

蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态
修复工程（一期）

可行性研究报告
(报批稿)



二〇二三年三月

项目名称:蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程(一期)

委托单位:梅州市生态环境局蕉岭分局

编制单位:广东省环境科学研究院、广东省环境科学学会

项目负责:方旭腾

编 制:黄晓彬

张兆威

童文修

审 核:曹 俊

审 定:王 刚



事业单位法人证书

统一社会信用代码 12440000680578489

法定代表人 汪永红

经费来源 经费自理

开办资金 ¥1502万元

举办单位 广东省生态环境厅

登记管理机关



名称 广东省生态环境科学研究院
宗旨和业务范围 开展区域可持续发展战略、生态环境规划、生态环境政策、生态环境标准等研究，为解决区域重大生态环境问题提供生态环境风险、生态环境工程、生态环境检测和生态环境大数据研究等技术服务。

住所 广州中新广州知识城腾飞一街7号10层

有效期 自 2021年07月09日 至 2026年07月08日



12440000680578489.02

工程咨询单位乙级资信预评价证书

单位名称： 广东省环境科学研究院

住 所： 广州市东风中路335号

统一社会信用代码： 124400006805578489

法定代表人： 汪永红

资信等级： 乙级预评价

资信类别： 专业资信

业 务： 生态建设和环境工程

证书编号： 乙预232022010047

有效期： 2022年12月30日至2023年12月31日



发证单位： 广东省工程咨询协会



印件与原件一致，
仅供本证书持有单位使用，
他用无效。

中华人民共和国
咨询工程师（投资）登记证书

姓名：方旭腾

性别：男

身份证号：44522419910825183X

证书编号：咨登2320230202122

专业一：生态建设和环境工程

专业二：

执业单位：广东省环境科学研究院

有效期至：2026年02月14日



本证书是咨询工程师（投资）的执业证明。
扫描左下方二维码可进行验证和查询。



登记机构（章）：



批准日期：2023年02月14日

目 录

专家意见修改说明	1
前言	1
第一章 概述	4
1.1 项目概况	4
1.2 编制依据	5
1.3 编制原则	7
1.4 编制范围	8
1.5 项目预期目标	8
第二章 区域概况	9
2.1 自然环境	9
2.2 人口与社会经济概况	17
2.3 社会经济发展趋势与预测分析	19
2.4 区域规划及相关政策文件	21
第三章 污染源分析及治理现状	25
3.1 长潭镇南部区域污染源现状	25
3.2 长潭镇南部区域水质现状	32
3.3 存在的主要问题	36
第四章 项目实施的必要性、可行性及解决思路	38
4.1 项目建设必要性	38
4.2 项目建设可行性	39
4.3 解决思路	40
第五章 工程总体设计	42
5.1 设计原则	42
5.2 治理方案	42
第六章 工程方案	72
6.1 工程规模及主要工程内容	72
6.2 选址合理性分析	73
6.3 工程设计方案	74
第七章 环境保护	88
7.1 工程建设对环境的影响	88
7.2 环境影响的缓解措施	89
第八章 水土保持	93
8.1 设计依据	93

8.2 原则、范围和目标	93
8.3 主体工程水土保持分析与评价	94
8.4 水土保持措施	97
第九章 防洪评价	100
9.1 评价依据	100
9.2 防洪影响综合评价	100
第十章 雨洪对建设项目的影晌评价	103
10.1 概况	103
10.2 径流对植物的影响	103
10.3 水质对水生植物的影响	106
10.4 雨洪对建设项目的影晌评价	107
10.5 抗冲刷措施	108
第十一章 节能	109
11.1 节能的必要性	109
11.2 用能标准和节能规范	110
11.3 节能措施	111
11.4 能耗分析	111
第十二章 劳动保护、职业安全与卫生	113
12.1 危险源及有害因素分析	113
12.2 劳动安全措施	113
12.3 工业卫生措施	116
12.4 安全卫生管理	118
第十三章 工程风险分析	119
13.1 地震对工程的可能影响	119
13.2 系统维修风险分析	119
第十四章 工程管理维护	121
14.1 工程管理	121
14.2 工程管理维护	121
14.3 日常维护	122
14.4 运营费用	123
第十五章 投资估算	124
15.1 编制依据	124
15.2 编制方法	124
15.3 投资估算表	125
15.4 资金筹措	131
第十六章 项目实施计划及保障措施	132
16.1 工程实施进度	132

16.2 保障措施	134
第十七章 项目招标投标	137
17.1 编制依据	137
17.2 实行招标投标制的优点	137
17.3 本项目招标的范围	137
17.4 招标程序	139
17.5 招标组织形式	140
第十八章 目标可达性分析	142
18.1 技术可达性	142
18.2 经济可达性	142
第十九章 环境效益评价	143
19.1 经济效益	143
19.2 环境效益	143
19.3 社会效益	144
第二十章 结论及建议	146
20.1 项目的总体描述	146
20.2 结论及建议	146

专家意见修改说明

序号	专家意见	报告对应修改或补充情况
1	进一步强化拟设计工程位置、工艺、规模及运维等合理性和绩效目标可达性分析；	已强化拟设计工程位置、工艺、规模及运维等合理性和绩效目标可达性分析，详见第五章、第六章、第十四章、第十八章。
2	深化现状调查，细化主要任务和措施，进一步完善重点工程清单和投资估算；	已深化现状调查，细化主要任务和措施，详见第六章；已进一步完善重点工程清单和投资估算，详见第十五章。
3	补充负面清单情况说明；	已补充负面清单情况说明，详见章节 2.4.6 表 2.4 负面清单比对表。
4	补充完善相关图件。	已补充完善相关图件，详见附图。

前言

习近平总书记在二十大报告中指出“坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，加快实施重要生态系统保护和修复重大工程”。习近平总书记在党的十八届三中全会和 2017 年中央全面深化改革领导小组第 37 次会议上指出：“山水林田湖草是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树”、“坚持山水林田湖草是一个生命共同体”。党的十八届五中全会提出，要实施山水林田湖草生态保护修复工程，筑牢生态安全屏障。党的十九大报告明确提出必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，统筹山水林田湖草系统治理，建设美丽中国。2018 年召开的全国生态环境保护大会上，习近平总书记强调“山水林田湖草是生命共同体，要统筹兼顾、整体施策、多措并举，全方位、全地域、全过程开展生态文明建设”。2020 年，党的十九届五中全会再次强调要坚持绿水青山就是金山银山理念，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，守住自然生态安全边界。《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》指出要以国家重点生态功能区、生态保护红线、国家级自然保护区为重点，实施重要生态系统保护和修复重大工程，加快推进青藏高原生态屏障区、黄河重点生态区、长江重点生态区和东北森林带、北方防沙带、南方丘陵山地带、海岸带等生态屏障建设。

作为粤北地区重要生态屏障，梅州位于国家生态安全格局“三区四带”中南方丘陵山地带的核心区，5 个县（市）被纳入国家重点生态功能区，生物多样性丰富，森林覆盖率居全省第一，生态功能极其重要。2021 年 5 月，由梅州市组织申报的广东南岭山区韩江中上游

（原中央苏区）山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目，入选首批山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目，为梅州打造“绿水青山就是金山银山”的广东样本再添强劲动力。

因此，生态优先，绿色发展等生态理念已成为国家未来发展的重要方向，其中解决突出生态环境问题、统筹山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，深入推进生态保护和修复是建设生态文明建设的重要组成部分。良好生态环境是实现中华民族永续发展的内在要求，是增进民生福祉的优先领域，是建设美丽中国的重要基础。为贯彻落实国家《广东省水生态环境保护“十四五”规划》提出十四五时期应紧紧围绕2035年美丽广东基本建成的总目标，坚持方向不变、力度不减，巩固污染防治攻坚战取得的成果。梅州市生态环境保护“十四五”规划中也表明，实施重大生态保护修复工程，提升生态系统质量和稳定性。为做好省政府水污染防治工作，切实保护水环境质量，蕉岭县政府也高度重视蕉岭县的生态环境保护，努力建设蕉岭县生态文明、宜居村镇和美丽乡村，在省级环保专项资金的支持下和蕉岭县不断加强环境监管，积极推进蕉岭县的生活垃圾清理和生活污水处理设施建设，蕉岭县水环境保护工作取得积极成效，水环境质量总体保持稳定。

但随着人口增加，人民生活水平不断改善，工业化、城市化高速发展带来的水环境压力越来越大，加上蕉岭县广大农村地区环境基础设施不足，环境监管较滞后，环境监测和环境监察等尚未全面覆盖，农业污染及生活污染农村生活污染源如生活污水、生活垃圾等污染严重，生态环境遭受到人为地破坏，造成了蕉岭县长潭镇的环境存在一定的环境隐患。如果这种趋势不及时得到防治和保护，长潭镇的水环境得不到有效保护，将影响到石窟河的水质，危害当地的生态环境和民众生活，影响到蕉岭县的可持续发展。

结合蕉岭县长潭镇的水环境实际情况，为深入打好水污染防治攻坚战，改善石窟河蕉岭段水环境质量，保障沿河人民群众身体健康，促进生态文明建设，拟开展蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）。

第一章 概述

1.1 项目概况

1、项目名称：蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）

2、项目规模：本工程包含杞林电排站河滩修复工程、河渠水道生态修复工程，涉及石窟河支流浒竹水、神岗水、石角水，位于长潭镇南部区域。

（1）杞林电排站河滩修复工程：包括新建生态净化系统（处理水量 $4000\text{m}^3/\text{d}$ ）、生态驳岸 320m 、草皮护面 12000 m^2 、外形修整及卵石驳岸 440m ，构建微生物净化系统等；

（2）河渠水道生态修复工程：包括新建生态透水坝 3 座、跌水坝 1 座、生态驳岸 400m 、生态护坡 5128 m^2 、生态沟渠 90m ，构建微生物净化系统、垃圾清运 5880m^3 等。



图 1.1 蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）范围图

3、项目性质：新建。

4、建设地点：蕉岭县长潭镇。

5、治理目标：在不改变石窟河（长潭段）水系原有格局及功能定位的情况下，对石窟河（长潭段）支流进行原位生态修复，构建水生生态系统，强化自身净化能力，持续改善石窟河支流浒竹水、神岗水、石角水水质。

6、建设单位：梅州市生态环境局蕉岭分局

7、建设年限：本项目计划建设工期为 10 个月。

8、项目总投资及资金来源：项目工程总投资为 2655.43 万元，其中工程直接费用 2062.55 万元，其他费用 351.47 万元，预备费 241.40 万元。拟通过申请上级资金、地方财政统筹解决。

1.2 编制依据

1.2.1 主要法律法规及相关政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日）；
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年修订版）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2016 年修订版）；
- (4) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月）；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令 第 743 号）；
- (6) 《中华人民共和国湿地保护法》（主席令 第 102 号）；
- (7) 《畜禽养殖规模养殖污染防治条例》（2013 年 11 月）；
- (8) 《水污染防治行动计划》（2015 年）；
- (9) 《广东省环境保护条例》（2019 年修订）；
- (10) 《广东省水污染防治条例》（2020 年 11 月 27 日）；
- (11) 《广东省湿地保护条例》（2020 年修订）。

1.2.2 主要技术规范

- (1)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (2)《农田灌溉水质标准》(GB5048-2021);
- (3)《水污染物排放限值》(DB4426-2001);
- (4)《关于印发<畜禽养殖禁养区划定技术指南>的通知》(环办水体〔2016〕99号);
- (5)《中华人民共和国工程建设标准强制性条文》(各相关部分);
- (6)《室外给水设计规范》(GB50013-2018);
- (7)《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ2005-2010);
- (8)《国家湿地公园建设规范》(LY/T1755-2008);
- (9)《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018);
- (10)《水利水电工程初步设计报告编制规程》(SL619-2013);
- (11)《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000);
- (12)《防洪标准》(GB50201-2014);
- (13)《堤防工程设计规范》(GB50286-2013);
- (14)《城市防洪工程设计规范》(GB/T50805-2012);
- (15)《城市排水工程规划规范》(GB50318-2000);
- (16)《室外排水设计规范》(GB50014-2006(2014年版))。

1.2.3 其它相关文件

- (1)《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》;
- (2)《“十四五”重点流域水环境综合治理规划》(发改地区〔2021〕1933号);
- (3)《韩江流域综合规划》(2021年9月);
- (4)《广东省韩江流域水质保护规划(2017-2025年)》(粤府函

(2017) 216 号);

(5)《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10号);

(6)《梅州市生态环境保护“十四五”规划》(梅市府函〔2022〕30号);

(7)《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》(梅市府函〔2022〕80号);

(8)《梅州市碧道建设总体规划》(2019-2035);

(9)《梅州市湿地保护规划》(征求意见稿)。

1.3 编制原则

(1) 坚持可持续发展的原则，近期规划与远期规划相结合，重点治理和均衡布局相结合；

(2) 充分调查现状基础资料，使设计与实际相符，减少施工过程中的不确定性，以便控制投资，保证施工进度；

(3) 坚持可操作性的原则，在国家、地区水污染防治相关文件的指导下，结合城市总体规划和相关水务发展规划，以“控源截污、内源治理；生态修复、水质净化；活水循环、清水补给”作为基本技术路线，综合考虑项目临时应急的性质和特点，结合实际情况，选用治理有效、技术先进、易于建设、节能降耗、运行安全灵活处理工艺和技术手段，提出经济合理、切实可行的方案。

(4) 经济可行性原则：根据现况用地情况，遵循因地制宜、合理布局、不进行征地拆迁、不妨碍永久工程建设的原则，节约用地。

(5) 采用国内外先进的技术、设施和材料，减少扰民，节约投资，简化管理。

1.4 编制范围

本项目的工程建设内容为蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）。

本方案的编制范围主要围绕以下进行具体分析论证：

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

1.5 项目预期目标

在不改变石窟河（长潭段）支流原有格局及功能定位的情况下，对石窟河（长潭段）支流进行原位生态修复，构建水生态系统，强化自身净化能力，持续改善水质。通过本工程的实施，可削减化学需氧量 14.6t/a、氨氮 0.73t/a、总磷 0.147 t/a，从而改善蕉岭县流域水环境质量和居民生活环境。

第二章 区域概况

2.1 自然环境

2.1.1 地理位置

蕉岭县位于广东省东北部，韩江上游，地跨东经 $116^{\circ}01' \sim 116^{\circ}22'$ ，北纬 $24^{\circ}25' \sim 24^{\circ}53'$ 之间。西界平远县，东南与梅县接壤，北与福建省武平县、上杭县相连。205 国道、国家高速公路网络主干线天汕高速公路南北贯穿，全县总面积 960km^2 ，其中山地 7.47 万公顷，耕地 0.7433 万公顷。



图 2.1-1 蕉岭县地理位置图

长潭镇位于蕉岭县城西北部，东与蕉城镇和文福镇为界，南接三圳镇，西邻平远县泗水镇，北与广福镇相邻。据《蕉岭县统计年鉴(2022 年)》《中国县域统计年鉴·2018》(乡镇卷)，全镇总面积 91.59 平方千

米，其中山地面积 6830 公顷，耕地面积 651.07 公顷。共辖有 11 个村委会和 1 个居委会，下设 157 个村民小组。全镇人口 21368 人。



图 2.1-2 蕉岭县长潭镇位置图

2.1.2 气候、气象

蕉岭县地处南亚热带和中亚热带气候区的过渡地带，属亚热带季风气候区。北部为中亚热带气候区南缘，南部为南亚热带气候区。四季气候明显夏长冬短，夏涝冬旱，春、秋气温多变，均有不同灾害天气出现。

年内降雨极不均匀，每年的 4~9 月份为汛期，其降雨量占全年雨量的 74.17%，主汛期 5 月~6 月份雨量占全年雨量的 32.81%。由于年

内降雨分配不均,加之强度大,主汛期雨量集中,极易造成洪涝灾害。

2.1.3 地形地貌

蕉岭县受到地处低纬,近临南海、太平洋和山地的特定地形影响,形成夏日长、冬日短,气温高、冷势悬殊、光照充足、气流闭塞、雨水丰盈且集中的气候。由于蕉岭县山多,台风影响较沿海平原要小,然而台风带来的暴雨降水,又往往造成山洪暴发、山体滑坡、河水泛滥,水灾成为主要灾害。同时,寒露风低温阴雨和干旱也是主要自然灾害之一。

蕉岭县的地质构造,属于华夏陆台中部,即南岭准地槽的东南边缘,或说属于闽浙地盾西北的浅海陆棚,由一系列隆起带、凹陷带、断裂带和部分褶皱组成县境内主要以山地和丘陵为主。山地和丘陵面积约 826.9km²,占全县总面积的 86.4%,其特点是峰高、谷深、坡陡、起伏大,地势大致是东、北高,南部低。境内四周多为崇山峻岭,较高的山峰有位于东北部的金山笔和皇佑笔,海拔高程分别为 1170m 和 1150m;东部有大峰嶂和小峰嶂,海拔高程分别为 1092m 和 1057m;西部有铁山嶂,海拔高程为 1165m;只有中部石窟河沿岸一狭长的平原地带,北起长潭、南至新铺南山,南北长 31.6km,东西宽 3~4km,海拔高程在 84~110m 之间。

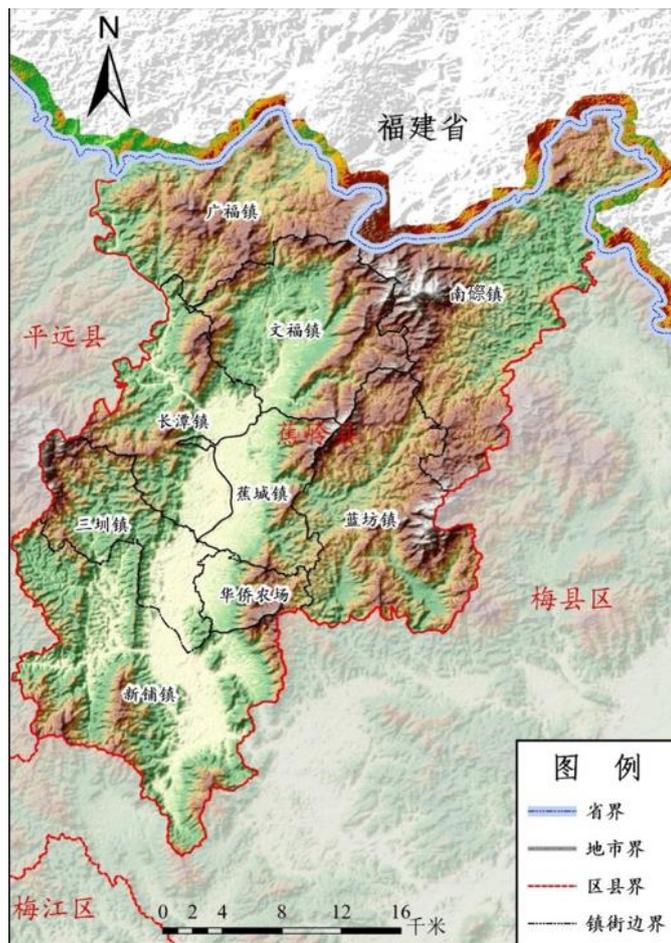


图 2.1-3 蕉岭县地形地貌图

2.1.4 河流水文

梅州市境内主要河流有韩江，全长470 km(梅州境内长343 km)，流域30112 km² (梅州境内14691 km²)；梅江，全长307 km (梅州境内长271 km)，流域面积14061 km² (梅州境内10888 km²)；汀江，全长323 km (梅州境内55 km)，流域面积11802 km² (梅州境内1333 km²)；同时还有琴江、五华河、宁江、程江、石窟河、梅潭河、松源河、丰良河等。

蕉岭县主要河流为石窟河（广福镇——蕉岭新铺镇河段）、乌土河、溪峰河等6条主要县级河道。石窟河为梅江一级支流，在蕉岭县境内长61.24km，集水面积728.2km²，石窟河流域(含其支流乌土河、柚树河、石扇河、乐干河、溪峰河)是蕉岭县较大的盆地和主要耕作

区，耕地约 10 万亩，居住人口 17 余万人。石窟河（蕉岭段）多年平均径流总量（包括过境）为 30.2 亿 m^3 ，径流深年平均为 820mm，径流系数为 0.51。石窟河多年平均年降水量 1600mm，平均年径流量为 $59.9 \times 10^8 m^3$ ，50 年一遇洪峰流量为 $3620 m^3/s$ ，最枯流量 $3.066 m^3/s$ （1963 年 6 月 7 日）。

石窟河干流沿线的主要水利工程设施包括有长潭电站、艾坝电站、榕子渡电站、荣春电站、三圳拦河电站、新铺电站。其中长潭水库是广东省的一个大型水库，位于蕉岭县北部的长潭峡中，系截石窟河上游而成，控制集雨面积 $2001 km^2$ ，多年平均径流量为 $17.55 \times 10^8 m^3$ ，总库容 $1.69 \times 10^8 m^3$ ，（其中调解库容 $0.547 \times 10^8 m^3$ ，防洪库容 $0.543 \times 10^8 m^3$ ，死库容 $0.6 \times 10^8 m^3$ ），最大填高 71.3m，正常水位 148m，死水位 136.5m，防洪限制水位 144m。

蕉岭县长潭镇位于韩江集雨面积范围内，长潭镇境内包括石窟河、浒竹水、神岗水、石角水、百美水、盘龙段水、龙飞畲水、上下龙水等河流，总长约 32.3km。其中，浒竹水是石窟河的一级支流，源起长潭镇梅子坑，于大廖坝处汇入石窟河，长度 7.572km；神岗水源起山子尾，于杞林电排站汇入石窟河，集雨面积 $11.2 km^2$ ，长度 3.425km；石角水源起林屋坑，集雨面积 $5.8 km^2$ ，长度 3.672km。



图 2.1-4 蕉岭县水系图



图 2.1-5 长潭镇水系图

2.1.5 自然资源

蕉岭县矿产资源主要有锰、铁、铝、钨、铜、铅、锌、锡、煤、石灰石、大理石、花岗岩、石英砂、稀土等。尤以石灰石居多，资源储量约 23 亿吨，铀矿储量 160 万吨以上，锰储量约 240 万吨，花岗岩储量约 2700 万吨。水力资源 10 万千瓦以上。野生动植物资源丰富，药用植物有 288 个品种，分隶 95 个科。旅游资源丰富，主要有国家 AAAA 级旅游景区长潭旅游风景区、全国重点文物保护单位丘逢甲故居、镇山国家森林公园、省文物保护单位石礫土楼、省红色经典旅游开发项目谢晋元故居。

长潭镇资源丰富。主要矿产资源有锰铁矿、铁矿泥、瓷土、钨、铀等。水力资源丰富，长潭水库库容 1.721 亿 m^3 ，建有省属长潭电厂，县属艾坝电站，镇办及合资小水电一批，境地内设有生态公益林保护区一个，面积 5000 公顷。长潭历来是旅游胜地，旅游资源极其丰富，景点主要有台湾度假村、绿园、闽粤赣释迦文化中心、一线天、高台庵、澳洲山庄、逸士山庄、旅游观光金桔园等，旅游配套设施齐全。

2.1.6 生态环境

蕉岭县生态良好，有林地面积 7.60 万公顷，森林覆盖率达 79.03%，活立木蓄积量达 673.22 万 m^3 ，是国家重点生态功能区——南岭山地森林及生物多样性生态功能区。生态战略意义举足轻重，做好其生态保护意义重大。在国家生态战略层面，蕉岭县是国家重点生态功能区（见图 2.1-6）。

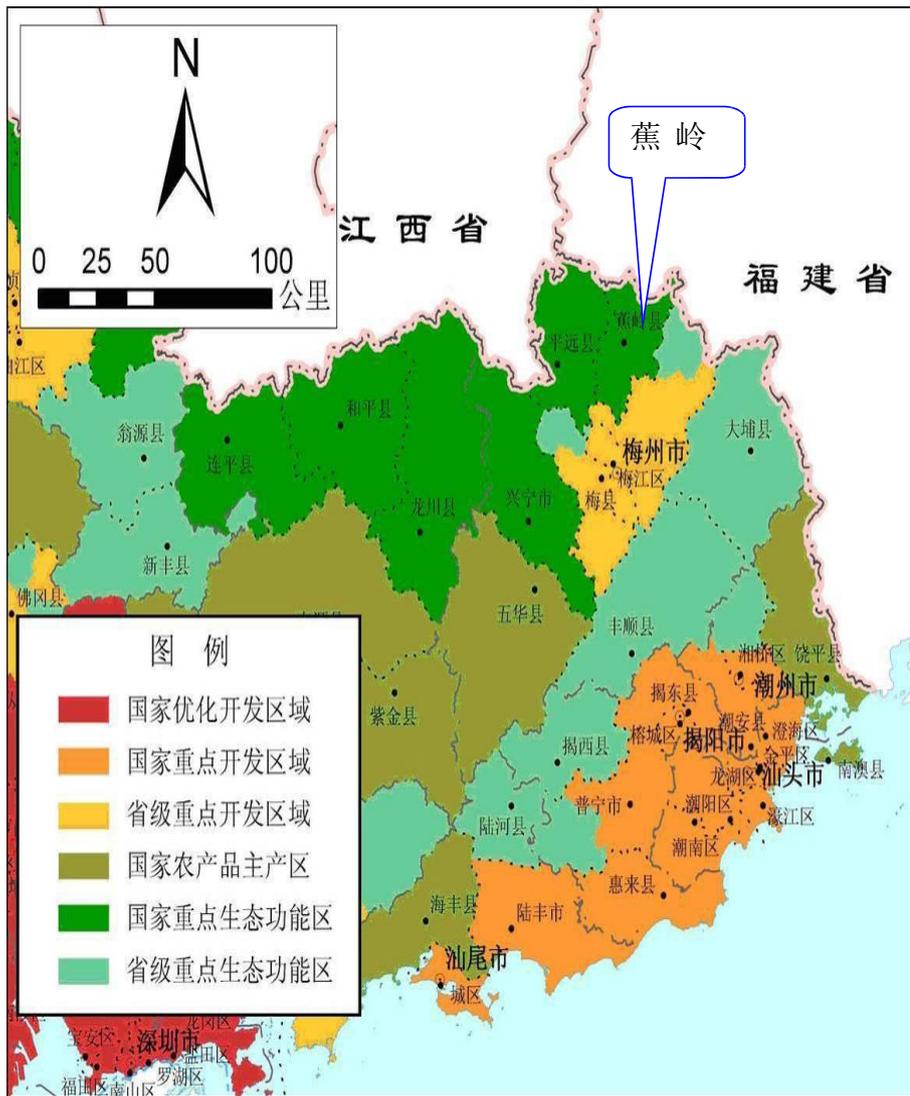


图 2.1-6 蕉岭县在国家生态功能区中的定位

长潭自然保护区位于广东省梅州市蕉岭县西北部，西邻平远县，北靠福建省武平县下坝乡，南以长潭水库大坝为界。2004年1月经省政府批准正式升格为省级自然保护区，总面积5585.7公顷。区内动植物资源相当丰富，有植物1300多种，古树群落26处，古树名木2000多株，空气离子含量最高达166500离子个/cm，有天然氧吧之称。区内交通便利，有一级公路直达县城，距广梅汕高速公路蕉岭县城出口10 km，距梅州50 km，距广州485 km，是粤东著名的大型生态旅游区。



图 2.1-7 长潭旅游风景区

2.2 人口与社会经济概况

2.2.1 人口与行政区划

蕉岭县现辖蕉城、长潭、三圳、新铺、文福、广福、蓝坊、南磔 8 个镇，共 97 个村委会和 10 个居委会，县人民政府驻蕉城镇。

2021 年末，蕉岭县常住人口 18.37 万人，比上年末减少 0.03 万人，其中城镇常住人口 10.30 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）56.07%，比上年末提高 0.87 个百分点。

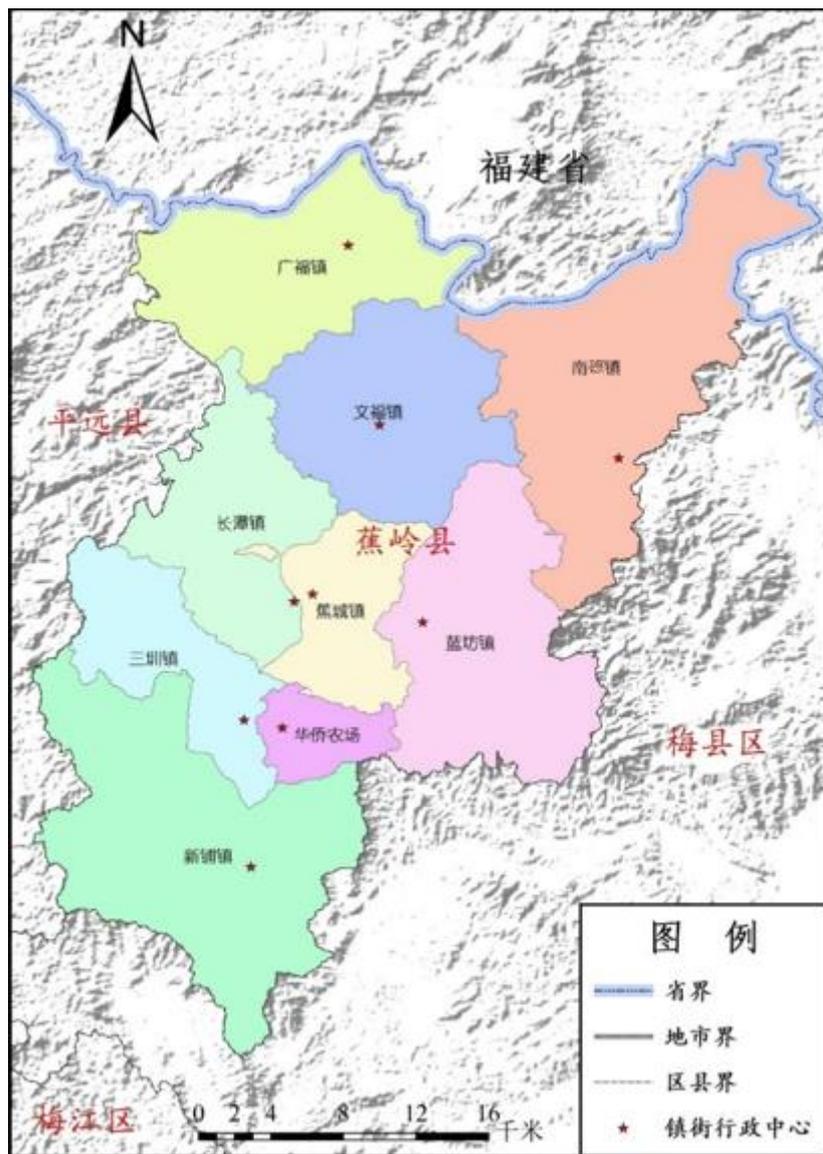


图 2.2-1 蕉岭县行政区划图

2.2.2 经济发展概况

蕉岭依托世界长寿乡品牌，统筹桂岭新区、蕉华园区和美丽乡村建设，大力发展健康养生产业，加快建材产业绿色转型，推动全县经济健康发展，产业结构不断优化，民生福祉不断改善。经梅州市统计局统一核算，2021 年蕉岭县地区生产总值为 106.40 亿元，比上年增长 5.0%。其中，第一产业增加值为 17.84 亿元，比上年增长 8.4%，对地区生产总值增长的贡献率 28.6%；第二产业增加值为 47.42 亿元，

比上年增长 0.5%，对地区生产总值增长的贡献率 5.0%；第三产业增加值为 41.14 亿元，比上年增长 9.0%，对地区生产总值增长的贡献率 66.4%。人均地区生产总值 57890 元，比上年增长 5.8%。

2.3 社会经济发展趋势与预测分析

2.3.1 人口发展趋势与预测

(1) 人口预测思路

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

(2) 分析方法

本规划中采用综合增长率法预测分析跨界区域的人口变化趋势情况。该方法适应发展稳定，人口增长率变化不大的区域。

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

式中：P_n—规划末年人口数；P₀—规划基年人口数；n—规划年限；k—平均增长率。

(3) 历史趋势分析

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

表 2.3-1 近 10 年蕉岭县常住人口变化情况表（单位：万人）

县（市、区）	蕉岭县
2011 年	20.69
2012 年	20.81
2013 年	20.84
2014 年	20.91
2015 年	20.99
2016 年	21.03

县（市、区）	蕉岭县
2017年	21.13
2018年	21.14
2019年	21.15
2020年	18.44
2021年	18.37
平均增长率	-1.10%

（4）预测结果

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

2.3.2 经济发展趋势与预测

（1）经济发展预测思路

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

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

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

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

（2）历史趋势分析

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

表 2.3-2 近 10 年蕉岭县地区生产总值情况（单位：亿元）

县（市、区）	蕉岭县	梅州市
2011年	45.86	691.50

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

（3）经济发展预测结果

针对梅州市的经济发展情况，梅州市编制《梅州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，纲要中指出在经济发展上，全市 GDP 年均增长 6% 左右，到 2025 年 GDP 约为 1800 亿元；民生福祉上，居民人均可支配收入年均增长与经济增长基本一致；根据模型预测，蕉岭县到 2026 年地区生产总值超过 160 亿元。

表 2.3-3 蕉岭县 2026 年地区生产总值预测

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

2.4 区域规划及相关政策文件

2.4.1 《广东省水污染防治条例》（2020 年 11 月 27 日）

《广东省水污染防治条例》第二十五条提出县级以上人民政府应当加强山水林田湖草系统治理，组织开展江河、湖泊、水库、湿地保护与修复，因地制宜建设人工湿地、水源涵养林、沿河沿湖植被缓冲

带和隔离带等生态环境治理与保护工程，提高水体自净能力和水环境质量，提升流域生态环境承载力。

2.4.2 《韩江流域综合规划》（2021年9月）

按照国务院关于开展流域综合规划编制工作的总体安排，水利部组织珠江水利委员会，会同流域内广东、福建和江西省有关部门，于2021年9月编制完成了《韩江流域综合规划》，规划中提出通过建设生态护岸、水源涵养林、人工湿地等生态修复工程，恢复石窟河、旧县河、汀江和平川河等河流的沿岸和棉花滩库区的生态环境。并且提出要构建流域水生态环境保护体系。以保护水源地水质和改善水生态环境为目标，加强流域重点污染源治理，推进上中游水土保持生态建设和小流域综合治理，加快崩岗治理及坡耕地整治改造，并加强水土保持监督管理，使群众生产生活条件、区域生态环境明显改善，现有湿地面积不减少、功能不退化，基本实现天蓝、水清、人富的美丽城乡环境。

同时，石窟河为韩江流域中小河流治理规划河流之一。

2.4.3 《梅州市生态环境保护“十四五”规划》（梅市府函〔2022〕30号）

《梅州市生态环境保护“十四五”规划》提出要强化流域污染综合治理，统筹污染防治攻坚、万里碧道建设、黑臭水体治理、农村生活污水治理、农业面源污染治理等工作。推进河岸缓冲带建设及修复，以存在潜在水生态风险的河流湖库为重点，推进河湖滨岸生态缓冲带、生态沟渠、滞留塘、湿地等建设，维持和恢复一定的河漫滩宽和植被空间，逐步恢复河岸带生态系统功能，增强面源污染的拦截、净化功能。

同时，规划中也提出要以蕉岭县石窟河的部分河段为试点，积极

打造“美丽河湖”建设优秀案例。

2.4.4 《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》（梅市府函〔2022〕80号）

《梅州市水生态环境保护“十四五”规划》中指出部分河流如榕江北河、石窟河、宁江、松源河、程江等水质月度超标率较高，持续改善的压力仍然较大。

提出以韩江、梅江、琴江、五华河、宁江、程江、石窟河、柚树河、松源河、梅潭河、汀江、榕江北河及清凉山水库、合水水库、长潭水库、多宝水库等为重点，加快重点江河水库水体生态修复与入河入库重要支流治理，严控重点水库水体富营养化。

加强河湖生态缓冲带修复。结合生态沟渠、滞留塘、湿地建设，逐步恢复河岸带生态系统功能，增强面源污染的拦截、净化功能。统筹山水林田湖草沙系统治理，系统推进河流水库水生态修复、小流域整治、水源涵养林建设、湿地建设等。并且提出高质量建设万里碧道，开展湿地建设、河湖缓冲带建设，确保水生态保护修复有序推进。

2.4.5 《梅州市碧道建设总体规划（2019-2035年）》

《梅州市碧道建设总体规划（2019-2035年）》中，石窟河（蕉岭段）碧道周边主要节点为蕉岭县城、镇山森林公园、长潭水库、尖坑村、芳心村、逢甲村、横岗村，长度达40.51km。

2.4.6 相关资金扶持政策

2023年1月，根据《梅州市财政局关于下达2023年中央财政重点生态保护修复治理资金的通知》（梅市财资环〔2023〕3号），2023年中央财政重点生态保护修复治理资金已下达。本项目属于流域水生态保护修复单元，所属的重点工程为“蕉岭县石窟河流综合整治工程”，本工程不涉及开挖河道建设人工湿地，不涉及负面清单中的内容，并

且面源污染防治、与生态修复直接相关的水土污染治理措施是山水林田湖草沙一体化保护和修复工程的支持方向之一。

表 2.4 负面清单比对表

序号	表现形式	本项目是否存在此类情况
1	使用中央生态修复资金在裸露石壁上刻享，建设摩崖石刻景观，而危岩清理及宕底覆土绿化等生态修复治理工作不到位。	否
2	违规占用耕地用于开挖湖面及绿化景观建设。	否
3	利用中央资金偿还项目景观工程贷款，景观工程主要内容是人工湖、广场等。	否
4	违规占用耕地建设人工湿地景观。 开挖河道建设人工湿地。	否
5	采购单价大于 5000 元或胸径超过 40 厘米的树木若干，涉及资金庞大。	否
6	建设景区大门、民宿等旅游设施。	否
7	建设公园观景平台等景观设施。	否
8	公园景区道路、雕塑等旅游配套设施和景观工程。	否
9	村委会办公楼前广场建设、景观树木等于生态修复无关的内容。	否
10	建设绿化景观工程，购买单株超万元的高端观赏树木若干。	否
11	采购山里红造型树和云杉等景观树木若干。栽植高价乔木。	否
12	建设人工湖和音乐喷泉。	否
13	建设易观桥梁、广场和花田等。	否

第三章 污染源分析及治理现状

本次调查区域主要位于水系较为丰富的长潭镇南部区域，主要村庄包括浒竹村、上村村及神岗村，主要支流包括浒竹水、神岗水、石角水。

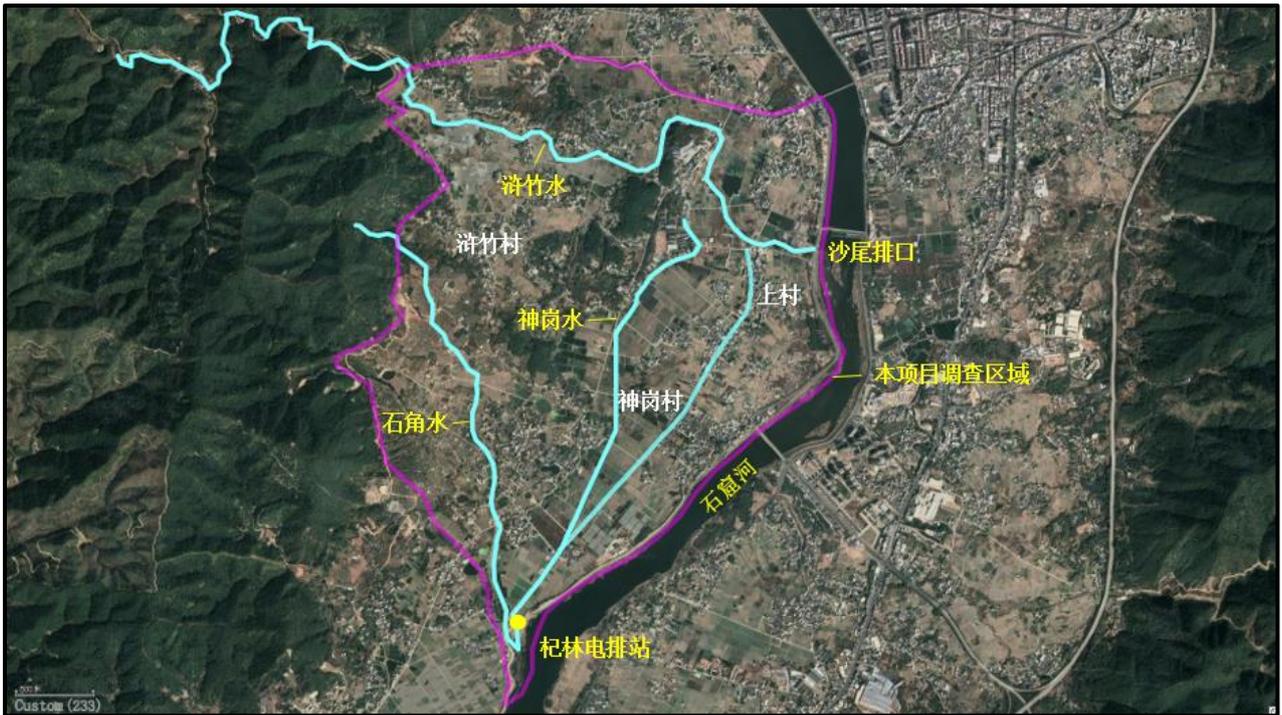


图3.1-1 本项目现场调查范围示意图

3.1 长潭镇南部区域污染源现状

根据现场调研，蕉岭县长潭镇浒竹水、神岗水、石角水主要污染源为生活污染源、农业面源以及河道内源污染 3 个方面的污染源。

3.1.1 农村生活污染源调查

经现场调研，长潭镇南部区域范围内村庄有浒竹村、上村村、神岗村，人口数量常住人口约5487人。调查范围内共建有一座镇级污水处理厂及6座村级污水处理厂，设计规模共650吨/日，主要处理工艺包括AO+人工湿地、AAO工艺、厌氧+人工湿地等，详见表3.1-1。虽然区域已建设了7座污水处理设施，但由于村民居住比较分散，污水管网建设不完善，沿河两岸仍有部分的生活污水未能进

入污水处理设施进行处理，生活污水就近或通过农灌渠进入河道，造成河道水质受到一定程度的污染。

表 3.1-1 本调查范围内污水处理设施情况一览表

序号	污水处理站名称	经纬度	设计规模 (m ³ /d)	处理工艺	行政村	纳污范围
1	长潭镇污水处理站	116.145154, 24.643530	500	AO+人工湿地	上村村	华侨中学、田心
2	竹南污水处理站	116.133、 24.64081	10	AAO 工艺	浒竹村	竹南
3	竹西污水处理站	116.130666、 24.643939	20	AAO+MBR	浒竹村	竹西
4	竹北污水处理站	116.139941、 24.641249	20	生物接触氧化+人工湿地	浒竹村	竹北
5	高松污水处理站	116.151736、 24.63651	10	A/O+MBBR	上村	高松
6	中村片污水处理站	116.1442、 24.63168	30	生物接触氧化+人工湿地	神岗村	中村片
7	瑶岭片污水处理站	116.1358、 24.63065	60	生物膜+小型人工湿地	神岗村	瑶岭片

3.1.2 农业面源污染

蕉岭县长潭镇农业面源污染主要污染源为农田退水，还有少部分鱼塘退水及零散养殖退水。过量的化肥、农药没有得到充分利用，对长潭镇内河流水体造成严重的污染。根据有关资料分析，目前施用化肥流失量占60%，施用农药流失量占95%，这些流失的化肥农药流入河流中，对长潭镇内河流造成污染。根据现场调研及蕉岭县长潭镇政府提供的相关资料，目前长潭镇耕地面积为782.27公顷，林地面积为6830公顷，即耕地面积为11734亩，林地面积为102450亩。

根据《全国水环境容量核算技术指南》，标准农田污染物源强系数分别为COD10kg/亩●年，氨氮2kg/亩●年。所谓标准农田为平原、种植作物为小麦、土壤类型为壤土、化肥施用量为25~35公斤/亩●年，降水量在400~800mm范围内。若非标准农田，则需进行以下修正：

(1) 坡度修正

土地坡度在25°以下，流失系数为1.0~1.2；25°以上，流失系数为1.2~1.5。

(2) 土壤类型修正

将农田土壤按质地进行分类，即根据土壤成分中的粘土和砂土比例进行分类，分为砂土、壤土和粘土。壤土修正系数为1.0；砂土修正系数为1.0~0.8；粘土修正系数为0.8~0.6。

(3) 化肥施用量修正

化肥亩施用量在25公斤以下，修正系数取0.8~1.0；亩施用量在25~35公斤之间，修正系数取1.0~1.2；亩施用量在35公斤以上，修正系数取1.2~1.5。

(4) 降水量修正

年降雨量在400mL以下的地区取流失系数为0.6~1.0；年降雨量在400mL~800mL的地区取流失系数为1.0~1.2；年降雨量在800mL以上的地区取流失系数为1.2~1.5。

结合黄漪平《太湖水环境及其污染控制》《全国水环境容量核算技术指南》及调查分析，长潭镇年平均降雨量1730mm-1916mm，选取降雨量流失系数为1.2，其余均以标准农田计，计算出长潭镇内耕地污染物排出负荷量。

表3.1-2 长潭镇土地利用类型基本情况表

村庄名称	耕地面积（亩）
新泉村	913
白马村	1395
高陂村	723
麻坑村	461
长潭村	323
长东村	211
百美村	670
塹垣村	2234
浒竹村	1290
上村村	1225
神岗村	2289
合计	11734

表 3.1-3 长潭镇耕地污染物排出负荷量

区域	耕地面积 (亩)	排出负荷/[kg/(亩 •a)]			负荷量/(t•a)		
		氨氮	总磷	COD _c	氨氮	总磷	COD _{Cr}
长潭镇	11734	2	0.1	10	28.16	1.41	140.81
长潭南部 区域	4804	2	0.1	10	11.53	0.57	57.65



图 3.1-5 长潭镇农田现状



图 3.1-6 长潭镇养鱼场



图 3.1-7 长潭镇村民零散养殖

3.1.3 河道内源污染

据现场调查，浒竹水、神岗水、石角水河道存在垃圾任意堆放两岸，以及垃圾进入河道的现象。垃圾进入河道内会释放有毒有害物质，同时随着时间的积累和雨水的冲刷，两岸的垃圾会进入河道内，造成河道淤积严重，降低水体流动性，从而致使水体净化功能不断弱化。同时，底泥中积累的污染物也会持续释放到上覆水体中成为水体重要的污染源。在受到扰动或水体厌氧时，底泥释放的氮磷污染量更大，对整个水体水质影响较大。



图 3.1-8 河道现状图

3.2 长潭镇南部区域水质现状

梅州市蕉岭生态环境监测站对沙尾出水口、杞林电排（原神岗出水口）的水质进行每月定期监测，水质管理目标为地表水Ⅲ类。

结合2020-2022年度沙尾出水口水质监测数据分析，水质在地表水Ⅱ类至地表水劣Ⅴ类之间波动，不能稳定达到地表水Ⅲ类指标。从水质超标的指标上，主要超标因子为氨氮、总磷。氨氮指标的超标倍数，2020-2022年分别为2.52、2.05、2.57倍，总体变化不大。从浓度趋势上，总磷的超标倍数，由2020年最高的3.5倍，下降至2022年的1.5倍。

结合2020-2022年度杞林电排（原神岗出水口）水质监测数据分析，水质在地表水Ⅲ类至地表水劣Ⅴ类之间波动，不能稳定达到地表水Ⅲ类指标。从水质超标的指标上，主要超标因子为总磷、化学需氧量。从浓度趋势上，总磷的超标倍数2020-2022年分别为3.4、0.8、2.65倍，呈现一定的波动。化学需氧量的超标倍数2020-2022年分别为1.3、0.85、2.45倍，同时存在一定的波动。

表 3.2-1 2020-2022 年度沙尾出水口水质情况统计

监测年份	监测时间	水质类别	超标因子	目标水质
2020	1月	Ⅳ类	氨氮	Ⅲ类
	2月	Ⅲ类	—	
	3月	Ⅱ类	—	
	4月	Ⅲ类	—	
	5月	Ⅱ类	—	
	6月	Ⅳ类	总磷	
	7月	Ⅴ类	化学需氧量	
	8月	劣Ⅴ类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	9月	Ⅲ类	—	
	10月	Ⅲ类	—	
	11月	Ⅳ类	氨氮、总磷	
	12月	Ⅴ类	氨氮、总磷	
2021	1月	Ⅳ类	氨氮	

监测年份	监测时间	水质类别	超标因子	目标水质
	2月	Ⅳ类	氨氮、总磷	
	3月	Ⅲ类	—	
	4月	劣Ⅴ类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	5月	Ⅳ类	氨氮、总磷	
	6月	Ⅴ类	化学需氧量、氨氮、总磷	
	7月	Ⅴ类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	8月	Ⅴ类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	9月	Ⅳ类	氨氮、总磷	
	10月	Ⅳ类	氨氮	
	11月	Ⅴ类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	12月	劣Ⅴ类	化学需氧量、氨氮、总磷	
	2022	1月	劣Ⅴ类	
2月		Ⅳ类	氨氮、总磷	
3月		Ⅲ类	—	
4月		Ⅴ类	氨氮、总磷	
5月		Ⅲ类	—	
6月		Ⅳ类	化学需氧量、总磷	
7月		劣Ⅴ类	化学需氧量、总磷	
8月		Ⅳ类	高锰酸盐指数、化学需氧量	
9月		Ⅴ类	化学需氧量、氨氮、总磷	
10月		Ⅳ类	化学需氧量、氨氮	
11月		劣Ⅴ类	化学需氧量、氨氮、总磷	
12月		Ⅳ类	氨氮	

表 3.2-2 2020-2022 年度杞林电排（原神岗出水口）水质情况统计

监测年份	监测时间	水质类别	超标因子	目标水质
2020	1月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	III类
	2月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	3月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	4月	IV类	总磷	
	5月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	6月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	7月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	8月	V类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	9月	V类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	10月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	11月	IV类	化学需氧量、总磷	
	12月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
2021	1月	劣V类	化学需氧量、氨氮、总磷	III类
	2月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	3月	V类	化学需氧量、总磷	
	4月	IV类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	5月	IV类	化学需氧量	
	6月	IV类	高锰酸盐指数	
	7月	V类	高锰酸盐指数、总磷	
	8月	IV类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	9月	IV类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	10月	IV类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	11月	IV类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	

监测年份	监测时间	水质类别	超标因子	目标水质
	12月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
2022	1月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	2月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	3月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	4月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	5月	劣V类	高锰酸盐指数、氨氮、总磷	
	6月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	7月	劣V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、总磷	
	8月	V类	高锰酸盐指数、化学需氧量、氨氮、总磷	
	9月	IV类	化学需氧量	
	10月	III类	—	
	11月	III类	—	
	12月	IV类	化学需氧量	

3.3 存在的主要问题

1、水质现状方面，受沿河村庄生活污水、沿河养殖（水产）和农业面源污染等影响，造成长潭镇考核断面很难达标。其中 2022 年沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）水质达标率仅 16.7%，达不到地表水III类水质标准，超标因子包括总磷、氨氮、化学需氧量，给石窟河下游水质带来一定程度的环境风险。

2、水污染治理方面，“十三五”期间，蕉岭县积极推进城市生活污水治理、农村生活污染治理、入河排污口排查、万里碧道建设等各项工作，取得一定的工作成效。但长潭镇南部区域为主要的农业灌溉区，农业污染较为严重且缺乏有效的处理，主要灌溉渠为“三面光”

工程，不具备生态净化功能。水系长期缺乏科学管理，导致部分河床底部积聚了大量的生活垃圾和各种有机物，多年接纳污染物沉积，底泥中积累的污染物会释放到上覆水体中，而成为水体重要的污染源。因此，底泥无机化削减是治理的前提，截污是减少污染源进入河涌的保障。

综上，随着“十三五”期间对蕉岭县长潭镇畜禽、城镇生活污水、农村生活污水污染治理工作的大力实施，但沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）达标率较低，成为石窟河（长潭镇段）水污染防治的重点对象之一。蕉岭县长潭镇畜禽、城镇生活水、农村生活污水污染源得到了一定的控制和削减，但仍存在农业面源无法有效收集或控制的问题，且由于灌溉渠“三面光”工程，河道自净能力较弱，水质长期得不到有效的改善，亟需开展系统化的生态修复，改善区域水环境。

第四章 项目实施的必要性、可行性及解决思路

4.1 项目建设必要性

4.1.1 是落实“十四五”时期经济社会发展指导方针和主要目标的需要

根据《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，要深入贯彻习近平生态文明思想和党的十九届五中全会精神，积极开展生态文明建设。“十四五”时期经济社会发展主要目标为：“生态文明建设实现新进步”、“主要污染物排放总量持续减少，生态环境持续改善，生态安全屏障更加牢固，城乡人居环境明显改善”。

本项目的实施，是符合“十四五”时期经济社会发展的主要目标，是蕉岭县落实“十四五”经济社会发展指导方针的重要内容。

4.1.2 是落实韩江流域综合规划及生态环境保护“十四五”规划的需要

《韩江流域综合规划》提出通过建设生态护岸、水源涵养林、人工湿地等生态修复工程，恢复石窟河、旧县河、汀江和平川河等河流的沿岸和棉花滩库区的生态环境。《梅州市生态环境保护“十四五”规划》提出要强化流域污染综合治理，统筹污染防治攻坚、万里碧道建设、黑臭水体治理、农村生活污水治理、农业面源污染治理等工作。推进河岸缓冲带建设及修复，以存在潜在水生态风险的河流湖库为重点，推进河湖滨岸生态缓冲带、生态沟渠、滞留塘、湿地等建设，维持和恢复一定的河漫滩宽和植被空间，逐步恢复河岸带生态系统功能，增强面源污染的拦截、净化功能。

本项目的实施，是落实韩江流域综合规划及生态环境保护“十四五”规划的需要。

4.1.3 是改善蕉岭县流域水环境质量的需要

2022 年长潭镇沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）水质达标率仅 16.7%，达不到地表水Ⅲ类水质标准，超标因子包括总磷、氨氮、化学需氧量，给石窟河下游水质带来一定程度的环境风险。

经过“十三五”期间多年的流域综合整治，工业、畜禽养殖整治基本完成，城镇及农村生活污染源治理工作大力开展，为保障蕉岭县石窟河流域水质稳定达标，实施蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程，势在必行。

4.1.4 是满足当地居民要求、优化当地生活环境的需要

石窟河流域长潭镇段属蕉岭县农村人口重要集聚区，承载着沿岸灌溉重任，其水环境安全的维护对区域居民的社会主义新农村建设起到至关重要的作用。近年来，石窟河水质恶化，给当地居民日常生活带来巨大影响，严重降低当地居民的生活质量。因此，本项目的实施，是对当地居民需求良好水环境夙愿的回应。

4.2 项目建设可行性

（1）领导重视，政府支持

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

（2）群众拥护，需求强烈

蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程的有序展开，对改善石窟河流域水环境质量起到至关重要的作用，为流域两岸居民身体健

康提供保障，并维护群众基本权益，提高生活质量。

（3）技术保障，基础扎实，经验丰富

蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程建设项目目前已有相关丰富的实施经验，河滩修复工程中种植水生植物，通过光合作用，增加水体中溶解氧含量并吸收水体中氮、磷等污染物，为改善石窟河水质做出贡献。

（4）资金可行

2023年1月，根据《梅州市财政局关于下达2023年中央财政重点生态保护修复治理资金的通知》（梅市财资环〔2023〕3号），2023年中央财政重点生态保护修复治理资金已下达。本项目属于流域水生态保护修复单元，所属的重点工程为“蕉岭县石窟河流综合整治工程”，本工程不涉及开挖河道建设人工湿地，不涉及负面清单中的内容，并且面源污染防控、与生态修复直接相关的水土污染治理措施是山水林田湖草沙一体化保护和修复工程的支持方向之一。具备资金支持的前提下，能顺利保障该工程施工完成。

4.3 解决思路

长潭镇沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）水质目标为地表水Ⅲ类水体，根据水质监测资料，目前长潭镇沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）水质在Ⅲ类至劣Ⅴ类水质之间波动，与水质目标Ⅲ类尚有较大的差距。该流域主要污染源为农业面源、生活污水。

针对生活污水未收集有效处理的问题，将通过蕉岭县农村生活污水治理设施提质增效建设项目解决一部分，但农田灌溉尾水、鱼塘尾水、临散养殖废水和生活污水等无法收集的废水未能得到有效处理，因此沙尾出水口及杞林电排（原神岗出水口）水质达标困难重重。为持续提升石窟河（长潭镇段）流域水环境质量，达到长治久清目标，

拟开展蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）。通过本工程的实施，能有效去除石窟河支流浒竹水、神岗水、石角水中氮、磷等污染物，从而保障石窟河长潭镇段流域水质。

第五章 工程总体设计

5.1 设计原则

(1) 合理规划布置原则。项目整体规划设计应充分利用现有条件和地形地貌，并结合社会主义新农村建设的要求；

(2) 可操作性原则。在充分分析水质监测数据和实地考察、论证的基础上，选用合理、可靠、成熟的治理技术，编制蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程可行性研究报告，以保证考核目标的达标；

(3) 安全可靠原则。本生态修复工程建设安全可靠，不会对周边环境产生污染和对作业人员造成危害；

(4) 节约原则。合理选用建设材料，使之能够在合理整治环境的同时，尽可能地经济耐用。充分利用项目所在地地理条件，力求降低工程投资及运行费用；

(5) 生态可持续原则。包括采用生态修复技术、低影响、低成本、低维护、最大程度尊重利用场地和原有资源，对受破坏水域进行生态修复；

(6) 整治方案力求节能、低耗、高效，且操作简便，占地面积少，施工方便，投资节省。

5.2 治理方案

蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程涉及到农村生活污染源、面源污染、河道内源污染，应采取多项工程和管理措施，多管齐下，可以使拟整治区域水环境得到快速有效的治理。本次针对水系较为丰富且被列为乡镇考核断面所在的长潭镇南部区域做

出切实可行的治理方案，结合现场勘察及长潭镇土地利用现状，拟选取杞林电排站出口下游处河滩地作为河滩修复工程的选址（约15000m²）；因地制宜选取主要节点构建生态透水坝，进一步削减流域污染物及增加溶解氧含量；针对沙尾出水口现状构建跌水坝；因地制宜构建生态驳岸；因地制宜构建生态护坡及生态沟渠，提升支流生态净化能力；针对支流两岸及河流内倾倒垃圾的想象，开展垃圾清运。

故，本项目拟整治区域主要内容有：

- 1.河滩修复工程；
- 2.河渠水道生态修复工程
 - （1）生态透水坝；
 - （2）跌水坝；
 - （3）生态驳岸；
 - （4）生态护坡；
 - （5）生态沟渠；
 - （6）构建微生物净化系统；
 - （7）河道垃圾清运等。

5.2.1 河滩修复工程

纵观国内外污染河流整治的成功案例，一个城市的河流治理仅仅通过截污和内源清理工程是不可能彻底解决河道水体的污染问题，只有恢复河道的生态系统功能，延长生物链，提高河道生物多样性和河道自净能力，才能达到治标和治本的目的。

杞林电排站河滩修复工程的主要内容是修复河滩天然湿地，并利用天然地域条件建造生态净化系统，用于处理杞林电排站出水（即神岗水），经过格栅、沉砂池、曝气池、生态潜流系统，通过充氧、渗

滤、吸附、植物吸收等作用，恢复河滩地生态系统功能，增强面源污染的拦截、净化功能，使污染物得到有效降低。杞林电排站下游河滩面积约 15000m²。

1.河滩修复工程

河滩修复工程的主要内容包括修复杞林电排站下游的河滩天然湿地，建设生态净化系统，河滩总面积约 15000m²。河滩修复工程的建设要充分利用现状地形地势条件，把现有水道，直道改弯，通过沉淀、曝气、植物过滤，延长水在生态净化系统的停留时间，促进水体污染物被生物所吸收。

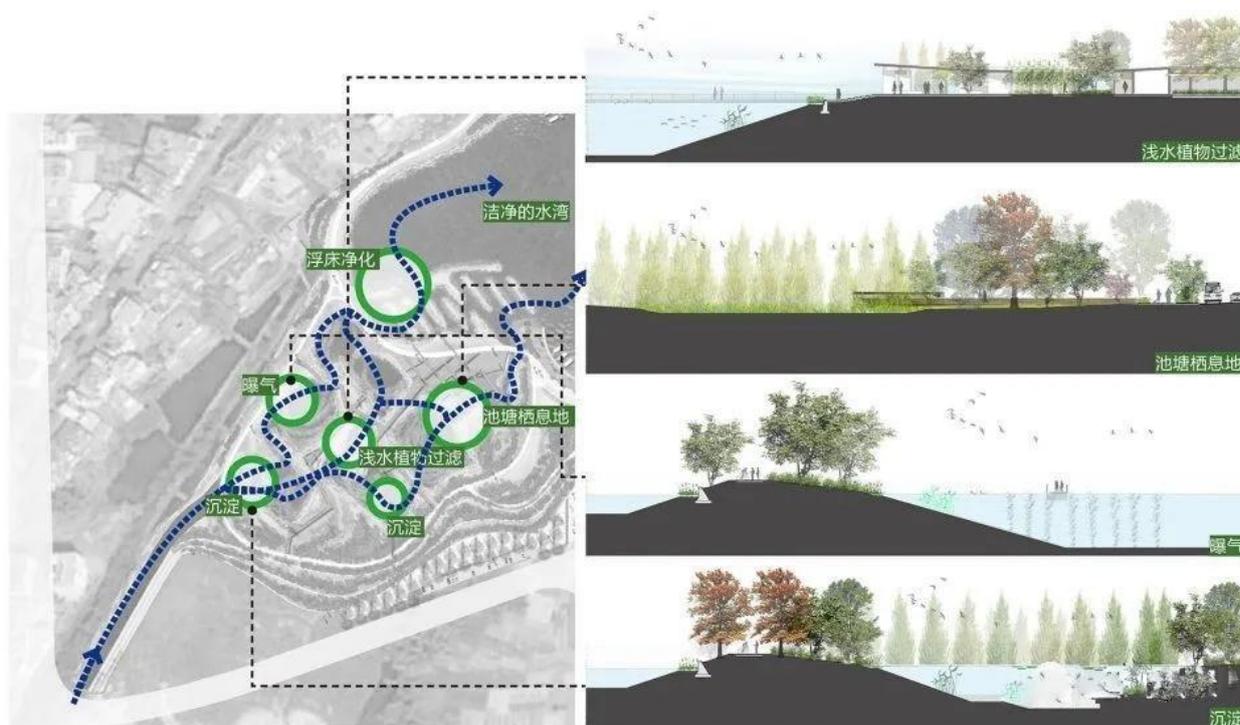


图 5.2-1 生态净化系统示意图

(1) 沉淀

水流在进水区经过消能和整流进入沉淀区后，缓慢水平流动，水中可沉悬浮物逐渐沉向池底，沉淀区出水溢过堰口，通过出水槽排出池外。

（2）曝气充氧

借助人工增氧或水动力设置对局部进行增氧，可在短期内改变水体及底泥微生物成分构成，有效增加底泥中好氧菌所在比例，从而改善底泥的生态构成，为水体自净创造有利条件，同时为保障了后续沉水植物群落构建初期的根茎分生长繁殖。曝气增氧系统是生物—生态污染水体修复技术中增加水体中溶解氧非常重要的一环，也是微生物繁殖、挂靠、激活的基本生存条件。向水体中注入足够的溶解氧，可以使断开的生物链得到有效的修复，然后根据水体情况逐步建立更完善的生态系统。促进微生物净化，降低污染物，促进渠道硝化过程。可以“湿焚”掉水中的有机物，使之转化为二氧化碳、水和简单的无机物，进而被水生植物吸收利用。可以打破水体分层，使水体底泥界面的厌氧环境变为好氧环境，激活土著微生物。促进渠道硝化过程，消除氨氮；减缓内源污染物和有害气体释放；曝气可以有效抑制底泥向上覆水中释放磷元素，对氮、磷营养元素的抑制率高达 80%；曝气增氧还可曝除水中的超饱和的有害气体，如沼气、硫化氢、氨氮等，抑制底泥营养盐的释放，改善水体环境，转化氨基酸、抗生素及酶，减少水生动物患病的可能性。控藻效果：曝气对叶绿素 a 浓度影响极其显著($p < 0.01$)，曝气能有效抑制藻类增长，并防止水体内的藻类优势种转变为容易引发“水华”的铜绿微囊藻(*Microcystisaeruginosa*)。曝气机有较强搅拌与提水功能，打破了静态水体的垂直分层现象，改变了水体溶氧垂直分布的极端不均匀性，破坏了蓝绿藻的富集层，从而控制“藻华”现象的发生。

（3）植物过滤

①挺水植物净化

挺水植物是水生植物的主要组成部分，能给许多其他生物提供生

境，增加生态系统的多样性和稳定性；挺水植物根系发达，对水体的净化作用较大：1) 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；2) 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，从而增加了对水体的净化作用；3) 固定河道沉积物，减少沉积物再悬浮；4) 可直接吸收营养盐，增加水体的净化能力；挺水植物群落还具有阻止水流和减少风浪的作用，从而维持景观河道的稳定环境，使河道内部沉水植物旺盛成长、生态系统稳定。总之，挺水植被构成的河岸带是景观河道的天然屏障，对面源污染有着明显的缓冲作用，面源污染经过河岸带的净化后，营养盐得到一定的削减，从而减轻了面源污染对河道的危害作用。另外，挺水植被合理配置，还具有一定的观赏性，具有美化河道的功能。

挺水植物的品种可选择花叶芦竹、花叶水葱、菖蒲、风车草、水生美人蕉、水芹等。

A 花叶芦竹

花叶芦竹又名斑叶芦竹，禾本科芦竹属植物。叶层具有美丽的条纹，富于变化。初春乳白色间碧绿色，仲春至夏秋金黄色间碧绿色。植株高 1.5 米左右。宜在湿地或浅水中栽培。用分株法繁殖。



图 5.2-2 花叶芦竹

B 花叶水葱

花叶水葱的变种。茎秆黄绿相间，非常独特，美丽。此水葱更具观赏价值。对土壤、气候的适应性很强。可分株繁殖。



图 5.2-3 花叶水葱

C 菖蒲

菖蒲是多年水生草本植物，适应性强，喜光耐半阴，耐旱也耐湿，砂壤土及粘土都能生长，喜水湿，常在水畔或浅水中生长，根茎横向，对 N、P 等营养盐有一定的吸收能力，是净化水体的良好材料，菖蒲对水体中总氮的去除效果明显，对氨氮和有机氮都有良好的去除效果，因此还是河湖水体的净化器。



图 5.2-4 菖蒲

D 风车草

风车草是莎草科，莎草属多年生草本植物，根状茎短，粗大，高可达 150 厘米，叶片伞状，叶鞘棕色，叶状苞片 20 枚，近相等，较花序长，向四周展开，平展；多次复出长侧枝聚伞花序具多数第一次辐射枝，小穗密集，椭圆形或长圆状披针形，鳞片紧密的复瓦状排列，膜质，卵形，苍白色，花药线形，花柱短，小坚果椭圆形，近于三棱形，长为鳞片的 1/3，褐色。花两性，8-11 月开花结果。



图 5.2-5 风车草

E 水生美人蕉

水生美人蕉生性强健，适应性强，喜光，怕强风，适宜于潮湿及浅水处生长，肥沃的土壤或沙质土壤都可生长良好，生长适宜温度为 15~28°C，低于 10°C 不利于生长，在原产地无休眠期，周年生长开花，是多年生挺水植物，根茎横向，对 N、P 等营养盐有一定的吸收能力，是净化水体的良好材料。



图 5.2-6 水生美人蕉

F 水芹

水芹是伞形科，水芹属多年生草本植物，茎直立或基部匍匐。基生叶有柄，基部有叶鞘；叶片轮廓三角形。复伞形花序顶生；无总苞；伞辐不等长，直立和展开；萼齿线状披针形，花瓣白色，倒卵形，有一长而内折的小舌片；花柱基圆锥形，直立或两侧分开。果实近于四角状椭圆形或筒状长圆形，侧棱较背棱和中棱隆起，木栓质。花期 6-7 月，果期 8-9 月。水芹喜湿润、肥沃土壤，耐涝及耐寒性强。适宜生长温度 15-20℃，能耐 0℃以下的低温。一般生于低湿地、浅水沼泽、河流岸边，或生于水田中。



图 5.2-7 水芹

②浮叶植物净化

浮叶植物也是水生植物的主要组成部分，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，如睡莲。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。

浮叶植物的品种可选择菱、粉绿狐尾藻等。

A 菱

菱科、菱属一年生浮水水生草本植物。着生水底水中泥根细铁丝状，同化根，叶二型：叶互生，聚生于主茎或分枝茎的顶端，叶片菱圆形或三角状菱圆形，表面深亮绿色，背面灰褐色或绿色，沉水叶小，早落。花单生于叶腋两性；花盘鸡冠状。果三角状菱形，表面具淡灰色长毛，腰角位置无刺角，果喙不明显，内具1白种子。5-10月开花，7-11月结果。菱对水体的氮、磷吸收利用效果较为明显。



图 5.2-8 菱

B 粉绿狐尾藻

粉绿狐尾藻是小二仙草科狐尾藻属植物，多年生沉水或挺水草本。株高 50-80 厘米。论茎秆粗壮、根状茎发达狐尾藻名列前茅，繁殖力非常强，泥里根状茎节处生根发芽，表面的茎秆节分枝蔓延生长，生长繁殖消耗大量泥土和水中的氮磷并向水体提供大量氧气，从而起到净化水质修复水生态作用。花期 7-8 月。



图 5.2-9 粉绿狐尾藻

③沉水植物净化

种沉水植物对河道、湖库等水体中氮、磷等污染物有较高的净化率，可固定沉积物、减少再悬浮，降低河道、湖库等水体内源负荷，为浮游动物提供避难所，从而增强生态系统对浮游植物的控制和系统的自净能力；另一方面，其根茎叶均可为微生物提供良好的附着环境，从而在植物体上形成高净化效率的微生物，在植物叶片、根际光合作用下，植物体周围及根际处形成厌氧-好氧微环境，最终形成具有强大净化效能的高等水植物-微生物“生物膜”系统。同时，不同的沉水植

物特性不同，其可形成的微生物“生物膜”厚度与微生物群落结构亦不同，净化能力也不同。通过种植不同的长效种沉水植物，可以增强水体的自净能力，长久持续净化水质，同时通过长效种沉水植物达到营造生境的目的，促进系统有益微生物生长并且持续发挥净化能力。

沉水植物可选择苦草、金鱼藻、微齿眼子菜等。

A 苦草

苦草别称蓼萍草，扁草，为多年生无茎沉水草本，有匍匐茎。生于溪沟、河流等环境之中。矮生苦草生长快，繁殖力强，在生长的过程中需要吸收大量的磷、氮等微量元素，抑制藻类生长，并释放氧气，给水体提升含氧量，和水生动物、微生物形成共生体系的生态自净系统，使水体更加清澈。



图 5.2-10 苦草

B 金鱼藻

金鱼藻是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。茎细柔，有分枝。叶轮生，每轮 6-8 叶。花期 6-7 月，果期 8-10 月。具有较好的氮、磷去除效果。



图 5.2-11 金鱼藻

(4) 构建微生物净化系统

在生态净化系统投加优势微生物水质净化复合菌，平均投加量为 $100\text{g}/\text{m}^2$ ，共计 600kg 。

优势微生物水质净化复合菌通过筛选土著的优势微生物，再进行驯化加强、提高其活性及净化能力，保证微生物高效发挥作用的同时，还可避免外源微生物可能造成的生态安全事故。优势微生物水质净化复合菌新陈代谢过程中污染物的转化过程主要包括两种类型，厌氧生物转化和好氧生物转化过程。

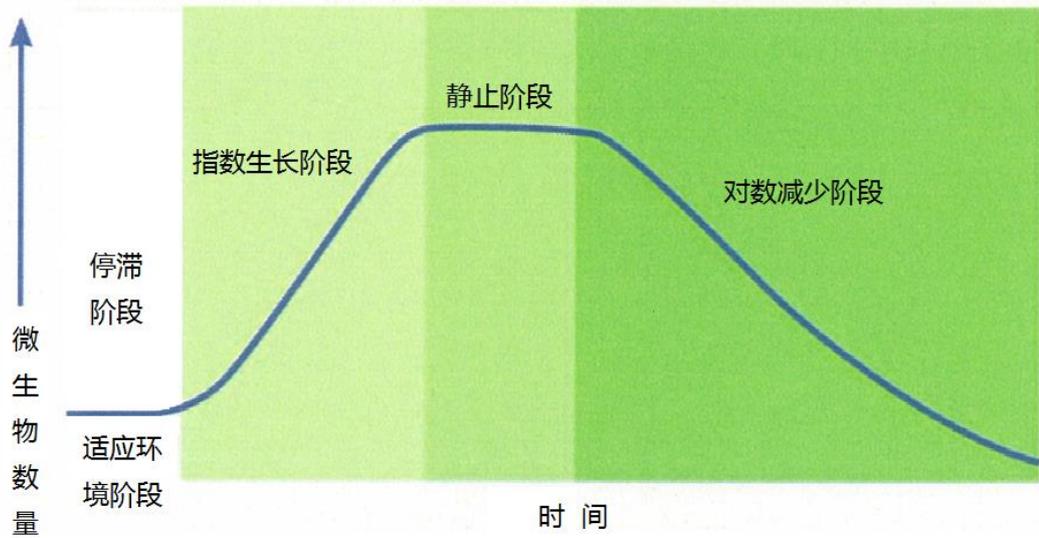


图5.2-12 微生物与时间的增减关系图

1) 在厌氧（或缺氧）过程

污染物被厌氧菌利用，其中的碳、氢、氧一部分转化成 CO_2 和 H_2O ，另一部分被分解成小分子有机酸、醇类物质；氮一部分被转成氨气 (NH_3) 从水中逸出，一部分生成无机氮溶解于水中，成为水中动植物的营养氧元素；磷被微生物的作用转化为无机磷，作为生物新陈代谢的能源物质。

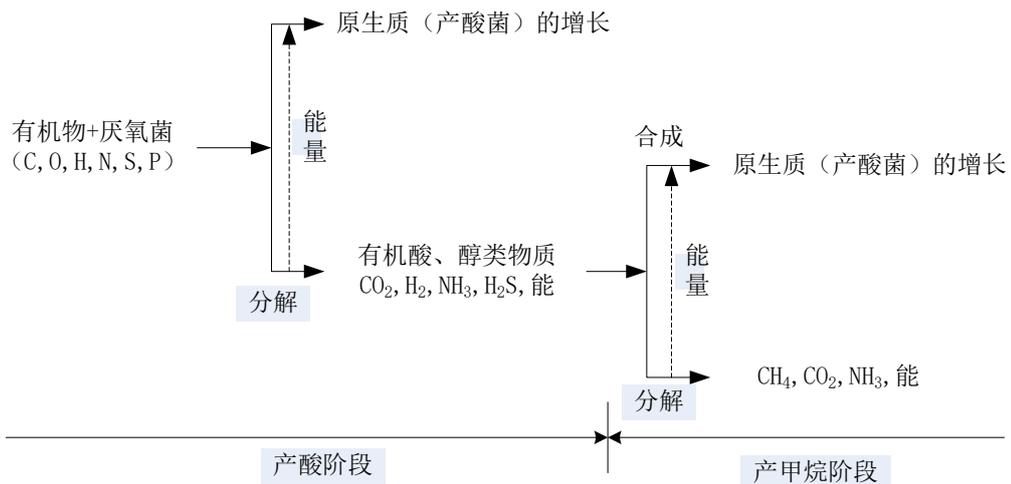


图 5.2-13 厌氧微生物降解污染物过程图

2) 在好氧过程中，水体中的好氧菌将有小分子的有机酸、醇等有机污染物进一步分解成 CO_2 和 H_2O ；水体中的无机磷一部分则被微

生物中的聚磷菌利用与 ADP（二磷酸腺苷）结合生成 ATP（三磷酸腺苷）作为能量物质储存在体内，一部分则被水体中的动植物吸收。从而使水体得到净化，水体不会再受污染。植物吸收后，由于体内积累大量的氮磷元素，需通过定期更换水生植物，使整个生态系统持续稳定。好氧微生物降解有机物的过程如下图。

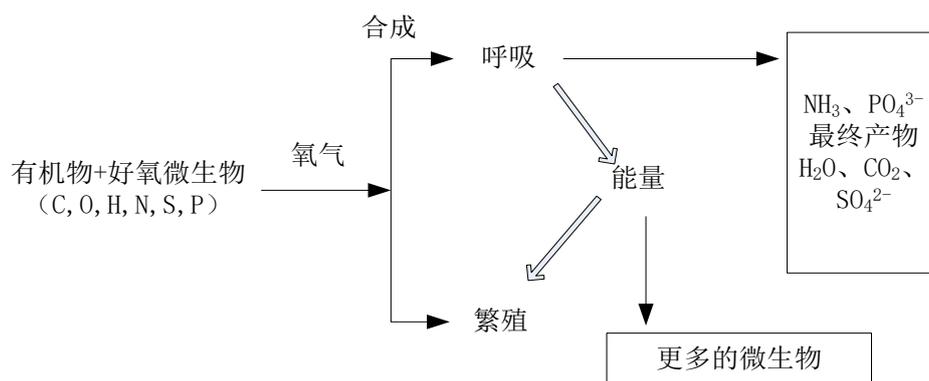


图 5.2-14 好氧微生物降解污染物过程图

在本方案中，充分运用优势微生物水质净化复合菌在厌氧及好氧状态下对污染物去除的原理，将 C、N、P 转化成个级生态链能利用的营养成分。同时水生植物的根系能提供优势微生物大量繁殖及附着生存环境，从而利用微生物的作用使水中的污染物在各个工艺段被不同的微生物进行转化或利用，从而实现污染物从水体中分离出来，（如，CO₂、CH₄、NH₃ 等气体从水中逸出，溶解在水中的氮磷则被水生植物或动物利用），进而使水体得到净化。水体物质流通如下图：

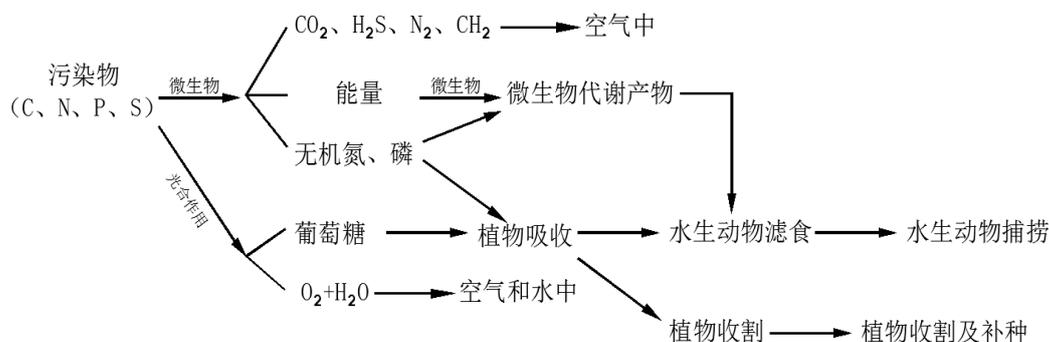


图 5.2-15 水体中的生物链图

5.2.2 河渠水道生态修复工程

5.2.2.1 生态透水坝

在长潭镇南部区域浒竹水、神岗水、石角水三条支流各设置 1 座生态透水坝，通过生态透水坝降低水体中污染物浓度，同时通过坝体产生的水位差，造成跌水作用，增加水体的溶解氧。

生态透水坝原理：生态透水坝通过控制着水的渗流速度，在上游进行蓄水，使之水位上升到一定的程度，上游水由于水利停留时间增长，水中污染物在物理沉降、自然降解、水生生物吸收的作用下，得以降低，由此净化了水质。除此之外，生态透水坝本身就可以净化水质，其本身净化水质的原理在于物理过滤、植物吸收和微生物降解。物理过滤在于堆积坝体的滤料之中形成了许多空隙，污水在经过透水坝时，水中的污染物被吸附和拦截下来。生态坝上种植的水生植物产生的大量根系深入坝体，吸收水中的营养盐；许多微生物和原生动物生长于滤料中，它们利用污水中的营养物质生存和繁殖，从而起到净化水质的作用。

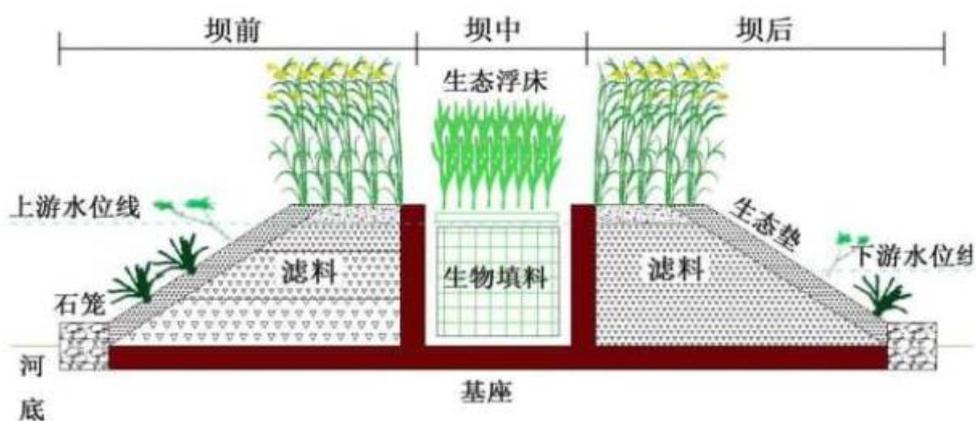


图 5.2-16 生态透水坝



图 5.2-17 生态透水坝

5.2.2.2 生态驳岸

生态驳岸是基于传统驳岸弊端提出的，是在满足护坡功能要求的同时不影响生态系统平衡，为动物、植物提供栖息空间的一种驳岸形式。它相较于传统驳岸对环境的破坏将这种破坏降到最小。生态驳岸有多种相应的分类类型，乡村中常见的生态驳岸类型可分为自然型驳岸、自然原生态型驳岸和台阶式人工驳岸。自然型驳岸包括木桩驳岸、块石驳岸等，通过一定的护底材料结合植物种植建造；自然原生态型驳岸是指基本保持驳岸自然状态，通过合理植物配置，完善驳岸功能；台阶式人工驳岸则是在自然型驳岸的基础上采取了台阶式分层的加固方式。

生态驳岸除了最基本的巩固堤坝、抵御洪水的功能之外对河流的水文、环境和生物生存发展过程都有积极的作用。

(1) 过滤径流。降低径流速度，增加水与空气之间的能量交换，促进泥沙、沉淀物等污染物在进入河流前被分离和消除在一定程度上起到净水作用。

(2) 补水调水。生态驳岸采用天然材料，通过组合设计，形成渗透融合界面，可调节河流在不同水位的适宜性。例如：当河流处于丰水期时，河水渗透到堤防外的地下水层中，具有蓄水功能；当河流处于枯

水期时，地下水通过堤防渗透到河流中起到补水、调节水位的作用。

(3) 涵养水的环境效益。大量植被用于生态驳岸的建设，不仅具有涵养水源的作用，而且具有改善环境河流水质的作用.并具有一定的地下水调节作用。

(4) 生态驳岸滨水植被和河堤植被形成了较为完整的河流生态系统，为陆生植物和水生生物提供了生存环境。河水的多速率变化和交换为水生动物和其他两栖动物提供了栖息、繁殖和栖身之所，形成自己独特的河流环境生态系统。

(5) 提高水的自净能力。河流生态系统通过食物链过程减少有机污染物，增强水体自净能力，改善河流水质:此外，在生态驳岸上建造的各种鱼巢和鱼道，可形成不同的流速带和水絮凝，使空气中的氧气融入水中，加速河流水质净化。



图 5.2-18 自然型驳岸



图 5.2-19 块石驳岸



图 5.2-20 离岸的木桩驳岸

5.2.2.3 跌水坝

跌水坝一般布设在沟道弯曲部的下游、河道下切剧烈部位、支分沟汇合部下游或可能出现坍塌及滑坡部位上游。当河流较宽、易发生急流的部位，为调整流态，常设跌水坝。跌水坝实施的目的是降低侵蚀源点、稳定沟床、防止沟底（岸、坡面）下切、坍塌，坝高不宜超过 5m,水流落差控制在 4m 以下。否则，将增加消能工的强度。



图 5.2-21 跌水坝

5.2.2.4 生态护坡

生态护坡技术是既满足河道护坡功能，又有利于恢复河道护坡系统生态平衡的系统工程。生态护坡技术分为植物护坡和植物工程措施复合护坡技术。植物护坡主要通过植被根系的力学效应(深根锚固和浅根加筋)和水文效应(降低孔压、削弱溅蚀和控制径流)来固土、防止水土流失，在满足生态环境需要的同时，还可以进行景观造景。植物工程复合护坡技术有铁丝网与碎石复合种植基、土木材料固土种植基、三维植被网、水泥生态种植基等形式。生态护坡技术的应用使坡岸抗剪强度明显增加，坡岸稳定性增强，河水水质经过护坡植物的净化得到较好的改善，同时河岸生境得到改善，生物多样性增加，生态稳定性增强。常见的护坡有以下几种

1.植物型护坡：

通过在岸坡种植植被，利用植物发达根系的力学效应(深根锚固和浅根加筋)和水文效应(降低孔压、削弱溅蚀和控制径流)进行护坡固土、防止水土流失，在满足生态环境需要的同时进行景观造景。

优点：主要应用于水流条件平缓的中小河流和湖泊港湾处。固土植物一般应选择耐酸碱性、耐高温干旱，同时应具有根系发达、生长快、绿期长、成活率高、价格经济、管理粗放、抗病虫害的特点。

缺点：抗冲刷能力较弱。



图 5.2-22 植物型护坡

2.土工材料复合种植基护坡

a.土工网垫固土种植基护坡：主要由网垫、种植土和草籽 3 部分组成。

优点：1.固土效果好；2.抗冲刷能力强；3.经济环保。

缺点：1.抗暴雨冲刷能力仍然较弱，取决于植物的生长情况；2.在水位线附近及以下不适用该技术。

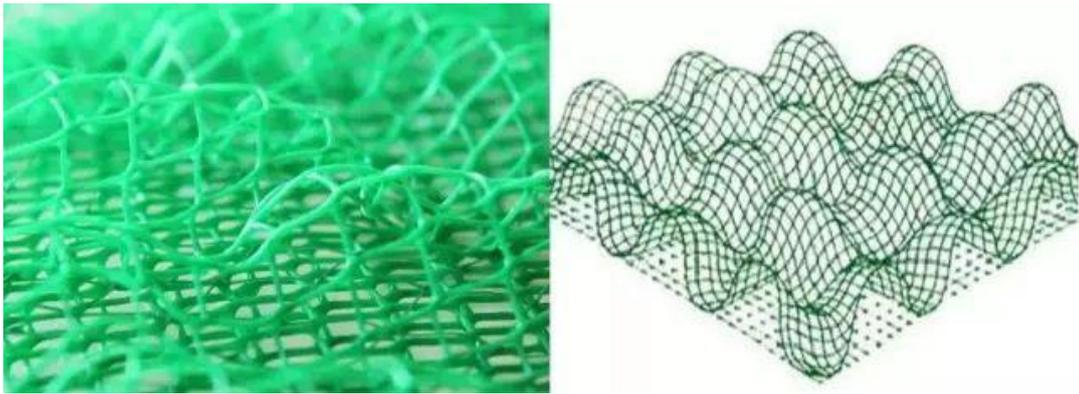


图 5.2-23 土工材料复合种植基护坡

b.土工单元固土种植基护坡：土工单元种植基，是利用聚丙烯等片状材料经热熔粘连成蜂窝状的网片，在蜂窝状单元中填土植草，起到固土护坡作用。

优点：1.材料轻、耐磨损、抗老化、韧性好、抗冲击力强、运输方便。2.施工方法方便，并可多次利用。

缺点：适用的河道坡度不能太陡，水流不能太急，水位变动不宜过大。



图 5.2-24 土工单元固土种植基护坡

c.土工格栅固土种植基护坡：格栅是由聚丙烯、聚录乙烯等高分子聚合物经热塑或模压而成的二维网格状或具有一定高度的三维立体网格屏栅，在土木工程中被称为土工格栅。土工格栅分为塑料土工格栅、钢塑土工格栅、玻璃土工格栅和玻纤聚酯土工格栅 4 大类。

优点：1.具有较强抗冲刷能力，能有效防止河岸垮塌;2.造价较低，

运输方便，施工简单，工期短;3.土工格栅耐老化，抗高低温。

缺点：当土工格栅裸露时，经太阳暴晒会缩短其使用寿命；部分聚丙烯材料的土工格栅遇火能燃烧。

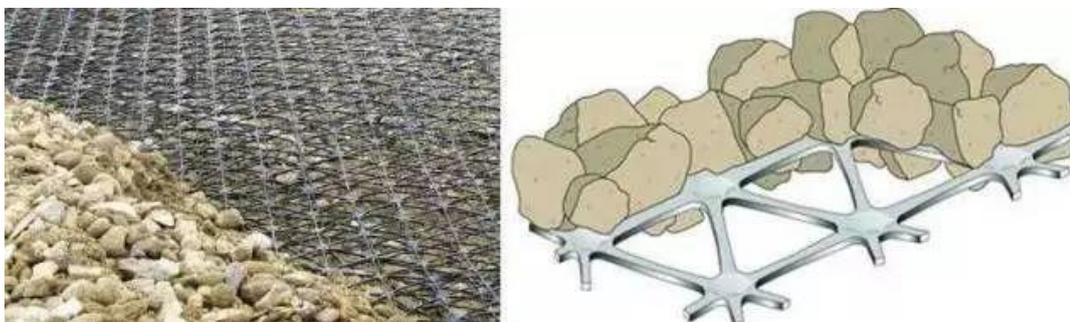


图 5.2-25 土工格栅固土种植基护坡

3.生态石笼护坡

石笼网是由高抗腐蚀、高强度、有一定延展性的低碳钢丝包裹上PVC材料后使用机械编织而成的箱型结构。根据材质外形可分为格宾护坡、雷诺护坡、合金网兜等。

优点：1.具有较强的整体性、透水性、抗冲刷性、生态适宜性；2.应用面广；3.有利于自然植物的生长，使岸坡环境得到改善；4.造价低、经济实惠,运输方便。

缺点：由于该护坡主体以石块填充为主，需要大量的石材，因此在平原地区的适用性不强；在局部互岸破损后需要及时补救，以免内部石材泄露，影响岸坡的稳定性。



图 5.2-26 生态石笼护坡

4.植被型生态混凝土护坡：

生态混凝土是一种性能介于普通混凝土和耕植土之间的新型材料，由多孔混凝土、保水材料、缓释肥料和表层土组成。

优点：1.可为植物生长提供基质；2.抗冲刷性能好；3.护坡孔隙率高，为动物及微生物提供繁殖场所；4.材料的高透气性在很大程度上保证了被保护土与空气间的湿热交换能力。

缺点：1.降碱处理问题；2.强度及耐久性有待验证；3.可再播种性需进一步验证；4.护岸价格偏高。



图 5.2-27 植被型生态混凝土护坡

5.生态袋护坡：

生态袋是采用专用机械设备，依据特定的生产工艺，把肥料、草种和保水剂按一定密度定植在可自然降解的无纺布或其他材料上，并经机器的滚压和针刺等工序而形成的产品。

优点：1.稳定性较强；2.具有透水不透土的过滤功能；3.利于生态系统的快速恢复；4.施工简单快捷。

缺点：1.易老化，生态袋内植物种子再生问题。2.生态袋孔隙过大袋状物易在水流冲刷下带出袋体，造成沉降，影响岸坡稳定。



图 5.2-28 生态袋护坡

6.多孔结构护坡:

多孔结构护坡是利用多孔砖进行植草的一类护坡，常见的多孔砖有八字砖、六棱护坡网格砖等。为动植物提供了良好的生存空间和栖息场所，可在水陆之间进行能量交换，是一种具有"呼吸功能"的护岸，能起到透气、透水、保土、固坡的效果。

优点：1.形式多样，可以根据不同的需求选择不同外形的多孔砖；
2.多孔砖的孔隙既可以用来种草，水下部分还可以作为鱼虾的栖息地；
3.具有较强的水循环能力和抗冲刷能力。

缺点：1.河堤坡度不能过大，否则多孔砖易滑落至河道；2.河堤必须坚固，土需压实、压紧，否则经河水不断冲刷易形成凹陷地带；
3.成本较高，施工工作量较大；4.不适合砂质土层，不适合河岸弯曲较多的河道。



图 5.2-29 多孔结构护坡

7.自嵌式挡土墙护坡:

自嵌式挡土墙的核心材料为自嵌块。主要依靠自嵌块块体的自重来抵抗动静荷载，使岸坡稳固；同时该种挡土墙无需砂浆砌筑，主要依靠带有后缘的自嵌块的锁定功能和自身重量来防止滑动倾覆；护岸孔隙间可以人工种植一些植物，增加其美感。

优点：1.防洪能力强；2.孔隙为鱼虾等动物提供良好的栖息地；3.节约材料；4.造型多变，主要为曲面型、直面型、景观型和植生型，满足不同河岸形态的需求；5.对地基要求低；6.抗震性能好；7.施工简便，施工无噪音，后期拆除方便。

缺点：1.墙体后面的泥土易被水流带走，造成墙后中空，影响结构的稳定，在水流过急时容易导致墙体垮塌；2.该类护岸主要适用于平直河道，弯度太大的河道不适用于此护岸；3.弯道需要石材量大，且容易造成凸角，此处承受的水流冲击较大，使用这类护岸有一定的风险。



图 5.2-30 自嵌式挡土墙护坡

5.2.2.5 生态沟渠

生态沟渠是指具有一定宽度和深度，由水、土壤和生物组成，具有自身独特结构并发挥相应生态功能的农田沟渠生态系统，也称之为农田沟渠湿地生态系统。生态沟渠能够通过截留泥沙、土壤吸附、植物吸收、生物降解等一系列作用，减少水土流失，降低进入地表水中氨、磷的含量。

1.生态沟渠类型

- (1) 固着藻类生态沟渠
- (2) 水生植物生态沟渠
- (3) 灌区生态沟渠
- (4) 湿地生态沟渠

2.生态沟渠特点

(1) 由工程和植物两部分组成的生态拦截型沟渠系统，能减缓流速，促进流水携带的颗粒物沉淀，吸收和拦截沟壁、水体和沟底中溢出的养分，同时水生植物的存在可以加速氨、磷界面交换和传递，

从而使污水中氨、磷的浓度快速减小，具有良好地净化效果。

(2) 收割植物解决二次污染问题，沟渠中水生植物对污水中的氨、磷有很好的吸收能力，水生植物能被农民收割，解决了二次污染问题。

(3) 建造灵活、无动力消耗、运行成本低廉。



图 5.2-31 生态沟渠示意图

5.2.2.6 构建微生物净化系统

梅州市蕉岭县石窟河（长潭段）支流，（全长约 6500m，平均河宽 2 米，平均水深 0.5m~1m），支流区域水域面积约 13000 平方米。在支流水域投加优势微生物河道专用包埋缓释菌，平均投加量为 100g/m²，共计 1300kg。

优势微生物河道专用包埋缓释菌，利用包埋缓释菌活化繁殖释放、游离菌定向选择作用的特性，达到底泥消减、生态清淤的效果。

该优势微生物河道专用包埋缓释菌以多孔生态基颗粒为包埋材料，以筛选分离驯化复配扩培而制得的多种专属优势微生物按一定比例构成的复合菌作为底泥生态清淤优势微生物菌剂。经专利技术制得

的包埋缓释菌构成一个个“微生物发生器”，不断补充优势微生物，通过协同代谢，能够在一定溶解氧甚至低氧、缺氧环境的水底淤泥中发挥生物分解转化作用，达到生态清淤、削减底泥的作用。本发明采用密度大于水的具有高吸附性的多孔生态基作为优势微生物清淤菌的固定载体，使优势微生物清淤菌固定得更加牢固，沉至底泥中不易被水流冲走，因此优势微生物清淤技术适用于封闭、半封闭、开放性河道、河泊等的水底清淤。

具体作用原理如下：

（1）优势微生物河道专用包埋缓释菌的投放

使用专用投加设备投加优势微生物河道专用包埋缓释菌至底泥浅层，一粒粒包埋缓释菌相当于一个个微小的微生物发生器，并且，由于包埋缓释菌密度大于水，着床在底泥里，一般不易被水流冲走。

（2）包埋缓释菌的活化、繁殖、释放

包埋缓释菌利用周围营养活化、繁殖、释放并定向游离，达到完善（添加、补充、调整、强化、激活）水体及沉积底泥中微生物种群和提高微生物活性的目的，增强净化效果和速度，恢复河涌自净能力和微生态系统。

（3）底泥消减及水质净化协同作用

复合优势微生物释放并定向游离，底泥消减清淤微生物向淤泥中渗透扩散，以一定消减速度层层递进，不断消减底泥，最终使淤泥无机化、生态化。同时，水质净化型微生物向上覆水体中游离，协同净化水体污染物及底泥消减过程中释放至水体的污染物，最终使水体清澈。生态底泥修复过程示意图如下图。

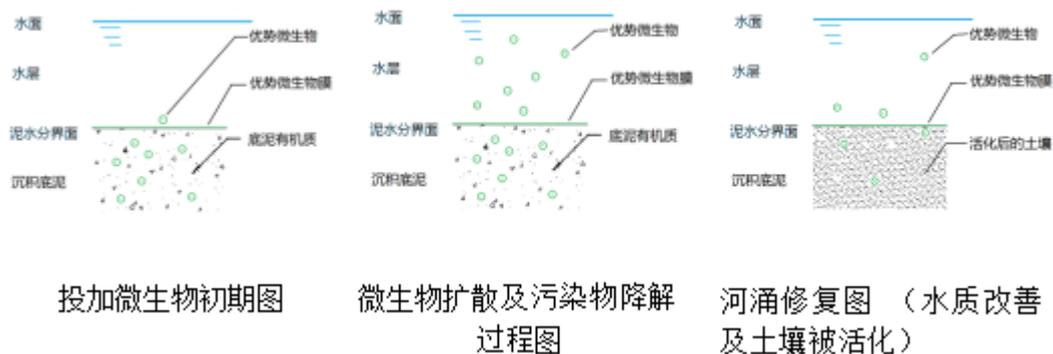


图5.2-32 底泥生态修复过程

在投加优势微生物后，由于水体中存在大量的有机污染物及丰富的氮磷等物质，为微生物的生存和大量繁殖提供的营养基础，优势微生物开始大量生长，并吸收和转化水体中的污染物。随着时间的推移，优势微生物开始附着在泥水分界面（即沉积淤泥的表面），并通过底泥表面向深层的底泥扩散。在不断的扩散过程中，优势微生物不断将底泥中的有机质利用来进行自身的新陈代谢作用，从而将有机质转化为 CO_2 和 H_2O 。最后水体及底泥中的有机质被微生物分解完，底泥得到活化。由于底泥中有机污染物逐渐减少，优势微生物得不到充足的营养物，会逐渐进行自身内源呼吸，大量微生物因内源呼吸而消耗自身的能量，微生物逐渐减少，剩余部分优势微生物与水体和底泥中的有机污染物保持平衡。水体和底泥得到持续性的改善，同时水体也不会有任何的二次污染。

通过以上水生植物修复技术、生态工程技术及生物操控技术等综合水生态修复技术于一体，构建水面、水体、底泥、微生物和水生动物群落构成的全生态体系，完善生态系统食物链、恢复系统原生态自净能力并原位强化系统生态净化功能，实现水体净化、淤泥削减及系统全生态修复，最终达到自然溪流原生态自净循环平衡状态。

5.2.2.7 河道垃圾清运

生活垃圾是指城镇村落区域内产生的生活垃圾，按产生源的不同，生活垃圾可分为居民生活垃圾、清扫垃圾、商业垃圾、工业单位垃圾、事业单位垃圾和交通运输垃圾。我国城市垃圾历史累计积存量高达 $60 \times 10^8 \text{t}$ ，侵占土地面积多达 $5 \times 10^8 \text{m}^2$ ，约有 2/3 的城镇处于垃圾包围之中，且有 1/4 的城市已无适合场所堆放垃圾。

城市垃圾包括如下几类：食品垃圾、普通垃圾、建筑垃圾、清扫垃圾、危险垃圾。普通垃圾和食品垃圾是城市垃圾中可回收利用的主要对象。由于生活生产习惯的差异，垃圾与城市垃圾的成分基本类似，以生活中产生的食品垃圾、塑料垃圾、建筑垃圾等为主。

对河道中的垃圾进行清挖、转运，可杜绝垃圾向水体释放氮磷等营养元素，从而改善水质、提高水体环境容量、促进水生生态环境的修复，有利于水资源的开发、美化和创造旅游开发环境，创造巨大的社会效益和经济效益。

利用机械设备对浒竹水、神岗水、石角水河道垃圾进行环保清运，挖去淤积的生活垃圾和弃渣，在短期内减少和控制河涌内源污染物对水体的污染和改善下游河涌的水体流动性。

垃圾清理施工原则：

①尽量减少泥沙搅动，并采取防扩散和泄漏措施，避免处于悬浮状态的污染物对周围水体造成污染。

②高定位精度和高开挖精度，彻底清除垃圾污染物，并尽量减少超挖量，即在保证环保清理效果的前提下降低工程成本。

③避免输送过程中的泄漏对水体造成二次污染。

④对清理的污染的垃圾和底泥进行安全处理，避免污染物对其他水系及环境的再污染。

第六章 工程方案

6.1 工程规模及主要工程内容

湿地工程主要对河渠进行生态净化，保障河道的生态系统稳定，本生态修复工程主要有以下工程：

(1) 杞林电排站河滩修复工程：包括新建生态净化系统（处理水量 $4000\text{m}^3/\text{d}$ ）、生态驳岸 320m 、草皮护面 12000m^2 、外形修整及卵石驳岸 440m ，构建微生物净化系统等；

(2) 河渠水道生态修复工程：包括新建生态透水坝 3 座、跌水坝 1 座、生态驳岸 400m 、生态护坡 5128m^2 、生态沟渠 90m ，构建微生物净化系统、垃圾清运 5880m^3 等。



6.2 选址合理性分析

杞林电排站河滩修复工程拟建于杞林电排站下游河滩地，该片区没有占用基本农田。留出两岸滩地，当较大洪水发生时，允许淹没滩地。平时这些滩地是乡镇理想的开敞空间环境，适合居民自由休闲，丰富河流景观，增加河流亲水性，同时还可以减少洪水威胁。



图 6.2-1 杞林电排站河滩修复工程选址

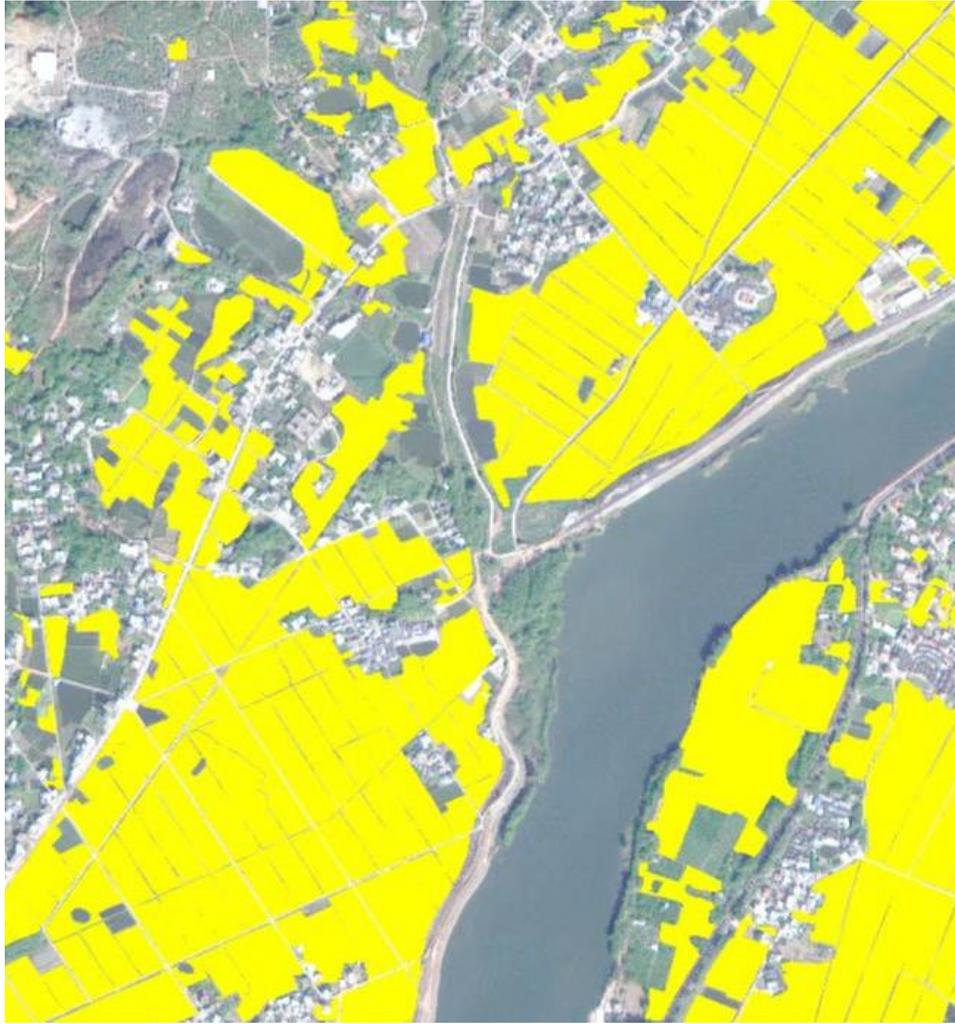


图 6.2-2 项目区域基本农田分布图（黄色区域为基本农田）

河渠水道生态修复工程拟在河道构建，该工程没有占用基本农田。选址处有村道覆盖，施工机械具备进场条件，材料运输方便，工程选址详见图 6.1。

6.3 工程设计方案

6.3.1 河滩修复工程

本项目河滩地位于杞林电排站出口下游处，石窟河右岸，处于长潭镇与三圳镇交界处，对面即为石窟河碧道，详见图6.2-1。目前现状以竹林为主，灌木为辅，详见图6.3-1。



6.3-1 河滩地现状图

从源头控制污染是河涌整治的基础，但长潭镇浒竹水、神岗水、石角水主要沟渠为“三面光”，且两岸主要为基本农田及村居，依据现状能进行提升的机会比较少。水质要真正改善，还需要一段时间的自我修复及自净过程。因此在点源、面源、内源治理工程建设的同时，结合生态修复技术措施，共同保证石窟河长潭镇段支流水污染治理效果及稳定性。生态修复工程可以改善河道水生态环境，提升水体自净能力，因此，生态修复工程的实施非常必要。

1.河滩修复工程

功能：河滩修复工程的主要内容包括修复杞林电排站下游的河滩天然湿地，建设生态净化系统，河滩总面积约 15000m²。河滩修复工程的建设要充分利用现状地形地势条件，把现有水道，直道改弯，通过沉淀、曝气、植物过滤，延长水在生态净化系统的停留时间，促进水体污染物被生物所吸收。

(1) 沉淀

根据现场调研，拟改造原有水道设计为配水区，河水经过配水区达到沉淀的效果。

（2）曝气充氧

太阳能曝气机，以太阳能作为设备运转的直接动力，通过叶轮旋转提升作用，将底部缺氧水转移到水体表面与表层富氧水混合；表层富含水通过离心旋转横向水平扩散、纵向进入底层缺氧区。由此实现水体解层、增氧和纵横向循环交换三重功效，最大限度地将表层超饱和溶解氧水转移到水体底层，增加底层水体溶解氧，消除自然分层，提高水体自净能力。

太阳能曝气机是一种利用太阳能作为动力源，用于水污染治理的增氧曝气与水体循环设备。具有运行管理费用低，增氧效果好，大流量，抗堵塞，寿命长、运行噪音低等特征。

因为现场用电条件不佳，曝气充氧拟采用太阳能曝气机的方式，不仅节能，而且不产生二次污染。根据工艺条件，拟设置 4 套太阳能曝气机。

（3）植物过滤

植物和所有进行光合自养的有机体一样，具有分解和转化有机物和其他物质的能力。植物通过吸收同化作用，能直接从污水中吸收可利用的营养物质，如水体中的氮和磷等。水中的铵盐、硝酸盐以及磷酸盐都能通过这种作用被植物体吸收，最后通过被收割而离开水体。植物的根系能吸附和富集重金属和有毒有害物质。植物的根茎叶都有吸收富集重金属的作用，其中根部的吸收能力最强。在不同的植物种

类中，沉水植物的吸附能力较强。根系密集发达交织在一起的植物亦能对固体颗粒起到拦截吸附作用。植物为微生物的吸附生长提供了更大的表面积。植物的根系是微生物重要的栖息、附着和繁殖的场所。相关文献表明，植物根际的微生物数量比非根际微生物数量多得多，而微生物能起到重要的降解水中污染物的作用。植物还能够为水体输送氧气，增加水体的活性。河滩修复工程拟植物种植约 10000 m²，包括菖蒲、美人蕉、粉绿狐尾藻、苦草等。

生态净化系统植物的选择要遵从以下几个原则：

① 适地适种。不同地区具有不同的环境背景，存在地域的差异和特殊性等，这些均是生态系统设计中选择植物要考虑的重要因素，必须做到因地制宜、适地适种。

② 抗逆性强。选择具有抗逆性的植物，有助于湿地生态系统的健康稳定发展。抗逆性即耐污、耐盐、抗冻、抗热和抗病虫害等能力。

③ 净化能力强。净化能力是选择生态植物池要考虑的另一个重要因素。为了提高生态植物池的去污能力，在选择植物时不但要选择耐污能力强的植物，同时也要求植物的净化能力强，即单位面积的污染物去除率要高，主要从两个方面考虑：一方面是植物的生物量较大，另一方面是植物体内污染物的浓度较高。

④ 根系发达。发达的植物根系可以分泌较多的根分泌物，为微生物的生存创造良好的条件，促进根基的生物降解，提高生态植物池净化能力。

⑤ 观赏价值和经济价值高。园林设计的理念被引入生态植物池，

从而实现治理污染和美化环境的统一。结合景观生态学理论，巧妙运用具有较高观赏价值的水生植物、湿生植物，营造环境优雅的生态植物池景观。

水生植物有以下几种群落模式：

①物种多样化模式：陆生、湿生、挺水、浮水、沉水植物依序构成生态水景的组成部分，并逐步形成一个有机和谐统一的组合体，各组成部分比例协调，景观层次和色彩丰富。

②优势种主导模式：优势种在水景中起主导作用，是景观的主体部分，也是景观的特色部分，其他物种为伴生物种。如大片的荷花形成的景观，点缀有香蒲、茭草和水葱。

③水质净化型模式：此类景观以大量的沉水植物和浮水植物为主，水域内点缀少量其它水生植物，主要以保持水质良好，水体透明为主。

植物群落的优化配置模式：通达人为设计将欲种植的水生湿地植物群落，根据环境条件和群落特性按一定比例在空间分布，时间分布方面进行安排。使其高效运行达到净化水质，并形成优美的景观效果和可持续利用的生态系统。群落配置包括以下两个方面：

水平空间配置：指水域平面上配置不同的植物群落。所配置的植物群落可分为生态型植物群落和观赏性植物群落，生态型植物群落以水体污染的治理，污水的净化，促进生态系统的建立和完善为主要目标，注重群落的生态效应，其建群种要求耐污，去污能力强，生长快，繁殖能力强，生态效益好的物种，如芦苇。观赏性植物群落要求株型美观，有花有色，有较高的观赏价值，易形成区域内观赏特色。如：

荷花和睡莲。

垂直空间配置：指水生植物群落的垂直空间配置由水深决定，不同的水生植物群落对水深有不同的要求。群落配置从湖岸向湖心，随水深的不同分别选用不同的水生植物，即湿生植物群落，挺水植物群落，浮水植物群落，沉水植物群落。这些群落分别占据不同的空间生态位，能适应不同水深处的光照条件，能保持相对稳定。

水生植物在园林中的应用主要分为水边的植物配置、驳岸的植物配置、水面的植物配置、堤、岛的植物配置等。配置时要考虑到物种搭配和生态功能，做到观赏功能和水体处理功能统一协调。物种搭配应主次分明，高低错落，符合各水生植物对生态位的要求，同时能充分发挥各水生植物的生态功能。

①水边与驳岸的植物配置

水体边缘是水面和堤岸的分界线，水体边缘的植物配置既能对水面起到装饰作用，又能实现从水面到堤岸的自然过渡，尤其在自然水体景观中应用较多，所以水边植物配置应讲究艺术构图。在构图上，注意应用探向水面的枝、干，尤其是似倒未倒的水边大乔木，以起到增加水面层次和富有野趣的作用。水边的植物配植，主要是通过植物的色彩、线条以及姿态来组景和造景的。我国园林中自古水边主张植以垂柳，造成柔条拂水，同时在水边种植落羽松、池松、水杉及具有下垂气根的小叶榕等，均能起到线条构图的作用。但水边植物配植切忌等距种植及整形式或修剪，以免失去画意。

②水面植物的配置

水面全部栽满植物的，多适用小水池，或大水池中较独立的一个局部，在南方的一些自然风景区中，保留了农村田野的风味，在水面铺满了绿萍或红萍，如似一块绿色的地毯或红色的平绒布，也是一种野趣；在水面部分栽植水生植物的情况则比较普遍，其配置一定要与水面大小比例、周围景观的视野相协调，尤其不要妨碍倒影产生的效果。以水面作底色，配置丰富多彩的水生植物，可以增加俯视水面的景观，还可使岸边景物产生倒影，起到扩大水面的效果。在较大的水面，为了欣赏远景，还可结合人的视点栽植再力花、芦苇等植株较高的水生植物，以增加景深，方便观赏和留影

③堤、岛的植物配置

水体中设置堤岸、岛屿，是划分水面空间的主要手段，堤岸常与桥相连。而堤、岛的植物配置，不仅增添了水面空间的层次，而且丰富了水面空间的色彩，倒影成为主要景观。有了倒影，景物变一为二，上下交映，倒影还能把远近交错的景物组合在一张画面上，如远处的山和近处的建筑、树木组合在一起，如若一幅秀丽的山水画。岛的类型很多，大小各异。环岛以柳为主，间植侧柏、合欢、紫藤、紫薇等乔灌木，疏密有致，高低有序，增加层次，具有良好的引导功能。

（4）构建微生物净化系统

优势微生物水质净化复合菌通过筛选土著的优势微生物，再进行驯化加强、提高其活性及净化能力，保证微生物高效发挥作用的同时，还可避免外源微生物可能造成的生态安全事故。在生态净化系统拟投加优势微生物水质净化复合菌，平均投加量为 $100\text{g}/\text{m}^2$ ，共计 600kg 。



6.3-3 河滩修复工程意向图

5.主要工程量

河滩修复工程主要工程量如下表：

表 6.3-1 河滩修复工程主要工程数量表

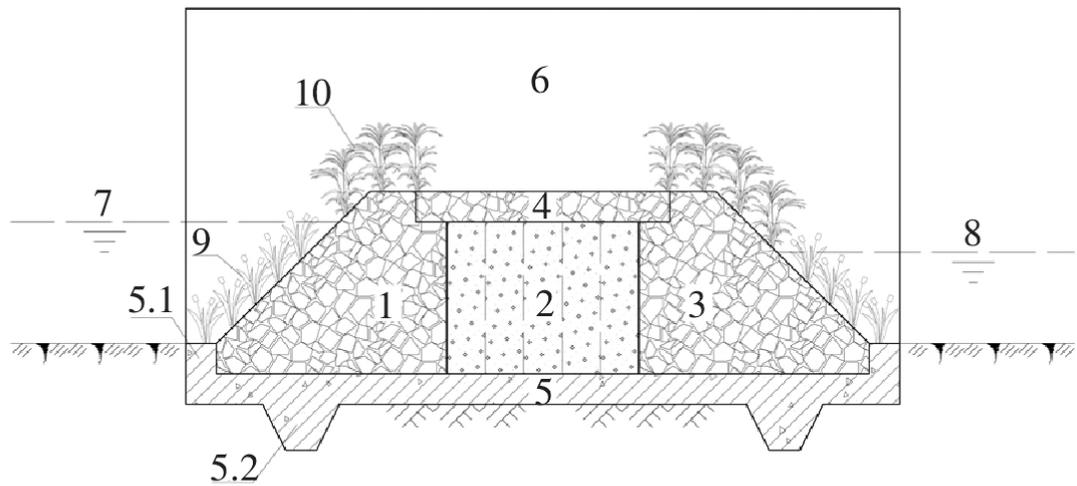
序号	项目	数量	单位
1	生态净化系统	4000	m ³ /d
1.1	太阳能曝气机	4	套
1.2	生态潜流净化系统	8500	m ²
1.3	生态沼泽净化系统	1500	m ²
2	生态驳岸	320	m
3	草皮护面	12000	m ²
4	外形修整及卵石驳岸	440	m

序号	项目	数量	单位
5	菌种	600	kg
6	场地整理	15000	m ²
7	栈道	600	m
8	配套设施	1	批
9	宣传牌	1	批

6.3.2 河渠水道生态修复工程

(1) 生态透水坝

在杞林电排站支流设置生态透水坝共 3 座，通过生态透水坝降低水体中污染物浓度，同时通过坝体产生的水位差，造成跌水作用，增加水体的溶解氧。



1 前坝体、2 中坝体、3 后坝体、4 盖板、5 底板、5.1 凸坎、5.2 防滑凸榫、6 翼缘板、6.1 扶肋、7 上游常水位线、8 下游常水位线、9 沉水植物、10 挺水植物

图 6.3-4 生态透水坝剖视图

(2) 跌水坝

在沙尾出水口因地制宜设置跌水坝 1 座，以便降低侵蚀源点、稳定沟床、防止沟底（岸、坡面）下切、坍塌。河流宽度约 3m。



图 6.3-5 沙尾出水口现状图



图 6.3-6 跌水坝意向图

(3) 生态驳岸

结合调查区域驳岸现状特征，为减缓驳岸侵蚀和水土流失、提高驳岸安全性、改善水域岸线生境、丰富生物物种多样性、提升驳岸生

态服务功能，采用在在沙尾出水口处建设木桩驳岸 400m。

松木桩有利于水体自然流动，进行水气交换，对防止泥土流失起到保护作用，还能为水生植物留出生存空间，形式多样，增添野趣。沿岸植物的栽植和松木桩围挡，让岸线变得更为柔和，为广大村民展现一道新的生态河岸景观。



图 6.3-7 木桩驳岸示意图

(4) 生态护坡

根据现状，拟在石角水构建生态护坡 4920 m²，沙尾排口上游构建生态护坡 208 m²，总共为 5180 m²。

(5) 生态沟渠

沙尾排口上游有一小支流（约 90m），附近鱼塘换水或下雨时会溢流从而进入浒竹水，对石窟河支流浒竹水水质构成一定的威胁。因此拟在此小支流构建水生植物生态沟渠，对氮磷等污染物进一步削减。

(6) 构建微生物净化系统

梅州市蕉岭县石窟河（长潭段）支流，全长约 6500m，平均河宽

2 米，平均水深 0.5m~1m，支流区域水域面积约 13000 平方米。在支流水域投加优势微生物河道专用包埋缓释菌，平均投加量为 100g/m²，共计 1300kg。

(7) 河道垃圾清运

浒竹水、神岗水、石角水河道内散落垃圾以生活垃圾和弃渣为主，由于水面较小，河涌的清淤通常都是采用下述的方式进行：首先修建围堰，然后人工机械相结合，分段分片清理垃圾并清运至生活垃圾处置场地进行处置。

设计参数：

清运方式：机械与人工打捞结合；

设备：铲车、钩机（或抓斗车）；

人员配备：打捞人员 10 人

清运厚度：根据对河床垃圾层厚度和分布的实际调查确定清理厚度，约 0.1~0.3m，平均清理深度 0.2m 估计。

清理位置和面积：长潭镇浒竹水、神岗水、石角水长度总共约 14.7km，按平均河道宽 2m 计，生活垃圾主要集中在上游堆砌，总清理面积约为 29400m²，垃圾清理量约 5880m³。

垃圾的处置：清理的生活垃圾进行综合利用与处置，运送至县级生活垃圾卫生填埋场进行安全处理，运输距离约 9km。

综上，蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）主要工程量详见表 6.3-2。

表 6.3-2 蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程量汇总表

序号	项目名称	项目型号	单位	数量
1	杞林电排站河滩修复工程	包含构建生态净化系统、生态驳岸、草皮护面等	项	1
1.1	生态净化系统	包含沉淀池、曝气池、滤料、挺水植物、浮生植物、沉水植物等	m ³ /d	4000
1.1.1	太阳能曝气机	太阳能曝气机	套	4
1.1.2	生态潜流净化系统	包含滤料及植物种植	m ²	8500
1.1.3	生态沼泽净化系统	包含挺水植物、浮生植物、沉水植物	m ²	1500
1.2	生态驳岸	包含沟渠开挖、边坡平整，驳岸构建	m	320
1.3	草皮护面	草皮种植	m ²	12000
1.4	外形修整及卵石驳岸	外形修整及卵石驳岸构建	m	440
1.5	菌种	优势微生物水质净化复合菌	kg	600
1.6	场地整理	包含场地开挖、回填、支护等	m ²	15000
1.7	栈道	栈道构建	m	600
1.8	配套设施	包含相关维修工具、救生圈等	批	1
1.9	标识牌	包含指示牌、宣传牌	批	1
2	河渠水道生态修复工程	包含生态透水坝、跌水坝、生态驳岸、生态护坡、生态沟渠、构建微生物净化系统、垃圾清运等	项	1
2.1	生态透水坝	生态透水坝构建	座	3
2.2	跌水坝	跌水坝构建	座	1

序号	项目名称	项目型号	单位	数量
2.3	生态驳岸	包含沟渠开挖、边坡平整，驳岸构建	米	400
2.4	生态护坡	包含边坡平整、护坡构建	m ²	5128
2.5	生态沟渠	包含沟渠、边坡整理，植物种植等	m	90
2.6	菌种	优势微生物河道专用包埋缓释菌	kg	1300
2.7	垃圾清运	包含河渠内及河渠两岸垃圾清运	m ³	5880

第七章 环境保护

7.1 工程建设对环境的影响

7.1.1 扬尘的影响

工程施工期间，挖掘的泥土通常堆放在施工现场，短则几个星期，长则数月。堆土裸露，旱干风致，以致车辆过往，满天尘土，使大气中悬浮颗粒物含量骤增，严重影响沿途道路和景观。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，给环境的整洁带来许多麻烦。雨天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。

7.1.2 噪声的影响

施工期间的噪声主要来自施工机械和建筑材料运输，车辆马达的轰鸣及喇叭的喧闹声。特别是在夜间，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。

7.1.3 污水的影响

各种施工机械设备运转的冷却水及洗涤用水和施工现场清洗、建材清洗、混凝土养护等会产生生产废水，这部分废水含有一定量的油污和泥沙。同时施工队伍的生活活动会产生生活污水，生活污水含有大量细菌和病原体。上述废水水量不大，但如果不经处理或处理不当，同时会危害环境。

7.1.4 生活垃圾的影响

工程施工时，施工区内过若干个劳动力的食宿将会安排在工作区域内。这些临时食宿地的水、电以及生活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。

7.1.5 弃土的影响

施工期间将产生部分弃土，这些弃土在运输、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泥土散落满地；车轮沾满泥土导致运输公路布满泥土；晴天尘土飞扬，雨天路面泥泞，影响行人和车辆过往和环境质量。

弃土处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用、河流流畅，破坏自然、生态环境，影响城市的建设和整洁。

7.2 环境影响的缓解措施

7.2.1 大气防护措施

(1) 对施工场地松散、干涸的表土，应该经常洒水降尘。

(2) 加强回填土方堆放的管理，落实土方表面压实、定期喷水、覆盖等措施；不需要的泥土、施工材料弃渣应及时运走，不宜长时间堆积，临时堆放的粉状建材要加盖。

(3) 运土及施工材料车辆应按规定配置防洒装备，装载不宜过

满,保证运输过程中不散落;并且,规划好运输车的运行路线与时间,尽量避免在交通集中区和居民住宅等敏感区行驶。

(4) 运载余泥和施工材料的车辆应该加盖,防止被大风吹起,污染环境;且进出工地时需清洗,可建造一浅水池,车辆出工地慢车驶过该浅水池,可洗去车轮上的尘土;还可根据情况采用喷洗的方法,将车身及车轮上剩余物和泥土冲干净;对运输过程中落在路面上的泥土要及时清扫,以减少运行过程中的扬尘。

(5) 施工车辆必须定期检查,破损的车厢及时修补,减少车辆在行驶过程沿途振漏施工材料和废料,限速行驶以保持路面的清洁。

(6) 施工机械和车辆均应加装尾气处理装置,保证尾气达标排放。

7.2.2 噪声防护措施

(1) 加强环境保护部门的管理、监督作用

施工过程中使用机械设备,可能产生环境噪声污染的,施工单位必须在开工前向工程所在地环境保护行政主管部门申报,经环保部门审查批准后方可开工。环保部门加强管理监督,采取抽查方式监测其场界噪声,限制其施工及高噪声施工机械,把施工噪声控制在允许范围之内。

(2) 合理安排施工时间

制定施工计划,应可能避免大量高噪声设备同时施工,此外,使用高噪声设备的施工阶段应尽量安排在白天,减少夜间的施工量;施工方禁止在中午(12:00—14:00)和夜间(22:00—次日 6:00)进行施

工作业。

（3）合理布置施工现场

尽量避免在施工现场的同一时间安排多个高噪声设备，高噪声机械设备作业布置于远离周边居民的方位。

（4）降低设备声级

施工设备选型时尽量采用低噪声设备；对动力机械设备定期进行维修和养护，避免因松动部件振动或消声器损坏而加大设备工作时的声级；闲置不用的设备应立即关闭。

（5）建立临时声屏障

对于位置相对固定的机械设备，能设在隔声棚内操作的尽量进入隔声棚，隔声棚的高度应超过设备 1.5m 以上，顶部采用双层石棉瓦加盖；对不能入棚的机械设备，可适当建立单面声屏障，尤其要注重降低对施工场地就近民居的影响。

（6）减少交通噪声

尽量减少运输车辆夜间的运输量，运输车辆在进入施工区附近区域后，要适当降低车速，避免或杜绝鸣笛。

7.2.3 水污染防治措施

（1）在施工过程中应加强对机械设备的检修，以防止设备漏油现象的发生；施工机械设备的维修应由专业厂家进行，防止施工现场地表油类污染，以减小初期雨水的油类污染物负荷。

（2）采取措施控制地表降尘积累，以减小降水前地表积累的污染负荷。

(3) 生活污水经三级化粪池处理后不外排，可用于周边农田和旱地的肥料灌溉，避免施工人员生活污水无序排放。

(4) 施工场地修建沉淀池和隔油池，使生产废水沉淀后排放，沉淀池内淤泥定期清理。

(5) 加强施工期油污染防治的对策措施，包括管理措施和工程措施，即一方面应加强对施工机械设备及车辆的管理和维护保养，杜绝油类的跑、冒、滴、漏现象，对于废残油（属危险废物）应按有关规定进行妥善处置。另一方面，对于含油施工废水、应进行隔油处理，达标排放。

(6) 制定合理的施工方案进一步减少对地下水的影响，如采用明沟排水、井点降水等方法将基坑范围内上层滞水和潜水排除；采用防渗帷幕将承压水控制在建筑所需场地范围内，然后再将该部分承压水利用排水法清除掉，而不影响拟建建筑场地以外的承压水。

7.2.4 固体废物处理

(1) 施工剩余土方和废材料等废物定期由环卫部门清运，生活垃圾交环卫部门进行卫生填埋。

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

(3) 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，经采取措施处理后才能继续施工。

第八章 水土保持

8.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》；
- (2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》；
- (4) 《国务院关于加强水土保持工作的通知》；
- (5) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》；
- (6) 《开发建设项目水土保持技术规范》；
- (7) 《水土保持综合治理规划通则》；
- (8) 《水土保持综合治理效益计算方法》；
- (9) 《水土保持综合治理技术规范》；
- (10) 《土壤侵蚀分类分级标准》；
- (11) 《广东省水土保持规划（2016~2030年）》（粤府函[2017]8号文）；
- (12) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）。

8.2 原则、范围和目标

8.2.1 原则

根据国家关于水土保持的有关法规要求，坚持“预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜、加强管理、注重效益”的方针，坚持水土保持措施与主体工程建设“同时设计、同时施工、同时投产使用”的制度。

8.2.2 范围

按照《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）的规定，建设项目水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区两个部分。结合项目区建设可能影响的水土流失范围，以工程设计、施工布置以及工程建设区的自然条件为依据，确定本工程的水土流失防治责任范围。

本工程水土保持范围主要包括河滩修复工程等。本项目涉及水土保持的工程为河滩生态植物池改造。

8.2.3 目标

本工程属于生态修复工程，水土保持综合防治措施既要满足水土保持的要求，又要与城市绿化、美化相结合。具体目标为：

- 1、在本工程水土流失防治责任范围内，对原有的水土流失进行防治，使之得到有效治理。
- 2、工程建设过程中采取措施保护水土资源，尽量减少对植被的破坏。
- 3、工程施工过程中开挖产生的弃土、弃渣得到妥善的处理和有效利用，不被洪水冲入河道，尽可能减少弃渣产生的水土流失。
- 4、对工程建设区和直接影响区进行绿化、美化，改善生态环境。

8.3 主体工程水土保持分析与评价

8.3.1 工程选址制约性因素分析

广东省水利厅 2000 年 9 月 11 日发布《广东省人民政府授权发布全省水土流失重点防治区的通告》，指出广东省梅州市属省级水土流

失重点治理区。梅州市水务局 2020 年 1 月 8 日发布《梅州市水务局关于划分市级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》以及蕉岭县水务局发布的《蕉岭县水土保持规划（2021-2030 年）》，文件根据《中华人民共和国水土保持法》《广东省水土保持条例》的规定，按照《梅州市人民政府关于梅州市水土保持规划（2016-2030 年）的批复》（梅市府函〔2019〕281 号）精神，其中提到本工程所在地长潭镇（不含长潭省级自然保护区）石窟河水土流失重点治理区（面积 41.44km²）。

施工时应充分利用生产建设活动产生的开挖料，无弃土弃渣产生，不设置专门永久弃土（渣）场。本次将在施工期做好环境保护工作，确保最大程度减免对环境敏感区域影响。从水土保持角度考虑，需提高防治标准，执行建设类项目一级标准，并做好生态防护工作。

8.3.3 工程土石方平衡水土保持分析评价

本工程施工所需的砂、碎石、块石料等均来自当地建材市场购买，工程所需混凝土购买商品混凝土。

本工程开挖主要包括土方开挖等，工程回填主要包括土方回填等。土石方平衡调配原则先尽量考虑利用各堤岸建筑物自身开挖料，开挖料不足时，从附近其他河段开挖有用料中补充。本工程挖填基本上能自身平衡，少量多余料及清基土方用于沿河景观绿化工程回填及微地形塑造，本工程不设弃渣场。

河道清淤料不能直接用于工程回填，一方面可通过底泥固结脱水回用于堤防填筑、景观工程、道路基础等部位回填；一方面可资源化加工制成固结砖或异型管道，用于河涌整治工程生态护坡、景观工程路面铺装以及海绵城市建设透水铺装等。

本工程土石方调配自身平衡，无借方和永久弃方产生，符合水土保持要求。

8.4 水土保持措施

8.4.1 工程措施方面

8.4.1.1 临时设施场地

对临时施工场地，在其周边设置排水沟，排水沟断面尺寸根据施工场地大小确定。完工后，对于土质场地采取干砌块石护面，防止雨水冲刷。施工结束后，清理临时设施场地，拆除临时建筑，洼地覆土填平，清扫地面。

8.4.1.2 边坡、堡坎

对于填方边坡及覆盖较厚部位的开挖边坡，采用浆砌块石方格草皮护坡或草皮护坡，堡坎采用浆砌块修筑。

8.4.1.3 弃土

施工的处置和利用应先制定周密的计划，合理选择施工弃土和沉积污泥的处置场地，四周设置必要的排水沟、排洪管道或挡土墙。严禁随意倾倒，避免弃土和弃渣被雨水冲入河沟。

8.4.2 工程施工组织设计方面

8.4.2.1 施工交通

本项目主要分布在石窟河沿岸，对外交通主要以公路运输为主，交通相对便利。

8.4.2.2 施工场地布置

施工营地由生活设施和生产设施两部分组成。生活设施考虑就近租用民房；生产设施包括各种材料加工厂、材料仓库和备料堆场、办公用房、机械停放场等。从水土保持角度分析，本工程优先利用现有公路网进行物资运输和施工作业；施工场地占地较小，符合水土保持要求。

8.4.2.3 施工场地安排及施工便道布置

合理布置施工临时设施，尽量减少占地；同时对工程施工便道进行优化布置，减少车辆对现状植被等的破坏。

8.4.2.4 其他水土保持措施

其他水土保持措施包括耕植土临时堆场、施工沉砂、施工场地临时排水设施、施工结束后临时占地的清场和绿化恢复等，总之通过各

种措施尽量将工程建设过程中产生的水土流失降至最低程度。

8.4.3 技术保证措施

（1）施工承包人应采取各种有效措施防止在其利用或占用的土地上发生不必要的水土流失，并防止工程施工开挖料或其他土石渣在河流中淤积。

（2）主体工程设计中的施工场地面积与实际有出入时，水土流失防治范围、治理面积、经费应按实际情况确定。

（3）水土保持工程措施应根据施工进度要求，由负责相应部分的施工承包商实施。

（4）工程施工过程中应及时进行水土保持监测，监测成果定期应向行政主管部门及业主单位报告。

第九章 防洪评价

9.1 评价依据

9.1.1 国家有关法律、法规及有关规定

- (1) 《中华人民共和国水法》；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》；
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》；
- (4) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（水政 1992 年 7 号文）。

9.1.2 有关技术规范和技术标准

- (1) 《防洪标准》（GB5020-94）；
- (2) 《堤防工程设计规范》（GB50286-98）；
- (3) 《水利水电工程地质勘察规范》（GB50287-99）；
- (4) 《水利工程水力计算规范》（SL104-95）；
- (5) 《水利水电工程设计供水计算规范》（SL44-93）。

9.1.3 有关规划和技术文件

- (1) 《梅州市城市总体规划（2015-2030）》；
- (2) 《蕉岭县国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。

9.2 防洪影响综合评价

9.2.1 与现有防洪标准、有关技术和管理要求适应性分析

根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》

《广东省河道堤防管理条例》等有关规定：有堤防的河道，其管理范围为两岸堤防之间的水域、沙洲、滩地（包括可耕地）、行洪区、两岸堤防及护堤地。无堤防的河道，其管理范围根据历史最高洪水位或者设计洪水位确定。本工程为生态保护和修复工程，根据《关于印发〈人工湿地水质净化技术指南〉的通知》（环办水体函〔2021〕173号）和《防洪标准》（GB50201），本工程建设后河道堤防工程满足防洪标准、有关技术要求和管理要求。

9.2.2 对河道行洪的影响分析

本工程为生态保护和修复工程，施工期需建设临时围堰，尽量避免汛期，施工结束后尽快恢复河道原状，避免河道洪水期间的行洪安全。

9.2.3 对河势稳定的影响分析

本工程为生态保护和修复工程，基本不会改变断面的流速、流向的变化规律，对总体河势和局部河势没有不利影响。因此，工程对所涉及河道整体流态和河势稳定没有明显影响。

9.2.4 对防汛抢险的影响分析

汛期时防汛抢险通道主要利用附近已有公路和堤顶公路，从拟建工程内容分析可知，拟建工程不占用防汛抢险通道。因此，工程不致对洪水期间人员撤离、物资转移、车辆通行产生大的影响。

根据现场勘查，工程附近无通信设施、防汛物料堆放点等防汛设施，故工程建设不存在对防汛设施的影响。

9.2.5 建设项目防御洪涝的设防标准与措施分析

本工程为生态保护和修复工程，施工期选择在枯水期，工程需进行围堰，施工完毕会及时拆除，因此拟建工程在施工期和建成后对所在河段的行洪断面影响较小，对河道整体的河势流态影响也较小，基本不影响河道行洪、排涝。

第十章 雨洪对建设项目的影晌评价

10.1 概况

本项目主要在长潭镇浒竹水、神岗水、石角水及杞林电排站下游河滩地进行水生态修复工程,进一步提升长潭镇水环境质量和改善人居环境。包括(1)杞林电排站河滩修复工程:包括生态净化系统(处理水量 4000m³/d)、生态驳岸 320m、草皮护面 12000 m²、外形修整及卵石驳岸 440m、构建微生物净化系统等;(2)河渠水道生态修复工程:包括生态透水坝 3 座、跌水坝 1 座、生态驳岸 400m、生态护坡 5128 m²、生态沟渠 90m、构建微生物净化系统、垃圾清运 5880m³等。采用的整治技术措施有河滩生态修复、河渠水道生态修复。

由于蕉岭县长潭镇属亚热带季风气候,年降雨量约 1600 毫米。夏季偶有台风带来大雨或暴雨侵袭,每年雨季均有洪水发生记录。石窟河干流受上游各级拦水坝调节,平时径流量与水位较为稳定,洪水期特征表现为过流量较大,洪水过境时水位较高,有记录的最高流速为 3.66m/s,历时一般为 6-7 天。围内各排水渠平时流量较小,流速较低,对植被影响较小。暴雨所产生的径流会造成排渠的流量与流速有所提高,但历时较短,流速均在 2.5m/s 以内。

10.2 径流对植物的影响

10.2.1 对植物新陈代谢的影响

水体流动能有利于水环境中氧气、二氧化碳、营养物的供给与交换,另一方面大多数水生植物的生长受到光限制,快速的水流能显著增加底泥的悬浮作用,减少沉水植物的可利用光,总的来说,水体流动

条件下,水生植物同化作用率有增加,而呼吸速率也会明显增加。有研究表明,在很低的流速范围内($0\sim 0.01\text{m/s}$),沉水植物光合作用率与流速呈正比例关系,但当流速超过这一范围时或水体处于静置状态时沉水植物的光合作用又受到明显抑制。同时,当水体流速从 0.010m/s 增加至 0.086m/s 时,这些沉水植物的净光合作用率均呈现显著下降趋势。因此,水体流动对水生植物的新陈代谢既有正面影响,也有负面影响。本项目所涉及到的河流或排渠,在绝大多数情况下处于较低水流流速的状态,这更加有利于水生植物的茁壮生长。

10.2.2 对植物生长的影响

水流运动对水生植物产生拉伸、搅动、拖曳作用会直接影响其生长。水生植物在高流速(大于 2.5m/s)的水流中主要影响植物的是一种水流对植物的作用力。但对大多数沉水植物种来说,改变形态或保护根基部可以减少这种作用力,如水菜花,生长在静水中有典型的浮水叶,而在流水中浮水叶消失,可以减少水流的冲刷作用;马来眼子菜群落在流水中其枝叶均较生静水者为长,而且根系粗壮发达,固着能力很强。这些形态的改变能帮助其更好地适应流水生境。然而,相比于沉水植物,挺水植物却是通过其茎的分布特征来克服或减小这种拉力,因为挺水植物大多数物种比较刚硬,这对在流水中尽可能地减少拉曳是一种优势,挺水植物具有稳固的结构的增长型,如薄刀片样的叶形,能够减少对茎的拉曳.这些特性能增加挺水植物忍耐快速水流的能力。在快速水流中,挺水植物的茎聚集成丛以减少水流对挺水植物的拉力。有研究表明菰、香蒲等在快速的水流中其茎单个成簇或分株集群生长,

而在缓慢或静止水体中随机分布。水生植物在水流所产生的拉拽力下改变其形态，这也是植物减少水流所产生的物理伤害的一种适应。本项目所选择的沉水植物、浮叶植物、挺水植物均选择根系较深较为发达的品种，选择植株高度较低、耐冲刷性能较好的品种，并且根据水生植物本身面对高水流作用下的生物特性，能最大限度的减少洪水对水生植物的破坏。

10.2.3 对水生植物群落结构与分布的影响

水流影响着水生植物的生长和分布。流速增大也会影响植物对光的吸收利用，快速的水流能显著增加底泥沉积物的再悬浮，这更加减少固着生长的沉水植物的可利用光照。另外，过大的水流不利于沉水植物的固着，能显著影响水生植物在特定生境中的入侵或生存，水体流速的改变对沉水植物生物量以及群落组成都有很明显的影 响，较高的水体流速会从生理特性上限制某一区域沉水植物拓殖生长的能力。本项目的洪水期石窟河（长潭段）水流流速较高，不利于生物群落构建，但根据水文站数据记录，洪水的停留时间较短，一年大多数时间都处于常水位和常低水流流速状态下，由于施工期是非洪水期，植物的根系生长较快，大多数植株能很好的固定，形成一种较稳定的生存环境。在低水流的情况下，快速的构建较为稳定的生物群落，就能较好的抵抗洪水期的不利影响。

10.2.4 对植物繁殖传播的影响

在河流中有很多水生植物，但是能在激流生境中生长的只有极少数种类。通常，水生植物以水为主要媒介，随波逐流，广布各地。其中

漂浮植物最明显。其他生活型主要通过种子、果实、植株、断体、根茎、珠芽、石芽、冬芽等漂浮水面随水流传播,植物种子有一系列特性使其能够适应漂浮水面,如蓼科、苋科的种子和被叶连在一起,降低了种子的比重;有些种子为海绵质的中果皮环抱,如柳叶菜科的丁香蓼,均可轻浮水面。但当水流大,生根在泥中的浮叶植物也能整株被冲走。水生植物的这种特性使得其很容易随水流漂流入江河,生根繁殖,可见在一般的低水流流速下,是有利于水生植物的繁殖传播。在高水流的流速下,部分的植株由于根系固定度不高、生长状态不好等因素下,会存在整株植物被冲走的风险,但由于植物的快速繁殖能力,部分没有被冲刷的植株将会适应这种高水流流速的恶劣环境,并且在一定的时间内,随水流的作用将种子传播下去,重新生长,恢复到洪水期前的水平。

10.3 水质对水生植物的影响

10.3.1 COD 浓度

水体 COD 值和底质有机质对沉水植物的生长均能产生一定的影响。水体中 COD 值过高抑制沉水植物生长,在自然条件下 COD 值可随时间推移而下降。在一定程度上,底质中有机物可以矿化,释放出 N 和 P,对植物生长有利,但如果有机质含量过高,则产生不利的影 响,不利于水生植物的生长。本项目主要涉及的河流为石窟河、泮竹水、神岗水、石角水, COD 值正常情况下不会很高,对水生植物的影响不大,而且在适宜的有机物浓度内,还有利于发挥水生植物的净化水质的作用。

10.3.2 透明度

光因子是影响沉水植物在水体空间中分布的主要因素。水体的透明度直接影响水下的光强，弱光形成的光照不足在水体中最易发生。关于水下光照强度的变化规律可以用比尔定律 $A=\lg(1/T)=kbc$ 来表达，即随着水深的增加，光照强度呈负指数衰减。一般认为，水底光强不足入射光的 1% 时，沉水植物就不能定居。藻型富营养化湖泊较低的透明度是制约沉水植被恢复的关键因子。有研究表明，水生植物的种群数量受到水深(Z)及透明度(ZSD)的影响。当 Z/ZSD 达 5.26 时，绝大部分水草的生长受到威胁。水体透明度过低和沉水植物光补偿深度小于实际水深的根本原因是有机污染的加重，富营养化加剧，藻类密度增加，产生强烈的遮光效应，而最终导致的结果是沉水植物多样性消失。在实际水深为 200cm 左右的水域要有稀疏的沉水植物种群生长，水体的透明度必须达到 67cm 左右；要形成拥有一定生物量的群落，水体的透明度必须达到 79cm 左右。本项目的水生植物种植的深度较为适宜，水深不高，对水体透明度的要求符合水生植物的种植要求。

10.4 雨洪对建设项目的影晌评价

所选择的沉水植物、浮叶植物、挺水植物均选择根系较深较为发达的品种，选择植株高度较低、耐冲刷性能较好、抗淹没能力较强的品种。同时，在河滩岸线上采取了利用块石压住土球的局部处理做法，可有效的防止部分植株被冲刷。项目采取非汛期施工，植物一般经过 1~3 个月后根系可以发育完善。日常流态下，流速处于 2m/s 以下时，

对本项目沉水植物不会造成任何影响。当洪水发生淹没河滩地时，对河滩植被会产生一定的影响，根据实际工程经验，会发生 20%的植物占比会有匍匐、倾斜、拆损等情况，多发生在根固着薄弱的地方，而河滩土壤良好，有乔木抗冲的区域抗冲刷能力较强。洪水退去后，在 1~3 个月的时间内，由于水生植物具有较高的繁殖能力，能很快恢复到洪水前的水平。而且由于洪水的自然选择，剩下的植株都有了较高的抵抗恶劣生存环境的能力，后代也继承了部分能力，在抵御下一次洪水时，植株的冲刷会逐渐减少。

10.5 抗冲刷措施

10.5.1 采用块石压筑

用 5~10cm 的块石压住植物的土球可以比较有效防止洪水冲刷。

10.5.2 植物的自然生长

即使在水生植物被洪水冲刷有所折损，仍可在 3 个月左右自行生长恢复到被冲刷前的状态。

10.5.3 枯水期施工，避免汛期影响

最好选择在 10 月份~来年 3 月份。植物根系一般在 1 个月内生根，3~6 个月后已完全固定。在洪水季节来临之前植物已完全生长好则能很好地抵抗洪水的冲刷。

第十一章 节能

11.1 节能的必要性

综合利用、节约能源是我国国民经济发展的重大决策，也是社会主义现代化建设中的一个长期基本国策。我国既是一个能源大国，按人均计算又是个能源较匮乏的国家，电能资源、水资源尤其紧张。

《中华人民共和国节约能源法》第三条明确：“节能是指加强用能管理，采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各环节中的损失和浪费，更加有效、合理的利用能源”。第四条进一步指出：“节能是国家发展经济的一项长远战略方针、国务院和省、自治区、直辖市人民政府应当加强节能工作，合理调整产业结构、企业结构、产品结构和能源消费结构，推进节能技术进步，降低单位产值能耗及单位产品能耗，改善能源的开发、加工转换、输送和供应，逐步提高能源利用效率，促进国民经济向节能型发展。国家鼓励开发、利用新能源和可再生能源”。

为加强对重点用能单位的节能管理，提高能源利用效率和经济效益，保护环境，国家经贸委在 1999 年 3 月 10 日公布了《重点用能单位管理办法》。办法明确了重点用能及节能监督检查部门的职责。这一系列的法规、办法都是为了使我国能源节约可以有法可依、有章可循。

11.2 用能标准和节能规范

11.2.1 国家和省有关法律、法规、规划和产业政策

- 1、《中华人民共和国节约能源法》；
- 2、《中华人民共和国可再生能源法》；
- 3、《中华人民共和国清洁生产促进法》（2002 年）；
- 4、《民用建筑节能管理规定》（建设部部长令第 143 号）；
- 5、《节能中长期专项规划》（发改环资【2004】2505 号）；
- 6、《促进产业结构调整暂行规定的通知》（国发【2005】40 号）；
- 7、《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发改委令第 29 号）；
- 8、《中国节能技术政策大纲》（计交能【1996】905 号）；
- 9、《节约用电管理办法》。

11.2.2 指导性文件

- 1、《国务院关于加强节能工作的决定》（国发【2006】28 号）；
- 2、《国务院办公厅关于开展资源节约活动的通知》（国办发【2004】30 号）；
- 3、国家发改委、国家经贸委、建设部《关于固定资产投资工程项目可行性研究报告“节能篇（章）”编制及评估的规定》（计交能【1997】2542 号）；
- 4、《国家发改委关于印发固定资产投资项目节能评估和审查指南（2006）的通知》（发改环资【2007】21 号）。

11.2.3 行业相关标准和规范

- 1、《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）；
- 2、《城市热力网设计规范》（CJJ34-2002；J216-2002）；
- 3、《民用建筑热工设计规范》（GB50176-93）；
- 4、《外墙外保温工程技术规程》（JGJ144-2004）；
- 5、《民用建筑电气设计规范》（JGJ16-2008）；
- 6、《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）。

11.3 节能措施

本项目包含主要为河滩修复工程。项目的资源和原材料耗用主要集中的项目建设阶段。消耗资源主要是施工过程中的用电用水消耗，可以通过合理组织生产来降低。

本项目的节能措施主要表现在以下几方面：

- (1)施工及运营过程的设备选型杜绝采用国家公布的淘汰产品，选用高效、低耗的产品。
 - (2)充分利用地形条件，在有条件时尽量采用自流引水，节约电能。
- 通过以上几个方面节能措施的实施，可达到显著的节能效果。

11.4 能耗分析

本工程的施工建设主要消耗能源有电能、柴油及汽油等，施工期的主要耗能项目集中在工程量较大的清淤清杂工程、施工材料运输等项目；主要耗能设备主要为立式泥浆泵、运输设备、挖装设备，而生产性房屋、仓库及生活设施的能耗相对较少。因此在施工组织设备中节能设计的重点就在于选择经济高效的施工技术方案，将节能降耗落

实到施工材料、设备、工艺等技术措施上，使能源利用效率在80%以上。施工期年耗能总量折标准煤为553.84t。

表 11.4 项目施工期能耗情况表

能源种类	计量单位	年需要实物量	参考折标系数	年耗能（吨标准煤）
电	kW·h	2945	0.1229kgce/kW·h	0.362
柴油	吨	157.7	1.4571kgce/kg	229.77
汽油	吨	220	1.4714kgce/kg	323.71
项目年耗能总量（吨标准煤）				553.84

第十二章 劳动保护、职业安全与卫生

12.1 危险源及有害因素分析

根据本工程所处的地理位置、工程布置以及施工特点，在工程建设中影响劳动安全与工业卫生的主要危险和有害因素如下：

(1)火灾。在施工过程中用电不当可能导致火灾。

(2)机械伤害、坠落伤害。在施工过程中，可能由于施工机械使用不当、高空坠落等产生伤害，导致人员伤亡。

(3)噪声及振动。施工过程中产生的噪音及振动，可能对周边的居民和环境产生影响。

(4)扬尘、污染、腐蚀、病毒。施工过程中的扬尘和施工废弃物（污水、废弃物等）污染，施工机械的机油、化学药品腐蚀，人口密集导致的病毒传播等，也是工程建设期间的主要危险有害因素。

(5)工程建设期的工程占地，弃渣堆放等将破坏原有植被，造成新增水土流失，直接影响工程区域的生态环境。

12.2 劳动安全措施

12.2.1 防火、防爆安全

按照《中华人民共和国消防法》第二条的规定，本工程的防火、防爆安全设计贯彻“预防为主、防消结合”的方针，实行防火安全责任制。主要消防措施包括：

(1)制定本工程的消防安全制度、消防安全操作规程。

(2)实行防火安全责任制，确定本枢纽和所属各部门、岗位的消防

安全责任人。

(3)各种用电设备均按国家标准做接地保护。

(4)对职工进行消防安全培训。

(5)保障各个疏散通道、安全出口畅通，并设置符合国家规定的消防安全疏散标志。

发生火灾后，紧急广播通知在场人员进行扑救，并通知消防队进入事故现场。指示在场人员按指示的方向疏散避难；通知医疗卫生人员利用急救车抢救烧伤人员，伤情严重者送城市医院急救。

12.2.2 防机械伤害、防坠落措施

(1)楼梯、爬梯、平台均设扶手并采取防滑措施。

(2)施工机械运作范围布设安全标志和安全区域，并设安全检测人员，减少机械对人身伤害。

12.2.3 防车辆伤害

(1)未经劳动、公安交通管理部门培训合格持证人员，不熟悉车辆性能者不得驾驶车辆。

(2)人员在场内机动车道应避免右侧行走，并做到不成排结队有碍交通；避让车辆时，应不避让于两车交会之中，不站于旁有堆物无法退让的死角。

(3)严禁翻斗车、自卸车车厢载人；严禁货物混装，车辆载货严禁超载、超高、超宽，捆扎应牢固可靠，应防止车内物体失稳跌落伤人。

车辆伤害

(4)车辆进出施工现场，在场内掉头、倒车、在狭窄场地行驶时应

有专人指挥。

(5)现场行车进出场要减速，并做到四慢：道路情况不明要慢；线路不良要慢；起步、会车、停车要慢；在狭路、基坑边沿、坡路、叉道、行人拥挤地点及出入大门时要慢。

(6)乘坐车辆应坐在安全处，头、手、身不得露出车厢外，要防止车辆起动和刹车时跌倒。

(7)装卸车作业时，若车辆停在坡道上，应在车轮两侧用楔形木块加以固定。

(8)在临近机动车道的作业区和脚手架等设施，以及在道路中的路障应加设安全色标、安全标志和防护措施。

(9)机动车辆不得牵引无制动装置的车辆，牵引物体时物体上不得有人，人员不得进入车与牵引物体之间，坡道上牵引时，车和牵引物体下方不得有人作业和停留。牵引前要检查确保牵引用钢丝绳满足安全要求，并有专人指挥。

12.2.4 安全生产的检查、监督和教育

除应经常进行安全检查外，还要组织定期检查、监督。企业每季、工区每月、施工队每半月组织一次检查。检查要发动群众，要有领导干部、技术干部和工作人员参加，边检查，边整改。

每次检查要有重点、有标准，要评比记分，列入本单位考核内容。

检查以自查为主，互查为辅。以查思想、查制度、查纪律、查领导、查隐患为主要内容。要结合季节特点，开展防洪、防雷电、防坍塌、防高处坠落、防煤气中毒等“五防”检查。

要制定整改计划，定人、定措施、定经费、定完成日期。在隐患没有消除前，必须采取可靠的防护措施，如有危及人身安全的紧急险情，应立即停止作业。

广泛开展安全生产的宣传教育，使现场人员真正认识到安全生产的重要性，懂得安全生产、文明生产的科学知识，牢固树立安全第一的思想。企业要建立经常性的安全和培训考核制度，具体包括如下三个方面。

(1)新工人（包括合同工、临时工、学徒工、实习和代培人员）必须事先进行安全教育。教育内容包括安全技术知识、设施性能、操作规程、安全制度和严禁事项，并经考试合格后，方可进入操作岗位。

(2)焊工、架工、司炉工、机操工及起重机、打桩机和各种机动车辆司机等特殊工种工作，除进行一般安全教育外，还要经过本工程的安全技术教育，经考核合格发证后，方可获准独立操作。

(3)采用新技术、新工艺、新设施施工和调换工作岗位时，要对操作人员进行新技术和新岗位的安全培训，未经培训不得上岗操作。

12.3 工业卫生措施

12.3.1 防噪声及防振动

生产管理用房的各部位噪声限制值均按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL5061-1996)表 5.1.1 的规定要求进行设计：

(1)生产管理楼内办公室、会议室、试验室噪声限制值为 60(dB)。

(2)作业场所和生产设施房间噪声限制值为 85 (dB)。

(3)设计中选用噪声和振动水平符合国家现行有关标准的设施，

必要时，应对设施提出允许的限制值，或采取相应的防护措施。

12.3.2 温度与湿度控制

作业环境不良，会使作业人员处于身体疲劳、视线不清、注意力不集中、反应迟钝、昏昏欲睡状态，使操作失误增多，所以也是导致事故发生的危害因素。高温环境会引起中暑，长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。工程各类工作场所的室内空气均应控制在一定的温度和湿度。

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

12.3.3 采光与照明

各工作场所应充分利用天然采光，应以天然采光为主，人工照明为辅，设计依据为国家标准《建筑照明设计标准》（GB50034-2004）。各种工作场所天然采光照度均满足《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（DL5061-1996）的有关规定。

12.3.4 防尘、防污、附腐蚀、防毒

(1)施工过程中产生的大量粉尘，宜采取防止尘埃扩散的措施。经常检查劳动保护用品，保证其有效性。严格管理，不允许在工作场所进食、吸烟。

(2)易发生火灾的部位应设置事故排烟设施。

(3)生产生活用房的建筑装饰材料，一定要选择符合国家有关卫生标准规定的达标产品，防止散发有毒有害物质或放射性物质，危害

人体健康。

12.4 安全卫生管理

筹建处下设安全卫生管理机构，负责工程项目投产后的安全卫生方面的宣传教育和管理工作。

安全生产是市政工程顺利运行的重要保证，需由主要领导主管该工作，并经常对职工进行安全生产方面的培训。

卫生管理机构与生产、生活区的医务室统一考虑，管理人员由医务室医务人员兼任。

为保证职工的卫生管理和生产安全，专职机构可配置一定数量的声级计、温度计、照度计、振动测量仪等监测仪器设施和必要的安全宣传设施和用品。

第十三章 工程风险分析

本工程规模较小，使用年限较长，一旦建成运行，较难作重大改动或者整修，因此对若干敏感目标从环境角度作风险影响预测分析。

13.1 地震对工程的可能影响

地震是一种破坏性很大的自然灾害，涉及的范围也很大，万一发生地震，必将造成很大的破坏，致使管道系统损坏，雨水将溢流于附近地区及水域，造成严重的局部水浸街现象。

由于本工程为主要为河滩修复工程处理设施，整体性较好，一般地震对工程造成的影响较小，从而造成对环境的不良影响的可能性较小。

13.2 系统维修风险分析

在维护污水处理系统正常运行过程中也时有风险发生。由于污水处理系统事故风险具有突然性，会给维护系统的工作人员带来重大损害，严重的会危及生命。

当污水处理系统的某一构筑物出现事故，必须立即予以排除，此时需操作工人进入管道和集水井内操作，因管道内可能含有各类污染物质，有些污染物质以气体形式存在，如 H_2S 等，若管道内操作人员遇上高浓度的有毒气体，则会造成操作人员的中毒、昏迷，直至丧失生命。

据统计资料，在维修时常有工作人员因通风不畅吸入污水管中有毒气体而感到头晕、呼吸不畅等症状，严重的甚至死亡。

对凡要进入管道内或泵房池子内工作的人员，采取如下措施：

- (1) 首先填写下井下池操作表，对操作工人进行安全教育；
- (2) 由专人在工作场地监测 H_2S ，急救车辆停在检修点旁；

- (3) 戴防毒面具下井，一感不适立即上地面；
- (4) 重大检修采用 GF2 下水装置；
- (5) 提高营养保健费用，增强工人体质；
- (6) 定期监测截留管内气体，拟对污水处理系统维修防护技术措施进行研究。

第十四章 工程管理维护

14.1 工程管理

施工前做好工程管理工作，对防治环境污染，保护水体水质、充分发挥资源的生产潜力，促进生态文明建设，以及加快区域经济发展起着十分重要的作用。工程管理任务分建设期和运行期两个阶段。建设期主要是规范建设管理，确保工程质量、安全、进度和投资效益，运行期主要是保障工程的安全及良性运行。本项目的建设单位为梅州市生态环境局蕉岭分局，项目后期养护、质保期维护由承建单位负责，由承建单位养护三年后移交长潭镇人民政府管理，承建单位负责技术指导，移交后的管理费用由镇财政支出。建设管理后期小组需发挥的自身优势协调好施工过程中与地方的关系，参与工程质量检查、监督，并按照基本建设验收规程参与工程验收。为保障本工程的整治效果持续和水生态系统逐步恢复稳定，项目建设后需进行运行维护管理工作，运行期主要维护管理内容包括河滩修复工程维护、绿化植物养护、水面及环境卫生保洁等。

14.2 工程管理维护

本项目具有较好的氮磷等污染物拦截和净化作用，但由于其工程面临的治理对象特殊性，降雨径流往往携带大量的泥沙、垃圾进入渠道，从而导致河道、渠道的水位发生变化，影响河滩修复工程和河渠水道生态修复工程的运行效果，因此需要定期对河道、渠道进行维护，主要维护工作包括三方面，一是植物管护人员需要熟悉掌握工程区内植物的生长习性，具备专业知识与技能；根据不同植物生长习性，结合当地气候、土壤、水质等环境因素，合理制定植物管护方案与计划。

对于陆生植物，要保持草本植物和乔灌木比例，宜及时清理、拔

除恶性竞争杂草，定期对植物进行适当修剪，清除枯枝、病残枝、过密枝。

对于水生维管束植物，宜根据植物的不同生长期调节水位，实施生态水位调控，确保水生维管束植物的繁育生长。一般在生态修复实施后的初期，整个系统尚不能达到自维持状态，或者水体中营养盐仍处于过剩状态，这两种情况都需要对水生维管束植物进行收割管理；一般宜在衰亡前或遭到霜冻破坏之前按一定比例进行收割。挺水植物一般采用地上部分收割的方式进行管理，留下必要的生存根茎，保证翌年春季的发芽。浮水植物生长迅速、繁殖速率较高时，宜及时收割和清捞，保持一定的植物密度以维持净化效果。收割后的植物应妥善处理。待整个系统达到自维持状态且水中营养盐不过剩时，可以不进行定期收割或偶尔收割。收割比例宜进行预实验研究确定或参照类似案例实施。

二是基底边坡维护，定期对基底边坡进行巡查，发现问题及时维护，确保基底稳定，采取防塌固坡措施，对土质不稳定的河道、渠道进行护化，淤积物超过 10cm 或杂草丛生，严重影响水流的区段，要及时整理，保证河道、渠道的容量和水生植物的正常生长。

三是为防止人为破坏影响，应成立运行管护机制，必要时需要配置专门巡管人员，定期对河道、渠道进行巡护，同时于河道、渠道周边树立标识牌和宣传牌。一般情况下，工程建设之处应有专人负责运营管护。

14.3 日常维护

日常运行主要是日常巡逻、适时进行水位调节、垃圾打捞、砂石清理、打理缓冲带和拦截沟渠水生态植物、定期补充菌种。

(1) 垃圾和漂浮物清除定期清理河滩及河渠水道垃圾，防止水

面有枯枝败叶和垃圾堆积，清理漂浮物，以防止水质恶化。

(2) 生态修复区设施管理

①河滩修复工程宜设立标识牌，明确区域范围、责任人和管护内容。

②加强日常管理，定期巡视河滩修复工程，保障各项设施的正常运行。

14.4 运营费用

运营费用主要包括人工费（日常巡查及植物修剪收割、垃圾泥沙打捞等）、植物补充费用及菌种投加费。

(1) 人工费用

人工费按 4500 元/月计，预计投入 2 名运行人员，工作主要包括植物修剪收割、日常巡查、垃圾清理等，每年费用计算为 $4500*2*12=108000$ 元=10.8 万元。

(2) 植物补充费用

为了维持生态净化系统及生态沟渠中植物净化效果，预计需要每年补充植物 15 万元。

(3) 菌种投加费

为了维持河滩修复和河渠水道优势微生物数量及对污染物的去除效果，需要每年补充优势微生物菌种 8.4 万元。

(4) 年其他费

清理的植物、垃圾等外运或处置费用按人工费用、植物补充费用、菌种投加费之和为基数，综合费率按 1% 计取，则年其他费为 $(10.8+15+8.4)*1%=0.342$ 万元。

综上，本项目运营期三年，运营费用约为 $(10.8+15+8.4+0.342)*3=103.626$ 万元。

第十五章 投资估算

15.1 编制依据

- (1) 《广东省水利水电设计概（估）算编制规定》（粤水建管[2017]37号文）；
- (2) 《广东省水利水电工程概算定额》（2017）；
- (3) 《广东省建设工程概算编制办法》（粤建市【2013】131号）；
- (4) 《建设工程工程量清单计价规范》（GB 50500-2013）；
- (5) 《广东省水利水电建筑工程施工机械台班费定额》（2017）；
- (6) 《广东省房屋建筑与装饰工程综合定额（2018）》；
- (7) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2004）；
- (8) 《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）；
- (9) 《广东省通用安装工程综合定额（2018）》；
- (10) 《广东省园林绿化工程综合定额（2018）》；
- (11) 《广东省建设工程施工机具台班费用编制规则（2018）》；
- (12) 《广东省水利水电设备安装工程概算定额》（2017）
- (13) 梅州市住房和城乡建设局关于贯彻执行《广东省建设工程计价依据（2018）》有关事项的通知（梅市建函【2019】213号）；
- (13) 广东省及梅州市工程造价管理部门发布的相关文件。

15.2 编制方法

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

2、安装工程根据设备购置费及设备安装类似工程决算，以指标形式计入；

3、工程其它费用按有关规定计取。其中：

(1) 建管费依据《基本建设项目建设成本管理规定》（财建[2016]504号）；

(2) 工程监理费依据国家发展改革委员会建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价格[2007]670号）；

(3) 前期工作咨询费用依据建设项目前期工作咨询收费暂行规定（粤价（2000）8号）；

(4) 工程勘察费按第一部分工程费用的 1.1%计取；

(5) 设计收费标准按计价格（2002）10号的有关规定计算；

(6) 竣工图编制费按所列设计费的 10%计算；

(7) 环境影响评价费用依据（计价格【2002】125号）计算；

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

(9) 其他未列明费用取值参照相关标准或类似项目取值。

15.3 投资估算表

本工程项目总投资估算为 2655.43 万元，其中工程直接费用 2062.55 万元，其他费用 351.47 万元，预备费 241.40 万元。投资估算汇总详见表 15.3-1~15.3-2。

表 15.3-1 蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）

工程费用表

序号	项目名称	项目型号	单位	数量	单价/元	总价/万元
1	杞林电排站河滩修复工程	包含构建生态净化系统、生态驳岸、草皮护面等	项	1	/	1246.544
1.1	生态净化系统	包含沉淀池、曝气池、滤料、挺水植物、浮生植物、沉水植物等	m ³ /d	4000	/	933
1.1.1	太阳能曝气机	太阳能曝气机	套	4	9100	3.64
1.1.2	生态潜流净化系统	包含滤料及植物种植	m ²	8500	1060	901
1.1.3	生态沼泽净化系统	包含挺水植物、浮生植物、沉水植物	m ²	1500	189	28.35
1.2	生态驳岸	包含沟渠开挖、边坡平整，驳岸构建	m	320	1982	63.424
1.3	草皮护面	草皮种植	m ²	12000	32	38.4
1.4	外形修整及卵石驳岸	外形修整及卵石驳岸构建	m	440	330	14.52
1.5	菌种	优势微生物水质净化复合菌	kg	600	800	48
1.6	场地整理	包含场地开挖、回填、支护等	m ²	15000	72	108
1.7	栈道	栈道构建	m	600	320	19.2
1.8	配套设施	包含相关维修工具、救生圈等	批	1	200000	20
1.9	标识牌	包含指示牌、宣传牌	批	1	20000	2

序号	项目名称	项目型号	单位	数量	单价/元	总价/万元
2	河渠水道生态修复工程	包含生态透水坝、跌水坝、生态驳岸、生态护坡、生态沟渠、构建微生物净化系统、垃圾清运等	项	1	/	816.01
2.1	生态透水坝	生态透水坝构建	座	3	80000	24
2.2	跌水坝	跌水坝构建	座	1	600000	60
2.3	生态驳岸	包含沟渠开挖、边坡平整，驳岸构建	米	400	1982	79.28
2.4	生态护坡	包含边坡平整、护坡构建	m ²	5128	600	307.68
2.5	生态沟渠	包含沟渠、边坡整理，植物种植等	m	90	650	5.85
2.6	菌种	优势微生物河道专用包埋缓释菌	kg	1300	800	104
2.7	垃圾清运	包含河渠内及河渠两岸垃圾清运	m ³	5880	400	235.2

表 15.3-2 项目工程投资估算汇总表

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					备注
		建安工程	安装工程	设备购置	其他费用	合计	
一	工程直接费用	2062.55			0	2062.6	
1	杞林电排站河滩修复工程	1246.54				1246.5	
2	河渠水道生态修复工程	816.01				816.01	
二	工程其他费用					351.47	
1	建设单位管理费				20	20	财建[2016]504 号
2	前期工作咨询费				28	28	粤价（2000）8 号
3	环境影响咨询服务费				7.5	7.5	计价格【2002】125 号
4	工程保险费				6.19	6.19	按工程费的 0.3%
5	劳动安全卫生评审费				2.06	2.06	按工程费的 0.1%
6	工程监理费				55.6	55.6	发改价格[2007]670 号

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					备注
		建安工程	安装工程	设备购置	其他费用	合计	
7	工程造价咨询服务费				18.56	18.56	粤价函[2011]742 号文
8	工程勘察费				22.69	22.69	按工程费的 1.1% 计取
9	工程设计费				73.33	73.33	计价格【2002】10 号
9.1	初步设计费				33	33	计价格【2002】10 号
9.2	施工图设计费				40.33	40.33	计价格【2002】10 号
10	施工图审查费				6.24	6.24	勘察设计费×6.5%
11	施工图预算费				7.33	7.33	按所列设计费的 10% 计算
12	竣工图编制费				5.87	5.87	按所列设计费的 8% 计算
13	防洪评价报告编制费用				20	20	按单项计
14	水土保持费				14.2	14.2	水保监【2005】22 号
15	检验检测费				12.38	12.38	按工程费的 0.6%
16	工程招标代理费				10.27	10.27	计价格[2002]1980 号

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					备注
		建安工程	安装工程	设备购置	其他费用	合计	
17	场地准备费及临时设施费				20.63	20.63	按工程费的 1%
18	基础设施配套费				20.63	20.63	按工程费的 1%
三	预备费用				241.4	241.4	(一)+(二) × 10%
四	建设期利息				0	0	
	建设投资	2062.554	0		592.87	2655.4	
	总投资					2655.4	

15.4 资金筹措

本项目资金来源主要为“广东南岭山区韩江中上游山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目”中央财政专项资金。根据广东南岭山区韩江中上游(蕉岭段)山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目工作领导小组办公室《关于调整山水项目中央资金分配的请示》(详见附件),2023 年中央资金可支配于本项目的额度为 2000 万元,余下 655.43 万元视实际情况。原则上符合政策的优先使用中央财政专项资金,不足部分再由地方配套资金解决。

第十六章 项目实施计划及保障措施

本项目计划建设工期为 10 个月，具体如下所示。

16.1 工程实施进度

- (1) 可研编制。2023 年 2 月，项目可行性研究报告编制；
- (2) 方案论证。2023 年 3 月，项目可行性研究报告论证；
- (3) 资金筹措。2023 年 3-4 月，建设单位筹备项目资金；
- (4) 勘察设计、招投标。2023 年 4-5 月，完成项目工程勘察、设计、招投标等；
- (5) 蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）。实施时段为 2023 年 5 月-2023 年 12 月，按区域分步实施；
- (6) 竣工验收。实施时段为 2023 年 12 月，详见表 16.1。

表 16.1 工程进度安排表

阶段	实施内容	2023.02-2023.12											
		工期（月）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
可研编制	项目可行性研究报告编制		—										
方案论证	项目可行性研究报告论证			—									
资金筹措	建设单位筹备项目资金			—									
勘察设计、招投标	完成项目工程勘察、设计、招投标等				—	—							
蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）	完成施工						—	—	—	—	—	—	—
验收	验收报告												—

16.2 保障措施

16.2.1 组织机构

机构设置本着按实际需要、合理分工、精兵简政的原则。建设一支懂业务、会管理，一支年龄结构与知识结构相结合、行政人员比例适当的队伍。根据该项目的自身特点建议设置组织机构：工程技术部、财务部、质量环保部、综合部。

16.2.2 工程质量管理

该项目建设质量应达到国家现行规范要求，并经验收合格。为防止在投资建设项目中出现漏洞，从几个主要方面来加强项目的质量管理：

- (1) 建立工程建设质量保证体系；
- (2) 组织和建设本项目的质量控制体系，完善质量保证体系；
- (3) 对项目的工程质量进行跟踪、检查、监督、控制；
- (4) 完善质量事故的报告和处置制度；
- (5) 督促、检查该项目的建设是否符合设计图纸要求；
- (6) 督促、检查该项目的建设是否符合国家有关规范要求；
- (7) 督促、检查该项目的建设工程材料是否符合有关规范要求。

16.2.3 财务管理

项目建设资金实行单设账户、单独管理、单独核算、单独使用的管理方式，专款专用，委派财务人员管理该项目工程建设的财务活动，严格执行国家财政法律法规，并接受上级财政、审计部门的检查、审

计。建设资金由财政支付中心依据项目的施工进度，按设计、施工、采购等相关合同的约定同步支付给承包单位，确保工期如期完成，项目如期投入使用。资金应严格按照规定的用途使用项目资金，做好工程预算决算，做到手续齐全，收支账目相符，精打细算，不得截留或挪作它用，节约投资成本。

16.2.4 进度管理

在施工承包合同、监理合同中明确有关工期、进度的违约处罚等条款，在保证工程质量的前提下，通过招标的优惠条件鼓励施工单位加快进度，控制对投资的投放速度，控制对工程材料的供应，建立相应的奖励和惩罚措施等。

依据规划、控制和协商等管理职能手段，在工程的准备及实施的全过程中，对工程进度进行控制。根据目标工期编制合理的项目进度计划，定期收集反映实际进度的有关数据，同时进行现场实地检查。

16.2.5 合同管理

在项目建设管理过程中，制定具体的《合同管理办法》，对合同管理的原则、范围、主要内容、合同管理的组织原则及职责、合同承办人的职责、对合同的变更、转让、解除、纠纷等做出符合法律规定的程序要求和解决办法，使合同管理有章可循。

该建设项目工程招标、材料供应招标等应按照合同法和工程建设有关管理制度和规章与中标单位签订完善的合同条款，并严格按照合同进行管理，以保证项目经营管理活动的顺利进行，提高工程管理水平，实现项目工程投资、进度、质量、安全等目标，以取得良好的社

会和经济效益。

16.2.6 协调管理

协调工作也是该项目管理的重点，是保证工程顺利实施的关键，在整个工程实施过程中，建设项目组织与外部各关联单位之间，建设项目组织内部各单位、各部门之间，专业与专业间、环节与环节间，已经建设项目与周围环境、其它建设工程间存在着相互联系、相互制约的关系和矛盾，特别是工期紧迫，需进行对头、平行作业的情况下尤为突出。因此，要取得该新建项目的成功，就必须通过积极有效的组织协调、排除障碍、解决矛盾，以保证实现建设项目预期目标。

16.2.7 安全建设管理

首先，监督和要求施工单位建立健全工程项目安全生产制度。必须建立有符合该项目特点的安全生产制度，参与项目的管理、监理、施工及相关人员都必须认真执行制度的规定和要求。工程项目安全生产制度要符合国家、地方、相关行业及单位的有关安全生产政策、法规、条例、规范和标准。

其次，做好安全检查，并定期或者不定期的对项目进行安全检查。对安全检查结果必须认真对待，需要整改的必须限定整改完成时间，落实整改方案 and 责任人。

第十七章 项目招标投标

本项目的招投标由梅州市生态环境局蕉岭分局上报设计和投资概算，经蕉岭县发改局核准批复后实施。

17.1 编制依据

(1)《中华人民共和国招标投标法》(主席令第 21 号，2000 年 1 月 1 日施行)。

(2)《工程建设项目招标范围和规模标准规定》(国家计委 3 号令，2000 年 5 月 1 日施行)。

(3)《招标公告发布暂行办法》(国家计委 4 号令，2000 年 7 月 1 日施行)。

(4)《工程建设项目自行招标试行办法》(国家计委 5 号令，2000 年 7 月 1 日施行)。

(5)《建设工程设计招标投标管理办法》(建设部 82 号令，2000 年 10 月 18 日施行)。

(6)《工程建设项目勘察设计招标投标办法》(国家发展和改革委员会等 8 部委令第 2 号，2003 年 8 月 1 日施行)。

17.2 实行招标投标制的优点

招标投标承包制不仅在理论上符合商品经济价值规律的基本原理，且实践证明，实行招标投标承包制可以确保工程质量、缩短建设工期、降低工程造价、提高投资效益、保护公平竞争。

17.3 本项目招标的范围

根据《中华人民共和国招标投标法》第三条和国家计委 2000 年

第3号令规定，该项目相关水利工程的勘察、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，须进行公开招标，招投标程序具体按《中华人民共和国招标投标法》进行。

1、供货

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

2、工程设计

推荐由对给水排水工程，特别是对水环境整治等有丰富经验的环保水利工程承担。

3、施工

土建施工必须在具有水工建筑或水利建筑施工经验的单位中选择，由项目执行单位进行资格审查后，通过招标方式确定。由于本工程中设备安装较少，为便于管理，可直接作为土建的附属工程来实施。

4、调试和试车

设备任务的调试由供货商派技术人员进行技术指导，参与设备的单机调试和联动试车。

试运转工作应由供方、设计单位、安装单位共同参加。试运转工作人员（一般为工程管理指派）上岗前必须进行技术培训，通过技术考核。有关设备调试、试运转以及验收等技术文件必须存档备案。

5、监理招标

建议从投标人提供的以往监理经验、项目总监的经历，监理大纲

编写的合理性、可行性以及监理费用等方面资料综合考虑后进行选择。

17.4 招标程序

招标应严格按照法律程序进行，一般招标程序如下：

1、申请批准招标。招标人向上级主管部门提出招标申请，经批准后，方可组织招标。

2、成立招标组织机构。一般招标组织机构有以下三种形式：由建设单位的基本建设主管部门（处、科、室、组）负责有关招标的全部工作；由政府主管部门设立“招标投标领导小组”或“招标投标办公室”之类的机构，统一处理招标工作；专业咨询机构受建设单位委托，承办招标的技术性和事务性工作，决策仍由建设单位作出。

3、准备招标文件。主要包括：投标须知；经批准的设计任务书及有关文件的复印件；项目说明书；合同的主要条件；提供各种设计资料的内容；设计文件的审查方式；组织投标单位现场勘察和解释招标文件、回答问题的时间与地点。

4、发布招标通告或邀请投标函。招标公告的主要内容有：招标人；招标工程内容简介；承包方式；质量要求，勘察（设计）文件提供的时间，审批方式；投标单位资格及应提交的文件；招标日程安排，报名及资格审查时间、地点、领取招标文件时间地点、招标交底会时间地点、接受标书起止时间地点、开标时间地点；招标文件押金、招标人地点。

5、投标单位购买或领取招标文件。

6、投标单位保送申请书。

- 7、投标单位资格审查。
- 8、购买招标文件。
- 9、投标单位编制标书。
- 10、接受投标人递送的标书。
- 11、成立评标委员会，指定评标办法。
- 12、申请评标公证。
- 13、开标。
- 14、投标、决标、发中标通知书。
- 15、招标人与中标单位签订合同。

17.5 招标组织形式

本工程项目的勘察、施工、监理以及重要设备、材料采购等各项招标活动拟采用委托招标的形式进行，详见表 17.5。

17.5 招标基本情况表

项目名称：蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程（一期）

	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							√	22.69	
设计							√	73.33	
建筑工程	√			√	√			2062.55	
安装工费									
监理							√	55.60	
设备									
重要材料									
其他							√	441.26	
<p>情况说明：其他费包括：建设单位管理费 20 万元、前期工作费 28 万元、环境影响咨询费 7.5 万元、工程保险费 6.19 万元、劳动安全卫生评审费 2.06 万元、工程造价咨询服务费 18.56 万元、施工图审查费 6.24 万元、施工图预算费 7.33 万元、竣工图编制费 5.87 万元、防洪评价报告编制费 20 万元、水土保持费 14.2 万元、检验检测费 12.38 万元、工程招标代理费 10.27 万元、场地准备及临时设施费 20.63 万元、基础设施配套费 20.63 万元、预备费 241.4 万元。</p> <p style="text-align: right;">建设单位盖章： 2023 年 月 日</p>									

备注：工程具体招标形式以发改部门最终批复为准。

第十八章 目标可达性分析

18.1 技术可达性

本方案提出任务措施主要以管理减排、工程减排和容量提升为主，通过污染排放控制实现总量控制目标。

工程减排措施主要包括畜禽养殖污染控制、农业面源污染控制、生活污染防治及生态修复处理等。上述措施均为常规污染控制措施，规范畜禽养殖、农药化肥控制和生活垃圾收集处理等措施为当前污染物控制的常用手段；生态修复工程等措施为属于河道治理常规措施，难点在于实施过程中的征地、临时占地等问题，在国内外均具备成熟的技术手段，是污染河道难以实现彻底截污和缺乏自净能力情况下的人工强化净化措施，处理工艺成熟稳定，在解决用地问题后完全可行。因此上述工程的实施是可行的。

综上所述，本方案各项措施以常规污染防治措施为主，技术方法成熟稳定，技术可达性较高。

18.2 经济可达性

资金落实是水污染防治工作的主要实施重点和难点。随着国家和社会对环境改善需求的日益加强，在水环境治理上势必需投入更多资金。在满足石窟河长潭镇段流域水质达到考核目标前提下，本方案统计各项重点工程投资共计约为 2655.43 万元，总体属于合理范围，符合地区环保投入合理比例。此外，通过积极申请上级专项资金，可为此工作提供部分资金支持。

综上所述，本方案提出的任务措施具有经济可达性。

第十九章 环境效益评价

由于本工程为社会公益性质的市政项目，没有财务收入，故不进行财务评价。由于本工程项目为乡镇基础设施，以服务于社会为主要目的，它既是生产部门必不可少的生产条件，又是居民生活的必要条件，所产生的效益除部分经济效益难以用货币量化，因此，从系统观点出发，对工程效益进行评价。

19.1 经济效益

本工程实施后，可改善蕉岭县长潭镇的生态环境，有利于推进农村经济、政治、文化、社会和生态“五位一体”的建设。良好的生态环境将增加美丽乡镇魅力，从而拉动投资，激活经济活力，推动流域旅游业的发展，带动第三产业的发展，继而拉动消费，增加就业，对长潭镇经济产生推动和促进作用，从而实现了“绿水青山就是金山银山”的理念。同时，流域水环境质量将得到改善和提升，区域水环境问题减少，将降低在流域水环境治理和水环境问题整治领域投入的资金，从而节省开支，带来一定的经济效益。

19.2 环境效益

通过实施本工程，可实现以下环境效益：

- (1) 水生态系统生态调控期后，水体水质提升，黑臭现象消除，水体景观得到显著提高；
- (2) 恢复水体原有的水生态系统结构；水生植物保持四季常绿；
- (3) 完善水体生态系统食物网链，形成全面稳定的生态平衡，并建立后续生态平衡维持自净体系；

(4) 全生物方法，无二次污染：本技术方案所采用的技术体系无需使用化学药品，避免了二次污染，同时，无需投入大量用电设备，无需大量土建工程，真正做到环保节能减碳。

(5) 符合自然规律和我国环保生态政策：本技术方案目标在于构建水体生态环境，使目标水体恢复成为污染前的以挺水植物、鱼虾等为主要生物的自然环境，而不是用人为了的力量强行改造，这种方式符合生态环境自然规律，也是最能保持长久效果的方式。该技术符合当下我国大力提倡的生态环保及节能减排政策。

19.3 社会效益

本工程为生态修复工程，也是一个关系国计民生的工程，通过本工程的实施，可达到以下社会效益：

(1) 促进居民生活品质的提升

蕉岭县石窟河长潭镇段支流水生态修复工程将改善人们的生活环境，为人们提供了一个亲近自然的好去处，改善了人们的生活质量，使人们的生活品质得到极大提高，也将有利于城市形象的提升及整体文明程度的提高。在满足感知需求的同时成为了精神文化的源泉，湿地丰富的水体空间、水边遍野的浮水和挺水植物，以及鸟类和鱼类，都充满大自然的灵韵，使人心静神宁。是人们在节假日里娱乐休闲放松心情的好地方。人类在长期演化过程中形成的与生俱来的欣赏自然享受自然的本能和对自然的情感依赖。这种情感通过诗歌、绘画等文学艺术来表达，而成为具有地方特色的精神文化。

(2) 有益于可持续发展及生态城市建设

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

（3）有利于促进与周边城市的关系

改善蕉岭县石窟河（长潭镇段）水环境质量，保证与下游交接断面水质达标是蕉岭县应尽的责任与义务，也是与周边区县和谐相处，共谋发展的基础。

第二十章 结论及建议

20.1 项目的总体描述

本项目工程的实施，将有效削减 COD、氨氮、总磷等污染物进入石窟河，将强力促进石窟河水质、居民生产和生活环境的提高改善。

20.2 结论及建议

20.2.1 项目结论

1、本项目符合梅州市蕉岭县的各项有关规划，是构建和谐社会的需要，综合整治工程也是改善水环境，提高环境质量、改善人们的生活环境、改善投资环境、提升城市活力的需要。因此，项目的建设是必要的，也是紧迫的。

2、生态修复与城市建设、雨水、防洪规划和中部组团规划相协调，无矛盾，无大量的征地拆迁，无移民，建设区交通便利，建设的条件成熟。国民经济评价各项指标优越。因此项目的建设是可行的。

3、本项目在满足防洪要求的前提下，根据河涌现状，在实施杞林电排站河滩修复工程和河渠水道生态修复工程，实现河水质提升的目标。经过技术分析、根据阶段性水质目标情况技术经济上可行。

4、根据环境容量和污染物削减潜力分析，结合水质目标，本项目所采用技术措施能确保阶段性水质目标的可达。通过本工程的实施，可削减化学需氧量 14.6t/a、氨氮 0.73t/a、总磷 0.147 t/a，从而改善蕉岭县流域水环境质量和居民生活环境。

5、本项目总投资为 2655.43 万元，其中工程直接费用 2062.55 万元，其他费用 351.47 万元，预备费 241.40 万元。拟通过申请上级资

金、地方财政统筹解决。

20.2.2 项目建议

为使项目工程尽快发挥效益，实现项目预期目标，建议加快该推进项目的各项筹备、建设工作和强化管理等工作。

1、建议多方筹集整治资金，应尽快成立项目环境综合整治项目领导小组，负责组织和开展本项目的综合整治工作，使本项目能胜利实施。

2、建议完善项目管理机制，一是注重信息批露制度，按要求执行招投标制度、合同及项目内容公示制度；二是注重工程质量管理制，坚持工程质量为先，按照工程标准严格要求施工管理；三是注重财务制度，严格项目财务管理，实行专款专用，按项目工程进度用款，严禁挪用项目资金；四是建立和健全项目督查和考核制度，定期开展现场督查和协调工作；五是加强项目竣工验收和绩效评价工作。同时应做好水资源环境保护宣传工作，创建和谐的城镇生活条件，保障治理成效长期维持，实现区域经济的可持续发展，为新型城镇化建设做出贡献。

3、为确保实施效果，建议在治理后，加强该区域内河涌的水质、水量监测力度，采用行政执法方式，同时加强技术指导，确保河涌水质稳定。

4、加强区域内面源污染的排污监管与管理。严格控制使用农药，禁止使用剧毒农药，推广使用高效低毒、低残留农药、生物农药。

5、建议提升运维管理水平及建立多元资金保障机制，让河滩修

复工程设施实现制度化、常态化运行维护管理，不断完善河滩修复工程设施长效运行维护管理资金扶持政策，确保资金到位，保障设施长期稳定运行。

附图

- 1.项目区域图
- 2.项目区域水系图
- 3.工程总体布置图

附件

《广东南岭山区韩江中上游(蕉岭段)山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目工作领导小组办公室关于调整山水项目中央资金分配的请示》（2023年3月22日）

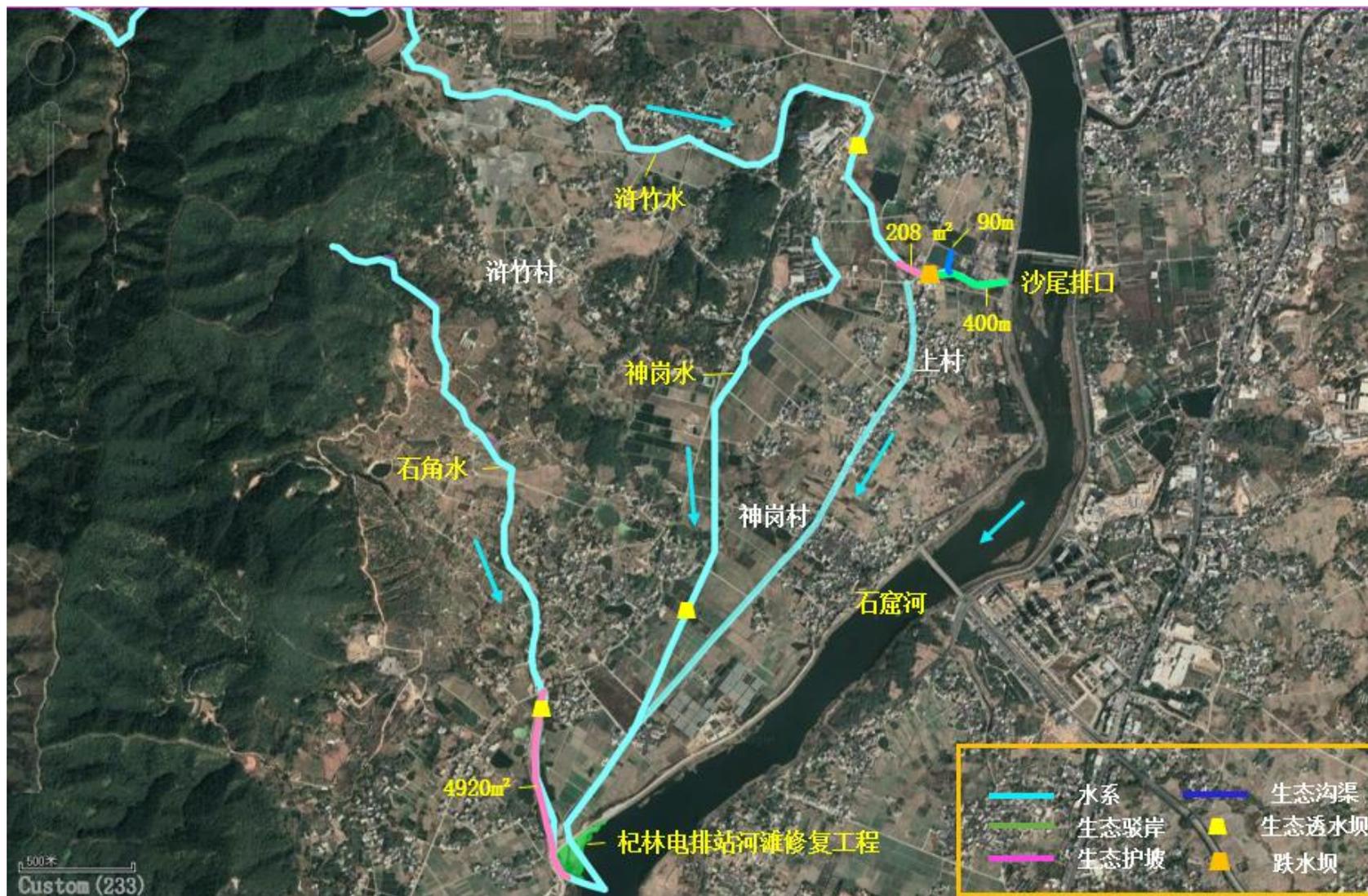
1.项目区域图



2.项目区域水系图



3.工程总体布置图



附件：《广东南岭山区韩江中上游(蕉岭段)山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目工作领导小组办公室关于调整山水项目中央资金分配的请示》（2023年3月22日）

蕉岭县人民政府（办公室）文件呈批表

县主要领导批示				县分管领导批示			
县府办	主任审批意见			分管领导意见			
				校改人			
主办单位名称	蕉岭县自然资源局	主办单位领导意见	18] 委呈 2023.3.22			拟稿时间	2023年3月22日
						拟稿人	陈彩琴
文件编号	4414270026607	文件印发份数	1	秘密等级	无		
主送：蕉岭县人民政府							
抄送：							
公开方式：							
文件标题	关于调整山水项目中央资金分配的请示						

广东南岭山区韩江中上游（蕉岭段）山水林田 湖草沙一体化保护和修复工程 项目工作领导小组办公室

关于调整山水项目中央资金分配的请示

蕉岭县人民政府：

山水林田湖草沙一体化保护和修复工程项目（以下简称“山水项目”）是我县贯彻习近平生态文明思想的重要举措，在县委、县政府的领导下，我县山水修复工作取得了显著成效。

蕉岭县新铺镇全域土地综合整治试点项目作为我县山水项目中的一个子项目，在市级支持下我县已争取中央资金10000万元，其中21年度3000万元，22年度4000万元，23年度3000万元。目前21-22年下达资金已分配至蕉岭县新铺镇石扇河水环境生态修复工程2000万元、蕉岭县石窟河（新铺段）水生态修复工程5000万元，资金已基本满足全域范围山水项目使用。

鉴于23年度市下达我县3000万中央资金尚未分配，同时经新铺镇测算，石扇河水环境生态修复工程存在250万元中央资金结余。为更好推进山水修复工作，高效利用中央资金，拟新增石窟河（长潭段）水生态修复项目（实施单位：

生态环境局蕉岭分局)和蕉岭县北礫河清洁小流域治理工程(实施单位:蕉岭县水务局)两个成熟度较高的项目作为山水子项目,并将新铺全域中央资金中3250万调整至石窟河(长潭段)水生态修复项目2000万元和蕉岭县北礫河清洁小流域治理工程1250万元。

以上请示妥否,请批复。

广东南岭山区韩江中上游(蕉岭段)山水林田
湖草沙一体化保护和修复工程项目
工作领导小组办公室(代章)

2023年3月22日