

广水市澧河流域（应山河、广水河）

水生态修复工程

可行性研究报告

（报批）

建设单位：随州市生态环境局广水市分局

编制单位：中南安全环境技术研究院股份有限公司

2020年7月

广水市澠河流域（应山河、广水河）

水生态修复工程

可行性研究报告

分管 领导：余 健

项目 审定：秦 煊

项目 校核：彭 聘

项目负责人：黄 聪

编制 人员：黄 聪

张 杰

喻大松

王 淼

建设单位：随州市生态环境局广水市分局

编制单位：中南安全环境技术研究院股份有限公司

2020 年 7 月

专家意见修改清单

序号	专家意见	修改内容	对应的章节或页码
1	加强与相关规划的衔接，阐述项目建设与随州市及广水市城市总体规划、“十三五”规划的符合性	详细阐述了本项目符合《随州市城乡总体规划（2016-2030 年）》、《广水市城乡总体规划（2017-2035 年）》、广水市“十三五”规划及相关流域的治理规划	第 6 页 第 2.4 节
2	对于河道缓冲带修复工程中的生态护岸建设，需明在确防洪标准的基础上进行设计	根据《广水市城乡总体规划（2017-2035 年）》，广水城区城市等级为 III 级（中等城市，非农人口 50-20 万），规划广水市集中建设区防洪标准为 50 年一遇，乡镇综合防洪能力达到 20 年一遇标准，乡村综合防洪能力达到 10 年一遇标准。故，本工程生态护岸高度设计采用乡村综合防洪能力达到 10 年一遇标准进行设计	第 106 页 第 7.2.2 节
3	完善人工湿地工程的设计进水量，填料更换等设计参数	明确了城南明渠及灵台山污水处理站尾水人工湿地处理进水分别为 500t/d 和 1000t/d，填料更换设计填料每年更换一次。具体更换频率按照实际运行情况进行调整。	第 92 页 第 6.3.4 节
4	按照编制规定和概算定额相关要求完善工程建设及其他费用	严格按照工程建设及其他费用分类及计算方法对费用做出估算分析	第 164 页 表 16-3

目录

前言.....	1
1 概述.....	3
1.1 建设项目概要.....	3
1.2 编制依据.....	4
1.2.1 国家相关法律法规及政策.....	4
1.2.2 地方相关政策.....	4
1.2.3 相关技术标准.....	5
1.3 编制过程.....	6
1.4 相关规划及规划符合性.....	6
1.4.1 与随州市城市总体规划保持协调一致.....	6
1.4.2 与广水市总体规划保持一致.....	7
1.4.3 与广水市“十三五”规划保持一致.....	8
1.4.4 与相关流域的治理保持一致.....	8
1.5 主要研究结论.....	8
1.5.1 建设条件.....	8
1.5.2 主要建设内容.....	9
1.5.3 实施计划.....	10
1.5.4 环境影响评价.....	10
1.5.5 社会评价.....	11
1.5.6 最终结论.....	11

2 项目所在区域环境现状.....	12
2.1 区域自然环境概况.....	12
2.1.1 地理位置.....	12
2.1.2 地质地貌.....	13
2.1.3 水系水文.....	14
2.1.4 气候特征.....	15
2.1.5 土地资源.....	15
2.2 区域社会经济概况.....	16
2.2.1 经济发展现状.....	16
2.2.2 产业结构.....	17
2.3 区域水环境质量概况.....	19
2.3.1 广水市澠河流域基本情况.....	19
2.3.2 广水市王店国控断面.....	20
2.3.3 应山河水环境现状.....	21
2.3.4 广水河水环境现状.....	23
2.3.5 流域污染成因分析.....	25
3 项目建设必要性.....	30
3.1 项目建设背景.....	30
3.1.1 建设单位现状.....	30
3.1.2 项目由来.....	31
3.2 项目建设必要性.....	34
4 流域生态修复治理思路及工程目标.....	38

4.1 工程范围.....	38
4.2 总体治理思路.....	39
4.3 工程目标.....	40
4.3.1 总体目标要求.....	40
4.3.2 主要绩效考核目标.....	40
5 流域水生态系统构建工程.....	41
5.1 工程选址.....	41
5.2 工程措施设计.....	47
5.2.1 总体思路.....	47
5.2.2 底泥基质改良工程.....	48
5.2.3 水生态系统构建设计.....	51
5.2.4 高效人工生态浮岛.....	58
5.2.5 砾间接触氧化技术.....	60
5.2.6 水生态系统构建工艺确定.....	63
5.3 工程量统计.....	64
5.3.1 主要设计参数.....	64
5.3.2 工程量清单.....	65
6 污水处理站尾水人工湿地工程方案设计.....	67
6.1 工程概况.....	67
6.1.1 工程背景.....	67
6.1.2 工程选址.....	70
6.1.3 工程设计思路.....	71

6.2 人工湿地技术选择.....	71
6.2.1 人工湿地技术.....	71
6.2.2 人工湿地机理.....	75
6.2.3 人工湿地工程案例分析.....	79
6.2.4 人工湿地工艺确定.....	83
6.3 人工湿地工程方案.....	83
6.3.1 人工湿地工艺流程.....	83
6.3.2 人工湿地工程设计.....	85
6.3.3 人工湿地植物选择.....	87
6.3.4 湿地填料分布.....	89
6.3.5 湿地单元进出水形式.....	89
6.3.6 运行管理措施.....	90
6.4 工程量概算.....	92
6.4.1 主要设计参数.....	92
6.4.2 材料使用量清单.....	93
7 河道缓冲带修复工程.....	96
7.1 工程选址.....	96
7.2 工程措施.....	99
7.2.1 工程总体思路.....	99
7.2.2 植被缓冲带.....	100
7.2.2 生态护岸.....	102
7.2.3 生态前置塘.....	107

7.2.4 河道缓冲带修复工艺确定.....	109
7.2.5 工程量统计.....	112
8 工程绩效分析.....	113
8.1 流域水生态系统构建工程.....	113
8.2 污水厂尾水人工湿地工程.....	115
8.3 河道缓冲带修复工程.....	116
9 环境影响与水土保持.....	117
9.1 环境影响分析.....	117
9.1.1 环境保护范围及目标.....	117
9.1.2 项目建设环境影响及措施.....	118
9.2 水土保持方案.....	122
9.2.1 水土保持.....	122
9.2.2 主体工程水土保持评价.....	123
9.2.3 水土流失预测.....	124
9.2.4 水土保持措施.....	124
9.2.5 防治措施.....	126
9.2.6 水土保持监测.....	127
10 社会影响分析.....	129
10.1 社会稳定风险内涵.....	129
10.2 本项目社会稳定风险内容及其评价.....	129
10.3 社会稳定风险结论.....	132
11 抗震设防.....	133

11.1 抗震设计依据.....	133
11.2 抗震设计的背景.....	133
11.3 抗震设计方案.....	134
11.3.1 场地选择.....	134
11.3.2 建筑物的形状设计.....	134
11.3.3 建筑物的结构体系.....	135
11.3.4 结构分析.....	135
11.3.5 非结构构件.....	136
11.3.6 结构材料与施工.....	136
12 节能、劳动安全卫生及消防.....	138
12.1 节能.....	138
12.1.1 必要性.....	138
12.1.2 节能节水原则.....	138
12.1.3 节能节水措施.....	139
12.2 劳动安全卫生.....	139
12.2.1 主要危害因素分析.....	139
12.2.2 安全卫生防范措施.....	141
12.3 消防.....	142
13 组织机构和劳动定员.....	143
13.1 项目管理.....	143
13.1.1 项目实施原则及步骤.....	143
13.1.2 项目组织管理机构.....	143

13.1.3 工程建设管理.....	144
13.2 项目施工组织设计.....	145
13.2.1 施工条件.....	145
13.2.2 主要建筑材料供应.....	145
13.2.3 工程施工特点.....	146
13.2.4 施工导流设计.....	146
13.2.5 料场的选择与开采.....	146
13.2.6 施工场地平面布置.....	147
14 项目招标.....	148
14.1 招标依据.....	148
14.2 招标范围.....	148
14.3 招标组织形式.....	148
14.4 招标方式.....	149
15 项目实施进度及后期长效机制建立.....	151
15.1 本项目实施进度.....	151
15.2 落实长效管理机制.....	152
15.2.1 严格落实河长环境管理考核机制.....	152
15.2.2 定期开展汇水区域水质监控.....	153
15.2.3 加强水生植物的维护管理.....	153
15.2.4 适时开展生态补水.....	142
15.2.5 创新长治久清工作机制.....	154
16 工程投资估算与资金筹措.....	155

16.1 投资估算.....	155
16.1.1 投资估算范围.....	155
16.1.2 投资估算依据.....	155
16.1.3 建设投资估算.....	156
16.2 资金筹措方式与来源.....	161
17 结论与建议.....	162
17.1 主要结论.....	162
17.2 主要建议.....	163

附件 1 关于广水市澧河流域（应山河、广水河）水环境综合治理项目可行性研究报告的批复（广发改审批服务[2020]1 号）

附件2 专家评审意见及专家签到表

前 言

随着广水市城市化进程不断加快，城区面积不断扩大，城市人口不断增加，澠河流域主要支流广水河及应山河承接了周边居民、工厂、企业等单位排放的大量生活及生产废水。同时，广水河、应山河下游大面积村落及农田形成的农业面源污染进入了河道中进一步加剧了河道的污染。水环境质量不断下降，广水市出境王店断面作为国控断面，持续出现水质超标现象，无法达到地表水Ⅲ类的限值要求。澠河流域水生态功能逐渐丧失，已开始制约广水市社会发展。

在《湖北省环境保护“十三五”规划》以及《“十三五”重点流域水环境综合治理建设规划》的指导下，随州市生态环境局广水市分局在对应山河及广水河污染情况进行分析后，于 2019 年 12 月编制了《广水市澠河流域（应山河、广水河）水环境综合治理建设项目可行性研究报告》（可研报告批复详见附件 1）及《广水市澠河流域（应山河、广水河）水环境综合治理实施方案》，主要工程包括：沿线农村污水处理厂尾水治理工程、澠河流域农村环境综合整治工程、支沟治理工程及河道内源污染治理工程，工程总投资约 39831.51 万元，旨在彻底改善区域水环境质量，使澠河流域广水出境王店国控断面水质稳定达到地表水Ⅲ类标准的同时，应山河、广水河流域水质达到地表水Ⅲ类水质标准要求的监控断面从 10%提升至 90%以上。

2020 年 3 月，财政部、自然资源部、生态环境部和国家林草局四部门联合印发《关于加强生态环保资金管理推动建立项目储备制度

的通知》（财资环〔2020〕7号），将大气、水、土壤污染防治及农村环境整治资金等纳入中央生态环保资金项目储备库范围，目的是充分发挥生态环保资金职能作用，形成对打好污染防治攻坚战和支持经济社会发展的有力支撑。2020年5月，湖北省生态环境厅办公室印发《湖北省生态环境厅中央生态环境资金项目储备库入库工作方案》，明确了中央资金项目储备库按大气、水、土、农村等要素分别独立设立，生态环境厅由大气、水和土壤处各自牵头负责。

2020年5月，随州市生态环境局广水市分局结合本市实际，特委托我司针对澠河流域相关工程申报水污染防治项目储备库。我司在进一步研究前期技术资料及对流域现场进行详细踏勘后，严格按照《关于中央生态环境资金项目储备库入库指南（2020年）》等相关文件的要求，编制完成了《广水市澠河流域（应山河、广水河）水生态修复工程可行性研究报告》，由广水市发展和改革局组织业内资深专家开展技术评审会（专家名单及审核意见见附件2），评审专家一致同意本项目的可行性研究结论，并提出修改意见要求补充完善。我司根据专家评审意见，在进一步现场调查及部门咨询等的基础上，对报告进行了修改完善，形成了《广水市澠河流域（应山河、广水河）水生态修复工程可行性研究报告》（报批稿）。

1 概述

1.1 建设项目概要

广水市澧河流域（应山河、广水河）水生态修复工程（以下简称本工程）主要包括三项工程内容：一是拟对河道污染严重的区段实施水生态系统构建工程；二是拟对城镇聚集区两处污水处理站的尾水实施人工湿地水质净化工程；三是针对面源污染较严重的未硬化区段实施缓冲带生态保护工程。以上三项工程措施旨在改善应山河及广水河流域生态环境以及水体质量，具体建设内容如下：

（1）流域水生态系统构建工程：对应山河（玉明橡皮坝区段、九龙河大桥区段、强海明渠及幸福里小区支沟）及广水河（阳家细河响水潭区段）流域严重污染区段进行生态修复，采用水生动植物修复、人工增氧、砾间接触氧化技术及底泥改良等措施去除水体中污染物并恢复自净能力，同时在河道中进行高效人工生态浮岛建设，在提升水环境质量的同时达到美化景观效果。

（2）污水厂尾水人工湿地水质净化工程：拟在应山城区（城南明渠污水处理站、灵台山污水处理站）的集中式排污口后分别建设人工湿地。污水处理站尾水流入人工湿地，通过人工湿地的生态修复功能对尾水进行深度处理，出水达到地表水Ⅲ类水质标准。人工湿地的建设依照其服务的污水处理站运行规模及出水水质。

（3）河道缓冲带生态保护工程：对应山河（汪家畈区段、李店镇张扬村区段）及广水河（广水街道办城区段）河段进行缓冲带生态

保护建设，采用植物缓冲带、生态护岸及生态前置塘等控污工程消减进入河流的污染，在此基础上对生态空间内已损坏的区域实施修复，在河道两侧进行生态驳岸建设。

1.2 编制依据

1.2.1 国家相关法律法规及政策

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国水法》

《中华人民共和国水污染防治法》

《中华人民共和国河道管理条例》

《关于进一步加快重点流域水污染防治规划实施的通知》

《关于中央生态环境资金项目储备库入库指南（2020 年）》

《建设项目经济评价方法和参数》

《长江经济带生态环境保护规划》

《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》

《关于大力推进长江经济带生态保护和绿色发展的决定》

《“十三五”重点流域水环境综合治理建设规划》

1.2.2 地方相关政策

《湖北省湖泊保护条例》

《湖北省环境保护条例》

《湖北省水功能区划》

《湖泊生态环境保护试点管理办法》

《湖北省水污染防治条例》

《湖北省水污染防治行动计划工作方案》

《中共湖北省委湖北省人民政府关于大力加强生态文明建设的意见》

《湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案》

《湖北省水污染防治行动计划工作方案》

《省人民政府办公厅关于印发湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案的通知》

《省人民政府关于国家长江经济带发展战略的实施意见》

《随州市“十三五”规划纲要》

《广水市“十三五”规划纲要》

1.2.3 相关技术标准

《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192—2006）

《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

《安全生态水系治理结束导则》（DB35/T1886-2020）

《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）

《水域纳污能力计算规程》（SL348-2006）

《市政工程投资估算编制办法（建标[2007]164号）》

《湖北省建设项目总投资组成及其他费用定额》（2006年）

《湖北省市政工程消耗量定额及全费用基价表》（2018 年）

1.3 编制过程

2020 年 5 月，我单位中南安全环境技术研究院股份有限公司受随州市生态环境局广水分局委托，编制《广水市澠河流域（应山河、广水河）水生态修复工程可行性研究报告》。在迅速了解项目的情况下，接受委托后，我单位立即组织各专业设计人员收集资料，根据《关于中央生态环境资金项目储备库入库指南（2020 年）》等相关文件的要求，在项目业主的协助下，项目组到现场进行了踏勘。按照《投资项目可行性研究指南》和《市政公用工程设计文件编制深度规定》深度要求收集了项目区域社会经济、地形、地貌、地质、水文、交通、运输、建设条件、拆迁、征地、城市规划等方面的资料。认真研究、合理安排，全力配合业主，以期实现预定的工程总体进度要求。

根据调查收集到的资料，从整体、系统、宏观的角度研究项目建设的必要性，从微观角度研究项目的具体建设方案、规模、标准及方案的技术经济可行性，根据研究结果编制了该可行性研究报告。

1.4 相关规划及规划符合性

1.4.1 与随州市城市总体规划保持协调一致

《随州市城乡总体规划（2016-2030 年）》提出“按照主体功能区战略的要求，在国土空间分析评价基础上，以行政边界和自然边界相结合，将市域划分为城镇、农业、生态三类空间，以全域规划和城

乡统筹为指引，全面统筹三类空间，全面构筑网络化基础设施支撑体系，实现城乡生态共治、功能互动、产业联动、交通联通和设施均等”，并提出“保护和合理利用规划区内的山水和生态资源，形成‘三廊多点’的生态格局，对规划区内的山水格局和生态格局提出管控要求”。

本工程建设重点为生态修复项目，恢复原有的生态空间，促进广水市城乡生态共治，合理利用及保护规划区内的水体和生态资源，符合随州市城乡总体规划的相关要求。

1.4.2 与广水市总体规划保持一致

《广水市城乡总体规划（2017-2035 年）》中提出“力争规划期末将广水建设成为湖北省北部生态环境优越、城乡融合发展、社会经济和环境协调发展的中等发达的城乡一体化现代生态宜居城市”，并指出“严控生态、资源重组，强化山水城市特色。严格保护生态环境，扼守生态廊道和生态控制线，控制城乡发展的关键走廊和战略节点，为城乡空间的可持续发展预留战略资源。以保护并利用自然环境和历史文化资源为手段，通过城乡生态环境和景观营造带动城乡环境的优化，彰显城市特色，打造山水宜居城市”，同时提到“合理保护与利用水资源，加强城市污水排放控制与治理，进一步完善城市污水处理厂建设，对污水进行深度处理，强化对城区主要河道、山洪沟的治理”。

广水市生态安全格局划定为“一廊两脉一片一屏障”，其中“两脉”即依托应山河和广水河形成的有机联系的生态水廊和生物通道，本项目对澠河流域应山河及广水河开展的水生态修复工程完全符合

《广水市城乡总体规划（2017-2035 年）》相关要求。

1.4.3 与广水市“十三五”规划保持一致

广水市围绕建设“生态、宜居、文明”城市目标，坚持资源节约型、环境友好型发展方向，进一步提高广水市生态环境质量，打造适宜居住，生态环境健康友好的新型城市，因此本项目符合广水市“十三五”规划。

1.4.4 与相关流域的治理保持一致

本项目的最终目的是改善澩河流域应山河及广水河水体质量，促使王店国控断面达到要求的地表Ⅲ类标准，这个总体目标与国家“水十条”、湖北省“水十条”、随州市“水十条”及广水市地方政府对于水环境的治理理念是一致的。

1.5 主要研究结论

1.5.1 建设条件

上级政府大力支持，相关部门积极配合，建设单位组织得力。规划建设区镇、村和居民参与积极性高。项目实施区域道路、给排水、电力、电讯等基础设施配套较完善。同时，本项目前期已完成《广水市澩河流域（应山河、广水河）水环境综合治理实施方案》及《广水市澩河流域（应山河、广水河）水环境综合治理建设项目可行性研究报告》，涉及全流域污染源控制及截污管网工程、内源污染控制工程

（清淤工程）、农村环境综合整治工程（包含农村生活污水收集、生活垃圾治理、畜禽散养污染治理及饮用水源地保护工程）等，此次在前期工程的基础上，新增全流域重点区段的生态修复措施，力求切实改善澠河流域水环境质量。

1.5.2 主要建设内容

1.5.2.1 本项目主要建设工程内容

（1）流域水生态系统构建工程：对应山河（玉明橡皮坝区段、九龙河大桥区段、强海明渠及幸福里小区支沟）及广水河（阳家细河响水潭区段）流域严重污染区段进行水生态修复工程。

（2）污水厂尾水人工湿地水质净化工程：拟在城区（城南明渠污水处理站、灵台山污水处理站）的集中式排污口后分别建设人工湿地。

（3）河道缓冲带生态保护工程：对应山河（汪家畈区段、李店镇张扬村区段）及广水河（广水街道办城区段）河段进行缓冲带生态保护建设。

1.5.2.2 主要绩效考核目标

在广水市澠河流域（应山河、广水河）水环境综合治理建设项目基础上实施本次水生态修复工程措施，最终目标是广水出境王店国控断面能够稳定达到地表Ⅲ类标准。本生态修复工程建设选址靠近污染严重的应山河九龙河大桥、李店张杨村监测断面及广水河广办、阳家细河监测断面，因此本工程主要考核绩效目标：

（1）通过复合型水生态修复措施对城区生活污水及工业废水污染进行处理，使应山河城区九龙河大桥及广水河广办城区水质监测断面主要指标稳定达到地表水Ⅲ类标准；

（2）通过河道缓冲带生态修复工程对农业面源污染进行治理，使应山河下游张杨村及广水河阳家细水质监测断面主要指标稳定达到地表水Ⅲ类标准；

（3）本项目城南明渠、灵台山污水处理站尾水经本工程处理后排水各项指标稳定达到地表水Ⅳ类标准，其中部分指标可达到地表水Ⅲ类标准。

1.5.3 实施计划

本项目生态修复点位较多，对建设工程进行分步实施，拟于 2020 年 9 月开工建设，初步计划总工期 28 个月，2022 年底完成全部工程，其中施工建设 26 个月，调试 2 个月。

1.5.4 环境影响评价

本工程属于流域水生态修复工程，工程建成后将有利于应山河、广水河流域整体环境质量的改善。工程建设期会对周边地区的生态环境、洪涝水利、声环境、空气环境带来一定的不利影响，但只要本工程在建设期和营运期严格执行国家有关环保法规及环境标准，切实采取《环境影响报告》和《水土保持方案》提出的建设期和营运期各项污染防治对策及措施，就能使其对环境的负面影响降到最低限度。据

对环境保护的初步分析，本工程的建设从环境保护角度评价是可行的。

最终结论以正式的《环境影响报告》为准。

1.5.5 社会评价

本项目通过加强广水市内应山河、广水河流域水生态环境整治及保护力度，采取水体修复、湿地生态修复、植被修复等措施，创造一个良好的水源涵养湿地生态环境；恢复生物群落多样性，利于推进区域湿地恢复建设，对于广水打造新型宜居城市以及推进“一线三区”等方面有极其重要的意义。因此，本工程建设的社会影响为正面。

1.5.6 最终结论

贯彻水污染防治法和落实水污染防治行动计划，打好污染防治攻坚战，是落实长江流域大环保、改善水环境适量的需要，水环境综合治理建设是现代生态城市建设中一个重要的环节。广水市澠河流域应山河及广水河流域生态修复工程充分体现国家及湖北省环境保护产业政策，且工程建设是水环境保护的需要。本项目规划选址合理，建设内容符合当地实际需要。

综上所述，本项目是可行的。建议建设单位尽快完善项目前期工作，加快推进项目的实施进度，尽早发挥项目的预期效益。

2 项目所在区域环境现状

2.1 区域自然环境概况

2.1.1 地理位置

广水市位于湖北省北部偏东，以平靖关、武胜关与河南连界，自古为南北交通要冲，素有“鄂北门户”之称。地跨东经 $113^{\circ}31'-114^{\circ}07'$ ，北纬 $31^{\circ}23'-32^{\circ}05'$ 。北与河南省信阳县毗邻，东邻大悟县，南接孝昌县、安陆市，西连随州市曾都区。东西宽 57.5 公里，南北长 78.7 公里，国土面积 2647 平方公里，占全省总面积 1.4%。广水市境内河流分属长江（澠水流域）、淮河流域水系，共有大小河流 337 条，总长 2418.5 公里，均属间歇性河流，总流域面积 2434.2 平方公里，占总面积 92%。

澠河，古称澠水，发源于河南省罗山县与湖北省大悟县接壤的灵山（一说“光头山”）。流域主要在湖北省孝感市境内，干流全长 150.8 公里。北部以飞沙河、小河为主干，由南向北经河南信阳境内浉河汇入淮河；西部以吴店河、余店河为主干，由北向西南流入府河，中东部以应山河、广水河为主干，由北向东南流入澠河，府河与澠河于孝感市南部汇合后成为府澠河，于武汉市汇入长江。府河与澠河原来各分其流，府河流入汈汉湖，澠河流入长江，1959 年实施府澠河改道工程，将府河撇出汈汉湖，改入长江，澠河改入府河，从此府河、澠河成为同一水系。建国以后，澠河上游修建 9 座大中型水库，224

座小型水库，控制流域面积 3598 平方公里。



图 2-1 广水市区位图

2.1.2 地质地貌

广水市位于湖北省北部偏东，桐柏山脉东支南麓，大别山脉西端，属低山丘陵地带。地势北高南低，自北而南，山地、丘陵、岗地、

沿河小块平原，依次分布。全市总面积2647km²，山地占总面积的30.1%，丘陵占67.4%，平原占2.5%。山地主要分布在西北和东北部，北部最高的大贵山主峰海拔907.80m，相对高差在300~500m之间；岗地主要分布在中部、南部及东南部，海拔一般在100m上下；小块河谷平原主要分布在中部、西南及东南部，海拔一般在50m左右，西南部最低处平林河床海拔37m。地势以鄂豫边界为脊干，以低山为屏障，丘陵岗地主体，由北向南逐渐倾斜，经横坡河的切割，形成岭谷平行并列的地貌景观。

2.1.3 水系水文

广水境内河流分属长江、淮河流域两大水系，共有大小河流 337 条，总长 2418.5 公里，总流域面积 2434.2 平方公里，较大河流有 8 条，其主要有广水河、应山河两大水系。广水河位于广水市东部，纵贯广水办事处范围，全长 61 公里，流域面积 502.6 平方公里，常年流水不断，夏季洪水暴涨暴落，最大流量为 1100 立方米/秒，冬季最小流量 0.26 立方米/秒。应山河位于市域中部，通过应山办事处管辖范围，是应山城区唯一的可供地表水河流，干流全长 77.5 公里，流域面积 1515 平方公里，夏季最大流量为 910 立方米/秒（1987.8.28），冬季曾出现过表层断流现象，最小流量为 0.2 立方米/秒，属山溪河流。

本市境内有水库 190 座，其中大二型水库 2 座（徐家河水库、花山水库），其中徐家河水库控制流域面积 749 平方公里。中型水库 5 座（飞沙河、黑洞湾、许家冲、高峰寺、霞家河水库），小一型水库

32 座，小二型水库 152 座。塘堰、河坝 6.4 万处，控制流域面积 627 平方公里。总蓄水能力 6.21 亿立方米，有效蓄水 4.57 亿立方米。建有花山、飞沙河一级、飞沙河二级、黑洞湾、高峰 5 座电站，灌溉面积 20 万亩。三大灌区配套支斗毛渠 1167 条，总长 1022 公里。全市共有蓄、引、提水能力 6.51 亿立方米，设计灌溉面积 57.45 万亩，灌区有效灌溉面积 44.5 万亩，初步形成了以黑花飞灌区为主体，以高霞灌区为骨干，并辅之以小型水库、塘坝和泵站的农业灌溉体系，为农业生产提供了丰富的灌溉水资源。

2.1.4 气候特征

广水市属北亚热带大陆性季风气候。冷暖适中，冬干夏雨，雨热同季，四季分明。年平均气温在 13-16℃之间，北部为 13-14℃，中部为 14-15℃，南部为 15-16℃，南北温差 2℃。一年中，最冷月为 1 月，月平均气温 2.3℃；最热多在 7 月，月平均气温 27.9℃。平均无霜期在 201 至 240 天之间，年平均降水量在 940 至 1040 毫米之间。年降水量 3303 毫米，年日照时数为 2083 小时，由于降雨量年际和年内变化大，导致洪涝旱灾发生频繁。

2.1.5 土地资源

广水市农业用耕地面积 74.65 千公顷，其中常用耕地面积 39.3 千公顷，有效灌溉面积 35.07 千公顷。全年粮食作物面积 60.33 千公顷，其中夏收粮食面积 23.45 千公顷，秋收作物面积 36.88 千公顷。其他

农用地面积 25643.21 公顷。全市森林面积 105252.4 公顷，森林覆盖率达 39.76%。公共绿地面积 261.82 公顷，城市人均公园绿地面积 8.88 平方米。建成区绿化覆盖面积达到 936.7 公顷，建成区绿化覆盖率达到 35.89%。根据市国土资源局第二次土地资源调查资料显示，全市 25 度以上坡耕地面积 10.559 万亩，其中基本农田 4.002 万亩，非基本农田 6.557 万亩；重要水源地 25 度以下坡耕地面积 1.777 万亩，其中 15 度—25 度坡地面积 1.025 万亩（基本农田 0.098 万亩，非基本农田 0.927 万亩），15 度以下坡耕地面积 0.752 万亩（基本农田 0.129 万亩，非基本农田 0.623 万亩）。丰富的耕地资源为畜禽粪污消纳提供了充足的保障。

2.2 区域社会经济概况

2.2.1 经济发展现状

广水市辖 13 个镇（武胜关、杨寨、陈巷、长岭、马坪、关庙、余店、吴店、郝店、蔡河、李店、太平、骆店）4 个办事处（应山、十里、广水、城郊）和 1 个省级开发区。共有 369 个村委会、4279 个村民小组。根据公安部门资料，2018 年，全市年末总人口 94.76 万人，比上年略增，其中男性 48.91 万人，女性 45.85 万人；农业人口 77.12 万人，非农人口 17.64 万人。2018 年，全市完成生产总值 189.22 亿元，按可比价格计算，比上年增长 12.8%。其中：第一产业增加值 41.79 亿元，增长 4.3%；第二产业增加值 90.91 亿元，增长 18.2%；第三产业增加值 56.52 亿元，增长 10.5%。三次产业结构由 2015 年的

22.67：48.45：28.88 调整为 22.09：48.04：29.87。

2018 年度农林牧渔业总产值 67444 万元，其中农业产值 47239 万元，谷物及其他作物产值 9232 万元，蔬菜、食用菌及花卉盆景园艺产品产值 22908 万元，水果、坚果、茶、饮料和香料产值 14487 万元；林业产值 399 万元；牧业产值 13069 万元；渔业产值 5320 万元；农林牧渔服务业产值 1417 万元。

2018 年度农作物总播种面积 84033 亩，其中：粮食作物播种面积 55802 亩，单产 463 公斤，总产量 25853 吨；经济作物播种面积 28231 亩，其中：油料作物播种面积 10236 亩，单产 150 斤，总产量 1533 吨；棉花播种面积 4770 亩，单产 69 公斤，总产量 165 吨；蔬菜及食用菌播种面积 12018 亩，单产 7490 公斤，总产量 90012 吨；瓜果播种面积 1207 亩，单产 1214 公斤，总产量 43747 吨；畜禽存栏：猪 20494 头、牛 7730 头、羊 1320 只、活家禽 36.8 万只；畜禽产品产量：猪肉 2721.5 吨、牛肉 237.1 吨、羊肉 172.3 吨、禽肉 702 吨、禽蛋 1010 吨。水产品养殖面积 10514 亩，水产品总产量 29858 吨。农民人均纯收入 13926 元。

2.2.2 产业结构

2018 年以来，广水市牢牢把握高质量发展要求，深入推进供给侧结构性改革，突出产业发展、聚力招商引资、强化项目建设，县域经济发展实现三大突破。

产业结构不断优化。全市规模以土工业企业 205 家，完成规模工

业总产值 435.18 亿元，比上年增长 10.24%。完成规模工业增加值 107.08 亿元，比上年增长 8.0%。其中农产品加工产值 156.86 亿元，比上年下降 0.37%。风机、食品等九大支柱产业完成总产值 3558 亿元，比上年增长 10.13%。

全市完成高新技术产业增加值 28.84 亿元，比上年增长 4.0%，占 GDP 的比重达 9.2%，比上年提高 2.9 个百分点。

全市入库的资质以上建筑企业实现总产值 38.09 亿元，比上年增长 10.5%。房屋建筑施工面积 302.03 万平方米，比上年增长 62.4%；房屋建筑竣工面积 241.02 万平方米，比上年增长 105%。

全年完成固定资产投资 203.1 亿元，比上年增长 112%。工程施工项目达 285 个，其中 5000 万以上投资项目 142 个。分三次产业看，第一产业投资累计完成 14.5 亿元，同比下降 28.1%；第二产业完成 87.5 亿元，增长 3.6%，工业投资占比 39.3%；第三产业完成 101.1 亿元，超过第二产业投资额，增长 4.4%。

全年实现社会消费品零售总额 136.1 亿元，比上年增长 1.09%其中限额以上完成零售额 64.8 亿元，比上年增长 204%，限额以上占比达到 47.6%。

全年完成外贸出口额 7917 万美元，比上年下降 15.9%；实际利用外资 4000 万美元，比上年增长 10.2%；引进资金 85.26 亿元，比上年增长 28.21%。

全年完成财政总收入 25.45 亿元，比上年增长 6.8%，其中烟厂完成 10.37 亿元，比上年增长 1.19%；分部门看，税务局完成 229 亿元，

比上年增长 115%；财政局完成 3.15 亿元，比上年下降 17.7%。地方公共财政预算收入完成 12.75 亿元，比上年增长 509%；其中税收收入完成 9.09 亿元，比上年增长 14.9%。全年地方公共财政支出 51.92 亿元，比上年增长 18.1%，其中财政八项支出 34.59 亿元，比上年增长 77%。

金融机构人民币各项存款余额 376.14 亿元，比年初增加 35.85 亿元。其中：居民储蓄存款余额 295.23 亿元，比年初增加 24.69 亿元。全市金融机构贷款余额 125.39 亿元，比年初增加 18.50 亿元。

2.3 区域水环境质量概况

2.3.1 广水市澠河流域基本情况

广水河位于广水市东部，发源于大别山南麓河南省境内的光头山，主流自北向南流经武胜关镇、广水办事处、杨寨镇，最后在裴家河附近与应山河交后流入澠水。广水河流域面积 502.6km²，河长 61km，河床平均宽 110m，常年流水不断，夏季洪水暴涨暴落，最大流量为 1100 立方米/秒，冬季最小流量 0.26 立方米/秒。

应山河位于市域中部，通过应山办事处管辖范围，是应山城区唯一的可供的地表水河流，干流全长 91.1 公里，流域面积 1515 平方公里，夏季最大流量为 910 立方米/秒（1987.8.28），冬季曾出现过表层断流现象，最小流量为 0.2 立方米/秒，是暴涨暴落的季节性河流，是应山城区唯一的可供水的地表水河流，也是城市生产、生活及农业灌溉的主要水源。



图 2-2 广水市澩河流域在广水区域位置

2.3.2 广水市王店国控断面

广水市出境断面王店断面作为国控断面，水质控制目标为地表水Ⅲ类标准。收集 2017 年至 2020 年部分月份王店国控断面监测数据，如表 2-1 所示。

表 2-1 王店国控断面数据（年平均值）

年份	氨氮 (mg/L)	高锰酸盐指 数 (mg/L)	总磷 (mg/L)	水质类别	达标情况	超标因子
2017	2.21	4.56	0.11	劣 V	不达标	氨氮
2018	0.42	4.23	0.08	Ⅲ	达标	/
2019	0.33	6.28	0.09	Ⅳ	不达标	高锰酸盐
2020	0.39	8.08	0.06	Ⅳ	不达标	高锰酸盐

注：（1）pH、溶解氧、BOD₅、TN、电导率、粪大肠菌群、氟化物、石油类、挥发酚、汞、砷、氰化物、LAS、铜、镉、铅、锌、六价铬、硫化物、硒等水质指标，均稳定达到地表水Ⅲ类标准。（2）2020 年为现有月份数据平均值

根据以上数据分析可知，澩河流域王店断面监测水质在

2017-2020 年期间只有 2018 年各项指标平均值达到地表Ⅲ类水体要求，2017 年氨氮年平均值远远超标，为劣Ⅴ类水体，2019 与 2020 年为高锰酸盐指数超标，水质为Ⅳ类；根据省政府与随州市政府签订的《水污染防治目标责任书》，2017、2019 年随州市澠水孝昌王店未按要求达到良好。“水十条”考核断面水质应达标而未达标的断面为随州市澠水孝昌王店等断面。

王店断面为应山河及广水河交汇处，断面监测未达到地表Ⅲ类水体要求主要是应山河及广水河污染较为严重，从而导致广水出境国控断面未达标。

2.3.3 应山河水环境现状

2.3.3.1 应山河水环境质量

应山河流域设置了十里孙家湾漫水桥、九龙河大桥、李店镇张杨漫水桥、李店镇应店漫水桥及太平镇红旗明寨桥 5 个监测位点，表 2-2 为各个监测位点年平均检测数据。

表 2-2 应山河各个断面数据水质类别

序号	监测断面位置	2017	2018	2019	2020
1	十里孙家湾漫水桥	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ
2	九龙河大桥	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ	劣Ⅴ
3	李店镇张杨漫水桥	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅴ	劣Ⅴ
4	李店镇应店漫水桥	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ
5	太平镇红旗明寨桥	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	劣Ⅴ

注：2020 年为现有月份监测数据

由 2017-2020 年 5 个监测点位的水质监测数据可知，应山河水质

较差，除少数监测位点在部分年份能达到地表水Ⅲ类水质限值要求，大部分监测点位年平均水质监测数据长期达不到要求，部分监测点处于V类甚至劣V水质。其中九龙河、李店镇张扬等监测位点水质较差，水质长期处于处于超标状态，应为治理的重点区域。

2.3.3.2 应山河水污染现状

应山河位于广水市的中部，通过应山办事处管辖范围，是应山城区唯一的可供地表水的河流。由于应山城区人口较为密集，老城区污水官网为雨污合流制，且管道老旧、破损、堵塞情况严重，部分生活污水直排进入应山河，导致位于此处的九龙河大桥监测位点水质情况较差。同时在应山河的下游有大面积的农田及村落，农村生活污水及养殖、放牧及畜禽等农业面源污染也直接进入应山河内，导致位于此处的李店镇张扬漫水桥监测位点水质情况较差。污染物长期向应山河排放，超过水体的自净能力，出现水体还原性物质积累，富营养化等污染现象。根据现场调查情况，污染较严重的区段如下图所示：



图 2-3 应山河-护城河马蹄桥坝下



图 2-4 应山河十里办事处幸福里小区现状

2.3.4 广水河水环境现状

2.3.4.1 广水河水环境质量

广水河设置了国家粮库、广办驼子村朱家湾、杨寨镇刘畈村高速下及太王桥 4 个监测位点，2017-2020 年广水河各个监测位点水质情况如表 2-3 所示。

表 2-3 广水河各个断面数据水质类别

序号	监测断面位置	2017	2018	2019	2020
1	国家粮库	V	IV	IV	IV
2	广办驼子村朱家湾	IV	IV	V	劣V
3	杨寨镇刘畈村高速下	III	III	IV	IV
4	太王桥	III	III	IV	IV

注：2020 年为现有月份监测数据

广水河整体水质情况较应山河好，但依然无法达到地表Ⅲ类水体要求，其中国家粮库及广办驼子村朱家湾监测断面水质较差，出现Ⅴ及劣Ⅴ类水质状况。2019、2020 年整体水质状况较前两年水质状况

差，表明广水河水质逐年下滑。

2.3.4.2 广水河水污染现状

广水河位于广水市东部，纵贯广水办事处范围，全长 61 公里，流域面积 502.6 平方公里。广水办事处城区人口密集，生活污水排放集中。广水河流域面积广，支流较多，受到的农业面源污染范围大。由于常年的过度采砂，广水河水体自净能力下降，进入水体的污染物无法全部被消纳，进一步加剧了水体的污染。



图 2-5 广水河阳家细河段



图 2-6 广水河东河北湖区段

2.3.5 流域污染成因分析

2.3.5.1 产业结构问题

2018 年以来，广水市牢牢把握高质量发展要求，县域经济发展实现较大突破。全市规模以土工业企业 205 家，完成规模工业总产值 435.18 亿元，比上年增长 10.24%。完成规模工业增加值 107.08 亿元，比上年增长 8.0%。其中农产品加工产值 156.86 亿元，比上年下降 0.37%。风机、食品等九大支柱产业完成总产值 3558 亿元，比上年增长 10.13%。由于工业产值的增长迅速，工业产生的污染大量的排放，同时工业园区管网建设不完善，污水存在不能全部收集，全部处理的问题，加剧水体污染。农产品种植、生产、加工导致大量的农业面源污染进入水体，对水体环境造成破坏

2.3.5.2 城镇生活污水污染

广水市目前仅有应山、广水两个生活污水处理站，主要收集处理应、广两个城区的生活污水。其中应山污水处理站目前日处理污水 4 万吨左右，广水污水处理站日处理污水 1.8 万吨左右。因历史原因，两个城区的部分污水管网未实行雨污分流，部分管网老旧、破损、堵塞情况严重。尽管政府不遗余力的投入资金建设和改造污水管网，提高污水收集率和覆盖率，但仍有部分区域管网建设滞后，导致两个城区的生活污水不能做到全收集、全处理，部分生活污水直排入河。同时，由于应山河、广水河支沟众多，城郊结合部部分污水也未纳入截污官网，通过现场调查，十里办事处幸福里支沟、城南明渠支沟、十里工业园区强海制鞋厂支沟、武胜关霞家河饮用水源地下游支沟、广

水河主河道城区段污染比较严重，流内的水面低于水坝，水坝之间的水流动性差，污染物不断积累。为此政府在城南明渠及灵台山两处城区新建了一体化的污水集中处理设施，对无管网收集直接排入应山河的生活污水进行处理，尾水也排入应山河。

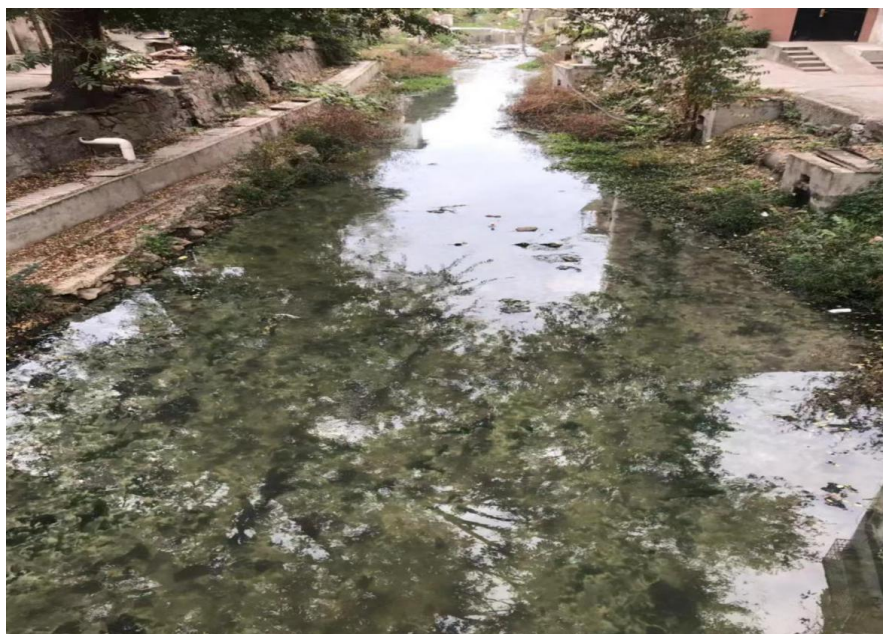


图 2-7 应山河城南明渠支沟现状



图 2-8 广水河城区主河道



图 2-9 应山河工业园区强海制鞋厂

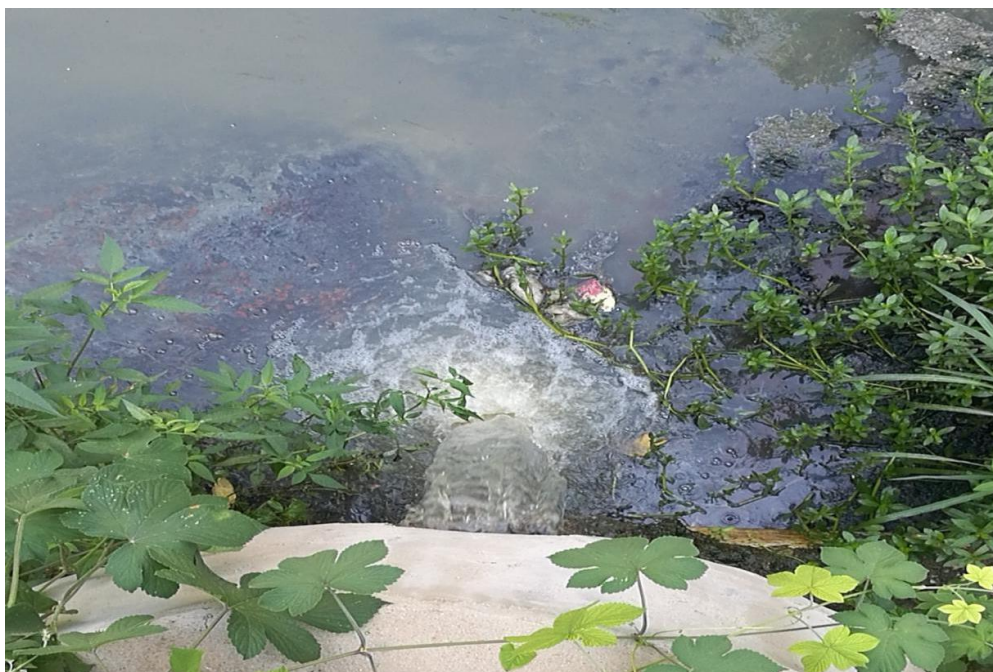


图 2-10 应山河十里工业园区排污口

2.3.5.3 农业面源污染

根据广水市统计年鉴，对广水市澠河流域土地利用分析，广水市澠河流域内各乡镇和各小流域控制单元内果园面积和农作物面积见表 2-4 所示。

表 2-4 广水市澠河流域各乡镇农业作物面积现状

区域划分	果园面积（亩）	农作物面积（亩）	总的耕作面积（亩）
陈巷镇	47301	73312	120613
城郊办事处	40454	58084	98538
十里办事处	38271	52554	90825
杨寨镇	40972	70516	111448
李店镇	51763	58409	110172
广水办事处	16323	20720	37043
应山办事处	14829	5314	20143
太平镇	40203	48812	89015
武胜关	46559	44380	90939
骆店	39852	61614	101466
合计	376527	493715	870202

根据统计，广水市澠河流域内果园面积 376527 亩、农作物面积 493715 亩，汇总后广水市澠河流域内总耕地面积为 870202 亩。根据《全国饮用水水源地环境保护规划》相关计算参数和中国环保部公布的农业径流污染物流失源强系数，农业源 COD 排放系数为 10kg/（亩·年），氨氮 2kg/（亩·年），总磷 0.12kg/（亩·年）。计算结果见表 2-5。

表 2-5 广水市澠河流域农业面源污染年排放量

区域划分	总的耕作面积（亩）	COD（吨）	氨氮（吨）	总磷（吨）
陈巷镇	120613	1206.13	241.23	14.47
城郊办事处	98538	985.38	197.08	11.82
十里办事处	90825	908.25	181.65	10.90
杨寨镇	111448	1114.48	222.90	13.37
李店镇	110172	1101.72	220.34	13.22

区域划分	总的耕作面积（亩）	COD（吨）	氨氮（吨）	总磷（吨）
广水办事处	37043	370.43	74.09	4.45
应山办事处	20143	201.43	40.29	2.42
太平镇	89015	890.15	178.03	10.68
武胜关	90939	909.39	181.88	10.91
骆店	101466	1014.66	202.93	12.18
合计	870202	8702.02	1740.40	104.42

经核算，广水市澠河流域农业面源污染排放量分别为：COD 排放量为 8702.02 吨/年、氨氮排放量为 1740.40 吨/年、总磷排放量为 104.42 吨/年。

2.3.5.4 应山河及广水河河流自净能力差

根据现场调查发现，广水市为了提高澠河流域广水段美观效果，人为在澠河流域广水段应山城区、工业园区段设有多处橡皮坝，且河堤两侧均为浆砌块石河堤，大大降低河流的流速，严重阻碍了水体自我净化过程的进行。广水市澠河流域流量有限，在水流速度降低的情况下，大量淤泥会在河底沉积，特别是工业园区段下游，橡皮坝较多，而且城区污染较多，河底淤泥沉积严重，排入澠河流域广水段中的污染物不断在河底积累，并且不断向水中释放污染物，对水体造成持续性的污染。

3 项目建设必要性

3.1 项目建设背景

3.1.1 建设单位现状

随州市生态环境局广水市分局位于随广水市应十大道 143 号，主要负责：

（1）负责贯彻落实环境保护基本制度。贯彻执行国家和省有关环境保护的法律法规和方针政策，拟订并组织实施全市环境保护中长期规划和年度计划，参与全市国民经济和社会发展规划、国土规划、城市总体规划以及重大经济和技术政策的制定；对全市环境保护工作实施统一监督管理，对各地、各部门的环境保护工作进行监督检查，组织实施环境保护目标责任制；组织编制并监督实施环境功能区划和生态功能区划；拟订并监督实施市内重点流域、区域污染防治规划和饮用水水源地环境保护规划；参与制定全市主体功能区划。

（2）负责重大环境问题的统筹协调和监督管理。组织协调环境污染事故和生态破坏事件的调查处理，指导、协调突发环境事件的应急、预警工作，协调解决跨流域、跨区域环境污染纠纷，统筹协调全市重点流域、区域污染防治工作。

（3）承担协调落实市政府污染减排控制指标。负责指导和监督管理市内企业落实主要污染物排污权交易制度，组织拟订并监督实施主要污染物排放总量控制、排污许可证制度，督查、督办、核查全市

污染物减排任务完成情况。

（4）负责环境执法及监督工作。组织实施建设项目“三同时”、排污收费、排污申报、限期治理等环境保护法律制度，组织开展环境保护专项行动和专项治理工作；组织开展全市环境执法工作。

（5）负责提出全市环境保护领域固定资产投资规模 and 方向、市财政性环保资金的安排建议，配合有关部门做好组织实施和监督工作；参与指导和推动循环经济和环保产业发展，会同有关部门组织开展清洁生产工作。

3.1.2 项目由来

随着经济社会发展，主要流域水资源污染情况令人堪忧，我国水环境污染大、隐患多，水资源保障能力弱，水生态受损严重，国民的“水安全”受到了威胁。造成这些问题的主要原因是治理水平偏低、污染物排放总量巨大；此外，产业布局不合理、科技支撑和投入不足、法律法规标准和管理体制机制不完善、节水和环境意识不强等也是重要原因。在国家将水环境保护作为生态文明建设的重要内容的大背景下，针对水污染防治工作面临的严峻形势，生态环境部、发展改革委、科技部、工业和信息化部、财政部、国土资源部、住房城乡建设部、交通运输部、水利部、农业部、卫生计生委、海洋局等部门，共同编制了《水污染防治行动计划》（即“水十条”）。国家颁布多条法律法规及政策大力治理水污染：“水十条”明确了治水纲领，《关于全面推行河长制的意见》为流域治理工作衔接创造了转机。随后的《重

点流域水污染防治“十三五”规划编制工作方案》更是进一步加强流域治理的重要文件，再到《重点行业和流域排污许可管理试点工作方案（征求意见稿）》，将流域排污许可管理试点提上日程。

为贯彻落实“水十条”及相关政策的要求，结合广水市实际情况，以改善澠河水环境质量为核心，按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的原则，贯彻“安全、清洁、健康”方针，分区域、分阶段科学治理，系统推进澠河流域水污染防治、水生态保护和水资源管理。

澠河，古称澠水，发源于河南省罗山县与湖北省大悟县接壤的灵山（一说“光头山”）。流域主要在湖北省孝感市境内，干流全长150.8公里。湖北孝感市孝昌县花园镇以上共分三支：东支为大悟河（干流），中支为广水河，西支为应山河，经湖北省孝感市卧龙乡入府河，再入涑水，入汉水（汉江），在武汉汇入长江。府河与澠河原来各分其流，府河流入汈汉湖，澠河流入长江，1959年实施府澠河改道工程，将府河撇出汈汉湖，改入长江，澠河改入府河，从此府河、澠河成为同一水系。建国以后，澠河上游修建9座大中型水库，224座小型水库，控制流域面积3598平方公里。

广水河位于广水市东部，发源于大别山南麓河南省境内的光头山，主流自北向南流经武胜关镇、广水办事处、杨寨镇，最后在裴家河附近与应山河交后流入澠水。广水河流域面积502.6km²，河长61km，河床平均宽110m，常年流水不断，夏季洪水暴涨暴落，最大流量为1100立方米/秒，冬季最小流量0.26立方米/秒。

应山河位于市域中部，通过应山办事处管辖范围，是应山城区唯一的可供的地表水河流，干流全长 91.1 公里，流域面积 1515 平方公里，夏季最大流量为 910 立方米/秒（1987.8.28），冬季曾出现过表层断流现象，最小流量为 0.2 立方米/秒，是暴涨暴落的季节性河流，是应山城区唯一的可供水的地表水河流，也是城市生产、生活及农业灌溉的主要水源。

由于历史和现实形成的原因，应山河、广水河存在着提防设施缺失、破损严重，河道淤积的严重问题，给广水人民群众的生产、生活和生命财产安全，带来了诸多危害和问题。由于应山河、广水河河堤长、堤身单薄，排水设施老化，加之年久失修，整个河堤险象环生，一遇汛情防不胜防，给沿线的人民群众的生命财产安全造成严重的威胁。广水河、应山河是澠水流域重要的水体，承担着广水市沿岸的排水功能。长期以来，项目区内排水管网、照明、防洪设施等基础设施严重缺失，并且破损严重。这导致汛期洪水问题严重，出现严重的内涝，给沿岸居民生活和生产带来不便，给周边农业带来危害和损失，造成不良的社会影响。

随着城市化进程不断加快，城市不断向外围扩展，城区面积不断扩大，城市人口不断增加。广水河、应山河周边区域的人口变为较为密集。应山河承接了周边居民、工厂、企业等单位排放的大量生活及生产废水，严重超过了水体的环境容量，水质已受到污染。水质不断下降，功能逐渐丧失，已开始制约广水市社会发展。

因此为响应国家政策也为了进一步推动广水市的发展，建设单位

随州市生态环境局广水市分局提出彻底整治澩河流域应山河及广水河两大河系。

3.2 项目建设必要性

（1）符合国家“十三五”重点流域水环境综合治理建设规划的需要。

国家发展改革委印发了《“十三五”重点流域水环境综合治理建设规划》。规划旨在进一步加快推进生态文明建设，落实国家“十三五”规划纲要和《水污染防治行动计划》提出的关于全面改善水环境质量的要求，充分发挥重点流域水污染防治中央预算内投资引导作用，推进“十三五”重点流域水环境综合治理重大工程建设，切实增加和改善环境基本公共服务供给，改善重点流域水环境质量、恢复水生态、保障水安全。规划围绕促进实现重点流域水环境综合治理目标，针对各地问题，因地制宜，开展城镇污水处理、流域水环境综合治理工程和饮用水水源地治理工程等项目建设。规划用于指导各地开展重点流域水环境综合治理，建立重点流域水环境综合治理项目滚动储备库，加强资金筹措，吸引社会投资，强化投资和项目监管，切实提高投资效益。

（2）符合生态优先、绿色发展引领长江经济带建设的需要。

2016年1月，习近平总书记在重庆召开的推动长江经济带发展座谈会上指出，长江拥有独特的生态系统，是我国重要的生态宝库，当前和今后相当长一个时期，要把修复长江生态环境摆在压倒性位

置。强调推动长江经济带发展要从中华民族长远利益考虑，牢固树立和贯彻落实“五大发展理念”，在保护生态前提下推进发展，实现经济发展与资源环境相适应。明确长江经济带发展的基本思路就是生态优先、绿色发展，共抓大保护、不搞大开发，不是鼓励新一轮的“大干快上”，而是要把保护和修复长江生态环境摆在首要位置。国家发改委也印发了《关于加强长江黄金水道环境污染防治治理的指导意见》，明确了长江水污染防治和生态保护修复的总体思路、主要目标、具体任务等措施，提出切实加强水环境质量管理、推动沿江产业调整优化、深化重点领域污染防治等 8 项主要任务，确保长江经济带的生态优先、绿色发展的核心理念得到贯彻。

《湖北长江经济带生态保护和绿色发展总体规划》指出：推进长江经济带发展，是一项重大的国家战略。将长江经济带建成生态文明建设的先行示范带、引领全国转型发展的创新驱动带、具有全球影响力的内河经济带、东中西互动合作的协调发展带，是中央高瞻远瞩、审时度势所作出的重大决策。湖北地处“长江之腰”，是长江干线流经最长的省份，是三峡工程库坝区和南水北调中线工程核心水源区，是长江流域重要的水源涵养地和国家重要的生态屏障，生态安全地位举足轻重。近年来，全省“生态长江”建设积极推进，水、大气、土壤污染防治取得阶段性成果，我省长江经济带生态环境状况总体稳定。但是，澠河流域的应山河、广水河作为长江流域的分支，环境资源承载压力依然过大，污染物排放总量居高不下，水环境污染不容忽视，水资源保护形势严峻，水生态修复任务十分艰巨，防灾减灾能力

短板突出，加强长江生态保护刻不容缓。

（3）防治水土流失、保护下游水源地的需要。

应山河、广水河是澠水流域广水市境内重要的水体，承担着沿岸的排水功能。近年来，随着城市化进程不断加快，城市不断向外围扩展，城区面积不断扩大，城市人口不断增加。应山河、广水河周边区域的人口变为较为密集。应山河、广水河承接了周边居民、工厂、企业等单位排放的大量生活及生产废水，严重超过了水体的环境容量，水质已受到污染。水质不断下降，功能逐渐丧失，已开始制约广水市社会发展。同时，由于应山河、广水河河堤承担着重要的防洪功能，但堤身单薄，排水设施老化，整个河堤一遇汛情防不胜防，给沿线的人民群众的生命财产安全造成严重的威胁。

广水市应山河、广水河属于澠水流域代表性的河流之一，该流域不仅涉及水土流失防治、村落污染治理和农田面源污染治理，还涉及到城市污染治理。由于沿河两岸的污水管网等收集系统相对落后且不够完善，造成部分生活污水未经污水处理站处理就进入河流，致使河道水质较差，直接影响下游地区的取水水源。并且河道沙石淤积，考虑到此处为流口镇的经济政治中心，河流水环境恶化的负面影响较大，项目的建设对保护水源地乃至整个澠水流域的治理都有重要意义。

（4）是澠河流域广水出境国控断面稳定达标的需要

广水市出境王店断面作为国控断面，水质控制目标为地表水Ⅲ类标准。王店断面是应山河及广水河出广水境的交汇处，因此应山河及

广水河的水质直接影响到国控监测断面的水质。目前从应山河及广水河设置的水质监测位点数据反馈，两条河流水质均不理想，无法达到地表水Ⅲ类的限值要求，水体中含较多还原物质且水体富营养化较为严重，高锰酸盐指数，氨氮及总磷指标均不满足地表水Ⅲ类要求，因此为响应国家发展改革委印发了《“十三五”重点流域水环境综合防治建设规划》，为保证王店国控断面水质达到地表水Ⅲ类标准，应山河及广水河的流域水生态修复工程有着重要意义。

综上所述，无论是从国家政策层面还是广水市快速发展，人民生活质量提高来讲，本项目建设具有较好的经济意义和社会意义，是十分必要的。

4 流域生态修复治理思路及工程目标

4.1 工程范围

本项目治理对象为广水市澠河流域的支流应山河及广水河。其中，应山河位于市域中部，通过应山办事处管辖范围，干流全长 77.5 公里，本次水生态修复工程主要涉及玉明橡皮坝段、九龙河大桥区段（广同翻板闸段）、强海明渠段、幸福里小区支沟、李店张扬村区段；广水河位于市域东部，纵贯广水办事处范围，全长 61 公里，本次水生态修复工程主要涉及广水街道办城区段及阳家细河响水谭镇区段等。根据流域污染现状，工程治理范围及区位示意简图如图 4-1 所示。

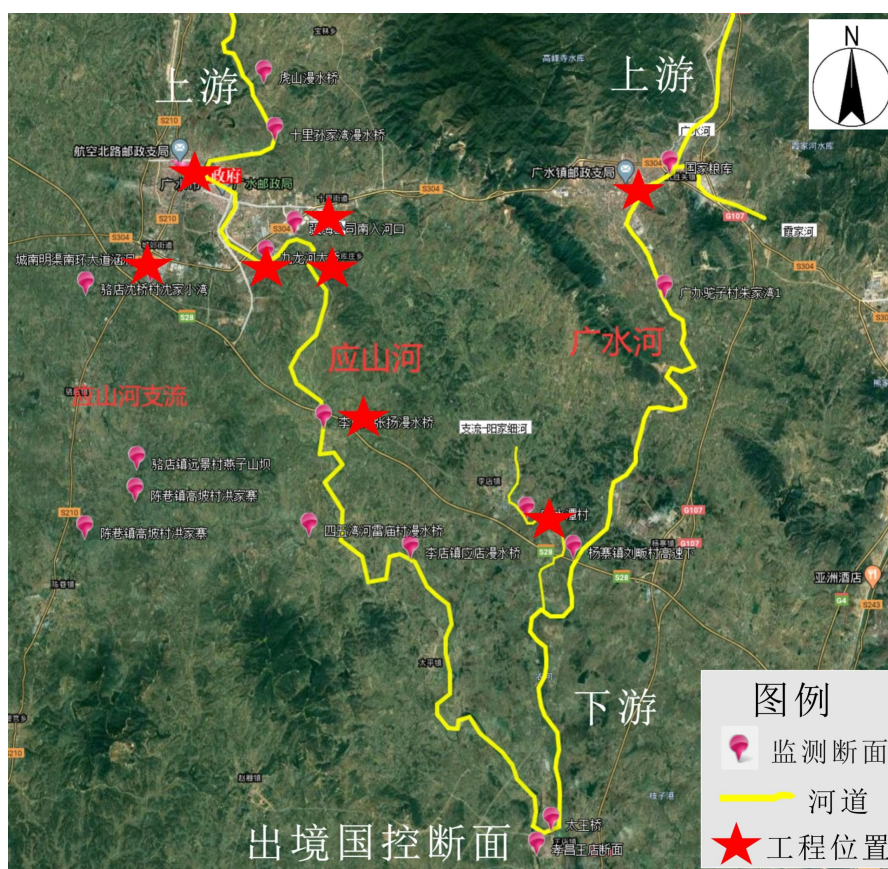


图 4-1 项目水体范围及区位示意图

4.2 总体治理思路

本次流域水生态修复主要包括流域水生态系统构建工程（含内源基底修复、水生态系统构建等）、污水厂尾水人工湿地水质净化工程（污染源控制）、河道缓冲带构建（植物缓冲带、生态护坡、生态前置塘等）工程等措施，具体为：

（1）流域水生态系统构建工程：拟对应山河及广水河流域中内源污染较严重的区段进行底泥基质改良，投入微生物菌剂等，逐步恢复水体的生态系统其他群落，重建河底生物链；构建沉水植物、浮水植物、挺水植物系统，辅以人工水草技术，净化水质；针对拦水坝前水流波动较小的区域设置生态浮岛，实现植物、载体填料、微生物、生态系统的各环节与水交互作用，提升河道景观，并为鸟类及水生动物提供栖息地。

（2）污水厂尾水人工湿地水质净化工程：拟对来自应山街办、十里街办、广水市城郊等城镇聚集区及工业区后的污水处理站排口处建设人工湿地，旨在对污水厂尾水进行人工湿地深度处理后最终排入应山河，湿地排水水质主要指标达到地表水Ⅲ类水质标准要求。

（3）河道缓冲带构建工程：结合流域护坡现状，拟对应山河及广水河沿线两岸建设生态缓冲带工程。针对地势平坦污染区段建设植被缓冲带，有效的消减河道面源污染负荷；对于无硬质岸堤的河道污染区段建设生态护坡工程，构建河道生态保护系统；对于污染分散区段设置生态前置塘，在植物及微生物降解作用下，水体中污染物被净化，再排入河道中。

4.3 工程目标

4.3.1 总体目标要求

本项目通过实施尾水水生态系统构建、人工湿地净化及生态缓冲带建设等相关治理措施，削减应山河及广水河流域汇水区域污染物的排放量，提升水体的自净能力，使水体水质逐步改善，尽快改变王店国控断面的超标情况。

到 2021 年底，全市水环境质量得到阶段性改善，污染严重水体较大幅度减少；到 2022 年底前，全市水环境质量总体改善，水生态系统功能初步恢复。

4.3.2 主要绩效考核目标

本工程项目主要考核绩效：

1) 通过复合型水生态修复措施对城区生活污水及工业废水污染进行处理，使应山河城区九龙河大桥及广水河广办城区水质监测断面主要指标达到地表水Ⅲ类标准；

(2) 通过河道缓冲带生态修复工程对农业面源污染进行治理，使应山河下游张杨村及广水河阳家细水质监测断面达到地表水Ⅲ类标准；

(3) 本项目城南明渠、灵台山污水处理站尾水经本工程处理后排水达到地表水Ⅳ类标准，其中部分指标可达到地表水Ⅲ类标准。

5 流域水生态系统构建工程

5.1 工程选址

根据对现场的详细调研，由于澠河流域应山河、广水河上游城镇聚集区雨污混排，污水收集率不高，河道水质较差、河道淤泥较严重；且应山河、广水河支沟众多，沿河的农田面源地表径流的排入，王店断面常年处于超标状况。为了解澠河流域的水质情况，我们对干流及支流设置了一些监测断面，如下图所示：

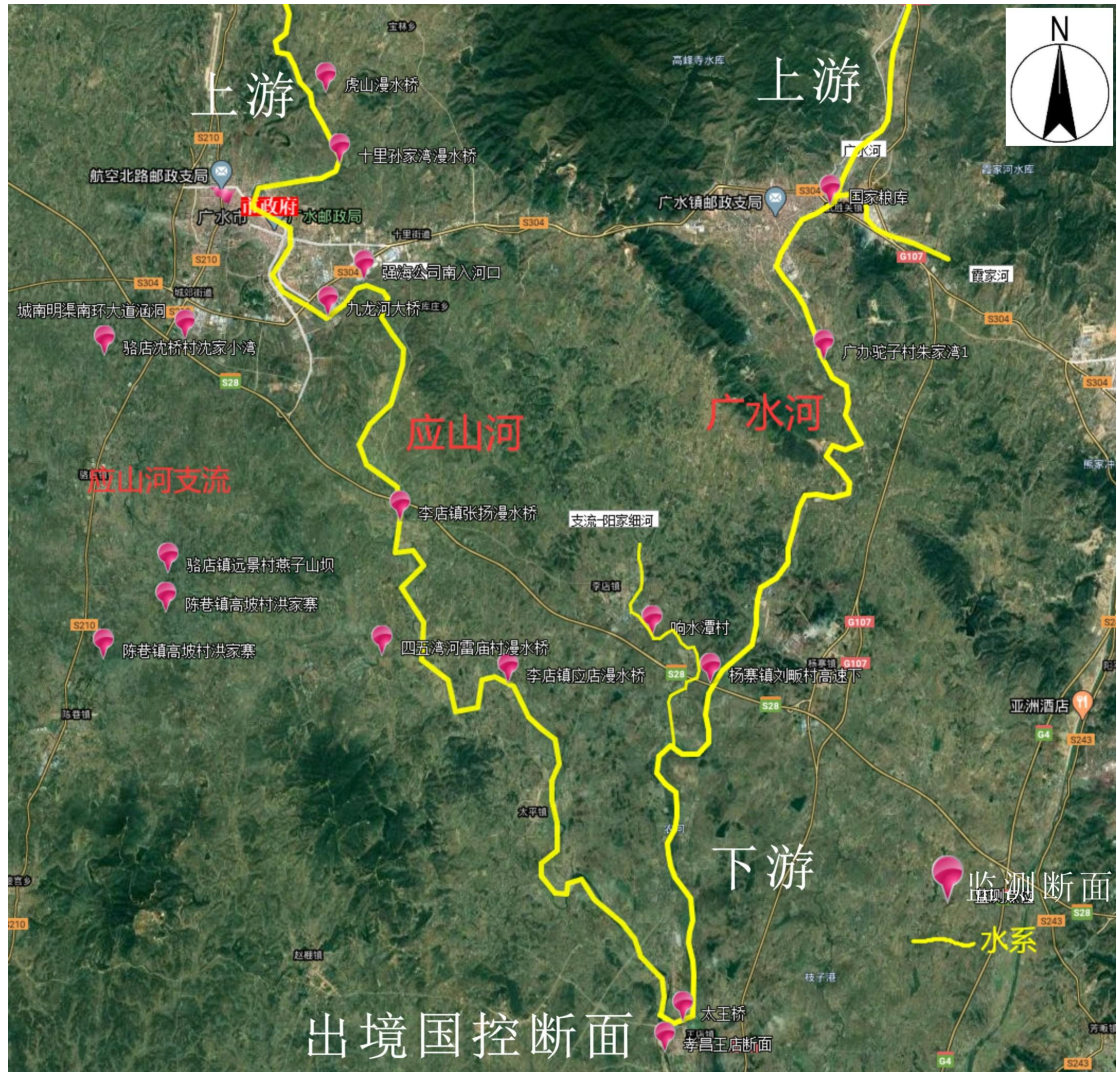


图 5-1 澠河流域水样监测点位示意图

各采样点位水质监测数据如下表所示：

表 5-1 澠河流域各采样点位水质情况一览表（mg/L）

序号	水体名称	断面位置	氨氮	CODcr	总磷	高锰酸盐指数	水质类别	达标判定	备注
1	宝林河	虎山漫水桥	0.21	19	0.09	5.75	III	达标	十里办考核断面
2	应山河	十里孙家湾漫水桥	0.2	26	0.07	5.58	IV	不达标	蔡河镇考核断面
3	应山河	九龙河大桥	0.32	33	0.14	6.92	V	不达标	应办考核断面
4	应山河	李店镇张杨漫水桥	0.37	29	0.16	6.75	IV	不达标	十里办考核断面
5	应山河	李店镇应店漫水桥	0.14	33	0.12	9.75	V	不达标	李店镇考核断面
6	应山河	太平镇红旗明寨桥	2.21	32	0.08	7.75	劣V	不达标	太平镇考核断面
7	芦家河	骆店沈桥村沈家小湾	0.36	33	0.09	9.25	V	不达标	城郊考核断面
8	燕子山河	骆店镇远景村燕子山坝	0.33	30	0.13	8.08	IV	不达标	骆店镇考核断面
9	瑶河	陈巷镇高坡村洪家寨	0.24	28	0.02	4.63	IV	不达标	陈巷镇考核断面
10	四五湾河	雷庙村漫水桥	0.35	21	0.04	4.42	IV	不达标	入应山河监控断面
11	广水河	国家粮库	0.32	20	0.09	6.92	IV	不达标	武胜关考核断面
12	广水河	广办驼子村朱家湾	0.49	22	0.14	7.25	IV	不达标	广办考核断面
13	广水河	杨寨镇刘畈村高速下	0.52	25	0.13	7.08	IV	不达标	杨寨镇考核断面
14	广水河	太王桥	0.29	26	0.07	7.75	IV	不达标	太平镇考核断面
15	阳家细河	太平镇响水潭村	0.43	29	0.11	7.42	IV	不达标	李店镇考核断面
16	澠水	孝昌王店	0.39	37	0.06	8.08	V	不达标	广水市出境断面
17	工业园区明渠	强海公司南入河口	5.7	41	0.65	/	劣V	不达标	工业基地考核断面

由上表可知，应山河及广水河流域整体水质都较差，各考核段基本都出现了超标现象。其中应山河流域九龙河大桥到强海公司南段及红旗明寨桥到孝昌王店断面水质最差，广水河响水潭至太王桥段水质最差。因此，结合项目周边的项目规划及实际用地情况，确定本项目选址区域如第4章节图 4-1 所示，其中，水生态系统构建河段为应山河玉明橡皮坝至护城河汇水段、九龙河大桥至强海公司段（广同翻板闸前后）、强海明渠及幸福里小区支沟及广水河支流阳家细河响水潭至汇入广水河段，治理河道的信息见下表：

表 5-2 澠河流域水生态系统构建工程区段一览表

序号	区段名称	所在区域	范围	污染源	与澠河关系
1	玉明橡皮坝与护城河汇水段	应山街办	长 550m, 护城河宽 20m, 应山河玉明段宽 110m	城镇生活污水（雨污混流）	应山河上游
2	九龙河大桥到强海公司南段	十里街办	长 155m, 宽 120m	生活污水	应山河上游
3	十里幸福里小区支沟	十里办事处	长 1150m、宽 10-45m	生活污水	应山河上游
4	工业园区强海鞋厂支沟	工业园区	长 730m、宽 3-20m	生活污水、少量工业废水	应山河上游
5	阳家细河响水潭至汇入广水河段	太平乡	长 5650m, 宽 22-110m	农业面源	广水河下游

（1）玉明橡皮坝与护城河汇水段

应山河支流护城河接纳来自应山街办上游的部分生活污水及地表径流，拦水坝前的水在旱季流入污水处理站，雨天溢流至下游，目前水质较差；护城河拦水坝及应山河上游玉明橡皮坝前均有大量淤泥在河底沉积，并且不断向水中释放污染物，对水体造成持续性的污染，

且河堤两侧均为浆砌块石河堤，没有完善的生态系统，河流的自净能力受到影响。



图 5-2 玉明橡皮坝与护城河汇水段

(2) 九龙河大桥到强海公司南段



图 5-3 九龙河大桥到强海公司南段

应山河九龙河大桥到强海公司南段位于城镇污水处理站排污口下游，中间广同翻板闸前段污泥淤积严重，上游雨污混排口排放的生活污水导致九龙河大桥监测断面水质差。

（3）十里幸福里小区支沟及工业园区强海鞋厂支沟

十里幸福里小区及强海公司片区生活污水管网覆盖有限，部分生活污水直排入渠，枯水期流量较小，排水渠水体流动性差，污染物不断积累。且其中有数家工业企业因十里工业园区污水收集管网不完善，致使部分工业废水（主要为工艺冷凝水、车间冲洗水和职工生活污水）未经处理直排入河，导致幸福里小区支沟及强海鞋厂支沟在枯水季节发黑、发臭，河床淤积、蓄水、过流能力下降。

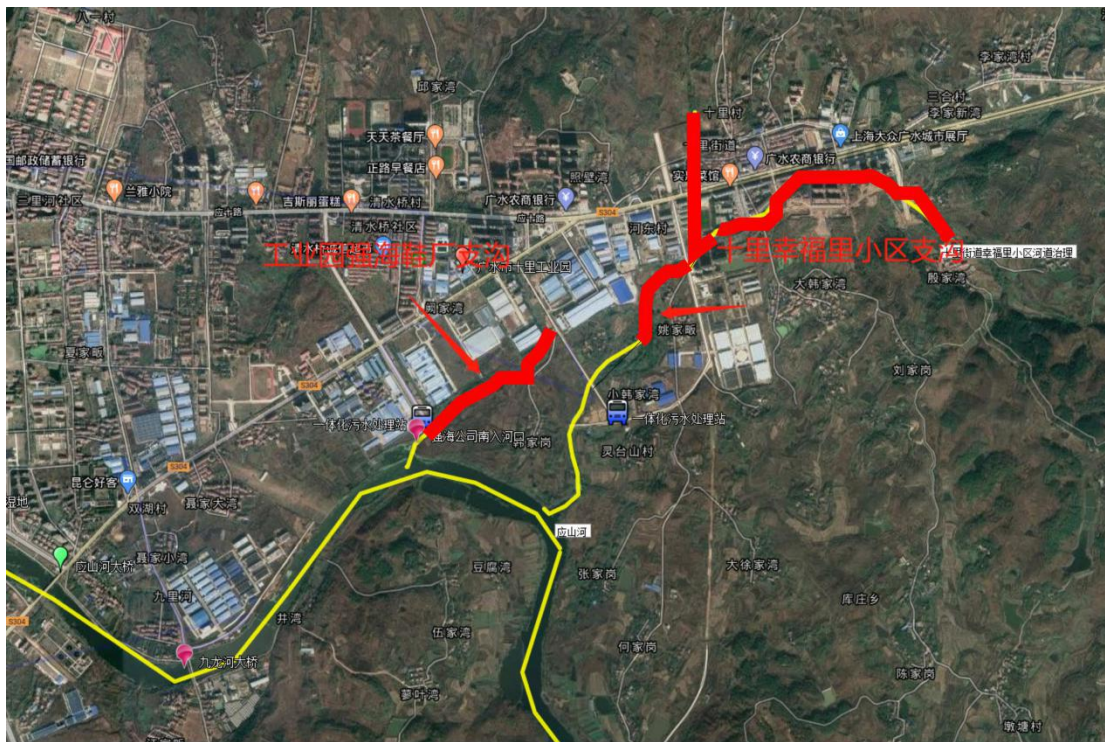


图 5-4 十里幸福里小区支沟及工业园区强海鞋厂支沟段

（4）阳家细河响水潭至汇入广水河段

广水河流域中，水质最差的区域主要是支流阳家细河，由于广水市农村种植业农药化肥的大量投加、周围养殖废水及生活废污水直排入河，流域常年接纳汇水区域的农业面源污染，导致广水河支流阳家细河存在大量的飘满绿藻的黑臭污水沟，底泥污染严重，水体富营养化严重。

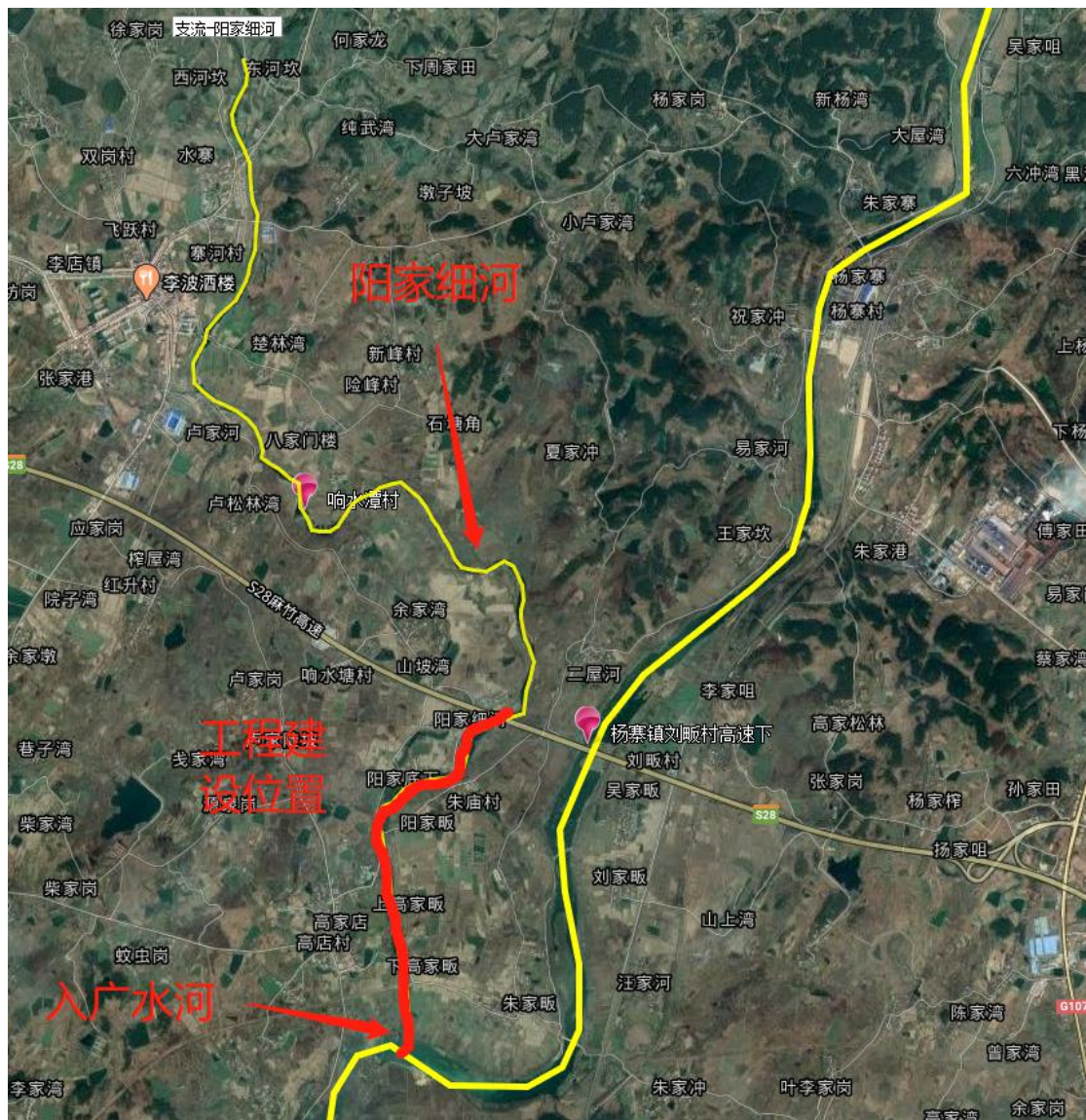


图 5-5 阳家细河响水潭至汇入广水河段

5.2 工程措施设计

5.2.1 总体思路

水体生态系统主要由水生植物群落（包括沉水、浮叶和挺水植物、浮游植物）、水生动物群落（鱼类、底栖动物、浮游动物）及有益微生物等构成。以上各部分构成了水体生态系统生物链，通过生物链上的生产者、消费者的协同作用，利用光能作为能源，吸收转化水体中有机物和其他物质，维持生物链的正常运行。通过构建更为完善的健康的食物网结构，将水环境中无机物和有机物之间的循环以及生物之间的能量流动和信息传递的过程更加完备，使系统得以健康运转，维持水生生态系统的稳定和繁荣。

澧河流域应山河及广水河水生态系统构建主要针对受损的水生态系统进行本质上的优化修复重建，并一定程度上强化污染物的削减。

围绕这一目标，结合项目现场实际情况，针对坝前及支沟里内源污染较严重的区段进行底泥基质改良，减少底泥污染二次释放；在合适的支沟构建沉水植物、浮水植物、挺水植物系统，辅以人工水草技术，在一定程度上强化污染物的削减，净化水质；针对拦水坝前水流波动较小的区域设置生态浮岛，实现植物、载体填料、微生物、生态系统的各环节与水交互作用，提升河道景观，并为鸟类及水生动物提供栖息地。

5.2.2 底泥基质改良工程

沉积物（也称为底泥）是水体中氮、磷、碳、硫等生源要素的重要蓄积库，在一定条件下，各种有机和无机污染物通过沉积物—水界面的物质交换可对上覆水体的营养水平和环境质量产生不可忽视的影响。经现场调研勘查，本项目五个区域，由于拦水坝及支沟的污泥堆积，淤积底泥均为深灰、灰黑色，呈饱和、流塑状态，臭味明显。

为了改善清淤后河道水体底质的微生物系统，改善底质环境，以利于水生植物存活生长，采用对环境无二次污染的微生物底泥改良方式，投入高效的微生物“菌+酶”配方的环境修复剂，通过前期“菌+酶”的接种、驯化和调试，后期的正常运营维护，快速降解底泥的有机污染，重建因清淤而严重受损的底端生物链，调整底泥环境，为底栖动物的着床和水生植物的生长创造底质条件。

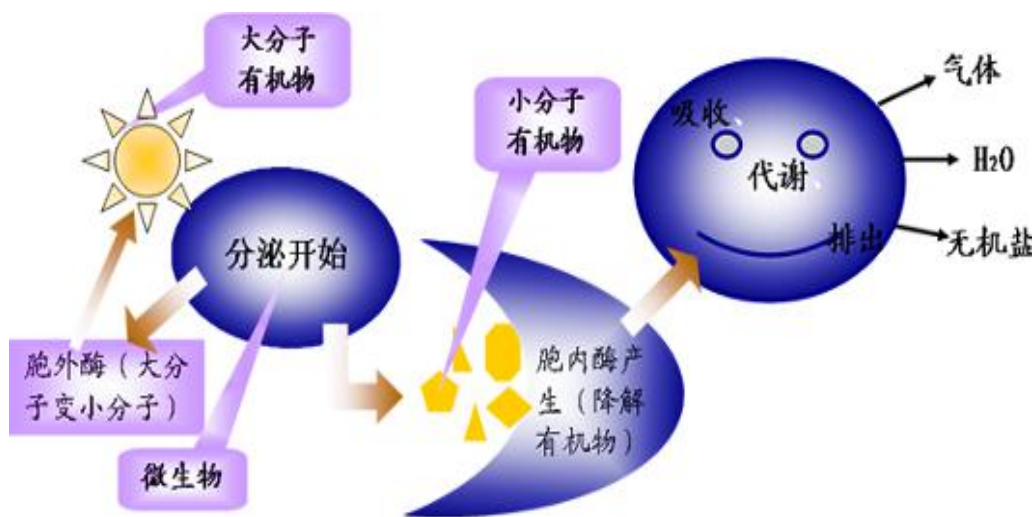


图 5-6 微生物降解底泥原理

同时，配套其他人工调控的生态工程、曝气复氧等水处理设施使用后，可改善底泥微生物结构，提高底泥疏松度，增强底泥透气性能，激活有益菌群，抑制有害微生物的生长繁殖，也能改善水质，使水系

微生物、水生植物、水生动物与底质、水质达到动态平衡，并逐步向自然生态系统演替。

（1）底泥微生物改良菌剂介绍

底泥微生物改良菌剂是采集各个地区多条河流、水库中的底泥，经人工筛选后优化培养、富集、活化的针对水体底泥处理的复合微生物菌剂，内含光合菌、酵母菌、消化细菌、巨大芽孢杆菌、乳酸菌、蓝细菌、铁细菌、发硫细菌等十几个属的 100 多种好氧、兼氧、厌氧细菌，形成相互制约、相互依存、彼此协调、作用互补、共生稳定的微生物菌群。根据微生物菌剂的不同作用特性，目前河湖修复微生物产品按功能可分为有机质降解菌、复合脱氮菌、除磷菌、微生态调理菌等类型，一般为多种不同菌剂复配而成，根据水质情况灵活配置。

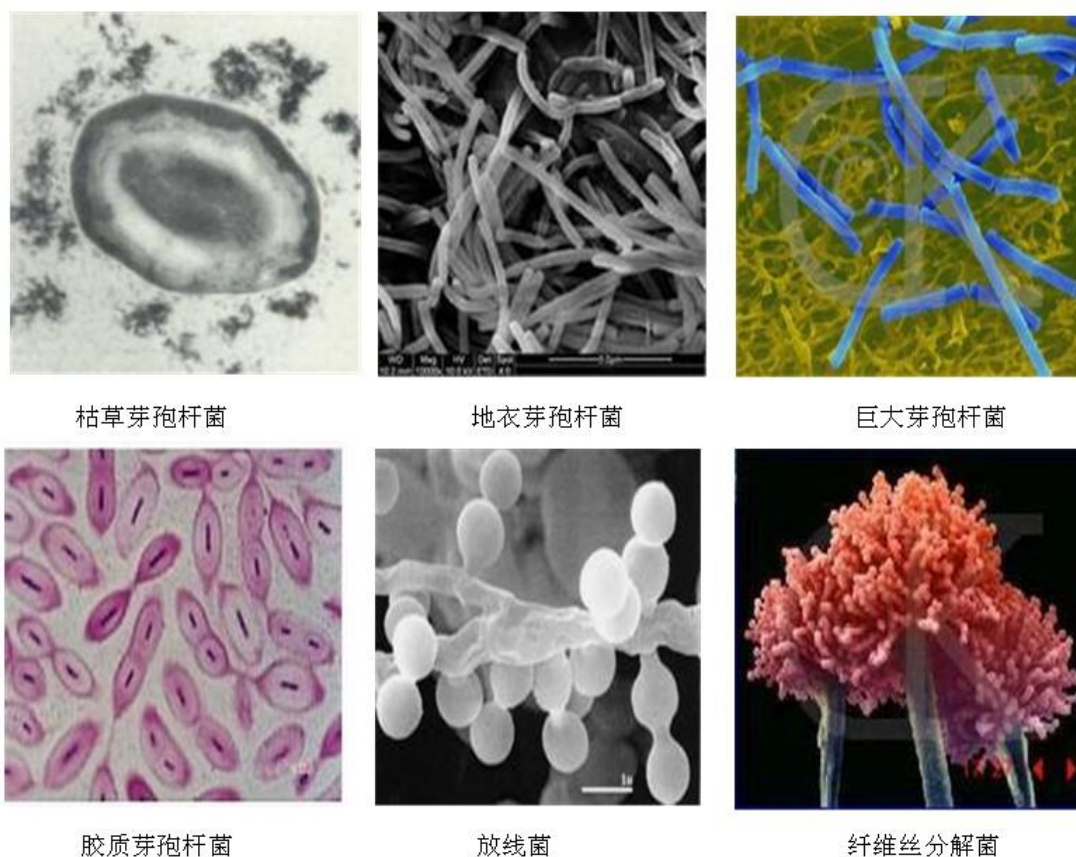


图 5-7 部分底泥微生物电镜图

调节底泥机理在于：好氧时以芽孢杆菌、硝化细菌等耗氧型活菌为主，对底泥进行改良，将难分解的大分子物质分解成可利用的小分子物质，产生多种有机酸、酶、生理活性等物质及其他多种容易被利用的养分，抑制有害菌、病原菌等有害微生物的生长繁殖；厌氧时以光合细菌、乳酸菌、酵母等厌氧菌为主，能够分解大分子有机物，去除水体中的氨、亚硝酸盐、硫化氢等有害物质。

（2）微生物改良促进剂介绍

底泥改良后，投入微生物改良促进剂，增强水体自净能力。微生物改良促进剂是采用多种酶、微量元素、维生素、氨基酸、腐殖酸等以专业配比构成，可以促进好氧、兼氧有效微生物的新陈代谢和繁殖，刺激其对污染物的快速降解，在生物降解时能缓冲重金属、盐类和有毒化合物的毒害作用，提高耐冲击负荷，加快后续生化反应的进程，稳定并提高整体系统的处理效果。同时能促进水体原生动物的生长，加快水生态系统的恢复。

故本项目五处生态系统构建工程，在种植沉水植物前，需对底泥进行处理，投放环保基质材料如改性沸石颗粒等对底泥固化处理，降低泥—水界面的交换速率，提高泥水分界面的氧化还原电位，抑制池底厌氧菌的繁殖，进一步微生物强化处理，投加微液体菌剂，削减底泥污染物，从源头上解决河道的黑臭问题。

经核算，护城河及玉明橡皮坝前底泥基质改良面积约为 8500m²，九龙河大桥到强海公司南段底泥基质改良面积约为 9000m²，十里幸福里小区支沟底泥基质改良面积约为 5000m²，工业园区强海鞋厂支

沟底泥基质改良面积约为 5300m²，阳家细河响水潭至汇入广水河段底泥基质改良面积约 7600m²。底质改良需挑选连续晴天进行，避免暴雨。

拟对本项目投加复合微生物菌剂的方式，如有机质降解菌（枯草芽孢杆菌、短小芽孢杆菌、贝莱斯芽孢杆菌等）、脱氮菌（地衣芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌、假单胞菌等）、除磷菌（假单胞菌、解淀粉芽孢杆菌等聚磷菌优势菌群）、微生物调理菌（光合菌、植物乳杆菌等），力求快速降低水体 COD、氨氮、总氮、总磷等污染指标，达到提升水质的作用。

5.2.3 水生态系统构建设计

生态系统构建技术运用生态学技术原理，利用综合的技术手段，逐步恢复水体的自净功能和景观效果。该技术首先通过调节水位、处理底泥、投放微生物后，定植沉水植物，快速恢复沉水植物先锋群落，然后逐步恢复水体的生态系统其他群落，包括鱼类、虾类、浮游动物、底栖动物、微生物等，使水体生态系统复杂化和稳定化，最终达到水体感官效果清澈、群落结构复杂、生态景观优美的效果。水生态系统构建技术常用的沉水、挺水、浮叶植物及水生动物见图 5-8。

本项目的五个区域植物量较少，尤其是缺少净化能力强的沉水植物，本次主要恢复河道里面的沉水植物，并在岸带适当位置种植挺水植物，然后搭配一些吸附性较强的浮叶植物，再逐渐恢复其他生物群落。

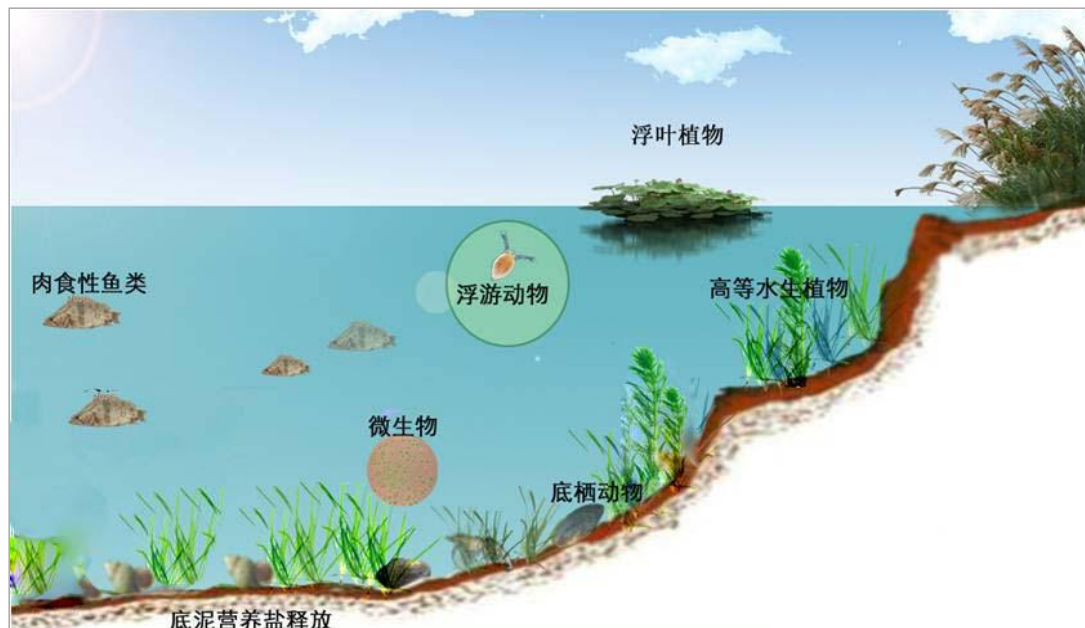


图 5-8 水生态系统构建元素图

5.2.3.1 沉水植物

沉水植物是水生态系统中重要的初级生产者，它能够不断改造底质并向水中充氧，成为其它水生物生活与繁育的重要区域。沉水植物营造的生物环境可以有效增加空间生态位，减少生物性和非生物性悬浮物，同时改善水下光照，通过光合作用增加水体溶解氧。还为形成复杂的食物链提供了食物、场所和其它必需条件，也间接支持了肉食和碎食食物链。因此，沉水植物群落的重建对于河道水质的好转与水生态系统的重建至关重要。

（1）沉水植物的选择原则

根据气候、底质、水深、水体流速等情况，结合气候地理条件相近地区的工程实例，沉水植物的选择要全面考虑：

根据水质净化功能，沉水植物选择原则为：

A.沉水植物物种选择耐污型、先锋型，兼顾景观、建群效果；

B.选择净化效果好，去污能力强，选择对氮、磷等污染物有较高的净化率的品种，且尽量四季有常绿物种；

C.容易收割、打捞出水；

D.建立一个沉水植物无害化处理机制；

E.耐牧食，抗病虫害，容易获得；

F.容易获得，不使用外来物种，以本地种为佳；

G.即使冬季也能生长，提供一种全年性水下森林景观；

H.充分考虑出流量与极端暴雨水位对沉水植物群落恢复的影响。

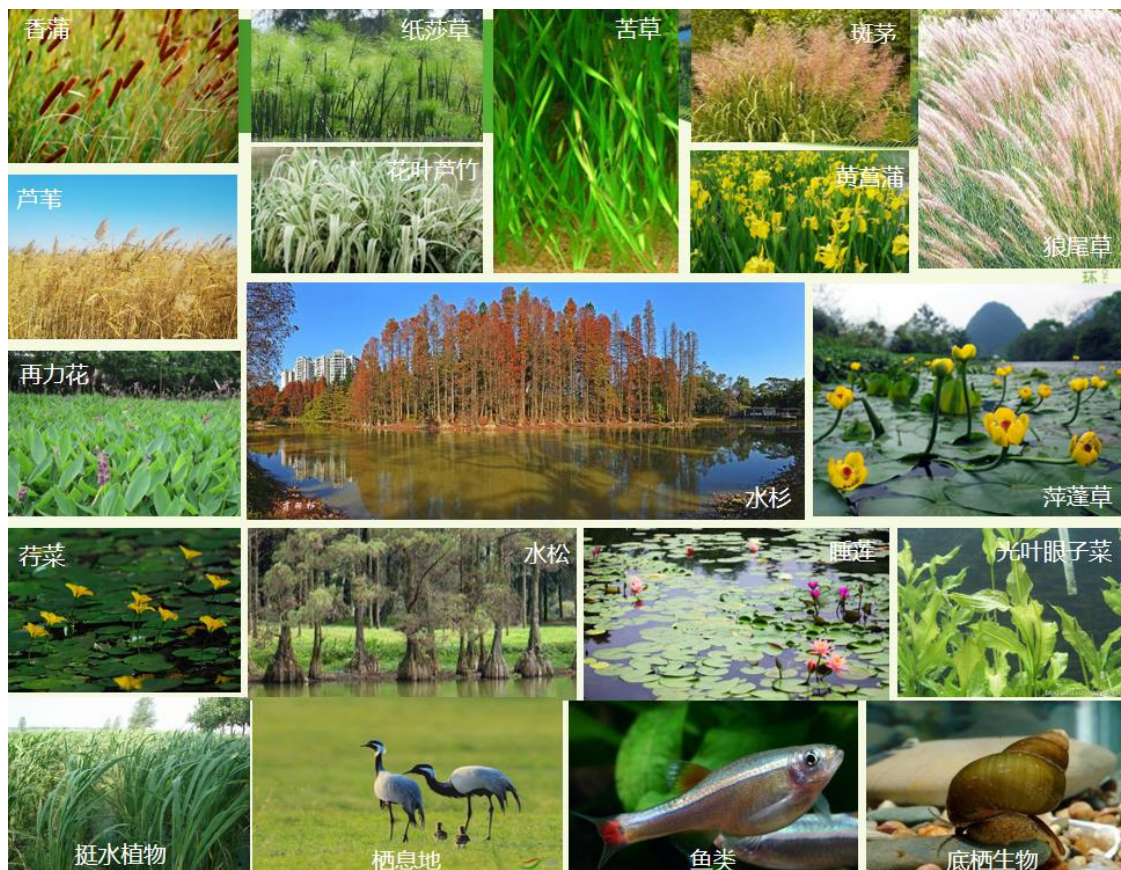


图 5-9 部分水生态构件系统中的常用动植物

(2) 沉水植物的配置

沉水植物的生长繁殖受到光照、水深、透明度等多种因子的影响。

每种沉水植物都有自己独特的生态习性和最适宜的生态条件，不同沉

水植物水质净化能力不同，结合本项目的实际情况和沉水植物的来源、生态习性、水质净化能力，本项目主要选择沉水植物品种为：黑藻（繁殖速度较快，有助增加水中氧气，净化水质）、竹叶眼子菜（能分泌抑藻物质，适应流动水体）、狐尾藻（耐污性强，耐弱光，适应深水及流动水体）。

根据中国环境科学研究院、中国科学院水生生物研究所在《洱海水生植被防退化技术》中得出如下结论：一般认为在河湖中沉水水生植物面积超过 50%以上表明水生植物优势和清水稳态才能得到确立。

故经过详细核算，本项目护城河及玉明橡皮坝区域可种植的区域约为 3000m²（主要考虑护城河段水流较缓区域），九龙河大桥到强海公司南段可种植的区域也约为 7500m²（主要考虑广同翻板闸段前水流较缓区域），十里幸福里小区支沟可种植的区域约为 4000m²，阳家细河响水潭至汇入广水河段可种植的区域约为 25000m²。尽量选择水体相对稳定，流速较低的区域，种植密度一般保持 75 株/m²。

（3）沉水植物的种植

在自然水体中，沉水植物通过有性或者营养繁殖达到保持群落结构稳定目的，主河道完全蓄水后浊度较高，风浪较大，单纯的依靠播撒种子或者栽培幼苗较难成功，因此，在沉水植物恢复时，应因地制宜，根据沉水植物的种类不同，选取不同的栽培方式，通过一定的人工干预为沉水植物创造一定的适生条件，提高沉水植物恢复的成功率。

目前沉水植物恢复中应用较多、成功率高，且适用于本项目的主

要栽培方法有：

A.扦插法：可依靠人工把 5-10 株沉水植物捏成一丛，直接插入河底，确保稳固好，可成活，这是最常见也是成功率最好的栽培办法。

B.播撒营养繁殖体：常见的营养繁殖体有根茎、块茎、球茎、冬芽、石芽等。与播散种子相比，播撒营养繁殖体见效快。

5.2.3.2 挺水植物

挺水植物是大型水生植物的主要组成部分，能给许多其他生物提供生境，如可为鸟类提供栖息地，可为鱼类提供产卵、庇护场所，增加生态系统的多样性和稳定性；挺水植物的根系一般比较发达，可通过根系向沉积物输送氧气，改善沉积物氧化还原条件，减少磷等营养盐的释放；给微生物提供良好的根区环境，增加了微生物的活性和生物量；固定湿地沉积物，减少沉积物再悬浮；可直接吸收营养盐，增加水体的净化能力；通过挺水植物的合理配置，还产生很高的观赏性，具有美化湿地与河道的功能。

（1）挺水植物的选择原则

- A.耐污性强、景观效果突出；
- B.抗病虫害，容易获得；
- C.适应当地环境，优先选择本土植物；
- D.有一定经济用途；
- E.生态安全、易管理；
- F.根系发达，扩繁快。

（2）挺水植物的配置

挺水植物的种植效果不仅有观花观叶的效果，还能有不同的花色和花期。根据应山河及广水河沿岸带宽度、实际地形情况，在沿岸部分节点种植挺水植物。挺水植物的种植不仅考虑景观效果，通过合理搭配增加水生植物的可观赏性和层次感，同时需考虑多用本地种及水土保持水生植物，拟选择品种为观叶种：香蒲、芦苇；观花观叶种美人蕉、再力花、水葱、鸢尾。

经过详细核算，本项目护城河及玉明橡皮坝区域可种植的区域约为 400m²（主要考虑护城河段两岸），强海明渠段可种植的区域也约为 300m²，十里幸福里小区支沟可种植的区域约为 500m²，阳家细河响水潭至汇入广水河段可种植的区域约为 800m²。尽量选择水体相对稳定，流速较低的区域两岸，种植密度一般保持 16-28 株/m²。

（3）挺水植物的种植方式

本工程挺水植物原则上采取植物带状成团成簇布置，主要采取无性繁殖植株种植，采用分株繁殖。挺水植物种植前，对种植土壤进行搂平耙细等清理后，用工具先掏出种植穴，大小根据所种植的挺水植物根系/土球的大小和形状来定，标准为植物放下去后不窝根。

将苗木放入种植穴中，返土扶直植物，并压实覆土，确保苗木不倒伏。挺水植物种植时苗木的本身应保持与地面垂直，不得倾斜。种植时应注意苗木的丰满一面或主要观赏面应朝主要视线方面。根据设计密度进行种植。

5.2.3.3 浮水植物

浮水植物也称浮叶植物，生于浅水中，其体内多贮藏有较多的气

体，使叶片或植物体能平稳地漂浮于水面，气孔也多生于叶片的上表面。浮水植物中有的是植物体完全漂浮水面，如浮萍、凤眼莲、满江红、槐叶萍等；有的是根状茎埋生于水底泥中，而叶片漂浮水面，如萍、王莲、睡莲；还有的是根生于水底泥中，茎细长，抽出水面，水面上茎的节间缩短，浮水叶密集于茎的顶端，叶柄具气囊，如菱等。

本工程浮叶植物构建一方面可以增河道景观功能，另一方面可增加生物多样性，有利于生态系统的稳定性。由于护城河及阳家细河响水潭至汇入广水河段的水深较浅，因此本项目中，拟在这两处种植浮叶植物，共种植浮叶植物 800m²。本工程选择景观性和适应性较强的睡莲、萍蓬草、荇菜作为本系统的浮叶植物。

种植方式：睡莲、萍蓬草适宜水深为 0.3~0.8m，荇菜适宜水深为 0.3~1.0m。种植季节：睡莲 3~11 月、萍蓬草 4~10 月、荇菜 5~9 月，以春季种植最佳。种植密度：睡莲 3~4 头/m²；萍蓬草 3~4 头/m²；荇菜 15~25 芽/m²，3~5 芽/丛。

5.2.3.4 配套人工水草技术

以上水生态系统构建时，配套采用生物填料技术（又称人工水草），利用新型高分子材料作为微生物生长载体，在生物基表面形成生物膜，高效絮凝水体悬浮物，净化分解水体有机物。常用材料有阿克曼生物基、生物条带等人工水草，具有造价低廉，不易降解，稳定耐用的优点。经过市场调查可知，目前长细绳状人工水草市场价格在 10 元/m（每 0.1m 间隔一根），构造较简单，本项目计划在强海明渠段设置约 100m² 人工水草区域。

5.2.4 高效人工生态浮岛

高效人工生态浮岛技术（复合工艺）是基于人工浮岛技术，融合碳素纤维生态草生物接触氧化技术的新型浮岛技术，通过增加有益微生物的附着面积，提高对有机污染物的分解，并利用浮岛上的植被吸收氮磷营养元素，从而高效、全方位地净化水体。生态浮岛—碳素纤维生态草生物填料之间互利共生，强化去除河湖水体氮磷。碳素纤维生态草是适宜于微生物生长，具有生物相容性、环境和谐性的微生态型固定化载体；水体中微生物固定在此生物相容性载体上，强化净化水体氮磷营养盐。

碳素纤维生态草悬挂于人工生态浮岛下方。碳素纤维生态草的材料为生物相容性碳纤维（也可简称生物碳纤维），是一种具有良好生物相容性的纤维状的碳材料。这种新材料是在碳纤维的基础上，经过空气氧化或者过氧化氢溶液和氨水对碳纤维进行表面处理和改性，并在空气气氛下在 400—600℃对碳纤维进行氧化处理。经处理后，在碳纤维表面生成多种活性含氧官能团，表面能高，与水的润湿性得到改善，接触角变小，表面呈现出优良的亲水性、生物兼容性和生物附着性。

将其应用于污水处理中时，微生物在材料表面附着形成的生物膜，以有机污染物为能量来源，通过自身的新陈代谢作用降解水体中的有机污染物。碳素纤维生态草是世界领先的水处理技术产品，已成功应用于世界各地的水体生态环境修复和水污染防治领域。采用碳素纤维来净化水质对环境没有二次污染，是经济（廉价）且有效的方法。

碳素纤维具有高度的生物亲和性而会产生活性生物膜，通过借助微生物的生长繁殖把水体中的污染物质吸收、降解。另外，碳素纤维经太阳光照射后发出的声波能够激发微生物的活性，吸引水生动物，达到形成有利于水生动物产卵、生长与繁殖场所。

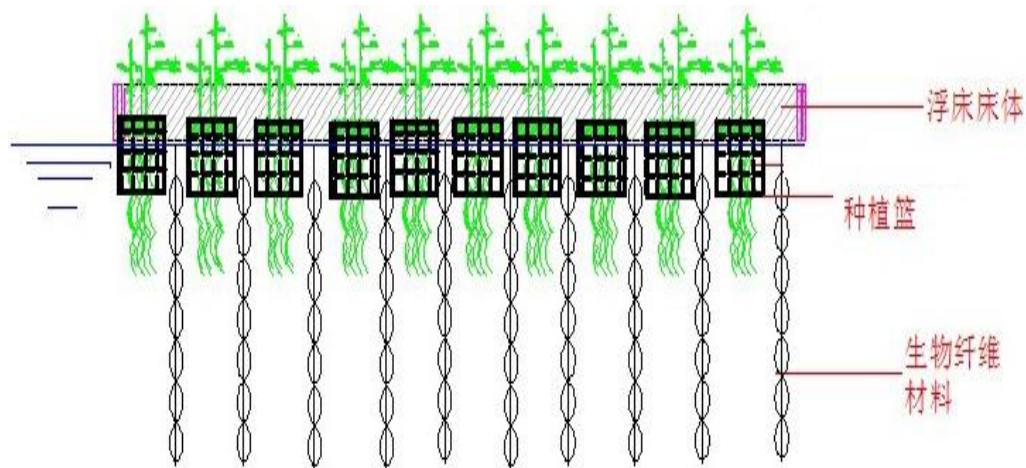


图 5-10 复合高效人工生态浮岛技术

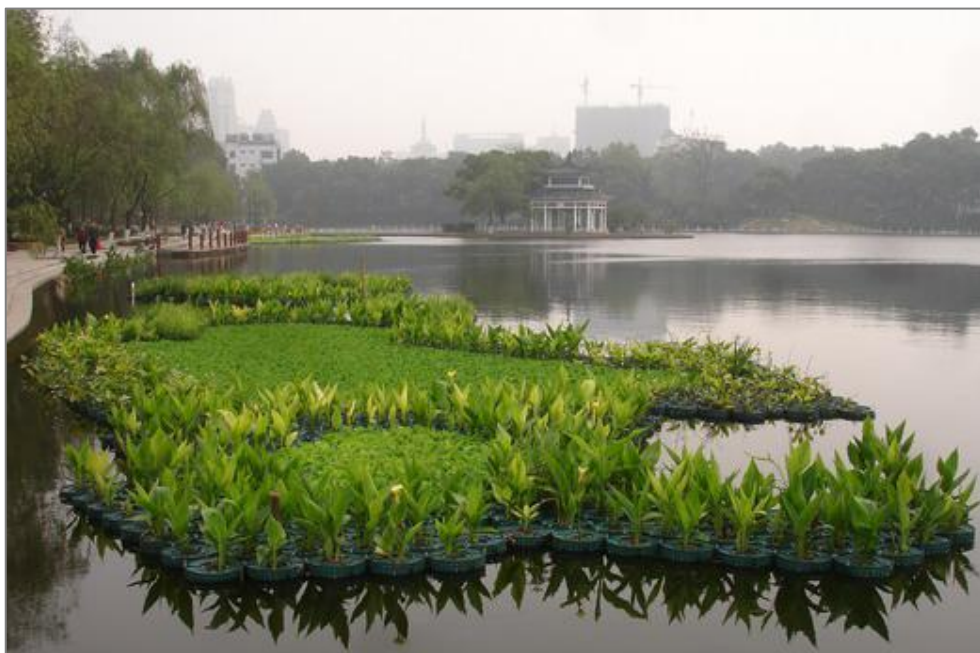


图 5-11 人工生态浮岛实物

生态浮岛利用漂浮栽培技术在被污染的水体中种植挺水植物或陆生植物。利用表面积很大的植物根系在水中形成浓密的网，吸附水

体中大量的悬浮物，并逐渐在植物根系表面形成生物膜，膜中微生物吞噬和代谢水中的污染物成为无机物，使其成为植物的营养物质，通过光合作用转化为植物细胞的成分，促进其生长，最后通过收割浮岛植物和捕获鱼虾减少水中营养盐。

浮岛通过遮挡阳光抑制藻类的光合作用，减少浮游植物生长量，通过接触沉淀作用促使浮游植物沉降，有效防止“水华”发生，提高水体的透明度，其作用相对于前者更为明显，下部植物根系形成鱼类和水生昆虫生息环境。

综合考虑水生植物的净化效果、生长季节、存活难易、土著种类、景观效果、后续管理、长效管理及水体中营养物质监测结果等方面综合因素，计划选择对总氮、氨氮、总磷处理效果好的黄花鸢尾、千屈菜、梭鱼草、再力花种植在浮岛上，16孔/m²，每孔栽一钵挺水植被。

经核算，本项目计划在明橡皮坝段及广同翻板闸前各设置一个800m²大小高效人工生态浮岛，栽植方式建议采用网框栽植+泡沫板栽植，采用重力+杭式方式固定。

5.2.5 砾间接触氧化技术

健康的生态河道具有健全的水生动植物系统，就必须具有适宜的生境条件，水深及水下地形直接影响了水系的动植物分布及河道的生态类型。项目在实施水生态系统构建工程、高效生态浮岛工程前，需营造良好的河道生境，即利用自然的力量进行生态修复，人为只是进行少量引导性干预，如恢复浅滩与深潭、保护河滩低地、营造小生境。

本项目拟在护城河、九龙河大桥到强海公司南段及阳家细河响水潭至汇入广水河段采取砾间接触氧化技术营造流域河道生境。

砾间接触氧化技术以天然砾石（直径 20-150mm）为填料作为微生物载体，是一种模仿生态、强化自然净化水质过程的常规方法的有效组合，通过接触沉淀、吸附、生物降解等多重作用有效去除污水中的 BOD_5 、SS、氨氮、总磷。该技术可直接建设于河内和岸边，对排入河川的合流制管道污水直接进行就地处理，所以作为一种污水处理站替代技术。

工程应用中，砾间接触氧化技术根据水体中溶解氧浓度大小可分为砾间接触氧化法和砾间接触曝气氧化法，两者系统上的差别主要在于处理流程中是否增加曝气系统。为了保证持续的净化效果，一般在砾石床下部设置逆洗用的曝气管，定期充气以清理砾石间储存的污泥。本项目拟直接应用于河道，主要采取分段设置砾石槽，填充天然砾石填料，形成良好的水生态环境。工艺原理及建成效果如下图所示：

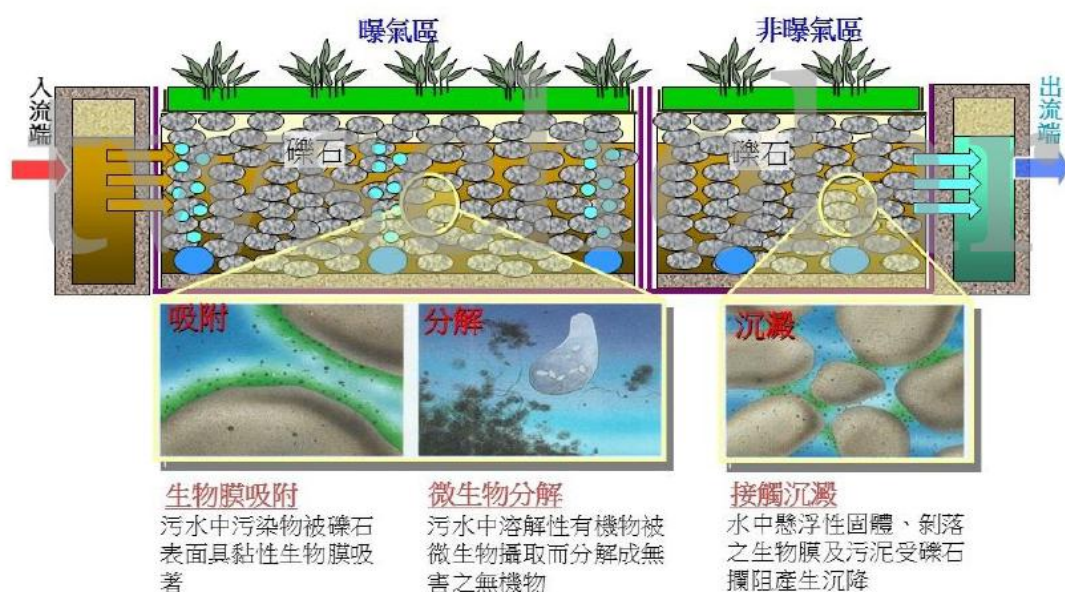


图 5-12 砾间接触氧化工艺原理图

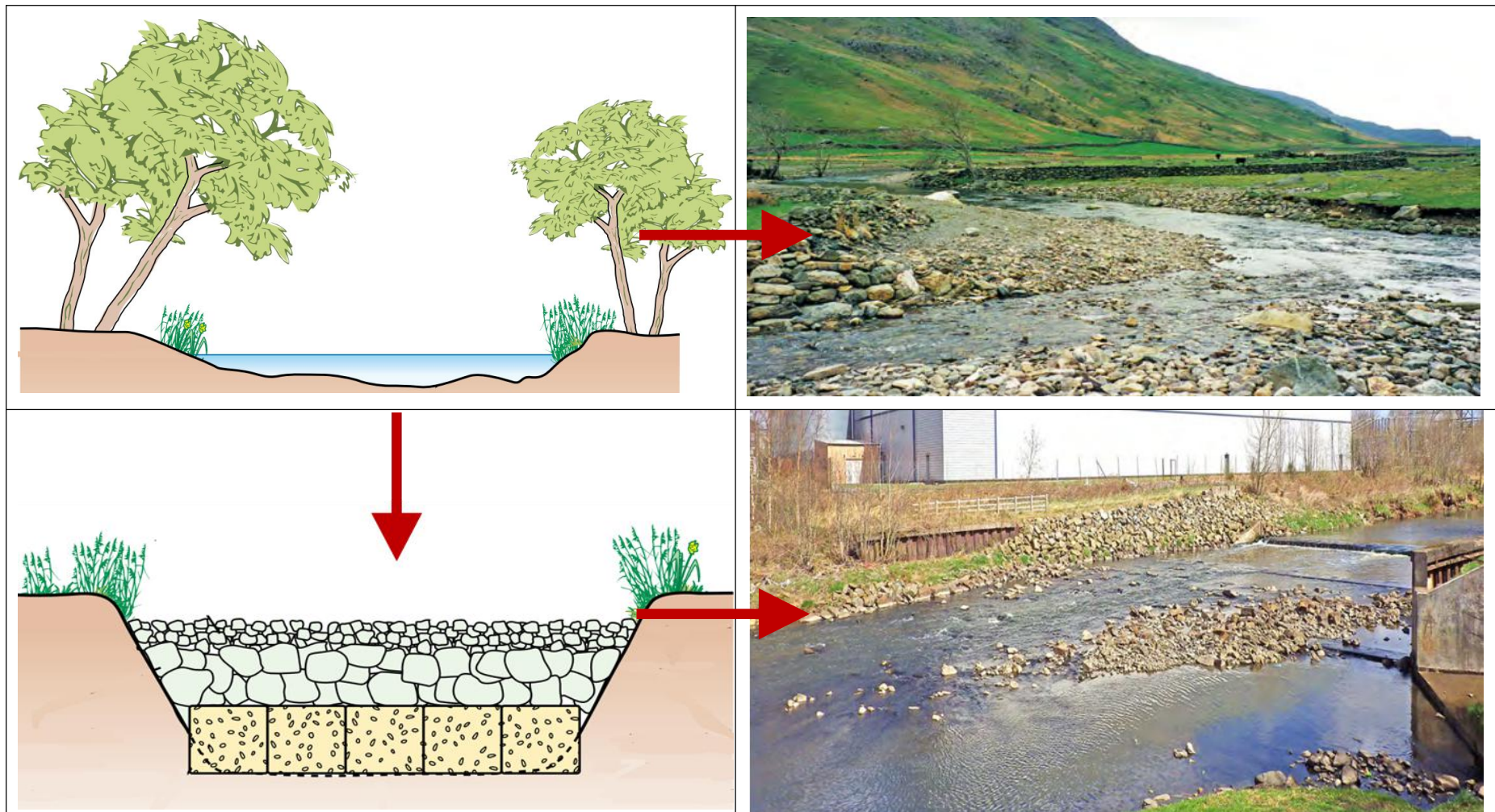


图 5-13 原位砾间接触氧化技术实物

5.2.6 水生态系统构建工艺的确定

河道生态构建技术，是指河道水体中的原位修复技术。根据项目情况，遵循生态适应性、物种耐性、生态位、生物多样性等生态学原理，对先锋种、过渡种及顶级种进行选择、引导、调控，对植物群落时空演替进行优化设计。以生态工程基本原理为指导，采用多学科集成技术，注重自然生态保护，将人工调控与自然调控相结合，构建生态水系生物群落要素，将自然生态净化与物理处理完美结合，形成完整食物链网，发挥水体自净作用，提高抗污染能力，使水系水体趋于生态平衡。

针对应山河及广水河污染实际情况，大量的城镇生活污水、工业废水及下游农业面源污染进入水体，超过了水体自净能力，形成大面积的河道内源污染，污染物质以淤泥的方式淤积在河道中，因此要彻底改善水体环境，首先需对河道底泥基质进行改良，通过投加微生物菌剂等措施，减少底泥污染二次释放。在此基础上，将自然调控与人工调控相结合构建沉水植物、浮水植物、挺水植物系统，辅以人工水草技术，在一定程度上强化污染物的削减，净化水质；针对拦水坝前水流波动较小的区域设置生态浮岛，实现植物、载体填料、微生物、生态系统的各环节与水交互作用，提升河道景观，并为鸟类及水生动物提供栖息。

5.3 工程量统计

5.3.1 主要设计参数

根据本项目流域生态系统构建工程方案设计内容可知，工程量如下：

表 5-3 澩河流域广水河及应山河水生态系统构建项目主要工程量表

序号	区段名称	范围	底泥改良 面积（m ² ）	沉水植物种植 面积（m ² ）	挺水植物种植 面积（m ² ）	浮叶植物种植面 积（m ² ）	人工水草 面积（m ² ）	生态浮岛 面积（m ² ）	砾间接触氧 化池
1	玉明橡皮坝与护城河汇水段	长 550m，护城河宽 20m，应山河玉明段宽 110m	8500	3000	400	300	0	800	设置 1 座 500t/d
2	九龙河大桥到强海公司南段	长 155m，宽 120m	9000	7500	0	0	0	800	设置 1 座 1000t/d
3	十里幸福里小区支沟	长 1150m、宽 10-45m	5000	4000	500	0	100	0	/
4	工业园区强海鞋厂支沟	长 730m、宽 3-20m	5300	0	300	0	0	0	/
5	阳家细河响水潭至汇入广水河段	长 5650m，宽 22-110m	7600	25000	800	500	0	0	/
总计			35400	39500	2000	800	100	1600	2 座

5.3.2 工程量清单

根据本项目水生态系统构建工程方案设计内容可知，四项工艺主要涉及的工程材料及相关植物数量如下：

表 5-4 底泥改良剂（微生物菌剂）投加量

编号	微生物菌剂	单位	工程量	备注
1	沸石粉	kg	3540	对底泥预处理的环保基质（100g/m ² ，200 目）
2	有机质降解菌	kg	885	均匀投加于河道（用量 25g/m ² ）
3	脱氮菌	kg	1062	均匀投加于河道（用量 30g/m ² ）
4	除磷菌	kg	885	均匀投加于河道（用量 25g/m ² ）
5	微生态调理菌	kg	708	均匀投加于河道（用量 20g/m ² ）
总规模：需要底泥改良的总面积约为 35400 m ²				

表 5-5 澩河流域水生态系统构建主要工程量表

序号	工程措施		数量：面积（m ² ）	种植密度（株/m ² ）或型号
1	沉水植物	苦草	1000	75
		眼子菜	5925	75
		狐尾藻	5925	65
		竹叶眼子菜	7900	65
2	挺水植物	美人蕉	500	15
		芦苇	500	12
		鸢尾	500	20
		香蒲	500	20
3	浮叶植物	睡莲	300	3~4
		萍蓬草	250	3~4
		荇菜	250	15~25
4	人工水草系统	新型高分子材料	1000 根	纤维人工水草：φ50mm， H=0.85m
		松木桩	50 根	φ150mm，L=6m
		涤纶绳	1000m	φ10 及 Φ6
		PVC 管	100m	DN200，1.0MPa
		弯头及三通	10 个	DN200，1.0MPa
		闸阀	2 个	DN200，1.0MPa
总规模：沉水植物 39500 m ² ，挺水植物 2000 m ² ，浮叶植物 800 m ²				

表 5-6 澩河流域高效人工生态浮岛主要工程量表

序号	工程措施		数量: 面积(m ²)	型号及规模
1	植物 搭配	黄花鸢尾	400	16 孔/m ² , 每平方 40 株
		千屈菜	400	16 孔/m ² , 每平方 40 株
		梭鱼草	400	16 孔/m ² , 每平方 40 株
		再力花	400	16 孔/m ² , 每平方 40 株
2	浮床 及配 套板 材	高密度聚苯乙 烯泡沫板	1600	单个苯板 1 米*1 米*0.14 米(厚), 每平 方米 16 个种植穴, 穴孔直径 16 厘米
		PVC 管	1000m	直径 10-12 厘米, ϕ 14cm
		竹子	1000m	直径 10-12 厘米
		聚乙烯网片	800	下网片网眼为 3-5 公分, 上网片网眼为 10 公分, 目的防止浮水植物飘移
		固定杆	20m	1 根固定
		生物碳纤维	2000m	1600m ² , 间隔 0.5m
		定位桩	16 个	定位系统
总规模: 2 个 800m ² 的生态浮岛				

表 5-7 澩河流域砾间接触氧化技术主要工程量表

序号	工程措施		规格	数量
1	砾间 接触 池	导流槽	/	2 座
		布气系统	PVC，穿孔	2 套
		鼓风机	HC-50S（百事德）	两用两备
		电动阀	/	2 台
		天然砾石	Φ20~150mm	2000m³
2	配套 设施	潜水曝气机	/	2 台
		提升泵	QDX5-16-0.55	一用一备
		浮球液位计	/	2 套
		弹性填料	φ150	200m³
		填料支撑架	碳钢+防腐	配套
3	配电房		简易电控及照明系统	2 座（用于曝气）
总规模：护城河处设置 1 座 500t/d 的砾间接触氧化设施，强海公司入河排污处设置 1 座 1000t/d 的砾间接触氧化设施				

6 污水处理站尾水人工湿地工程方案设计

6.1 工程概况

根据 2017-2020 年断面监测结果显示，广水市澠河流域范围内多条支流水质较差，其中应山河支沟城南明渠、十里街幸福里支沟污染较为严重，这些污染严重的支流直接导致下游应山河甚至澠河水质长期超标。

2020 年上旬，广水市为了改善应山河流域水环境质量，实施了城南明渠、十里街幸福里支沟两个支流的水体收集处理工程，本方案拟针对上述河段污水收集处理工程所排放的尾水进行生态治理，包含城南明渠污水处理站尾水治理工程和十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水治理工程两部分内容。

6.1.1 工程背景

6.1.1.1 城南明渠水污染及治理现状

（1）城南明渠污染概况

城南明渠支沟为应山河支流，位于广水市城郊街道办城南社区，长 3.5 公里，是应山河支流中污染最严重的河道之一。

城南明渠所在区域为广水市工业区域较集中且人口较集中区域。长期以来，城南区域部分污水管网未实行雨污分流，部分管网老旧、破损、堵塞情况严重，且存在部分区域管网建设滞后，导致城南明渠所在区域的部分生活污水直排入城南明渠。而城南明渠自身属于季节

性河流，枯水期流量较小，有时还出现断流现象，河道流动性差，河流自净能力较低，其水质长期处于劣V类。

（2）城南明渠水污染治理概况

为推进应山河流域水污染治理，提升广水市水环境质量，广水市政府于2020年上旬实施了“广水市城南明渠污水收集处理工程”。该工程主要抽取城南明渠的雨污混合的渠水，通过一体化污水处理系统处理。该污水处理工程使用的一体化设备采用厌氧、缺氧、好氧生物处理工艺，能够去除污水中有机物、氨氮、总磷。一体化设备出水进入高效斜板沉淀池，经溢流堰流入除磷、深度去除SS工艺段并经过消毒后达到《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级A标准限值再重新排入城南明渠，最终汇入应山河。目前该工程已实施并投入运行，处理规模为500t/d。

（3）存在问题

城南明渠污水收集处理工程尾水为《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级A标准，而应山河水功能区划为III类水体，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

具体水质指标见下表：

表 6-1 城南明渠污水收集处理工程设计出水水质

指标	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	TP
城南明渠处理后尾水水质（mg/L）	50	10	5	10	0.5
应山河水质目标（mg/L）	20	4	1	-	0.2

城南明渠污水收集处理工程实施后，虽然能够改观城南明渠原有的污染状况，但是处理后的尾水仍然不能达到应山河的水质标准，因

此需要实施城南明渠污水收集处理工程尾水水质治理工作。

6.1.1.2 十里街幸福里支沟水污染及治理现状

（1）十里街幸福里支沟概况

十里街幸福里支沟为应山河支流，位于广水市十里街道办，自曾家湾汇入应山河。近年来，十里街幸福里支沟污染也较为严重，该地区位于应山城郊结合部，人口较集中，周边居民生活污水短期内无法接入城区管网，污水直排进入周边沟渠，最后汇入应山河。且该支沟枯水期流量较小，排水渠水体流动性差，污染物不断积累，导致幸福里小区支沟在枯水季节发黑、发臭，河床淤积、蓄水、过流能力下降。

（2）十里街幸福里支沟污染治理概况

为推进应山河流域水污染治理，提升广水市水环境质量，广水市政府于 2020 年上旬实施了“广水市曾家湾（灵台山）污水收集处理工程”。该工程主要抽取十里街幸福里支沟的雨污混合的污水，通过一体化污水处理系统处理。该污水处理工程使用的一体化设备采用厌氧、缺氧、好氧生物处理工艺，能够去除污水中有机物、氨氮、总磷。一体化设备出水进入高效斜板沉淀池，经溢流堰流入除磷、深度去除 SS 工艺段并经过消毒后达到《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准限值再重新排入河沟，最终汇入应山河。目前该工程已实施并投入运行，处理规模为 1000t/d。

（3）存在问题

曾家湾（灵台山）污水收集处理工程尾水为《城镇污水处理站污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，而应山河水功能

区划为Ⅲ类水体，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。具体水质指标见下表：

表 6-2 曾家湾（灵台山）污水收集处理工程设计出水水质

指标	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	TP
十里幸福里支沟处理后尾水水质（mg/L）	50	10	5	10	0.5
应山河水质目标（mg/L）	20	4	1	-	0.2

曾家湾（灵台山）污水收集处理工程实施后，处理后的尾水仍然不能达到应山河的水质标准，因此需要实施曾家湾（灵台山）污水收集处理工程尾水水质治理工作。

6.1.2 工程选址

本项目污水处理尾水人工湿地工程位置分别位于广水市城郊街道城南社区和十里街道曾家湾（灵台山村）。具体位置如下图所示：

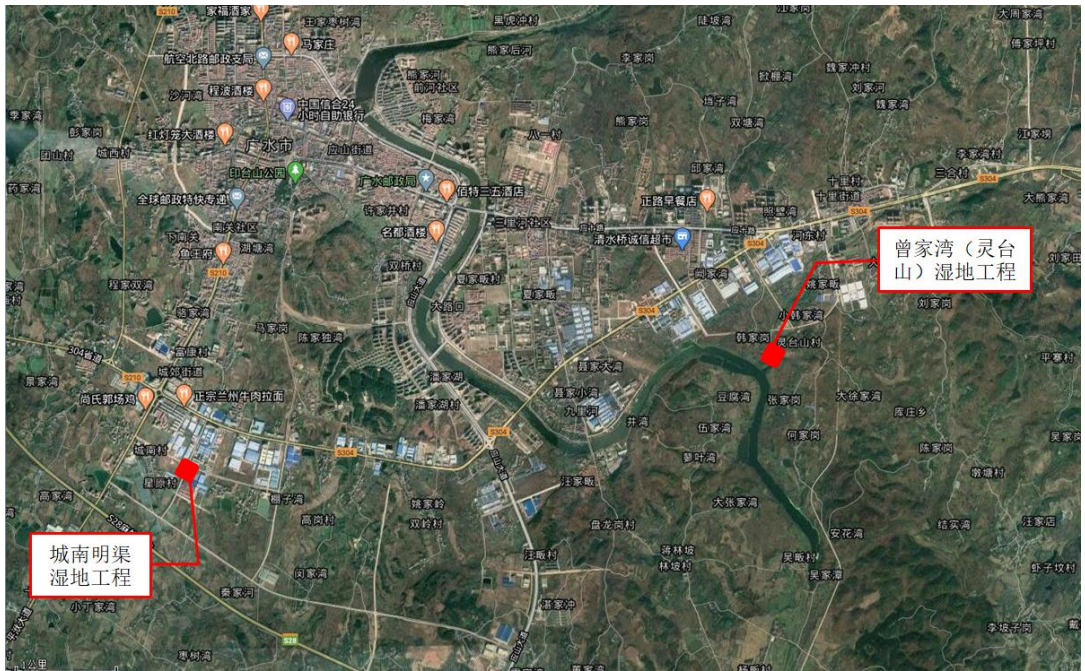


图 6-1 污水处理尾水人工湿地工程选址图

6.1.3 工程设计思路

广水市污水处理尾水治理工程主要针对城南明渠和十里街幸福里支沟的污水收集处理站尾水进行污染治理，改善城南明渠和十里街幸福里支沟水质，提升河道水生态环境，进一步削减应山河入河污染物。结合工程实际情况，尾水治理工程要求出水达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类，其中部分指标可达到地表水III类标准；同时，本工程能够提升城南明渠和十里街幸福里支沟原有的生态环境，生态稳定，植被丰富，景观怡人。

围绕这一目标，综合考虑城南明渠和十里街幸福里支沟污水处理站尾水水质提升的程度，水质提升成本、以及污水处理站所在的位置，选择人工湿地技术作为污水处理站尾水处理技术。一方面，人工湿地可以持续性的接纳污水处理站的排水，深度处理后再排入河流；另一方面，可以在人工湿地上种植景观植物，建设成一个集水治理、景观为一体的人工湿地系统。

6.2 人工湿地技术选择

6.2.1 人工湿地技术

（1）人工湿地技术原理

人工湿地（Constructed Wetlands, CWs）处理技术是利用生态工程的方法，在一定的填料上种植特定的湿地植物，建立人工湿地生态系统，当水通过系统时，其中的污染物质和营养物质被系统吸收或分

解，使水质得到净化。

按照系统布水方式（或来水在系统中流动方式）的不同，人工湿地可分为四类：自由表面流人工湿地、水平潜流人工湿地、垂直潜流人工湿地、潮汐潜流型人工湿地。

人工湿地的构造一般包括以下五种结构单元：位于人工湿地底部的防渗层；由填料、土壤和植物根系等组成的基质层；由湿地中植物的落叶及微生物尸体等组成的腐质层；水体层；湿地植物。

湿地对水质的净化是一个复杂的过程，是湿地理化、生物作用综合效应的结果。物理作用主要是湿地的过滤、沉积和吸附；化学作用主要是湿地床中基质对污染物的化学沉淀和离子交换；生物作用包括微生物的降解、转化和植物的吸收。

人工湿地对废水的处理综合了物理、化学和生物三种作用。湿地系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成生物膜，废水流经生物膜时，大量悬浮物被填料和植物根系阻挡截留，有机物通过生物膜的吸收、同化及异化作用去除。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使其周围环境中依次呈现好氧、缺氧和厌氧状态，保证了废水中氮、磷不仅能被植物和微生物作为营养成分直接吸收，还可以通过硝化、反硝化作用及微生物对磷的过量积累作用而将其从废水中去除。

（2）人工湿地工艺优势

建成后的人工湿地系统是一个完整的生态系统，可形成良好的内部循环，并具有较好的经济效益和生态效益。人工湿地污水处理系统

具有投资低、出水水质好、抗冲击力强、视觉景观优异、操作简单、维护和运行费用低廉等优点，能有效增加绿地面积、改善和美化生态环境。在处理污水的同时，不仅可以种草养鱼，又可以用鲜花绿叶装饰环境，把清水活鱼还给自然，节约资源，是人类与水生生物协调发展的自然景观，有利于促进良性生态环境的建设，有显著的社会、环境和经济效益。

（3）常用人工湿地类型

根据废水流动模式，可将人工湿地分为自由表面流人工湿地和潜流型人工湿地。

①自由表面流湿地

自由表面流湿地中，废水在填料表面流动，水位较浅，一般为0.2-0.4m。该系统投资少，比较接近自然湿地，但是负荷低，受气候影响大，且卫生条件不是很好，容易引起夏季滋生蚊蝇，冬季低温结冰等问题，尽管造价低廉，但实际应用很少。

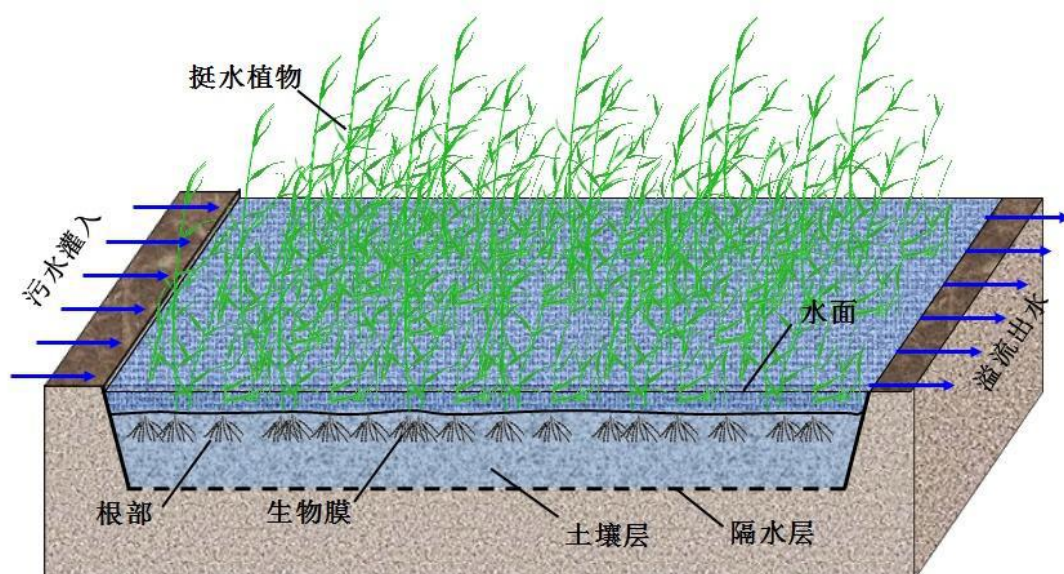


图 6-2 表面流式人工湿地

②潜流式人工湿地

潜流湿地中，废水在填料表面下流动，填料床底层为小豆石，中层为砾石，上层覆盖表层土壤层，种植耐水植物，为保证潜流污水在床内的均匀流态，需布置合理的床内配水系统和集水系统。其负荷高，处理效果好，受气候影响小，且卫生条件好，在实际中应用最广。

湿地中根据处理污染物的不同而填有不同介质，种植不同种类的净化植物。水通过基质、植物和微生物的物理、化学和生物的途径共同完成系统的净化，对 BOD_5 、COD、SS、TP、TN、藻类、石油类等具有显著的去除效率；此外该工艺独有的流态和结构形成的良好的硝化与反硝化功能区，对 TN、TP、石油类的去除明显优于其他处理方式。主要包括内部构造系统、活性酶体介质系统、植物的培植与搭配系统、布水与集水系统、防堵塞技术、冬季运行技术。

潜流式人工湿地的形式分为垂直流潜流式人工湿地和水平流潜流式人工湿地。利用湿地中不同流态特点净化进水。经过潜流式湿地净化后的河水可达到地表水Ⅲ类标准，再通过排水系统排放。

1) 垂直流潜流式人工湿地

在垂直潜流系统中，污水由表面纵向流至床底，在纵向流的过程中污水依次经过不同的介质层，达到净化的目的。垂直流潜流式湿地具有完整的布水系统和集水系统，其优点是占地面积较其它形式湿地小，处理效率高，整个系统可以完全建在地下，地上可以建成绿地和配合景观规划使用。

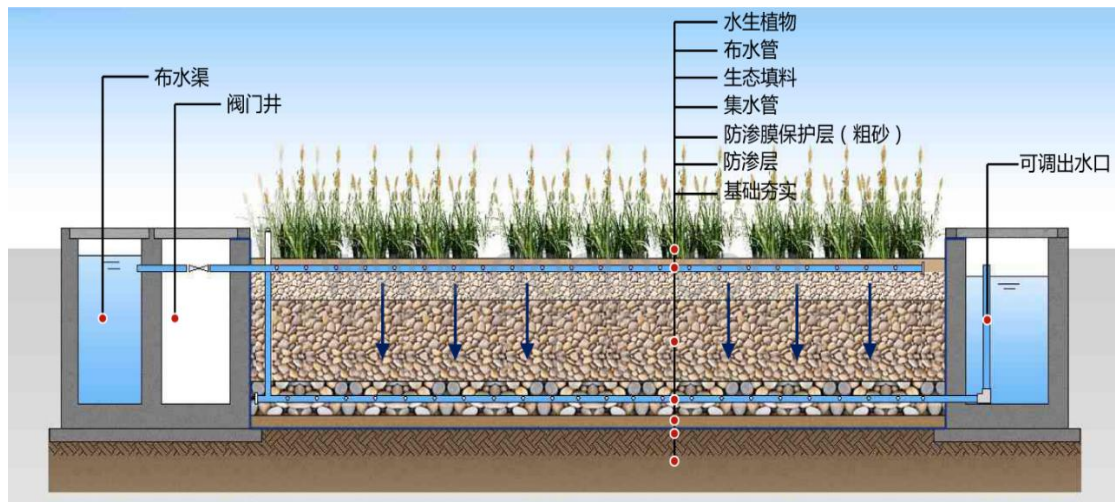


图 6-3 垂直潜流式人工湿地

2) 水平流潜流式人工湿地

是潜流式湿地的另一种形式，污水由进水口一端沿水平方向流动的过程中依次通过砂石、介质、植物根系，流向出水口一端，以达到净化目的。

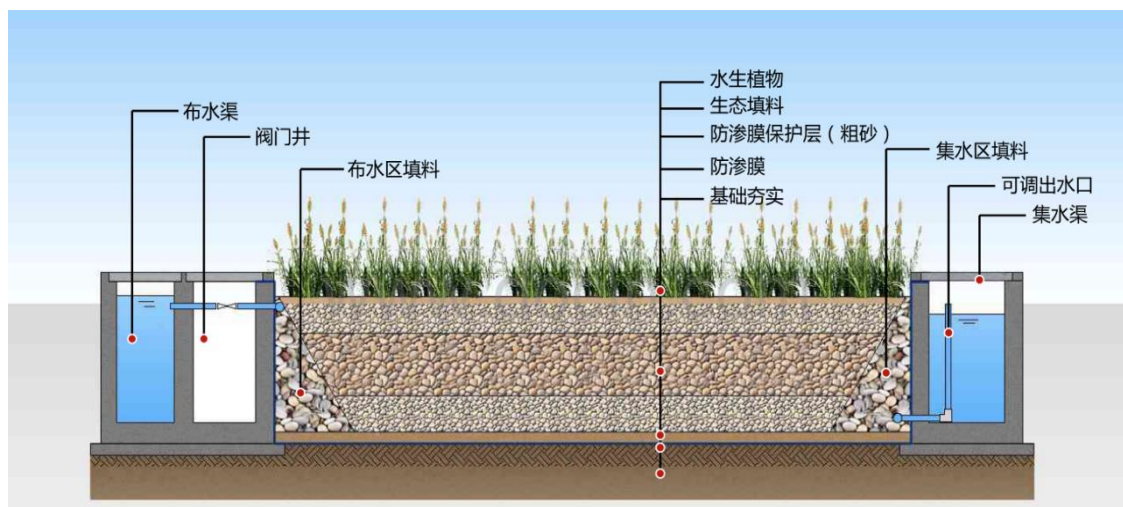


图 6-4 水平流潜流人工湿地

6.2.2 人工湿地机理

水中主要污染物有三类。第一类为悬浮物；第二类为有机污染物：COD、BOD₅；第三类为无机营养盐：N、P。人工湿地对废水的处理

综合了物理、化学和生物的三种作用。湿地系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成生物膜。废水流经生物膜时，大量的悬浮物被填料和植物根系阻挡截留，有机污染物则通过生物膜的吸收、同化及异化作用而被除去。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使其周围的环境中依次出现好氧、缺氧、厌氧状态，保证了废水中的氮、磷不仅能通过植物和微生物作为营养吸收，而且还可以通过硝化、反硝化作用将其除去，最后湿地系统更换填料或收割栽种植物时将污染物最终除去。

表 6-3 人工湿地净化污水主要机理

物理作用	大颗粒物沉降
	水生植物和生物滤膜对轻颗粒物的过滤
	通过沉淀或过滤聚集颗粒物以达到去除目的
化学反应	沉降
	吸收到基质和腐殖质
	挥发
生物反应	微生物降解、有机物质矿化
	转化作用（硝化/反硝化）
	从水体直接生物吸收（藻类、细菌生物膜）
	从根区间接生物吸收（水体生物膜、挺水植物）
	微生物竞争导致部分病菌死亡

（1）SS 的去除

SS 中含有机物和无机物，它们具有不同密度和颗粒度，大块物质可通过隔栅去除。部分小颗粒物质可在水解酸化池沉降去除。在人工湿地中 SS 的去除是相当迅速的物理过程。SS 主要去除机理为沉淀、聚集和表面粘附。

（2）BOD₅、COD 的去除

污水中的有机物可通过酸化水解池中的厌氧菌将有机物沉降、吸附、吸收以及分解去除。湿地中的不溶性的有机物主要是通过湿地的过滤作用而被截留在湿地中；可溶性有机物则通过植物根系生物膜的吸附、吸收及生物降解过程而被分解去除。生物降解过程主要是通过好氧和厌氧代谢得到降解，从而降低污水中的 BOD_5 、COD。

（3）N 的去除

大多数污水中 N 是主要成分。N 在环境中以多种形式存在，有复杂的循环路径。TN 是由不同比例的颗粒有机氮、溶解有机氮、亚硝态氮、氨氮和硝态氮。 N_2 和 N_2O 在 N 循环中很重要。矿化、生物吸收、硝化及异化（硝态氮到氨氮 DNRA）是氮的一种形式转到另一种形式的过程。这些过程是物质平衡的过程，N 在同一个系统内发生循环反应。反硝化和氨氮的挥发是物质去除的过程，从而致使 N 从系统中得到去除。大量实验研究表明湿地中 N 的去除路径主要为生物硝化-反硝化。N 在湿地中的主要转化过程见表 6-4 所示。

表 6-4 氮的主要转化过程

过程	物质	产物
矿化	有机质	氨氮
生物吸收	氨氮、硝态氮	有机氮
硝化	氨氮	硝态氮
反硝化	硝态氮	氮气
DNRA	硝态氮	氨氮
挥发	氨氮+高 pH	氨气
固氮	氮气	有机氮

（4）P 的去除

无机磷是湿地植物必需的养分。废水中无机磷在植物吸收及同化作用下可变成植物的 ATP、DNA 及 RNA 等有机成分，通过植物收割而去除。物理化学作用包括填料对磷的吸附及填料与磷酸根离子的化学反应，这种作用对无机磷的去除会因填料中 Ca 和 Fe 可与 PO_4^{3-} 反应而沉淀去除 PO_4^{3-} ，因而除磷效果较好的填料非常重要，含钙质或铁质的地下水渗入人工湿地也有利于磷的去除。微生物对磷的去除包括它们对磷的正常同化（将磷纳入其分子组成）和对磷的过量积累。

由于植物中植物光合反应、暗反应交替进行，根毛输氧多少的交替出现，以及系统内部不同区域对氧消耗量的差异，导致了系统中厌氧、好氧的交替出现，使磷的过量释放和过量积累得以完成，这是常规二级处理方式所难以满足的。在湿地系统中磷有着一系列的变化形式。如下表所示。

表 6-5 磷的主要转化过程

过程	物质	产物
矿化	有机质	氨氮
生物吸收	正磷酸	有机氮
吸附	正磷酸	磷-粘土/金属水化合物
沉降	正磷酸	离散状态磷矿物质
脱附	磷-粘土/金属水化合物	正磷酸

表 6-6 人工湿地污染物去除率

人工湿地类型（%）	BOD ₅	COD	NH ₃ -N	SS	TP
表面流人工湿地	40-70	50-60	50-60	20-50	35-70
水平潜流人工湿地	45-85	55-75	50-80	40-70	70-80
垂直潜流人工湿地	50-90	60-80	50-80	50-75	60-80

6.2.3 人工湿地工程案例

（1）昆明市体育城人工湿地污水处理景观工程

工程地点：昆明市体育城

建设时间：2008 年 10 月

工程工艺：氧化塘+表面流+水平潜流

污水类型：污水处理站尾水

处理能力：2000m³/d

占地面积：4000m²

出水水质：CJ/T 95-2000 景观回用水标准

目前状况：正常运行，出水达标

初步结论：该工程将原本用于景观绿化的污水处理站尾水结合人工湿地（填料）进行改造，秉承湿地景观的理念，采用潜流+表流湿地的结构模式进行景观化设计，取得了较好的效果。



图 6-5 现场实景图

（2）江川县渔村大河人工湿地污水处理工程

工程地点：江川县渔村大河。

建设时间：2004 年 11 月

工程工艺：氧化塘+水平潜流

污水类型：农村生活污水+农业面源污染

处理能力：10000m³/d

占地面积：13000m²

出水水质：地表 IV 类水要求，部分满足 III 类要求

目前状况：正常运行，出水达标

初步结论：该工程具有占地面积小、实际停留时间长，配置植物丰富，水力负荷高等特点，适用于河道、沟渠、湖泊等富营养化污染水体的治理。



图 6-6 现场实景图

（3）长葛市清潁河杜村寺人工湿地项目

工程地点：长葛市

工程规模：占地总面积 220 亩

污水类型：污水处理站尾水

建设时间：2014 年 4 月

处理能力：40000~60000t/d

处理工艺：垂直流潜流人工湿地+表面流湿地+氧化塘

出水水质：地表 IV 类水标准

目前状况：正常运行，出水达标

初步结论：这些技术的应用为保障长葛市清潁河杜村寺人工湿地高效、持续、稳定运行，出水水质优于地表 IV 类水标准，提供了技术支撑，同时净化后的清洁水体可以冲释清潁河，为其水质改善提供保障，取得了显著的环境效益。

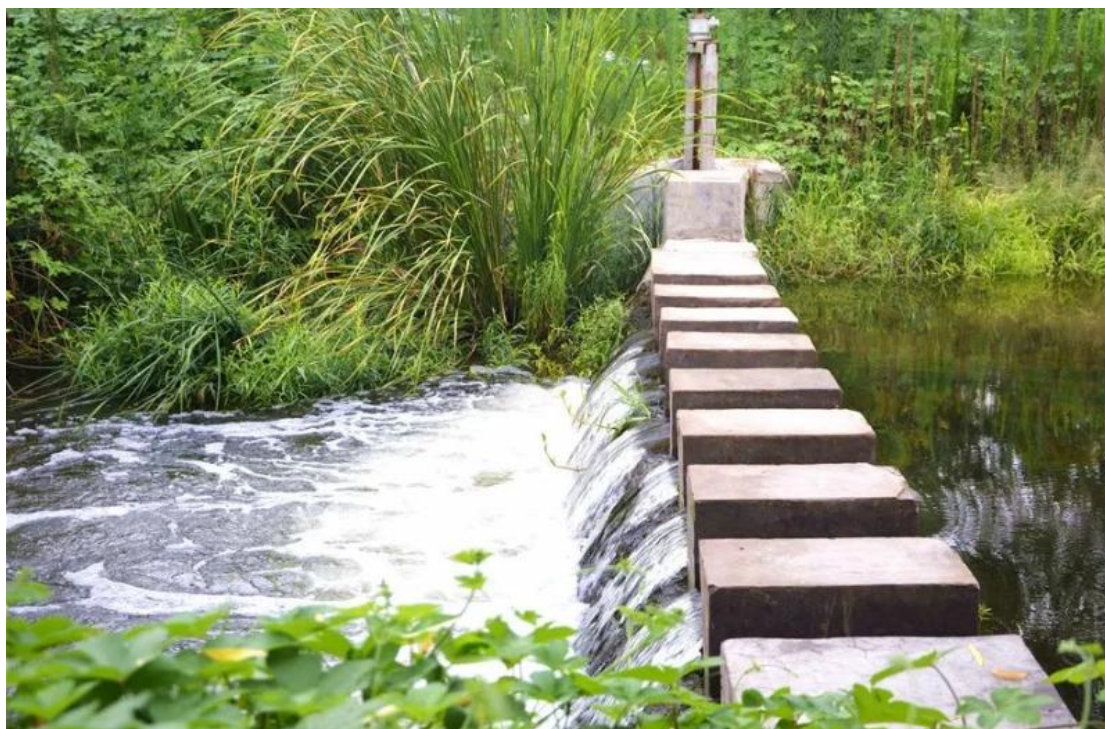


图 6-7 现场实景图

（4）滇池863课题“高负荷构筑湿地污水净化技术示范工程”

工程地点：滇池北岸入湖河口处

工程规模：占地总面积 15 亩

污水类型：城镇生活污水和部分重污染河水

建设时间：2007 年 2 月

处理能力：4000~6000t/d

处理工艺：垂直流湿地+水平潜流湿地

出水水质：景观回用水标准

目前状况：正常运行，出水达标

初步结论：具有投资少、见效快、运行成本低、易于管理等特点，试运行效果超过了预期净化能力，比较适合中国国情和天然河流的水文、水质特点，可以作为面源污染控制的有效手段，也可用来处理小城镇污水或无生物毒性的工业废水。



图 6-8 现场实景图

6.2.4 人工湿地工艺的确定

人工湿地作为水污染控制的一项技术，其形式也由最初的单一水平表面流湿地，发展成目前以潜流湿地和表层流湿地为主体，多种布设方式相结合的一项水污染控制工艺。人工湿地技术优点固然明显，但也存在占地广、易堵塞、净化能力有限且季节性波动大等缺点。

在实际设计过程中需从以下几点人工湿地进行改良和提升：

①尽量采用复合型人工湿地，通过多种类型人工湿地的有效组合，提升处理能力，同时避免因单一类型湿地造成的环境脆弱性；

②尽量采用 COD 处理负荷较高的垂直潜流型湿地，以提升人工湿地的整体负荷及性能。

综合考虑总体治理项目思路、尾水处理要求及特点，并结合各类人工湿地技术的特点和上述案例分析，本项目选择表面流湿地+垂直流湿地的组合湿地建设，城南明渠人工湿地设计进水量 500t/d，十里街幸福里支沟人工湿地设计进水量 1000t/d。表面流人工湿地是最接近天然湿地的人工湿地，投资成本低，运行费用低维护管理方便；潜流人工湿地水利负荷大，占地面积小，出水效果好。

6.3 人工湿地工程方案

6.3.1 人工湿地工艺流程

本项目选择表面流湿地+垂直流湿地的组合湿地建设。设计工艺流程见下图：

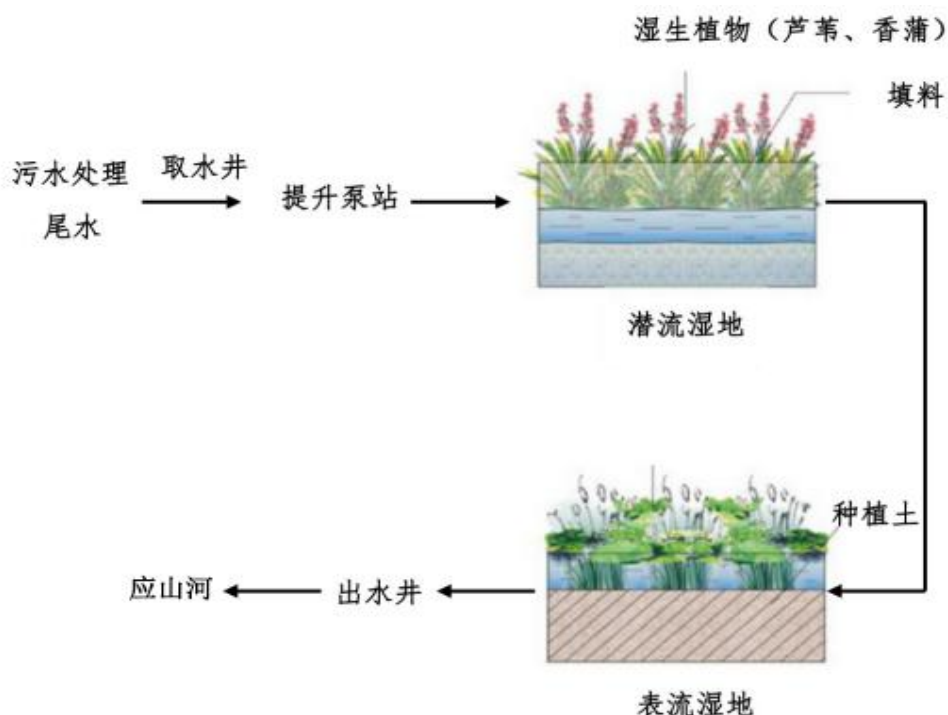


图 6-9 人工湿地尾水处理流程图

垂直流人工湿地：垂直潜流人工湿地设计湿地单元内由防渗土工膜、填料层、湿地植物、集配水系统、水位调节系统及倒膜管构成。湿地工程设计使用寿命 20 年。潜流湿地的分层为：防渗层、倒淤层、填料层、种植层。

表流人工湿地：潜流湿地处理后的尾水通过重力流进入表流人工湿地。表流湿地主要作用为稳定潜流出水水质、消解潜流湿地单元生物膜。表流人工湿地由生态滞留塘和水质稳定塘并联或串联组成。

生态滞留塘：生态滞留塘的主要功能是在塘内形成一定的容积，提高污水在塘内的水力停留时间，通过在不同的水深配置不同的植物，实现对污水中悬浮物的大部分去除、部分有机污染物、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 P 的削减。水深约为 0.3-0.8m，塘内种植香蒲、芦苇等挺水植物。

水质稳定塘：水质稳定塘的水深约为 0.5-1.5m。该区域特点是生

态多样性较为丰富，利用种植水生植物调整表流人工湿地的形状，使水面感官上自然弯曲，对湿地景观进行充分考虑。湿地植物以净化能力较强、地下根茎发达、地上枝叶生物量大为主，由沉水植物、挺水植物、浮水植物等共同组成的生态稳定区。塘内种植的植物类型有芦苇、香蒲、荷花、睡莲、莲藕等。

此外，在表流湿地内设置石头挡水坝和跌水汀步，保证表流水面标高。根据场地地形，在现场施工时长宽比可根据地形作出适当的调整，但同时应考虑避免造成死水区。表流与潜流结合处设置生态护岸，斜坡种植植被，使湿地与城市环境结合。

6.3.2 人工湿地工程设计

（1）表面有机负荷

表面有机负荷指每平方米人工湿地面积在单位时间去除的五日生化需氧量，按以下公式计算：

$$q_{os} = \frac{Q \times (C_0 - C_1) \times 10^{-3}}{A}$$

式中： q_{os} —表面有机负荷， $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，取 $0.01\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；

Q —设计水量， m^3/d ；

C_0 —人工湿地进水有机污染物浓度， mg/L ， $C_0=30\text{mg/L}$ ；

C_1 —人工湿地出水有机污染物浓度， mg/L ， $C_1=20\text{mg/L}$ ；

A —人工湿地面积， m^2 。

（2）表面水力负荷

$$q_{hs} = \frac{Q}{A}$$

式中： q_{hs} —表面水力负荷， $m^3/(m^2 \cdot d)$ ，取 $0.5m^3/(m^2 \cdot d)$ ；

Q —设计水量， m^3/d ；

根据计算人工湿地面积，可将湿地设为多个单元，每个单元占地长宽比为 3: 2，设计湿地深度为 1.4m，四周建设 240mm 混凝土墙护围。集水渠宽度约为 0.8-1.0m。施工按照《砌体结构设计规范》进行。

（3）水力停留时间

水力停留时间指污水在人工湿地内的平均驻留时间。潜流人工湿地的水力停留时间按以下公式计算：

$$t = \frac{V \times \varepsilon}{Q}$$

式中： t —水力停留时间， d ；

v —人工湿地基质在自然状态下的体积，包括基质实体及其开口、闭口空隙， m^3 ；

ε —孔隙率，%，本项目采用 50%；

Q —设计水量， m^3/d 。

据此核算本项目工程潜流湿地的水力停留时间是否满足规范要求。

（4）防堵设计

对于填料层防堵的问题，主要采取两项措施，第一、通过选择合适的基质粒径及级配，控制孔隙率，基质粒径及级配的选择应在保证净化效果和防止堵塞两者之间选择一个平衡点；第二、导淤层设置倒

膜管，定期排放湿地内脱落的生物膜。

（5）防渗设计

潜流湿地单元底部及周边敷设 HDPE 防渗土工膜，两布一膜，膜厚度不小于 0.3mm，敷设时由专业人员用专业设备进行专业焊接，焊接结束后仔细检查，合格后方可铺设填料，膜与膜之间接缝的搭接宽度一般不小于 10cm，从底部向高位延伸，墙角处留 10cm 余量，防止局部下沉拉伸，损坏防渗膜。

6.3.3 人工湿地植物选择

水生植物是人工湿地的重要组成部分。水生植物在人工湿地中的作用有：将景观水中的部分污染物作为自身生长的养料而吸收；将某些有毒物质富集、转化、分解成无毒物质；根系生长有利于景观水均匀地分布在湿地植物床过水断面上；向根区输送氧气创造有利于微生物生物降解有机污染物的良好根区环境；同时增加或稳定了土壤的透水性。

（1）植物选取原则

根据污水性质及当地气候、地理以及实际状况，选择适宜的水生植物，才能建立良好的填料-植物系统，取得良好的净化效果。湿地水生植物的选择原则如下：

a.因地制宜，选取以能适应本土环境的水生植物为主，充分考虑当地植物能适应当地生长的植物或天然湿地原存的优势种。

b.根据处理对象即污水的特性选择适宜的植物，如多年生的芦

苇、香蒲、鸢尾、石菖蒲等，去除 BOD₅、N、P 的效率较高。这些植物根系发达，根状茎粗壮，形成不定芽，是微生物栖息生长的良好介质，在根区能形成巨大的生物量，具有强大的净化能力。

c.多种植物混植或串联种植，发挥各自优点，提高系统的总体净化能力。

d.采用综合利用价值高的植物，提高经济效益。可考虑一些景观效果好，常绿或者花期时间长的植物；可根据需求，选择一些经济作物种植。

e.选择的品种容易管理，减少维护工作量。

（2）水生植物品种

根据水生适应性合理配置水生植物，潜流湿地上应种植挺水植物；表流湿地以挺水植物为主，可搭配少量浮叶植物；边坡种植挺水植物及少量浮叶植物。

根据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）中相关说明，植物种植密度可根据植物种类与工程要求做具体调整，挺水植物的种植密度宜为 9~25 株/m²，浮水植物的种植密度均宜为 3~9 株/m²。

表 6-7 本方案水生植物品种选择

序号	植物类型	品种	备注
1	挺水植物	水葱、芦苇、香蒲、鸢尾、菖蒲、茭白等	高中低体型兼具；功能性和景观性兼具
2	浮叶植物	睡莲、荷花等	根据花色花型可具体选择搭配

6.3.4 湿地填料分布

参考《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）对湿地填料的要求，本项目垂直潜流湿地自下而上各层填料的分布：夯实粘土、HDPE 防水土工膜、d80-d120 卵石，d10-d30，d5-d8 卵石，粗砂、种植土。填料厚度为 1.0m，底部平整。由于污水中杂质在通过填料时会被截留，人工湿地长时间运行后需对填料进行更换，本项目人工湿地水流量较小，设计填料每年更换一次。具体更换频率按照实际运行情况进行调整。

6.3.5 湿地单元进出水形式

湿地的总进水和总出水无需布水，采用管渠形式输水即可，简单易行。

人工湿地内部需要布水，均匀布水对人工湿地而言是至关重要的，布水是否均匀，直接关系到湿地能否稳定运行。各级人工湿地只有均匀布水，才能保证处理系统的稳定性，防止断流或形成死水区，影响湿地处理效果。因此，对湿地进行有效的布水可改善湿地系统的性能，增强湿地的处理能力。

人工湿地布水常采用沟渠和管道等多种形式相结合的方式。沟渠布水，通常结合水位控制设施，如溢流堰、三角堰等，对潜流湿地进行布水和集水可以使布水均匀，且造价低、景观效果好。管道布水通常作为潜流型湿地布水系统及中间过水通道，以实现特定的填料间布水。

本方案中各级湿地布水情况如下表 6-8 所示。

表 6-8 不同位置进出水及布水方式一览表

序号	位置	形式	备注
1	垂直潜流湿地	管道布水、三角堰出水	
2	表流湿地	三角堰进出水	
3	生态滞留塘	管道涌流	
4	水质稳定塘	管道涌流	

（1）垂直潜流湿地

进水形式为管道，管道埋设于填料底部，并开孔实现湿地全域均匀进水；出水以三角堰溢流出水至集水渠。

（2）表流湿地与稳定塘

表流湿地进水渠上端开设三角堰，水流自三角堰进入湿地，再从湿地另一侧三角堰溢流进入集水渠。集水渠末端由多根管道平行出水，进入稳定塘。表流湿地水域面积较大，为防止短流，可在表流湿地中部增加一条横沟；同时可通过植物种植密度来防止死水区形成。

6.3.6 运行管理措施

（1）冬季运行措施

为保证湿地的冬季的正常运行，需采取一定的保温措施，目前湿地采用的冬季保温措施主要有以下两种：

a.植物保温措施

利用人工湿地在冬季枯败的湿地植物为覆盖材料，节省开销，形成了废物再利用，获得了良好的保温效果。该方法操作较为简单，在

相同的条件下，植物覆盖可有效提高湿地对 TP、NH₃-N、TN 的去除率。这种方法也存在明显缺点，植物腐烂会释放一定量的污染物，有可能造成二次污染，因此必须在第二年开春之前将覆盖的植物妥善处理，防止枯叶随风飘扬，影响周围的环境卫生。

b.地膜保温措施

地膜覆盖法在农业中应用较多，技术成熟，该保温措施将普遍应用于农田的地膜移植到潜流人工湿地的表层，进而起到保温作用。采取地膜保温措施，可有效减少冻土深度，并使湿地内水温的降低幅度变小，在 2℃左右，基本不受气温的影响。另外，覆盖的地膜能有效提高系统对污染物的去除效果，氨氮平均转化率和 COD 平均去除率均有所上升。覆盖地膜后，由于系统温度的上升，比无地膜覆盖高出 2-6℃，微生物活性得到提高，脲酶活性约比未覆盖地膜时提高了 1.5 倍，脱氢酶活性提高了约 27 倍。由此可以看出地膜法能有效提高系统对污染物的去除效果，与植物法相比覆盖膜易破、铺设操作尚较为复杂、投资较高，且来年必须清理并妥善处理，否则会造成污染。

由于本项目地处湖北随州广水市，冬季温度偏低，但在冬季结合植物覆盖措施，可以有效保证植物越冬，并可以提高湿地填料温度，有利于冬季湿地处理效率的提高。

（2）植物收割后处理方式

人工湿地植物收割后，一般有如下处置方法：

1) 堆放晒干后送至垃圾填埋场和垃圾一起进行填埋。这种处置方法较常用。

2) 植物堆肥，作为农作物的有机肥料。

3) 送至焚烧厂焚烧，产生的热量可以充分利用。

本工程湿地植物一年收割一至两次，利用空地堆放，晒干后运送至垃圾处理场填埋处理，也可作堆肥综合利用。

6.4 工程量概算

6.4.1 主要设计参数

城南明渠污水处理站尾水人工湿地和十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水人工湿地设计参数分别见表 6-9、表 6-10。

表 6-9 城南明渠污水处理站尾水人工湿地设计参数

构筑物类别		结构	设计参数	填料设计	种植植物
潜流湿地		钢砼结构、防渗	有效面积 3000m ² ，共 3 个单元，L:B=3：2，H=1.4m，停留时间：1.4d	夯实粘土、HDPE 防水土工膜、d80-d120 卵石，d10-d30，d5-d8 卵石，粗砂、种植土，填料厚 1.0m	芦苇、香蒲等，种植密度为 16 株/m ² ，株距为 250mm
表流湿地	表面流湿地	钢砼结构、防渗	有效占地面积（含生态滞留塘与水质稳定塘）1500m ²	-	-
	生态滞留塘		有效水深 H=300-800mm	-	香蒲、芦苇等挺水植物
	水质稳定塘		有效水深 H=1500mm	-	芦苇、香蒲、荷花、睡莲、莲藕等
总面积约为：6250m ² （有效面积按总面积的 80%计）--设计规模 500 吨/天					

表 6-10 十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水人工湿地设计参数

构筑物类别		结构	设计参数	填料设计	种植植物
潜流湿地		钢砼结构、防渗	有效面积 4000m ² ，共 3 个单元，L:B=3：2，H=1.4m，停留时间：1.4d	夯实粘土、HDPE 防水土工膜、d80-d120 卵石，d10-d30，d5-d8 卵石，粗砂、种植土，填料厚 1.0m	芦苇、香蒲等，种植密度为 16 株/m ² ，株距为 250mm
表流湿地	表面流湿地	钢砼结构、防渗	有效占地面积（含生态滞留塘与水质稳定塘）2000m ²	-	-
	生态滞留塘		有效水深 H=300-800mm	-	香蒲、芦苇等挺水植物
	水质稳定塘		有效水深 H=1500mm	-	芦苇、香蒲、荷花、睡莲、莲藕等
总占地面积约为：7500m ² （有效面积按总面积的 80%计）--设计规模 1000 吨/天					

6.4.2 材料使用量清单

根据本项目污水处理站尾水人工湿地工程方案设计内容可知，工程材料及植物数量如下：

表 6-11 城南明渠污水处理站尾水人工湿地材料表

序号	材料名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	PE 膜	膜厚 $\delta \geq 1.0\text{mm}$	m ²	5811	二布一膜
2	粗砂		m ³	684	200mm 厚
3	卵石	粒径 5-10mm	m ³	335	150mm 厚
4	卵石	粒径 10-30mm	m ³	335	150mm 厚
5	卵石	粒径 30-80mm	m ³	445	平均 200mm 厚
6	卵石	粒径 80-120mm	m ³	668	平均 300mm 厚
7	微生物固定化填料	粒径 5-10mm	m ³	177	150mm 厚
8	微生物固定化填料	粒径 10-30mm	m ³	177	150mm 厚
9	微生物固定化填料	粒径 30-80mm	m ³	239	平均 200mm 厚
10	微生物固定化填料	粒径 80-120mm	m ³	354	平均 300mm 厚
11	种植土		m ³	684	密实后 200mm 厚
12	配水管	De90	m	125	UPVC 给水管 PN0.6
13	集水管	De110	m	120	UPVC 给水管 PN0.6

序号	材料名称	型号及规格	单位	数量	备注
14	集水管	De225	m	125	UPVC 给水管 PN0.6
15	集水管	De90	m	16	玻璃钢夹砂管
16	UPVC 板	$\delta=12\text{mm}$	m ²	5	
17	三通	De90	个	5	UPVC
18	三通	De110	个	21	UPVC
19	三通	De225	个	5	UPVC
20	三通	De110-90	个	5	玻璃钢夹砂管
21	菌群调整装置		套	5	
22	管堵	De90	个	10	
23	管堵	De110	个	10	UPVC
24	管堵	De225	个	10	UPVC
25	蝶阀	DN80	个	5	UPVC
26	蝶阀	DN100	个	16	铸铁 手动
27	蝶阀	DN200	个	5	UPVC
28	伸缩接头	DN90	个	16	UPVC
29	驯化后的茭白		株	27227	
30	驯化后的芦苇		株	27227	

表 6-12 城南明渠污水处理站尾水人工湿地植物表

序号	名称	规格（株/m ² ）	面积（m ² ）	数量（株）
1	芦苇	16	77	1232
2	茭白	16	126	2016
3	香蒲	16	123	1968
4	菖蒲	16	89	1424
5	水葱	16	67	1072
6	鸢尾	16	107	1712
7	荷花	5	60	300
8	睡莲	5	22	110

表 6-13 十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水人工湿地材料表

序号	材料名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	PE 膜	膜厚 $\delta \geq 1.0\text{mm}$	m ³	5811	二布一膜
2	粗砂		m ³	684	200mm 厚
3	卵石	粒径 5-10mm	m ³	335	150mm 厚
4	卵石	粒径 10-30mm	m ³	335	150mm 厚
5	卵石	粒径 30-80mm	m ³	445	平均 200mm 厚

序号	材料名称	型号及规格	单位	数量	备注
6	卵石	粒径 80-120mm	m ³	668	平均 300mm 厚
7	微生物固定化填料	粒径 5-10mm	m ³	177	150mm 厚
8	微生物固定化填料	粒径 10-30mm	m ³	177	150mm 厚
9	微生物固定化填料	粒径 30-80mm	m ³	239	平均 200mm 厚
10	微生物固定化填料	粒径 80-120mm	m ³	354	平均 300mm 厚
11	种植土		m ³	684	密实后 200mm 厚
12	配水管	De90	m	125	UPVC 给水管 PN0.6
13	集水管	De110	m	120	UPVC 给水管 PN0.6
14	集水管	De225	m	125	UPVC 给水管 PN0.6
15	集水管	De90	m	16	玻璃钢夹砂管
16	UPVC 板	δ=12mm	m ²	5	
17	三通	De90	个	5	UPVC
18	三通	De110	个	21	UPVC
19	三通	De225	个	5	UPVC
20	三通	De110-90	个	5	玻璃钢夹砂管
21	菌群调整装置		套	5	
22	管堵	De90	个	10	
23	管堵	De110	个	10	UPVC
24	管堵	De225	个	10	UPVC
25	蝶阀	DN80	个	5	UPVC
26	蝶阀	DN100	个	16	铸铁 手动
27	蝶阀	DN200	个	5	UPVC
28	伸缩接头	DN90	个	16	UPVC
29	驯化后的茭白		株	27227	
30	驯化后的芦苇		株	27227	

表 6-14 十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水人工湿地植物表

序号	名称	规格（株/m ² ）	面积（m ² ）	数量（株）
1	芦苇	16	77	1232
2	茭白	16	126	2016
3	香蒲	16	123	1968
4	菖蒲	16	89	1424
5	水葱	16	67	1072
6	鸢尾	16	107	1712
7	荷花	5	60	300
8	睡莲	5	22	110

7 河道缓冲带修复工程

7.1 工程选址

根据 2017-2020 年断面监测结果显示，广水市澠河流域范围内多处水质较差，其中由于周围地表径流导致的污染较严重的区域主要有应山街办九龙河大桥上游的汪家畈村（城镇生活污水雨污混排、农业面源）、李店镇的张扬村（农业面源）及广水街道办国家粮库断面下游（城镇生活污水雨污混排）等，水质断面长期超标，且部分时候会出现黑臭现象。

本方案拟针对上述河段实行河道缓冲带修复工程，拟从河道向边界陆域扩展一定宽度的隔离生境，拦截面源，缓冲周围人类活动的干扰，建设周围生物的栖息地，具体工程位置信息见表 7-1。

表 7-1 澠河流域生态缓冲带建设工程区段一览表

序号	区段名称	所在区域	范围	污染源	与澠河关系
1	汪家畈区段	应山街办	长 500m，宽 24 米	城镇生活污水（雨污混流）、农业面源	应山河上游
2	张扬村	李店镇	长 300m，宽 24m	农业面源污染	应山河中游
3	广水城区	广水街道办	长 1000m，宽 24 米	生活污水	广水河上游

（1）汪家畈区段

应山河上游城区段人口集中，城区配套管网为雨污合流制，部分生活污水及工业废水直排进入应山河，导致应山河城区段监测位点（九龙河大桥）水质差，因此拟在汪家畈区段进行生态缓冲带的建设。

具体位置详见图 7-1。

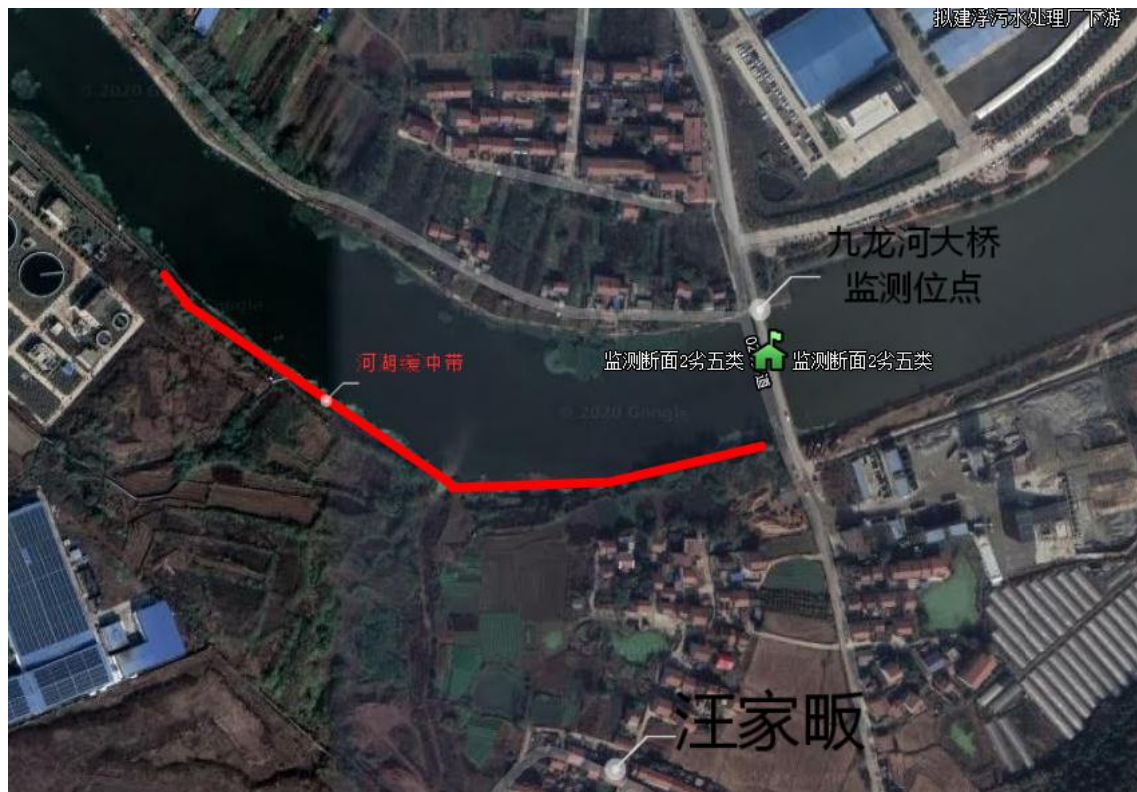


图 7-1 汪家畈河段生态缓冲带位置

（2）李店镇张杨村

应山河下游河道周边农田较多，受到农业面源污染严重，李店镇张杨漫水桥水质监测位点水质较差，因此拟在下游李店镇张杨村区段进行生态缓冲带的建设，对河道生态修复的同时进行保护。具体位置详见图 7-2。

（3）广水街道办

广水河城区污染较为集中，广办驼子村朱家湾水质监测位点水质差，因此拟在广水街道办区段设置生态缓冲带。具体位置详见图 7-3。



图 7-2 李店镇张杨村区段生态缓冲带位置



图 7-3 广水街道办生态缓冲带位置

7.2 工程措施

7.2.1 工程总体思路

河道缓冲带是为保持河道生态环境健康而划定的，指河道陆域侧岸坡边线以外由树木（乔、灌木）及其他植被组成的水生生态与陆地生态系统之间的过渡区域，范围是具有一定的宽度，为各种陆生生物在河道附近生态环境系统中提供栖息地，为河道提供主要的物质和能量，同时利用缓冲带植物的吸附和分解作用，能有效减少农业区的氮磷等营养物质的面源污染进入河道，具有防止排放废水、地下和地表径流等引来的沉淀物、有机物质、养分、杀虫剂以及其他污染物流入河道的功能，直接影响整个河道的水质以及流域的生态景观价值。河道缓冲带作为一种保护隔离措施，被广泛应用于大小重要河道水体的保护，可以有效缓冲或减轻人类活动和自然过程对保护目标的干扰。2018年以来，根据中央和省委、省政府关于推进新时代绿色发展和生态文明建设的总体部署，在河湖堤防绿化的基础上，全力推进河湖生态缓冲带建设，积极构建集防洪、供水、生态等多功能于一体并覆盖全市的河湖生态缓冲带体系。

针对澠河流域应山河及广水河污染情况，选取了城市面源及农业面源污染较为严重区域进行河道缓冲带的建设，在对河道环境进行修复基础上进一步进行生态保护。

以河道生态保护为主要目标，针对应山河及广水河地势平坦污染区段建设植被缓冲带，构建完整的植被群落系统，通过植物根系的降

解及截留作用在修复水体的同时也可以有效的消减河道面源污染负荷；对于无硬质岸堤的河道污染区段建设生态护坡工程，将绿色植被与基质材料结合作为生态护坡的主要结构来构建河道生态保护系统；对于污染分散区段设置生态前置塘，通过挖掘人工沟渠将污水集中汇入塘内，在植物及微生物降解作用下，水体中污染物被净化，再排入河道中。

7.2.2 植被缓冲带

植被缓冲带是陆生生态系统与水生生态系统的过渡地带，具有明显的边缘效应，是指岸边向岸坡延伸的乔木、灌木和草本组成的缓冲区域，能够防止地表径流、地下径流、废水排放等携带的养分、有机质和其他污染物等汇入水体，植被缓冲带又称为植被过滤带、保护带等，被认为是防治面源污染的最佳管理措施。植被缓冲带在控制水土流失和面源污染以及改善水环境方面具有不可忽视的作用，也直接影响着河岸生态系统的生态和水文过程。构建植被缓冲带能有效地控制氮和磷向水体中迁移并减少径流量。

7.2.1.1 植缓冲带中植物选择

（1）植物存活：广水河流域面积大，河床宽，常年流水不断，夏季洪水暴涨暴落，最大流量可达到为 1100 立方米/秒，冬季最小流量 0.26 立方米/秒；应山河干流全长 91.1 公里，流域面积 1515 平方公里，夏季最大流量为 910 立方米/秒，冬季曾出现过表层断流现象，最小流量为 0.2 立方米/秒。应山河及广水河是暴涨暴落的季节性河

流，在暴雨或者汛期时，河岸缓冲带经常会被河水淹没。因此在选择过滤带植物时，缓冲带植物根系要发达、成活率高，能够适应河岸带环境，比较耐干旱和水淹。

（2）生物量较大：可以有效吸收水中营养元素供自身生长发育，同时还要有一定的经济性并兼具景观美学价值。

（3）本地植物优先：在众多的植物种类里，本土植物相对于外来植物来说优势十分明显，取材来源广泛，对当地的气候水温等条件已经有了很好的适应基础，而且抗病虫害能力较强，容易种植并进行后续管理。

（4）植物搭配：不同的植物搭配会影响缓冲带的削减效果，草本缓冲带与纯灌和草灌缓冲带相比能够更好的阻滞径流中的泥沙，削减率可以超过 70%，而纯灌和草灌的削减率在 60%-70%之间。同时缓冲带中沉水植物、挺水植物及浮水植物的相互搭配可以使缓冲带的建设更加完善。

本项目经过现场调查优先选择广水市生物量大的本土植物，木林植物有泡桐、桂竹及桦树等，草本、灌木植物有生地、菊花、麦冬、茯苓、金银花、射干及桔梗等。水生植物与上一章生态修复工程中选用植物类似，沉水植物如苦草、黑藻、竹叶眼子菜、狐尾藻等，挺水植物香蒲、芦苇、美人蕉、再力花、水葱、鸢尾等，浮水植物睡莲、萍蓬草、荇菜等。

7.2.1.2 植缓冲带结构选择

按照植被缓冲带的植被组成可划分为草地缓冲带、灌木缓冲带、

林木缓冲带和以上几种植被构成的复合缓冲带。不同的植被类型对于陆源污染物的阻控能力不同。本项目采用复合缓冲带，将草地、灌木及林木缓冲带相结合，设计缓冲带组成林木缓冲带占比 10%，草本缓冲带占 40%，灌木缓冲带占比 30%，水生植物占比 20%。靠河岸稍远位置以林木及草地缓冲带为主，起到过滤截留的作用，靠近河岸位置设置灌木缓冲带，增强去污能力，河道内设置水生植物进一步完善缓冲带的构建。

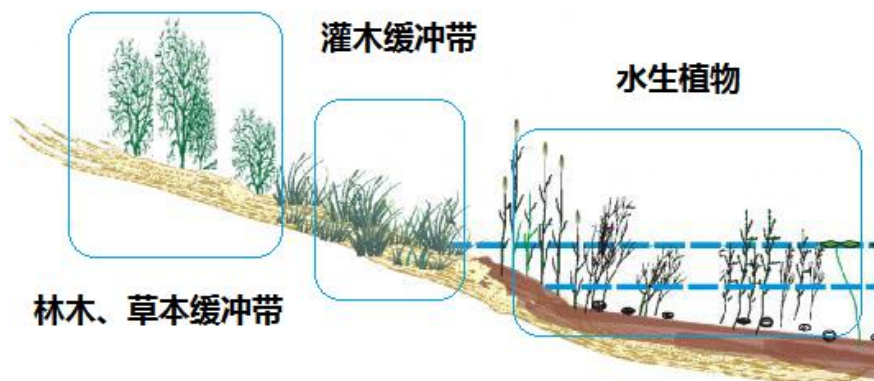


图 7-4 典型植被缓冲带结构

7.2.2 生态护岸

一直以来，防洪排涝等为河流的基本功能，所以选用的河流护坡结构比较坚硬且断面形式单一，主要考虑工程形象、水土保持、河流冲刷及行洪速度等因素，一般采用预制混凝土块、现浇混凝土、干砌块石或浆砌石护坡等结构为河流护坡主要形式。生态护岸则是借助土木工程措施，将绿色植被与非生命材料相结合以增强坡面稳定性和抗侵蚀能力的护岸。构筑生态护岸时一般采用植物、石块等天然材料或者天然与人工相结合的材料，这样既能保证达到预期的处理效果，又

不至于破坏原有的河岸带生境而且具有较强的抗冲刷能力。根据《广水市城乡总体规划（2017-2035 年）》，广水城区城市等级为 III 级（中等城市，非农人口 50-20 万），规划广水市集中建设区防洪标准为 50 年一遇，乡镇综合防洪能力达到 20 年一遇标准，乡村综合防洪能力达到 10 年一遇标准。故本工程生态护岸高度设计采用乡村综合防洪能力达到 10 年一遇标准进行设计。

7.2.2.1 纯植被措施护岸

纯植被措施护岸是在河岸带上种植植被，用植物构建成的堤防迎水面来达到消能护坡的目的。植物根系和坡面土壤相互结合维护岸坡的稳定，植物的枝叶可以使湍急的水流变为缓流。纯植被护岸工程的投资较少，施工管理方便，它的草皮生长很快，长势良好的植物能够有效削减径流量和吸收污染物。同时还能控制土壤侵蚀、补给地下水量、减少波浪的冲刷等。



图 7-5 纯植被生态护岸

纯植物护岸在应用上有一定的局限性，它主要适用于河道平直宽阔处的两岸、小型河流湖泊的港湾或者河道凸岸等水流平缓的地区，河岸的土壤性质要保证草本能够正常生长。对于一些水流湍急、范围宽广且气候条件差的大型河流如长江，植物很难生存，纯植物护岸无法在此类区域得到大范围的应用。

7.2.2.2 土工网垫植被护岸

土工网垫植被护岸技术是在河道岸坡上，将活性植物与土工网结合构建一个能够自我生长的系统，此系统可以自我支撑、组织和修复，能够防止岸坡因水流冲刷而发生变形，还能加固边坡，恢复生态。大多数的土工网垫是多层结构，底部由双向拉伸网构成了基底，表面的网包内部空间稀疏，能够容纳一定体积的泥土和沙粒。植物与泥土相互结合形成牢固的复合结构，根系则分布贯穿在整个土工网垫中。此结构能够避免降雨直接冲击地表，截留一部分雨水，产流量会显著减少。网垫保障植物能够良好生长，植被根系和茎叶也能够降低径流流速、增加土壤渗透性。工程实物图见图 7-6 所示。

土工网垫植被护岸应主要设置在水位区以上且整体稳定性较好的岸坡带。区域内的土壤酸碱度和贫瘠程度不能过大，此外要保证排水顺畅。如果岸坡的面积和长度较大，要设置分级的导水沟。选择植被时要充分考虑当地的实际情况如气温、土质和降水等，一般要求植物要耐旱涝和贫瘠、根系发达，同时应考虑材料易得性和价格因素。乡土植物是首选，此外要注重多种植被的优化配置，提高物种多样性，后期要做好管理工作。



图 7-6 土工网垫植被护岸

7.2.2.3 生态袋

生态袋护岸是体现生态学，自然可持续发展的良好的立体植被护坡技术。生态袋护坡是将草籽、种植土等装入由聚乙烯、聚丙烯等高分子材料制作而成的土工网袋，再通过联接扣、加筋格栅等，把生态袋相互联接起来，从而形成一种结构稳定的软体边坡，主要起到保护坡道作用。适用于河道流速低于 2m/s 的河岸，其应用范围较广，斜坡、直立挡墙均适宜。

由于在生态袋内植被种植和草本碰播，因此能提高河岸附近的绿化率，净化环境，提高生物多样性，起到保护生态平衡的作用。同时由于生态袋是由排水联接扣将多个生态袋连接起来，构建出稳定的致密内部结构，生态袋本身能起到制止土壤及内部植被混合物营养成分的流失，同时由于生态袋是由排水联接扣将多个生态袋连接起来，构建出稳定的致密内部结构，生态袋本身能起到制止土壤及内部植被混

合物营养成分的流失。



图 7-7 生态袋护岸

7.2.2.4 植生型生态混凝土护岸

植生型生态混凝土护岸是在混凝土中覆盖种植绿色植物，植物可以在混凝土内的土壤中生长，形成一个绿色生态的可再生体系。植生型生态混凝土较传统的混凝土相比，更适宜植物生长是由于其内部结构呈现多孔，碱含量低，水、空气及种植基质容易通过或存在于其连续通道内，植物生长较好。植生型生态混凝土护坡结构包含四个部分，分别为混凝土、基质、土壤和植被等，是一个完整的生态系统。由于其自身含有自我净化、生态修护和自我过滤功能，因此护坡功能较大，作用效果较好。植生型生态混凝土具有较大的抗拔出力、高安全性、高透气性和高透水性，且能适用于多种工程环境。适用于河道流速

≤3m/s 的河岸，可应用于斜坡及直立挡墙。植生型生态混凝土护坡虽然固土效果最好，抗震能力和抗寒能力最强，但是其技术要求最为复杂，需要在专业的施工、设计下，真正实现可持续发展的护坡理念。



图 7-8 植生型生态混凝土护岸

7.2.3 生态前置塘

生态前置塘是通过人工开挖或者利用天然池塘，将河流水体进行截留，引入塘内，通过在塘内构件生态修复措施，对河水进行处理，然后再排入河道。生态前置塘内，水体可以有较长的停留时间，在水生动植物及微生物的作用，水中污染物得到降解，另外，在生态前置塘内可以增氧或者投加微生物的设备，强化水体处理。

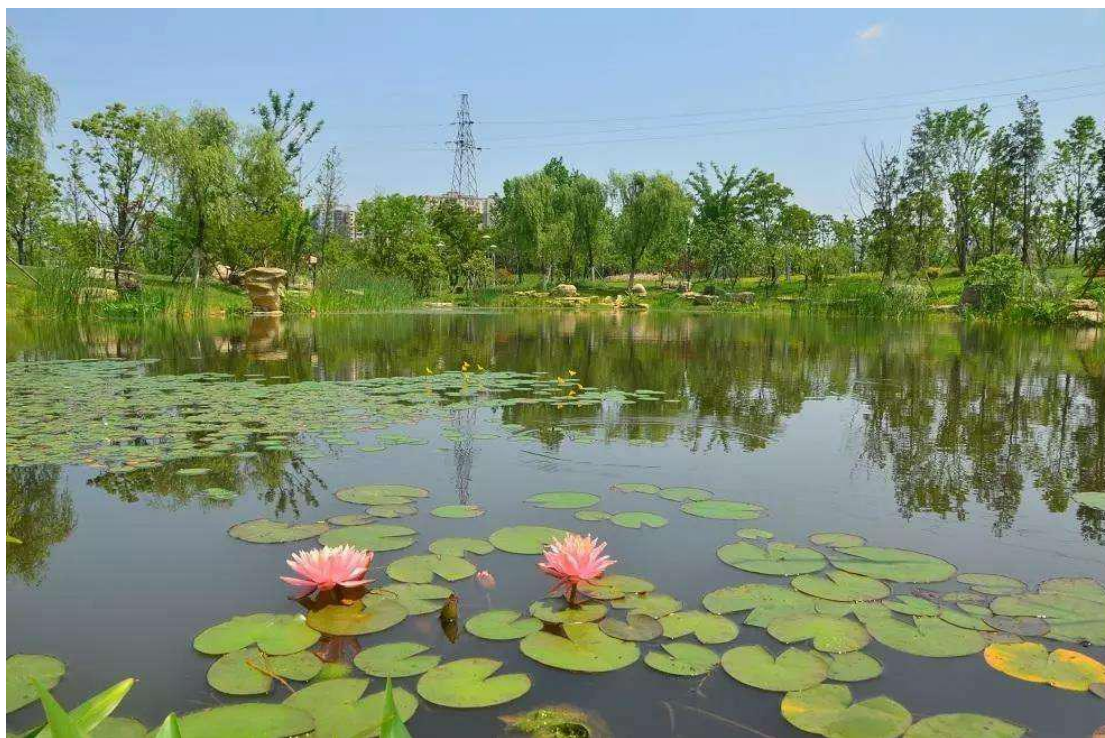


图 7-9 生态前置塘效果图

7.2.3.1 生态前置塘植物群落

与生态系统构建工程类似，生态前置塘中主要植物群落为沉水植物、挺水植物和浮游植被。

沉水植物是水下生态系统的建造者，是水系生态系统构建的基石。其根茎和叶面可充分吸收、转化以及有效降解水体和淤泥中的有机物，并结合光合作用利用通气组织有效进行水环境的空气转换，解决水系中缺氧等问题。

挺水植物是水系景观中应用最广、最常见的植物类别，也是人们最直接观赏到的水生植物。除了生态净化的功能外还有着观赏景观的作用。挺水植物同时具备陆生植物和水生的特征，可通过其根茎进行有效吸收有机物，循环渗透，为自身生长提供养分，也可利用强大的通气组织进行水系中的气体交换，从而保障富氧环境，净化水体，维

护生态环境平衡。

浮游植物是测量该区域水质的指示生物，最常见的种类为浮游藻类，是水环境中初级生产者，为水系供氧。同时可依靠对浮游植物的观测以监测该水系水质情况，与沉水植物、挺水植物形成整体，满足生态净化功能，维系水系健康。

7.2.3.2 曝气增氧设计

溶解氧的含量是反映水体污染状态的一个重要指标，受污染水体溶解氧浓度的降低，水体的自净能力也随之降低。水体耗氧主要为水中还原性物质耗氧、有机污染物生化耗氧、氨氮硝化耗氧以及底泥等固态有机污染物、难降解有机物耗氧。当水体耗氧过度时，单靠天然复氧是不够的，必须利用人工造流增氧，增加水体中氧量。本项目拟在生态前置塘中设置人工曝气装置。

7.2.4 河道缓冲带修复工艺的确定

河道缓冲带通过人工设置一定宽度的各类植被及其他填料发挥作用。已有研究表明，植被带具有截留雨水、防止雨水击溅侵蚀；减少地表径流、防止地表水流侵蚀；防止践踏；增加水分渗透；根系固定土壤和支撑作用；净化水质，削减面源污染，改善生物栖息地功能；提高景观多样性等多种功能，河道缓冲带的应用对于控制湖泊水污染与富营养化、保障饮用水源安全，稳固河岸、防止水土流失和土壤侵蚀具有十分重要的现实意义。

（1）植物缓冲袋工艺确定：针对应山河及广水河农业面源污染

现状，河道缓冲带的建设主要承担截污、过滤、防止水土流失等功能。植被缓冲带能有效地减少氮和磷向水体中迁移，防止水体富营养化。植被缓冲带主要分为草地缓冲带、灌木缓冲带、林木缓冲带等。不同植被类型有不同的生态效果，研究表明，草地过滤区对水流和沉淀物过滤都有较明显的作用，所以当构建以水土保持和过滤污染物为主要目的时则需要优先考虑草地区的设置。同时，不同的植被缓冲带类型对于陆源污染物的阻控能力不同，一般植被结构越简单，自我调节和更新的能力就越低，所能提供的生态稳定性也就越差。因此本项目采用复合缓冲带，将草地、灌木及林木缓冲带相结合，设计缓冲带组成林木缓冲带占比 10%，草本缓冲带占 40%，灌木缓冲带占比 30%，水生植物占比 20%。靠河岸稍远位置以林木及草地缓冲带为主，起到过滤截留的作用，靠近河岸位置设置灌木缓冲带，增强去污能力，河道内设置水生植物进一步完善缓冲带的构建。

（2）生态护岸工艺确定：针对应山河及广水河污染情况生态护岸主要承担防止水土流失，拦截等功能，同时建设地周围存在大量农田，无硬质护岸，因此护岸的建设需考虑不至于破坏原有的河岸带生境而且具有较强的抗冲刷能力。生态袋护坡是将草籽、种植土等装入由聚乙烯、聚丙烯等高分子材料制作而成的土工网袋，再通过联接扣、加筋格栅等，把生态袋相互联接起来，从而形成一种结构稳定的软体边坡，因此本项目选择适用性广、建设方便、结构稳定的生态袋护岸。

（3）生态前置塘工艺确定：研究发现，低的氧利用率是前置塘净化效率较低的主要原因，缺氧条件下，生物不能进行正常的有氧呼

吸，还原态的某些元素和有机物的浓度可达到有毒的水平。较低的氧浓度导致塘内有机质氧化分解速率降低，硝化反应不彻底，限制了氮的去除，因此充足地供氧是提高生态前置塘系统净化能力、延长使用寿命的关键。本项目拟在生态前置塘中设置沉水、挺水、浮水植物及人工曝气装置，通过人工曝气增加水体的含氧量，保证水生动植物的供氧量，促进微生物的新陈代谢，提高前置塘的纳污能力。

7.2.5 工程量统计

根据本项目生态缓冲带方案设计内容，工程量如下：

表 7-2 澧河流域广水河及应山河水生态修复项目主要工程量表

区段名称	范围	植被缓冲带（m ² ）				生态袋护岸（m ² ）	生态前置塘（m ² ）			
		木林	草本	挺水	沉水		挺水	沉水	浮水	曝气
汪家畈区段	长 500m，宽 24 米（植被缓冲带宽 20 米，生态袋宽 4 米）	1000	4000	3000	2000	2000	/			
李店张扬村	长 300 米，宽 24 米（植被缓冲带宽 20 米，生态袋宽 4 米）前置塘长 100 米，宽 100 米，深 2-3 米	600	2400	1800	1200	1200	2000	3000	5000	2 座
广水街道办城区	长 1000 米，宽 24 米（植被缓冲带宽 20 米，生态袋宽 4 米）	2000	8000	6000	4000	4000	/			
总计		3600	14400	10800	7200	7200	2000	3000	5000	2 座

注：植被缓冲带组成林木缓冲带占比 10%，草本缓冲带占 40%，灌木缓冲带占比 30%，水生植物占比 20%。

8 工程绩效分析

综合考虑本次工程各方面措施手段，采用指标核算法定量预测工程实施后的污染物衰减。

8.1 流域水生态系统构建工程

本工程通过生态河道构建，改善澧河流域应山河及广水河水体的水质，减少澧河流域下游的污染负荷，有利于王店断面的持续达标。本工程污染物去除效果估算如下：本工程上游生态河道构建主要措施包括底泥改良 35400m²，沉水植物种植面积 29500m²、挺水植物种植面积 2000m²、浮叶植物种植面积约 800m²、人工水草配套面积约 100m²、高效生态浮岛构建约 1600m²及两座砾间接触氧化设施等，具体净化能力分析如下：

底泥基质改良可有效减少黑臭淤泥中含有的有机污染，减少了内源污染，提供了水生态系统赖以生存的环境，本工程选择了有机质降解菌、脱氮菌、除磷菌及微生态调理菌剂；

沉水植物营造的生物环境可以有效增加空间生态位，抑制生物性和非生物性悬浮物，同时改善水下光照，通过光合作用增加水体溶解氧，还为形成复杂的食物链提供了食物、场所和其它必需条件，也间接支持了肉食和碎食食物链，本工程建设选取的沉水植物品种主要以除磷效果较好的苦草、轮叶黑藻和狐尾藻；挺水植物和浮叶植物群落建成后可形成生物缓冲带，拦截进入湿地的污染物，同时还能够通

过植物的净化作用对 COD、氮、磷都产生较好的处理效果；

高效人工生态浮岛工程通过漂浮栽培技术在被污染的水体中种植挺水植物或陆生植物。利用表面积很大的植物根系及碳素纤维生态草在水中形成浓密的网，吸附水体中大量的悬浮物、TN、氨氮、总磷等污染物，同时，通过遮挡阳光抑制藻类的光合作用，减少浮游植物生长量，通过接触沉淀作用促使浮游植物沉降，有效防止“水华”发生，提高水体的透明度，下部植物根系形成鱼类和水生昆虫生息环境；

原位砾间接触氧化技术实质是对天然河床中生长在砾石表面生物膜的一种人工强化，接触时间一般为几个小时，净化效果很好，BOD 和氨氮去除率一般在 50%~60%之间，悬浮物去除率在 75%~85%之间。当污水通过时，水中的悬浮固体因沉淀、物理拦截、水动力等原因运动至砾石表面而接触沉淀。水中有机物质与砾石表面接触，因砾石表面带电性的缘故，水中有机物质吸附于砾石表面生物膜。生长在砾石表面的上的微生物或藻类，会氧化分解其所吸附的污染物，并通过在生物膜表面和内部分别形成的好氧和厌氧环境进行硝化反硝化作用对氮进行去除，而磷的去除主要靠土壤及砾石的吸附作用。

针对本项目，根据相关研究成果以及工程经验测算，针对本项目，结合各断面水质现状及处理目标要求，对污染负荷的处理效果如下表所示。即工程实施后，澩河上游每年可分别削减 COD、氨氮、总磷分别约为 188.57t、63.02t、49.66t。

表 8-1 水生态系统构建环境绩效指标一览表

项目类型		工程量	污染因子		
			COD	氨氮	总磷
底泥改良		35400m ²	178.14	62.25	49.37
水生态系统构建	沉水	29500m ²	10.21	0.74	0.27
	挺水	2000m ²	0.01	0.02	0.01
	浮叶	800m ²	0.006	0.001	0.001
砾间接触氧化		2 座	0.15	0.01	0.01
人工浮岛		1600m ²	0.05	0.001	0.001
污染物削减量 t/a			188.57	63.02	49.66

8.2 污水厂尾水人工湿地工程

本项目人工湿地，实现污水处理站尾水深度净化，保障其进入应山河的主要水质指标不低于地表Ⅲ类水要求。城南明渠污水处理站污水排放量为 500t/d，曾家湾（灵台山）污水处理站污水排放量为 1000t/d，目前两个污水处理站尾水均以《城镇污水处理站污染物排放标准》一级 A 标准排放。项目实施之后，环境绩效如下表所示。

表 8-2 人工湿地环境绩效指标一览表

项目类型	污染因子			
	COD	BOD ₅	氨氮	总磷
现有浓度 mg/L	50	10	5	0.5
处理后排放的尾水浓度 mg/L	20	4	1	0.2
浓度差 mg/L	30	6	4	0.3
削减量 t/a	16.43	3.29	2.19	0.16

本工程实施后，COD 年削减 16.43t/a，BOD 年削减 3.29t/a，氨氮年削减 2.19t/a，总磷年削减 0.16t/a。将有效改善应山河水质，促进

其主要水质指标保持Ⅲ类目标。

8.3河道缓冲带修复工程

本项目设置河道缓冲带修复工程，实现农业面源污染控制，保障其进入澩河流域的地表径流中的污染物得到有效降低。缓冲带在农业景观中主要是作为养分过滤器而存在的，主要集中在对氨氮和总磷的吸收。目前已有的研究成果表示河道缓冲带对氮的吸收可达到 79%，对硝态氮的吸收能力较强，高达 96%；缓冲带对磷的吸收是通过滞留沉积物来实现的，这一过程包括沉积作用、吸附作用和络合作用等，对磷的吸收率在 25%--98%之间。为有效改善水质，本项目拟在农业面源较严重，能大量拦截流域地表径流的位置设置 3 处生态缓冲带，即工程实施后，可有效减轻汪家畈区段、李店张扬村及广水街道办城区周围地表径流带入河流的污染。由表 2-4 可知李店镇、广水办事处及应山办事处农业面源排放污染总量，本工程实施后 COD 年削减 189.61t/a，氨氮年削减 45.22t/a，总磷年削减 2.77t/a。

表 8-3 河道缓冲带环境绩效指标一览表

区域划分		COD（吨）	氨氮（吨）	总磷（吨）
应山办事处	污染总量	201.43	40.29	2.42
	消减量 t/a	60.43	8.06	0.56
李店镇	污染总量	1101.72	220.34	13.22
	消减量 t/a	55.09	22.34	1.32
广水办事处	污染总量	370.43	74.09	4.45
	消减量 t/a	74.09	14.82	0.89
总计消减量 t/a		189.61	45.22	2.77

9 环境影响与水土保持

9.1 环境影响分析

9.1.1 环境保护范围及目标

本项目在施工期主要是土方挖掘、块石砌筑、平整、回填、混凝土浇筑等。因此，本项目对澠水水系附近环境影响的范围较大，影响的时间较长。在施工路段和相邻区域，将存在不同程度的噪声、粉尘、施工污水、运输车辆废气影响，建设单位必须充分重视本项目对环境的影响，采取综合措施，努力减少工程建设对环境的影响。

主要环境保护目标如下：

（1）环境空气

建设项目所在地区环境空气功能区划为二类区，环境保护目标为项目所在地周围区域的环境空气，其环境空气质量应满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求。

（2）地表水

与项目建设相关的水体为澠河水系，根据鄂政办发[2000]10号《省人民政府办公厅转发省环境保护局关于湖北省地表水环境功能类别的通知》的有关规定，项目区的功能类别为集中式水源地二级保护区，一般鱼类区，Ⅲ类水体，应执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

（3）声环境

建设项目所在区域声学环境功能区划为2类区，应其满足《声环

境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。

9.1.2 项目建设环境影响及措施

9.1.2.1 施工期环境影响

工程施工过程中污染源主要来自混凝土拌和作业、基础挖与填筑，机械设备作业，车辆运输，弃土、固体废物，混凝土养护，机械设备和车辆保养，施工人员聚集等过程。

（1）对交通的影响

工程建设时，由于车辆运输等原因，会使交通变得拥挤，较易造成交通问题，部分路段需要进行疏通、分流和交通管制，这种影响随着工程的结束而消失。

（2）施工扬尘、噪声的影响

工程施工期间，运输的泥土通常堆放在施工现场，至施工结束，长达数月。堆土裸露，旱干风至，以致车辆过往，满天尘土，使大气中悬浮颗粒物含量骤增，严重影响市容和景观，施工扬尘将使附近的建筑物、植物等蒙上厚厚的尘土，使邻近居家普遍蒙上一层泥土，给居住区环境的整洁带来许多麻烦。阴雨天气，由于雨水的冲刷以及车辆的碾压，使施工现场变得泥泞不堪，行人步履艰难。

噪声的影响施工期间的噪声主要来自建设时施工机械和建筑材料的运输。特别是夜间，施工的噪声将产生严重的扰民问题，影响邻近居民的工作和休息。若夜间停止施工，或进行严格控制，则噪声对周围环境的影响将大大减小。

（3）污水影响

施工期污水主要包括施工废水和施工人员生活污水。施工过程中废水有基础开挖后产生的基坑废水、混凝土养护过程产生少量碱性废水和少量机械和车辆的清洗废水。

本工程施工高峰期现场施工人员约 200 人，施工人员生活污水按每人每天 0.07m^3 用水量计，则生活污水最大产生量为 14t/d ，污水中特征污染物浓度为 $\text{COD}_{\text{cr}} 350\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N } 50\text{mg/L}$ 。

（4）生活垃圾的影响

工程施工时，施工区内数百个劳动力的食宿将会安排在工作区域内，这些临时食宿地产生的生活污水及废弃物若没有做出妥善的安排，则会严重影响施工区的卫生环境，导致工作人员的体力下降，尤其是在夏天，施工区的生活废弃物乱扔，轻则导致蚊蝇孳生，重则致使施工区工人暴发流行疾病，严重影响工程施工进度，同时使附近的居民遭受蚊蝇、臭气、疾病的影响。

（5）废弃物的影响

施工期间将产生许多废弃物，这些废弃物在运输、处置过程中都可能对环境产生影响。车辆装载过多导致沿程废弃物散落满地，影响行人和车辆过往及环境质量。废弃物处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用、河流顺畅，破坏自然生态环境，影响城市的建设和整洁。废弃物的运输需要大量的车辆，如在白天进行，必将影响本地区的交通，使路面交通变得更加拥挤。

9.1.2.2 施工期环境保护措施

（1）交通影响的缓解措施

工程建设将不可避免地影响该地区的交通。在制订实施方案时应充分考虑到这个因素，对于交通特别繁忙的时段要求避让高峰时间（如采用夜间运输，以保证白天畅通）。

（2）减少扬尘

工程施工中旱季风扬尘和机械扬尘导致沿线尘土飞扬，影响附近居民和工厂，为了减少工程扬尘和周围环境的影响，建议施工中遇到连续的晴好天气又起风的情况下，对堆土表面洒上一些水，防止扬尘，同时施工者应对工地环境实行保洁制度。

（3）施工噪声的控制

运输车辆喇叭声、发动机声、混凝土搅拌机声以及地基处理等造成施工的噪声，为了减少施工对周围居民的影响，工程在距民居 200m 的区域内不允许在晚上十一时至次日上午六时内施工，同时应在施工设备和方法中加以考虑，尽量采用低噪声机械。对夜间一定要施工又要影响周围居民声环境的工地，应对施工机械采取降噪措施，同时也可在工地周围或居民集中地周围设立临时的声障之类的装置，以保证居民区的声环境质量。

（4）施工现场废物处理工程建设需要几百个工人，实际需要的人工数决定于工程承包单位的机械化程序。施工时可能被分成多块同时进行，工程承包单位将在临时工作区域内为劳力提供临时的膳宿。建设方及工程承包单位应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的

生活废弃物；工程承包单位应对施工人员加强教育，不随意乱丢废弃物，保证工人工作环境卫生质量。

（5）倡导文明施工，要求施工单位尽可能地减少对周围居民、工厂、学校的影响，提倡文明施工，做到“爱民工程”，组织施工单位、街道及业主联络会议，及时协调解决施工中对环境的影响问题。

（6）制定废弃物处置和运输计划

工程建设单位将会同有关部门，为本工程的废弃物制定处置计划。运输计划可与有关交通部门联系，车辆运输避开行车高峰，项目开发单位应与运输部门共同做好驾驶员的职业道德教育，按规定路线运输，并不定期地检查执行计划情况。

施工中遇到有毒有害废弃物应暂时停止施工并及时与地方环保、卫生部门联系，经他们采取措施处理后才能继续施工。

9.1.2.3 营运期环境影响

营运期污染源主要是灰尘污染、噪声源等。

（1）灰尘污染源分析

主要为防汛道路路面车辆运行时夹带的泥尘。

（2）噪声源

主要为车辆行驶及设备工作产生的噪声。

9.1.2.4 营运期环境保护措施

本工程建成运行后对周围环境影响不大，但为了进一步减小工程对环境的影响，本工程拟采取以下措施：

（1）运营期发生的灰尘污染：项目运营后，附近车辆通行会加

大，另外土地出让后，将会有较多单位施工搞建设，会产生更多的灰尘，市环卫部门应加大清扫力度，尽量控制灰尘的影响。

（2）噪声污染：据调查资料表明，距现场 30m 时测得的噪声值已达国家的《声环境质量标准》（GB3096-2008）的标准值。项目土地出让后，施工单位的工程采用先进的低噪声设备，对环境的影响会进一步减小。

9.2 水土保持方案

9.2.1 水土保持

9.2.1.1 编制依据

- 1、《中华人民共和国水土保持法》；
- 2、《中华人民共和国水法》（2002 年 8 月 29 日颁布）；
- 3、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》（国务院令 120 号）；
- 4、《中华人民共和国河道管理条例》（国务院令第 3 号）；
- 5、《湖北省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》；
- 6、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）；
- 7、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部令第 5 号，1995 年 5 月 30 日，2005 年 7 月 8 日修订）；
- 8、《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号，2000 年 1 月 31 日）；
- 9、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部令第

16 号，2002 年 12 月 1 日执行，2005 年 7 月 8 日修订）；

10、《全国水土保持预防监督纲要（2004～2015）》；

11、《湖北省人民政府关于划分水土流失重点防治区公告》（鄂政发〔2000〕47 号）；

12、《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；

13、《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）；

14、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T15773-2008）；

15、《水土保持工程概算编制规定》（水利部水总[2014]429 文）；

16、《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）。

9.2.1.2 工程所在水土流失防治分区及水土流失现状

本项目位于随州市境内，根据湖北省人民政府颁布的鄂政发〔2000〕47 号文件《湖北省人民政府关于划分水土流失重点治理区的公告》精神，项目所在地区水土流失容许值为 400t/kma。

9.2.2 主体工程水土保持评价

本工程填方充分利用开挖方，减少了借方，减少对周边土地的扰动。施工用地尽量安排在湿地以及河道管理范围内施工，避免了永久征地；在布置施工道路，尽量利用周边已有道路，这些均符合水土保持技术要求。

根据主体工程施工进度安排，本工程分段施工。工程主要安排在枯水期施工，特别是清淤工程开挖有效的避开雨季，减少了暴雨及径流对施工期开挖裸露面的冲刷，从而减少了水土流失的发生。

9.2.3 水土流失预测

9.2.3.1 预测时段的划分

根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》，水土流失预测应分施工建设期和自然恢复期两个时段进行。本工程施工期为 2 年，由于本工程为分段施工，流域跨越 2 个雨季，故施工期的预测时段可取 2 年。工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，水土流失将明显减小，但由于植物措施防护效果的相对滞后性，在自然恢复期项目区仍会有一定量的水土流失，本项目自然恢复期按两个季度计算。

9.2.3.2 可能造成水土流失危害

工程建设过程中，建设范围内的地表将遭受不同程度的破坏，局部地貌将发生较大的变化，如不采取水土保持措施，将淤积河道，影响河道行洪。

9.2.4 水土保持措施

9.2.4.1 防治目标

根据《开发建设项目水土流失防治标准》，该工程水土流失防治目标为三级标准，由于该区年均降雨量在 600mm 以上，相应指标值可以在基准值的基础上作略微提高，项目区的防治目标分述如下：

（1）对因工程施工扰动、占压的土地分区合理安排水土流失防治措施，使扰动土地治理率达到 92%；

（2）在工程建设期，首先建设各渣场的工程防治措施，将工程

开挖产生的弃渣集中堆放在规划的渣场内，发挥工程措施防治效益，施工期拦渣率达到 88%，试运行期拦渣率达到 92%；

（3）工程完工后，建设区水土保持方案措施全部到位，项目区内的水土流失得到有效治理，水土流失治理程度达到 82%，水土流失量控制率达到 80%，控制比达到 0.4 以上。

（4）工程完工后，施工用的弃渣场等扰动的地表全部布置植物措施，使项目建设区恢复植被指数达到 92%，林草覆盖率达到 18%，通过绿化美化建设，使生态环境质量明显提高，为当地群众创造一个良好的生产和工作环境。

表 9-1 水土流失防治目标

防 治 标 准	三级标准	
防 治 指 标	施工建设期	试运行期
水土流失总治理度（%）	*	82
土壤流失控制比	0.4	0.4
拦渣率（%）	88	92
扰动土地整治率（%）	*	92
林草覆盖率（%）	*	18
植被恢复系数	*	92

注：其中的“*”表示：指标值应根据批准的水土保持方案措施实施进度，通过动态监测获得，并作为竣工验收的依据之一。

9.2.4.2 防治责任范围

本工程防治责任范围分为项目建设区和直接影响区两个部分。项目建设区包括主体工程区、施工道路区及施工场地区。直接影响区包括主体工程区周边 2~3m、施工道路整修侧 1~2m、施工场地周边 1~2m 范围内等。

9.2.4.3 水土流失防治分区

根据建设活动类别、工程布局、防治责任、水土流失特点等，对防治责任范围划分为 5 个水土流失防治区：主体工程防治区、施工便道防治区、施工场地防治区、取土场、弃料场。

9.2.4.4 水土流失防治工程体系

本工程水土保持分区防治措施体系由主体工程防治区（对主体工程已经有防护措施评价和复核后补充的防护措施）、施工道路、施工场地 5 个水土流失防治分区构成。

9.2.5 防治措施

根据工程建设区地形、地质、土壤条件及区域水土流失状况，结合施工特点，按照工程措施和植物措施相结合，对建设区水土流失进行系统、全面设计，形成完整的水土流失防治体系。

9.2.5.1 主体工程防治区

根据工程设计可知，本工程对边坡进行工程措施与植物措施综合防护，有效减少了主体工程区的水土流失，充分利用开挖土方，减少借方，符合水土保持要求。

但主体工程施工中产生大量弃渣需要妥善处理，根据工程布置，设 1 个弃渣场。在弃渣场四周设排水沟，同时在排水沟末端设沉砂池。

9.2.5.2 施工便道防治区

为了满足施工区场内交通运输要求，在充分利用现有公路的前提下结合料场的分布，布置施工支道与工地相连。

为便于施工进行以及道理排水，在道路两侧或单侧开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，底×高 30×30cm，边坡 1: 1。

施工完毕，结合当地情况，占用土地部分经整治后，撒播绿肥草种白三叶，及时防护，减少水土流失，待后期农民复耕。

9.2.5.3 施工场地防治区

该工程共布置施工区各布置区包括施工营地、混凝土拌和站、施工机械设备停放及保养场、仓库等临时设施。

布置施工场地前，先剥离表层耕植土，厚约 30cm，集中堆放在场地的一侧，高约 2m，并控制边坡在 1: 2，周边设袋装土临时拦挡，挡墙为梯形断面：顶宽×高为 50×50cm，边坡 1: 0.5，并撒播红三叶绿肥草籽临时防护，防止水土流失的发生。

施工完毕后，应对建筑场地产生的硬化层进行清除，清除厚度为 30cm，剥离的弃渣就近运至附近施工道路填洼，最后将表土返还。经过土地整治后撒播绿肥草种白三叶，及时防护，减少水土流失，待后期农民复耕。

9.2.6 水土保持监测

9.2.6.1 监测内容与重点区域

水土保持监测的内容包括：水土流失影响因子、水土流失量的监测、水土流失危害监测、水土保持防治效果的监测。

根据水土流失预测可知，弃渣场为本工程的重点监测区域。

9.2.6.2 监测方法

监测的方法包括：实地调查法、现场巡查法、定位监测法、综合分析法。

9.2.6.3 监测时段及频次

地面观测时间：为整个建设期（包括施工准备期）。由于工程自然恢复期土壤侵蚀模数较小，拟不再进行地面观测。

地面观测频率：建设期非雨季两月 1 次，在雨季增加到每月 1～2 次，并在日降雨量大于 80mm 的雨后加测一次。

调查监测频率：不定期巡查，发现异常情况及时采取措施。

调查监测时间：监测时间为整个施工建设期和自然恢复期。监测期为 24 个月。

10 社会影响分析

10.1 社会稳定风险内涵

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

10.2 本项目社会稳定风险内容及其评价

拟建项目在建设、运行过程中引发社会稳定风险的因素众多，但归纳起来主要有两类：项目对社会产生的负面影响风险和项目与社会的互适性（社会对项目的认可接纳）风险。运用层次分析法，项目对社会稳定风险可分解为六种类型：政策规划和审批程序、征地拆迁及补偿、方案的技术经济性、生态环境影响、经济社会影响和媒体舆情。结合本方案各工程的具体情形，可能会诱发的异议、损失或不适等诸多社会风险及其评价主要如下：

（1）项目合法性、合理性遭质疑的风险

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

风险评价：项目合理性风险较小，项目合法

本项目经过充分可行性论证，严格按照法律法规和专业规范等有关规定办理报批手续，程序合法，手续齐全。

（2）项目可能造成环境破坏的风险

风险内容：在建设期内，本方案设计的工程的施工会对地表水、空气、噪声环境等方面产生一定程度的不利影响。施工过程中会产生大量粉尘，施工机械会有作业噪声，施工机械燃油或机油渗漏会引起油污染，施工物堆料场受降雨冲刷会引起地表径流污染，施工营地生活污水未经处理直接排放或生活垃圾随意抛弃会引起污染。大型挖掘机械及运土车辆对道路的损坏和环境卫生的破坏将不同程度的存在。另外，项目在运营期间可能也会对周边环境造成一定程度的影响。

风险评价：项目造成环境破坏的风险很小施工期的影响是局部的，短暂的，也是可逆的，但应采取适当的措施，将施工期对环境的影响降至最低。

①交通影响防治措施

在城市交通的高峰时，应停止或减少运送管道、弃土和材料的运输，减少拥挤，防止发生交通事故。

在施工道路上设立交通标识，夜间设警示灯，各施工段还应设监督点，防止行人、车辆落入施工坑内。

②大气污染防治措施

施工期间要做到文明施工、在天气干燥、有风等易产生扬尘的情况下，应对沙石临时堆存处采取洒水或覆盖堆场等抑尘措施，对运输碎料的汽车采取帆布覆盖车厢（保持车辆封闭式运输）和在非土质路面的运输路线上洒水的方法。对临时堆土表面苫盖或者洒水，防止扬尘。施工单位要按计划及时对弃土进行处理，并在装运过程中不要超载，采取措施保证装土车沿途不洒落，车辆驶出前将轮子上的泥土用水冲洗干净，防止沿程弃土满地，影响环境整洁，同时施工单位门前道路实行保洁制度，一旦有弃土应及时清扫。

③水污染防治措施

对于施工过程中产生的大量泥浆水，施工单位在施工期间将建设沉淀池进行处理。施工人员产生的生活污水、废水严禁直接排入周边环境。

④固体废弃物处理与处置

项目单位应加强对施工人员的教育，不随意乱丢废弃物，倡导文明施工。对于建筑垃圾，应按当地有关部门规定统一处置；对于生活垃圾，依托现有生活垃圾箱等相关设施进行临时收纳，由环卫部门收运。

⑤噪声污染防治措施

在工程施工时，为避免施工噪声扰民，同时又不至于影响交通，

施工尽量安排在白天中午车流量少的时候进行（避免夜间施工影响居民）。即使为了赶工期非要安排在夜间作业时，也不得将高噪声设备布置在夜间作业。工地用发电机要采取隔声和消声措施。

（3）项目可能引发社会矛盾的风险

风险内容：本方案涉及的工程实在施工过程中，难免会产生一定粉尘、噪音、施工废水等污染，影响周边的环境空气和居民生活。根据环境影响分析章节，通过落实相应的环保措施后，对周边居民影响在可控范围内。且本项目各工程均为生态环境治理工程，实施后项目所在地的生态环境将得到较大的改善，能够提高当地居民的生活质量。因此，建成后不会对当地居民带来干扰，不会引发居民的不满情绪。

10.3 社会稳定风险结论

通过上述对本方案各工程项目建设过程中可能发生的社会稳定风险进行了识别与分析。

综合评价：本工程项目符合法律、法规、规章和国家方针政策规定，符合多数群众的利益。该项目建成后，可以解决流域水质不达标、提高流域水环境质量，改善流域居民的生活环境。经分析，该项目符合国家有关政策和发展方向，具有良好的社会效益和经济效益。项目规模，总体方案设计合理，项目可行。

建议项目单位抓紧前期工作，积极落实建设资金，争取早日开工、早日建成。同时也建议各有关部门积极支持该项目的建设。

11 抗震设防

我国是世界上遭受地震灾害最严重的国家之一，地震基本烈度 6 度及其以上地区占国土面积 80% 以上，其中绝大部分属农村地区。20 世纪发生在我国的成灾地震近 1600 次，其中直接发生在城市的成灾地震不足 2%，其余的均发生在农村地区。

湖北省属中强地震活动区，历史上曾发生过多地破坏性地震，其中 $M \geq 6$ 级地震三次，给当地造成了较严重的经济损失和人员伤亡。广水中心城区地震基本烈度为 VI 度，设防烈度为 VI 度，属于地震不易发区域。

11.1 抗震设计依据

- （1）《中华人民共和国防震减灾法》；
- （2）《湖北省防震减灾条例》；
- （3）《建设工程抗震设防要求管理规定》（中国地震局令第七号）；
- （4）《湖北省工程建设场地地震安全性评价管理办法》（湖北省人民政府令第 183 号）；
- （5）《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223--2008）。

11.2 抗震设计的背景

抗震设防工作是防御和减轻地震灾害的重要措施，是防震减灾工

作的关键环节。包括 5.12 汶川特大地震在内的多次地震灾害表明，地震灾害损失主要是由于建筑物倒塌破坏造成的。因此，必须在基本建设工作中加强抗震设防要求管理，科学的做好抗震设计和规划选址。

11.3 抗震设计方案

11.3.1 场地选择

（1）在选择建筑场地时，根据工程需要，掌握地震活动情况，工程地质和地震地质的有关资料，对抗震有利、不利和危险地段做出综合评价后，确定是否提出场地避开要求。

（2）建筑物在进行地基和基础设计时注意以下几点：a、不宜将同一结构单元的基础设置在性质截然不同的地基上。b、不宜将同一结构单元部分采用天然地基，部分采用桩基。c、当地基土为软弱粘性土、液化土或严重不均匀土时，应估计地震时地基不均匀沉降或其他不利影响，并采取相应的措施。

11.3.2 建筑物的形状设计

（1）建筑设计符合抗震概念的设计要求，不采用严重不规则的设计方案。

（2）建筑物及其抗侧力结构的平面布置宜规则、对称并具有良好的整体性，建筑物的立面和竖向剖面宜规则，结构的侧向刚度宜均衡变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减

小，避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。

11.3.3 建筑物的结构体系

（1）结构体系根据建筑的抗震设防类别、抗震设防烈度、建筑高度、场地条件、地基、结构材料和施工等因素，经技术、经济和使用条件综合比较确定。

（2）结构体系应符合以下各项要求：

a、应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递途径。

b、应避免因部分结构或构件破坏而导致整个结构丧失抗震能力或对重力荷载的承载力。

c、应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力。

d、对可能出现的薄弱部位，应采取措施提高抗震能力。

11.3.4 结构分析

质量和侧向刚度分布接近对称且楼、屋盖可视为刚性横隔板，可采用平面结构模型进行抗震分析，利用计算机进行结构抗震分析时，应符合下列要求：

（1）计算模型的建立，必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作状况。

（2）计算机软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定，并应阐明其特殊处理的内容和依据。

（3）所有计算机计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

11.3.5 非结构构件

（1）非结构构件自身及其与结构主体的连接，应进行抗震设计。

（2）附着于楼、屋面结构上的非结构构件，应与主体结构有可靠的连接或锚固，避免地震时倒塌伤人或砸坏重要设备。

（3）围护墙和隔墙应考虑对结构抗震的不利影响，避免不合理的设置而导致主体结构的破坏。

（4）幕墙、装饰面与主体结构应有可靠连接，避免地震时脱落伤人。

11.3.6 结构材料与施工

（1）抗震结构对材料和施工质量的特别要求，应在设计文件上注明。

（2）结构材料性能指标，应符合下列最低要求：

a、砌体结构材料：烧结普通粘土砖和烧结多孔砖的强度等级不应低于 Mu10，其砌筑砂浆强度等级不应低于 M5。

b、混凝土结构材料应符合下列规定：混凝土的强度等级，对建筑物其框架柱、框架梁、节点核心区，不应低于 C25；构造柱、芯柱、圈梁与其他各类结构不应低于 C30。

c、普通钢筋宜优先采用延性、韧性和可焊性较好的钢筋。普通

钢筋的强度等级、纵向受力钢筋宜选用 HRB400 级热轧钢筋，箍筋宜选用 HRB400 级热轧钢筋。

（3）在施工中，当需要以强度等级较高的钢筋替代原设计中的纵向受力钢筋时，应按照钢筋受拉承载力设计值相等的原则换算，并应满足正常使用极限状态和抗震构造措施要求。

本项目设计时要严格按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）、《湖北省地震应急预案》（鄂政办发〔2015〕52 号），《广水市地震应急预案》（广政办发〔2015〕25 号）及其他相关规定执行。

12 节能、劳动安全卫生及消防

12.1 节能

12.1.1 必要性

能源是社会生产发展的基础，节约能源是我国长期的战略任务。现在我国能源利用率很低，消耗指标很高，节约能源不仅极其必要，而且潜力很大。它是提高经济效益的一个重要方面，也是我国能源政策的重要组成部分。因此，项目建设采用的技术、设备、材料力求最少的能源消耗。

12.1.2 节能节水原则

能源消耗于生产、生活的每个过程，涉及生产设备及配用的变压器、电机、水泵和风机等设备的运行，在工程设计中制定各专业设计方案时，应遵守以下原则。

- （1）所有设备选用节能型。
- （2）总体布置上力求紧凑，按流向布置，缩短运输的距离，尽量避免大量物品的二次倒运，减少人力、物力消耗。
- （3）用能单位设置相应的计量器具，对水、电消耗进行计量，采取有效措施制约能源过度消耗。

12.1.3 节能节水措施

节水措施：

- （1）漂洗水循环利用，减少清水的用量，降低排水量。
- （2）绿化、道路清洒等用水尽量采用洗涤水、河水或水库水，节约水源。

节电措施：

- （1）通过对机泵设备进行优化比选，尽可能采用安全可靠而且技术先进的高效设备以节约能源。
- （2）主要用电设备采用变频调速系统，变负荷运行时，减少电流损失，节约用电。
- （3）项目所有电动机一律选用高效节能电机，既减少用电消耗，节约能源，又可降低噪音。
- （4）采用高光效、长寿命的气体放电灯光源。

12.2 劳动安全卫生

12.2.1 主要危害因素分析

本工程的主要危害因素可分为两类，其一为自然因素形成的危害和不利影响，一般包括地震、不良地质、暑热、雷击、暴雨等因素；其二为生产过程中产生的危害，包括灰尘、机械伤害、噪声振动、触电事故、坠落及碰撞等各种因素。

自然危害因素分析：

（1）地震。地震是一种能产生巨大破坏的自然现象，尤其对构筑物破坏作用更为明显，作用范围大，威胁设备和人员的安全。

（2）暴雨和洪水。暴雨和洪水威胁安全，其作用范围大。

（3）雷击。雷击能破坏建构筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生，其出现的机会不大，作用时间短暂。

（4）不良地质。不良地质对建构筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。不良地质可能引起供水管网破裂，影响正常供水。

（5）气温。人体有最适宜的环境温度，当环境温度超过一定范围，会产生不舒服感，气温过高会发生中暑；气温过低，则可能发生冻坏设备。气温对人的作用广泛，作用时间长，其危害后果较轻。

自然危害因素的发生基本是不可避免的，因为它是自然形成的，但可以对其采取相应的防范措施，以减轻人员、设备等可能受到的伤害或损坏。

施工作业危害因素分析：

（1）高温辐射

当工作场所的高温辐射强度大于 $4.2\text{J}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ 时，可使人体过热，产生一系列生理功能变化，使人体体温调节失去平衡，水盐代谢出现紊乱，消化及神经系统受到影响，表现为注意力不集中，动作协调性、准确性差，极易发生事故。

（2）振动与噪声

振动能使人体患振动病，主要表现在头晕、乏力、睡眠障碍、心悸、出冷汗等。

噪声除损害听觉器官外，对神经系统、心血管系统亦有不良影响。长时间接触，能使人头痛头晕，易疲劳，记忆力减退，使冠心病患者发病率增多。

（3）其它安全事故

发生安全事故将造成设备损失，危及人身安全。此外，触电、碰撞、坠落、机械伤害等事故均对人身形成伤害，严重时可能造成人员的死亡。

12.2.2 安全卫生防范措施

（1）抗震。本工程区域地震基本烈度为VI度，道路设计按VI度设防。本工程的建、构筑物抗震设计均按《建筑抗震设计规范》（GB500011-2010）的有关要求进行。

（2）防雷。本工程照明三类防雷建筑物，设计已采用相应的防雷措施。

（3）防不良地质。根据资料显示，施工地段没有影响稳定性的活动断裂，无不良地质存在。

（4）防暑。工人的工作时间尽可能地避开高温时段，工地现场准备好防暑药品，做好工人的防暑工作。

（5）减振降噪。在施工工程中，一些大型的机械设备将产生噪音，为了降低噪音对附近居民的影响，在噪音较大的机械设备上设置消音器及减震底座。并避开居民休息时间作业。

（6）防火防爆。施工过程中，各装置的布置均留有足够的防火

安全间距。

（7）道路施工要注意防范沥青烫伤、石子击伤等安全事故。

（8）其它。为了防止机械伤害及坠落事故的发生，机械设备的可动部件设置必要的安全防护网、罩；地沟、水井设置盖板；有危险的吊装口、安装孔等处设安全围栏；在有危险性的场所设置相应的安全标志及事故照明设施。

12.3 消防

因本工程为水环境治理工程，项目本身不存在火源点。主要是施工材料的消防问题，考虑到施工场地的消防需要，在施工临时用地处每隔 120 米需设置消火栓。

12.3.1 适时开展生态补水

河道的生态水量是指维系河道生态系统健康所必需的水量，其对河流生态系统的结构、功能、形态的维护具有重要意义。为保证河流的生态水量，维护河道生态环境健康，促进水体流动性，可通过中水回用、海绵城市改造、生态排口改造等达到水质和水量协同保障效果。

13 组织机构和劳动定员

13.1 项目管理

13.1.1 项目实施原则及步骤

- （1）本项目实施应符合国内基本建设项目的建设和审批程序。
- （2）建立专门的机构作为项目的执行单位，负责项目实施的组织、协调和管理工作。
- （3）项目的设计、供货、施工、安装等单位与项目建设单位签订有关项目管理合同，违约者应按照国家的相关法律和合同约定进行处理。
- （4）项目执行单位应为项目履行单位开展工作积极创造有利条件，项目履行单位也应服从项目执行单位的指挥和调度。
- （5）项目执行单位应与项目履行单位协商制定项目实施计划表。

13.1.2 项目组织管理机构

项目建设单位为随州市生态环境局广水市分局。

根据本项目工程情况，工程项目部另设三个职能部门：

- （1）行政管理部：负责日常行政以及与项目履行单位的接待，联络等工作。
- （2）成本合约部：负责项目的财务计划和实施计划安排与项目履行单位办理合同协议手续，以及资金使用安排及收支手续。

（3）工程管理部：负责项目的技术文件，技术档案的管理工作，主持设计图纸的会审，处理有关技术问题，组织技术交流，组织职工的专业技术培训，技术考核等工作。

13.1.3 工程建设管理

工程建设严格实行“四制”的建设管理模式，从项目法人、项目招标投标、项目建设监理以及政府质量监督等各个环节加强工程建设管理，确保工程建设顺利进行。

（1）组织管理

该工程建设由项目单位负责具体实施，项目建成后由项目公司负责管理及运营、维护。

（2）技术管理

工程招标：严格执行国家的有关法律、法规，按照“项目法人制、工程监理制、招标投标制、合同管理制”，本着“公平、公正、诚实信用、择优”的原则进行招标、投标，选择施工、设备采购单位。通过招标、投标，审核施工队伍的水利施工资质，选择技术力量强、资金雄厚、水利、市政工程施工经验丰富、信誉好的施工队伍。

工程监理：具备水利水电、市政工程监理资质的监理单位，派遣具有丰富经验的监理工程师对该项目工程进行全面监理，对设备和材料的质量进行严格检查，防止偷工减料、以次充好等现象的发生，不留隐患，对工程的关键部位及关键工序，实行旁站监理、跟踪监理，以确保工程质量和进度。

（3）政府监督

发改局、财政局和环保局、水利工程质量监督站组织力量定期检查施工进度和施工质量及建设资金的使用情况。实行工程验收制度，工程完工，及时组织法人验收和政府竣工验收。

13.2 项目施工组织设计

13.2.1 施工条件

（1）地理位置及对外交通：本项目主要集中在广水市应山河、广水河，工程对外物质运输均可通过现有公路交通网抵达工地，工程对外交通条件便利。

（2）工程布置：由于本次项目是在现河道沿线以及湿地上进行，故工程总体布局仍维持现有布置形式不变。

（3）施工场地条件：由于工程内容均布置于河岸沿线及湿地，周围都有大片滩地可作为施工所需的辅助企业可就近布置。

（4）施工供水、供电：施工用水可就近从各河道或水库中抽取，用水比较方便，供电在施工沿线均有接入口，可以协调使用。

13.2.2 主要建筑材料供应

工程所需天然建筑材料主要为砂、块石和碎石。

混凝土所用砂料可在河流附近就近开采，储量丰富，质量满足工程要求。经调查，需于工程建设地附近石料场购买，平均运距为 20km。原岩质量较好，较为坚硬。储量非常丰富，交通便利，完全满足工程

设计需求。

13.2.3 工程施工特点

工程施工范围较广，受水文季节的影响；施工作业面呈带状分布、狭窄；单项建筑物施工规模小，适宜于机械作业操作，人工配合。

工程主要施工项目包括土方开挖、土石方回填、混凝土浇筑、浆砌石砌筑等。

13.2.4 施工导流设计

项目区主要位于澠河流域，澠河流域雨洪关系十分密切，径流年内分配季节性相当明显，洪水一般发生在秋夏两季。从历年统计资料来看，工程区 11~4 月降雨量少，上游来水量亦较小，5~9 月降雨量多，上游来水量大，水位较高。洪水主要由暴雨形成，持续时间短，一般为 1~2 天，常形成陡涨陡落的尖峰洪水。在分析水文资料后，可将 5~9 月划分为洪水期，11~3 月划分为枯水期，4 月、10 月划分为汛前、汛后期。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303—2004）和《水利水电工程施工导流设计导则》（DL/T5114—2000）的规定，临时建筑物为 5 级，相应导流建筑物设计洪水标准为洪水重现期 3~5 年（土石类），本工程采用枯水期 3 年一遇设计。

13.2.5 料场的选择与开采

工程施工需要大量的工程砌石。

（1）砂石料

工程区砂料分布在项目区的周边，质量优良，以黄褐色中粗砂为主，局部河段为砾砂、砂卵石，砂矿物成分主要为石英、长石、云母，储量丰富。

（2）块石料

大块石料分布在吴山石料场。该处料场现有集体、个体石料场在开采，是广水市主要石料供应点，有块石及各种成品的碎石料供应。石料岩性主要为磨盘组上段白云钠长石英片岩及浅粒岩，石质较坚硬，其开采运输条件良好，质量、数量均可满足工程需要。

13.2.6 施工场地平面布置

（1）施工布置原则

本工程施工场地分散，施工战线长，施工强度不大，在方便施工的基础上，各种施工辅助企业应尽可能简化布置，尽量少占耕地。

（2）施工布置

本工程主要施工作业内容分布于河道沿，在尽量少占耕地的原则下，施工辅助企业则沿河道两侧紧凑布置。生活房屋尽量利用现有管理房屋及民房，现场仅设少量工棚。

14 项目招标

14.1 招标依据

根据中华人民共和国国家发展计划委员会第九号令，建设项目相关报告需增加招标内容，并作为研究报告附件与研究报告一同送交项目审批部门审批。

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

根据《中华人民共和国招标投标法》规定，本项目必须招标。

14.2 招标范围

本项目招标范围，包括建筑施工、安装工程、设备采购等。

14.3 招标组织形式

上述招标范围，将采取委托有相关资质的单位组织招标，保证工程项目在公平、公正、公开、透明、有序的原则下进行。

在资格预审阶段，由专门机构组织“资格预审评审委员会”进行资格预审评审工作。参加人员有：有关领导、有关专业技术和财务经济专家，7人以上单数组成。

评标工作应按照严肃、认真、公平、公正、科学合理、客观全面、竞争优选和严格保密的原则进行，保证所有的投标人的合法权益。

评标由评标委员会负责。评标委员会由有关领导和有关技术、经济方面专家组成，成员为 5 人以上单数，其中技术、经济等方面专家大于成员总数的 2/3。这些专家从事相关领域工作满 8 年，并具有高级职称或具有同等专业水平。

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种形式。具备编制相应招标文件 and 标底、组织开标、评标能力的业主可以自行招标；凡不具备条件的业主应当委托具有相应资质证书的建设工程招标投标代理机构代理招标。根据项目业主的情况，本工程拟委托招标。

14.4 招标方式

招标方式可分为公开招标、邀请招标和议标（直接委托）三大类型。鉴于本项目不属于保密性、专业性要求特别高的工程，不采用议标方式，拟采取公开招标方式。具体见招标情况表。

表 14-1 招标情况表

类别	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方式	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	√			√	√			
设计、监理	√			√	√			
建筑项目	√			√	√			

类别	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方 式	备 注
安装项目	√			√	√			
设备	√			√	√			
重要材料	√			√	√			含建筑材 料
其他							√	
合计								
情况说明：招标项目全部委托具有招标资格的招标公司或咨询公司进行。 年 月 日								

15 项目实施进度及长效机制建立

15.1 本项目实施进度

本项目前期阶段工作包括项目立项、项目申请报告编制、项目审批。而后进入项目准备阶段、项目施工阶段、项目竣工验收阶段。根据项目设计工程量、工程地质情况和施工难度 预计可行性研究报告批复后，项目从完成前期准备工作到竣工验收投入使用合理工期需 28 个月，到 2022 年底可完工。

为了使项目建设顺利进行，严格要求按照基本建设的程序，循序渐进来安排实施。本项目计划从以下三个阶段实施。为加快建设速度，缩短建设周期，各阶段允许有一定交叉。

第一阶段：前期准备阶段

本阶段的主要工作内容包括：编制项目可研报告；编制计划任务书；办理相关审批手续；进行项目工程设计等工作。

第二阶段：施工阶段

本阶段主要工作内容制定工作计划、建设准备、组织施工、生产准备、具体工作内容：

1) 制定年度工作计划。包括建设进度安排、资金使用安排、主体与设备配套相互衔接、编制招标文件、进行施工阶段招标、选择监理单位及施工单位。

2) 建设准备。作好技术准备，搞好“三通一平”工作；修建临时生产和生活设施；协调图纸和技术资料供应。

组织施工：按计划、设计文件的规定，编制施工组织设计，进行施工。

生活准备：包括组织机构设置，人员配备及培训。

第三个阶段：竣工投产阶段

本阶段主要工作包括项目竣工验收和交付使用工作。

表 15-1 项目实施进度表

年度 名称	项目建设（2020 年 9 月-2022 年 12 月） 共 28 个月											
	3	6	9	12	14	16	18	20	22	24	26	28
项目前期审批工作	■											
图纸设计及招标等准备工作		■										
污水处理站尾水湿地工程			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
流域水生态系统构建工程		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
河道缓冲带修复工程			■	■	■	■	■	■	■	■		
项目整体竣工验收											■	■

15.2 落实长效管理机制

为巩固本项目生态修复效果，今后需加强水体动态监测及维护管理工作，需要关注以下问题：

15.2.1 严格落实河长环境管理考核机制

明确河道管理责任主体，作为不跨行政区的水体，成立河长制工作领导小组，全面建立县、乡镇、村（社区）三级河长制体系，明确

河长及成员单位职责，落实管护队伍，进行日常水面漂浮物和岸坡垃圾清理，保障水环境清洁宜人，并保障专项资金支持。此外，需建立工作督查制度，确保全面建成河长制、推进河湖保护工作。

15.2.2 定期开展汇水区域水质监控

水生态修复工程完工后，短期内河流水质变好，但其具有反复性。已有大量研究表明治理河道的营养盐仍处于高水平，水体处于富营养化状态，当外界条件如温度、光照等条件适宜时，已治理的河道易发生水华等次生灾害，水中藻类也会导致水体发臭。

因此控制水体污染治理后的富营养化及其次生灾害是河道生态修复效果长制久清的关键一环。若水华现象严重，则会引起一系列后续反应。若个别时段溶解氧过高，氮元素含量较高，且水体存在一定微臭或发黄发绿现象，温度等气象条件适宜时，藻类易大量繁殖，水体具备发生水华的基础条件，存在一定隐患。

水生态修复治理后的氮磷控制和水华防治非常重要，需提高警惕，加强动态监控，采取增加曝气量、提高水体流动性、引入清洁水源等科学手段防范水华发生。并对治理后的污染水体进行水质长期跟踪监测，若水质出现下降或臭味加重、颜色异常，及时反映给相关责任部门，采取应急处理措施，防止水质恶化或臭味问题引起民众不适。

15.2.3 加强水生植物的维护管理

本项目在大部分河段采取了水生植物栽培的方式净化水体的同

时，提升河道景观效果。但水体整治后短期内水生态系统物质循环链尚未健全，水生植物的残体腐烂分解时部分生物质和体内的氮磷元素释放到水体，后者会成为污染物，增加水体污染负荷，致使水中氮磷元素及有机物浓度不降反升，甚至导致水体富营养化加剧。且本项目采取了少量苦草、黑藻等繁殖较快的水生植物，若缺乏良好的维护，易造成二次污染。因此，在利用水生植物修复污染较严重的水体时，需安排专人维护湿地植物、修剪换季植物茎叶、及时清理水中惨枝败叶等植物残渣，定期保障湿地植物提升水质而不增加水体污染负荷，直至水生态环境达到健康稳定的循环状态。

15.2.4 创新长治久清工作机制

围绕河道整治长治久清目标，相关责任部门应积极吸取其他地区成功的治理经验，并结合水体自身特点，广纳民意，形成管、治、保体系和常态长效跟踪监管机制，做好控源截污、定期监测、日常管护、资金制度保障，对存在的安全隐患逐一落实到责任单位或责任人，实现广水河及应山河流域的精细化管理，确保长制久清。

16 工程投资估算与资金筹措

16.1 投资估算

16.1.1 投资估算范围

本项目对项目建设和生产运营所需投入的全部资金即总投资进行估算，包括建设投资和流动资金两部分。

按工程建设投资实行“静态控制，动态管理”的要求，建设投资分为静态投资和动态投资两部分。静态投资部分由建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费、工程建设其他费用、基本预备费五部分构成，动态投资部分由涨价预备费、建设期利息构成，本次项目建设不计动态投资。

16.1.2 投资估算依据

- 1、水总[2014]429 号文颁发的《水利工程设计概（估）算编制规定》；
- 2、水总[2014]429 号文颁发的《水利工程设计概算定额》；
- 3、湖北水利建设经济定额站《水利水电工程补充预算定额》（试行）第一期；
- 4、水总[2014]429 号文颁发的《水利工程施工机械台时费定额》；
- 5、鄂建[2008]214 号文颁发的《湖北省建筑工程消耗量定额及统一基价表》、《湖北省土石方工程消耗量定额及统一基价表》、《湖

北省安装工程消耗量定额及单位估价表》；

6、鄂建[2018]《湖北省市政工程消耗量定额及统一基价表》；

7、《广水市工程造价信息》（2020 年 4 月）；

8、鄂建[2006]26 号文颁发的《湖北省建设项目总投资组成及其它费用定额》（2006 年 3 月）；

9、随州市类似工程技术指标；

10、国家及湖北省相关的政策法规和基本建设收费标准；

11、现行其它相关建设项目收费标准；

12、有关生产及销售厂家对设备及工器具的市场价格信息

16.1.3 建设投资估算

根据湖北省现行的预算定额、主要材料预算价格和工程投资估算等指标，广水市澠河流域（应山河、广水河）水生态修复工程固定资产投资 4881.84 万元（其中：第一部分费用为 3015.65 万元；第二部分费用合计为 703.58 万元，预备费 356.07 万元，铺底流动资金 74.94 万元）。本项目总投资 4881.84 万元的具体构成详见下表。

表 16-1 投资构成一览表

序号	名称	投资总额	所占比率
1	工程费用	3747.24	76.76%
2	工程建设其它费用	703.58	14.41%
3	预备费	356.07	7.29%
4	铺底流动资金	74.94	1.54%
5	建设投资合计	4881.84	100.00%

表 16-2 工程投资估算表

序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	建筑工程 费（万元）	设备购置费 （万元）	安装工程费 （万元）	小计 （万元）	备注
(一)	流域水生态系统构建工程				133.63	662.20	52.976	1848.81	
1.1	玉明橡皮坝与护城河汇水段								
1.1.1	底泥改良	8500	m ²	180		153.00	12.24	165.24	复合菌剂投加量：0.3kg/m ²
1.1.2	沉水植物	3000	m ²	160	48.00			48.00	种植品种：苦草、眼子菜、狐尾藻、竹叶眼子菜
1.1.3	挺水植物	400	m ²	145	5.80			5.80	种植品种：美人蕉、芦苇、鸢尾、香蒲
1.1.4	浮叶植物	300	m ²	120	3.60			3.60	种植品种：睡莲、萍蓬草、荇菜
1.1.5	生态浮岛	1000	m ²	850	85.00			85.00	种植品种：黄花鸢尾、千屈菜、梭鱼草、再力花，种植密度：16 孔/m ²
1.1.6	500t/d 砾间接触氧化池	1	座		96.00	9.60	0.77	106.37	
1.2	九龙河大桥到强海公司南段								
1.2.1	底泥改良	9000	m ²	180		162.00	12.96	174.96	复合菌剂投加量：0.3kg/m ²
序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	建筑工程 费（万元）	设备购置费 （万元）	安装工程费 （万元）	小计 （万元）	备注
1.2.2	沉水植物	7500	m ²	160	120.00			120.00	种植品种：眼子菜、狐尾藻、竹叶眼菜

序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	建筑工程 费(万元)	设备购置费 (万元)	安装工程费 (万元)	小计 (万元)	备注
1.2.3	生态浮岛	1000	m ²	850	85.00			85.00	种植品种：黄花鸢尾、千屈菜、梭鱼草、再力花，种植密度：16孔/m ²
1.2.4	1000t/d 砾间接接触氧化池	1	座		196.00	15.40	1.23	212.63	
1.3	十里幸福里小区支沟段								
1.3.1	底泥改良	5000	m ²	180		90.00	7.20	97.20	复合菌剂投加量：0.3kg/m ²
1.3.2	沉水植物	4000	m ²	160	64.00			64.00	种植品种：苦草、眼子菜、狐尾藻、竹叶眼子菜等
1.3.3	浮叶植物	300	m ²	120	3.60			3.60	种植品种：睡莲、萍蓬草、荇菜等
1.3.4	人工水草	100	m ²	108	1.08			1.08	
1.4	工业园区强海鞋厂支沟段								
1.4.1	底泥改良	5300	m ²	180		95.40	7.63	103.03	复合菌剂投加量：0.3kg/m ²
1.4.2	挺水植物	300	m ²	145	4.35			4.35	种植品种：苦草、眼子菜、狐尾藻、竹叶眼子菜等
1.5	阳家细河响水潭至汇入广水河段								
1.5.1	底泥改良	7600	m ²	180		136.80	10.94	147.74	复合菌剂投加量：0.3kg/m ²
1.5.2	沉水植物	25000	m ²	160	400.00			400.00	种植品种：眼子菜、狐尾藻、竹叶眼菜等

序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	建筑工程 费(万元)	设备购置费 (万元)	安装工程费 (万元)	小计 (万元)	备注
1.5.3	挺水植物	800	m ²	145	11.60			11.60	种植品种：美人蕉、芦苇、鸢尾、香蒲等
1.5.4	浮叶植物	800	m ²	120	9.60			9.60	种植品种：睡莲、萍蓬草、荇菜等
(二)	污水处理站尾水人工湿地工程				1027.00	0	0	1027.00	
2.1	城南明渠污水处理站尾水人工湿地								
2.1.1	潜流湿地（推荐：芦苇、香蒲等）	3000	m ²	1160	348.00			348.00	
2.1.2	表面流湿地（含生态滞留塘与水质稳定塘）	1500	m ²	580	87.00			87.00	
2.2	十里街曾家湾（灵台山）污水处理站尾水人工湿地								
2.2.1	潜流湿地（推荐：芦苇、香蒲等）	4000	m ²	1160	464.00			464.00	
2.2.2	表面流湿地（含生态滞留塘与水质稳定塘）	2000	m ²	640	128.00			128.00	
(三)	河道缓冲带修复工程				855.02	15.20	1.22	871.44	
3.1	应山河汪家畈区段植被缓冲带								
3.1.1	木林	1000	m ²	380	38.00			38.00	
3.1.2	草本植物（含坡面精整）	4000	m ²	78	31.20			31.20	
3.1.3	挺水植物	3000	m ²	130	39.00			39.00	
3.1.4	沉水植物	2000	m ²	160	32.00			32.00	

序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	建筑工程 费(万元)	设备购置费 (万元)	安装工程费 (万元)	小计 (万元)	备注
3.2	应山河汪家畈区段生态袋护岸	2000	m ²	280	56.00			56.00	
3.3	李店张扬村段植被缓冲带								
3.3.1	木林	600	m ²	380	22.80			22.80	
3.3.2	草本植物（含坡面精整）	2400	m ²	78	18.72			18.72	
3.3.3	挺水植物	1800	m ²	145	26.10			26.10	
3.3.4	沉水植物	1200	m ²	160	19.20			19.20	
3.4	李店张扬村段生态袋护岸	1200	m ²	280	33.60			33.60	
3.5	李店张扬村段生态前置塘								
3.5.1	挺水植物	2000	m ²	145	29.00			29.00	
3.5.2	沉水植物	3000	m ²	160	48.00			48.00	
3.5.3	浮水植物	5000	m ²	120	60.00			60.00	
3.5.4	曝气装置	2	座	76000		15.20	1.22	16.42	
3.6	广水街道办城区段植被缓冲带								
3.6.1	木林	2000	m ²	380	76.00			76.00	
3.6.2	草本植物（含坡面精整）	8000	m ²	78	62.40			62.40	
3.6.3	挺水植物	6000	m ²	145	87.00			87.00	
3.6.4	沉水植物	4000	m ²	160	64.00			64.00	
3.7	广水街道办城区段生态袋护岸	4000	m ²	280	112.00			112.00	
建设项目总投资					3015.65	677.40	54.19	3747.24	

表 16-3 工程建设其它费用

序号	工程或费用名称	数量	单位	单价 (元)	小计(万元)	备注
一	工程建设其它费用				703.58	
1	青苗补偿费	24000	m ²	3.2	7.68	鄂土资函[2014]242 号
2	前期咨询服务费				32.50	发改价格[2015]299 号
3	建设单位管理费				112.42	财建[2016]504 号
4	工程建设监理费				115.40	国家发改委、建设部发改价格【2007】670 号文、鄂建监协【2015】7 号文
5	工程勘察费				56.21	建设部建标【2011】1 号文
6	工程设计费				126.25	国家计委、建设部计价格【2002】10 号文
7	施工图预算编制费				12.63	鄂价工服规[2012]149 号
8	竣工图编制费				10.10	发改价格[2015]299 号
9	场地准备及临时设施费				37.47	工程费用 1%
10	工程保险费				16.86	工程费用 4.5‰
11	生产准备与开办费				37.47	工程费用 1%
12	联合试运转费				74.94	工程费用 2%
13	招标代理服务费等				13.12	发改办价格[2011]534 号
14	施工图审查费				33.73	工程费用 0.9‰
15	水土保持补偿费				10.00	鄂价环资[2017]93 号
16	防洪影响评价费				6.00	
17	交易平台信息服务费				0.80	鄂价工服[2017]61 号
二	预备费				356.07	
1	基本预备费				356.07	(一+二) *8%
2	涨价预备费				0.00	
三	铺底流动资金				74.94	
工程建设其他费用总投资					1134.59	

16.2 资金筹措方式与来源

广水市澠河流域（应山河、广水河）水生态修复工程项目为非生产性项目，总投资 4881.84 万元，资金拟申请中央资金和地方配套资金等方式筹措。

17 结论与建议

17.1 主要结论

（1）本工程的建设将改变项目区水体污染杂乱现状，改善和保护水环境，因此澩河流域应山河及广水河段水生态修复工程的实施是十分必要的，以满足促进生态文明建设、保障河道安全、保护水环境和水生态、加速区域旅游业发展、推动流域内开发建设的要求。

（2）澩河流域水生态系统构建主要包括对应山河及广水河流域中内源污染较严重的区段进行底泥基质改良，通过投入微生物菌剂等措施，逐步恢复水体的生态系统，重建河底生物链；构建沉水植物、浮水植物、挺水植物系统，辅以人工水草技术，净化水质；针对拦水坝前水流波动较小的区域设置生态浮岛，实现植物、载体填料、微生物、生态系统的各环节与水交互作用；构建砾间接触氧化工程，营造河道水生态生境，为鸟类及水生动物提供栖息地。工程实施后，可实现澩河上游每年可分别削减 COD、氨氮、总磷分别约为 188.57t、63.02t、49.66t。

（3）澩河流域城区污水厂尾水人工湿地工程包括对来自应山街办、十里街办、广水市城郊等城镇聚集区及工业区后的 2 处污水处理站排口处建设人工湿地，旨在对污水厂尾水进行人工湿地深度处理后最终排入应山河，湿地出水水质达到地表水Ⅳ类标准，其中部分指标可达到地表水Ⅲ类标准。本工程实施后，可实现 COD 年削减 16.43t/a，BOD 年削减 3.29t/a，氨氮年削减 2.19t/a，总磷年削减 0.16t/a，可以

有效改善应山河水质，促进其主要水质指标保持Ⅲ类目标。

（4）潯河流域沿线生态缓冲带工程主要包括对应山河及广水河沿线两岸建设植被缓冲带、生态护坡、生态前置塘等生态缓冲带工程，针对地势平坦污染区段建设植被缓冲带，有效的消减河道面源污染负荷；对于无硬质岸堤的河道污染区段建设生态护坡工程，构建河道生态保护系统；对于污染分散区段设置生态前置塘，在植物及微生物降解作用下，水体中污染物被净化，再排入河道中。工程实施后，可实现 COD 年削减 189.61t/a，氨氮年削减 45.22t/a，总磷年削减 2.77t/a。

（5）本工程的实施对提高水环境质量、促进水生态系统的良好发育，加快区域建设、促进生态文明建设、保证地方社会的可持续发展有着十分迫切、重要的意义。工程实施具有良好的生态环境效益和社会效益。

（6）总投资与资金筹措：本工程总投资 4881.84 万元，拟申请中央资金和地方配套资金等方式筹措。

17.2 主要建议

（1）本工程技术上可行，经济上合理，建议尽快开展本工程后续工作，安排资金，尽早批准实施。

（2）建议尽快完善流域内市政配套工程，积极加快内排水雨污管网改造工作，加强城镇生活污水收集率，避免污染物影响河道水质。

（3）建议同步加快流域沿线农村污染防治工作，避免农村生活垃圾、农村生活污水、农业散养畜禽养殖废水等影响河道水质。

（4）工程实施后，应加强工程后期管护。建立健全的运行管护制度，落实管护主体单位，明确管护责任，做到责任明确、制度规范、落实到位。

附件1

广水市发展和改革局文件

广发改审批服务[2020]1号

关于广水市澠河流域（应山河、广水河）水环境 综合治理项目可行性研究报告的批复

随州市生态环境局广水市分局：

你局报来的《关于广水市澠河流域（应山河、广水河）水环境综合治理建设项目可行性研究报告批复的申请》已收悉，并通过我局组织的专家评审，现批复如下：

一、项目地址：广水市应山河、广水河流域沿岸

二、项目法人单位：随州市生态环境局广水市分局

建设规模及主要建设内容：项目涉及广水市10个乡镇办事处及其沿岸的72个村落，958个自然湾居民共144957人，结合存在的水环境问题，为切实改善澠河流域广水境内水环境质量，特拟定以下工程项目包括：

（1）污水处理厂尾水治理工程：对李店镇污水处理厂、杨寨镇污水处理厂、陈巷镇污水处理厂、太平镇污水处理厂

尾水治理提标升级；

（2）农村环境治理工程：新建污水收集管网 DN200-DN300 及共计 93.1km，新建 30t/d-50t/d 污水处理站合计 140 个，庭院式人工湿地 1t/d 共 810 个，配套垃圾箱 11600 个，垃圾收运车 72 辆，垃圾中转站 10 个，垃圾储存池 72 个，在澩河流域各村开展畜禽养殖污染治理，修建沼气池 57 座，饮用水源地保护隔离防护栏 20.4km，保护水源警示标志 40 个。

（3）支沟治理工程：广水河支流清淤 5 万 m^3 ，DN600 截污干管 3.4km，生态护坡 3km，强海明渠及幸福里小区支沟清淤并新建 3000 吨/日污水处理站，在沟渠中构建沉水植物和挺水植物一个生态净化系统新建人工浮岛等。

（4）内源污染治理修复工程：对广水河、应山河及王店断面上游清淤底泥处理 36.5 万 m^3 ，建设 29.2 万 m^2 的沉水植物，5 万 m^2 的挺水植物，8500 m^2 的人工浮岛。

三、总投资及资金来源：总投资 39831.51 万元，资金来源主要为申请上级补助资金及项目单位自筹。

四、在项目建设过程中，应严格执行《招标投标法》等有关法律法规和规章规定，认真组织项目的招标投标工作。

五、项目联系人：王艳华 电话：15172797166

六、项目建设期：2020 年 1 月-2022 年 12 月。

八、请接此批复后，按照项目审批和基本建设程序，委托相应的有资质单位编制初步设计报我局审批，同时抓紧到有关单位办理相关手续，并在完成项目建设前期准备工作具备开工条件后再开工建设。

九、本批复文件有效期限为 2 年，自发布之日起计算。在批复文件有效期内未开工建设的项目，应在批复文件有效期届满 30 日内向我局申请延期。项目在批复文件有效期内未开工建设也未来我局申请延期的，或虽提出延期但未获批准的，本批复文件自动失效。

项目代码：2019-421381-77-01-024555

附：审批部门核准意见

此复



广水市发展和改革局

2020 年元月 8 日印发

附件2

广水市澠河流域（应山河、广水河） 生态修复工程项目可行性研究报告评审 专家组意见

广水市发展和改革局于2020年7月31日在广水市城市发展的投资有限公司一楼会议室主持召开了《广水市澠河流域（应山河、广水河）生态修复工程项目可行性研究报告》的专家评审会。参加会议的有广水市发展和改革局、随州市生态环境局广水市分局（建设单位）、中南安全环境技术研究院股份有限公司（设计单位）以及特邀专家共12人。会议邀请5名专家组成专家组（名单附后）。

会议期间，设计单位汇报了可行性研究报告主要内容，经专家及与会代表认真讨论与评议，专家组认为该项目可行性研究报告编制规范，内容全面，可研深度满足相关要求。同时，给出如下建议：

- 1.加强与相关规划的衔接；
- 2.参照河道防洪标准确定河道水位及修复工程高度；
- 3.完善人工湿地工程的相关技术指标；
- 4.按照编制规定和概算定额相关要求完善投资概算。

专家组组长：/ 2020年7月31日

2020年7月31日

潘光耀

王明华

李超 朱

《广水市澧河流域（应山河、广水河）生态修复工程项目

可行性研究报告》技术评审会专家签到表

地点：广水市

时间：2020.7.31

姓 名	单 位	职称/职务	联系电话	备注
周明水	规划院	工程师	15597855699	
申崇	随州绿源公司	副经理	13277622158	
黄德	随州绿源生态设计院	工程师	13972988555	
潘光耀	武汉杨力创环保科技	工程师	15071345161	
刘时全	广水市水利勘察设计院	工程师	13872859829	