.0m。灭螺坑涝区是围内相对独立且最低洼的涝区，汛期与清西围其它涝区无水量交换。

②山塘电排站

山塘电排站是清西围排涝工程的重要组成部分，建于 1965 年，当时排水标准为 5 年一遇 24 小时暴雨 4 天排干。2000 年后，该站的完成技改工程，排涝标准是 10 年一遇 24 小时暴雨 3 天排干，改造后设计排水流量为 16.5m³ /s，共 5 台机组，装机容量 1650kw。

③茅舍岭电排站（茅舍岭水闸）

茅舍岭排涝站防洪标准按 50 年一遇洪水水位设计，按 200 年一遇洪水校核，排涝标准采用 10 年一遇 24 小时最大设计暴雨产生的径流，3 天排干；茅舍岭排涝站设计排涝流量 144.0m³/s，设计总装机容量 10800kw。中山市水利水电勘测设计咨询有限公司于 2010 年 11 月编制完成《广东省清西区茅舍岭泵站工程初步设计报告》，2011 年 10 月份开始动工建设，如今主体工程已经基本完工，但还差一些机电设备的安装及道路修整等扫尾工程就能开始运行。

茅舍岭电排站主要建筑物包括清污桥、前池、泵房、防洪闸等。清污桥位于前池入口处，为钢筋砼槽形整体结构，共分 10 孔，每 5 孔一联，底板面高程为 2.70m。为方便前池清淤、检修，同时为避免内河大量杂物进入排涝站前池，顺水流方向每孔依次布置有前池检修闸门（检修闸门为平板钢闸门，平时横卧在闸墩顶上，兼作人行桥）、清污机，另外为便于搬运垃圾杂物，在清污机后设清污桥，并配套皮带机运输垃圾。桥面总宽 7.5m，桥顶结构面高程 10.5m。

前池连接清污桥与泵房进水流道，前池采用分离式矩形结构，两侧为钢筋砼扶壁挡墙，中间为钢筋砼护坦，挡墙顶高程 10.5m，护坦面高程 2.70~0.70m，首端过水断面宽度 56m，末端过水断面宽度 53.4m。

泵房由主厂房、副厂房及安装检修间组成，副厂房紧挨着主厂房布置在其右侧，安装检修间布置在左侧。主厂房自下而上分四层：进水流道层、水泵层、联轴层和电机层。

主厂房垂直水流方向总宽度 55.40m，共布置 6 台机组，水泵机组中心距 9m，泵室层分 6 孔布置，每 3 孔一联，单联宽度为 27.7m，主泵房 10.5m 高程以下顺水流方向总宽度为 20m，流道底板面高程为-0.70m，每台机组设置 2 孔流道，每孔流道净宽为 3.5m。水泵叶轮中心线高程 3.48m。电机层楼面高程 14.40m，总建筑面积 886.4m²

安装检修间布置于主厂房左侧，分两层布置，首层为三防物资仓库，楼面高程为 10.5m；二层布置安装场，楼面高程为 15.6m。

副厂房分四层布置，一层楼面板高程 5.60m，主要布置有电修间、发电机房、储油间、高压室、变低压室；二层楼面板高程 20.4m，主要布置有中控室、值班室；三层楼面板高程 25.2m，主要布置有休息室。

防洪闸结合出水涵一起布置，出水涵末端设置拍门，拍门外设防洪闸门。按 1 机 1 涵布置，共布置 6 孔，每 3 孔一联，闸室采用钢筋砼整体式结构，单孔净宽 6.7m，闸室顺水流方向长 22.7m，垂直水流方向总宽度 54.1m。出水涵底板面高程为 6.195m，闸室部分底板面高程为 5.5m，闸墩顶高程 15.6。出水涵净宽由 2.8m 渐变至 6.7m，防洪闸配套闸门选用平面滚轮钢闸门，采用卷扬式启闭机启闭，启闭机置于钢筋砼框架结构启闭机房中，启闭台面高程 21.0m。启闭机房垂直水流方向宽度为 54m，顺水流方向宽度为 4.2m，总建筑面积为 226.8m²，为方便运行操作，可由启

闭房两侧楼梯进入启闭机房。

茅舍岭水闸和茅舍岭泵站需要联合调度来排山塘内坑的涝水，当外江漫水河的水位不高于山塘内坑闸前最高允许的水位 7.8m 时，涝水通过茅舍岭水闸自排出外江，10 年一遇洪峰流量为 397m³/s。当外江漫水河的水位高于山塘内坑闸前最高允许的水位 7.8m 时，也就是茅舍岭泵站前池的最高水位超过 7.8m 水位时，涝水通过茅舍岭泵站抽排出外江，也即 7.8m 是茅舍岭泵站的起排水位。茅舍泵站的设计排涝流量为 144.0m³/s，山塘泵站设计排涝流量为 16.5m³/s。

(2) 水资源调度

为合理调度区域水资源，清新区投资了 714 万元，通过山塘电排站引北江水至内坑河，使其具有生态补水功能，但受机组容量限制，同时为避免对当地农业生产产生影响，电排站补水能力有限。根据 2020 年清新区在线监测数据显示，山塘电排站月均生态补水 283273m³，2020 年共计开展生态补水 246 天，生态补水约 10421.57 万立方米。

表 3.2-1 山塘电排站 2020 年补水记录

序号	流量	亿m ³	使用天数	平均值	总量	占比
1	259.20	0.026	5.00	518400	524470	16%
2	623.81	0.062	18.00	346560	768256	28%
3	1088.64	0.109	21.00	518400	1446454	24%
4	0	0.000	0	/	1564546	0%
5	1607.04	0.161	28.00	573942.8571	1277533	41%
6	311.04	0.031	6.00	518400	/	/
7	1347.84	0.135	26.00	518400	2107246	21%
8	1209.60	0.121	30.00	403200	1648246	24%
9	639.36	0.064	22.00	290618.1818	1878785	11%
10	1520.64	0.152	30.00	506880	1242932	39%
11	1244.16	0.124	30.00	414720	660299	63%
12	570.24	0.057	30.00	190080	570670	32%
均值					1418189	20%

(3) 水系分布

漫水河为珠江水系北江下游一级支流，发源于广东省肇庆市广宁县，流经肇庆、清远、佛山市相关区县，最后至佛山三水区入北江，干流长 75 km，集水面积 791km²。漫水河属山区性河流，山地约占流域面积的 70%。清远市漫水河流域集水面积为 412.47km²，是清新区重要的农业灌溉水系，主要流经太平、三坑和山塘三个镇。漫水河流域河流众多，水系错综复杂，主要河流（排坑）共有 6 条，分别为漫水河、内坑河、迳口干渠、清西五结合运河、清西运河和灭螺坑。剩余河流（排坑）均以支流的形式与上述 6 条河流交汇后，最终进入漫水河。其中，黄坎桥断面水质主要受内坑河、迳口干渠、清西运河、灭螺坑及相关支渠影响，三青大桥断面水质主要受漫

水河干流、清西五结合运河及其相关支渠影响。各支流排坑周边的污染源主要为农田退水和水产养殖尾水，造成断面水质超标的关键污染源为水产养殖，农业种植面源影响相对较小。

表 3.2-2 漫水河流域水系连接概况

干流	一级支流	二级支流	三级支流	四级支流		
漫水河	北坑截洪河	西坑河	西坑水库	/	注:*代表水系存在交汇的支流、排坑	
	清西五结合运河*1	枫坑排坑*2	/	/	*1. 清西五结合运河可通过五结合水闸与漫水河实现水体交换; *2. 枫坑排坑与北坑截洪河水系相通;	
		田心河	/	/		
		元岗坑	/	/		
	石陂坑	/	/	/		
	车头村排灌渠	/	/	/		
	松茛排灌渠	/	/	/		
	山塘水（内坑河）	灭螺坑	/	/	*3. 清西运河可通过五结合分洪闸与五结合运河实现水体交换; *4. 下山塘排坑与运口干渠水系相通; *5. 马塘排涝与五结合运河水系相通; *6. 逆塘排坑与五结合运河水系相通; *7. 清西排涝与五结合运河水系相通。	
		清西运河*3	/	/		
		下山塘排坑*4	将军坑	/		/
			草塘排坑	/		/
			逆口干渠	/		/
		马塘排涝*5	雅文排坑	/		/
			澄塘排坑*6	/		/
			清西排涝*7	婆陂坑		/
		先锋排坑	马塘旧排	/		/
中南排坑		三丫海	远征队排坑	/		
黄塘排坑	/	/	/			
孔塘排坑	/	/	/			
上山塘排坑	/	/	/			

1、漫水河

指漫水河清远段，河流主要途径三坑镇镇区，上游起源于淘金井断面，途径大陂村、矮车村、陂头村等村庄，最后于三青大桥出境。漫水河流经清新区境河长 22km，集水面积 103.2km²，平均坡降 2.7‰。经调研，直接汇入漫水河的一级支流排坑共有 6 条，从上游到下游依次为北坑截洪河、清西五结合运河、石陂坑、车头村排灌渠、松茛排灌渠和内坑河，六条支流排坑长度分别为 7.5km、9.5km、6.66km 1.25km、0.4km 和 14km。上游段主要为山林区域，沿途仅有一条北坑截洪河汇入，水质良好，且北坑截洪河上游有一条二级支流排坑，为西坑河；中游段途径三坑镇城区，沿途有五结合运河汇入，五结合运河下游已长满水草，水量极小，旱季两河水体不存在交换现象；下游段途径大量水产养殖区，沿途有车头村排渠和松茛排灌渠两条支流汇入，最终漫

水河与内坑河交汇于佛山市三水区。

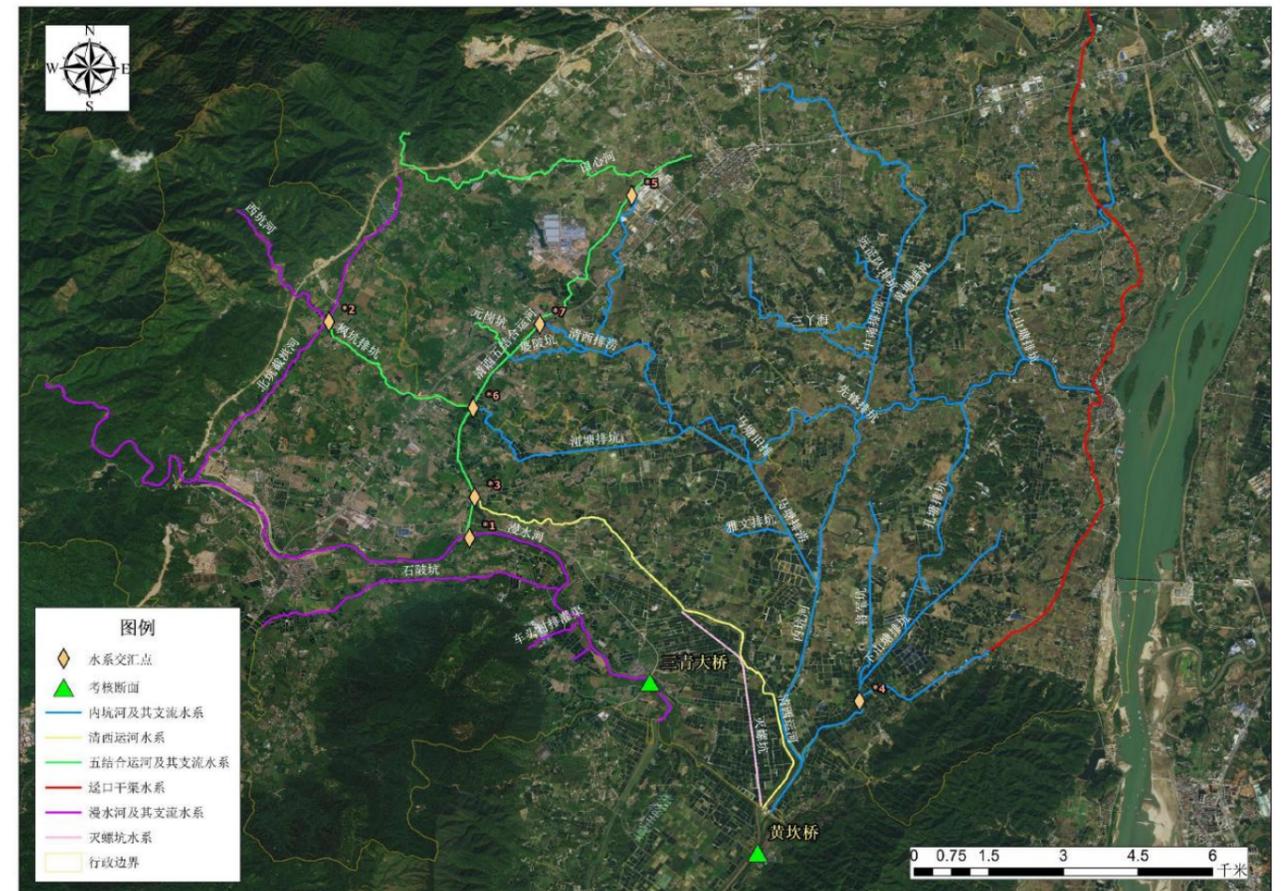


图 3.2-1 漫水河流域水系分布概况图

1) 北坑截洪河

北坑截洪河为漫水河一级支流，起源于太平镇下北坑，河宽 3~15m，于漫水河左岸的三坑镇新世界酒店西侧汇入，全长约 7.5km。调研获悉，北坑截洪河主要途径农田和新田、上新等村庄，河流水量较小。

中段（枫坑村）河宽约 10~15m，水量较小，部分河段，水面干涸，疑似断流。左岸有一西坑河汇入，水量大于 300m³/d，西坑河末端水面，存在散养鸭鹅；西坑河汇入点斜对面的北坑截洪河右岸，有一小闸，北坑截洪河的水可经小闸流入枫坑排坑。

下游（上新村至漫水河汇入点河段）河宽 2~10m，溪流潺潺，沿途发现少量生活废水直排口。

2) 车头村排灌渠

车头村排灌渠为漫水河一级支渠，起源于车头村一山脚，长约 1.2km，河宽 3~5m，于漫水河右岸汇入，下游途径小片水产养殖区，河流水量较小，水深约 0.2m，调研时，水面干净，无

漂浮物，水质清澈。

3) 松崑排灌渠

松崑排灌渠为漫水河一级支渠，起源于一山脚，长约 0.4km，河宽 2~5m，于漫水河右岸汇入，下游途径小片水产养殖区，河流水量较小，水深 0.2~0.5m，调研时，水面干净，无漂浮物，水质清澈。

2、内坑河

内坑河是流域内的干流排坑，内坑河起源于山塘镇山塘电排站，下游到茅舍岭泵站，长约 14km，河宽 20~50m，水流量大，内坑河水流先东向西，经马鞍村时，由北往南，至茅舍岭汇入漫水河。经调研，直接汇入内坑河的一级支流排坑共有 9 条，从上游到下游依次为上山塘排坑、孔塘排坑、黄塘排坑、中南排坑、先锋排坑、马塘排涝、下山塘排坑、清西运河和灭螺坑，九条支流排坑的长度分别为 5.84km、3.61km、6.76km、9.61km、5.03km、11.41km、5.7km、11.95km 和 6.6km。其中，马塘排涝上游有三条二级支流排坑，分别为湓塘排坑、清西排涝和雅文排坑，清西排涝上游有一条三级支流排坑，为婆陂坑；先锋排坑和中南排坑上游各有一条二级支流排坑，分别为马塘旧排和三丫海，三丫海上游又有一条三级支流排坑，为远征队排坑；下山塘排坑上游有三条支流排坑，分别为将军坑、草塘排坑和迳口干渠。

山塘电排至马安村委会渡头段：河长约 7.8km，主要流经山塘、松岗、马安、渡仔口等城镇或村庄，有上山塘排坑、孔塘排坑、黄塘排坑、中南排坑、先锋排等支流汇入。

马安村委会至茅舍岭河段：长约 6.2km，主要流经大榄村、草塘二村以及以上村庄对应的水产养殖区域，有马塘排涝、下山塘排坑等 2 条排坑汇入。

1) 上山塘排坑

上山塘排坑起源于回正村，由北向南流，长约 7.8km，回正村至茶塘段，河道较窄，河宽 1~2m，水量较小，至茶塘时，右岸有一河宽约 2m 的排渠汇入；茶塘至汇入内坑，随着汇入水量的增加，河道逐渐变宽，水量逐渐增大，至汇入内坑时，河宽约 6m。上山塘排坑源头水质较清澈，中下游水质稍浑浊，沿途流经农田、村庄和水产养殖区，其中村庄主要为回正村、滩头村、和长兴围，水产养殖集中分布源头区的许广高速西侧的茶塘片区、中段的岳塘-滩头养殖片区和下游的长兴围片区。在滩头村，迳口干渠以渠道形式穿过上山塘排坑，两者无直接交汇。

2) 黄塘排坑

黄塘排坑起源于迳口干渠右岸，长约 7.9km，迳口干渠至西沙村，主要流经西沙村及农田，河长约 2km，河宽 2~4m，水深约 0.2m，水质清澈，流速较快；西沙村至吴村（接近内坑汇入口），

河长约 7km，主要流经水产养殖区，河道逐渐变宽，至吴村汇入内坑河。

3) 中南排坑

中南排坑起源于太平镇新村岗，在上马鞍有一支流三丫海汇入，于山塘镇马安村汇入内坑河，全长约 10.1km，河宽 2~8m，总体水质较好，污染特征较明显。其中，源头至下丞村长约 6.1km，主要流经高龙围土地帽、三兜树、学明、黄竹山等村庄以及农田，水体清澈，水质较好。

4) 孔塘排坑/草塘排坑

孔塘排坑和草塘排坑同属一条排坑，因岗尾村地势高原因，以岗尾村为界，水向南北两端流，其中，岗尾村流向内坑的一侧称为孔塘排坑，岗尾村流向下山塘排坑的一侧称为草塘排坑。

孔塘排坑由南向北游，河宽 6~8m，全长约 4.5km，在流连岗和西瓜咀有小片区水产养殖区，末端流经农田和韭菜种植区。草塘排坑河宽 2~5m，全长约 1.2km 属于排污渠，源头位于岗尾村。

5) 下山塘排坑

下山塘排坑起源于大灯岭，由北向南游，于山塘镇岗坳村西南方向约 1.5km 处汇入内坑河左岸，全长约 8.1km，河宽 2~80m，从上游到末端，河道呈不断变宽趋势，汇入口呈喇叭状，最大河宽约 80m，汇入处的水量较大。下山塘排坑有草塘排坑、将军坑、迳口干渠等 3 条支流汇入，流域水质变化较大，调研显示，将军坑汇入前，河道较窄，河宽 2~5m，水量较小，起源点大灯岭处存在畜禽养殖和水产养殖废水排放，水体流动性差，黑臭。下山塘排坑主要流经花岗村西侧 1km、福兴、新寮、岗忒、岗坳村西侧 0.5km 等地的水产养殖区，属于排污渠，水产养殖废水排放较大。

6) 黄坎桥

黄坎桥位于佛山市黄坎新村，距离茅舍岭水闸约 850m。

3、迳口干渠

迳口干渠是流域内的主要支流，起源于滨江右岸迳口大桥（112.941571E，23.741511N），由一宽约 15 米的引水渠引水，跨过秦皇河，下游途径岗坳村后汇入下山塘排坑，全长 22.37km。根据现场调研和沿途村民走访，迳口干渠属于灌溉渠，主要用于农田灌溉和池塘养殖，水流由北向南，源头至末端，水量不断削减，至山塘镇岗坳村时，迳口干渠已无明显水流，途经岗坳村后，河流性质改变为排渠，水量逐渐变小，沿途有生活污水和养殖废水排入，水质逐步变差，水体黑臭、浑浊。其次，迳口干渠源头至岗坳村段为人工修建渠道，渠道水平位置较高，与秦皇河、黄塘排坑、上山塘排坑、内坑河等水系均无交汇。

迳口干渠起源点-秦皇河：长约 4.9km，河宽 6~13m，干渠坡岸修整，流经白蚁、新洲、到头寮等村庄，农田分布广泛，渠边存在少量池塘，水流量大，水体清澈，水质较好，无漂浮物，

渠水主要用于农田灌溉和池塘养殖。以通道横穿秦皇河，与秦皇河无交汇，无水流交换。

秦皇河-山塘镇岗坳村：长约 14.6km，河宽 3~10m，干渠坡岸修整，流经山塘、龙劲村、西尾塘、下塘边、永兴、新兴等镇区或村庄，沿途农田分布广泛，渠边存在少量池塘，大部分干渠地势明显高于周边农田或池塘，渠水主要用于农田灌溉和池塘养殖，水流量较大，水质清澈，无明显漂浮物，多次抽检迳口干渠水质，均优于 V 类水质。以通道的形式横穿黄塘排坑、上山塘排坑和内坑河，彼此之间无交汇和水流交换。

山塘镇岗坳村-末端：长约 2.9km，河道变窄，地势较高，主要流经村庄和水产养殖区，水量主要来源于生活废水和鱼塘排水。

4、清西五结合运河

五结合运河是流域内的主要排坑之一，河流起源于太平镇石仔岭，主要途径农田和村庄，仅在猛虎岗存在小片水产养殖，从上游到末端，河道呈不断变宽趋势，水流从东北流向西南，在三塘镇东升村南侧约 750m 处通过涵闸与漫水河相连，全长约 9.5km，河宽 4~30m，集水面积 21.48km²，河床的平均坡降 0.6%。根据附近居民反馈，五结合运河主要用于排洪，正常情况下，无水流向漫水河，仅有雨季时，五结合运河水量过大时，才会通过涵闸进入漫水河。

经调研，五结合运河属于排洪河，起源处来水较小，沿途直接汇入五结合运河的一级支流排坑共有 3 条，从上游到下游依次为田心河、元岗坑和枫坑排坑，三条支流排坑的长度分别为 6.48km、1.08km 和 8.47km。其中，田心河在起源点下游约 1km 处汇入，水流量较大，水质清澈，但流至起源点下游 2km 处时，五结合运河的大部分水流向马塘排涝，主干流继续向下流的水量较小，而中下游东兴围（五结合运河与清西排涝交汇处）、榄树村、下田寮、东升村（五结合运河与清西运河交汇处）等处水量小，多处河道长满青草，疑似出现断流，虽然中下河段有枫坑排坑、元岗坑支流汇入，但因水量相对较小，无法对五结合运河形成有效水量补给。

1) 田心河

田心河起源于太平镇下北坑，于太平镇田芳村汇入五结合运河右岸，主要途径农田和村庄，中段（狮门岭）两岸存在少许鱼塘，全长约 6.8km，河宽 5~12m，水量较大，河面干净，水质清澈。

2) 元岗坑

元岗坑起源于太平镇石桥村，全长约 1.2km，由西北向东南流，主要途径农田和村庄，水量较小，河面干净，水质清澈。

3) 枫坑排坑

枫坑排坑起源于三坑镇枫坑村北坑截洪河左岸，于下田寮汇入五结合运河，全长约 3.7km，

由西北向东南流，主要途径农田和村庄，水量较小，河面干净，水质清澈。

5、清西运河

清西运河是流域内的主要排坑之一，河流起源于青龙围，于茅舍岭水闸处与内坑河和灭螺坑交汇后汇入漫水河，全长约 11.95km，河宽 2~120m，集水面积 14.06km²，河床的平均坡降 0.3%，沿途无其余二级支流排坑汇入。经调研，清西运河从上游到末端，河道呈不断变宽趋势，河流主要途径陂头村、雅文村和湓塘村，其中，湓塘村段河宽较窄，河流流速较快，水量适中，中途横穿五结合运河向东流动，两水无交汇；雅文村段河宽逐渐变大，河流流速减缓，沿途途径大量农业种植区域，无其余支流支坑汇入；陂头村段河宽较大，河流流速缓慢，途径大面积水产养殖区域，沿途无明显养殖废水直排口，水质总体偏好。

清西运河属于排洪排涝河，正常情况下，清西运河水闸处于关闭状态，河水不进入漫水河；雨季时，清西运河水量可大幅提升，待到警戒线时，可经清西运河水闸泄洪，汇入漫水河。

6、灭螺坑

灭螺坑是流域内的主要排坑之一，排坑起源于三坑第三中学东南方位 390m 处，末端与内坑河和清西运河在茅舍岭水闸交汇后流入漫水河，河宽 3~8m，全长约 6.6km，水流先由西北往东南流，至半石村时，由北向南流。

3.3 相关规划和工程成果解读

3.3.1 《清远市生态环境保护“十四五”规划（征求意见稿）》（2022.1）

《规划》是“十四五”时期统筹推进清远市生态环境保护工作的重要依据和行动指南。“十四五”具体目标为：生态环境持续改善。大气环境质量持续提升，空气质量优良天数比率和 PM_{2.5} 浓度达到省下达的指标；水环境质量持续提升，水生态功能持续恢复，已达标国考省考断面水质持续稳定达标，未达标断面水质持续向好。

《规划》关于推进重点流域综合治理中提到推进水环境“流域化”治理，坚持以流域为体系、上下游、左右岸协同治理，提高水资源、水环境、水生态保护的科学与系统性；以滃江大站、漫水河黄坎桥、乐排河七星桥断面稳定达标攻坚为目标，加强污染治理严防水质恶化，确保国考省考断面达到考核要求。

加强跨界水环境污染流域联防联控。以乐排河（国泰水）、漫水河等跨界河涌治理为抓手，深入实施《广佛跨界河流水污染防治攻坚方案》，建立完善清广、清佛跨界水污染防治协作机制与协商机制，在市、区两级层面建立责任共担、信息共享、协同治理、联动应急的流域协同防控

工作机制，共同推进区域水环境整治工作，推动跨界水体水质持续好转。

开展河流水系生态保护修复。继续推进滃江流域、大燕河、漫水河、乐排河等重点流域污染治理，鼓励以流域为范围规划水生态修复工程方案，推动开展漫水河流域水生态治理与修复工程；加强流域生态流量调度与管控，引水补水推进乐排河水生态扩容提质；加强北江干支流流域河湖开发建设过程中水生态环境保护，维持河湖岸线自然状态，保护北江流域江心洲、河漫滩、冲积扇、阶地等地貌；强化流域水环境保护，推进环境水体生态修复，保障河湖生态需水，结合打造万里碧道，构建流域绿色生态水网。

推进畜禽养殖水污染防治。优先推广节水、节料等清洁养殖工艺和干清粪、微生物发酵等实用技术，实现源头减量。加强畜禽粪污资源化利用技术集成，推广粪污全量收集还田利用等技术模式。探索以畜禽规模养殖场为重点，实行“一场一策”，指导养殖场粪污综合利用和设施装备改造升级。实行“以地定畜”，鼓励和支持中小型养殖场和散养户采取就地或附近消纳污染物生态养殖模式，推动养殖专业户实施粪便收集和资源化利用。全力推进大燕河、漫水河、乐排河和滃江流域畜禽养殖场清理整治及污染治理设施建设改造工作。

探索种养循环生态养殖模式。合理规划养殖布局，严格落实禁养区制度；**加强水产养殖污染防治**，推进种养结合、种养循环，积极发展大水面生态增养殖、工厂化循环水养殖、池塘工程化循环水养殖、**连片池塘尾水集中处理模式**等健康养殖方式；推进养殖池塘标准化改造，尾水达标排放，建立现代渔业园区。

《规划》从多角度提出了对漫水河流域水生态环境综合整治要求。

3.3.2 《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》（2021.12）

根据《广东省环境保护厅关于调整漫水河水水质考核断面的通知》，三青大桥断面水质目标 II 类，黄坎桥断面水质目标 V 类。为达到漫水河流域水质考核目标，自 2018 年以来，清远市、清新区制定印发了《清远市漫水河水体达标方案》、《清远市清新区漫水河剿灭劣 V 类水环境综合整治方案》、《清远市清新区漫水河流域水质达标攻坚行动工作方案》，层层传导压力，逐级压实责任，全面推进漫水河水环境综合整治。

该报告通过对漫水河流域污染源、流域水环境调查分析和水产养殖专项调查研究，提出相应的整治措施和保障措施等。

报告提出漫水河流域水生态环境综合整治是一项综合性工程，涉及自然、经济、社会、产业结构、资金保障等方面，要在短时间内把多年沉淀积累下来的环境问题解决，任务十分艰巨。漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划是漫水河流域科学治污、精准治污的指导性文件，

在精准治污的关键环节，需从认识、法规、政策、体制等方面构建整治方案的保障措施，实现漫水河流域水生态环境综合整治的目标。

3.3.3 《清远市漫水河流域水质达标攻坚方案》（2022.4）

2022 年 4 月清远市人民政府发《布清远市人民政府办公室关于印发清远市漫水河流域水质达标攻坚方案的通知》（清府办函〔2022〕67 号）。

为深入学习贯彻落实习近平生态文明思想，全面贯彻习近平总书记对广东系列重要讲话精神和重要指示批示精神，根据《广东省水生态环境保护“十四五”规划》《广东省深入打好污染防治攻坚战实施意见》等有关文件要求，立足漫水河流域水质达标新形势、新要求，坚决打好打赢漫水河水污染防治攻坚战，切实推动清远市漫水河流域水质持续改善，制定本方案。

一、攻坚目标

漫水河三青大桥断面 2022-2025 年稳定保持 II 类；黄坎桥断面 2022-2023 年力争达到 IV 类，2024-2025 年稳定保持 IV 类。

二、攻坚范围

清远市漫水河流域水质达标攻坚范围涉及清新区太平镇、三坑镇、山塘镇，境内流域面积 412km²。

三、攻坚任务

针对漫水河存在的主要问题，以整治目标倒排工作任务，明确整治进度，落实整治责任，强化监督问责，远近结合，标本兼治，系统治理，坚决打好打赢漫水河水污染防治攻坚战。清新区人民政府是漫水河流域水质达标攻坚的责任主体，市有关部门按照职责分工加强指导督促。

《攻坚方案》提出黄坎桥断面 2022-2023 年力争达到 IV 类，2024-2025 年稳定保持 IV 类。要求黄坎桥断面水质由 V 类提高到 IV 类，对黄坎桥断面水质提出了更高的要求。

3.3.4 清远市清新区漫水河治理工程（2016 年）

广东省水利厅将清远市清新区漫水河治理工程列入了《广东省山区五市中小河流治理实施方案》，计划 2017 年实施。

根据水利部、财政部《关于印发〈中小河流治理工程初步设计指导意见〉的通知》（水规计〔2011〕277 号文）、水利部《全国中小河流治理项目管理办法》以及广东省水利厅中小河流治理工程初步设计研讨班的有关精神，对漫水河进行综合治理，主要治理措施包括河道清淤工程、护

岸护坡工程、阻水桥改造、防洪堤加固以及新建排水涵管等。村庄及成片农田防洪标准取 2 年一遇。

工程任务为河道治理总长 8706m，主要治理措施包括河道清淤工程、护岸护坡工程、阻水桥改造、防洪堤加固以及新建排水涵管等。其中河道清淤 8256m、护岸护坡 6516m、改造阻水桥 1 座、防洪堤加固 500m、新建排水涵管 5 座。

主要工程措施为：

- 1、对漫水河 M23+100~M24+080 段进行清淤，对漫水河一级支流石碑坑 S0+000~S6+276 段进行清淤，对石碑坑支流一 ZA0+000~ZA0+450 段进行清淤，对石碑坑支流二 ZB0+000~ZB0+550 段进行清淤，河道清淤总长 8256m；
- 2、对漫水河及其支流冲刷破坏严重的河段进行防护，共设护岸 18 处，总长 6516m；
- 3、对漫水河 M21+900~M22+350 段三坑南围管涌破坏严重的堤围采取水泥搅拌桩的方法进行加固处理，堤围加固总长 500m；
- 4、对石碑坑 S3+760 处阻水桥进行改造。
- 5、其它工程措施如：排水涵管 5 座等。

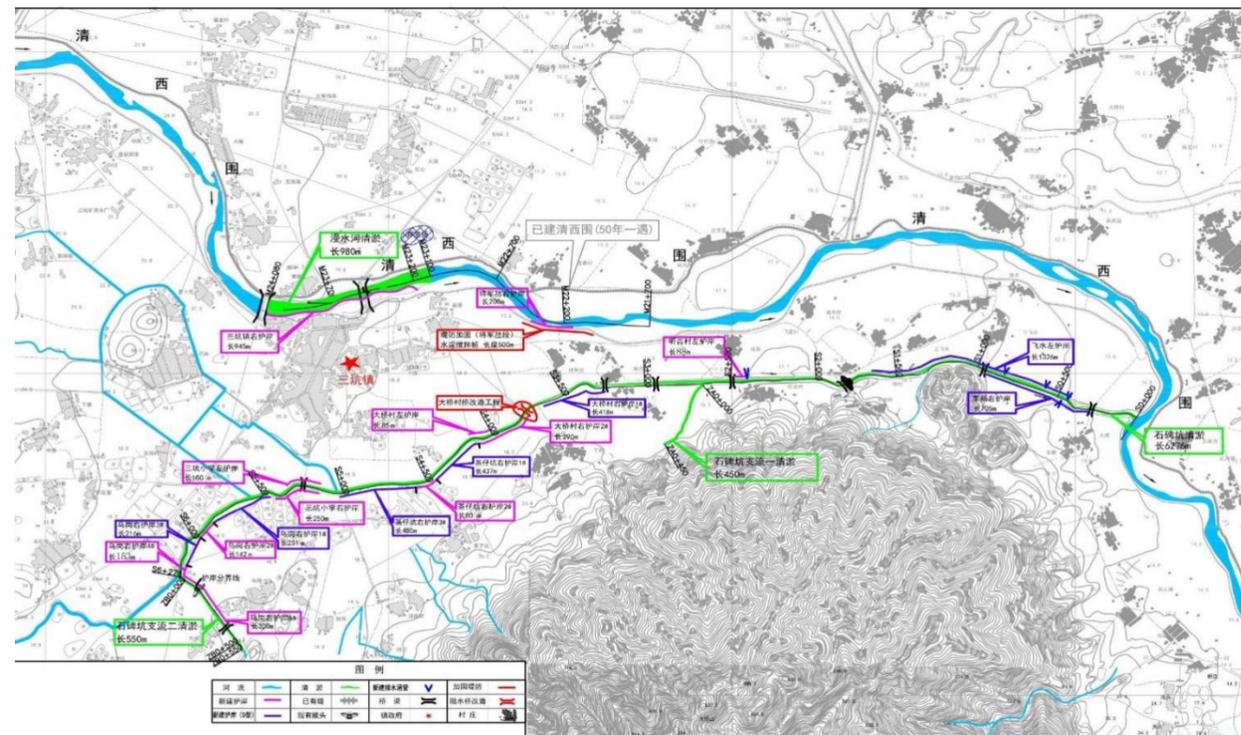


图 3.3-1 漫水河治理工程平面布置图

3.3.5 清远市清新区漫水河（北坑河段、清西五结合运河段）治理工程（2017 年）

清远市清新区漫水河（北坑河段、清西五结合运河段）治理工程为清远市清新区 2017 年（二期）中小河流治理项目之一，该项目是贯彻落实党的十八大会议精神重要举措，保障山区人民生命财产安全的民生工程。

工程整治河道总长 11km，北坑河治理长度为 7.627km，对河道全线进行清淤疏浚，对岸坡崩塌及靠近村庄和公路的河道左岸坡脚进行防冲加固；五结合运河段整治长度为下游 3.35km，主要对河道进行清淤疏浚。

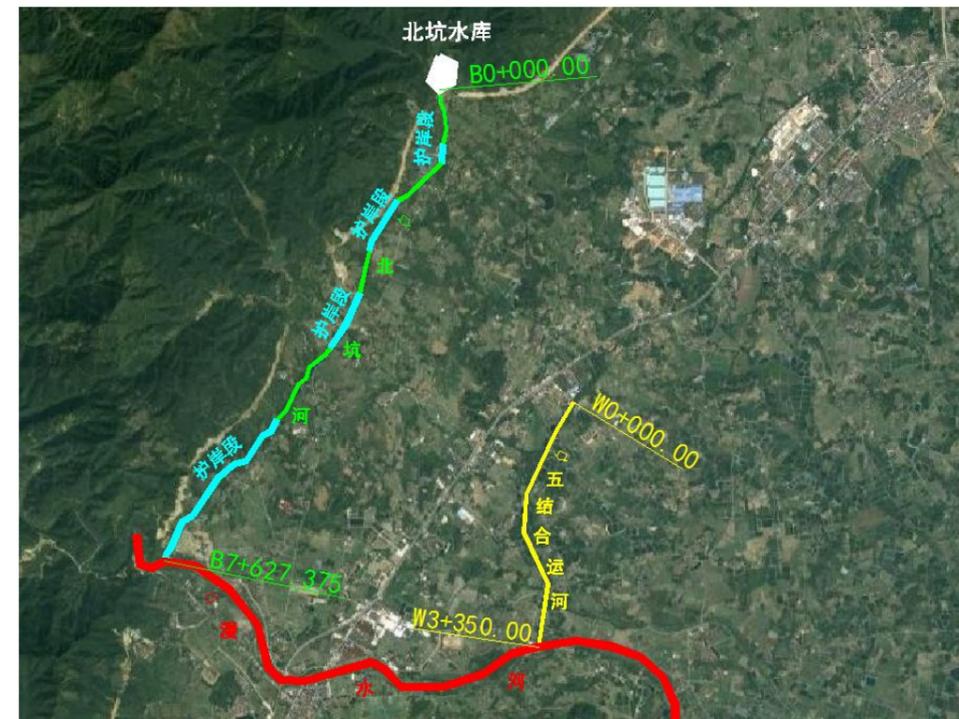


图 3.3-2（北坑河段、清西五结合运河段）治理工程平面布置图

3.3.6 清新区清西排洪排涝体系综合整治工程（2018 年）

清西围排洪排涝体系建成于上世纪 60、70 年代，经过近四十年的不断建设，目前已经形成较为合理完善的排洪排涝体系，对保护清西地区的人民生命和财产安全起到了十分重要的作用，但由于本体系运行时间久远，出现了排坑淤积、河岸崩塌、排坑堵塞等诸多问题，水系的行洪排涝能力大大减弱，因此，十分有必要对清西排洪排涝体系进行综合整治，以提高清西围的排洪排涝能力，减少洪涝灾害的损失，改善清西片区的自然生态环境，保障区内工农业的正常生产发展。

工程任务是对清西排洪排涝体系进行综合整治，解决清西围干流排坑和支流排坑的突出问题，通过对排坑进行清淤、修建护岸，重建分洪闸和分水闸，陂头加固，恢复其原有的功能，综合整治后基本能达到设计排洪排涝的标准。通过综合整治，可以提高各个排坑排涝和滞洪的能力，

减少排涝泵站的负担，加大排坑的行洪能力，有效合理地提高排坑、水闸和电排站的综合排涝效率。

工程主要整治措施包括：清淤排坑 92647m，护岸护坡 11748m，水闸拆除重建 2 座，陂头加固 1 座，修建滨河公园、广场 2 处（分别为山中间洲河滩整治和茅舍岭泵站旧站前池整治）。

项目治理范围分区分为主坑区与支坑区，其中主坑区内划分了 5 条河流清淤，分别是清西运河，清西五结合运河（上游段），山塘内坑，上山塘排坑和下山塘排坑；支坑区内划分了 15 条河流清淤，分别是先锋排坑，灭螺坑，中南排坑，兴隆围排坑，马塘排坑，雅文排坑，竹光排坑，鬼基排坑，茶塘排坑，胜利排坑，黄塘排坑，花岗压涝排坑，孔塘排坑，将军排坑以及大水埗排坑。

3.3.7 清远市清新区山塘内坑河治理工程（2022 年）

清新区山塘内坑河治理工程位于广东省清远市清新区山塘镇境内。工程主要治理范围自山塘内坑河山塘电排汇入口至茅舍岭泵站出口，其中中南排坑、龟仔头排坑，属于山塘内坑河的支坑，应当当地要求，也列入治理范围，本工程治理范围河段长约 17.746km。

根据《广东省中小河流治理（二期）实施方案》（以下简称《实施方案》）内容，清新区山塘内坑河规划治理河道长度为 15.00km，规划护岸长度 15.00km，清淤疏浚河道长度为 15.00km。

工程主要根据水利部、财政部《关于印发〈中小河流治理工程初步设计指导意见〉的通知》（水规计[2011]277 号文）、水利部《全国中小河流治理项目管理办法》以及广东省水利厅中小河流治理工程初步设计研讨班的有关精神，对山塘内坑河进行综合治理，山塘电排汇入口至茅舍岭泵站出口，其中中南排坑、龟仔头排坑，属于山塘内坑河的支坑，应当当地要求，也列入治理范围，工程治理范围河段长约 17.746km（治理河段桩号分别为 NK0+000~9+925、NK10+205~10+528、NK10+646~10+807、NK11+052~11+467、NK11+550~11+710、NK11+800~14+010、ZN0+000~0+230 及 GZT0+000~4+322）。

工程河道治理总长 17.746km，主要治理措施包括河道清淤工程、护岸护坡工程、鱼闸扩宽、景观美化工程等。其中河道清淤 16.562km、护岸护坡 6.85km、鱼闸扩宽 1 座、景观涵洞 1 座、排水涵管 1 座，景观凉亭 1 座、渡槽加盖板 35m，河滩地整治及增设三要素（24 小时）监测设备 4 套、界桩 197 根、标示牌 9 个等。

3.3.8 清远市清新区清西运河三坑段整治工程（2022 年）

清远市清新区清西运河三坑段整治工程位于广东省清远市清新区三坑镇境内。工程治理范围自清西运河水闸至清西运河源头，其中雅文陂头至五结合分洪闸段因已完成清淤，不在整治范

围，工程治理范围河段长约 13.80km。

工程主要根据水利部、财政部《关于印发〈中小河流治理工程初步设计指导意见〉的通知》（水规计[2011]277 号文）、水利部《全国中小河流治理项目管理办法》以及广东省水利厅中小河流治理工程初步设计研讨班的有关精神，对清西运河进行综合治理，主要治理范围为清西运河水闸至清西运河源头，其中雅文陂头至五结合分洪闸段因已完成清淤，不在整治范围，本工程治理范围河段长约 13.80km（治理河段桩号分别为 QXYH0+050~6+309、QXYH10+500~15+232、芝一排坑、朱福排坑）。

本工程河道治理总长 13.80km，主要治理措施包括河道清淤、护岸整治、堤防加固、防汛道路等。其中护岸整治 3.76km，堤防加固 0.83km，河道清淤 13.80km，防汛道路 6.16km，新建亲水码头 1 座、休憩广场 2 处，下河步级 2 处，人行桥 2 座，拆除水闸 2 座，增设三要素（24 小时）检测设备三套、界桩 154 根、标示牌 10 处。

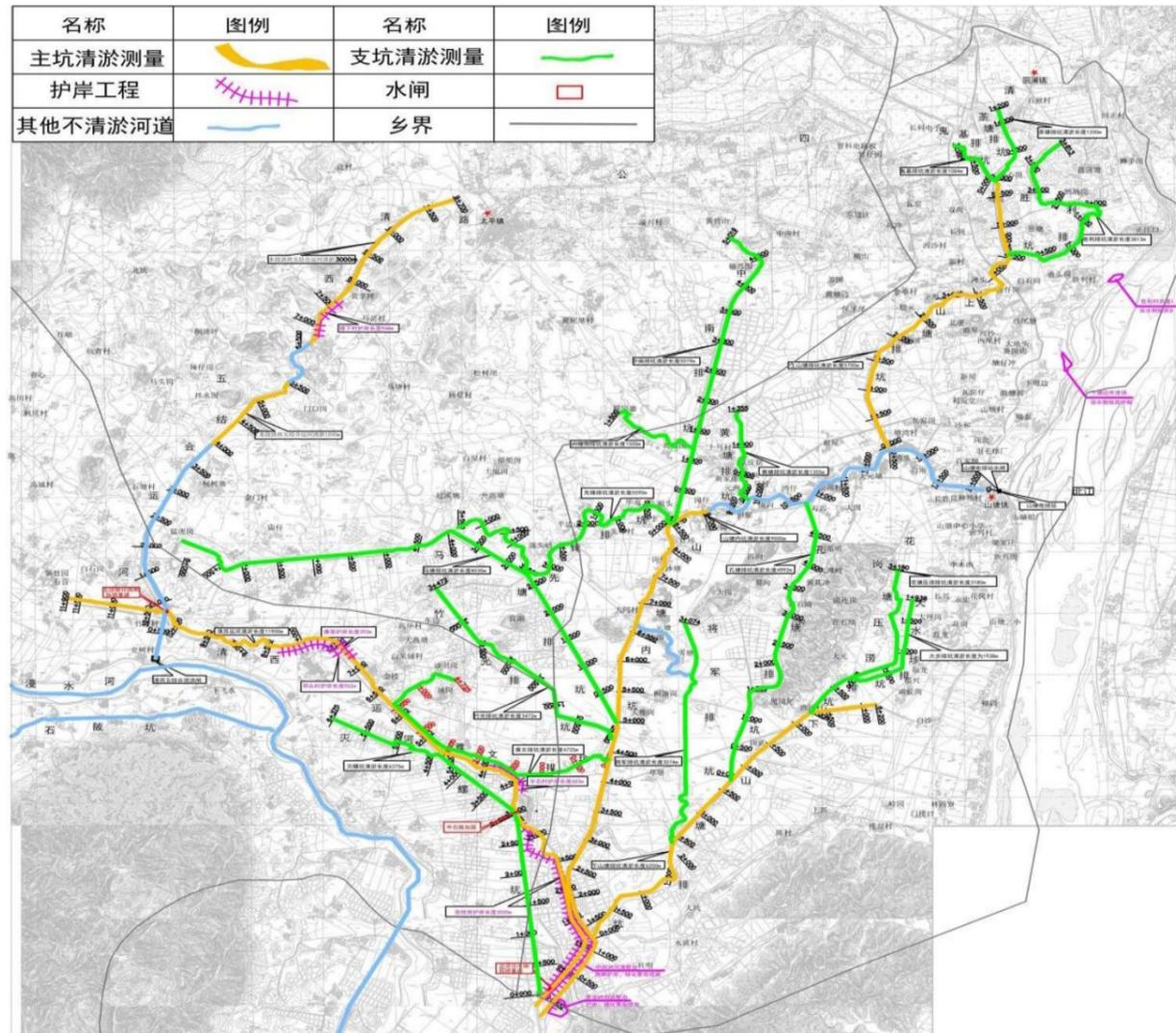


图 3.3-3 清新区清西排洪排涝体系综合整治工程平面布置图

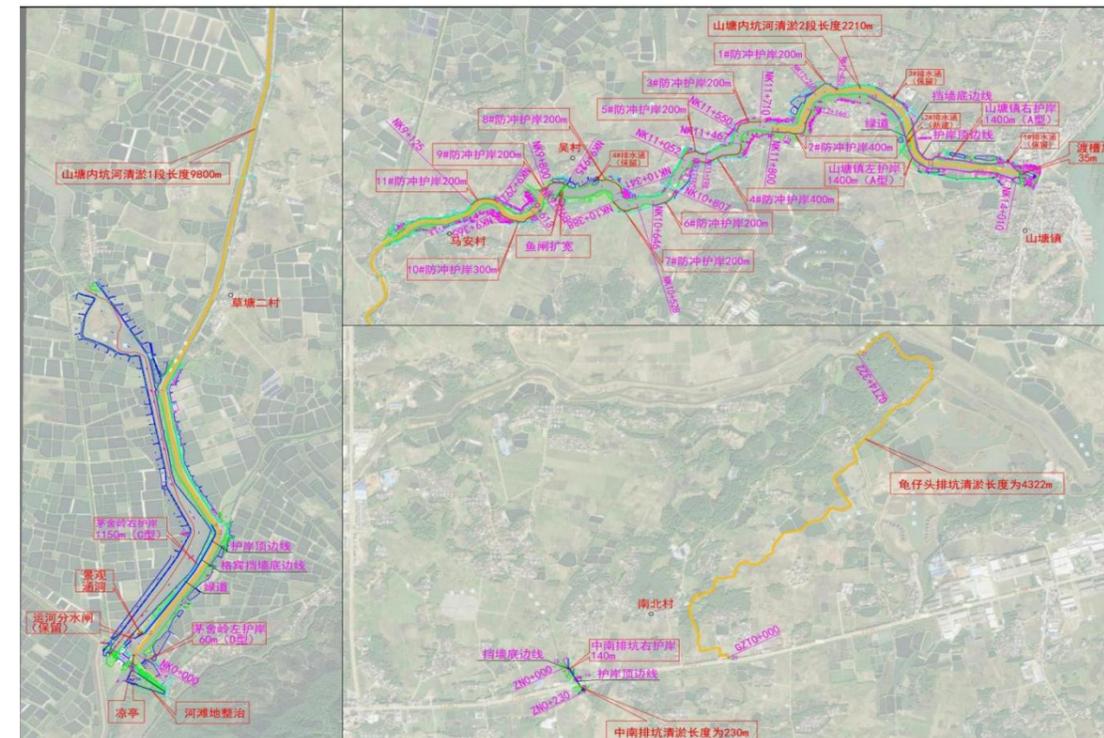


图 3.3-4 清新区山塘内坑河治理工程平面布置图

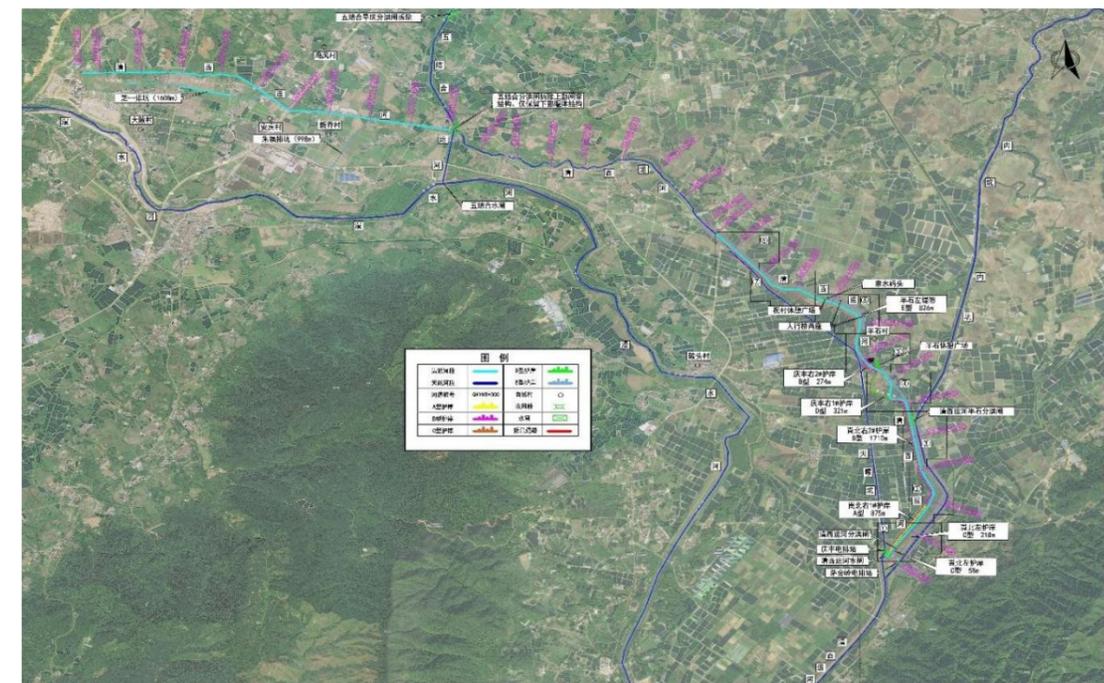


图 3.3-5 清西运河三坑段整治工程平面布置

第四章 现状问题分析及工程目标

4.1 现状问题分析

4.1.1 省控断面水质状况分析

自2016年11月起，清远市开始对三青大桥和黄坎桥断面水质进行监测。从2018年7月起与佛山联合采样，进行三青大桥和黄坎桥控制断面的月度监测数据，选取关注污染物总磷、氨氮指标，对照控制断面的考核目标，对月度监测结果进行评价，采用时间序列分析方法研究控制断面的水质变化趋势和变化幅度。2018年1~6月的三青大桥断面和黄坎桥断面数据来自清新区生态环境监测站，2018年7月~2021年7月三青大桥断面和黄坎桥断面的水质监测数据来自佛山市生态环境监测站。

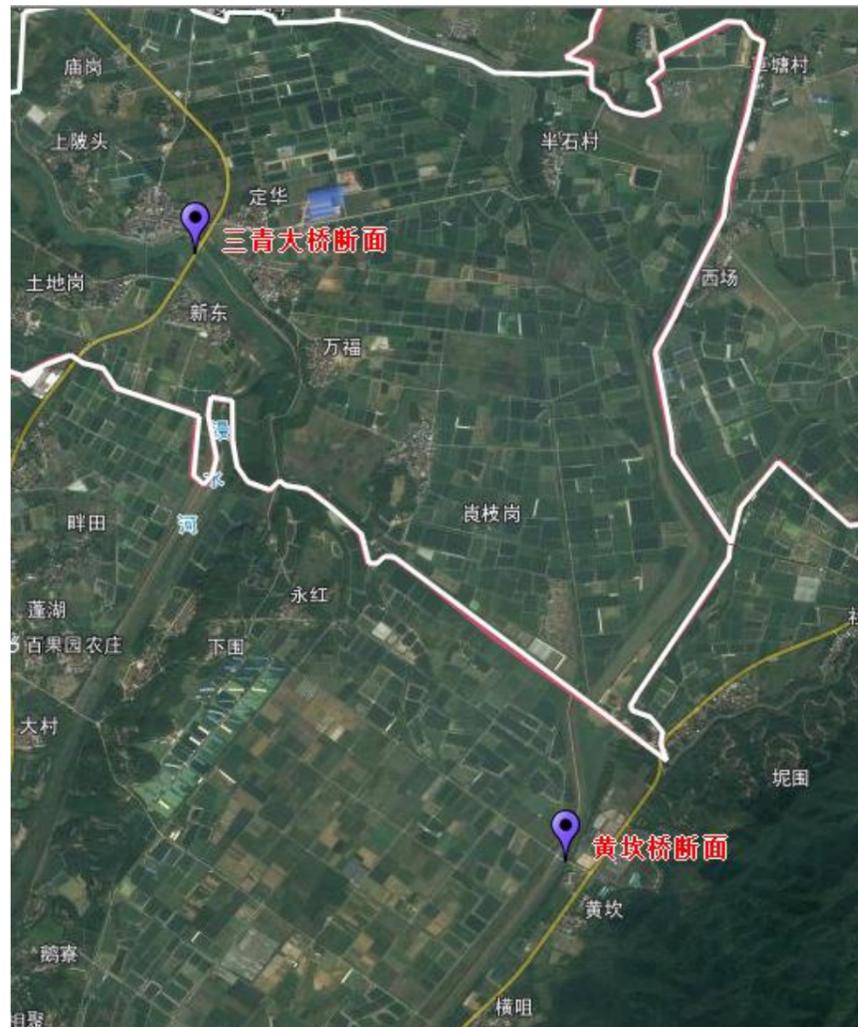


图 4.1-1 省控监测断面分布图

表 4.1-1 漫水河省控断面情况一览表

断面名称	断面具体位置	地理坐标	水质目标
漫水河三青大桥断面	清新区三坑镇陂头村三青大桥	112.864680°E, 23.581191°N	II类
山塘水黄坎桥断面	佛山市三水区南山镇黄坎桥	112.882966°E, 23.549669°N	IV类



图 4.1-2 清新区三坑镇陂头村三青大桥



图 4.1-3 佛山市三水区南山镇黄坎桥

1、评价标准

采用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），河流水质各评价指标标准值见表 4.1-2。

表 4.1-2 地表水环境质量标准基本项目标准限值 单位: mg/L

序号	项目	I类	II类	III类	IV类	V类
1	水温(°C)	人为造成的环境水温变化应限制在: 周平均最大温升≤1 周平均最大温降≤2				
2	pH值(无量纲)	6~9				
3	溶解氧	≥ 饱和率90% (或7.5)	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数	≤ 2	4	6	10	15
5	化学需氧量(COD)	≤ 15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量(BOD ₅)	≤ 3	3	4	6	10
7	氨氮	≤ 0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷(以P计)	≤ 0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
9	总氮(湖、库,以N计)	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10	铜	≤ 0.01	1.0	1.0	2.0	2.0
11	锌	≤ 0.05	1.0	1.0	1.5	1.5
12	氟化物(以F计)	≤ 1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
13	硒	≤ 0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	砷	≤ 0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞	≤ 0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉	≤ 0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬(六价)	≤ 0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
18	铅	≤ 0.01	0.01	0.05	0.5	1.0
19	氰化物	≤ 0.005	0.05	0.05	0.05	0.1
20	挥发酚	≤ 0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类	≤ 0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂	≤ 0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物	≤ 0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群(个/L)	≤ 200	2000	10000	20000	40000

2、2017年~2020年水质变化情况

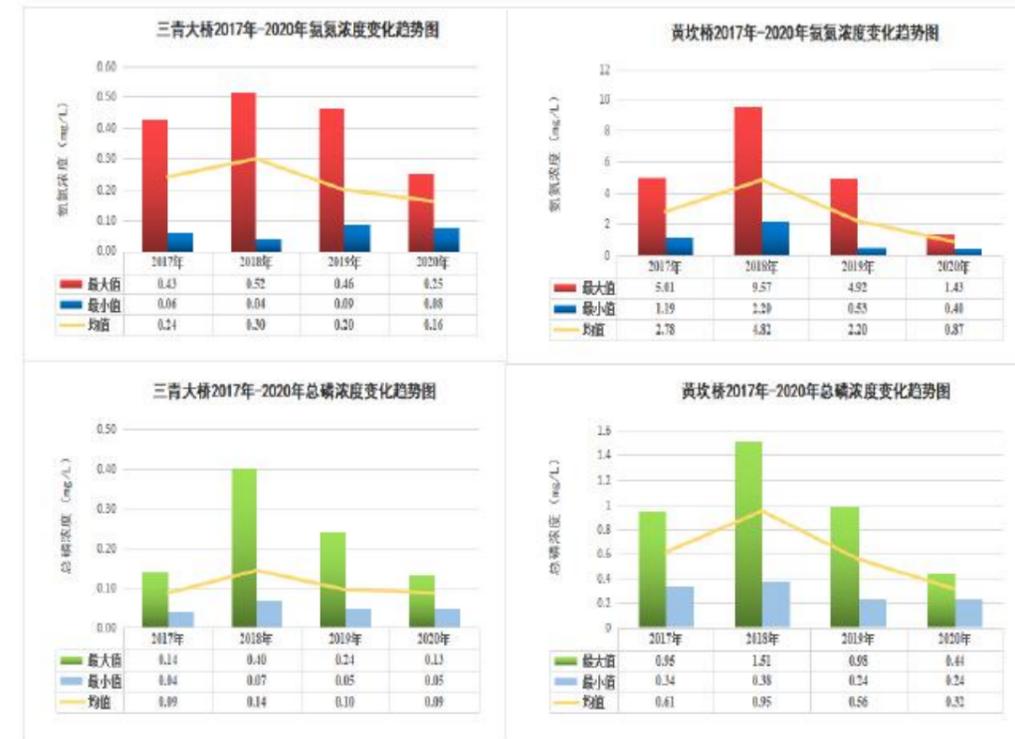


图 4.1-4 三青大桥与黄坎桥 2017-2020 年总磷、氨氮变化趋势图

3、2018年~2021年逐月水质状况

漫水河三青大桥

总磷、氨氮浓度呈下降趋势，2019年及2020年总磷、氨氮平均浓度均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。2018年和2021年1~7月水质均为III类，且超标因子均为总磷，超标倍数分别为0.26倍和0.17倍。说明三青大桥断面水质下降。

表 4.1-3 2018年~2022年三青大桥断面水质状况

年度	水质类别	主要超标因子及超标倍数
2018年	III类	总磷，平均超标0.26倍
2019年	II类	/
2020年	II类	/
2021年	III类	总磷，平均超标0.03倍
2022年1-6月	III类	总磷，平均超标0.30倍

从逐月水质监测结果可以看出,三青大桥断面 2018 年水质符合 II 类水质目标的比例为 50%, 2019 年和 2020 年均为 75%, 2021 年仅为 42.8%, 2021 年 3~4 月、6~7 月水质均未达到 II 类水质目标, 水质相对前两年变差, 超标频次有所上升。2022 年 1~6 月三青大桥断面的氨氮浓度为 0.10mg/L, 总磷为 0.13mg/L, 为 III 类水质, 不符合 II 类水质的考核目标要求。

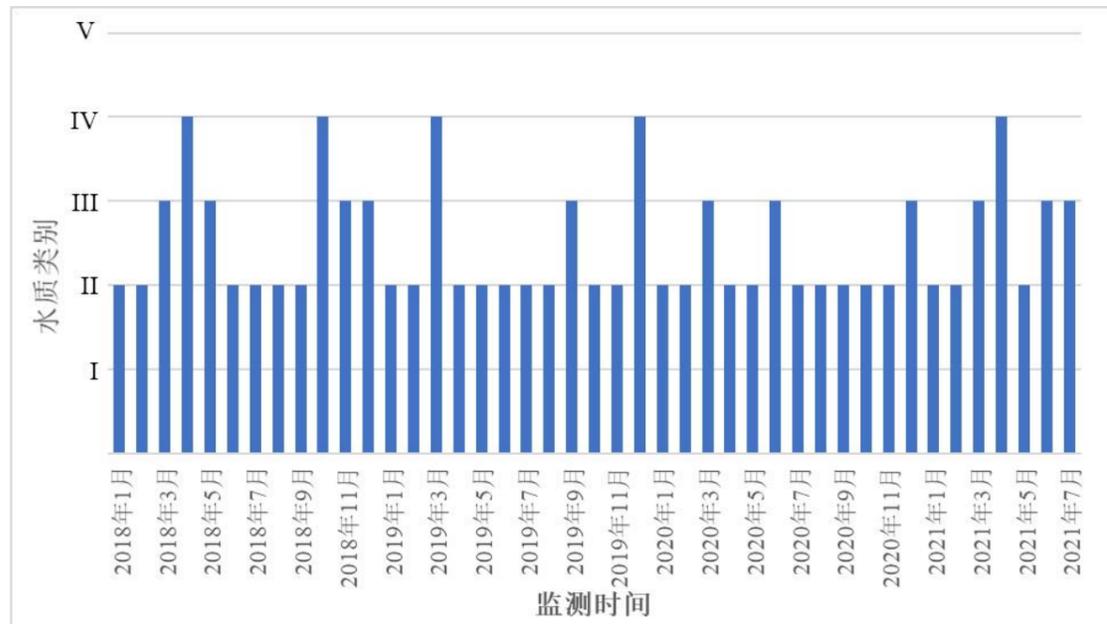


图 4.1-5 三青大桥断面 2018~2021 年逐月水质状况

从逐月监测数据看, 2018~2021 年水质监测指标中主要超出 II 类水质标准的因子为溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷和石油类 7 项, 超标情况见下表。

表 4.1-4 2018 年~2021 年三青大桥断面逐月水质主要超标因子情况汇总

监测时间	标准指数							水质类别
	溶解氧	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	石油类	
2018 年 1 月	0.67	0.50	0.87	0.60	0.88	1.00	/	II
2018 年 2 月	0.59	0.50	0.47	0.53	0.70	1.00	/	II
2018 年 3 月	0.97	0.70	0.53	0.93	0.99	1.60	/	III
2018 年 4 月	1.39	0.90	0.67	0.83	0.97	2.10	/	IV
2018 年 5 月	0.94	0.60	0.27	0.53	0.73	1.30	/	III
2018 年 6 月	0.82	0.70	0.40	0.53	0.54	0.90	/	II
2018 年 7 月	0.87	0.70	0.53	0.33	0.14	0.90	0.20	II
2018 年 8 月	1.00	0.40	0.33	0.27	0.39	0.80	0.20	II
2018 年 9 月	0.95	0.50	0.27	0.20	0.52	0.90	0.20	II
2018 年 10 月	1.05	1.00	1.20	0.93	1.23	2.60	0.20	IV
2018 年 11 月	1.02	0.40	0.40	0.33	0.42	0.60	0.20	III

监测时间	标准指数							水质类别
	溶解氧	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	石油类	
2018 年 12 月	0.92	0.60	0.40	0.40	0.39	1.40	0.20	III
2019 年 1 月	0.68	0.50	0.67	0.67	0.42	1.00	0.40	II
2019 年 2 月	0.76	0.50	0.27	0.27	0.37	0.60	0.60	II
2019 年 3 月	0.80	0.80	0.93	0.60	0.68	2.40	2.20	IV
2019 年 4 月	0.71	0.50	0.67	0.27	0.35	1.00	0.20	II
2019 年 5 月	0.71	0.30	0.47	0.17	0.31	0.70	0.60	II
2019 年 6 月	0.75	0.50	0.27	0.17	0.28	0.50	0.20	II
2019 年 7 月	0.84	0.50	0.47	0.20	0.33	0.80	0.20	II
2019 年 8 月	0.76	0.50	0.47	0.23	0.32	0.80	0.40	II
2019 年 9 月	0.74	0.50	0.53	0.27	0.28	1.20	0.20	III
2019 年 10 月	/	0.40	0.60	0.30	0.30	0.80	0.40	II
2019 年 11 月	0.81	0.30	0.27	0.27	0.17	0.50	0.60	II
2019 年 12 月	0.67	1.60	1.73	1.77	0.92	1.10	0.40	IV
2020 年 1 月	0.80	0.40	0.33	0.33	0.29	0.70	0.40	II
2020 年 2 月	0.68	0.40	0.27	0.40	0.38	0.80	0.40	II
2020 年 3 月	0.93	0.60	0.53	0.47	0.50	1.10	0.20	III
2020 年 4 月	0.74	0.40	0.27	0.17	0.35	0.70	0.60	II
2020 年 5 月	0.87	0.60	0.47	0.57	0.15	0.50	0.60	II
2020 年 6 月	0.83	0.50	0.33	0.30	0.29	1.30	0.60	III
2020 年 7 月	0.83	0.40	0.20	0.27	0.26	1.00	0.20	II
2020 年 8 月	0.82	0.50	0.33	0.33	0.43	0.70	0.60	II
2020 年 9 月	1.00	0.50	0.67	0.97	0.25	1.00	0.40	II
2020 年 10 月	0.74	0.40	0.27	0.30	0.31	0.70	0.40	II
2020 年 11 月	0.92	0.40	0.33	0.37	0.37	0.70	0.20	II
2020 年 12 月	0.70	0.50	0.20	0.60	0.30	1.10	0.80	III
2021 年 1 月	0.59	0.30	0.33	0.40	0.32	0.60	0.20	II
2021 年 2 月	0.70	0.50	0.53	0.33	0.29	0.70	0.20	II
2021 年 3 月	0.75	0.80	0.67	1.03	0.59	1.30	0.60	III
2021 年 4 月	0.83	1.20	1.60	1.67	0.41	2.20	0.20	IV
2021 年 5 月	0.94	0.60	0.67	0.57	0.29	0.90	0.20	II
2021 年 6 月	1.15	0.50	0.53	0.33	0.44	0.90	0.40	III
2021 年 7 月	0.97	0.40	0.33	0.33	0.55	1.60	0.60	III
最大超标倍数	0.39	0.60	0.73	0.77	0.23	1.60	1.20	/

漫水河黄坎桥

总磷、氨氮浓度呈明显下降趋势，2018 和 2019 年水质为劣 V 类，超标因子为氨氮和总磷；2020~2021 年 1~7 月总磷、氨氮平均浓度达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准。说明黄坎桥断面水质总体向好，但仍然临近水质超标的边界。

表 4.1-5 2018 年~2022 年黄坎桥断面水质状况

年度	水质类别	主要超标因子及超标倍数
2018 年	劣 V 类	氨氮，超标 1.48 倍 总磷，超标 1.51 倍
2019 年	劣 V 类	氨氮，超标 0.10 倍 总磷，超标 0.39 倍
2020 年	V 类	/
2021 年	V 类	/
2022 年 1~6 月	劣 V 类	总磷，超标 0.10 倍

从逐月水质监测结果可以看出，黄坎桥断面 2018 年水质符合 V 类水质目标的比例为 0%，2019 年为 33.3%，2020 年为 83.3%，2021 年为 100%，但 2022 年 1~6 重新出现总磷超标的情况，而且较 2022 年 5 月相比，水质呈现下降的趋势，防控压力较大。

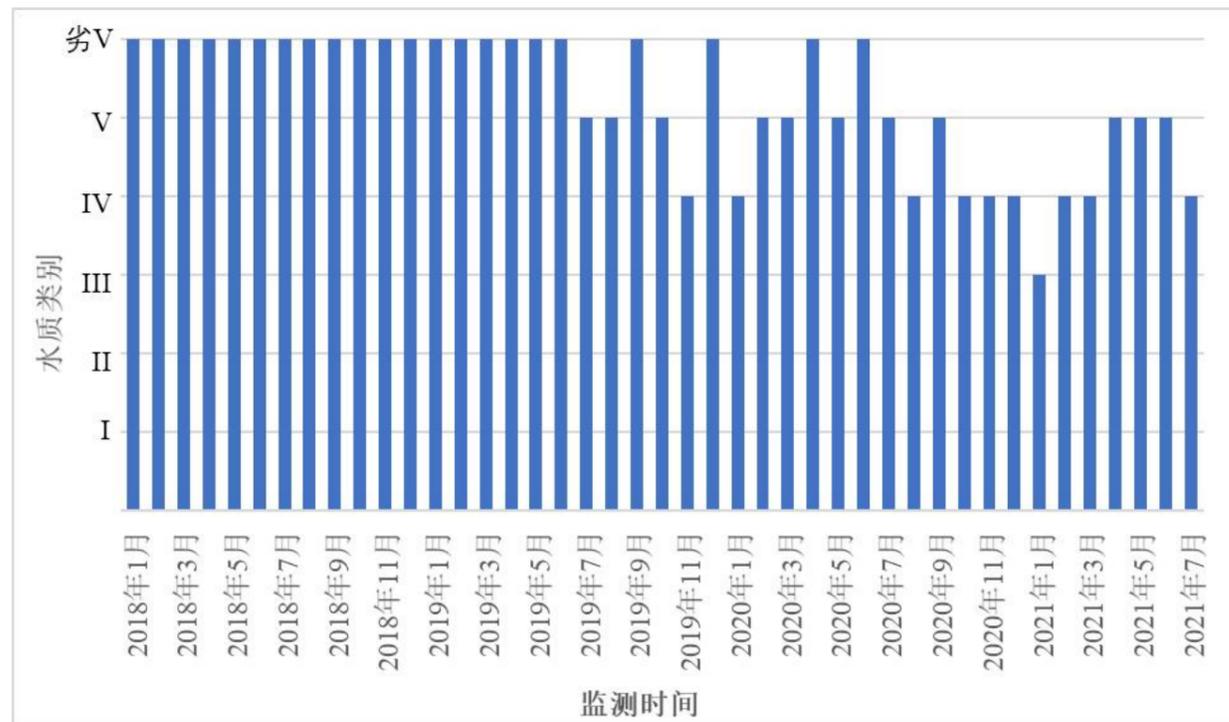


图 4.1-6 黄坎桥断面 2018~2021 年逐月水质状况

从逐月监测数据看，2018~2021 年黄坎桥断面水质监测指标中主要超出 V 类水质标准的因子为化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷 4 项，超标情况见下表。

表 4.1-6 2018 年~2021 年黄坎桥断面逐月水质主要超标因子情况汇总

监测时间	标准指数				水质类别
	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	
2018 年 1 月	0.63	0.92	2.32	2.53	劣 V
2018 年 2 月	0.78	0.77	3.48	1.78	劣 V
2018 年 3 月	1.43	1.22	4.79	3.73	劣 V
2018 年 4 月	0.70	0.92	1.89	2.78	劣 V
2018 年 5 月	0.65	0.86	2.43	3.68	劣 V
2018 年 6 月	0.55	0.53	1.28	1.53	劣 V
2018 年 7 月	0.80	0.73	1.09	1.43	劣 V
2018 年 8 月	0.68	0.46	2.14	1.83	劣 V
2018 年 9 月	0.63	0.70	2.17	2.08	劣 V
2018 年 10 月	0.70	0.61	1.38	1.43	劣 V
2018 年 11 月	1.20	1.55	4.16	3.15	劣 V
2018 年 12 月	1.10	1.86	2.59	4.28	劣 V
2019 年 1 月	0.95	2.92	2.46	2.20	劣 V
2019 年 2 月	0.55	1.08	2.25	1.58	劣 V
2019 年 3 月	0.88	0.85	2.12	2.45	劣 V
2019 年 4 月	0.65	0.68	1.05	1.88	劣 V
2019 年 5 月	0.70	0.60	1.27	1.65	劣 V
2019 年 6 月	0.55	0.30	0.64	1.08	劣 V
2019 年 7 月	0.60	0.05	0.68	0.88	V
2019 年 8 月	0.65	0.47	0.90	0.98	V
2019 年 9 月	0.43	0.35	0.58	1.30	劣 V
2019 年 10 月	0.55	0.42	0.39	0.80	V
2019 年 11 月	0.50	0.07	0.26	0.60	IV
2019 年 12 月	1.25	1.30	0.61	1.30	劣 V
2020 年 1 月	0.33	0.46	0.36	0.68	IV
2020 年 2 月	0.30	0.53	0.64	0.83	V
2020 年 3 月	0.33	0.44	0.34	0.85	V
2020 年 4 月	0.75	0.98	0.72	1.10	劣 V
2020 年 5 月	0.35	0.42	0.42	0.85	V
2020 年 6 月	0.35	0.52	0.56	1.03	劣 V
2020 年 7 月	0.30	0.32	0.44	0.78	V
2020 年 8 月	0.28	0.35	0.54	0.70	IV

监测时间	标准指数				水质类别
	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	
2020年9月	0.30	0.28	0.40	0.85	V
2020年10月	0.18	0.32	0.33	0.60	IV
2020年11月	0.25	0.46	0.30	0.63	IV
2020年12月	0.23	0.40	0.20	0.60	IV
2021年1月	0.20	0.30	0.24	0.43	III
2021年2月	0.40	0.56	0.45	0.70	IV
2021年3月	0.30	0.44	0.47	0.70	IV
2021年4月	0.68	0.65	0.61	0.98	V
2021年5月	0.35	0.53	0.52	1.00	V
2021年6月	0.43	0.52	0.68	0.93	V
2021年7月	0.35	0.31	0.52	0.75	IV
最大超标倍数	0.43	1.92	3.79	3.28	/

4、加密检测断面情况

流域内排渠纵横交错，星罗密布，一直以来水质较差。2018年6月19日，清新区环保局制定了《漫水河水环境加密监测方案》，对漫水河三青大桥、山塘水黄坎桥及各个排灌渠进行水质加密监测，共设置27个监测点位。2019年8月以后，漫水河流域新增28个加密监测断面，因此，目前监控断面共有55个。各监测断面分布及其位置信息见表4.1-3。加密监测断面中1#~8#、28#~38#处于省考断面三青大桥断面汇水范围内，9#~27#、39#~55#断面处于省考断面黄坎桥断面汇水范围内。

表 4.1-7 加密监测点位信息一览表

编号	所属镇	河流/排渠	断面	地理坐标
1#	三坑镇	漫水河	漫水河三青大桥	112.864718°E, 23.581162°N
2#	三坑镇	漫水河	石陂坑汇入漫水河上游 500 米	112.849335°E, 23.601119°N
3#	三坑镇	漫水河	石陂坑汇入漫水河下游 350 米	112.848288°E, 23.593988°N
4#	三坑镇	石陂坑	石陂坑汇入漫水河前（大滩村）	112.845760°E, 23.597841°N
5#	四会罗源镇	四会罗源 1 号排灌渠	石陂坑四会罗源 1 号排灌渠	112.789697°E, 23.585303°N
6#	四会罗源镇	四会罗源 2 号排灌渠	石陂坑四会罗源 2 号排灌渠	112.789789°E, 23.584961°N

编号	所属镇	河流/排渠	断面	地理坐标
7#	四会罗源镇	四会罗源 3 号排灌渠	石陂坑四会罗源 3 号排灌渠	112.790027°E, 23.584702°N
8#	三坑镇	石陂坑	石陂坑四会与清新交界	112.791176°E, 23.585892°N
9#	三水南山镇	漫水河	漫水河山塘水黄坎桥	112.884026°E, 23.549646°N
10#	三坑镇	灭螺坑	三坑灭螺坑庆丰电排站	112.884877°E, 23.558193°N
11#	三坑镇	清西运河	清西运河茅舍岭	112.885300°E, 23.557823°N
12#	山塘镇	山塘内坑河	内坑河茅舍岭	112.886753°E, 23.556905°N
13#	山塘镇	下山塘排坑	下山塘排坑山塘镇岗坳村	112.892732°E, 23.566736°N
14#	山塘镇	迳口干渠	迳口干渠上塘段	112.905169°E, 23.579218°N
15#	山塘镇	将军排坑	将军排坑松岗村	112.904772°E, 23.584502°N
16#	山塘镇	花压塘涝排坑	花压塘排涝坑	112.921968°E, 23.599969°N
17#	山塘镇	马塘排涝坑	马塘排涝山塘镇马安村	112.894645°E, 23.599425°N
18#	三坑镇	竹留排坑	竹留排坑三坑镇湓塘村	112.857169°E, 23.622740°N
19#	太平镇	清西排涝	清西排涝太平镇年丰村	112.853539°E, 23.640597°N
20#	山塘镇	先锋排坑	先锋排坑山塘镇马安村	112.902140°E, 23.628961°N
21#	山塘镇	中南排坑	中南排坑山塘镇马安村	112.903239°E, 23.628898°N
22#	山塘镇	内坑河	内坑河山塘镇马安村	112.903367°E, 23.628095°N
23#	山塘镇	三丫海排坑	三丫海山塘镇塘湾村	112.903009°E, 23.639322°N
24#	山塘镇	远征队排坑	远征队排坑太平镇团结村	112.897132°E, 23.643684°N
25#	山塘镇	黄塘排坑	黄塘排坑山塘镇塘湾村	112.912257°E, 23.634937°N
26#	山塘镇	孔塘排坑	孔塘排山塘镇松岗村	112.921282°E, 23.630521°N
27#	山塘镇	上山塘排坑	上山塘排坑山塘镇塘湾村	112.931063°E,

编号	所属镇	河流/排渠	断面	地理坐标
				23.642015°N
28#	三坑镇	漫水河	九牛洞出水口	
29#	三坑镇	漫水河	漫水河九牛洞	
30#	三坑镇	北坑截洪河	北坑截洪河大陂村	
31#	三坑镇	漫水河	漫水河三坑大桥	
32#	三坑镇	枫坑排坑	枫坑排坑枫坑村倒望桥	
33#	三坑镇	清西五结合河	清西五结合河石洞村段	
34#	三坑镇	清西五结合河	清西五结合河竹楼村	
35#	太平镇	清西五结合河	清西五结合河盈富大道	
36#	三坑镇	陂车头村排灌渠	三坑镇陂车头村排灌渠	
37#	三坑镇	松岗村排灌渠	三坑镇松岗村排灌渠	
38#	太平镇	田心河	田心河田心村段	
39#	太平镇	三丫海	三丫海太平污水处理厂上游	
40#	山塘镇	三丫海	三丫海横岗寮村	
41#	太平镇	马塘排涝	马塘排涝太平镇门口岗	
42#	太平镇	婆陂坑	婆陂坑年丰村	
43#	太平镇	马塘排涝	马塘排涝马塘村段	
44#	太平镇	竹留排坑	竹留排坑太平镇年丰村	
45#	太平镇	中南排坑	中南排坑南北村-清四公路	
46#	太平镇	中南排坑	中南排坑裕兴村裕兴桥	
47#	山塘镇	中南排坑	中南排坑浦兴村	
48#	山塘镇	内坑河	内坑河先锋桥	
49#	太平镇	内坑河	内坑河草塘村半石桥	
50#	山塘镇	黄塘排坑	黄塘排坑西沙乌冲村	
51#	山塘镇	孔塘排草塘坑	山塘镇孔塘排草塘坑	
52#	山塘镇	迳口干渠	迳口干渠低地村-清四公路	
53#	山塘镇	上山塘排坑	上山塘排坑西尾村	
54#	山塘镇	迳口干渠	迳口干渠塘湾村大湾桥	
55#	山塘镇	迳口干渠	迳口干渠山塘镇在龙村	

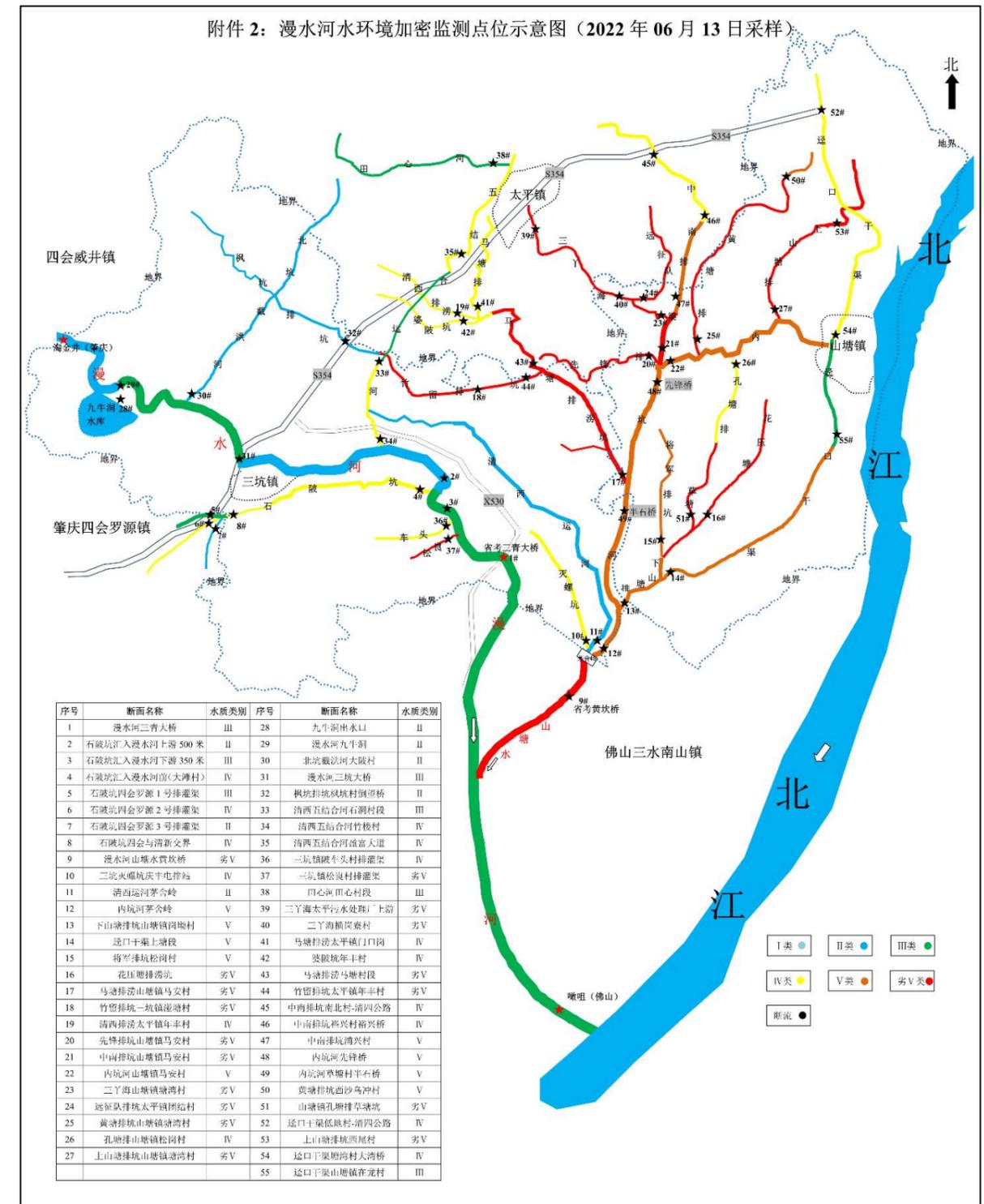


图 4.1-7 漫水河流域环境加密监测点位示意图 (附 2022 年 6 月监测结果)

5、2022年1月~4月黄坎桥监测断面氨氮、总磷数据

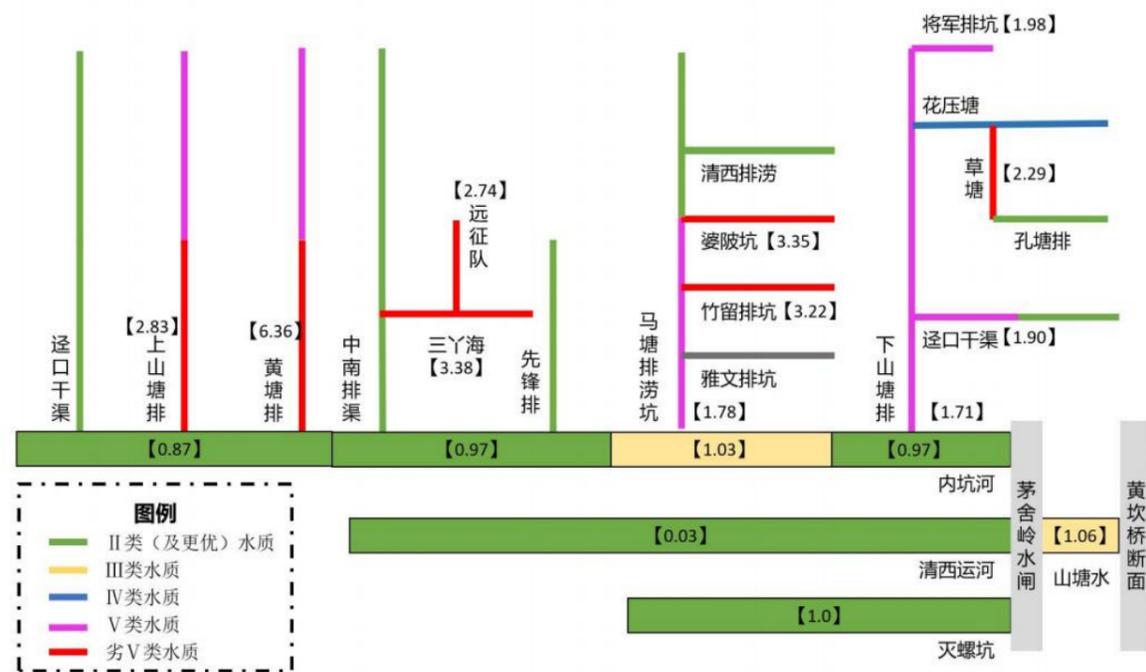


图 4.1-8 黄坎桥断面 2022 年 1 月~4 月上游各支流氨氮水质情况

6、2022年6月13日监测数据

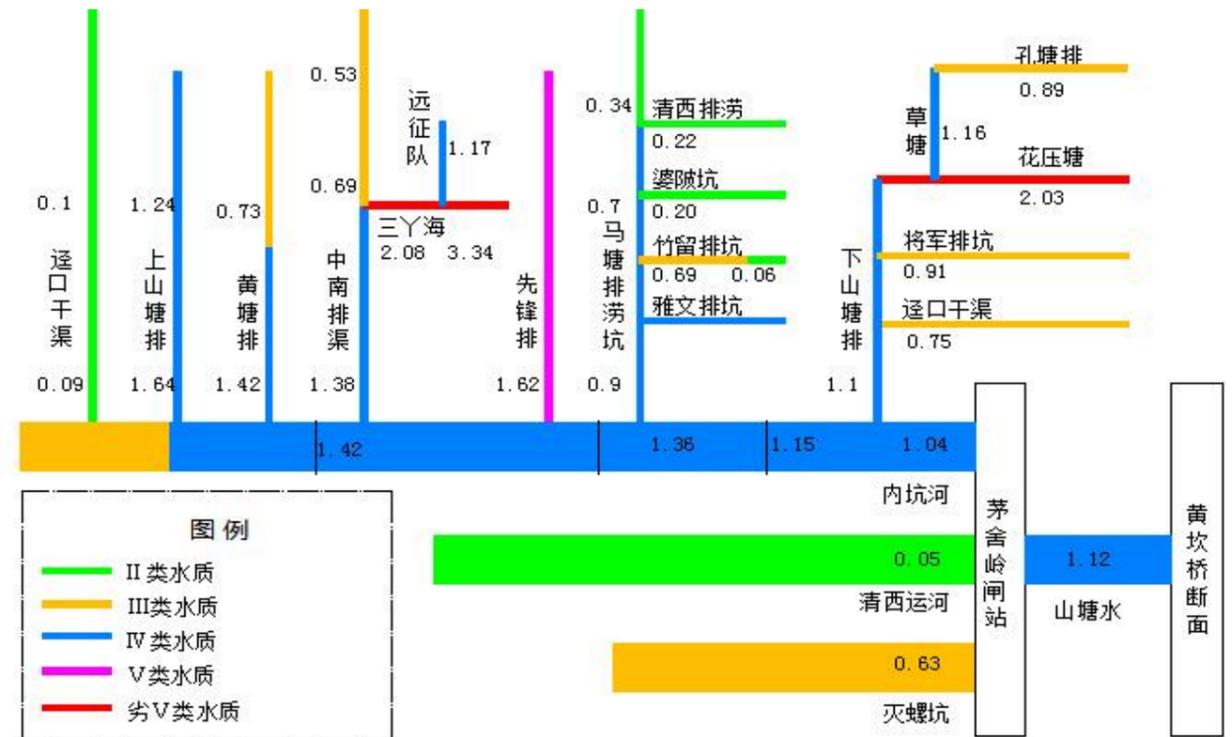


图 4.1-10 2022 年 6 月 13 日黄坎桥断面氨氮数据图

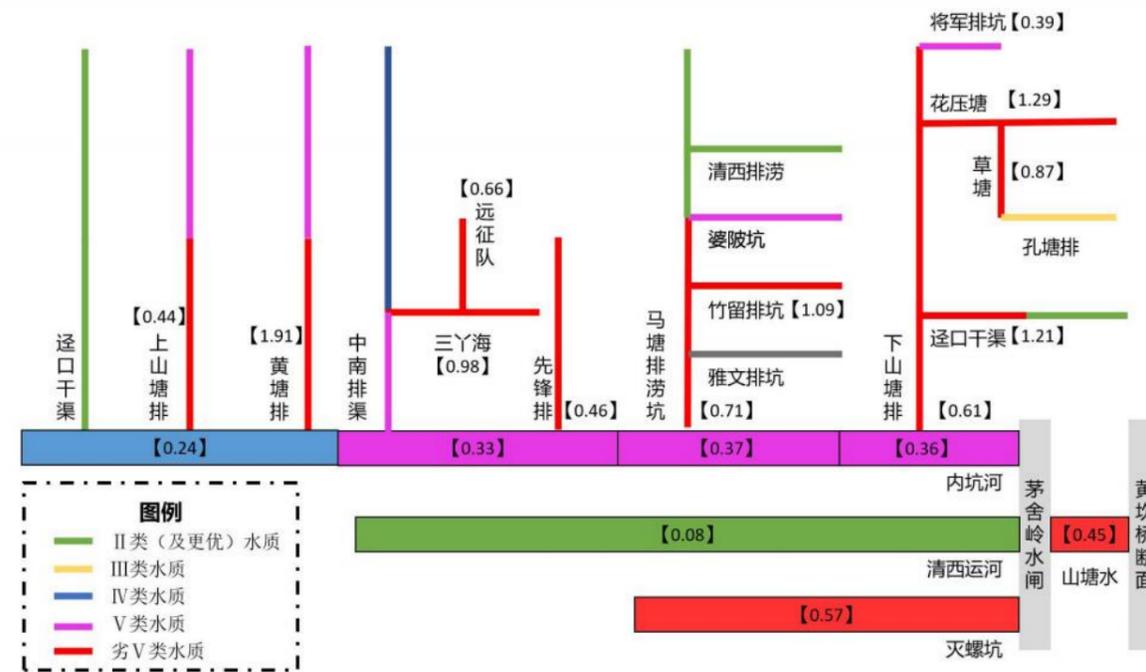


图 4.1-9 黄坎桥断面 2022 年 1 月~4 月上游各支流总磷水质情况

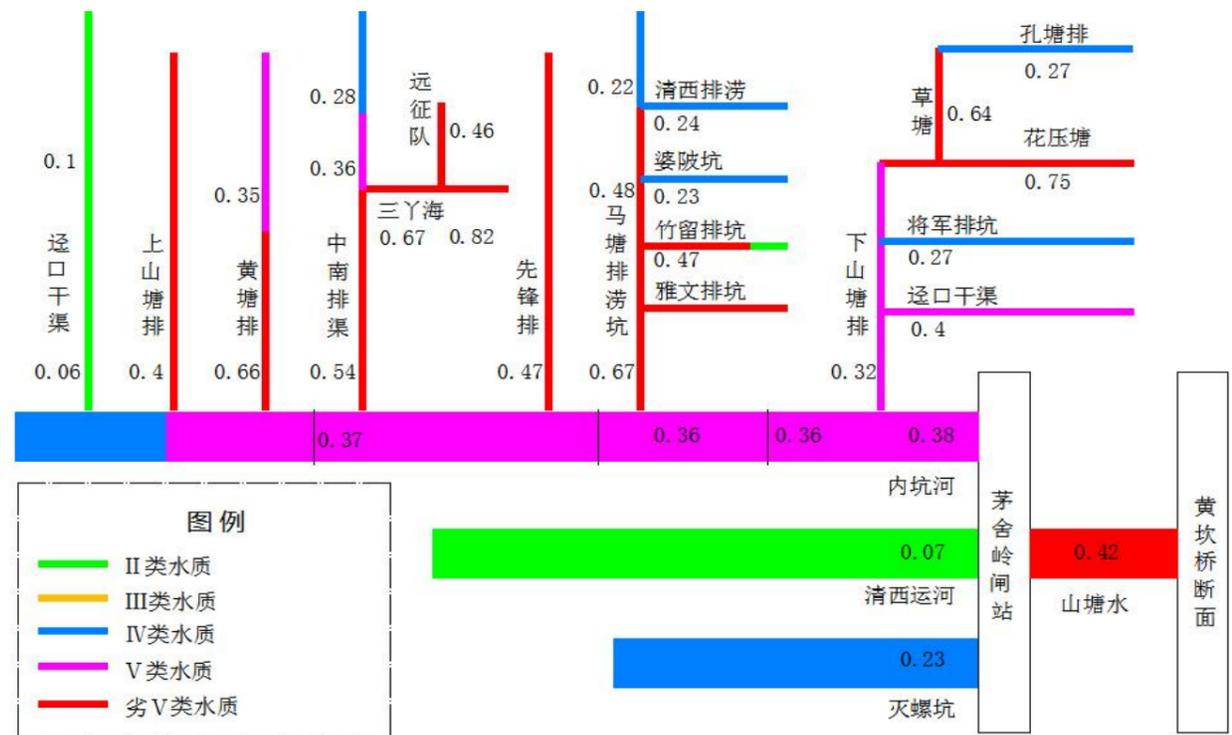


图 4.1-11 2022 年 6 月 13 日黄坎桥断面总磷数据图

表 4.1-8 漫水河流域环境加密监测点位数据（2022 年 6 月 13 日测）

监测点编号		1	2	3	4	5	6	7	8
监测日期	项目	漫水河三青大桥	石陂坑汇入漫水河前上游 500 米	石陂坑汇入漫水河前下游 350 米	石陂坑汇入漫水河前（大滩村）	石陂坑四会罗源 1 号排灌渠	石陂坑四会罗源 2 号排灌渠	石陂坑四会罗源 3 号排灌渠	石陂坑四会与清新交界点
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	6.19	6.09	6.18	5.53	5.28	5.53	6.25	5.3
	氨氮	0.1	0.09	0.18	0.39	0.17	0.31	0.07	0.2
	总磷	0.13	0.1	0.14	0.24	0.12	0.28	0.04	0.22
	水质类别	III	II	III	IV	III	IV	II	IV
监测点编号		9	10	11	12	13	14	15	16
监测日期	项目	漫水河山塘水黄坎桥	三坑灭螺坑庆丰电排站	清西运河茅舍岭	内坑河茅舍岭	下山塘排坑山塘镇岗坳村	迳口干渠山塘段	将军排坑松岗村	花塘压排涝坑
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	3.47	4.32	6.83	3.58	3.19	2.41	2.65	2.86
	氨氮	1.12	0.63	0.05	1.04	1.1	0.75	0.91	2.03
	总磷	0.42	0.23	0.07	0.38	0.32	0.4	0.27	0.75
	水质类别	劣 V	IV	II	V	V	V	V	劣 V
监测点编号		17	18	19	20	21	22	23	24
监测日期	项目	马塘排涝山塘镇马安村	竹留排坑三坑镇滘塘村	清西排涝太平镇年丰村	先锋排坑山塘镇马安村	中南排坑山塘镇马安村	内坑河山塘镇马安村	三丫海山塘镇塘湾村	远征队排坑太平镇团结村
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	4.56	3.97	7.62	5.42	3.72	3.5	2.33	3.46
	氨氮	0.9	0.64	0.22	1.62	1.38	1.42	1.8	1.17
	总磷	0.67	0.52	0.24	0.47	0.54	0.37	0.67	0.46
	水质类别	劣 V	劣 V	IV	劣 V	劣 V	V	劣 V	劣 V

监测点编号		25	26	27	28	29	30	31	32
监测日期	项目	黄塘排坑山塘镇塘湾村	孔塘排山塘镇松岗村	上山塘排坑山塘镇塘湾村	九牛洞出水口	漫水河九牛洞	北坑截洪河大陂村	漫水河三坑大桥	枫坑排坑枫坑村倒望桥
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	1.76	3.46	1.67	6.32	6.02	6.06	6.85	6.78
	氨氮	1.42	0.89	1.64	0.15	0.08	0.06	0.1	0.06
	总磷	0.66	0.27	0.4	0.01	0.06	0.05	0.12	0.07
	水质类别	劣 V	IV	劣 V	II	II	II	III	II
监测点编号		33	34	35	36	37	38	39	40
监测日期	项目	清西五结合河石洞村段	清西五结合河竹楼村	清西五结合河盈富大道	三坑镇陂车头村排灌渠	三坑镇松良村排灌渠	田心河田心村段	三丫海太平污水处理厂上游	三丫海横岗寮村
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	5.53	4.7	4.94	4.75	3.53	6.38	3.76	2.46
	氨氮	0.1	0.22	0.54	0.39	1.33	0.21	3.34	2.08
	总磷	0.1	0.13	0.15	0.12	1.5	0.17	0.48	0.82
	水质类别	III	IV	IV	IV	劣 V	III	劣 V	劣 V
监测点编号		41	42	43	44	45	46	47	48
监测日期	项目	马塘排涝太平镇门口岗	婆陂坑年丰村	马塘排涝马塘村段	竹留排坑太平镇年丰村	中南排坑南北村-清四公路	中南排坑裕兴村裕兴桥	中南排坑浦兴村	内坑河先锋桥
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	6.12	4.54	6.58	4.06	5.16	3.41	3.34	3.06
	氨氮	0.34	0.2	0.7	0.69	0.46	0.53	0.69	1.36
	总磷	0.22	0.23	0.48	0.47	0.26	0.28	0.36	0.36
	水质类别	IV	IV	劣 V	劣 V	IV	IV	V	V
监测点编号		49	50	51	52	53	54	55	
监测日期	项目	内坑河草塘村半石桥	黄塘排坑西沙乌冲村	山塘镇孔塘排草塘坑	迳口干渠低地村-清四公路	上山塘排坑西尾村	迳口干渠塘湾村大湾桥	迳口干渠山塘镇在龙村	
2022 年 6 月 13 日	溶解氧	3.23	2.76	2.58	4.59	1.72	4.37	5.66	
	氨氮	1.15	0.73	1.16	0.1	1.24	0.09	0.07	
	总磷	0.4	0.35	0.64	0.1	0.38	0.06	0.07	
	水质类别	V	V	劣 V	IV	劣 V	IV	III	

通过对上述漫水河流域内的 55 个加密监测点位与考核断面水质变化的相关性分析，推断对三青大桥和黄坎桥断面造成主要水质影响的排渠如下：

(1) 三青大桥汇水流域污染严重的排渠

漫水河三青大桥汇水流域共有：九牛洞水库出水、北坑截洪河、石陂坑、车头村排灌渠、松良村排灌渠等 5 条排渠汇入。其中污染严重的排渠为松良村排灌渠，为劣 V 类水质，松良村排灌渠定类因子均为总磷，浓度为 1.50mg/L；

(2) 黄坎桥汇水流域污染严重的排渠

黄坎桥汇水流域共有 21 个排渠，其中污染较为严重的有花压塘涝排坑、马塘排坑、竹留排坑、先锋排坑、中南排坑山塘镇马安村段、三丫海排坑、远征队排坑、黄塘排坑塘湾村段、上山塘排坑、草塘排坑等共 10 个排坑，均为劣 V 类水质，较上月相比劣 V 类水质排坑数持平。其中田心河本月为 III 类水质，符合 III 类水质要求，水质改善。

污染最为严重的排灌渠是：三丫海排坑氮氮浓度范围为 1.80-3.34mg/L，总磷浓度范围为 0.48-0.82mg/L，最高值分别超过 V 类标准 0.67 倍、1.05 倍；花压塘涝排坑氮氮浓度为 2.03 mg/L，总磷浓度为 0.75 mg/L，分别超过 V 类标准 0.015 倍、0.88 倍；马塘排涝坑氮氮浓度范围为 0.34~0.90 mg/L，总磷浓度范围为 0.22~0.67 mg/L，总磷最高值超过 V 类标准 0.68 倍。

4.1.2 现场调研分析

经现场踏勘及分析研判相关资料，漫水河及主要排渠加密监测年均水质在 2018~2020 年漫水河干流综合水质为 II~III 类，各排灌渠综合水质为 II~劣 V 类。

其中，部分排渠水质较好，28#九牛洞出水口、29#漫水河九牛洞、30#北坑截洪河大陂村、32#枫坑排坑三坑镇枫坑村倒望桥在 2019~2020 年两年的监测水质均为 II 类；5#四会罗源 1 号排灌渠、7#四会罗源 3 号排灌渠、11#清西运河茅舍岭在 2018~2020 年三年的监测水质均为 III 类；34#清西五结合河竹楼村朝阳桥、54#迳口干渠塘湾村大湾桥在 2019~2020 年两年的监测水质均为 III 类。

水质污染较为严重的部分排渠有：6#四会罗源 2 号排灌渠、13#下山塘排坑、14#迳口干渠上塘段、15#将军排坑松岗村、16#花压塘涝排坑、17#马塘排涝山塘镇马安村、18#竹留排坑三坑镇滘塘村、20#先锋排坑山塘镇马安村、21#中南排坑山塘镇马安村、23#三丫海山塘镇塘湾村、24#远征队排坑太平镇团结村、25#黄塘排坑山塘镇塘湾村、26#孔塘排山塘镇松岗村 2018~2020 年连续三年监测水质均为劣 V 类；36#三坑镇车头村排灌渠、37#三坑镇松良村排灌渠、39#三丫海太平污水处理厂上游、40#三丫海横岗寮村、43#马塘排涝马塘村段、44#竹留排坑太平镇年丰村、

47#中南排坑浦兴村、51#山塘镇孔塘排草塘坑 2019~2020 年连续两年监测水质均为劣 V 类。

其中，漫水河三青大桥汇水流域共有：九牛洞水库出水、北坑截洪河、石陂坑、车头村排灌渠、松良村排灌渠等 5 条排渠汇入。影响三青大桥断面水质的主要排渠为石陂坑四会罗源 2 号排灌渠、三坑镇陂车头村排灌渠、三坑镇松良村排灌渠。其中，污染严重的排渠为松良村排灌渠，为劣 V 类水质。

山塘水黄坎桥汇水流域共有 21 个排渠。其中污染较为严重的有花压塘涝排坑、马塘排坑、竹留排坑、先锋排坑、中南排坑山塘镇马安村段、三丫海排坑、远征队排坑、黄塘排坑塘湾村段、上山塘排坑、草塘排坑等共 10 个排坑，均为劣 V 类水质。其中田心河本月为亚类水质，符合 III 类水质要求，水质改善。

据现场调研勘探可以看出，主要存在的问题有以下三点：一是河道清理不及时，河道堆积大量水浮莲等水面漂浮物。如石陂坑汇入漫水河前上游、迳口干渠先锋排坑、婆陂坑年丰村段等存在大量水浮莲未清理，水浮莲腐烂导致水质下降或不达标；山塘内坑河有少量浮油、畜禽和鱼类尸体未清理，尸体腐烂导致水质下降或不达标。其中水浮莲问题最为突出，密布水浮莲的主要是一些径流量小的灌渠，特别是在枯水期时，水体流动性差，容易造成污染物沉积，污染物浓度高，水浮莲密布，阻碍了阳光照射，使得水体中降解污染的微生物难以生存，水体自然降解能力下降。二是侵占河道进行畜禽养殖仍然存在。如清西五结合河石洞村段上游有小型养殖场。还有部分养殖户直接在河渠上围圈养鸭鹅等畜禽。畜禽粪污中含有氮、磷等物质会造成河道水体的富营养化，严重影响河道的水质。三是农村生活污水直接排入河道，主要有厨房污水、生活洗涤污水和冲厕水等，这些生活污水中富含有机物，流入河道会影响河道水质，使河道水体富营养化，水中总磷、总氮含量增加，最后直接或间接地影响到水生物种的生存。而且，渗入地下水中也会影响附近村民的饮用水安全。农村生活污染源呈总体分散、局部组团式分布的特点，且农村地区普遍管理水平低，土地资源较为丰富，这些特点决定了城镇污水大规模收集集中处理工艺在农村地区不能适用。



图 4.1-12 山塘镇调研



图 4.1-13 山塘镇先锋排坑



图 4.1-20 山塘镇水产养殖尾水排入清西运河



图 4.1-21 灭螺坑水产养殖区



图 4.1-14 山塘镇水产养殖鱼塘调研



图 4.1-15 山塘镇水产养殖鱼塘



图 4.1-22 茅舍岭泵站



图 4.1-23 茅舍岭泵站调研



图 4.1-16 山塘镇水产养殖鱼塘旁养殖场



图 4.1-17 山塘镇水产养殖鱼塘进水口



图 4.1-24 清西运河



图 4.1-25 清西运河



图 4.1-18 山塘镇水产养殖鱼塘排口



图 4.1-19 山塘镇水产养殖鱼塘排渠



图 4.1-26 清新区太平镇调研



图 4.1-27 太平镇水产养殖鱼塘



图 4.1-28 太平镇养殖鱼塘排口



图 4.1-29 太平镇养殖鱼塘



图 4.1-36 中南排坑与三丫海交汇处



图 4.1-37 太平镇远征队排坑



图 4.1-30 太平镇三丫海



图 4.1-31 太平镇三丫海



图 4.1-38 塘湾桥



图 4.1-39 黄塘排坑



图 4.1-32 太平镇三丫海与远征队排坑交汇处



图 4.1-33 太平镇三丫海入河排污口



图 4.1-40 迳口干渠



图 4.1-41 石陂坑



图 4.1-34 太平镇远征队排坑



图 4.1-35 太平镇三丫海岸边畜禽养殖



图 4.1-42 养殖尾水处理一级过滤坝



图 4.1-43 养殖尾水处理弹性填料菌膜

4.1.3 主要污染源

根据清远市漫水河黄坎桥断面水质目标论证报告的污染源解析，污染源排放情况分工业源、农业面源、畜禽养殖、水产养殖、农村生活源、城镇生活源分别统计，按照污染源类别细分，三青大桥和黄坎桥控制单元内主要的污染源为农村生活源、水产养殖、农业面源和畜禽养殖源。

1、农村生活源

农村地区生活污水部分经过农村污水处理设施处理后排放。农村生活污水排放量根据农村常住人口和人均污水排放系数计算。参考生态环境部制订的第二次全国污染源普查《生活源产排污系数手册》的推荐值，计算得到漫水河流域各镇农村生活污水产生量。

根据清新区全域农村人居环境整治数据统计表，三镇共有 866 个自然村，其中 799 个自然村已完成农村生活污水收集，785 个自然村已完成农村生活污水治理（其中纳入城镇污水处理厂的 14 个，建设农村生活污水治理设施的自然村 771 个），见图 4.1-39，4.1-40。故漫水河流域农村生活污水治理率为 91%。根据已完成农村污水治理的自然村人口和人均污水排放系数，计算得到农村污水处理设施的污水处理量。

农村生活污水中总氮、总磷综合去除率参考系数手册推荐值，采用广东省污染物综合去除率取值分别为总氮 46%、总磷 48%。根据农村生活污水的处理收集情况和处理效率，计算得到农村生活污水各类污染物的去除量，最终计算得到漫水河流域农村生活污水排放量 206.93 万吨，农村生活源 COD、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 321.31 吨/年、42.21 吨/年、114.36 吨/年和 8.46 吨/年。三青大桥断面控制单元的农村生活源 COD、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 46.06 吨/年、6.68 吨/年、20.15 吨/年和 1.48 吨/年；黄坎桥断面控制单元的农村生活源 COD、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 275.25 吨/年、35.53 吨/年、94.21 吨/年和 6.98 吨/年。见图 4.1-40，4.1-41。



图 4.1-44 部分农村生活污水现场图

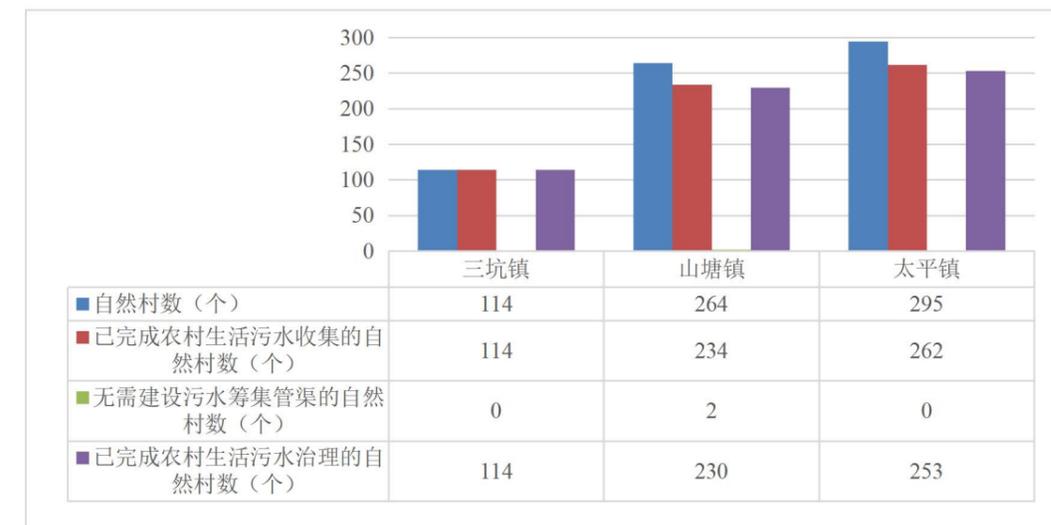


图 4.1-45 黄坎桥断面汇水区域农村生活污水收集和治理现状

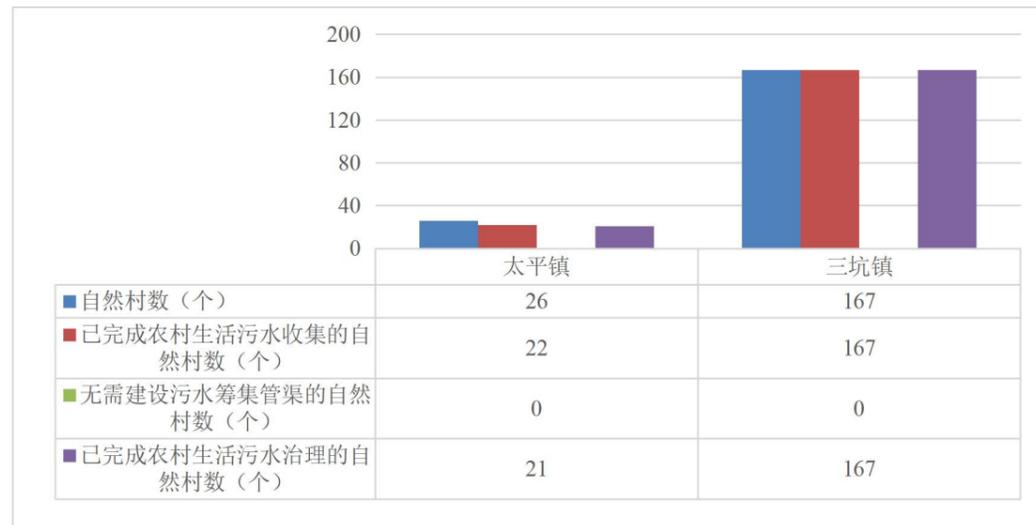


图 4.1-46 三青大桥断面汇水区域农村生活污水收集和治理现状

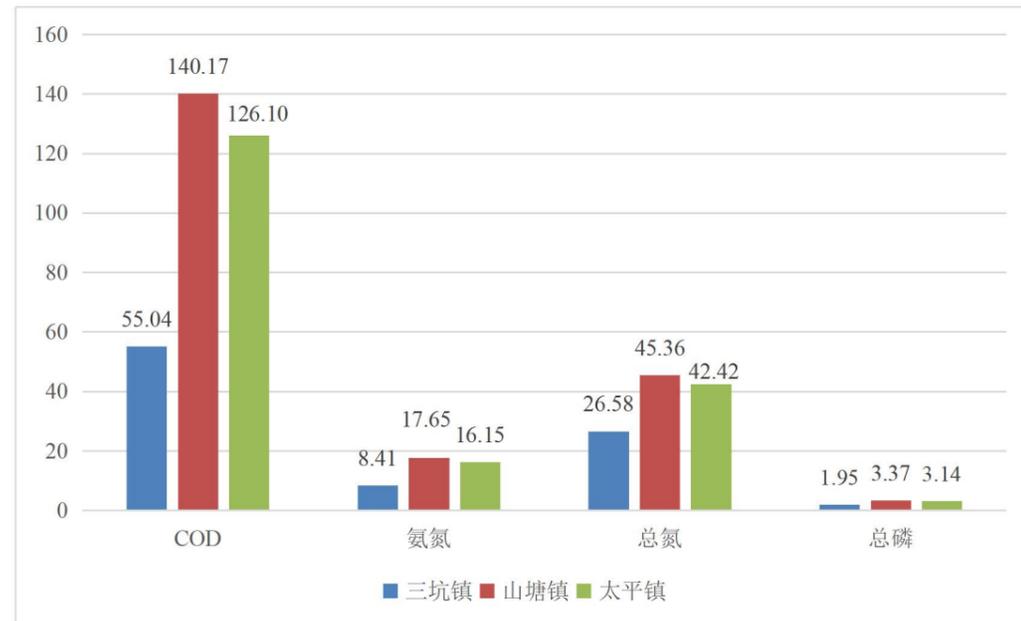


图 4.1-47 漫水河流域各镇农村生活污水污染物排放量 (单位: t/a)

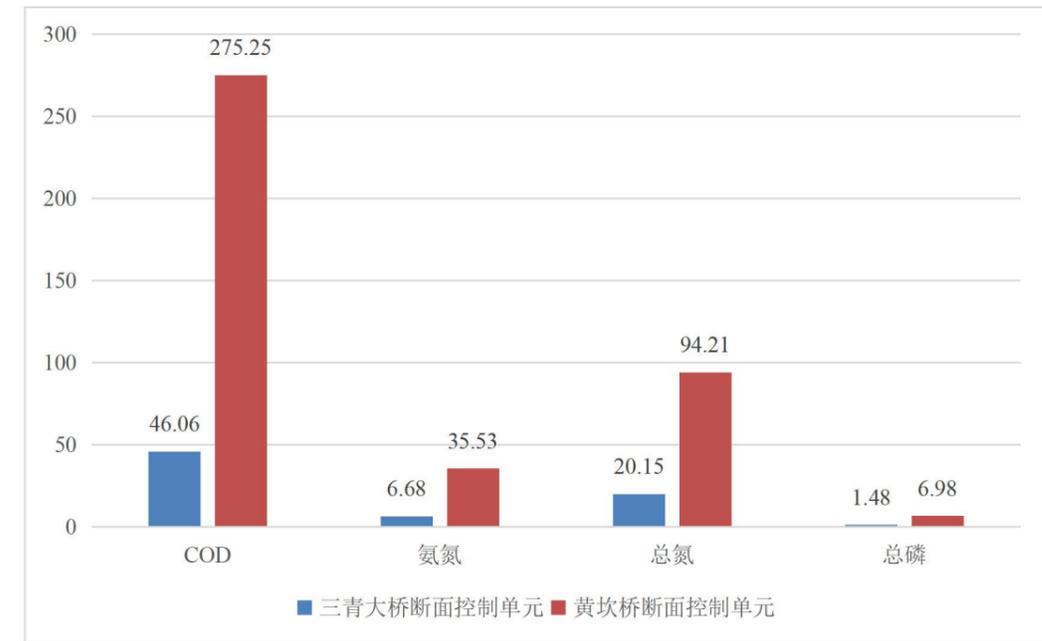


图 4.1-48 漫水河流域各控制单元农村生活污水污染物排放量 (单位: t/a)

根据现场踏勘和资料分析,发现农村生活污水治理存在以下问题:

(1) 农村污水处理设施未完全覆盖,部分设施未正常运行

未建设农村污水处理设施的自然村,仍旧通过农业排灌渠将生活污水直排入河。而且已建设污水处理设施的自然村也存在部分设施未能正常运行,存在“设施建成未使用,设施上被放置杂物”、“无明显进出水痕迹”、“管网未接通设施”、“管网已接通但无水流入”、“设施出水口存在明显水质污染”、“管网基本无覆盖”、“设施损坏”“管网破损”等问题。



图 4.1-49 农业污水直排入河



图 4.1-50 污水处理设施被掩盖

(2) 村民环保意识薄弱

大部分村民尚未有开展生活污水治理的意识,对环境污染带来的危害认识程度不够。农村生活污水如厨房用水,冲厕水等灰水直接排入河道,影响河道水质。另外,部分村民在河道边养殖畜禽,畜禽粪便直接排入河道,对河道造成污染。



图 4.1-51 河道边畜禽养殖

(3) 运维问题

尚未对污水处理设施进行专业运维；清新区尚未探索或者建立完善的运维管理体系，污水收集设施和处理设施保障性较差，污水处理设施难以长期有效、稳定地发挥相应的效益。



图 4.1-52 人工湿地内富营养化



图 4.1-53 设施周边杂草丛生

2、水产养殖

根据遥感解析数据分析，清新区漫水河流域鱼塘的面积为 40.83km²，主要集中在清西片区（山塘镇以及三坑镇、太平镇的南部平原地区）。根据清新漫水河流域池塘养殖实际情况选择传统水产养殖模式和特种水产养殖模式，其中养殖品种涉及桂花鱼、四大家鱼、黄骨鱼、鲈鱼、甲鱼、观赏鱼、麦鲮鱼等小鱼、小龙虾及其他。根据现场调研及 2021 年统计数据情况，漫水河流域水产养殖主要以桂花鱼、鱼仔及四大家鱼为主。以桂花鱼、麦鲮养殖为主，草鱼、鲢鱼、鳙鱼、罗氏虾等为辅，其中桂花鱼出货量约占广东省 30%。

根据 2021 年统计数据，清西片（山塘镇、三坑镇、太平镇）鱼塘面积 50239.43 亩，其中山塘镇 20768 亩，太平镇 15174.43 亩，三坑镇 13775 亩。主要以养殖桂花鱼为主，桂花鱼的养殖面积约 3.3 万亩（含饲料鱼面积），桂花鱼养殖业已成为支柱产业，四大家鱼 1.3 万亩，黄骨鱼、鲈鱼、甲鱼、小龙虾共计约 3000 亩，观赏鱼养殖面积约 400 亩。

表 4.1-9 漫水河流域各镇水产养殖产量

地区	桂花鱼	四大家鱼	黄骨鱼	鲈鱼	甲鱼	观赏鱼	麦鲮鱼等小鱼	小龙虾	其他	合计
山塘镇	6200	6320	800	0	300	200	6448	300	200	20768
太平镇	6624.55	3306	0	0	0	63.4	5060.48	120	0	15174.43
三坑镇	5993.5	3490	243	155	40	164	3446	243.5	522	14297
总量	18818.05	13116	1043	155	340	427.4	14954.48	663.5	722	50239.43

根据养殖水平的不同，目前主要可分为专业化养殖水平和散户养殖水平。

专业化养殖是指在养殖场布局、生产设施配备、良种选择、投入品使用、卫生防疫、养殖废水处理、塘水调节等方面执行法律法规和相关标准的规定，并按程序组织生产的过程。具有丰富的管理水平，抗风险能力强，单位产值高，善于根据行业最新科研成果，积极开发新模式、新产品。调研显示，清远市总体养殖水平相对较低，目前仅有清远市清新区日通畜牧渔业发展有限公司、清远市泓海渔业科技发展有限公司、清远市清新区文坚农业发展有限公司、清远市清新区宇顺农牧渔业科技服务有限公司、清远容海养殖科技有限公司、彭雪群、清远市清新区创新原农业发展有限公司、中粮养殖等 8 户养殖户属于专业养殖，占比 5.63%，专业养殖户的养殖面积基本在 100 亩以上。散户养殖采取传统的养殖模式进行养殖，资金薄弱，缺乏系统的专业知识，在养殖场、生产设备、良种选择、卫生防疫、池塘水调节等方面，无法形成固定的模式，抗风险能力较差。清西片区多为村民承包养殖，大部分均采取散户养殖模式，调研的 142 户养殖场中，有 134 家属于散户养殖，占比 94.37%。综合分析，清西片区的水产养殖水平总体较低，主要以散户模式为主，专业养殖户占比低。

根据养殖模式的不同，又可分为单一养殖和混合养殖两大类。

单一养殖，指每口池塘或养殖介质（网箱、陆基水箱等）仅进行单一品种的养殖，混合养殖则指每口池塘养殖两种以上种类的鱼类或者进行家禽和水产混合养殖的方式。水禽混合养殖是指鱼与禽类混合养殖的一种方式，水禽混合养殖可有效避免水中缺氧，家禽的粪便可以作为一部分鱼饵或者提供养料，提高藻类生长繁殖速度，为鱼类提供食物。部分鱼塘塘主采用传统投放畜禽粪便“肥水养鱼”的养殖方式进行鱼仔养殖，采用鹅、鸭等禽类简易棚舍搭建在鱼塘上面的传统养殖模式，依托禽类的粪便进行肥水，但问题是存在点多面广，粪便一般排泄入鱼塘无法收集，

难以实施资源化利用，易造成鱼塘内养殖水富营养化及大量底淤积的现象。因此，使用粪便进行投喂易通过鱼塘排水的方式进入河渠，进而影响漫水河水质。

据调研，发现水产养殖污染源存在以下问题：一是流域内水产养殖基数大分布广，专业户占比低，以散户养殖为主，行业整体养殖水平较低，养殖模式粗放落后，受成本等因素影响，在生产设施等硬件设施和塘水调节等喂养技术上有明显劣势，投入产出效率不高，流域内禽水养殖或肥水养殖的现象普遍（约占 20%），排放的尾水总磷浓度高，严重影响断面水质。二是大部分养殖户均未配套建设尾水处理设施，养殖尾水直排农田、排坑排渠现象普遍，鱼塘尾水排放时间集中，在河道天然来水较少的情况下，尾水集中排放直接造成区域水质总磷飙升，源头污染防控压力大。三是清西三镇水产养殖行业专业户占比低，池塘标准化改造程度低，大部分养殖户仍未完成传统渔业模式向生态养殖模式的转型升级，片区内水产养殖企业、村集体经济组织、水产专业合作社等规模化养殖户和散户差异化管理水平欠佳，养殖尾水治理设施未实现全覆盖，大量散户养殖户尾水仍可通过排灌渠直排入河，尾水排放缺少监管制度，干塘期尾水对治理设施冲击较大，尾水治理设施负荷较高。而且，分散型池塘养殖户养殖水平低，环保观念差，缺少尾水治理资金支持，大部分尾水均通过排渠直排入河，对河道水体影响较大。



图 4.1-54 畜禽粪便“肥水养鱼”模式

3、农业面源

根据生态环境部制订的《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》，农业源种植业污染物排放量采用产排污系数法来进行核算。业源种植业污染物排放量采用产排污系数法核算，等于农作物总播种面积、园地面积与相应污染物排放系数以及当年度种植业含氮化肥或含磷化肥单位面积使用量与 2017 年度种植业含氮化肥或含磷化肥单位面积使用量的比值（计算总氮和氨氮时用含氮化肥用量、计算总磷时用含磷化肥用量）相乘，计算得到漫水河流域农业种植氨氮、总氮、总磷排放量分别为 21.81 吨/年、174.83 吨/年、23.04 吨/年。其中，农作物总播种面积和园地面积采用山塘镇、太平镇和三坑镇上报的 2020 年各类农用地面积（包括水田、旱地、园地等）。农用地流失系数参考系数手册推荐值，农作播种过程氨氮、总氮、总磷流失系数分别为 1.465 千克/公顷、11.554 千克/公顷、1.619 千克/公顷，园地氨氮、总氮、总磷流失系数分别为 1.403 千克/公顷、12.995 千克/公顷、0.822 千克/公顷。

表 4.1-10 漫水河流域农业种植面源排放量

区域	类型	面积/亩	氨氮排放量 /ta ⁻¹	TN 排放量 /ta ⁻¹	TP 排放量 /ta ⁻¹
山塘镇	农作物播种	105183.6	10.273	81.023	11.353
	园地	3317	0.31	2.874	0.182
太平镇	农作物播种	62548.04	6.109	48.181	6.751
	园地	13667	1.278	11.841	0.749
三坑镇	农作物播种	34602.23	3.38	26.654	3.735
	园地	4910.865	0.459	4.255	0.269
	合计	224228.77	21.81	174.828	23.04

4、畜禽养殖源

畜禽养殖业可分为规模化养殖与散养两大类，前者具有点源的排放特征，而后者则可归属为非点源。根据《广东省规模化畜禽养殖场（小区）主要污染物减排技术指南》的定义，规模化畜禽养殖场（小区）是指“生猪≥500 头（出栏）、奶牛≥100 头（存栏）、肉牛≥100 头（出栏）、蛋鸡≥10000 羽（存栏）、肉鸡≥50000 羽（出栏）的养殖场”。根据《畜禽养殖业污染物排放标准》（DB44613-2009），对具有不同畜禽种类的养殖场和养殖区，其规模可将鸡、鸭、牛等畜禽种类的养殖量换算成猪的养殖量。”按照上述分类标准将漫水河流域的畜禽养殖归类。根据生态环境部制订的《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》，畜禽养殖业污染物产生量和排放量采用产排污系数法核算。污染物产生量等于养殖量乘以产污系数，污染物排放量等于养殖量

乘以排放系数。系数手册给出了生猪、肉牛、蛋鸡和肉鸡的产排污系数，对于没有给出系数的畜禽种类，则按照《畜禽养殖业污染物排放标准》的换算比例，换算成猪当量后进行估算。

根据山塘镇、太平镇和三坑镇上报的 2020 年畜禽养殖统计数据，漫水河流域内存在水禽混养的情况，该部分畜禽养殖产生污染物排入进入鱼塘，故列入水产养殖污染源计算，不纳入畜禽养殖污染计算。根据山塘镇、太平镇和三坑镇上报的 2020 年畜禽养殖统计数据，按照产排污系数的方法，计算得到漫水河流域畜禽养殖 COD、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 3230.81 吨/年、42.59 吨/年、207.46 吨/年、52.18 吨/年。

表 4.1-11 漫水河流域畜禽养殖污染源排放量

区域	COD 排放量/ ta ⁻¹		TN 排放量/ ta ⁻¹		氨氮排放量/ ta ⁻¹		TP 排放量/ ta ⁻¹	
	总排放量	其中生猪	总排放量	其中生猪	总排放量	其中生猪	总排放量	其中生猪
山塘镇	1721.64	159.82	110.56	10.79	25.75	1.95	28.28	2.74
太平镇	1151.88	251.98	73	16.95	13.11	3.04	17.89	4.34
三坑镇	357.28	69.64	23.9	4.74	3.73	0.87	6.02	1.18
合计	3230.81	481.44	207.46	32.48	42.59	5.87	52.18	8.25

4.2 核心问题

4.2.1 水产养殖与农村生活污水排放存在时空重叠倍增效应

在龙舟水季节，气温偏高，高温期是鱼类生长的黄金时期，投喂量会随有所增加，鱼类排泄随之增多，残饵累积，易导致池塘水体富营养化。当暴雨来时，会导致池塘底层溶氧偏低。池塘水体藻相、菌相失衡，藻类大量死亡甚至倒藻；另一方面池塘底部耗氧增加，池底的残饵、动植物尸体等有害物质泛起，生物耗氧量上升，加剧了池塘缺氧状态，导致池塘内各种有毒有害物质加速释放。大暴雨容易造成鱼塘溢流，将污染物排入河道。而且，漫水河流域的养殖鱼塘呈现连片集中的特点，大范围的养殖鱼塘尾水排放会对河道造成极大的污染负荷，使污染物的排放呈现出时空重叠倍增效应，导致源头污染防控压力大。

在农村污水处理方面，现有的部分污水处理设施也存在因管理维护不当而未能有效运转、部分废弃设施不能运转的问题，给生活污水的收集和集中处理带来难度。区域农村居民居住分散，也导致了污水排放点多面广，排放的污水中带有大量有机物、悬浮物和微生物，村内现状排水管网缺失，大部分未经处理就直接排入附近河道、溪沟或者低洼处，对水体和环境产生严重的影响。而且，由于部分管网建设较早，规划存在不合理的情况，使得农村没有完善的排水排污管网，雨污分流没有完全实现，在雨季，部分雨污水混合后直接排入水体，造成水体的污染。

4.2.2 雨季面临较严峻的水环境排放压力

根据漫水河巡查技术报告，在水产养殖方面，很多养殖户在鱼塘内投入大量的畜禽粪便，这种简单粗放的水产养殖方式，造成了清西三镇片区的鱼塘普遍存在污染物浓度大，富营养化严重的问题，此外，当地没有引进相关的鱼塘尾水处理设施，使得在雨季的时候，会有大量的养殖尾水排入河渠中，对漫水河流域环境造成严重的影响。

在畜禽养殖方面，部分片区的畜禽养殖场缺少完善的雨污收集和处理设施。因此，在雨天时，雨水夹杂地面上的粪污直接流入河渠，对河道水质造成较大污染。

此外，流域内的河道穿越村庄、鱼塘、市场等。在雨季，道路的初期雨水、农田的农药化肥等污染物，通过地面漫流的方式流入河道，严重影响河道的水环境安全。而且，流域河网错综复杂，水产养殖基数大，分布广，鱼塘溢流形成的雨污水也会顺势排入附近河涌，污染河道水质。

4.2.3 用地紧张，水环境保护用地捉襟见肘

我国在农村经济发展、农民收入大幅度提高的同时，由于农民缺乏保护环境意识，对环境的危害认识不足，在利益的驱动下，人们更看重发展经济，忽略了环境带来的危害。因此，大部分村民环保意识薄弱，尚未形成开展污水治理的意识，对环保建设工作支持力度低。大部分村民会倾向将污水直接排放到屋外的河道中。通过对漫水河流域的现场踏勘，一些污水处理设施被放置杂物，导致处理设施荒废。而随着乡镇的改革进程，土地征用政策的实施使得土地大幅减少，农民也开始对征用土地更加敏感。

传统的三池两坝尾水处理系统占地非常大，在用地紧张的情况下，三池两坝的建设只能通过征用或租用村民的鱼塘来实现。而部分群众对于污水治理工作抱有较大的疑虑和不信任，对农村污水处理设施建设持有反对意见，所以征用土地进行水环境保护建设难度较大。因此，土地的制约，使得水环境保护用地捉襟见肘。

4.2.4 涉水统筹建设及管理难度大

现有的农村水环境管理机制存在诸多问题。一些应由中央负责的事务，交给了地方；一些适宜地方负责的事务，中央承担了较多的责任；中央和地方职责交叉重叠、共同管理事项较多。尤其是在涉及一些跨流域、跨区域的水环境事务时，相关主体责任关系纠葛，责任承担机制难落实，甚至出现责任主体缺位，导致水质改善目标难以实现。二是农村水环境管理体制不顺、机制不健全。农村水环境管理涉及环保、水利、农业、住建、卫生等多个部门，部门职能交叉、未形成统一监管体制。如中央财政支持的农村水环境治理项目，有环保部门的“以奖促治”项目，水利部门的农村饮水安全工程，农业部门的乡村清洁工程，卫生部门的城乡环境卫生整治行动等。水系按照流域自然地貌分布，在现行按照行政区管理方式下，水环境管理成效必然达不到预期目标。目前尚未建立部门数据信息共享和统一发布制度，也未建立对地方政府的奖惩机制，未能充分调动各级政府保护农村水环境的积极性。

因此，本工程统筹各个部门，紧密结合生态环境管理体制改革创新、城镇化推进、农业农村转型发展等宏观政策予以统筹谋划，努力构建责任明晰、执行有力、高效运作、奖罚分明的农村水环境治理体系，这已成为当前迫在眉睫、利在民生的要事。

4.3 工程目标

4.3.1 目标原则

由于水产养殖池塘尾水和农村生活污水大多是通过流域内的小排渠，最终汇入漫水河流域内的水系，本项目拟对漫水河流域支流的排渠水进行收集治理，在枯水期对排渠水进行治理，丰水期收集治理一定的排渠水，为不影响行洪排涝，允许部分排渠水溢流外排。

通过项目的实施，加强漫水河清远段的针对性治理和修复，漫水河水体水环境质量持续好转，改善支流排渠水生态，通过治理和修复区域的水产养殖尾水污染，削减污染物，总磷出水指标直排漫水河淡水养殖不高于 0.5mg/L，其他非敏感区总磷出水不高于 1.0mg/L，支持三青大桥断面水质达到 II 类，黄坎桥断面水质达到 IV 类目标。满足《水污染防治行动计划》、《广东省水污染防治行动计划实施方案》和《清远市水污染防治行动计划工作方案》、《广东省环境保护厅关于调整漫水河水水质考核断面的通知》、关于进一步加强漫水河污染防治及水质监测工作的通知》的考核要求。

4.3.2 考核目标

清远市自 2016 年 11 月起开始对漫水河三青大桥、漫水河支流山塘水黄坎桥断面进行检测。根据《广东省环境保护厅关于调整漫水河水水质考核断面的通知》（粤环函〔2018〕203 号）和《广东省环境保护厅关于进一步加强漫水河污染防治及水质监测工作的通知》（粤环函〔2018〕998 号）文件，确定三青大桥断面、黄坎桥断面作为清远市的漫水河考核断面。根据《清远市漫水河水体达标方案技术报告》及《广东省 2020 年水污染防治攻坚战工作方案》（征求意见稿）中有关要求，考核目标为漫水河三青大桥断面 2022-2025 年稳定保持 II 类；黄坎桥断面 2022-2023 年力争达到 IV 类，2024-2025 年稳定保持 IV 类。

表 4.3-1 漫水河流域水质常规监测断面情况一览表

河流名称	断面名称	汇入水体	断面控制级别	2021 年水质状况	2022-2023 年水质目标	2024-2025 年水质目标
漫水河	漫水河三青大桥	三坑镇陂头村三青大桥	省考	III类	II类	II类
漫水河	山塘水黄坎桥断面	佛山市三水区南山镇黄坎桥	省考	V类	IV类	IV类

第五章 系统方案及工程措施比选

5.1 系统方案层面

5.1.1 系统方案原则

针对漫水河流域的污染总量、水体特征、建设条件，兼顾近远期目标，“因地制宜”提出适合漫水河流域水生态环境整治原则。

(1) 明确目标，整体规划。科学诊断流域水生态环境污染情况及其形成机理与变化特征，结合污染源、水系分布和水资源循环等情况，合理制定流域水生态环境的整治目标、总体方案和具体工作计划。

(2) 因地制宜，标本兼治。针对流域水生态环境的污染问题成因、自然人文环境条件和地区经济发展水平，综合应用控源截污、内源治理、生态修复、生态扩容等措施，消减漫水河下游流域的污染环境负荷，保证流域省控断面达标。

(3) 生态优先，因势利导。尽量保持原有流域生态结构和自然生物群落及其栖息地，尽量保持河流的自然地貌特征。因势利导，尽量减少对周围环境的影响，注重生态协调性。尽量减少人工干预和运行维护的成本。

(4) 环境改善，长效保持。多渠道科学构建流域水循环系统，改善水动力条件，修复水生生态系统，提升水体自然净化能力，实现漫水河流域水生态环境持续改善。

(5) 收益最大化。根据当地的经济情况，选择经济合理的处理工艺，对周围环境的影响降到最低。污染治理与景观结合，在收获碧水的同时创造美景。

5.1.2 流域水生态环境整治系统方案

流域水生态环境整治思路总体来说是，根据一个流域或区域的自然环境和自净能力，把污染物负荷总量控制在自然环境的承载能力范围之内。现阶段国内外科学的流域水生态环境治理有以下几种思路：

(一) 基于排放浓度控制的系统方案

我国的流域水环境治理是以对流域内污染源排污口排除污染物进行浓度控制开始的。该系统方案以浓度控制为核心，通过规定污染源排污口所排放的物质浓度限制方式，对流域内污染活动进行控制，其核心内容为国家环境污染物排放标准。

从70年代初，我国开始对流域内污染源的污染物实行浓度控制，以国家的颁发“工业三废”排放试行标准为依据，运用经济手段控制污染，提出了排污收费制度，主要是着眼于污染物排放

浓度。该方法实施简单，管理方便，但在污染控制实践中，表现出没有有机联系环境受体质量要求，无法排除污染源以稀释手段降低污染物排放浓度等严重缺陷，因而当污染源分布密集，污染物排放数量较大时不能有效控制污染。大量的工程实践证明，仅对流域内污染源实行排放浓度控制，是无法达到确保流域水生态环境质量改善的目的。因此，该治理思路，不适用于漫水河水生态环境治理项目，在此不展开系统的阐述。

(二) 基于目标总量控制的系统方案

流域水生态环境目标总量控制系统方案（以下简称“总量控制系统方案”）是以浓度控制为基础的治理思路的一次重大改进，更具综合性和系统性，也更符合市场经济体制。该系统方案具有总量控制与环境质量的对应关系更明确、可执行性更高、降低了污染控制成本、实施效果更加严格和更加适应政策变化和市场环境等优点。

总量控制系统方案的实施是一项系统工程，应当从两个方面着手促进总量控制的实施：一是立法与配套政策的建设；二是实施技术的建设。总量控制可划分为3个层次，从区域的面积大小依次为：国家总量控制、省级总量控制和城市总量控制，以城市总量控制为核心。相应的总量指标分别称为国家总量指标、省级总量指标和城市总量指标。

环境质量标准是在一定的经济社会条件下，能够保护人体健康的环境污染物浓度值。环境质量标准与本底值的差值，再考虑到消纳空间和自净能力，得出来就是整个区域的环境污染物总容量，即允许社会所有排污者所能够排放到环境中的污染物的量。这个总容量可通过一定的政策手段分配到每一个污染源，从而构成了总量控制、标准控制的政策体系。污染物排放总量是按照浓度乘以流速得到的排放总量来对污染源进行控制，对于一个地区来说就是所有污染源排放量的总和。但是在不具备监测条件的情况下，一个污染源的污染物排放总量也可以采用排污系数法、物料衡算法等方法来计算。

即区域总量=（环境质量标准 - 环境本底值）* 污染物消纳空间 = Σ 污染源排放总量 = Σ （污染物排放浓度 X 排放速度 X 排放时间）

综上所述，总量控制系统方案包含3方面的内容，一是排放污染物的总重量，二是排放污染物总量的地域范围；三是排放污染物的时间跨度。其中总量控制是指以控制一定时段内一定区域中“排污单位”排放污染物的总重量为核心的流域水生态环境管理方法体系，是根据水体使用功能要求及自净能力，对污染源排放的污染物总量实行控制的管理方法，基本出发点是保证水体使用功能的水质限制要求。

现阶段，总量控制系统方案仍是我国流域水生态环境治理的主要思路。在中共中央十三五规划建议中的指出「以提高环境质量为核心，实行最严格的环境保护制度，形成政府、企业、公

众共治的环境治理体系。」，指向性更加明确，也围绕环境质量构建了一整套政府考核和追责制度。

自“九五”以来，实施污染物排放总量控制已成为我国水生态环境保护工作的重要内容，在水生态环境管理中“总量控制”工作力度的加大，有效遏止了我国水生态环境不断恶化的趋势，使重点区域和流域的环境质量有了明显的改善和提高。但随着我国水环境总量控制工作的全面展开，一些需要正确认识和处理的问題也陆续出现。

（1）污染物允许排放量的分配方式在原则上存在缺陷

污染物排放总量控制的污染物允许排放量分配方式有很多种，但是基本上都基于三条原则来制定分配方式，这三条原则分别是：等比例分配原则、费用最小分配原则和按贡献率削减排放量分配原则。但是这三条原则都存在着缺陷，其中：等比例分配原则是一种在承认排污现状基础上比较简单易行的分配方法。该分配原则前提是承认排污现状，而一个公平的分配方法应基于充分考虑历史责任的基础上得出的。费用最小分配原则由于费用最小分配原则只追求社会整体效益最大，忽略了各排污者之间的公平性问题，在工程实践中不可避免地造成污染治理效率高，边际治理费用低，管理得力的污染源负担更多的削减量。允许排放量分配的不公平不利于企业在平等的市场交换条件下开展竞争，严重挫伤企业防治污染的积极性，激发企业的抵触情绪，从而导致规划方案难以落实、

贡献率削减排放量分配原则是按各个污染源对总量控制区域内水质影响程度的大小，按污染物贡献率大小来削减污染负荷。对水质影响大的污染源要多削减，反之则少削减。这种分配原则在一定程度上体现了每个污染源平等共享水环境容量资源，同时也平等承担超过其允许负荷量的责任的公平性。但是它不涉及不同行业污染的特点及污染物排放规律，因此在实际应用中存在一定的困难和阻力。

（2）实际研究缺乏可操作性，难以落地

根据已有的水环境污染物总量控制工程案例，现阶段工程案例以治理效果最佳为目标，以现有水文条件为设计条件，以最小水环境容量为限制，简单机械的对排入水功能区的污染源进行污染负荷削减分配，也不能完全满足水环境污染物排放总量控制的要求，不能从客观上实现整体效益最优。且很少同时考虑到“满意性”准则和“公平性”准则等事关优化方案是否方便实施的原则，即未能从多角度设计优化方案，致使设计的方案缺乏可执行性，难以落地。

综上所述，面对我国流域内污染河流众多，污染类型复杂，污染来源多样等情况，当前简单的总量控制管理体系无法准确诊断污染河流水环境问题。

（三）基于水环境容量控制的系统方案

从 20 世纪 70 年代以来，欧美等许多发达国家针对本国水污染状况相继开展了水质管理技术的研究，如美国的每日最大污染负荷（Total Maximum Daily Load，以下简称 TMDL）计划，欧盟莱茵河总量控制管理，以及日本东京湾、伊势湾及赖户内海等流域的总量控制计划等。其中以美国 TMDL 计划最具代表性，该计划经过 30 多年的改进和发展，逐步形成了一套完整系统的总量控制策略和技术方法体系，有数万个成功案例做支撑，成为美国确保地表水长期稳定达到水质标准的关键手段。

对于 TMDL，主要是指结合水质标准的条件，水体可以承受的污染物的最大日负荷量，其中，分析的因素主要包括安全临界值和季节性变化等，而且还要将污染负荷核算、安全余量等考虑进去。结合 TMDL 计划，要积极开展具体污染区和识别工作，充分掌握土地利用情况，而且在具体区域点源和非点源地区中，根据其污染物浓度，要加以有效控制，促进整个流域内流域管理计划的顺利执行和实施。在 TMDL 的具体内容中，首先，对于没有达标的水体和用途，要进行标注，并对水体加强优先治理排序；其次，对危害水体的污染物和污染源类型、数量进行明确；最后，结合水体的实际用途，对最大允许污染负荷、点源与非点源的实际负荷等进行确定。

结合美国法律法规可以看出，TMDL 的要求比较多，要求设计的应用水质标准，具有高度的可获得性和可维持性，而且要对背景污染贡献、临界径流条件、季节变化、安全余量、受公众参与等方面的影响进行深入分析。结合 USEPA 发布报告进行分析，已经明确了 TMDL 计划的关键点，比如提高技术支持、改进水体和水质模式、水体修复等，确保监测工作与评估的科学标准相一致和协调。TMDL 计划在经过验证以后，是重要的水环境管理技术之一，对于恢复和维持水体的物理、化学性质具有极大的帮助，而且还可以保证生物的完整性，满足水生态系统的保护需求，尽可能与国际水环境管理技术趋势保持一致性。

我国从第九个五年计划开始正式将污染总量控制和减排纳入环境保护五年规划，实施的是以行政单元为基础的目标总量控制，没有将污染物削减与受纳水体的水质联系起来。主要体现在污染削减与水质改善之间的相关关系理不清楚。从第十一个五年计划开始，环保部开始推动“目标总量控制”向“容量总量控制”转变，以减少负荷削减目标确定的主观性和盲目性，尝试基于水质目标管理为导向的河流治理模式。

TMDL 控制的核心思想是根据水环境容量确定需要削减的污染负荷，并将削减任务分配到各个污染源，通过将进入水体的污染物削减到环境容量所能允许的范围内，使受损水体逐步恢复并达到水质标准。TMDL 系统方案的实施过程大体包括以下流程：（1）受损水体识别；（2）优先等级确定；（3）TMDL 计划制定；（4）污染控制措施实施；（5）污染控制措施效果评估。

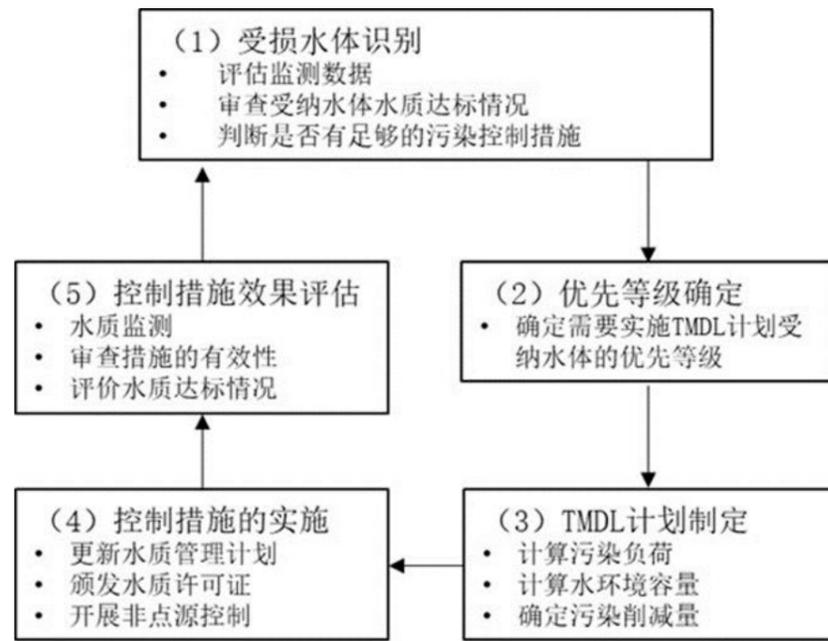


图 5.1-1 TMDL 系统方案实施流程

TMDL 是一套科学的管理体系，在美国是清洁水法规定的一项水质控制制度，描述了如何恢复受损水体的计划，对已经鉴别出的受损水体在保证水质标准的情况下，能够接收污染物的最大日负荷量。可以简单地用下列公式表达：

$$TMDL = WLA + LA + MOS$$

其中 WLA 是 Waste Load Allocation，相当于点源污染负荷的分配，如污水处理厂的尾水排放，雨污合流溢流排放，未经处理的雨水排口排放。LA 是 Loading Allocation，等于面源污染负荷的分配，主要包括雨水径流、农田排水、水产养殖尾水等。MOS 是 Margin Of Safety，等于安全临界值，是为了应对一些不确定因素的影响，可以通过一些保守的假设或者预留一部分负荷安全起见。所以 TMDL 就是点源加面源加安全临界值。

5.1.3 系统方案比选论证

根据漫水河流域的污染源调查、地形地貌特点以及现状水生态环境分析，本次可研选取基于水环境容量控制的系统方案，制定出一套工程与管理相结合逐步达到漫水河流域长制久清的最佳途径。

(1) 目标与原则

针对漫水河流域水质污染问题与治理需求，开展污染问题诊断与成因分析；结合流域自然空间单元与行政管理单元，划分流域多级分类控制单元（如连片养殖大户、连片养殖散户、分散养殖、农村污水直排村落等），识别控制单元内重点污染源及重点控制区、排放负荷及时空分布特征，建立流域多级分类控制单元体系；建立适宜当地水文情势（雨季、旱季）、污染排放特征（尾

水排放规律和主要污染物）、本土精准参数化定制的流域污染负荷模型与河湖通用的水动力-水质模型；根据流域水质目标管理要求，选择流域污染物优化分配及处置技术（如生态沟渠、三池两坝、湿地、一体化设备、其他新技术等），制定研究区域水环境容量核定与污染负荷分配方案，并在重点支流典型流域开展应用，为水质改善提供技术支持。

(2) 重点任务

(a) 流域污染源及其排放的时空变化调查分析

基于研究区气候、水文和水环境等调查和数据收集，分析干流及主要支流各河段的多年入河及河流水文动态，对流域水文、水环境、陆源污染排放类型以及河段水文水环境特征进行分类，识别子流域内重点污染源及排放负荷特征（主要是尾水排放特征、农村污水直排特征及其他农业面源污染入河特征），确定流域污染负荷入河污染物负荷量，通过水动力-水质模型来分析主要污染物入河污染物浓度和负荷变化规律。

(b) 分类分级污染控制单元划分与技术选取

在流域水环境质量综合调查与分析的基础上，为保证考核断面达标，建立基于鱼塘、支流排口等主要污染源为核心的流域多级分类控制单元。根据漫水河流域水污染防治规划等水质达标要求，结合流域水质恢复及改善目标、水质受损程度及其时空差异化特征，制定不同污染物分级单元污水处理的技术路线及处理工艺。

(c) 水质管控平台

针对漫河流域干流及支流地貌形态、水动力条件复杂特点以及人工调控、断流、非常规水源补给以及各种水工建筑物等影响，耦合水动力过程与污染物在河道中迁移转化过程，构建基于鱼塘和排口等控制单元污水排放特征、水质处理技术效率的河湖水动力-水质模型，模拟河流的水动力、水质变化规律，分析和预测河流水质动态变化，量化入河污染物排放量与河道断面水质的响应关系，根据考核断面的水质要求，针对水质处理设施设置不同的运行工况，优化尾水排放的时间、空间及总量，建立控制单元的排放许可证制度。

(3) 方案比选

目前大多数河道水环境治理采用的系统方案基本上都是基于特定处理技术，最典型的的就是控源→截污→清淤→活水→护坡→生态修复。事实证明基于特定技术的水环境治理方案无法达到河道长制久清的目标。最典型的案例就是深圳的茅洲河，该河道治理花费了200亿元，采用黑臭河流快速监测方法、评价标准与预警；河流外源污染管控技术；污染河流水力调控技术；黑臭水体原位水质改善技术；污染底泥环保清淤-处理处置-资源化及原位修复技术及城市河流生态修复与景观提升技术。但当暴雨来临，茅洲河立刻“返黑”，关键失误在于没有建立控制单元的污染负

荷排放量，忽略了排口溢流与茅洲河水质的响应关系。

根据漫水河流域污染源的调查，氨氮和总磷为污染物总量的控制因子。氨氮的主要来源是生活污水（58%），畜禽养殖（17%）和水产养殖（15%）。总磷的主要来源是水产养殖和畜禽养殖，分别为45%和29%。因此根据TMDL的分配原则，要根据考核断面的水环境容量，河道水动力，水文特征等要素，将污染因子的削减负荷合理地分配到每一个控制单元及排口，再制定每一个控制单元应该采用哪些技术手段，例如连片鱼塘采用集中式处理，分散式鱼塘采用移动式一体化处理，农村污水分散处理，排口溢流生态处理等，这些处理工艺的效果必须建立与水质响应的一一对应关系，通过水质管控平台进行设定工况的动态管理及应急处置，如桂花鱼收获季节排水量大增，需要调度移动式处理设备支援等。基于水环境容量的系统方案的优点如下：

- 1、污染负荷削减分配合理，不会造成企业的抵触情绪，不会挫伤企业配合环保的积极性
- 2、工程实施前，对项目的方案进行效果评估和设计优化，确保项目的方案和工程量为最佳选项
- 3、工程实施后，对项目的建设进行绩效考核，确保投入的工程量能够达到水质考核目标
- 4、动态管控各种运行工况，随时发现解决问题
- 5、建立了水质处理技术和治理方案与河道水环境改变的响应关系，通过这个关系可以优化投资和处置方案
- 6、为河长制提供了有效的管理工具和抓手

5.2 技术措施层面

根据第四章现状问题分析结果，本次综合整治工程根据保护水生态、改善水环境、保障水安全、涵养水资源等总体要求和现状存在的问题，按照源头保障、过程控制、系统治理的思路，提出漫水河流域水环境治理工程、集中连片池塘标准化改造等面源污染防治工程；太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程；先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道等生态扩容工程；水质自动监测等环境监管工程。

本设计以修复水生态、改善水环境、提升水景观、保障水安全为目标，通过农渔业面源污染治理、城镇生活污水源头治理、河道岸线改造及生态扩容、环境监管制度建设等四个方面对漫水河流域内河道进行水生态环境综合整治。

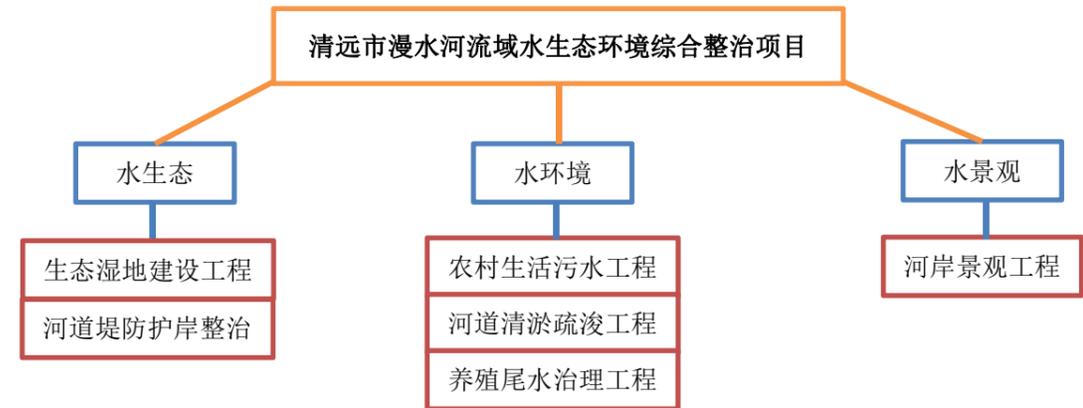


图 5.2-1 项目技术路线

为达到漫水河流域控制断面水质要求，考虑建设以下工程项目：

(1) 源头治理工程项目

1) 太平镇镇区配套污水管网建设（二期）

2022 年底前，完成太平镇镇区市政排水管网专项规划，对现状合流管进行截污，制定太平围村、北闸街、富民北路、太秦路、县道 369 片区生活污水末端管道建设分步实施计划。目前已实施一期部分管网。2023 年~2025 年底前，需完成太平围村、北闸街片区等全部末端管道建设。该部分内容投资约 2000 万元，作为二期项目列入本项目。

2) 太平镇污水处理厂管网清淤修复工程

完成太平镇污水处理厂干管清淤排查，明确清水混入、管网破损、管井淤积位置，在规定期限完成太平镇 354 省道、太平路、369 县道、三鸟市场、盛世大道、商业街等区域 18 处共 2.09 公里的清淤修复工作。该部分内容投资约 1500 万元，列入本项目。

3) 太平镇老旧管网和雨污合流管道改造

对太平镇镇区雨污混接、错接管网实施分流改造，对水量大、浓度低的截污片区和雨污混排口进行改造。该部分内容投资约 1500 万元，列入本项目。

(2) 面源污染防治项目

4) 清远市漫水河流域水环境治理工程

为实现省考断面水质达标，2022 年 8 月 31 日四家投标单位进行清远市漫水河流域水环境综合整治项目可行性研究评审。方案对漫水河流域分片区建设公共尾水处理设施，采用生态沟渠、三池两坝、高效介质过滤器、湿地等工艺对鱼塘养殖尾水、农村沟渠排水进行处理，54 处自然村采用村级增强型化粪池处理生活污水。根据评审意见及各相关单位意见，增加了处理范围及智

慧平台建设的内容，设备保养期延长至3年。

5) 集中连片池塘标准化改造

依据粤农函【2022】30号文，关于印发《广东省渔业绿色循环发展试点工作实施方案》的通知，以水产养殖尾水达标排放或循环利用为目标，分阶段实施鱼塘标准化改造。根据清远市农村农业局布置，2023年底完成11200亩鱼塘标准化改造任务，2025年底完成攻坚方案中的全部任务。该项完成后，省农业厅有部分奖补资金。但标准化改造内容较多，目前省农村农业厅虽已下达3000万专项资金，清新区农村农业局在竣工验收后，可以奖励补贴约2600元/亩。根据标准化改造的内容，投资估计约5000元/亩，建设资金仍有2400元/亩缺口，按11200亩计算需要增加2688万元的建设资金。

区农业农村局提出方案建议如下：农业农村局负责提供鱼塘升级改造的鱼塘主名单（含面积数）提供给湖北建科公司按鱼塘升级改造的内容设计并施工，区农业农村局、镇、村委、鱼塘主四级对工程进行验收，（以每个塘主为一个工程项目）验收合格后可划款到公司；对于超出3000万部分，建议国债资金项目中列支2688万元启动费用。

(3) 生态岸线改造及河道扩容项目

6) 清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程

项目位于三坑镇，治理河道长度5km。起点位于三坑温泉泉谷，终点位于汕湛高速三坑出口。生态保护2100m²，湿地空间11100m²，岸线改造18420m²。该项目投资约2077.74万元，列入本项目。

7) 先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程

清远市生态环境局清新分局原建议在内坑河十条支坑上分别建设节制闸，都属于应急措施，在整个流域治理之后将失去作用。考虑到生态扩容、湿地停留时间及灌溉需要，建议建设先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排三条支坑的节制闸工程。本项目投资1500万元，列入本项目。

(4) 环境监管项目

8) 水质自动监测站建设工程

清远市生态环境局清新分局建议在上山塘排坑、中南排坑、先锋排坑、马塘排坑、灭螺坑等5条流量较大且沿线池塘密集的排坑排渠汇入口处、石陂坑四会入境处增设微型水质自动监测站，监测总磷、氨氮等参数，便于漫水河流域水质监测。项目投资包括3年维护期约444万元，列入本项目。

整个项目建设过程中融入污染物总量控制的理念，遵循以水质达标为根本目的、以总量控制为技术基础、以排污许可为管理手段的水质目标管理理念，形成了由流域控制单元水环境问题诊

断、水质目标确定、污染负荷估算和解析、污染源-水质响应关系分析、容量总量分配、排污许可管理等核心技术组成的流域控制单元水质目标管理技术体系。改善漫水河流域河道水质情况，消减流域范围内由河道转输至下游流域的污染负荷，促进“漫水河—三清大桥”和“山塘水-黄坎桥”省控断面水质达标。

5.2.1 技术措施选择原则

漫水河流域水生态环境整治应按照“控源截污、内源治理、水质净化、生态修复扩容”的基本技术路线具体实施，其中控源截污和内源治理是选择其他技术类型的基础与前提。

漫水河流域水生态环境整治技术的选择应遵循“适用性、综合性、经济性、长效性和安全性”等原则：

(1) 适用性：地域特征及水体的环境条件将直接影响水生态环境整治的难度和工程量，需要根据水体水质污染程度、污染原因和整治阶段目标的不同，有针对性的选择使用的技术方法及组合；

(2) 综合性：流域水环境污染体通常具有成因复杂、影响因素众多的特点，其整治技术也应具有综合性、全面性。需系统考虑不同技术措施的组合，多措并举、多管齐下，实现流域水环境污染的整治；

(3) 经济性：对拟选择的整治方案进行技术经济比选，确保技术的可行性和合理性；

(4) 长效性：流域水环境污染通常具有季节性、易复发等特点，因此整治方案既要满足近期省考断面达标的目标，也要兼顾远期水质进一步改善和水质稳定达标；

(5) 安全性：审慎采取投加化学药剂和生物制剂等治理技术，强化技术安全性评估，避免对水环境和水生态造成不利影响和二次污染；采用曝气增氧等措施要防范气溶胶所引发的公众健康风险和噪音扰民等问题。

5.2.2 农业面源污染治理技术措施比选

农业面源污染是指农村地区在农业生产过程中产生的、未经合理处置的污染物对水体、土壤和空气及农产品造成的污染，主要包括化肥污染、农药污染和畜禽粪便污染等，来源主要是农业生产过程中不合理使用而流失的农药、化肥、残留在耕地中的农用薄膜和处置不当的农业畜禽粪便、恶臭气体以及不科学的水产养殖等产生的水体污染物。

(一) 农业面源污染治理技术选取原则

漫水河流域农业面源污染主要分为区域地表径流、种植业、养殖业三大污染类型。

由于漫水河流域的淡水鱼塘养殖面积巨大，大部分集中分布在内坑河及其一级支渠沿岸，形成了淡水鱼塘集中连片养殖区，污染排放存在时空重叠倍增效应。根据第四章现状问题分析结

果显示,水产养殖尾水污染排放对漫水河流域水生态环境总磷超标的贡献程度较高,需对水产养殖尾水进行专项处理,相关内容特列专章进行比选。

在清远市《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》中,清新区在 2017 至 2019 年采用养殖场清理整治、农业生产结构和技术优化和农药、化肥用量控制等源头控制措施。

因此本章节仅针对区域地表径流、种植业、畜禽养殖业三大污染类型,采取过程拦截和末端治理的治理措施进行农业污染源治理技术比选。

(二) 农业面源污染原位治理技术

(1) 强化缓冲隔离带

净化原理:沿农田构建生态沟渠。利用现状灌溉沟渠,打造滞留净化型生态沟渠防线,通过渠内水生植物的拦截、滞留、吸附作用,消纳农田退水污染。

该技术核心在于优化农田结构布局,有效拦截氮磷迁移。第一提高农田作业区四周田埂的高度,第二在农田作业区相对的两边分别开设灌溉渠道和排水渠道,第三在灌溉渠道内开设灌水口与常规操作区相通,由排水渠道内开设出水口与缓冲区相通。开展循环农田种植及科学施肥技术,促进农业可持续发展。

在农田面源污染物降雨径流进入水体前,通过建立 3-5 米生态防护带系统,有效阻断径流水中氮磷等污染物进入水环境。

(2) 生态塘

1) 生态塘设计原则

在对污水处理系统的生态景观进行规划时,应该要注重以下三点:一、对生态系统的建立,建立并发展有效的良性的且是循环的生态系统、达到人与自然和谐共处的目标;二、挑选适合对生活 and 养殖废水处理的各类动、植物,以利于对各种污染物的利用和降解;三、以人群生活为中心,重视人和自然的相互协调。

2) 生态塘系统的运行原理、典型工艺流程及特点

生态塘可以对雨水、农田污水等进行处理,它们大多具有有机物、磷等等。生态塘污水处理系统有三层构成,它们是:好氧层、兼氧层、厌氧层。所谓好氧层,就是指水生动植物等通过吸收水中的营养物质大量繁衍。而兼氧层是通过微生物的作用,不仅可以把无机碳转化成有机化合物,还可以借助兼氧菌把有机物转化为气体再排放出来。当污水慢慢地流动于生态塘里时,土地-微生物-物构成的生态系统会除去污水里的污染物质,从而可以净化污水。利用人工方法,对水塘引入各种利于水处理和动、植物生长的微生物,使生态塘中的各项功能得到充分发挥,从而提高生态塘的处理能力。

3) 生态塘系统的运行原理

太阳释放的能量是生态塘的最初的能量来源,塘中的动植物形成生态系统。在太阳能的作用下,生态系统中的食物链发挥迁移、转换等作用,将污水中的有机污染物降解并转化。一方面,它净化了污水,另一方面,净化的污水也作为资源被再次利用。

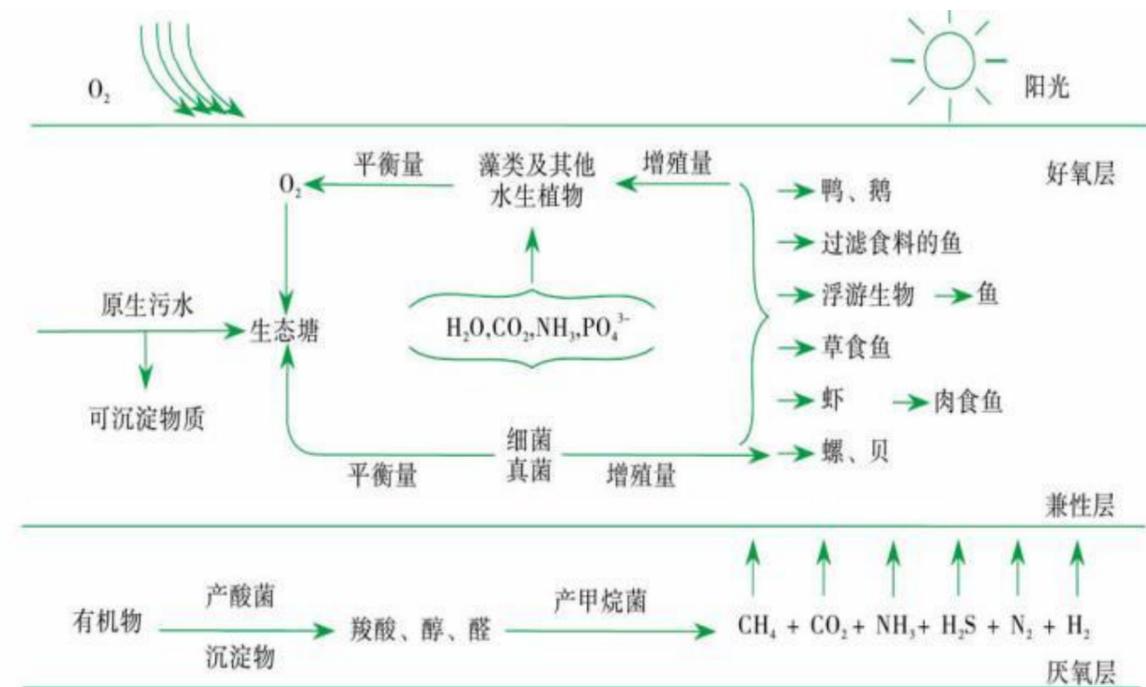


图 5.2-2 生态塘技术示意图

(3) 人工湿地法

人工湿地是人们模拟天然湿地系统结构和功能而建造的、可控制运行的湿地系统,用以对受污染水进行处理的一种工艺,由围护结构、人工介质、水生植物等部分构成。当水进入人工湿地时,其污染物被床体吸附、过滤、分解而达到水质净化作用。人工湿地分为表面流人工湿地、水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。

1) 湿地功能

①水质净化功能

生态湿地处理对象为农村周边受污染水体,利用生态湿地生态系统对河水中的污染物净化处理。

②调蓄功能

生态湿地除具有传统的水质净化功能外还需满足漫水河河道下游河道水资源调蓄的功能,在丰水期蓄水,在枯水区可以通过泵站对周边鱼塘进行生态水补充水源。

③景观功能

在满足河道水质净化和河道水量调蓄的功能的同时，本工程还需满足一定的景观要求，尽量降低湿地建设对清新区田园风光带的景观影响，保持漫水河流域生态绿带的完整性。

2) 湿地选址

人工湿地污水处理设施位置的选择，应符合居住区、村镇或厂区总体规划及环境影响评价的要求，并结合下列原则综合确定：

a 宜靠近自然水体、市政排污管道的排放点或便于处理后回用的地点；

b 在城市、居住区处理站内宜在夏季主导风向的下风侧，应与建筑保持一定距离，并用绿化带与建筑物隔开；

c 居住区内处理站宜设置在绿地、停车坪及室外空地；农村地区宜设置在地势相对较低的荒地处；

d 处理设施与生活供水泵站及其清水池水平距离应不得小于 10m；

f 处理设施地点应便于施工、维护和管理等。

3) 湿地类型选择

从工程应用的角度，人工湿地主要分为单一型人工湿地和复合型人工湿地。

单一型湿地主要分为三类：表面流人工湿地(Surface Flow Wetland, 简称SF)、潜流人工湿地(Horizontal Subsurface Flow Wetland, 简称HF)、垂直流人工湿地(Vertical Flow Wetland, 简称VF)，三类湿地构造如图下图所示。

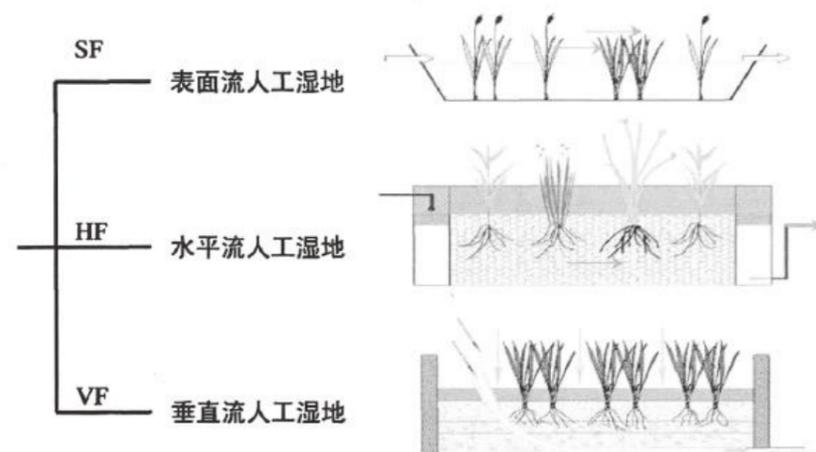


图 5.2-3 人工湿地的类型及构造示意图

① 表面流人工湿地

表面流人工湿地类似于天然沼泽，水面暴露于大气，污水在人工湿地基质表面漫流，水位较浅，一般在 0.1~0.6m。绝大部分有机物的去除是由生长在植物水下部分的茎、杆上的生

物膜来完成。所以这种系统难以充分利用生长在基质表面的生物膜和生长丰富的植物根系对污染物的降解作用，其处理能力较低。与潜流湿地工艺相比其优点是投资少、操作费用较低；缺点是负荷小、占地面积较大，冬季北方地区表面会结冰，夏季易繁殖蚊蝇，散发臭味，而且在表面流人工湿地系统中，底层一般未经密封，有可能造成地下水污染。表面流人工湿地对悬浮物、有机质的去除效果较好，但对氮磷的去除率偏低(10%—15%)。氮在表面流人工湿地的去除主要依靠硝化/反硝化作用，氨在好氧区被硝化细菌氧化，而硝酸根在缺氧区被反硝化细菌转化为氢气或氮氧化物；磷在表面流人工湿地的去除主要通过吸附、吸收，络合和沉淀作用完成。

② 水平潜流人工湿地

20世纪60年代，Kickuth等在德国开发出潜流人工湿地水质净化系统。在这种系统中，污水由人工湿地的一端引入，经过配水系统（一般由卵石构成）均匀进入根区基质层。基质层一般由土壤和砾石构成。表层土壤上栽种耐水植物，通常是芦苇。这些植物有发达的根系，可以深入到表土以下0.6~0.7m的基质层中，这些根系交织成网，与基质一起构成一个透水的系统。同时，根系具有输氧功能，在根周围水中溶解氧浓度较赢，适宜好氧微生物的活动。水平潜流人工湿地系统中，污水在湿地床的内部流动，因而一方面可以充分利用基质表面生长的生物膜、丰富的植物根系及表层土和基质截留等作用，以提高其处理效果和治理能力；另一方面由于水流在地表以下流动，故具有保温性较好、处理效果受气候影响小、卫生条件较好的特点，是目前研究和应用较多的一种湿地处理系统。通常，水平潜流人工湿地出水水质优于传统二级处理的出水水质，但水平潜流人工湿地接纳污水的功能不过是在厌氧环境下处理外加过滤，通常处于厌氧或缺氧状态，所以硝化反应不足，限制了N的去除。在欧洲，水平潜流人工湿地通常被称为“芦苇床处理系统”(Reed Bed Treatment System, RBTS)，这是由于经常采用的植物是芦苇。在美国，则称作“植被淹没床”(Vegetated Submerged Bed, 简称VSB)。第一座运行性水平潜流人工湿地于1974年在德国Othfresen投入运行，由于这种工艺利用植物的根状茎输氧，故又被称作“根区方法”(Root-Zone Method, 简称RZM)。

③ 垂直流人工湿地

在垂直流人工湿地系统中，污水水流方向和床区呈垂直方向，其水流状况综合了表面流人工湿地和水平潜流人工湿地的特点，污水被投配到床区表面后，淹没整个表面，随后逐步垂直渗流到底部，由底部的集水系统收集后排放。垂直流人工湿地可分为下行流和上行两种类型，往往采用间歇方式运行。潮汐流人工湿地是近些年伯明翰大学提出的，充水和落干间歇交替运行。在进水间隙，空气填充到床体中。保证下一周期投配的污水与空气充分接触，

提高了氧传递效率，从而强化了BOD去除和氨氮硝化的效果。同表面流人工湿地相比，垂直流人工湿地氧的传递速率要高出数倍，因为氧气在空气中的扩散速度是水中的104倍。垂直流人工湿地由于净化效率高和相对较小的土地需求等优点而变得越来越普遍，但是其对悬浮物的去除效果不佳，这是由于间歇进水使得短时间内水力负荷过高造成，并且容易发生堵塞现象。另外，由于布水系统覆盖整个表面，基建费用相对较高，故不如水平流人工湿地应用广泛。

复合型人工湿地：是单一湿地或其与其它水处理技术相组合形成的复合型人工湿地。

主要分为以下组合：

a 稳定塘(兼沉淀池)—潜流（可以多级、多类型）人工湿地；

稳定塘(兼沉淀池)—潜流（可以多级、多类型）人工湿地由植物氧化塘(兼沉淀池)与潜流湿地组合而成。氧化塘作为预处理单元，以水质均质化及去除悬浮态污染物为主；潜流湿地的组合可以一级或多级水平流或垂直流人工湿地串、并联组合，根据处理程度、现场地形条件等确定。该湿地组合方式的特点是充分利用潜流湿地处理效率高，处理负荷大的特点，所需占地面积小，但已潜流湿地前段易发生堵塞，影响整个系统的长效运行。

b 稳定塘(兼沉淀池)—潜流人工湿地—表面流人工湿地；

稳定塘—潜流人工湿地—表面流人工湿地组合式人工湿地是在塘、潜流人工湿地的基础上增加一级或多级表面流湿地，增强水体复氧，强化好氧生物对水体中污染物的净化作用。该湿地组合方式的特点潜流湿地作为主要处理环节，表面流湿地作为深度处理环节，出水水质好，景观效果也好，但同样容易出现潜流湿地发生堵塞而影响整个系统的长效运行。

c 稳定塘(兼沉淀池)—表面流（可以多级）仿自然人工湿地。

稳定塘—表面流仿自然人工湿地主要通过基底、水深、水生植物的变化，创造不同的生境，使废水在流动过程中得以净化。氧化塘—表面流仿自然人工湿地主要用于湖泊湖滨带地区，不但有较好的水处理效果，更有良好的生态效果。这种湿地组合方式的特点是整个污水处理系统景观效果好，不易堵塞，能够保障长效运行，但存在处理效率低，占地面积大的问题。

d 稳定塘(兼沉淀池)—表面流人工湿地—潜流人工湿地。

稳定塘—表面流人工湿地—潜流人工湿地主要通过表面流人工湿地去除有机物和SS，利用潜流湿地深度去除N、P。该湿地组合方式的特点是利用表面流人工湿地相对优良的有机物和SS去除效果，保证进入潜流湿地的水质浊度很低，既能充分发挥潜流湿地相对高的N、磷去除效果和污染物去除效率，又能保证潜流湿地不易发生堵塞，保障整个系统长效运行。相对前述3种组合方式，具有一定的优势。

4) 湿地工艺流程

河水经过旁通人工湿地首端的调节稳定塘，对来水进行水量调节，水质均衡，同时去除水中的悬浮物，保障后续构筑物的连续、稳定运行。经过调节稳定塘处理后的尾水进入表面流人工湿地，通过沉淀、植物吸收、微生物反应等作用，尾水中有机物、悬浮物、氮磷等得到一定程度的去除，随后进入水平潜流人工湿地，潜流湿地处于兼氧和好氧的状态，通过生物反应、过滤、植物吸收和化学沉淀等作用去除污染物，最后进入生物观测塘，通过生物观测塘内的植物吸收进一步去除水中的剩余污染物。

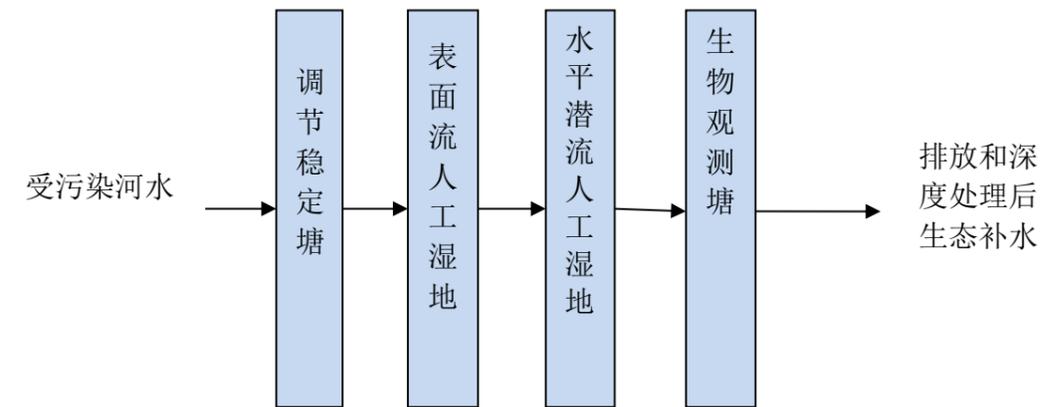


图 5.2-4 人工湿地处理工艺流程图

(4) 生态河道

根据清新乡野水系特点、水系功能、地形位置、水深等实际情况，遵循水生态系统平衡基本原则，建立“净化—绿化—美化”三位一体、以水系循环、物理吸附与水生植物净化系统相结合的水体原位净化体系建设，构建水体清澈、鱼翔浅底、水鸟栖息的乡野田园净化系统。

1) 水体透明度提升

为营造水生动植物生长的良好生态环境，须快速提高水体的透明度，以满足水生植物生长的环境。可采用生态净水剂提高水体透明度。生态净水剂由微生物菌剂、改性硅藻土、锁磷剂等成分复合而成。该产品是一种新型、高效、无毒的多功能水处理剂，集氧化、吸附、絮凝、沉淀、灭菌、消毒、等特点为一体的综合性能。对水体生态影响小，不产生二次污染。生态净水剂能降解转化池底的有机污物，分解水中悬浮有机物，促进池底良性循环，使水质干净清爽，保持适宜的透明度；稳定藻相，防控浮游藻类的过度繁殖，营造良好水色，调节和稳定水中 pH 值。

2) 浮游动物构建

浮游动物在淡水生态系统中起着重要的作用。一方面，它们组成了天然水域食物链中一个重要环节，在水体物质循环中起着承上启下的作用，是对能量、物质循环起调控作用的关键功能群，其种类和数量的变化直接或间接影响着其它较高等水生生物的分布和丰度。另一方面，浮游

动物有的以细菌、碎屑为食物，有的以浮游植物为食物，能有效的控制浮游植物的数量，因此，增加浮游动物特别是大型枝角类的数量，提高其对浮游植物的牧食力往往作为湖泊生物调控、改善湖泊透明度和水质的主要措施之一。根据区域气候、地质地貌、以及周边区域情况，浮游动物种类多选为秀体溞属，盘肠溞属，纹溞属，象鼻溞属，大型溞。

3) 水生植物构建

a) 沉水植物构建 根据区域气候、地质地貌、以及周边区域情况；并根据珠江流域浅水河湖群常见种：黑藻、苦草、金鱼藻、穗状狐尾藻、微齿眼子菜等常见沉水植物。工程选用常见沉水植物种类为苦草、竹叶眼子菜、微齿眼子菜、菹草、轮叶黑藻、金鱼藻、穗状狐尾藻。

b) 浮叶植物构建 浮叶植物也是水生植物的主要组成部分，尤其是风浪较小的湖泊，覆盖度较大。浮叶植物除了可以增加水生态系统的自净能力，控制浮游植物发展等功能外，许多种类还是价值较高的观赏植物。由于浮叶植物叶子浮在水面进行光合作用，因此对水体的透明度要求较低，常作为富营养化水体水生植物构建的先锋种，用以控制浮游植物，改善水体透明度，为其它水生植物恢复创造条件。

根据区域气候、地质地貌、以及周边区域情况，浮叶植物多为睡莲。

c) 挺水植物构建 挺水植物是指根、茎生长在底泥之中，植物体茎、叶挺出水面。其挺出水面部分具有陆生植物的特征，而水下的部分则具有水生植物的特征，因此挺水植物能通过吸收水和底泥中 N、P 等营养物质改善水质，并且通过对水体中营养元素的竞争抑制藻类的繁殖，起到克藻的作用。挺水植物能通过植株的阻拦作用和植物根际微生物分泌粘液的凝聚作用使水体中的悬浮物及高分子有机物沉降，从而降低水的浑浊度，由此可见挺水植物的形态指标可影响水体水动力过程、流速、流向等，其分布情况对水质动态过程的影响十分重要。挺水植物能显著地降低湖泊中风浪引起的底泥悬浮。芦苇和香蒲对水体中氮和磷均有显著的去除效果，两者去除率均可达 70%以上。根据区域气候、地质地貌，选用了以下挺水植物品种：芦苇、花叶芦竹、伞草、梭鱼草、黄花鸢尾、花菖蒲、水生美人蕉、菖蒲、香蒲、再力花。

4) 水生动物构建

a) 鱼类种群构建工程 湖区在蓄水后，很多鱼类会逐步建立起种群，尤其是小型鱼类和底栖杂食性鱼类，这对浮游动物会有较大影响，从而不利于浮游植物的控制和清水态湖泊的形成，同时底栖鱼类还会增加沉积物的再悬浮和营养盐的释放。控制这些鱼类的数量，从而构建控制浮游植物能力强、健康的食物网结构，是建立浅水态生态系统的重要部分。根据区域气候、地质地貌、周边区域情况，及鱼类的特性，选用了以下鱼类品种：滤食性鱼类、杂食性鱼类、肉食性鱼类，包括鲢、鳙、鳊、乌鳢、青鱼、翘嘴鲇、黄颡鱼、草鱼、鳊鱼。全湖区域投放。

b) 底栖动物种群构建 大型底栖生物在水生态系统物质循环与流动中具有特殊的地位和作用。例如，在有机物降落的底泥表层区域，一些双壳类只摄取它们所在穴居地的沉积物，而一些动物则有专门的器官从水-泥界面获取食物，腹足类牧食有机碎屑。这种牧食方式的最终结果就是形成大量粪便颗粒并沉积在底泥表层。很多动物喜欢消化这些粪便颗粒，这些颗粒每通过一次底栖动物的消化道，其表面覆盖的一层微生物就被剥去，当它再次暴露于环境中时，微生物又会对它加以利用，就这样被一级级消费者和分解者摄取、利用和分解。通过这种方式一些无脊椎动物难以消化的植物物质如纤维素和木质素就很快地分解。大型底栖动物不断掘穴和排出粪便使得水体沉积物的表层几厘米的周转率非常高。这一过程称之为“生物搅拌”，它将有机质以更细小的颗粒混入沉积物，最终被中小型底栖动物所利用。另外，大型底栖动物还可清除沉水植物表面的附生生物覆盖层，促进水生植物的生长。因此，构建合理的底栖动物群落是十分必要的。

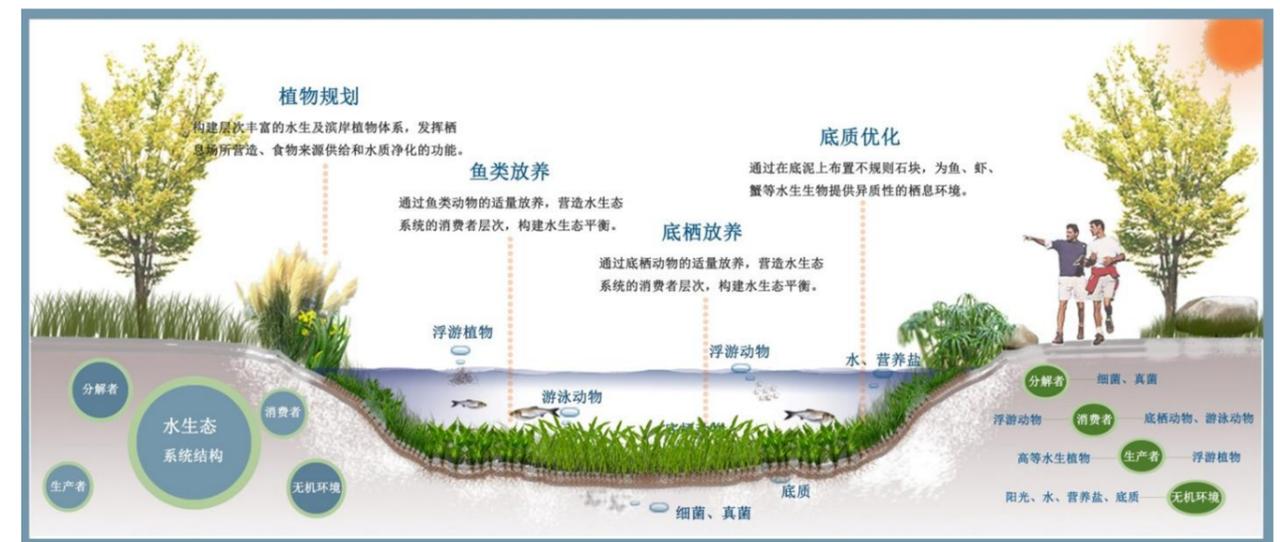


图 5.2-5 生态河道技术示意图

根据区域气候、地质地貌、周边区域情况，及大型底栖动物特性，选用了以下大型底栖动物：腹足类（梨形环棱螺、铜锈环棱螺），瓣鳃类（无齿蚌）。全湖区域投放。

(5) 微生物活化法 (IMA)

IMA 技术最大特点是改变了传统水体净化采用的旁通水处理工艺，IMA 原理是基于改性悬浮填料，结合传统水体净化的生物膜技术，驯化本土微生物中有益于去除污染物的优势菌种，打破水体中原有微生物的平衡状态；连续不断激活水体本土微生物，使之不断大量繁殖，利用水体持续的微循环，不断的释放到水体中，强化水体的自身净化能力；新增的微生物量逐级激活生态食物链中的上级消费者，同时配合多样性水体物净化技术，逐步改善水生动物植物系统的生长环境，促使水体生态系统恢复自净能力，实现整个水体生态系统的恢复。

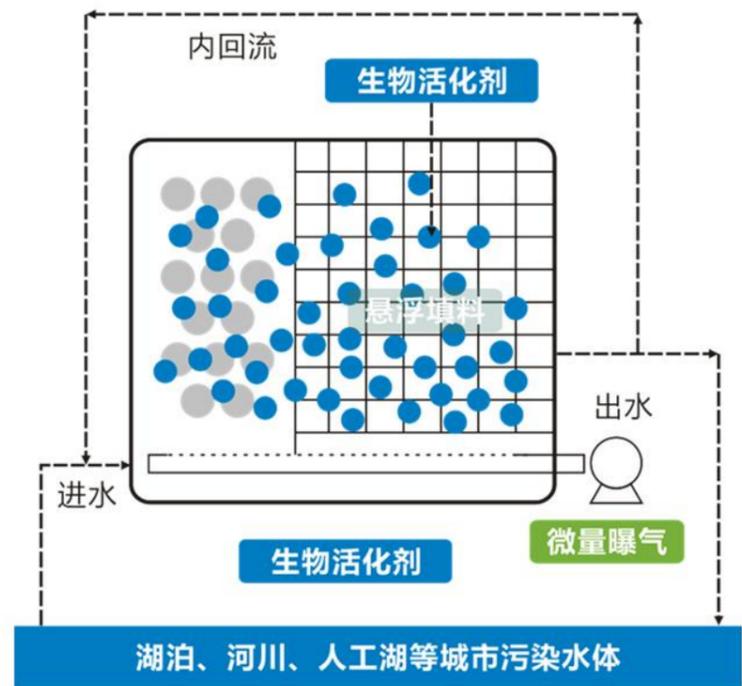


图 5.2-6 IMA 系统工作示意图

受污染的河道水经水泵自吸引入 IMA 反应器，反应器内分为缺氧区（缺氧区内设置搅拌混合装置）和好氧区（好氧区内设置空气曝气系统进行微量曝气），缺氧区投加微生物活性剂不仅可以有效提高河道水中的有效微生物，同时可以调控细胞的生长发育，并实现刺激细胞的快速生长，增强了水体的生物活性，提高了微生物的有效生物量和功能性。好氧区设置聚氨酯悬浮填料，具有高孔隙率、高比表面积和低密度等物理特点；作为微生物生长的载体迅速形成高活性生物膜，微生物菌群能在其表面很快繁殖、有效吸收和降解有毒物质；同时，附着的生物膜对有害物质、酸碱度的变化以及温度的耐受性增强，相对于悬浮在水中的微生物，附着在载体上的生物膜存活时间显著增加，可以显著提高系统的生物量。

反应器内，通过适当的好氧区至缺氧区的内回流，在缺氧和好氧交替环境中，本土微生物得以激化并大量繁殖，并通过出水管路自流回流河道水体，强化并修复水体的自净功能。

IMA 系统利用水体微循环，大量增殖水体本土微生物，打破原水体微生物平衡状态，将整个水体转化为生物反应器系统，实现了水体的原位修复，颠覆了传统将污染水通过净化处理好后再排入水体的旁通水净化工艺，设备占地面积小，每台体积 1 m^3 左右，投资和运行费用低，动力负荷最低在 0.5 kW 左右。

本活性系统培养的微生物可有效降解底泥中的有机物，同时抑制底泥中氮磷向水体中的释放，从而可以有效的避免由于富营养化而导致的蓝藻的爆发；同时可以使底泥的体积和重量逐步减少，达到生物清淤的效果，避免了人工或机械清淤工程量大，环境二次污染严重的不足。

本活性系统适用范围广，在 pH 范围 $4.5\sim 10.5$ ，水温不超过 $40\text{ }^\circ\text{C}$ ，高盐度的水体环境中均可应用。凡有生物的各种环境，乃至其他生物无法生存的极端环境中，都有微生物的存在，就可修复不同类型的水体污染，实现水环境的综合治理。

目前 IMA 系统水污染治理和生态修复技术已成功应用于多处水域。系统运行 1 个月后，水体黑臭现象消除，蓝藻消失，透明度大幅度提升，下是 IMA 微生物活化系统河道治理应用布置示意图。



图 5.2-7 IMA 微生物活化系统布置剖面图

（三）农业面源污染原位治理技术比选

根据漫水河流域农田面积较大，附近水系发达，采用强化缓冲隔离带进行初步收集处理，根据现场用地条件，结合生态塘、生态河道和原位微生物活化法（IMA）对进入河道水体内部的污染物直接净化体系，从而对水体水质进行处理和改善。

表 5.2-1 农业面源污染原位治理技术比选表

项目	强化缓冲	生态塘	人工湿地法	生态河道	原位微生物活化法
----	------	-----	-------	------	----------

	隔离带				(IMA)
技术原理	沿农田构建生态沟渠，长度约1080米。利用现状灌溉沟渠，打造滞留净化型生态沟渠防线，通过渠内水生植物的拦截、滞留、吸附作用，消纳农田退水污染。	利用生态系统的建设直接对面源污染进行削减，主要以自然沉淀净化为主，主要内容包括沉水植物、挺水植物、浮叶植物及底栖动物。	人工湿地是由人工建造和控制运行的与沼泽地类似的地面，将水引入到人工建造的湿地上，在沿一定方向流动的过程中，主要利用土壤、人工介质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用，对水中污染物进行处理的一种技术。	人为构建水体动植物体系，水体的净化主要是利用植物的同化作用，迁移转化水体中污染物质	利用水体微循环，大量增殖水体本土微生物，打破原水体微生物平衡状态，将整个水体转化为生物反应器系统，实现了水体的原位修复
溶解氧	植物光合作用释放氧气	植物光合作用释放氧气	植物光合作用释放氧气	植物光合作用释放氧气	微纳米气泡增加了空气和水的接触面积，空气中约有85%的氧可充分溶解于水中，使水中的溶解氧达到过饱和，水中的有机物易发生氧化还原反应而被分解。
溶解性污染物	依靠植物同化以及微生物降解	依靠植物同化以及微生物降解	依靠植物同化以及微生物降解	依靠植物同化作用吸收	利用大量微生物新陈代谢作用去除
占地面积	较小	较大	较大	较小	较小
应用情况	小型水体传输带	有大面积闲置土地可用，且有机污染弱的水体	有大面积闲置土地可用，且有机污染弱的水体	有机污染弱、流速缓慢、水深小于3m、岸线复杂性高的水体	适用于有机污染严重、水体自净能力弱急需水质提升的水体以及各种有水质需求的水体

项目	强化缓冲	生态塘	人工湿地法	生态河道	原位微生物活化法
----	------	-----	-------	------	----------

	隔离带				(IMA)
人工管理维护	无需管养维护	需要对水生植物进行收割、打捞、补种等维护；尤其夏秋季，水生植物生长旺盛的季节；人工湿地在长时间运行后容易堵塞，故需要清理。	需要对水生植物进行收割、打捞、补种等维护；尤其夏秋季，水生植物生长旺盛的季节；人工湿地在长时间运行后容易堵塞，故需要清理。	需要对水生植物进行收割、打捞、补种等维护；尤其夏秋季，水生植物生长旺盛的季节	智能自动化运行，免管理维护

5.2.3 水产养殖尾水专项处理技术措施比选

(一) 水产养殖尾水专项处理技术

(1) 三池两坝尾水处理技术

1) 技术要点

对养殖水域进行科学规划，在池塘升级改造基础上（进排水分开），利用物理和生物生态的方法，采用“三池两坝”的工艺流程，对养殖尾水进行生态化处理，实现循环利用或达标排放。

2) 工艺流程及处理要求

主要包括生态沟渠→沉淀池→过滤坝→曝气池→过滤坝→生态净化池。原则上鼓励养殖用水循环使用或多级利用，对于需要排出养殖场的尾水水质应达到农业部《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101—2007）中的标准或收纳水体接受标准。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

尾水处理设施单元面积应根据养殖品种、养殖密度、产量、排水水力停留时间等因素因地制宜进行设计。尾水治理设施单元包括生态沟渠、沉淀池、过滤坝、曝气池、生态净化池等，其总面积须达到养殖总面积的一定比例，根据不同养殖品种其设施面积建议要求如下：

① 鳊、鲈、鳢等肉食性鱼类的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的8%；罗非鱼、四大家鱼及其它养殖品种的则不小于养殖总面积的6%。

② 虾类的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的5%，蟹类的则不小于养殖总面积的3%。

③ 龟鳖类、鳊鲃的尾水治理设施总面积不小于养殖总面积的10%。为达到尾水处理最佳效果，沉淀池与生态净化池面积应尽可能大，沉淀池、曝气池、生态净化池的比例约为45：5：50。

4) 养殖尾水治理设施与设备

生态沟渠：利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，宽度不小于3m，深度不小于1.5m，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠内设置浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

沉淀池：沉淀池面积不小于尾水处理设施总面积的45%，平均水深不低于2米，需要布水均匀，在沉淀池内设置“之”字型挡水设施，并在池中种植睡莲等浮叶植物，或布设生态浮床，稳定期植物覆盖面积不低于沉淀池的 60%。

曝气池：曝气池面积占治理设施总面积的5%左右，水深不低于3米，曝气头设置密度不小于每3平方米1个，曝气头安装时应距离池底30厘米以上，罗茨风机功率配备不小于每100个曝气头3千瓦。通过曝气，增加水体中溶氧量，加快有机污染物氧化分解。

生态净化池：生态净化池面积占治理设施总面积的50%左右，主要利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物。池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐（覆盖面积不小于生态净化池 40%）；可适当放养鲢、鳙、鲮鱼、贝类等滤食性水生动物。一般生态净化池底部种植沉水植物（苦草、轮叶黑藻、伊乐藻等）、浮叶植物（如睡莲），四周岸边种植挺水植物（茭白、美人蕉、鸢尾等），合理选择植物种类，分类搭配，保证四季均有植物生长（备注：严禁栽种水浮莲等入侵植物）。可安置喷泉式曝气设备。

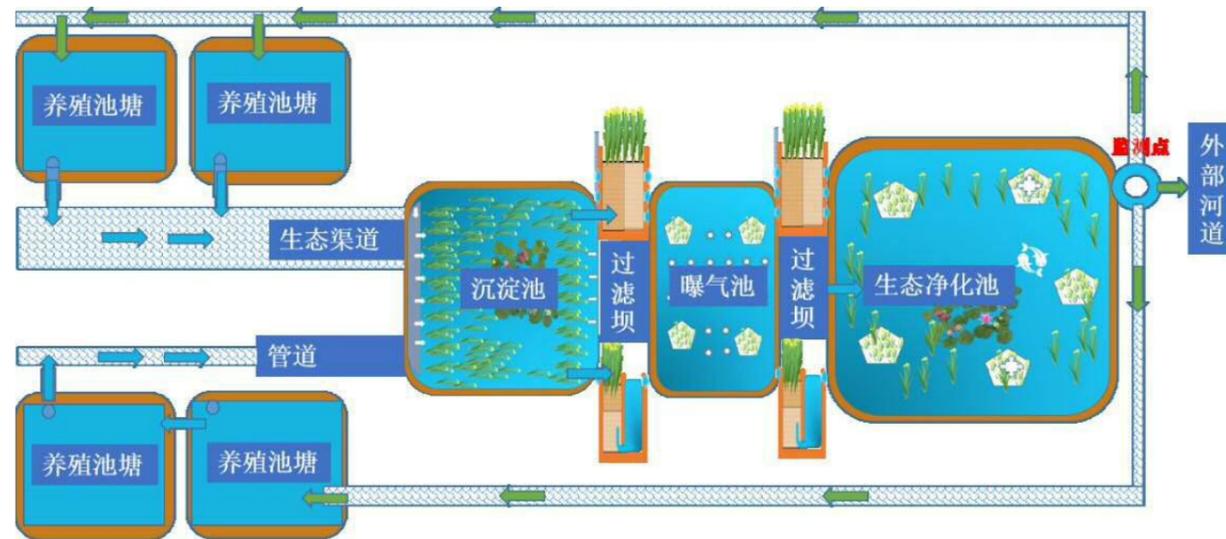


图 5.2-8 “三池两坝”尾水处理技术示意图

过滤坝：采用空心砖或钢架结构搭建过滤坝外部结构，坝宽不小于 2 米，长度不小于 6 米，坝高应基本与塘埂持平。坝体中填充大小不一的滤料，可选择牡蛎壳、碎石、陶粒、棕片、活性炭、细沙、火山石等多孔吸附介质，可结合景观效果种植低矮景观植物，进一步滤去水体中悬浮物。

5) 适用范围

适用于面积在 50 亩以上集中连片淡水池塘养殖模式。

(2) 人工湿地尾水处理技术

1) 技术要点

该技术是在池塘建立人工水生态系统，利用内基质、植物和微生物等协同作用，经过物理和生物两重处理，达到去除或消减水中污染物的目的。人工湿地应用于养殖尾水处理，可实现养殖尾水循环利用或达标排放。

2) 工艺流程及处理要求

主要包括生态沟渠→沉淀池→人工湿地（复合式人工湿地）→养殖池塘（外部水域）。处理后水质达标排放或循环利用。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

人工湿地一般要求其总面积须达到所要治理的养殖总面积的 10%以上。

4) 养殖尾水治理设施与设备

生态沟渠：利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，宽度不小于3m，深度不小于1.5m，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠内设置浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

沉淀池：尾水进入沉淀池进行预处理，平均水深不低于 2 米，需要布水均匀，在沉淀池内设置“之”字型挡水设施，并在池中布设生态浮床，生态浮床上种植有能够吸收污染物的湿地植物，稳定期植物覆盖面积不低于沉淀池的 60%。

复合式人工湿地：该区域水深为 1.2 米，内设置有生态浮床、高砾石层和低砾石层；生态浮床、高砾石层和低砾石层上均种植有湿地植物，砾石的粒径为 10cm-15cm。污染物首先被生态浮床的植物吸收，再浮叶植物茎部表面的生物膜进行污染物的降解与反硝化去氮。该区水深 1.2 米，氧气含量高，发生硝化作用。当水进入高砾石层和低砾石层时，污染物除了会受到植物的吸收与砾石滤料的物理性过滤之外，还会进行反硝化作用；可采用多个进水单元进水，每个进水单元用隔墙隔开。

5) 适用范围

适用于面积在50亩以上集中连片淡水池塘养殖模式。

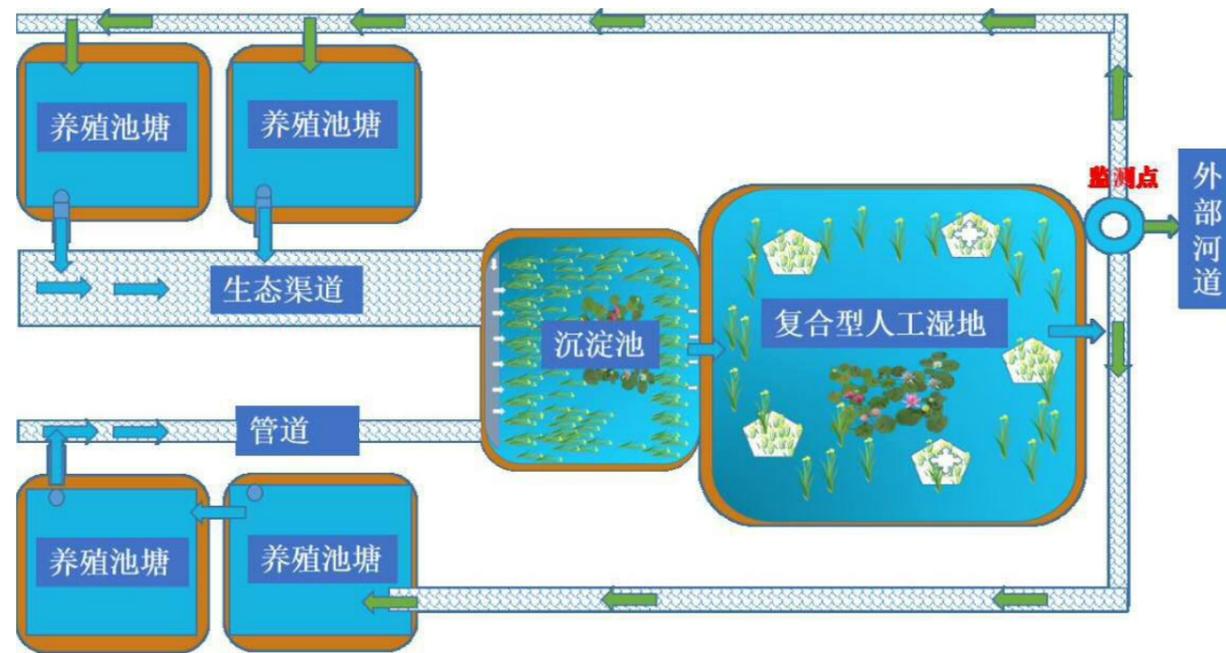


图 5.2-9 人工湿地尾水处理技术示意图

(3) 渔稻共作尾水处理技术

1) 技术要点

采用渔农综合循环利用模式，使养殖尾水处理与稻渔共作相结合。养殖尾水直接进入稻田。稻田中养殖鱼、虾、蟹等经济动物，消除田间杂草和水稻害虫，并疏松土壤；水稻吸收氮、磷等营养元素净化水体，净化后的水体再次进入养殖系统进行循环利用，形成一个闭合的“稻—渔”互利共生良性生态循环系统，实现“一水多用、生态循环”。

2) 工艺流程及处理要求

养殖池塘→稻田→养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

池塘养殖条件下，每 2000-5000 公斤产量配套 10 亩~15 亩稻田。

4) 养殖尾水治理设施与设备

稻田选择：选择土质肥沃、保水力强、pH 中性和微碱的壤土、粘土稻田，还应水源充足、排灌方便、地势向阳。稻田应沟渠配套完善、交通及电力供应方便，便于种养生产管理。

田间工程：包括田埂、环沟、鱼沟和进排水口等。

田埂：稻田四周田埂高0.5米，宽0.8米，敲打结实，堵塞漏洞。也可浇筑水泥田埂，形成50厘米高，30厘米宽的永久性工程设施。

环沟：沿田埂内四周挖环沟，环沟上口宽5m，下口2m，有效水深保持1.5m以上。

鱼沟：根据稻田情况设置，在稻田中开挖“十”、“丰”或“田”字形的鱼沟，沟宽0.5~

1米左右，深50~80厘米，可为鱼、虾、蟹提供栖息场所，也可起到引流作用。

进、排水口：每块稻田设置独立的进、排水口，并配备防逃设施。稻田、环沟、鱼沟、养殖系统相互连通。

配套设施设备：配备物联网智能监控、应急供电设备及报警系统等。

5) 适用范围

适用淡水池塘、淡水养殖工程设施养殖尾水处理。

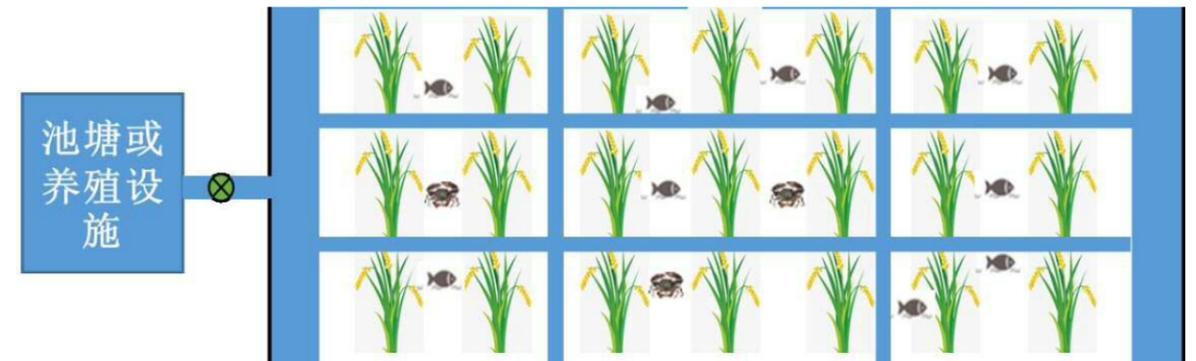


图 5.2-10 渔稻共作尾水处理技术示意图

(4) 温室鱼菜共生处理技术

1) 技术要点

鱼菜共生是一种新型的复合农业，它把池塘养殖和作物栽培这两种原本完全不同的农耕技术，通过巧妙的生态设计，达到科学的协同共生，从而实现养鱼不换水而无水质忧患，种菜不施肥而正常生长的生态共生效应。该模式将池塘养殖中残饵和粪便等高污染物，通过底排的方式进入收集池，通过收集池沉淀后将浓缩的污染物排放到发酵池中，经过十几天发酵后，将发酵液通过管道进入温室鱼菜共生系统中，用于作物栽培，上清水回塘继续用于池塘养殖。

2) 工艺流程及处理要求

主要包括养殖池塘→底排污管道→收集池上清水回塘；沉积物进入发酵池→发酵液→温室鱼菜共生系统→养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

一般要求温室鱼菜共生系统与池塘配比为 1:2-5 左右。

4) 养殖尾水治理设施与设备

收集池：收集池大小根据养殖鱼类和日均排水量而定，一般要满足每日排水需求，收集池可改造成锅底状，便于沉积物的收集。

发酵池：为密闭水泥池，大小与收集池相当。收集池底部收集的残饵、粪便等沉积物通过抽提进入发酵池，一般经过10-20天的厌氧发酵，同时投放一定厌氧菌剂，加速有机质的微生物

分解，发酵后的发酵液通过管道进入温室鱼菜共生系统中，用于作物栽培。

温室鱼菜共生系统：温室构建参考温室设计与建造、复合型大棚骨架构建等相关标准建设。作物栽培可采用有机无土栽培的方式，无土栽培槽分地下式、地上式两种。地下式无土栽培槽是将日光温室地面整平后，按140cm槽距，挖制上口宽35cm，底宽和槽深分别为25cm的沟，横断面为等腰梯形；地上式无土栽培槽选用24cm×12cm×5cm的标准砖垒成，内径为48cm，高20cm，槽间距140cm。槽内用0.1mm 普通聚乙烯棚膜与土壤隔离，槽间走道地膜覆盖。以上2种无土栽培方式需用管道将其串联或并联起来，便于发酵液的自然流入无土栽培槽中，发酵液水停留时间保持在12 h至24h，水体可循环使用或通过植物吸收净化后再次回流到养殖池塘中。

5) 适用范围

适用于面积在 50 亩以上集中连片淡水池塘养殖模式。



图 5.2-11 渔稻共作尾水处理技术示意图

(5) “一池一渠”简易尾水处理技术

1) 技术要点

利用生物生态的方法，采用“一池一渠”的简易工艺流程，对养殖尾水进行处理实现循环利用。

2) 工艺流程及处理要求

主要包括养殖池塘→生态沟渠→生态净化池→养殖池塘。要求养殖用水循环使用。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

一般要求尾水治理设施总面积须达到养殖总面积的 3%-5%。

4) 养殖尾水治理设施与设备

生态沟渠：用于延长水流时间，提升固体悬浮物沉淀效果。利用养殖区域内原有排水渠或周边河沟通过加宽和挖深等方式进行改造而成，宽度不大于 1.0m，深度不大于 1.0m，沟渠坡岸原则上不硬化，坡岸种植绿化植物，沟渠中布设人工生物填料或浮床，种植水生植物，对养殖尾水进行初步处理。

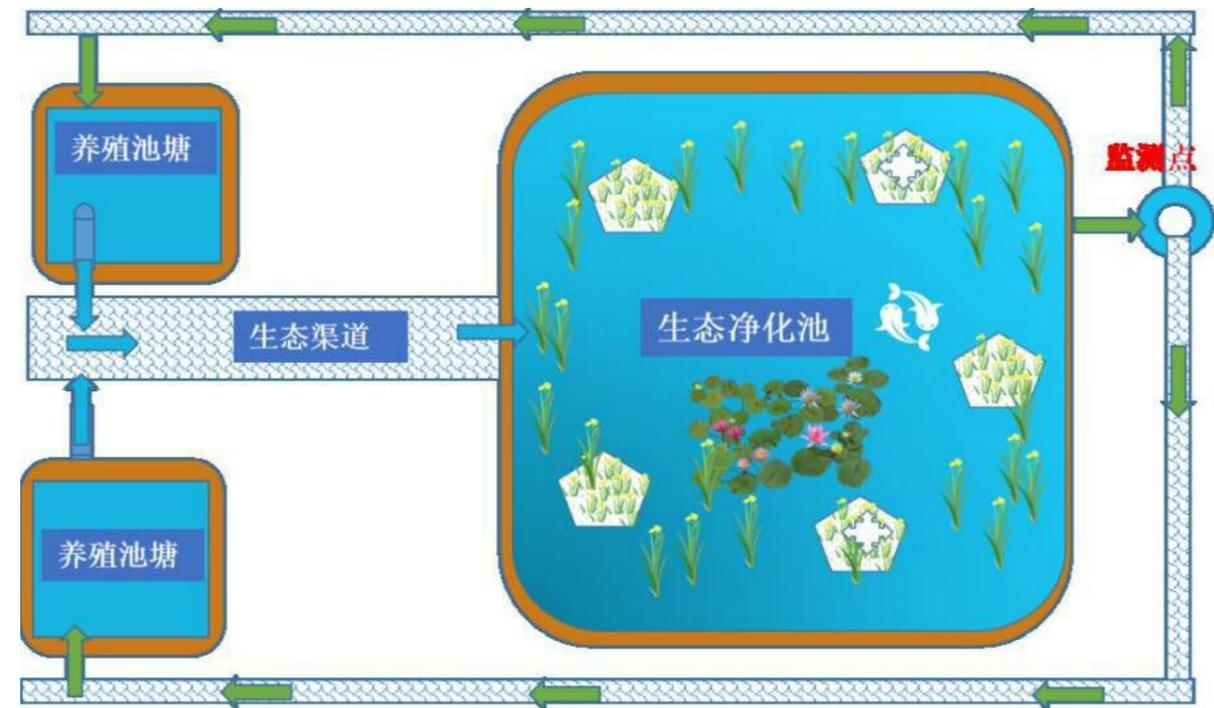


图 5.2-12 “一池一渠”简易尾水处理技术示意图

生态净化池：池中配置微孔曝气系统、水车曝气系统、叶轮曝气系统和喷泉式曝气系统中的几种进行组合。通过曝气增加水体中的溶解氧，加速水体中有机质的分解，实现养殖水体的高效循环利用。同时利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物。池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐（覆盖面积不小于生态净化池 40%）；合理放养鲢、鳙、贝类等滤食性水生动物。一般生态净化池底部种植沉水植物（苦草、轮叶黑藻、伊乐藻等）、浮叶植物（如睡莲），四周岸边种植挺水植物（茭白、美人蕉、鸢尾等），合理选择植物种类，分类搭配，保证四季均有植物生长（备注：严禁栽种水浮莲等入侵植物）。

5) 适用范围

适用于 50 亩以下的分散型淡水池塘养殖模式。

(6) 池塘养殖底排污尾水处理技术

1) 技术要点

利用物理与生物净化相结合的方法，在养殖池塘底部修建排污设施，将养殖过程中产生的含残饵、粪便等有机颗粒废弃物的废水排出池塘，经固液分离、过滤、鱼菜共生净化等处理后，循环利用或达标排放，而固体有机颗粒物可作为农作物有机肥。

2) 工艺流程及处理要求

养殖池塘→池塘底排污系统→固液分离池→鱼菜共生。

3) 养殖尾水治理设施与设备

池塘底排污系统包括池塘底部改造、底排污口、排污管道、排污出口竖井、排污阀门等组成。

池塘底部改造：底排污池塘的建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养殖品种等要求，一般为长方形，四角取圆以利池水旋转，东西向，长宽比为 2~4:1，池塘埂子的坡比和护坡形式根据当地的质地地貌确定。池塘底部坡度为 0.2%~7%。并在池塘最低处修建排污口。

塘底排污口：池塘排污口位于池塘底部最低处。为方形，长、宽、深分别为 80cm、80cm、40cm（以上），周围固化面积大于 6m²，呈 15~30° 的锅底形。排污口挡水板呈正方形，有 4 个支撑点，顶盖与排污口间缝隙的总面积小于等于排污管口面积。

排污管道：排污管为 PVC 管。分支排污管直径依据池塘大小制定，通常池塘小于 30 亩的排污管直径为 110~160mm，池塘大于 30 亩的排污管直径为 200mm；一般总排污管直径为 315mm，池塘规格较小可缩小总排污管直径。

排污出口竖井：用于安置排污出口抽插开关的立方体水泥井。池塘底排污口与竖井内出口（竖井接口）有 1%~2% 的坡度（便于池塘养殖固体颗粒废弃物和废水排出），其具体的高差可根据不同地形地貌因地制宜确定底部的高程建设；当池塘无高位差或高位差较小时，小于 5 亩的池塘最好多个池塘共用一竖井，大于 5 亩的池塘最好 2 个池塘共用一竖井。竖井内插管口的修建为一个插管对应一个插管口，插管口为锅底形，高度约为 10cm。

固液分离池：可采用自然沉淀法或微滤机将养殖沉积物分离为固形物和分离液。面积约为养殖面积的 0.1%-0.5%。分离出的固体经集粪池收集后，经晾晒堆积腐熟后，作为农家肥使用。分离液进入鱼菜共生池。

鱼菜共生池：池的面积为养殖池塘 10%，种植水生蔬菜的浮床面积为鱼菜共生池面积的 10%-30%。池内合理放养鲢、鳙等滤食性鱼类。增氧设备配备。

底排污池塘配套设备：使用微孔增氧机、表曝机、水车增氧机、叶轮增氧机或涌浪机等多种增氧设施进行复合增氧。每亩面积配 0.7kw 以上功率。在池塘中的最佳位置安装各种增氧机（水车增氧机和微孔增氧机安装在投饵区外缘附近，叶轮增氧机、涌浪机要远离投饵台）。

4) 适用范围

山区池塘、小型水库等有水位差的养殖模式或者淡水高位池。

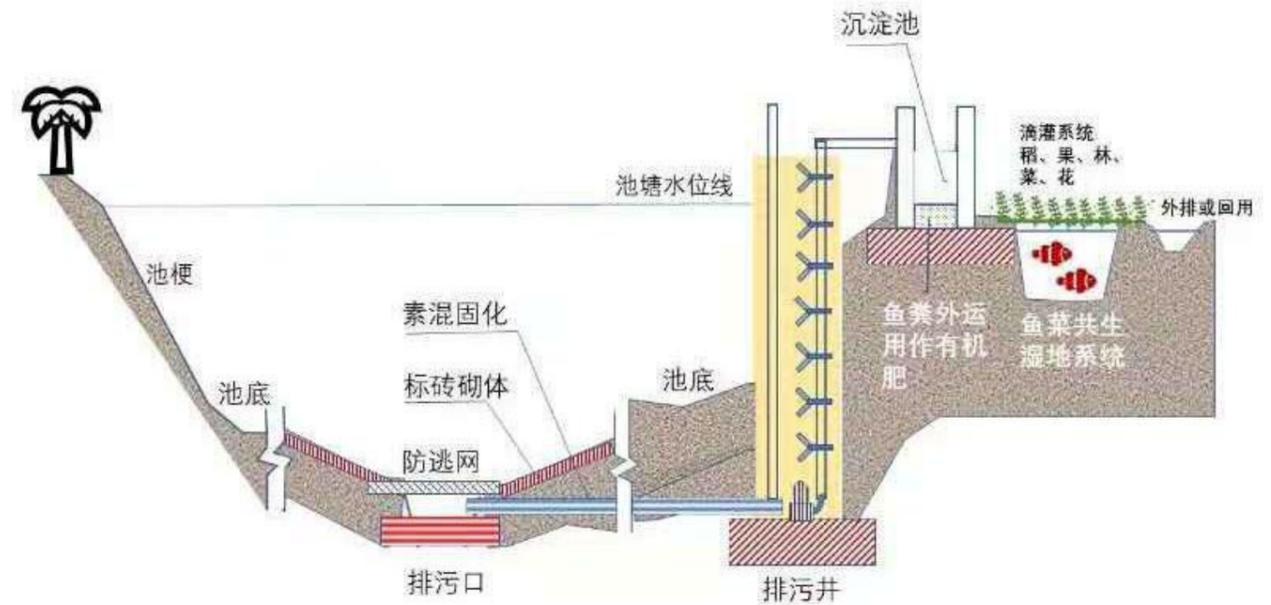


图 5.2-13 池塘养殖底排污尾水处理技术示意图

(7) 池塘养殖三级过滤池尾水处理技术

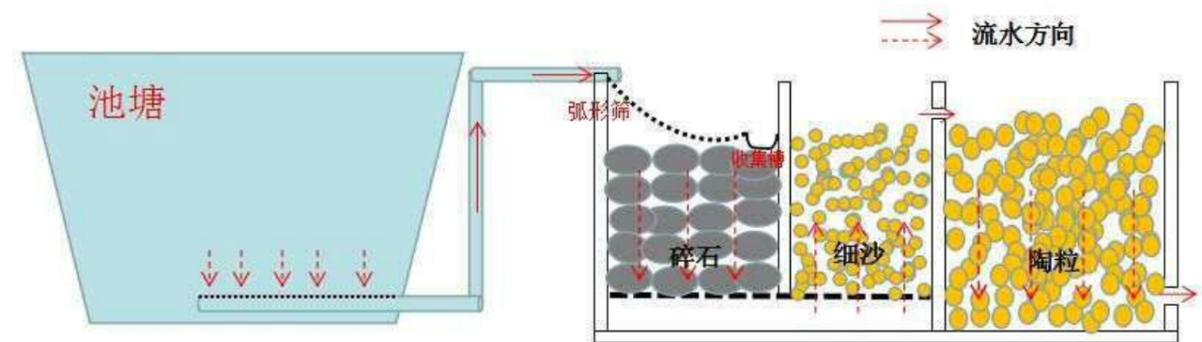


图 5.2-14 三级过滤池尾水处理技术示意图

1) 技术要点

充分利用池塘自然条件和辅助设施开展池塘养殖水生态治理，主要是在排水沟渠、空地等地方开挖并且修建水泥池，通过修建水泥池并添加滤料来完成。采用溢流系统—弧形筛—碎石过滤—细沙过滤—陶粒过滤+生物降解的工艺流程，处理后，循环利用或达标排放。

2) 工艺流程及处理要求

主要包括养殖池塘→溢流系统—弧形筛—碎石过滤—细沙过滤—陶粒过滤+生物降解。经过以上工艺流程处理后的养殖水循环再利用或达标排放。治理后，COD、总氮、总磷等主要指标达到《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2007）的，循环再利用；如需排入河湖的养殖水，其主要指标不低于受纳水体的排放标准。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

利用养殖池塘排水沟渠及配套设施用地等开展养殖水生态治理设施升级改造。

根据不同养殖品种，设施面积占比建议如下：

(1) 四大家鱼、罗非鱼，设施总面积应达到养殖总面积的 3%。

(2) 虾类，设施总面积应达到养殖总面积的 2%；蟹类，设施总面积应达到养殖总面积的 1.5%。

(3) 杂交鳊、加州鲈、太阳鱼、黄颡鱼、斑点叉尾鮰等鱼类，设施总面积不小于养殖总面积的 5%。

4) 养殖尾水治理设施与设备

治理设施主要是通过修建水泥池来完成，在排水沟渠、空地等地方开挖并且修建水泥池。水泥池呈长方形，可根据养殖场实际情况选择宽度，宽度在 0.5m~2.0m 之间。水泥池填料分多级，分别为碎石过滤池、细沙过滤池、陶粒过滤池。

溢水装置：池塘底部铺设 PVC 排水管道，并用水泥固定 PVC 管，PVC 管上方打孔，孔径为 5cm。利用水压使整个系统处于微流水状态，将多余池塘水排入下级过滤池。

碎石过滤池：在碎石过滤池上方设置弧形筛对池塘水进行初步过滤，弧形筛呈 45° 倾斜，网目为 60~100 目，底部安装集污槽，用于弧形筛过滤固体物质收集。碎石池主体为碎石填料，对池塘水中悬浮物进行吸附过滤，滤料最大粒径大于 5cm。碎石池下方设置孔状挡板，距离底部 20cm，孔直径小于碎石直径，定期清理碎石池底层沉淀物。

细沙过滤池：细沙池下方设置孔状挡板，孔直径小于细沙直径，挡板距离底层 20cm。细沙池底层与碎石池连通，对过滤水中悬浮物质和颗粒物进一步过滤和吸附。

陶粒过滤池：陶粒过滤池上方与细沙过滤池连通，连通孔低于池塘水排水孔。填料选择多孔吸附介质陶粒，过滤水中悬浮物质及颗粒物，滤料粒径约为 1-2cm。适量添加复合微生物，以充分分解水中污染物。

5) 适用范围

适用于 50 亩以下的分散型淡水池塘养殖模式。

(8) 池塘岸基一体化设备尾水处理技术

1) 技术要点

该模式处理系统由池塘和一体化尾水处理设备构成，首先将池塘底部营养盐较高的水体抽提到一体化尾水处理设备中，一体化尾水处理设备处理分为三级处理，一级处理是利用快速离心的方式实现养殖尾水的初级固液分离，分离出大多部分的残饵和粪便，浓缩后的养殖尾水经水生植物及微生物处理器，实现脱氮、除磷和消毒后，可循环利用或达标排放。

2) 工艺流程及处理要求

养殖池塘→一体化尾水处理设备→快速离心固液分离→上清水回塘；浓缩水进入下两级固液分离装置→循环利用或达标排放。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

养殖尾水一体化处理设备总面积占地面积较小，一般要求 5-10 m²。

4) 养殖尾水治理设施与设备

养殖尾水一体化设备处理系统包括池塘底部改造、抽提系统、循环水处理器、泥沙分离器、定时分离器、集污池等组成。

池塘底部改造：池塘底部改造建设要符合池塘养殖场的主体建筑，其形状、面积、深度和塘底主要取决于地形、养殖品种等要求，一般为正/长方形或近似圆形，四角取圆以利池水旋转，长宽比根据池型而定，池塘埂子的坡比和护坡形式根据当地的质地地貌确定。池塘底部坡度为 0.2%~7%，并在池塘最低处修建集污口。

抽提系统：池塘集污口位于池塘底部最低处，为方形，长、宽、深分别为 80cm、80cm、40cm（以上），周围固化面积大于 6m²，呈 15~30° 的锅底形。并铺设排污管道，连接集污口和岸基尾水一体化处理设备，排污管为 PVC 管，分支排污管直径依据池塘大小制定，通常池塘小于 30 亩的排污管直径为 110~160mm，池塘大于 30 亩的排污管直径为 200mm；一般总排污管直径为 315mm，池塘规格较小可缩小总排污管直径。

循环水处理器：为池塘尾水中残饵、粪便的分离装置，利用快速离心的方式实现养殖尾水的初级固液分离，实现残饵和粪便的浓缩处理，处理后约 10% 体积的浓缩水进入水生植物及微生物处理器，90% 体积的水回塘再次进入养殖池塘。

泥沙分离器：为去除泥沙及大颗粒物的分离装置，利用自然沉淀的方法，可自动收集池底泥沙及大颗粒物，处理量为 1.5-2.0m³/h（按照一个标准塘计算），去除效果干净、彻底效率高，大幅降低了人工操作劳动强度，浓缩后的固体物质直接进入集污池。

定时分离器：泥沙分离器处理后的上清水进入固液分离池，为小颗粒物质的分离装置，该

装置的有效体积为泥沙分离器的3倍，利用体积优势增加水停留时间，获得更大的沉降效果，浓缩后的固体物质直接进入集污池，上清水直接回塘，重新用于养殖池塘。

5) 适用范围

分散型集约化池塘、山区池塘等淡水池塘。

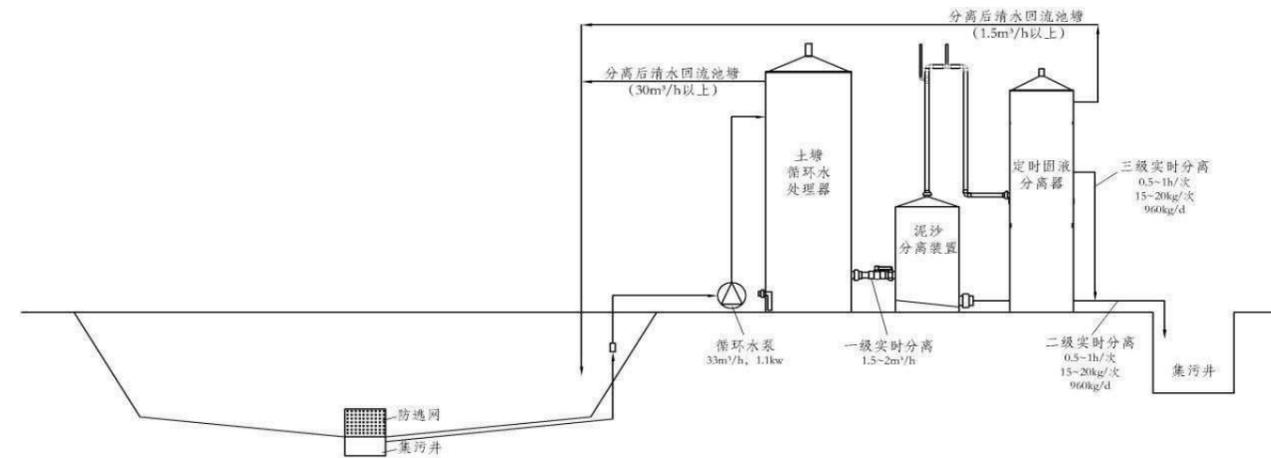


图 5.2-15 池塘岸基一体化设备尾水处理技术示意图

(9) 跑道式尾水处理技术

1) 技术要点

跑道式处理模式是集池塘循环流水养殖技术、生物净水技术和鱼类疾病生态防治技术于一体的新型池塘养殖模式。该模式对传统池塘进行工程化改造，将池塘分成小水体推水养殖区和大水体生态净化区，在小水体区通过增氧和推水设备，形成仿生态的常年流水环境，开展高密度养殖；在大水体区通过放养滤食性鱼类、种植水生植物、安置推水设施等，对水体进行生态净化和大小水体的循环。

2) 工艺流程及处理要求

生态净化塘→气提推水系统→循环水槽集污池→生态净化塘。原则上要求养殖用水循环使用，对于特殊情况需要排出养殖场的尾水水质应符合农业部《淡水养殖水排放要求》(SC/T9101—2007)或即将出台的广东省尾水排放团体标准。3) 养殖尾水治理设施单元面积占比。

3) 养殖尾水治理设施与设备

池塘选择及改造: 池塘原则上面积应在10亩以上(以30亩以上为宜)，长方形，长宽比2~3:1，水深在2米以上。一般每10亩池塘配套建设一个标准的养鱼水槽，每3~5个标准养鱼水槽形成一组养殖池。建设系统时加大池塘堤埂坡比，达到1:2.5~3，在池塘中设置导流堤。

水槽建设: 推水槽通常规格为长25~27米，宽4~6米，深2~2.5米。水槽底部、墙面厚

度20厘米。水槽前部推水区宽3米，设置罗茨鼓风机与纳米微孔管相结合的推水式充气增氧设备，微孔增氧盘并排在进水口外侧，在增氧盘上方罩圆弧形不锈钢罩板，使增氧盘吹出的富氧水体的水流向养鱼区水平流动；水槽两端用金属网片、聚乙烯网片等材料隔离，中间底部并排安装多根10~15米的微孔增氧管；水槽后部吸污区宽3米，设置移动式吸污设备，集污区建在池塘岸边。水槽建筑材料包括砖混、不锈钢、玻璃钢、强化塑料等材质。集污系统。根据水槽数量建设合理大小的集污池，原则上每3条水槽建设两个相通的体积10m³的下沉式集污池。污泥经吸污装置收集后经过干化、发酵等处理措施实现回收利用。

动力配备: 主要动力配备是气提推水增氧、底部充气增氧和吸排污设备。其中：气提推水增氧动力原则按每条100m²水槽1.6kw配备，每条水槽各配套1台漩涡式鼓风机，各台鼓风机以并联方式连接，根据生产需要确定开机的数量；另外，单独配备1台底层增氧鼓风机，动力以2.2kw为宜，也可以与气提推水增氧系统并联，用调节气阀控制气量。集排污系统的动力需单独配套，根据吸污泵的功率大小配备，一般在1.5~3.0kw。

生态净化塘: 生态净化塘分成适宜面积的浅水区、深水区，并设置导流墙和推水设备，确保达到整个净水区水体能够进行循环流动的效果；通过种植水生植物、放养滤食性鱼类、贝类，适时投放微生物制剂等，处理水槽养殖水。水草等水生植物的种植面积控制在净水区面积的20%~30%；滤食性鱼类一般选择鲢、鳙，每亩水面放养100尾左右，鲢鳙密度比为3:1，规格均为150~300克/尾，并可适当放养螺蛳、河蚌等软体动物。此外，还可根据池塘条件进行虾、蟹等品种养殖以提高经济效益，但养殖全程不宜投饵。在生态净化塘内，需配备水车式增氧机、叶轮增氧机、涌浪机等，还可放置生态基等。

4) 适用范围

适用于面积在10亩以上淡水池塘养殖模式。

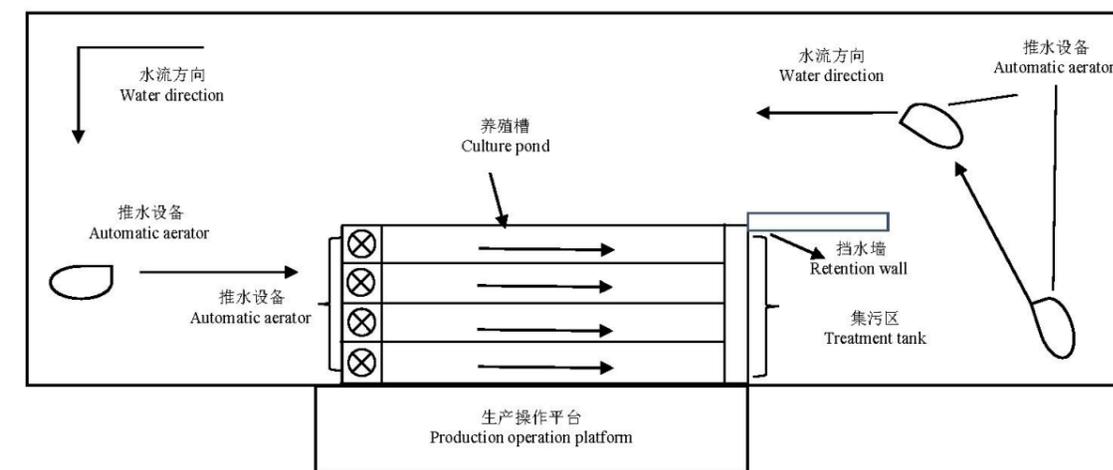


图 5.2-16 跑道式尾水处理技术示意图

(10) 高效弹性介质过滤系统尾水处理技术

1) 技术要点

高效弹性介质过滤系统是一种能够根据进水理化特性（水量、污染物含量）调节运行工况以处理不同受污染水体进水情况的新一代一体化岸基处理设备。该系统可通过压实度对弹性介质的整体密度、孔隙率和滤速进行精准控制，传感系统设定水力停留时间和循环处理次数，以应对不同程度受污染池塘水体，快速去除池塘中 5 微米以上的悬浮固体物质（如磷饲料残渣和水产动物的排泄物等），滤液可直接进入鱼塘回用。污染将通过反冲洗系统进行浓缩，可直接作为液态肥，或结合沉淀、压滤、微生物降解等技术处理后进行循环利用或达标排放。

2) 工艺流程及处理要求

养殖池塘→高效弹性介质过滤系统→快速过滤固液分离→上清水回塘；浓缩水进入压滤装置或微生物处理系统→循环利用或达标排放。

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

高效弹性介质过滤系统水利设计负荷 $110\text{m}^3/\text{m}^2\text{-hr}$ ，处理效率高，总面积占地面积较小，一般要求 $1.5\text{-}2.5\text{m}^2$ 。

4) 养殖尾水治理设施与设备

高效弹性介质过滤系统包括高效介质过滤器、反冲洗系统和浓缩污水处理系统。

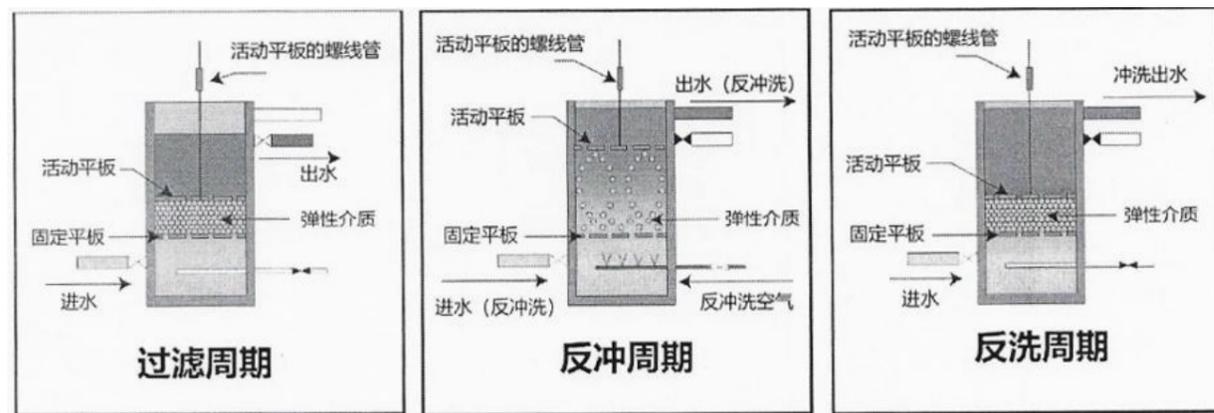


图 5.2-17 高效弹性介质过滤系统技术示意图

高效介质过滤器：池塘养殖尾水经过均质布水后与填料发生截留、吸附、生化反应等作用，形成自适应稳态生化系统高效的对污水进行深度处理，快速去除藻类、悬浮固体物质、总磷、总氮、氨氮、有机物等主要污染物质。

反冲洗系统：反冲洗系统由空压机和配水系统组成，通过利用空气冲刷来对介质进行反冲

洗，在反冲洗期间，空压机从底部送风搅动介质，污水可以继续进入过滤器，因此整个处理过程可以不中断。

浓缩污水处理系统：污水浓缩系统可结合处理场景进行设计，一般由沉淀池，小型板框压滤机或微生物降解系统组成，通过重力沉降，机械压滤和微生物处理等方式对浓缩后尾水处理达标后排放到就近水体。

5) 适用范围

该系统核心为高效弹性过滤器，可由单台或多台标准型号过滤器组合成过滤机组，单台过滤器系统占地面积小，可设计为移动式设备。集中式或分散式鱼塘养殖尾水均可使用。

① 集中式（固定式）高效过滤处理系统

集中式（固定式）高效过滤处理系统是由单台或多台标准型号的高效弹性介质过滤器组合而成的过滤机组。该系统利用高效弹性介质过滤器的高滤速、占地面积小以及固体悬浮物去除率高等优势，通过快速物理过滤，削减污水中的污染物负荷。如在水产养殖尾水处理中配合三池两坝等工艺使用，可显著缩减传统三池两坝技术中沉淀池、曝气池、生态净化池的占地面积，大大节约工艺措施的运行管养成本。



图 5.2-18 集中式（固定式）高效过滤处理系统

② 分散式（移动式）高效过滤处理系统

分散式（移动式）高效过滤处理系统是一种车载型移动式高效弹性过滤系统，由单台或两台标准型号的高效弹性过滤器和浓缩水处理单元组成。系统通过快速物理过滤对进行一级固液分离，去除 90%的固体悬浮物后，上清液可直接循环使用。反冲洗浓缩液通过快速压滤装置进行二

级固液分离，上清液可直接循环使用，压滤后的固体残渣可作为固体肥料进行资源化利用。

系统采用车载式移动设计，将设备进行模块化，使用灵活，可在水产养殖尾水中推广应用，随时根据养殖户的需要，通过拖车把设备运送至养殖鱼塘旁，对养殖水和尾水进行就地循环处理。对比传统的固定岸基一体化设备，该移动式处理系统避免了因日常维护不到位导致设备处理效能低甚至无法正常使用的问题，也大大减少养殖户对处理设备的保养维护成本，非常适合在漫水河流域，甚至整个华南地区的水产养殖进行推广应用。

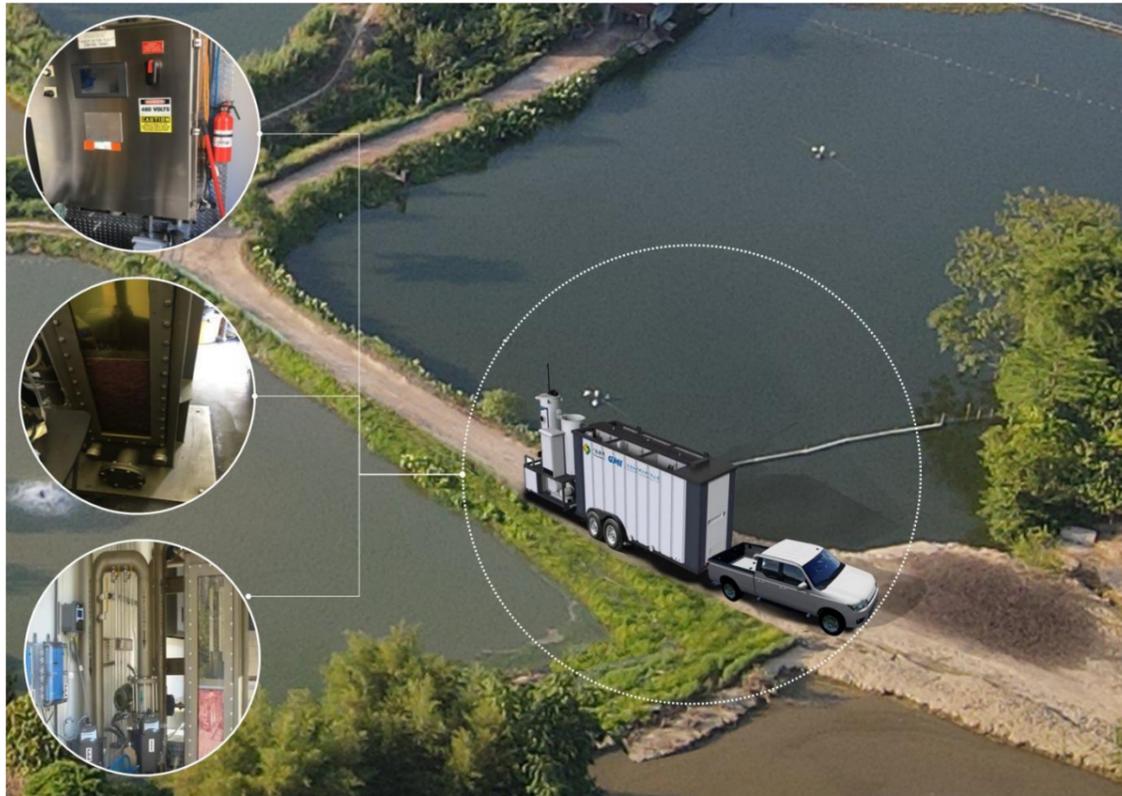


图 5.2-19 分散式（移动式）高效过滤处理系统

(11) 高效生物滤池系统尾水处理技术

1) 技术要点

高效生物滤池（Biological Wastewater Treatment System, BWTS）是一种新型的易管养、处理效率高、具备良好生态效益的生物滤池系统，其原理是综合利用滤池填料的物理过滤吸附作用、滤池内景观植物根系的生物吸收、微生物菌群的生物化学降解作用对水体进行深度净化处理。

2) 工艺流程及处理要求

养殖池塘→高效生物滤池→上清水回塘或自然水体

3) 养殖尾水治理设施单元面积占比

高效生物滤池设计水利负荷为 $0.5\text{m}^3/\text{m}^2\text{-hr}$ ，高效生物滤池设计占地面积最低约 $30\text{m}^2/\text{亩}$ （按每亩鱼塘养殖水更换期为 3 天/次），单个高效生物滤池设施每年可处理 50 亩鱼塘（设施需间歇式运行）。

4) 养殖尾水治理设施与设备

高效生物滤池：鱼塘养殖尾水通过重力流或泵组进入到 BWTS 系统内的布水系统均匀分布进行过滤、吸附、净化。可通过操作水力平衡池的电动排水闸门对滤池的不同部分（上下级）进行交替使用，保证滤池的高效处理效果，最后通过重力流或泵组将处理后排放到临近的水体。

5) 适用范围

集中式或分散式鱼塘养殖尾水均可使用，特别是鱼塘标准化改造时，可以在最后池塘设置，为养殖户提供循环处理水及尾水达标排放。滤池表面可以种植蔬菜，成为另一种鱼菜共生模式。

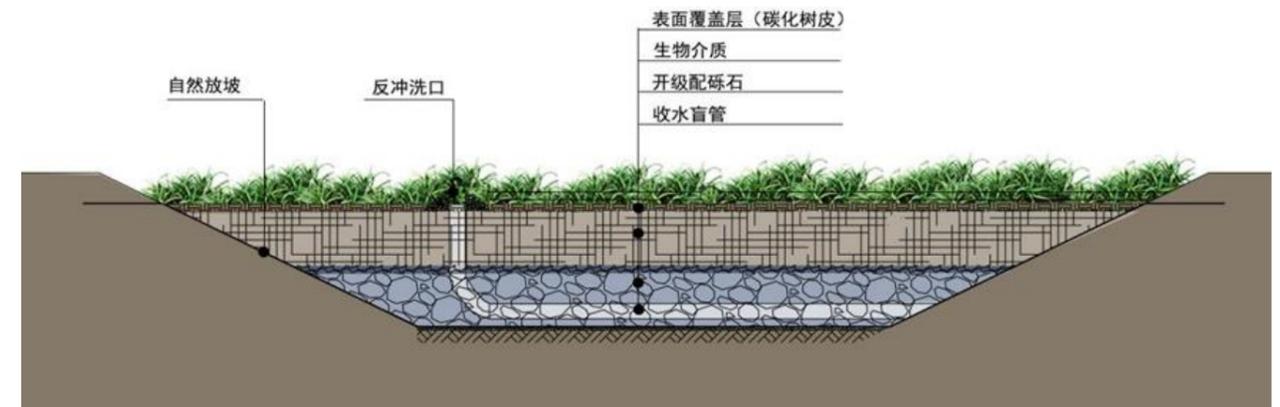


图 5.2-20 高效生物滤池系统技术示意图

(12) 高效微生物尾水处理技术

1) 技术要点

高效微生物处理技术是一种生物强化技术（bio-augmentation），它是采用从大自然中筛选的多种类优势微生物种群，并经过定向驯化培育后用于污染物的降解的一种高效的污染物生物降解技术。高效微生物处理技术源自大自然的启示，利用大自然中原本存在的具有特定降解功能的微生物来降解污染物。高效微生物具有很强的环境适应性，处理系统能长期自我维持，并保持稳定。KOT 微生物种群可有效地将有机污染物分解为二氧化碳和水等稳定性物质。

2) 工艺流程及处理要求

高效微生物→养殖池塘

3) 养殖尾水治理设施与设备

推流曝气机：推流曝气机的作用是提高湖体的溶解氧和增加水体的流动性，根据池塘的具体情况，可在湖内设置数台推流曝气机，根据池塘的具体形状和水深，曝气机离湖岸的距离不同，约为10米~15米，曝气机推流的方向均为顺时针，这样即可加快池塘水流的循环。

高效微生物投加：在湖体中投加KOT微生物菌群，利用KOT微生物的特殊分解性能降解水中有机物，并脱氮除磷。

5) 适用范围

集中式或分散式鱼塘养殖尾水均可使用。

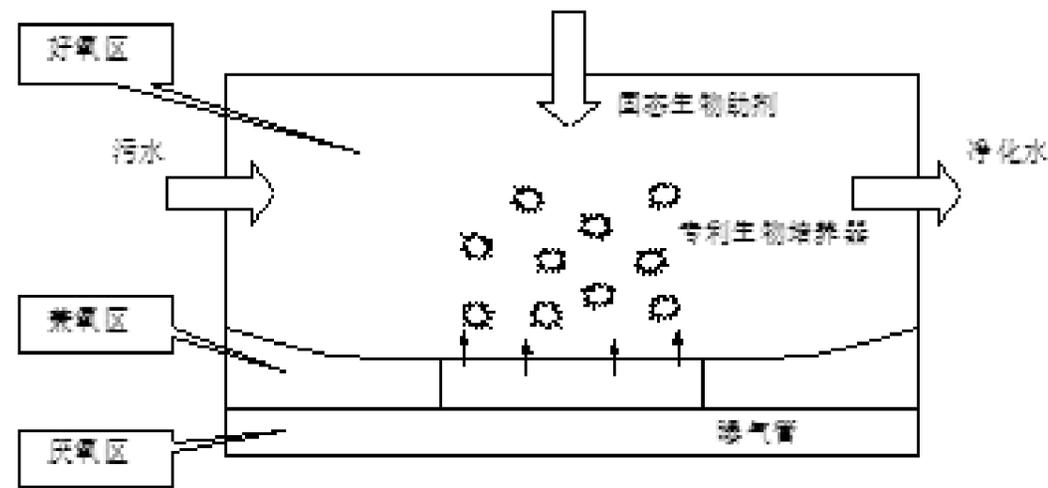


图 5.2-21 高效微生物技术示意图

(二) 养殖尾水处理技术比选

对上述水产养殖尾水处理技术进行效果、占地面积、经济等综合因素进行对比，比较情况见下表：

表 5.2-2 水产养殖尾水处理技术比选表

项目	三池两坝尾水处理技术	人工湿地尾水处理技术	渔稻共作尾水处理技术	温室鱼菜共生处理技术	“一池一渠”简易尾水处理技术	池塘养殖底排污尾水处理技术
工艺流程	较复杂	较复杂	简单	简单	简单	复杂
处理效果	出水水质好，能有效去除有机污染物和部分氮磷	出水水质好，能有效去除有机污染物和氮磷	出水水质好，能有效去除部分有机污染物和氮磷	出水水质好，能有效去除部分有机污染物和氮磷	出水水质一般，能去除部分有机污染物和氮磷	出水水质一般，能去除部分有机污染物和氮磷
构筑物数量	较多	多	少	少	多	较多
设备数量	少	少	少	少	少	多
操作管理	简单	简单	简单	简单	简单	复杂

占地面积	养殖总面积8%	养殖总面积10%	每2000-5000公斤产量配套10亩~15亩稻田	养殖总面积10%	养殖总面积的3%-5%	较小，视情况定
应用场景	集中式鱼塘	集中式鱼塘	集中式鱼塘	集中式鱼塘	分散式鱼塘	分散式鱼塘
工程投资	适中	高	适中	适中	适中	高

表 5.2-3 水产养殖尾水处理技术比选-续表

项目	池塘养殖三级过滤池尾水处理技术	池塘岸基一体化设备尾水处理模式	跑道式尾水处理技术	高效弹性介质过滤系统尾水处理技术	高效生物滤池系统尾水处理技术	高效微生物尾水处理技术
工艺流程	复杂	简单	复杂	简单	简单	简单
处理效果	出水水质一般，能去除部分有机污染物和氮磷	出水水质较低，能去除部分悬浮物和少量氮磷	出水水质一般，能去除部分有机污染物和氮磷	出水水质一般，能去除悬浮物和部分氮磷	出水水质好，能有效去除有机污染物和氮磷	出水水质好，能有效去除有机污染物和氮磷
构筑物数量	较多	少	少	少	少	少
设备数量	多	多	少	多	少	少
操作管理	复杂	复杂	简单	复杂	简单	简单
占地面积	养殖总面积的1.5-3%	5-10m ³ /亩	10亩以上	1.5-2.5m ³ /亩	30m ² /亩	/
应用场景	分散式鱼塘	分散式鱼塘	集中式鱼塘	集中式或分散式鱼塘	集中式或分散式鱼塘	集中式或分散式鱼塘
工程投资	高	高	高	适中	低	低

本项目主要针对集中式淡水鱼塘尾水处理，且主要针对总磷指标进行控制，且结合现场有较多的鱼塘和空地的条件，工艺建议选择三池两坝、高效弹性介质过滤系统、高效生物滤池系统和高效微生物等处理相结合的工艺，根据各选址的情况进行调整。

5.2.4 农村生活污水治理技术措施比选

(一) 农村生活污水治理技术选取原则

第四章现状问题分析结果显示，漫水河流域部分农村生活污水相关工程存在建设改造进度缓慢、污水收集率低，部分设施未正常运行现状。尽管在《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》中已规划相关治理项目对农污问题进行整治，但为保证短期内漫水河流域省考断面达标目标，仍需要采取相应的治理措施。为避免与相关治理项目工程重叠，综合考虑建设投资、选址和设施重复率等因素，建议农村生活污水治理技术选用污水一体化设备进行处理。

污水一体化处理设施主要用于近期在管网及污水处理设施规模不完善的地区，由于缺乏收集管网或现状污水处理设施规模难以满足污水处理的需求，因此近期设置污水一体化处理设施，对生活污水进行收集处理，避免对水环境造成污染。

(二) 农村生活污水治理技术

(1) A/O 工艺一体化污水处理设备

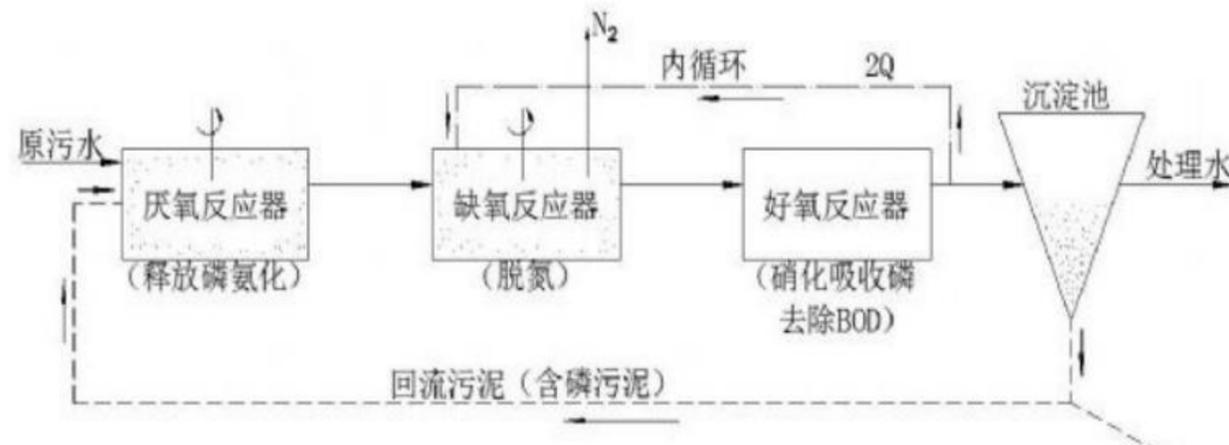


图 5.2-22 A/O 工艺一体化污水处理设备

传统 A/O 工艺设置串联了缺氧池和好氧池，工艺前段异养菌水解污水中淀粉、纤维、碳水化合物等悬浮污染物和可溶性有机物，从而将大分子有机物转化为小分子有机物，不溶性有机物转化为可溶性有机物，这就大大提升了污水可生化性及好氧池处理效率。一体化 A/O 工艺则是将缺氧区、好氧区及沉淀区有机组合为一个整体。如筒式 A/O 工艺则是将缺氧区设置在内筒，好氧区及沉淀区则在外筒，污水依次经过缺氧区，好氧区，沉淀区，最终自动回流到缺氧区。该工艺所需设备只要进水泵及曝气设备，无需设置搅拌设备，占地面积较小，结构紧凑，同时有研究表明一体化污水处理设备 A/O 工艺能有效降解 BOD₅、COD、NH₃-N 等生活污水中关键污染物。

(2) MBR 膜一体化污水处理设备

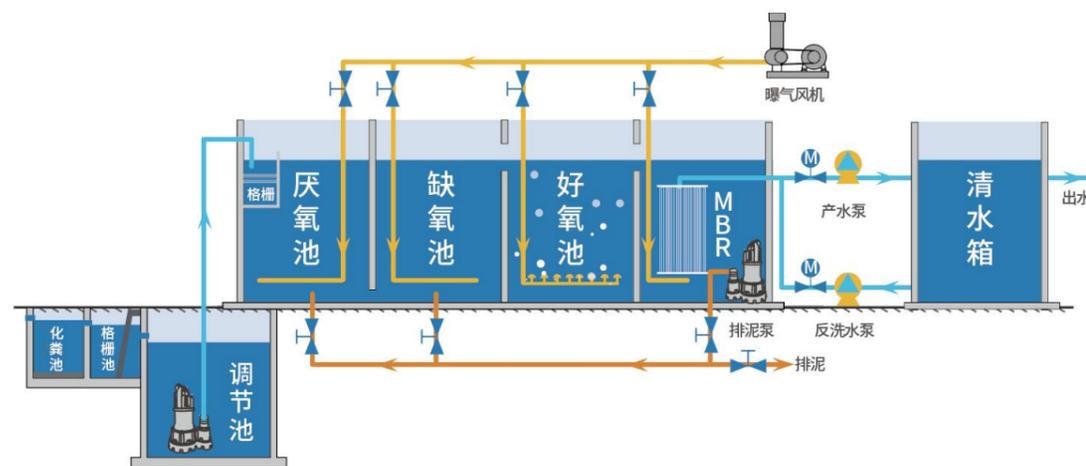


图 5.2-23 MBR 膜一体化污水处理设备

MBR 膜一体化污水处理设备是膜分离技术和生物技术的有机结合，利用超滤膜分离技术取代

传统的活性污泥法的二沉池和常规过滤单元，使水力停留时间（HRT）和泥龄（STR）完全分离。在生物反应器中保持高活性污泥浓度减少污水处理设施占地，并通过保持低污泥负荷减少污泥量。其高效的固液分离能力使出水水质良好，悬浮物和浊度接近于零，并可截留大肠杆菌等生物性污染物，处理后出水可直接回用，出水水质要明显优于传统污水处理工艺。

(3) 高效微生物智能污水处理系统

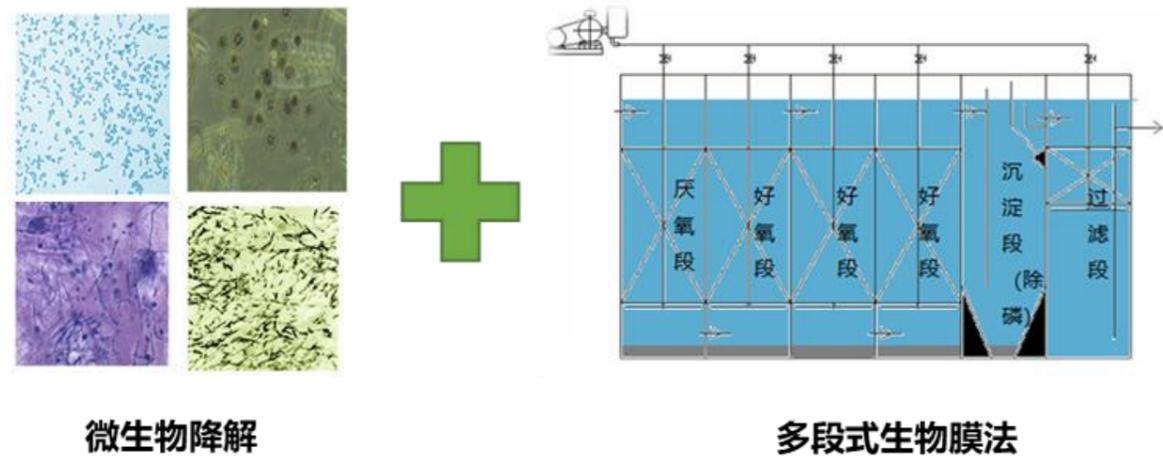
高效微生物智能污水处理系统专门针对农村地区而开发的一种小型埋地一体化污水处理设备。罐体采用优质改性高密度 HDPE 材料吹塑一体成型，无添加再生料，具有经济环保、结构强度高、使用寿命长、抗寒性能好等特点，设备单罐容积有 1.5m³、3.5m³（内部四分格设计），可以根据客户需求自由组合配置。

高效微生物智能污水处理工艺（bio-augmentation）是将高效微生物降解技术结合多级生物膜法工艺对农村污水进行强化处理，系统耐负荷冲击力强，运行稳定，出水水质优良，污水经处理后各项水质指标均能达到或优于《国家污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

该系统通过投加高效微生物菌种，结合罐体内部的多分格结构，使得处理的工艺流程延长，水中污染物的碳化和硝化过程在此空间内呈线性分布。随着污水的在资源罐内部长期流径，高效微生物菌种在各分格内部逐渐繁殖，对水中的污染物被逐级降解，随着时间的延长，前端的剩余污泥慢慢脱落，随着水流进入后端的分格内，作为有机碳源被后端的微生物逐渐分解，最终出水清澈。



图 5.2-24 高效微生物智能污水处理系统



微生物降解

多段式生物膜法

图 5.2-25 高效微生物智能污水处理系统

(三) 农村生活污水治理技术比选

传统的 A/O 工艺污水处理站点一般建成全部钢筋混凝土的形式，投资大，工期长。此外，本次农村污水方案主要处理重点雨污排口，对一体化设备占地面积、运维和投资等条件要求较高。次以节省用地和投资，降低运维成本，实现无人值守为目标进行设计，故而本项目推荐选取高效微生物智能污水处理系统作为农村生活污水治理技术。

表 5.2-4 农村生活污水治理技术比选表

工艺名称	优点	缺点	投资	运营
A/O 工艺一体化污水处理设备	1. 总水力停留时间少； 2. 没有污泥膨胀的现象，SVI 值小 3. 污泥中含磷浓度高，高肥效 4. 运行不需加药，运行费用较低 15 • 使用年限长，工艺技术成熟； 6. 出水水质达到要求	1. 需定期清理污泥； 2. 需定期维修设备 3. 除磷脱氨效果较低	较高	适中
MBR 膜一体化污水处理设备	1. 由于膜的高效分离作用，分离效果远好于传统沉淀池，出水水质稳定。 2. 占地面积小，不受设置场合限制。 3. 操作管理方便，易于实现自动控制。	1. 膜造价高，膜-生物反应器的基建投资高； 2. 剩余污泥产量较高，导致其处理费用较高； 3. MBR 工艺的能耗高，需要一定运维专业度	高	高
高效微生物智能污水处理系统	1. 采用多级高效微生物处理技术，抗冲击负荷能力强，运行稳定，泥量少； 可灵活增减罐体数量，适合交通不便、 2. 工期短、分散式的站点需求； 3. 可组合式安装，运输便捷，不受地形，道路交通的影响； 4. 后期维护简单，运行费用低； 5. 耐腐蚀，PE 罐使用寿命长； 6. 调试简单，时间短	1. PE 材质不耐紫外线，需埋地，不适用岩石地貌站点； 2. 埋地使用寿命较地上布置的寿命长	适中	较低

5.2.5 河道清淤疏浚技术措施比选

(一) 底泥清淤技术

根据本漫水河底泥性质，污染特征，通过与同类工程实例对比，底泥清淤技术主要有绞吸挖泥船、耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、水上挖掘机以及水陆两用绞吸泵等清淤方式。

1) 绞吸挖泥船

绞吸式挖泥船是利用绞刀绞松河底土壤，与水混合成泥浆，经过吸泥管吸入泵体并经过排泥管送至排泥区。绞吸式挖泥船施工时，挖泥、输泥和卸泥都是一体化，自身完成，生产效率较高。适用于风浪小、流速低的内河湖区和沿海港口的疏浚，以开挖砂、砂壤土、底泥等土质比较适宜，采用有齿的绞刀后可挖黏土，但是工效较低。目前国内河道与湖泊清淤多选用装有绞刀的绞吸挖泥船。



图 5.2-26 绞吸式挖泥船

2) 耙吸式挖泥船清淤

耙吸式挖泥船是一种装备有耙头挖掘机具和水力吸泥装置的大型自航、装仓式挖泥船。挖泥时，将耙吸管放下河底，利用泥泵的真空作用，通过耙头和吸泥管自河底吸收泥浆进入挖泥船的泥仓中，泥仓满后，起耙航行至抛泥区开启泥门卸泥，或直接将挖起的泥土排除船外。有的挖泥船还可以将卸载于泥仓的泥土自行吸出进行吹填。它具有良好的航行性能，可以自航、自载、自卸，并且在工作中处于航行状态，不需要定位装置。它适用于无掩护、狭长的沿海进港航道的开挖和维护，以开挖底泥时效率最高。

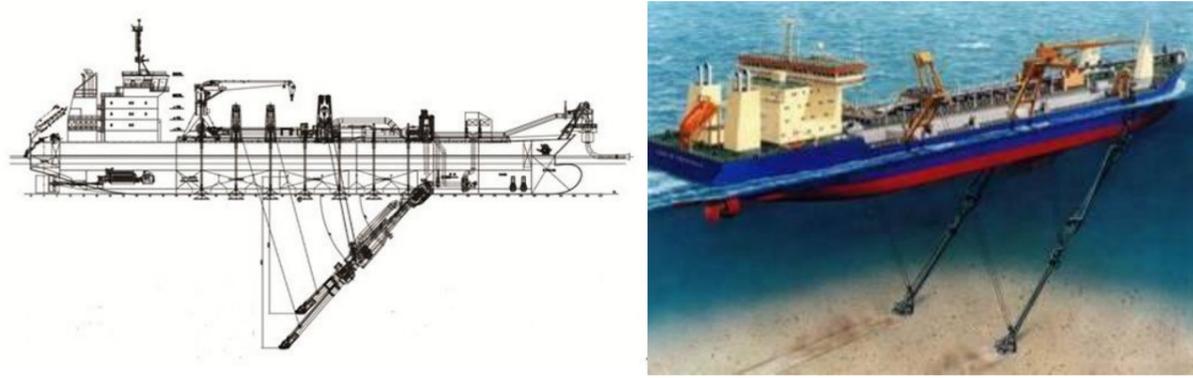


图 5.2-27 耙吸式挖泥船

3) 抓斗式挖泥船



图 5.2-28 抓斗式挖泥船

抓斗式挖泥船有自航和非自航两种。自航式的一般带泥舱，泥舱装满后自航至排泥区卸泥；非自航式则利用泥驳装泥和卸泥：挖泥时运用钢缆上的抓斗，依靠其重力作用，放入水中一定的深度，通过插入泥层和闭合抓斗来挖掘和抓取泥砂，然后通过操纵船上的起重机机械提升抓斗出水面，回旋到预定位置将泥砂卸入泥舱或泥驳中，如此反复进行。抓斗挖泥船一般用于航道、港池及水下基础工程的挖泥工作。适合于挖掘底泥、鹅卵石/砾石、卵石和粘性土等，但是不适合挖掘细砂和粉砂土。

4) 水上挖掘机

水上挖机是由传统挖机改造而来，凭借底盘浮箱的强大浮力，可悬浮在浮泥或水上并自由行走，被广泛使用于水利工程、城镇建设中的河道清淤和水域治理，湿地沼泽及江、河、湖、海、滩涂的资源开发，盐碱矿的治理开发，鱼塘、虾池改造，洪灾抢险，环境整治等复杂的工程中。

新一代水上挖掘机能在水深 5m 的狭窄区域内进行清淤作业，但其缺点也较为明显，不能输送底泥，清淤效率较低。



图 5.2-29 水上挖掘机

5) 水陆两用搅吸泵



图 5.2-30 水陆两用搅吸泵

水陆两用搅吸泵是在水上挖掘机的基础上改造而来，与水上挖掘机原理基本一致，但又在水上挖掘机的基础上有所改进，将挖斗改装为搅吸泵，集搅、吸、送于一体，效率大大提高。大功率 85/160 型搅稀泵的设计流量为 750m³/小时，效率较水上挖掘机大大提高。

6) 移动式吸泥泵



图 5.2-31 移动式吸泥泵

移动式吸泥泵可悬浮于底泥上，配合高压水枪施工，可在狭窄的空间内施工作业，操作方便，但施工效率相对较低。可用于城镇污水出理厂、企业污水处理厂、硬底河道、养鱼池、人工

景观湖、喷泉池底、游泳池底等，清理底泥。

7) 干式清淤

干式施工法清淤常根据施工现场场地条件采用长臂式挖掘机开挖或人工开挖的方式沿河道两岸进行清淤。干式清淤法的优点是清淤彻底，易于控制清淤深度，运输成本低，因而工程成本相对较低。



图 5.2-32 干式机械清淤设备

缺点是，由于需要围堰排水，对两岸护坡安全有一定的影响，另外施工也会对两岸已建工程设施造成严重的损坏，对周边环境造成二次污染。同时施工也需要对河道进行局部断流，因此不适合雨季施工，也不适合不宜断流的河道施工。由此可见，干式清淤法较为适合两岸具有一定空间且便于断流施工的小型河道清淤。

下表对各种底泥清淤方式的优缺点进行对比，对比结果表明，绞吸式挖泥船能够获得精确的挖掘轮廓，效率较高，输泥方便，适用于本工程中较宽河段的底泥清淤。水陆两用绞吸泵使用便捷，效率较高，适用于较窄河道的清淤。

表 5.2-5 各种底泥清淤方式优缺点对比表

船型	优点	缺点
绞吸式挖泥船	能获得精确的挖掘轮廓，效率较高，输泥方便。	锚缆系统为其他船舶航行带来困难，疏浚底泥含水率较高
耙吸式挖泥船	船体不在固定位置上工作，没有抛锚缆绳，可以自由移动，不影响其他船舶航行，输泥方便。	不能在狭窄的水域施工，疏浚底泥含水率较高
抓斗式挖泥船	开挖深度较大，自航抓斗挖泥船，无需辅助船舶协助移位施工，机动灵活性能高。抓斗式挖泥船采用泥驳运土，受运距影响较小，能基本保持底泥现状含水率不变。	抓斗式挖泥船对开挖深度不易控制，开挖浅层淤泥难以控制，开挖工作面不平，并且对液态底泥难清除，若底泥中含有块石等杂质，抓斗难以闭合。对通航水深有要求

水上挖掘机	便捷，可在底泥上行驶，适合较窄的河道	施工效率低
水陆两用搅稀泵	便捷，可在底泥上行驶，适合较窄的河道，施工效率较水上挖掘机大大提高。	疏浚底泥含水率较高
吸泥泵	适合作业面极其狭窄的区域	施工效率极低
干式清淤	清淤彻底，易于控制清淤深度，运输成本低	需要围堰排水，对两岸护坡安全有一定的影响

(二) 底泥输送技术

底泥输送方式主要有泥驳运输、输泥管运输、皮带机运输、自卸汽车运输等。

1) 泥驳运输

自航式泥驳具有设备简单、吃水浅、载货量大的特点，可航行于狭窄水道和浅水航道，并且可与多种清淤方式配合，是底泥水上输送的主要方式之一，但对通航有一定影响。

2) 输泥管运输

输泥管输送是底泥输送的主要方式之一，施工对周边环境的影响小、施工效率高，距离较远的区域可以采用加压泵接力的方式，可根据工程大小、原料供应情况，选用不同管径的输泥管，也可采用多条输泥管同时作业。

3) 皮带机运输

皮带机运输只能短距离运输，可移动。

4) 自卸汽车运输

自卸汽车运输只能在陆上运输，且只能运送脱水后的底泥，为避免对周边环境造成影响，推荐采用封闭式自卸汽车运输。采用自卸汽车理论上没有运距限制，但长距离运输费用较高。

表 5.2-6 底泥输送方式比较表

运输方式	优点	缺点
泥驳	便宜、运距不受限	只能在水上运输，对通航水深有要求，对通航有影响
输泥管	能在水上、陆上输送	吹距不能过远
皮带机	可移动	运距短
自卸汽车	可在陆上运输，运距理论上不受限	必须脱水后才能运输、费用高

根据漫水河河道现状，本工程结合底泥清淤方案，对底泥输送方案的优缺点进行比选，本工程清淤方法推荐采用水上挖掘机和干式清淤两种方式，采用输泥管和自卸汽车相结合的方式输送淤泥。

(三) 底泥脱水处理方案

由于底泥脱水、处理以及处置工程存在系统性，连续性，因此本工程对底泥脱水、处理处置方案总体进行方案比选。

采用清淤设备将黑臭底泥输运至岸边，通过底泥处置脱水，使得黑臭底泥能够减量化、稳定化、无害化和资源化。该技术是目前底泥处置主流的技术。异位处置技术主要包括重力脱水技术、固化剂固化整合搅拌脱水技术、压滤脱水技术和精确分离技术等几种。

1) 重力脱水技术

重力脱水技术是用于大量底泥脱水处理的一种技术，底泥脱水处理包括沉降、表面排水、固化和蒸发等步骤。底泥原位或输送到脱水床底，然后通过重力脱水的方式降低底泥中的含水率。



图 5.2-33 重力脱水技术

2) 固化剂固化整合搅拌脱水技术

固化剂固化整合搅拌脱水技术是众多底泥处置技术中造价较低、固化效果较好的技术之一。在湖泊底泥中加入固化剂，搅拌均匀，待充分固化反应后，会使底泥高含水率、低强度的特性得到显著改善。

3) 机械压滤脱水技术

采用环保型绞吸式挖泥船进行清淤，环保清淤会产出淤泥的含水率 90%~95%的淤泥浆体，通过垃圾分选机筛除泥浆中垃圾杂物后，泥浆进入初沉池进行重力浓缩。采用泥浆泵将初沉池底部浓缩泥浆送入均化池，其间通过投加疏水剂和疏水固化剂对泥浆进行调理调质处理，在均化池中经过均化掺混后泥浆通过压力泵送进入脱水设备。经脱水处理后，分离出含水率小于等于40%的泥饼和余水，泥饼可随时外运利用，余水处理后排。



图 5.2-34 重力脱水技术

4) 精确分离技术

精确分离技术是利用高效精确的离心固液分离设备将该工艺可将河道清淤后的底泥进行零排放处理，回收底泥中的有经济价值的物质（如鹅卵石/砾石、泥砂）作为建筑骨料，同时可将底泥中的粉粒和粘粒作为回填土方，或制成种植土、建筑用砖、砌块和陶粒。



图 5.2-35 精确分离技术

该技术主要四级处理将底泥精确地分为鹅卵石/砾石、砂、粉粒和粘粒等四类材料，并对其资源化利用处理。

第一级通过多层振动筛实现，筛掉粒径大于5mm的鹅卵石/砾石；二三级通过离心分离设备实现，每小时可以处理454m³含固率15%的泥浆；第二级筛掉粒径大于0.075mm的砂粒，作为建筑骨料；第三级筛掉粒径大于0.025mm的粉粒作为回填土方；第四级将小于0.025mm的粘粒通过斜板沉淀设备絮凝沉淀为含水率80%的底泥，然后通过带式脱水设备脱水至含水率60%以下的粘土，作为种植土或建材原料。

表 5.2-7 底泥脱水技术比较表

脱水技术	优点	缺点
重力脱水	处理量大	脱水效率低，占地面积大
固化剂固化螯合搅拌脱水	处理成本低，能将底泥无害化、减量化，同时固化产物还能资源化利用，变废为宝，减少土地占用。	固化后的底泥需要养护处理，养护周期相对较长，根据添加的固化剂不同，需要 3~ 20 天左右的养护时间，对养护场地面积要求较高。
机械压滤脱水	相对环保，底泥中的砂砾可分离并资源化利用，泥饼无需养护，可直接资源化利用。	效率相对较低，需要同时上多条生产线。
精确分离技术	占地面积小，处理量大，处理成本低，可移动，产物可资源化利用。	设备投资成本相对较高

(四) 余水处理技术

1) 余水处理标准确定

目前国内已实施的以氮、磷为主要污染的环保疏浚工程的余水水质标准均以悬浮物 (SS) 为主要控制项目；对于重金属污染的底泥，除控制 SS 指标外，还需控制水体中溶解态重金属的浓度。

根据《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》，处理后余水需达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中规定的二级排放标准。建议余水控制标准按《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中规定的二级排放标准控制。余水控制指标建议为 SS (限值 30mg/L) 和 COD (限值 120mg/L)。

2) 余水处置工艺比选

余水处理的方法一般有物理法、化学法和生物法。物理法是利用物理作用来分离无水中的悬浮物，化学法是利用化学反应的作用来处理污水中的溶解物质或胶体物质，生物法是利用微生物的作用来去除污水中的胶体和溶解的有机物质。

根据余水的水质及处理的标准，采用化学絮凝强化一级处理工艺。

常用的一级处理方法有混凝沉淀、滤布滤池、高效絮凝沉淀水处理一体机、超磁分离净化技术，下面对这四种工艺进行总结对比。

①传统混凝沉淀

工作原理：传统混凝沉淀法的基本原理是余水经混凝沉淀反应后进行重力沉淀，靠介质的

密度与水的差别来分离水和颗粒物。

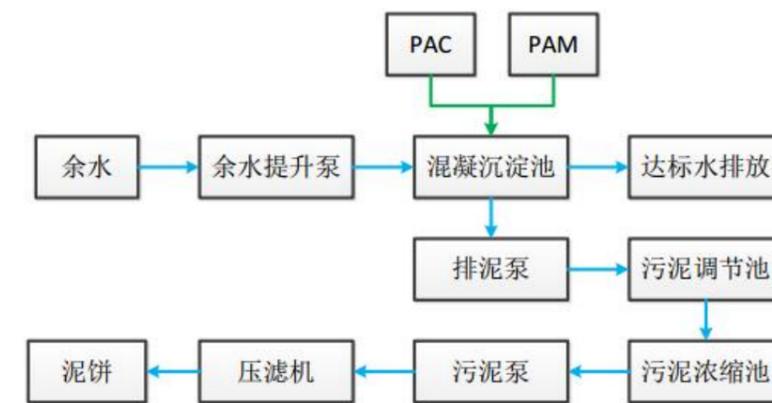


图 5.2-36 传统混凝沉淀工艺流程

②滤布滤池

工作原理：余水经混凝预沉淀后，进入滤池挡板消能后，通过固定在支架上的微孔滤布，固体悬浮物被截留在滤布外侧，过滤液通过中空管收集，重力流通过溢流槽排出滤池，以达到水质净化的目的。

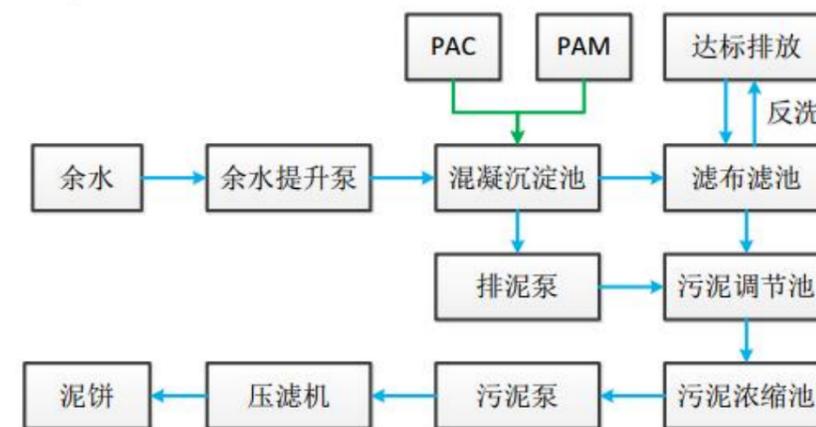


图 5.2-37 滤布滤池工艺流程

③高效絮凝沉淀水处理一体机技术

工作原理：利用全新的高效无机中性固态絮凝剂的应用，结合一体机的钢结构集成设备使用，达到对污水中的 SS、COD、BOD、氨氮和 TP 的高效脱除。

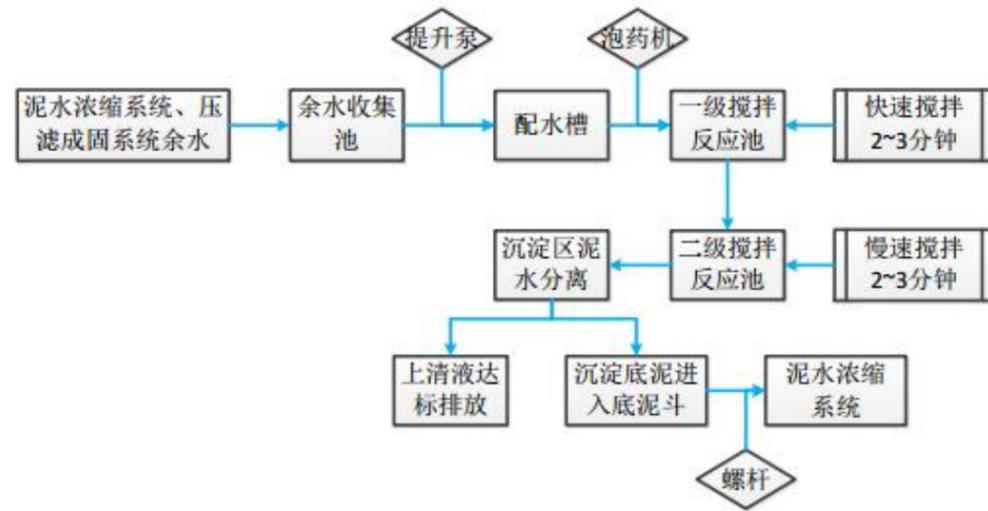


图 5.2-38 高效絮凝沉淀一体机工艺流程图

④超磁分离净化技术

工作原理：超磁分离只能分离导磁性物质，非导磁性物质通过微磁絮凝技术改性为导磁性絮团，该絮团的比磁化率是感生磁力大小的决定因素之一，外磁场强度和磁场梯度的大小也是感生磁力大小的决定因素。

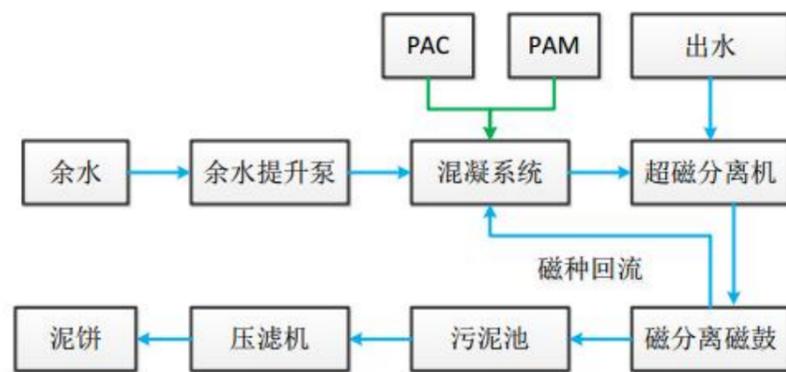


图 5.2-39 超磁分离净化技术工艺流程图

3) 余水处置方案确定

从以上四种工艺工作原理、处理流程等介绍中可以看出，传统沉淀排泥浓度低，须经过污泥浓缩池后才能进入压滤机脱水处理。滤布滤池对进水水质要求高，前段需设沉淀池，去除部分悬浮物后方可进入滤池过滤，且排泥浓度低，须经污泥浓缩池浓缩后才能进入压滤机脱水处理，且滤布滤池易堵，须配套反洗系统以及反洗排水处理系统，工艺复杂、运行和维护难度大。高效絮凝沉淀水处理一体机效率高，处理水质效果好，可以针对余水中的污染物状况，调整药剂的配比，

对已检测出的 COD、氨氮、SS、氟化物、总磷、LAS等水质指标都有较好的处理效果。超磁分离水技术排泥浓度高，无需浓缩直接进入压滤机脱水处理，较前两种工艺，减少了污泥浓缩系统和滤池反洗系统，但运营费用较高。四种工艺优缺点如下表所示，因此本次工程建议采用高效絮凝一体机技术作为余水处理技术。

表 5.2-8 余水处理技术比较表

序号	项目	传统沉淀	滤布滤池	高效絮凝一体机	超磁分离
1	水力停留时间	长	长	短	短
2	占地面积	大	大	小	小
3	耐冲击负荷能力	较强	一般	较强	较强
4	自动化程度	低	低	高	高
5	日常维护	维护量小	维护复杂	维护量小	维护量小
6	施工周期	长	长	短	短
7	运维成本	低	高	低	高

4) 药剂技术要求

①药剂的选择

近年来，国内外针对河道清淤工程，研制出各类的絮凝剂、固化剂、螯合剂等，市场上出现的生产商众多，销售的种类也十分繁多，选择优良可靠的固化剂对于河道底泥的资源化利用至关重要。

各类药剂选择的基本要求是：

- a 与底泥性质、脱水工艺匹配；
- b 脱水底泥化学性质稳定，不能二次分解或潮解；
- c 脱水底泥应具有良好的力学性质，能够满足建筑材料利用的技术要求，这些指标包括：含水率、容重、承载力、无侧限抗压强度，抗剪强度、内摩擦角、渗透系数等；
- d 脱水底泥应具有优良的环保指标，不能产生二次污染，污染物应有满足规范要求的浸出率，对于重金属和有机物的浸出率指标或有机物的挥发性必需满足环保要求；
- e 余水处置效果好，SS、COD、BOD、氨氮、总磷等指标去除率高。

②底泥固化原理

固化剂是通过主材料和副材料配成的化学制剂。当固化剂与底泥发生化学反应时，会使底泥的结构组织发生变化，将泥水分离。由于底泥本身结构的变化，使得经过处理后的底泥不会重新转变成泥水状态。

当固化剂掺入底泥中时，固化剂还会与底泥中的水份反应生成针状的结晶物存在与土颗粒结构空隙中，迅速产生絮凝物沉淀，从而使高含水率的底泥快速实现水与固体颗粒物的分离和沉积。

（五）底泥处理技术

1) 原位处理技术

原位处理即不疏浚黑臭底泥，直接采用原位搅拌设备将固化药剂与黑臭底泥搅拌均匀，使得黑臭底泥中的重金属、有机物析出速率大大降低。原位处理技术是国内外研究的前沿技术，是底泥处置发展的趋势，但目前原位处理的工程案例较少。原位处理技术存在以下 2 个问题：

①产生二次环境污染问题。如用化学手段可将污泥变成好养状态，快速改变黑臭现象，但破坏了厌氧微生物的体系，将影响到鸟类等的食物链，破坏河流的生态系统。

②技术难度高。目前对于大规模湖泊底泥的使用案例较少，是否能够大规模成果运用需通过现场试验确定。

2) 异位处理技术

①热处理法

底泥干化按热介质与底泥的接触方式可分为两大类，一类是燃烧烟气进行直接加热；另一类是用蒸汽或热油等热媒进行间接加热。用烟气进行直接加热时，由于温度较高，在干化的同时还使底泥中许多有机物分解。间接加热，温度一般低于 120℃，底泥中的有机物不易分解。

②底泥的焚烧技术

底泥焚烧技术是一种常见的处置方法，它可以破坏全部有机物，杀死病原体，并最大限度的减少底泥体积。当底泥自身的燃烧值较高，或底泥有毒物质含量高，不能被综合利用时，可采用燃烧处置。但焚烧处理单价较高、尾气难以处理等问题已成为制约底泥焚烧工艺的主要因素。底泥在燃烧前，一般应先进脱水处理和热干化，以减少负荷的能耗。

底泥的焚烧主要有 4 种方法：

a 利用现有垃圾焚烧炉

现有垃圾焚烧炉大都采用了先进的技术，配有完善的尾气处理装置，可以在垃圾中混入30%的底泥一起焚烧。

b 利用现有工业用炉焚烧底泥

主要利用沥青或水泥的焚烧炉，焚烧干化后的底泥的灰渣可以完全被利用于产品之中。通过高温焚烧纸 1200℃，底泥中有机物、有害物质被完全分解，同时在焚烧中产生的细小水泥悬浮颗粒，会高效吸附有毒物质。一般来讲，加入的干底泥量一般低于正常燃料的 15%。

c 在火力烧煤发电厂焚烧底泥

经过发电厂焚烧底泥研究证明，底泥占耗煤总量的 10%以内，对于尾气净化及发电站的正常运转没有不利影响。

d 底泥单独焚烧

底泥单独焚烧设备有多段炉、回转炉、流动床炉、喷射式焚烧炉、热分解燃烧炉等。底泥焚烧产生大量带飞灰的烟气，这些烟气中含有多种有毒物质，如氮氧化物、二氧化硫、氯化氢、粉尘、重金属和二噁英等，易形成二次污染。且尾气处理工艺复杂、技术难度大、处理成本昂贵。

③底泥的焚烧技术

底泥焚烧灰和黏土等掺和料制砖是底泥资源化利用的一种。底泥焚烧灰和黏土混合砖，底泥焚烧灰和黏土的制坯、烧成、养护等制造工艺均与黏土砖相近，烧制成品既可用于非承重结构，也可以按标号用于承重结构。但与干化底泥制砖相似，它也要用黏土当原料，对于禁用黏土制砖地区，仍不适用。

当底泥与黏土重量比 1:10 配料时，底泥砖可达到普通红砖的强度。但由于受坯体挥发有机物成分含量的限制，当挥发有机物达到一定限度会导致开裂，影响砖块质量。且底泥灰与黏土拌合物制砖的吸水率较黏土砖高，强度低。

④利用底泥做生物基质的底泥资源化利用技术

利用淤泥和植物种子、菌落添加剂、保水材料、粘结材料、纤维材料、孔隙材料混合而成为适合植被快速生长、长期保持绿化效果的营养基质层，将营养基质层填充进堤坝护垫编织物，稳固附着在河岸坡面，以起到防浪涌、抗冲刷并实现植被恢复和生态修复功能。

堤坝护垫是以高强度并具有超强稳定性和滤水性的长丝多重聚酯纤维编织而成的双层织物为基材，注入水泥砂浆后会在堤坝河岸表面固定成型，利用高强度、超稳定的多重聚酯编织物能消浪、抗冲刷的效果起堤坝防护功能。

生物基质滨水生态防护系统可植草植灌，消浪又兼顾生态美观，能耐酸、耐碱，不受有机溶剂和有机物、微生物的侵蚀；抗辐射及抗老化性能好，寿命长。该技术可塑性高，能与地形有机结合。安装完成后，紧贴基面，整体性好，抗冲性强，坚固耐用。机械化施工，速度快，施工适应性强。水上部分植草植灌，水下部分可种植挺水、沉水植物。植被覆盖率高，消浪、环保，满足水生态和滨水生态缓冲带要求。

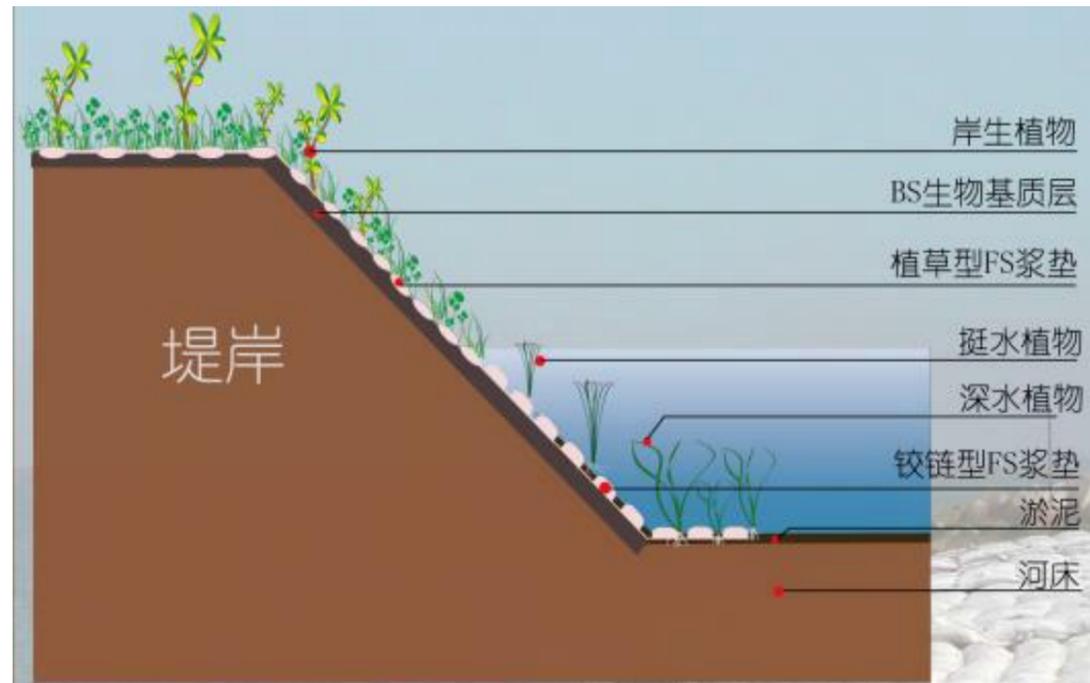


图 5.2-40 生物基质生态滨水防护系统示意图

⑤新型粒状生物滞留介质制作技术

当接收的淤泥无重金属污染时，可采用低碳绿色的生态资源化处理技术将淤泥分离回收得到的粘土作为原材料，制作成新型的粒状生物滞留介质。

新型粒状生物滞留介质制作技术是基于珠海市深圳清华大学创新中心团队核心技术—生物催化技术。该技术选用的复合酶是经过特殊酵母发酵从几十种北美土著自然植物中一次提取的广谱复合酶，含有至少以下几种酶：Reductase（还原酶），Amylase（淀粉酶），Cellulase（纤维素酶），Esterase（酯酶），Lipase（脂肪酶），Ligninase（木质酶），Protease（蛋白酶），Urease（尿素酶），Xylanase（木聚糖酶）。使用该复合酶对原泥进行生物催化处理，借助与有机分子结合生成的中间产物来与粘土结构发生交换反应，能打破粘土矿物的双电层结构，将其中的水分排出，促使土颗粒集聚和团粒化（cluster），将团粒化颗粒进一步胶结，使粘土中有机物中的纤维碳化，增加对污染物的吸附能力。生物固化剂能够有效降低水的表面张力，减小粘粒水膜的厚度或破坏水膜，同时能够有效改变土壤菌群，促进有益微生物的生长与植物对营养元素的吸收利用，防治植物病害，使土壤颗粒介质更利于植物生长。

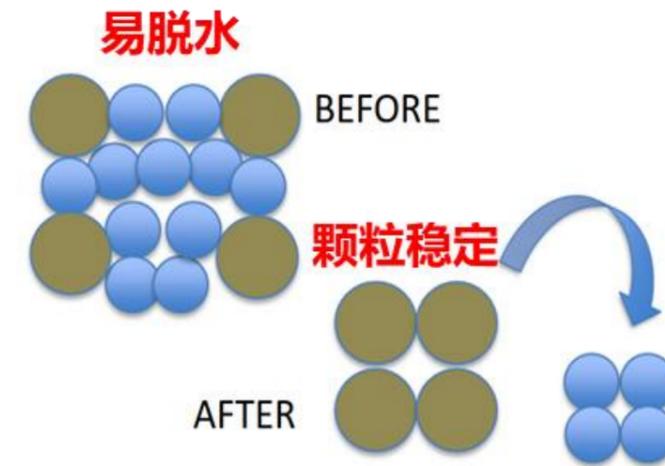


图 5.2-41 复合酶制剂脱水固化原理

河道底泥经过本工艺造粒后，粒径在1cm左右，含水率小于50%，孔隙率为40%，性质稳定，长期泡水不散。与国外以腐殖质为基础的生物滞留介质相比，该介质由于没有额外混合类似锯木屑的腐殖质，不会造成营养物质如磷氮的浸出问题。该粒状介质土具有更大的孔隙率，具有优秀的渗透和保水功能，期间经过多次的改良，不断调整颗粒介质土的配比及附加填充物来调整其对污染物的去除效果。



图 5.2-42 复合酶制剂脱水固化原理

新型粒状生物滞留介质可用于国内海绵城市建设中，作为基础海绵介质进行销售，实现最终的处理。结合现阶段海绵试点城市建设经验，海绵介质销售价格在300-400元/m³，具有良好的市场前景和经济价值。

3) 底泥处置技术比选

根据漫水河流域河道底泥特点，结合现阶段底泥处置技术处理原理，适用于漫水河流域河道底泥处置技术有固化剂固化螯合搅拌脱水技术、机械压滤脱水技术、精确分离技术、底泥焚烧灰制砖和新型粒状生物滞留介质制作技术，可根据清淤河道底泥特点、处理场地和投资等因素进行选取。

表 5.2-9 底泥处置技术比选

序号	类型	工艺	优点	缺点	结论
1	原位方案	微生物+化学药剂钝化	见效快	对大面积流域不适用	不推荐
2	异位方案	固化剂固化螯合搅拌脱水技术	造价低、固化效果好	养护场地面积较大、需要养护时间、资源化产品价值较低	推荐
3		机械压滤脱水技术	清淤效率较高，相对环保	板框压滤机效率较低，底泥处置场面积较大	推荐
4		精确分离技术	占地小，处理量大，资源化产品价值高，零排放	设备投资成本较高	推荐
5		热处理法	可部分分解污染物	需专门的处理场所	不推荐
6		焚烧技术	体量大大降低	尾气、粉尘难以处理	不推荐
7		底泥焚烧灰制砖	可资源化利用	产能限制，砖块质量有影响	推荐
8		底泥做生物基质的底泥资源化利用技术	可资源化利用	成本较高，底泥需无重金属污染	不推荐
9	新型粒状生物滞留介质制作技术	可资源化利用	底泥需无重金属污染	推荐	

5.2.6 相关措施典型案例

(一) 农业面源污染治理技术措施典型案例

根据对农业面源污染治理技术措施比选结果，选用生态塘、人工湿地、生态河道和微生物活化法（IMA）作为主要治理技术措施，可根据片区现场实际情况进行组合使用，相关措施均具有成熟案例。

(1) 生态塘及人工湿地应用案例

1) 昆明市官渡区三个半岛生态修复湿地建设项目

该项目主要建设内容为三个半岛范围内的湿地营造工程，包括生物多样性生境营造、生态植物群落设计、土方工程、引水布水工程、湿地系统水质净化工程、自然驳岸工程及9条河流的入

湖口工艺处理。

以滨湖生物多样性复育为核心，以场地水质净化为基础，形成水生-湿生-陆生复合生态带，恢复和保护滇池湖滨生物多样性，重筑滇池生态岸线，构建滇池与城市发展的生态缓冲区，保障滇池的可持续发展。运用生物滤池技术移除过剩营养盐；玉湖的水体循环缓慢。



图 5.2-43 昆明市官渡区三个半岛生态修复湿地建设项目应用案例

2) 孟家湾湿地公园水体应用案例建设项目

孟家湾湿地公园结合现状水库，将周边雨水引入湿地中，通过净化设施净化后进行调蓄。将水库水岸线改造为自然入水，并结合现状公园场地进行造景，营造一处自然生态的休闲湿地公园。玉带河上游承接湿地公园来水，通过改造形成一处线形滨水休闲空间。

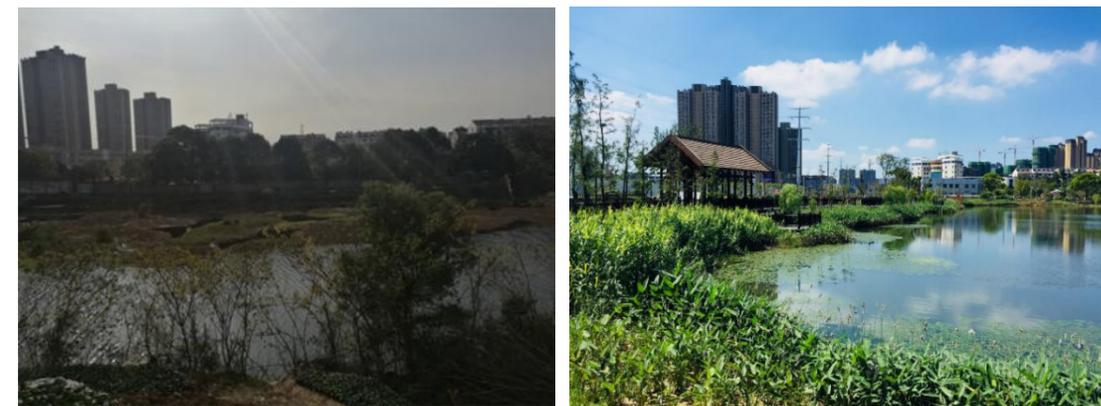


图 5.2-44 孟家湾湿地公园水体应用案例（左图为水体改造前，右图为水体改造后）

项目范围整体位于江苏大学校园内，此次改造结合校园海绵建设要求，对岸线、跌水汀步、滨水休闲场地进行改造提升，增加植物景点，升级校园湖区景观。改造中加入了重力流湿地用以净化水质。

(3) 生态河道应用案例

虹桥港水质治理示范工程通过在虹桥港中。上游采用河流循环流动工程、生态聚生毯边坡工程、生态浮岛工程、絮凝沉淀工程、砾间工程等生态修复工程，减少虹桥港水体污染物总量，提高虹桥港环境容量，使其生态需水量得以维持，河流水质得到改善，河流的生态结构得以优化和稳定。



图 5.2-45 镇江市虹桥港水质治理示范工程应用案例

(4) 微生物活化法 (IMA) 应用案例

昆明海东湿地公园曾存在水体泛滥蓝藻的问题，由于富营养化，蓝藻常于夏季大量繁殖，并在水面形成一层蓝绿色带有腥臭味的浮沫，让整个水面浑浊不堪。2015年10月，昆明海东湿地公园10000m² 水体投入IMA微生物活化系统净化水质，运行1个月后，水面蓝藻明显消失，水体透明度明显改善，透明度可以达到1米以上，水质净化效果明显。



图 5.2-46 昆明海东湿地公园水体应用案例

(二) 水产养殖尾水专项处理技术措施典型案例

根据对水产养殖尾水专项处理技术措施比选结果，选用三池两坝、高效弹性介质过滤系统、高效生物滤池和高效微生物技术作为主要治理技术措施，可根据片区现场实际情况进行组合使用，相关措施均具有成熟案例。

(1) 三池两坝应用案例

佛山市南海西樵礼记水产养殖场养殖面积约200亩，场内建立“三池两坝”养殖尾水处理系统，养殖尾水通过管网系统逐步流经沉淀池、溢流坝、曝气池、潜流坝、生态池，实现水体杂质沉淀、增加含氧量、吸收过滤有害物质等净化处理目标，最终达标后的尾水就近排放到河道。



图 5.2-47 佛山市南海西樵礼记水产养殖场应用案例

(2) 高效弹性介质过滤系统应用案例

1) 广东财贸职业学院（北校区）二期污水处理站

项目设计目标是验证弹性介质过滤器的处理效果及运行稳定性，并辅助现状污水处理设施的前端一级处理，去除5微米以上悬浮物，结合后续生化反应系统处理后的尾水水质达一级B标准。



图 5.2-48 广东财贸职业学院（北校区）二期污水处理站项目应用案例

2) 清远市清新区望天狮滞洪湖水体修复工程

项目设计目标是在周边用地紧张的情况下，解决在暴雨内涝期间雨污混流进入望天狮湖体导致的水体污染，项目使用“高效弹性介质过滤系统+高效生物滤池”组合工艺，保证处理后的尾水水质稳定达到一级A排放标准。



图5.2-49 清远市清新区望天狮滞洪湖水体修复工程应用案例

3) 安徽省六安市淠河总干南岸生态环境综合治理EPC项目（建设中，即将竣工）

项目设计目标是对项目范围内存在的3个主要市政排水口的初期雨水进行处理，采取针对性的“高效弹性介质过滤系统+高效生物滤池”组合工艺，项目设计处理量：8000m³/d，项目要求设施与景观协调，确保排放的水质满足地表III类水标准要求。



图 5.2-50 安徽省六安市淠河总干南岸生态环境综合治理 EPC 项目

(3) 高效生物滤池系统应用案例

1) 镇江市御带河综合改造工程

御带河综合改造工程旨在改善玉带河水质，结合海绵校园建设需求，改造滨河景观空间，预留未来发展建设用地。改造范围整体位于江苏大学校园内，此次改造结合校园海绵建设要求，对岸线、跌水汀步、滨水休闲场地 进行改造提升，增加植物景点，升级校园湖区景观。改造中加入了高效生物滤池系统用以净化水质。



图 5.2-51 镇江市御带河综合改造工程应用案例

2) 云南玉溪玉湖水质提升整体项目

玉溪玉湖总悬浮物体量较大，且组成为不易沉淀的红土，造成水体透明度差、颜色偏黄。总磷总氮等营养盐成分过高，导致水中藻类丛生，破坏自然水系的生态 组成，导致物种单一化，生态系结构脆弱。玉湖水体替换周期过长导致水体溶氧量不足。

水质净化思路主要有：让水质净化过程尽量发生在上游区域；仅运用自然生态净化无法达到设计水质目标；使用简化的澄清系统；运用生物滤池技术移 除过剩营养盐；玉湖的水体循环缓慢。



图 5.2-52 云南玉溪玉湖水质提升整体项目应用案例

(三) 农村生活污水治理技术措施典型案例

根据对农村生活污水治理技术措施比选结果, 选用高效微生物智能污水处理系统作为主要治理技术措施。



图 5.2-53 湖北建始县石门河旅游区游客中心污水处理项目应用案例

湖北建始县石门河旅游区游客中心采用高效微生物智能污水处理系统对旅游区内职工及游客生活污水进行处理。项目污水一体化设备投资成本约70万元, 污水处理站设计日处理量150吨/日。污水经隔油池、化粪池处理后用于高坪镇高店子社区400亩耕地施肥。项目污水处理设施出口处水质检测结果满足城镇污水一级B排放标准。

(四) 河道清淤疏浚技术措施典型案例

(1) 广州市峨眉砂岛淤泥处置示范工程案例

项目峨眉砂岛位于鱼珠码头与长洲码头之间的珠江江面上, 淤泥处理区域在峨眉砂岛西侧, 长 400m, 宽 200m。占地 1.5 万平方米, 处理量为 700 万 m³/年。

项目处理目标为受重金属污染底泥, 淤泥搅拌固化工艺和一体式淤泥脱水干化工艺。采用绞吸式挖泥船吸取含水量 75%~90% 泥浆水, 经过运泥船和管道输送作业, 运入淤泥无害化处理场地, 通过振动筛滤出 2mm 以上砾石; 自流进入生化池, 将复合酶按比例稀释后用流量泵注入生化池, 推流曝气 4h, 除去淤泥中部分有机物, 达到脱毒、除臭的目的, 同时有利于淤泥的脱水干化; 经过生物修复后的淤泥通过污泥泵, 进入水利旋流离心固液分离设备, 首先泵入去砂水力旋流分离器脱水, 得到 75 μm 以上的干化砂粒, 可直接运输和填方; 除去 75 μm 以上颗粒后的泥浆经第 2 级离心泵送至二级去泥水力旋流分离器和振动筛脱水系统, 得到 25~75 μm 的干化的粉粒颗粒, 可直接运输和填方; 剩余泥浆加入一定量絮凝剂, 由第 3 级离心泵送至不对称纤维过滤器过滤, 上清液直接排放, 反冲泥通过去泥水力旋流分离器和振动筛脱水系统, 得到含水率 60% 左右的黏粒颗粒, 黏粒颗粒加入固化剂, 搅拌后, 堆放 2~3d, 即可直接运输和填方。



图 5.2-54 广州市峨眉砂岛淤泥处置示范工程应用案例

(2) 东莞市清溪河淤泥处置工程项目工程案例



图 5.2-55 东莞清溪河淤泥处置工程项目应用案例

东莞市清溪河淤泥处置工程项目位于铁矢岭河与清溪水交汇处下游约 1.3km 的荔横人行桥左岸，清理淤泥总量水下方约 24.8 万 m³。

项目处理目标为受重金属污染底泥，淤泥搅拌固化工艺和一体式淤泥脱水干化工艺。项目工艺通过四级处理将底泥精确地分为鹅卵石/砾石、砂、粉粒和粘粒等四类材料，并对其资源化利用处理。第一级通过多层振动筛实现，筛掉粒径大于 5mm 的鹅卵石/砾石；二三级通过离心分离设备实现，每小时可以处理 454m³ 含固率 15% 的泥浆。第二级筛掉粒径大于 0.075mm 的砂粒；第三级筛掉粒径大于 0.025mm 的粉粒。小于 0.025mm 的粘粒通过斜板沉淀设备絮凝沉淀为含水率 80% 的底泥，然后通过带式脱水设备脱水至含水率 60% 以下的粘土。

项目将淤泥精确地筛分为鹅卵石/砾石、砂土、粉粒和粘粒，并对分类出的颗粒作为建筑骨料和制作为海绵土、免烧砖原料资源化利用。

5.3 管理手段层面

流域水生态环境管理即科学开发利用水资源，化解流域水资源和经济发展之间的矛盾，将水和流域里的动植物、社会活动结合起来，将其视为整体来分析，强调其整体功能。流域水生态环境管理聚集了现代流域管理思想的精髓。从整个区域的大局出发，统一协同安排，全方位管理，科学利用，合理保护，实现环境和经济的可持续发展。

流域水生态环境管理对流域系统的构造、机理、功能的深入研究，以及了解可持续发展所需要的条件，从而树立清晰的管理目标，然后利用监测技术手段以及相关法律政策来规范流域的社会经济活动，从而实现流域水生态环境科学管理和社会经济的持续发展。

放眼全球的水环境污染问题，许多如水库、湖泊等水资源的一个重要的污染问题。就是富营养化。随着经济的快速发展，人们对水资源的过度利用，无节制的大量排放含有各种化合物到水资源中，农业肥料和日化品中都含有大量的氮和磷，这些物质能够促使如藻类的水生物快速繁殖，消耗水中的氧，使得湖泊水质浑浊。因此，流域水生态环境问题实质上是其相关利益主体之间的利益均衡与利益协同的结果，环境保护需要考虑来自多元利益相关者的压力，如政府、排污者、公众及社会团体等，环境治理目标的实现应关注利益相关者的相互作用，考虑各利益主体之间的利益关系。

早期流域水环境保护的研究更多地是从政府环境管制的单一维度出发，相应的理论研究集中于如何通过法律手段、政府管制等行政命令手段来促进水环境保护，达成政府的环保目标。众多研究肯定了政府水污染控制法律对于水污染治理和改善区域政府间关系的重要性。然而，此时的单一管制模式在实践过程中遇到了许多的困难。众多学者肯定了通过行政手段、市场机制和协商

谈判等一系列方法协同解决流域水环境冲突问题重要性。涉及水资源的冲突是普遍存在的，试图解决这些冲突需耗费巨大的社会投资。水环境管理与区域间社会、经济、政治、环境等要素存在紧密的关系，并涉及多主体之间的利益关系的协同，因此水环境管理需要综合考虑水资源综合管理原则和流域综合管理的总目标，构建利益协同机制，实行水资源综合管理方法。

近年来，我国积极借鉴国外先进的流域管理经验，从多角度对水环境管理协同机制进行了有价值的研究，通过有效的制度设计，充分运用行政、经济以及公众参与的手段可有效地提高不同利益主体之间的协同程度，降低利益冲突导致的效率损失鉴于流域综合治理的现实需求。我国在流域水环境保护的管理制度上进行了大量的探索，成立了以领导小组、联席会议和保护委员会等流域水环境管理机构，并针对流域不同污染物采取针对性的管理措施。

(1) 深化“河长制”流域管理机制

经过 10 来年的实践，河长制在粗放式的治理水体黑臭方面起到了立竿见影的效果，这是因为河长制打破了九龙治水、群龙无首、各部门互相掣肘推诿的治水乱局，由党政一把手亲自督办，有利于整合分散的行政资源，最大限度地凝聚了治水合力。但是随着时间的推移，河长制的某些缺陷也逐渐暴露出来。河长制本质上是一种人治，河长们治河的积极性一是来源于上级考核的压力与随之而来的奖惩机制。二是来源于领导干部自身的能力和水平。考核的方式、内容、标准与考核结果的运用直接关系到河长们治水工作的指导思想、资源分配与工作部署，如果考核制度本身有问题或领导干部自身的问题，就难以保证治水工作的科学性、合理性，以及治水目标与其他行政目标之间的平衡。有学者将河长制的主要问题归纳于：①河长制是人治而非法治；②河长制是应急机制，不是长效机制；③河长制存在着考核标准“一刀切”、考核指标书面化和考核体系重复化；④河长制强化权力集中弱化公众参与。因此，我们有必要总结河长制的成功经验，检视其制度隐忧，并挖掘河长制的制度潜力与进步空间。

(2) 实现污染物排放申报制度和排污收费制度

排污收费制度是指向环境排放污染物或超过规定的标准排放污染物的排污者，依照国家法律和有关规定按标准交纳费用的制度。根据“谁污染谁治理，谁受益谁承担”的原则，按照污染排放量收取一定金额的污水处理管理资金，用于污水处理设施等公用设施的正常维护和日常管理的支出，并设立专帐管理，专款专用，以此倒逼排污者减少排水量。征收排污费的目的，是为了促使排污者加强经营管理，节约和综合利用资源，治理污染，改善环境。该方法实施简单，管理方便，但在污染控制实践中，表现出没有有机联系环境受体质量要求，无法排除污染源以稀释手段降低污染物排放浓度等严重缺陷，因而当污染源分布密集，污染物排放数量较大时不能有效控制污染。

(3) 环境监管体系建设

生态监测是运用可比的方法在时间或空间上对特定区域内生态系统或生态系统组合体的类型、结构和功能测验及观察的过程。监测的结果则用于评价和预测人类活动对生态系统的影响以合理利用资源、改善生态环境。目前地表水环境监测主要以定点监测为主，基本覆盖了省市县界、重要城镇及主要水功能区，定点监测对监管考核、对掌握监控断面长时间序列水质变化趋势具有重要意义，但由于缺乏机动性和灵活性，很难及时精准发现生态环境问题和偷排漏排等违法行为，很难准确回答哪里超越了生态环境承载能力、突破了“底线”、踩了“红线”，对流域生态环境监督管理工作的支撑力度有限。

综上所述，我国现阶段流域水生态环境治理主要是发挥我国的制度优势，集中力量打歼灭战，主要是通过工程的方法实现治理目标。但是这种粗放式流域管理手段忽略了流域的整体性特征，缺少综合的流域管理法律和政策，难达到流域有效管理的目标，对“河湖水体长制久清”的远期目标存在着一定的缺陷，需要从制度和管理层面建立一套科学的，可持续的水环境管理体系。

因此，本项目建议以 TMDL 作为漫水河流域水生态环境治理核心思路，结合河长制优势，将分散的、碎片化的治水规划和工程方案统筹在统一的基于河道水质目标污染物削减和分配框架下，创新出一套适合中国国情的水污染物总量控制目标分配指标体系及管理模式。

该管理方式除了行政方面的制度创新之外，综合运用与 TMDL 相关的市场工具、政策工具与法律工具对提升河长制的制度效能也有积极的作用。首先，要充分运用市场激励型的工具，如排污权交易制度，通过市场交易排污量提高企业节能减排的积极性，负向的激励工具如环境保护税收制度（即原排污收费制度），通过惩罚性税收提高企业排污成本，从而使水污染防治从政府的强制行为变成企业的自觉行为。其次，要探索建立生态保护补偿制度。对具有重要饮用水源或重要生态功能的河湖实行生态保护补偿，通过财政转移支付、社会筹集资金及其他合作方式在受益地区与生态保护地区、流域下游与上游之间建立起补偿关系，形成“谁受益谁补偿、谁保护谁受偿”的良性运行机制。再次，要推广运用政府和社会资本合作（PPP）模式。改变环保公共产品由政府单一供给的格局，利用社会资本在资金、技术与企业化运作经验方面的优势，共同参与水污染防治项目的建设和运营。最后，要继续完善环境司法制度。鼓励公民个人和社会组织通过环境侵权诉讼、行政诉讼、公益诉讼来维护自身的环境权益，促进环境保护法律的实施。激活民间力量以司法手段维权护法，不仅能节约政府的水环境治理成本，也能遏制各类主体的水环境违法行为。

制定基于 TMDL 的漫水河流域管理手段及管控平台思路如下：

1、确定河长制下利益相关方责任及使用权限

(1) 各级河长，如区、乡镇、街道河长

(2) 政府相关部门，如水利、水务、住建、生态资源、生态环境、城管、园林等局

(3) 相关企业，如水务集团、交通集团等

2、资料收集和分析

(1) 收集各类涉水规划、方案、政府文件、考核指标和办法等（以下简称文字资料）

(2) 收集水文、水利、水质、河道、湖泊、水库、管网、涉水基础设施、气象、土地等（以下简称数字资料）

(3) 梳理各类文字资料，捋顺文字资料之间的相关联系和逻辑关系，分析文字资料中的共性和差异性。

(4) 分析各类数字资料，初步鉴别数据资料的完整性、可靠性、精度等，确认数字资料的缺陷和空白

3、受损水体识别

参考国家地表水环境质量标准，对漫水河流域的 1-3 类河涌和水库山塘的水质进行识别，在识别过程中要重点考虑水体的用途和功能，避免一刀切的水质标准。在确定水体的用途后，分析影响水质的主要因子，对其进行重点审查，并作为主要的控制因子。目前国家地表水环境质量标准与水体用途和功能的定位偏差较大，如 III 类水适用于游泳区，总氮的指标定为 1mg/L，而泳池水质标准中尿素为 3.5mg/L，一般尿素中含有 46.4%的氮，所以泳池的总氮高于 III 类水规定的总氮。另外如果水华是饮用水源地的主要问题，就是达到 II 类甚至 I 类水也无法保证水华不发生，所以一刀切的受损水体识别将不利于 TMDL 的推广。

4、建立优先等级清单

一旦受损水体识别完成，可以根据涉水规划、治理方案等实际情况建立优先等级清单。

5、污染源调查和污染负荷分配

根据初步调研，目前清新区以农污合流制排水方式为主，农村污染治理工程主要采用末端截污的方式，将截污闸上游暗渠合流污水收集处理。但雨季合流制区域溢流情况普遍，污水溢流导致部分河涌水质出现波动。所以溢流是主要的污染源之一，另外雨水排口也是主要的污染源之一，特别是初雨径流中的污染物往往高于污水。农业面源污染、水产养殖尾水污染也对部分受损水体有一定的贡献。有些河道流经的区域超出了 TMDL 计划范围，可以作为外源考虑。污染源调查需要采用监测和模型的手段相结合。

污染负荷的分配和削减是 TMDL 计划成功的关键，虽说流域治理提出源头、过程、末端削减，排水分区达标，但是并没有和接纳水体的水质改善联系起来，所以根据目标水体的用途和功能，

计算模拟水环境容量，确定需要削减的污染负荷，并将削减任务合理分配到排水分区。根据每个排水分区的特征，采用最佳管理实践（Best Management Practice, 简称 BMP）将行动落实到排水单元。

6、TMDL 计划实施

根据污染源调查和污染负荷分配的结果，对已制定的涉水规划、工程方案等进行优化，通过工程和非工程措施达到 TMDL 计划的最佳效果。非工程措施应优先考虑，因为很多时候非工程措施可以达到事半功倍的效果。依托 TMDL 管理平台建立养殖尾水排放管控体系，根据流域水体最大污染物日容量，进行尾水错峰排放管控，减少水体污染负荷。

7、TMDL 计划实施效果评估

通过河涌、排口、管网的水质监测和模型，对 TMDL 计划实施的效果进行评估。在评估之前需要制定科学的、系统的、长期的监测方案，方案要为模型参数率定和验证服务。除了监测和模型评估外，还可以采用非直接的评估手段，如减少化肥使用量将等同于多少氮和磷的削减等等。

8、构建 TMDL 管理平台

TMDL 管理平台将是 TMDL 计划精确管理的最重要的工具，所有利益相关方都可以通过平台的 APP 实时了解 TMDL 实施的情况，发现问题可以通过平台直接上传，迅速解决。管理平台可以对计划进行动态管理。

综上所述，基于 TMDL 的漫水河流域管理手段具有以下优势：

（1）通过构建总体流域水环境 TMDL 模型，对实施方案的流域的工程量进行精准分析和调控，可以满足项目目标、项目落实进度（对重点区域优先治理）和投资工程量的高效同步协调，为项目的方案评估和绩效考核提供量化的基准和抓手。

（2）通过规划完整的水量水质监测项目以及汇整流量、水位、水质的监测和采样数据，进行模型的水量与水质的率定与验证，可用于进一步构建智慧流域系统平台，应用于水环境、水安全、水资源与水生态各项措施之间的整合。

第六章 基于水环境容量控制的流域综合治理体系

6.1 体系概况

水环境容量控制源于美国环保局于 1972 年在《清洁水法》中提出的最大日负荷总量 (Total Maximum Daily Load, TMDL)，即将可分配的污染负荷分配到各个污染源，包括点源和非点源，同时考虑安全临界值和季节性变化，从而采取合适规模和尺度的污染控制措施来保证目标水体达到相应水质标准的体系。污染负荷分配依据公式为：

$$TMDL = \sum WLA + \sum LA + MOS$$

其中，WLA 为点源污染负荷允许排放量总和；LA 为非点源污染负荷允许排放量总和；MOS 为安全容余。

6.1.1 工作框架

(1) 漫水河流域水环境特征分析

为深入了解漫水河流域系统的主要问题，收集、整理与漫水河流域水环境相关的历史数据及现状数据，并对漫水河流域的历史及现状水质、富营养化情况及水生态系统进行分析。研究并掌握主要污染物 (TN、TP、COD 和氨氮) 与污染排放源之间的时空交互影响关系，估算流域水系的水环境容量，从而深化理解对流域内主要污染物源头进行控制的意义。

(2) 漫水河流域二维水文水动力及水质模型的建立

二维水文水动力及水质模型是计算漫水河流域水环境 TMDL 总量的基础，应用漫水河流域的水质、地形、地质、气象等资料，建立漫水河流域的二维水文水动力及水质模型，分析漫水河流域的水动力及水质特征，并利用现状监测数据 (水量、水位、水质等) 对模型进行校核。

(3) 漫水河流域水环境 TMDL 总量及 MOS 的确定

基于所建立的漫水河流域二维水文水动力及水质模型与项目总体目标，通过模型算法计算得到漫水河流域的水环境 TMDL 总量。再根据水环境容量计算模型的特点，对其影响因素进行不确定分析，应用一阶误差分析法 (FOEA) 等方式估算出由于模型计算误差导致的安全容量 (MOS)。

(4) 确定主要污染物控制标准

以三青大桥和黄坎桥省考断面水质达标为基础，通过模型算法将水文水动力特征与水质变化相耦合，从而得到符合其水环境容量要求的主要污染物控制标准。

(5) 主要污染物负荷核算及分配

对漫水河流域每个片区的点源及非点源主要污染物负荷分别进行核算。最终根据各河流、排沟、渠道的点源及非点源的入流负荷量得到其污染源贡献率，从而对 TMDL 总量进行分配，指导每个片区的水质保障工程措施和工程量。

6.1.2 技术路线

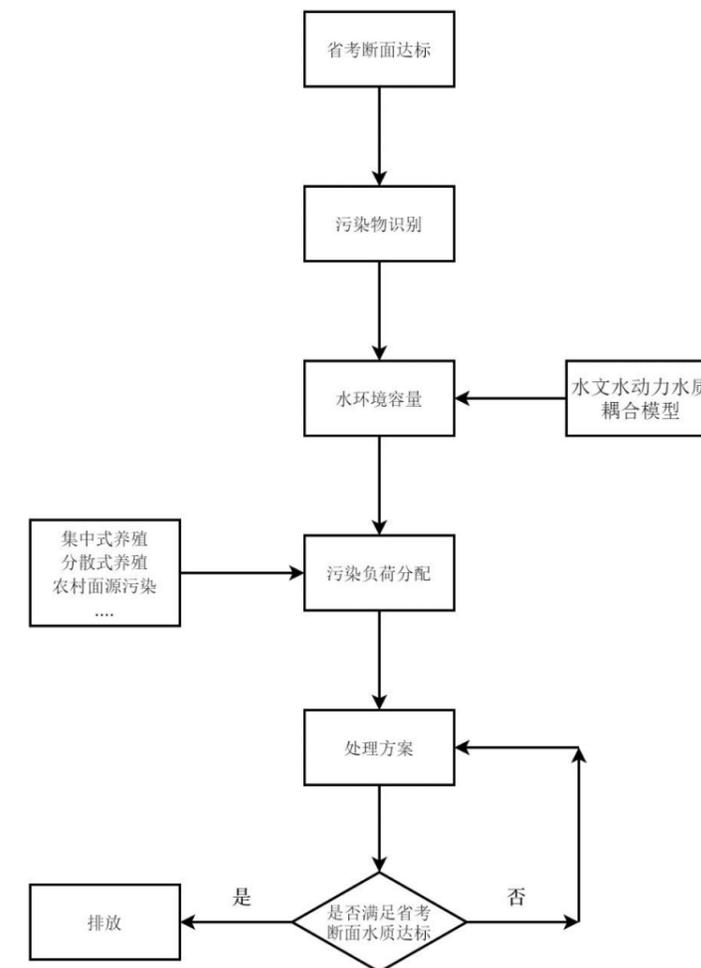


图 6.1-1 基于水环境总量控制的流域综合治理体系技术路线

6.1.3 意义与作用

基于水环境容量控制的流域治理方案体系是遵循以水质达标为根本目的、以总量控制为技术基础、以排污许可为管理手段的水质目标管理理念，形成了由流域控制单元水环境问题诊断、水质目标确定、污染负荷估算和解析、污染源-水质响应关系分析、容量总量分配、排污许可管理等核心技术组成的流域控制单元水质目标管理技术体系，具有以下重要意义和作用：

- 1) 构建基于日污染物最大负荷为基础的动态流域水质管理系统，可作为河长制的有效管理

工具，识别具体污染控制单元及其土地利用状况，对单元内点源和非点源污染物的排放浓度和总量提出具体控制措施，从而引导整个流域执行最好的流域管理计划；

- 2) 体系采用专业模型定量评估，确定污染符合总量削减指标，分配各流域污染负荷，优化治理方案，通过“评估—设计—执行—检测—评价—调整”的适应性管理措施建立持久的水环境治理机制，探索城市水环境生态修复新路径；
- 3) 体系对实施方案的流域的工程量进行精准分析和调控，评估和比各种较实施方案，最终可实现选取相对最优方案，满足项目目标、项目落实进度（对重点区域优先治理）和投资工程量的高效同步协调，确保投入的工程量可保证达到水质考核目标；
- 4) 通过水量水质监测及模型构建、率定与验证，在项目的运维阶段构建动态流域水质管理平台，为政府和相关职能部门提供工程绩效考核的抓手。

6.2 基本资料情况

6.2.1 水文气象

工程所在的漫水河流域内无水文测站，区域内最近的水文站是北江干流的清远水文站和石角水文站，石角站水文位于清西围排涝出口茅舍岭电排站以东直线距离 6.0km 处，山塘电排站下游约 7km。两站主要观测北江干流水情，观测项目有水位、流量和泥沙，资料成果可靠。

水文站基本资料见表 2-1，水文站位置见图 2-1：清西围附近水文站点分布图。

表 6.2-1 漫水河流域附近水文测站基本情况表

测站	集水面积 (km ²)	设站时间	观测资料情况		
			水位	流量	泥沙
清远水文站	35893	1915.8	1915.8~1939.12、 1940.8~1944.2、 1946.6~至今	1946~1957、 1960~1961、 1986.12~1987.3	1954~1956
石角水文	38363	1924.8	1938.1~1941.6、 1951.10~至今	1952、1954 至今	1954~至今

根据《茅舍岭泵站初步设计报告》，工程区内茅舍岭排涝站管理单位设有水位监测站，监测排涝站内河、外河水位，且成果较可靠。



图 6.2-1 清西围附近水文站点分布图

本区地处粤北山区与珠江三角洲平原的过渡地带，是广东省暴雨中心之一。最大年降水量为 3004.7mm（1983 年），最小降水量占年降水量为 1420.3mm（1985 年），最大年降水量为最小年降水量的 2.12 倍；降水主要集中在 4~9 月，占年降水量的 81.3%，其中尤以 5、6 月最为集中，两月降水量占年降水量的 37.0%，11、12 月降水量最小，仅占年降水量的 3.41%，年平均降雨量为 1900mm。

本工程所在的漫水河流域中上游有设有威井雨量站，位于威井圩西南方，距离三坑镇约 12km。威井雨量站 1 小时与 6 小时有 24 年统计暴雨结果，24 小时与 72 小时有 43 年统计暴雨结果。威井雨量站各时段雨量统计结果如下：

表 6.2-2 威井雨量站暴雨参数

参数	1 小时	6 小时	24 小时	72 小时
H _t (mm)	59.7	96.8	142.4	194.1
Cv _t	0.27	0.37	0.37	0.35

6.2.2 水质监测数据（详见第 4.1 章节）

（1）省控断面水质数据

三青大桥断面水质目标为 II 类，2019 年和 2020 年水质达到 II 类，2018 年和 2021 年 1~7 月水质均为 III 类，且超标因子均为总磷，超标倍数分别为 0.26 倍和 0.17 倍，2018 年~2022 年 6 月水质综合状况见下表。

表 6.2-3 2018 年~2022 年三青大桥断面水质状况

年度	水质类别	主要超标因子及超标倍数
2018 年	III 类	总磷，平均超标 0.26 倍
2019 年	II 类	/
2020 年	II 类	/
2021 年	III 类	总磷，平均超标 0.03 倍
2022 年 1-6 月	III 类	总磷，平均超标 0.30 倍

从逐月监测数据看，2018~2021 年水质监测指标中主要超出 II 类水质标准的因子为溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷和石油类 7 项。

黄坎桥断面水质目标为 V 类，2018 和 2019 年水质为劣 V 类，超标因子为氨氮和总磷；2020 年和 2021 年 1~7 月水质均达到 V 类；2020~2021 年水质均达到水质目标 V 类，2022 年重新出现局部水质指标（总磷）超标，说明黄坎桥断面水质总体向好，但仍然临近水质超标的边界。

根据《清远市漫水河流域水质达标攻坚方案》，黄坎桥断面在 2022~2023 年力争提标达到 IV 类，2024~2025 稳定保持在 IV 类，因此有必要切实推动漫水河流域水质改善的进一步行动。

2018 年~2022 年 6 月水质综合状况见下表。

表 6.2-4 2018 年~2022 年黄坎桥断面水质状况

年度	水质类别	主要超标因子及超标倍数
2018 年	劣 V 类	氨氮，超标 1.48 倍 总磷，超标 1.51 倍
2019 年	劣 V 类	氨氮，超标 0.10 倍 总磷，超标 0.39 倍
2020 年	V 类	/
2021 年	V 类	/
2022 年 1~6 月	劣 V 类	总磷，超标 0.10 倍

从逐月监测数据看，2018~2021 年黄坎桥断面水质监测指标中主要超出 V 类水质标准的因子为化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮和总磷 4 项。

（2）排渠水质加密监测数据

2018 年 6 月 19 日，清远市清新区环保局制定了《漫水河水环境加密监测方案》，对漫水河三青大桥、山塘水黄坎桥及各个排灌渠进行水质加密监测，目前漫水河流域共有 55 个加密监测断面。加密监测断面中 1#~8#、28#~38#处于省考断面三青大桥断面汇水范围内，9#~27#、39#~55#断面处于省考断面黄坎桥断面汇水范围内。

（3）通过对上述漫水河流域内的 55 个加密监测点位与考核断面水质变化的相关性分析，推断对三青大桥和黄坎桥断面造成主要水质影响的排渠如下：

1) 三青大桥汇水流域污染严重的排渠

漫水河三青大桥汇水流域共有：九牛洞水库出水、北坑截洪河、石陂坑、车头村排灌渠、松良村排灌渠等 5 条排渠汇入。其中污染严重的排渠为松良村排灌渠，为劣 V 类水质，松良村排灌渠定类因子均为总磷，浓度为 1.50mg/L；

2) 黄坎桥汇水流域污染严重的排渠

黄坎桥汇水流域共有 21 个排渠，其中污染较为严重的有花压塘涝排坑、马塘排坑、竹留排坑、先锋排坑、中南排坑山塘镇马安村段、三丫海排坑、远征队排坑、黄塘排坑塘湾村段、上山塘排坑、草塘排坑等共 10 个排坑，均为劣 V 类水质，较上月相比劣 V 类水质排坑数持平。其中田心河本月为 III 类水质，符合 III 类水质要求，水质改善。

污染最为严重的排灌渠是：三丫海排坑氨氮浓度范围为 1.80-3.34mg/L，总磷浓度范围为 0.48-0.82mg/L，最高值分别超过 V 类标准 0.67 倍、1.05 倍；花压塘涝排坑氨氮浓度为 2.03 mg/L，总磷浓度为 0.75 mg/L，分别超过 V 类标准 0.015 倍、0.88 倍；马塘排涝坑氨氮浓度范围为 0.34~0.90 mg/L，总磷浓度范围为 0.22~0.67 mg/L，总磷最高值超过 V 类标准 0.68 倍。

6.2.3 土地利用情况

漫水河流域目前的总面积约为 265.73km²，主要分布在山塘镇、三坑镇和太平镇三个行政区内。从各个镇的土地利用类型来看，其中三坑镇占流域面积比例最大，达 42.22%；其次为太平镇和山塘镇，分别占流域面积的 29.26%和 28.52%。

流域主要包括 7 种土地利用类型，分别为：工业、村庄、水库水塘、鱼塘、河流、农田、林地。其中工业建设用地面积为 4.08km²，所占比例是流域总面积的 1.54%；村庄民居用地面积为 23.53 km²，所占比例为 8.85%；水库水塘面积为 2.19km²，所占比例为流域总面积的 0.82%；鱼塘的面积为 40.83 km²，所占比例为 15.37%，散落分布在整个流域内；河流面积为 1.9 km²，所占比例为 0.72%，贯穿于整个流域；农田面积为 81.44 km²，其所占比例为 30.65%；林地面积最大，为 111.76 km²，其所占比例是流域总面积的 42.06%。因此，清新区漫水河流域范围内主要

的土地利用类型分别为林地、农田和鱼塘。

表 6.2-5 清新区漫水河流域 2020 年土地利用类型面积统计

土地利用类型	面积 (km ²)	所占比例 (%)
工业建设	4.08	1.54
村庄	23.53	8.85
水库水塘	2.19	0.82
鱼塘	40.83	15.37
河流	1.9	0.72
农田	81.44	30.65
林地	111.76	42.06
总计	265.73	100

土地利用结构

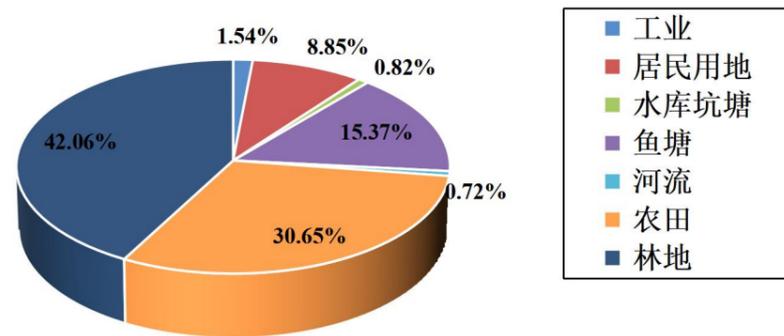


图 6.2-2 清新区漫水河流域 2020 年土地利用结构比例 (%)

从上图的各类型土地利用情况来看，山坑镇的林地面积及比例最大，为 71.21km²，占山坑镇流域范围的 63.48%；山塘镇的农田面积及比例最大，为 31.75km²，占山塘镇流域范围的 41.89%；鱼塘面积和比例也是山塘镇最大，为 19.22km²，达 25.36%。利用 ArcGIS 对研究范围内的鱼塘和基本农田进行叠图分析，结果表明研究范围内 20.33km²（占比为 49.79%）的鱼塘占用了基本农田，其中山塘镇有 8.0km²（占比为 41.62%），三坑镇有 6.18km²（占比为 45.51%），太平镇有 6.15km²（占比为 76.59%）。

表 6.2-6 鱼塘占用基本农田情况

序号	镇区	鱼塘总面积	占用基本农田的鱼塘面积	占用基本农田的鱼塘比例
1	山塘镇	19.22	8.0	41.62%
2	太平镇	8.03	6.15	76.59%
3	三坑镇	13.58	6.18	45.51%
4	研究区域	40.83	20.33	49.79%

从两个考核断面汇水范围内来看，各行政村镇内的土地利用情况如下：

三青大桥断面汇水范围内共计 9 个村落，其中面积相对较大的分别为三坑镇的陂头村、枫坑村和太平镇的北坑村，三个村落面积总和占三青大桥断面汇水范围的 47.78%。三青大桥断面汇水范围工业建设用地主要集中在三坑镇的布坑村和陂头村，两个村落的工业建设用地面积占汇水范围的 71.11%。村庄民居用地面积较大的村分别为三坑镇的陂头村、枫坑村和太平镇的北坑村，三个村的村庄民居面积总和占汇水范围的 45.16%。鱼塘面积主要集中在三坑镇的陂头村，达 6.51km²，占汇水范围的 86.92%，其他村的鱼塘面积均较小。农田面积主要集中在太平镇的北坑村和三坑镇的枫坑村，占汇水范围的 40.49%。林地面积主要集中在太平镇的北坑村和三坑镇的枫坑村、布坑村，占汇水范围的 52.23%。

黄坎桥断面汇水范围内共计 37 个村落，其中面积相对较大的分别为山塘镇的岗坳村、马安村和三坑镇的雅文村，三个村落面积总和占黄坎桥断面汇水范围的 20.47%。黄坎桥断面汇水范围工业建设用地主要集中在太平镇的马岳村和山塘镇的低地村，两个村落的工业建设用地面积占汇水范围的 55.1%。村庄民居用地面积较大的村分别为太平镇的沙塘村、山塘镇的花岗村、回正村和塘湾村，四个村的村庄民居面积总和占汇水范围的 20.38%。鱼塘面积主要集中在山塘镇的岗坳村、马安村和三坑镇的雅文村，三个村的鱼塘面积总和占汇水范围的 35.45%，山塘镇各个村的鱼塘面积相对三坑镇鱼塘面积普遍较大。农田面积主要集中在山塘镇的马安村、塘湾村和太平镇的马塘村，占汇水范围的 17.5%。林地面积主要集中在山塘镇的岗坳村、太平镇的南北村和三坑镇的雅文村，占汇水范围的 26.89%。

6.2.4 设计洪水

由于本次项目为水生态环境综合整治项目，设计洪水主要考虑当外江水位低，漫水河流域内的洪水可以自排时的工况。当汛期外江水位上涨时，靠茅舍岭电排站和山塘电排站把围内涝水排出。根据 1:1 万地形图，本次流域内排坑各控制断面参数见下表，表 6.2-7 为集水面积大于 10km²

的排坑，表 6.2-8 为集水面积小于 10km²的排坑。

表 6.2-7 漫水河流域内 10km²以上排坑各断面参数表

排坑名称	断面	断面位置	断面桩号	集水面积 F (km ²)	干流河长 L (km)	干流坡降 J	备注
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	21.48	9.822	0.0006	五结合水闸可以自排情况
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	14.48	4.522	0.0002	
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	14.06	11.95	0.0003	
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	21.48	9.822	0.0006	五结合水闸不能自排
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	14.48	4.522	0.0002	
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	35.54	23.22	0.0004	
	清西 2#	清西运河暗涵以上	10+450	14.06	11.95	0.0003	
中南排坑	中 1#	中南排坑出口以上	0+000	27.93	5.02	0.0004	
马塘排坑	马 1#	马塘排坑出口以上	0+000	25.75	5.84	0.0001	
灭螺坑	灭 1#	庆丰电排站以上	0+000	10.31	6.43	0.0004	
上山塘排坑	上 1#	上山塘出口以上	0+000	23.33	5.7	0.0004	
下山塘排坑	下 1#	下山塘排坑入口以上	0+000	30.27	7.85	0.0001	
	下 2#	将军排坑入口以	2+900	20.04	3.65	0.0003	
	下 3#	孔塘排坑入口以	3+600	10.1	2.95	0.0002	
山塘内坑	山 1#	茅舍岭水闸以上	0+000	161.00	17.3	0.00047	
	山 2#	下山塘排坑入口以上	1+300	99.83	12.83	0.0001	
	山 3#	马塘排坑入口以上	4+850	66.42	9.04	0.0001	
	山 4#	中南排坑入口	8+642	32.6	5.52	0.0001	

表 6.2-8 漫水河流域内 10km²以下排坑各断面参数表 (1)

排坑名称	断面	断面位置	断面桩号	集水面积 F (km ²)	干流河长 L (km)	干流坡降 J	备注
黄塘排坑	黄 1#	黄塘排坑出口以上	0+000	9.28	1.36	0.0001	
先锋排坑	先 1#	先锋排坑出口以上	0+000	5.88	5.59	0.0001	
雅文排坑	雅 1#	雅文排坑出口以上	0+000	4.05	4.73	0.0007	
鬼基排坑	基 1#	鬼基排坑出口以上	0+000	1.69	1.08	0.0001	
茶塘排坑	茶 1#	茶塘排坑出口以上	0+000	1.92	2.16	0.0005	
胜利排坑	胜 1#	胜利排坑出口以上	0+000	5.67	3.81	0.0002	
竹光排坑	竹 1#	竹光排坑出口	0+000	2.32	3.472		
孔塘排坑	孔 1#	孔塘排坑出口以上	0+000	6	4.99	0.0001	
将军排坑	将 1#	将军排坑出口以上	0+000	5.68	3.07	0.0001	
上山塘排坑	上 2#	胜利排坑入口以上	4+700	4.04	1.00	0.0001	不包括胜利排坑
下山塘排坑	下 4#	花岗塘压涝排坑入口以	5+100	4.13	1.45	0.0011	不包括花岗塘压涝排坑
大水埗排坑	大 1#	大水埗排坑出口以上	0+000	3.86	1.94	0.0004	

集水面积大于 10km²的排坑的各断面洪水计算方法采用设计暴雨推求设计洪水，暴雨资料采用 2003 年版《广东省暴雨参数等值线图》和 1990 年版《广东省暴雨径流查算图表》，计算过程采用广东省水利厅推荐的综合单位线法（1988 年修订）SUHM-1A 程序和

推理公式法 TL-1A 计算各断面各频率洪水，根据对比采用综合单位线计算成果。洪水计算结果如下表 6.2-9 和表 6.2-10。

表 6.2-9 漫水河流域内 10km²以下排坑各断面参数表 (单位 m³/s)

排坑名称	断面名称	断面位置	断面桩号	洪峰流量				
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%	50%
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	223	184	154	122	---
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	180	149	126	101	---
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	125	101	84	64	---
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	223	184	154	122	---
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	180	149	126	101	---
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	245	206	175	122	---
	清西 2#	清西运河暗涵以上	10+450	125	101	84	64	---
中南排坑	中 1#	中南排坑出口以上	0+000	351	292	236	190	---
马塘排坑	马 1#	马塘排坑出口以上	0+000	266	217	179	142	---
灭螺坑	灭 1#	庆丰电排站以上	0+000	125	103	87	70	---
上山塘排坑	上 1#	上山塘出口以上	0+000	293	238	200	160	---
下山塘排坑	下 1#	下山塘排坑入口以上	0+000	351	288	243	195	---
	下 2#	将军排坑入口以	2+900	324	267	227	185	---
	下 3#	孔塘排坑入口以	3+600	162	136	116	87	---
山塘内坑	山 1#	茅舍岭水闸以上	0+000	1297	1061	803	623	---
	山 2#	下山塘排坑入口以上	1+300	928	760	604	507	---
	山 3#	马塘排坑入口以上	4+850	729	570	468	366	---
	山 4#	中南排坑入口	8+642	479	401	340	277	---

表 6.2-10 漫水河流域内集水面积大于 10km²的排洪渠洪峰流量 (单位 m³/s)

排坑名称	断面名称	断面位置	断面桩号	洪峰流量				
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%	50%
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	223	184	154	122	---
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	180	149	126	101	---
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	125	101	84	64	---
五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	223	184	154	122	---
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	180	149	126	101	---
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	245	206	175	122	---
	清西 2#	清西运河暗涵以上	10+450	125	101	84	64	---
中南排坑	中 1#	中南排坑出口以上	0+000	351	292	236	190	---
马塘排坑	马 1#	马塘排坑出口以上	0+000	266	217	179	142	---
灭螺坑	灭 1#	庆丰电排站以上	0+000	125	103	87	70	---

排坑名称	断面名称	断面位置	断面桩号	洪峰流量				
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%	50%
上山塘排坑	上 1#	上山塘出口以上	0+000	293	238	200	160	---
下山塘排坑	下 1#	下山塘排坑入口以上	0+000	351	288	243	195	---
	下 2#	将军排坑入口以	2+900	324	267	227	185	---
	下 3#	孔塘排坑入口以	3+600	162	136	116	87	---
山塘内坑	山 1#	茅舍岭水闸以上	0+000	1297	1061	803	623	---
	山 2#	下山塘排坑入口以上	1+300	928	760	604	507	---
	山 3#	马塘排坑入口以上	4+850	729	570	468	366	---
	山 4#	中南排坑入口	8+642	479	401	340	277	---

根据广东省经验公式，设计洪峰流量一般采用推理公式或地区经验公式。这些公式建立和应用都有各自的适应条件和范围，对排坑设计暴雨计算，以流域中心点雨量代表表面雨量，以雨量分布均匀为前提。采用如下公式进行设计雨量计算。

$$H_p = (\varphi_p C_v + 1) H_{\text{平均值}}$$

式中： H_p ——设计频率的设计雨量（mm）；

φ_p ——皮尔逊III型曲线的离均系数；

$H_{\text{平均值}}$ ——24h 多年平均降雨量（mm）。

根据《广东省洪峰流量经验公式》对小流域的洪峰流量及洪量进行计算，公式如下：

$$Q_p = C_p \times H_{24} \times F^{0.84}$$

式中： Q_p ——某频率的洪峰流量（ m^3/s ）； C_p ——随频率而异的系数；

H_{24} ——24 小时设计暴雨（mm）； F ——集雨面积（ km^2 ）。

以上通过广东省水利厅推荐的综合单位线法（1988 年修订）SUHM-1A 程序和推理公式法 TL-1A 计算洪水是根据《广东省暴雨径流查算图表使用手册》北江中下游的参数，其默认综合单位线 $m_1 \sim \theta$ 为大陆高区，而推理公式 $m \sim \theta$ 为大陆山区。

考虑到除北坑截洪渠、天井坑外，其他排坑计算参数与平原低洼区的实际情况不符，漫水河流域内所有湖泊河流等水面，以及洼地均可做为蓄滞区，利用蓄滞区调蓄容积可以调蓄洪水过程，削减洪峰流量。

茅舍岭水闸 $161km^2$ 的集水面积中，包括鱼塘 $24.88km^2$ ，河涌 $9.7km^2$ ，水田 $25.38km^2$ ，村庄房屋 $58.79km^2$ ，堤防 $1.27km^2$ ，旱地 $31.00km^2$ ，山地 $9.97km^2$ 。其中将分散的具有调蓄作用的鱼塘、水田和河涌作为一个整体来考虑其的调蓄作用。根据漫水河流域的实际情况调查，河涌蓄水

深为 450mm、鱼塘调蓄水深为 320mm，水田蓄滞 240mm。总蓄水量为：
 $(450 \times 9.7 + 25.38 \times 240 + 320 \times 24.88) \times 0.1 = 1841.8 \text{ 万 } m^3$ 。

根据以上计算方法，通过比较排涝流量和调蓄后的流量进行对比，最终得其它排坑设计流量见下表。

表 6.2-11 茅舍岭水闸断面 10 年一遇洪水过程线（未考虑调蓄作用）

时间 (t)	Q 值 (m^3/s)	平均 Q 值 (m^3/s)	洪量(万 m^3)	时间 (t)	Q 值 (m^3/s)	平均 Q 值 (m^3/s)	洪量(万 m^3)
0	0.3	---	---	38	130.0	91.20	65.66
2	2.8	1.53	1.10	40	359.0	244.50	176.04
4	12.7	7.73	5.56	42	803.0	581.00	418.32
6	24.0	18.35	13.21	44	788.0	795.50	572.76
8	27.4	25.70	18.50	46	552.0	670.00	482.40
10	21.6	24.50	17.64	48	317.0	434.50	312.84
12	13.6	17.60	12.67	50	230.0	273.50	196.92
14	12.2	12.90	9.29	52	161.0	195.50	140.76
16	20.4	16.30	11.74	54	138.0	149.50	107.64
18	30.9	25.65	18.47	56	123.0	130.50	93.96
20	35.0	32.95	23.72	58	115.0	119.00	85.68
22	33.6	34.30	24.70	60	110.0	112.50	81.00
24	31.2	32.40	23.33	62	98.0	104.00	74.88
26	35.0	33.10	23.83	64	70.2	84.10	60.55
28	51.5	43.25	31.14	66	41.9	56.05	40.36
30	49.9	50.70	36.50	68	29.7	35.80	25.78
32	34.2	42.05	30.28	70	26.0	27.85	20.05
34	26.2	30.20	21.74	72	25.1	25.55	18.40
36	52.4	39.30	28.30	74	21.8	23.45	16.88
合计							3342.75

表 6.2-12 茅舍岭水闸断面 10 年一遇洪水过程线（已考虑滞蓄作用）

时间 (t)	Q 值 (m^3/s)	平均 Q 值 (m^3/s)	洪量(万 m^3)	时间 (t)	Q 值 (m^3/s)	平均 Q 值 (m^3/s)	洪量(万 m^3)
0	0.1	---	---	38	58.4	40.90	29.5
2	1.2	0.7	0.5	40	161.2	109.8	79.0
4	5.7	3.5	2.5	42	360.5	260.9	187.8
6	10.8	8.2	5.9	44	353.8	357.2	257.2
8	12.3	11.5	8.3	46	247.8	300.8	216.6
10	9.7	11.0	7.9	48	142.3	195.1	140.5
12	6.1	7.9	5.7	50	103.3	122.8	88.4
14	5.5	5.8	4.2	52	72.3	87.8	63.2
16	9.2	7.3	5.3	54	62.0	67.1	48.3
18	13.9	11.5	8.3	56	55.2	58.6	42.2
20	15.7	14.8	10.7	58	51.6	53.4	38.5
22	15.1	15.4	11.1	60	49.4	50.5	36.4

时间 (t)	Q 值 (m3/s)	平均Q 值 (m3/s)	洪量(万 m3)	时间 (t)	Q 值 (m3/s)	平均Q 值 (m3/s)	洪量 (万 m3)
24	14.0	14.5	10.5	62	44.0	46.7	33.6
26	15.7	14.9	10.7	64	31.5	37.8	27.2
28	23.1	19.4	14.0	66	18.8	25.2	18.1
30	22.4	22.8	16.4	68	13.3	16.1	11.6
32	15.4	18.9	13.6	70	11.7	12.5	9.0
34	11.8	13.6	9.8	72	11.3	11.5	8.3
36	23.5	17.6	12.7	74	21.8	10.5	7.6
合计							1500.95

表 6.2-13 漫水河流域 10km²以下排坑 10 年一遇设计流量（已考虑滞蓄作用）

排坑名称	断面	断面位置	断面桩号	设计流量
黄塘排坑	黄 1#	黄塘排坑出口以上	0+000	55
先锋排坑	先 1#	先锋排坑出口以上	0+000	24
雅文排坑	雅 1#	雅文排坑出口以上	0+000	15
鬼基排坑	基 1#	鬼基排坑出口以上	0+000	6
茶塘排坑	茶 1#	茶塘排坑出口以上	0+000	7
胜利排坑	胜 1#	胜利排坑出口以上	0+000	20
竹光排坑	竹 1#	胜利排坑出口以上	0+000	10
花岗压涝排坑	花 1#	花岗压涝排坑出口以上	0+000	24
孔塘排坑	孔 1#	孔塘排坑出口以上	0+000	20
将军排坑	将 1#	将军排坑出口以上	0+000	22
大水埗排坑	大 1#	大水埗排坑出口以上	0+000	5
上山塘排坑	上 2#	胜利排坑入口以上	4+700	13
下山塘排坑	下 4#	花岗塘压涝排坑入口以	5+100	16

表 6.2-14 漫水河流域 10km²以上排洪渠 10 年一遇设计流量（已考虑滞蓄作用）

排洪渠名称	断面名称	断面位置	断面桩号	设计流量	
清西运河 五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	110	五结合水闸 可以自排
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	86	
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+200	38	
清西运河 五结合运河	五结合 1#	水闸以上	0+000	110	五结合水闸 不可以自排
	五结合 2#	清西公路暗涵以上	4+700	86	
清西运河	清西 1#	清西运河水闸以上	0+000	122	
	清西 2#	清西暗涵以上	10+450	38	

排洪渠名称	断面名称	断面位置	断面桩号	设计流量
中南排坑	中 1#	中南排坑出口以上	0+000	100
灭螺坑	灭 1#	庆丰电排站以上	0+000	11
马塘排坑	马 1#	马塘排坑出口以上	0+000	76
上山塘排坑	上 1#	上山塘出口以上	0+000	82
下山塘排坑	下 1#	下山塘排坑入口以上	0+000	116
	下 2#	将军排坑入口以	2+900	105
	下 3#	孔塘排坑入口以	3+600	40
山塘内坑	山 1#	茅舍岭水闸以上	0+000	360
	山 2#	下山塘排坑入口以上	1+300	217
	山 3#	马塘排坑入口以上	4+850	168
	山 4#	中南排坑入口	8+642	122

6.2.5 设计暴雨选择

清远市气象站降雨资料无短历时暴雨资料，工程缺乏实测流量资料和短历时暴雨资料，因此采用设计暴雨。设计暴雨的推求可采用两种方法：一是由实测暴雨资料推求，二是由《广东省暴雨径流查算图表》使用手册推求。根据《茅舍岭可行性研究报告》的审查意见是“基本同意根据《根据广东省暴雨参数等值线图》（2003 年）和《广东省暴雨径流查算图表使用手册》（1991 年）查取的有关参数”。根据《广东省暴雨参数等值线图》（2003），漫水河流域的暴雨参数如下表：

表 6.2-15 设计暴雨

参数	24h 暴雨均 值 (mm)	10 年一遇 24h 暴雨 (mm)	20 年一遇 24h 暴雨 (mm)	50 年一遇 24h 暴雨 (mm)
漫水河 流域	145	237	284	341

6.3 管控分区划分

漫水河流域管控分区的划分服务于基于水环境容量控制的流域治理体系。一方面，它能将区域所能承载的污染负荷总量（环境容量）进行逐层分配，为后续的工程治理措施方案 and 环境污染防治责任的划分提供依据和便利；另一方面，由于总量分配实质是确定每个排污单元利用环境资源的权利或削减污染物的义务，公平性成为分配合理与否的重要因素，必须从社会经济、土地利用特征、区域发展等多方面综合考量各分配单元的差异性，以确定污染负荷优化分配方案，这与关注空间差异性的土地利用管控分区的要求是一致的。因此，本次清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的管控分区划分遵循以下几个原则：

（1）污染控制任务量主导原则

以确定的各评价单元（管控分区）污染控制任务量为主要依据（各评价单元氮、磷污染分配结果及输出系数计算结果之差），识别氮、磷污染控制的空间差异及关键源区，如农村生活污水排放集中区域或集中水产养殖片区等，体现氮、磷污染控制任务的主导性，为区域水污染控制土地利用管控分区提供定量分析基础；

（2）基本控制单元界线完整性原则

充分考虑区域的水文空间特征，尊重水文的连通性和连续性；在此基础上同时需要考虑水污染控制和管理的有效性和权责约束，以行政管理的乡镇（街道）为基本控制单元，保持乡镇（街道）行政界线完整，便于分区控制任务量的具体落实。

（3）综合性原则

土地利用管控分区要实现水污染总量控制目标，综合考虑“源”、“汇”土地利用景观类型对污染排放过程的影响及其空间差异，因而需结合各评价单元的控制任务量、各单元水质净化功能、排污地段的敏感性程度等进行综合考虑，从而使分区方案更加科学合理。

基于以上原则，本次清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目共划分了 60 个管控分区，后续计算和统计的各管控分区的总氮、总磷污染输出负荷，并将通过基于耦合模型和总量分配技术得到各评价单元允许排放污染量进行比较分析，计算各管控分区所需控制的 TMDL 污染任务量。其中，三青大桥断面所属的管控分区总面积为 113.49km²，而黄坎桥断面所属的管控分区总面积为 143.05km²。

具体的管控分区划分和编号见图 6.3-1。

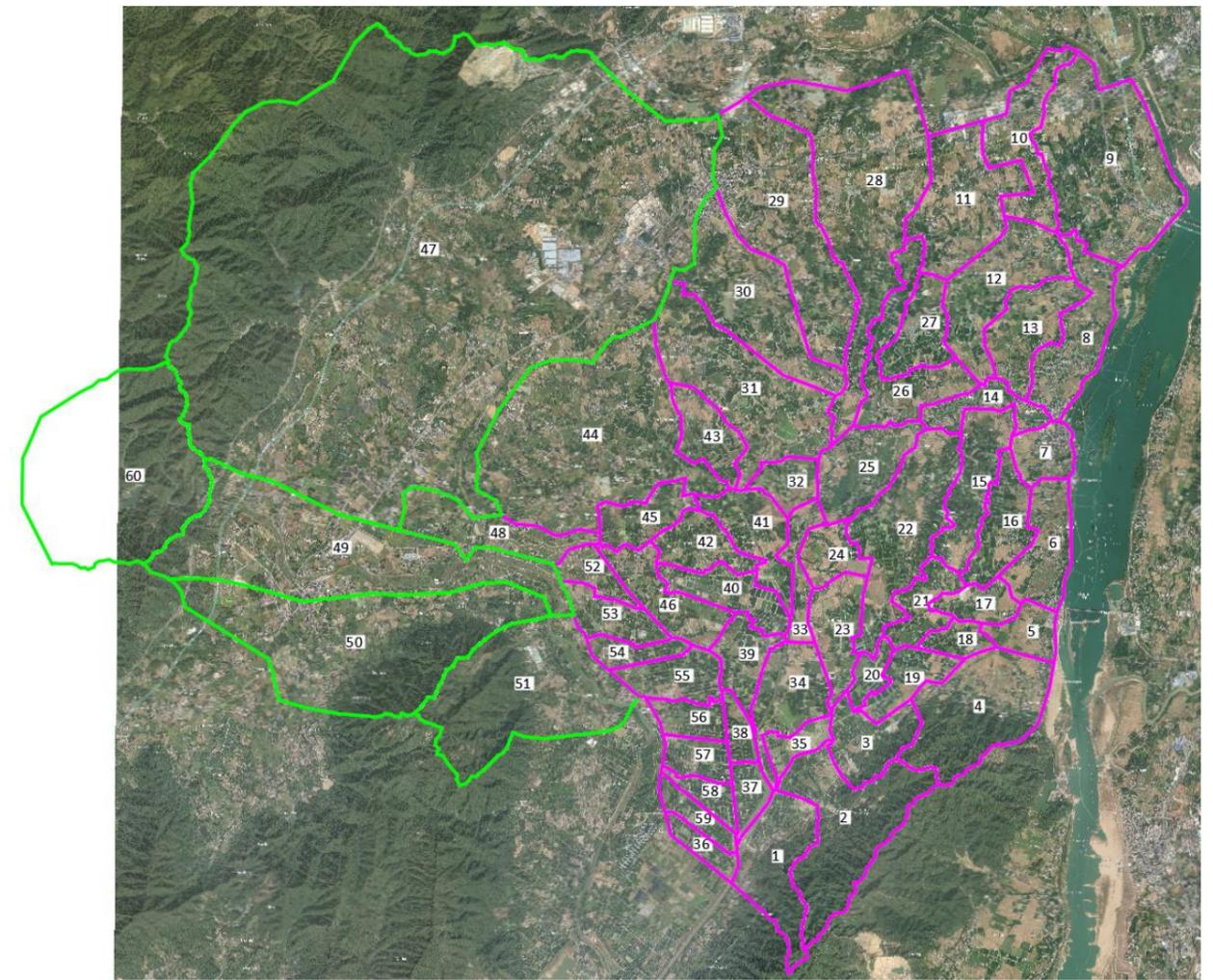


图 6.3-1 漫水河流域管控分区划分平面图

（绿色区域为三青大桥断面所属管控分区，紫色区域为黄坎桥断面所属管控分区）

6.4 模型构建与参数设定

6.4.1 模型选择

（一）ArcGIS

ArcGIS 是由美国 Esri 公司研发的技术系统，该系统能够在计算机软硬件支持下，对整个或者部分地球表层空间中的有关地理分布数据进行采集，存储，管理，运算，分析，显示和描述。它的功能非常强大，可以实现数据采集与输入，编辑与更新，存储与管理以及空间数据的分析与管理。ArcGIS 的应用领域也非常广泛，包括测绘与地图制图，灾害预测，土地调查与环境管理等。其中本项目将应用 ArcGIS 的空间分析功能对面源污染模拟所需的土地覆盖属性进行识别和

提取。

(二) EPA SWMM/PCSWMM

EPA(Environmental Protection Agency, 环境保护署)SWMM(storm water management model, 暴雨洪水管理模型)是一个动态的降水-径流模拟模型, 主要用于城市某一单一降水事件或长期的水量和水质模拟。其径流模块部分综合处理各子流域所发生的降水, 径流和污染负荷, 其汇流模块部分则通过管网、渠道、蓄水和处理设施、水泵、调节闸等进行水量传输。该模型在世界范围内广泛应用于城市地区的暴雨洪水、合流式下水道、排污管道以及其它排水系统的规划、分析和设计。

PCSWMM 是由加拿大水利部在 EPA SWMM 的基础上进行的再开发和优化, 其操作界面更便捷, 工具更智能, 并增加了完全集成的 2D 建模工具, 同时也全面支持 EPA SWMM, 可提供一个可扩展的, 一系列完整的流域建模工具。

本项目将综合使用 EPA SWMM 和 PCSWMM, 建立水质模型, 对汇水区所产生的面源污染进行模拟计算, 为污染管理研究提供非点源带来的污染负荷。

(三) HEC-RAS

HEC-RAS(一维河川水面线演算模式)是美国陆军工程师团水文工程中心(Hydrologic Engineering Center, U. S. Army Corps of Engineers)发展的河道水理分析软件, 新版的 HEC-RAS 增加了二维(洪水平原)及水质变化的演算。HEC-RAS 模式演算方法主要利用能量方程式, 用标准步推法(Standard Step Method)求各断面水位、流速等状况。该模型可处理山区河川超临界流及亚临界流交替出现的混合流况, 并能进行跨河结构物的简易水理分析, 可提供 a. 定量流水位剖面线计算模拟、b. 非定量流模拟、c. 移动边界的输砂演算、d. 水质分析等功能, 迄今已发展至 6.0.1 版(2021 年发布)。

6.4.2 模型构建流程

(1) 土地覆盖类型识别提取

本项目流域范围内的土地覆盖类型利用高分辨率卫星影像图作为数据源, 采用计算机自动解译的遥感信息提取方法进行土地覆盖信息提取。计算机自动提取及分类是通过遥感影像处理, 利用对象的光谱特征颜色特征纹理特征等, 建立适当的提取规则, 自动提取出各地表覆盖类别信息。提取结果包括六种土地覆盖类别, 屋面, 绿地, 水体, 道路, 硬质铺装和土壤, 见图 6.4-1。

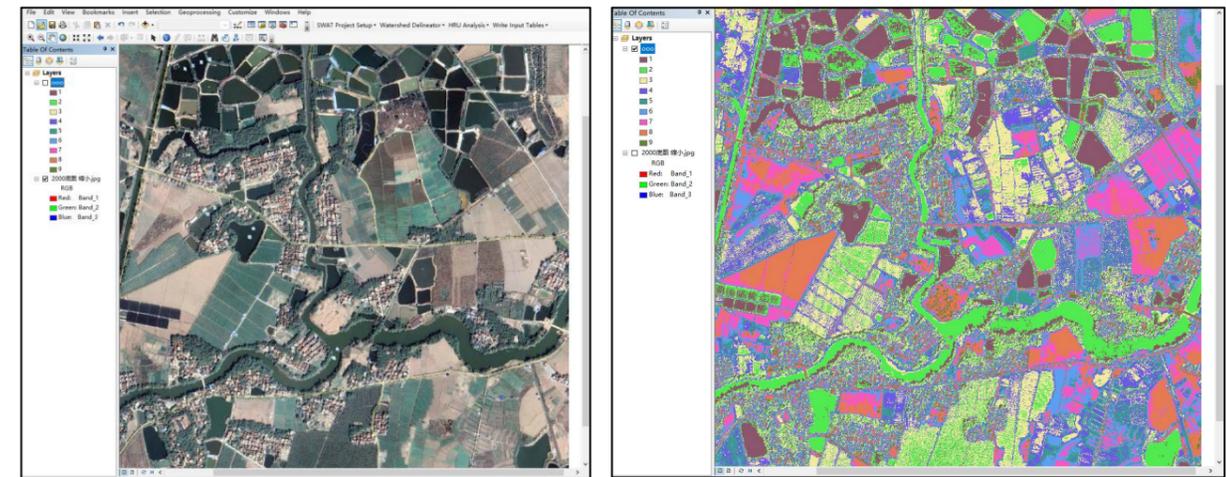


图 6.4-1 漫水河流域土地覆盖类型识别提取示意图

(2) 土地覆盖分类后处理

经过初步的识别和提取, 并不能得到理想的土地覆盖分类结果。此时需要通过一系列分类后处理, 一般包括合并对象、重分类、局部边缘处理。刚分类后的对象成为目标地物的子类, 相同属性的对象并没有合并起来, 此时, 需要对每一类地物进行合并; 对错分、误分的地物需要进行重分类; 由于影像存在阴影或者其他原因, 导致道路、水体信息中断, 绿地、水体颜色识别混淆; 同一个属性可能会有多种不同的颜色特征, 所以会有识别遗漏的情况, 需要进行局部边缘处理, 以使其逻辑准确分类恰当。

由于本次方案不仅模拟旱季时的农村生活污水排放的综合影响, 同时也考虑降雨径流和雨污混流管渠的溢流情况, 因此模型构建时, 需划分完整的汇水面积, 并构建影响整体水系系统的流通通道。如前面的图 6.4-1 所示, 并利用高分辨卫星图进行下垫面解析及 GIS 表面分析并通过土地覆盖分类后处理后, 通过 GIS 空间统计及叠加分析提取到每个管控分区的下垫面特征面积、土地利用等属性数据, 如下表 6.4-1 和 6.4-2 所示。

表 6.4-1 黄坎桥断面所属各管控分区下垫面特征统计表

	各土地覆盖类型(下垫面)面积, km2							
	管控分区编号	分区总面积	养殖塘/水塘	农田/绿地	河流	林地	居住区	工业区
黄坎桥断面所属管	1	3.202	0.568	0.369	0.074	2.081	0.110	0.000
	2	5.380	0.706	0.568	0.054	4.035	0.017	0.000
	3	2.050	0.618	0.123	0.041	1.107	0.084	0.077
	4	4.948	0.073	1.114	0.099	2.721	0.940	0.000
	5	1.118	0.078	0.793	0.022	0.101	0.093	0.030
	6	2.298	0.108	1.616	0.046	0.069	0.460	0.000
	7	1.230	0.023	0.629	0.025	0.061	0.492	0.000

控 分 区	8	3.078	0.091	1.694	0.062	0.154	1.077	0.000
	9	7.866	1.573	4.484	0.157	0.236	0.787	0.629
	10	2.736	0.137	1.699	0.055	0.082	0.575	0.189
	11	4.327	0.476	3.025	0.087	0.130	0.519	0.090
	12	3.750	1.125	2.063	0.075	0.113	0.375	0.000
	13	2.506	0.226	1.955	0.050	0.100	0.175	0.000
	14	1.322	0.026	0.370	0.198	0.066	0.661	0.000
	15	2.617	0.236	0.340	0.052	1.963	0.026	0.000
	16	2.036	0.977	0.651	0.041	0.061	0.305	0.000
	17	1.050	0.376	0.496	0.021	0.021	0.106	0.030
	18	0.742	0.556	0.101	0.015	0.015	0.007	0.048
	19	1.374	0.962	0.357	0.027	0.014	0.014	0.000
	20	0.683	0.581	0.075	0.014	0.007	0.007	0.000
	21	1.430	0.286	0.786	0.029	0.214	0.114	0.000
	22	4.929	1.232	2.563	0.099	0.739	0.296	0.000
	23	1.930	0.386	1.409	0.039	0.039	0.058	0.000
	24	1.210	0.060	0.944	0.024	0.060	0.121	0.000
	25	2.611	0.157	1.906	0.052	0.104	0.392	0.000
	26	3.034	1.517	1.092	0.061	0.061	0.303	0.000
	27	1.802	1.261	0.302	0.036	0.054	0.036	0.113
	28	9.916	1.983	6.643	0.198	0.496	0.496	0.099
	29	7.434	1.189	5.278	0.149	0.372	0.372	0.074
	30	5.090	0.662	2.876	0.102	0.458	0.509	0.484
	31	6.214	1.243	3.915	0.124	0.559	0.311	0.062
	32	1.059	0.635	0.356	0.021	0.011	0.036	0.000
	33	1.131	0.079	0.794	0.091	0.091	0.077	0.000
	34	2.454	0.982	1.301	0.049	0.025	0.098	0.000
	35	0.793	0.753	0.024	0.016	0.000	0.000	0.000
	36	0.707	0.651	0.035	0.014	0.007	0.000	0.000
	37	0.815	0.677	0.008	0.122	0.008	0.000	0.000
	38	0.653	0.490	0.091	0.065	0.007	0.000	0.000
	39	1.485	0.297	0.992	0.030	0.059	0.075	0.031
	40	1.804	0.361	1.336	0.036	0.018	0.053	0.000
	41	2.163	0.541	1.470	0.043	0.072	0.037	0.000
	42	1.592	0.318	1.017	0.032	0.111	0.114	0.000
	43	1.647	0.494	0.986	0.033	0.016	0.118	0.000
	44	12.021	1.443	8.776	0.240	0.361	0.962	0.240
	45	1.548	0.310	0.973	0.031	0.139	0.096	0.000

	46	2.196	0.395	1.408	0.176	0.044	0.173	0.000
	48	2.618	0.026	2.369	0.052	0.039	0.131	0.000
	52	0.950	0.180	0.472	0.019	0.028	0.250	0.000
	53	1.412	0.706	0.578	0.028	0.013	0.014	0.073
	54	0.840	0.445	0.293	0.017	0.008	0.077	0.000
	55	1.648	0.906	0.583	0.033	0.049	0.029	0.047
	56	1.006	0.603	0.321	0.020	0.010	0.051	0.000
	57	1.014	0.436	0.403	0.020	0.051	0.104	0.000
	58	0.742	0.593	0.111	0.015	0.022	0.000	0.000
	59	0.835	0.626	0.067	0.017	0.125	0.000	0.000
	合计	143.045	32.442	74.999	3.346	17.608	12.333	2.317

表 6.4-2 三大桥断面所属各管控分区下垫面特征统计表

	各土地覆盖类型（下垫面）面积，km ²							
	管控分区 编号	分区总面 积	养殖塘/ 水塘	农田/绿地	河流	林地	居住区	工业区
三青大 桥断面 所属管 控分区	47	71.733	0.359	36.426	1.435	28.693	2.869	1.951
	49	11.090	0.122	9.083	0.222	0.444	1.220	0.000
	50	11.426	0.457	6.056	0.229	3.771	0.914	0.000
	51	8.048	1.771	1.914	0.161	4.024	0.080	0.098
	60	11.191	0.094	-0.094	0.224	10.967	0.000	0.000
	合计	113.489	2.803	53.385	2.270	47.899	5.084	2.049

(3) 管控分区的汇水区构建

本次方案将漫水河流域的次级排渠、支渠、管网进行必要的简化，根据地形和排水管渠设施的服务区域绘制漫水河流域各个控制单元内面源污染模型的子汇水区，如下图所示。

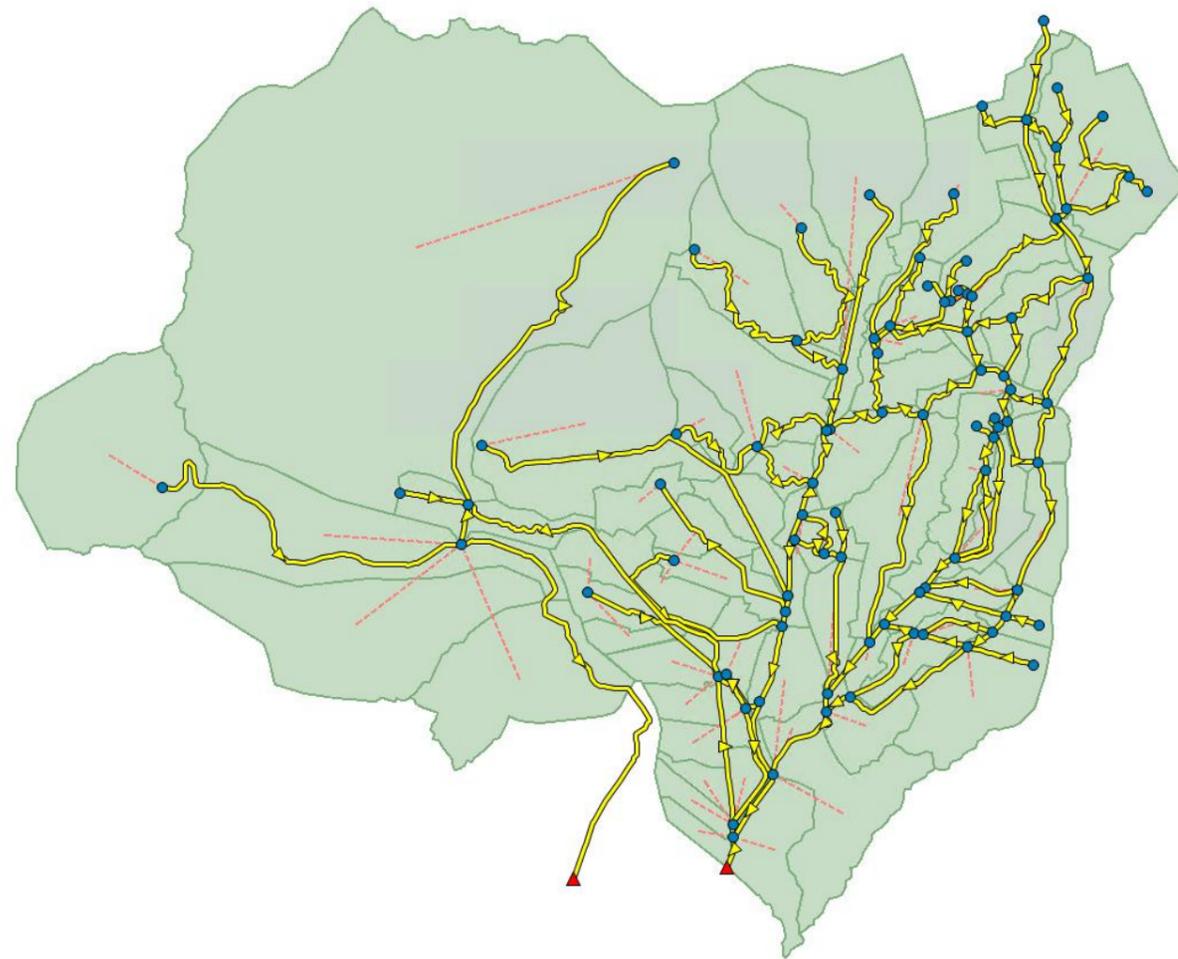


图 6.4-2 漫水河流域管控分区水文模型构建平面图

(4) 降雨雨型特征选择

考虑到本次项目所在的清远市清新区是广东省暴雨中心之一，汛期降雨强度大，本次方案模拟的降雨雨型采用 Keifer & Chu 雨型，即芝加哥雨型。芝加哥雨型与复合雨型相当，均为一定重现期下不同历时最大雨强复合而成，基于特定重现期下的 IDF 关系曲线，可满足本次方案对养殖鱼塘在极端降雨天气时溢流的工况模拟。

芝加哥雨型需要确定包括综合雨峰位置系数确定及芝加哥降雨过程线模型确定，由于清远市清新区目前缺乏本地的设计雨型研究报告资料，本次方案采用《广州市中心城区暴雨公式及计算图表编制》中相关的雨型计算标准。

(5) 建立水文水动力水质耦合模型

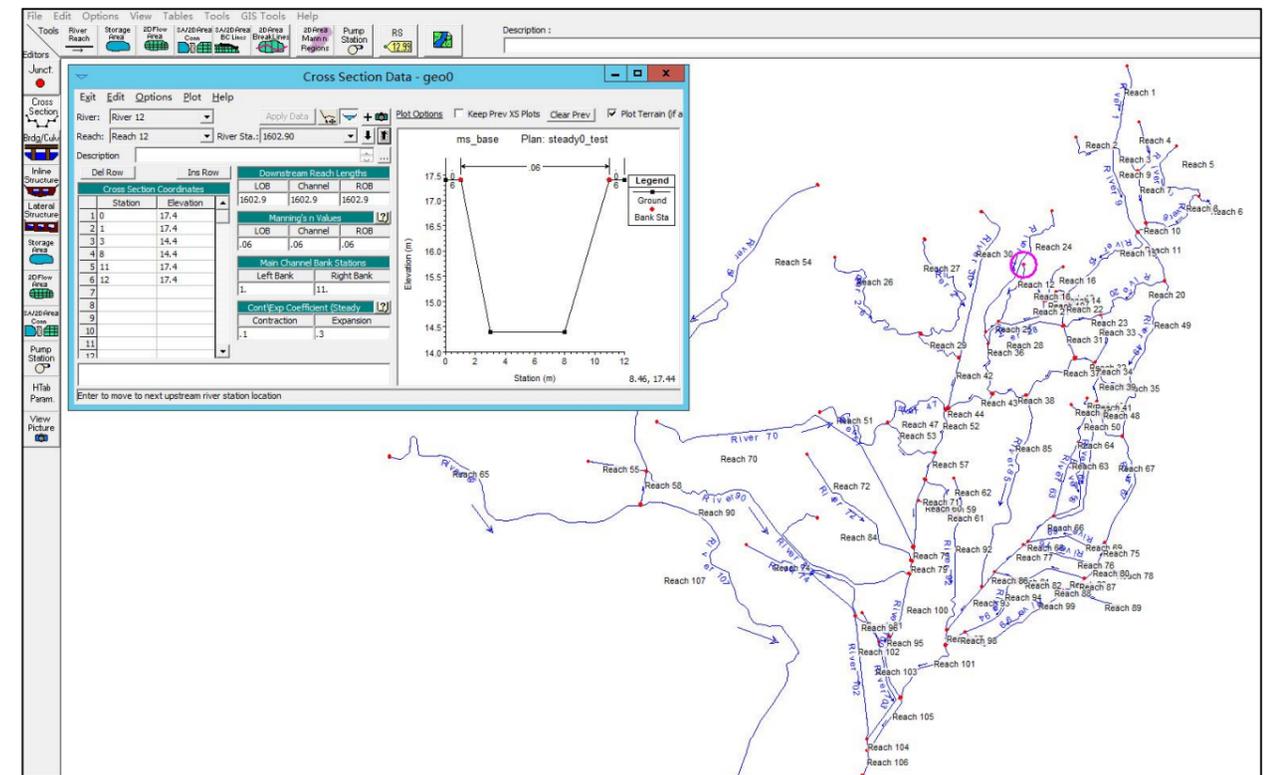


图 6.4-3 漫水河流域水文水动力水质耦合模型平面图

考虑到耦合模型使用时的准入性和可扩展性，本次方案主要采用开源专业建模软件，利用不同的模型组合成一个有机整体，建立相互联动的耦合模型群组，由此发挥各专业模型的优势，提高模型模拟的精度，以解决复杂的流域问题。

模型群组主要以流域地理信息系统（GIS）和组件数据储存系统（DSS）为导向，GIS 的应用主要为数据管理，包括划分计算单元及提取流域水文特征、空间分析与处理、数据统计分析等。DSS 的应用主要为数据存储，包括建立可视化的流域气象雨量数据库和河道流量数据库、水质与泥沙迁移数据群组，并提供数学函数功能对不规则数据进行归类，耦合模型则包括水文、水动力、水质、泥沙迁移等专业模块。

6.4.2 模型参数设定

(1) 水文水动力参数设定

构建水文水力模型需要水文、水力模块的模型参数，通过 GIS 空间分析及分区统计、勘测数据及文献与模型手册，确定本次模拟使用的各模型参数。

表 6.4-3 水文水力模型参数及其取值方法

数据类型	包括内容	属性描述	获取方式
管网	形状	横截面的几何属性	管网系统数据库
	最大深度	横截面的最大深度 (m)	管网系统数据库
	长度	长度大小 (m)	管网系统数据库
	粗糙度	内壁的曼宁糙率 (N)	管网系统数据库、室外排水设计规范
	出水&进水节点	出水&进水节点名称	管网系统数据库
下垫面	面积	面积大小 (hm ²)	自动生成
	宽度	坡面漫流过程的特征宽度 (m)	面积与流径长度之比
	坡度	坡面漫流过程的坡度	数字高程数据
	不透水率	不透水区所占面积比例 (%)	下垫面解析
	不透水区 N 值	坡面漫流穿过不透水区的曼宁糙率	调查, 文献, 模型手册
	透水区 N 值	坡面漫流穿过透水区的曼宁糙率	调查, 文献, 模型手册
	不透水区注蓄量	不透水区注蓄存贮深度 (mm)	调查, 文献, 模型手册
	透水区注蓄量	透水区注蓄存贮深度 (mm)	调查, 文献, 模型手册
土壤入渗	无注蓄量面积比例	无注蓄不透水面积率	实际区域地表特征分析
	最大入渗率	霍顿公式中 f _{max}	模型手册、文献报道
	最小入渗率	霍顿公式中 f _{min}	模型手册、地勘资料
	衰减指数	霍顿公式中 α	模型手册、文献报道

漫水河流域内的大多是基于类似天然河道的水系, 流域下垫面特征有随下垫面状况、流域地理特征量的变化而变化, 具有地域性的分布且相对稳定的特点。因此, 就其汇流参数而言, 通常是借助有水文资料的流域的洪水汇流参数与其流域自然地理特征之间建立相关关系, 再根据无资料流域的自然地理特征值间接推出流域洪水汇流参数。

影响洪水汇流参数变化的主要因素为三类, 即降雨特征 (对小流域而言, 主要为雨强)、流域特征 (如面积、河长、比降、形状系数, 这些因素之间并不完全是相互独立, 甚至有很好的相关关系, 因此, 实际中采用的流域特征一般采用代表性好的 2~3 个相互独立的因素方能满足要求) 和地质特征 (由于流域地形、地貌、植被、土壤、水文地质条件等), 而目前对这些因素尚难作出定量分析, 故一般是按这些特征来划分水文区域 (分区的原则: 在研究区域内, 暴雨成因

一致、暴雨分布相对均匀, 下垫面状况相似、洪水特性基本一致), 并以区域为单元来推求综合的洪水汇流参数。

漫水河流域内各个排坑的设计产水量采用径流系数法进行计算, 径流系数的确定是根据广东省水利厅 1999 年 3 月制定的《广东省江河流域综合规划技术工作大纲》的规定所得, 该大纲规定各地类径流系数: 禾田 (水田)、鱼塘、调蓄湖、排涝渠系采用 1.0, 山岗、坡地采用 0.7, 村庄、堤围、道路采用 0.7~0.9。因此, 本工程不同地类径流系数为: 房屋村庄、堤围道路采用 0.9, 鱼塘、河涌、水田采用 1.0, 旱地、山地采用 0.7。

(2) 水质参数设定

面源污染主要来自降雨对地表的冲刷, 所以地表沉积物是地表径流中污染物的主要来源。地表沉积物的组成决定地表径流污染的性质。不同土地利用性质的地表, 其沉积物的来源也不同, 同时也决定着污染物的性质及累积速率。地表沉积物成分复杂, 包含许多污染物质, 有固体废物碎屑 (城市垃圾、动物粪便、城市建筑施工场地堆积物)、化学药品 (草坪施用的化肥农药)、空气沉降物和车辆排放物等。

基于漫水河流域的下垫面整体分布和比例, 本次模拟采用常规降雨径流污染指标, 用于一般面源污染分析, 包括 TSS、COD、NH₃-N、TP。确定面源污染负荷应按照污染源土地覆盖贡献的负荷类型对区域进行分类, 由于每个汇水分区涉及的污染物负荷是不一样的, 该分析需要每个汇水分区按不同的覆盖类型进行分类, 本次模拟主要分为以下几种覆盖类型: 房屋村庄、道路、鱼塘、河涌、水田、旱地、山地。水质模型参数主要涉及常规污染指标的湿沉降浓度、面源污染累积-冲刷模块参数以及旱季入流量及浓度等。

湿沉降浓度是指直接降雨时雨水夹带来自大气中悬浮颗粒、气溶胶等污染物, 本次模型各污染物湿沉降浓度采用各场降雨浓度均值; 漫水河流域的下垫面污染物旱季累积特征缺乏系统的监测研究数, 因此累积冲刷模块参数采用城市下垫面污染物累积模块参数典型值, 见下表。

表 6.4-4 污染物累积模块参数

覆盖类型	污染指标	计算方法	系数 1	系数 2
绿地	COD	EXP	50	0.5
	NH ₃ -N	EXP	10	1
	TP	EXP	2.5	1
	TSS	EXP	70	1
道路	COD	EXP	120	0.5

	NH3-N	EXP	8	1
	TP	EXP	1.6	1
	TSS	EXP	150	0.5
屋面	COD	EXP	80	0.5
	NH3-N	EXP	6	1
	TP	EXP	0.8	1
其他非车行硬地	COD	EXP	110	0.5
	NH3-N	EXP	6	1
	TP	EXP	4	1
	TSS	EXP	130	1

其他非车行硬地	TSS	EXP	0.04	1.2
	NH3-N	EXP	0.004	1.2
	TP	EXP	0.003	1.2
	COD	EXP	0.6	1.2

同样地，漫水河流域内并没有相关涉及污染物降雨过程连续监测数据以及绿地与硬质地面的径流污染物浓度数据。因此，本项目屋面及道路采用场均浓度法（EMC）作为冲刷模块演算方法，其中屋面及道路采用参考中的污染物浓度均值，而绿地与其他硬质地面利用指数冲刷模式进行污染物连续模拟，见下表。

表 6.4- 5 各覆盖类型指数冲刷模型参数

覆盖类型	污染指标	计算方法	系数 1	系数 2
屋面	TSS	EMC	131.9	-
	NH3-N	EMC	0.74	-
	TP	EMC	0.12	-
	COD	EMC	19	-
道路	TSS	EMC	369.9	-
	NH3-N	EMC	0.94	-
	TP	EMC	0.79	-
	COD	EMC	402	-
绿地	TSS	EXP	0.06	0.54
	NH3-N	EXP	0.005	0.72
	TP	EXP	0.0042	0.72
	COD	EXP	0.707	1.12

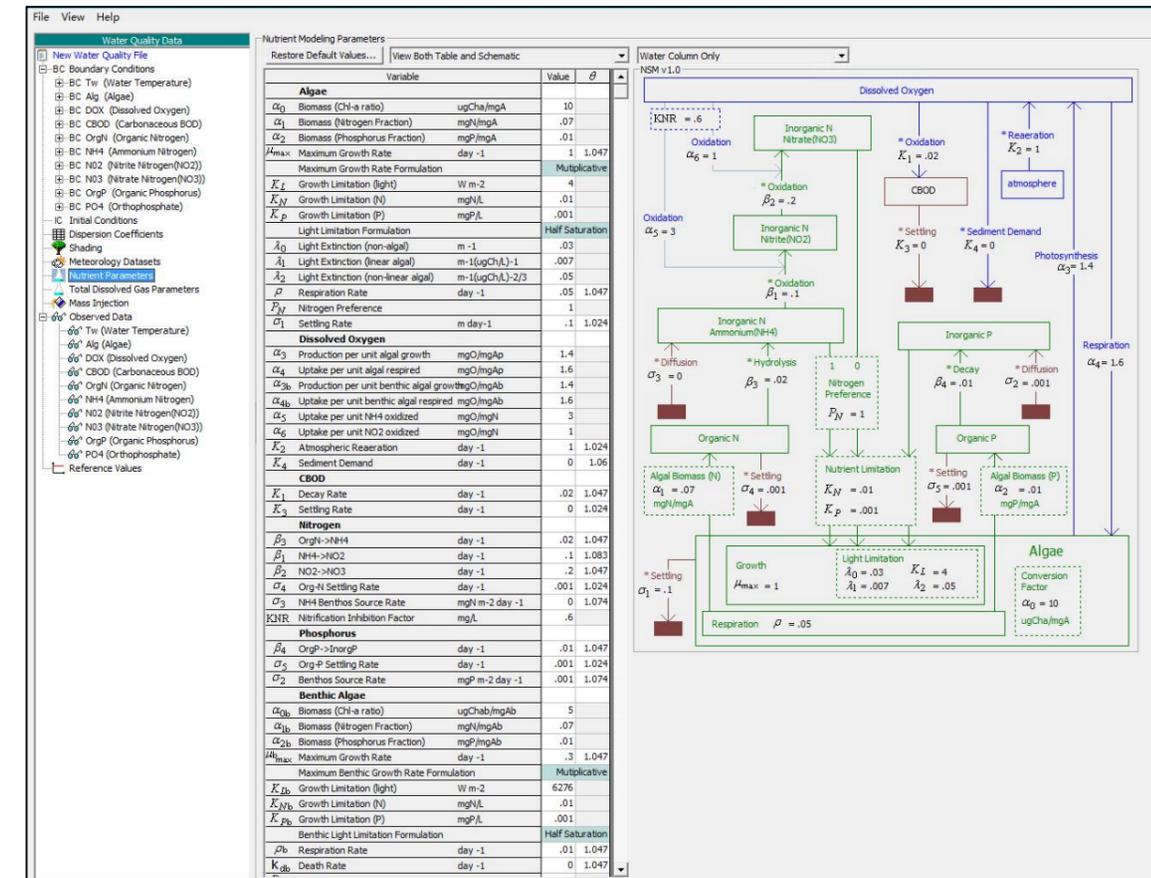


图 6.4.4 漫水河流域模型水质参数设定

6.4.3 边界条件设定

(1) 气象条件

本工程北面处设有清远市气象站，该站建于 1957 年，至今已有 50 多年实测资料，观测系列较长，积累了可靠的气象资料。本工程气象资料以清远气象站观测资料为依据。工程区位于亚热带气候区，季风明显，光、热、水资源丰富。夏季受副热带高压和热带气候影响，高温多雨，气候酷热；冬季受东亚冷高压影响，低温多雨，气候严寒。主要气候特征如下：

气温：多年平均气温 21.7℃，气温年内变化以 7 月份平均气温最高，1 月份平均气温最低，但是气温的年际变化不大。

湿度：多年平均相对湿度为 77%，年内相对湿度以 3~6 月为最大，月平均最大相对湿度为 84%

(出现在 5 月)，月平均最小相对湿度为 69% (出现在 11 月)。在初春至初夏期间阴雨天较多，空气中水汽含量很高，相对湿度常常可达 100%。

蒸发量：多年平均水面蒸发量为 1643.3mm，蒸发年内变化以 7 月最大，均在 160mm 以上，2 月最小，不足 100mm。

风速：年平均风速在 1.1m/s~1.9m/s 之间，一般冬季风速较大，夏季相对较小，但夏季受台风侵袭时，风速可达年最大值。流域冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，春秋转换季节风向极不稳定，各种风向均有出现，多数地方全年中偏北风出现机会最多。各种风向均有出现，多数地方全年中偏北风出现机会最多。多年平均最大风速 17.2m/s，历年最大风速为 22m/s。

(2) 流域上游外部水系入流

清西围位于北江中下游的右岸，清新区境内。清西围西南面是漫水河，西北面是滨江和秦皇河，东面是北江河，西面靠秦皇山。全围地势西北高、东南低。围内大部分的自然排水由分散的塘涌，坑渠集流于内坑经茅舍岭水闸流入漫水河，靠北的部分集流于山塘镇经茅舍岭水闸流入漫水河。因此本次项目漫水河流域的边界包括上游外部水系的潭口水电站，其断面的多年平均流量和洪峰流量，如下表所示。

表 6.4-6 漫水河流域潭口水电站断面年径流量统计表

河流名称	断面位置	流域面积 (km ²)	多年平均年径流量 (万 m ³)	多年平均流速 (m ³ /s)
漫水河	潭口水电站	384.3	46116	14.62

(3) 考核断面流量

调取三青大桥断面和黄坎自动监测站 2019 年 7 月以来的在线流量监测数据，按月份进行统计分析可知，漫水河三青大桥月均流量为 964307m³，流量占比 59%，漫水河黄坎桥月均流量为 677409m³，流量占比 41%。具体数据入下表所示。

三青大桥的在线流量监测数据显示，三青大桥断面流量在每年 6 月~8 月达到最大值，11 月、12 月流量相对较低。2019 年 8 月流量数据达到年度峰值，从 8 月到 12 月份流量逐递减；2020 年 1 月开始至 5 月流量逐小幅递增，6 月份突然大幅增加达到年度最值，之后逐月递减至 11、12 月降至较低值；2021 年 1 月~5 月流量变化趋势先增后减少。结合现场水系调研情况初步推断，三青大桥断面水流量可能受降雨影响较大。

黄坎桥的在线流量监测数据显示，黄坎桥断面流量变化规律与三青大桥基本一致，在每年 1

月、11 月和 12 月流量相对较低，之后流量逐月增大，在 5 月~7 月水量达到峰值，之后再呈现递减趋势。但由于该断面流量监测数据相对不足，流量出现最高值、最低值的月份也与三青大桥不完全一致，因此无法确定该断面流量变化是否主要受降雨影响，前期现场调研显示，该断面上游几个主要汇入坑渠均受人工补水调节，同时区域水产养殖规模较大，流量变化也可能受水产排水影响。

表 6.4-7 漫水河流域考核断面月平均流量统计表

时间	三青大桥断面			黄坎桥断面		
	水位	平均流速	月均流量	水位	平均流速	月均流量
2019 年 7 月	1.853	0.18	1961124	1.55	0.10	/
2019 年 8 月	2.290	0.20	6234534	1.06	0.25	/
2019 年 9 月	2.958	0.13	1612509	0.94	0.24	/
2019 年 10 月	2.831	0.05	567471	1.54	0.23	/
2019 年 11 月	2.773	0.04	342031	0.10	0.07	/
2019 年 12 月	2.750	0.03	279946	0.33	0.10	/
2020 年 1 月	2.75	0.03	265930	0.82	0.14	257986
2020 年 2 月	2.78	0.04	417586	0.73	0.21	327939
2020 年 3 月	2.82	0.07	833336	1.04	0.25	588051
2020 年 4 月	2.86	0.08	955556	1.35	0.25	644603
2020 年 5 月	2.81	0.06	722384	1.78	0.11	534514
2020 年 6 月	2.84	0.21	2697801	2.45	0.10	/
2020 年 7 月	2.63	0.06	752894	1.79	0.10	1373140
2020 年 8 月	2.70	0.08	945468	1.27	0.28	734975
2020 年 9 月	2.68	0.10	1088025	1.14	0.16	716256
2020 年 10 月	2.60	0.05	525749	0.68	0.23	746096
2020 年 11 月	2.25	0.02	195375	1.34	0.16	468031
2020 年 12 月	2.55	0.02	182080	0.77	0.27	382957
2021 年 1 月	2.527	0.02	479212	1.05	0.214	578891
2021 年 2 月	2.485	0.02	220322	1.16	0.251	672940
2021 年 3 月	2.433	0.02	157639	1.07	0.335	784828
2021 年 4 月	2.461	0.03	257595	0.99	0.372	768277
2021 年 5 月	2.535	0.05	484502	1.31	0.387	1259068

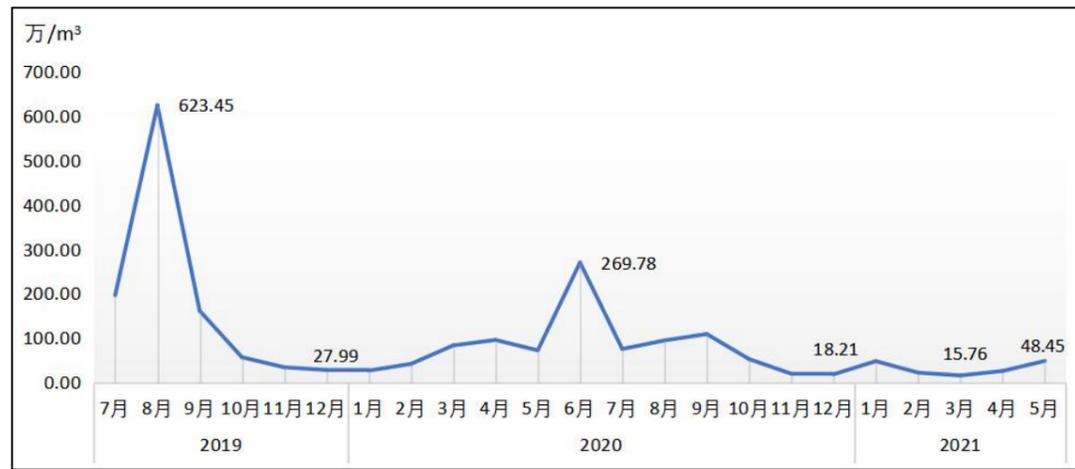


图 6.4-5 三青大桥断面在线流量（月均）变化图



图 6.4-6. 黄坎桥断面在线流量（月均）变化图

(4) 初始污染物负荷

模型初始污染物负荷参数采用最新的 2022 年 6 月 13 日 55 个水质加密监测的水质数据，具体参考章节 6.2 基本资料情况的水质监测。

(5) 区域内污水处理厂运行情况

目前在漫水河流域仅有太平镇污水处理厂正常运行，根据污水处理厂 2020 年逐月运行情况记录资料，2020 年全年共处理水量 350 万吨，平均每月处理水量 29 万吨，进出水 COD 浓度分别为 47.3mg/L、11.3mg/L，进出水氨氮浓度分别为 8.24mg/L、0.26mg/L。

6.5 现状水文与污染模拟分析

6.5.1 模拟工况设定

通过模拟河道水系的基流，可得到漫水河流域内各水系统的日常模式流量变化。然而若想要进一步计算每日进入通过漫水河流域三青大桥和黄坎桥省考断面的污染物总量，则须将计算情境分为旱季和雨季。

旱季情境即是分别计算各河道的流量与污染物浓度（主要是农村生活污水）来求得每日通过漫水河流域省考断面的污染物总量；而雨季情境则是在旱季情境的基础上，设定不同强度的降雨事件，计算漫水河流域系统汇水区因降雨而冲刷入河的面源污染，与原河道内的总量相加后即求得每日进入漫水河流域的污染物总量。

以下表格分别说明旱季和雨季情境污染物总量计算模拟工况。另外需特别说明的是，本阶段仅对漫水河流域集水区区域面源污染总量进行初步估算，若要进一步针对流域面源污染进行分析研究，建议应汇整足够流域基础资料另立项办理。

表 6.5-1 现状模型模拟工况设计

情境	降雨条件	水体初始污染物浓度	农村生活污水污染计算	养殖尾水是否直排	雨污水排口污染物浓度
A	旱季 (未降雨)	基于 2022 年 6 月 13 日的加密水质监测数据	基于管控分区的居民居住面积和居住密度，估算产生的污水量，参考《第二次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》的人均排污系数	否	无降雨，假设排口内流量为零，污染物浓度也为零
B	旱季 (未降雨)			是，每年约 11、12 月份集中排放	无降雨，假设排口内流量为零，污染物浓度也为零
C	雨季 (1 年一遇降雨)			否	以 SWMM 模式模拟各排口污染物浓度
D	雨季 (1 年一遇降雨)			是，每年约 11、12 月份集中排放	以 SWMM 模式模拟各排口污染物浓度
E	雨季 (10 年一遇降雨)			否	以 SWMM 模式模拟各排口污染物浓度，并且考虑养殖塘溢流
F	雨季 (10 年一遇降雨)			是，每年约 11、12 月份集中排放	以 SWMM 模式模拟各排口污染物浓度，并且考虑养殖塘溢流

6.5.2 现状各工况模拟结果分析

(1) 工况 A 模拟结果

该工况是模拟旱季和只有农村生活污水排放时的情况，而且该工况发生的频率占到日常时间的 90%以上。利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 335 kg/日、45 kg/日、123 kg/日 和 9 kg/日；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总

量分别为 598 kg/日、93 kg/日、251 kg/日 和 17 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物总量核算如下表所示。

表 6.5-2 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 A 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	2.425	0.329	0.792	0.055
2	1.139	0.102	0.201	0.016
3	2.741	0.331	0.967	0.073
4	11.181	2.185	5.818	0.375
5	1.787	0.269	0.751	0.053
6	5.424	1.066	2.841	0.183
7	5.362	1.111	2.996	0.191
8	11.881	2.443	6.574	0.420
9	20.137	2.703	8.149	0.604
10	9.560	1.564	4.489	0.311
11	8.108	1.358	3.724	0.253
12	5.100	0.914	2.385	0.156
13	2.657	0.445	1.143	0.076
14	10.180	1.688	4.323	0.287
15	1.204	0.119	0.251	0.019
16	3.786	0.720	1.905	0.123
17	1.889	0.296	0.825	0.057
18	1.057	0.093	0.310	0.026
19	0.632	0.063	0.132	0.010
20	0.314	0.031	0.066	0.005
21	1.658	0.285	0.738	0.049
22	4.732	0.767	1.952	0.130
23	1.274	0.173	0.417	0.029
24	1.645	0.295	0.769	0.050
25	4.857	0.923	2.444	0.158
26	4.126	0.739	1.930	0.126
27	2.702	0.263	0.845	0.070
28	10.015	1.449	3.827	0.268
29	7.509	1.086	2.870	0.201
30	14.176	1.844	5.655	0.425
31	6.276	0.908	2.399	0.168
32	0.737	0.103	0.252	0.017
33	2.397	0.276	0.623	0.045
34	1.865	0.274	0.677	0.046
35	0.285	0.019	0.029	0.003
36	0.255	0.017	0.025	0.003
37	2.201	0.144	0.220	0.022
38	1.176	0.077	0.118	0.012
39	1.757	0.240	0.662	0.048

40	1.179	0.159	0.383	0.027
41	1.153	0.133	0.303	0.022
42	1.709	0.287	0.739	0.049
43	1.775	0.299	0.769	0.051
44	17.551	2.700	7.405	0.515
45	1.512	0.247	0.629	0.042
46	4.896	0.589	1.356	0.098
48	2.251	0.350	0.880	0.059
52	2.841	0.572	1.533	0.098
53	1.743	0.156	0.500	0.043
54	1.068	0.188	0.490	0.032
55	1.592	0.162	0.471	0.038
56	0.875	0.137	0.344	0.023
57	1.401	0.252	0.658	0.043
58	0.267	0.017	0.027	0.003
59	0.301	0.020	0.030	0.003
合计 t/a	218.323	33.978	91.609	6.309
折算 kg/d	598	93	251	17

表 6.5-3 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 A 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	83.780	10.444	29.553	2.207
49	16.191	2.946	7.719	0.503
50	13.255	2.281	5.896	0.388
51	5.177	0.490	1.264	0.103
60	4.029	0.264	0.403	0.040
合计 t/a	122.432	16.424	44.835	3.242
折算 kg/d	335	45	123	9

(2) 工况 B 模拟结果

该工况模拟旱季时农村生活污水和养殖尾水同时排放的情况。根据实地调研资料显示，养殖片区专业和大部分养殖散户在养殖桂花鱼时按水质需要换水 10-30cm，每年干塘约 1 次，其他鱼种的养殖过程中很少换水，因此在该工况中考虑各池塘养殖尾水的排放占总量按 20%处理，且考虑各池塘养殖尾水在不同时段的错峰排放，错峰系数取 0.7。

利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 408 kg/日、48 kg/日、127 kg/日 和 13 kg/日；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 797 kg/日、127 kg/日、294 kg/日 和 62 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物总量核算如下表所示。

从结果可观察到，对比工况 A，该工况增加了养殖尾水的排放，但入河污染物总量的增量并不是特别多，可以推断虽然漫水河流域内的养殖池塘星罗密布，水系错综复杂，但养殖尾水仅在每年 12 月份左右直接排放的情况下对下游省考断面的水质影响程度有限，初步判断主要是因为养殖尾水的排放只占到到养殖池塘总水量的 20%左右，剩余 80%的水量都被直接或间接循环利用了。因此，重点考虑农村生活污水为漫水河流域的主要污染源。

表 6.5-4 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 B 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	3.167	0.545	1.065	0.339
2	1.466	0.370	0.540	0.369
3	3.373	0.565	1.263	0.382
4	15.906	2.213	5.853	0.412
5	2.281	0.299	0.788	0.092
6	7.760	1.107	2.893	0.237
7	7.830	1.120	3.007	0.203
8	17.298	2.477	6.618	0.466
9	24.605	3.301	8.904	1.391
10	12.479	1.616	4.555	0.380
11	10.866	1.538	3.952	0.491
12	7.358	1.341	2.925	0.719
13	3.611	0.531	1.251	0.188
14	13.494	1.698	4.336	0.300
15	1.415	0.209	0.364	0.137
16	5.645	1.091	2.374	0.612
17	2.548	0.439	1.005	0.245
18	1.283	0.305	0.577	0.305
19	1.028	0.428	0.594	0.491
20	0.546	0.252	0.344	0.295
21	2.327	0.394	0.875	0.192
22	6.629	1.235	2.543	0.746
23	1.694	0.320	0.602	0.222
24	2.271	0.318	0.798	0.081
25	6.868	0.983	2.519	0.237
26	6.159	1.316	2.658	0.885
27	3.311	0.742	1.451	0.701
28	13.168	2.202	4.779	1.259
29	9.772	1.538	3.441	0.795
30	16.946	2.096	5.973	0.755
31	8.252	1.380	2.995	0.789
32	1.131	0.345	0.556	0.335
33	2.807	0.306	0.661	0.085
34	2.690	0.647	1.149	0.537

35	0.541	0.305	0.390	0.379
36	0.476	0.264	0.338	0.328
37	2.431	0.401	0.545	0.360
38	1.343	0.263	0.353	0.257
39	2.236	0.353	0.805	0.196
40	1.567	0.296	0.556	0.207
41	1.525	0.339	0.562	0.292
42	2.385	0.408	0.892	0.208
43	2.535	0.487	1.006	0.298
44	22.850	3.248	8.098	1.236
45	2.095	0.364	0.777	0.197
46	5.897	0.739	1.546	0.295
48	2.915	0.360	0.892	0.072
52	4.151	0.641	1.620	0.189
53	2.054	0.424	0.839	0.396
54	1.603	0.357	0.704	0.255
55	2.047	0.507	0.906	0.491
56	1.336	0.366	0.633	0.325
57	2.067	0.418	0.867	0.261
58	0.469	0.243	0.311	0.299
59	0.514	0.258	0.331	0.316
合计 t/a	291.020	46.306	107.181	22.529
折算 kg/d	797	127	294	62

表 6.5-5 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 B 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	98.249	10.580	29.746	2.386
49	22.332	2.992	7.785	0.564
50	17.981	2.454	6.143	0.617
51	6.182	1.163	2.220	0.988
60	4.061	0.300	0.454	0.087
合计 t/a	148.804	17.489	46.348	4.643
折算 kg/d	408	48	127	13

(3) 工况 C 模拟结果

该工况模拟雨季时只有农村生活污水排放的情况，降雨采用 1 年一遇重现期，24 小时长历时降雨 145mm。

利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 627 kg/日、67 kg/日、217 kg/日 和 31 kg/日；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别

为 865 kg/日、113 kg/日、337 kg/日 和 38 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物总量核算如下表所示。

从结果可观察到，两个考核断面对应的各管控分区的入河污染物总量明显增多。推断由于降雨强度较低，养殖池塘没有发生溢流，而且降雨径流的流入一定程度稀释了污染物浓度，但由于降雨造成了地表冲刷，大量地表累积的污染物被径流带入到沟渠和水系中，造成入河污染物总量大大增加。本项目团队在现场踏勘也发现较多的现状沟渠内堆积大量沉积物、漂浮垃圾等污染物，若这些污染物清理不及时，在降雨径流通过时将被直接冲刷至河道水体中，造成河道的水系恶化。如石陂坑汇入漫水河前上游、迳口干渠、先锋排坑、婆陂坑年丰村段等存在大量水浮莲未清理，水浮莲腐烂导致水质下降或不达标；山塘内坑河有少量浮油、畜禽和鱼类尸体未清理，尸体腐烂导致水质下降或不达标。另一方面，部分农村排水通道存在淤积，当降雨发生时容易造成排水不畅和污水溢流，导致下游水体水质恶化。

表 6.5-6 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 C 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	4.997	0.525	1.625	0.251
2	5.971	0.470	1.766	0.384
3	4.032	0.429	1.385	0.172
4	15.208	2.492	7.122	0.682
5	2.725	0.341	1.055	0.124
6	7.193	1.200	3.414	0.318
7	6.087	1.167	3.231	0.247
8	13.821	2.590	7.203	0.568
9	25.093	3.080	9.754	0.982
10	11.430	1.707	5.095	0.454
11	11.420	1.610	4.796	0.505
12	7.384	1.088	3.125	0.330
13	4.815	0.610	1.842	0.240
14	10.638	1.723	4.472	0.322
15	3.622	0.304	1.034	0.204
16	4.534	0.777	2.148	0.180
17	2.432	0.337	1.001	0.099
18	1.178	0.103	0.349	0.036
19	1.022	0.092	0.258	0.040
20	0.400	0.038	0.093	0.012
21	2.709	0.365	1.078	0.129
22	8.199	1.031	3.075	0.394
23	2.793	0.289	0.909	0.145
24	2.700	0.375	1.111	0.131
25	6.968	1.084	3.128	0.319
26	5.337	0.831	2.322	0.218
27	3.076	0.291	0.966	0.098

28	17.511	2.020	6.255	0.839
29	13.441	1.538	4.791	0.653
30	17.677	2.111	6.789	0.691
31	10.974	1.266	3.920	0.526
32	1.122	0.133	0.376	0.047
33	3.326	0.346	0.924	0.116
34	3.257	0.380	1.128	0.152
35	0.310	0.021	0.037	0.005
36	0.299	0.020	0.040	0.006
37	2.218	0.146	0.226	0.023
38	1.279	0.085	0.151	0.020
39	2.861	0.324	1.020	0.132
40	2.601	0.267	0.843	0.135
41	2.772	0.257	0.827	0.145
42	2.893	0.378	1.122	0.139
43	2.828	0.379	1.109	0.131
44	27.144	3.431	10.512	1.245
45	2.680	0.336	1.007	0.131
46	6.420	0.705	1.850	0.214
48	4.780	0.542	1.698	0.252
52	3.366	0.612	1.704	0.138
53	2.364	0.203	0.701	0.090
54	1.385	0.212	0.592	0.056
55	2.256	0.213	0.686	0.088
56	1.222	0.163	0.456	0.050
57	1.878	0.288	0.812	0.079
58	0.407	0.028	0.072	0.013
59	0.502	0.035	0.095	0.018
合计 t/a	315.560	41.387	123.095	13.717
折算 kg/d	865	113	337	38

表 6.5-7 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 C 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	152.156	15.654	51.693	7.417
49	26.194	3.708	10.958	1.266
50	23.573	3.067	9.237	1.175
51	11.412	0.965	3.283	0.578
60	15.445	1.134	4.100	0.910
合计 t/a	228.780	24.527	79.271	11.345
折算 kg/d	627	67	217	31

(4) 工况 D 模拟结果

该工况与工况 B 类似，均模拟农村生活污水和养殖尾水同时排放的情况，但在此基础上考虑

由降雨冲刷和径流导致的面源污染。降雨同样采用1年一遇重现期，24小时长历时降雨145mm。

利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为657 kg/日、71 kg/日、221 kg/日和35 kg/日；黄坎桥考核断面的COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为920 kg/日、152 kg/日、380 kg/日和82 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物总量核算如下表所示。

表 6.5-8 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 D 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	5.435	0.775	1.898	0.535
2	6.672	0.780	2.105	0.737
3	4.365	0.701	1.681	0.481
4	15.617	2.524	7.157	0.718
5	2.841	0.375	1.092	0.163
6	7.398	1.248	3.466	0.372
7	6.164	1.177	3.242	0.258
8	14.037	2.630	7.246	0.614
9	26.099	3.773	10.509	1.768
10	11.655	1.767	5.160	0.522
11	11.897	1.819	5.025	0.743
12	7.984	1.583	3.665	0.893
13	5.097	0.709	1.950	0.353
14	10.691	1.735	4.484	0.335
15	3.933	0.407	1.147	0.321
16	4.938	1.207	2.617	0.669
17	2.612	0.503	1.181	0.287
18	1.378	0.347	0.616	0.314
19	1.386	0.516	0.720	0.521
20	0.606	0.293	0.372	0.302
21	2.907	0.491	1.215	0.272
22	8.948	1.573	3.666	1.010
23	3.069	0.458	1.094	0.338
24	2.821	0.402	1.140	0.161
25	7.222	1.153	3.203	0.397
26	5.968	1.499	3.050	0.977
27	3.540	0.846	1.572	0.729
28	18.899	2.892	7.207	1.830
29	14.411	2.062	5.362	1.247
30	18.235	2.402	7.106	1.022
31	11.844	1.813	4.516	1.147
32	1.375	0.412	0.681	0.364
33	3.441	0.381	0.962	0.156

34	3.723	0.812	1.599	0.643
35	0.569	0.352	0.398	0.381
36	0.525	0.306	0.352	0.331
37	2.450	0.443	0.550	0.362
38	1.456	0.301	0.386	0.265
39	3.068	0.455	1.162	0.280
40	2.859	0.426	1.016	0.315
41	3.110	0.495	1.086	0.416
42	3.115	0.518	1.275	0.298
43	3.096	0.597	1.347	0.378
44	28.548	4.066	11.204	1.967
45	2.896	0.472	1.155	0.286
46	6.699	0.879	2.040	0.411
48	5.030	0.554	1.711	0.265
52	3.477	0.692	1.790	0.229
53	2.663	0.514	1.040	0.443
54	1.566	0.408	0.806	0.279
55	2.627	0.612	1.120	0.541
56	1.460	0.429	0.746	0.351
57	2.071	0.480	1.022	0.297
58	0.622	0.289	0.357	0.310
59	0.735	0.311	0.396	0.332
合计 t/a	335.850	55.661	138.667	29.938
折算 kg/d	920	152	380	82

表 6.5-9 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 D 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	158.790	15.811	51.866	7.596
49	27.188	3.761	11.016	1.327
50	24.711	3.268	9.457	1.403
51	12.608	1.744	4.133	1.463
60	16.564	1.175	4.145	0.957
合计 t/a	239.861	25.760	80.616	12.746
折算 kg/d	657	71	221	35

(5) 工况 E 模拟结果

该工况与工况 C 类似，模拟雨季时只有农村生活污水排放的情况，但降雨采用10年一遇重现期，24小时长历时降雨237mm，考虑较大重现期降雨时由于养殖池塘溢流造成的污染物总量排放情况。

利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为686 kg/日、69 kg/

日、227 kg/日 和 38 kg/日；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 919 kg/日、115 kg/日、346 kg/日 和 44 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物总量核算如下表所示。

表 6.5-10 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 E 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	5.524	0.544	1.708	0.310
2	6.961	0.507	1.922	0.495
3	4.296	0.439	1.427	0.201
4	16.033	2.522	7.253	0.774
5	2.917	0.348	1.085	0.146
6	7.555	1.214	3.471	0.358
7	6.235	1.172	3.254	0.263
8	14.219	2.605	7.266	0.613
9	26.107	3.118	9.914	1.095
10	11.813	1.721	5.155	0.496
11	12.098	1.635	4.904	0.581
12	7.851	1.105	3.198	0.382
13	5.257	0.626	1.912	0.289
14	10.732	1.727	4.486	0.332
15	4.117	0.322	1.113	0.259
16	4.687	0.782	2.172	0.197
17	2.544	0.341	1.018	0.111
18	1.203	0.104	0.353	0.038
19	1.102	0.095	0.271	0.049
20	0.418	0.038	0.096	0.014
21	2.924	0.373	1.112	0.153
22	8.909	1.058	3.187	0.474
23	3.104	0.300	0.958	0.179
24	2.916	0.383	1.145	0.155
25	7.400	1.100	3.196	0.367
26	5.585	0.841	2.361	0.246
27	3.152	0.294	0.978	0.107
28	19.046	2.077	6.497	1.010
29	14.656	1.583	4.983	0.788
30	18.394	2.138	6.902	0.771
31	11.936	1.302	4.072	0.633
32	1.201	0.136	0.389	0.055
33	3.516	0.354	0.954	0.137
34	3.542	0.391	1.173	0.184
35	0.315	0.021	0.037	0.005
36	0.308	0.020	0.041	0.007
37	2.222	0.146	0.226	0.024

38	1.300	0.086	0.154	0.022
39	3.088	0.333	1.056	0.157
40	2.892	0.278	0.889	0.167
41	3.104	0.269	0.879	0.182
42	3.136	0.387	1.161	0.166
43	3.043	0.387	1.144	0.155
44	29.109	3.504	10.822	1.465
45	2.919	0.344	1.045	0.158
46	6.732	0.716	1.899	0.248
48	5.298	0.562	1.780	0.310
52	3.473	0.616	1.721	0.150
53	2.491	0.208	0.721	0.104
54	1.449	0.215	0.603	0.063
55	2.392	0.218	0.707	0.104
56	1.293	0.166	0.468	0.058
57	1.975	0.292	0.828	0.090
58	0.436	0.029	0.077	0.017
59	0.544	0.037	0.102	0.023
合计 t/a	335.470	42.128	126.244	15.940
折算 kg/d	919	115	346	44

表 6.5-11 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 E 入河污染物总量核算（单位 t/a）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	166.157	16.175	53.908	8.979
49	28.242	3.784	11.282	1.494
50	25.685	3.145	9.571	1.410
51	12.689	1.012	3.485	0.720
60	17.782	1.221	4.469	1.171
合计 t/a	250.556	25.337	82.715	13.776
折算 kg/d	686	69	227	38

(6) 工况 F 模拟结果

该工况与工况 D 类似，均模拟农村生活污水和养殖尾水同时排放的情况，但在此基础上考虑由较大的降雨冲刷和径流导致的面源污染。降雨同样采用 10 年一遇重现期，24 小时长历时降雨 237mm。

利用耦合模型对漫水河流域的两个省考断面的入河污染负荷进行核算，可得到在该工况情况下：三青大桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 662 kg/日、77 kg/日、228 kg/日 和 37 kg/日；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮和总磷的入河污染物总量分别为 981 kg/日、231 kg/日、465 kg/日 和 104 kg/日。考核断面所属的各管控分区的入河污染物

总量核算如下表所示。

表 6.5-12 黄坎桥考核断面所属各管控分区——工况 F 入河污染物总量核算 (单位 t/a)

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
1	5.822	1.275	2.443	0.677
2	7.152	1.402	2.783	0.914
3	4.785	1.244	2.274	0.635
4	15.667	2.588	7.228	0.737
5	2.895	0.444	1.167	0.183
6	7.472	1.343	3.569	0.399
7	6.180	1.197	3.264	0.264
8	14.099	2.710	7.334	0.636
9	27.169	5.157	12.019	2.162
10	11.748	1.887	5.292	0.556
11	12.221	2.238	5.482	0.862
12	8.749	2.573	4.745	1.174
13	5.251	0.907	2.167	0.409
14	10.709	1.758	4.510	0.342
15	4.093	0.615	1.373	0.380
16	5.602	2.067	3.555	0.913
17	2.867	0.833	1.542	0.381
18	1.757	0.837	1.150	0.453
19	2.040	1.362	1.643	0.761
20	1.001	0.804	0.930	0.447
21	3.101	0.743	1.490	0.343
22	9.786	2.658	4.849	1.318
23	3.331	0.798	1.465	0.434
24	2.862	0.455	1.198	0.176
25	7.328	1.291	3.353	0.437
26	6.999	2.834	4.506	1.356
27	4.398	1.956	2.783	1.044
28	20.248	4.638	9.110	2.326
29	15.220	3.108	6.504	1.545
30	18.685	2.985	7.742	1.188
31	12.689	2.906	5.709	1.458
32	1.807	0.971	1.291	0.523
33	3.495	0.451	1.038	0.176
34	4.391	1.676	2.542	0.888
35	1.081	1.015	1.121	0.569
36	0.967	0.879	0.977	0.494
37	2.910	1.039	1.200	0.531
38	1.789	0.732	0.857	0.387
39	3.270	0.716	1.447	0.355
40	3.104	0.744	1.363	0.406

41	3.478	0.971	1.606	0.551
42	3.331	0.798	1.581	0.378
43	3.432	1.032	1.821	0.502
44	29.529	5.335	12.589	2.327
45	3.107	0.744	1.453	0.363
46	6.968	1.227	2.419	0.510
48	5.048	0.577	1.736	0.271
52	3.600	0.850	1.963	0.274
53	3.143	1.135	1.718	0.619
54	1.869	0.800	1.233	0.390
55	3.243	1.409	1.990	0.768
56	1.871	0.959	1.325	0.502
57	2.368	0.864	1.440	0.406
58	1.026	0.811	0.926	0.458
59	1.161	0.862	0.997	0.488
合计 t/a	357.911	84.210	169.811	38.048
折算 kg/d	981	231	465	104

表 6.5-13 三青大桥考核断面所属各管控分区——工况 F 入河污染物总量核算 (单位 t/a)

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷
47	159.034	16.127	52.210	7.686
49	27.271	3.869	11.133	1.357
50	25.022	3.670	9.895	1.517
51	13.812	3.302	5.833	1.906
60	16.628	1.259	4.235	0.981
合计 t/a	241.767	28.227	83.307	13.447
折算 kg/d	662	77	228	37

6.5.3 现状污染负荷评估

(1) 模拟工况评估总结

本项目方案基于 HEC-RAS 和 SWMM 模型建立了漫水河流域的一维二维水文水动力水质耦合模型，以主要污染物控制标准作为水质目标值，结合线性规划法计算得到三青大桥断面和黄坎桥断面所属片区的主要入河污染物总量，合计得漫水河流域入河污染物总量，如下表所示。

综合考虑漫水河流域现实水文气象和污染源分布情况，工况 A 和工况 D 较符合省考断面水质达标对工况的实际需求，工况 A 模拟年内 90%以上时间流域内的日常运行情况，而工况 D 则模拟农村生活污水和养殖尾水同时排放的情况下，且考虑由较大重现期、发生频率较高的降雨和径流冲刷导致的面源污染。

因此，本次方案将工况 A 和工况 D 列为重点控制工况，且以工况 D 作为制定漫水河流域水环境容量 TMDL 计算的基础工况。

表 6.5-14 漫水河流域各工况情况下入河污染物总量核算

设计工况			COD	氨氮	总氮	总磷
工况 A	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	340.755	50.403	136.444	9.551
		折算 kg/d	934	138	374	26
工况 A	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	218.323	33.978	91.609	6.309
		折算 kg/d	598	93	251	17
工况 B	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	439.824	63.795	153.529	27.173
		折算 kg/d	1205	175	421	74
工况 B	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	291.020	46.306	107.181	22.529
		折算 kg/d	797	127	294	62
工况 C	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	544.339	65.914	202.366	25.062
		折算 kg/d	1491	181	554	69
工况 C	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	315.560	41.387	123.095	13.717
		折算 kg/d	865	113	337	38
工况 D	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	575.711	81.421	219.283	42.684
		折算 kg/d	1577	223	601	117
工况 D	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	335.850	55.661	138.667	29.938
		折算 kg/d	920	152	380	82
工况 E	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	586.026	67.465	208.958	29.715
		折算 kg/d	1606	185	572	81
工况 E	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	335.470	42.128	126.244	15.940
		折算 kg/d	919	115	346	44
工况 F	三青大桥断面所属管控分区	合计 t/a	599.677	112.436	253.118	51.495
		折算 kg/d	1643	308	693	141
工况 F	黄坎桥断面所属管控分区	合计 t/a	357.911	84.210	169.811	38.048
		折算 kg/d	981	231	465	104

(2) 重点管控分区识别

由于各个管控分区划分的面积大小存在差异，若按照每个分区的总入河污染量计算和识别需要重点管控的分区，则并不能反映真实的污染量贡献情况。因此，如上所述，以工况 D 为重点控制工况，根据每个分区的总面积和总入河污染量，计算每个分区的单位面积污染量贡献密度。三青大桥和黄坎桥考核断面的主要超标污染物均为氨氮和总磷，按照以上计算所得的单位面积污染量贡献密度，从高到低排序如下：

按照氨氮贡献度排序，需重点管控的前十分区分别是 14、7、8、52、10、16、37、6、25、26，由于每个分区的计算结果比较接近，排序十一到十五的 46、9、17、57、44 也需重点考虑，如下图所示。

综合考虑这些分区的土地利用情况，可判断需重点控制的是农村生活污水排放治理，后续调研获取更多资料后将对管控的优先程度排序进行复核和优化。

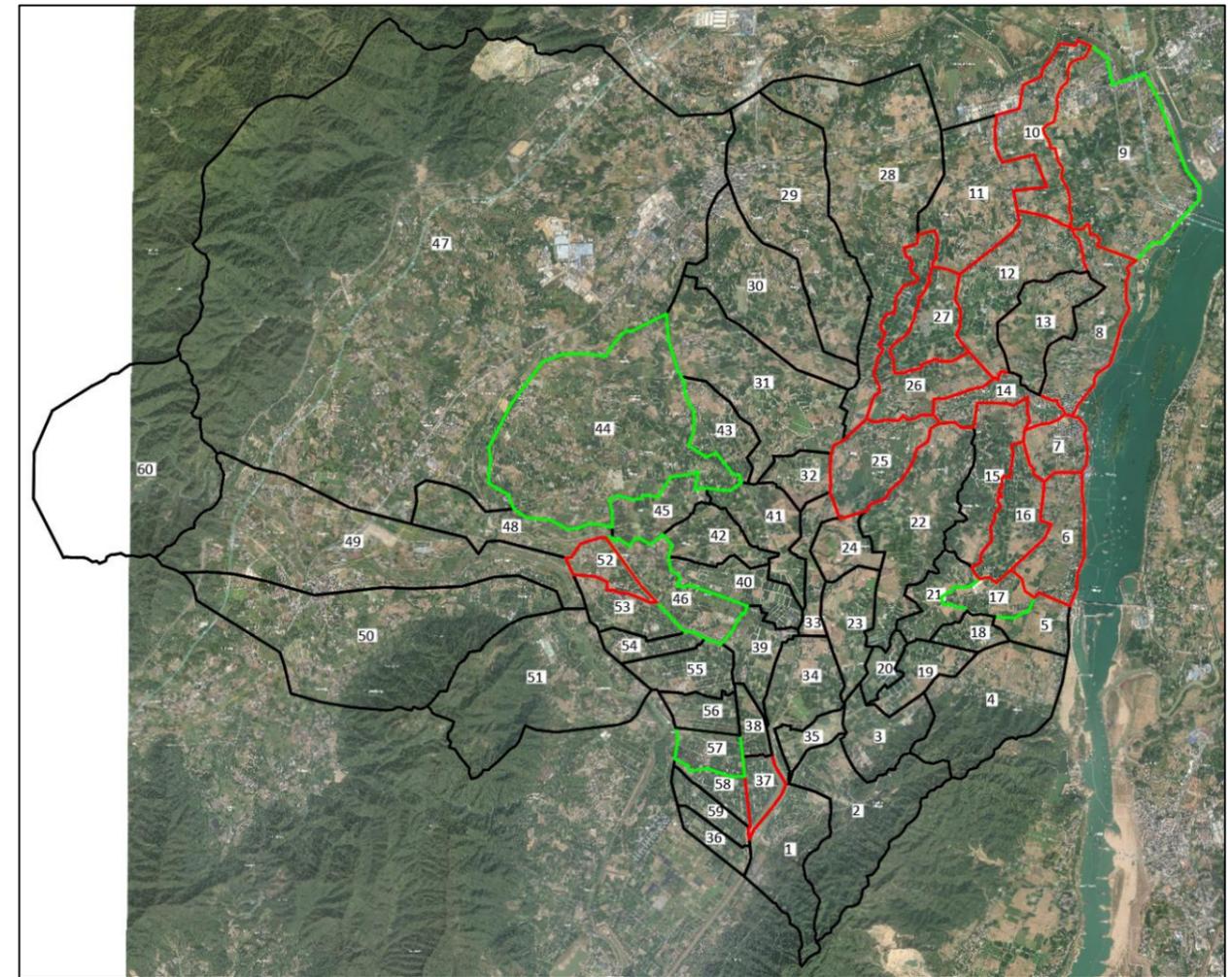


图 6.5-1 农村生活污水排放 / 面源污染治理 10 个重点管控（标红）和 5 个重点考虑（标绿）分区

按照总磷贡献度排序，需重点管控的前十分区分别是 35、36、37、18、20、58、27、38、59、19，由于每个分区的计算结果比较接近，排序十一到十五的 53、54、55、56、57 也需重点考虑，如下图所示。

综合考虑这些分区的土地利用情况，可判断需重点控制的是养殖尾水排放治理，后续调研获取更多资料后将对管控的优先程度排序进行复核和优化。

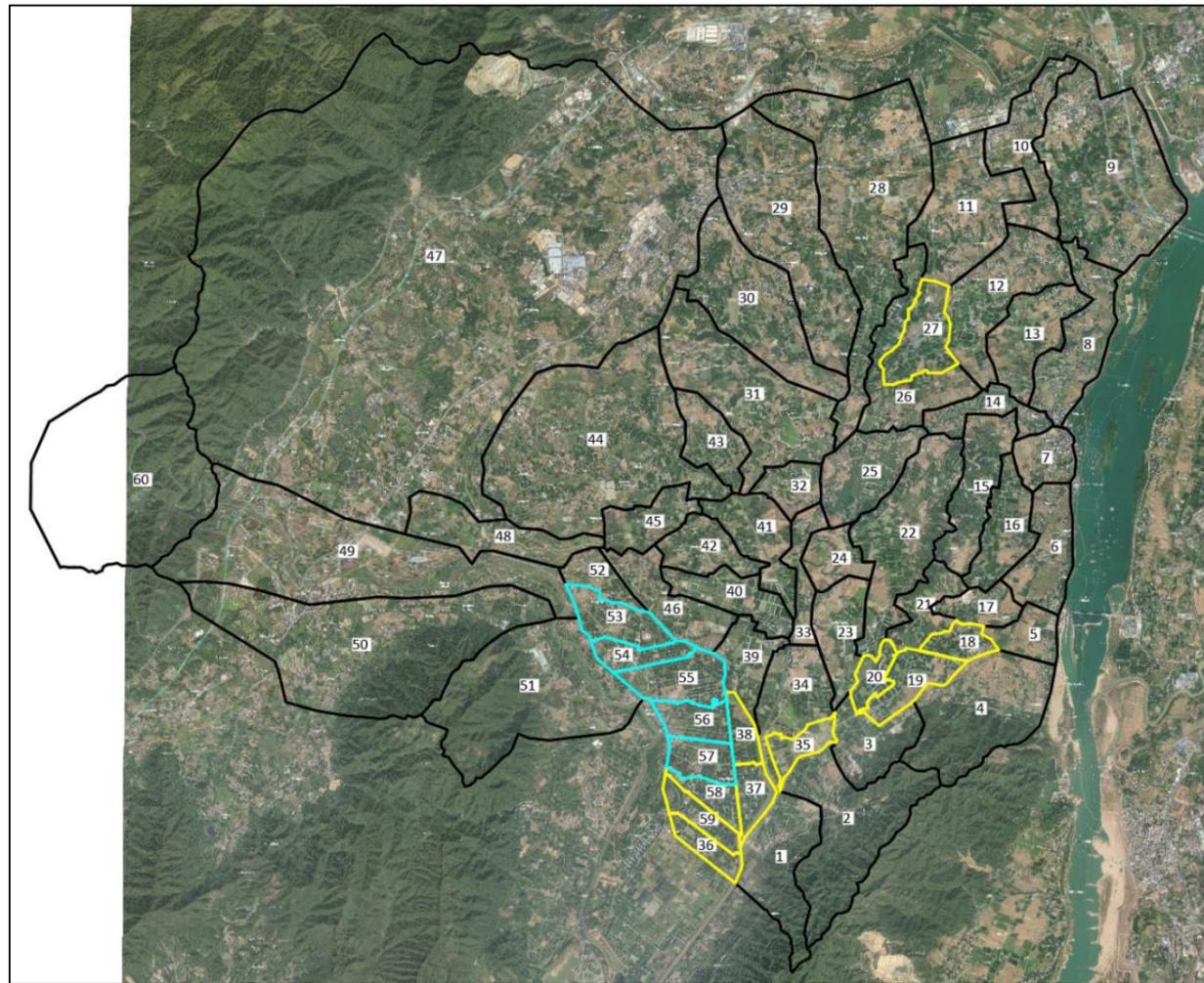


图 6.5-2 水产养殖尾水排放治理 10 个重点管控（标黄）和 5 个重点考虑（标青）分区
 （注：灭螺坑和石陂坑所在的分区 53、54、55、56、57、58、59 的水生态治理与修复工程正在实施）

6.6 水环境容量评估

6.6.1 水环境容量 TMDL 计算

水环境容量可定义为在选定的各个水质控制点的主要污染物浓度不超过其对应的环境保护目标，在此前提下的各个入河排污口的污染负荷最大排放量之和。一般可采用线性规划法进行计算，具体步骤如下：先基于 HEC-RAS 和 SWMM 模型建立的漫水河流域的一维二维水文水动力水质耦合模型，建立各管控分区入河排口与下游三青大桥河黄坎桥水质控制点之间的动态响应关系，再根据省控断面水质目标，设定满足主要污染物控制标准的最大允许排放量为目标函数，约束方程为各水质控制点均满足主要污染物控制标准。表达式为：

$$\begin{aligned} \text{目标函数} \max Z &= \sum_{j=1}^m A_j C_j \\ \text{约束方程} &\begin{cases} \sum_{j=1}^m X_{ij} C_j \leq C_{0j} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\ 0 \leq C_j \leq C_{uj} \\ C_j \geq \lambda \sum_{i=1}^n C_j \end{cases} \end{aligned}$$

式中： i 为水质控制点序号； j 为入河排（污）口序号； A_j 为各个分区入河流量； C_j 为各个分区入河污染物浓度； X_{ij} 为响应系数矩阵； C_{0j} 为主要污染物控制标准； C_{uj} 为入河污染物浓度上限值； λ 为入河口污染物浓度不得低于所有入河污染物浓度的 λ 倍，该值根据各入河流量占总入流量的比例值确定。

根据以上的方法，将耦合模型与实测数据相结合，将工况 D 设定为控制工况，对漫水河流域的水体水环境容量进行计算，得到三青大桥考核断面所属管控分区的水体水环境容量（分别以 COD、氨氮、总氮和总磷计）分别为 187 t/a（513 kg/日）、20 t/a（54 kg/日）、61 t/a（166 kg/日）和 10 t/a（26 kg/日）；黄坎桥考核断面所属管控分区的水体水环境容量（分别以 COD、氨氮、总氮和总磷计）分别为 262 t/a（718 kg/日）、42 t/a（116 kg/日）、104 t/a（285 kg/日）和 23 t/a（61 kg/日）。

根据每个管控分区的贡献率分配最大允许污染负荷量，最终得到三青大桥考核断面所属管控分区的 COD、氨氮、总氮和总磷的目标削减率为 38.18%、31.15%、23.75%和 34.62%；黄坎桥考核断面所属管控分区的 COD、氨氮、总氮和总磷的目标削减率则为 44.27%、34.66%、28.74%和 35.86%。后续调研获取更多资料后将每个管控分区的最大允许污染负荷量和总体目标削减率进行复核和优化。

6.6.2 安全余量 MOS 计算

漫水河流域安全余量（MOS）将根据 FOEA 法计算，评估 MOS 主要包括以下五个步骤：（1）确定模型的主要参数；（2）运用有限差分法计算模型主要参数的敏感系数；（3）评估模型参数的变异系数；（4）计算模型输出的标准差；（5）建立模型输出的标准差与 TMDL 中的 MOS 关系。

FOEA 是利用 Taylor 一阶展开式计算，其具体公式为：

$$C = G(X_e) + \sum_{i=1}^p (X_i - X_{ie})(\partial G/\partial X_i)X_e$$

式中： G 是模型计算结果； X_i 是模型参数标准值； X_{ie} 是模型变化参数值； p 为参数个数； X_e 为展开式向量值。

根据 HEC-RAS 二维水质模型特点，按照上述方法计算，采用一阶误差分析（FOEA）法计算 MOS，得到漫水河流域三青大桥考核断面的 COD、氨氮、总氮、总磷的安全余量（MOS）分别为 38.8 kg/day、5.2 kg/day、21.3 kg/day 和 2.9 kg/day；黄坎桥考核断面的 COD、氨氮、总氮、总磷的安全余量（MOS）分别为 54.4 kg/day、11.3 kg/day、36.6 kg/day 和 6.8 kg/day。结果见下表 6.6-1。

表 6.6-1 黄坎桥考核断面所属各管控分区安全余量（MOS）计算（单位 t/a）

管控分区编号	COD		氨氮		总氮		总磷	
	MOS/TMDL (%)	MOS (t/a)						
1	5.911	0.321	7.427	0.058	9.644	0.183	8.236	0.044
2	5.911	0.394	7.427	0.058	9.644	0.203	8.236	0.061
3	5.911	0.258	7.427	0.052	9.644	0.162	8.236	0.040
4	5.911	0.923	7.427	0.187	9.644	0.690	8.236	0.059
5	5.911	0.168	7.427	0.028	9.644	0.105	8.236	0.013
6	5.911	0.437	7.427	0.093	9.644	0.334	8.236	0.031
7	5.911	0.364	7.427	0.087	9.644	0.313	8.236	0.021
8	5.911	0.830	7.427	0.195	9.644	0.699	8.236	0.051
9	5.911	1.543	7.427	0.280	9.644	1.013	8.236	0.146
10	5.911	0.689	7.427	0.131	9.644	0.498	8.236	0.043
11	5.911	0.703	7.427	0.135	9.644	0.485	8.236	0.061
12	5.911	0.472	7.427	0.118	9.644	0.353	8.236	0.074
13	5.911	0.301	7.427	0.053	9.644	0.188	8.236	0.029
14	5.911	0.632	7.427	0.129	9.644	0.432	8.236	0.028

15	5.911	0.232	7.427	0.030	9.644	0.111	8.236	0.026
16	5.911	0.292	7.427	0.090	9.644	0.252	8.236	0.055
17	5.911	0.154	7.427	0.037	9.644	0.114	8.236	0.024
18	5.911	0.081	7.427	0.026	9.644	0.059	8.236	0.026
19	5.911	0.082	7.427	0.038	9.644	0.069	8.236	0.043
20	5.911	0.036	7.427	0.022	9.644	0.036	8.236	0.025
21	5.911	0.172	7.427	0.036	9.644	0.117	8.236	0.022
22	5.911	0.529	7.427	0.117	9.644	0.354	8.236	0.083
23	5.911	0.181	7.427	0.034	9.644	0.106	8.236	0.028
24	5.911	0.167	7.427	0.030	9.644	0.110	8.236	0.013
25	5.911	0.427	7.427	0.086	9.644	0.309	8.236	0.033
26	5.911	0.353	7.427	0.111	9.644	0.294	8.236	0.080
27	5.911	0.209	7.427	0.063	9.644	0.152	8.236	0.060
28	5.911	1.117	7.427	0.215	9.644	0.695	8.236	0.151
29	5.911	0.852	7.427	0.153	9.644	0.517	8.236	0.103
30	5.911	1.078	7.427	0.178	9.644	0.685	8.236	0.084
31	5.911	0.700	7.427	0.135	9.644	0.436	8.236	0.094
32	5.911	0.081	7.427	0.031	9.644	0.066	8.236	0.030
33	5.911	0.203	7.427	0.028	9.644	0.093	8.236	0.013
34	5.911	0.220	7.427	0.060	9.644	0.154	8.236	0.053
35	5.911	0.034	7.427	0.026	9.644	0.038	8.236	0.031
36	5.911	0.031	7.427	0.023	9.644	0.034	8.236	0.027
37	5.911	0.145	7.427	0.033	9.644	0.053	8.236	0.030
38	5.911	0.086	7.427	0.022	9.644	0.037	8.236	0.022
39	5.911	0.181	7.427	0.034	9.644	0.112	8.236	0.023
40	5.911	0.169	7.427	0.032	9.644	0.098	8.236	0.026
41	5.911	0.184	7.427	0.037	9.644	0.105	8.236	0.034
42	5.911	0.184	7.427	0.038	9.644	0.123	8.236	0.025
43	5.911	0.183	7.427	0.044	9.644	0.130	8.236	0.031
44	5.911	1.687	7.427	0.302	9.644	1.081	8.236	0.162
45	5.911	0.171	7.427	0.035	9.644	0.111	8.236	0.024
46	5.911	0.396	7.427	0.065	9.644	0.197	8.236	0.034
48	5.911	0.297	7.427	0.041	9.644	0.165	8.236	0.022
52	5.911	0.206	7.427	0.051	9.644	0.173	8.236	0.019
53	5.911	0.157	7.427	0.038	9.644	0.100	8.236	0.036

54	5.911	0.093	7.427	0.030	9.644	0.078	8.236	0.023
55	5.911	0.155	7.427	0.045	9.644	0.108	8.236	0.045
56	5.911	0.086	7.427	0.032	9.644	0.072	8.236	0.029
57	5.911	0.122	7.427	0.036	9.644	0.099	8.236	0.024
58	5.911	0.037	7.427	0.021	9.644	0.034	8.236	0.026
59	5.911	0.043	7.427	0.023	9.644	0.038	8.236	0.027
合计	-	19.85	-	4.13	-	13.37	-	2.47
折算 kg/d	-	54.4	-	11.3	-	36.6	-	6.8

表 6.6-2 三青大桥考核断面所属各管控分区安全余量（MOS）计算（单位 t/a）

管控分区编号	COD		氨氮		总氮		总磷	
	MOS/TMDL (%)	MOS (t/a)						
47	5.911	9.386	7.427	1.174	9.644	5.002	8.236	0.626
49	5.911	1.607	7.427	0.279	9.644	1.062	8.236	0.109
50	5.911	1.461	7.427	0.243	9.644	0.912	8.236	0.116
51	5.911	0.745	7.427	0.130	9.644	0.399	8.236	0.121
60	5.911	0.979	7.427	0.087	9.644	0.400	8.236	0.079
合计		14.18		1.91		7.78		1.05
折算 kg/d		38.8		5.2		21.3		2.9

第七章 建设方案总体设计

7.1 总体设计规划思路

以保护水资源、改善水环境、修复水生态为总体原则，采用先进的基于水环境容量控制的流域综合治理体系，体现流域规划管理的前瞻性、科学性和整体性，具体如下：

(1) 因地制宜，标本兼治。针对漫水河流域三青大桥和黄坎桥省考断面水质不达标的问题及成因、当地自然人文环境条件和地区经济发展水平，综合运用控源截污、内源治理、生态修复、生态扩容、水体提质等技术措施，全面改善水生态环境质量，为上述两个省考断面水质的稳定达标打下坚实的基础；

(2) 流域统筹，系统施策。问题在水里，根源在岸上，核心在水系，关键在排口。项目研究范围以漫水河流域内的河道水塘汇水分区为水文基本单元，结合污染物总量控制需求的管控分区划分，对水域陆域、岸上岸下问题进行整体分析，综合采取源头、过程和末端全过程系统治理措施，实现区域整体效益与生态最优平衡的目标；

(3) 生态改善，长效保持。多渠道科学恢复区域自然的水文条件，改善水系的水动力条件，修复水生态环境系统，提升水体自净化能力，实现区域水环境的自身持续改善；

(4) 近远结合，分步达标。围绕两个省控断面和流域内各区的长期水质目标，制定长期达标方案，并立足阶段性水质目标，根据重点整治区域的优先程度，有序推进治理措施。

根据《漫水河流域水质现状及成因分析研究报告》、《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》及相关环境监测和污染源调查资料显示，清远市自 2016 年 11 月起开始对漫水河三青大桥、漫水河支流山塘水黄坎桥断面进行检测，发现其水质超标情况不断浮动变化。漫水河三青大桥总磷、氨氮浓度呈整体下降趋势，虽然在 2019 年及 2020 年总磷、氨氮平均浓度均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准，但 2018 年和 2021 年 1~7 月水质均为 III 类，且超标因子均为总磷，超标倍数分别为 0.26 倍和 0.17 倍，说明三青大桥断面水质下降；漫水河黄坎桥总磷、氨氮浓度呈明显下降趋势，2018 和 2019 年水质为劣 V 类，超标因子为氨氮和总磷；2020~2021 年 1~7 月总磷、氨氮平均浓度达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）V 类标准，说明黄坎桥断面水质总体稍向好，但水质在不达标边缘浮动的幅度仍然相当显著。

某一断面水质不达标，与流域内上游水系遭受污染有着直接联系。流域是地面水和地下水天然汇集的区域，是开发治理的基本单元，流域内所有水系最终汇合至同一个出口，因此对流域进行综合管理是解决流域水质问题的根本之策，同时也是建设生态文明建设的重要举措和保障生态安

全的重要手段。流域管理是研究流域的相关特征，旨在可持续分配其资源，并制定和实施计划、方案和项目，以维持和加强流域边界内影响植物、动物和人类社区的流域功能。所以只有从整个流域管理着手，采用污染物总量控制的方法，才能从根本上达到省控断面水质稳定达标的目标。

7.1.1 总体技术路线

本项目核心是保障漫水河流域省控断面达标，综合采取“综合管控、控源截污、内源治理、生态扩容”四大对策，具体技术路线如下：

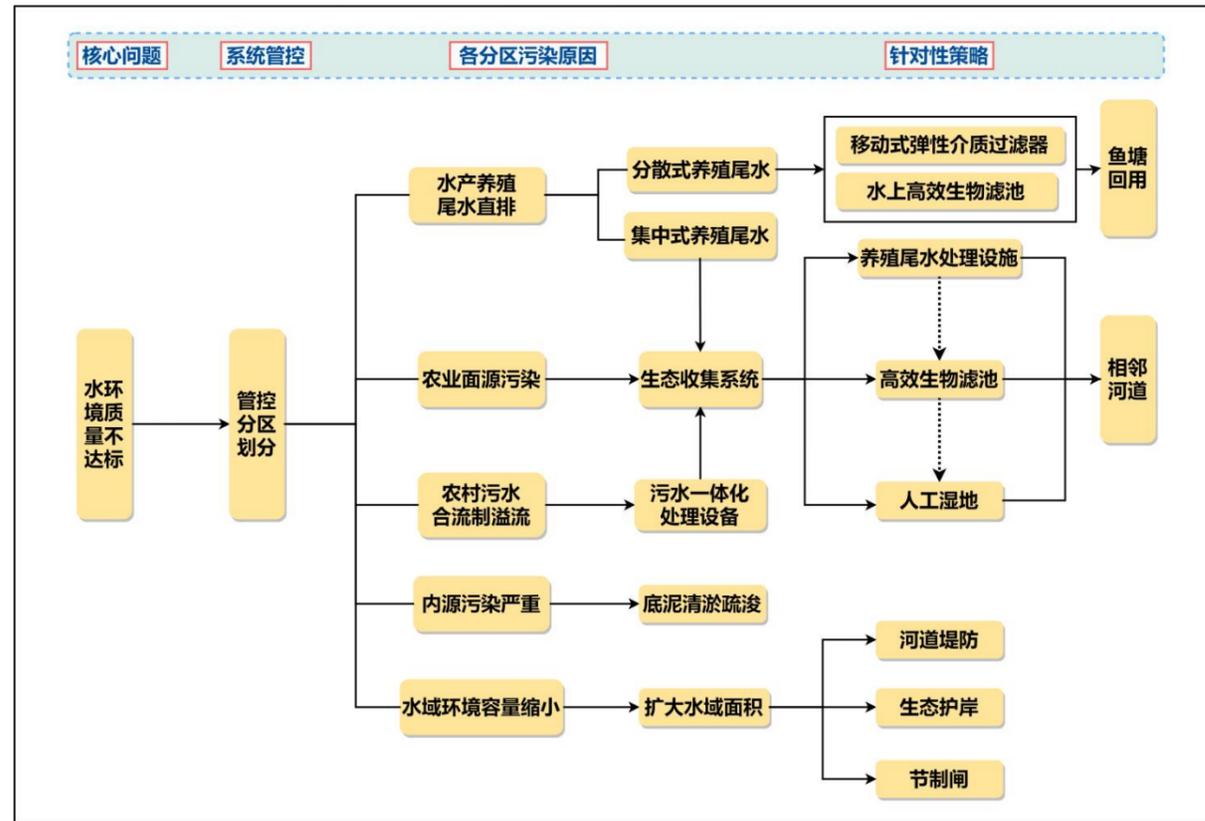


图 7.1-1 建设方案总体技术路线

针对现状漫水河流域水系水污染严重、水环境突出的问题，按照“系统管控-控源截污-内源治理”的思路，制定以问题为导向的水环境综合治理方案，对点源和面源污染分别提出针对性的控制策略，同时辅以河道水环境综合整治工程，提高河道生态自净能力。

(1) 围绕水环境质量不达标核心问题，以TMDL系统分配为原则，根据考核断面的水环境容量，河道水动力，水文特征等要素，将污染因子的削减负荷合理地分配到每一个管控分区及排口，建立控制单元的污染负荷排放量。

(2) 针对各分区污染原因和负荷排放量，定制针对性的工程措施，具体措施如下。

①农业面源污染控制通过过程（生态渠道）以及末端（人工湿地）相结合的系统化工程，削减径流污染物，达到面源污染物削减要求，减轻地表水环境压力。

②水产养殖尾水点源污染控制通过生态渠道系统进行收集、净化和传输，新建水产养殖尾水处理设施，增加水产养殖尾水处理能力，减少水产养殖尾水对河道的污染负荷。

③针对农村污水合流制溢流的问题，采用控源截污（农村污水一体化设备）、过程（生态渠道）以及末端（人工湿地）相结合的系统化工程，多管齐下控制合流制溢流污染问题。

④针对部分河道水质污染严重、淤积、内源污染严重的问题，通过河道水环境整治及清淤疏浚工程，对河道内淤积的污染物和垃圾进行清理。

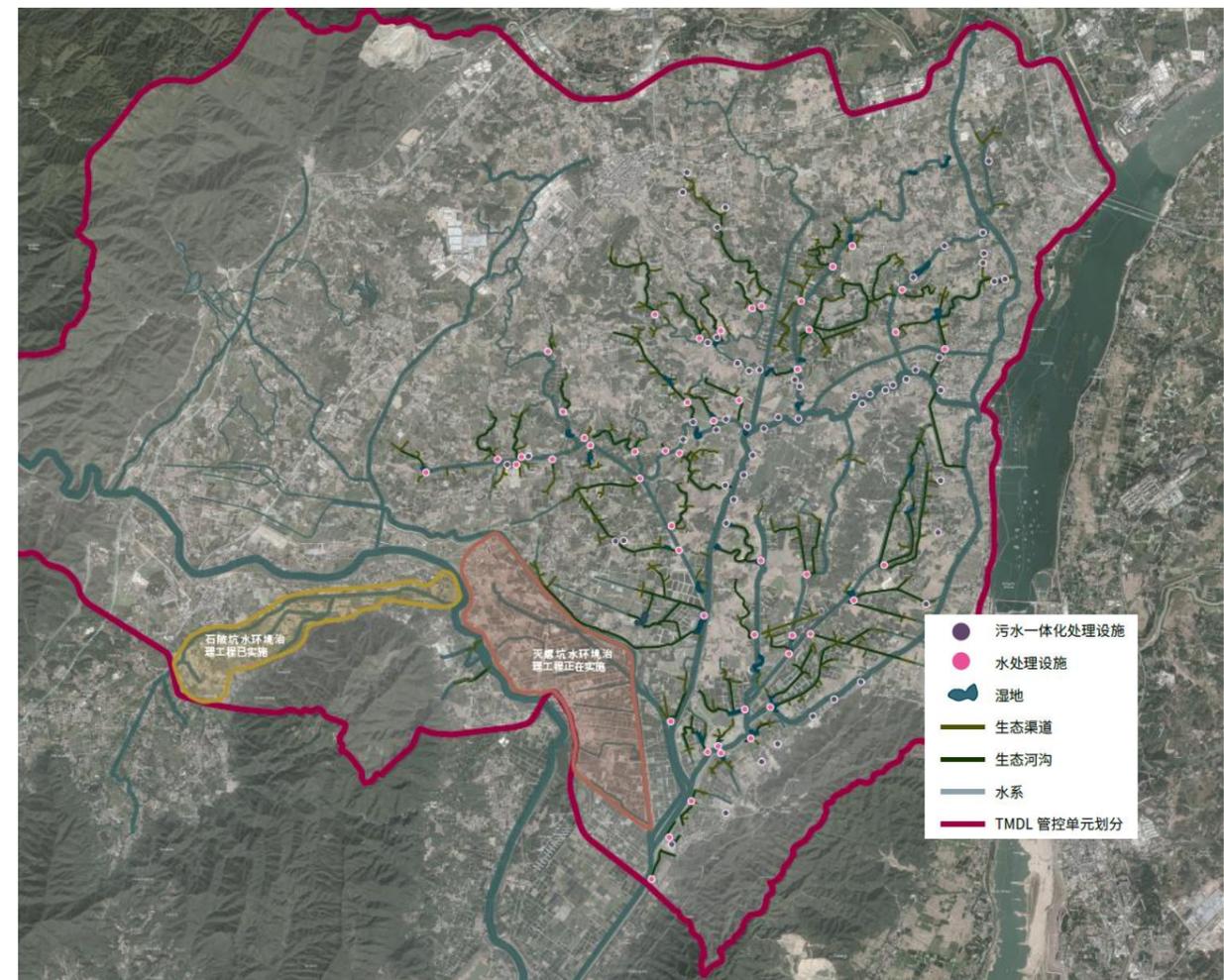
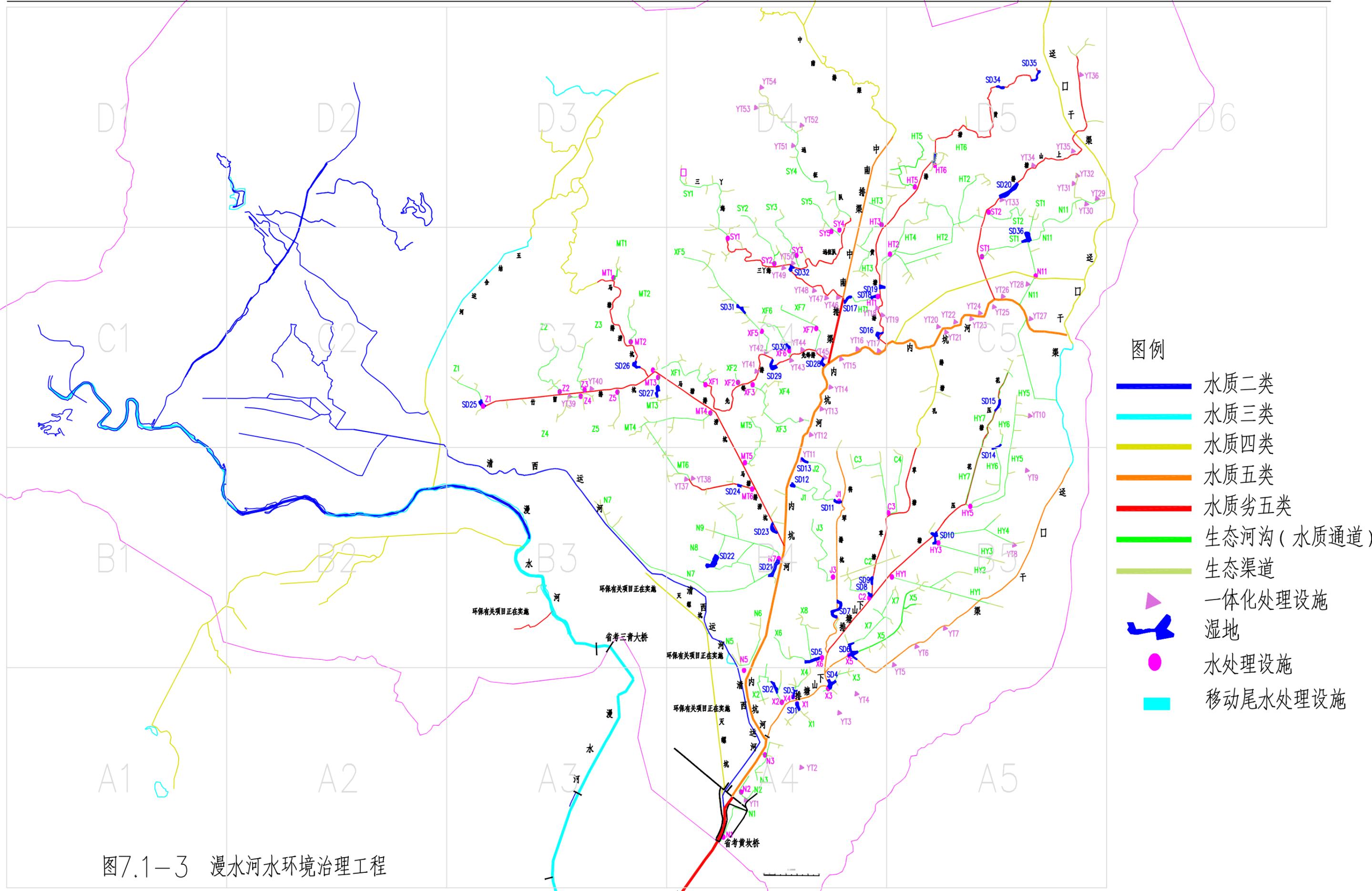


图 7.1-2 水环境治理工程平面布置总图

7.1.2 总体设计可达目标

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目总体目标为削减农业面源、大范围提升水产养殖尾水和农村污水的收集和处理能力，保证“漫水河—三清大桥”和“山塘水-黄坎桥”省控断面水质达标；通过“流域治理”、“农村污水一体化处理”、“河道疏淤”、智慧管控平台构建和全周期养护管理运营方案等探索创新建立全产业链治理模式；探索创新投融资及区域、流域特许经营机制，同步探索建立政府全产业链综合监管模式和机制。通过推进漫水河流域（清新段）的先行先试工作，总结出一批可持续、可复制、可推广的绿色发展新模式新机制，形成指标体系、标准体系、统计体系、政策体系、绩效评价体系等，提炼出具有清远市特色的流域治理经验。

工程实施后，通过源头治理，在重点雨污排口建设农村污水一体化处理设备、鱼塘标准化改造，减轻污水直排河道造成的污染；通过污水管道、河道的清淤疏浚，对污染内源进行治理；构建生态渠道、河道系统，对农业面源污染、水产养殖尾水污染和污水设施尾水进行收集净化处理，进一步削减河道中的污染物；通过系统末端的高效介质过滤器、三池两坝、湿地处理系统，将河道污染进行处理达标后排放，保障漫水河流域的水质；自动监测站对全流域水质进行实时监测，对污染事故进行应急处置；通过建设节制闸、河道堤岸扩大水域面积，达到生态扩容的目的。工程的实施将有效改善流域水环境，改善居民居住环境，提升沿河片区居住区的品质，达到促进区域的经济社会持续稳定健康的发展目标。



- 图例
- 水质二类
 - 水质三类
 - 水质四类
 - 水质五类
 - 水质劣五类
 - 生态河沟(水质通道)
 - 生态渠道
 - ▲ 一体化处理设施
 - 湿地
 - 水处理设施
 - ▭ 移动尾水处理设施

图7.1-3 漫水河水环境治理工程

7.2 生态收集传输系统建设方案

造成漫水河河道水体污染的主要原因可分为内源污染和外源污染，生态渠道、河沟改造工程主要对外源污染进行治理。根据TMDL系统管控下各分区分配情况，利用各分区内原有的排水渠道或周边河沟进行改造成生态沟渠、河沟改造，构建生态收集系统。生态收集系统具有对沿河污染物进行收集、消纳和初步净化处理的功能，是连接末端处理系统重要输送渠道。

7.2.1 生态收集传输系统设计原则

- 1、设计重点
- 2、设计原则

生态沟渠输水效益是工程设计不能忽视的因素，与排水沟相比，灌溉渠道的生态化设计需要更多考虑渠道防渗以及水流速度。在工程设计过程中，需要坚持以下原则：

- (1) 符合结构安全要求，如在寒冷地区需考虑防冻胀因素；
- (2) 尊重原有自然环境，尽量减少工程对原有自然生态条件的扰动；
- (3) 保障野生动植自由通行不受阻碍。一是要保障水域与陆域间的通行，以不阻碍动物在水陆域间的自由来往为原则；二是要保障动物在渠道上下游的来回活动，应尽量避免阻隔横越的构筑物；
- (4) 设置栖息避难及多孔质空间，提供野生动物栖息、繁殖、摄食以及避难的空间，以维持动物正常的活动；
- (5) 保护野生动物：注重保护河道原生物种或特别被重视的生物，如鱼类、青蛙等，注意维护其生息条件；
- (6) 营造多样化的水流环境；
- (7) 增加水路两侧绿化，缓和水温的变化，制造野生动植物栖息的有利环境；
- (8) 设计中除了要考虑结构安全及自然生态环境外，在景观生态方面，要注意与周围自然景观的协调，与当地景观相配合。

7.2.2 生态收集传输系统改造工程组成

生态拦截型沟渠系统，它主要由工程部分和植物部分组成，能减缓流速，促进流水携带颗粒物质的沉淀，有利于构建植物对沟壁、水体和沟底中逸出养分的立体式吸收和拦截从而实现农田排出养分控制。

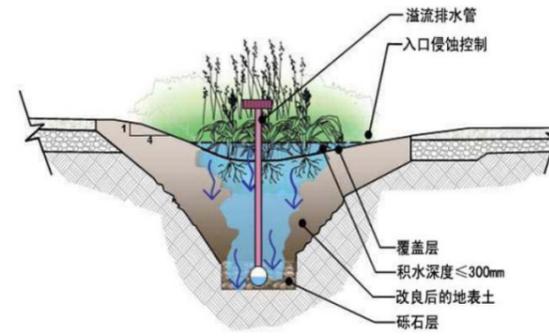


图 7.2-1 生态沟渠示意图

工程部分主要包括渠体及生态拦截坝、节制闸等，生物部分主要包括渠底、渠两侧的植物；两侧沟壁和沟底可以选择由蜂窝状水泥板等组成，两侧沟壁具有一定坡度，沟体较深，沟体内相隔一定距离构建小坝减缓流速、延长水力停留时间，使流水携带的颗粒物质和养分等得以沉淀和去除。

7.2.3 生态收集传输系统的工程设计

(1) 渠体设计

生态沟渠采用梯形断面、复式断面和植生型防渗砌块技术，排污口与生态沟渠排水口距离50m以上，生态沟渠断面根据河道宽度，可分为等腰梯形或矩形两种设计。

1) 生态河沟（1m<宽度<4m）

渠体的断面为等腰梯形，最小边坡系数可按表7.2-1确定，渠壁、渠底均为土质。

表 7.2-1 最小边坡系数表

土质	最小边坡系数
稍胶结的卵石	1.00
夹沙的卵石或砾石	1.25
粘土、重粘土	1.00
中壤土	1.25
轻壤土、沙壤土	1.50
沙土	1.75

参考设计尺寸：渠道上宽1-4m，底宽0.5m，深1m。

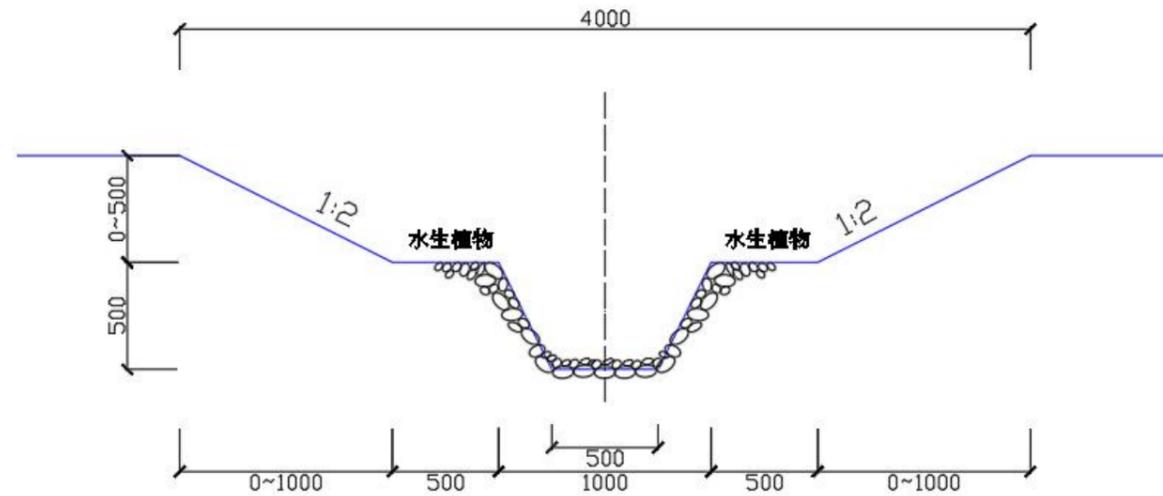


图 7.2-2 生态沟渠 (1m<宽度<4m) 断面示意图

2) 生态渠道 (宽度<1m)

渠体的断面为矩形梯形，渠道宽度1m，底宽0.5m，深1m。

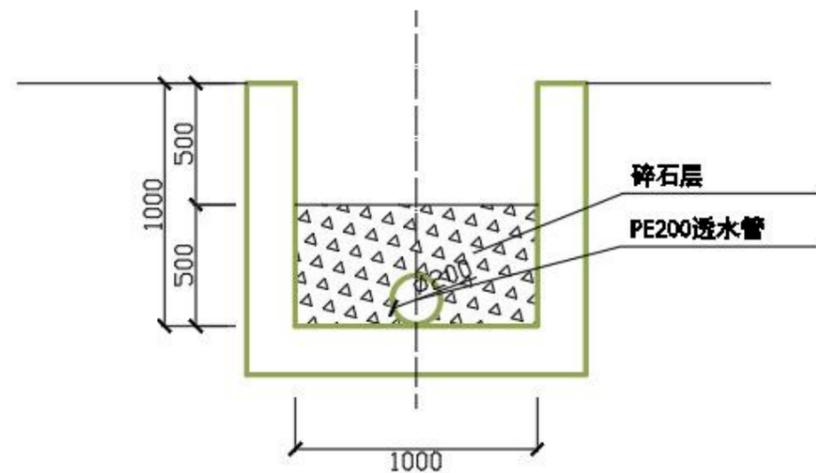


图 7.2-3 生态沟渠 (宽度<1m) 断面示意图

(2) 拦水节制闸坝设计

在生态沟渠的出水口用混凝土建造拦截坝，拦截坝的高度为0.5m，低于排水沟渠渠埂0.1m，拦截坝总长为0.6m，总宽为1.25m，并在拦截坝上建一个排水节制闸。排水节制闸的闸顶高程为0.45m，闸底高程设计为0.1m，闸孔净高设计为0.35m，闸孔净宽设计为0.4m，闸门采用直升式平面闸门。排水口底面离渠底20cm，根据需要可将拦截沟渠的水位分为20cm（旱作）、50cm（种植水稻及水生蔬菜）溢流2种状态（详见图7.2-4）。

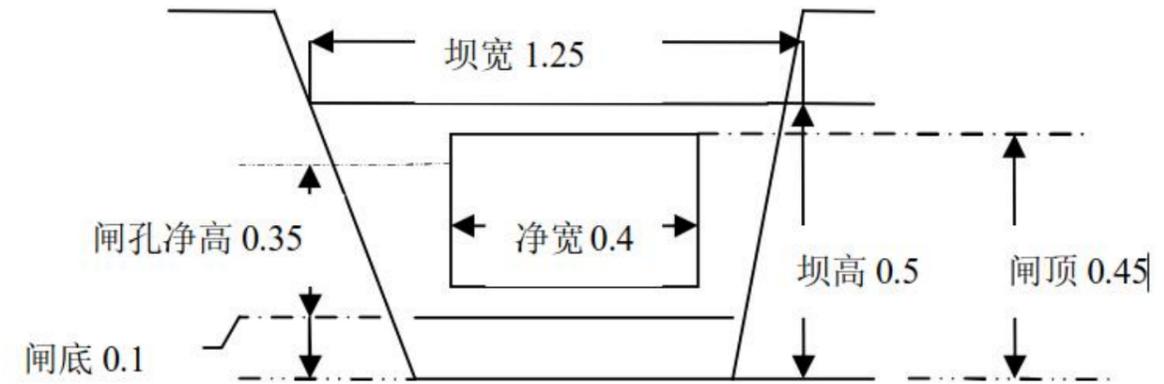


图 7.2-4 节制闸坝断面示意图 (单位: m)

(3) 透水坝设计

透水坝其剖面为梯形复式结构，坝坡的边坡系数为1:1~1:2.5，用炉渣、碎砖等多孔材料建成与渠体断面相对称的渗漏型生态拦截坝，坝高0.4m，与渠埂持平，宽0.3m。（详见图7.2-5）。透水坝分布在沟渠中，起址坝拦水节制闸坝前1m，以后每间隔50m设1座。

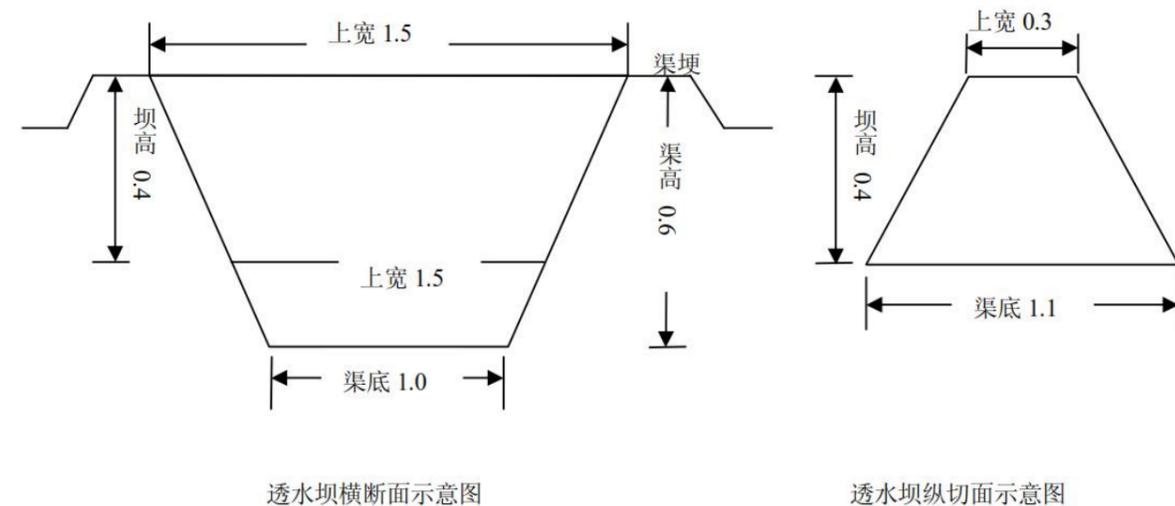


图 7.2-5 透水坝断面和纵切面示意图

(4) 水流设计

水流方向应根据地形条件，坚持由高向低自流的原则，地势平坦地区可采用双向排水方式，坡地采用单向排水方式。各段节制闸口设计水位低于上游同期或同频水位，如受下游水位顶托不能自流排水时，可设置抽排泵站。

7.2.4 生态收集传输系统的生物设计

(1) 植物选择要求

植物是生态拦截型沟渠塘的重要组成部分。生态沟渠塘中的植物可由人工种植和自然演替形成，选择对氮、磷营养元素具有较强吸收能力，生长旺盛，具有一定的经济价值或易于处置利用，并可形成良好生态景观的植物，植物配置中必须有一定比例的标志性无冬眠型或短冬眠型水生植物。

(2) 植物的配置构建

沟壁植物以自然演替为主，人工辅助种植如兰花、三七、狗牙根（夏季）、黑麦草（冬季）。

生态沟渠中植物，夏季种植如香蒲、黄花水龙等，冬季种植如西伯利亚鸢尾、黄菖蒲等，也可全年在水底种植菹草、狐尾藻、金鱼藻等沉水植物。

浮水植物可优先考虑生物量大、根系发达、年生育周期多、吸收能力强的地方优势品种，常见品种有睡莲、大藻、萍蓬草、槐叶萍、浮萍、水鳖等。

挺水植物可遵循生态位交错原则，优先考虑如千屈菜、泽泻、野芋、紫杆芋、香蒲、花叶芦苇、茭白、水芹、灯心草、芦苇、蜘蛛兰、水蜡烛、再力花、水葱、花叶芦竹、玉蝉花等常见品种。

沉水植物可考虑起强化稳定作用的如苦草、竹叶眼子菜、黑藻、穗状狐尾藻等常见品种。

香蒲+鸢尾+茭白、水芹+灯心草+黄菖蒲、鸢尾+再力花+水芹三个组合可作为氮磷去除效率较高的植物组合。

7.2.5 生态收集传输系统工程范围及工程量

漫水河流域范围内主要河道及排水沟渠有漫水河、内坑河、下山塘排、将军排坑、草塘、花压塘、马塘排涝坑、竹留排坑、先锋排、三丫海(远征队)、黄塘排、上山塘排、灭螺坑共计13条。

本工程根据现场地形及周边环境情况，通过建设生态河沟（1m<宽度<4m）改造长度81.31km和生态渠道（宽度<1m）21.81km，工程量如表7.2-2所示，工程平面布置图参见本报告图册的工程总体布局图以及各工程分幅布局图。

表 7.2-2 生态渠道、河沟改造工程表

序号	河道	网格编号	河沟编号	生态河沟 (m)	渠道长度 (m)
1	内坑河	A4	N1	970	
2			N2	740	
3			N2	905	315.6
4		B4	N5、N6	680	744
5		B4	N7~N9	7936	1440
6		C5、D5	N11	3168	664.8
7	下山塘排	A4	X1		552
8			X2	1706	300
9			X3	644	360

10	将军排坑	B4	X4	374	378	
11			B4、B5	X5、X7	3715	915
12			B4	X6、X8	1712	540
13	草塘	B4、B5	J1、J2	2257		
14			J3	1620	60	
15	花压塘	B5	C1、C2	605	1218	
16			C3、C4	2622	428.4	
17			HY1、HY2	2424	918	
18		HY3	1122	381		
19		HY4	1770	220.2		
20		B5、C5	HY5	2469	529.2	
21		HY6	1595	258		
22	B5、C5	HY7	2720	372		
23	马塘排涝坑	C3	MT1	254	302.4	
24			MT2	792	123	
25			MT3	430	351.6	
26		B3、C3、C4	MT4	1470	735.6	
27		B4、C4	MT5	1160	300	
28		B3、B4、C3	MT6	2470	840	
29	竹留排坑	C3	Z1	738	360	
30			Z2	1390	270	
31			Z3	1047	180	
32			Z4	240	744	
33			Z5	200	384	
34	先锋排	C4	XF1	1200	294	
35			XF2	226		
36			XF3、XF4	1846	420	
37			XF5	2519	480	
38			XF6	1521	180	
39			XF7	1300	60	
40			三丫海(远征队)	C4、D4	SY1	1944
41	SY2	1200			240	
42	SY3	1228			240	
43	D4	SY4		2670	840	
44	C4、D4	SY5		806	60	
45	黄塘排	C4	HT1	754		
46		C4、C5、D5	HT2、HT4	6323	1356	
47		C4、D4	HT3	1846	570	
48		D5	HT5	1540	606	
49		D5	HT6		372	
50	上山塘排	C5	ST1	1464	192	
51		D5	ST2	978	60	
合计				81310	21815	

注：灭螺坑和石陂坑水生态治理与修复工程已正在实施，因此不包含在本次方案内。

7.3 生态湿地工程方案

本方案在漫水河流域范围内主要河道建设表面流湿地，在污染物传输过程中进一步削减入河污染物，对河道水质指标有所提升。通过河口湿地的建设，使河水经过有效的沉淀作用拦截泥沙、垃圾等杂物，并在湿地中停留的过程中，通过水生植物的吸收作用和微生物的降解作用，减少水体中N、P等污染物的浓度。

7.3.1 生态湿地的设计原则

a) 准确定位。人工湿地水质净化工程只承担达标排放的污水处理厂出水等低污染水的水质改善任务，不应作为直接处理生产生活污水的治污设施。

b) 生态优先。人工湿地水质净化工程应当优先利用自然或近自然的生态方式，通过湿地生态系统中物理、化学、生物等协同作用提升水的生态品质，不宜采用投加药剂等强化措施净化水质。应当坚持选择本土物种，避免外来物种入侵。

c) 因地制宜。根据当地气温、降雨、地形地貌、土地资源等实际情况选择人工湿地水质净化工程的场址、布局、工艺、参数、植被等。鼓励利用坑塘、洼地、荒地等便于利用的土地和城镇绿化带、边角地等开展人工湿地建设。

d) 绩效明确。作为污染治理设施，人工湿地水质净化工程应当加强进出水监管，明确污染物削减要求。坚持建管并重，健全运行维护机制，保障运行维护经费，实现长效运

7.3.2 表面流人工湿地设计

主要功能：表面流人工湿地典型结构如图，类似于天然沼泽，污水在湿地基质表面漫流，水面暴露于空气中。通常由一个或者几个池体或渠道组成，池体或渠道间设隔墙分隔。池中一般填有土壤、沙、煤渣或者其它基质材料，供水生植物固定根系。表面流水位较浅，一般在 0.1~0.6m，水流缓慢，通常以水平流的流态流经各个处理单元。表面流人工湿地中，基质、湿地植物和微生物是污染物去除功能的主要承担者，其中生长于基质层中的微生物在有机物的去除中起主导作用，湿地植物的根系将氧气带入周围的土壤，而远离根部的环境处于厌氧，形成了处理环境的变化，这就加强了人工湿地去除复杂污染物的能力。大部分有机物的去除是靠土壤微生物，但某些污染物如重金属、硫、磷等可通过土壤、植物作用降低浓度。

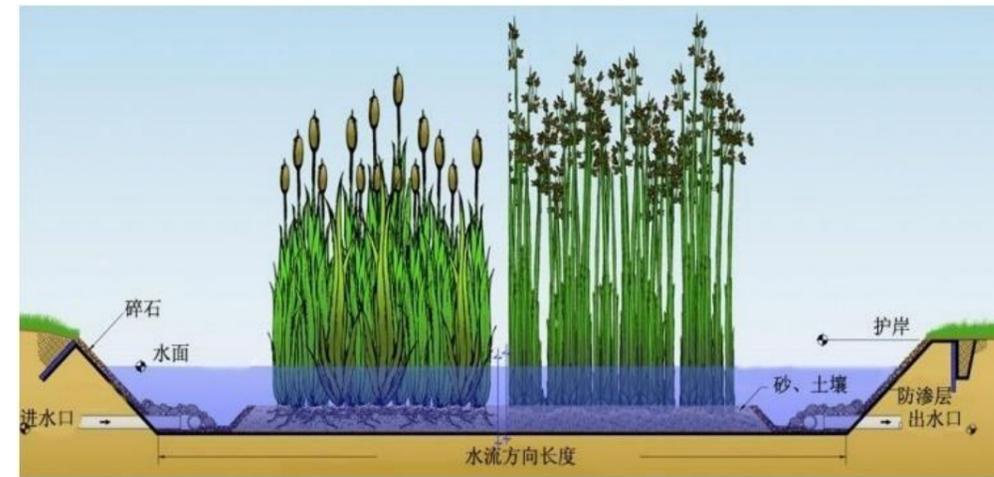


图 7.3-1 表面流人工湿地典型结构

主要设计参数：

设计流量 $Q=98000\text{m}^3/\text{d}=4100\text{m}^3/\text{h}$ ；

BOD_5 去除比例 60%， BOD_5 负荷 $N_b=1.62\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ；

$\text{NH}_3\text{-N}$ 去除比例 40%， $\text{NH}_3\text{-N}$ 负荷 $N_n=0.86\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ；

TP 去除比例 50%，TP 负荷 $N_p=0.12 \text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ；

有效水深 $H_v=0.4\text{m}$ 。

以 BOD_5 负荷 N_b 作为计算参数，

$$A_{\text{FWS1}}=Q \times (S_0-S_e) \times 60\%/N_b$$

$$=98000\text{m}^3/\text{d} \times (15.6\text{mg}/\text{L}-6\text{mg}/\text{L}) \times 60\%/1.62\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$$

$$=348444.4\text{m}^2$$

其中，

S_0 —人工湿地处理工程设计进水 BOD_5 ，为 15.6mg/L；

S_e —人工湿地处理工程设计出水 BOD_5 ，为 6mg/L；

以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 负荷 N_n 作为计算参数，

$$A_{\text{FWS2}}=Q \times (N_0-N_e) \times 40\%/N_n$$

$$=90000\text{m}^3/\text{d} \times (7.29\text{mg}/\text{L}-3\text{mg}/\text{L}) \times 40\%/0.86\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$$

$$=195544.2\text{m}^2$$

其中，

N_0 —人工湿地处理工程设计进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，为 7.29mg/L；

N_e —人工湿地处理工程设计出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，为 3mg/L；

以 TP 负荷 N_p 作为计算参数,

$$\begin{aligned} A_{FWS3} &= Q \times (P_0 - P_e) \times 50\% / N_p \\ &= 98000 \text{m}^3/\text{d} \times (0.65 \text{mg/L} - 0.3 \text{mg/L}) \times 50\% / 0.12 \text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \\ &= 142916.7 \text{m}^2 \end{aligned}$$

其中,

P_0 —人工湿地处理工程设计进水 TP, 为 0.65mg/L;

P_e —人工湿地处理工程设计出水 TP, 为 0.3mg/L;

为保证设计出水水质达标, 取表面流人工湿地面积 $A_{FWS} = A_{FWS1} = 350000 \text{m}^2$;

则表面流人工湿地容积 $V = A_{FWS} \times H_y = 350000 \text{m}^2 \times 0.4 \text{m} = 140000 \text{m}^3$;

水力停留时间 $HRT = V/Q = 140000 \text{m}^3 / 98000 \text{m}^3/\text{d} = 1.43 \text{d}$;

水力负荷 $HLR = Q/A_{FWS} = 98000 \text{m}^3/\text{d} / 350000 \text{m}^2 = 0.28 \text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$;

7.3.3 植物的选择与配置

我国上世纪九十年代开始人工湿地的研究和应用, 目前南至广东, 北至东北均有应用人工湿地的报道, 人工湿地植物在污水控制方面有以下优势:

- 1) 通过光合作用为净化作用提供能量来源;
- 2) 具有景观价值, 能改善景观生态环境;
- 3) 可以收割回收资源;
- 4) 可作为介质所受污染程度的指示物;
- 5) 能固定土壤中的水分, 圈定污染区, 防止污染源的进一步扩散;
- 6) 植物庞大的根系为细菌提供了多样的生境, 根区的细菌群落可降解许多种污染物;
- 7) 能输送氧气至根区, 有利于微生物的好氧呼吸。

在人工湿地净化污水过程中, 植物作用可以归纳为三个重要的方面: 1) 直接吸收利用污水中可利用态的营养物质、吸附和富集重金属和一些有毒有害物质;

- 2) 为根区好氧微生物输送氧气;
- 3) 增强和维持介质的水力传输。

在选择植物物种时, 可根据耐污性, 生长适应能力、根系发达程度及经济价值和美观要求确定, 同时也要考虑因地制宜。植物选择原则有以下四点:

- 1) 因地制宜的原则: 根据当地气候、土壤类型和污水水质等条件, 选择适合当地生境的植物, 并使去污能力高的植物占有一定的数量。
- 2) 经济效益的原则: 选择综合利用价值高的水生植物。

3) 生物多样性的原则: 充分利用本地植物资源, 尽可能多的应用乡土植物, 以确保生物多样性的恢复, 同时确保有充足的植物种源。

4) 景观协调的原则: 在进行水质净化的同时, 结合景观设计, 提升湿地系统景观效果。

应用在人工湿地处理工程中的植物主要可分为挺水植物、沉水植物以及浮水植物三大类: 包括芦苇、香蒲、席草、大米草、风眼莲、香根草、风车草、水葱、苔草、象草、美人蕉、营蒲、菱草、莲、荷、水芹菜、浮萍、姜、鸭舌草、穿心莲子草、黑三棱、池杉、蕉草、芋、木贼等, 其中芦苇、香蒲、风车草、水葱、美人蕉、葛蒲、菱草、莲、荷、风眼莲、浮萍较为普遍。

1、挺水植物

1) 芦苇

芦苇, 多年生, 根状茎十分发达。秆直立, 高 1~3 米, 直径 1~4 厘米, 具 20 多节, 基部和上部的节间较短, 生长在灌溉沟渠旁、河堤沼泽地等, 世界各地均有生长。芦茎、芦根还可以用于造纸行业, 以及生物制剂。经过加工的芦茎还可做成工艺品。芦苇是湿地环境中生长的主要植物之一。多生长于池沼、河岸、溪边浅水地区, 常形成苇塘。由于芦苇的叶、叶鞘、茎、根状茎和不定根都具有通气组织, 所以它在净化污水中起到重要的作用。芦苇茎秆坚韧, 纤维含量高, 是造纸工业中不可多得的原材料。

根据相关研究, 芦苇根系分布于 0~100cm 的土层内, 随着土壤深度的增加, 根量和根长均减少。芦苇湿地对污水中的氮、磷的净化效果十分明显。芦苇湿地中芦苇的密度越大及灌入湿地中污水的氮、磷的浓度越大, 其净化能力越强。芦苇的不同部分对污水中氮磷的净化能力不同, 芦苇地上部分对氮的净化能力大于地下部分, 而地下部分对磷的净化能力大于地上部分。芦苇种在公园湖边开花季节特别美观。在欧洲国家的公园, 经常可以看到芦苇优雅的身影。培育出芦苇最新品种。深水耐寒、抗旱、抗高温、抗倒伏, 笔直、株高、梗粗、叶壮, 成活率高。能达到短期成型、快速成景等优点。生命力强, 易管理, 适应环境广, 生长速度快, 是景点旅游、水面绿化、河道管理、净化水质、沼泽湿地、置景工程、护土固堤、改良土壤之首选, 为固堤造陆先锋环保植物。

2) 风车草

风车草又名伞草、旱伞草、台湾竹, 是莎草科莎草属多年生草本植物, 株高 60~150 厘米; 茎高 25~80 厘米, 茎近圆柱形, 直立无分枝; 叶顶生为伞状; 多年生直立草本, 根茎木质。我国南北各地均有栽培, 生于沼泽地或长期积水处。近年来, 国内外学者的研究证明, 风车草有很强的吸收污染物能力, 并成功应用于人工湿地。该型人工湿地对 COD、氨氮、TN、TP 均有极好的处理效果。风车草全年保持生长, 即使在冬天仍能维持一定的生长速率风车草在生活污水中培养

10 d 后, 污水中 TN、TP、COD 和 BOD 的去除率分别达到 91%、92%、70%和 73%, 其中风车草对 N、P 的吸收量分别占净化量的 55%和 53%。种植风车草的潜流型人工湿地对 TN、TP、COD 和 BOD 的去除率分别为 64%、47%、74%和 74%, 与不种植物的人工湿地相比, TN、TP、COD 和 BOD 的去除率分别提高了 28%、19%、14%和 13%。



图 7.3-2 芦苇风车草

3) 香蒲

香蒲属 (Typha) 是香蒲科 (Typhaceae) 一单属, 水生或沼生, 多年生落叶、宿根性挺水型的单子叶植物, 为多年生宿根性沼泽草本挺水植物, 香蒲喜高温多湿气候, 生长适温为 15~30℃, 当气温下降到 10℃ 以下时, 生长基本停止, 越冬期间能耐零下 9℃ 低温, 当气温升高到 35℃ 以上时, 植株生长缓慢。其最适水深 20~60 厘米, 亦能耐 70~80 厘米的深水。对土壤要求不严, 在粘土和砂壤土上均能生长, 但以有机质达 2% 以上、淤泥层深厚肥沃的壤土为宜。植株高 1.4~2.0 m, 有的高达 3.0 m 以上, 在我国分布广泛。研究表明, 湿地植物香蒲对受污染河水中 COD、氨氮及 TP 均具有较好的去除效果。同时, 香蒲对重金属 Pb、Zn、Cu、Cd、Se 等也具有较好的吸收与富集效果, 对藻毒素也具有一定的去除效果。收割期宜在 10 月下旬或 11 月份。



图 7.3-3 香蒲菖蒲

4) 菖蒲

菖蒲是多年生草本植物。根茎横走, 稍扁, 分枝, 直径 5~10 毫米, 外皮黄褐色, 芳香, 肉质根多数, 长 5~6 厘米, 具毛发状须根。叶片剑状线形, 长 90~100 (~150) 厘米, 中部宽 1~3 厘米。生于海拔 1500~1750 米 (2600 米) 以下的水边、沼泽湿地或湖泊浮岛上, 也常有栽培。最适宜生长的温度 20~25℃, 10℃ 以下停止生长。冬季以地下茎潜入泥中越冬。喜冷凉湿润气候, 阴湿环境, 耐寒, 忌干旱。广布世界温带、亚热带。南北两半球的温带、亚热带都有分布。分布于我国南北各地。

5) 美人蕉

多年生草本植物, 高可达 1.5 米, 全株绿色无毛, 被蜡质白粉。具块状根茎。地上枝丛生。单叶互生; 具鞘状的叶柄; 叶片卵状长圆形。总状花序, 花单生或对生; 萼片 3, 绿白色, 先端带红色; 花冠大多红色, 外轮退化雄蕊 2~3 枚, 鲜红色; 唇瓣披针形, 弯曲; 蒴果, 长卵形, 绿色, 花、果期 3~12 月。是亚热带和热带常用的观花植物。喜温暖和充足的阳光, 不耐寒。对土壤要求不严, 在疏松肥沃、排水良好的沙土壤中生长最佳, 也适应于肥沃粘质土壤生长。

美人蕉, 不仅能美化人们的生活, 而且又能吸收二氧化硫、氯化氢, 以及二氧化碳等有害物质, 抗性较好, 叶片虽易受害, 但在受害后又重新长出新叶, 很快恢复生长。由于它的叶片易受害, 反应敏感, 所以被人们称为监视有害气体污染环境的活的监测器。具有净化空气、保护环境作用。是绿化、美化、净化环境的理想花卉。

6) 水芹

水芹属于伞形科、水芹菜属。多年水生宿根草本植物。多年生草本植物, 高 15~80 厘米, 茎直立或基部匍匐。基生叶有柄, 柄长达 10 厘米; 叶片轮廓三角形, 1~3 回羽状分裂, 末回裂片卵形至菱状披针形, 长 2~5 厘米, 宽 1~2 厘米, 边缘有牙齿或圆齿状锯齿; 茎上部叶无柄, 裂片和基生叶的裂片相似, 较小。我国中部和南部栽培较多, 以江西、浙江、广东、云南和贵州栽培面积较大。大量研究表明, 水芹应用于污水处理过程中, 其对 N、P 的去除效果较好, 积累主要集中在上部, 适于在湿地中的浅水区栽种, 或者将开发为生态浮床在深水区表面吸收污染物。



图 7.3-4 美人蕉水芹

7) 灯芯草

灯芯草，多年生草本，高 40~100cm。根茎横走，密生须根。茎簇生，直立，细柱形，直径 1.5~4mm，适宜生长在河边，池旁，水沟边，稻田旁，草地上，沼泽湿处。分布全世界温暖地区。



图 7.3-5 灯芯草千屈菜

8) 千屈菜

多年生草本，根茎横卧于地下，粗壮；茎直立，多分枝，高 30~100cm，全株青绿色，略被粗毛或密被绒毛，枝通常具 4 棱。生于河岸、湖畔、溪沟边和潮湿草地。喜强光，耐寒性强，喜水湿，对土壤要求不严，在深厚、富含腐殖质的土壤上生长更好。株丛整齐，耸立而清秀，花朵繁茂，花序长，花期长，是水景中优良的竖线条材料。最宜在浅水岸边丛植或池中栽植。也可作花境材料及切花。盆栽或沼泽园用。

2、沉水植物

1) 苦草

沉水草本。具匍匐茎，径约 2 毫米，白色，光滑或稍粗糙，先端芽浅黄色。叶基生，线形或带形，长 20-200 厘米，宽 0.5-2 厘米，绿色或略带紫红色，常具棕色条纹和斑点，先端圆钝，

边缘全缘或具不明显的细锯齿；无叶柄；叶脉 5-9 条，萼片 3 片，大小不等，成舟形浮于水上，中间一片较小，中肋部龙骨状，向上伸似帆。

生于溪沟、河流、池塘、湖泊之中，产四川、贵州、云南、吉林、河北、陕西、山东、江苏、安徽、浙江、江西、福建、台湾、湖北、湖南、广东、广西等省区。研究表明苦草在生长过程中可以大量吸收水中的磷元素，对氮元素的吸收效果也较好。

2) 黑藻

黑藻俗称温丝草、灯笼薇、转转薇等，属水鳖科、黑藻属单子叶多年生沉水植物。茎直立细长，长 50-80 厘米，叶带状披针形，4-8 片轮生，通常以 4-6 片为多，长 1.5 厘米左右，宽约 1.5-2cm。叶缘具小锯齿，叶无柄。广布于池塘、湖泊和水沟中。在中国南北各省及欧、亚、非和大洋洲等广大地区均有分布。

底质中弱吸附态磷、可还原性磷是黑藻利用的主要磷形态，土壤与沉积物相比不利于黑藻生长，营养水平高的河流沉积物有利于黑藻初期生长，但容易使其早衰；沉积物作底质上覆水和间隙水磷浓度主要受底质中 RSP 含量的控制；土壤作底质上覆水和间隙水磷浓度主要受弱吸附态磷控制；黑藻能促进底质中磷向可利用态转化。

喜阳光充足的环境。环境荫蔽植株生长受阻，新叶叶色变淡，老叶逐渐死亡。最好让它每天接受 2~3 个小时的散射日光。性喜温暖，耐寒，在 15~30℃ 的温度范围内生长良好，越冬不低于 4℃。适宜浅水绿化、室内水体绿化，作水下植被，可盆栽、缸栽，是装饰水族箱的良好材料，常作为中景、背景使用。是良好的沉水观赏植物。



图 7.3-6 苦草黑藻

3) 金鱼藻

金鱼藻是金鱼藻科金鱼藻属、多年生草本的沉水性水生植物，别名细草、软草、鱼草。全株暗绿色。茎长 40~150 厘米，平滑，具分枝。叶 4~12 轮生，1~2 次二叉状分歧，裂片丝状，或丝状条形，长 1.5~2 厘米，宽 0.1~0.5 毫米，先端带白色软骨质，边缘仅一侧有数细齿。

群生于海拔 2700 米以下的淡水池塘、水沟、稳水小河、温泉流水及水库中，常生于 1~3 米深的水域种，形成密集的水下群落，全世界分布。



图 7.3-7 金鱼藻狐尾藻

4) 狐尾藻

狐尾藻，别名：轮叶狐尾藻，小二仙草科、狐尾藻属多年生粗壮沉水草本。根状茎发达，在水底泥中蔓延，节部生根。茎圆柱形，多分枝。水上叶互生，披针形，较强壮，鲜绿色，裂片较宽。秋季于叶腋中生出棍棒状冬芽而越冬。为世界广布种。多生长在池塘或河川中。

狐尾藻既可以通过根吸收底质中的氮、磷营养也可通过茎叶利用水中的营养物质，氮、磷被吸收后用以合成植物自身的结构组成物质，而对狐尾藻有毒害作用的某些重金属和有机物则是脱毒后被储存于其体内或在其体内被降解。当狐尾藻被收割运移出水生生态系统时，大量的营养物质也随之从水体中输出，从而达到净化水体的作用。

目前大量研究表明狐尾藻对受污染的水体（含底泥）中铵态氮、硝态氮、总氮的去除效率都达到了 90%以上，表现出显著的去除效果。随着时间的延长，水体中总氮浓度呈负指数形式衰退。而且在不同的季节，狐尾藻对富营养化水中的氮磷均有较好的净化作用，对天气温度变化的耐受性好。

人工湿地在选择植物时需要综合考虑水质、经济、景观效益要求，同时考虑冬季植物生长。芦苇对污水中的氮、磷的净化效果十分明显。湿地中芦苇的密度越大、进入湿地中污水的氮、磷的浓度越大，其净化能力越强。新品种的芦苇且其具有深水耐寒、抗旱、抗高温、抗倒伏，笔直、株高、梗粗、叶壮、成活率高、短期成型、快速成景等优点。风车草均具有较好的污染物去除效果，特别适宜广东省气候环境，且其具有易于收割，能全年保持生长的特点。菖蒲、香蒲也能较好的去除污水中的污染物，两者适应性较强，对环境要求不严。表面流人工湿地水深较浅，且由于其位于整个污水处理流程末端，污染物负荷较大，综合以上考虑，表面流湿地选择芦苇、风车草、香蒲作为主要植物。

7.3.4 生态湿地范围及工程量

漫水河流域农业面源控制工程主要采用人工湿地/高效生物滤池作为主要控制手段，设计总面积约为284373m²，结合管控分区分配情况，在漫水河流域分为23个生态湿地，具体工程布置总图见图7.3-8，具体工程量详见表7.3-1，工程平面布置图参见本报告图册的工程总体布局图以及各工程分幅布局图。

表 7.3-1 农业面源控制工程建设工程量表

序号	河道	网格编号	人工湿地/高效生物滤池	面积	
1	内坑河	B4	SD21、SD22	42558	
2	下山塘排	A4	SD1	5710	
3			SD2	6889	
4			SD4	11658	
5			SD3	2759	
6			B4、B5	SD6	15032
7			B4	SD5	10135
8	将军排坑	B4	SD11、12、13、SD7	28025	
9	草塘	B4、B5	SD8	3222	
10			SD9	4527	
11	花压塘	B5	SD10	9184	
12		B5、C5	SD14、SD15	8115	
13	马塘排涝坑	C3	SD26	6938	
14			SD27	7866	
15			B3、B4、C3	SD23、SD24	11552
16	竹留排坑	C3	SD25	7289	
17	先锋排	C4	SD31、SD29	16741	
18			SD30、SD28	7469	
19	三丫海(远征队)	C4、D4	SD32	4662	
20	黄塘排	C4、C5、D5	SD17、SD18	10841	
21			SD16、SD19	10821	
22			C4、D4	SD34、SD35	11988
23	上山塘排	C5	SD20、SD36	40392	
合计				284373	

注：灭螺坑和石陂坑水生态治理与修复工程已正在实施，因此不包含在本次方案内。

7.4 集中式水处理工程方案

本工程为针对漫水河流域集中式养殖尾水污染和农业种植面源污染进行重点治理，根据第六章核算结果，结合漫水河流域养殖尾水和农业种植排放污水的排放规律和污染物特征，采用“传统型三池两坝”、“改进型三池两坝”（高效弹性介质过滤器+生态净化塘）、高效生物滤池（WTS）

等工艺，确保漫水河流域下游省考断面水质达标。

7.4.1 集中式水处理工艺组合原则

各工艺根据各管控分区选址情况进行组合使用，主要分为以下组合：

1. 生态收集系统+高效介质过滤器”处理系统；

“生态收集系统+高效弹性介质过滤器”处理系统由生态沟渠和移动式高效介质过滤器组合而成。生态沟渠作为预处理单元，以污水收集、初步净化功能为主，可去除少量污染物；移动式高效介质过滤器作为主要处理单元，可去除5微米以上悬浮颗粒物和部分溶解性污染物，削减污水中的污染负荷，处理后中水可输送到池塘进行回用。该组合方式的特点是设施占地面积小，处理量大，投资成本低。适用于设施用地紧张、污染面积少，污染负荷较低的建设区域。

2. 生态收集系统+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器；

“生态收集系统+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器”处理系统是在“生态收集系统—高效弹性介质过滤器”处理系统上结合表流湿地作为深度处理环节。该组合方式的特点是设施占出水水质好，景观效果也好。适用于河道周边有可改造水体的建设区域。

3. 生态收集系统+表流湿地+高效弹性介质过滤器+高效生物滤池（WTS）

“生态收集系统+表流湿地+高效弹性介质过滤器+高效生物滤池（WTS）”处理系统是在“生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器”处理系统上增加高效生物滤池（WTS）和作为深度处理环节。该组合方式的特点是设施占出水水质好，景观效果也好，可大幅度减少表流湿地的建设。适用于河道周边有可改造水体和绿地的建设区域。

4. 生态收集系统+传统型三池两坝；

“生态收集系统+传统型三池两坝”处理系统由生态沟渠和传统三池两坝组合而成。使生态沟渠作为预处理单元，以污水收集、初步净化功能为主，可去除少量污染物；结合传统三池两坝工艺作为主要处理单元，削减污水中的污染负荷，处理后污水达标排放周边河道。该组合方式的特点是设施占出水水质好，但占地面积较大。适用于仅可租赁池塘的建设区域。

5. 生态收集系统+改进型三池两坝

“生态收集系统+改进型三池两坝”处理系统是在“生态渠+水质通道+传统型三池两坝”处理上进行优化改进的系统工艺，使用高效弹性介质过滤器反冲洗浓缩液处理池取代“三池两坝”中的沉淀池，通过快速物理过滤，削减污水中的污染物负荷，以减少后续的生态净化池的建设面积。该组合方式的特点是出水水质好，且可减少传统的1/3的占地面积。适用于有租赁池塘和部分可用陆地的建设区域。

7.4.2 集中式水处理工艺设计

根据《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》成果，漫水河流域农田面积约224229亩，清新区多年平均降雨量2038mm，农业面源污染设计流量约为224229万m³，总氮排放浓度约0.61mg/L，总磷排浓度（mg/L）约0.65mg/L。

漫水河流域淡水养殖面积约为50239亩，以养殖桂花鱼、鱼仔、四大家鱼为主。受养殖规律的影响，鱼塘在每年至少干塘1次，期间还会视养殖情况对外排水。根据调研掌握的数据，桂花鱼、鱼仔、四大家鱼鱼塘平均水深分别为1.95米、1.98米、2.09米。假设流域内所有鱼塘在一年内排水一次，估算水产养殖尾水排放量约6701万立方米/年，总氮排放浓度约1.07mg/L，总磷排浓度（mg/L）约2.30mg/L。

表 7.4-1 污染源排放浓度表

污染源	面积（亩）	设计流量（m ³ ）	总氮排放量（t/a）	总磷排放量（t/a）	总氮排放浓度（mg/L）	总磷排浓度（mg/L）
农业	224229	35595	21.81	23.04	0.61	0.65
水产养殖	50239	6701	38.02	82.04	1.07	2.30

根据分析结果，漫水河流域淡水养殖尾水污染物排放浓度较高，因此集中式水处理工艺选用水产养殖尾水处理相关设计参数进行设计。

（1）进水浓度

根据漫水河水质达标及污染综合整治巡查通报（周报）鱼塘的水质情况，并参照《淡水池塘养殖水排放要求》（SC-T 9101-2007）的主要指标选择 SS、COD、总磷、氨氮，结合监测结果，确定设施进水浓度如下：

表 7.4-2 水产养殖尾水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD _{cr} （mg/L）	≤80
2	悬浮物(SS)（mg/L）	≤150
3	氨氮（mg/L）	≤5.0
4	TP（mg/L）	≤3.0

（2）出水要求

出水水质SS、COD_m、总磷参照《淡水池塘养殖水排放要求》（SC-T 9101-2007）二级标准，结合考核断面达标要求，本次设施出水SS、COD、总磷、氨氮等主要指标要求如下：

表 7.4-3 水产养殖尾水出水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD _{Cr} (mg/L)	≤65
2	悬浮物(SS) (mg/L)	≤100
3	氨氮(mg/L)	≤2.0
4	TP(mg/L)	≤1.0

(3) 工艺设计

漫水河流域集中式养殖尾水污染和农业种植面源污染通过“传统型三池两坝”、“改进型三池两坝”（高效弹性介质过滤器系统+生态净化塘）、高效生物滤池（WTS）和移动式高效弹性介质过滤器等工艺组合使用，使出水水质《淡水池塘养殖水排放要求》（SC-T 9101-2007）二级标准。

1) 沉沙池

在沉沙池内设置“之”字型挡水设施，增加水流流程，并在池中种植水生植物，以吸收利用水体中营养盐。沉淀塘四周坡岸不硬化，坡上以草皮绿化或种植低矮树木。

结构形式：柔性结构

设施平均建设面积：3000m²

设施平均水深：1.0m。

停留时间：67h

表面负荷：0.36 m³/m²·d

2) 曝气池

曝气池主要用于加快有机污染物氧化分解，增强水体自净能力，曝气头设置密度不小于每3平方米 1 个，曝气头安装时应距离池底 30cm 以上，曝气头底部与四周坡岸应土工膜铺设，以防止水体中悬浮物浓度过高堵塞曝气头。干塘期水量较大时，应在曝气塘中定期添加芽孢杆菌、光合细菌等微生物制剂，用以加速分解水体中有机物。

设施平均建设面积：4000 m²

设施平均水深：1.5 m

设施平均曝气头：850个

设施平均管道：1套

设施平均鼓风机：3台，2用1备

停留时间：5.5 hrs

3) 清水生态池

池塘四周坡岸不硬化，坡上以草皮绿化或种植低矮树木。池内种植伊乐藻、苦草、铜钱草、

空心菜、狐尾藻、莲藕、荷花等水生植物，四周岸边种植美人蕉、菖蒲、鸢尾、再力花等植物，合理选择植物种类，分类搭配，保证四季均有植物生长。同时，应在池内放养鲢鳙鱼、河蚌、螺蛳等滤食性水生动物，进一步改善水质。

设施平均建设面积：4000m²

设施平均深度：1.5m

停留时间：63.3 hrs

设施平均植物种植面积：4000 m²

表面负荷：0.38 m³/m²·d

4) 滤坝

用空心砖或钢架结构搭建过滤坝外部墙体，空心砖方向与水流方向需保持一致，在坝体中填充大小不一的滤料，滤料可选择陶粒、火山石、细沙、碎石、棕片和活性炭等，滤料最好采用袋装，坝宽不小于 2 米；坝长不小于 6 米；坝高应基本与塘埂持平，坝面中间应铺设板块或碎石，两端种植低矮景观植物。坝前应设置一道细网材质的挡网，高度与过滤坝持平，用以拦截落叶等漂浮物。

建设位置：曝气池与生态净化池之间

设施平均坝长：2070m

设施平均坝宽：2 m

填料：人工沸石，粒径 15-20 mm

滤速：22.9m/h

5) 高效弹性介质过滤器（固定式）

在调节池旁设置高效弹性介质过滤器机组，用于处理生态渠道系统收集的养殖尾水，单台处理量和占地面积为1500m³/d和1.5平方米（包括机组本体、自控设备系统、附属管道、阀门等）。

单台处理量：1500m³/d

单台占地面积：1.5平方米

6) 反冲洗污水浓缩池

利用现有废弃池塘或荒地进行改造，用于储存高效弹性介质过滤器的反冲洗污水（约设备处理量的2%），并在出水口处建设水闸，起到调控水量的作用，通过投加高效微生物处理菌剂对水中污染物进行降解，待水质达到出水水质要求后再进行排放。

设施平均面积：250m²

平均深度：1m

停留时间：72hrs

7) 高效生物滤池 (WTS)

利用现有鱼塘周边绿地或荒地进行改造, 经高效弹性介质过滤器过滤后的水在经过泵组和管道进入到高效生物滤池。滤池利用高效的生物介质和填料, 通过吸附、吸引、离子交换、生物降解等多种处理手段对来水进行深度净化, 后续排周边水体。

设施平均总面积：100 m²

设施平均填料的整体厚度：1.2m

水力负荷：24m³/m²*d

停留时间：0.54 hrs

7.4.3 集中式水处理工艺范围及工程量

本次工程根据各管控分区采用“生态渠道+集中式水处理”工艺, 通过新建24组(共48台)高效介质过滤系统, 2座传统型三池两坝设施, 43座改进型三池两坝设施和1000m²高效生物滤池(WTS)对农业面源污染和淡水养殖污染物进行集中处理, 具体工艺选取和工程量规模详见表7.4-4, 工程平面布置图参见本报告图册的工程总体布局图以及各工程分幅布局图。

表 7.4-4 集中式水处理工程量表

序号	河道	网格编号	设施编号	主要工艺	高效弹性介质过滤器	对应控制单元编号
1	内坑河	A4	N1	生态渠+沉淀塘+高效弹性介质过滤器	2	1
2			N2	生态渠+高效弹性介质过滤器	2	1
3			N3	生态渠+水质通道+传统型三池两坝+高效弹性介质过滤器	2	1
4		B4	N5	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	39、34
5		B4	N7	生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器	2	39、46、40
6		C5、D5	N11	生态渠+水质通道+传统型三池两坝		13
7	下山塘排	A4	X1	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝		2
8			X2	生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器+WTS	2	35
9			X3	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝		3
10		B4、B5	X5	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝、高效弹性介质过滤器	2	19、20

11		B4	X6	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝		34
12	将军排坑	B4	J1	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝、高效弹性介质过滤器	2	24
13			J3	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		23
14	草塘	B4、B5	C2	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝、高效弹性介质过滤器	2	22
15			C3	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器、表流湿地	2	22
16	花压塘	B5	HY1	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	4、18
17			HY3	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地+高效弹性介质过滤器	2	5 17
18		B5、C5	HY5	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地+高效弹性介质过滤器	2	16
19	马塘排涝坑	C3	MT1	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		44
20			MT2	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	44
21			MT3	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝		45
22		B3、C3、C4	MT4	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		45
23		B4、C4	MT5	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		41
24		B3、B4、C3	MT6	生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器+改进型三池两坝	2	42、41
25	竹留排坑	C3	Z1	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		44
26			Z2	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	44
27			Z3	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	44
28			Z4	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		44
29			Z5	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		44
30	先锋排	C4	XF1	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		43
31			XF2	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		31
32			XF3	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	32
33			XF5	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	31
34			XF6	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	31
35			XF7	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		31
36			三丫海(远征队)	C4、D4	SY1	生态渠+水质通道+改进型三池两坝
37	SY2	生态渠+水质通道+改进型三池两坝				30
38	SY3	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器表流湿地			2	30
39		D4	SY4	生态渠+水质通道+沉砂池+高效弹性介质过	2	29

				滤器		
40		C4、D4	SY5	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		29
41	黄塘排	C4	HT1	改进型三池两坝		28、26
42		C4、C5、D5	HT2	生态渠+水质通道+改进型三池两坝 表流湿地		27
43		C4、D4	HT3	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	27、12
44		D5	HT5	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		26
45		D5	HT6	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	2	11
46	上山塘排	C5	ST1	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		13
47		D5	ST2	生态渠+水质通道+改进型三池两坝		12

注：灭螺坑和石陂坑水生态治理与修复工程已正在实施，因此不包含在本次方案内。

7.5 分散式水处理工程方案

本工程为针对漫水河流域分散式养殖尾水污染和农村生活污水进行重点治理，根据第六章核算结果，结合漫水河流域养殖尾水和农村生活排放污水的排放规律和污染物特征，采用水上高效

生物滤池（WTS）、移动式高效弹性介质过滤器和高效微生物智能污水处理系统进行处理，确保降低污水中 TSS、N、P 等污染负荷，确保漫水河流域断面水质达标。

7.5.1 分散水处理工艺设计

(1) 分散鱼塘处理工艺

分散式养殖尾水处理工艺针对漫水河流域内位置偏远、养殖面积小的淡水养殖池塘尾水进行处理，以及面积较小的标准化改造鱼塘尾水处理，一般处理后尾水进行塘内循环回用。

1) 进水浓度

根据漫水河水水质达标及污染综合整治巡查通报（周报）鱼塘的水质情况，并参照《淡水池塘养殖水排放要求》（SC-T 9101-2007）的主要指标选择 SS、COD、总磷、氨氮，结合监测结果，确定设施进水浓度如下：

表 7.5-1 水产养殖尾水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD _{Cr} (mg/L)	≤80
2	悬浮物(SS) (mg/L)	≤150
3	氨氮(mg/L)	≤5.0
4	TP(mg/L)	≤3.0

2) 出水要求

出水水质SS、COD_{Mn}、总磷参照《淡水池塘养殖水排放要求》（SC-T 9101-2007）二级标准，结合考核断面达标要求，本次设施出水SS、COD、总磷、氨氮等主要指标要求如下：

表 7.5-2 水产养殖尾水出水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD _{Cr} (mg/L)	≤65
2	悬浮物(SS) (mg/L)	≤100
3	氨氮(mg/L)	≤2.0

3) 工艺设计

①水上高效生物滤池（WTS）

通过在鱼塘塘埂边或鱼塘水面上搭建棚屋型滤池，水产品养殖尾水先进入滤井进行初级过滤，然后通过提升泵提升到高效生态滤池，利用高效的生物介质和填料，通过吸附、吸引、离子交换、生物降解等多种处理手段对来水进行深度净化，后续排周边水体。

设施平均总面积：100m²

设施平均填料的整体厚度：1.2m

水力负荷：24m³/m²*d

停留时间：0.54 hrs

②高效弹性介质过滤系统（移动式）

水产养殖尾水采用物理过滤+推流式延时曝气的泥膜法生化工艺。水产品养殖尾水先进入滤井进行初级过滤，然后通过提升泵提升到高效弹性过滤装置中，去除尾水中未利用的饲料和排泄物等水体中的大部分的污染物后，一部分回流到养殖池塘中，另一部分进入尾水处理系统中，通过微生物进一步去除水中的污染物，同时辅助化学方式，去除水体中的总磷，从而使尾水达标排放，该组合式工艺设备具有单位容积尾水处理量大、运行稳定、占地小和运维管理成本低等特点。

单台处理量：1500m³/d

单台占地面积：1.5平方米

(2) 农村污水处理工艺

根据实际现场情况，排水主要为农村生活污水，一体化污水处理设施进水水质按照典型的生活污水水质设计，如下表所示：

表 7.5-3 农村生活污水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD (mg/L)	≤200
2	悬浮物(SS) (mg/L)	≤120
3	氨氮 (mg/L)	≤30
4	PH	6-9
5	动植物油	≤10
6	TP (mg/L)	≤3
7	TN (mg/L)	≤35

为适合水环境保护工程新的要求，一体化污水处理设施设计出水水质采用广东省《农村生活污水处理排放标准》（DB44/2208-2019）一级标准，水质指标见下表。

表 7.5-4 设备出水水质范围

序号	指标	进水范围
1	化学需氧量 COD (mg/L)	≤60
2	悬浮物(SS) (mg/L)	≤20
3	氨氮 (mg/L)	≤8 (15)
4	PH	6-9
5	动植物油	≤3
6	TP (mg/L)	≤1

7	TN (mg/L)	≤20
---	-----------	-----

一体化污水处理设施采用的工艺为：“高效微生物+多段式接触氧化法”的高效微生物智能污水处理系统作为污水硝化除磷处理工艺。

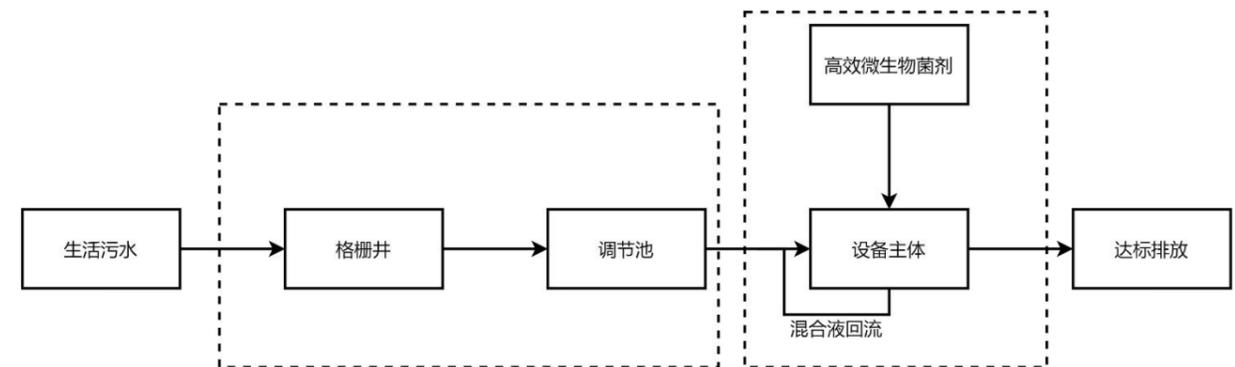


图 7.5-1 高效微生物智能污水处理系统工艺流程图

整个高效微生物智能污水处理系统设置有预处理设施和调节池，排口出水经格栅池将大颗粒悬浮物进行拦截，以免堵塞后续设备；初步处理是污水流入调节池，通过水泵提升提升到一体化多级接触氧化池进行水质净化，通过放置高效改性生物填料，使其内部形成厌氧和好氧相交替的功能区。污水依靠重力依次流经各空间上相互分隔的功能单元格，利用其中微生物来净化水中的污染物，同时经填料微型反应器的同步硝化反硝化作用实现生物脱氮，设备运行过程中无需污泥回流和硝化液回流（同时设备增加回流提高出水PH值），几乎不产生有机污泥，能有效去除COD、NH₃-N、SS 等。

7.5.2 分散式水处理工艺范围及工程量

本次工程根据各管控分区及鱼塘标准化改造内容，采用“水上型高效生物滤池（WTS）+移动式高效弹性介质过滤器”工艺对分散式淡水养殖尾水进行处理；采用2台移动式高效弹性介质过滤器按养殖户需求进行现场应急处理，处理后出水均可以进行池塘循环回用。

根据各管控分区情况，共新建54台高效微生物智能系统对农村生活污水进行处理，每台设备设计处理量约20吨/天，削减进入河道的污染物负荷，提升河道水质。分散式水处理工艺工程量如表7.5-5所示，工程平面布置图参见本报告图册的工程总体布局图以及各工程分幅布局图。

表 7.5-5 分散式水处理工程量表

序号	河道	网格编号	设施编号	水面 WTS	农村生活污水处理设施	移动式高效弹性介质过滤器

1	内坑河	A4	N2	1	YT1
2			N3	1	YT2
3		C5、D5	N11		YT28~32
4					YT11~17、20~27
6	下山塘排	A4	X3		YT3、YT4
7		B4、B5	X5	1	YT5、YT6、YT7
8	花压塘	B5		1	YT8
9		B5、C5	HY5		YT9、YT10
10	马塘排涝坑	B3、B4、C3	MT6	1	YT37、YT38
11	竹留排坑	C3	Z2	1	YT39
12			Z3	1	YT40
13	先锋排	C4	XF5	1	YT41、42
14			XF6	1	YT43、44
15			XF7		YT45
16	三丫海 (远征队)	C4、D4	SY3	1	YT46~YT50
17		D4	SY4		YT51~YT54
18	黄塘排	C4	HT1		YT18、YT19
19	上山塘排	D5	ST2		YT33~36

2

注：灭螺坑和石陂坑水生态治理与修复工程已正在实施，因此不包含在本次方案内。

7.6 清淤疏浚方案

7.6.1 清淤设计原则

为避免清淤疏浚影响河道岸墙和岸坡稳定，清淤时需按照以下原则：

- 1) 清除河道底部淤泥及表面漂浮垃圾；
- 2) 河道整治宽度和高程满足过流的要求，并与沿线水闸、涵洞相协调；
- 3) 清淤影响岸墙稳定且岸墙不能拆除重建的对墙脚进行加固，清淤不影响岸坡（岸墙）稳定的，按清淤稳定边坡进行清淤；
- 4) 清理河道岸坡上阻水障碍物。

7.6.2 清淤工程设计

(1) 清淤疏浚底高程及底宽设计

河道清淤根据漫水河各段的具体情况，按照河道自上而下方式分段进行，河道清淤底高程均按原天然纵坡控制，清淤不改变现有纵坡。重点清除主河床淤积物及局部滩涂，清出主河槽，恢复天然河道水深。根据现状及现场查勘，本工程段清淤厚度约 0.3~1.0m 左右，不改变原河道纵坡。

清淤宽度根据河道治理总体上应达到有滩有槽，合理选择清淤深度和范围，稳定河槽为主，满足通过河道造床流量要求。清淤边线距离岸边一定距离，避免出现新的淘刷，清淤后不影响河道护坡稳定性；尽量保护天然河道自然形成的边滩和河心滩，对影响行洪的滩地按河道行洪断面要求适当清除，但要避免过度清滩。

(2) 河道清淤疏浚断面型式

对于主河道清淤，以一定的河底高程进行控制，清淤时应根据河道断面，清理出河道主槽，本类清淤典型断面见图 7.6-1；对于边滩淤积，不宜过渡切滩，以保证河道顺畅为原则，本类清淤典型断面见图 7.6-2.

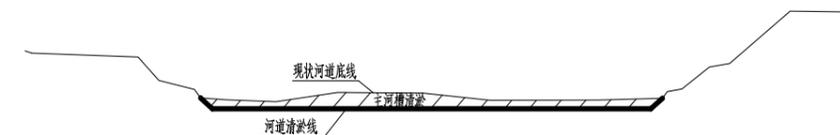


图 7.6-1 清淤疏浚断面型式

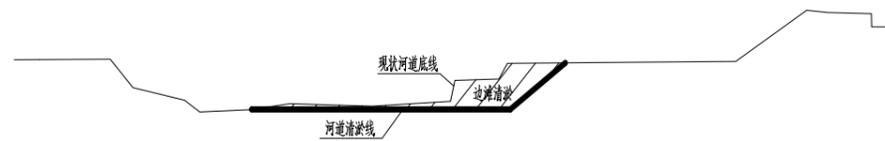


图 7.6-2 清淤疏浚断面型式

(3) 底泥处理设计

漫水河流域内河道淤泥中氮、磷、钾、有机质等营养物污染比较严重，超出《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）三级标准。因此清淤不仅对于河道防洪是有必要的，对于城市水环境、水生态、下游供水水源水质等改善也是有必要的。对于河道清挖的大量淤泥如采用传统填埋方法势必大量占用土地且易造成二次污染。因此对于河道淤泥的无害化和资源化利用是体现“生态河道、和谐河道”的经济社会需求。从社会效益来讲，漫水河流域水网发达，水网的健康和发达程度对清新区防洪排涝安全、人居环境改善、城市综合竞争力提升等都具有重要意义。目前主流一般采用以下工艺对底泥进行处理：

自然干化。需要大面积的场地，而且由于底泥中有机质含量高，臭味大，蚊蝇滋生，此法不仅难寻需要的处理地点，而且将严重影响周围居民的健康和生活质量。

填埋。底泥经过自然干化和简单的杀菌后送到垃圾填埋场填埋，但是由于底泥量大，目前大多数城市已经无地可以作为底泥填埋之用。

土工管袋脱水。利用土工管袋的材质编织形成的等效孔径具有的过滤结构和袋内液体压力两个动力因素，通过添加絮凝剂促进泥水分离，水渗出管袋外，底泥存留在管袋内。经过 1 个月左右的时间，管袋内的底泥逐渐干化。此方法在国外经常使用，但在国内使用面临的问题是干化时间长，占地大，往往跟不上工程的进度要求。

压滤脱水。压滤脱水是近年来发展起来一种底泥处置方法，基本上是将污水处理厂的淤泥处置搬到了河道底泥处置上，底泥经过简单的絮凝沉淀后，用泥浆泵送至带式压滤或板框压滤进行脱水干化。该工艺脱水效果好，但速度太慢，一台压滤机的处理能力为 6-12 立方米/小时，所以如果底泥量大的话，需要多台压滤机，占地大，成本高机械故障也较多。

焚烧。焚烧是目前最终处置含有毒物质的有机底泥最有效的方法，适用于土地资源紧张的大中城市采用。目前应用最广的焚烧设备是流化床焚烧炉，一般有机污泥应保证燃烧温度在 815℃ 左右，焚烧过程中所有的病原体、病菌均被杀灭，有毒有害的有机残余物被氧化分解，但处理成本极高，还会产生二恶英等空气污染物。

目前常用河道淤泥资源化利用主要有用于园林绿化、工程填土、堤防填筑、道路工程、建筑

地基。底泥资源化利用的关键在于底泥的快速干化技术及底泥中的重金属固定与解毒。因此，需要对淤泥进行减量化、无害化处理。

1) 淤泥精确分离技术

在河道疏浚工程中，清淤出来的淤泥为泥浆水形式，一般含水率在 75%到 90%之间。淤泥中的颗粒分布依河道的地理位置、周边环境、污染严重程度等多种因素而决定，但一般可以分为垃圾、鹅卵石/砾石、沙土、粉粒和粘粒。传统的淤泥处置采用沉沙池，将淤泥中的沙通过沉淀分离出来，然后用压滤设备将其他颗粒挤压成泥饼之类。这种工艺不仅仅占地面积大，而且处理能力低，处理后的淤泥也较难用于资源化。

为了减少污染底泥处理量，采用新型淤泥精确处理技术处理清淤的底泥。该技术可以将淤泥精确地筛分为鹅卵石/砾石、砂土、粉粒和粘粒，因此，更容易针对分类出的颗粒进行资源化利用。淤泥精确处理技术是在固液分离的基础上通过精确的水力计算，巧妙的机械设计而集成的一套高效处理设备，它采用先进的水力旋流（离心）固液分离技术加上振荡筛网脱水，从泥浆中分离出石头、沙、泥、有机质等固体，不需要添加任何化学品，每小时可以处理 454m³ 含固率 15% 的泥浆。工作流程分为四级：第一级筛掉粒径大于 5mm 的垃圾、鹅卵石/砾石；第二级筛掉粒径大于 0.075mm 的砂；第三级筛掉粒径大于 0.025mm 的粉粒（粉土）。小于 0.025mm 的粘粒可以通过创新的斜板沉淀设备处理（每天能够处置 5000 m³ 含固率 15%-20%的泥浆）为含水率 80%的粘粒，根据需要再通过带式浓缩压滤机脱水至含水率 50%以下的粘粒，并压成泥饼供资源化利用。

脱水后的鹅卵石/砾石、砂土直接用做建筑材料，粉粒和粘土可以制成海绵土、种植土或者透水砖或其他建筑材料。

对于重金属超标的粘土采用美国 MT2 公司的 ECOBOND® 固化重金属污染土壤的绿色固化技术进行处理。ECOBOND® 是采用无害化学黏合方法将土壤中的铅及其他金属通过化学转换成不溶解水的矿物质。经过 ECOBOND® 处置的重金属从离子状变为晶体状，所以可以被生物吸收的含量大大降低，同时可以长期不溶于地下水。采用美国环保总署（US EPA）的试验参数和方法，ECOBOND® 的毒理浸出可以满足 1000 年的固化/稳定化时间。也就是说，可以将重金属固化 1000 年。经过 ECOBOND® 处置的重金属危险固废可以满足普通固废的填埋和循环使用标准（制砖或种植土）。



图 7.6-3 ECOBOND® 处理重金属的化学机制

具体工作流程如下：



图 7.6-4 第一级工作流程图——用多层振动筛去除垃圾、筛出鹅卵石/砾石



图 7.6-5 第二级工作流程图——用离心振动筛筛出砂（大于 75 微米）



图 7.6-6 第三级工作流程图——用离心振动筛筛出粉粒（大于 25 微米）

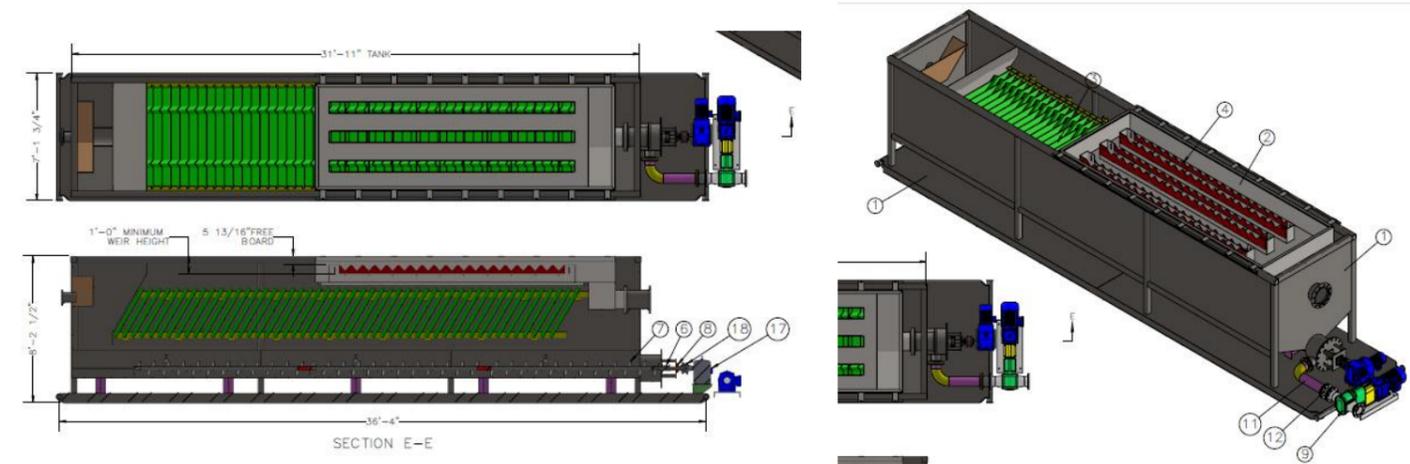


图 7.6-7 第四级工作流程图（脱水处理）——利用广东华泱技术有限公司开发的斜板沉淀设备分离

泥水，粘土含水率不超过 80%



图 7.6-8 第四级工作流程图（脱水处理）——根据需要利用带式压滤机将含水率 80%的粘土脱水至 60%

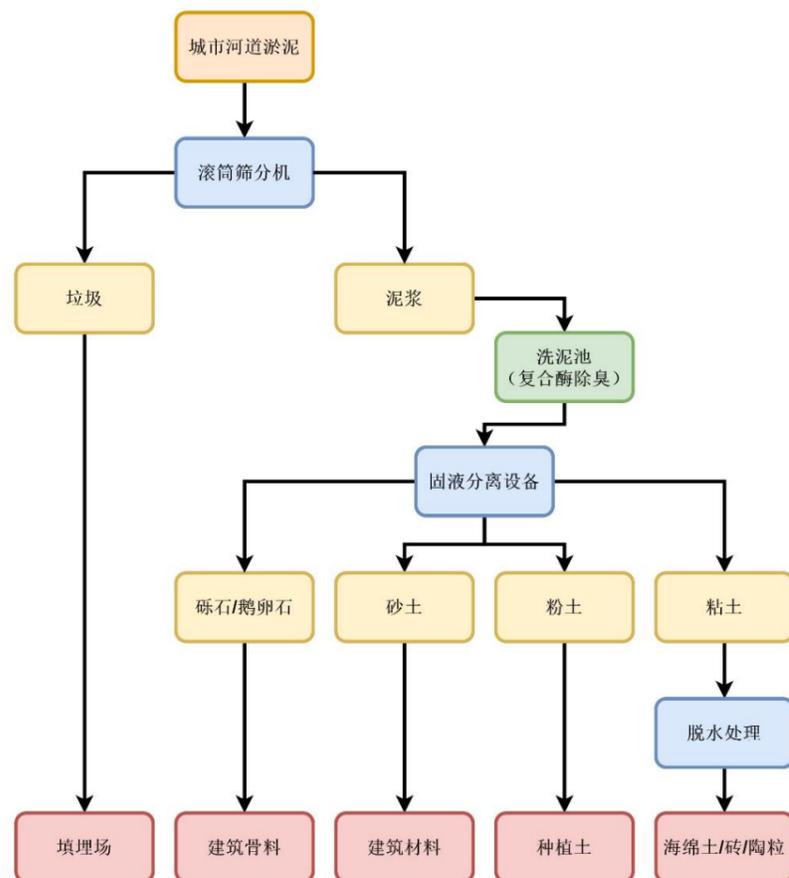


图 7.6-9 底泥生态处理工艺流程图

2) 有机物降解除臭技术

河涌疏浚淤泥臭气主要源于河涌底泥有机物含量过高，有机物消耗底泥氧气，降低了底泥氧化还原电位，使底泥和水中厌氧微生物大量繁殖，将底泥中有机物分解为甲烷、硫化氢、氨氮和吡啶等，其中硫化氢、氨氮和吡啶是具有恶臭性质的物质，同时厌氧条件下河道底泥和水中高价金属离子如铁、锰离子等被还原为低价离子如 Fe²⁺、Mn²⁺等，与水中存在的硫发生化学反应，形成稳定的黑色物质如 FeS 和 MnS 等，从而导致底泥黑臭。

去除底泥恶臭的最好办法就是生物处理。目前国际上最先进的生物除臭技术是利用复合酶来分解有机物。我们知道，底泥中除了有机物含量过高外还存在着大量的微生物。这些微生物大多数都会主动吸附其周围的有机物，但在厌氧条件下很难繁殖。而复合酶制剂则是将底泥中的大分子有机物转化为可溶性的有机小分子（胞外酶），然后小分子有机物通过细胞膜渗入微生物细胞内部，在各种内酶的作用下，经过一系列复杂的酶反应，继而被降解，一部分转化为无机物和能量，一部分被微生物用来合成自身物质。对于底泥中有些难降解的有机物，微生物还会通过一种“协同代谢”的作用先改变其结构，最终将其降解。酶制剂是目前最强的催化剂，与无机催化剂相比，酶降解有机物的速度要高出千万倍以上。与传统生物法不同的是，复合酶技术不需要引进外来菌种，而是催化底泥中的土著菌种繁殖来达到分解有机物的目的。



图 7.6-9 底泥添加复合酶固液分离试验

建议使用的复合酶制剂是世界上最先进的酶制剂之一。该复合酶是 100%用天然植物一次发酵而成，含有至少 25 种以上的酶和上千种子酶，是真正意义上的广谱复合酶，可以在各种环境下发挥最佳效益。我们取水的底泥，加入 10ppm 的复合酶，曝气 4 个小时，恶臭全除。不仅仅限于除臭，经过复合酶预处理的底泥，有机物大量降解，清水和底泥完全分离，清水可以直接排放，

底泥经过复合酶处理后，有机物被分解掉，其物理性质发生改变，更容易脱水和干化。在亚运治水期间，我们取沙河涌的底泥，加入 10ppm 的复合酶，曝气 4 个小时，恶臭全除。复合酶的作用不仅仅限于除臭，经过复合酶预处理的底泥，有机物大量降解，清水和底泥完全分离，清水可以直接排放。复合酶除臭可以将底泥的废气排放浓度降至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）一级排放标准。

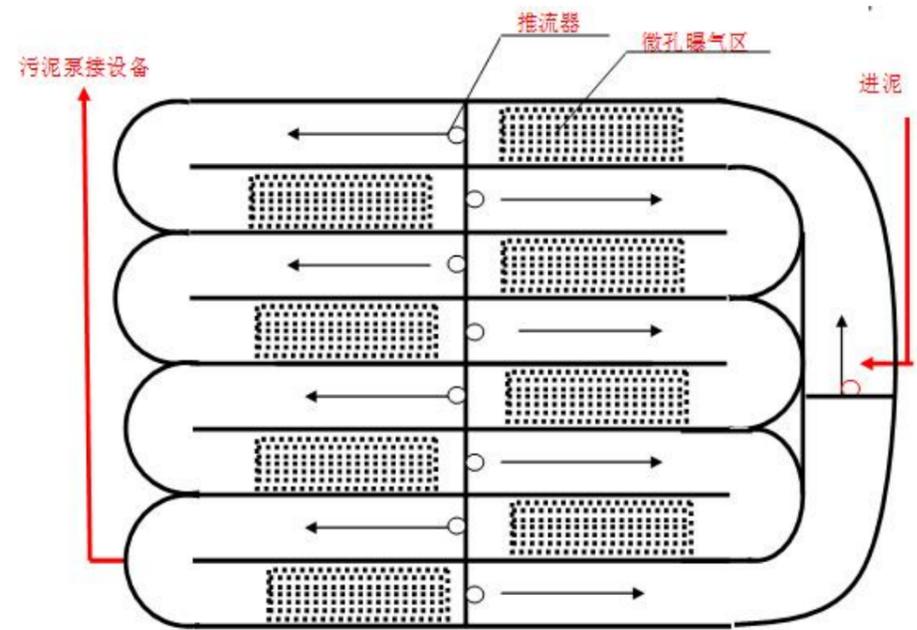


图 7.6-10 生物催化接触氧化沟示意图

3) 底泥处置技术路线

根据现场考察和检测报告，部分河段底泥中不仅有机物含量高，而且重金属也超标，因此通过先减量化，再处置的工艺不仅仅降低了成本，也节约空间。国内外大量研究表明，重金属离子一般吸附于颗粒较细的粘粒和粉粒中，所以首先通过将底泥中的砂石筛出来，可以直接资源化，作为建筑骨料。因为砂和粉粒中吸附的重金属离子远远低于国家标准，根据地勘资料，底泥中的含砂率大约 20%、粉粒的含量大约 30%，因此，将砂、粉粒分离出来就减少了 50% 的处理费用。另外，粘粒的含量约为 20%。重金属不超标的粘粒可以直接制成种植土和海绵土，超标的粘土烧制成陶粒、烧结砖或固化为免烧砖（详见资源化部分）。

由于底泥中有机质含量高，而且黑臭，所以在进入精确脱水分离系统设备之前应该通过生物催化处理，将有机物降解，去除臭味，使颗粒更容易分离，脱水效率更高。

按每天处理 3000m³底泥计算，需要：

1. 1 台多层振动筛（筛孔直径 5mm, 12mm, 35mm）

2. 一台 Triflo 一体化淤泥分离脱水设备（ES2000C）（筛孔直径 0.075mm, 0.025mm）
3. 2 套斜板沉淀设备；
4. 2 台带式脱水设备；
5. 1 套种植土和海绵土资源化设备；
6. 1 套免烧砖设备；
7. 1 个氧化槽（生物催化氧化沟）：6 小时泥浆停留时间计算，容积为 2500 m³；
8. 1 套水质自动检测设备；
9. 1 套太阳能发电设备；
10. 1 套生态污水处理设施（Biological Wastewater Treatment System）

(3) 淤泥资源化

采用上述工艺分类后的鹅卵石/砾石和砂土直接作为建筑材料使用。

为了不造成二次污染，将处理后的粘粒通过烧结工艺制成粘土砖、砌块或者通过免烧工艺制成透水砖或者砌块。未污染河段的底泥经处理后，采用免烧工艺制成透水砖、砌块、种植土或活性海绵土。

A、免烧砖制备

- 1) 生产全套设备：压砖机（本身配有制砖模具及砌块模具），轮碾机，上料机，输送机。
- 2) 免烧透水砖生产线包括输送机、碾轮搅拌混料机、喂料机、八孔盘转式压砖机、电控箱等
- 3) 新型的全自动养护生产免烧砖机设备系统：主要设备有配料机、搅拌机、压砖成型机、升板系统、子车系统、母车系统、降板及码垛系统等。

1) 配料机。采用电脑控制，可根据选用不同原材料，输入配方的一系列菜单进行自动计量，然后将材料传送入搅拌机；

2) 搅拌机。适用于各种混凝土制品物料的强制拌和、搅拌，将搅拌好的物料由输送机送入成型机；

3) 砌块成型机。由 PLC 电脑智能控制，采用液压传动、振动加压成型。电脑控制可根据生产不同产品、不同材料的需求，随机调整参数。各动作互相呼应及互锁，安全稳定。随机监测故障自动提示、人机对话。可根据用户的生产要求，选用不同种类和规格的模具，生产各种混凝土墙体砌块、多孔砖、停车场植草砖、路面砖及水利水工制品等，实现了一机多用；免烧透水砖工艺流程如下：

- (1)、配料→混制→输送→喂料→成型→运送→堆放→养护→成品

(2)、上料机→搅拌机→皮带输送机→压砖机→砖坯→养护→成品→出厂。



图 7.6-11 免烧砖设备

B、烧结（透水）砖制备

当淤泥的重金属含量超过国家限定的指标时，可以用来制备烧结砖。主要原料为粉质淤泥，其主要化学成分为 SiO₂、Al₂O₃ 和 Fe₂O₃ 和结晶水，由于地质生成条件的不同，可能还含有少量的碱金属和碱土金属氧化物等。

1) 烧结砖生产工艺

主要工艺环节有：将淤泥等原材料装入料斗经皮带机送至原料加工厂房，经锤式粉碎机粉碎、滚筒筛或振动筛筛选加工成合格物料，然后送入一级搅拌加水后送入陈化仓进行陈化。把经过陈化的物料用皮带机送入二级搅拌、制成砖坯（可根据需要制备实心砖、透水砖、或砌块的砖坯），然后用液压自动码坯机将砖坯码到窑车上送入烘干机进行烘干，将烘干的砖坯用摆渡车送到隧道窑口后顶入窑内烧结而成为成品砖。

2) 利用淤泥制备烧结砖

对原料进行破碎，然后用滚筒筛进行颗粒筛分处理，使得到的原料颗粒大小在 2mm 以下，其中 2mm—50 μm 的占 25%，50 μm—5 μm 的占 55%，小于 5 μm 的占 20%，然后将所得原料经搅拌机加水搅拌；把搅拌好的原料输入陈化库陈化；经陈化完的原料输入压砖机成型；把成型得到的坯体码放入干燥窑中干燥；将干燥好的坯体放入焙烧窑中焙烧。此方法由于采用高细破碎和陈化技术，提高坯料塑性；制坯采用高压成型，提高砖坯密实度。

(4) 固液分离脱水一体化设备的优势

与传统的底泥处理工艺相比，本处理系统有八大优势：

1) 使用新型复合酶，不仅降解有机物同时提高脱水效率，减量化效果好；

2) 采用高效机械分离和无污染、水稳定性好的绿色固化剂进一步无害化、资源化处理，无二次污染；

3) 占地面积小，不到传统技术的十分之一

4) 处理量大，每天至少可以处理 1 万立方米（含固率为 15-20%）的泥浆；

5) 处理成本低，仅为传统技术的三分之一；

6) 移动式、操作简单、维护方便、节省能源、节省劳力，仅需 4-5 个工作人员；

7) 使用周期长，可达 10 年以上；

8) 连续运行好，是目前世界上唯一能够连续运行的底泥处理系统。

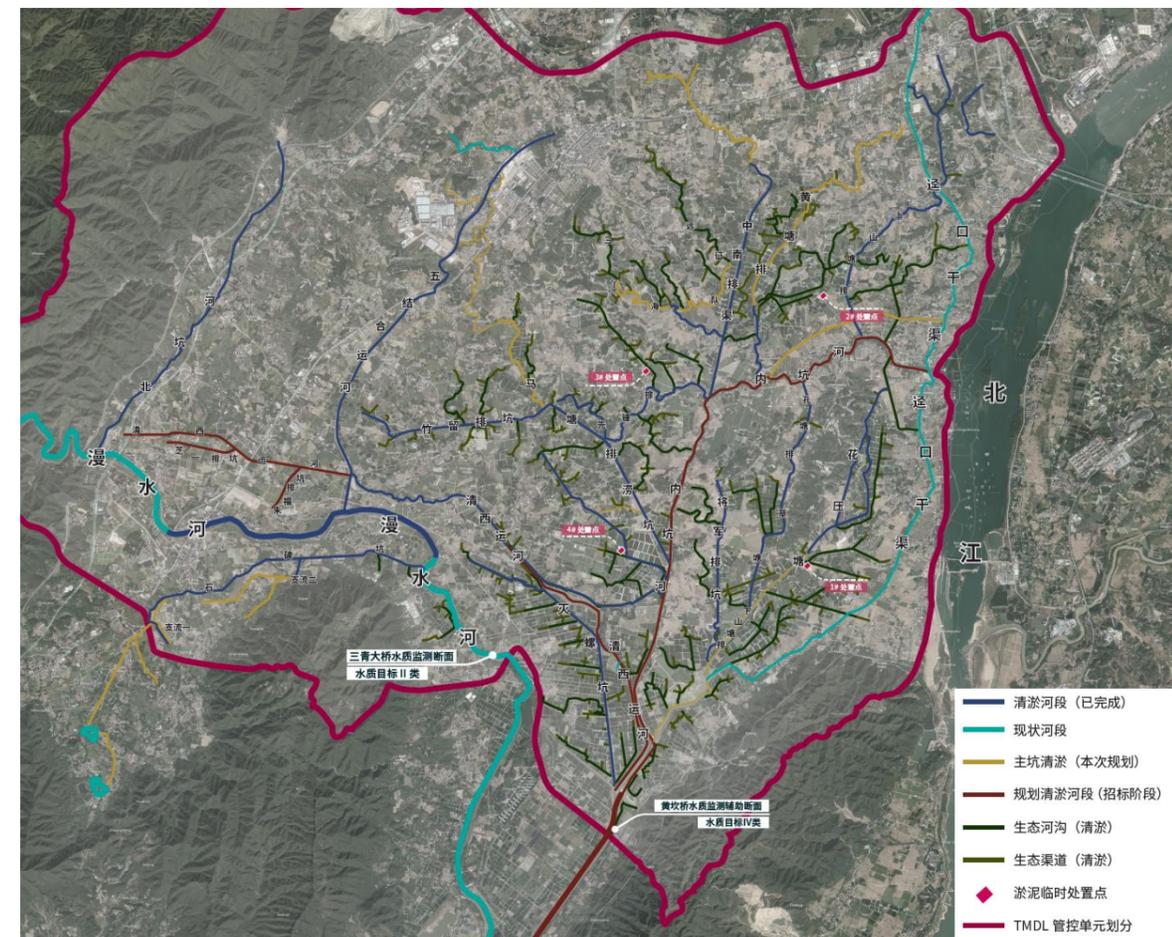


图 7.6-10 河道清淤疏浚平面布置图

7.6.3 清淤疏浚工程布置

本工程清淤采用固液分离脱水一体化设备，根据需要在太平镇、三坑镇、山塘镇共布置 4 个淤泥临时处置点，每个处置点占地 500m²，具体详见清淤工程总体布置图。

7.6.4 清淤疏浚范围及工程量

为满足河道正常的行洪防洪能力，需对河道进行清淤治理。根据现场调查，河道垃圾倾倒及淤积问题严重，淤泥污染物含量高，清淤前先清理河道内垃圾，然后进行清淤。本工程结合水生态修复完成底泥清淤，共疏浚河道长度 10.6km，清淤设计深度 0.5-1.5m 之间，超挖部分换填素土夯实，压实度≥95%。河道清淤采用以机械开挖为主，辅以人工修整，开挖以 1m³挖掘机施工。清理的垃圾应及时清运，及时处理，垃圾填埋场要远离水系和居民居住区，开挖时应注意保护两岸现有挡墙安全。局部疏浚的淤泥可用于景观堆填及资源化利用。清淤疏浚总量约 15.28 万 m³。

(1) 漫水河流域水系情况

本项目治理范围分区分为主坑区与支坑区，其中主坑区内划分了 7 条主坑，支坑区内划分了 36 条支坑，详见表 7.6-1。

表 7.6-1 漫水河流域河道统计表

序号	主坑	一级支坑	二级支坑	三级支坑	四级支坑
1	灭螺坑				
2	清西五结合运河				
3	清西运河				
4	内坑河	先锋支坑			
5		马塘排坑	马塘支坑		
6		竹光排坑			
7		雅文排坑			
8		中南排坑	三丫海排坑	远征排坑	
9		上山塘排渠	湓塘支坑	湓塘东支坑	
10		黄塘排坑	黄塘东排坑	莲藕塘排	保乐尾一二三支
11			塘湾东岗塘排		
12			胜利排坑	正坑排坑	
13			茶塘排坑		
14			鬼基排坑	西沙排坑	
15		下山塘排渠	岗坳灌排渠		
16			将军排坑	马安大岗排	

17				马安老丫排	
18				将军排支渠	
19			孔塘排坑		
20			阳楼排	杨楼排支渠	
21			旱寮排		
22			草塘支圳		
23			西压涝排坑	大水埗排坑	
24				木头塘排	
25			东压涝排坑		
26	石陂坑				
27	车头				
28	松良村排坑				

(2) 漫水河流域河道清淤工程统计

为解决漫水河流域内涝的问题，近些年对流域内河道进行清淤，根据收集的资料进行分类，分为已完工项目和规划项目，已完工项目统计见表 7.6-2。规划实施项目主要有《清远市清新区山塘内坑河治理工程（2022 年）》，《清远市清新区清西运河三坑段整治工程（2022 年）》，这两个项目计划将在年内开始实施。

表 7.6-2 漫水河流域河道清淤工程统计表（已完工）

序号	涉及镇	排渠名称	清淤桩号	清淤长度（m）	备注
1	太平镇	马塘排坑	K1+450~K4+150	2700	清新区清西排洪排涝体系综合整治工程
2	三坑镇	马塘排坑	K4+150~K8+150	4000	
3	太平镇	马塘排坑	K4+150~K11+450	7300	
4	三坑镇	灭螺坑	K0+050~K6+432	6138	
5	三坑镇	清西运河	K6+321~K10+121	3800	
6	三坑镇	雅文排坑	K0+000~K3+433	3433	
7	三坑镇	竹光排坑	K0+144~K3+763	3763	
8	山塘镇	花岗压涝排坑	K0+000~K3+550	3550	
9	山塘镇	大水埗排坑（中间坑）	K0+000~K2+250	2250	
10	山塘镇	鬼基排坑	0+000~0+950	950	

11	山塘镇	茶塘排坑	0+000~1+200	1200		
12	山塘镇	胜利排坑	2+250~3+800	1550		
13	山塘镇	上山塘排坑	0+000~3+670, 4+000~5+748	5418		
14	山塘镇	草膜州排坑	0+000~0+330	330		
15	山塘镇	黄塘排坑	0+000~1+600	1600		
16	山塘镇	兴隆围	0+000~1+500	1500		
17	山塘镇	孔塘排坑	K0+000~K5+000	5000		
18	山塘镇	将军排坑	K0+000~K3+752	3752		
19	山塘镇	漩塘排坑	K0+000~K3+752	2600		
20	山塘镇	中南排坑	0+000~1+250	1250		
21	太平镇	中南排坑	K1+250~K5+024	3774		
22	山塘镇	先锋排坑	0+000~2+300	2300		
23	太平镇	先锋排坑	K2+300~K5+150	2850		
24	太平镇	五结合排坑	K2+550~K5+450	2900		
25	太平镇	五结合排坑	K5+450~K9+527	4078		
26	三坑镇	漫水河	M23+100~M24+080	980		远市清新区漫水河治理工程
27	三坑镇	石碑坑	S0+000~S6+276	6272		
28	三坑镇	石碑坑支流一	ZA0+000~ZA0+450	450		
29	三坑镇	石碑坑支流二	ZB0+000~ZB0+550	550		清远市清新区漫水河（北坑河段、清西五结合运河段）治理工程
30	三坑镇	北坑河	B0+000~B7+627.4	7627		
31	三坑镇	五结合运河	W0+000~W3+350	3350		

(3) 清淤料处理

本工程采用固液分离脱水一体化设备对清淤料进行处理，经过减量化无害化处理和资源化处理后不存在弃料，分类后的鹅卵石/砾石和砂土直接作为建筑材料使用，处理后的粘粒通过烧结工艺制成粘土砖、砌块或者通过免烧工艺制成透水砖或者砌块。未污染河段的底泥经处理后，采用免烧工艺制成透水砖、砌块、种植土或活性海绵土。

本次清淤工程在已完成和规划清淤河道的基础上进行清淤，分河沟清淤、渠道清淤和湿地清淤。河沟清淤长度 92807m，渠道清淤长度 25427m，湿地清淤面积 351877m²，共疏浚总长度 118.234km，清淤总量 15.28 万 m³。

7.7 集中式水处理项目范例方案

7.7.1 花压塘东侧振兴村（管控分区#17）

(1) 方案平面布置

如下图所示

(2) 方案说明

根据调研资料和高分辨率卫星图的分析，片区内的污染源主要来自水产养殖池塘的尾水排放和小面积的集聚居住区，组合处理工艺链主要采用【生态沟渠/水质通道+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器+表面流人工湿地/高效生物滤池】，用以处理管控分区#40，约1.8平方公里的农村生活污水和水产养殖尾水排放。

相比传统型三池两坝工艺，改进型三池两坝具有避免占用大量土地资源、单位处理效能高、维护费用较低等优点，配合使用高效弹性介质过滤器则工艺效能更高。当建设条件可以对养殖塘构造进行改造时使用，如征地或租地条件允许时，可采用改进型三池两坝工艺。

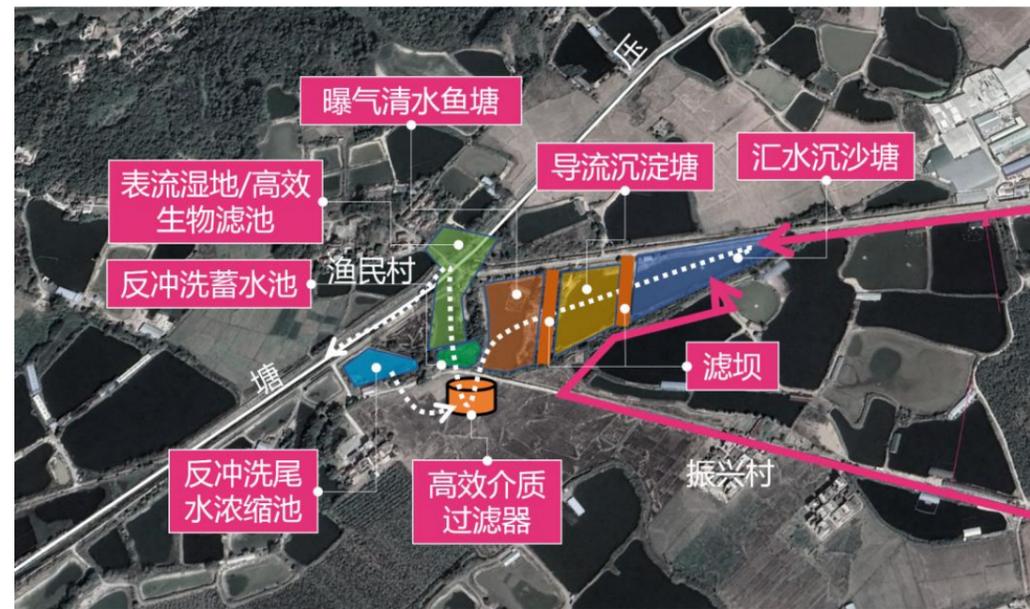


图 7.7-1 花压塘东侧振兴村（管控分区#17）方案平面布置

组合处理工艺链的处理路径如下：

- a) 利用布置的生态沟渠收集片区内的农村生活污水和养殖塘排放尾水，生态沟渠在传输的过程中对污水进行了初步净化，避免漂浮垃圾和大量较大颗粒沉淀物进入集中处理区；
- b) 经过预处理的污水进入到改进型三池两坝工艺前端的汇水沉砂塘，再次对污水进行快速沉淀；
- c) 污水通过第一道滤坝进入导流沉淀塘，塘内通道挡板设计绕流路径，可增加工艺的设计水力负荷，加强颗粒污染物的沉淀；
- d) 污水通过第二道滤坝进入到清水鱼塘（生态净化池），主要利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物，可适当放养鲢、鳙、鳊鱼、贝类等滤食性水生动物，池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐，同时通过在池内曝气增氧，确保在密集生长条件下各类水生生物的需氧量；

物最大程度去除水体污染物，可适当放养鲢、鳙、鳊鱼、贝类等滤食性水生动物，池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐，同时通过在池内曝气增氧，确保在密集生长条件下各类水生生物的需氧量；

- e) 启动高效弹性介质过滤器，抽取生态净化池的水进行就地循环净化，净化后的水排入人工湿地/高效生物滤池，过滤后的浓缩尾水则排入就近的反冲洗尾水浓缩池，后续可对其进行资源化利用，如加工成有机肥回用至附近的农田种植；
- f) 通过人工湿地/高效生物滤池内的设计水力坡度，水在设施内通过重力自然流动，综合利用设施内填料的物理过滤吸附作用、景观植物根系的生物吸收、微生物菌群的生物化学降解作用对水体进行深度净化处理；
- g) 深度净化后的水达到管控片区的水质排放要求，排放至下游就近水系通道。

(3) 方案技术路线

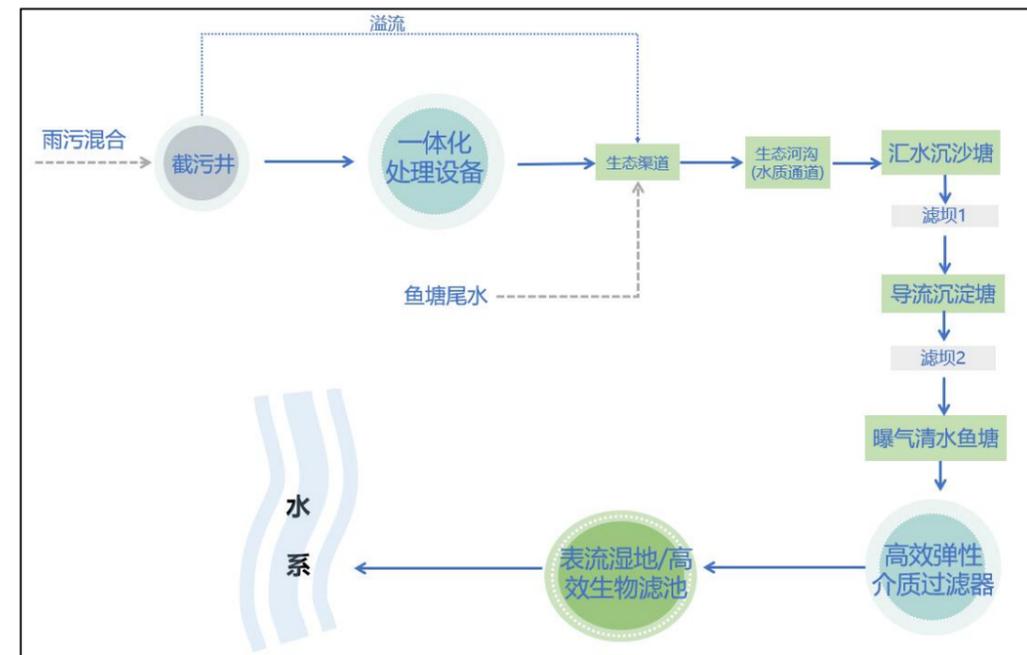


图 7.7-2 花压塘东侧振兴村（管控分区#17）方案技术路线

(4) 方案设计参数

- ① 汇水沉砂塘：
占地面积 = 2800 m² 平均深度 = 1.5 m 停留时间 = 1.5 h
- ② 导流沉淀塘：
占地面积 = 6100 m² 平均深度 = 1.8 m 停留时间 = 2.5 h
- ③ 曝气+清水鱼塘（生态净化池）：
占地面积 = 7050 m² 平均深度 = 2.0 m 停留时间 = 4.0 h

④ 高效弹性介质过滤器：

机组数量 = 2 台（一用一备） 设计系统装机容量 = 20 kw
 机组占地面积 = 6 m² 反冲洗尾水浓缩池面积 = 2300 m²
 反冲洗尾水浓缩池平均深度 = 1.5 m 反冲洗蓄水池容积 = 300 m³

⑤ 人工湿地/高效生物滤池

占地面积 = 9200 m² 设计填料平均深度 = 1.2 m
 设计填料平均空隙率 = 32% 设计水力负荷 = 0.5 m³/m²*d
 设计水力停留时间 = 2.0 d

(5) 工艺大样图/意向图/参考图

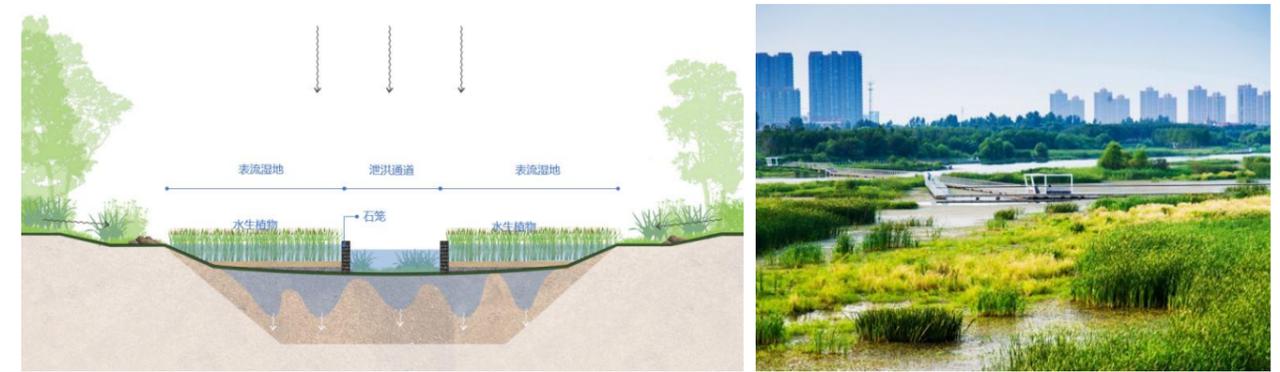


图 7.7-5 人工湿地/高效生物滤池工艺大样图&意向图

7.7.2 内坑河沿河大元塘村群落（管控分区#14）

(1) 方案平面布置

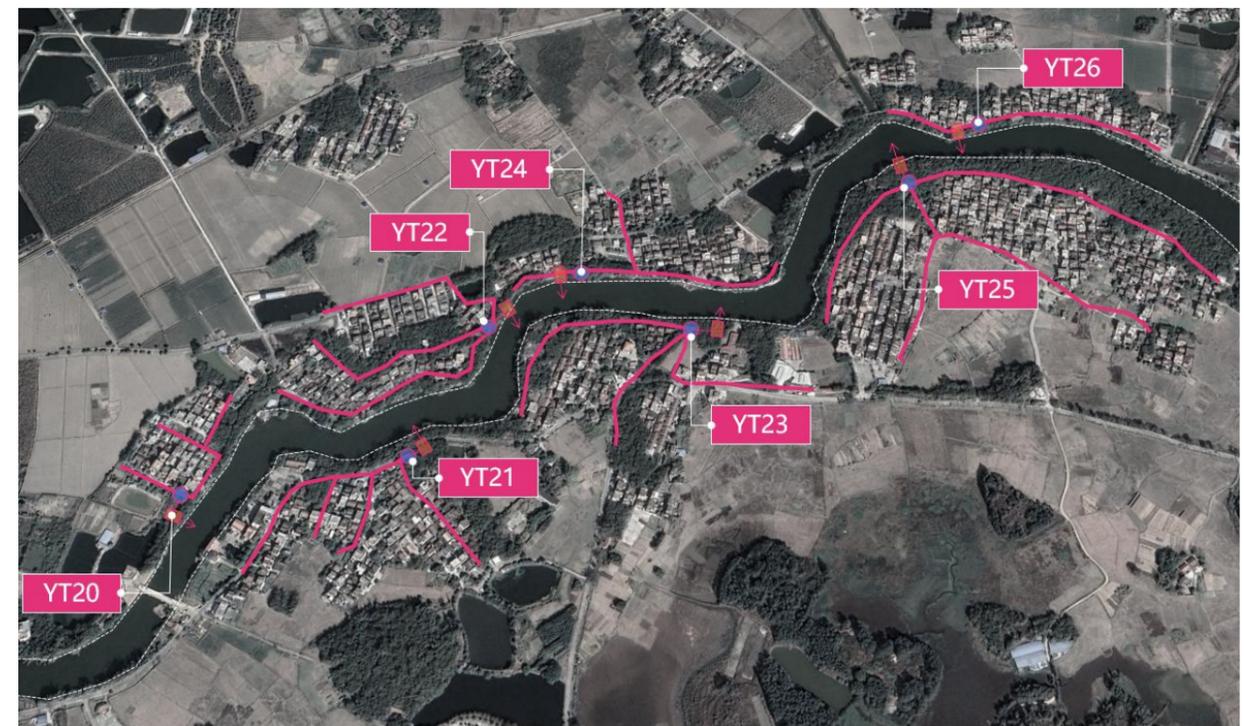


图 7.7-6 内坑河沿河大元塘村群落（管控分区#14）方案平面布置

(2) 方案说明

根据调研资料和高分辨率卫星图的分析，片区内的污染源主要来自多个沿河而建的集聚居住区，组合处理工艺链主要采用【排口截污+格栅井+调节池+一体化高效微生物污水处理设施】，用以处理管控分区#14，约 0.7 平方公里居住区的农村生活污水排放。

组合处理工艺链的处理路径如下：



图 7.7-3 生态沟渠（宽度<1.0m）工艺大样图&意向图



图 7.7-4 水质通道（1.0m<宽度<4.0m）工艺大样图&意向图

- a) 区域内铺设污水管网，对污水原水进行收集和输送；
- b) 收集后的污水原水进入处理工艺的前端进行预处理，包括粗过滤、细格栅、筛网等方式，防止漂浮垃圾或石块等进入后续工艺中；
- c) 预处理后的污水进入调节池，在调节池中加入固态生物助剂，对污水进行调性；
- d) 调性后的污水进入一体化高效微生物污水处理设施，每个生化池均为由高效驯化微生物特殊菌群形成的三相流化生物反应器，内装有生物载体和高效微曝气装置，通过不同比例的厌氧、兼氧、好氧区域，对污水进行生化处理；
- e) 处理后的污水达到预定的水质目标，排放到就近的水系。

(3) 方案技术路线

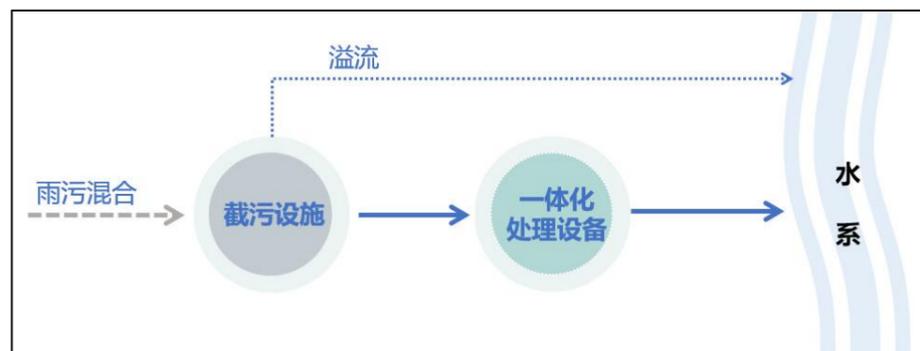


图 7.7-7 内坑河沿河大元塘村群落（管控分区#17）方案技术路线

(4) 方案设计参数

- ① 一体化高效微生物污水处理设施群（YT20）：
 管道铺设长度 = 430 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 24 m² (6m * 4m)
 设计日处理量 = 60 吨/天 设计系统装机容量 = 12kw
- ② 一体化高效微生物污水处理设施群（YT21）：
 管道铺设长度 = 720 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 48 m² (8m * 6m)
 设计日处理量 = 110 吨/天 设计系统装机容量 = 20kw
- ③ 一体化高效微生物污水处理设施群（YT22）：
 管道铺设长度 = 905 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 48 m² (8m * 6m)
 设计日处理量 = 100 吨/天 设计系统装机容量 = 20kw
- ④ 一体化高效微生物污水处理设施群（YT23）：
 管道铺设长度 = 850 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 48 m² (8m * 6m)
 设计日处理量 = 80 吨/天 设计系统装机容量 = 15kw
- ⑤ 一体化高效微生物污水处理设施群（YT24）：
 管道铺设长度 = 560 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 36 m² (6m * 6m)

设计日处理量 = 60 吨/天 设计系统装机容量 = 12kw

⑥ 一体化高效微生物污水处理设施群（YT25）：
 管道铺设长度 = 1500 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 85 m² (10m * 8.5m)
 设计日处理量 = 150 吨/天 设计系统装机容量 = 25kw

⑦ 一体化高效微生物污水处理设施群（YT26）：
 管道铺设长度 = 550 m * 末端一体化处理设施总体占地面积 = 36 m² (6m * 6m)
 设计日处理量 = 60 吨/天 设计系统装机容量 = 12kw

*说明：铺设管道的设计和施工属市政雨污分流项目，不在本次方案工程造价概算范围中，长度仅供参考。

(5) 工艺大样图/意向图/参考图

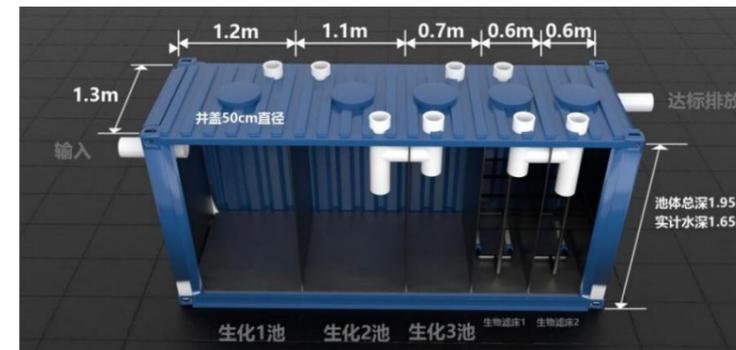


图 7.7-8 一体化高效微生物污水处理设施工艺大样图

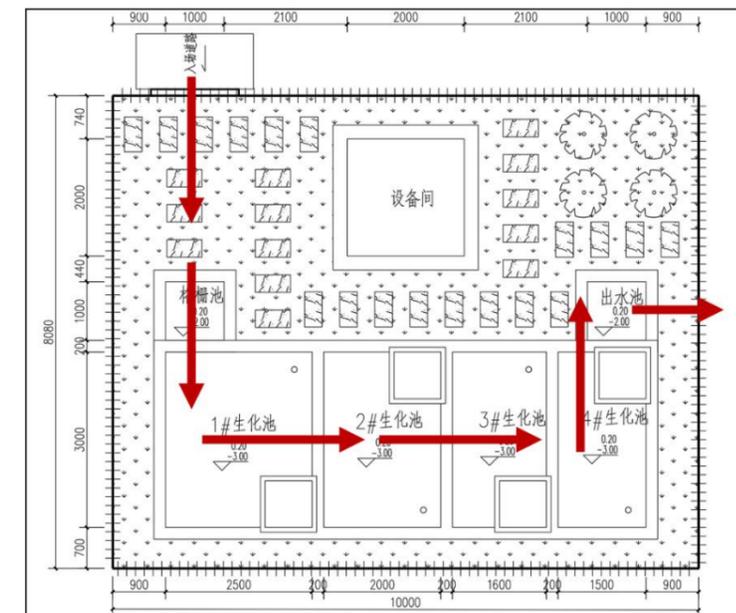


图 7.7-9 一体化高效微生物污水处理设施工艺平面布置参考

7.7.3 中南排渠西侧远征队（管控分区#29）

(1) 方案平面布置



图 7.7-10 中南排渠西侧远征队（管控分区#29）方案平面布置

(2) 方案说明

根据调研资料和高分辨率卫星图的分析，片区内的污染源主要来自连片水产养殖池塘的尾水排放和附近多个分散的小面积居民集聚，组合处理工艺链主要采用【生态沟渠/水质通道+传统型三池两坝】，用以处理管控分区#29 内约 2.0 平方公里的水产养殖尾水排放和小量的农村生活污水。

根据《广东省水产养殖尾水综合处理技术推荐模式（第一版）》推荐的处理模式，传统型三池两坝工艺是较成熟、应用较为广泛的淡水集中连片池塘养殖尾水处理技术，但由于其总面积须达到养殖总面积的一定比例，以保证处理的效能达到设计要求，一定程度上具有占用大量土地资源和维护费用较高的特点。因此，本方案建议仅当外部使用条件限制时，如租用的养殖池塘需要最大程度保留原有塘体构造时，才采用此工艺。

此外，本方案针对在使用传统型三池两坝工艺时，考虑到可能出现因上游集中排污或雨季雨污合流导致水质明显恶化的情况，可在工艺的末端配合使用移动式尾水处理设备，当水质不满足管控分区的排放要求时，利用该设备进行应急水质加强处理，同时争取到时间对三池两坝进行维护，大大提高传统型三池两坝工艺的整体处理效能和使用寿命。

组合处理工艺链的处理路径如下：

- a) 利用布置的生态沟渠和生态河沟收集片区内的养殖塘排放尾水和农村生活污水，生态沟渠/河沟在传输的过程中对污水进行了初步净化，避免漂浮垃圾和大量较大颗粒沉淀物进入集中处理区；
- b) 经过预处理的污水进入到传统型三池两坝前端的沉淀池，对污水进行物理沉淀；
- c) 污水通过第一道滤坝进入曝气池，对污水进行曝气增氧；
- d) 污水通过第二道滤坝进入到清水鱼塘（生态净化池），主要利用不同营养层次的水生生物最大程度去除水体污染物，可适当放养鲢、鳙、鲮鱼、贝类等滤食性水生动物，池内可种植沉水、挺水、浮叶等各类水生植物，以吸收净化水体中的氮、磷等营养盐，同时通过在池内曝气增氧，确保在密集生长条件下各类水生生物的需氧量；
- e) 经过生态净化池后的水达到管控分区的水质排放要求，排放至下游就近水系通道。
- f) 当生态净化池的水质出现明显下降，不符合管控分区的排放要求时，适时调用移动式尾水处理设备，抽取生态净化池的水进行就地循环净化，净化后的水就地循环回排至生态净化池中，过滤后的浓缩尾水则存储至就近开挖的反冲洗尾水浓缩池（需进行临时防渗处理）或储存罐体中，后续可对其进行资源化利用，如加工成有机肥回用至附近的农田种植；

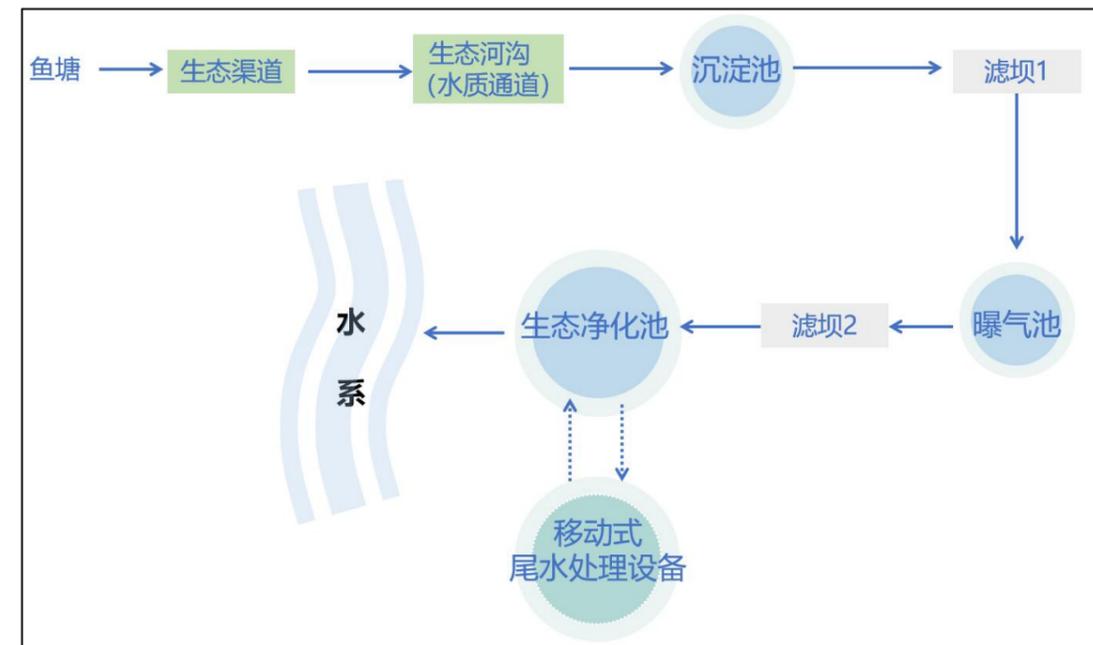


图 7.7-11 中南排渠西侧远征队（管控分区#29）方案技术路线

(3) 方案技术路线

如上图所示

(4) 方案设计参数

① 沉淀池：

占地面积 = 4300 m² 平均深度 = 1.8 m 停留时间 = 3.0 h

② 曝气池：

占地面积 = 4950 m² 平均深度 = 1.5 m 停留时间 = 2.0 h

③ 清水鱼塘（生态净化池）：

占地面积 = 7700 m² 平均深度 = 2.0 m 停留时间 = 4.0 h

(5) 工艺大样图/意向图/参考图



图 7.7-12 传统型三池两坝工艺参考图

(1) 方案平面布置



图 7.7-13 内坑河西侧新墩村（管控分区#40）方案平面布置

(2) 方案说明

根据调研资料和高分辨率卫星图的分析，片区内的污染源主要来自水产养殖池塘的尾水排放和农业种植面源污染，以及小面积的集聚居住区，组合处理工艺链主要采用【生态沟渠/水质通道+水质通道（汇水沉砂池）+高效弹性介质过滤器+表面流人工湿地/高效生物滤池】，用以处理管控分区#40，约1.9平方公里的水产养殖尾水排放和农业种植面源污染。

组合处理工艺链的处理路径如下：

- a) 利用布置的生态沟渠收集片区内的养殖塘排放尾水和农业种植排放的污水（如农田尾水或雨季冲刷的面源污染），生态沟渠在传输的过程中对污水进行了初步净化，避免漂浮垃圾和大量较大颗粒沉淀物进入集中处理区；
- b) 经过预处理的污水进入到工艺前端的汇水沉砂池，对污水进行沉淀；
- c) 通过对汇水沉砂池内的水位进行在线监测，适时启动高效弹性介质过滤器，抽取汇水沉砂池内的上清液（约水面至50cm深度）进行过滤净化，净化后的水排入至人工湿地/高效生物滤池，过滤后的浓缩尾水则排入就近的反冲洗尾水浓缩池，后续可对其进行资源化利用，如加工成有机肥回用至附近的农田种植；
- d) 通过人工湿地/高效生物滤池内的设计水力坡度，水在设施内通过重力自然流动，综合利用设施内填料的物理过滤吸附作用、景观植物根系的生物吸收、微生物菌群的生物化

7.7.4 内坑河西侧新墩村（管控分区#40）

学降解作用对水体进行深度净化处理，同时可以打造成河滨口袋式湿地公园；

e) 深度净化后的水达到管控片区的水质排放要求，排放至下游就近水系通道。

(3) 方案技术路线

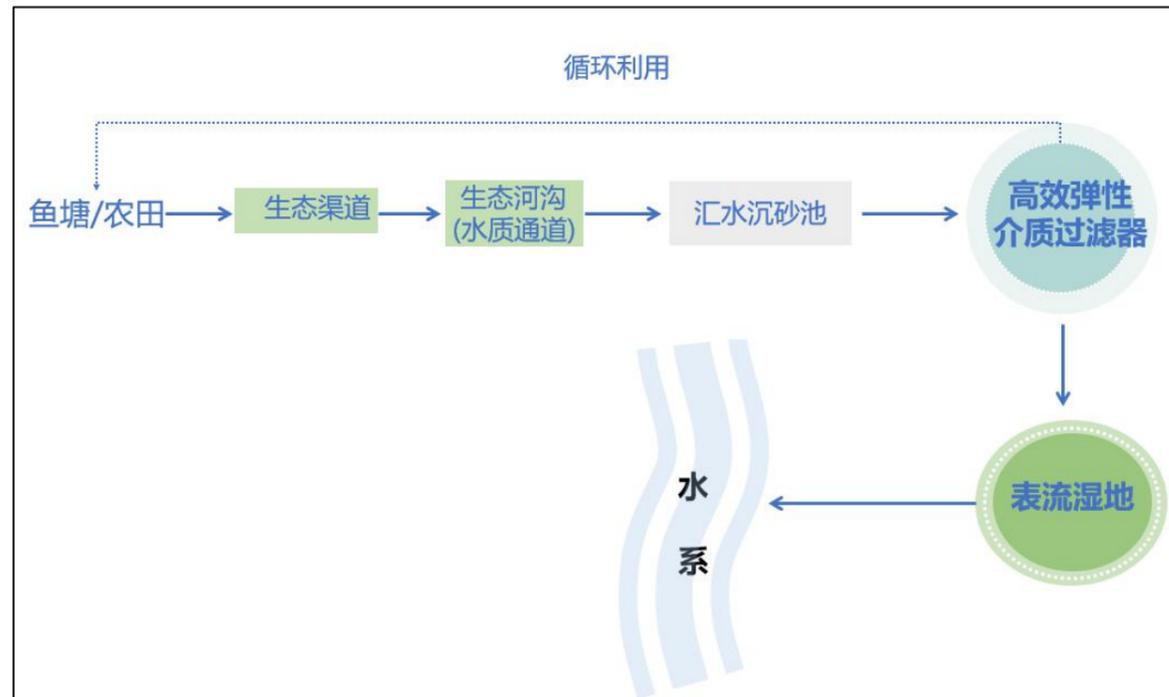


图 7.7-14 内坑河西侧新墩村（管控分区#40）方案技术路线

(4) 方案设计参数

① 汇水沉砂池：

占地面积 = 4200 m² / 6100 m² 平均深度 = 1.8 m

停留时间 = 2.5 h

② 高效弹性介质过滤器：

机组数量 = 2 台（一用一备） 设计系统装机容量 = 20 kw

机组占地面积 = 6 m² 反冲洗尾水浓缩池面积 = 800 m²

反冲洗尾水浓缩池平均深度 = 1.5 m 反冲洗蓄水池容积 = 250 m³

③ 人工湿地/高效生物滤池

占地面积 = 18900 m² 设计填料平均深度 = 1.2 m

设计填料平均空隙率 = 32% 设计水力负荷 = 0.5 m³/m²*d

设计水力停留时间 = 3.5 d

(5) 工艺大样图/意向图/参考图

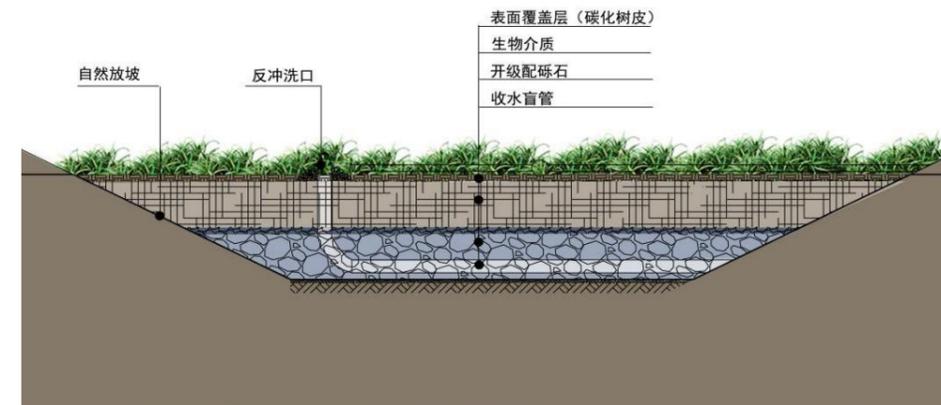


图 7.7-15 高效生物滤池工艺参考图



图 7.7-16 人工湿地/生物滤池工艺意向图/参考图

7.8 污水管网工程方案

为从源头上解决河道污染问题，清新区太平镇需要完善污水管网建设。本项目中列入以下工程：

1、太平镇镇区配套污水管网建设（二期）

2022 年底前，完成太平镇镇区市政排水管网专项规划，对现状合流管进行截污，制定太平围村、北闸街、富民北路、太秦路、县道 369 片区生活污水末端管道建设分步实施计划。目前已实施一期部分管网。2023 年~2025 年底前，需完成太平围村、北闸街片区等全部末端管道建设。该部分内容投资约 2000 万元，作为二期项目列入国债资金项目。

2、太平镇污水处理厂管网清淤修复工程

完成太平镇污水处理厂干管清淤排查，明确清水混入、管网破损、管井淤积位置，在规定的期限内完成太平镇 354 省道、太平路、369 县道、三鸟市场、盛世大道、商业街等区域 18 处共 2.09 公里的清淤修复工作，该部分内容投资约 1500 万元。

3、太平镇老旧管网和雨污合流管道改造

对太平镇镇区雨污混接、错接管网实施分流改造，对水量大、浓度低的截污片区和雨污混排口进行改造，该部分内容投资约 1500 万元。

7.9 生态扩容工程方案

为扩大整个流域的生态环境容量，扩大水域面积是行之有效的一个办法。对部分河道进行堤防、护岸的建设和改造，提升水安全系数，增加水域面积，增加生态治理面积；在支坑入河处建设节制闸，可以提高水位，扩大水域面积，增加拟建设湿地的停留时间，保留农田池塘的灌溉补水的需要。本项目列入以下工程内容：

1、清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程

项目位于三坑镇，治理河道长度 5km。起点位于三坑温泉泉谷，终点位于汕湛高速三坑出口。生态保护 2100m²，湿地空间 11100m²，岸线改造 18420m²，该项目投资约 2077.31 万元。

2、先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程

考虑到生态扩容、湿地停留时间及灌溉需要，建议建设先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排三条支坑的节制闸工程，本项目投资 1500.64 万元。

7.10 集中连片养殖池塘标准化改造工程方案

为了进一步提高池塘养殖的综合生产能力和可持续发展能力，加快推进内陆养殖池塘标准化改造和尾水治理，有必要推行养殖池塘的标准化改造。根据《清远市水产养殖池塘标准化改造技术指导意见》，改造将按照“池塘规整、深度适宜、灌排配套、设施先进、功能完善、生态优美”的建设要求，针对塘体不规整、进排水系统不分、水深不够、淤泥层厚和未配备尾水处理设施的池塘，在池塘规格、进排水系统、生产道路、供水、供电、附属设施等基础设施上，按照生产实际需要和养殖尾水排放要求进行统一改造。方案的实施将有效推动清新区的生态渔业建设，使水产养殖业生产向资源节约型、环境友好型、绿色优质型方向转变，全面提升区域内的渔业绿色发展水平。以下为养殖池塘标准化改造的相关指标参数：

（一）池塘改造要求

1、池塘形状：因地制宜，一般为长方形，东西向，长宽比以 1.5:1~4:1 为宜。

2、池塘面积：需根据不同养殖品种、不同时期的生活习性以及生产操作便利性等而定。单个养殖池塘面积苗种池一般为 2-5 亩，精养池 5-20 亩，混养池 10-50 亩。

3、池塘深度：池塘平均深度不低于 2.5m，有效蓄水深度不低于 2m，虾蟹、龟鳖类等品种养殖池塘有效蓄水深度不低于 1m。

4、塘底：池底平整或锅底状，不渗漏，以排水排污顺畅为宜，塘底淤泥厚度不超过 0.2m。

5、塘基：基塘坚实、无渗漏；基面平整，主干道基面宽度不小于 4m，其余基面宽度一般不小于 2m；池塘的坡比为 1:1.5~1:3（砌石、水泥板护坡等除外）；不得在塘基面新建畜禽棚舍。

（二）配套设施改造要求

1、进排水系统：进排水系统尽量独立、分开建设。提倡进排水采用生态沟渠的形式，构建生态净化系统，提升自净效能。

2、电力配套设施：池塘电力配套设施，供电功率配置应能满足增氧机、投料机、水泵等渔业生产实际需要。配电设施应符合电力规范要求，按标准规范用电。

3、管护用房：包括办公休息、投入品存储、检测检疫等区域。办公、储物、饲料、渔药区应分别隔开，做好标识。

4、尾水处理设施：本次方案的尾水处理设施将主要采用“移动式高效弹性介质过滤系统 + 水上式高效生物滤池尾水处理技术”，养殖水经处理后符合相关规定排放至就近水系。

5、环境要求：改造完成后，养殖场整体环境要保持整洁、美观，各项养殖设施、辅助设施等的设置需综合考虑对场容环境的影响。有条件的，在生活区、管理区与主干道两侧可选种适量绿色植物、蔬果和花木，对环境进行绿化、美化。

根据《关于报送清新区渔业绿色循环发展试点工作方案请示（清农农函〔2022〕148号）》，本次方案涵盖全区的养殖池塘，试点面积为11200亩，改造需满足养殖池塘集中连片30亩以上，且重点是清西片区漫水河流域内养殖片区。方案包含水上式高效生物滤池18700m²，移动式高效弹性介质过滤系统12套，以及池塘塘体和配套设施的相关改造。根据标准化改造的内容，费用估计约5000元/亩，总投资约为5688万元，目前省农村农业厅已下达3000万专项资金，清新区农村农业局在竣工验收后，可以奖励补贴约2600元/亩，共约3000万元，按11200亩计算，需要增加2688.48万元的建设资金，即建设资金仍有2400元/亩缺口。

通过本次工程方案，力争在2025年，使清新区实现养殖尾水资源化循环利用和达标排放的池塘面积比例达到80%以上，推动形成一批标准化、集约化、机械化、智能化、清洁化的规模养殖基地。

7.11 系统目标可达性评估

7.11.1 工艺措施污染物削减当量计算

根据本次清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目省考断面存在的水质问题，以及针对漫水河流域内保护水生态、改善水环境、涵养水资源等总体要求，基于水环境容量控制理念和体系的源头截污保障、过程传输控制、末端高效治理手段，提出了控源截污、内源治理、生态修复、活水保质、长治久清等方面的具程措施。

本次方案以资料调研和实地踏勘为基础，提出了养殖尾水专项治理、农村生活污水治理、农业面源污染治理、水系清淤疏浚工程共四项措施，针对漫水河流域内的污染源问题进行水生态环境修复与治理。方案以多种不同的灰绿结合的工程技术手段和工艺措施作为工具箱，坚持因地制宜，根据就地实际情况组合工具，形成以问题为导向的工艺链。这些技术手段和工艺包括生态沟渠、人工湿地、高效弹性介质过滤器、高效生物滤池、传统型和改进型三池两坝尾水处理工艺、一体化高效微生物污水处理设施。

为了评估本次工程方案对主要污染物的削减效率，以及关联污染物总量控制TMDL体系对主要污染物控制标准下的最大允许排放量和省控断面水质之间的动态响应关系，有必要对每个采用的技术手段和工艺的污染物削减标准当量进行计算，再根据具体组合的工艺链和方案布置的工程量，最终评估系统方案目标的整体可达性。

（1）生态沟渠

生态沟渠由沟渠、基质和植物组成，具有生态性和生物性的特殊优点，并可根据地形特征来

构建。生态沟渠不仅可以用来净化农田径流排水，还具有湿地生态系统的功能，在维持生态系统物种多样性、促进生态系统生产力和养分循环、净化水质等方面起着重要作用，对径流污染物的去除净化主要通过减缓流速、植物吸收、基质吸附、泥沙沉降、微生物硝化反硝化等发挥作用。其规格以及内部构造组合等均会影响生态沟渠对污染物的削减效果，加上源头污染物种类和浓度具有极大的时空变异性，因此需要评价考虑不同规格及构造组成的生态沟渠对污染物削减效果及其稳定性、耐冲击负荷能力等的影响。

根据《不同规格生态沟渠对排水污染物处理能力的研究》（刘福兴等，2019）的相关研究，其利用三种不同深度规格的生态沟渠（E_{0.80}、E_{1.05}和E_{1.30}）（渠深0.8m、1.05m、1.30m）比较研究了动态进水（TN 0.86~6.13 mg/L、TP 0.11~0.28 mg/L）条件下生态沟渠对农业面源主要污染物的去除效果，同时考察其耐冲击负荷能力和适宜建造长度。结果表明，三种不同深度规格的生态沟渠对铵态氮（NH₄⁺-N）、总氮（TN）、总磷（TP）和悬浮物（SS）的去除率均达到50%以上，其中E_{1.30}对污染物的去除效率较高，NH₄⁺-N、TN、TP和SS的总平均去除率分别达到了64.8%、63.1%、71.8%和60.8%。

综合考虑本次方案采用的生态沟渠的形式和规格，结合上述的研究成果，可计算得出适用于本次方案的生态沟渠的污染物去除标准当量数据，如下表所示。

表 7.11-1 生态沟渠污染物去除标准当量

	单位建设面积污染物削减量			
	总磷污染负荷去除量 g/（m*d）	氨氮污染负荷去除量 g/（m*d）	总氮污染负荷去除量 g/（m*d）	COD 污染负荷去除量 g/（m*d）
生态沟渠 E _{0.8}	0.002-0.004	0.016-0.033	0.02-0.1	0.24-0.4
生态沟渠 E _{1.3}	0.004-0.008	0.033-0.066	0.04-0.2	0.5-0.8

（2）人工湿地

人工湿地是利用填充的基质层和种植的水生植物，基于基质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用使污水得到净化的设施。本次方案主要采用表面流人工湿地，根据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）中的相关参数，表面流人工湿地的进水水质要求COD_{cr}≤125mg/L，SS≤100mg/L，NH₃-N≤10mg/L，TP≤3.0mg/L，污染物去除效率COD_{cr}约50~60%，SS约50~60%，NH₃-N约20~50%，TP约35~70%。

综合考虑本次方案采用的表面流人工湿地的具体规格和参数，基于以上规范数据，可计算得出其污染物去除标准当量数据，如下表所示。

表 7.11-2 表面流人工湿地污染物去除标准当量

	单位建设面积污染物削减量			
	总磷污染负荷去除量 g/ (m2*d)	氨氮污染负荷去除量 g/ (m2*d)	总氮污染负荷去除量 g/ (m2*d)	COD 污染负荷去除量 g/ (m2*d)
表面流人工湿地	0.12-0.1	0.08-0.5	0.1-1.5	1.2-6.0

(3) 高效弹性介质过滤器

高效弹性介质过滤器是一种可满足应急处理需求的低成本、高效能水处理设施，应用于污水处理厂尾水的深度处理、雨污合流系统溢流污水处理、工业废水处理、一级污水处理、雨水处理及河道水质处理等领域。设备占地面积为 1.5-2.5m²，处理规模可达 1200-2500m³/d。如前面章节所述，多个实践案例证明设备对悬浮物的去除效果较高，去除率可达到 86%，对 COD 的去除率可达到 41%，其他溶解性物质包括氨氮、总氮、总磷去除率为 10-26%，实现了以极小的整体占地面积和运行投资对应良好的处理效能。

综合考虑本次方案采用的高效弹性介质过滤器的具体规格和参数，可得出其污染物去除标准当量数据，如下表所示。

表 7.11-3 高效弹性介质过滤器污染物去除标准当量

	单位建设面积污染物削减量			
	总磷污染负荷去除量 g/ (t*d)	氨氮污染负荷去除量 g/ (t*d)	总氮污染负荷去除量 g/ (t*d)	COD 污染负荷去除量 g/ (t*d)
高效弹性介质过滤器	2-3.59	0.1-0.2	0.21-0.43	50-103

(4) 高效生物滤池 (WTS)

高效生物滤池 (WTS) 是一种新型的易管养、处理效率高、具备良好生态效益的生物滤池系统，其原理是综合利用滤池填料的物理过滤吸附作用、滤池内景观植物根系的生物吸收、微生物菌群的生物化学降解作用对水体进行深度净化处理。高效生物滤池已在国内外广泛应用，已建工程实例的监测数据表明，滤池对典型污染物如 SS、COD_{Cr}、TP、NH₃-N 和 TN 的平均去除率分别可达 >90%、83%、58%、73% 和 51%。

综合考虑本次方案采用的高效生物滤池的具体规格和参数，基于以上实测数据，可计算得出其污染物去除标准当量数据，如下表所示。

表 7.11-4 高效生物滤池污染物去除标准当量

	单位建设面积污染物削减量			
	总磷污染负荷去除量 g/ (m2*d)	氨氮污染负荷去除量 g/ (m2*d)	总氮污染负荷去除量 g/ (m2*d)	COD 污染负荷去除量 g/ (m2*d)
高效生物滤池	0.18-0.37	2.43-4.87	2.06-4.12	15-35

(5) 传统型、改进型三池两坝尾水处理工艺

传统型三池两坝尾水处理工艺是利用池塘升级改造的基础上 (进排水分开)，利用物理和生物生态的方法，采用“三池两坝”的工艺流程，对养殖尾水进行生态化处理，实现循环利用或达标排放。

表 7.11-5 改进型、传统型三池两坝尾水处理工艺污染物去除标准当量

		单位建设面积污染物削减量			
		总磷污染负荷去除量 g/ (t*d) g/ (m2*d) g/ (m3*d)	氨氮污染负荷去除量 g/ (t*d) g/ (m2*d) g/ (m3*d)	总氮污染负荷去除量 g/ (t*d) g/ (m2*d) g/ (m3*d)	COD 污染负荷去除量 g/ (t*d) g/ (m2*d) g/ (m3*d)
改进型“三池两坝”	高效弹性介质过滤器	2-3.59	0.1-0.2	0.21-0.43	50-103
	生态净化塘	0.38-0.75	0.4-0.8	0.5-2.4	6-9.6
传统型“三池两坝”		0.19-0.38	0.2-0.4	0.25-1.2	3-4.8

改进型三池两坝尾水处理工艺则是在传统三池两坝的基础上，在工艺的中段结合高效弹性介质过滤器，同样利用物理和生物生态的方法，大大加强对养殖尾水进行生态化处理的效能。整体工艺处理后的尾水水质达到农业部《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T9101—2007) 中的标准或容纳水体接受标准。浓缩排泥水则可进行资源化循环利用，满足养殖尾水循环处理的资金需求。

综合考虑本次方案采用的传统型、改进型三池两坝尾水处理工艺的具体规格和参数，可得出其污染物去除标准当量数据，如下表所示。

(6) 一体化高效微生物污水处理设施

一体化高效微生物污水处理工艺是由多个连续的生化池串联组成，每个生化池均为由特殊菌群形成的三相流化生物反应器，内装有生物载体和高效微曝气装置通过曝气装置位置的设定和曝

气量的设置，池内可通过不同结构比例的厌氧、兼氧、好氧区，即形成 AA/O 的过程，可有效提高系统抗水流冲击负荷和有机物冲击负荷的能力。

设施采用了特殊的驯化多种属环境微生物菌群，污染物分解彻底，处理过程中无剩余污泥产生，防止了二次污染，降低了处理成本，污水经处理后各项水质指标均能达到或优于《国家污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。多个项目的设施进出水质监测数据表明设施对典型污染物如 SS、COD_{Cr}、TP、NH₃-N 和 TN 的平均去除率分别可达>80%、72%、66%、77%和 35%。

综合考虑本次方案采用的一体化高效微生物污水处理设施的具体规格和参数，基于以上实测数据，可计算得出其污染物去除标准当量数据，如下表所示。

表 7.11-6 一体化高效微生物污水处理设施污染物去除标准当量

	单位建设面积污染物削减量			
	总磷污染负荷去除量 g/(t*d)	氨氮污染负荷去除量 g/(t*d)	总氮污染负荷去除量 g/(t*d)	COD 污染负荷去除量 g/(t*d)
一体化高效微生物污水处理设施	1-2	13-27	7.5-15	95-190

7.11.2 工程方案污染物削减总量核算

如前面章节所述，方案以多种不同的灰绿结合的工程技术手段和工艺措施作为工具箱，根据就地实际情况组合工具，形成以问题为导向的工艺链。

基于每个管控分区的工艺组合和方案布置的工程量，以及每种工艺的污染物去除标准当量，可得出本次工程方案针对每个管控分区对主要污染物的削减总量，如下表所示，相关数据输入 TMDL 体系模型，关联工程方案削减主要污染物排放量和省控断面水质之间的动态响应关系，最终评估系统方案近期（2022-2025）和中远期（2025-）的整体目标可达性。

表 7.11-7 方案工艺组合主要污染物去除总量计算（黄坎桥断面所属管控分区）

管控分区编号	工艺组合	污染物削减总量(以 COD 计)	污染物削减总量(以氨氮计)	污染物削减总量(以总氮计)	污染物削减总量(以总磷计)
1	生态沟渠+沉淀塘+高效弹性介质过滤器 生态沟渠+水质通道+传统型三池两坝	2.610	0.642	1.228	0.335
2	生态沟渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝	3.724	0.559	1.708	0.465

3	生态沟渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝	2.522	0.538	1.029	0.280
4	生态沟渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	8.002	0.916	1.751	0.477
5	生态沟渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地+高效弹性介质过滤器	1.337	0.184	0.352	0.096
6	生态沟渠+水质通道	2.933	0.079	0.151	0.041
7	生态沟渠+水质通道	3.013	0.071	0.136	0.037
8	生态沟渠+水质通道	5.633	0.349	0.667	0.182
9	生态沟渠+水质通道	11.624	0.893	1.706	0.465
10	生态沟渠+水质通道	6.835	0.131	0.251	0.068
11	生态沟渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	7.064	0.798	1.525	0.416
12	生态沟渠+水质通道+改进型三池两坝	3.521	0.486	0.928	0.253
13	生态沟渠+水质通道+改进型三池两坝	1.906	0.263	0.502	0.137
14	一体化高效微生物污水处理设施	6.032	0.579	1.107	0.302
15	生态沟渠+水质通道	1.525	0.280	0.933	0.254
16	生态沟渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地+高效弹性介质过滤器	3.056	0.978	1.869	0.509
17	生态沟渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地+高效弹性介质过滤器	1.527	0.366	0.700	0.191
18	生态沟渠+水质通道	0.379	0.243	0.464	0.126
19	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	1.013	0.318	0.347	0.289
20	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	0.414	0.176	0.228	0.207
21	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器	1.448	0.200	0.382	0.104
22	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器 生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器+表流湿地	5.728	1.233	2.357	0.642
23	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	1.746	0.241	0.460	0.125
24	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	0.908	0.125	0.239	0.065
25	一体化高效微生物污水处理设施	3.351	0.462	0.883	0.241
26	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	4.517	0.623	1.191	0.324
27	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器 生态渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地	1.953	0.750	1.433	0.391
28	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	6.212	0.857	1.638	0.446
29	生态渠+水质通道+传统型三池两坝+高效弹性介质过滤器	4.711	0.650	1.242	0.338
30	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器+表流湿地	1.842	0.254	0.486	0.132
31	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	8.225	1.134	2.168	0.591
32	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	0.384	0.369	0.346	0.192

33	生态沟渠+水质通道	1.176	0.162	0.310	0.084
34	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝	2.247	0.310	0.592	0.161
35	生态渠+水质通道+高效弹性介质过滤器+高效生物滤池	0.274	0.192	0.219	0.274
36	生态沟渠+水质通道	0.261	0.179	0.343	0.093
37	生态沟渠	1.085	0.150	0.286	0.078
38	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	0.710	0.210	0.208	0.109
39	生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器	2.092	0.289	0.551	0.150
40	生态渠+水质通道+表流湿地+高效弹性介质过滤器	1.795	0.248	0.473	0.129
41	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	1.689	0.247	0.954	0.260
42	生态渠+水质通道+表流湿地+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	2.651	0.366	0.699	0.190
43	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	2.195	0.303	0.579	0.158
44	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	12.913	1.781	3.404	0.928
45	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+表流湿地	2.642	0.364	0.697	0.190
46	生态沟渠+水质通道	0.319	0.044	0.084	0.023
48	生态沟渠+水质通道	1.205	0.166	0.318	0.087
52	生态沟渠	0.999	0.138	0.263	0.072
53	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	2.566	0.354	0.676	0.184
54	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	1.283	0.177	0.338	0.092
55	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	1.281	0.410	0.784	0.214
56	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	0.544	0.348	0.666	0.181
57	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+高效弹性介质过滤器	0.805	0.386	0.738	0.201
58	生态渠+水质通道+改进型三池两坝	0.414	0.149	0.205	0.187
59	相关工程已在进行中，不列入本次方案	0	0	0	0.000
	合计 t/a	156.841	22.719	43.797	12.769
	折算 kg/d	430	62	120	35

表 7.11-8 方案工艺组合主要污染物去除总量计算（三青大桥断面所属管控分区）

管控分区编号	工艺组合	污染物削减总量量（以COD计）	污染物削减总量量（以氨氮计）	污染物削减总量量（以总氮计）	污染物削减总量量（以总磷计）
47	生态沟渠+水质通道 / 一体化高效微生物污水处理设施	102.28	8.41	21.75	4.334
49	生态沟渠+水质通道 / 一体化高效微生物污水处理设施	17.79	1.49	4.21	0.689
50	生态沟渠+水质通道 / 一体化高效微生物污水处理设施	15.51	1.55	5.47	0.598
51	生态渠+水质通道+改进型三池两坝+高效	6.61	1.62	2.62	0.901

	弹性介质过滤器				
60	无工程措施	0	0	0	0
	合计 t/a	855.800	117.414	234.616	65.132
	折算 kg/d	2345	322	643	178

7.11.3 近期（2022-2025）水质目标可达性分析

根据《清远市清新区农村生活污水治理攻坚行动方案（2021-2025年）》的文件精神，至2022年底，全区农村生活污水治理率力争达到56%以上，从2023年底到2025年底，全区农村生活污水治理率力争分别达到62%、65%、68%以上，以及积极推动农村生活污水治理各项体制机制建立完善，建立一套完善且高效的农村污水治理工作机制。

关于水产养殖污染治理的实施计划，《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》中提出有计划、有步骤、分阶段对养殖面积大于50亩的共233家养殖户实施标准化改造，2022年完成11家养殖面积大于200亩养殖户改造，2023年完成57家养殖面积大于100亩小于200亩养殖户改造，2025年完成全部养殖面积大于50亩的养殖户改造。漫水河流域内的水产养殖产业发达，总面积达61425亩，其中池塘面积54750亩，养殖鱼塘主要集中在清西片区，根据2020年统计数据，清西片（山塘镇、三坑镇、太平镇）养殖鱼塘面积50239.43亩，其中山塘镇20768亩，太平镇15174.43亩，三坑镇13775亩。《清新区渔业绿色循环发展试点工作方案》中计划在全区开展养殖鱼塘标准化改造，试点面积约为11200亩，重点是清西片区漫水河流域养殖场。通过开展试点，力争2025年，使清新区实现养殖尾水资源化循环利用和达标排放的池塘面积比例达到80%以上。

基于以上规划文件和调研资料，至2025年底，农村生活污水治理率按70%计算，水产养殖污染治理（养殖尾水处理）治理率按80%计算，农业面源污染控制率和清淤疏浚完成率均按50%计算，结合水文水动力水质耦合模型对治理后污染物总排放量进行基于水体水环境容量TMDL的核算，如下表所示。

表 7.11-9 方案近期（2022-2025）水质目标可达性分析（黄坎桥断面所属管控分区）

管控分区编号	现状入河污染物总量（t/a）				方案入河污染物总量（t/a）				入河污染物削减率（%）			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
1	5.435	0.775	1.898	0.535	2.939	0.138	0.696	0.209	0.46	0.82	0.63	0.61
2	6.672	0.780	2.105	0.737	3.066	0.231	0.412	0.283	0.54	0.70	0.80	0.62
3	4.365	0.701	1.681	0.481	1.916	0.169	0.679	0.208	0.56	0.76	0.60	0.57

4	15.62	2.524	7.157	0.718	7.920	1.672	5.623	0.251	0.49	0.34	0.21	0.65
5	2.841	0.375	1.092	0.163	1.565	0.199	0.769	0.070	0.45	0.47	0.30	0.57
6	7.398	1.248	3.466	0.372	4.644	1.216	3.447	0.344	0.37	0.03	0.01	0.08
7	6.164	1.177	3.242	0.258	3.277	1.150	3.230	0.230	0.47	0.02	0.00	0.11
8	14.04	2.630	7.246	0.614	8.741	2.373	6.843	0.449	0.38	0.10	0.06	0.27
9	26.10	3.773	10.51	1.768	15.05	2.995	9.155	1.355	0.42	0.21	0.13	0.23
10	11.66	1.767	5.160	0.522	5.013	1.701	5.106	0.472	0.57	0.04	0.01	0.10
11	11.90	1.819	5.025	0.743	5.026	1.062	3.640	0.341	0.58	0.42	0.28	0.54
12	7.984	1.583	3.665	0.893	4.641	1.141	2.846	0.665	0.42	0.28	0.22	0.25
13	5.097	0.709	1.950	0.353	3.319	0.464	1.505	0.225	0.35	0.35	0.23	0.36
14	10.69	1.735	4.484	0.335	4.845	1.202	3.512	0.035	0.55	0.31	0.22	0.90
15	3.933	0.407	1.147	0.321	2.504	0.133	0.223	0.070	0.36	0.67	0.81	0.78
16	4.938	1.207	2.617	0.669	1.957	0.238	0.777	0.166	0.60	0.80	0.70	0.75
17	2.612	0.503	1.181	0.287	1.129	0.142	0.500	0.100	0.57	0.72	0.58	0.65
18	1.378	0.347	0.616	0.314	1.039	0.109	0.158	0.195	0.25	0.69	0.74	0.38
19	1.386	0.516	0.720	0.521	0.388	0.205	0.388	0.241	0.72	0.60	0.46	0.54
20	0.606	0.293	0.372	0.302	0.200	0.122	0.150	0.099	0.67	0.58	0.60	0.67
21	2.907	0.491	1.215	0.272	1.516	0.303	0.867	0.174	0.48	0.38	0.29	0.36
22	8.948	1.573	3.666	1.010	3.349	0.354	1.362	0.383	0.63	0.78	0.63	0.62
23	3.069	0.458	1.094	0.338	1.376	0.226	0.659	0.221	0.55	0.51	0.40	0.35
24	2.821	0.402	1.140	0.161	1.989	0.287	0.937	0.100	0.29	0.28	0.18	0.38
25	7.222	1.153	3.203	0.397	4.026	0.718	2.412	0.163	0.44	0.38	0.25	0.59
26	5.968	1.499	3.050	0.977	1.509	0.911	1.933	0.679	0.75	0.39	0.37	0.31
27	3.540	0.846	1.572	0.729	1.651	0.100	0.144	0.352	0.53	0.88	0.91	0.52
28	18.899	2.892	7.207	1.830	13.195	2.117	5.792	1.440	0.30	0.27	0.20	0.21
29	14.411	2.062	5.362	1.247	10.087	1.468	4.284	0.945	0.30	0.29	0.20	0.24
30	18.235	2.402	7.116	1.022	17.049	2.234	6.886	0.925	0.07	0.07	0.03	0.09
31	11.844	1.813	4.516	1.147	3.764	0.705	2.442	0.579	0.68	0.61	0.46	0.50
32	1.375	0.412	0.681	0.364	1.030	0.045	0.349	0.179	0.25	0.89	0.49	0.51
33	3.441	0.381	0.962	0.156	2.356	0.228	0.678	0.074	0.32	0.40	0.30	0.52
34	3.723	0.812	1.599	0.643	1.535	0.522	1.047	0.501	0.59	0.36	0.35	0.22
35	0.569	0.352	0.398	0.381	0.306	0.166	0.186	0.111	0.46	0.53	0.53	0.71
36	0.525	0.306	0.352	0.331	0.274	0.132	0.010	0.247	0.48	0.57	0.97	0.25
37	2.450	0.443	0.550	0.362	1.419	0.305	0.275	0.295	0.42	0.31	0.50	0.18
38	1.456	0.301	0.386	0.265	0.775	0.095	0.186	0.162	0.47	0.69	0.52	0.39
39	3.068	0.455	1.162	0.280	1.015	0.173	0.635	0.135	0.67	0.62	0.45	0.52
40	2.859	0.426	1.016	0.315	1.107	0.186	0.565	0.194	0.61	0.56	0.44	0.39
41	3.110	0.495	1.086	0.416	1.478	0.258	0.138	0.162	0.52	0.48	0.87	0.61
42	3.115	0.518	1.275	0.298	0.482	0.158	0.599	0.112	0.85	0.69	0.53	0.62
43	3.096	0.597	1.347	0.378	0.937	0.306	0.799	0.229	0.70	0.49	0.41	0.39
44	28.548	4.066	11.204	1.967	16.261	2.376	8.111	1.081	0.43	0.42	0.28	0.45
45	2.896	0.472	1.155	0.286	0.264	0.112	0.477	0.100	0.91	0.76	0.59	0.65
46	6.699	0.879	2.040	0.411	6.635	0.868	2.034	0.404	0.01	0.01	0.00	0.02
48	5.030	0.554	1.711	0.265	3.978	0.403	1.449	0.186	0.21	0.27	0.15	0.30
52	3.477	0.692	1.790	0.229	2.577	0.576	1.588	0.163	0.26	0.17	0.11	0.29

53	2.663	0.514	1.040	0.443	0.101	0.166	0.378	0.269	0.96	0.68	0.64	0.39
54	1.566	0.408	0.806	0.279	0.295	0.241	0.487	0.194	0.81	0.41	0.40	0.30
55	2.627	0.612	1.120	0.541	1.400	0.210	0.350	0.341	0.47	0.66	0.69	0.37
56	1.460	0.429	0.746	0.351	0.953	0.083	0.083	0.177	0.35	0.81	0.89	0.50
57	2.071	0.480	1.022	0.297	1.317	0.097	0.295	0.100	0.36	0.80	0.71	0.66
58	0.622	0.289	0.357	0.310	0.216	0.145	0.158	0.128	0.65	0.50	0.56	0.59
59	0.735	0.311	0.396	0.332	0.691	0.292	0.372	0.312	0.06	0.06	0.06	0.06
合计 t/a	335.85	55.66	138.67	29.94	186.10	34.23	98.63	17.82	44.6 %	38.5 %	28.9 %	40.5 %
折算 kg/d	920	152	380	82	510	94	270	49				

表 7.11-10 方案近期（2022-2025）水质目标可达性分析（三青大桥断面所属管控分区）

管控 分区 编号	现状入河污染物总量（t/a）				方案入河污染物总量（t/a）				入河污染物削减率（%）			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
47	158.79	15.81	51.87	7.596	64.770	9.957	38.997	4.099	0.59	0.37	0.25	0.46
49	27.188	3.761	11.016	1.327	14.414	2.759	8.745	0.825	0.47	0.27	0.21	0.38
50	24.711	3.268	9.457	1.403	15.880	2.219	6.078	1.088	0.36	0.32	0.36	0.22
51	12.608	1.744	4.133	1.463	7.852	0.908	2.359	0.852	0.38	0.48	0.43	0.42
60	16.564	1.175	4.145	0.957	16.564	1.175	4.145	0.957	0.00	0.00	0.00	0.00
合计 t/a	239.86	25.76	80.62	12.75	119.48	17.02	60.32	7.82	50.2%	33.9%	25.2%	38.6%
折算 kg/d	657	71	221	35	327	47	165	21				

根据上述工程方案的实施率和治理率计算，从模型结果可知：

三青大桥断面治理后主要污染物（分别以 COD、氨氮、总氮、总磷计）排放总量为 327 kg/日、47 kg/日、165 kg/日、21 kg/日，总削减率分别为 50.2%、33.9%、25.2%、38.6%，均满足近期（2022-2025）三青大桥断面达到水质目标（地表 II 类水）所需的污染物削减率，分别为 38.18%、31.15%、23.75%、34.62%；

黄坎桥大桥断面治理后主要污染物（分别以 COD、氨氮、总氮、总磷计）排放总量为 510 kg/日、94 kg/日、270 kg/日、49 kg/日，总削减率分别为 44.6%、38.5%、28.9%、40.5%，均满足近期（2022-2025）黄坎桥断面水质目标（地表 IV 类水）所需的削减率，分别为 44.27%、34.66%、28.74%、35.86%

以上模型计算结果得出方案的主要污染物削减率可满足漫水河流域水体水环境容量 TMDL 的计算上限要求（即省考断面水质目标上限要求），证明本工程方案的近期（2022-2025）水质目标可达。

下图为方案的近期（2022-2025）水质目标可达性分析路线图。

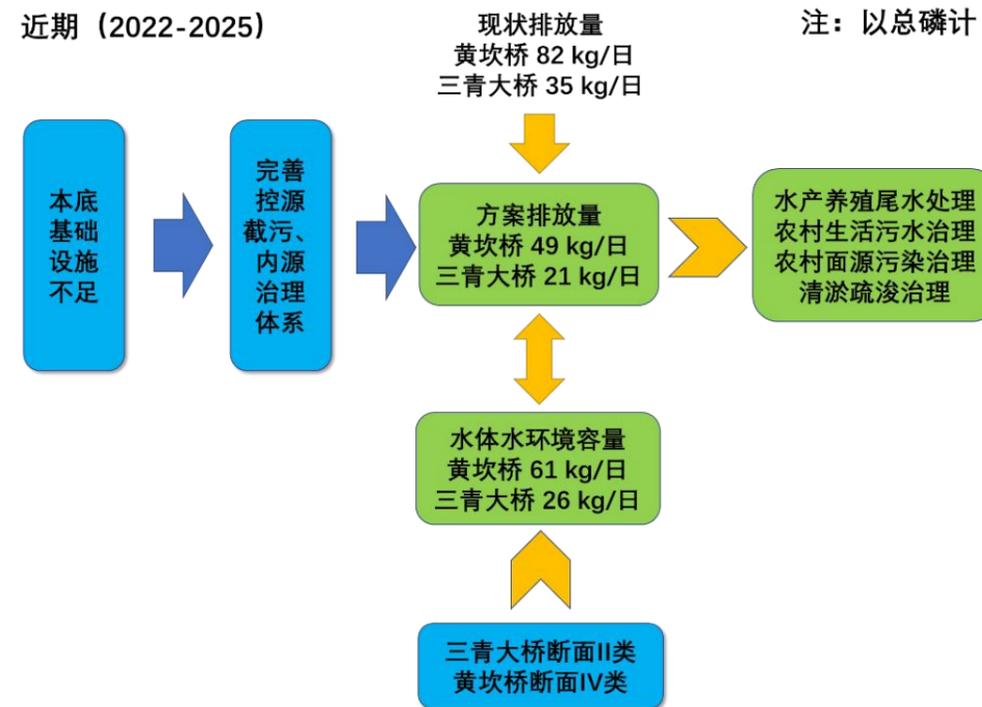


图 7.8-1 方案近期（2022-2025）水质目标可达性分析路线图

7.11.4 中远期（2025-）水质目标可达性分析

在稳定实现三青大桥断面和黄坎桥断面近期（2022-2025）水质目标后，中远期有必要对漫水河流域范围内的生态岸线进行优化提升，对流域内的城镇区域进行海绵城市建设改造，削减面源污染，大幅度削减污水直排及合流制溢流，且对目前区域内的现状污水处理厂进行提标改造，可进一步提升漫水河流域内水体的自净能力，提升水环境容量。

中远期（2025-）需继续加强控源截污、面源污染治理等工程措施。在此阶段，农村生活污水和水产养殖污染治理（养殖尾水处理）的实施率均按本次方案的95%计算，农业面源污染控制率和清淤疏浚完成率均按本次方案的80%计算。结合水文水动力水质耦合模型对治理后污染物总排放量进行基于水体水环境容量 TMDL 的核算，如下表所示。

表 7.11-11 方案中远期（2025-）水质目标可达性分析（黄坎桥断面所属管控分区）

管控分区编号	现状入河污染物总量 (t/a)				方案入河污染物总量 (t/a)				入河污染物削减率 (%)			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
1	5.435	0.775	1.898	0.535	2.826	0.132	0.670	0.201	0.48	0.83	0.65	0.63
2	6.672	0.780	2.105	0.737	2.948	0.222	0.397	0.272	0.56	0.72	0.81	0.63

3	4.365	0.701	1.681	0.481	1.843	0.163	0.653	0.200	0.58	0.77	0.61	0.58
4	15.617	2.524	7.157	0.718	7.615	1.608	5.406	0.241	0.51	0.36	0.24	0.66
5	2.841	0.375	1.092	0.163	1.505	0.191	0.740	0.067	0.47	0.49	0.32	0.59
6	7.398	1.248	3.466	0.372	4.466	1.169	3.315	0.331	0.40	0.06	0.04	0.11
7	6.164	1.177	3.242	0.258	3.151	1.106	3.106	0.221	0.49	0.06	0.04	0.14
8	14.037	2.630	7.246	0.614	8.404	2.282	6.580	0.432	0.40	0.13	0.09	0.30
9	26.099	3.773	10.509	1.768	14.475	2.880	8.802	1.303	0.45	0.24	0.16	0.26
10	11.655	1.767	5.160	0.522	4.820	1.636	4.909	0.454	0.59	0.07	0.05	0.13
11	11.897	1.819	5.025	0.743	4.833	1.022	3.500	0.328	0.59	0.44	0.30	0.56
12	7.984	1.583	3.665	0.893	4.463	1.097	2.736	0.640	0.44	0.31	0.25	0.28
13	5.097	0.709	1.950	0.353	3.191	0.446	1.448	0.216	0.37	0.37	0.26	0.39
14	10.691	1.735	4.484	0.335	4.659	1.156	3.377	0.033	0.56	0.33	0.25	0.90
15	3.933	0.407	1.147	0.321	2.408	0.128	0.215	0.067	0.39	0.69	0.81	0.79
16	4.938	1.207	2.617	0.669	1.882	0.229	0.748	0.160	0.62	0.81	0.71	0.76
17	2.612	0.503	1.181	0.287	1.085	0.136	0.481	0.096	0.58	0.73	0.59	0.67
18	1.378	0.347	0.616	0.314	0.999	0.105	0.152	0.187	0.28	0.70	0.75	0.40
19	1.386	0.516	0.720	0.521	0.373	0.197	0.373	0.231	0.73	0.62	0.48	0.56
20	0.606	0.293	0.372	0.302	0.192	0.117	0.144	0.095	0.68	0.60	0.61	0.69
21	2.907	0.491	1.215	0.272	1.458	0.291	0.833	0.168	0.50	0.41	0.31	0.38
22	8.948	1.573	3.666	1.010	3.220	0.340	1.309	0.368	0.64	0.78	0.64	0.64
23	3.069	0.458	1.094	0.338	1.323	0.218	0.634	0.212	0.57	0.53	0.42	0.37
24	2.821	0.402	1.140	0.161	1.913	0.276	0.901	0.096	0.32	0.31	0.21	0.41
25	7.222	1.153	3.203	0.397	3.871	0.691	2.319	0.157	0.46	0.40	0.28	0.61
26	5.968	1.499	3.050	0.977	1.451	0.876	1.859	0.652	0.76	0.42	0.39	0.33
27	3.540	0.846	1.572	0.729	1.587	0.096	0.138	0.338	0.55	0.89	0.91	0.54
28	18.899	2.892	7.207	1.830	12.687	2.036	5.569	1.384	0.33	0.30	0.23	0.24
29	14.411	2.062	5.362	1.247	9.699	1.412	4.120	0.909	0.33	0.32	0.23	0.27
30	18.235	2.402	7.106	1.022	16.394	2.148	6.621	0.890	0.10	0.11	0.07	0.13
31	11.844	1.813	4.516	1.147	3.619	0.678	2.348	0.556	0.69	0.63	0.48	0.52
32	1.375	0.412	0.681	0.364	0.990	0.043	0.335	0.172	0.28	0.90	0.51	0.53
33	3.441	0.381	0.962	0.156	2.265	0.219	0.652	0.071	0.34	0.43	0.32	0.54
34	3.723	0.812	1.599	0.643	1.476	0.502	1.007	0.482	0.60	0.38	0.37	0.25
35	0.569	0.352	0.398	0.381	0.295	0.160	0.179	0.107	0.48	0.55	0.55	0.72
36	0.525	0.306	0.352	0.331	0.263	0.127	0.009	0.238	0.50	0.59	0.97	0.28
37	2.450	0.443	0.550	0.362	1.364	0.294	0.264	0.284	0.44	0.34	0.52	0.22
38	1.456	0.301	0.386	0.265	0.746	0.091	0.179	0.155	0.49	0.70	0.54	0.41
39	3.068	0.455	1.162	0.280	0.976	0.166	0.611	0.130	0.68	0.63	0.47	0.54
40	2.859	0.426	1.016	0.315	1.064	0.179	0.543	0.186	0.63	0.58	0.47	0.41

41	3.110	0.495	1.086	0.416	1.422	0.248	0.133	0.156	0.54	0.50	0.88	0.62
42	3.115	0.518	1.275	0.298	0.463	0.152	0.576	0.108	0.85	0.71	0.55	0.64
43	3.096	0.597	1.347	0.378	0.901	0.294	0.768	0.220	0.71	0.51	0.43	0.42
44	28.548	4.066	11.204	1.967	15.636	2.285	7.799	1.039	0.45	0.44	0.30	0.47
45	2.896	0.472	1.155	0.286	0.254	0.107	0.459	0.096	0.91	0.77	0.60	0.66
46	6.699	0.879	2.040	0.411	6.380	0.835	1.955	0.388	0.05	0.05	0.04	0.06
48	5.030	0.554	1.711	0.265	3.825	0.388	1.393	0.178	0.24	0.30	0.19	0.33
52	3.477	0.692	1.790	0.229	2.478	0.554	1.527	0.157	0.29	0.20	0.15	0.31
53	2.663	0.514	1.040	0.443	0.097	0.160	0.364	0.259	0.96	0.69	0.65	0.42
54	1.566	0.408	0.806	0.279	0.284	0.231	0.468	0.187	0.82	0.43	0.42	0.33
55	2.627	0.612	1.120	0.541	1.346	0.201	0.337	0.328	0.49	0.67	0.70	0.39
56	1.460	0.429	0.746	0.351	0.916	0.080	0.080	0.170	0.37	0.81	0.89	0.52
57	2.071	0.480	1.022	0.297	1.267	0.094	0.283	0.096	0.39	0.80	0.72	0.68
58	0.622	0.289	0.357	0.310	0.208	0.140	0.151	0.123	0.67	0.52	0.58	0.60
59	0.735	0.311	0.396	0.332	0.735	0.311	0.396	0.332	0.00	0.00	0.00	0.00
合计 t/a	335.85	55.66	138.67	29.94	179.01	32.94	94.87	17.17				
折算 kg/d	920	152	380	82	490	90	260	47	46.7%	40.8%	31.6%	42.7%

表 7.11-12 方案中远期（2025-）水质目标可达性分析（三青大桥断面所属管控分区）

管控分区编号	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
47	158.79	15.81	51.87	7.596	56.51	7.401	30.12	3.262	0.64	0.53	0.42	0.57
49	27.19	3.761	11.02	1.327	9.398	2.271	6.806	0.638	0.65	0.40	0.38	0.52
50	24.71	3.268	9.457	1.403	9.201	1.718	3.987	0.805	0.63	0.47	0.58	0.43
51	12.61	1.744	4.133	1.463	5.998	0.546	1.513	0.562	0.52	0.69	0.63	0.62
60	16.56	1.175	4.145	0.957	16.56	1.175	4.145	0.957	0.00	0.00	0.00	0.00
合计 t/a	239.86	25.76	80.62	12.75	97.67	13.11	46.57	6.22				
折算 kg/d	657	71	221	35	268	36	128	17	59.3%	49.1%	42.2%	51.2%

基于在近期（2022-2025）稳定实现三青大桥断面和黄坎桥断面水质目标后，并通过有计划实施一系列中远期（2025-）的巩固和加强治理措施，从模型结果可知：

三青大桥断面治理后主要污染物（分别以 COD、氨氮、总氮、总磷计）排放总量为 268 kg/日、36 kg/日、128 kg/日、17 kg/日，总削减率分别为 59.3%、49.1%、42.2%、51.2%，均满足远期（2025-）三青大桥断面达到水质目标（地表 II 类水）所需的污染物削减率，分别为 38.18%、31.15%、23.75%、34.62%；

黄坎桥大桥断面治理后主要污染物（分别以 COD、氨氮、总氮、总磷计）排放总量为 490 kg/日、90 kg/日、260 kg/日、47 kg/日，总削减率分别为 46.7%、40.8%、31.6%、42.7%，均满足远期（2025-）黄坎桥断面水质目标（地表 IV 类水）所需的削减率，分别为 44.27%、34.66%、28.74%、35.86%

以上模型计算结果得出方案的主要污染物削减率可满足漫水河流域水体水环境容量 TMDL 的计算上限要求（即省考断面水质目标上限要求），证明本工程方案的中远期（2025-）水质目标可达。

下图为方案的中远期（2025-）水质目标可达性分析路线图。

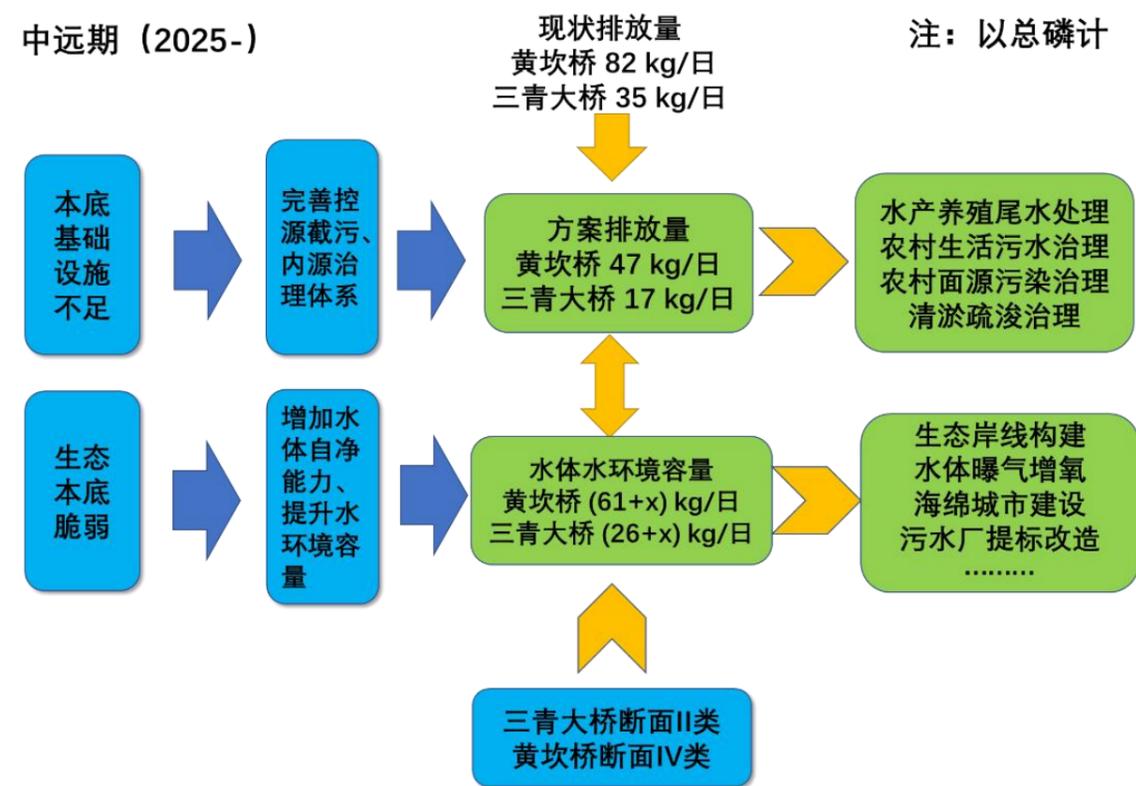


图 7.11-2 方案中远期（2025-）水质目标可达性分析路线图

第八章 保修期及移交后运维方案

8.1 背景与现状问题

8.1.1 EPC 模式高度符合国家政策文件要求

2005 年年底国务院发布的《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39 号），要求“推行污染治理工程的设计、施工和运维一体化模式，鼓励排污单位委托专业化公司承担污染治理或设施运维”。

《关于加快发展节能环保产业的意见》（国发〔2013〕30 号）、《关于加快发展生产性服务业促进产业结构调整升级的指导意见》（国发〔2014〕26 号）中均提到了要在环保领域鼓励发展包括系统设计、设备成套、工程施工、调试运行、维护管理在内的环保服务总承包。在上述政策的引导下，设计、施工一体化总承包模式（EPC）开始在国内大量运用。

2017 年住房和城乡建设部在《实施城市更新行动中防止大拆大建问题的通知》中提出“探索可持续更新模式”，鼓励推动由“开发方式”向“经营模式”转变。

因此，漫水河流域水环境治理采用了一些新工艺、新技术，在管理上采用了一些新概念、新方法，为了保证治理效果，该项目建议采取 EPC 的模式，进行绩效考核。

8.1.2 建立长效需求，避免 EPC 与使用脱节

所谓 EPC 模式，是设计、采购、建设全过程无缝衔接的服务，通过 EPC 模式实现设计施工一体化，提高项目的建设效率，降低全生命周期内的成本。在强调运维属性领域的项目上，需要在项目建设阶段同步考虑运维，故在城市污水治理、水环境治理、市政管网等领域的建设项目中越来越多地采用 EPC 模式。

在此思维模式引导下，多数水环境项目指的并非真正的经营性运维，而是运维。即如何在建设开发设计周期之后，能够有效维护好已建成的产品，而不是运维好所设计的产品。

对运维的定义有着本质化的不同理解，也就导致传统模式下，政府投资项目的规划建设和运维基本都是脱节的，一般都是在项目建成后再委托第三方运维平台或运维公司来进行运作。一旦水环境项目从最初的规划建设，就没有考虑过最终的运维结果需求，也缺乏对产业和使用者的精准预判和研判，而是贸然以传统大建设思维，启动规划设计与建设，最后再去考虑运维，最终必然导致了大量已开工甚至建设完的工程，无法可持续运转，更谈不上有效支撑运维数据，其结果不言而喻。

8.1.3 运维缺位容易导致 EPC 项目缺乏责任制约

由于对运维的需求不够明确，缺少运维提资，对于项目打造总成本与未来收益的构成比例没有整体概念，前端设计单位、规划建设部门以及后端运维方，谁都不会认为自身需要站在投资方、业主角度，考量由具体哪一方负责最终运维数据，同时任何一方也不能对运维决策和最终运维数据负责。

这样的情况造成的结果就是：由于没有具体的责任制约，参与方也就无需为其所拥有的权利负责，整体投资收益缺少有效管理，最后导致 EPC 项目落地困难、运维脱节、成本增加、设计与使用者需求不符、整体规划完全无法根据运维需求进行调整、建成后运维不畅收益乏力、资金断档等一系列问题，导致项目最终的失败。

因此，落实运维前置，将运维思维整体贯穿到规划、设计、建设全生命周期，将运维库提前置入到水环境治理项目中，让水环境项目在建设后具有可持续运转能力。

8.1.4 实际案例提供的技术和思路参考

表 8.1-1 通过公开渠道检索到的部分典型水环境治理 EPC 项目

序号	项目名称	采购主体	采购方式	是否接受联合体招标	资金来源
1	汕头市龙湖区鸥汀片区水环境综合整治工程 EPC 总承包	汕头市龙湖区水务局	公开招标	接受	财政资金
2	广州市石门湖水库水环境修复治理一期工程的设计采购施工一体化（EPC）	广州市天河区水务设施建设中心	公开招标	接受	财政资金
3	海丰县黄江河水环境污染控制与治理工程（生态修复及景观提升部分）（EPC）设计采购施工总承包	海丰县水利建设管理中心	公开招标	接受	财政资金
4	江西省九江市德安县蒲亭镇水环境综合治理项目 EPC 总承包	德安县市政工程有限公司	公开招标	接受	上级专项资金和自筹资金
5	江苏省洪泽湖农场水环境综合治理（EPC）项目	江苏省洪泽湖农场集团有限公司	公开招标	接受	自筹资金+集团补助

从表 1 典型案例来看，国内水环境治理 EPCO 项目的主要特点如下：

(1) 项目资金来源以财政资金为主（包括上级专项补助资金等）、企业自筹为辅。

(2) 关于总承包合同中是否已包含运维条款的问题，从上述几个项目的招标文件来看，业主方通常要求承包人在设计施工承包合同之外，另行签订运维维护合同。

(3) 从运维期限来看，不同项目之间跨度差异也比较大。笔者检索到运维期最短的为 1 年，运维期最长的为 30 年。

表 8.3-1 项目工程保修期内容

项目	保修期内容
养殖尾水处理工程	设施运行维护
	定期水质检查
农村污水处理工程	设施运行维护
	定期水质检查
生态渠道与湿地工程	生态渠道和湿地清淤
	生态渠道和湿地植被修剪
智慧平台建设工程	监测数据收集与录入
	在线监测设施维护
	平台升级维护

8.2 漫水河流域水环境项目 EPC 思路

考虑到该项目投资约 2.47 亿元，主要针对区域养殖尾水、农村生活污水、河道水环境提标等内容开展治理工作，涉及养殖水面较大、养殖户数量偏多、乡镇村落多且分散、用地紧张等问题，在工程建设之后水环境处理设施的正常有效运转是决定考核断面水质达标的关键。建设之后如缺乏长效管理，会导致水环境处理设施缺乏养护而降低效率或失能，导致前期治理的努力白费。传统的运维模式都是由使用者或得益者付费，如自来水、污水处理费等，但水环境治理，特别是鱼塘尾水处理要养殖户或政府付费运维非常困难，所以必须创造出一种新的，可持续运维的模式。

根据初步调研，鱼塘尾水污染源主要是饲料残余、鱼的粪便，微生物聚合体等形成的有机固体颗粒，大部分在 20-50 微米，及其在水中溶解形成的氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐和其它无机物。这些颗粒状污染物通过物理过滤和脱水干化后可以作为高质量、高价值的农业有机肥（800 - 1000 元/吨），有广阔的市场。因此运维单位可以利用有机肥的销售利润维持运维。另外漫水河流域有些河道属于山区河流，底泥中含有大量的沙，粉粒和粘粒。河沙是宝贵的建筑材料，粉粒和粘粒是制造免烧砖和种植土的原料，所以河道清淤的底泥可以采用本报告中提出的 4R 技术，变废为宝，支持运维。因此，**本次建设方案的设计施工总承包，建议以尾水处理、底泥资源化利用为导向，建立一条绿色产业链，形成资源化中心，变废料为资产，形成后期运维资金。**

8.3 工程保修期内容

本项目工程包含养殖尾水处理工程、农村生活污水处理工程、人工湿地工程和生态渠道工程和智慧流域信息管理与服务平台建设工程。

根据项目的实施进度，为保障项目阶段性治理效果。项目所有子项目工程通过验收且河道管控断面水质经过第三方检查达标后，进入项目工程保修期。工程保修期为三年，由项目承包人负责保修服务，服务内容如表所示。

8.4 移交后运维内容

项目保修期满三年，河道管控断面水质经第三方检测达标后，项目应移交给相应部门进行运维管理。

移交后运维板块主要有以下内容：连片鱼塘尾水集中处理设施运维、分散鱼塘尾水移动处理设施运维、鱼塘尾水零排放生物处理设施运维、农村生活污水一体化处理设施运维、排口处理设施运维、河道底泥清淤、高效生物滤池运维、人工湿地工程运维、生态传输系统工程运维、智慧流域信息管理与服务平台与监测设施维护、定期水质检测和日常人工管理维等。

主要设备运行技术：

8.4.1 高效弹性介质过滤器

(一) 设备简介

高效弹性介质过滤器是一种满足水处理应急的新型低成本水处理过滤装置，能够根据进水理化特性（水量、污染物含量）调节运行工况，以处理不同受污染水体进水情况，可应用于污水处理厂尾水的深度处理、雨污合流系统溢流污水处理、工业废水处理、一级污水处理、雨水处理及河道水质处理等。



1) 弹性介质

- 直径为 1.5 英寸 (38.25mm) 的人造纤维球
- 孔隙率 80%~85%
- 耐高温和腐蚀

2) 主要优势

- 易于反冲洗且处理效率高，介质利用空气冲刷来进行反冲洗，在反冲洗期间，空压机从底部送风搅动介质，污水可以继续进入过滤器，因此整个处理过程可以不中断
- 设备高效的处理能力使得相同处理量下设备所需空间更小，有效节省土地空间，可灵活应用

3) 介质的效率及使用寿命

- 过滤 > 4μm 的颗粒
- 每立方英尺的滤料可以存储 1.2 磅的颗粒 1.2lbs solids / cu. ft
- 滤床深度 30 英寸 (762mm)
- 0% ~ 40% 压实度
- 10 年以上的使用寿命
- 单位面积过滤 40~60m³ / m². h, 过滤精度 5 微米，可以截除水体中大部分污染物。

(二) 控制流程:

控制内容如下:

1. 实现整个过程的自动控制，在进水回路，出水回路入反冲洗回路均采用了电控阀，弹性过滤器底部加装带数字输出的压力表。

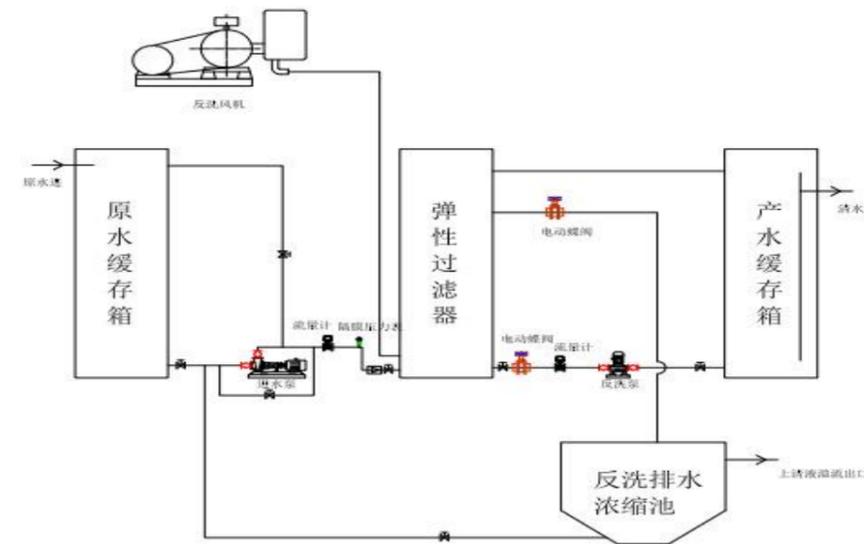
2. 工作流程:

(1) 过滤过程: 升降机降至低位，弹性介质处于压实状态，进水回路电动蝶阀打开，启动原水进水泵 (潜水排污泵)，出水回路电动蝶阀打开，原水经过滤器过滤后，从出水回路流入清水桶。

(2) 随着过滤时间的延续，过滤筒内的压力也逐步提高，当压力达到规定值 (暂定为 100KPa, 可调)，启动反冲洗过程。

(3) 反冲洗过程: 首先关闭进水泵，再关闭进水和出水电动蝶阀，升降机提升到上极限位，打开反冲洗回路的电动球阀，启动反冲先水泵 (管道泵)，同时启动鼓风机，打开气路球阀，进行反冲洗，反冲洗需采用时间控制，当时间达到规定值 (5~8min, 可调) 时，反冲洗结束，转换到过滤过程。

3. 采用 PLC+触摸屏控制



8.4.2 一体化高效微生物污水处理设备

(一) 设备简介

高效微生物智能污水处理系统专门针对农村地区而开发的一种小型埋地一体化污水处理设

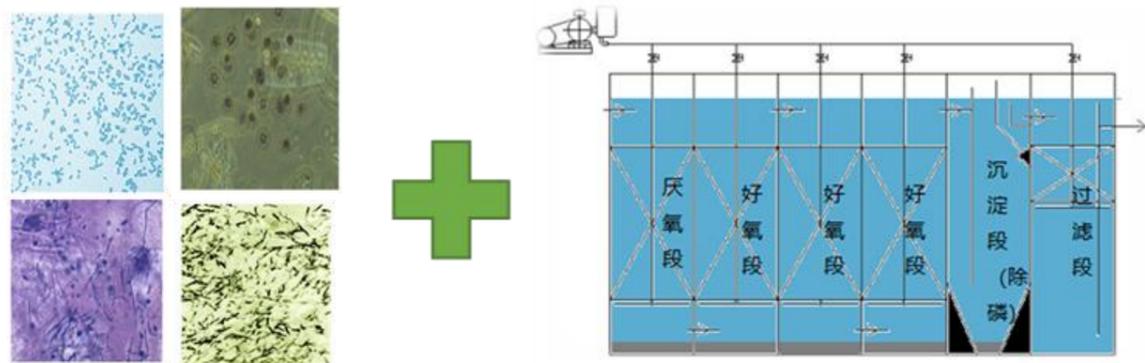
备。罐体采用优质改性高密度 HDPE 材料吹塑一体成型，无添加再生料，具有经济环保、结构强度高、使用寿命长、抗寒性能好等特点，设备单罐容积有 1.5m³、3.5m³（内部四分格设计），可以根据客户需求自由组合配置。



高效微生物智能污水处理系统

高效微生物智能污水处理工艺（bio-augmentation）是将高效微生物降解技术结合多级生物膜法工艺对农村污水进行强化处理，系统耐负荷冲击力强，运行稳定，出水水质优良，污水经处理后各项水质指标均能达到或优于《国家污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准。

该系统通过投加高效微生物菌种，结合罐体内部的多次分格结构，使得处理的工艺流程延长，水中污染物的碳化和硝化过程在此空间内呈线性分布。随着污水的在资源罐内长期流径，高效微生物菌种在各分格内部逐渐繁殖，对水中的污染物被逐级降解，随着时间的延长，前端的剩余污泥慢慢脱落，随着水流进入后端的分格内，作为有机碳源被后端的微生物逐渐分解，最终出水清澈。

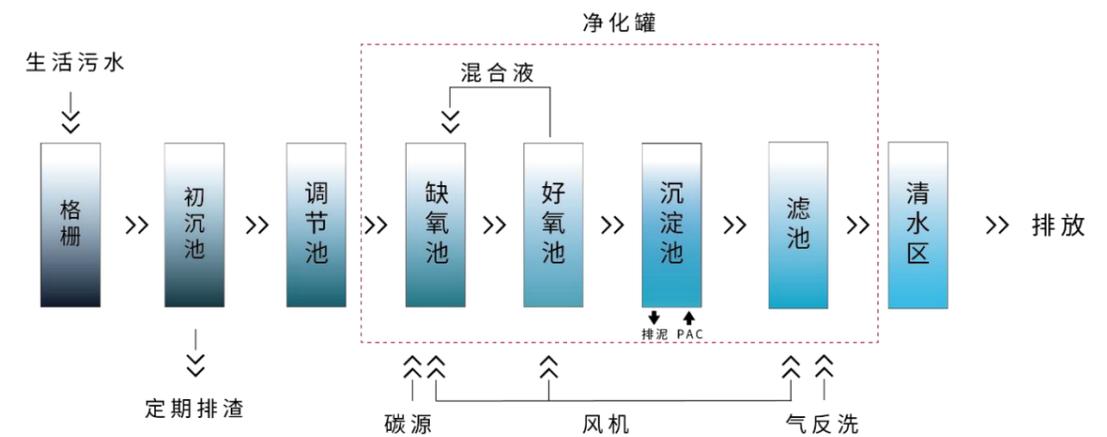


微生物降解

多段式生物膜法

高效微生物智能污水处理系统

(二) 工艺流程



(三) 进出水水质标准

进 水 水 质 : $CO D \leq 250mg/L$, $NH_3-N \leq 25mg/L$, $TP \leq 3mg/L$

出水标准 : 达到广东省《农村生活污水处理排放标准》（DB44/2208- 2019

）一级排放标准, 国标一级 A 标准排放处理规模按 0.7 系数。

(四) 设备调试

1) 设备调试

- 1、设备外观无损伤，油漆防腐完整，无破坏现象
- 2、设备完成，内部设施无缺失
- 3、设备是否已按设计图纸准确摆放
- 4、设备基础平整，设备无倾斜现象
- 5、设备是否已全部安装完成，具备通水的条件
- 6、电源是否已到主控制电柜并能稳定提供
- 7、各设备是否已按图纸要求进行接线并做好标识
- 8、设备是否已完成良好可靠的接地
- 9、设备的进、出水管是否已完成安装，并安装好流量计，且均工作正常
- 10、水泵前安装过滤装置，后装止回阀、阀门且安装规范
- 11、各管道是否已按设计要求完成连接并且管径大小、走向正确
- 12、设备调试与试运行的药品药剂是否已准备充足

2) 系统启动前的准备工作

步骤	内容描述	操作方法	注意事项
1	检查总电源电缆是否接好	接好总电源电缆	
2	检查控制箱内所有旋钮是否在手动档位	手动旋转至手动档位	
3	检查控制箱急停按钮是否复位	复位急停按钮	
4	检查潜污泵水力提升设备是否就位准确	将潜污泵或离心泵就位	
5	检查水泵电缆线是否接好	接好电缆	
6	检查水泵进出管道及阀门是否接好	接入进水管及打开阀门	
7	检查各池内是否有异物(如树枝、树叶、丝带等)	手动清理异物	
8	点动运行风机,检查电机旋转方向是否与标签转向一致	调整总进线电缆三相线顺序	
9	检查各仪表是否正常显示	按说明书进行调整	

3) 设备通水检查

对罐体内部检查。由于农村污水净化罐采用 PE 材质，内部分有多个功能反应区，功能区之间通过焊接连接。在首次通水过程中需从设备上端加水，均匀对各区域加入同样的水，避免出现从一个功能区高水位自流到下一个功能区。在上端加水过程中需观察各焊接处是否存在漏水现象，充水按照要求一般分三次完成，即 1/3、1/3、1/3 加水，每充水 1/3 后，暂停 20 分钟，检查液面变动及罐体的渗漏和耐压情况如有漏水马上停止加水，对漏水焊接点进行补焊。加水试验的另一个作用是按设计水位高程要求，检查水路是否畅通，保证正常运行后满水量自流和安全超越功能，防止出现冒水和跑水现象。

对罐体外部检查。在对罐体采用观察口加水至设备能正常出水后，启动集水井水泵抽水，观察各连接法兰与管道接口是否存在漏水现象，如有漏水情况马上进行修复。待管道部分检查完成后，检查罐体是否存在漏水现象，如有需对罐体进行修复，如无连续运行 3 天后，再次确认，均无出现漏水现象可对埋设备进行回填。

曝气管道检查。对罐体加满水后，检查各罐体内部各功能区域的曝气阀门是否在打

开的状态，确认处于打开状态后，启动曝气风机，检查各管路是否存在漏气现象，通过阀门调节各个罐体内部曝气的均匀性，检查内部填料在曝气过程中是否存在松动现象。

水泵运转。根据设备的处理规模在显示屏中调整水泵的启停时间，单次启动水泵后，水泵提升的污水量，利用流量计的累计流量增加值，计算出当天水泵的启停次数。在确保能满足现场需求的情况下，需做到多进少次的原则，正常次数为一小时二次的原则。

设定方法例如为：在 30 分钟内，水泵需运行 3 分 10 秒，则在提升泵运行时间内设备为 3 分 10 秒，在提升泵停止时间设定为 26 分 50 秒。回流泵或气提阀设置原理相同。

(五) 设备启动生化系统调试

污泥培养驯化的方法有自然培养及接种培养，为节省种泥费用及运输费用，拟采用自然培养方法

1) 培养前的准备工作

- (1) 各管道已建成，并经清除建筑垃圾，试验证明无渗漏，罐体无下沉位移。
- (2) 电器、机械、管路等全部设备建成并经单机试车、联动试车正常。最后按有关规程(说明书)验收合格。
- (3) 根据日后运行管理需要，进行最基本的常规化验测试，如 pH、水温、COD、DOD、生物相等，用以指导活性污泥的培养过程和日常运行。
- (4) 基础数据的调查摸底，包括污水流量昼夜变化情况，水质(pH、水温、COD、BOD5/CODCr、含氮、含磷、有毒物质等)及其变化情况，各种设施和设备技术参数。
- (5) 根据处理水质状况备足必需的营养物(碳源、氮源、磷源)，以备缺什么补什么。
- (6) 操作人员应熟悉整个系统的管道布置的情况，了解污泥培养的基本过程和控制要求。
- (7) 人员到位，自然培养和驯化后一般应使系统连续运行。
- (8) 编制必要的化验和运转的原始记录报表以及初步的建章立制。从培菌开始，逐步建立较规范的组织和管理模式，确保启动与正式运行的有序进行。

2) 自然培养

自然培养法是利用废水本身带有的少量微生物和有机物，通过人工强化的方法，使污水中微生物的量逐步繁殖，达到去除有机物和营养物质的培养方法。

(1) 开启进水泵进水，待贮满后停止进水。注意，当污水液位淹没曝气装置后，适当开启鼓风机，随着液位的升高适当加大鼓风量，进行闷曝。

(2) 24h 后重新开始进水，换掉罐体内约 1/4 的水，继续闷曝。

(3) 之后每隔 24h，罐体内污更换量逐渐加大，依次为 1/3，1/2，3/4 直至到按设计处理量连续进水。

(4) 由于培养初期污泥浓度较低，罐体内积累的污泥也较少，回流量也要少一些，此后随着污泥量的增多，回流污泥量也要相应增加。当污泥浓度达到工艺所需的浓度（3 mg/L）后，即可开始正常运行，按工艺要求进行控制。

为缩短调试周期，可采用城市污水处理厂的压滤湿污泥（手捏可成团），分别向农村污水净化罐中投加少量污泥（约有效池容的 1%）湿泥并泵入原水，调试操作同上。

农村污水净化罐主要处理废水中的氨氮及大部分 COD，并截留废水中大部分悬浮物。池的挂模采用纯培养的方法，利用填料截留废水中的微生物来成长生物膜，同时废水处理出水回流，反硝化菌通过反硝化作用使水中的硝态氮转化为 N₂ 脱除。池的控制要点包括进水负荷、溶解氧、出水的 CO_D、SS、TN 及其观感透明度：

池的进水负荷在调试期间要小，因为微生物未培养成熟，进水负荷的冲击会造成大量生物膜的脱落，因此调试前期池的进水以小流量进水为宜，带生物膜具有处理效果（根据池进出水的比值来确定处理效率）后，再逐渐增加进水负荷。

3) 污泥培菌注意事项

(1) 活性污泥培菌过程中，应经常检测进水的 pH、CO_D、氨氮和罐体内溶解氧、等指标。活性污泥初步挂上填料后，就要进行生物相观察，根据观察结果对生物膜培养状态进行评估，并动态调控培菌过程。

(2) 培菌过程中，特别是生物膜初步形成以后，要注意防止生物膜过度自身氧化，这不仅增加了培菌时间和费用，甚至会导致污水处理系统无法按期投入运行。要避免污泥自身氧化，控制曝气量和曝气时间是关键，要经常测定池内的溶解氧含量，要及时进水以满足微生物对营养的需求。若进水浓度太低，则要投加碳源等以补充营养，条件不具备时可采用间歇曝气。

(3) 生物膜培菌后期，适当排出一些老化生物膜有利于微生物进一步生长繁殖。

4.8.3 高效生物滤池

(一) 设施简介

高效生物滤池（Biological Wastewater Treatment System, BWTS）是一种新型的易管养、处理效率高、具备良好生态效益的生物滤池系统，其原理是综合利用滤池填料的物理过滤吸附作用、滤池内景观植物根系的生物吸收、微生物菌群的生物化学降解作用对水体进行深度净化处理。

(二) 基本规定

人工湿地运行维护单位应依据相应的管理制度、运营维护手册、事故应急预案、岗位操作规程、技术操作规程、安全操作规程及设施、设备维护保养手册等，并定期修订；供水、排水、水处理、自控及电气等设施的运行、维护及管理工作必须符合国家有关标准的规定。

人工湿地运行人员、技术人员及管理人员必须掌握处理工艺和设施、设备的运行、维护要求及技术指标，应接受相关法律法规、专业技术、安全防护、应急处理等理论知识和操作技能的培训，运行人员应具备国家有关环境污染治理设施运营岗位合格证书。人工湿地运行维护单位应对运行人员、技术人员及管理人员进行定期考核；

人工湿地运行维护单位应有对应的工艺流程图、平面布置图和电气自控系统图等；能源和材料的消耗应准确计量，并应做好各项生产指标的统计，进行成本核算；

(三) 日常运行与维护

1) 引排水系统

a) 检查管道沿线的明漏或地面塌陷情况，对不能满足输水要求和存在安全隐患的管道，应有计划地进行修复和更新改造，管道的维护应符合《城镇排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的相关规定；

b) 检查渠道沿线的明漏或地面塌陷情况，渠道的维护应符合《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68 的相关规定；

c) 检查井盖、标志装置等管网附件的缺损情况，及时更换与维修；

d) 检查各类阀门、设施井等的损坏和堆压情况，出现损坏及时更换与维修，出现堆压，及时清理；

e) 检查管道周围环境变化情况和影响管网及其附属设施安全的活动。

2) 集布水及排空系统

a) 每日巡视集布水系统，采用人工或机械清理系统内的杂物和积泥，保持填料表面平整，保证集布水系统正常运行和布水均匀；

b) 每周检查集布水系统内的管道、渠道等破损、腐蚀情况，确保管道通畅，阀门、

闸门运行正常，做好管道、阀门除锈、除垢、润滑及防腐工作，避免出现漏水现象；

c) 检查或清理集布水系统时宜减少或暂停进水，清理前做好充分的人力、物力、照明、通风及安全措施准备，尽量缩短停水时间，确保安全；

d) 潜流人工湿地每月至少排空一次，及时排出脱落的生物膜及淤泥。宜采用分区依次排空，排空的淤泥处理与处置应符合《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ60 中的有关规定。潜流人工湿地排空前先抬高水位运行再排空，排空时间不小于 12h。

3) 填料

a) 当潜流人工湿地出现漫流且面积比不超过 10%时，应调整湿地运行方式，加大进水量，分区间歇排空，干湿交替运行；

b) 当漫流面积比超过 10%但未超过 30%时，应监测湿地堵塞情况，翻松堵塞区域的填料层，清理填料附着物后复原；

c) 当漫流面积比超过 30%、出现严重堵塞时，需换填堵塞区域填料；换填填料前，应排空堵塞单元格，换填填料应与原填料级配相同。施工中宜采用人工挖掘，转运时宜采用轻型转运机械（满负荷小于 1 吨），被更换的填料优先考虑资源回收公司处置或按照一般固废处理。

d) 每季度检查潜流人工湿地填料层沉降现象，必要时应及时补充填料至设计高程，确保人工湿地正常运转。

4) 植物

a) 宜每月巡视人工湿地植物长势，并做好记录与分析，监测与记录人工湿地主体内水生植物的种类、密度、株高以及植物的根系长度、宽幅等，为人工湿地运行和维护提供参考依据；

b) 应根据植物的不同生长期进行管理，如果湿地植物出现死亡缺株，应及时补植，达到设计要求；

c) 湿地植物病虫害防治应采取预防为主、治疗为辅的方针，应优先采用物理、生物方法防治病虫害，尽量少用化学农药；

d) 湿地运行期间应及时清理人工湿地内杂草和枯枝落叶，防止腐烂；可通过抬高湿地水位、人工拔除等方式抑制杂草生长；秋冬季节，对植物做好防冻措施或及时收割，并且加强消防措施；

e) 湿地如出现水绵泛滥，应及时清理；

(四) 应急管理

运营维护单位应按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639、生产安全事故应急条例（国令第 708 号）有关规定编制应急预案。

进水水质突发恶化时，应立即停止进水，经检测水质达到进水水质标准方可进水。

出水水质恶化时，应对湿地进水及各处理单元的水质进行检测，分析水质恶化原因，通过调节进出水水量、延长水力停留时间等措施，确保出水水质达标。

强降雨及强泄洪后，应控制进水水量，及时打开旁通或排空管道排涝，使人工湿地系统水力负荷满足设计要求。

湿地出现福寿螺时，优先采取人工打捞、水位控制等方式去除；效果不理想时，可考虑使用低残留药剂。

8.5 移交后运维成本估算

本项目移交后运维成本主要包括设备运行产生的电费、设备维护产生的费用、租地费用、定期水质检测和人工费用。通过初步核算，漫水河流域现状治理工程年运维费用估算约 704.26 万元（计算参数详见下表）。

1. 养殖尾水处理工程运维费用约 328.53 万元/年；处理设施运行电费约 167.73 万元/年；耗材更换费用约 60.8 万元/年，其中包括高效弹性介质约 32 万元/年，备用配件约 28.8 万元/年；租地费用约 100 万元/年。

2. 农村生活污水处理工程运维费用为 40.07 万元/年（不包含人工费用）；处理设施运行电费约 33.11 万元/年；耗材更换费用约 12.96 万元/年，其中包括微生物菌剂（含木质载体）约 9.72 万元/年，备用配件约 3.24 万元/年。

3. 生态渠道与湿地工程运维费用约 30.21 万元/年，用于定期清淤和植被修剪。

4. 智慧流域信息管理与服务平台建设工程运维费用约 150 万元/年，用于平台数据录入、升级维护和在线监测设备维护等。

5. 定期水质检测费用约 49.99 万元/年，用于设施出水中氨氮、总氮和总磷指标定期检测。

6. 人工费用约为 100 万元/年，用于日常人工采样、设备巡检记录和维护等。

表 8.5-1 建设方案移交后运维成本估算

项目		数量	单位	规格	单价	单位	合计(万元/年)	备注		
养殖尾水处理工程	高效弹性介质过滤器	运行电费	1555200	kw/年	每台 2m ² 标准设备总装机功率 7.5kw	0.7	元/kw	108.86	48 台 2m ² 标准设备, 雨季和养殖换水期启动, 按 6 个月 24 小时连续运行核算	
		耗材更换	高效弹性介质	3200	kg/年	35-40mm, 疏水疏油, 高弹性	100	元/kg	32.00	每台设备介质用量 200kg, 三年更换一次
			备用配件	48	台/年	管道、阀门等	6000	元/台	28.80	2m ² 标准设备单价 30 万/台, 维修费用一般占设备总值比例在 2%
	三池两坝	运行电费	840960	kw/年	每亩处理设施总功率约 0.24kw	0.7	元/kw	58.87	三池两坝设施占地面积约 400 亩	
	租地费用		500	亩	/	2000	元/亩*年	100.00	/	
农村污水处理工程	高效微生物智能污水处理系统	运行电费	473040	kw/年	每台 15t/d 的标准设备总装机功率 1kw	0.7	元/kw	33.11	54 台 15t/d 标准设备, 24 小时连续运行	
		耗材更换	微生物菌剂	54	t/年	高效脱氮除磷菌种(含木屑载体)	1800	元/t	9.72	每台设备菌种添加量约为 1t/年
			备用配件	54	台/年	管道、阀门等	600	元/台	3.24	维修费用一般占设备总值比例在 2%
生态渠道与湿地工程	表流湿地	清淤、植被修剪	284373	m ² /年	/	0.7	元/年	19.91	人工湿地综合单价约 70 元/m ² , 生态设施运维费用一般占总投资比例在 1%	
	生态渠道	清淤、植被修剪	103125	m/年	/	1	元/年	10.31	生态沟渠综合单价约 100 元/m ² , 生态设施运维费用一般占总投资比例在 1%	
智慧流域信息管理与服务平台建设工程	平台维护		1	套		15000	元/年	150	平台数据录入、监测设施管养维护等	
水质检查	总氮、总磷和氨氮		1236	次/年	/	400	元/次	49.44	49 座集中式处理设施和 54 台分散式处理设施, 每月检测一次	
人工成本	人工费用		10	人/年	/	10000	元/人	100.00	日常采样、设备巡检记录和维护等	
合计							704.26			

8.6 运维核心技术

8.6.1 底泥资源化利用技术

在河道疏浚工程中, 清淤出来的淤泥为泥浆水形式, 一般含水率在 75%~90%之间。淤泥中的颗粒一般可以分为垃圾、鹅卵石/砾石、砂、粉粒和粘粒。传统的淤泥处置采用沉砂池, 将淤泥中的砂通过沉淀分离出来, 然后用压滤设备将其他颗粒挤压成泥饼之类。这种工艺不仅仅占地面积大, 而且处理能力低, 处理后的淤泥也较难用于资源化。

因此, 为了减少污染底泥处理量, 本项目采用新型淤泥精确分离技术对漫水河流域的河道底泥进行资源化利用。该技术是针对河道淤泥特性所开发的一套基于零排放 (Zero emission) 和 4R(reduce, reuse, recycle, revolution) 理念及离心固液分离技术的减量化、无害化、资源化的淤泥处理工艺。是在固液分离的基础上通过精确的水力计算, 巧妙的机械设计而集成的一套高效处理设备, 它采用先进的水力旋流(离心)固液分离技术加上振荡筛网脱水, 从泥浆中分离出石头、砂、泥、有机质等固体, 分离精度为 98%。处理过程中不需要添加任何化学品, 处理量大, 每天至少可以处理 10000m³ (含固率为 15-20%) 的泥浆, 而且该设备为移动式, 不仅操作简单、维护方便、节省能源, 使用周期还很长, 可达十年以上, 是目前世界上唯一能够连续运行的底泥处理系统。



图 8.3-1 固液分离脱水一体化设备

该技术通过四级处理将底泥精确地分为鹅卵石/砾石、砂、粉粒和粘粒等四类材料, 并对其资源化利用处理。工作流程分为以下四级处理: 第一级处理是用振动筛筛掉粒径大于 2mm 鹅卵石/砾石; 第二级处理用离心振动筛筛掉粒径大于 0.075mm 的砂; 第三级处理筛掉粒径大于 0.025mm 的粉粒(粉土); 第四级处理是通过压滤设备将粒径小于 0.025mm 的粘粒(含固率 15%-20%的泥浆)脱水至含水率 50%以下, 并压成泥饼供资源化利用。



图 8.3-2 经固液分离脱水后不同河道淤泥原材料

该技术可将城市河道清淤后的底泥进行零排放处理，回收底泥中的有经济价值的物质（如鹅卵石/砾石、泥砂）作为建筑骨料，同时可将底泥中的粉粒和粘粒制成种植土或免烧砖。鹅卵石/砾石和砂可直接作为建筑骨料进行销售，鹅卵石/砾石价格按照混凝土水稳层填料市场的单价约为 43 元/m³，砂价格按照河砂市场的单价约为 160 元/m³。而粉土和粘土被压成泥饼后则可经过进一步的资源化工艺制备成颗粒土进行销售处理，颗粒土价格按照海绵介质土市场单价约为 260 元/m³，免烧砖按混凝土市场单价约为 40~80 元/m³。

综上所述，该技术处理效率不仅是传统工艺的三倍以上，大大节约了河道底泥处理成本，而且还实现了底泥零排放处理，防止对环境造成二次污染，解决了传统底泥处置的“处置费用高，填埋占地大”的资源化技术难题。

8.3.2 压滤残渣资源化利用技术

从前文可知，项目工艺采用高效弹性介质过滤器对养殖池塘排饭的尾水进行处理，该设备内部的弹性介质有高强度、低密度的多孔隙率过滤材料组成，具有良好的弹性和很高的水力负荷。

通过调控其进出水流量，使鱼塘尾水与填料发生系列反应，达到去除藻类、悬浮物、总氮、总磷等污染物的效果。过滤器采用下进水、上出水的水力设计，使得鱼塘尾水的污染物去除效果更佳，但由于弹性介质过滤器无法去除溶解性有机物，所以仍需考虑滤料反冲洗出水的解决途径。

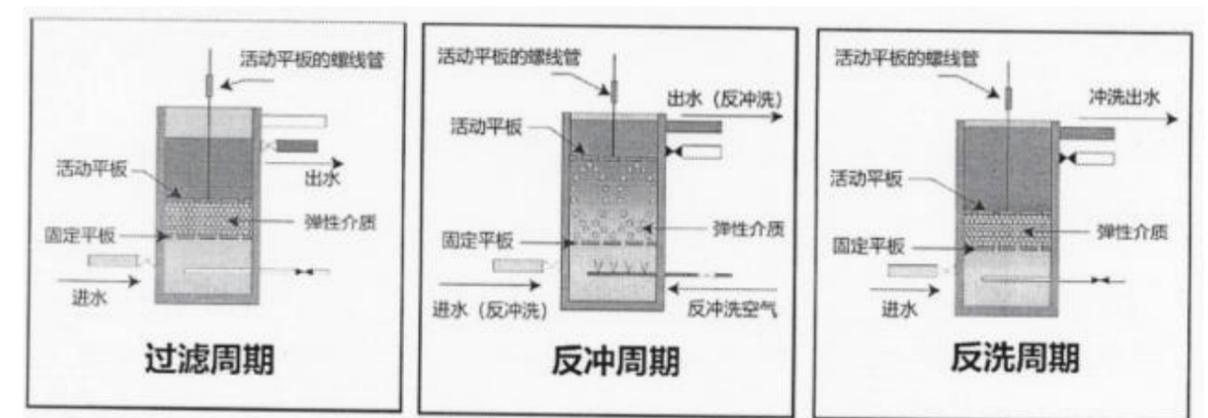


图 8.3-3 弹性过滤器运行周期

通过调研发现，本项目中的鱼塘尾水反冲洗后的浓缩液是天然的有机肥，最简单的运维模式就是直接将浓缩液作为液态肥出售。考虑到有机肥的季节性需求，最好的办法就是将浓缩液经过压滤技术进行脱水干化，然后粉碎或进行造粒制成高质量的颗粒状缓释有机肥，可用于高端种植如花卉、中药、苗圃等。另外颗粒状有机肥可以与河道底泥制成的种植土混合，制成高附加值的城市模块化种植产品的配置土壤。

因此，通过此途径，结合底泥资源化利用技术的成果，运维单位可以销售其资源化产品维持运维，形成资源化中心及运维资金。



图 8.3-4 压滤残渣资源化为海绵城市建设用介质土

第九章 智慧流域信息管理与服务平台建设

9.1 总体思路

结合清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目工程建设与运行管理需求，通过排水通道详查，摸清排渠排沟、污水处理厂、泵站现状；搭建水系监测网，有效运用监测数据，根据水文水动力水质耦合模型，优化改造水系通道，提高运营效率；设置应急预案方案，提升区域洪涝的应急处置能力；利用科学手段规范设施养护工作，提高工作效率，基本达到信息数字化、控制自动化、决策智能化，使得感知内容全覆盖、采集信息全掌握、传输时间全天候、应用贯穿全过程，提升片区整体运维管理水平，打造国内领先的基于水环境容量控制理念的智慧流域管理和服务平台，同时与智慧城市专项规划相协调，最终构建监测信息共享协同机制，结合当地降雨、地表径流、排水系统和流域水文等模型，建立区域排水防涝、水质监控、应急管理、巡查养护一体化的综合管理服务平台，形成“规划一张图、建设一盘棋、管理一张网”的智慧化建设管理体系。

9.1.1 建设目标

（一）摸清基础水系和管网信息资料，实现设施资产的数字化管理

基于完善的水系和管网普查资料，利用地理信息系统技术和互联网技术统一集成海量的排水设施数据，包括排水管线、沟渠、泵站、污水处理厂等。实现空间数据管理、查询、检查、统计分析，更加有效、综合、丰富、全面的显示和分析大量排水设施数据，为设施的运行管理、模拟分析和联合调度提供翔实全面的、多角度、不同显示模式的基础数据支持。

（二）识别排水系统运行规律，建立在线监测与异常报警机制

以三青大桥和黄坎桥省控考核断面水质达标情况监控为出发点，以流域内各节点的排水安全与水环境质量保障和提升为根本目标，设计科学合理的综合监控网络技术方案，进行重要设施运行情况及进出水水量水质的监控集成，在水系和管网的关键环节安装在线监测节点，实现关键参数的在线采集和动态监控，对排水系统全覆盖、全过程、实时监管。通过实时在线监测数据，也能够及时发现水系和管网运行中的突发问题，快速进行事故溯源、追踪与预警，辅助管理部门做到防患于未然，提升对排水事故的预警和处理能力。

（三）提高资产巡查养护的智能化水平

目前漫水河流域内日常的水系和管网养护工作主要依靠人工定期巡查、用户故障上报，水系覆盖范围大、面积广，星罗密布，错综复杂，而管网具有隐蔽性强、随机性大、不确定性高、不宜被发现等特点。这些问题导致当前的整体运维效率低下、针对性弱。结合在线监测智能物联网的技术，通过对不间断、分钟级数据的分析、挖掘，判断管网运行规律，评估排水能力，及

早发现淤塞、拥堵、溢流问题，减轻设施养护工作的任务和压力，制定科学合理的巡检计划，延长设施的使用寿命，提高设施的巡检效率和智能化水平。

（四）实现排水设施远程监控和调度指挥

基础排水设施的正常运行水平是决定城市内涝与水体污染的重要因素之一，网站厂河的联合调度显得尤为重要。有必要采用信息化手段，实现排水设施远程集中监控和调度指挥，可有效降低人员成本，提升雨污水排放效率，通过可视化地监管重要设施的运行状况，可及时发现问题并采取相应的应对和调度措施，从而科学有效地应对片区合流制溢流污染、城市内涝等突发事件，改善城市生态环境。

9.1.2 建设需求分析

（一）功能需求分析

基于水环境容量控制的理念，充分考虑实用性、分散与集中相结合、代表性和可行性等原则，结合当地排水情况实际管理监测数据需求，按照排水监测一张网的思路。优先考虑选择调蓄设施上下游节点、泵站上下游节点、易涝点、排放口、溢流口等关键节点，其次考虑覆盖典型下垫面出口、户线接入井、水系交汇点等节点，选择液位、流量、原位监测水质指标（pH值、水温、电导率、溶解氧、悬浮物、氧化还原电位等）等监测内容，建立在线监测与预警系统并长期有效运行，保障排水系统监测数据的持续性、准确性和及时性，动态监测排水设施的运行状况及风险，提高管理部门对排水管网事故的预警和处理能力。同时，通过收集排水设施长期运行数据，可用于识别排水防涝设施的运行规律，量化评估海绵城市、黑臭水体、排水防涝等相关工程的实施效果，提高排水系统的动态管理能力。

（1）异常水质溯源分析需求

通过在线监测系统，以及水质预警可得出异常水质发生情况，需要结合水质监测的位置，时间以及源头去发现分析异常水质的原因，从而发现问题，解决异常水质的问题。例如超标排放会引起水系中水质浓度升高，偏离已有排水规律。通过对水质的分析，来判断超出排放标准的污水，宏观识别超标排放情况，从而引导各管控分区的污染防控手段和规模。

（2）在线监测数据采集需求

在线监测系统主要实现采集和分析排水系统运行的相关在线监测信息，支持对排水户、管网、水系、泵站、污水厂等设施的运行信息实时采集、实时展示、运行预警、运行曲线图分析和运行报表生成等功能。监测内容包括水量、水位、水质常规五参数（PH、温度、溶氧、电导率、浊度）以及氨氮、总磷、化学需氧量。分析水质浓度随时间的变化趋势、与降雨量的关系、与溢流频次的关系。

（3）泵站、污水厂管理需求

泵站、污水厂管理是针对不同污水厂的工程建设、运维特点而设计，用于污水厂的运维与运营管理。主要实现污水厂日常经营的信息档案、设备台账、分析报表、物资采购与库存、巡检巡查、设备维修与养护、安全教育培训等，从生产运营角度设计能耗成本、水质化验管理、污泥处置管理、污水厂运行监控、精确曝气流量控制、工艺仿真、运行考核与评价指标管理等内容。已有管理系统的泵站、污水厂可将相关数据接入总系统中。

（4）运行状况评估需求

现有的排水系统是否能满足设计条件下的防洪、控制溢流污染的功能，需要用科学的水文水力模型来进行全局的系统的分析，对存在的排水瓶颈进行诊断。系统通过对上述构建好的漫水河流域的水文水动力水质耦合模型，通过对降雨径流、雨水、污染物输送过程的模拟仿真，重现不同工况各个区的水力和水质状况，对现状排水系统进行评估，包括现状排水沟渠和雨水管网能力分级评估、污水管网能力分级评估、截污能力分析评估等。

（5）溢流污染预测预警需求

系统可利用天气预报信息、实时监测信息，结合耦合排水模型自动滚动进行流域的溢流污染情况预报，预测未来数小时水系和管网的溢流情况。能将排口溢流风险位置、溢流持续时间、溢流量、水质变化程度等数据以表格的形式展示给管理单位和用户，同时各个管段负荷情况可以以动画和水深过程线的形式进行查看。

（6）工程管理需求

在建设运营管理过程中，主要包括对三类信息的管理，即工程建设时形成的基本信息、工程运行后运营信息以及“数据铁笼”管理信息平台。因此，针对以上三种信息的管理需求，需要通过建设相应管理系统，实现中央管控集中运营、业绩考核分析差距、工程项目全周期管控、设备设施统一管理等的流域运营管理目标。

（二）系统性能需求分析

本项目的智慧流域信息管理与服务平台建设的性能需求主要包括：

（1）系统实用性

系统实用性是平台应用价值的重要体现。实用性就是能够最大限度的满足实际工作的要求。同时，平台必须符合流域管理的特点和业务要求，界面友好简洁、操作简单方便、信息展现形象直观，使得平台具有很强的实用性。

（2）系统高效性

平台运行效率主要以处理能力、运行时间及响应时间来衡量。响应时间指用户按下确认键至平台成功返回信息的时间间隔。通过对平台服务对象的分析，平台在正常情况和极限负载条件下，能够处理不断增加的访问请求，要求在一定的资源调节下，选择合理的设计方案，设计良好的算法，使得平台具有良好的响应性能，以满足用户的要求。

（3）系统可靠性

可靠性是指平台在运行过程中的抗干扰和正常运行能力。平台必须有稳定可靠的性能，确保平台能够接受长时间的运行考验，保证信息查询的正确性和完整性。因此，为保证平台在出现故障时候能够很快排除，产生错误及时发现或者能够进行相应的处理。则要求平台具有较好的检查错误能力，在错误干扰后有重新启动的能力。平台应采用冗余及时、软件复杂性控制等技术，在保证数据正确恢复的基础上平台能够正常的运行及操作，不影响日常办公。

（4）系统先进性

要求平台采用的设备先进适用，软件开发符合软件技术发展潮流，采用技术领先的系统平台和框架体系，以保证平台的先进性。

（5）系统可扩展性

为了提高平台生存期、提高投入效益，因此，平台应具有良好的可扩展性。可扩展性主要站点扩容、用户扩充、功能扩展、数据共享、信息发布等多方面考虑。同时，在建设过程中，需充分利用水利行业和信息行业的各项标准和规范，数据库结构必须与国家制定的规范保持一致。

（6）系统可维护性

系统可维护性是衡量软件质量的一个重要指标。目前尚无定量度量的普遍适用方法，平台可以从可理解性、可测试性、可修改性、可移植性、可使用性、开放性、效率等多方面去评估可维护性。系统可维护性对于延长平台的生命周期具有决定的意义，要求通过明确的软件质量目标和优先级、使用软件质量的技术和工具进行明确的质量保证审查、改进程序的文档、开发软件时考虑到维护等多方面来提供可维护性。

（三）系统安全需求分析

安全需求，体现在系统实体安全、网络安全、数据安全、系统访问安全、病毒防御和安全管理等6个方面。

（1）实体安全

实体安全包括电源供给、传输介质、物理路由、通信手段、电磁干扰屏蔽、避雷方式等安全保护措施。在遥测站和中心机房，除正常供电外，需要有备份电源，遥测站信号传输除GPRS方式外，应有应急备份传输方式，以防网络故障。同时遥测站的电源线、信号线需有避雷设施。

（2）网络安全

网络安全主要包括数据传输的安全、网络设备的安全、网络业务的安全、用户网络的安全、网络管理系统的安全。本项目的数据传输的方式主要包括 GPRS 无线传输、Internet 传输、外网传输、内网传输，根据水资源信息数据的安全性要求，这些传输方式能够满足数据传输安全要求。但系统的网络部分利用 Internet 公网，必须安装网闸、防火墙等以保证网络的安全。

（3）数据安全

数据是系统的基础，为保证数据的安全，需要集中到数据库服务器中进行统一管理。其特点是使数据具有独立性，并提供对完整性支持的并发控制、访问权限控制、数据备份与安全恢复等。对于本系统中的某些信息（如用户密码），需要格外保护其保密性及完整性，即保证信息存储的安全。

（4）访问安全

由于平台涉及的访问对象比较多，涉及到不同级别、不同部门的人员，因此，必须建立一种信任及凭证验证机制，保证用户身份唯一性，保证认证的权威性，并且需要提供用户和服务方的双向身份鉴别。

（5）病毒防御

为避免病毒利用网络平台隐藏、扩散及破坏，采用防、杀、管相结合的综合治理方法，确保系统免受病毒侵害。必须安装性能优异的防病毒软件。

（6）安全管理制度

为了平台建设及运行安全可靠，需要制订包括关键设备的管理、人员管理、机房管理等安全管理制度。

9.1.3 总体建设内容

信息采集与传输监测体系是漫水河智慧流域建设的重要内容之一，是整个系统的重要信息来源。信息采集传输的建设目标主要是根据排水和污染控制管理调度的业务需求，针对排水通道、泵站、污水处理厂、排污口等的水量、水质、水位等信息进行采集，运用先进的信息传输手段把所采集的信息及时、准确地报送到管理调度中心，在现状基础上提高信息采集、传输、处理的自动化水平，扩大信息采集的范围，保证信息采集的精度和传输的时效性。

主要包括如下内容：

- 1、信息监测体系建设；
- 2、云平台传输及存储建设；
- 3、业务应用系统建设；

4、系统集成建设。

5、相关现场监测设备布置及管道探测。

2018年6月19日，清远市清新区环保局制定了《漫水河水环境加密监测方案》，对漫水河三青大桥、山塘水黄坎桥及各个排灌渠进行水质加密监测，共设置27个监测点位，自2019年8月起清新区在漫水河流域新增28个加密监测断面，目前漫水河流域共有55个加密监测断面。加密监测断面中的18个处于省考断面三青大桥断面汇水范围内，而另外的34个处于省考断面黄坎桥断面汇水范围内。因此，针对本项目现场监测设备的布置分近、远期进行实施，近期以继续加密优化现状监测设备布置为主，远期根据相关排水、防洪防涝、水质保障规划等指导文件进行布置。

9.2 信息监测体系建设

9.2.1 基础数据采集要素

监测网络的基础设施现状调研，是监测网络设计的重要工作，通过对农业排水水系、农村污水管网、泵站、污水厂等基础设施的现状调研，是设计出适合漫水河流域的监测网络方案的重要前提。因此，本项目主要对雨情、管网、沟渠、重要水体排口及交汇点、泵站、污水厂、易涝点和河道等进行信息采集，设置流量、液位、水质监测点。

（1）排水设施的信息普查

首先对现有排水设施、排渠管网竣工资料进行收集整理，彻底排摸，对流域范围内的排水管渠（除产权、私人内部设施外）、泵站、污水处理厂等排水设施，以及排水用户、河道、排出口等信息开展全面普查。

（2）部分管道内窥镜检测

管道 CCTV 拍摄的视频录像或断面扫描图像，可以对管道健康状况进行评价，为管道的日常养护及可能的修复工作提供依据。管道缺陷分为功能性缺陷和结构性缺陷。结构性缺陷包括：破裂、变形、腐蚀、错口、起伏、渗漏、接口材料脱落、支管暗接、异物穿入、脱节。功能性缺陷包括：沉积、结垢、障碍物、树根、残墙、坝根、浮渣。通过管道内窥镜检查全面了解排水系统的运行健康状况。

（3）水系监测

根据水系网络的上下游结构，在雨水、污水、雨污合流管线和沟渠水系从源头到污水厂主干管交汇点、分流点、最不利点等重要节点布设在线流量计、液位计，分析评估水量平衡以及水

质浓度，为水系的运行评估及风险预警提供依据。

漫水河流域的面积较大，如每个支渠或管道交汇点都安装监测仪表，则投资较大，且后期维护成本很高。本着经济性和实用性原则，安装主要监测要素是流量（同时安装流量计、液位计、在线 COD 氨氮总磷总氮检测仪、SS 计），监测水系始末端流量和水质变化；



图 9.2-1 管道交汇点监测示意图



图 9.2-2 排口监测示意图

在水系主通道上，每 1~2 公里选择 1 个液位点，安装液位计；在一些低洼地可单独布点，每 2-3 个液位点中设置 1 个流量点。取沟渠宽度大于 1 米或管径大于 DN400 排口和箱涵布设流量计、液位计和在线 COD 氨氮总磷总氮检测仪、SS 计。在周边村落和乡镇等聚集地设置监测点位（流量计和液位计），用于评估污水收集率及排水规律。后期可用于与自来水供水数据结合，

通过自来水使用量及污水排放量分析是否存在偷排现象。

(5) 泵站监测

在泵站的前池或引水渠外池安装液位计，监测液位变化，设置预警报警水位值，为泵站的开启及联合调度提供数据支持，为模型的参数率定提供实测数据。同时接入泵站内部参数，内容包括电流、电压、电量、功耗、泵机状态，格栅状态、流量数据、集水井业务等。为更加直观监测各泵站内情况，在站房内布设视频监控系统，辅助数据决策。

(6) 污水厂监测

针对漫水河流域内的 5 座污水处理厂（山塘镇、三坑镇、龙颈镇、石潭镇、浸潭镇）进行污水厂进水口和出水口水量参数监测，同时接入污水厂内部的工业控制系统，以全面反映水厂的运行情况。项目实施后，将污水厂内数据接入系统，本次不计入工程量。

(7) 主要沟渠排口监测

监测内容包括常规五参数（PH、温度、溶氧、电导率、浊度）以及氨氮、总磷、化学需氧量。分析水质浓度随时间的变化趋势、与降雨量的关系、与溢流频次的关系。

同时，在关键沟渠断面及入河口位置布设超声波液位计，实时采集河道液位变化，同时应设置河道水位报警线，当水位值超过报警值时应及时推送消息，并采取相应的应急措施，预警预报潜在风险。具体数据接入工作经与相关部门协商后确定。

(8) 雨情监测



图 9.2-3 雨量计示意图

测量设备放在能代表该地区降雨的位置；为防止风力对测量设备的影响，与障碍物（如树木、房屋）等保持一定距离，应考虑城市地面情况，甚至可以放置在宽阔的屋顶；雨量计的承雨器应高于地面 1~1.5 米；雨量计的承雨器应严格保持水平。具体位置及增设内容经与相关部门协商后确定。

9.2.2 关键技术

（1）物联网技术

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段。物联网是互联网的延伸，它包括互联网及互联网上所有的资源，兼容互联网所有的应用，但物联网中所有的元素（所有的设备、资源及通信等）都是个性化和私有化的。排水监测物联网平台建设就是充分利用局部网络或互联网等通信技术把传感器、控制器、机器、人员和物等通过新的方式联在一起，形成人与物、物与物相联，实现信息化、远程管理控制和智能化的网络。

传感器技术、RFID 标签、嵌入式系统技术是物联网应用中的三大关键技术，通过 RFID、二维码、NFC 等方式对静态属性物体（如阀门）进行标识，动态属性物体（如水质监测仪）由传感器实时传感技术进行探测，结合传感技术将模拟信号转换成数字信号统一传输至信息处理平台，基于云计算平台和智能网络，可以依据传感器网络用获取的数据进行决策，改变对象的行为进行控制和反馈。

（2）云计算技术

云计算（Cloud Computing）是网格计算（Grid Computing）、分布式计算（Distributed Computing）、并行计算（Parallel Computing）、效用计算（Utility Computing）网络存储（Network Storage Technologies）、虚拟化（Virtualization）、负载均衡（Load Balance）等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。它旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的完美系统，并借助 SaaS、PaaS、IaaS、MSP 等先进的商业模式把这强大的计算能力分布到终端用户手中。Cloud Computing 的一个核心理念就是通过不断提高“云”的处理能力，进而减少用户终端的处理负担，最终使用户终端简化成一个单纯的输入输出设备，并能按需享受“云”的强大计算处理能力。

排水监测物联网平台项目的建设，离不开信息化技术的支撑，基于传统模式下设计和开发的软、硬件产品都已无法满足当前排水信息化建设发展的需要，面对不断增加的信息化业务和日益增长的数据管理及分析，无论是对排水企业基础设施建设和信息化软性平台建设都是非常严峻的考验。因此，排水监测物联网平台建设必须结合云计算的海量数据分布存储技术、海量数据技术、虚拟化技术等技术特性，解决传统单机版（C/S 架构）软件存在的无法实现云部署问题、本

地化数据机房数据存储安全、管理问题、不断增加的业务应用造成基础设施重复建设问题、维护人员的技术能力问题等等。

（3）GIS 技术

1) 可视化服务

可视化服务的类型主要包括：地图服务、KML 服务以及地图切片服务等。

①地图服务

地图服务用来提供对电子地图的访问服务。创建地图服务之前，需要通过制图软件，指定矢量和栅格数据源，创建专题图，设置注记，然后发布为地图服务。发布的地图服务可以预先创建地图缓存以提高地图显示和访问效率。地图服务是最常见的 GIS 服务。

除了提供基本的地图浏览功能外，一些 GIS 功能服务也基于地图服务来实现，如地图查询服务、地图查找服务、地图编辑服务。

②地图切片服务

对平台的地图和影像数据服务，可以直接调用平台提供的切片服务接口，来提供服务。

地图切片服务是为了满足多用户并发时对地图服务的高性能需求而组织开发的综合数据服务接口，它作为其他空间信息服务的有益补充，是一种获取地理空间信息的快速解决方案。

2) 数据服务

数据服务也是 GIS 的基本服务类型，它提供给访问者关于地理空间数据的描述信息（元数据）、地理空间数据的图形信息和属性信息。数据服务通过直接发布空间数据库而获得，进而实现通过网络访问空间数据库的能力。数据服务的类型主要包括空间数据服务和移动空间数据服务。

①空间数据服务

空间数据服务允许我们通过网络访问空间数据库。空间数据服务可以使用任何类型的空间数据库。除了支持对空间数据库的查询操作，该服务还可以支持空间数据库的编辑、空间数据库复制，或通过指定空间范围，进行空间数据抽取、转换并下载到本地。

②移动空间数据访问服务

提供移动终端对空间数据的访问能力。在发布地图服务的同时启动“移动数据访问”功能，移动设备利用移动数据服务，搭建可以访问 Web 地图服务的移动应用程序。

3) GIS 功能服务

GIS 功能服务是以服务（Web Service）封装的形式向访问者提供有关地理空间信息处理功能。访问者按规定格式输入请求，经服务器处理和分析后，将结果返回给访问者。常见的 GIS 功能服务主要包括：

①地图查询服务

地图查询服务基于地图服务或空间数据服务来实现，支持通过鼠标点击方式对空间数据进行基于空间位置的属性查询。

②地图查找服务

地图查找服务基于地图服务或空间数据服务来实现，支持通过关键字对存储在空间数据库中的关键内容进行查找。

③地图编辑服务

地图编辑服务基于地图服务或者空间数据服务来实现，支持通过浏览器对空间数据直接进行编辑。

(4) 模型技术

借助水文水动力水质模型等专业手段，基于现有排水系统资料、数据，模拟排水系统的运行工况，评估排水系统现状，帮助管理人员对排水系统中薄弱区域进行判断；根据地形数据资料，建立研究区域的地表基础模型，模拟降雨径流和水系溢流在地表的流态，以及易积水区域，并对现状排水系统的排水能力及内涝风险进行评估，为管网管理、防洪规划提供技术支持。

(5) 大数据分析技术

大数据分析技术，是从各种类型的数据中快速获得有价值信息的技术。大数据领域已经涌现出了大量新的技术，它们成为大数据采集、存储、处理和呈现的有力武器。随着企业规模日益扩大，内部累积的业务数据无法整合到一处，造成信息孤岛，无法快速了解企业现状并快速有效的做出分析、决策。建立数据中心分析系统，旨在对公司整体战略从上到下层层分解，贯穿财务各个环节，设立标杆，落实计划执行，时刻跟踪决策效果，实现经营活动数字化、绩效指标可视化，保障企业战略目标一以贯之，上下同求。

(6) 移动互联技术

移动应用与设备服务无缝结合：通过标准的 API 访问核心移动设备功能。应用程序可以声明功能供其他应用程序使用；易与第三方控件或其他服务结合。底层框架保证底层基础应用，业务层只需处理业务逻辑代码，使得程序可拓展性高。

(7) 基于 SOA 的应用系统集成

SOA 是一个组件模型，它将应用程序的不同功能单元（称为服务）通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的，它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言，比如 web service 方式。这使得构建在各种这样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。

SOA 是一种企业架构，因此，它是从企业的需求开始的。但是，SOA 和其它企业架构方法的不同之处在于 SOA 提供的业务敏捷性。业务敏捷性是指企业对变更快速和有效地进行响应、并且利用变更来得到竞争优势的能力。

SOA 提倡将软件的功能组件化，在组件之间以提供服务/消费服务的方式实现松散耦合，以方便组件被重用。

9.2.3 监测布点位置选择

本次项目的智慧流域信息管理与服务平台建设主要是为了实现对流域内水系的水质监管，从而保障三青大桥和黄坎桥大桥省控考核断面的水质稳定达标，后期根据需求接入其他各种监测需求，因此需要平台具有包容性和扩展性，平台建成和可直接接入现有的污水处理厂、泵站数据，也可在项目建设完成后，通过预留接口，为后期将污水处理厂、泵站、河道的数据直接引入本项目的服务平台。考虑到职能分工问题，建议与相关部门协调，将有关数据接入本工程数据系统，形成完整监测体系。

表 9.2-4 监测布点思路

布点类型	目的	监测要素	备注
现状排水渠主干管、干管和次干管的主要交汇点	1) 有效识别管网入渗、淤堵、混接、超排等问题，实现对区域内排水管网运行状况分析和监管； 2) 提高管理部门对污水处理厂污染负荷削减效果的监管； 3) 为未来管网改造及下游水质治理提供决策依据。	流量、液位、COD、SS、氨氮、总磷、化学需氧量	
学校、居住区等人群密集点排水管接入点	用于评估污水收集率及排水规律。后期可用于与自来水供水数据结合，通过自来水使用量及污水排放量分析是否存在偷排现象。	流量、液位	
泵站出水口	泵站的开启及联合调度提供数据支持，为模型的参数率定提供实测数据。	流量、液位、进出水水质	由现状数据接入，不新增设备
污水厂进出水口	污水厂进水口和出水口数据监测，同时接入污水厂内部的工业控制系统，以全面反映水厂的运行情况。	液位、流量、常规五参数（PH、温度、溶氧、电导率、浊度）以及氨氮、总磷、化学需氧量	由现状数据接入，不新增设备
重要水体沿线排水口	1) 分析水质浓度随时间的变化趋势、与降雨量的关系、与溢流频次的关系。 2) 提高管理部门对污水处理厂污	液位、流量、常规五参数（PH、温度、溶氧、电导率、浊度）以及氨氮、总磷、化学需氧量	与有关部门对接，将有关数据接入

布点类型	目的	监测要素	备注
	染负荷削减效果的监管		
雨情监测	监测区域内降雨情况,为防洪排涝提供实测数据,便于及时预警。	雨量计	与有关部门对接,将有关数据接入
远期规划的关键节点	为整个排水系统建设规划的完整性,在现状管网进行监测的同时,为规划管网预先选取监测点位。	流量、液位、COD、SS	

9.3 系统平台开发

9.3.1 总体构架设计

漫水河智慧流域信息管理与服务平台是一个集信息采集、传输、存储、分析、业务管理和应急管理为一体的信息系统,系统设计思路按照分层的原则进行设计和实现。分层的体系结构能够较好地实现建设任务的分解,以便整个系统能够在明确接口定义的基础上进行建设,以缩短建设周期。在系统设计中,利用分层结构的技术优势,充分满足目前信息管理工作,并为将来管理工作的拓展提供信息服务接口。

总体思路采用面向服务架构、分层架构体系,总体架构如下所示:

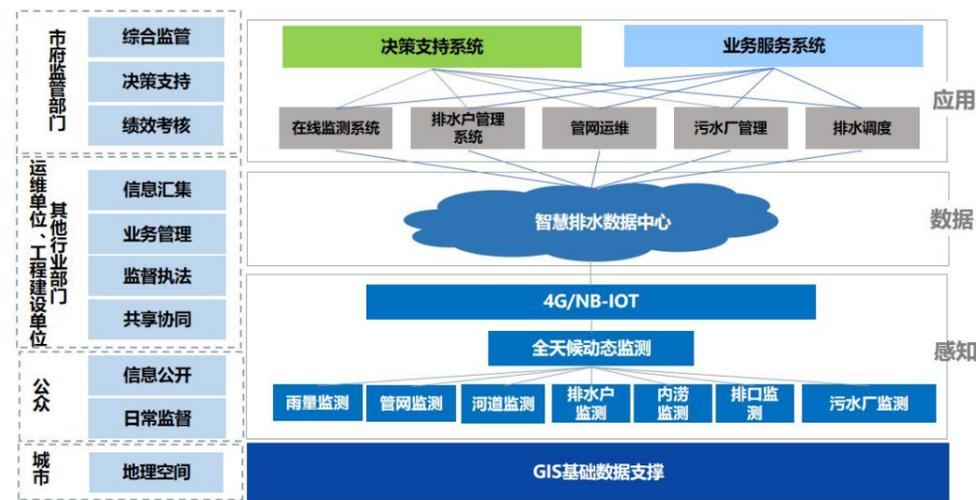


图 9.3-1 系统平台总体架构设计拓扑图

(1) 基础环境

基础层包含硬件基础设施和安全系统。硬件设施是为排水及水质监测物联网平台提供基础的硬件支撑环境,包括支撑各类应用运行和各类数据存储的服务器、存储、备份、显示及会商环

境等。硬件设施的设计和建设,根据业务应用的需求进行建设或在已有硬件设施之上进行扩充。安全系统包括网络防火墙、安全网关等。

(2) 物联监测

实现各类传感仪器仪表的数据监测与采集以及人工数据录入。

(3) 数据中心

建设排水及水质监测物联网平台数据库,建设数据存储和管理平台,为排水及水质监测物联网平台业务应用提供数据访问、数据存储、数据备份、数据挖掘等各项数据管理服务。

(4) 应用平台

提供统一的技术架构和运行环境,为排水及水质监测物联网平台应用系统建设提供通用应用服务和集成服务,为资源整合和信息共享提供运行平台。主要由各类商用支撑软件和开发类通用支撑软件共同组成,是平台应用的核心,构建排水及水质监测物联网平台信息服务、业务管理、决策调度和应急管理等功能应用系统。

(5) 终端用户

是直接和用户交互的层面,主要包括面向各级业务人员的智慧管理门户和智慧服务门户。

(6) 标准规范与运维管理体系

是支撑排水及水质监测物联网平台建设和运行的基础,是实现应用协同和信息共享的需要,是节省项目建设成本、提高项目建设效率的需要,也是系统不断扩充、持续改进和版本升级需要。

9.3.2 网络架构设计

(1) 网络架构

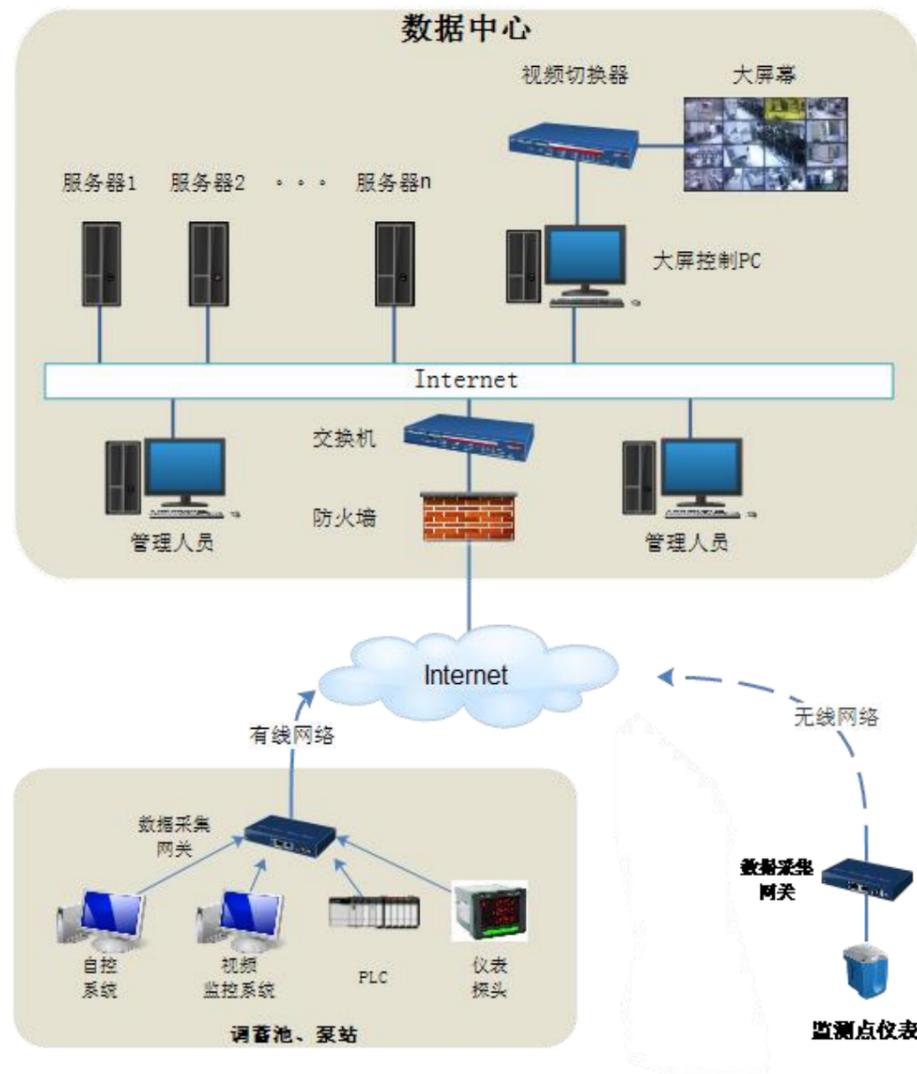


图 9.3-2 网络架构图

漫水河智慧流域信息管理与服务平台数据中心与各监测点之间根据实施条件选择有线或无线网络进行配置，实现中心与各监测点之间的安全稳定通讯。具体如下：

1) 漫水河智慧流域信息管理与服务平台数据中心

数据中心网络达到局域网千兆、骨干节点之间百兆专线，需要至少 1 个固定公网 IP。

2) 各泵站、主要水利设施、视频监控

各泵站仪表数据、水利枢纽设施、视频监控数据（若有）、设备运行数据通过有线网络进行数据传输，网络带宽建议不小于 100M。

3) 各监测点

各监测点仪表数据通过无线网络进行数据传输，网络带宽建议不小于 4M。

漫水河智慧流域信息管理与服务平台的网络架构如图所示：

(2) 安全体系设计

安全体系建设按照基础设施层、数据访问层、信息交换层、应用层四个层次设计，基础设施层包括两个部分：网络安全基础设施和认证基础设施；数据访问层的安全性包括数据资源的安全性、数据访问、传输以及提取等的安全性，结合业务工作对数据运行的要求，对数据资源及时进行安全备份；信息交换层主要是保证信息（消息）传输的机密性、完整性和不可否认性，防止信息传输过程中的窃听和泄漏。应用安全保证业务操作主体的可信性、可审计性以及不可抵赖性。

(3) 系统接口设计

信息平台能够提供良好的扩展接口，以保障与其他各系统的对接和通讯。信息平台提供的数据访问接口包括：

- ◆ File: 和磁盘文件的交互
- ◆ GSM: 支持通过短信设备推送各类报警消息
- ◆ Message Queue: 支持 Windows 系统消息队列
- ◆ OLE-DB: 系统支持 OLEDB 方式进行数据访问
- ◆ OPC DA: 系统支持标准的 OPC DA 实时数据接口
- ◆ OPC HAD: 系统支持标准的 OPC HAD 历史数据接口
- ◆ PI System: 系统的内核完全基于 PI System 技术
- ◆ SCADA: 数据采集网关、信息平台软件都是为 SCADA 系统配合而设计的，支持各类 SCADA 软件硬件平台
- ◆ Web Service: 系统提供 Web Service 接口方式访问

9.3.3 建设内容

漫水河智慧流域信息管理与服务平台的系统建设内容应包括一套基础设施、一个数据中心、一个应用平台。

(1) 基础设施

一套基础设施包含覆盖漫水河流域水量水质的物联感知监测网络、智慧排水平台基础软硬件设施。

建立一张覆盖项目建设区的物联感知网络，全天候在线监测排水相关元素，全面、实时、准确掌握区域内的涵盖雨量、流量、液位、水质等多项指标的监测仪表设备的建设，以及相关设施、设备的监测数据和运行状态监控。

依托私有云或公有云平台，使用云平台中的计算资源，每年支付租用费用。本地仅建设满足数据采集、存储及转发的服务器硬件。

(2) 数据中心

融合集成漫水河流域水量水质的物联网监测数据、空间基础数据、业务数据、主体数据，统一规范和标准，使用数据仓库模型，结合区域内相关工程建设与运维管理、绩效评估的需要，对多源、多格式、多类型的数据进行统一的存储和管理，实现数据统一管理、计算建模、挖掘分析、共享交换，为管理工作提供可视化及分析评估基础，彰显智慧流域管理平台的价值。

(3) 应用平台

建立“规范、安全、开放”的智慧流域软件应用平台，平台包括管控平台和手机 APP 用户端，制订统一的应用系统接口规范，使得不同的系统都按照一定的规范标准实现数据集成与业务融合。

9.4 管控平台系统设计方案

9.4.1 数据中心设计方案

(1) 数据中心架构

智慧流域平台是一个数据量大、拓扑结构复杂的网络系统，而且排水设施建设处于不断的更新、扩展和改造中，因此系统数据必须完整、准确，具有现势性，这要求智慧流域平台系统建立一个动态可维护的数据中心。

数据中心架构图如下：



图 9.4-1 数据中心架构图

智慧排水平台数据中心从总体结构上分析可分为三个部分：基础空间数据（地形图、管网数据等）、监测数据、运行数据。智慧排水平台的各个数据库部分在物理上分开，但在运行管理逻辑上是紧密相关的，以保持数据的一致性。

(2) 物联网监测接入

实时在线监测通过合理的布设监测点位和监测设备，利用移动互联网等通讯方式，实现监测对象的实时在线监测接入。

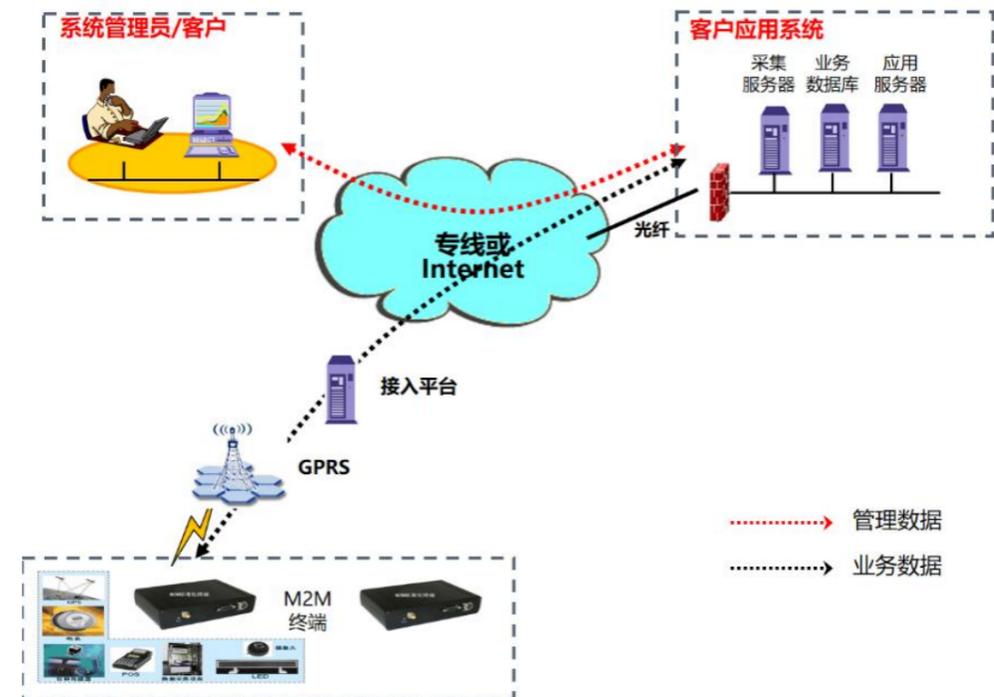


图 9.4-2 接入拓扑图

物联网监测接入对象包括排水户水质水量数据接入、水系管网运行监测接入、调蓄设施运行监测接入（若有）、泵站运行监测接入，以及污水厂进出水监测接入等内容。

(3) 数据存储备份

磁盘阵列、磁带库、备份服务器以及光纤交换机，共同组成平台存储备份系统，使数据统一存放，集中管理，采用完全备份与增量备份相结合的方式，根据数据的重要程度安排不同的备份策略，提供全方位的存储备份功能。

(4) 安全保密

防火墙、入侵检测、漏洞扫描、安全审计、防病毒、物理隔离网闸、身份认证系统、安全审计和防病毒网关共同组成了数据中心的安全防护体系。

(5) 数据服务

数据服务主要包括数据汇集管理、数据基础服务管理、系统资源管理，以及应用支持服务等内容。

9.4.2 排水综合管理平台

实现排水管网、沟渠、水系、泵站、污水处理厂、巡查等其他可展示图层的集中可视化展

示，该子系统需要操作方便，具有方便的图层管理、数据管理等功能，对要素的实时状态、历史状态和报警状态的形象化展示和简单分析。所有监测信息需基于 GIS 地图服务上展示，并满足虚拟全国地图的方式和三维地图服务的扩展开发应用。系统支持的测点数量没有限制，允许根据工程的规模任意扩展，数据监测点与设备档案信息库之间应建立链接关系。

(1) 排水管网信息展示

1) 管网管理 (GIS)

支持调用查看排水公司 GIS 系统管线，提供管网、水系、沟渠查询及展示等功能。

管线及其设施支持分级展示。

2) 水位监测

以地图形式，清晰的展示各水位监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、井的类型、井深、水位**等信息。

3) 管井监测

以地图形式，清晰的展示各管井监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、井盖状态、井盖资料**等信息；

4) 水质监测

以地图形式，清晰的展示各水质监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、监测点的水质指标，如 COD、氨氮、ph 值、水温**等信息。

5) 流量监测

以地图形式，清晰的展示各流量监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、瞬时流量、累计流量、最大流速、最小流速、水流方向**等信息。

6) 淤积监测

以地图形式，清晰的展示各淤积监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、淤积深度**等信息。

7) 闸门监测

以地图形式，清晰的展示各闸门监测点的位置及关键监测信息。

任意选中某一监测点，可通过链接的方式跳转到该监测点的详细页面，可显示该**监测点编号、启闭状态、开度值**等信息。

以上功能均支持：

- ◆ 支持在 GIS 地图服务上动态实时数据显示。
- ◆ 支持各监测点基础信息的修改功能。
- ◆ 支持历史数据曲线展示及分析功能。
- ◆ 系统提供标准数据调用接口。
- ◆ 支持报警功能。

(2) 泵站信息展示

以地图形式，清晰的展示各泵站的位置及关键监测信息。

任意选中某一泵站，可以通过选择链接的方式切入到该泵站内的效果图或平面图，显示该泵站内更详细的实时运行数据。每个泵站的监视画面上需展现该泵站的**运行工艺流程图、主要监测数据（进水井液位、进出水瞬时流量、累计流量）、门禁监控、视频监控、故障报警、设备运行状态**等信息。

- ◆ 支持视频画面和工艺流程监视画面的任意组合。
- ◆ 支持在 GIS 地图服务上动态实时数据显示。
- ◆ 支持各监测点基础信息的修改功能。
- ◆ 支持历史数据曲线展示及分析功能。
- ◆ 系统提供标准数据调用接口。
- ◆ 支持报警功能。

(3) 污水处理厂信息展示

以地图形式，清晰的展示各污水处理厂的位置及关键监测信息。

任意选中某一污水处理厂，可以通过选择链接的方式切入到该厂区效果图或平面图，显示该厂内更详细的实时运行数据。每个污水处理厂的监视画面上需展现该厂的**运行工艺流程图、主要监测数据（进水井液位、进出水瞬时流量、累计流量、进出水水质）、视频监控、故障报警、设备运行状态**等信息。

- ◆ 支持视频画面和工艺流程监视画面的组合查看。
- ◆ 支持在 GIS 地图服务上动态实时数据显示。
- ◆ 支持各监测点基础信息的修改功能。
- ◆ 支持历史数据曲线展示及分析功能。

- ◆ 系统提供标准数据调用接口。
- ◆ 支持报警功能。

(4) 排水户管理子系统

排水户管理子系统可实现对辖区内排水户信息的统一查看及数量统计分析。同时将排水户信息与 GIS 地图相关联，实现排水户属性信息和空间信息的统一查询管理。

排水户管理子系统主要功能包括：排水户信息管理、排水许可信息管理、排水户地图查询、排口在线监测、排水户纳管管理等内容。

1) 排水户信息管理

排水户信息管理包括：排水户信息展示、排水户信息检索编辑、排水户信息检索等功能。

2) 排水许可信息管理

排水许可管理包括：排水许可跟踪、排水许可统计分析、排水许可查询等功能。

3) 排水户地图查询

实现在地图上按区（县）、污水厂查询出有哪些排水户，区分哪些已经按要求办理排水许可证，哪些未办理。

在地图上可显示查询区（县）、污水厂的排水户总数量、已办理排水许可证数量、未办理排水许可证数量。

4) 排水口信息管理

排水口信息管理包括：排水口信息上报、排水口信息编辑、排水口信息检索等功能。

5) 排口在线监测查询

通过与排水户排口、排水户与主干管网或水系接驳点等地在线监测设备的数据接入，实现排水户排口实时排水情况的监测。

6) 排水户纳管管理

排水户纳管管理包括：纳管在线申请、纳管在线审核、纳管路线制定、纳管在线监管等功能。

(5) 在线监测子系统

在线监测系统主要实现采集分析排水系统运行的相关在线监测信息，支持对排水户、管网、水系、沟渠、调蓄池、泵站、污水厂等设施的运行信息实时采集、实时展示、运行预警、运行曲线图分析和运行报表生成等功能。

总体技术要求：

- 1) 在线监测系统采用 B/S 系统模式；
- 2) 根据对于运行状况获取的实际需求，通过现场监测设备采集数据的实时传输，实现管网

和水系中关键节点液位、流量、雨量数据的分类实时显示；辅以报警功能，实现对其运行状况的实时掌握；

3) 除了实时获取数据外，实现历史数据的查看、导出，同时基于获取的数据支持进行统计分析，为管网状况的掌握提供直观的结果。

A. 实时监测一张图

监测数据可以通过 GIS 地图的形式实时展示排水监测数据。监测数据展示画面采用分层结构，可将水质、液位监测点在地图上集中展示，清晰的体现排出管网污水的水质、压力、流量、液位监测点的位置及关键数据。任意选中某一监测点，能显示该监测点编号、监测点的监测指标。

B. 监测设备管理

监测设备管理主要针对监测设备的状态、工作情况、信息以及地图显示进行分析管理。

(6) 在线管理子系统

在线管理子系统主要包括以下功能：

设施管理、水系管网分析、资产统计、管网巡检等功能。

设施管理包括：设施采集、地图操作及查询、设施编辑、设施统计分析等功能。

水系管网分析包括：流向分析、连通性分析、横剖面分析、纵剖面分析、施工分析等功能。

依据给定的条件，系统可自动统计各种规格管线的长度、管件和附件的数量；按管线口径、区域管网事故；按指定区域计算其面积、统计管线种类、长度，附件种类、数量和安装时间，以及区域内的用水量。

巡查人员应定期对管网进行巡视，检查排水设施状况。巡查内容为：

- 1) 检查地面有无沉陷；
- 2) 水流是否正常；
- 3) 有无违章接入；
- 4) 有无堵塞物。

(7) 业务管理子系统

1) 泵站、污水处理厂维修维养台账管理

建立设备档案信息库，对各泵站、污水处理厂内的主要设备进行登记，主要设备包括格栅、水泵、闸门、启闭机、鼓风机、变压器、配电柜等。

根据管理需要，点击任意设备，可展示该设备的基础信息、维修情况和维养情况。基础信息主要包括设备名称、管理人员、管理部门、权属单位、安装地点、运行状态、备品备件、使用手册、制造商、售后服务商、备注等。维修情况需详细记录维修内容、时间、维修单位、经办人

等关键信息。维修情况需详细记录维修内容、时间、维修单位、经办人等关键信息。

- ◆ 根据组合条件，提供设备台账查询功能。
- ◆ 系统支持台账统计查询、编辑、数据导出、打印等功能。
- ◆ 支持在地图上显示该泵站维修或维养所在位置。
- ◆ 二维码：系统可以定制输出二维码标牌，利用手持设备进行扫描可以快速获取设备基础档案信息。

2) 管网维修维养台账管理

建立管网维修台账信息库和管网维养台账信息库，列表展示管道维修和管道维养的信息。

通过点击管网维修、管网维养列表信息，可详细展示该列表信息的详细情况，维修情况主要包括维修内容、维修时间、维修单位、经办人、完成情况等关键信息。维养情况主要包括维养内容、维养时间、维养单位、经办人、完成情况等关键信息。

- ◆ 根据组合条件，提供设备台帐查询功能；
- ◆ 系统支持台帐统计查询、编辑、数据导出、打印等功能。
- ◆ 支持在地图上显示该工程所在位置和完成情况。

3) 管网及泵站巡查

①系统以列表形式显示当前所有手机移动端的巡查人员，包括在线和离线人员，选择某一个巡查人员，可详细展示其人员相关信息、巡查轨迹，巡查轨迹及GPS人员定位信息均可结合地图显示。

②以列表的方式集中展示泵站巡查过程中发现的问题，包括巡查内容、上报时间、整改情况及报警状态。

- ◆ 系统支持管网、泵站巡查报警机制，未及时处理泵站巡查故障工单，系统应提供报警功能，待故障工单处理后自动解除报警状态。
- ◆ 系统报警信息支持于首页门户展示。

4) 台账管理

工程台帐管理，主要是对排水公司的工程台帐信息进行管理，以列表的方式展示工程信息，工程信息主要包括项目名称、项目开工日期、完工日期、合同签订日期、项目金额、附件等。

安全台帐管理，主要是对排水公司的污水厂、泵站安全事项进行检查管理，包括污水厂、泵站、工程项目的安全检查信息记录、查询和统计，为便于安全管理，杜绝风险发生，控制风险隐患，需建立安全信息管理模块功能。

以列表的方式展示设施移交台账信息，主要包括工程名称、移交单位、接收单位、日期、

主要内容等基本信息。

(8) 案卷管理子系统

1) 社会应急联动

工作人员对接到社会应急联动平台内的案件需录入本模块，具体内容包括：应急内容、接警时间、案发地址、联系人、联系方式、以及处理情况等信息，并增加反馈意见等信息内容。系统应提供查询时间段内信息及处理状态，并能按类别进行统计图表，支持批量导入、导出功能。

2) 智慧城管

工作人员对接到智慧城管平台内的案件需录入本模块，具体内容包括：接警内容、接警时间、案发地址、联系人、联系方式、以及处理情况等信息，并增加反馈意见等信息内容。系统应提供查询时间段内信息及处理状态，并能按类别进行统计图表，支持批量导入、导出功能。

3) 集团工单

工作人员对接到集团工单平台内的案件需录入本模块，具体内容包括：接警内容、接警时间、案发地址、联系人、联系方式、以及处理情况等信息，并增加反馈意见等信息内容。系统应提供查询时间段内信息及处理状态，并能按类别进行统计图表，支持批量导入、导出功能。

4) 排水热线服务

工作人员在日常值班过程中如接到接警热线类的案卷需录入本模块，具体内容包括：接警内容、接警时间、案发地址、联系人、联系方式、以及处理情况等信息，并增加反馈意见等信息内容。系统应提供查询时间段内信息及处理状态，并能按类别进行统计图表，支持批量导入、导出功能。

5) 自查案卷

管理工作人员在自查过程中如发现相关问题需录入本模块，具体内容包括：自查内容、自查时间、案发地址、联系人、联系方式、以及处理情况等信息，并增加反馈意见等信息内容。系统应提供查询时间段内信息及处理状态，并能按类别进行统计图表，支持批量导入、导出功能。

(9) 报表管理子系统

报表管理子系统应该提供灵活、可设置的统计分析功能，能以用户定制化的数据报表和分析图形展示出来，其中分析图形可包括饼图、柱状图、走势图等，支持三维显示。系统须具备查询、预览、导出、打印等功能，软件内嵌报表设计器，用户可以自行设计报表模板，或者修改已有的报表模板，在设计过程中可以立即预览最终效果。

报表支持多数据源汇入，如在线数据、人工录入数据、计算数据等。

生成的报表可以分目录管理，并可按权限约束浏览人员的范围。可以按群组 and 人员分配查

看权限。

(10) 排水生产监控平台

是一套针对调度中心人员而定制开发的 SCADA 监控系统，通过实时展示的监测数据及远程控制功能，协助我公司调度中心人员在特殊情况下迅速发挥其指挥调度的重要作用，同时提供应急处置能力，保证设施运行安全。

该系统采用分布式系统设计，逐层管理的方式展示各泵站的地理分布位置及概况、平面图，将各数据源提供的实时监测数据通过工艺流程图实时展示。保证信息的实时性和准确性，支持应急指挥决策。

对各泵站的液位（开泵液位、停泵液位、泵坑液位）、出水口流量、气体、水泵运行状况（开停状态、电流、轴温、电压、台时）等数据进行实时监控，支持历史数据查询、统计、趋势图分析、打印、导出等常规功能，支持多条数据同时展示，支持水泵、格栅机、进出水闸门、除臭设备、空压机等关键设备的远程监控功能。

(11) 排水智能调度子系统

通过构建排水管网、沟渠闸泵、污水厂一体化模型，分析管网、污水厂负荷、溢流污染情况，对管网和水系的运行状态进行综合评估；实时预报溢流口溢流情况；分析不同工况下各种调蓄设施的调度规律，在满足防洪排涝、溢流污染等目标前提下的降低能耗。

(12) 井盖预警监控子系统

井盖预警子系统主要由井盖检测器和后台服务系统组成。采用 GSM 或者 GPRS/CDMA 方式无线通信，井盖报警器安装于井盖下方，24 小时全天自动值守，支持遥控布防撤防，井盖一旦被开启移动，将通过短信方式向监控后台和值班人员手机发出报警短信。

(13) 系统管理模块

包括管登录认证管理、日志管理、权限管理、信息检索、通知消息等。

(14) 移动终端

通过本模块功能开发，进一步提高了管理人员的日常巡检及监控管理能力，提高了公司管理效率。公司领导、管理人员在移动终端上可以随时、随地查询系统信息，对于公司日常业务开展及突发性、应急性事件的处理具有重要意义。

1) 实时监控：随着手持移动端用户的移动，系统自动搜索并显示附近的排水设施，方便生产管理人员及时掌握动态信息。

2) 生产监视：接入排水综合管理平台，便于生产管理人员可及时掌握监测点运行状态。

3) 设备二维码扫描：系统支持现场设备条形码扫描，自动弹出对应设备的档案信息。

4) 巡检轨迹：系统自动记录巡检人员的 GPS 轨迹信息，并发送到服务器端。管理人员可以随时查看巡检人员的实时位置及历史巡检轨迹。

5) 巡检报告：手持移动端用户可浏览上报的各类报告，也可将现场照片、问题反馈、巡检记录、语音留言等信息上传。

9.4.3 基础软硬件平台设计

(1) 基础软件设计

GIS 软件运行环境包括服务端运行软件与桌面版运行环境，本次项目的漫水河智慧流域信息管理与服务平台要在集中式、企业级的 Internet 环境中运行，因此，要选择一个全面的、完善的、可伸缩的 GIS 软件平台，无论是单用户、还是多用户，无论是桌面端、服务器端、互联网还是野外操作，都可以通过这个 GIS 软件平台构建用户所需要的地理信息系统。在服务端集中实现和管理 GIS 功能，提供 GIS 二次开发接口。GIS 软件运行环境应满足以下性能要求：

①支持主流操作系统平台与主流的商业数据库软件；②支持多数据源集成管理，能够同时管理矢量、属性、影像和 DEM 数据库；③支持海量空间索引技术；④具有灵活方便的空间数据编辑功能；⑤方便的符号制作与管理工具；⑥具有拓扑处理能力；⑦支持多种通讯协议与便携移动终端的应用；⑧具有内嵌的开发包，支持二次开发；⑨易于维护管理。

(2) 数据库平台软件

漫水河智慧流域信息管理与服务平台的建设，需要一套强大的数据产品支撑，对海量数据进行有效管理，提供高效的搜索、查询、数据分析、报表、数据整合以及数据同步等功能，以避免因低估了数据需求使得在以后的系统建设及升级中产生麻烦。

数据库平台软件应为标准版数据库，具备开放性特性的大型数据库，具有关系数据库和面向对象数据库的优点，适用于不同的开发与部署环境，提供高效、可靠及安全的数据管理能力，存放海量数据，提供大数据量的在线事务处理（OLTP）环境。并且满足以下成熟度、高效性、可靠性、安全性、开放性等性能指标要求：

1) 成熟度要求

①支持 ANSI/ISO SQL99、ANSI/ISO SQL89、ANSI/ISO SQL92E、ODBC 3.0、X/Open、CLI、JDBC 等当前最流行的数据库技术标准；②完全支持中文国家标准第二级（GB2312-80）的中文字符的存储处理，支持 UNICODE 通用编码格式；③支持对象数据、多媒体数据、地理空间数据的存储管理。

2) 高效性要求

①支持海量数据存储管理，可到 TB 数量级；②支持多种优化的大数据量处理功能；③具有

开放硬件平台上的并行处理功能，提供最高的并发度和最大的吞吐量。

3) 可靠性要求

①支持在 WINDOWS 环境数据库集群和双机热备份机制；②支持 7x24 不间断的运行处理；③支持数据的在线备份与恢复，具有多种数据复制方式；④提供软件容错机制，包括数据库、日志镜像、自动恢复和集群机制。

4) 安全性要求

①达到安全标准；②支持行/页/表等不同级别的锁机制，有良好的死锁处理机制，以及阶段提交机制，以保证数据的完整性和一致性；③支持数据库存储加密、数据传输通道加密等保密机制；④支持身份识别、角色划分、追踪审计等安全机制。

5) 开放性要求

①支持主流厂商市场主推的硬件和操作系统平台；②支持主流的网络通信协议，应包括：TCP/IP 等；③支持异种平台上异种数据库的良好互联，可实现对文件数据和桌面数据库数据的访问，可实现对大型异种数据库的访问，可将原有异种数据库向本数据库无损失移植；④支持易用并具有广泛适应性的开发语言和工具，如 VC、VB、PB、JAVA、XML、CASE、WEB 应用工具等；⑤支持当前流行的应用拓扑结构，如终端/服务器、客户机/服务器、浏览器/应用服务器/数据库服务器处理模式等；⑥具有统一图形界面的管理，能简易的实现对服务器上数据库的管理功能；⑦支持数据库的联机维护；⑧支持数据库跟踪和性能调整及性能分析，支持对逻辑内存及缓冲区的管理。

9.4.4 软件系统集成设计

(1) 软件系统集成

1) 软件系统集成范围

在本项目中，需要进行软件集成的对象包括构成软件系统的支撑软件和所有应用模块，所以，软件集成的范围如下：

- ①系统软件：包括 GIS 软件、模型软件、操作系统；
- ②数据库系统：数据库软件包括实时数据、历史数据、空间数据、设施基础数据、设施运行数据、评估数据等；
- ③中心基础软件：包括在线数据共享服务接口、信息填报、用户权限、行业监管门户。

2) 软件系统集成关键点分析

漫水河智慧流域信息管理与服务平台中应用集成的关键包含以下因素：

①接口问题

集成的水平和能力直接体现在对系统接口的处理能力和水平上，接口处理的水平越高，所实现的系统集成度就越高。

②数据共享和交换

除了各个软件系统可以相互操作、协同之外，系统之间信息和应用逻辑的共享和交换也是必不可少的。

(2) 数据交换接口规范和标准

1) 数据直报规范

数据填报可通过网络（网页）访问漫水河智慧流域信息管理与服务平台功能。在线监测设备采集数据通过采集服务器实时上传给调度数据中心，完成在线监测设备数据的上报工作，并实现本市数据的基础应用。

2) 与其他系统集成

支持与各运营公司、其它企业管理相关系统的集成。系统建设必须按照国家安全等级保护二级来建设实施；需保证业务办公系统与实际生产环境的安全隔离。

第十章 可持续发展保障措施

10.1 提升乡镇污水排放处理能力

10.1.1 加强入河排污口监督管理

认真贯彻落实最严格水资源管理制度明确并落实三条“红线”，严格实行污染物总量控制与浓度控制相结合的污染控制制度，将重点水污染物排放总量削减和控制计划确定的控制指标分解下达到各流域管理部门，再进一步分解落实到排污单位，严格水功能区水质目标的考核管理，划定禁止和限制入河排污口区域，规范新建入河排污口设置，完善入河排污口审查制度，加强饮用水保护区及水功能区的监督管理，严格入河湖排污口监督管理。

严令禁止河湖沿线再增加污水和合流制排放口，对需要新增加的雨水口需要计算年污染物排放量并据此设置一定的初雨调蓄和处理措施；对已经获得排污许可的污水厂尾水排放口，需要借助智慧流域监测平台手段加强对排放水量和水质的监测和检测；对实时提标扩建的污水厂需要新增或者改造排口的排放点，需要经过多方充分论证后才准予排放。

10.1.2 推进管网及污水处理设施排查修复工作

根据《清远市清新区农村生活污水治理攻坚行动方案（2021-2025年）》的调查发现，针对漫水河流域内的村庄的污水处理设施是采用PPP模式的，即已建成的生活污水处理设施由第三方运维公司管理，自行建立完善的管理运维制度。已建生活污水处理设施的村庄，由所属村庄自行委托第三方运维管理公司或委托村委村民兼职管理。但由村民自行运维管理主要以梳理、清理漂浮垃圾为主，尚未建立起完善的运维管理制度。由村民进行运维管理只能对周边环境、杂草等进行维护，无法及时发现工艺在运维过程中产生不利因素。

在漫水河流域的城镇生活污水中，部分污水统一收集至污水处理厂处理，目前仅有太平镇污水处理厂正常运行，其他农村地区生活污水部分经过农村污水处理设施处理后排放。另一方面，据推测，在漫水河流域内的村庄现状管网均存在相当程度的结构性缺陷和功能性缺陷，不少的埋管道在投入运营若干年后，由于外力或自身使用寿命等原因，都会不可避免的出现穿孔或泄漏事故。因此，可针对性地通过对管网和废旧的污水处理设施进行修复完善、重新敷设管网、优化主支管的衔接、规范设施检查井、提高接户率等方式提高污水收集率，保障污水处理设施有效运行，提升污水处理率和稳定性。

10.1.3 提高污水厂进厂浓度

根据调研资料显示，目前在漫水河流域仅有太平镇污水处理厂正常运行，根据污水处理厂

2020年逐月运行情况记录资料，2020年全年共处理水量350万吨，平均每月处理水量29万吨，进出水COD浓度分别为47.3mg/L、11.3mg/L，进出水氨氮浓度分别为8.24mg/L、0.26mg/L，处理水量大于城镇污水理论估算产生量，且进水浓度明显偏低（根据清远市清新区广业环保有限公司排污许可证，厌氧池设计进水水质，COD为250mg/L，氨氮为25mg/L），说明污水处理厂进水可能混入了较多的雨水。可通过以下的方式提高污水厂进厂浓度：

（1）完善排水体制

根据国家排水规范中“允许同一城镇可采取不同的排水体制”的规定，对漫水河流域内的居民聚集区近期可多采用截流式合流制排水体制进行过渡，远期随城区建设逐步改造成分流制，可将原有的雨污合流管改成单一雨水管，不再接入截流干管，同时将截流干管作为污水干管使用并封闭其溢流口，并重新铺设污水支管接入污水干管，这样远期就实现了雨污完全分流制。

（2）减少进入管网的外来水源

尽量采取措施减少外来水源进入污水管网，甚至应做到杜绝河水进入管网。对此提出以下措施：①杜绝雨水进入污水管网的主要措施还是将排水体制逐渐改为雨污完全分流制；②对于连通污水管网和河涌的排放口，以及充当污水干管收集生活污水的暗渠，在不影响排洪的情况下，可以将其封堵，杜绝雨水及其他低浓度外来水源进入管网；对于容易发生河水倒灌的溢流口，可以安装合适的拍门防止其倒灌；③做好防漏、抗渗处理。设计管网时，应调查区域的地下水及地表水情况，以便更好地做好防漏、抗渗工作，从而达到污水厂进水浓度受地下水地表水渗入影响最小的目的。

（3）逐步改造化粪池

如果不设化粪池，粪便等杂物便直接进入污水管道，容易造成管道堵塞，因此并不提倡完全拆除化粪池，考虑到化粪池对污水厂进水浓度的影响，可对其进行改造。针对漫水河流域内大部分的村庄现状，可考虑设置三级化粪池，其级数多、污水停留时间长，要使化粪池处理有机物能力降低可以将其级数减少、污水停留时间和厌氧消化时间缩短，起到简单的沉淀效果即可。

10.1.4 优化污水管网收集覆盖

在城镇污水厂的建设过程中，往往存在的问题是污水厂虽然按计划建成投产，但污水管网却只建了部分污水干管与支管，并没有收集规划区域内的全部污水，造成污水厂实际处理量不足以及未收集的污水直接排入水体污染环境等现象。漫水河流域内的污水处理厂同样存在类似的问题，因此需要进一步加强污水管网的规划和建设，在规划的过程中与旧的排水系统充分衔接，尽量保证规划区域内污水最终全部排入污水厂。

10.2 强化农村区域污染源管理

10.2.1 农业面源管理

为达到漫水河流域水质考核目标，自2018年以来，清远市、清新区制定印发了制定了各个技术方案，开展针对区域内农业面源污染的治理和管理工作。包括以下几项：

一是开展漫水河流域畜禽养殖污染治理。2017至2019年共投入4896.57万元用于清西片区966家畜禽养殖场的清理整治，清理生猪62.35万头，禽类22.18万羽。目前，清新区已制定《关于开展畜禽养殖场污染治理设施核查的通知》、《规范生猪养殖场综合整治粪污处理与资源化利用设施核查工作指引》等文件，在结合生猪保供给的同时加强新建、扩建、复养生猪养殖场的把关，确保生猪养殖场废弃物做到资源化利用。

二是推进农业种植业面源污染控制。2017至2019年，投入853.84万元开展世行贷款广东农业面源污染治理项目，对清西三镇15.38万亩农田实施面源治理。农药、化肥使用量同比分别下降了25.86%、27.63%。

三是调整养殖结构，推广生态水产养殖。截至目前漫水河流域已实施小龙虾养殖413亩，实施饵料鳊养殖460亩，已建立池塘循环水养殖的容海试点基地，已推广科学调水养殖10850亩，并在2019年底至2020年初鱼塘干塘期实施鱼草轮作1400亩，目前正在对2000亩鱼塘开展鱼草轮作。

因此，相关职能部门应进行推进农业面源管理的相关方案工作，并推进循环农业发展，把控制农业面源污染作为发展生态环境循环农业的重要措施，坚持治理、保护、修复并重，转变农业生产方式，努力实现绿色发展、循环发展、低碳发展。推动生猪小散养殖向标准化规模养殖转型、粗放养殖向绿色科学养殖转型。推进农业清洁生产，“十四五”期间，测土配方施肥技术覆盖率达到90%以上，确保化肥利用率提高到40%以上。

10.2.2 畜禽养殖污废管理

畜禽养殖具有粪污产生量大，氨氮、化学需氧量、总磷等污染物含量高的特点，畜禽养殖的粪污处理遵循“减量化处置、无害化处理、生态化发展、低廉化治理、产业化和规模化防治”的原则。漫水河流域内主要养殖猪、鸡、鸭、鹅等畜禽，规模化养殖场较少，散养户多，存在禽类放养，禽类与鱼类混养，禽类养殖粪污直排入塘、入河等现象，因此，重点从减量化、生态化、产业化和规模化等角度提出措施。

从流域水质提升的角度出发，通过政策宣导、技术指引和资金扶持等方式，逐步转变养殖户的观念，将山塘镇岗坳村、马安村、金亭村、花岗村、塘湾村、新兴村及太平镇中南村、马塘村、年丰村、团结村等存在的“水禽鱼类混养模式”，逐步调整为“旱地养殖”或“工厂化”养殖，

从源头控制污染物的排放。

另一方面，应落实畜禽养殖场户污染治理的主体责任。坚持区域统筹、分类施策的原则，指导规模化养殖户开展以畜禽粪便处理与利用为主要内容的标准化改造，建设和完善与养殖规模相配套的畜禽粪便收集、处理和利用等基础设施，鼓励和引导小散养殖户提升畜禽粪便综合利用水平。在此，农业农村部门应充分发挥桥梁作用，推广发展种养平衡的农业生产模式，加强畜禽养殖发展规划和种植业规划的协调，以种植业发展特点及耕地粪便承载力为依据，促进规模化养殖场与当地蔬菜、林地、甘蔗、香蕉等种植大户建立种养合作，推动畜禽养殖粪污的资源化应用，加强对散户的引导和宣传，指导散户科学对粪污进行堆肥，并就近应用于水稻、蔬菜、果蔬等农作物，避免畜禽养殖散户随意直排粪污。

10.2.3 养殖鱼塘排污管理

(1) 连片池塘集中管理

漫水河流域内除养殖企业和集中养殖户外，个体养殖户多且分散，均以各自为政的方式进行养殖，养殖面积和规模偏小，管理难度大，较难作为推广生态养殖或池塘标准化改造的试点对象。相比个体养殖户而言，养殖企业和连片集中养殖大户规模较大，在管理和政策落实、推广养殖技术、建设尾水治理设施时均具有明显的优势。

近年来，广东省逐步推进水产养殖绿色发展，在提出珠三角标准化鱼塘改造后，近日又部署了珠三角百万亩养殖池塘升级改造绿色发展三年行动方案。水产养殖产业升级和绿色发展已是大势所趋。方案中提出了发展规模化经营的任务，鼓励养殖户将池塘向专业大户、合作社等流转，鼓励龙头企业采取“公司+农户”、“公司+合作社+农户”等模式，发展100亩以上的规模化经营。实现土地、资金、技术、劳动力等生产要素的有效配置，推进产业链整合和价值链提升，提高产业化水平和市场竞争力，让养殖户共享产业融合发展的增值收益。

(2) 实行池塘养殖尾水排放申报制度

养殖尾水排放实行排放申报制度和排污收费制度，对于需要将尾水排入片区尾水治理设施的，由养殖户提前10天向行政主管单位提出申请，由治理设施运营单位评估设施运行情况后，经行政主管单位同意，作出予以排放的回复。通过排放申报的方式，合理控制养殖片区内排水量，防止排水量突然增加对尾水治理设施造成冲击，降低处理效率，进而造成断面超标。对于尾水处理，可根据“谁污染谁治理，谁受益谁承担”的原则，按照池塘养殖面积收取一定金额的尾水处理管理资金，用于尾水处理设施等公用设施的正常维护和日常管理的支出，并设立专帐管理，专款专用。

10.3 推进绿色农业发展

10.3.1 相关规划政策背景

绿色农业作为近年新兴的理念和模式，是一种在促进农业发展、增加农户收入的同时保护环境、保证农产品的绿色无污染的农业发展类型，其涉及到生态物质循环、农业生物学技术、营养物综合管理技术、轮耕技术等多个方面，是一个涉及面很广的综合概念。

根据《清远市生态环境保护“十四五”规划》的文件精神，中央和地方政府高度重视生态环境保护工作，提出了“促进经济社会发展全面绿色转型，建设人与自然和谐共生的现代化”的总体发展方向，其中在区域产业发展升级的方向上大力推行绿色农业，主要包含以下两个方面的主要内容：

（1）深化养殖种植污染防治

加强养殖污染防治。提升畜禽养殖业现代化管理水平，推行标准化、规范化、机械化饲养，推进养殖场规模化、标准化、生态健康养殖。全面推进畜禽养殖废弃物减量化排放、无害化处理和资源化利用，完善规模养殖场污染治理设施建设，大力发展生态农业，优化农业产业布局。推进健康养殖和清洁养殖技术，推进畜禽养殖废弃物就地就近还田（林）利用，建设一批种养结合循环生态农业示范基地。稳定提质渔业养殖生产，探索健康水产养殖、水产冷链物流等产业，提倡生态养殖，推进养殖池塘标准化改造，建立现代渔业园区。强化养殖尾水处理配套设施建设，建立完善的进排水分离排灌系统，推进尾水达标排放。

深化种植污染防治。全面推进化肥农药使用量零增长行动，推进施肥方式转变，加快施肥机械研究与开发，因地制宜推进机械施肥技术、推广水肥一体化技术、适期施肥技术，推进有机肥资源化利用，加快推进畜禽养殖粪污资源化利用网络建设，完善畜禽粪污收运体系。以绿色农药为主导，提高农药科学施用水平。加强对本地秸秆综合利用的规划研究，以全域全量利用为目标，编制本区域利用实施方案，强化科技支撑，依托市级专家组和基层农技推广体系等技术力量，根据本地种植制度和耕作习惯，形成适合本地的秸秆直接还田、覆盖还田、免耕还田、堆沤还田等技术规程。开展农田残膜回收区域性示范，创新地膜回收与再利用机制，重点建设废旧地膜回收网点。推广使用可降解塑料薄膜，减少农膜对土壤的危害。开展农业投入品废弃物回收利用试点，修建农田废弃物收集池或田间固定防治废弃物收集塑料桶，引导农民将农用残膜、农药包装废弃物、废旧肥料袋等投放到收集池，纳入农村垃圾处理体系统一处理。

（2）强化农业污染源防治

推进畜禽养殖水污染防治。优先推广节水、节料等清洁养殖工艺和干清粪、微生物发酵等实

用技术，实现源头减量。加强畜禽粪污资源化利用技术集成，推广粪污全量收集还田利用等技术模式。探索以畜禽规模养殖场为重点，实行“一场一策”，指导养殖场粪污综合利用和设施装备改造升级。实行“以地定畜”，鼓励和支持中小型养殖场和散养户采取就地或附近消纳污染物生态养殖模式，推动养殖专业户实施粪便收集和资源化利用。全力推进大燕河、漫水河、乐排河和滃江流域畜禽养殖场清理整治及污染治理设施建设改造工作。

减少农田径流面源排放量。持续推进化肥、农药减量增效，加快推进测土配方施肥和农作物病虫害统防统治与全程绿色防控，提高农民科学施肥用药意识和技能，培育社会化服务组织，持续推进化肥农药减量增效。严格执行化肥、农药等农业投入品质量标准，严格控制高毒高风险农药使用。完善高标准农田建设、土地开发整理等标准规范，新建高标准农田要达到相关环保要求。饮用水水源保护区、重要水库汇水区、供水通道沿岸等敏感区域要建设生态沟渠、污水净化塘、地表径流集蓄池等设施，净化农田排水及地表径流。

探索种养循环生态养殖模式。合理规划养殖布局，严格落实禁养区制度；加强水产养殖污染防治，推进种养结合、种养循环，积极发展大水面生态增养殖、工厂化循环水养殖、池塘工程化循环水养殖、连片池塘尾水集中处理模式等健康养殖方式；推进养殖池塘标准化改造，尾水达标排放，建立现代渔业园区。

因此，基于漫水河流域的污染源分布和省考断面的污染成因，本次方案建议近期重点推行绿色水产养殖和绿色农业种植的发展，作为漫水河流域水生态环境可持续发展的重要保障措施。

10.3.2 绿色水产养殖

清远作为农业大市，是广东省的生态屏障，其中清新区漫水河流域是农业发展的重点区域，应大力推广微生物农业，实现农业的绿色发展。微生物农业是指通过微生物工业化工程，分解动植物废弃物资源，形成非绿色植物的、不污染环境的新型农业和产业，其变革了传统农业生产模式，提高了农业资源综合利用效率，符合可持续发展战略新型农业，是现代农业的重要出路。因此，微生物农业尤其适合在漫水河流域的水产养殖业中进行推广。

传统的水产养殖系统常常用物理的方法过滤养殖用水，但这仅能过滤出非溶解性的污染物，而鱼虾本身排泄的有毒污染物如 NH_3 则需要通过硝化菌的氧化转变成 NO_2^- 和 NO_3^- ，防止鱼虾生病或中毒死亡。目前养殖场通常的做法是通过水体交换来解决这个问题，但有以下几方面的缺陷：一，水体交换后水体的温差很大，鱼虾的免疫力下降，往往鱼虾的生病和死亡都发生在水体交换时；二，将污染的水体排到接受水体将污染源，将造成水体污染的恶性循环，最后无干净水可换。事实上，若能将 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 迅速地转换成无害的 NO_3^- ，问题就可以解决了，而 NO_3^- 是最好的氮肥，可以被细菌、藻类和浮游动物吸收利用。

生物催化技术则可有效地实现以上的过程。与传统的投加菌种不同，生物催化采用的是广谱复合酶技术，与传统的酶制剂最大的区别在于：传统生物酶制剂大多从细菌中提取，而复合酶则从粮食和天然植物中一次发酵萃取，是真正的广谱复合酶，含有 25 种以上的酶和上百种子酶。如下图所示，复合酶分别为鱼塘净水复合酶（左）和鱼饲料复合酶（右），其主要功能是促进水体中有益菌种的繁殖，迅速降解有害物和剩余有机物，抑制蓝藻和绿藻生长的作用，使水环境保持清洁健康，从而达到增强鱼虾的消化吸收能力，增强鱼虾对饲料中营养成分的吸收，降低饵料系数，从源头上解决鱼虾排泄物对底质和水质的污染，节约养殖成本。同时也增强鱼虾对有害物质和废物的排斥从而增强生长和繁殖能力。应用复合酶后，鱼虾的新陈代谢加快，抵抗力和免疫力增强，从而发病率减少，大大提高了成活率，是切实可行的绿色养殖。



图 10.3-1 生物催化复合酶（鱼塘净水复合酶（左）和鱼饲料复合酶（右））

复合酶催化是最有效的生物絮凝技术之一，比加菌种调理的生物絮凝更容易掌握，成本更低。养殖水中除了有机物含量过高外还存在着大量的微生物。这些微生物大多数都会主动吸附其周围的有机物，但微生物的细胞膜是半通透性的，一般只能吸收分子量较小的营养物，如果吸附在其周围的有机物分子较大的话，微生物则分泌出相应的酶（这类在细胞内产生，分泌到细胞外起作用的酶蛋白叫胞外酶）加以分解成小分子的物质，才能以不同的方式吸收到细胞内，加以利用。所以在养殖水中加入复合酶制剂的目的就是将这些大分子有机物分解成小分子物质，然后小分子有机物通过细胞膜渗入土著微生物细胞内部，在各种内酶的作用下，经过一系列复杂的酶反应，

继而被降解，一部分转化为无机物和能量，一部分被微生物用来合成自身物质。与无机催化剂相比，酶降解有机物的速度要高出千万倍以上。通过生物催化技术，不但提高鱼虾的生物消化能力，减少了有害物的排泄，而且可将鱼虾的排泄物和水中的有机质迅速地降解，这样水质可以一直保持良好，并达到零排放。

结合前文所述，本项目中的水产养殖池塘的排放尾水可通过新一代一体化岸基处理设施进行处理，处理后的反冲洗浓缩液是天然的有机肥，可将浓缩液经过压滤技术进行脱水干化，然后粉碎或进行造粒制成高质量的颗粒状缓释有机肥，可用于高端种植如花卉、中药、苗圃等。另外颗粒状有机肥可以与河道底泥制成的种植土混合，制成高附加值的城市模块化种植产品的配置土壤，形式一套适合漫水河流域的绿色水产养殖循环模式。

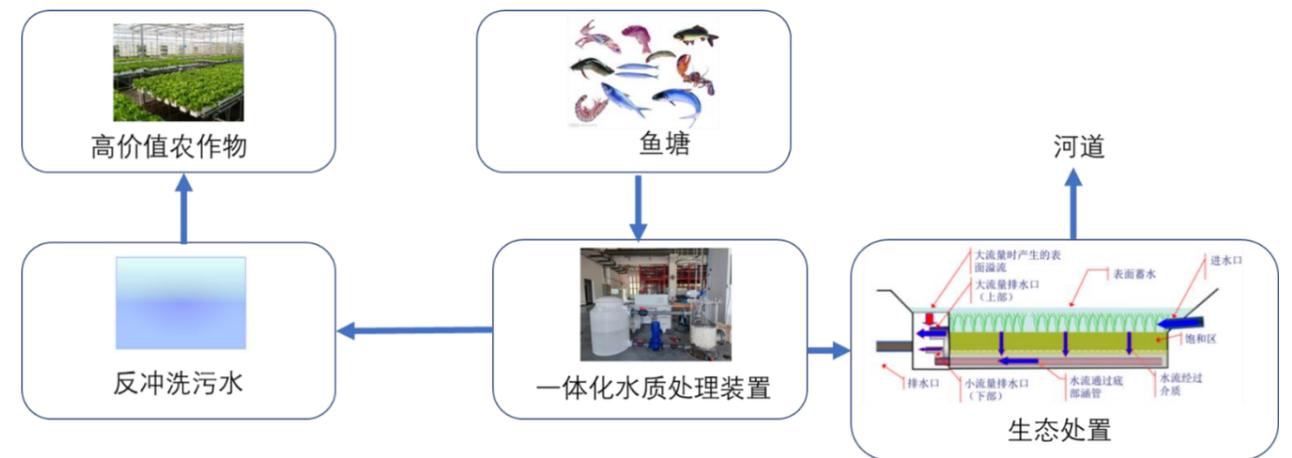


图 10.3-2 绿色水产养殖模式

10.3.3 绿色农业种植

近年来，清新区积极推进畜禽粪污资源化利用技术。据《清远市清新区农业农村局 2021 年工作总结及 2022 年工作计划》统计，目前区内畜禽粪污综合利用率为 80.33%，规模养殖场粪污处理设施装备配套率为 97.87%，大型规模养殖场粪污处理设施装备配套率为 100%，均达到要求，畜禽粪污资源化已取得一定成效。

根据《漫水河流域水产养殖调研专题成果》，清新区内漫水河流域池塘养殖漫水河流域养殖面积共 50239 亩，淡水池塘养殖业也是区内绿色农业中的重点产业。目前漫水河流域以养殖桂花鱼、鱼仔、四大家鱼为主，在养殖过程中会产生含残饵、粪便等有机颗粒废弃物的废水，废水中的有机颗粒富含氮、磷等元素，如能回收进行资源化利用，是天然的生态肥料。但在现阶段，区内淡水鱼塘养殖业中，都是将废水排放到尾水处理设施中，主要采用絮凝沉淀的方式进行处理，不仅增加设施维护的清淤成本，也形成一定资源的浪费。

因此，除了利用“淡水养殖尾水残渣压滤资源化利用技术”，通过快速物理过滤，对养殖尾

水中残渣进行浓缩收集，再通过压滤进行脱水回收，制作成新一代绿色生态肥料外，清淤疏浚工程产生的底泥同样具有良好的利用价值，可利用底泥资源化利用技术，将其打造成漫水河流域内农业种植土壤改良的重要基础。

根据《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》，为防止内源污染，漫水河流域综合整治中已清淤 46.5 万立方米。漫水河道底泥经过长期内积，富含氮、磷和有机物等植物所需养分。漫水河流域内的工业相对较少，对于没有重金属和有害化工污染的河道底泥，采用精细化筛分脱水的方法，将底泥分为沙、粉粒和粘粒。粉粒是有机种植土的原料，通过生物固化，做成颗粒状种植土，这种生物固化的种植土孔隙率为 50%，通风，渗透率好，保水性能好，可以用于各种蔬菜、花卉的优质种植土。也可以用作园林绿化的种植土。该技术属于废物资源化利用领域的创新技术，符合区内加大“三农”科技创新力度的指导要求，可建设长期稳定的农业科技示范基地，以点带面，逐步进行新技术的推广使用，打造淡水养殖产业清新模式。



图 10.3-3 生物固化种植土（左）与普通种植土（右）试验田种植比较

10.4 组织及制度保障

10.4.1 深化河长制

根据《清远市 2022 年实施河湖长制工作要点》的文件精神，明确将从河湖长制、水资源保护、河湖空间管控、水污染防治、水环境治理、水生态修复、水安全保障、执法监管、幸福河湖建设九大方面积极作为，持续推动河湖长制工作走深走实、有能有效，不断提升河湖生态保护治理能力。其中在强化河（湖）长制方面，提出 7 条重要的工作举措，包括：

强化河湖长制考核指挥棒作用。谋划调整 2022 年度河湖长制工作考核方法，探索以发展区定位为基础的市级对县级河湖长制年度考核实施方式。将“碧道+水上运动”试点探索、2021 年度省对市考核存在问题整改工作等纳入 2022 年度河湖长制工作考核范畴。

加强河长办能力建设。全面落实“一办两员”（乡镇河长办、乡镇河长办办事员、乡村河道保洁员）体系，探索完善小微水体管理责任主体。出台河湖长制工作监督检查办法，加强和规范河湖长制工作监督检查。

加强河长巡河履职能力建设。建立河长巡河履职清单、线路清单、问题清单，有力有序组织实施河流问题清理整治工作，实现“现场发现问题、研究整改对策、明确相关责任、交办解决问题”流程常态化、规范化，坚决杜绝河长巡河形式主义，切实增强巡河治水实效性。建立“广东智慧河长”平台投诉问题转办属地河长机制，实现对群众反映问题的快速核查处理，不断提高群众满意度。

建立河湖治理媒体监督机制。组建“媒体河长”队伍，将主流媒体纳入河湖长制工作体系，实现常态化舆论监督和社会监督，通过全媒体宣传矩阵深度宣传河湖长工作亮点，引导和加强公众对河湖保护的责任心和参与意识，营造全社会关爱河湖、保护河湖的良好氛围。

加强水文化的挖掘和弘扬。鼓励各地按照万里碧道理念和相关建设规范要求，结合自身资源优势，积极打造万里碧道相关乡村旅游产品。通过部门联动、政策叠加，形成助力乡村振兴和全域旅游的新合力。依托优秀传统文化、民俗风情和名胜古迹，深入挖掘可利用资源，开发具有清远水乡特色的景观和产品。加强对水文化文献的整理和保护。推动水文化题材作品搬上舞台，深入基层开展惠民演出。

构建全民参与治水新格局。组织开展寻找“最美河湖士”“建设幸福河湖”作品征集等活动。探索构建志愿者河长体系和激励保障机制，加大志愿者招募培训、服务评价激励等力度。积极开展护河主题的课堂活动和课外活动，将爱河护河教育融入共青团和少先队工作体系，利用团属队属新媒体矩阵等专属平台加强宣传教育。

加强经费保障及使用管理。进一步深化涉农资金统筹整合改革，激发各级做好河湖长制工作的积极性。指导县(市、区)围绕落实大事要事，谋划储备做实具体项目，切实提高河湖长制各项目成熟度。在全面开展全市各级领导干部自然资源资产离任(任中)审计中，重点关注各地区各部门河湖长制工作落实情况，强化责任追究，切实发挥审计对领导干部履行自然资源资产管理的监督作用。

10.4.2 建立和完善社会化的参与机制

(1) 努力提高全社会应对生态保护的参与意识和能力

加强对流域内居民的环境保护宣传、培训和引导，使流域内居民建立人人保护环境、人人注重生态的理念，并同时加强对流域居民的科普教育，开发流域湿地、生态产业、河流景观等的旅游资源，使流域治理重点段及示范段成为环境保护教育基地和科普教育基地。增强企业、公众节约利用资源的自觉意识。坚持勤俭节约，倡导绿色低碳、健康文明的生活方式和消费方式，动员全社会广泛参与，营造积极良好社会氛围，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

(2) 多方谋划，鼓励公众参与

利用广播、电视、报刊和网络等新闻媒体，在流域开展经常性的水环境保护和生态建设宣传工作，提高全民对流域环境整治工作的参与意识。大力宣传环境保护方针政策和法律法规，开展公益性宣传，及时播放、报道、表扬环境保护先进典型，公开曝光环境违法行为，不断增强公民的环境保护意识和法制观念。进行“谁污染，谁治理，谁受益，谁付费”的企业宣传教育，使企业遵纪守法，自觉进行水污染源治理，实现达标排放。加强生态文化意识宣传，促进形成符合两型要求的生活与消费方式。

10.4.3 编制应急保障方案

对于突发环境事件，严格按照清远市人民政府颁发的《清远市突发环境事件应急预案》进行处理，在各级政府统一领导下，各部门各司其职、相互配合、上下联动，针对不同污染源所造成的环境污染、生态破坏、放射性污染等特点，实行分类管理。

第十一章 项目实施计划与工程招投标

11.1 项目实施计划

11.1.1 建设工期

经研究,项目分两批实施,其中第一批项目的前期准备工作时间为 5 个月,于 2022 年 8 月初至 2022 年 12 月底;施工工期 10 个月,于 2023 年 1 月初开工,2023 年12月底竣工验收及交付使用。第二批主要为太平镇污水管网项目,于2023年3月开始准备,2023年10月开始施工,于2024年3月竣工并交付。

11.1.2 实施时间安排

根据项目的建设内容及规模,实施计划安排如下:

- 1、2022年8月~9月,完成项目可行性研究报告等编制及审批。
- 2、2022年10月至2022年11月共2个月,完成测量、勘察、设计、图纸审查、概算编制等工作。
- 3、2022年11月至2022年12月共1个月,完成预算编制及审查、工程施工招标等工作。
- 4、2023年1月至2023年12月共12个月,进行项目工程施工建设及竣工验收,项目交接。
- 5、2023年3月至2023年6月共4个月,完成太平镇污水管网项目测量、勘察、设计、图纸审查、概算编制等工作。
- 6、2023年7月至2023年9月共3个月,完成太平镇污水管网项目预算编制及审查、工程施工招标等工作。
- 7、2023年10月至2024年3月共6个月,进行太平镇污水管网项目工程施工及竣工验收,项目交接。

11.1.3 实施管理措施

项目实施进度计划是原则性的,为了确保项目能在预期时间内竣工并投入使用,项目实施过程中可根据工程具体情况作相应调整。

1、强化项目管理,健全各项管理制度和岗位责任制,并将其落实到每个部门和每个成员,做到层层落实,责任到人,施工企业也要实行四定:定人员;定材料、质量;定完成时间;定奖优罚劣。

2、采用先进的施工工艺,并努力提高机械化施工水平,使之确保工程质量的同时,尽可能提高施工效率。

3、制定详细及切实可行的施工方案及进度,并对其进行动态管理,使现场的各个部门以及

各工序始终处于最佳工作状态,做到按进度施工。

- 4、采用平行施工和流水线施工等多种方式组织施工,适当增大投入,以缩短工期。
- 5、根据现场周围环境和施工需要,适当组织二班制作业。
- 6、做好原材料和半成品的供应,加强对施工机械的检查,维修管理工作,使现场能够均衡连续施工。
- 7、深入细致做好各项工种间各专业间的协商与配合,避免相互干扰、扯皮、窝工等不良现象的产生。
- 8、适当加大周转料具的投入,满足施工要求,根据工程的工期安排,适当加大周转料具的投入量,并按计划保证周转料具的及时供应,确保施工工期的需求。
- 9、适当加大机械设备的投入,精选熟练施工队伍,提高劳动生产效率。

11.2 项目招投标

11.2.1 招标依据

- (1) 《中华人民共和国招标投标法》;
- (2) 《工程建设项目招标范围和规模标准规定》《中华人民共和国国家发展和改革委员会第 3 号令》;
- (3) 《招标公告发布暂行办法》(中华人民共和国国家计划发展委员会第 4 号令);
- (4) 《工程建设项目自行招标试行办法》(中华人民共和国国家发展计划委员 5 号令);
- (5) 《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》(中华人民共和国国家发展计划委员第 9 号令);
- (6) 《评标委员会和评标方法暂行规定》(中华人民共和国国家发展计划委员第 11 号令);
- (7) 《中华人民共和国政府采购法》。

11.2.2 相关规定

在《必须招标的工程项目规定》第二条中明确了全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目包括:(一)使用预算资金 200 万元人民币以上,并且该资金占投资额 10%以上的项目;(二)使用国有企业事业单位资金,并且该资金占控股或者主导地位的项目。

第三条中明确了使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目包括:

- (一)使用世界银行、亚洲开发银行等国际组织贷款、援助资金的项目;
- (二)使用外国政府及其机构贷款、援助资金的项目。

第四条提出了不属于本规定第二条、第三条规定情形的大型基础设施、公用事业等关系社

会公共利益、公众安全的项目，必须招标的具体范围由国务院发展改革部门会同国务院有关部门按照确有必要、严格限定的原则制订，报国务院批准。

第五条中明确了本规定第二条至第四条规定范围内的项目，其勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购达到下列标准之一的，必须招标：

- (一) 施工单项合同估算价在 400 万元人民币以上；
- (二) 重要设备、材料等货物的采购，单项合同估算价在 200 万元人民币以上；
- (三) 勘察、设计、监理等服务的采购，单项合同估算价在 100 万元人民币以上。

同一项目中可以合并进行的勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，合同估算价合计达到前款规定标准的，必须招标。

11.2.3 招标组织原则

- (1) 严格执行国家及广东省招标制度。
- (2) 遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则，保证潜在招标人平等、便捷地获取招标信息，保证评标活动的公正性。

11.2.4 招标范围及方式

根据《工程建设项目招标范围和规模标准规定》，拟建项目属“关系社会公共利益、公众安全的公用事业项目”、“部分使用国有资金投资或者国家融资的项目”，应实行招投标制，其勘察、设计、施工、监理、主要设备材料的采购等均按规定进行招标，招标办法和运作模式按有关规定和操作方式进行。

招标范围为：本项目采用工程总承包 EPC(设计-采购-建设)的模式，按照合同约定对建设工程项目的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段的承包。根据国家有关规定，下面各单项项目均需招标：建筑工程、安装工程、设备和材料采购以及工程勘察、设计、监理。招标范围及方式为如下表所示：

表 11.2-1 建设项目招标基本情况表

建设项目名称：清远市清新区漫水河流域水生态环境综合整治项目

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方 式	招标估算金额 (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			
勘察					√			757.8	
设计					√			1010.89	
建筑工程	√			√	√			17129.78	
安装工程								386.2	
监理	√			√	√			397.4	
设备	√			√	√			2740	
重要材料									
其他							√	417.66	
情况说明： 建设单位盖章： 2022 年 10 月 9 日									

注：情况说明在表内填写不下，可附另页。

表 11.2-2 清远市漫水河流域生态环境综合整治工程项目实施计划表

第十二章 环境保护与水土保持

序号	进度	2022 年					2023 年					
		8	9	10	11	12	1~2	3~4	5~6	7~8	9	1
一	第一批工程前期											
1	项目可行性研究报告等编制及审批	■										
2	地质勘察、设计、图纸审查、概算编制等		■	■								
3	预算编制及审查、工程施工招标等				■	■						
二	第一批工程施工阶段											
1	清淤工程、鱼塘标准化改造						■	■				
2	生态渠道、河沟改造工程、河道生态治理							■				
3	湿地工程、节制闸工程							■				
4	集中式水处理工程								■	■		
5	分散式水处理工程、水质监测工程									■	■	
6	第一批工程验收											■
三	第二批工程前期											
1	地质勘察、设计、图纸审查、概算编制等							■	■			
2	预算编制及审查、工程施工招标等									■	■	
四	第二批工程施工阶段											
	太平镇污水处理厂管网清淤修复工程											■
	太平镇镇区配套污水管网建设（二期）											■
	太平镇老旧管网和雨污合流管道改造											■

12.1 环境保护有关规范及标准

1、建设项目环境影响评价适用以下技术规范：

- (1) 《规划环境影响评价技术导则 总纲》（HJ130—2014）
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ/T2.2—2008）
- (3) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610—2016）
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4—2009）

2、环境质量适用以下国家标准：

- (1) 《环境空气质量标准》（GB3095—2012）
- (2) 《城市区域环境噪声标准》（GB3096—2008）
- (3) 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）
- (4) 《地下水质量标准》（GB/T14848—2014）

3、污染物排放适用以下标准：

- (1) 《污水综合排放标准》（GB8978—1996）
- (2) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）
- (3) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）
- (4) 《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）

4、根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）规定施工阶段噪声限值如下表：

表12.1-1 施工阶段噪声限值

施工阶段	主要噪声源	噪声限值	
		昼间	夜间
土石方	推土机、挖掘机、装载机等	75	55
打桩	各种打桩机等	85	禁止施工
结构	混凝土搅拌机、振捣棒、电锯等	70	55

5、环境空气质量标准按 GB3095—2012 二级标准执行。

12.2 项目建设环境影响分析

12.2.1 水环境影响

(1) 工程兴建对环境的主要有利影响。

项目的实施将改变漫水河流域的水生态环境现状，从整体来讲，对环境有积极作用。河道沟渠开挖的弃土可覆盖部分岩石裸露的地块，经绿化后可改善环境。

本工程实施的污染治理措施，实现了主要污染源的追踪和治理，将工程范围内的主要污水收集和传输后，排入到设定的处理设施进行处理。雨水通过雨水管网收集后，就近排入水体。相关的截污和污水处理工程的实施将大幅削减区域水污染物，从根本上减少污染负荷汇入，对流域水环境的改善具有积极作用。

(2) 工程兴建对环境的主要不利影响

在施工期间，施工人员的集聚，将产生的一定数量的生活污水，工程施工将有生产废水、污物、油污等，可能给水质带来污染。项目内自然的河道水系星罗密布，环境敏感程度较高，施工废水在未经处理的情况排入河道水体，将造成污染。遇到暴雨季，废水处理系统负荷大，存在环境风险。

12.2.2 大气环境影响

施工期环境空气质量的污染主要源自燃油机械设备排放的尾气，施工渠道开挖、混凝土拌和等产生的粉尘，车辆运输产生的道路扬尘等，主要污染物为TSP、SO₂、NO₂等。上述施工活动会对局部区域环境空气质量产生一定影响。

此外，工程开挖过程中含有机物腐殖的污染底泥，在受到扰动和堆置地面时，会引起恶臭物质（主要是氨、硫化氢、挥发氢、挥发性醇以及醛），呈无组织状态释放，从而影响周围环境空气质量。根据国内同类工程的影响调查，恶臭影响范围在30m左右，底泥恶臭可能会对周围居民产生影响。

交通工程实施后不可避免将产生汽车尾气。汽车尾气的排放量与交通量成比例增加，且和车辆的类型以及汽车运行的工况有关。类比处于相同气候、地貌条件下具有相似车流量的其它道路预测结果，在常规气象条件下，本工程运行期在沿线200m范围内CO和NO₂的小时平均浓度均不会超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准的要求。总体而言，营运期汽车尾气对沿线区域环境空气质量影响不大。

12.2.3 声环境影响

施工区噪声主要来自管线开挖、钻孔、混凝土搅拌以及交通运输等活动。工程开挖施工机械

数量多，施工时为连续噪声，噪声源强在85dB~115dB，混凝土浇筑为连续噪声，源强在90dB~110dB，车辆运输交通噪声为线声源，源强在70dB~90dB。施工噪声对其周边居民声环境具有一定影响，施工活动对现场施工操作人员和周围的动物活动也将产生一定影响，应采取必要的防护措施。

工程运行期噪声源主要是交通工程的来往车辆，采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2009）中推荐的公路交通运输噪声预测基本模式，预测运行期车辆行驶对敏感目标的影响。根据预测结果可知，运行期车辆噪声对周边声敏感点的影响不大，预测昼夜噪声值均未超标。

12.2.4 固体废物影响

本工程产生的固体废物主要包括建筑垃圾、生产废料及施工人员生活垃圾、弃土弃渣等。

建筑垃圾：施工结束后工棚和附属企业的拆除，大量的建筑垃圾及各种杂物堆放在施工区，形成杂乱的施工迹地，这些建筑垃圾若不得到有效的处理将影响视觉生态植被缓冲带，不利于后期施工场地恢复建设。

生产废料：根据施工所用的材料，施工期产生的生产废料主要有木料碎块、废铁、废钢筋、油渣油纸、棉纱等。本项目工程量相对较小，施工期产生的生产废料数量不大，但如若任意丢弃，将对施工区环境卫生产生影响。

生活垃圾：生活垃圾若随意弃置，不仅污染生活区的空气，有碍美观，而且在一定气候条件下，造成蚊蝇孳生、鼠类大量繁殖，增加了疾病的传播机会，可能会引起传染性疾病的流行，直接影响施工人员身体健康，对工程建设产生不利影响。

弃土弃渣：弃土弃渣若不妥善处置则会引发水土流失环境影响。

12.2.5 生态环境影响

项目将排水沟渠有污染的底泥进行清理和治理，改善流域的底泥环境，有利流域水系的改善和提升自我修复能力。项目通过水处理、底泥处理、截污入网和生态修复，将大大改善漫水河流域的周边环境，打造优美的自然景色和良好的水系环境。

12.2.6 社会环境影响

项目将改变漫水河流域内的历史遗留问题，严格控制污水排放，还市民一个环境清新、水色优美的自然水系区域。通过改造，改变区域生活污水、养殖污水、生产废水直排的现象，各类废水通过截流入网处理，提高了区域环境竞争力，改善区域环境质量，社会环境影响明显。

施工期对大气环境质量的影响主要是施工期开挖、填筑等造成的粉尘散落和运输过程中产生扬尘，在干燥的秋冬季节，这种影响将更大，应采取下列措施减少影响：

(1) 施工的开挖面、堆放砂、土的场地及搬运操作中应经常洒水，使物料表层经常处于湿

润状态；

(2) 运输散体材料，如砂、石料、水泥、弃渣等时，必须加蓬罩防护，以免散落和产生扬尘；

(3) 工地上的道路应定期清理，并在路面上洒水保持湿润，以防汽车通过时产生扬尘；

(4) 施工场地和居住区不容许随意焚烧废物和垃圾；

(5) 施工噪声是流动的、临时的，施工区附近居民稀少，所以没有必要采取非常措施；只需将噪声大、冲击性强，并伴有强烈振动的工作安排在白天进行。

12.3 环境保护措施

12.3.1 水环境保护措施

各类废水需经处理达标后外排，加强雨季溢流的风险防范，加大应急事故的预案建设和演练。合理设计废水排放去向，严禁随意排入漫水河流域内的主干河流和排渠。

12.3.2 生态环境保护措施

(1) 合理规划施工场地，尽量在空地安排弃土场、施工临时道路和施工营地，并严格控制施工人员活动范围，尽量减小对现有植被的破坏。

(2) 加强监管，生产废水及生活污水应综合利用，禁止直接排入水体。水下施工应尽量避免鱼类繁殖期，避免对水生环境的直接影响。

(3) 对因工程建设占地、开挖、堆渣等破坏的植被进行补偿，并待工程完建后采取种植林、灌、草相结合的植被恢复措施，使工程影响区植被覆盖率不低于工程建设前的水平。

12.3.3 环境空气保护措施

土石方开挖施工尽量避开干燥多风天气。无雨天每天早（7:30~8:30）、中（12:00~13:00）、晚（17:30~19:00）各洒水一次；遇干燥天气，特别是风速大于3级时，应加大洒水次数，主要对施工区、施工道路等易产生扬尘污染的区域进行洒水降尘。

土料堆积过程中，堆积边坡的角度不宜过大，弃土场应及时夯实；散装水泥应尽可能避免露天堆放。晴朗多风天气应对露天临时堆放的土料适当加湿，防止被风吹散。

为保护施工区空气质量，应选择满足有关规定要求的施工运输车辆，确保尾气达标排放；对运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，对未达标的车辆实施严厉的处罚措施或禁止其在施工区的使用。

12.3.4 声环境保护措施

施工总布置中，充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。施工单位必

须选用符合有关环境保标准的施工机械，尽量选用低噪声设备和施工工艺。机动车辆的喇叭选用指向性强的低噪声喇叭；对挖土机、推土机等设备，可通过安装消声管、消音器、隔声罩或隔离发动机振动部件的方法降低噪声；产生噪声的部件还可以部分地或完全封闭，并用减振垫、防振座等手段以减少振动面板的振幅。加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，运行时可减少噪声。在设置施工场地的4个施工段，设置进入施工区的标志牌；禁止高音鸣笛。合理制定施工运输线路。

12.3.5 固体废物防治措施

在施工营地和人员较集中的地方设置垃圾桶收集生活垃圾，并对生活垃圾进行简单的分类筛选，安排清洁工负责日常生活垃圾的清扫。各施工承包商应安排专人负责生产废料的收集，废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置，严禁乱堆乱放。对建筑垃圾的收集处理应严格执行《城市建筑垃圾管理规定》，服从当地城市市容环境卫生行政主管部门统一管理。工程结束后，拆除施工区的临建设施，对机械停放场、混凝土加工场、综合仓库等施工用地，及时进行场地清理，清除建筑垃圾及各种杂物，对其周围的生活垃圾、临时厕所、化粪池等，必须清理平整，并用生石灰进行消毒，做好施工迹地恢复工作。

12.3.6 社会影响减缓措施

加强施工期的宣传和各类废气污染防治措施，严格控制施工时间，防止施工扰民。施工过程的临时设施，严禁破坏周边居民的出行和生活，如有必要，需修建临时过道，方便周边居民的出行。加强恶臭的处理，防止臭气扰民。

12.3.7 环境监测

环境监测包括施工期和运营期两个阶段，其目的是为全面、及时掌握项目污染动态，了解项目建设对所在地区的环境质量变化程度、影响范围及运营期的环境质量动态，及时向主管部门反馈信息，为项目的环境管理提供科学依据。

根据环境影响预测结果，将污染可能较明显的敏感点作为监测点。由施工期和运营期的污染情况，监测内容选择受影响较大的地表水环境、大气环境、声环境，监测因子根据工程分析中污染特征因子确定，监测分析方法采用国家中相应项目的监测分析方法，评价标准执行环评确认的国家标准。

(1) 施工期及运营期环境监测计划根据工程与环境特点，确定其环境监测内容。

(2) 区域环境质量监测委托清远市环境监测站执行。

(3) 组织及汇报

①地表水环境监测

独立环境监测机构每月将水质监测结果及其分析向环境管理分部报告。该报告还将包括由独立环境监测机构在工地进行的随机抽样检测结果及分析。

环境管理分部将准备水质检测结果及其它监测结果的月报，并报给业主项目执行机构和项目管理办公室负责人。

环境管理分部将准备水质监测活动及监测结果的季报和年报，并上报业主项目执行机构和项目管理办公室，并最终上报至贷款银行和有对本项目监督管理权的环保行政主管部门。

②大气环境监测

在施工阶段，独立环境监测机构将在由独立监测机构与环境管理分部在施工初期共同决定的监测点进行空气质量监测。独立环境监测机构还可根据环境管理分部的书面要求及接到某一地区居民的多次投诉后进行额外空气质量监测。

独立环境监测机构将准备包括监测结果及分析的季报并提交给环境管理分部。应特要求所做的额外监测活动结果将在三日内报至环境管理分部，分部将决定是否立即采取行动。

空气监测结果将写入环境管理分部月工作报告，并由环境管理分部报送项目管理办公室负责人。环境管理分部将编写空气监控相关活动的季报及年度总结报告，并将季报及年报提交给项目管理办公室，最终将报送至对本项目监督管理权的环保行政主管部门。

③声环境监测

施工期间，独立环境监测机构将对工地上的机械设备产生的噪声进行随机监测。基于施工监理环境顾问或现场环境监理员的建议或接到居民的直接投诉后，环境管理分部负责人可要求独立环境监测机构进行相应控制。

独立环境监测机构将准备包括监测结果及分析的季报并提交给环境管理分部。应特要求所做的额外监测活动结果将在三日内报至环境管理分部，分部将决定是否立即采取行动。

噪声监测结果将写入环境管理分部月工作报告，并由环境管理分部报送项目管理办公室负责人。环境管理分部将编写空气监控相关活动的季报及年度总结报告，并将季报及年报提交给项目管理办公室，最终将报送至对本项目监督管理权的环保行政主管部门。

12.4 水土保持

12.4.1 水土保持有关标准依据

- (1) 《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；
- (2) 《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）；
- (3) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规范》（SL387-2007）；

(4) 《水土保持规划编制规程》（SL335-2006）；

(5) 《水土保持试验规范》（SL419-2007）；

(6) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

(7) 《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

(8) 《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）；

(9) 《水土保持工程概算定额》。

(10) 《清新区清西排洪排涝体系综合整治工程初步设计报告书》（清远市水利水电勘测设计院有限公司，2018年4月）。

12.4.2 水土流失及水土保持现状

漫水河流域所在的清新区位于广东省中部低山丘陵区，属我国南方红壤侵蚀区，具有土壤抗蚀性弱，母岩易风化，降水多、强度大且年份不均匀等特殊自然地理条件，加上人类经济活动的影响，区内水土流失易发、面广。自改革开放以来，随着工业化、城镇化进程的加快，经济的快速增长、人口的迅速膨胀、生产建设项目的大面积开发建设、资源的过度开发等加大了水土流失的程度，城市环境和自然生态系统承受着前所未有的压力，对清新区的水资源安全、人居环境安全和生态安全构成威胁，制约着社会、经济和环境的可持续发展。

根据实地查勘，项目建设用地区域侵蚀强度属于“微度侵蚀”以下，即其侵蚀模数小于 500t/(km²·a)，流失情况属“无明显侵蚀”的“允许流失”。在《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》中，清新区太平镇、三坑镇、山塘镇不属于广东省水土流失重点预防区及水土流失重点治理区项目区，项目沿线植被覆盖率较高，现状水土流失轻微，土壤侵蚀模数低于 500t/(km²·a)。按《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），该区域水土流失属微度级。本区属南方红壤区，项目区容许水土流失量为 500t/(km²·a)。

12.4.3 工程区位制约性因素分析

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433—2008）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）等法律法规对本工程进行制约性因素分析。根据《广东省水土保持规划（2016-2030年）》，项目区不属于广东省水土流失重点预防区及水土流失重点治理区项目区，项目区内也不存在全国水土保持监测网络中的监测站点、重点试验区和国家水土保持长期定位观测站。工程不涉及生态脆弱区、泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起水土流失和生态恶化的地区。主体工程从安全角度考虑，工程布置避开这些区域，有效地降低了工程施工可能造成水土流失影响。总体来讲，项目选址、选线符合《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）及《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）有关

限制性因素要求，不存在水土保持制约性因素。

12.4.4 水土流失防治责任范围

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区两部分。

(1) 项目建设区

项目建设区主要包括工程永久占地区、施工期间的临时占地区。

(2) 直接影响区

直接影响区主要指工程施工及运行期间对未征、租用土地造成影响的区域。从各单项工程施工及运行情况进行分析：

①主体工程永久占地区：由于河道两侧为临时占地，因此河道征地不计直接影响区。

②施工生产生活区：根据对类比工程的调查观测和分析，施工生产生活区产生的水土流失一般影响到场地外边界约2.50m，因此，按区域周边延外2.50m作为直接影响区。

③施工道路：施工道路两侧各1.0米可作为水土流失直接影响区。

12.4.5 项目区水土流失预测

由于项目建设将会损坏原有的地形地貌和植被，而且施工活动扰动了原有的土体结构，致使土体抗侵蚀能力降低，因此项目建设使区域内的土壤加速侵蚀，产生严重的水土流失。工程建设造成的新增水土流失量是指因开发建设导致的新的水土流失量，即项目建设区内没有任何防护措施的情况下，建设和生产过程中产生的水土流失总量与原地面水土流失总量（背景值）的差值。工程建设造成的新增水土流失主要包括破坏原地貌造成的流失量、弃渣流失量、工程施工活动产生的水土流失量。

(1) 水土流失预测时段划分及预测方法

通过对本工程建设和工程运行期间可能造成水土流失情况分析，确定工程建设所造成的新增水土流失预测时段分工程施工期和自然恢复期两个时段。

基于清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的施工期预测时段，由于主体工程工期超过9个月，考虑到工程施工期经过一个汛期。自然恢复期的预测时段根据不同区域的情况分析确定，根据现状调查分析，区域的水土流失达到水土流失稳定所需时间一般为2年。因此，工程运行期的水土流失按2年进行预测。

(2) 预测内容

根据工程建设特点，水土流失预测内容主要包括以下几个方面：①工程施工过程中和移民安置过程中扰动原地貌、破坏水土保持设施量；②新增的水土流失面积、流失量；③可能造成的

水土流失危害及综合分析。扰动原地貌和破坏的植被主要发生在工程建设期，主要是项目征占地范围内的土地。

(3) 施工区可能造成水土流失总量预测

工程建设造成的水土流失量采用侵蚀模数法进行预测，工程造成的水土流失量预测采用的计算公式为：

$$W_{1i,2i} = \sum_{i=1}^n (F_{1i,2i} \times M_{1i,2i} \times T_{1i,2i}) / 100$$

$W_{1i,2i}$ —分别代表工程施工期、自然恢复期扰动地表所造成的总水土流失量，单位：t；

$F_{1i,2i}$ —代表各个预测时段各区域的面积， hm^2 ；

$M_{1i,2i}$ —代表各预测时段各区域扰动后的土壤侵蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ；

$T_{1i,2i}$ —分别代表各预测时段各区域的预测年限，单位：a。

n—水土流失预测的区域个数，包括主体工程占地区、施工生产生活区、施工道路等。主要计算参数的确定采用类比方法。

(4) 水土流失危害预测

由于清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的占地面积较大，工程对区域生态环境影响也较大，工程造成水土流失如果不加以慎重处理，严重的水土流失对该地区生态环境造成的破坏是较大的。工程建设如果不采取完善的水土保持措施，将会产生大量的水土流失，严重危害市政设施和工程安全，影响河道行洪，造成洪涝灾害。

(5) 预测结果和综合分析

工程建设产生的水土流失将会对市政设施、工程安全、土地等产生严重的危害；因此，必须及时编报水土保持方案（专题报告），根据不同情况采取相应的水土保持措施，使水土流失量降到最低程度，有效控制水土流失的危害，改善生态环境。

12.4.6 水土流失防治措施布置原则

(1) 措施编制原则和目标

方案编制贯彻“预防为主，全面规划，综合防治，因地制宜，加强管理，注重效益”的水土保持工作方针，体现“谁造成水土流失，谁负责治理”的原则。同时依据国家水土保持有关法规和技术规范，充分考虑本项目的特点，结合区域水土流失状况和当地自然条件，进行水土保持措施的布置。

本次清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的水土流失防治方案编制的目标主要为：

(1) 依据国家的法律法规和技术规范进行方案编制,使防治方案符合国家对水土保持、环境保护的总体要求;(2) 水土保持方案是项目建设设计的组成部分,方案编制要为项目建设服务;

(3) 本方案根据项目建设特点,结合该项目实际情况,提出科学合理的水土保持防治体系;(4) 使水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用;(5) 方案的目标应实现技术规范中提出的水土流失防治要求。

根据水土保持技术规范的规定,提出具体防治目标如下:

①有效控制水土流失,使项目区新增水土流失减少70%以上;

②科学合理地布设工程措施和植物措施。通过对临时占地区绿化等措施,使可绿化面积全部进行绿化;

③本工程水土保持六项防治目标量化指标如下:扰动土地的治理率达95%,总治理程度达90%以上,弃渣的拦渣率达到98%以上,水土流失控制比限制在1.0以下。扰动地面的土壤侵蚀模数在施工结束后两年内恢复到扰动前的背景值,五年后降低到土壤侵蚀的容许侵蚀模数 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 以内。项目区植被恢复系数达到98%,林草覆盖率达到25%以上。

(2) 保持措施总体布局

1) 施工生产生活区

施工生产生活区,在建设期间,采取土地平整,绿化和临时排水措施。施工结束后,进行场地清理、土地整治,然后全部绿化。

2) 施工道路

施工道路均修建在平坦的地面上,道路修建经挖填平衡基本不存在弃渣量,也不存在开挖边坡护坡问题。因此施工道路主要采取排水措施(主体工程设计中已考虑)和植树种草措施。

3) 主体工程占地区

主体工程在工程施工期间主要采取基础强夯、干砌石护坡护底、浆砌石护坡护底、景观绿化等措施(主体工程设计中已考虑)。主体工程设计的工程和植物措施已满足水土保持的要求,因此,主体工程竣工后,该区不再新增水土保持措施。但在主体工程施工期需采取临时渡汛措施。

12.4.7 本工程水土保持措施

通过研究分析,主体工程设计中具有水保持功能的措施基本满足相应的水土保持要求,为避免重复设计和重复投资,对于主体工程不再布置新的水土保持措施。因此,在分区防治时,应综合考虑,视具体情况有针对性的采取相应的水土保持防治措施。因而,确定本次水土保持方案重点防治区为施工生产生活区和施工道路。

(1) 施工生产生活区

在清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目建设期间,主要采取土地整治和工程护坡措施。生产生活场地在进场利用前,首先进行土地平整压实、地面硬化处理。施工单位离场前,首先对污染物质进行清除或掩埋处理,把生活垃圾和固体废弃物运送到垃圾处理厂或进行深埋,清除临时建筑,废旧机械及生产生活设施全部撤离施工场地。这些措施在主体工程设计中均已考虑,在本方案中不再重新设计。

施工结束后,采取土地整治工程,进行绿化。本区的土地整治和绿化工程已包含于主体工程设计中。因此,水土保持方案不再新增加措施。

(2) 主体工程占地区

主体工程占地区产生的水土流失主要发生在施工过程中。在建设过程中必须采取临时措施进行防治,临时防护措施包括:临时排水措施、沉沙措施、临时覆盖措施等。

(1) 临时排水措施:堆土堆料周边和开挖面上游及两侧采取临时排水措施。临时排水措施采用土排水沟形式,施工结束后进行平整。临时土排水沟开挖土料用于临时土埂的填筑,土排水沟上口宽60cm,底宽30cm,深40cm,开挖断面面积 0.18m^2 。

(2) 临时覆盖措施:临时堆土堆料和临时开挖表面采取临时覆盖措施。临时覆盖采取人工铺设草垫子的方式。

(3) 沉沙措施:开挖基坑外排水采取沉沙池进行沉沙处理。根据场地地势情况,人工开挖沉沙池,要求沉沙池深度为2m,长和宽均为5m,开挖边坡为1:0.2。

(3) 措施实施进度安排

根据水土保持“三同时”制度,规划的各项防治措施应与主体工程同时进行,在不影响主体工程建设的基础下,尽可能早施工、早治理,减少项目建设期的水土流失量,以最大限度地防治水土流失。

根据水土保持方案设计,本工程水土保持措施主要有两部分内容,一是主体工程原设计具有水土保持功能的各项措施,二是水土保持新增措施。在不影响主体工程施工的前提下,水土保持措施的实施进度安排必须与主体工程交叉进行,达到早施工,早发挥效益的目的。

新增水土保持措施中,各区域的防护措施按照工程的施工进度及时进行。各区域的绿化措施,安排在各单项工程完成后的第一个季度。施工生产生活区和其它临时占地区的复耕措施安排在工程结束后的第一个春季。各种临时防护措施与主体工程同时进行。

水土保持方案实施进度安排见下表。

表12.4-7 水土保持措施实施进度安排表

措施名称	措施实施时间和顺序
1、临时措施	工程施工期
2、道路绿化护坡	施工道路施工期
3、场地清理、土地整治	工程完工撤离时
4、复耕措施	单项工程完成后第一年
5、绿化措施	工程建设期间至工程完工后第一年

12.4.7 水土流失监测

工程建设期配备水土保持专职人员，负责组织水土保持方案的设计、方案实施及施工期间的水土流失监测。在工程运行期配备水土保持专职人员，主要负责对水土保持工程的管理及对工程运行期的水土流失监测。

(1) 监测内容

水土保持措施施工前主要监测水土流失灾害和水土流失量，措施实施后主要监测水土保持效益。

(2) 监测项目

结合水土保持工程情况，本方案中安排的监测项目主要有：

1) 水土流失灾害和水土流失量的监测：主要是可能产生的水土流失危害和可能产生的人工泥石流和洪涝灾害以及主要部位产生的水土流失量的监测。

2) 水保措施实施后的效果监测：对措施实施后的各类防治措施效果、控制水土流失面积、改善生态环境的作用等进行调查分析。重点是取料场和场外公路措施的防护效果的监测。

(3) 监测方法

在项目建设期间，可结合工程施工管理体系进行动态检测；在项目运营期，采用定点监测，设立监测断面和监测小区，监测沟道径流及泥沙变化情况，从中判断弃渣场防护措施的作用和效果。

(4) 重点监测地段和重点监测项目

本次项目的水土流失重点监测地段为弃渣场、取料场及场外公路两侧。水土流失重点监测项目如下：

(1) 工程建设期建设管理单位应配备专职人员负责建设期水土流失监测工作，主要工作有以下四个方面：

①工程开挖地段：主要监测开挖时局部滚石和小规模崩塌或滑坡以及施工对周围生态环境

破坏等。

②工程填筑地段：主要监测施工过程中的土石渣的流失，以及是否会造成人工泥石流或洪涝灾害等。

(2) 工程运行期

在工程运行期，主要观测水土保持措施的防护效果。观测施工区内的植物生长情况和生态环境的变化，监测弃渣场和施工道路采取水土保持措施的水土流失量等。

(5) 监测时段、监测频次

监测时段：水土保持监测时段分水土保持措施施工期和自然恢复期两个阶段，水土保持监测主要在施工期。

监测频次：在水土保持方案施工期内的每月监测一次，措施实施后第进行两监测。

12.5 结论和建议

(1) 结论

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目建设所产生的环境影响和水土流失影响，可以通过多种措施（包括工程措施、植物措施）加以消除或减免，把环境影响和工程水土流失影响降低到最小。因此，只要认真落实相关保护和防治措施，该项目的实施对当地生态环境造成影响不大，本工程的建设是可行的、也是必要的。

(2) 建议

1) 建设单位要高度重视工程的环境保护和水土保持工作，严格按照批准后的环境保护和水土保持措施实施。

2) 在工程建设过程中要加强领导和管理，提高施工人员的环保和水土保持意识，落实相关资金，确保环境保护和水土保持方案的有效实施。

3) 在施工过程中要注重环境保护和水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少施工期间的的环境负面影响和水土流失。严禁随处乱堆乱排，按指定弃渣弃土。

4) 要注意对施工征地范围以外土地的保护，减少扰动、占压土地面积。

5) 建设单位要与当地监管部门密切配合，听取当地行政主管部门对相关工作的建议，并在实际工作中不断完善环境保护和水土保持措施。

6) 为响应环境保护部办公厅颁布的《建设项目环境保护管理条例》，建议建设单位自主开展本项目竣工环境保护验收。

第十三章 节能

13.1 法律法规和标准规范

遵循的法律、用能标准和节能设计规范主要有：

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》；
- (2) 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发【2006】28号）；
- (4) 《节能中长期专项规划》（发改环资【2004】2505号）；
- (5) 《民用建筑节能管理规定》（建设部部长令第76号）；
- (6) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189—2015）；
- (7) 《建筑照明设计标准》（GB50034.2013）；
- (8) 《建筑采光设计标准》（GB50033-2013）；
- (9) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736.2012）；
- (10) 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75—2012）；
- (11) 《工业用离心泵、混流泵、轴流泵与漩涡泵系统经济运行》（GB/T13469-2008）；
- (12) 《交流电气传动风机(泵类、空气压缩机)系统经济运行通则》（GB/T1346.2006）；
- (13) 《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》（GB1957—2004）；
- (14) 《电力变压器经济运行》（GB/T13462-2008）；
- (15) 《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》（GB20052—2013）；
- (16) 《工业企业能源管理导则》（GB/T15587—2008）；
- (17) 《节电措施经济效益计算与评价方法》（GB/T13471—2008）；
- (18) 其他有关国家、行业和地方节能设计规范、规程、标准等。

13.2 节能背景

我国经济快速增长，各项建设取得巨大成就，但也付出了巨大的资源和环境代价，经济发展与资源环境的矛盾日趋尖锐，群众对环境污染问题反应强烈。这种状况与经济结构不合理、增长方式粗放直接相关。不加快调整经济结构、转变增长方式，资源支撑不住，环境容纳不下，社会承受不起，经济发展难以为继。

“十一五”期间我国计划的节能减排目标是20%，根据我国政府向国际社会做出的到2020年单位GDP能耗降低40%~45%的承诺，“十二五”节能目标预计单位GDP能耗下降幅度不高于20%。这是一个严峻的目标，需要真正转变经济增长模式。我国的经济增长很大程度上得益于基础设施

建设，因此，做好基础设施建设的节能减排控制工作，对国家完成严峻的节能减排目标是十分有益的。

13.3 能耗分析

本工程主要能耗发生在运行期和施工期。

(1) 运行期能源消耗主要为养殖尾水和农村生活污水处理的设施和泵站运行时的能源消耗，主要为柴油、电能消耗。

(2) 施工期主要消耗能源为用于土石方开挖、回填以及运输建筑材料等运输工具消耗的柴油、电能消耗以及用于混凝土拌和和养护用的淡水资源。

13.4 节能措施

本工程在设计中应遵循高效、节能的原则，以有限的资源和最小的能源消费来取得最大的经济效益和社会效益，满足日益增长的需求为目标。本工程节能措施：

(1) 工程设计节能

①本工程属于水生态环境综合治理，总体思路是保持河道和水系天然河道的走向，尽可能保持现状河道滨水生态环境是本工程低碳节能的核心。

②涉及岸坡设计改造方案的，根据防洪要求、堤防高度和景观需要，主要选择生态型土堤和生态护岸，尽量做到土石方平衡，主要建筑材料就地取材，降低了建筑材料的运输能耗。

③部分截污管外移布置于河岸内，一方面方便施工，另一方面减少土方开挖、基坑支护等工程量。

④排水管道均采用重力管道，不设动力提升设备；排水管道运行时不消耗能源，管网建设过程消耗的资源主要是水资源，消耗的能源主要是电能；小管径排水管材采用HDPE管，避免了由于采用传统的钢筋混凝土管带来的钢筋、水泥的用量。

(2) 电源节能

①用变压器采用难燃、防尘、耐用、耐潮、效率高、损耗小的SC11系列节能产品；变压器的接线尽量选择 Δ -Yo接线形式，减少高次谐波的影响，降低铁芯中因涡流引起的损耗，减少运行损耗。

②选择合理的照明方式，充分利用天然光进行采光；室内外照明灯具采用发光效率高，使用寿命长的高效灯具；选择便于维护、检修的灯具，增大其保持率，以降低维护成本。

③采用无功补偿装置0.4KV母线上的功率因素提高到0.95，减少电网无功损耗，选择合理

的输配电线路截面。

(3) 调蓄处理站节能

①按照不同功能，分区布置，功能明确。

②充分考虑截流管道与调蓄处理站之间的有机结合和衔接，便于调蓄处理站的正常运行管理。

③力求流程简捷顺畅，进水点与系统总管接顺，出水点靠近排放口。

④变配电间应在主要负荷周边，既节省投资及能耗，又便于管理。

调蓄处理站在总平面布置水流线路清晰、简短，在有效的占地范围内，有效的节省了水头损失，降低了能耗。

(4) 底泥处置厂节能

底泥异位处理对底泥污染物处理彻底，不易反复；底泥脱水率高，产生的余土作为园林绿化土或工程回填土可实现资源再利用，因此本阶段内源治理工程考虑采用异位处理方式，即采用河道环保清淤+底泥输送+底泥处理的处理方式。

(5) 施工节能

①本工程是一项战线长、参与人员较多的工程，因此在施工前做好充分的施工组织准备，要求做到：无冗杂施工人员，施工工期符合要求，不拖延工期。按计划施工，遇特殊情况及时修改，定期检查，确保施工质量，不得返工。

②工程施工过程中要充分利用工程开挖的土石料，减少外运或运进建筑材料。开挖时加强工作面渣料的管理，严格区分可用回采料和弃渣；充分协调回采料开挖时间与回填工程时间，尽量边开采、边回填，回采料尽量少进入临时堆料场堆存，须进入临时堆料场的回采料堆存在临时堆料场指定处，减少中间环节。

③本工程施工场地狭长，施工机械较多，在选用施工机械时选择高效、低耗能的机械，以减少柴油、电力等能源的损耗。同时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，运输机械略大于挖掘装载机械的生产能力。

④充分考虑合理安排施工顺序，充分利用工程区已有道路和河滩地，减少施工临时占地，减少工程永久征地，减少土方转运的次数，减少水土保持的维护和环境恢复费用。

⑤对各场地的用电、水、油等进行计量，实行分级核算，对能耗较大的设备单独设置计量装置，及时检查，做好公共设施的养护工作。

⑥各参建单位项目管理机构要充分认识节能降耗的重要意义，要成立节能领导小组，实时检查监督节能降耗执行情况，根据不同施工时期，明确相应节能降耗工作重点，加强用能考核，实施节能奖惩制度等。

(6) 工程管理节能

①工程运行管理及生产事务采用一套人马，可兼职，形成统一的管理和生产体系，节约人力资源。

②建立能源管理制度，为了更好地实施能源管理，应不断完善能源管理的组织机构，落实管理职责，配备计量器具，制定相关的管理文件并依照文件开展能源管理活动。

③加强主要建筑物、管线阀门等设备的管理和维护、保证供水区的正常运行，避免出现供水矛盾及事故，减少无益的弃水，提高水利用效率。

(7) 机电及金属结构、暖通设备节能

1) 水力机械节能措施

①泵组节能降耗措施

水泵机组节能的重点在于提高水泵机组的效率，通过泵型选择，使水泵达到较高的效率。卧式离心泵是泵站设计中应优先采用的水泵型式，本工程各泵站水泵型式均选择卧式离心泵，其结构简单，效率较高。

②泵房起重设备节能降耗措施

根据各个泵站起吊最重件，合理的选择起重设备，兼顾了水泵机组及其辅助设备安装、检修的需要。各个泵站起重设备均采用变频调速方式，可有效降低设备能耗。

按照《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB19762-2007中的公式计算，本补水工程泵组节能评价值为87%。实际上通过合理选择泵型，一级泵站水泵额定效率89%、二级泵站水泵额定效率87%。对比规范要求，本补水工程泵组效率完全满足要求。

2) 电气节能措施

①电气设备节能降耗措施

各类变压器均按照低能耗13型变压器(或非晶合金变压器)的效率要求进行参数选择。

主变压器按照泵站额定容量相匹配，选择低能耗的变压器，主变压器效率为99.5%。

站用电供电系统的节能设计除选择节能型的站用变等配电装置外，合理布置高低压开关柜，动力电缆以最短距离引至用电设备。高低压开关柜及动力电缆等选用了以铜为主的导体，电阻率较低，将有较好的节能效果，同时避免低电压大电流长距离输电而造成的损耗。

综上，泵站的电气部分节能措施主要从选用能耗指标较低的节能型变压器，合理布置母线、尽量缩短布置距离，尽量避免变压器空载或带小负荷运行，降低空载损耗，运行期维护工作等方面着手达到全厂电气设备节能的目的。

②照明系统节能降耗措施

尽量避免采用白炽灯作为照明光源，通常采用荧光灯、金属卤化物灯、高压钠灯等高效气体放电光源，或采用节能灯，以降低光源耗电量。

不需要长时照明的场所，照明开关的设置应尽量考虑便于做到人走灯灭。

大功率气体放电灯的功率因数应补偿到 0.9 以上，以降低无功电流带来的电能损失。

主要照明场所（如主机间等）应做到灯具分组控制，使得电厂人员可根据不同工作的需要调整照度。

对照明变压器应尽量避免运行电压波动过大，提高灯具的运行寿命。主要照明场所应做到灯具分组控制，根据不同工作环境的照明需要调整照度，不需要照明的时候应随时关掉电源，以达到全厂节能运行。

③电力电缆

选用低损耗、防火性能好的交联聚乙烯绝缘铜芯电力电缆。合理选择电线电缆的截面，达到节材的目的。

④各主要场所照度标准及 LPD 值满足《建筑照明设计标准》GB50034 的要求，照明光源均采用高效节能光源，并采用电子镇流器或节能型电感镇流器加就地补偿电容装置，功率因数达 0.9 以上；走廊及楼梯间采用声光控延时开关控制。

⑤防雷与接地系统，重复利用建筑物内结构主钢筋或钢柱作为引下线 and 自然接地体，满足接地电阻值的要求，节省一次投资。

⑥本工程提升泵站电动机启动方式采用软启动，对设备管理与控制系统进行分散控制、集中管理，以满足其节能、监测、控制功能。

⑦水泵控制启动设备

提升泵站水泵电动机是直接的大容量耗能设备。为了使电动机处于节能降耗的运行方式，根据流程控制要求，选择相应的自动化原件和控制核心部件（如 PLC）对电机进行启停控制，达到节能的目的。根据电动机运行工况选择合适的启动方式：水泵系统设计中采用软启动器启动，既有利于改善电动机的启动特性，又较大的降低了电动机的启动电流，满足了电站节能降耗的运行要求。

3) 金属结构设备节能措施

金属结构设备能耗主要表现在设备制造及设备运行中对电能的消耗，还有一小部分是金属结构设备安装过程中的电能损耗。金属结构的安装过程主要是将设备拼装成一体，多数金属结构设备的安装为螺栓及销轴连接，设备的安装主要由起重设备进行，只有部分连接需焊接，总体来说对电能的损耗很小。即金属结构设备主要的能耗是操作闸门启闭时的启闭设备对电能的消耗。起

检修作用的闸门及启闭设备尽量采用多孔共用，以减少闸门及启闭机的数量。

合理确定闸门的启闭方式，对于启闭力的计算尽量准确，避免设计过大，造成启闭机大机小用。启闭设备的最大容量仅仅发生在工作闸门孔口高度范围内，此时为克服动水压力对闸门作用而产生的摩擦力，电动机输出扭矩最大，电能的消耗也最大；闸门在门槽上部运行时，随着水压力的减少，闸门的摩擦力将减小很多，电动机输出扭矩将大大降低，电能的消耗也将大大降低。因此，在设计中根据闸门的型式、尺寸、孔口数量和运行要求等因素，并充分考虑各种启闭机的特点，在满足安全的前提下选用合理的启闭型式和容量及启闭速度，避免造成电能消耗浪费，是节能降耗的主要手段。

4) 暖通设备节能措施

①采暖通风系统的运行总耗电量，是按照最不利状态设计的，并考虑有一定余量。

②各季节采暖通风系统节能运行管理

a 夏季：夏季厂内发电机满负荷运转时，站内通风系统处于最不利工况，此时，厂内的通风系统全部满负荷运行。

b 冬季：可减少排风机的运行台数、运行时间。

c 过度季节：过渡季工况介于夏季工况和冬季工况之间，根据站内负荷的变化和进风参数的变化，部分通风系统运行或减少开机的台数。

13.5 节能效益评估

本着合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、设备选择、施工组织设计、运行管理等方面已采用节能措施，选用了符合国家政策的节能施工设备，合理安排了施工总进度，符合国家有关节能法律、法规、规章和产业政策，符合可持续发展和循环经济的要求。

第十四章 建设征地和移民安置

14.1 相关依据

14.1.1 法律、法规、条例

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》（1999年）；
- (2) 《中华人民共和国排坑管理条例》（1988年）；
- (3) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（1999年）；
- (4) “广东省实施《中华人民共和国土地管理法》办法”（1999年）；
- (5) 《广东省水利工程管理条例》（2000年）；
- (6) 《基本农田保护条例》（1999年）；
- (7) 《广东省基本农田保护区管理实施办法》（1996年）；
- (8) 《广东省林地保护管理条例》（1998年）；

14.1.2 技术规范、标准及有关文件

- (1) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；
- (2) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（DL5021-93）；
- (3) 《堤防工程管理设计规范》（SL171-96）；
- (4) 国土资发[2001]355号《关于水利水电工程建设用地有关问题的通知》；
- (5) 《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》财综[2002]73号；
- (6) 《广东省非农业建设补充耕地管理办法》（2002年）；
- (7) 有关设计文件、图纸。

14.2 征地拆迁原则

根据《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》要求，本工程建设用地按照与涉及地区城市总体规划，村庄和集镇规划，江河、湖泊综合治理和开发利用规划相结合，与当地国民经济和社会发展规划、国土整治和资源环境保护的要求、土地供给能力以及各项建设对土地的需求相符合的原则合理利用土地。

应当按照“占多少，垦多少”的原则、应当根据所在区的市人民政府的土地主管部门年度耕地开垦计划和批准的补充耕地要求，使用耕地，开垦耕地，合理利用各类土地。

坚持尊重物权，以人为本，依法拆迁“原则。充分尊重被征地拆迁人的权益，在符合国家法律法规和省、市有关规定前提下，依法进行拆迁。

坚持“以货币补偿为主”的原则。征地拆迁原则上以货币补偿为主。

14.3 工程占地范围

14.3.1 工程占地划分原则

工程建设区用地范围由永久征地范围和临时用地范围构成。永久征地一般包括永久建（构）筑物的建筑区、对外交通用地和管理区；临时用地一般包括料场、渣场、作业场（含辅助企业）、临时道路、施工营地、其他临时设施用地及施工爆破影响区。

本工程永久征地主要为永久建筑物占地及管理范围用地，临时用地主要为临时道路、堆土场、弃渣场、施工工厂设施区、施工管理及生活营区等用地，本工程筑填土料部分采用购形式，部分采用开挖料，土料场不占用土地，护岸不新占用土地，清淤料弃渣场需临时占用土地，对于弃渣完成后弃渣场的清淤料，相关主管部门可按照相关规定的程序，对其进行再次利用。清淤料运到弃渣场后的再次利用不列入本次设计，由相关主管部门根据实际情况自行实施，我方仅提出合理化的建议供主管部门参考：（1）可对弃渣场进行平整后种植经济林。（2）可对部分清淤料进行公开拍卖。

排坑清淤料部分用于填高地势，部分清淤料被农民运走作为水稻的肥料，部分土方到旱地、洼地及由于涝灾而无法耕种的土地，部分运输到专门的弃渣场进行堆放，但该用地都是临时用地，工程完成后恢复其原有的地类，不新占用土地。由于目前清远正在创建全国文明城市，清淤料需要晾干后才能对其进行运输，为此本次设计拟临时租用排坑两岸的鱼塘放置清淤料晾干，晾干后再运输到专门的弃渣场进行堆放。

14.3.2 工程占地实物指标

（1）调查的依据

本工程实物指标调查，依据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）、《水利水电工程征地移民实物调查规范》（SL290-2009）、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2007）等有关规定和要求。

（2）实物指标调查

地类划分：根据本工程区实际情况，并考虑当地的习惯，根据中华人民共和国国家标准《土地利用现状分类》（GB/T21010-2007）的规定，《土地利用现状分类》国家标准采用一级、二级

两个层次的分类体系，共分12个一级类、56个二级类。其中一级类包括：耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，其中：

- ①耕地：水田、旱地、菜地、甘蔗地等；
- ②园地：果园（沙田柚）、其他园地（柑桔橙、香蕉、石榴、芒果、龙眼、荔枝、黄皮等）；
- ③水塘：鱼塘、藕塘、荒塘等；
- ④林地：松林、杉林、竹林、橡胶林、灌木林等；
- ⑤牧草地：天然草地、人工草地、改良草地等；
- ⑥未利用土地：荒山荒地、裸土地、滩涂、水面等。

耕地识别：耕地指种植农作物，经常进行耕作的田地，包括熟地、开荒地等，在进行淹没调查时按以下原则判断：

- ①连续撂荒不足三年的田地仍划作耕地；
- ②取土作砖瓦以后仍然种植农作物的复垦地仍属耕地；
- ③原为耕地但被非法占用的土地仍按耕地处理；
- ④田田间宽度小于1m的田埂、沟渠列入耕地面积；
- ⑤下列情况不列入耕地：间作或临时种植农作物的专业性土地；利用道路、沟渠及堤坝边坡地、干涸池塘、拆毁墙基等暂种作物的土地；村民点宅基地中的菜地；已获批准征用作为建设用地，但因尚未动工而暂时种植农作物的土地；田田间宽度大于1m（含1m）的线状及块状非耕地不计入耕地面积；鱼塘的塘基列入鱼塘面积。
- ⑥零星林地：为保护村民生产生活，防风等营造的各种林带，4行以上（含4行）的列入林地面积，不足4行的作零星林木处理。

调查方法：耕地、鱼塘、园地等土地调查：使用地形图现场核对地类并确定镇村行政界线，实地测量土地征用和村民迁移界线，设置临时标志，现场逐地块查清各类土地权属，以村民小组为单位，量算各类土地面积。计算土地面积以标准亩计数（1亩=666.7m²）。

（3）工程占地实物指标

根据《水利水电工程建设征地移民设计规范》及《水利水电工程淹没实物指标调查细则》（试行）有关规定，先在1:10000地形图上绘出占地红线图，再根据红线图进行实地的测量。结合征地范围实际情况和本阶段的工作情况，实地测出工程占地界线，然后以行政村为单位到实地进行抽样调查复核。其中：工程占地分地类逐块逐丘丈量其面积。地类划分主要有：水田、旱地、菜地、鱼塘、河滩地、林地（竹林、生态林）。需搬迁的房屋及附属建筑物逐户、逐栋、分结构、

按用途全面丈量，对专项设施、副业设施、水利水电设施等进行实地调查登记，并到有关部门收集有关专项设施的主要技术经济指标等资料。

14.4 工程占地移民安置规划

本工程未新增工程永久占地，堤防加固均在原有堤防基础上进行加固。堤防加固主要分布在清西运河，对当地村民的生产生活影响很小，因此，因本工程建设占地没有移民问题，也不需要进行移民安置。

14.5 占地补偿投资

14.5.1 设计估算编制依据

- （1）补偿投资以2018年的实物数量为依据；
- （2）物价水平按2018年第一季度。
- （3）《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》
- （4）《广东省国土资源厅关于印发广东省征地补偿保护标准（2016年修改调整）的通知》粤国土资规字〔2016〕1号
- （5）《清远市城市规划区土地及房屋征收补偿安置办法的通知》

14.5.2 土地补偿费和安置补助费标准及单价

根据《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》、《广东省国土资源厅关于印发广东省征地补偿保护标准（2016年修订调整）的通知》粤国土资规字〔2016〕1号和库区地方人民政府有关征地的规定，耕地的补偿费和安置费、其他土地的补偿费以及青苗补偿费通过对年报资料进行分析并参照当地政府相关文件确定。征用未开发的河滩、荒山和未计征无负担公粮的荒地不付给安置费。属国家所有的土地（含道路、河流、堤围、河滩、荒山荒地）不计补偿。库区征地可提前通知，其土地不计青苗补偿费。

根据《中华人民共和国土地管理法》、广东省实施《〈中华人民共和国土地管理法〉办法》、《广东省国土资源厅关于印发广东省征地补偿保护标准（2016年修订调整）的通知》粤国土资规字〔2016〕1号、《清远市人民政府办公室印发清远市城市规划区土地及房屋征收补偿安置办法的通知》清府办〔2013〕19号、政府统计年报及当地物价等资料来分析土地补偿单价。

补偿标准如下：

永久占地

根据《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》、《广东省国土资源厅关于印发广东省征地补偿保护标准（2016年修订调整）的通知》粤国土资规字〔2016〕1号，耕地的补偿费和安置费、其他土地的补偿费直接按“通知”规定的标准实施。征用未开发的河滩、荒山和未计征无负担公粮的荒地不付给安置费。属国家所有的土地（含道路、河流、堤围、河滩、荒山荒地）不计补偿。

按通知规定，三坑镇为九类地区，山塘镇、太平镇为十类地区，征地补偿标准如下：

表 14.5-2 征地补偿标准（单位：万元/公顷）

地区类别	耕地	园地	林地	养殖水面	未利用地
九类	52.60	40.50	18.00	54.60	16.20
十类	47.00	36.20	15.75	48.80	14.50

由于清新区三坑镇、太平镇、山塘镇没有相关标准，本工程临时占地青苗补偿等标准参照《清远市城市规划区土地及房屋征收补偿安置办法的通知》的有关标准，与本工程相关的青苗补偿标准具体如下：

水田：2200 元/亩年

菜地：3000 元/亩年

鱼塘：3000 元/亩年

旱地、林地：2000 元/亩年

园地：4000 元/亩年

本工程建设期 1 年，加上恢复期 1 年（根据《中华人民共和国土地管理法实施条例》第二十八条 建设项目施工和地质勘查需要临时占用耕地的，土地使用者应当自临时用地期满之日起 1 年内恢复种植条件），耕地（临时占地）按 2 年进行青苗补偿。

耕地复垦费统一按 5000 元/亩。

零星竹木等根据统计的数量，统一按 5 元/株进行补偿。

第十五章 社会稳定分析

15.1 编制依据和分析原则

15.1.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年11月1日施行）；
- (2) 《国家突发公共事件总体应急预案》；
- (3) 《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》（发改投资[2012]2492号）；
- (4) 《国家发改委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资[2013]428号）；
- (5) 国务院办公厅《关于进一步严格征地拆迁管理工作切实维护群众合法权益的通知》（国办发明电[2010]15号）；
- (6) 中办、国办《关于建立健全重大决策社会稳定风险评估机制的指导意见（试行）》（中办发[2012]2号）；
- (7) 卫生部发布《关于建立卫生系统重大事项社会稳定风险评估机制的指导意见（试行）》；
- (8) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省突发事件应急预案管理办法的通知》；
- (10) 《广东省发展改革委转发国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》；

15.1.2 社会稳定风险分析的原则

按照“应评尽评、全面客观、查防并重、统筹兼顾”的分析原则，依法依规，通过实地调查、实地走访等方式听取各方面的意见，对本次清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目可能出现的社会稳定风险先期预测、先期评估、先期化解，努力从源头上预防和减少不稳定问题的发生，确保项目建设区的持续稳定。

15.2 风险调查

15.2.1 调查范围

根据国家发展改革委办公厅《固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（征求意见稿）意见的通知》（发改办投资〔2012〕2873号）的规定，社会稳定风险分析工作开展风险调查的范围为“凡项目涉及到利益相关者切身利益、容易引发社会稳定风险的因素，都

应纳入调查范围，应当涵盖拟建项目建设和运行可能产生负面影响的范围。”

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的社会稳定风险评估工作应对项目涉及的地区进行调查，调查对象包括：项目建设单位、建设区地方政府干部、乡镇干部、拆迁户、普通群众等。

15.2.2 调查内容

本调查根据清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的建设内容、目标以及施工区的社会经济情况，围绕拟建项目建设实施的合法性、合理性、可行性和可控性以及项目建设实施的潜在风险和措施建议等方面，结合建设方案，综合运用实地观察、文献法、访谈法等，深入开展风险调查。调查内容包括：

(1) 清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的合法性。包括与国家和广东省清远市当地经济发展规划、行业规划、产业政策、行业准入标准的符合性，与土地利用总体规划、区域规划、专业规划以及控制性详细规划的符合性，相关前置审批文件的取得及其合法合规性等。

(2) 清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目所在地周边的自然环境现状和社会环境状况，以及项目实施可能对当地经济社会的影响。

(3) 清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目所在地政府及其他有关部门、基层政府和基层组织、社会团体对项目建设的态度、意见以及建议。了解项目所在地各级政府在规划选址、土地房屋征收补偿、拆迁户安置、污染排放等方面对项目的支持态度等，项目所在地存在的社会历史矛盾和社会背景等。

(4) 调查同类项目是否引发过社会稳定风险，同类项目的后评价报告，风险的原因、后果和处置措施等。

15.2.3 调查方法

(1) 实地观察

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的社会稳定风险评估工作对受影响的镇、村开展了实地调查，了解当地群众对项目的基本态度，当地社会民族情况，当地有无社会历史矛盾等。

(2) 文献资料收集

搜集和分析研究各种现存的有关文献资料，包括工程各项审批文件，项目可行性研究报告及各项专题等。

收集反映项目区社会经济发展状况的统计年鉴/年报等，包括清远市统计年鉴（2013~2015年）、项目所在县民族志、地方志、涉及各乡镇经济统计年报（2013~2015年）；收集反映清远市清新区水生态环境综合整治项目的各项报告，选址意见书等。

(3) 核对表法

根据《固定资产投资社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（征求意见稿）》（发改办投资[2012]2873号），以及对工程的实地调查和文献研究，把可能发生的风险事件及来源列成一张核对表，再结合本项目所面临的环境、条件等特点，对照核对表，识别出其潜在的风险，基于以前类比项目信息及其它相关信息编制出风险识别核对图表，按照风险来源进行排列，制定出适合本项目的风险核对表。

15.2.4 项目利益相关者意见和诉求

社会稳定风险评估小组通过实地观察、问卷调查等方式，对本项目涉及的主要利益相关者的意见和利益诉求进行了分析和研究，详见下表。

表 15.2-1 项目主要利益相关者意见及利益诉求一览表

序号	主要利益相关者	主要意见和诉求
1	拆迁户	1.生产生活损失得到补偿，并获得标准尽可能高的补偿和安置； 2.及时、充分的获得补偿资金； 3.在规划和实施过程中充分参与； 4.获得足够的有关项目和政策的信息； 5.避免项目建设带来的环境污染和水土流失，并减少因此带来的生产生活资料的损失。
2	项目建设单位	1.项目通过审批并尽快上马； 2.节约项目成本； 3.实现效益最大； 4.促进地区经济社会发展； 5.项目区具有良好的经济、社会、自然条件，以及积极的舆论环境； 6.确保项目区和谐、稳定。
3	地方政府	1.确保地区和谐、稳定； 2.维护地区群众利益； 3.地区经济社会发展水平在项目建设和运行中得到提高； 4.减少项目带来的环境污染和水土流失； 5.降低项目管理、征地拆迁及拆迁户安置等工作的难度和管理成本。
4	拆迁管理单位	1.拆迁户补偿及安置工作顺利开展并如期完成； 2.争取尽可能多的拆迁户补偿安置资金； 3.拆迁户安置区保持和谐、稳定。
5	地方政府其他相关职能机构	1.项目建设符合相关部门规划； 2.争取尽可能多的发展资金。
6	设计单位	1.设计方案符合相关规程规范，并通过相关部门审批； 2.在设计过程中获得充分的理解、支持与配合； 3.减少设计成本。
7	安置区拆迁户与非拆迁户	1.得到更多的就业机会； 2.销售粮食、蔬菜、肉类、酒水等。

15.3 风险因素分析

15.3.1 一般风险识别

识别项目的风险因素，进行风险因素分析，是判定项目社会稳定风险等级的基础步骤。在识别项目风险因素时，既要清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的建设过程中可能涉及到的社会风险因素进行分析和识别，又要基于项目的内容、目标以及项目区的社会经济背景，辨别项目的主要社会风险因素。简言之，就是既识别全部，又抓住重点。

通过社会风险调查，对本项目社会稳定风险因素进行了预识别，将项目的社会稳定风险因素分为8大类37小项，详见下表。

表 15.3-1 社会稳定风险因素预识别成果表

类型	序号	风险因素	评价指标
政策规划和审批程序	1	立项、审批程序	项目立项、审批的合法合规性
	2	产业政策、发展规划	项目与产业政策、总体规划、专项规划之间的关系
	3	项目选址	项目与地区发展规划的符合性、与地块性质的符合性、周边敏感目标与项目的位置关系和距离
	4	规划设计参数	征地处理范围等是否符合规范，是否符合地方规划
	5	立项过程中公众参与	规划、环评审批过程中的规范公示及诉求、负面反馈意见
建设征地拆迁及拆迁户安置	6	工程区建设征地、拆迁范围	项目建设用地是否符合因地制宜、节约利用土地资源的总体要求，土地房屋征收征用范围与工程用地需求之间、与当地土地利用规划的关系
	7	建设征地拆迁与补偿安置资金	资金来源、数量、落实情况
	8	拆迁户就业及生活	农民社会、医疗保障方案和可落实情况，技能培训和就业计划
	9	建设征地拆迁补偿及拆迁户安置标准	实物或货币补偿与市场价格之间的关系、与近期类似工程补偿标准之间的关系
	10	建设征地拆迁及拆迁户安置实施方案	实施单位、拆迁户安置规划设计单位的资质及选择方案，是否能按规定编制实施方案，实施过程（包括三榜公示）是否能遵守要求
	11	特殊土地和建筑物的征收征用	涉及基本农田征收征用、军事用地、宗教用地等征收征用应与相关政策的衔接
	12	对当地的其他补偿	对施工损坏建筑的补偿方案，对因项目实施受到各类生活环境影响人群的补偿方案
技术经济	13	文明施工、组织管理	文明施工措施的落实，与相邻项目建设时序的衔接，实施过程与敏感时点（如两会、高考等）的关系，施工周期安排是否干扰周边居民生产生活等
	14	资金筹措和保障	资金筹措方案的可行性，资金保障措施是否充分
生态环境影响	15	大气污染物排放	厂界内、沿线、物料运输过程中各污染物排放与环保排放标准限值之间的关系，与人体生理指标的关系，与人群感受之间关系，主要包括施工期、运行期两个阶段
	16	水体污染物排放	
	17	噪声和震动影响	
	18	土壤污染	重金属及有毒有害有机化合物的富集和迁移
	19	固体废弃物及其二次污染（垃圾臭气、渗沥液等）	固体废弃物能否纳入环卫收运体系、保证日产日清；建筑垃圾、大件垃圾、工程渣土、有毒有害固体废弃物能否做到有资质收运单位规范处置
	20	公共开放活动空间、绿地、	公共活动空间质和量的变化、公共绿地质和量的变化，生态环

		生态环境和景观	境的变化，景观的变化等
	21	环境风险	包括水、气、声、固废、病原微生物、水生生物、陆生生物等环境风险
项目管理	22	项目“五制”建设	法人负责制、资本金制、招投标制、监理制和合同管理制
	23	项目单位六项管理制度	审批或核准管理、设计管理、概预算管理、施工管理、合同管理、劳务管理
	24	基坑开挖	地下工程基本情况，地质条件，类似案例调查，实施单位资质和经验，开挖和围护方案是否充分及专项评审意见，第三方检测方案等
	25	施工对周边人群生活的影响	施工停水、停电、停气安排和突发情况处置预案
	26	社会稳定风险管理体系	项目法人和当地政府是否就项目进行充分沟通，是否对社会稳定风险有充分认识并做到各司其职，是否建立社会稳定风险管理责任制和充分的应急处置预案
	宏观经济社会环境	27	对周边土地、房屋价值的影响
28		就业影响	项目建设、运行对周边居民总体就业率影响和特定人群就业率影响
29		居民收入影响	项目建设、运行引起当地居民收入水平变化量和变化率，以及收入不均匀程度变化
30		对公共配套设施的影响	对教育、医疗、体育、文化、便民服务、公厕等配套设施建设、运行的影响
31		流动人口管理	施工期流动人口变化、运行期流动人口变化的影响
32		对社区文化影响	项目对社区文化产生的影响
33		对周边交通的影响	施工方案对周边人群出行交通的考虑，运行期项目周边公共交通情况变化，项目所增加的交通流量与周边路网的匹配度，项目出入口设置对周边人群的影响等
安全卫生职业健康社会治安	34	安全、卫生与职业健康	土方车和其他运输车辆的管理，施工和运行存在的危险、有害因素及安全管理制度，卫生与职业健康管理，应急处置机制
	35	火灾、洪涝灾害	项目实施导致火灾、洪涝等灾害发生的概率，是否有防火预案、防洪除涝预案和水土保持方案
	36	社会治安和公共安全	施工队伍规模、管理模式，运行期项目使用人分析（使用人来源、数量、流动性、文化素质、年龄分布等）
媒体舆情	37	媒体舆论导向及其影响	是否获得媒体支持，是否协调安排有权威、有公信力的媒体公示项目建设信息、进行正面引导，是否受到媒体的关注及舆论导向性的信息。

为了做好清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的社会风险因素分析，社会稳定评估小组对本项目可能涉及的社会稳定风险因素进行了详细了解，在项目风险预识别的基础上，评估小组对于项目的政策规划和审批程序、征地拆迁及补偿、技术经济、生态环境影响、项目管理、经济社会影响、安全卫生及媒体舆情等 8 个方面进行了关注。通过与地方政府及相关机构工作人员、拆迁户、当地居民等的交谈，利用核对表法逐步细化社会风险因素清单，补充和完善部分遗漏的社会稳定风险因素，形成了最终的风险因素清单。

15.3.2 本项目风险因素识别

根据《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》第四条的规定，

重大项目社会稳定风险等级分为三级：

高风险：大部分群众对项目有意见、反应特别强烈，可能引发大规模群体性事件；

中风险：部分群众对项目有意见、反映强烈，可能引发矛盾冲突；

低风险：多数群众理解支持但少部分人对项目有意见，通过有效工作可防范和化解矛盾。

可见，项目社会稳定风险等级划分的主要依据是群众对项目的态度和意见，以及可能引发的矛盾、冲突甚至群体性事件的程度。因此，影响和最终决定项目社会稳定风险等级的主要因素是与群众利益直接或间接相关的风险因素，这些风险因素一旦发生，就有可能引起群众不满，引发社会矛盾，甚至发展成群体性事件。

综上所述，清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目相关的社会稳定风险因素的识别应当着眼于与群众切身利益相关的，可能成为上访、极端事件或群体性事件导火索的风险因素。根据上述分析，社会稳定风险评估小组根据调查研究成果，筛选出与该项目社会稳定有关的风险因素，共计 4 大类 12 小项，详见下表。

表 15.3-2 社会稳定风险因素分析成果表

风险类型	序号	风险因素	主要风险点	发生时间
政策法规	1	建设征地拆迁补偿标准	1.政策不统一和政策不配套的风险； 2.现行“统一年产值”与即将调整的“统一年产值”可能存在差距；	决策期、准备期、实施期、运营期
	2	征地拆迁补偿及补偿资金的落实	1.补偿安置资金涉及人员广、程序多、管理难度大，可能滋生腐败、挪用、发放滞后等风险； 2.项目处于准备期，补偿安置资金管理制度尚未建立，增大风险发生概率。	准备期、实施期、运行期
	3	实物指标调查	1.实物指标错、漏登风险； 2.拆迁户对房屋、附属设施等面积认定和计算方式不理解； 3.土地权属可能存在纠纷。	准备期、实施期、运营期
	4	拆迁户安置方式及生产、生活恢复	1.规划设计生产开发的方式的合理性风险； 2.养老、医疗保障方案、就业培训计划落实的风险。	准备期、实施期、运营期
	5	信息公开与公众参与	信息公开力度不足、公众参与程度不够的风险。	决策期、准备期、实施期、运营期
环境保护	6	大气污染物排放	1.项目施工场地、运输过程中产生扬尘、废气排放，影响生态环境和群众生命健康的风险； 2.上述风险发生无法及时预警或解决，引发上访或伴生出社会矛盾的风险。	实施期
	7	噪声影响	1.施工期可能产生噪声，对学校、居民区等敏感点产生影响； 2.上述风险发生无法及时预警或解决，引发上访或伴生出社会矛盾的风险。	实施期
	8	生态影响	1.项目建设引起建设区周边水土流失，影响群众生命财产安全的风险；	实施期、运营期

			2.水土流失一旦发生无法及时预警或解决，引发上访或伴生出社会矛盾的风险。	
经济社会关系	9	社会治安和公共安全	施工期外来人员涌入，管理不当，可能与当地居民产生冲突的风险。	实施期
	10	人群健康	施工期区域人口密度增大，环境卫生及防疫工作管理不当，流行病爆发，可能对当地居民及施工人员造成人群健康威胁，印发社会冲突。	建设期
	11	宣传、舆论导向及其影响	1.群众舆论误读的风险； 2.政府、媒体或个人宣传、引导不当的风险。	准备期、实施期、运营期

本项目 11 项风险因素中，没有重大风险，风险程度为“较大风险”的是“建设征地拆迁补偿标准”、“征地拆迁补偿及补偿资金的落实”、“拆迁户安置方式及生产、生活恢复”；“一般风险”有“实物指标调查”、“生态影响”等。“大气污染物排放”、“水土流失”、“宣传、舆论导向及其影响”、“人群健康”、“社会治安和公共安全”、“噪声影响”等风险因素的风险影响程度相对较低，为较小风险。单因素风险程度分析与风险调查中各利益相关者的意见和诉求基本一致。

15.3.3 本项目风险因素分析

(1) 风险评判方法

社会稳定风险评估小组对风险因素权重进行了专家打分结果分析，在通过一致性检验后，通过加权平均法得出本项目各项风险因素的影响权重，再通过结合问卷调查的结果对专家打分情况进行了修正，经过反复验证后，得出本项目各风险因素的权重值。项目各项风险因素权重赋值详见下表。

表 15.3-3 各风险因素权重取值结果

序号	风险因素(W)	权重取值
1	建设征地拆迁补偿标准	较大
2	征地拆迁补偿及补偿资金的落实	较大
3	实物指标调查	中等
4	拆迁户安置方式及生产、生活恢复	中等
5	生态影响	较小
6	社会治安和公共安全	较小
7	噪声影响	较小
8	信息公开与公众参与	较小
9	大气污染物排放	较小
10	人群健康	较小
11	宣传、舆论导向及其影响	较小

(2) 风险评判成果

根据《国家发展改革委办公厅关于征求对固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（征求意见稿）意见的通知》（发改办投资[2012]2873 号）的相关要求，一般情况下，项目整体的风险等级依据“就高不就低”的原则和“叠加累积”的原则进行判断。

参考《国家发展改革委办公厅关于征求对固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（征求意见稿）意见的通知》（发改办投资[2012]2873 号），结合本项目特点，确定本项目风险程度各个等级的值分别为：微小，较小，一般，较大，重大。根据项目整体初始预警风险等级评判标准及各单因素风险风险程度，得到下表项目初始预警风险指数计算表。

表 15.3-4 项目初始预警风险指数计算表

序号	风险因素 (W)	权重 (I)	风险程度 (R)					风险指数
			微小	较小	一般	较大	重大	
1	建设征地拆迁补偿标准	较大				√		较大
2	征地拆迁补偿及补偿资金的落实	较大				√		较大
3	拆迁户安置方式及生产、生活恢复	中等				√		中等
4	实物指标调查	中等			√			中等
5	生态影响	较小			√			较小
6	社会治安和公共安全	较小		√				较小
7	噪声影响	较小		√				较小
8	信息公开与公众参与	较小		√				较小
9	大气污染物排放	较小		√				较小
10	人群健康	较小		√				较小
11	宣传、舆论导向及其影响	较小		√				较小
合计			/	/	/	/	/	中等

根据计算结果，本项目风险值小于较大风险等级，为“中”风险，可见本项目在实施过程中依然存在一些可能引发群体性事件的风险因素，必须引起足够重视，结合研究提出更为全面的预防、化解项目单因素风险的措施，提出项目预防、化解初始预警风险的综合措施，使本项目风险等级进一步降低，减少项目实施可能造成的社会稳定风险。

15.4 风险防范与化解措施

15.4.1 风险防范与化解措施

研究提出风险防范措施建议，制定应急处置预案，是为从源头上防范、减少和控制项目实施可能引发的风险，为项目决策提供依据。

在系统地总结项目风险因素、风险发生概率、风险影响和风险等级的基础上，根据项目区实

际情况，充分考虑各方建议和诉求，以现行各项法律法规、行业规范为依据，针对各项风险因素研究出一系列风险化解的建议，并形成本项目的风险防范措施，详见表 19.6。

表 15.4-1 社会稳定风险防范化解措施一览表

风险类型	序号	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
政策、法规风险	1	建设征地拆迁补偿标准	坚持信息公开和公众参与	地方政府	设计单位
	2		结合其他补偿安置方式，以及严格执行最新的地区统一年产值	国家、地方政府、项目建设单位	设计单位
	3		做好与拆迁户代表的沟通工作，加强对上访户和上访事件的关注	地方政府	地方政府其他职能机构
	4		出台地方配套政策	国家、地方政府、项目建设单位	
	5	征地拆迁补偿及补偿资金的落实	严格按照国家相关法律法规建立机构和机制	地方政府	财政局
	6		强化拆迁户管理部门相关人员的素质建设	拆迁管理单位	
	7		建立完善的资金管理办	项目建设单位、地方政府	拆迁管理单位
	8	实物指标调查	及时公开对相关房屋认定的原则和资料	地方政府	设计单位
	9		实物调查全过程要求地方各级人民政府及相关部门参与，做到公开透明	地方政府	设计单位
	10		强化实物指标调查过程中的拆迁户参与	地方政府	设计单位
	11		严格执行相关规范加强调查人员培训	设计单位	
	12		土地界限纠纷根据《土地权属争议调查处理办法》规定进行调处	国土局	设计单位
	13	拆迁户安置方式及生产、生活恢复	生产安置规划设计的生产开发方式进一步进行详细论证	设计单位	农业局、林业局
	14		拆迁户生产、生活恢复方面，要落实培训计划，对拆迁户提供技能培训，提高拆迁户劳动技能水平，增强其谋生手段	地方政府相关部门	拆迁管理单位、农业局、民政局、教育局和各乡镇等有关单位、妇联、教育局和卫生局
	15		落实培训资金	项目建设单位	财政局
生态环境	16	大气污染物排	依据项目环评报告，实行工程防护措施	施工单位	设计单位、监理单位

风险	序号	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
放	17	噪声影响	依据项目环评报告，实行工程防护措施	施工单位	设计单位、监理单位
	18	生态影响	依据项目水土保持报告，实行工程防护措施	施工单位	设计单位、监理单位
	19		建设单位单列专项资金，发生灾害时对受影响户损失进行评估，并及时予以补偿	项目建设单位	地方政府
经济社会关系风险	20	社会治安和公共安全	与当地有关部门配合，做好施工外来人员的教育工作	公安局	施工单位
	21		施工单位配合公安部门加强对施工外来人员的管理	施工单位	公安局
	22		及时支付人员工资，减少矛盾	项目建设单位、施工单位	
	23		建立健全项目建设单位、实施单位与地方政府的协商机制	地方政府、项目建设单位	
	24	人群健康	做好施工区和拆迁户安置区卫生清理	施工单位	
	25		开展检疫防疫	施工单位、项目建设单位	
	26		加强生活饮用水卫生与环境卫生管理	施工单位	
	27		工程运行调度管理，预防疾病	施工单位	
	28		认真贯彻传染病防治法，进行施工区卫生调查评价	施工单位、地方政府	
	29	疾病预防与控制	施工单位、地方政府		
	30	宣传、舆论导向及其影响	强化政府责任，加强信息公开，确保群众知情	地方政府	项目建设单位
	31		严格宣传纪律，加强舆论监督工作，创造良好舆论环境	媒体	地方政府、项目建设单位

15.4.2 防范措施的可行性和有效性评估

防范措施的可行性和有效性直接关系到项目实施风险防范措施后的风险等级，有效的、可行的措施可以在一定的程度上削减项目社会稳定风险因素对项目产生的不良影响。

根据上述风险防范措施，评估工作再次通过专家打分法对风险防范措施落实的可行性和有效性进行了验证，并对措施落实后各风险因素的发生概率、风险影响进行了打分。

评估结果显示，通过采取有效、可行的风险防范措施，本项目各重点单因素风险的发生概率、

风险影响、风险等级的等级将发生变化。如通过落实长期补偿、加强政策解读与宣传、加强信息公开和公众参与等措施,可以减少“建设征地拆迁补偿标准及拆迁户安置方式”风险因素发生的概率及风险影响,进而减小风险的影响程度;通过加强信息公开、增加沟通解释、明确下一设计阶段的实物指标的复核和分解工作,可以减小“实物指标调查”风险因素发生的概率及风险影响。各风险因素落实措施后的风险变化详见下表。

表 15.4-2 落实措施后各因素风险变化汇总对比表

风险因素	风险概率		风险影响		风险程度		风险等级	
	采取措施前	采取措施后	采取措施前	采取措施后	采取措施前	采取措施后	采取措施前	采取措施后
建设征地拆迁补偿标准	较大	中等	较大	一般	较大	一般	较大风险	一般风险
征地拆迁补偿及补偿资金的落实	较大	中等	较大	一般	较大	一般	较大风险	一般风险
实物指标调查	中等	较小	一般	较小	一般	较小	一般风险	较小风险
拆迁户安置方式及生产、生活恢复	较大	较小	较大	较小	较大	较小	较大风险	较小风险
信息公开与公众参与	较小	微小	较小	微小	较小	微小	较小风险	微小风险
大气污染物排放	较小	微小	较小	微小	较小	微小	较小风险	微小风险
噪声影响	较小	较小	较小	较小	较小	较小	较小风险	较小风险
生态影响	中等	较小	一般	较小	一般	较小	一般风险	较小风险
社会治安和公共安全	较小	较小	较小	较小	较小	较小	较小风险	较小风险
人群健康	较小	微小	较小	微小	较小	微小	较小风险	微小风险
宣传、舆论导向及其影响	较小	微小	较小	微小	较小	微小	较小风险	微小风险

15.4.3 项目预期风险等级

根据表,重新计算项目的综合风险指数。

表 15.4-3 落实措施后风险指数计算表

序号	风险因素 (W)	权重 (I)	风险程度 (R)					风险指数(I*R)
			微小	较小	一般	较大	重大	
1	建设征地拆迁补偿标准	中等			√			中等
2	征地拆迁补偿及补偿资金的落实	中等			√			中等
3	拆迁户安置方式及生产、生活恢复	较小		√				较小
4	生态影响	较小		√				较小
5	社会治安和公共安全	微小		√				微小
6	噪声影响	微小		√				微小
7	实物指标调查	较小	√					较小
8	信息公开与公众参与	微小	√					微小
9	大气污染物排放	较小	√					较小
10	人群健康	微小	√					微小
11	宣传、舆论导向及其影响	微小	√					微小
合计			/	/	/	/	/	低风险

根据上表可知,通过采取风险防范措施,本项目综合风险指数为低风险,相较于项目整体初始预警风险指数降低了。可见,通过采取风险防范措施,本项目社会稳定风险有所降低,项目整体风险水平较低,风险水平可控。

15.5 风险分析结论

(1)本工程以水环境治理工程、水生态工程、水利工程和水景观工程为主要内容,本身具有巨大的社会效益和生态系统服务功能。在水生态环境综合治理工程建成后,不但提高了当地的防洪除涝标准及能力,改善了当地水环境质量,还带动和提高了地方社会经济的发展,促进人民群众生活水平的提高。

(2)征地拆迁对拆迁居民和生态环境产生一些不利影响因素,但只要考虑广大人民群众的利益,切实解决好被拆迁居民的拆迁安置补偿问题,采取必要的环保措施就能消除不利因素,严格控制好项目涉及的征迁安置政策执行的平衡性,凡是违反有关政策的,将视情况追究有关人员责任,保证项目顺利实施。

(3)工程施工中对区域产生的环境、交通问题,按照群众利益无小事、实事求是和“谁损害、谁负责”的原则进行处理,启动快速处理机制。

(4)成立有关部门,制定相关措施,加强宣传和沟通,化解基层矛盾,做好工程建设的秩序稳定工作,加强监控,严格按照本项目社会稳定风险评估的要求,落实各项具体措施。

针对社会风险影响因素的分析,在采取相应的措施后,社会风险发生的概率、影响范围、影响程度较小。

第十六章 工程投资估算

16.1 工程概况

本工程范围内的漫水河流域存在水产养殖池塘尾水排放、农村生活污水直排、农业种植面源污染等水质问题，导致下游三青大桥和黄坎桥省控断面水质不达标。为响应《清远市漫水河水体达标方案》、《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》、《清远市漫水河流域水质达标攻坚方案技术报告（征求意见稿）》等多个文件的要求，适应清远市清新区经济社会快速发展的需要，为区域建设保驾护航，实现水生态、水环境的综合治理目标，本次建设的主要内容包括漫水河流域水环境治理工程、集中连片池塘标准化改造等面源污染防治工程；太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程；先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道等生态扩容工程；水质自动监测等环境监管工程等，详见以下分项工程：

- 1、清远市漫水河流域水环境治理工程
- 2、太平镇镇区配套污水管网建设（二期）
- 3、太平镇污水处理厂管网清淤修复工程
- 4、太平镇老旧管网和雨污合流管道改造
- 5、清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程
- 6、先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程
- 7、水质自动监测站建设工程
- 8、集中连片池塘标准化改造

综合治理工程实施后，漫水河流域将实现重建和良性循环，将建立起流域内水系生态安全格局，可使区域的生态系统在适当的人工措施辅助下，利用大自然的自我修复能力、自组织能力、自调节能力，恢复生态系统原有的韧性，以及提升保持水土、调节小气候、维护生物多样性的生态功能。

16.2 估算主要指标

本工程投资估算编制价格水平为 2022 年第二季，工程项目总投资 **24699.31 万元**，见下表。

序号	项目名称	内容	投资估算/万元		
			2022 年	2023 年	小计
1	清远市漫水河流域水环境治理工程项目	分片区建设公共尾水处理设施，实现省考断面四类水达标。	12989.35		12989.35
2	太平镇镇区配套污水管网建设（二期）	完成太平镇全部末端管道建设		1500.1	1500.1
3	太平镇污水处理厂管网清淤修复工程	完成太平镇污水处理厂干管清淤排查，修复工作		1999.9	1999.9
4	太平镇老旧管网和雨污合流管道改造	太平镇镇区雨污混接、错接管网实施分流改造		1500	1500
5	清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程	治理河道长度 5km。生态保护 2100m ² ，保护湿地空间 11100m ² ，岸线改造 18420m ² 。	2077.31		2077.31
6	先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程	扩大水域面积，增加湿地停留时间、灌溉	1500.64		1500.64
7	水质自动监测站建设工程	上山塘排坑、中南排坑、先锋排坑、马塘排坑、灭螺坑等 5 条排坑排渠汇入口处、石陂坑四会入境处增设微型水质自动监测站，监测总磷、氨氮等参数	443.53		443.53
8	集中连片池塘标准化改造	鱼塘尾水源头治理，标准化改造	2688.48		2688.48
9	2 个自然村生活污水治理				
	合计		19699.31	5000	24699.31

项目静态总投资为 24699.31 万元，其中建安工程费 17086.49 万元，设备费 2740 万元，临时工程费 429.49 万元，其他费用 2613.75 万元，预备费 1829.58 万元。

16.3 编制原则及依据

- 1、根据粤水建管[2017]37 号文执行《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》；
- 2、建筑工程执行《广东省水利水电建筑工程概算定额》《广东省水利水电设备安装工程概算定额》；
- 3、广东省水利厅文件粤水建设[2019]9 号文《广东省水利厅关于调整《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》增值税销项税税率的通知粤水建设[2019]9 号》），对税率作了相应的调整，税金取费率为 9%，企业利润率统一取 7%；
- 4、根据广东省水利厅文件粤水建管[2017]37 号文《广东省水利厅关于公布我省水利水电工

程概预算部分定额调整的通知》，对人工单价进行了调整，按广东省四类工资区进行计算，即普工 65.1 元/人工工日、技工 90.9 元/人工工日，并增列安全生产、文明施工措施费；

5、工程量根据方案设计阶段图纸、省水利厅《水利水电工程设计工程量计算规定（摘录）》及有关文件规定进行计算；

6、缺项定额采用水利部水总[2002]116 号、广东省市政工程综合定额（2018）、广东省园林绿化工程综合定额（2018）及相关行业主管部门颁发的现行定额；

7、费率及取费标准

1)其他直接费：计算基础为直接费，建筑工程费率为 3.4%，安装工程费率为 4.1%。

2)间接费：河道整治工程取中低值，费率见下表。

表 16.3-1 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	现场经费 (%)	备注
一	建筑工程			
1	土方开挖工程	直接费	7.5	
2	石方开挖工程	直接费	10.5	
3	土石方填筑工程	直接费	8.5	
4	混凝土工程	直接费	8.5	
5	模板工程	直接费	8.5	
6	钢筋加工及安装	直接费	6	
7	基础处理及锚固工程	直接费	7.5	
8	疏浚工程	直接费	6.5	
9	管道工程	直接费	7.5	
10	植物措施工程	直接费	6.5	
1	其他工程	直接费	9.5	
二	设备安装工程	人工费	70	
三	自行补充与省建筑定额	直接费	7.5	

3)企业利润：按直接费、间接费之和的 7%计算。

4)主要材料价差：计算限价材料的单位材料价格与定额材料用量乘积的总和。

5)税金：税金税率按建筑业适用的增值税 9%计算。

6)其他临时工程：根据广东省水利厅粤水建管[2018]58 号文的规定，安全生产措施费按工程一至四部分建筑安装工程量（不包括安全生产措施费、其他施工临时工程）的 1.7%计算；其他临时工程费并按编规计取，按工程一至四部分建筑安装工程量（不包括安全生产措施费、其他施工临时工程）的 0.8%计算。

16.4 基础单价及计算依据

1) 人工预算单价

根据广东省水利厅文件粤水建管[2017]37 号文《广东省水利厅关于公布我省水利水电工程概预算部分定额调整的通知》，对人工单价进行了调整，按广东省四类工资区进行计算，即普工 65.1 元/人工工日、技工 90.9 元/人工工日，并增列安全生产、文明施工措施费。

2) 材料预算价格

主要材料价格参考《清远市区 2022 年第 2 季度建设工程材料综合价》。其中：钢筋 4835.39 元/吨，水泥（42.5R）544.25 元/吨，砂 231.39 元/m³，块石 120.75 元/m³，碎石 153.72 元/m³。主要材料价差按主要材料预算价格与《编制办法》中的主要材料限价计算，所有主材材料价格均已包含运费。柴油按信息公布价 9180 元/吨，汽油 9830 元/吨。

次要材料价格参照广东省水利厅公布的 2022 年次要材料预算价格（除税）执行。

3) 施工用电、风、水价格

电：按 1 元/kw·h 计；

风：按 0.15 元/m³计；

水：按 0.70 元/m³计。

4) 施工机械台班费

根据《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》及人工预算单价和动力燃料价格进行计算。

5) 混凝土材料单价

混凝土配合比的各项材料用量用《广东省水利水电建筑工程概算定额》附录七“混凝土、砂浆配合比及材料用量表”计算。

5) 其他依据：参考《穗埔发改[2021]83 号》文件。

16.5 独立费用

工程建设监理费：依据国家发改委、建设部“发改价格[2007]670 号”文《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的有关规定计算。

表 16.5-1 工程监理调整系数

5.1	工程专业调整系数	1.0	
5.2	工程复杂程度调整系数	1.0	
5.3	高程调整系数	1.0	

初步设计阶段勘察设计收费按国家计委、建设部公布的《工程勘察设计收费管理规定》通知

(计价格[2002]10号文)计取。

表 16.5-2 工程勘察调整系数

5.1	工程专业调整系数	1.0	
5.2	工程复杂程度调整系数	1.15	
5.3	附加调整系数	1.0	

表 16.5-3 工程设计调整系数

序号	项目名称	数量	备注
5.1	工程专业调整系数	1.0	
5.2	工程复杂程度调整系数	1.15	
5.3	附加调整系数	1.3	涉及水处理 0.3, 则附加系数为 1+0.3=1.3
	施工图预算		按基本设计收费的 10%计
	竣工图编制费		按基本设计收费的 8%计

工程质量检测费：按工程一至四部分建安工作量的 0.6%计取。

工程保险费：按工程一至四部分建筑安装工程量的 0.45%。

招标业务费：按国家计委计价格[2002]1980号文的规定，采用差额定率累进法计算。

可研编制费：根据清远市清新区人民政府办公室《关于做好漫水河系统整治设计方案评审工作的通知》，参与设计且方案通过审核的设计单位（最终中标单位除外），将按不高于 30 万元/家的标准支付设计费用，本工程取可行性方案编制费暂定 30 万元。

16.6 预备费

基本预备费：按照工程项目一至五部分投资合计数的 5%计算。

价差预备费：国家计投资[1999]1340号文规定价差预备费为零。

16.7 水环境治理工程估算

本工程投资估算编制价格水平为 2022 年第二季，项目静态总投资为 24699.31 万元，其中建安工程费 17086.49 万元，设备费 2740 万元，临时工程费 429.49 万元，其他费用 2613.75 万元，预备费 1829.58 万元。

表 16.7-1 工程部分总估算表

工程名称： 清远市清新区漫水河流域水生态环境综合整治工程

序号	工程或费用名称	建安工程费(万元)	设备购置费(万元)	独立费用(万元)	合计(万元)	占静态投资比
----	---------	-----------	-----------	----------	--------	--------

					例(%)	
一	第一部分 建筑工程			17086.49	67.61%	
1	一 漫水河流域水环境治理工程	8571.34		8571.34	33.60%	
2	二 太平镇污水处理厂管网清淤修复工程	1075.15		1075.15	5.06%	
3	三 太平镇镇区配套污水管网建设(二期)	1592.60		1592.60	6.11%	
4	四 太平镇老旧管网和雨污合流管道改造	1194.51		1194.51	5.06%	
5	五 清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程	1654.24		1654.24	5.91%	
6	六 集中连片池塘标准化改造	1889.00		1889.00	7.86%	
7	七 水质自动监测站建设工程	129.25		129.25	0.45%	
8	八 先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程	980.40		980.40	3.56%	
二	第二部分 机电设备及安装工程			2869.2	11.62%	
1	一 漫水河流域水环境治理工程		1872.	2088.	8.45%	
2	二 太平镇镇区配套污水管网建设(二期)		128.	160.	0.65%	
3	三 集中连片池塘标准化改造		270.	297.	1.20%	
4	四 水质自动监测站建设工程		240.	259.2	1.05%	
5	五 先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程			65.	0.26%	
三	第三部分 金属结构设备及安装工程			257.	1.04%	
1	一 先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸工程		230.	257.	1.04%	
四	第四部分 施工临时工程			429.49	1.74%	
1	十 安全生产措施费			290.47	1.18%	
2	十一 其他临时工程费			139.02	0.56%	
五	第五部分 独立费用			2613.75	10.58%	
1	建设管理费			174.12	0.70%	
2	招标业务费			47.3	0.19%	
3	工程建设监理费			397.4	1.61%	
4	科研勘测设计费			1798.69	7.28%	
5	其他			196.25	0.79%	
	一至五部分投资合计	17086.49	2740.	2613.75	22869.73	92.59%
	基本预备费				1829.58	7.41%
	静态投资				24699.31	100.00%

第十七章 工程效益

清远市漫水河流域水生态环境综合整治项目的实施，将改变现状河道污染严重、雨季水环境排放压力大、生态景观差等多方面的问题，在促进漫水河“十四五”规划目标的同时，该项目具有良好的环境效益、社会效益及经济效益。

17.1 环境效益

根据第三章漫水河常规水质监测结果进行综合分析评价结果，漫水河三青大桥断面水质类别为III类，超标因子主要为总磷，超标月份主要集中在3月、4月和12月，超标原因初步推断是受到距离断面较近的车头村排渠、松岗排渠附近鱼塘排水和生活污水影响；黄坎桥断面水质类别为劣V类，超标因子主要为总磷和氨氮，超标月份主要集中在4月和6月，超标原因初步推断是丰水期断面内淡水鱼塘排水和生活污水溢流所致。

表 17.1-1 2018~2020 年地表水环境质量情况

水系	断面名称	汇入水体	断面控制级别	水功能类别	2018~2020 年达标分析		2022 年水质类别	超标因子
					达标率%	超标率%		
漫水河流域	三青大桥	三坑镇陂头村三青大桥	省考	II 类	77.09	22.91	III类	氨氮、总磷
	山塘水黄坎桥断面	佛山市三水区南山镇黄坎桥	省考	IV 类	35.42	97.91	劣V类	氨氮、总磷

根据本文第7章论述，本项目中的水产养殖尾水治理、农村污水治理、底泥疏浚、生态沟渠生态湿地等工程建设具有良好的环境效益，对照《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》中的总量控制目标，本工程实施对整个规划贡献较高，环境效益明显，工程技术可行。

环境效益详见污染物削减量对比表：

表 17.1-2 污染物削减对比表

项目	现状入河污染物总量 (t/a)				方案入河污染物总量 (t/a)				入河污染物削减率 (%)			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
合计 t/a	335.8	55.6	138.6	29.9	179	32.9	94.8	17.1	46	40	31	42
折算 kg/d	920.1	152.5	379.9	82.0	490	90.3	259.9	47.0				

根据上表分析，本工程通过实施水产养殖尾水治理、农村污水治理、底泥疏浚、生态沟渠生态湿地等工程措施后，能年削减污染物为 COD=156.84 吨、TN=43.79 吨、TP=12.76 吨、NH₃-N=22.71 吨，环境效益显著。对比《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》总量控制目标，其入河 COD 污染物削减率为 46%，TN 污染物削减率为 31%，TP 污染物削减率为 42%，NH₃-N 污染物削减率为 40%。

17.2 社会效益

项目属性为公益性环境基础设施类项目，工程建成后将显著提高河道沿线综合环境水平，从而改善漫水河流域的居住环境和投资环境，具有良好的社会效益和间接经济效益。

漫水河流域水生态环境的改善，是强化清新区经济发展的社会基础，促进整个清新区社会环境的进一步稳定，带动整个地区的建设和发展，使城市面貌迅速改观，河道沿线田园风光带和分散式湿地的打造，也有利于进一步引导城市用地布局，创造良好城市风貌，积累基础设施建设资金，加快经济发展速度，推动城市进程、土地开发、旅游业、服务业的发展，使国民经济、城市建设和社会各项事业得到持续发展。城市基础设施的建设是城市的命脉，不仅对一个城市的经济发展起到至关重要的作用，而且也与广大人民群众切身利益息息相关，由于它的不可替代性，不可选择性，决定了城市配套设施的建设在一个城市发展过程中的重要作用，在城市建设、发展、改造的过程中，需要优先加以考虑。

该项目的实施促进了清新区经济建设的繁荣与发展，有利于居民身体健康，创造了有利的生产经营环境，为当地人民安居乐业、和睦相处共同发展、共同富裕发挥了重要作用。本项目的实施对改善贸易区投资环境，吸引外资，促进贸易区对外开放及经济建设的可持续发展起到举足轻重的推动作用。

另一方面，也是最主要的方面，水生态环境的打造，改善了城市投资环境，为商业的发展提供了新的机遇，给企业创造了一个优良的生产经营环境，从而促使经济结构合理化，提高了清新区及周边地区在市场竞争中的优势，促进各行各业的发展，对城市经济发展的多样化和可持续性起到了积极的显著的作用。

水环境的改善与否，直接决定着城镇投资环境，社会影响的好坏，这种社会效果虽然不直接表现为经济效益，但是它的存在制约着城镇物质生活和社会活动。减少对自然环境的污染，提高城镇居民生存空间的生态质量，将减少对工业、农业、人体健康和资源方面的损失，其实根本上也是解决了经济效益的问题。

17.3 经济效益

项目实施一方面可以改善河道生态环境，对河道修复生态有直接作用，这样一方面可以改善河道水质，另一方面可以起到河道绿化景观功能效果，美化河道沿线，美化周边环境，从而改善城市居住环境和投资环境，有助于片区开发建设，其具有良好的间接经济效益。

该项目的实施，使居民生活质量得到进一步提高，对改善清新区的城市面貌起到一个积极带头作用，促进清新区的经济发展。使城市环境得到进一步提高，促进了地区各行各业的发展，也带动了全市的经济发展。

本项目的实施，是清新区城市建设的重要组成部分。创造了一个便利、齐全和舒适的服务系统，通过改善城市水生态，从而改善生产、生活环境，提高了城市的整体竞争力，改善了居住环境，对促进整个清新区的稳步发展必将起到积极的作用。

本项目建成后，漫水河流域水系水质将得到较明显改善，能有效保障人民健康，满足城镇居民生活和社会活动的需要，同时，城市环境的改善，有利于提高城市的可持续发展空间和进行产业结构的调整，特别是促进了旅游业的发展，调动劳动力向第三产业转移。本项目的实施，是清新区基础建设的重要组成部分，为清新区经济发展打下良好的基础，创造了一个便利、齐全和舒适的服务系统，改善了居住环境，促进当地的经济发展，同时将经济发展对环境的影响降至最低的程度，水环境的改善除了为下游居民的用水安全提供保障外，也增强了各级政府领导及人民群众的环境保护意识。

第十八章 结论及建议

18.1 主要结论

1、工程范围

根据国家、广东省和清远市对漫水河流域水污染防治的考核要求，漫水河流域涉及的范围主要包括清新区山塘镇、太平镇、三坑镇三个镇，清远市内流域面积约 412.47 km²。

2、主要建设内容及规模

本工程范围内的漫水河流域存在水产养殖池塘尾水排放、农村生活污水直排、农业种植面源污染等水质问题，导致下游三青大桥和黄坎桥省控断面水质不达标。为响应《清远市漫水河水体达标方案》、《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》、《清远市漫水河流域水质达标攻坚方案技术报告（征求意见稿）》等多个文件的要求，适应清远市清新区经济社会快速发展的需要，为区域建设保驾护航，实现水生态、水环境的综合治理目标，本次建设的主要内容包包括漫水河流域水环境治理工程、集中连片池塘标准化改造等面源污染防治工程；太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程；先锋排坑、黄塘排坑、下山塘排节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道等生态扩容工程；水质自动监测等环境监管工程等。

综合治理工程实施后，漫水河流域将实现重建和良性循环，将建立起流域内水系生态安全格局，可使区域的生态系统在适当的人工措施辅助下，利用大自然的自我修复能力、自组织能力、自调节能力，恢复生态系统原有的韧性，以及提升保持水土、调节小气候、维护生物多样性的生态功能。

3、项目建设必要性

- (1) 是清新区生态文明建设的需要；
- (2) 是践行美丽中国，水体达标的需要；
- (3) 是改善漫水河流域水生态环境，提升人民幸福指数的重要举措；
- (4) 有利于提高综合水产养殖效益和环境优化；
- (5) 是清新区发展旅游业和绿色农业的需要；
- (6) 是完善农村生活污水处理基础设施建设，优化排水体系的重要举措

4、工程投资

本工程投资估算编制价格水平为 2022 年第二季，**工程项目总投资为 24699.31 万元，其中建**

安工程费 17086.49 万元，设备费 2740 万元，临时工程费 429.49 万元，其他费用 2613.75 万元，预备费 1829.58 万元。

2022 年计划投资 19399.31 万元，包括清远市漫水河流域水环境治理工程、集中连片池塘标准化改造、三个节制闸、清新区北坑截洪河三坑段河道生态治理工程、水质自动监测站建设工程等；**2023 年计划投资 5000 万元，包括太平镇镇区配套污水管网、老旧管网和雨污河流管道改造、污水管网清淤修复等源头治理工程。**

5、项目效益

本项目中的水产养殖尾水治理、农村污水治理、底泥疏浚、生态沟渠生态湿地等工程建设具有良好的环境效益，对照《漫水河流域水生态环境综合整治十四五规划技术报告》中的总量控制目标，本工程实施对整个规划贡献较高，环境效益明显，工程技术可行。

水生态环境的打造，改善了城市投资环境，为商业的发展提供了新的机遇，给企业创造了一个优良的生产经营环境，从而促使经济结构合理化，提高了清新区及周边地区在市场竞争中的优势，促进各行各业的发展，对城市经济发展的多样化和可持续性起到了积极的显著的作用。

项目实施一方面可以改善河道生态环境，对河道修复生态有直接作用，这样一方面可以改善河道水质，另一方面可以起到河道绿化景观功能效果，美化河道沿线，美化周边环境，从而改善城市居住环境和投资环境，有助于片区开发建设，其具有良好的间接经济效益。

6、工程结论

本项目将根据漫水河流域水生态环境现状及功能需求，重点进行水产养殖尾水治理、农村污水治理、底泥疏浚、生态沟渠生态湿地等工程，重建河道生态净化体系，最大限度削减入河污染物总量，将极大改善河道水环境质量，最终将对漫水河流域的水环境质量的改善起到积极作用，并将显著改善区域周边环境。项目环境、社会效益显著，具有较大潜在的经济效益。

项目工程方案可行、建设条件成熟、工程投资适度，建议实施。

18.2 存在问题与建议

1、水环境

漫水水环境主要存在的问题是水质问题突出，上游河道流经区域内被水产养殖池塘尾水和农村生活污水污染，污染负荷超过水环境的自净能力，水质恶化，透明度降低，垃圾漂浮，黑臭淤泥淤积，最终导致下游省控断面的水质不达标。

建议通过多方面的综合整治，改善水环境质量，除通过本次工程所列的工程措施外，仍需加强河道流域内水系沿线的水质监管，水利主管部门加强河道沿线的巡查力度，对偷排污水口进行

处罚，避免整治完成后河道再次被污染。

完善河道沿线截污设施的布设，加强对河道周边居民的宣传，减少垃圾和污水直排进入河道，建立河道巡逻维护部门，定期对河道进行清理。

进一步完善城市污水收集管网建设的同时，对现状合流制排水系统进行改造，减少雨季合流系统污水对水环境的污染。

海绵城市建设相统一，通过海绵城市建设，减少初期雨水的溢流污染，通过减少初期雨水的溢流降低面源污染水水环境的影响。

2、水生态及水景观

由于水环境受到污水，水生态、水景观相应的遭到破坏，水生态、水景观结构单一，抗干扰能力弱。除通过本工程中的水产养殖池塘尾水治理和农村生活污水治理外，生态河道建设、水景观提升等多种工程措施外，建议相关部门加强对水生态、水环境的维护管理，维护好修复、提升后的水生态及水环境。

3、水安全

根据相关的防洪排涝规划，现状部分河道水系的防洪排涝能力不满足要求，河段淤积，河堤垮塌破损，区域开发建设过程中对河道水系进行改道覆盖等，城市防洪排涝系统改变，水系错综复杂。

针对水安全存在的问题，建议水利等主管部门加强监管，严格按照防洪排规划控制排洪通道的线型走向、断面尺寸等，不得随意更改、覆盖防洪排涝通道的位置、尺寸。

按照用地性质规划、防洪规划等要求，严格控制河道绿线，对现状被建筑占压、覆盖的河段，尽可能对占压设施加以清除，恢复河道的防洪排涝能力。

5、其他问题及建议

(1) 完善监测系统

漫水河流域内现状除水质有监测系统外，其他水系统的监测系统，如主要河道干流的水位，现状属于空白阶段，不但无法对防洪、水质进行很好的预警、监测，对管理部分实施监管也非常不利。因此，建议结合国家河长制的相关政策，建立一套完善的基于水环境容量控制的水环境监测及信息处理系统。监测内容包括水文、水质、管网系统等，同时对相应的数据进行分析，做出相应的预报方案，同时可完善漫水河流域整个水系统的相关数据资料，为其他相关工程的实施提供数据基础。

(2) 完善落实相关规划

对于已编制完成的规划，在城市建设过程中，应严格按照规划的相关要求，落实相应的规划内容。对于还未编制的规划，应尽快落实相应规划的编制工作，为工程的建设提供依据、指导，保证

工程建设有据可依，建设有序，避免出现重复投资等现象。

(3) 相关工程间的衔接

本次工程涉及的内容较多，工程范围较广，所依托的其他工程较多，在项目推荐过程中，应与其他有相关性的工程建立动态对接，同步推进，避免工程之间的矛盾、重复，避免重复投资、相互干扰等。与本工程相关的主要工程主要有海绵城市建设、防洪排涝、排水管网完善、道路新建等。

(4) 基础资料

本工程现状缺少较新地形图、地质勘察等资料，为保证项目的顺利推进，建议尽快开展地形图测绘、地质勘察等前期工作。

(5) 征地/租地

本项目工程范围大，涉及的征地或租地工作量较大，在项目实施前建议成立相应的部门，落实相关的征地租地方案，避免产生不稳定因素，影响项目的正常推进。

(6) 融资方式

本工程属于水生态环境修复的公益性项目，涉及工程内容多，工程投资大，为减轻清新区地方政府的财政压力，建议积极争取国家及省级专项资金的补助，同时通过发行地方专项债或国债，完成本项目的工程融资。