

2024-288P

**嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能
建设工程
初步设计**

第一分册 设计说明书（报批稿）

编制单位：中交上海航道勘察设计研究院有限公司

2025 年 3 月

嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程 初步设计评审意见

2025年3月7日，嵊州市发展和改革局主持召开《嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程初步设计》评审会，嵊州市财政局、自然资源和规划局、水利局、生态环境分局、三界镇、水投集团、水发公司、前岩水库管理处、设计单位及工程技术人员参加了会议，会上组成了以王绍力（高级工程师）为组长的专家组（名单附后）。项目业主单位嵊州市水利水电发展有限公司介绍了项目的背景情况，项目编制单位中交上海航道勘察设计研究院有限公司汇报了初步设计编制成果，与会人员认真听取了汇报，并仔细查阅了编制文件后充分讨论，专家组综合会上的主要意见，形成以下意见：

一、该初步设计指导思想明确，资料齐全，编制规范，对前岩水库现状调查较全面，对工程区域水环境现状、水生态现状等方面存在的主要问题分析诊断基本清楚。

二、初步设计确定的缓冲带生态建设工程、净化湿地建设工程、入库河流生态修复工程、库区原位净化工程、底质修复工程等生态保护工程方案内容较全面，工程规模、设计原则、技术方案和工艺选择基本合理，具有较好的针对性和可操作性。修改完善后，同意通过评审。

三、建议

- 1、复核堰坝断面过水流量，补充对上游的洪水影响分析，适当增加堰坝上游护岸修复长度，优化堰坝断面。
- 2、明确施工期备用水源及相关费用。
- 3、原水库取水口处应适当清淤。
- 4、补充陈村江纵断面图。
- 5、明确工程专业性质，复核工程量和各项取费，按最新的信息价调整概算。

专家组: 

日期: 2025 年 3 月 7 日

评审意见答复

1、复核堰坝断面过水流量，补充对上游的洪水影响分析，适当增加堰坝上游护岸修复长度，优化堰坝断面。

答复：已按意见复核补充，增加上游护岸修复，优化堰坝断面，详见“7.7 取水工程”章节。

2、明确施工期备用水源及相关费用。

答复：已明确施工期备用水源为南山水库，相关描述及费用详见“13.1.3 施工期备用水源”章节。

3、原水库取水口处应适当清淤。

答复：施工期选择南山水库为备用水源，排除清淤对供水影响，已增加水库取水口清淤工程内容。

4、补充陈村江纵断面图。

答复：已补充陈村江纵断面图，详见第二分册设计图册。

5、明确工程专业性质，复核工程量和各项取费，按最新的信息价调整概算。

答复：已复核工程量和各项取费，按最新 2025 年 2 月信息价调整概算，详见第三分册工程概算。



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A131003643

有 效 期: 至2028年12月22日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企 业 名 称 : 中交上海航道勘察设计研究院有限公司

经 济 性 质 : 有限责任公司 (法人独资)

资 质 等 级 : 水运行业甲级; 水利行业 (城市防洪) 专业甲级; 水利行业 (围垦) 专业乙级; 海洋行业 (沿岸工程、离岸工程) 专业甲级; 环境工程设计专项 (污染修复工程) 甲级。

发证机关: 上海市住房和城乡建设管理委员会
2025年01月07日
No. AZ 0114041



工程设计资质证书

企业名称：中交上海航道勘察设计研究院有限公司

注册地址：上海市浦东新区中国（上海）自由贸易试验区浦东大道850号

统一社会信用代码：
营业执照注册号：913101151323098515

法定代表人：朱治

注册资本：17126.0000万人民币

经济性质：有限责任公司(自然人投资或控股)

证书编号：A231003640

有效期至：2025年03月30日

资质类别及等级：水运行业甲级，市政行业(排水工程专业)乙级，市政行业(道路工程专业)乙级，海洋行业(沿岸工程专业)甲级，海洋行业(离岸工程专业)甲级，水利行业(城市防洪专业)甲级，水利行业(围垦专业)乙级，环境工程设计专项(水污染防治工程)乙级，环境工程设计专项(污染修复工程)甲级



企业最新信息可通过微信服务号“上海建筑业”扫描二维码查询。

发证机关：

批准日期：2021年02月02日



本件生成日期：2021年03月04日 17:22



格式: MH102R01A

中国船级社质量认证有限公司
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY CERTIFICATION CO., LTD.

质量管理体系认证证书 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

编号: No. **00522Q2062R9M**

兹证明

中交上海航道勘察设计研究院有限公司

[注册地址: 中国(上海)自由贸易试验区浦东大道850号 邮编: 200120;
统一社会信用代码: 913101151323098515]
(运营地址: 中国上海市浦东新区浦东大道850号 邮编: 200120)

This is to certify that the Quality Management System (QMS) of

**CCCC SHANGHAI WATERWAY ENGINEERING
DESIGN & CONSULTING CO., LTD.**

[Registered Add: No.850, PUDONG AVENUE, CHINA (SHANGHAI) PILOT FREE TRADE ZONE, 200120,
P.R.CHINA; Uniform Code of Social Credit: 913101151323098515]
(Operation Add: No.850, PUDONG AVENUE, PUDONG NEW AREA, SHANGHAI, 200120, P.R.CHINA)

建立的质量管理体系符合标准: **GB/T19001-2016/ISO9001:2015.**

has been found to conform to standard: **GB/T19001-2016/ISO9001:2015.**

本证书对下述范围的质量管理体系有效: *水运、水利、海洋、环境、市政工程的勘察、
设计、咨询、工程总承包*。

This certificate is valid to the following scope for QMS: *INVESTIGATION, DESIGN,
CONSULTATION AND GENERAL CONTRACTING OF WATER TRANSPORTATION,
WATER CONSERVANCY, MARINE, ENVIRONMENTAL AND MUNICIPAL
ENGINEERING*.

上一认证周期截止时间: 2022年5月11日/Last cycle Deadline: 11 May 2022

再认证审核时间: 2022年3月14日-2022年3月18日/Recertification audit time: 14 March 2022-18 March 2022

本证书有效期至: **2025年5月11日.**

This certificate is valid until: **11 May 2025.**



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C005-M

发证日期: **2022年6月27日.**
Issued on: **27 June 2022.**

签 发:
Issued by: **Huang Shiyuan**

本证书按照中国船级社质量认证有限公司认证规范及程序制定颁发, 获证组织必须定期接受监督审核并符合认证规范及程序。当本证书被暂停或撤销时, 获证组织必须立即停止使用。每一页证书(含附件)均须有本公司盖章方可生效。任何单位或个人均不得伪造或冒用本证书的内容, 有关各方对所持证书的真实性负责。可向本公司查询, 本证书信息可在国家认证认可监督管理委员会官方网站(www.cnca.gov.cn)上查询。

This Certificate is issued pursuant to China Classification Society Certification Co., Ltd. (CCSC) Rules for System Certification and related procedures. This certificate continues to be valid only for passing the periodic supervision. When the certificate is suspended or withdrawn, the certificate holder shall stop using it immediately. Every page of the certificate (including the appendix) shall be signed by the company to be valid. No unit or individual shall forge or misuse the content of this certificate. All parties shall be responsible for the authenticity of the certificate. You can inquire about this certificate on the official website of Certification and Accreditation Administration of the People's Republic of China (www.cnca.gov.cn).

中国船级社质量认证有限公司 北京东直门南大街40号 100060 No.40 Dong Zhimen Nan Dajie Beijing, 100060, China 电话: Tel: +861056113400 网址: Website: www.ccscc.com

设计单位名称：中交上海航道勘察设计研究院有限公司

设计资质证书等级：甲级

业务范围：水运行业甲级；水利行业（城市防洪）专业甲级；水利行业（围垦）专业乙级；海洋行业（沿岸工程、离岸工程）专业甲级；环境工程设计专项（污染修复工程）甲级。

设计资质证书编号：A131003643

发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部

发证日期 2025 年 01 月 07 日

项目总设计师：	田 涛（高级工程师）
项目主管院长：	尚 晓（教授级高工）
项目主管总工程师：	徐连军（教授级高工）
设计室（所）负责人：	车 军（高级工程师）
设计室（所）技术负责人：	李 川（教授级高工）
专业总工程师：	郭士林（工程师）
	杨晶涵（高级工程师）
	褚懿俊（高级工程师）
	汪生杰（高级工程师）

项目审定：田涛（高级工程师）

项目审核：郭士林（工程师）

杨晶涵（高级工程师）

褚懿俊（高级工程师）

汪生杰（高级工程师）

设计项目负责人：周彬杰（工程师）

主要专业负责人及参加人员

专业	专业负责人		参加人员	
	姓名	职称	姓名	职称
平面	蔡芮	工程师	潘亦维	助理工程师
环境	闫培悦	助理工程师	倪纯威	工程师
生态	徐翀	工程师	黄圣琳	工程师
生态	张富实	高级工程师	唐婷芳	工程师
水工	俞英杰	工程师	胡尊祥	工程师
市给	朱晓琳	高级工程师	范淼	工程师
电气	陈博雅	工程师	张明德	高级工程师
造价	徐云俊	高级工程师	王彦	高级工程师

目 录

第 1 章 综合说明	1
1.1 项目概况	1
1.1.1 项目名称	1
1.1.2 建设单位	1
1.1.3 建设地点	1
1.1.4 资金来源	1
1.2 项目背景	1
1.3 工程建设目标	6
1.4 项目建设的必要性	6
1.5 编制依据	8
1.5.1 法律法规	8
1.5.2 规范及标准	8
1.5.3 相关规划及其他文件	9
1.6 工程范围	10
1.7 工程布局和规模	11
1.7.1 工程总体布局	11
1.7.2 单项工程	11
1.8 工程用地分析	12
1.8.1 工程范围用地情况	12
1.8.2 工程用地情况统计	12
1.9 主要经济技术指标	12
1.10 投资概算	13
1.11 初步设计与可研对比	18

1.12 工程效益	21
1.12.1 生态效益	21
1.12.2 经济效益	21
1.12.3 社会效益	21
第 2 章 工程区域概况	22
2.1 自然环境概况	22
2.1.1 地理位置	22
2.1.2 气候气象	22
2.1.3 水文	24
2.1.4 地形地貌	43
2.1.5 土壤植被	44
2.1.6 地质条件	44
2.2 社会经济概况	45
2.2.1 行政区划	45
2.2.2 人口概况	46
2.2.3 国民经济概况	46
2.2.4 土地利用现状	46
2.3 相关规划概况	47
第 3 章 工程地质	50
3.1 勘察的目的和任务	50
3.2 勘察工作布置和工作量	50
3.3 区域地质概况	51
3.3.1 库区地形、地貌特征	51
3.3.2 库区区域构造、地质特征	51

3.3.3 地质构造及地震	55
3.4 水文地质	56
3.5 工程地质条件分析与评价	57
3.5.1 地基土组成	57
3.5.2 岩土体物理力学指标	58
3.5.3 场地稳定性和适宜性评价地	59
3.6 结论及建议	60
第 4 章 水环境现状调查与分析	61
4.1 水环境	61
4.1.1 污染源分析	61
4.1.2 水质分析	63
4.1.3 底泥分析	65
4.1.4 污染负荷分析	75
4.1.5 水环境容量分析	79
4.1.6 污染负荷目标削减量分析	80
4.2 水生态	81
4.3 水体嗅味	82
4.3.1 感官评价	82
4.3.2 致嗅物筛查及分布特征	84
4.3.3 产嗅藻分析	90
4.3.4 嗅味管控建议	93
4.4 主要问题分析总结	95
第 5 章 总体方案与布局	96
5.1 工程范围	96

5.2	工程目标	96
5.2.1	近期目标	96
5.2.2	远期目标	97
5.3	设计理念和思路	97
5.3.1	总体理念	97
5.3.2	设计原则	98
5.3.3	设计思路	99
5.3.4	技术路线	101
5.4	总体方案设计	102
5.4.1	工程总体布局	102
5.4.2	单项工程	102
第 6 章	缓冲带生态建设工程	104
6.1	工程类别	104
6.2	生态缓冲带建设工程	104
6.2.1	现状概况	104
6.2.2	设计思路	105
6.2.3	设计原则	106
6.2.4	总体要求	107
6.2.5	工艺介绍及比选	107
6.2.6	设计选址	109
6.2.7	工程设计	111
6.2.8	工程布置	115
6.2.9	主要工程规模	117
6.3	生态涵养林建设工程	117

6.3.1 设计原则	117
6.3.2 现状概况	118
6.3.3 设计范围	119
6.3.4 设计思路	121
6.3.5 工程设计	123
6.3.6 主要工程规模	125
第 7 章 净化湿地建设工程	127
7.1 设计原则	127
7.1.1 设计原则	127
7.2 功能定位	127
7.3 处理规模及进水水质	128
7.3.1 处理规模论证	128
7.3.2 进水水质分析	129
7.4 设计目标	130
7.5 工艺流程	130
7.6 平面布置和竖向设计	131
7.6.1 平面布置	131
7.6.2 竖向设计	132
7.7 取水工程	133
7.7.1 堰坝工程	133
7.7.2 引水管道工程	151
7.8 湿地工艺单元设计	162
7.8.1 生态塘	162
7.8.2 潜表耦合湿地	162

7.8.3 梯级砾间净化湿地	165
7.9 湿地植物的选择	178
7.10 湿地运行和维护	181
7.11 污染物去除效果	182
7.12 主要工程规模	182
第 8 章 入库河流生态修复工程	188
8.1 设计原则	188
8.2 工程范围	188
8.3 设计思路及方案	189
8.4 主要工程规模	190
第 9 章 库区原位净化工程	191
9.1 设计原则	191
9.2 工程范围	191
9.3 设计思路与方案	192
9.3.1 技术比选	192
9.3.2 设计思路	196
9.3.3 工程总平面布局	196
9.3.4 曝气复氧工程	197
9.3.5 复合纤维浮动湿地工程	205
9.4 主要工程规模	208
第 10 章 底质修复工程	209
10.1 设计原则	209
10.1.1 设计原则	209
10.2 设计要点	209

10.2.1	设计思路	209
10.2.2	底质异位修复工艺	210
10.3	底泥清淤设计	212
10.3.1	清淤范围确定	212
10.3.2	清淤工程量确定	216
10.3.3	设备选型	225
10.3.4	清淤污染控制措施	233
10.3.5	清淤施工要点	234
10.4	淤泥脱水干化设计	235
10.4.1	工艺介绍及比选	235
10.4.2	淤泥脱水干化设计	237
10.4.3	淤泥脱水干化场选择	238
10.4.4	淤泥脱水干化场平面布置	239
10.4.5	淤泥脱水干化主要设备	240
10.5	余水处理设计	241
10.6	干化土处置方案设计	243
10.6.1	干化土处置方法比选	243
10.6.2	干化土处置	244
10.7	主要工程规模	244
第 11 章	结构设计	246
11.1	管道结构设计	246
11.1.1	设计原则	246
11.1.2	管道主体设计	246
11.1.3	沟槽回填	252

11.1.4	管道基础	253
11.1.5	路面修复设计	256
11.2	取水井结构设计	256
11.2.1	设计依据	256
11.2.2	设计思路	257
11.2.3	工程材料	258
11.2.4	荷载	260
11.2.5	材料	261
第 12 章	电气仪控设计	264
12.1	设计范围	264
12.2	负荷分级及电源	264
12.3	负荷计算	264
12.4	电机控制及电缆敷设	265
12.4.1	电机控制	265
12.4.2	电缆敷设	265
12.5	接地系统	265
12.5.1	总体原则	265
12.5.2	系统组成	265
12.5.3	接地系统型式	266
12.6	主要电气设备材料表	266
第 13 章	施工组织设计	268
13.1	施工条件	268
13.1.1	自然条件	268
13.1.2	主要施工材料及临时建筑物	269

13.1.3 施工期备用水源	270
13.2 施工总体布置	270
13.2.1 施工总体布置原则	270
13.2.2 施工供水、供电系统	271
13.2.3 施工围挡	272
13.2.4 施工交通疏解	272
13.2.5 施工总进度	273
第 14 章 建设征地	274
14.1 设计概述	274
14.2 设计要点	274
14.2.1 建设用地	274
14.2.2 建筑物拆迁	274
14.2.3 既有管线保护与迁改	274
第 15 章 环境保护设计	275
15.1 设计要点	275
15.1.1 大气环境影响分析	275
15.1.2 噪声环境影响分析	277
15.1.3 水环境影响分析	278
15.1.4 固体废弃物环境影响分析	279
15.1.5 对生态环境的影响分析	280
15.2 项目建设过程中的环境保护措施	282
15.2.1 水污染防治措施	282
15.2.2 废气污染防治措施	283
15.2.3 噪声污染防治措施	283

15.2.4 固废污染防治措施	283
15.2.5 生态影响减缓措施	284
15.3 项目建成后的环境影响及对策	285
15.4 环境风险预案	285
15.5 防范措施	286
15.5.1 应成立事故应急指挥机构	286
15.5.2 应急处理原则	286
15.5.3 事故防范措施	286
15.5.4 事故应急措施及注意事项	287
第 16 章 水土保持设计	288
16.1 设计标准和依据	288
16.2 设计要点	289
17.2.1 水土保持措施布置和设计	289
17.2.2 水土保持工程施工组织设计	290
17.2.2.1 施工总布置	290
17.2.2.2 施工进度安排	291
17.2.3 水土保持监测与管理设计	292
17.2.3.1 监测设施设计	292
17.2.4 管理设计	294
第 17 章 节能设计	295
17.1 设计标准和依据	295
17.2 设计要点	295
17.2.1 能耗状况和能耗特点	295
17.2.2 工程节能设计	296

17.2.3 节能评价	297
第 18 章 劳动定员及工程实施计划	298
18.1 设计标准和依据	298
18.2 设计要点	298
18.2.1 劳动定员	298
18.2.2 工程实施计划	299
第 19 章 工程管理	300
19.1 工程管理原则	300
19.2 设计要点	300
19.2.1 工程管理体制	300
19.2.2 工程建设管理	300
19.2.3 工程运行管理	302
19.2.4 工程管理范围和保护范围	310
第 20 章 结论与建议	311
20.1 结论	311
20.2 建议	312
第 21 章 附表附件	313
21.1 立项批复文件	313
21.2 可研批复文件	315
21.3 项目用地说明	317

第 1 章 综合说明

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程

1.1.2 建设单位

嵊州市水利水电发展有限公司

1.1.3 建设地点

本项目建设地点位于浙江省嵊州市三界镇前岩水库。

1.1.4 资金来源

本项目资金来源为争取中央环保资金支持及自筹资金。

1.2 项目背景

1、中共中央国务院关于全面推进美丽中国建设的意见（2023 年 12 月 27 日）

（1）全面推进美丽中国建设，要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想特别是习近平生态文明思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，落实全国生态环境保护大会部署，牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，处理好高质量发展和高水平保护、重点攻坚和协同治理、自然恢复和人工修复、外部约束和内生动力、“双碳”承诺和自主行动的关系，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，维护国家生态安全，

抓好生态文明制度建设，以高品质生态环境支撑高质量发展，加快形成以实现人与自然和谐共生现代化为导向的美丽中国建设新格局，筑牢中华民族伟大复兴的生态根基。

（2）主要目标是：到 2027 年，绿色低碳发展深入推进，主要污染物排放总量持续减少，生态环境质量持续提升，国土空间开发保护格局得到优化，生态系统服务功能不断增强，城乡人居环境明显改善，国家生态安全有效保障，生态环境治理体系更加健全，形成一批实践样板，美丽中国建设成效显著。到 2035 年，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，国土空间开发保护新格局全面形成，生态系统多样性稳定性持续性显著提升，国家生态安全更加稳固，生态环境治理体系和治理能力现代化基本实现，美丽中国目标基本实现。展望本世纪中叶，生态文明全面提升，绿色发展方式和生活方式全面形成，重点领域实现深度脱碳，生态环境健康优美，生态环境治理体系和治理能力现代化全面实现，美丽中国全面建成。锚定美丽中国建设目标，坚持精准治污、科学治污、依法治污，根据经济社会高质量发展的新需求、人民群众对生态环境改善的新期待，加大对突出生态环境问题集中解决力度，加快推动生态环境质量改善从量变到质变。“十四五”深入攻坚，实现生态环境持续改善；“十五五”巩固拓展，实现生态环境全面改善；“十六五”整体提升，实现生态环境根本好转。要坚持做到：

1) 全领域转型：大力推动经济社会发展绿色化、低碳化，加快能源、工业、交通运输、城乡建设、农业等领域绿色低碳转型，加强绿色科技创新，增强美丽中国建设的内生动力、创新活力。

2) 全方位提升：坚持要素统筹和城乡融合，一体开展“美丽系

列”建设工作，重点推进美丽蓝天、美丽河湖、美丽海湾、美丽山川建设，打造美丽中国先行区、美丽城市、美丽乡村，绘就各美其美、美美与共的美丽中国新画卷。

3) 全地域建设：因地制宜、梯次推进美丽中国建设全域覆盖，展现大美西部壮美风貌、亮丽东北辽阔风光、美丽中部锦绣山河、和谐东部秀美风韵，塑造各具特色、多姿多彩的美丽中国建设板块。

4) 全社会行动：把建设美丽中国转化为全体人民行为自觉，鼓励园区、企业、社区、学校等基层单位开展绿色、清洁、零碳引领行动，形成人人参与、人人共享的良好社会氛围。

(3) 筑牢自然生态屏障。稳固国家生态安全屏障，推进国家重点生态功能区、重要生态廊道保护建设。全面推进以国家公园为主体的自然保护地体系建设，完成全国自然保护地整合优化。实施全国自然生态资源监测评价预警工程。加强生态保护修复监管制度建设，强化统一监管。严格对所有者、开发者乃至监管者的监管，及时发现和查处各类生态破坏事件，坚决杜绝生态修复中的形式主义。加强生态状况监测评估，开展生态保护修复成效评估。持续推进“绿盾”自然保护地强化监督，建立生态保护红线生态破坏问题监督机制。到 2035 年，国家公园体系基本建成，生态系统格局更加稳定，展现美丽山川勃勃生机。

(4) 加强生物多样性保护。强化生物多样性保护工作协调机制的统筹协调作用，落实“昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架”，更新中国生物多样性保护战略与行动计划，实施生物多样性保护重大工程。健全全国生物多样性保护网络，全面保护野生动植物，逐步建立国家植物园体系。深入推进长江珍稀濒危物种拯救行动，继续抓好长

江十年禁渔措施落实。全面实施海洋伏季休渔制度，建设现代海洋牧场。到 2035 年，全国自然保护区陆域面积占陆域国土面积比例不低于 18%，典型生态系统、国家重点保护野生动植物及其栖息地得到全面保护。

2、国家“十四五”重点流域水环境综合规划的要求

2021 年 12 月 31 日，国家发展改革委发布关于印发“十四五”重点流域水环境综合治理规划的通知。提出以流域水环境改善为首要目标，加强污水处理等环境基础设施建设，提升截污减排能力，有效削减入水体污染负荷，提升流域水环境质量。并提出推动长三角生态环境共保联治，夯实绿色发展生态本底。落实河长制、湖长制，加强长江、淮河、钱塘江、新安江等跨省联防联控，加大长江口、杭州湾等蓝色海湾整治。深化太湖流域水环境综合治理，加大巢湖、淀山湖、太浦河等重点跨界水体协同治理。加大千岛湖等重要饮用水水源地保护力度，优化太湖、巢湖等重要生态空间管控，推动提升区域环境治理一体化水平。

3、全国生态产品价值实现机制的践行

嵊州深入贯彻习近平生态文明思想，坚持生态优先、节约集约、绿色低碳发展，在生态共保联治上开新局，在生态产品交易上探新路，在生态价值实现上出新招，努力以高品质生态环境支撑高质量发展。嵊州将持续深化探索生态-产品价值实现路径，积极争创国家生态产品价值实现机制试点城市，加快建设山水秀美的生态强市，努力为美丽中国、美好浙江建设作出更大贡献。

4、《浙江省生态环境保护“十四五”规划》提供重大支撑

《浙江省生态环境保护“十四五”规划》已于 2021 年 5 月 31 日

印发实施。“十四五”规划是开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年规划，“十四五”时期，围绕准确把握新发展阶段、深入贯彻新发展理念、主动融入新发展格局，浙江生态环境保护工作面临新机遇和新挑战。当今中国，正处于中华民族伟大复兴的关键时期，经济稳中向好、长期向好的趋势没有改变，继续发展具有多方面的优势和条件，但发展和保护不平衡问题仍然突出。当前浙江，进入了高质量发展建设共同富裕示范区和争创社会主义现代化先行省的新阶段，公众对优美生态环境的需求进一步提升，对标中央要求、人民期盼，我省生态环境质量高位持续改善、生态环境保护继续走在前列的压力将进一步加大。全面体现系统集成和聚焦重点相结合。既按照统筹推进“五位一体”总体布局、协调推进“四个全面”战略布局的要求，从环境质量、污染减排、风险防控、生态保护和低碳发展等5个重点领域进行总体谋划和全面部署，又重点聚焦绿色转型、海洋生态环境保护、生态保护修复、数字化改革等我省生态环境保护的重点、难点和百姓关注热点，注重以点带面解决影响全局、关乎长远的突出问题。

5、《绍兴市生态文明建设规划》的指导思想

深入贯彻习近平生态文明思想，紧紧围绕“五位一体”总体布局 and “四个全面”战略布局，深入践行“绿水青山就是金山银山”理念，全面把握“重要窗口”深刻内涵，忠实践行“八八战略”，聚焦“五个率先”，以协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护为主题，以满足人民群众日益增长的美好生活需要为根本目的，把握减污降碳总体要求，充分发挥数字化改革牵引撬动作用，扎实推进污染防治攻坚战，推动生态文明建设先行示范，全面彰显绍兴“生态范”“美丽

范”，为绍兴率先走出争创社会主义现代化先行省的市域发展之路提供保障。

全面把握减污降碳总体要求，以深入打好污染防治攻坚战为主线，做大绿色发展优势、“人文+生态”资源优势，到 2025 年，全市域生态文明制度不断创新，生态环境质量持续改善，自然生态系统持续优化，绿色低碳产业体系基本建立，人民群众生态环境获得感幸福感持续提升，“绿水青山就是金山银山”转化通道进一步拓宽，率先走出人文为魂、生态塑韵的城市高质量发展之路，绘就“稽山鉴水”美丽画卷，打造近悦远来“品质之城”和华丽蝶变“智造强市”，建成国家生态文明建设示范市。

1.3 工程建设目标

结合嵊州市前岩水库集中式饮用水水源保护区划分方案，充分利用工程区周边良好的自然生态环境，发挥河道缓冲带功能，减少入库污染物总量，提升前岩水库出水水质。具体指标如下：

（1）水环境目标：工程运行稳定后，项目合计预计削减 TN 污染负荷 12.06t/a，削减 TP 污染负荷 1.62t/a。

（2）生态目标：生态缓冲带恢复面积 47141m²，净化湿地建设面积 43930m²。

1.4 项目建设的必要性

1、减少水库内源污染，进一步提升前岩水库水质的需要

农村生活污水、农田面源污染水直接进入水库，水库底泥受到污染，部分有机污染物可重新释放于水体，使水体受到污染，饮水安全

受到威胁。

通过对库底淤积进行清理，可大大削减底泥对水库水质的内源污染，配合近年来水库上游实施的截污纳管工程、农村污水治理工程、农业面源治理工程、排口整治工程等，将极大地改善前岩水库库区生态水环境、提高城市供水水质。

2、解决水体臭味问题，是周边居民的强烈诉求

近年来由于水库水体污染，三界镇水厂出水出现土霉味、腥臭味等异常臭味。异常臭味的自来水可能会引起饮用者的反感，对于敏感人群或体质较弱的人还可能引起恶心、呕吐等症状，对人民群众的生产生活产生负面影响，影响日常生活质量。

3、提升前岩水库周边缓冲带生态功能、构建湖库生态安全屏障的需要

前岩水库上游村庄虽已实施截污纳管，但是入库河流未建立有效的生态拦截带，点源、面源污染等问题尚未得到有效解决。

通过本项目水环境治理措施，生物强化净化处理工艺，净化来自上游溪流的水体以及附近区域的地表径流水，从而提升入库水质。

4、恢复库容，保障水库效益正常发挥的需要

上游携带的基质泥沙被冲向库中，随着时间的增长，沉积在库区，水库建成至今未实施清淤，现阶段水库水量已不能满足灌溉及饮用水需求。

实施前岩水库清淤扩容，是积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路，增加水库库容，增加水库平时蓄水调节能力和槽蓄水量，提高流域水资源利用率的需要；是贯彻执行“实现防洪保安全、优质水资源、健康水生态、宜居水环境、先进水文化”

总体目标，恢复前岩水库原设计灌溉保证率、供水保证率，保障水库效益正常发挥的需要。

1.5 编制依据

1.5.1 法律法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起施行）；
- 2、《中华人民共和国水法》（2016 年修正）；
- 3、《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年修正）；
- 4、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正）；
- 5、《中华人民共和国防洪法》（2016 年修正）；
- 6、《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起施行）；
- 7、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起施行）；
- 8、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010 年修正）。

1.5.2 规范及标准

- 1、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- 2、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 3、《防洪标准》（GB 50201-2014）；
- 4、《河道整治设计规范》（GB 50707-2011）；
- 5、《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
- 6、《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）；
- 7、《室外给水设计标准》（GB 50013-2018）；
- 8、《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）；
- 9、《污水自然处理工程技术规程》（CJJ/T 54-2017）；

- 10、《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）；
- 11、《人工湿地污水处理技术导则》（RISN-TG 006-2009）；
- 12、《人工湿地水质净化技术指南》（2021 年 4 月）；
- 13、《河湖生态缓冲带保护修复技术指南》（2021 年 11 月）；
- 14、《河湖生态系统保护与修复工程技术导则》（SL/T 800-2020）；
- 15、《河湖水库清淤技术规程》（DB33/T 1337-2023）；
- 16、《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》（环办[2014]111 号）；
- 17、《疏浚与吹填工程技术规范》（SL 17-2014）；
- 18、《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）；
- 19、《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2019）；
- 20、《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2013 年版）；
- 21、《总图制图标准》（GB/T50103-2010）；
- 22、《建筑设计防火规范》（2018 版）（GB50016-2014）；
- 23、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- 24、《混凝土结构设计规范》（2024 年版）（GB/T50010-2010）；
- 25、《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；
- 26、《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
- 27、《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》（CECS138-2002）；
- 28、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- 29、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；

1.5.3 相关规划及其他文件

- 1、《重点流域水生态环境保护规划》（2023 年 4 月）；
- 2、《浙江省水生态环境保护“十四五”规划》（2021 年 5 月 31

日)；

- 3、《绍兴市水安全保障“十四五”规划》（2021 年 5 月 25 日）；
- 4、《绍兴市生态环境保护“十四五”规划》（2021 年 7 月 18 日）；
- 5、《嵊州市生态环境保护“十四五”规划》（2021 年）；
- 6、《关于嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程可行性研究报告的批复》（嵊发改中投[2024]99 号）；
- 7、业主单位提供的其他资料。

1.6 工程范围

本项目工程主体内容实施范围在前岩水库一级保护区范围内，包含水域陆域两个部分，水域边界线为水库常水位线（高程 68.16m）及陈村江引水河道入库段水面（高程 90.00m），陆域边界线为生态缓冲带区域（高程大于 69.00m）、入库河流区域、净化湿地区域及淤泥处理区域（嵊州灯塔种猪有限公司）陆上边界线，工程范围面积约 85 万 m^2 ，具体如下图所示。



图 1.6-1 前岩水库工程建设范围图

1.7 工程布局和规模

1.7.1 工程总体布局

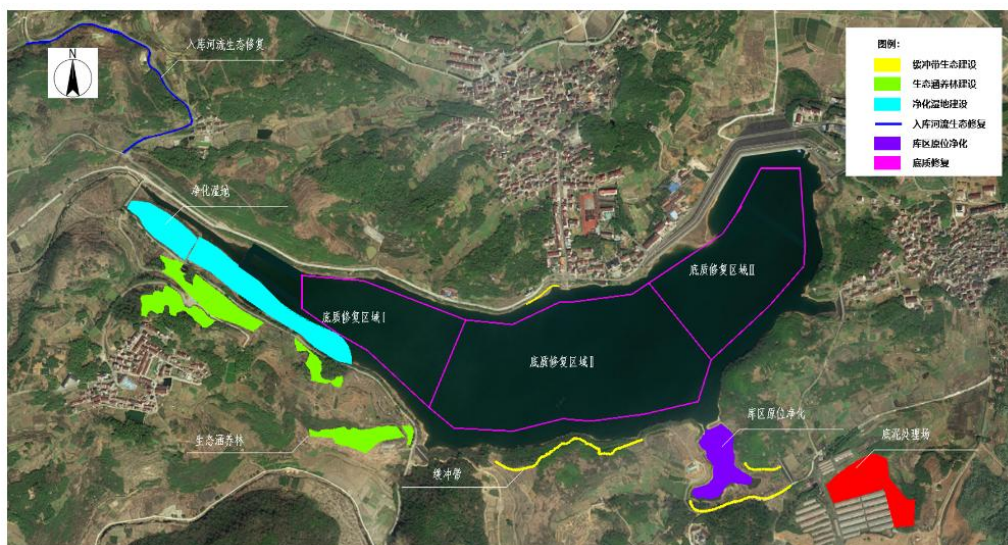


图 1.7-1 工程总平面布置图

1.7.2 单项工程

嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程主要建设内容包括缓冲带生态建设工程、净化湿地建设工程、入库河流生态修复工程、库区原位净化工程和底质修复工程。

(1) 缓冲带生态建设工程

对水库周边缓冲带进行生态恢复，采用水土保持型灌木复合植被缓冲带和林草复合型涵养林，共恢复缓冲带面积 47141m²。

(2) 净化湿地建设工程

为有效削减入库河道及引水工程来水污染负荷，在库尾的入库河口处建设净化湿地，湿地面积 43930m²。

(3) 入库河流生态修复工程

对陈村江引水河道进行生态修复，净化来水水质，减少入库污染

负荷，入库河流生态修复长度 845m。

(4) 库区原位净化工程

根据底泥和水质调查情况，对库区死水区域进行原位净化，改善库区水质，原位净化工程面积 16000m²。

(5) 底质修复工程

根据库区底泥调查，对库区底质进行修复，清除水库底质积蓄有机质营养盐，降低内源污染释放风险，提升库容，底质修复面积 438149m²，挖除积蓄的有机质营养盐层底泥平均深度为 0.5~1m，合计工程量 273544m³。

1.8 工程用地分析

1.8.1 工程范围用地情况

本项目位于嵊州市前岩水库，项目设计临时用地工程 1 项，为淤泥处理场临时用地，设计租用嵊州灯塔种猪有限公司所属地块进行底泥处理场建设，该地块位于前岩水库东南侧沈塘村，土地性质为坑塘水面、设施农用地及乔木林地，临时用地面积 20000m²。

1.8.2 工程用地情况统计

临时占地主要是施工期间淤泥固化场地临时占地，为淤泥固化施工建设、生活区、各项工程的施工区及施工临时道路等占地。

1.9 主要经济技术指标

主要经济技术指标见下表。

表 1.9-1 工程主要技术经济指标表

序号	名称	单位	数量	备注
一	工程规模			
1	缓冲带生态建设工程			
1.1	生态缓冲带建设工程	m ²	6252	
1.2	生态涵养林建设工程	m ²	40889	
2	净化湿地建设工程			
2.1	取水工程	项	1	堰坝 1 座，取水管
2.2	生态塘	m ²	6379	
2.3	潜表耦合塘湿地	m ²	7173	
2.4	梯级砾间净化湿地	m ²	30378	
3	入库河流生态修复工程	m	845	
4	库区原位净化工程	m ²	16000	
5	底质修复工程	m ³	273544	
二	经济指标			
1	工程费用	万元	8431.95	
2	工程建设其他费用	万元	1193.97	
3	预备费	万元	481.30	
4	工程总投资	万元	10107.21	

1.10 投资概算

本工程总投资概算详见下表。

表 1.10-1 工程总概算表

序号	单位工程概算表编号	工程项目或费用名称	概算造价（万元）					技术经济指标			总投资比例（%）
			建筑工程费	安装工程费	设备购置费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（万元）	
1		工程费用	7760.96	179.29	491.70		8431.95				83.43
1.1	附表 1	缓冲带生态建设工程	349.25				349.25	项	1.00	349.25	3.46
1.2	附表 2	净化湿地建设工程	4371.28	57.26			4428.54	项	1.00	4428.54	43.82
1.3	附表 3	入库河流生态修复工程	66.31				66.31	项	1.00	66.31	0.66
1.4	附表 4	库区原位净化工程	199.11	51.39	21.30		271.80	项	1.00	271.80	2.69
1.5	附表 5	底质修复工程	2775.02	70.64	470.40		3316.06	项	1.00	3316.06	32.81
2		工程建设其他费用				1193.97	1193.97				11.81
2.1		建设管理费				340.28	340.28				3.37
2.1.1		项目建设管理费				97.33	97.33				0.96
2.1.2		建设管理其他费				103.75	103.75				1.03

序号	单位工程概算表编号	工程项目或费用名称	概算造价（万元）					技术经济指标			占总投资比例（%）
			建筑工程费	安装工程费	设备购置费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（万元）	
2.1.3		工程监理费				139.20	139.20				1.38
2.3		可行性研究费				24.19	24.19				0.24
2.3.1		可行性研究费				24.19	24.19				0.24
2.5		勘察设计费				407.27	407.27				4.03
2.5.1		工程勘察费				41.13	41.13				0.41
2.5.2		施工详勘费				39.30	39.30				0.39
2.5.3		工程设计费（初步设计）				88.93	88.93				0.88
2.5.4		工程设计费（施工图设计）				133.40	133.40				1.32
2.5.5		专题研究及相关环评费				88.32	88.32				0.87
2.5.6		水质底泥检测及调查				16.19	16.19				0.16

序号	单位工程概算表编号	工程项目或费用名称	概算造价（万元）					技术经济指标			占总投资比例（%）
			建筑工程费	安装工程费	设备购置费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（万元）	
		费									
2.8		场地准备及临时设施费				75.89	75.89				0.75
2.8.1		场地准备及临时设施费				75.89	75.89				0.75
2.10		工程保险费				37.94	37.94				0.38
2.10.1		建筑施工人员人身意外伤害保险或安全生产责任险				30.36	30.36				0.30
2.10.2		工程财产损失和第三者责任险				7.59	7.59				0.08
2.15		检测监测费				42.16	42.16				0.42
2.15.1		检测监测费				42.16	42.16				0.42

序号	单位工程概算表编号	工程项目或费用名称	概算造价（万元）					技术经济指标			占总投资比例（%）
			建筑工程费	安装工程费	设备购置费	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（万元）	
2.19		政策处理费				266.24	266.24				2.63
2.19.1		备用水源水费补助				162.46	162.46				1.61
2.19.2		生态缓冲带用地补偿费				7.08	7.08				0.07
2.19.3		原有厂房拆除恢复费				23.10	23.10				0.23
2.19.4		干化场地租赁费（2年期）				12.00	12.00				0.12
2.19.5		临时用地费				61.60	61.60				0.61
3		预备费用					481.30				4.76
3.1		基本预备费					481.30				4.76
7		项目概算总投资					10107.21				100.00

1.11 初步设计与可研对比

本工程初步设计成果的目标、总体方案、投资等与可研相比总体保持一致。部分工程因可研未明确工程范围，经与业主沟通核对后在可研基础上进行了优化调整，工程的优化调整均在工可的框架内完成。具体的初设和工可对比及情况说明见下表。

表 1.11-1 初步设计与工可报告工程内容对比表

工程名称	可研内容	初设内容	可研造价(万元)	初设造价(万元)	说明
缓冲带生态建设工程	对水库周边缓冲带进行生态恢复, 采用水土保持型灌木复合植被缓冲带和林草复合型涵养林, 共恢复缓冲带面积约 4.5 万 m ² 。	对水库周边缓冲带进行生态恢复, 设计水土保持型灌木复合植被缓冲带 6252m ² 和林草复合型涵养林 40889m ² , 共恢复缓冲带面积 47141m ² 。	543.26	349.25	1.根据地形测图和资规核对用地性质后, 优化缓冲带建设面积。
净化湿地建设工程	为有效削减入库河道及引水工程来水污染负荷, 在库尾的入库河口处建设净化湿地, 湿地面积约为 4.2 万 m ² 。	在库尾的入库河口处建设净化湿地, 湿地面积 43930m ² 。包含取水工程、生态塘、潜表耦合湿地、梯级砾间净化湿地。	3963.34	4428.54	1.根据地形测图优化梯级砾间净化湿地面积; 2.根据评审意见取水工程中增加上游挡墙建设。
入库河流生态修复工程	对陈村江引水河道进行生态修复, 净化来水水质, 减少入库污染负荷, 入库河流生态修复长度约 845m。	对陈村江引水河道进行生态修复, 净化来水水质, 减少入库污染负荷, 入库河流生态修复长度 845m。	46.99	66.31	1.根据评审意见优化纵断面。

工程名称	可研内容	初设内容	可研造价(万元)	初设造价(万元)	说明
库区原位净化工程	根据底泥和水质调查情况,对库区死水区域进行原位净化,改善库区水质,原位净化工程面积约 1.6 万 m ² 。	根据底泥和水质调查情况,对库区死水区域进行原位净化,改善库区水质,原位净化工程面积 16000m ² 。	527.49	271.80	1.取消生态堤,优化浮动湿地面积。
底质修复工程	根据库区底泥调查,对库区底质进行修复,清除水库底质积蓄有机质营养盐,降低内源污染释放风险,提升库容,底质修复面积约 42.9 万 m ² ,平均深度为 0.5~1m,合计工程量约 27.41 万 m ³ 。	根据库区底泥调查,对库区底质进行修复,清除水库底质积蓄有机质营养盐,降低内源污染释放风险,提升库容,底质修复面积 438149m ² ,平均深度为 0.5~1m,合计工程量 273544m ³ 。	3243.21	3316.06	1.根据评审意见优化清淤面积,明确施工期备用水源后增加取水口附近清淤。

1.12 工程效益

1.12.1 生态效益

通过项目实施将能减少上游河道流入水库的有机物和 N、P 等污染负荷，项目合计预计削减 TN 污染负荷 12.06t/a，削减 TP 污染负荷 1.62t/a，使水质有所改善，保护好水库的水环境质量，提高水库现有灌溉保证率和供水保证率，可改善三界镇饮水安全问题。

1.12.2 经济效益

通过减少污水污染，降低对社会造成的经济损失，整治后水环境将得到改善，能促进相关产业经济的发展，将产生巨大经济效益，相关的土地价值随之而提高，可给地区的经济发展带来生机。

1.12.3 社会效益

通过水环境综合整治项目的实施，能够保障水库水源地供水区域的居民水安全，增加公众对生态环境保护和生态文明建设的认识和认可，提高人民群众的满意度。

第 2 章 工程区域概况

2.1 自然环境概况

2.1.1 地理位置

前岩水库位于嵊州市三界镇前岩村，坝址座落于曹娥江支流范洋江上游。范洋江为曹娥江支流，发源于嵊州市原西杜乡，在嵊州市闸头汇入曹娥江，范洋江集雨面积 88km^2 ，主河道长 21km 。范洋江两岸地势平坦，洪水位高于两岸地面高程的持续时间较长，易受涝。前岩水库位于范洋江上游嵊州市三界镇前岩村，坝址以上集雨面积 38.6km^2 （其中引水 18km^2 ），占范洋江集雨面积的 43.9% 。前岩水库入库河道主要有入库干流、陈村江引水干渠、澄溪江引水干渠。

2.1.2 气候气象

本流域属亚热带季风气候区，季风显著，温暖湿润，四季分明，冬夏长，春秋短。春夏季雨热相宜，秋冬光温互补。域区地形起伏变异大，水平、垂直向上气候差异明显，有典型的山地、盆地气候特征。

流域内雨量充沛，多年平均降水量达 1500mm ，最大年降雨量可达 1995.2mm （2015 年），降水量时空分布不均，年际、年内变化显著，台风暴雨及梅雨是形成本流域大洪水的主要因素，如“620906”、“630912”、“880730”、“890916”、“970817”等台风暴雨。春末夏初（4 月 16 日～7 月 15 日）由于太平洋副热带高压逐渐加强，与北方南下冷空气交汇，静止锋徘徊，形成连绵阴雨天气，称之梅雨期（梅雨期）；夏秋季节（7 月 16 日～10 月 15 日）受太平洋副热带高压控制，热带风暴或台风活动频繁，该时间段降水量大、降水集中、

降水强度高，称为台汛期；10月16日～翌年4月15日，除出现少数雨雪天气外，基本以晴冷、干燥天气为主，雨量较少。

本水库流域无气象实测资料，库区距嵊州市气象站25km，无高山阻隔，因此有关数据可参照嵊州市气象站有关资料。根据嵊州气象站1953—2020年资料统计：多年平均气温16.5℃，年平均最高气温21.5℃，年平均最低气温12.9℃，年极端最高气温42.3℃，年极端最低气温为-10.1℃，多年平均降雨量1470毫米，多年平均蒸发量1309.2毫米，多年平均水气压1003.8hpa；多年平均风速2.6m/s，日照小时数多年平均为1848.8小时。。嵊州市气象站特征值见下表。

表 2.1-1 嵊州市气象站地面气象特征值统计表

月份	平均气温(℃)	极端最高气温(℃)	极端最低气温(℃)	平均水汽压(mb)	平均相对湿度(%)	平均蒸发量(mm)	平均风速(m/s)	最大风速(m/s)	最大风速相应风向
1	4.2	25.7	-9.6	6.2	72	49.6	2.7	17.3	NNE
2	5.6	28.4	-10.1	7.0	75	52.2	2.9	20.0	NNE
3	9.8	30.6	-3.1	9.5	76	80.0	3.0	22.0	NNE
4	15.8	34.4	0.2	13.9	76	110.5	2.8	20.3	NNE
5	20.2	35.9	8.9	18.5	79	125.4	2.5	16.0	N
6	24.2	36.8	13.9	24.5	81	135.3	2.1	17.3	NNE
7	28.6	40.1	18.5	29.3	76	212.1	2.4	21.5	SSW
8	27.8	40.7	17.8	28.5	77	194.9	2.5	24.3	N
9	23.6	38.9	11.6	23.5	80	136.1	2.6	15.0	NNE
10	17.9	33.4	1.3	15.9	77	105.6	2.6	14.7	NNE
11	12.5	30.5	-5.2	11.3	76	73.4	2.5	16.6	NNE
12	6.9	27.9	-8.2	7.6	74	54.5	2.6	15.7	N

月份	平均气温 (°C)	极端最高气温 (°C)	极端最低气温 (°C)	平均水汽压 (mb)	平均相对湿度 (%)	平均蒸发量 (mm)	平均风速 (m/s)	最大风速 (m/s)	最大风速相应风向
全年	16.4	40.7	-10.1	16.3	77	1329.6	2.6	24.3	N

2.1.3 水文

(1) 流域概况

前岩水库位于嵊州市三界镇前岩村,该水库集水面积 38.6km² (其中包括: 集雨面积 20.6km², 陈村江引水面积 5km², 澄溪江引水面积 13km²), 主流长 11.5km, 河道坡降 17.02‰。前岩水库库区坐落在羊头山麓浅山丘陵带,主坝址以上为山区,水库流域地形如一片树叶,西高东低,一般山高在 200~300m,最高山峰达 500m,最高蓄水时,回水长度可达 2500m。

(2) 水文测站

前岩水库设计流域内无雨量站,在设计流域附近有东沙埠、双江溪、淡山、花山等四个雨量站,分别设在曹娥江干流、支流及小舜江、崇仁江上,设立年份先后不一。本设计所采用的雨量资料均经浙江省水文勘测局(原“浙江省水文总站”)逐年整编、审核,较为可靠。东沙埠、双江溪、淡山、花山四个雨量站观测资料情况见下表。

表 2.1-2 水量测站一览表

站名	设立地点	流域面积 (km ²)	设立年份	观测项目	资料系列	备注
东沙埠	曹娥江干流	3302	1951	降水量	1980~2023	1981 年迁至花山
双江溪	小舜江	358	1954	降水量	1980~2022	

站名	设立地点	流域面积 (km ²)	设立年份	观测项目	资料系列	备注
淡山	崇仁江	/	1956	降水量	1980~2022	
花山	曹娥江干流	3043	1981	降水量	1984~2023	

(3) 流域特征

水库集水面积及河长、河道平均比降等流域特征值，采用万分之一航测地形图，水库集水面积 20.6km²，河长 9.3km，河道比降 17.02‰。

(4) 设计洪水

1) 设计暴雨

本设计洪水以四雨量站系列作为设计依据，分别设在曹娥江干流及支流上，资料均经浙江省水文勘测局逐年整编、审核。全年流域平均面雨量采用《浙江省短历时暴雨》等值线图查读，通过点面关系换算求得，图集确定 $C_s/C_v=3.5$ 。

根据资料综合分析，三日雨量最大一日发生在第一天的占 25%，发生在第二天的占 55%，发生在第三天的占 20%，因此将三日中最大 24 小时雨量置于第二日，其余两日为 $(H_{72}-H_{24})$ 的 50%。同时，最大时段雨量排在第 18 小时，第二、第三排在最大时段的左边，其余偶数排在右边，奇数排在左边，排满 24 小时后，余下的时段雨量依次排在左边，剩余两天时段雨量排次同上。设计暴雨成果见下表。

表 2.1-3 前岩水库设计暴雨成果表

历时	均值 (mm)	Cv	各频率雨量(mm)								
			0.01	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
1h	38.3	0.45	162.2	130.2	120.4	106.8	96.5	86.2	72.1	61.2	50.0
6h	65.8	0.50	317.8	249.4	228.4	200.6	180.3	159.2	130.8	109.3	87.3
1d	105.6	0.57	599.3	460.9	419.3	364.3	322.6	280.4	226.0	184.1	142.3
3d	142	0.57	805.9	619.8	563.8	489.8	433.8	377.0	303.9	247.5	191.4

2) 产流计算

本流域属南方湿润地区，产流方式用蓄满产流，即在土壤含水量达到田间持水量之前不产流，所有的降水都被土壤吸收；而在土壤含水量达到田间持水量后，所有的降水（减去同期的蒸散发）都产流，在设计条件下，产流计算采用蓄满产流原理的简易扣损法，假定土壤最大蓄水量 100mm，初损 25mm，土壤前期蓄水量 75mm，后损第一、二天每小时 1mm，第三天每小时 0.5mm。

3) 汇流计算

水库集水面积 20.6km²（小于 50km²），河长 9.3km，河道比降 17.02‰。计算公式如下：

$$Q_{MP}=0.278 \times h_R \times F / \tau$$

$$\tau=0.278 \times L / v$$

式中：

F—坝址以上集水面积（km²）

h_R —时段内净雨量（mm）

τ —集流时间 (h)

v —流域平均回流速度 (m/s)

前岩水库有陈村江引水工程和澄溪江引水工程,处于水库集雨面积以外地段,其中陈村江引水工程集雨面积 5km^2 ,引水渠长 1300m ,渠道最大过流量 $15\text{m}^3/\text{s}$;澄溪江引水工程集雨面积 13km^2 ,引水渠和引水隧道全长 1455m ,渠道最大过流量 $4\text{m}^3/\text{s}$ 。洪水发生时,渠首控制闸虽然可以关闭,但考虑区间沿山汇流水的影响,引入水库设计洪水,流入水库的各时段流量以渠道最大过流量为控制。设计洪水见下表。

表 2.1-4 前岩水库设计洪水成果表

项目	单位	各频洪水 (m^3/s)								
		0.01	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20
洪峰	m^3/s	481.0	383.4	353.3	313.5	283.6	253.0	176.9	150.4	123.4
洪峰模数	$\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$	23.3	18.6	17.2	15.2	13.8	12.3	8.6	7.3	6.0
三日水量	万 m^3	1576.0	1193.0	1077.0	926.0	811.0	690.0	535.0	414.0	307.0

表 2.1-5 水库设计洪水过程表

时段 (h)	流量 (m^3/s)					
	0.1%	0.2%	1%	2%	5%	20%
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

时段 (h)	流量 (m ³ /s)					
	0.1%	0.2%	1%	2%	5%	20%
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	4.62	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00
14	9.24	5.25	0.00	0.00	1.57	0.00
15	13.20	7.87	0.00	0.00	3.13	0.00
16	34.16	29.31	18.79	14.98	4.70	0.00
17	55.12	49.40	33.58	25.95	6.25	0.00
18	76.08	69.49	48.37	36.93	4.85	0.00
19	57.02	51.84	36.27	27.94	3.44	0.00
20	37.97	34.20	24.17	18.95	2.04	0.00
21	18.91	16.55	12.08	8.99	0.62	0.00
22	16.88	14.73	10.06	7.06	5.16	1.61
23	14.85	12.91	7.93	5.12	9.69	3.22
24	12.82	10.68	5.81	3.19	13.88	4.83
25	28.40	25.08	18.13	14.81	16.89	6.44
26	43.97	39.09	28.40	23.51	18.62	7.58
27	59.55	53.09	38.67	32.21	20.35	8.73
28	61.37	54.83	39.91	33.25	22.07	9.87
29	63.19	56.57	41.16	34.28	23.81	11.01
30	65.02	58.31	42.40	35.32	25.06	12.10

时段 (h)	流量 (m ³ /s)					
	0.1%	0.2%	1%	2%	5%	20%
31	67.21	60.30	43.93	36.72	26.30	13.18
32	69.41	62.28	45.47	38.13	27.54	13.90
33	71.60	64.27	47.00	39.54	28.78	14.64
34	75.95	68.21	49.98	42.07	33.28	17.60
35	80.30	72.14	52.96	44.60	37.77	20.56
36	83.90	76.08	55.95	47.12	42.27	23.52
37	92.80	85.10	63.94	54.16	46.76	26.48
38	101.70	93.20	71.94	61.21	84.58	52.76
39	110.60	101.30	79.93	68.25	116.04	79.04
40	201.53	185.30	147.93	131.47	146.47	102.26
41	292.47	269.30	215.77	192.23	176.90	123.40
42	383.40	353.30	283.60	253.00	145.61	101.67
43	294.13	277.77	217.10	193.50	114.32	77.60
44	204.87	188.23	150.60	134.00	81.36	50.59
45	115.60	105.70	84.10	72.97	42.47	23.58
46	106.17	97.23	76.28	65.31	34.59	19.49
47	96.73	88.77	67.67	57.64	26.71	15.39
48	87.30	80.18	59.05	49.98	18.82	10.33
49	63.03	56.86	41.90	35.52	9.79	4.16
50	37.18	33.54	24.75	21.07	7.65	3.12
51	11.06	9.37	5.43	3.93	5.52	2.07
52	11.43	9.68	5.75	4.18	3.38	1.04
53	11.80	9.99	6.06	4.43	1.25	0.00
54	12.08	10.31	6.37	4.68	1.51	0.00
55	12.45	10.93	6.87	5.06	1.77	0.00

时段 (h)	流量 (m ³ /s)					
	0.1%	0.2%	1%	2%	5%	20%
56	12.82	11.56	7.37	4.53	2.04	0.00
57	13.20	12.08	7.70	5.81	2.29	0.00
58	13.94	12.78	8.56	6.37	3.34	0.47
59	14.69	13.49	9.24	6.93	4.37	0.93
60	15.43	14.19	9.93	7.50	5.42	1.40
61	17.30	15.93	12.04	9.43	6.46	1.87
62	19.16	17.67	13.49	11.37	15.20	8.51
63	21.03	19.41	14.94	12.82	21.66	14.49
64	40.85	37.26	29.31	25.79	28.13	18.89
65	60.23	55.12	43.86	38.75	34.59	23.32
66	79.68	72.97	58.06	51.72	27.98	18.73
67	60.63	55.37	43.93	38.96	21.38	14.15
68	41.57	37.76	29.81	26.20	14.79	7.74
69	22.52	20.16	15.68	13.44	5.63	0.83
70	20.45	18.33	14.23	12.20	4.37	0.62
71	18.37	16.51	12.78	10.49	3.13	0.41
72	16.30	14.69	11.06	8.62	1.88	0.20

(5) 合理性分析

本次设计洪水与以往设计成果比较,均采用公式计算推求,采用雨量资料系列长,并考虑陈村江、澄溪江引入水库的洪水,成果可靠。

表 2.1-6 设计洪水成果合理性分析表

设计情况	项目	单位	设计值		
			0.1%	1%	20%
本次	洪峰	m ³ /s	383.4	283.6	123.4

设计情况	项目	单位	设计值		
			0.1%	1%	20%
	洪峰模数	m³/s/km²	18.6	13.8	6.0
	三日水量	万 m³	1193.0	811.0	307.0
防洪标准核定	洪峰	m³/s	387.0	268.4	121.5
	洪峰模数	m³/s/km²	19.5	13.6	6.1
	三日水量	万 m³	1060.0	699.6	254.7

（6）水位库容关系

前岩水库始建于 1958 年 3 月，1960 年 12 月完工投入运行，运行至今已逾 60 年。由于水库集雨面积内存在一定的水土流失，尤其是台汛期河流含沙量较大，经多年运行已出现泥沙淤积现象。前岩水库 2024 年委托测量单位对水库库容进行复核，得到结果如下表。

表 2.1-7 前岩水库水位库容关系

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
1	43.71	0.000	1985 国家高程基准（二期）
2	43.80	0.001	
3	43.90	0.009	
4	44.00	0.030	
5	44.10	0.071	
6	44.20	0.135	
7	44.30	0.213	
8	44.40	0.301	
9	44.50	0.398	
10	44.60	0.503	
11	44.70	0.616	
12	44.80	0.736	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
13	44.90	0.863	
14	45.00	0.999	
15	45.10	1.144	
16	45.20	1.300	
17	45.30	1.467	
18	45.40	1.645	
19	45.50	1.835	
20	45.60	2.037	
21	45.70	2.254	
22	45.80	2.487	
23	45.90	2.738	
24	46.00	3.010	
25	46.10	3.309	
26	46.20	3.636	
27	46.30	3.990	
28	46.40	4.371	
29	46.50	4.774	
30	46.60	5.206	
31	46.70	5.673	
32	46.80	6.171	
33	46.90	6.697	
34	46.96	7.026	死水位
35	47.00	7.251	
36	47.10	7.831	
37	47.20	8.433	
38	47.30	9.052	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
39	47.40	9.686	
40	47.50	10.336	
41	47.60	11.000	
42	47.70	11.682	
43	47.80	12.382	
44	47.90	13.102	
45	48.00	13.842	
46	48.10	14.604	
47	48.20	15.392	
48	48.30	16.205	
49	48.40	17.051	
50	48.50	17.929	
51	48.60	18.830	
52	48.70	19.754	
53	48.80	20.700	
54	48.90	21.674	
55	49.00	22.678	
56	49.10	23.717	
57	49.20	24.804	
58	49.30	25.944	
59	49.40	27.132	
60	49.50	28.371	
61	49.60	29.658	
62	49.70	30.996	
63	49.80	32.383	
64	49.90	33.835	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
65	50.00	35.340	
66	50.10	36.882	
67	50.20	38.454	
68	50.30	40.055	
69	50.40	41.692	
70	50.50	43.365	
71	50.60	45.070	
72	50.70	46.810	
73	50.80	48.595	
74	50.90	50.424	
75	51.00	52.295	
76	51.10	54.212	
77	51.20	56.177	
78	51.30	58.185	
79	51.40	60.232	
80	51.50	62.320	
81	51.60	64.446	
82	51.70	66.612	
83	51.80	68.817	
84	51.90	71.059	
85	52.00	73.336	
86	52.10	75.645	
87	52.20	77.988	
88	52.30	80.366	
89	52.40	82.773	
90	52.50	85.209	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
91	52.60	87.673	
92	52.70	90.172	
93	52.80	92.709	
94	52.90	95.288	
95	53.00	97.904	
96	53.10	100.561	
97	53.20	103.267	
98	53.30	106.023	
99	53.40	108.824	
100	53.50	111.675	
101	53.60	114.572	
102	53.70	117.511	
103	53.80	120.493	
104	53.90	123.523	
105	54.00	126.596	
106	54.10	129.708	
107	54.20	132.859	
108	54.30	136.046	
109	54.40	139.269	
110	54.50	142.532	
111	54.60	145.837	
112	54.70	149.187	
113	54.80	152.585	
114	54.90	156.030	
115	55.00	159.523	
116	55.10	163.062	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
117	55.20	166.649	
118	55.30	170.282	
119	55.40	173.960	
120	55.50	177.680	
121	55.60	181.446	
122	55.70	185.256	
123	55.80	189.112	
124	55.90	193.015	
125	56.00	196.965	
126	56.10	200.960	
127	56.20	204.995	
128	56.30	209.064	
129	56.40	213.164	
130	56.50	217.302	
131	56.60	221.484	
132	56.70	225.708	
133	56.80	229.979	
134	56.90	234.304	
135	57.00	238.688	
136	57.10	243.122	
137	57.20	247.597	
138	57.30	252.113	
139	57.40	256.680	
140	57.50	261.297	
141	57.60	265.965	
142	57.70	270.686	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
143	57.80	275.464	
144	57.90	280.293	
145	58.00	285.165	
146	58.10	290.076	
147	58.20	295.022	
148	58.30	300.005	
149	58.40	305.025	
150	58.50	310.083	
151	58.60	315.176	
152	58.70	320.306	
153	58.80	325.474	
154	58.90	330.683	
155	59.00	335.934	
156	59.10	341.234	
157	59.20	346.580	
158	59.30	351.968	
159	59.40	357.396	
160	59.50	362.865	
161	59.60	368.377	
162	59.70	373.932	
163	59.80	379.533	
164	59.90	385.181	
165	60.00	390.879	
166	60.10	396.620	
167	60.20	402.400	
168	60.30	408.218	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
169	60.40	414.071	
170	60.50	419.961	
171	60.60	425.891	
172	60.70	431.860	
173	60.80	437.868	
174	60.90	443.915	
175	61.00	450.001	
176	61.10	456.129	
177	61.20	462.299	
178	61.30	468.509	
179	61.40	474.758	
180	61.50	481.048	
181	61.60	487.383	
182	61.70	493.758	
183	61.80	500.170	
184	61.90	506.616	
185	62.00	513.097	
186	62.10	519.613	
187	62.20	526.162	
188	62.30	532.745	
189	62.40	539.368	
190	62.50	546.029	
191	62.60	552.726	
192	62.70	559.458	
193	62.80	566.226	
194	62.90	573.036	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
195	63.00	579.874	
196	63.10	586.735	
197	63.20	593.617	
198	63.30	600.520	
199	63.40	607.441	
200	63.50	614.379	
201	63.60	621.336	
202	63.70	628.310	
203	63.80	635.303	
204	63.90	642.315	
205	64.00	649.345	
206	64.10	656.397	
207	64.20	663.469	
208	64.30	670.560	
209	64.40	677.670	
210	64.50	684.798	
211	64.56	689.084	台汛限制水位
212	64.60	691.945	
213	64.70	699.111	
214	64.80	706.296	
215	64.90	713.500	
216	65.00	720.723	
217	65.10	727.969	
218	65.20	735.247	
219	65.30	742.552	
220	65.40	749.884	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
221	65.50	757.243	
222	65.60	764.628	
223	65.70	772.041	
224	65.80	779.480	
225	65.90	786.945	
226	66.00	794.436	
227	66.10	801.951	
228	66.20	809.490	
229	66.30	817.054	
230	66.40	824.640	
231	66.50	832.250	
232	66.60	839.883	
233	66.70	847.543	
234	66.80	855.232	
235	66.90	862.950	
236	67.00	870.698	
237	67.10	878.475	
238	67.20	886.281	
239	67.30	894.114	
240	67.40	901.973	
241	67.50	909.857	
242	67.60	917.768	
243	67.70	925.711	
244	67.80	933.685	
245	67.90	941.687	
246	68.00	949.716	

编号	水位（米）	库容（万立方米）	备注
247	68.10	957.771	
248	68.16	962.618	梅汛限制水位
249	68.16	962.618	正常蓄水位
250	68.20	965.856	
251	68.30	973.970	
252	68.40	982.113	
253	68.50	990.289	
254	68.60	998.496	
255	68.70	1006.740	
256	68.80	1015.023	
257	68.90	1023.345	
258	69.00	1031.708	
259	69.03	1034.225	设计洪水位
260	69.10	1040.112	
261	69.20	1048.552	
262	69.30	1057.027	
263	69.40	1065.536	
264	69.50	1074.082	
265	69.60	1082.666	
266	69.62	1084.388	校核洪水位

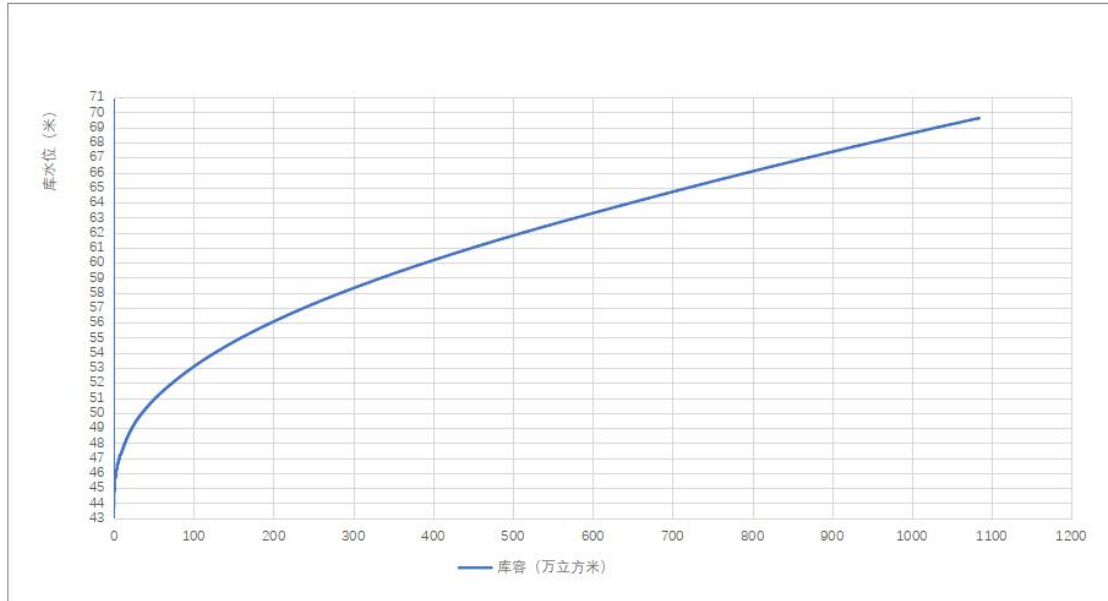


图 2.1-1 前岩水库水位库容关系

(7) 特征水位

前岩水库特征水位库容数据见下表。

表 2.1-8 前岩水库特征水位库容数据

序号	水位名称	水位 (m)	水位对应的库容 (万 m³)	水位对应的水域面积 (km²)
1	死水位	46.96	7.026	0.056
2	台汛期限制水位	64.56	689.084	0.715
3	梅汛期限制水位	68.16	962.618	0.809
4	正常蓄水位	68.16	962.618	0.809
5	防洪高水位	68.76	1011.705	0.829
6	校核洪水位	69.62	1084.388	0.861

(8) 上游河道入库水量

前岩水库入库河道主要有上游干流、陈村江和澄溪江，根据

2019~2023 年前岩水库运用情况汇总表，计算得到主要入库河道多年月平均流量，详见下表。

表 2.1-9 入库河道多年月平均流量 (m³/d)

月份	干流	澄溪江引水沟渠	陈村江引水沟渠
一月	40612.9	16645.2	6838.7
二月	58750.0	25500.0	11642.9
三月	58174.2	30645.2	12064.5
四月	24960.0	9133.3	5601.1
五月	34038.7	11677.4	7354.8
六月	81440.2	31066.7	15733.3
七月	76653.2	32741.9	14596.8
八月	53879.0	24516.1	7661.3
九月	54126.7	21333.3	8802.0
十月	12671.0	3483.9	2064.5
十一月	10760.0	1133.3	733.3
十二月	13167.7	5161.3	2064.5

2.1.4 地形地貌

前岩水库位于浙江嵊州三界镇西面友谊村，为会稽山脉北东部余脉，属浙东低山丘陵地貌，库区四面环山，地势西南高，向东北部倾斜。其河流为曹娥江中游的一条支流——范洋江。

根据区域地质资料，本区构造以扭动构造为主，华夏系构造在本区起着重要作用，燕山运动时期，在原来的构造背景下生成了新华夏系构造，构成了几个强烈的北北东向构造带。但在库区从区域构造资料看，在其附近无规模较大的区域断裂通过。且浙江省尤其是嵊州新昌盆地现今构造活动相对较弱，同时本次钻探揭露，未发现有断裂构

造迹象，故该场地构造稳定性较好，在施工期间对库区调查未发现有关滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用，故库区的整体稳定性较好。

2.1.5 土壤植被

（1）土壤特征

三界镇的土壤类型主要包括黄壤和水稻土。黄壤主要分布在半山区，而水稻土则广泛分布，尤其是耕地和园地。

库区范围地层出露主要为第三系上统嵊县组（N2S）玄武岩与河湖相沉积地层及上侏罗统黄尖组（J3h）晶屑玻屑熔积凝灰岩。嵊县组地层在库区周围自上而下分别为：灰白色橄榄玄武玢岩、灰黄色砂砾层、黑色橄榄玄武玢岩、灰黄～橙色砂砾层与灰白色砂砾粘土层、黑色致密块状玄武岩。

（2）植被覆盖情况

根据嵊州市第三次全国国土调查数据，三界镇的林地和园地占比较大。林地主要分布在崇仁镇、甘霖镇、三界镇、长乐镇等地，占全市林地的 50%。耕地主要分布在崇仁镇、甘霖镇、三界镇、长乐镇，占全市耕地的 50%。

2.1.6 地质条件

浙江嵊州位于我国东部新华夏系构造一级隆起带南段，该地区地层出露较为齐全，构造复杂，岩浆活动及火山活动频繁。库区东北出露有陈蔡群 d 段变质岩，周边为大面积侏罗系上统黄尖组（J3h）火山凝灰岩。而库区范围地层出露主要为第三系上统嵊县组（N2S）玄武岩与河湖相沉积地层及上侏罗统黄尖组（J3h）晶屑玻屑熔积凝灰岩。嵊县组地层在库区周围自上而下分别为：灰白色橄榄玄武玢岩、

灰黄色砂砾层、黑色橄榄玄武玢岩、灰黄～橙色砂砾层与灰白色砂砾粘土层、黑色致密块状玄武岩。

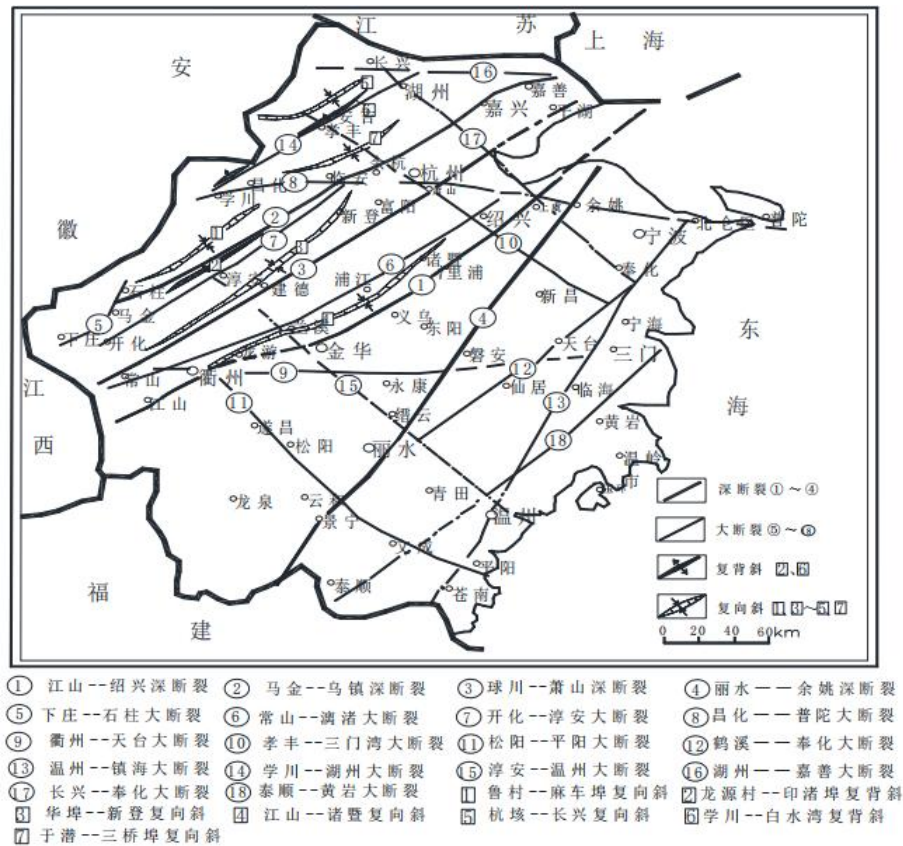


图 2.1-2 浙江省主要褶皱断裂构造分布图

根据区域地质资料，本区构造以扭动构造为主，华夏系构造在本区起着重要作用，燕山运动时期，在原来的构造背景下生成了新华夏系构造，构成了几个强烈的北北东向构造带。但在库区从区域构造资料看，在其附近无规模较大的区域断裂通过。

2.2 社会经济概况

2.2.1 行政区划

三界镇隶属于浙江省绍兴市嵊州市，地处嵊州市北部，东邻上虞区章镇镇，东南与下王镇相连，南临仙岩镇，西南与崇仁镇接壤，西与绍兴县王坛镇毗邻，北接上虞区汤浦镇，东北仍与上虞区章镇镇毗

邻。行政区域面积为 158.31 平方千米。

2.2.2 人口概况

三界镇辖 19 个行政村（103 个自然村）、1 个居委会，17612 户，户籍人口 57094 人。

2.2.3 国民经济概况

三界镇的经济状况表现出强劲的增长势头。2022 年，三界镇实现规上工业产值 43.6 亿元，同比增长 10.4%。2023 年上半年，三界镇实现财政总收入 1.9 亿元，规上工业产值 25.3 亿元，同比增长 28.3%，规上工业增加值 5.6 亿元，同比增长 33.6%²。三界镇以“工业化+城市化”双轮驱动，持续增强嵊北新城的发展能级，全力打造嵊州湾区经济发展的“桥头堡”。

2.2.4 土地利用现状

根据嵊州市第三次全国国土调查数据，嵊州市现有耕地 25811.46 公顷（387171.90 亩）。耕地主要分布在崇仁镇、甘霖镇、三界镇、长乐镇，占全市耕地的 50%。园地 34656.24 公顷（519843.60 亩）。园地主要分布金庭镇、长乐镇、崇仁镇、石璜镇，占全市园地的 51%。林地 90182.77 公顷（1352741.55 亩）。长乐镇、谷来镇、贵门乡 3 个乡镇林地面积较大，占全市林地的 37%。草地 440.34 公顷（6605.10 亩）。嵊州市仅有其他草地一种草地地类。湿地 10.88 公顷（163.20 亩）。嵊州市仅有内陆滩涂一种湿地地类。城镇村及工矿用地 13717.64 公顷（205764.60 亩）。交通运输用地 4302.56 公顷（64538.40 亩）。水域及水利设施用地 7308.81 公顷（109632.15 亩）。

2.3 相关规划概况

1、《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）

计划的主要指标为：到 2020 年，长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大重点流域水质优良（达到或优于 III 类）比例总体达到 70%以上，地级及以上城市集中式饮用水水源水质达到或优于 III 类比例总体高于 93%，全国地下水质量极差的比例控制在 15%左右，近岸海域水质优良（一、二类）比例达到 70%左右。京津冀区域丧失使用功能（劣于 V 类）的水体断面比例下降 15 个百分点左右，长三角、珠三角区域力争消除丧失使用功能的水体。到 2030 年，全国七大重点流域水质优良比例总体达到 75%以上，城市集中式饮用水水源水质达到或优于 III 类比例总体为 95%左右。

本项目的实施与经济社会发展规划、区域规划、专项规划、国土空间规划等重大规划的衔接性较好，与国家加大基础设施建设、生态环境治理、助力乡村振兴等重大政策目标相符。

2、《重点流域水生态环境保护规划》

2023 年 4 月，生态环境部等 5 部门联合印发《重点流域水生态环境保护规划》，加强丹江口水库、密云水库、官厅水库、潘家口-大黑汀水库、于桥水库、前岩水库等重要跨界水源协同保护，保障区域供水安全。建立健全饮用水水源地日常监管制度，强化生态环境，水利、住房城乡建设、交通运输等部门合作，完善饮用水水源地环境保护协调联动机制，切实提高水源地环境安全保障水平。

前岩水库以水源保护为主，持续推进兼顾水量、水质要素的生态保护补偿，开展前岩水库湿地保护和恢复，推进区域联防联控；完善

城镇基础设施建设，优化水资源配置，保障前岩水库坝址生态流量。

本项目的实施与国家生态环境保护和治理、建设美丽中国等重大政策及绍兴市嵊州市相关政策要求相符。

3、《绍兴市生态环境保护“十四五”规划》

(1) 紧紧围绕“五位一体”总体布局，坚决落实碳达峰、碳中和要求，以改善环境质量、保障生态安全为根本出发点，以生态文明先行示范为导向，以服务高质量发展为主题，聚焦要素协同、区域协同和陆海协同，持续加大生态环境治理力度、投入力度、改革力度，坚持精准治污、科学治污、依法治污，实施污染防治和碳减排双轮共驱新模式，全面优化自然生态体系，持续优化生态环境质量，积极应对气候变化，大力推进生态修复和生物多样性保护，全力防控环境污染风险，加快推进治理体系和治理能力现代化，协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护，打造“稽山鉴水”金名片，为建设“重要窗口”贡献更多“绍兴力量”、展示靓丽“绍兴风景”。

(2) 减少农业面源污染，实施退化农用地生态修复。采取源头减量、过程控制、末端利用、综合施策路径加强畜禽养殖污染防治。建立健全废弃农膜回收贮运和综合利用网络。实施退化农用地生态修复，构建周边生态廊道和生态缓冲带，改善农田及周边生境，恢复田间生物群落和生态链，提高农田生态系统生物多样性。

本项目的实施与绍兴市嵊州市的经济社会发展规划、区域规划、生态保护规划、污水规划、农村污水规划等专项规划、国土空间规划等重大规划的衔接性较好，符合规划要求。

4、《绍兴市水安全保障“十四五”规划》

规划提出“持续完善水资源配置格局，确保城乡供水安全；系统

治理水生态环境，满足人民群众对美好亲水生活的需求”，规划对前岩水库开展生态修复与治理、水生态建设和水源地保护工作，其中水库生态修复与治理包括河口湿地建设工程、底质修复工程和生态拦截净化工程等。

本工程针对工程范围内主要污染源，采用分类治理的原则，对前岩水库流域水生态环境进行系统治理，削减污染物总量，稳定水源地水质，恢复原有库容，提升其灌溉、防洪、发电、供水等功能，提升公共服务品质，不断满足人民日益增长的美好生活需要，符合规划要求。

5、《嵊州市生态环境保护“十四五”规划》

规划提出“持续做好水生态环境治理”。全方位保障饮用水安全、提高污水收集处理能力、严格用水总量和用水强度指标管理、积极开展水生态修复，着力推进嵊州水环境综合治理。

（1）统筹监管：探索建立跨区域生态环境基础设施建设和运营管理，创新跨区域环境联合监管治理模式，健全上下游协同保护、监测、执法机制。

（2）生态保护：统筹农业面源和工业点源污染防治，持续做好农业生态拦截、化肥农药减量替代、畜禽粪污资源化利用。

（3）生态修复：争取实施前岩水库综合整治及生态修复工程，深入开展前岩水库修复行动。

第3章 工程地质

3.1 勘察的目的和任务

根据有关法律法规、规程规范及设计要求，本阶段工程地质勘察工作任务及要求为：

- (1) 初步评价区域构造稳定性，确定地震动参数。
- (2) 初步查明地形地貌单元与微地貌类型、特征、分界线，调查河、湖变迁情况。
- (3) 初步查明各土层成因类型、地质年代、结构组成、分布规律、埋藏条件等，特别是堤（墙）基范围内分布的软土层、粗粒土层、腐殖土层、含沼气层等的分布、厚度及其性状。
- (4) 初步查明基岩浅埋或出露区基岩的地层岩性，易风化、易软化、中等～强透水岩层的分布，断层破碎带、裂隙密集带的产状、规模、充填与胶结情况，岩土接触面的起伏变化情况。
- (5) 初步查明物理地质现象的发育情况、形成原因及分布范围，并分析其对工程的影响。
- (6) 初步提出各土（岩）层的物理力学指标和渗透性参数。
- (8) 对地基土的渗漏、渗透稳定、抗滑稳定、饱和砂土振动液化、振陷、沉降变形等问题进行初步评价，并对工程地质条件进行工程地质评价，提出处理措施的建议。

3.2 勘察工作布置和工作量

依据有关规程规范、设计下达的地质勘察任务书的要求，本次地

质勘察主要采用地质测绘、钻探、现场原位测试、现场水文地质试验及室内岩、土试验等方法综合勘探。

本次勘察共完成 14 个钻孔，各钻孔深度 10-20m，总进尺 180 米。

3.3 区域地质概况

3.3.1 库区地形、地貌特征

前岩水库位于浙江嵊州三界镇西面友谊乡，为会稽山脉北东部余脉，属浙东低山丘陵地貌，库区四面环山，地势西南高，向东北部倾斜。其河流为曹娥江中游的一条支流——范埕江。

3.3.2 库区区域构造、地质特征

本工程在区域构造上属于一级构造单元属于华南褶皱系（I2），二级构造单元属浙东南褶皱系（II3），三级构造单元属丽水-宁波隆起（III7），四级构造单元属新昌-定海断隆（IV9）。构造特征主要以断裂变形为主，主要断裂走向为北东向。

勘察区位于④丽水-余姚深断裂、⑨衢州-天台大断裂、⑩孝丰-三门湾大断裂、⑫鹤溪-奉化大断裂之间。

（1）丽水—余姚深断裂（图中编号④）

丽水—余姚深断裂是浙东南最醒目的断裂构造，南延福建，北经嵊州过余姚，潜入杭州湾水域。总体走向约 30° ，省内长达 350Km。卫星照片显示清晰，为平行排列之线状影像。地表为一系列北东、北北东向大致平行或斜列的仰冲断裂。组成宽达 15-40Km 的断裂带。这些断裂形迹清晰，均具 30-40Km 宽的挤压破碎带。丽水盆地南部。安文等地岩石遭受动力变质作用，出现强烈的片理化和千枚岩化，宽达 3Km 左右。沿断裂带有燕山晚期酸性岩体的侵入。在东阳尖山镇

至新昌、嵊州一带，有大量晚第三纪玄武岩喷出。在缙云壶镇至丽水一带，有基性、超基性岩筒呈串珠状排列产出。缙云附件还见喜马拉雅期的超基性岩具挤压破碎现象，表明该断裂在这时期尚在活动。该断裂直接控制早白垩世陆相盆地的形成和发展，许多白垩纪断陷盆地都集中在这个断裂带上。

大量资料表明该断裂与晚侏罗世的火山喷发活动没有亲缘关系，但它直接控制了早白垩世许多盆地的形成和发展。由此看来，它不是基底断裂的复活，而是燕山晚期才开始形成，在早白垩世末活动最为剧烈，因此断裂的具体位置应以地表形迹为最清晰、单条断裂规模较大者作为主断裂经过的位置比较适宜。

(2) 孝丰—三门湾大断裂（图中编号⑩）

孝丰—三门湾断裂自安吉障吴往南经杭州、临浦、嵊州盆地、宁海北，入三门湾，走向北西 $290^{\circ} \sim 310^{\circ}$ ，倾向北东，全长约 250km。该断裂明显地切割了北东、北北东向的构造线，两侧与不同时代地层接触，在港口与四明山一带更为显著。西北段主断裂东北侧北西向断裂十分发育；东南段发育在上侏罗统和白垩系中，地表断裂连续延伸较长，破碎带中的擦痕和劈理显示右行张剪断裂。据区域资料，白垩纪新昌盆地及新生代嵊县玄武岩受此断裂和北北东向断裂的共同控制，沿断裂还有许多中基性岩脉侵入。在燕山期至喜马拉雅期各个地史阶段都有其活动的显著形迹，在重磁异常上亦有反映。该断裂由一组分支断裂组成，东北侧是构造剥蚀的低山丘陵区，西南侧是侵蚀型中低山区，北侧为广德第四纪盆地，南侧则为老地层构造的山地。该断裂由多条斜列、羽列或断续出现的分支断裂构成其主体，在龙门坎、大清里，向南东至义桥—永兴一线，地表构造形迹明显，多右形扭动。

同时还可以看到断续的陡崖、顺直的宽谷等断续的线性影像，表明断裂受到较长时间的侵蚀和切割。

（3）鹤溪—奉化大断裂（图中编号⑫）

鹤溪—奉化大断裂南段与丽水-余姚深断裂合并，往北经仙居盆地北缘，并继续向北东方向

延伸，直抵宁波盆地南缘与温州-镇海大断裂会合，主体走向呈北东向，全长约 215Km。断裂主要发育在上侏罗统和白垩系中，后多次切割燕山晚期花岗岩体。破碎带南窄北宽，有 20m-300m 不等，断面舒缓波状。该断裂可能是基地断裂的复活，故推测断裂形成于加里东期，鹤溪群的沉积受其控制，对晚侏罗世的岩浆喷出与侵入活动有直接关系，燕山晚期活动又相当强烈。

（4）衢州—天台大断裂（图中编号⑨）

衢州—天台大断裂西起常山之北，通过金衢盆地中南部，至永康象珠转向北东东，而后在度沿东西向延伸至天台，长约 250Km，总体呈东西向。露头区可见破碎带宽 600m。断裂切割古生代、晚侏罗世和白垩系地层。断裂形迹清晰，挤压透镜体和密集的劈理带发育，还有角砾状破碎现象，东段的朝川组直立倒转，挠曲十分强烈。断裂形成于燕山早期，燕山晚期仍有活动，与北东向构造联合控制金衢盆地方岩组和金华组的沉积。喜马拉雅期沿该断裂带发育了一系列超基性岩筒，东段尚有玄武岩喷溢。

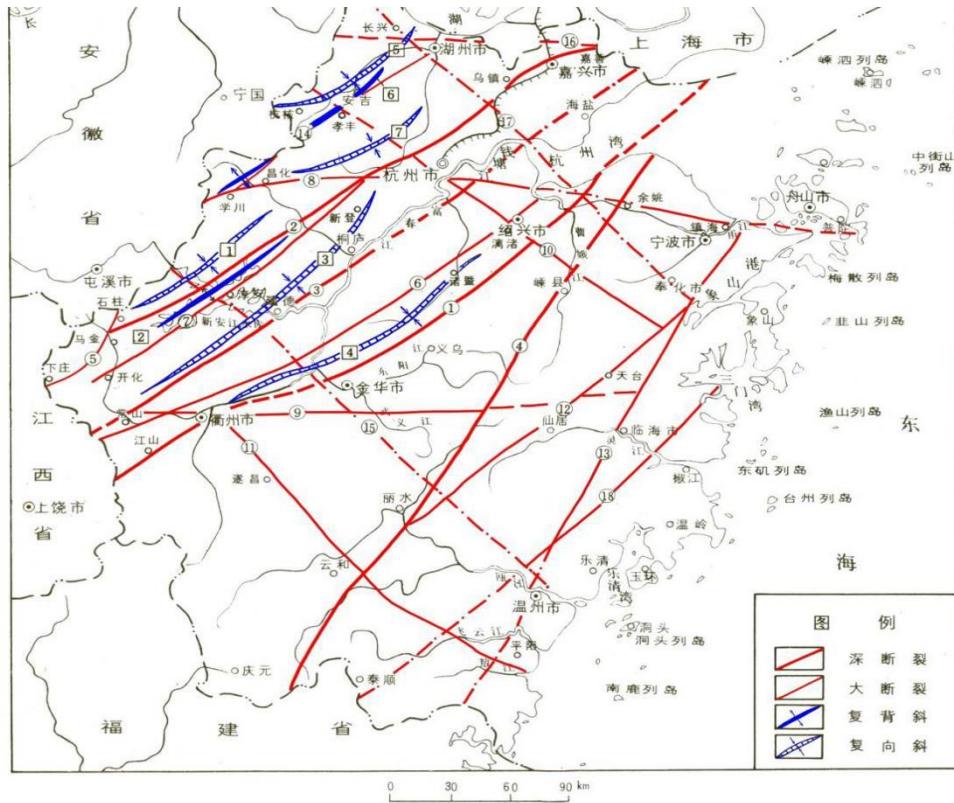


图 1-2-4 浙江省主要褶皱、断裂构造分布图

- ① 江山—绍兴深断裂 ② 马金—乌镇深断裂 ③ 球川—萧山深断裂 ④ 丽水—余姚深断裂 ⑤ 下庄—石柱大断裂
 ⑥ 常山—清江大断裂 ⑦ 开化—淳安大断裂 ⑧ 昌化—普陀大断裂 ⑨ 衢县—天台大断裂 ⑩ 孝丰—三门湾大断裂
 ⑪ 松阳—平阳大断裂 ⑫ 鹤溪—奉化大断裂 ⑬ 温州—镇海大断裂 ⑭ 学川—湖州大断裂 ⑮ 淳安—温州大断裂
 ⑯ 湖州—嘉善大断裂 ⑰ 长兴—奉化大断裂 ⑱ 泰顺—黄岩大断裂 ① 鲁村—麻车埠复向斜 ② 龙潭村—印诸埠复背斜
 ③ 华埠—新登复向斜 ④ 江山—诸暨复向斜 ⑤ 杭核—长兴复向斜 ⑥ 学川—白水湾复背斜 ⑦ 于潜—三桥埠复向斜
 ① 断裂编号 □ 褶皱编号

图 3.3-1 浙江省主要褶皱、断裂构造分布图

据文献记载，1845 年 11 月 13 日江省嵊州市发生了 Ms4.7 级地震；1998 年 8 月 17 日浙江省嵊州市城关镇发生了 Ms4.7 级地震；1994 年 9 月距嵊州 50km 的鄞县皎口发生过 Ms4.0 级地震，震中烈度Ⅲ度，属浅源地震，近代地震十分微弱。总体上看，有如下几个方面的特点：

a.震级小（小于五级），强度弱（不大于六度），频率低（三度以上地震频度为 106-1063 年/次；

b.现代地震活动微弱，据现代地震监测资料，除受到区外地震影响外，调查区内仅记录到两次较明显的无感地震；

总的来说，区域稳定性尚属良好。根据国家技术质量监督检验检疫总局 2016 年 6 月发布的《中国地震动参数区划图》，工作区地震

动参数峰值加速度分区为 0.05g 区（地震烈度为Ⅵ度，地震分组为第一组）。

库区东北出露有陈蔡群 d 段变质岩，周边为大面积侏罗系上统黄尖组（J_{3h}）火山凝灰岩。而库区范围地层出露主要为第三系上统嵊县组（N_{2s}）玄武岩与河湖相沉积地层及上侏罗统黄尖组（J_{3h}）晶屑玻屑熔积凝灰岩。嵊县组地层在库区周围自上而下分别为：

5. 灰白色橄榄玄武玢岩
4. 灰黄色砂砾层
3. 黑色橄榄玄武玢岩
2. 灰黄~橙色砂砾层与灰白色砂砾粘土层
1. 黑色致密块状玄武岩

根据区域地质资料，本区构造以扭动构造为主，华夏系构造在本区起着重要作业，燕山运动时期，在原来的构造背景下生成了新华夏系构造，构成了几个强烈的北北东向构造带。但在库区从区域构造资料看，在其附近无规模较大的区域断裂通过。

3.3.3 地质构造及地震

根据区域地质资料显示，库区附近无规模较大的区域断裂通过，且浙江省尤其是嵊州新昌盆地现今构造活动相对较弱，同时本次钻探揭露，未发现有断裂构造迹象，故该场地构造稳定性较好，在施工期间对库区调查未发现有滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用，故库区的整体稳定性较好。

嵊州地区地震基本设防烈度小于 6 度，即动峰加速度小于 0.05g，依据规范规定，本场地在勘探深度范围内不存在饱和粉土，为不液化土；根据钻探揭示，岩土层为硬可塑状粘性土、砂砾层及基岩，依据

规范,场地土类型为中硬场地土,场地覆盖层厚度满足 $9 < d_{ov} \leq 80\text{m}$, 故建筑场地类别为 II 类, 属建筑抗震有利地段。



图 3.3-2 浙江省地震动峰值加速度区划图

3.4 水文地质

工程勘察深度范围内,地下水类型有第四系松散堆积物孔隙潜水和基岩裂隙水。一般受大气降水补给,向地表水系排泄。

第四系松散堆积物孔隙潜水:区内分布广泛,主要以潜水和承压水状态赋存于第四系松散堆积层中,一般地下水埋藏较浅,水量丰富。富水性随含水层性质不同而差异较大。第四系全新统圆砾层为强透水性。

工程区具有弱~中等透水性的砂性土层,地下水多具弱承压性,砂性土层延伸长、范围广,赋存其中的地下水具有一定的补给来源和

富水性，设计施工应引起注意。

基岩裂隙水：主要分布于基岩表层风化带中。基岩表层风化裂隙形成层状的裂隙含水层。

本阶段在工程区取 2 组地下水水样进行水化学简分析试验。

按《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）标准，工程场区地表水、地下水对钢结构具弱腐蚀性；对钢筋混凝土中的钢筋无腐蚀性；对混凝土无腐蚀性。

3.5 工程地质条件分析与评价

3.5.1 地基土组成

根据本次勘察钻孔揭示，勘察深度范围内土层为素填土、圆砾、强风化凝灰岩、中风化凝灰岩。根据各岩土层的成因类型、埋藏深度、分布发育规律以及工程地质特征，结合区域地质资料，本次勘察场区勘探深度范围内揭示地基土层共 3 个工程地质层组及其 4 个工程地质亚层。各土层的特征分区域详述如下：

①₁层素填土：松散，稍湿，主要由粘性土组成，局部夹碎石，粒径约为 2~20cm 为主，约占总质量的 30%，局部含腐殖质土。

⑨₂层圆砾：颜色较杂，以浅灰色为主，湿，饱和，稍密。母岩成分以砂岩、凝灰岩、玄武岩，粒径大于 2mm 约占 55%，粒径大小不一，以次菱状形和圆形为主，磨圆度一般，局部含粉砂、细砂和角砾，含量不均，局部较富集。其余为黏性土、中粗砂充填。分选性差，颗粒级配一般，低压缩性。

⑩₂层强风化凝灰岩：灰褐色、褐色，裂隙发育，岩屑晶屑凝灰结构，块状构造，裂隙局部呈贯通状态，岩芯为碎块状，岩体完整程度

为破碎，属软岩，岩体基本质量等级为V级。

⑩₃层中风化凝灰岩:灰褐色、褐色，裂隙较发育，岩屑晶屑凝灰结构，块状构造，主要由岩屑、晶屑及胶结物组成，岩芯为短柱状，岩体完整程度为较破碎～较完整，岩体基本质量等级为IV～III级。

3.5.2 岩土体物理力学指标

本次勘察中的地基土室内试验及原位测试的参数统计是按不同工程地质单元分层进行统计；子样的取舍考虑了数据的离散程度和已有经验；物理力学指标采用算术平均值，同时计算相应均方差与变异系数，给出范围值，当变异系数较大时，分析误差原因，提出建议值。

为了便于了解土层的物理力学性质，本报告按本次实施勘探孔的室内土、岩试验及野外原位测试成果进行分析，并进行分层统计。

地基承载力特征值 f_{ak} 根据国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）第 5.2.3 条，并结合浙江省工程建设地方标准《建筑地基基础技术规范》（DB33/T 1136-2017）以及地区经验综合确定。

表 3.5-1 岩土设计参数建议表

岩土编号	成因年代	岩土名称	质量密度 ρ (g/cm ³)	重力密度 γ (kN/cm ³)	快剪凝聚力 c (kPa) 建议值	快剪摩擦角 Φ (°) 建议值	变形模量 E_0 (MPa)	渗透系数 (K) cm/s 建议值	地基土承载力特征值 f_{ak} (kPa)	允许坡降建议值 J_{cr}
① ₁	m ¹ Q ₄	素填土	*1.95	/	/	/	/	/	/	/

岩土编号	成因年代	岩土名称	质量密度 ρ (g/cm ³)	重力密度 γ (kN/cm ³)	快剪凝聚力 c (kPa) 建议值	快剪摩擦角 Φ (°) 建议值	变形模量 E_0 (MPa)	渗透系数 (K) cm/s 建议值	地基土承载力特征值 f_{ak} (kPa)	允许坡降建议值 J_{cr}
⑨ ₂	al-plQ ₄	圆砾	*2.05	/	*0	*22	*12	8.27*10 ⁻³ ~6.61*10 ⁻¹	220	0.20
⑩ ₂	K1g	强风化凝灰岩	*2.25	/	35	20	/	*(1.3~5.0)*10 ⁻⁴	500	/
⑩ ₃	K1g	中风化凝灰岩	*2.47	24.7	80	35	/	/	2500	/

3.5.3 场地稳定性和适宜性评价地

场地在勘察期间的调查表明，库区未发现有滑坡、崩塌、泥石流及库区坍岸等不良地质作用。由于该水库建成较早，施工期间对库区水深的测量与建成时的设计库底标高对比，水库淤积厚度大于 3~5m，由于该水库库底玄武岩下为第三系河流沉积的砂砾石层，并且在坝坡脚有大量渗水点，施工期间对渗水点的水量初步测定约为 100~130m³/d，故库区的整体稳定性较好。适宜本工程建设。

3.6 结论及建议

(1) 本区区域构造稳定，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。场地土的类型属中硬土地土；建筑场地类别为 II 类，场地设计特征周期分别为 0.35s。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 附录 E，场地地震动峰值加速度调整系数为 1.00。

(2) 根据水质资料分析，地表水、地下水对钢结构具弱腐蚀性；对钢筋混凝土中的钢筋弱腐蚀性；对混凝土无腐蚀性。

(3) 工程各段地基土一般由当地材料填筑而成，压实度大部分能满足现行《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 对堤身填筑质量的要求。局部存在渗漏和渗透稳定问题，建议进行渗流稳定验算，必要时应采取相应的处理措施。

(4) 地基土下部的⑨₂层圆砾地基土强度较高，可作为基础的持力层。但该地层属中等透水层，建议进行防渗处理。

(5) 本工程石料不指定料场，全部自市场采购。砂料可在嵊州市各供应商处采购，质量和数量均能满足设计要求。本工程土方回填料均来自工程开挖料，多余土方运至弃渣场。以上天然建材在使用前应按规范要求进行质量检测，以保证工程质量。

第 4 章 水环境现状调查与分析

4.1 水环境

4.1.1 污染源分析

(1) 点源污染

前岩水库上游有陈村江引水工程和澄溪江引水工程，陈村江引水位于入库干流与水库交汇处，澄溪江引水位于鱼塘东侧，现状图片如下图所示。引水渠直排入库，缺乏有效的净化处理和拦截设施，在一定程度上将上游的农田面源、生活污水引入库中，对水库的水环境形成了威胁。



图 4.1-1 澄溪江引水渠入库口



图 4.1-2 陈村江引水渠入库口

(2) 面源污染

前岩水库上游及周围存在村庄，生产生活活动可能会产生生活污水和农业面源污染，如过量使用的化肥和农药，这些污染物可以通过地表径流进入水库。水库周边裸露区域水土流失亦会带入面源污染入库。



图 4.1-3 水库上游村落



图 4.1-4 水库周边裸露场地现状

(3) 内源污染

前岩水库始建于 1958 年 3 月，1960 年 12 月完工投入运行，运行至今已逾 60 年。由于水库集雨面积内存在一定的水土流失，尤其是台汛期河流含沙量较大，经多年运行已出现泥沙淤积现象。

前岩水库曾被人承包，大规模养鱼，给水库水质带来巨大影响。2003 年前岩水库成为饮用水源地后，养鱼才逐渐被中止。但累积在库底的营养物质，仍会存在缓慢释放的过程。

4.1.2 水质分析

根据 2024 年 8 月现场调研，对水库上游及库区内进行水质采样。根据水质检测结果，参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），1#、2#、4#、5#、6#及 9#点位 TP 超标，1#~3#、5#~6#、8#~12#点位总氮超标。参照《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022），1#及 9#点位 2 甲基异莰醇超标。

项目组在 2024 年 10 月对水库上游及库区内进行水质第二次采样。根据水质检测结果，参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），

4#、5#、6#、7#、8#及 9#点位 TP 超标，1#~11#点位总氮超标。参照《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022），7#、8#、10#、11#及 12#点位 2 甲基异莰醇超标。

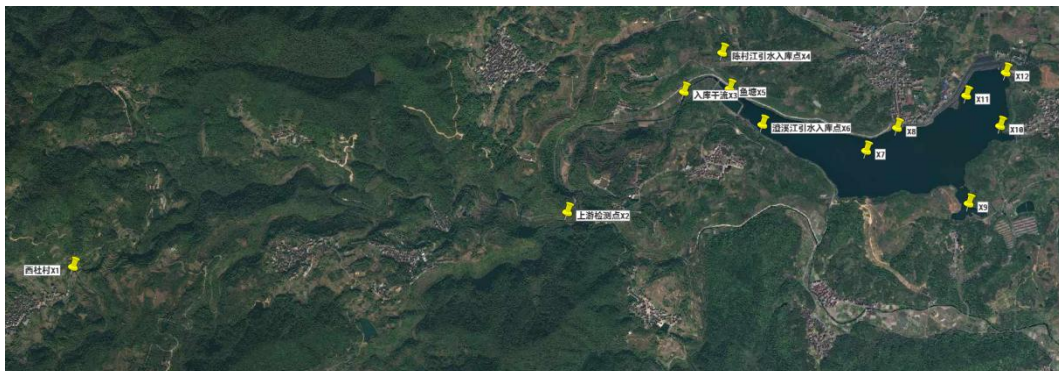


图 4.1-5 水质采样点分布图



图 4.1-6 TP 水质检测结果



图 4.1-7 总氮水质检测结果

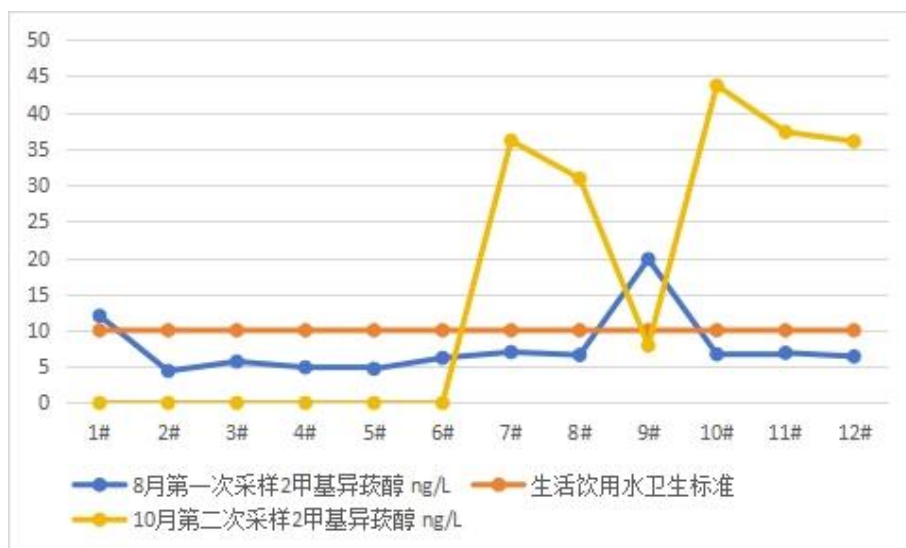


图 4.1-8 2-甲基异莰醇水质检测结果

其中 1#点位、2#点位为入库河道上游，3#点位位于河道入库口，4#与 6#点位为入库引水口，水库上游来水存在一定风险。9#点位位于库湾水流缓滞区，且周边山体和梯田存在一定的裸露面，雨水冲刷和面源污染等主要面源污染问题尚未得到有效解决。

4.1.3 底泥分析

为全面掌握工程实施范围内底泥状况，在工程区域内系统开展底

泥研究分析工作，对整个前岩水库水域范围内水下地形、底泥分布、污染分布情况进行详细调查。底泥柱状样布设点位 16 处，柱状样按照 40cm 厚度进行分层，不足 40cm 的不进行分层，对分层底泥含水率、有机质、TN、TP 及有毒有害指标进行测定。

1、采样点位

前岩水库为不规则状水域采样点位按照 100m 交错梅花状结合实际情况布置，共计 16 个采样点，采样点位如下图所示：



图 4.1-9 底泥采样点位置图

2、水底地形状况

前岩水库水底高程高值集中在水库南部，高程低值出现在库区东北部，水体高程在平面上呈现出由南部水域边线逐渐向北阶梯降低的趋势。

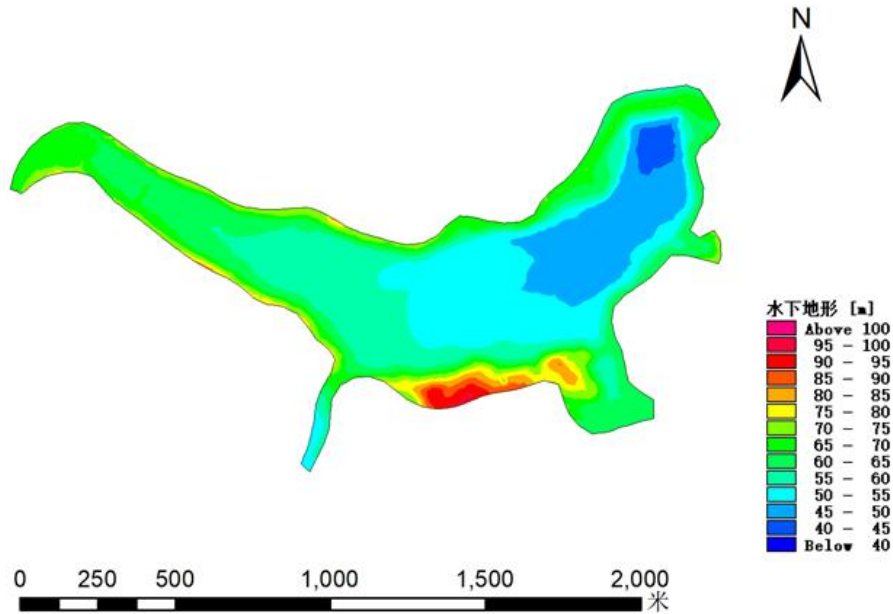


图 4.1-10 前岩水库水下地形分布图

3、底泥淤积状况

根据前岩水库底泥调查结果，水库库区底泥深度在 20~120cm 之间，其中，位于库尾的采样点 1 无底泥，水库西北部附近底泥深度较大，底泥淤积厚度在平面上呈现出自西北至东南阶梯式减小的趋势。前岩水库底泥淤积厚度及分布图如下所示：

表 4.1-1 前岩水库底泥淤积厚度表

序号	采样点位	底泥厚度 (m)	底泥性状	序号	采样点位	底泥厚度 (m)	底泥性状
1	采样点 1	——	淤泥	9	采样点 9	0.6	淤泥
2	采样点 2	1.2	淤泥	10	采样点 10	0.5	淤泥
3	采样点 3	1.0	淤泥	11	采样点 11	0.8	淤泥
4	采样点 4	1.3	淤泥	12	采样点 12	1.0	淤泥
5	采样点 5	0.5	淤泥	13	采样点 13	0.9	淤泥
6	采样点 6	0.5	淤泥	14	采样点 14	0.6	淤泥
7	采样点 7	0.7	淤泥	15	采样点 15	0.7	淤泥

序号	采样点位	底泥厚度 (m)	底泥性状	序号	采样点位	底泥厚度 (m)	底泥性状
8	采样点 8	0.3	淤泥	16	采样点 16	0.4	淤泥

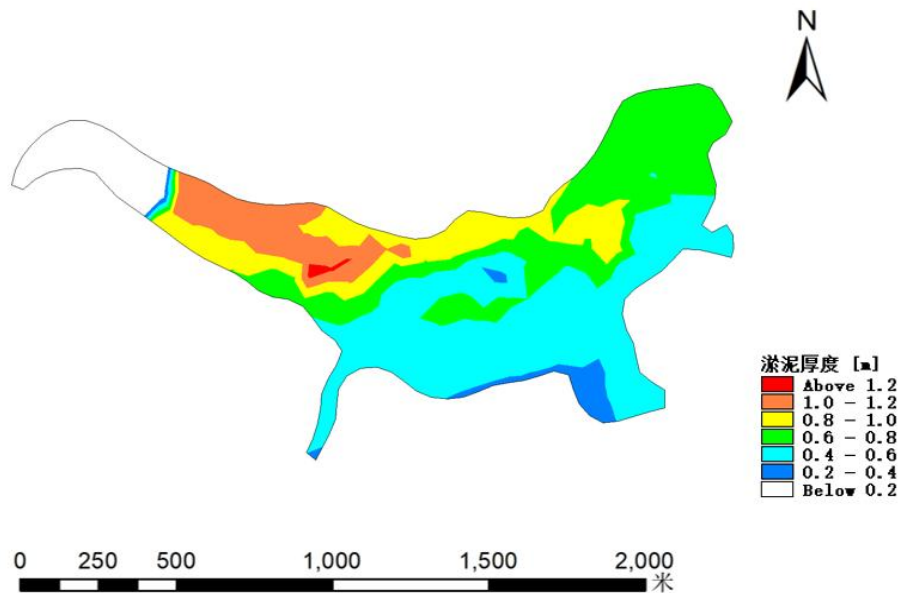


图 4.1-11 前岩水库底泥淤积分布图

4、底泥基础指标

1) 含水率

1) 前岩水库采样底泥性状均表现为灰色流塑状，以淤泥质土成份为主，局部含有腐殖质和有机质。前岩水库底泥含水率（单位土体中水的质量与固体颗粒质量之比）范围在 84.5%~439.2%，均值为 288.7%。

2) 有机质

前岩水库底泥有机质含量范围为 7.818~50.561g/kg，均值为 21.285g/kg。最大值位于西北部采样点 2 的 80~120cm 段，为体平均值 2.4 倍。位于水库西北部的采样点 2、采样点 3 和采样点 4 以及位于水库中部的采样点 7 的底泥样品有机质含量较高。

3) TN

前岩水库底泥 TN 含量范围为 781 ~ 3182mg/kg，均值为 1931mg/kg。最大值位于水库西北部采样点 2 的 0~40cm 段，为体平均值 1.7 倍。该点各深度段的 TN 含量均较高，40~80cm 段的 TN 含量为 3019mg/kg，80~120cm 段的 TN 含量为 2854mg/kg。

4) TP

前岩水库底泥 TP 含量范围为 437 ~ 1790mg/kg，均值为 1090mg/kg，最大值位于采样点 4 中的 0~40cm 段。位于水库西北侧的采样点 2、采样点 3 和采样点 4 以及位于水库中部的采样点 11 的底泥样品 TP 含量较高。

5、底泥污染状况

1) TN 污染状况

① 评价方法

采用有机氮指数 ON 来对底泥总氮污染状况进行评价。 ON 计算公式为：

$$ON = TN (\%) \times 0.95$$

评价标准如下表所示。

表 4.1-2 底泥有机氮指数评价标准

等级	有机氮指数	污染程度
I	<0.033	清洁
II	0.033~0.066	轻度污染
III	0.066~0.133	中度污染
IV	≥0.133	重度污染

② 评价结果

经有机氮指数 ON 分析评价的水库底泥总氮污染状况结果如下表

所示。

表 4.1-3 前岩水库底泥 TN 污染评价

采样点位	ON	类型	采样点位	ON	类型
Z2-T1	0.302	重度污染	Z9-T1	0.166	重度污染
Z2-T2	0.287	重度污染	Z10-T1	0.125	中度污染
Z2-T3	0.271	重度污染	Z11-T1	0.167	重度污染
Z3-T1	0.184	重度污染	Z11-T2	0.166	重度污染
Z3-T2	0.179	重度污染	Z12-T1	0.123	中度污染
Z4-T1	0.165	重度污染	Z12-T2	0.134	重度污染
Z4-T2	0.169	重度污染	Z13-T1	0.194	重度污染
Z4-T3	0.174	重度污染	Z13-T2	0.190	重度污染
Z5-T1	0.074	中度污染	Z14-T1	0.271	重度污染
Z6-T1	0.161	重度污染	Z15-T1	0.215	重度污染
Z7-T1	0.201	重度污染	Z16-T1	0.156	重度污染
Z8-T1	0.146	重度污染			

从表中可以看出前岩水库底泥总氮污染状况差，除采样点 5、采样点 10 和采样点 12 的底泥样品表现为中度污染外，剩余所有采样点的底泥样品均表现为重度污染。

2) TP 污染状况

① 评价方法

采用污染指数 P_i 对底泥总磷污染状况进行评价。 P_i 计算公式为：

$$P_i = C_i / C_{0i}$$

式中， C_i 为底泥样品中营养物 i 的实测浓度，mg/kg； C_{0i} 为环境评价标准值，mg/kg。按照国内研究，总磷的 C_{0i} 取 440mg/kg。

本研究分级标准为： $P_i < 0.5$ 为无污染， $0.5 < P_i \leq 1.0$ 为轻度污染，

$1.0 < P_i \leq 1.5$ 为中度污染, $P_i \geq 1.5$ 为重度污染。

② 评价结果

经污染指数 P_i 分析评价的水库底泥总磷污染状况结果如下表所示。

表 4.1-4 前岩水库底泥 TP 污染评价

采样点位	P_i	类型	采样点位	P_i	类型
Z2-T1	3.318	重度污染	Z9-T1	1.291	中度污染
Z2-T2	3.309	重度污染	Z10-T1	1.991	重度污染
Z2-T3	3.318	重度污染	Z11-T1	2.736	重度污染
Z3-T1	3.016	重度污染	Z11-T2	3.182	重度污染
Z3-T2	2.425	重度污染	Z12-T1	2.507	重度污染
Z4-T1	4.068	重度污染	Z12-T2	2.507	重度污染
Z4-T2	2.836	重度污染	Z13-T1	1.966	重度污染
Z4-T3	3.484	重度污染	Z13-T2	2.416	重度污染
Z5-T1	0.991	轻度污染	Z14-T1	2.152	重度污染
Z6-T1	1.782	重度污染	Z15-T1	2.432	重度污染
Z7-T1	1.409	中度污染	Z16-T1	1.159	中度污染
Z8-T1	2.673	重度污染			

从表中可以看出前岩水库底泥总磷污染状况差,除采样点 5 底泥样品表现为轻度污染,采样点 7、采样点 9、采样点 16 的底泥样品表现为中度污染外,剩余所有采样点的底泥样品均表现为重度污染。

3) 有机污染状况

① 评价方法

有机指数 OI 通常用作评价水体底质环境状况的指标,可用作衡量底泥受有机物污染程度。计算公式如下:

$$OI = OC (\%) \times ON (\%)$$

式中 $OC (\%) = OM (\%) / 1.724$, $ON (\%) = TN (\%) \times 0.95$ 。评价标准如下表所示。

表 4.1-5 底泥有机指数评价标准

等级	有机指数 OI	污染程度
I	<0.05	清洁
II	$0.05 \sim 0.20$	轻度污染
III	$0.20 \sim 0.50$	中度污染
IV	≥ 0.50	重度污染

② 评价结果

经有机指数 OI 分析评价的水库底泥有机污染状况结果如下表所示。

表 4.1-6 底泥有机污染评价

采样点位	OI	类型	采样点位	OI	类型
Z2-T1	0.790	重度污染	Z9-T1	0.238	中度污染
Z2-T2	0.829	重度污染	Z10-T1	0.123	轻度污染
Z2-T3	0.795	重度污染	Z11-T1	0.113	轻度污染
Z3-T1	0.254	中度污染	Z11-T2	0.114	轻度污染
Z3-T2	0.145	轻度污染	Z12-T1	0.139	轻度污染
Z4-T1	0.159	轻度污染	Z12-T2	0.090	轻度污染
Z4-T2	0.232	中度污染	Z13-T1	0.205	中度污染
Z4-T3	0.269	中度污染	Z13-T2	0.086	轻度污染
Z5-T1	0.038	中度污染	Z14-T1	0.284	中度污染
Z6-T1	0.116	轻度污染	Z15-T1	0.268	中度污染
Z7-T1	0.278	中度污染	Z16-T1	0.121	轻度污染

采样点位	<i>OI</i>	类型	采样点位	<i>OI</i>	类型
Z8-T1	0.162	轻度污染			

从表中可以看出前岩水库底泥有机质污染状况一般，除采样点 2 底泥样品的所有层表现为重度污染外，剩余所有采样点的底泥样品均表现为中度或轻度污染。

4) 综合污染状况

① 评价方法

综合污染指数评价法将选用的评价参数 TN、TP 综合成一个概括的指数值来表征底泥污染程度，其相对于单一指数法而言具优越性，是综合信息输出。

$$S_i = C_i / C_s$$

$$FF = \sqrt{\frac{F^2 + F_{max}^2}{2}}$$

式中， S_i 为单项评价指数或标准指数， S_i 大于 1 表示因子 i 量超过评价标准值； C_i 为评价因子 i 实测值； C_s 为评价因子 i 的评价标准值，参照 EPA 标准，TN 的 $C_s=550\text{mg/kg}$ ，TP 的 $C_s=600\text{mg/kg}$ ； F 为 n 项污染指数平均值（ S_{TN} 和 S_{TP} 中平均值）， F_{max} 为最大单项污染指数（ S_{TN} 和 S_{TP} 中最大者）。底泥综合污染指数评价标准见下表：

表 4.1-7 底泥综合污染程度分级表

等级划分	S_{TN}	S_{TP}	FF	等级
1	$S_{TN} < 1.0$	$S_{TP} < 0.5$	$FF < 1.0$	清洁
2	$1.0 \leq S_{TN} \leq 1.5$	$0.5 \leq S_{TP} \leq 1.0$	$1.0 \leq FF \leq 1.5$	轻度污染
3	$1.5 < S_{TN} \leq 2.0$	$1.0 < S_{TP} \leq 1.5$	$1.5 < FF \leq 2.0$	中度污染
4	$S_{TN} > 2.0$	$S_{TP} > 1.5$	$FF > 2.0$	重度污染

② 分析评价结果

经综合污染指数评价法分析评价的前岩水库底泥污染状况结果如下表。

表 4.1-8 前岩水库底泥污染综合污染评价

采样点位	S_{TN}	S_{TP}	FF	等级	类型
Z2-T1	5.785	2.433	5.017	4	重度污染
Z2-T2	5.489	2.427	4.785	4	重度污染
Z2-T3	5.189	2.433	4.553	4	重度污染
Z3-T1	3.530	2.212	3.217	4	重度污染
Z3-T2	3.421	1.778	3.038	4	重度污染
Z4-T1	3.149	2.983	3.108	4	重度污染
Z4-T2	3.228	2.080	2.955	4	重度污染
Z4-T3	3.337	2.555	3.148	4	重度污染
Z5-T1	1.420	0.727	1.259	2	轻度污染
Z6-T1	3.073	1.307	2.668	4	重度污染
Z7-T1	3.849	1.033	3.223	4	重度污染
Z8-T1	2.802	1.960	2.600	4	重度污染
Z9-T1	3.182	0.947	2.682	4	重度污染
Z10-T1	2.385	1.460	2.166	4	重度污染
Z11-T1	3.195	2.007	2.913	4	重度污染
Z11-T2	3.182	2.333	2.978	4	重度污染
Z12-T1	2.361	1.838	2.235	4	重度污染
Z12-T2	2.557	1.838	2.384	4	重度污染
Z13-T1	3.705	1.442	3.190	4	重度污染
Z13-T2	3.629	1.772	3.198	4	重度污染
Z14-T1	5.182	1.578	4.375	4	重度污染
Z15-T1	4.116	1.783	3.580	4	重度污染

采样点位	S_{TN}	S_{TP}	FF	等级	类型
Z16-T1	2.991	0.850	2.513	4	重度污染

从表中可以看出前岩水库底泥污染状况不容乐观,除采样点 5 的底泥样品表现为轻度污染外,剩余所有采样点的底泥样品均表现为重度污染。

5) 有毒有害评价

根据浙江地标《河湖水库清淤技术规程 (DB33/T 1337-2023)》及《绿化种植土壤 (CJT340-2016)》对底泥进行评价分析。相关数据见下表。

表 4.1-9 前岩水库底泥有毒有害指标评价

控制指标	镉	汞	砷	铅	铬	铜	锌	镍
平均值 (mg/kg)	0.465	0.108	3.12	16	115	25	114	49
强制控制指标 II 级 (mg/kg) DB33/T 1337-2023	0.6	0.6	20	200	150	150	250	50
绿化种植土壤 II 级 CJT340-2016	0.6	0.6	35	200	150	150	250	50

从表中可以看出前岩水库底泥有毒有害指标总体较低,按照浙江地标的分类要求,为 II 类淤泥,适用于园林绿化。

4.1.4 污染负荷分析

(1) 点源污染负荷分析

根据前岩水库流域污染源调查,流域内存在上游河道及引水工程引水入库的点源污染。

表 4.1-10 点源污染入库量

序号	项目	氨氮 t/a	TP t/a	TN t/a
1	主流河道	1.11	1.04	23.79

序号	项目	氨氮 t/a	TP t/a	TN t/a
2	陈村江	0.32	0.36	3.02
3	澄溪江	5.00	1.05	10.37
合计入库污染量		6.43	2.46	37.18

(2) 面源污染负荷分析

1) 直接降雨污染负荷

前岩水库水库面积为 70 万 m^2 ，根据统计数据降雨量为 1538.68mm。参照我国天然雨水平均水质，雨水平均污染物浓度取值如下表：

表 4.1-11 雨水平均污染物浓度

	氨氮 (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)
浓度	1.50	0.05	3.00

表 4.1-12 直接降雨污染负荷

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
污染负荷	1.62	0.05	3.23

2) 地表径流污染负荷

水库汇水面积为 0.4km^2 ，挑选出汇水区域内的耕地、林地、灌木地和农村宅基地这 4 类土地利用，汇总如下表。

表 4.1-13 前岩水库汇水区土地利用类型统计表

序号	土地利用类型	面积 (km^2)	面积占比 (%)
1	耕地	0.180	45
2	林地	0.212	53
3	灌木地	0.004	1
4	农村宅基地	0.004	1

结合曹娥江流域自身的特点确定不同土地利用类型的污染物输

出系数（数据来源曹娥江流域污染负荷估算及来源解析研究）。

表 4.1-14 不同土地利用类型污染源输出系数

土地利用类型 t/ (km ² *a)	氨氮	TP	TN
耕地	0.167	0.358	2.196
林地	0.052	0.018	0.655
灌木地	0.006	0.023	1.032
农村宅基地	0.116	0.036	0.636

计算得出地表径流污染负荷如下表：

表 4.1-15 地表径流污染负荷

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
污染负荷	0.04	0.07	0.07

综上，总的面源负荷如下表所示。

表 4.1-16 面源污染污染负荷

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
污染负荷	1.66	0.12	3.30

(3) 内源污染负荷分析

内源污染计算公式为：

$$W_{\text{内源}} = F_{\text{释放}} \times A_{\text{面积}}$$

其中： $W_{\text{内源}}$ 为内源污染物量； $F_{\text{释放}}$ 为底泥释放速率； $A_{\text{面积}}$ 为泥-水接触面积。

参考其他工程底泥释放试验结果数据，确定本次内源污染底泥释放速率为：氨氮为 5.48mg/ (m²·d)，TP 为 3.72mg/ (m²·d)，TN 为 23.51mg/ (m²·d)。底泥淤积严重区域主要集中在城镇集聚区且水深较深、流速较慢区域。

表 4.1-17 内源污染污染负荷

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
污染负荷	3.83	2.61	16.45

(4) 污染负荷汇总

综合以上分析，入库污染负荷总量如下：

表 4.1-18 污染负荷总量

序号	污染源类型	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
1	点源	6.43	2.46	37.18
2	面源	1.66	0.12	3.30
3	内源	3.83	2.61	16.45
合计		11.92	5.19	56.93

氨氮 (t/a)

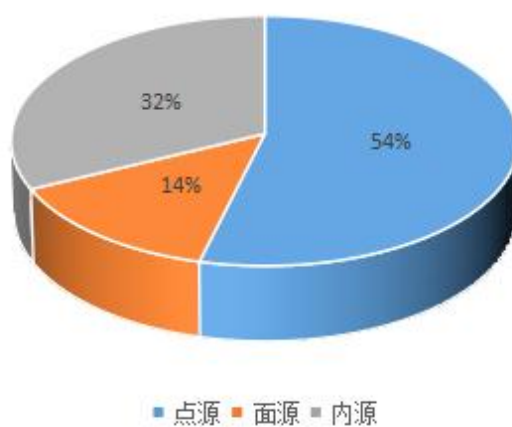


图 4.1-12 氨氮入库总量分布图



图 4.1-13 TP 入库总量分布图

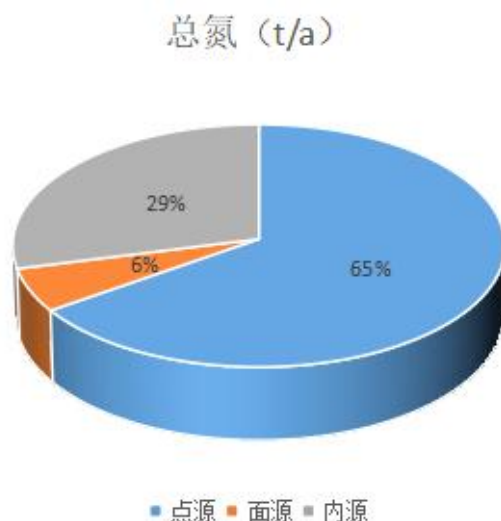


图 4.1-14 总氮入库总量分布图

4.1.5 水环境容量分析

水环境容量是指在设计水文条件下,满足计算水域的水质目标要求时,该水域所能容纳的某种污染物的最大数量。

采用 Dillon 模型对水库氨氮、总氮、TP 的水环境容量进行模拟,该模型可以用来描述氮磷年总负荷量与水库氮磷年均浓度质量之间的关系,适用于湖库(水库)氮磷的水环境容量模拟。其基本原理是:入湖(库)的氮磷量减去湖泊(水库)中流失的氮磷量就是湖泊(水

库) 中氮磷变化量。

Dillon 模型的计算公式为:

$$W = C_S \times S \times H \times Q_{in} \div (V \times (1 - R))$$

W 为氮或磷的水环境容量 (t/a) ,

C_S 为氮或磷的水环境质量标准 (mg/L) ,

S 为湖泊的水面面积 (m²) ,

H 为湖泊平均水深 (m) ,

Q_{in} 为入湖流量,

V 为湖泊容积,

R 为湖泊氮或磷的滞留系数, $R = 1 - W_{出}/W_{入}$, 其中 $W_{出}$ 为氮或磷的年出湖总量 (t/a) , $W_{入}$ 为氮或磷的年入湖总量 (t/a) 。

本次水库纳污能力核算的水质目标为地表水 II 类(湖、库)。计算可得知前岩水库的水环境容量如下表:

表 4.1-19 水库水环境容量

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
水环境容量	103.66	5.18	20.36

4.1.6 污染负荷目标削减量分析

表 4.1-20 污染物目标削减量

	氨氮 (t/a)	TP (t/a)	TN (t/a)
污染负荷	11.92	5.19	56.93
环境容量	103.66	5.18	20.36
目标削减量	-91.74	0.01	36.57

前岩水库在地表水 II 类(湖、库)目标下, TP、TN 入库量已超

环境容量，故本项目目标削减物主要是 TP 和 TN。

4.2 水生态

水库上游河流两岸植被覆盖较好，但农田区域缺少缓冲空间，农业面源入河污染不受控制，对水生态环境有一定的影响。上游生态空间以农田生境及村庄生境为主，村庄建成空间零星分布与上游山区，梯田块状分布与村庄周围。部分坑塘水系缺少缓冲空间，水体表面浮游植物影响水体流动、生物多样性及入河水质。

水库上游河流两岸植被覆盖较好，但农田区域缺少缓冲空间，农业面源入河污染不受控制，对水生态环境有一定的影响。上游生态空间以农田生境及村庄生境为主，村庄建成空间零星分布与上游山区，梯田块状分布与村庄周围。部分坑塘水系缺少缓冲空间，水体表面浮游植物影响水体流动、生物多样性及入河水质。



图 4.2-1 入库河流两侧集中分布了大量农田



图 4.2-2 入库河流水环境受人为因素侵占

4.3 水体嗅味

针对 2024 年 11-12 月前岩水库 11 个点位两批次样本的嗅味调查研究，进行多方面角度分析讨论，包括：感官评价、嗅味物质识别、典型致嗅物分布规律调查、产嗅藻及生物多样性分析。

4.3.1 感官评价

采用嗅觉层次分析法进行了嗅味特征评价，结果见下表：

表 4.3-1 嗅味层次分析评价结果

样品类型	采样点	水样			泥样		
		腥臭味/腐败味/鱼腥味	土霉味/淤泥味	草味	腥臭味/腐败味/鱼腥味	土霉味/淤泥味	草味
11 月	S2	2~4	2~4	2	—	3~4	2~4
	S3	4~6	—	—	2~6	4~6	—
	S6	2~4	—	2	2~4	2~4	4~6

样品类型	采样点	水样			泥样		
		腥臭味/腐败味/鱼腥味	土霉味/淤泥味	草味	腥臭味/腐败味/鱼腥味	土霉味/淤泥味	草味
	S7	3~5	—	2	4~7	4~6	4~6
	S11	4~6	4~6	2	4~6	3~6	—
12 月	S1	—	6~8	8	4~6	—	2~3
	S2	0~2	3~6	4~6	—	—	2~6
	S3	4	4~6	—	4~8	2~3	—
	S4	2	4~6	4	4~6	4~6	2~4
	S5	—	4~6	4~6	—	2~4	—
	S6	4~8	4	4	4~6	—	4~6
	S7	2~6	4	4	4~6	—	—
	S8	2~6	2~4	2~6	—	4~8	—
	S9	4	—	2~4	8~10	—	—
	S10	—	4	2	4~6	4~6	—
	S11	4	—	4~6	4~5	3~6	—

调查的水样、泥样主要呈现土霉味、腥臭味/腐败味/鱼腥味和草味。水样土霉味平均强度 3.1，其中 11 月采样点 S11 强度最大（FPA 6 级）；腥臭味/腐败味/鱼腥味平均强度为 3，12 月采样点 S6 强度最大（FPA 8 级）；草味平均强度 3.3，12 月 S1 强度最大（FPA 8 级）。泥样土霉味平均强度 4.27，在 11 月 S11 强度最大（FPA 6 级），结合后续定量分析，该点位典型土霉味物质 2-甲基异茨醇浓度最高（64.45 ng/L）；腥臭味/腐败味平均强度 5.2 级，在 12 月 S9 强度最大（FPA 10 级）。

土霉味也被描述为土味、霉味、腐烂马铃薯味等，主要与 2-甲基异茨醇（2-MIB）和土臭素（geosmin）有关，嗅阈值低至 10 ng/L 以

下。目前土霉味嗅味物质多发于藻源性，常规饮用水处理工艺难以去除，需深度处理，是最受关注也是水中最常见的一类嗅味问题，在我国重点流域的水源检出率高达 40%。相较于土霉味，腥臭味/腐败味的感官性状更让人难以接受。腥臭味/腐败味通常可以由藻类和陆地植物的腐败产生的含硫有机物引起。硫醚类物质嗅阈值较低，其中二甲基二硫醚(DMDS)和二甲基三硫醚(DMTS)嗅阈值分别为 30 ng/L 和 10 ng/L，DMDS、DMTS 等含硫有机物是导致水源腐败味的主要物质。硫醚等含硫有机物低浓度水平存在时，常规水厂处理工艺可以较好去除，但高浓度硫醚仍会诱发嗅味问题。草味的致嗅物质包括一些醛、醇、不饱和脂肪酸衍生物等物质，其来源主要与藻类代谢和水处理中氯消毒过程有关。青草味多数由绿藻所产生，但少部分的硅藻及蓝藻也能产生，但通常这类物质嗅阈值较高，多数净水厂出水中无该异味。

综合上述分析，前岩水库需重点关注的嗅味类型为土霉味和腥臭味。

4.3.2 致嗅物筛查及分布特征

针对 11 月 5 个水样、5 个泥样开展致嗅物筛查，结果如下：

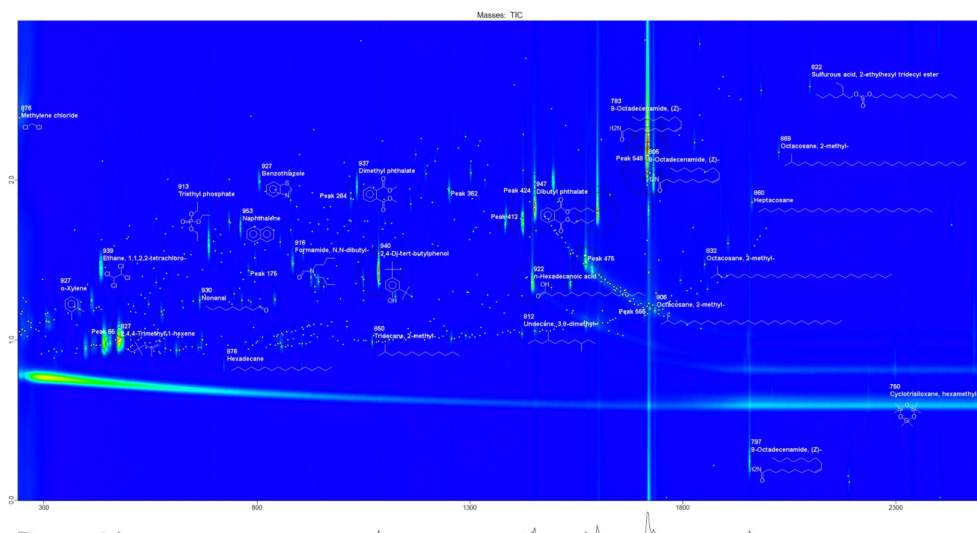


图 4.3-1 水样二维轮廓色谱图 (S11)

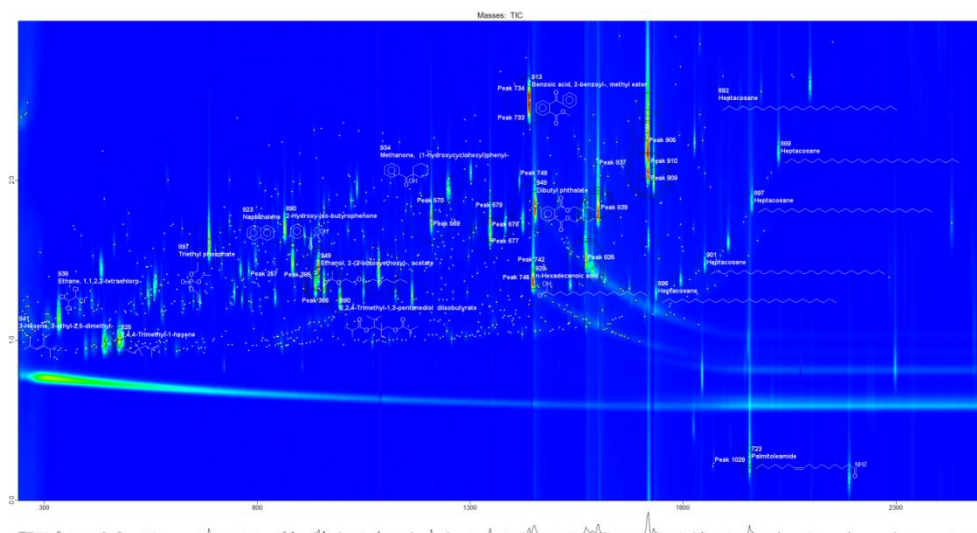


图 4.3-2 泥样二维轮廓色谱图 (S11)

水样检出 18 种，泥样 49 种，泥样 11 号点位识别物质最多。采用 100 种臭味物质数据库共筛查出 52 种臭味物质。采用臭味活性值，确定关键致嗅物清单如下：

表 4.3-2 典型致嗅物清单

名称	嗅阈值 ng/L	嗅味类型	OAV 值
2-甲基异莰醇	10	土霉味	1.29

名称	嗅阈值 ng/L	嗅味类型	OAV 值
土臭素	4	土霉味	1.32
二甲基二硫醚	30	腐臭味/腥臭味	0.15
二甲基三硫醚	10	腐臭味/腥臭味	0.12
乙二醇丁醚	—	化学品味	—
2,4-庚二烯醛	2500	草木味	0.09
2-辛烯醛	—	黄瓜味	—
庚醛	3000	草木味	0.24
β -环柠檬醛	2200	草木味	0.07
己醛	3000	鱼腥味	0.27
紫罗兰酮	4	花香味	46.15
环己酮	—	薄荷味	—
佳乐麝香	—	麝香味	—

水样中超过 50%检出率的物质有 7 种,泥样中超过 50%检出率的物质有 9 种。水样的 2-甲基异莰醇（土霉味）检出率 100%，且平均 OAV>1，最高能达 3.7，土臭素的最大嗅味活性值为 1.2；泥样中土臭素和 2-MIB 的 OAV 分别达到 16 和 6。综上，2-MIB 是水样土霉味问题的主要致嗅物，土臭素同样具有较高的嗅味贡献。水样中硫醚的嗅味活性值为 0.2，泥样中硫醚的嗅味活性值达到 25，是腥臭味/腐败味的主要致嗅物。

表 4.3-3 典型致嗅物检出情况

嗅味物质	水样					泥样				
	平均浓度 ng/L	最大浓度 ng/L	平均 OAV	最大 OAV	检出率	平均浓度 ng/L	最大浓度 ng/L	平均 OAV	最大 OAV	检出率
2-甲基异莰醇	16.0	36.64	1.595	3.664	100%	9.94	64.45	0.994	6.445	100%
土臭素	3.22	4.84	0.804	1.210	45%	7.31	64.45	1.828	16.113	100%
二甲基二硫醚	2.82	6.26	0.094	0.209	45%	6.21	39.58	0.207	1.319	100%
二甲基三硫醚	0	0	0	0.000	0	125.37	248.21	12.5	24.8	45%
乙二醇丁醚	119.14	205.89	—	—	100%	3177.83	24719.42	—	—	45%
2,4-庚二烯醛	0	0	0	0.000	0	429.15	1336.86	0.172	0.535	100%
2-辛烯醛	0	0	0	0	0	1134.64	2243.47	—	—	45%
庚醛	23.59	98.74	0.008	0.033	55%	1410.06	2275.75	0.470	0.759	55%
β -环柠檬醛	0	0	0	0.000	0	692.57	1671.55	0.139	0.334	55%
己醛	11.39	39.39	0.004	0.013	100%	1631.21	4912.83	0.544	1.638	55%
紫罗兰酮	0	0	0	0.000	0	369.19	1317.08	92.297	329.270	63%

环己酮	11.00	33.51	—	—	68.75%	109.11	521.49	—	—	45%
佳乐麝香	1.85	5.29	—	—	55%	22.59	116.72	—	—	100%
1,4-二氧六环	12.66	18.36	—	—	81.25%	4.07	29.73	—	—	45%

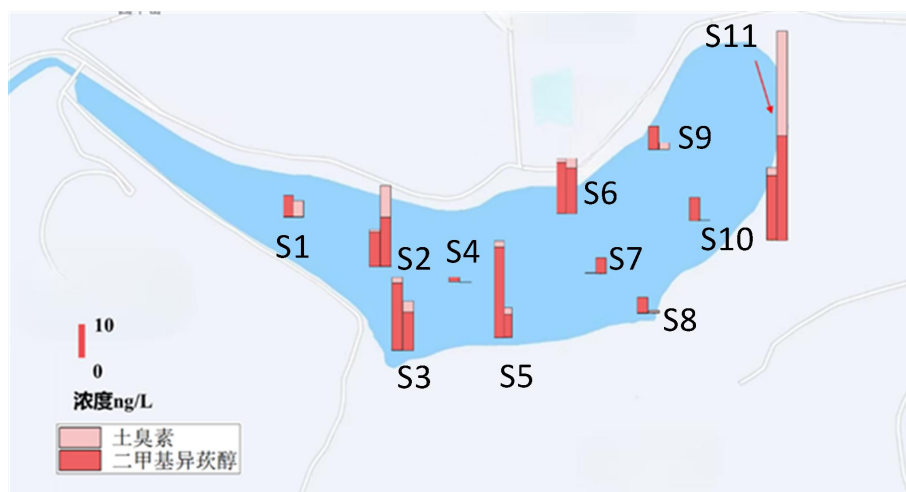


图 4.3-3 土霉味物质检出情况（左侧柱子为水样，右侧为泥样）

土霉味物质土臭素和 2-甲基异莰醇，均存在超出饮用水水质标准（10 ng/L）的情况。11 月样品多数点位中底泥检出浓度高于水样检出浓度（点位 S2，S7，S11），最高检出浓度为 11 月份点位 S11 的底泥样品，2-MIB 的浓度均为 64.45ng/L。水样中 2-MIB 在采样点 S3、S5、S6 和 S11 具有较高检出浓度。相关性分析发现，水中 MIB 和泥样中 MIB 浓度的相关性为 0.39，结合后续来源分析结果，底泥中 2-MIB 主要为水中产嗅藻沉积释放的结果。但底泥中高浓度的 2-MIB 和土臭素可能进入水体，成为水中土霉味的重要来源。

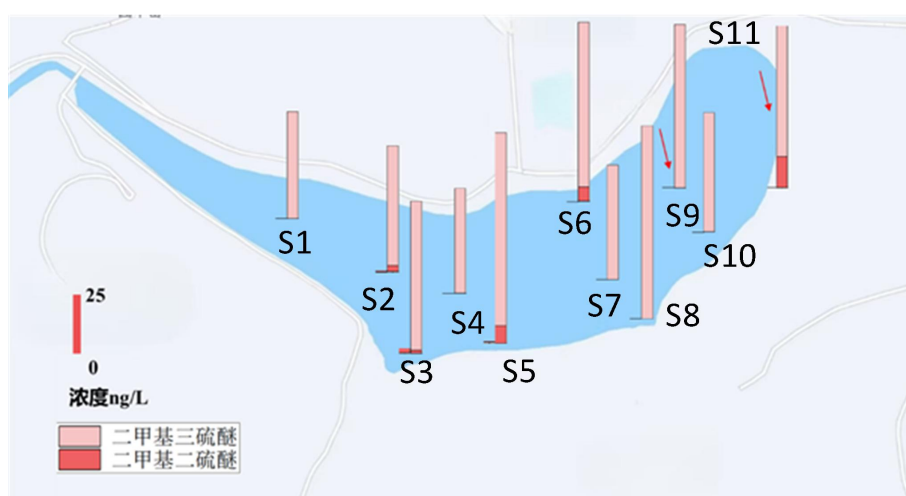


图 4.3-4 腥臭味物质检出情况（左侧柱子为水样，右侧为泥样）

腥臭味/腐败味物质主要检出二甲基二硫醚、二甲基三硫醚，水样中检出浓度为（0-6.3 ng/L）。硫醚底泥中检出较高浓度，二甲基二硫醚最大检出浓度为 39.6 ng/L（11 月份点位 S11 底泥样品），超过嗅阈值 30 ng/L。二甲基三硫醚最大检出浓度为 248 ng/L（12 月份点位 S8 底泥样品），远超嗅阈值 10 ng/L。硫醚类物质一般有以下来源：天然水体中藻类、生活污水及工业废水中含硫的氨基酸、表面活性剂及其他含硫化合物等，而后续三维荧光结果表明前岩水库主要为自生源有机物。相关性分析发现，水中硫醚和泥样中硫醚浓度的相关性为 0.61，说明前岩水库中底泥中含硫物质的转化是样品中硫醚的主要来源，藻体死亡也具有一定贡献。

4.3.3 产嗅藻分析

前岩水库三维荧光结果显示，主要的有机物类型包括芳香蛋白类 I、芳香蛋白类物质 II、富里酸类物质、溶解性微生物代谢产物等。其中点位 S11 与其他点位有明显不同，该点芳香蛋白类物质含量更高。

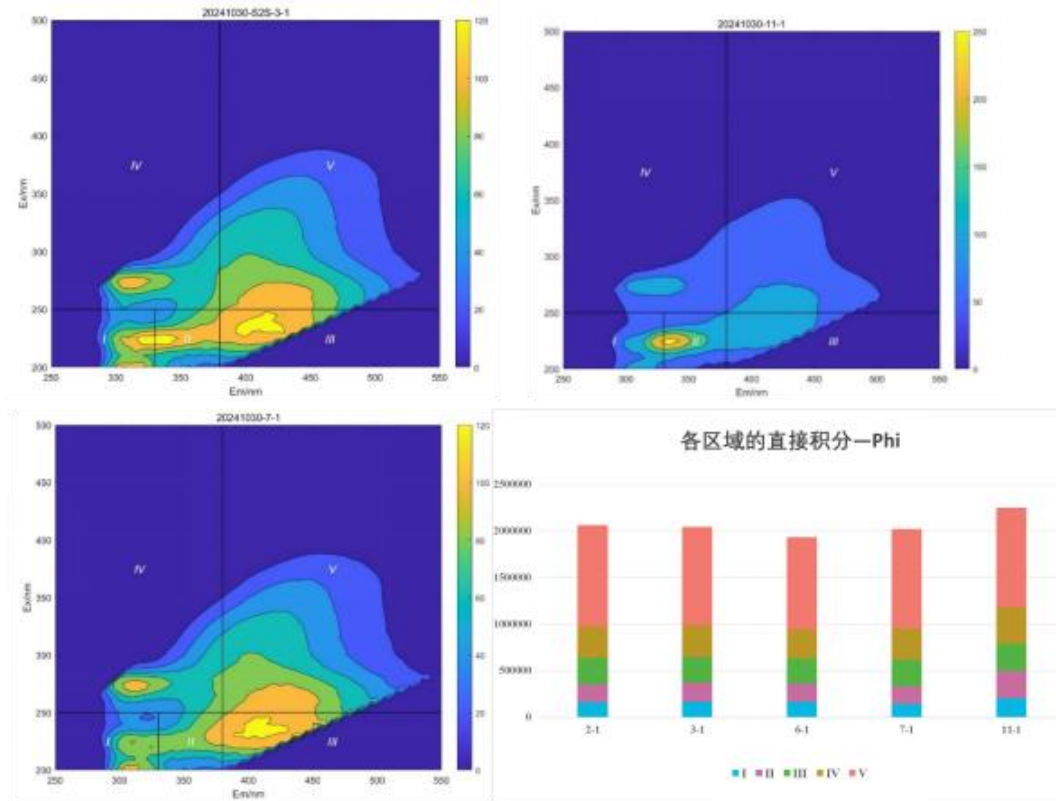


图 4.3-5 三维荧光光谱图

FI（荧光指数） >1.9 ， $0.8 < \text{BIX}$ （生物指数） <1 ，表明 DOM 以水生生物的代谢等自生源产生为主。 HIX （腐殖化指数） <0.7 ，腐殖化程度较低。整体上，水样中 DOM 主要是自生源有机物。

11 月采集的水样总藻细胞密度为 6.85×10^6 - 1.48×10^7 个/L，12 月总藻细胞密度为 9×10^6 - 1.89×10^7 个/L，检出的藻包括隐藻门、绿藻门、裸藻门、蓝藻门、甲藻门和硅藻门。对比两月发现，11 月采集的水样蓝藻门占据优势，占比 57.6%-70.0%，而 12 月蓝藻占比明显下降，为 1.9%-30.8%。

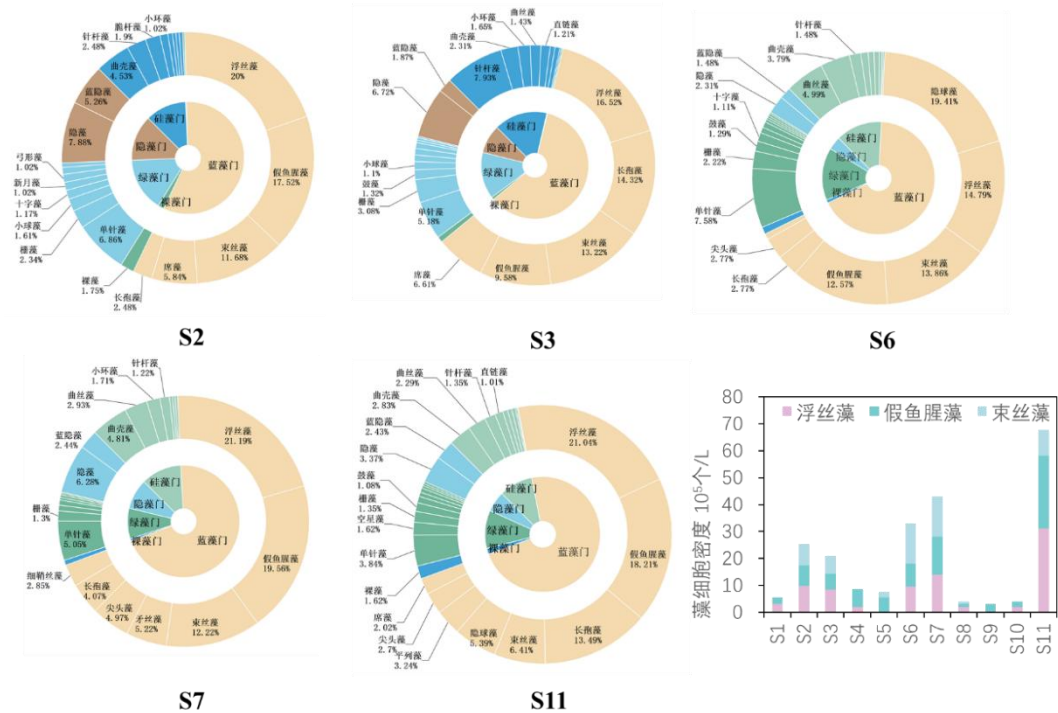


图 4.3-6 藻密度分布及优势种占比情况图（11 月）

蓝藻门主要检出包括微囊藻、浮丝藻、假鱼腥藻、束丝藻等在内共计 12 种，其中浮丝藻、假鱼腥藻、束丝藻、席藻、长孢藻等均被报道可以产生 2-MIB，鱼腥藻、席藻、长孢藻、束丝藻可以产生土臭素。11 月样品中，浮丝藻、假鱼腥藻和束丝藻的占比较高，分别为 14.8%-21.2%（检出率 81%）、9.6%-19.6%（检出率 94%）和 6.4%-13.9%（检出率 50%）。11 月和 12 月的样品相关性分析显示，MIB 浓度于浮丝藻的相关性为 0.57，假鱼腥藻相关性为 0.45，束丝藻相关性为 0.69。浮丝藻和假鱼腥藻浓度与泥样中 2-MIB 浓度相关性>0.9。综上，前岩水库主要产 MIB 藻为浮丝藻、假鱼腥藻，束丝藻也具有一定贡献；从空间分布看，浮丝藻、假鱼腥藻和束丝藻在点 S11 的丰度最高，与闻测及 2-MIB 检出情况一致。

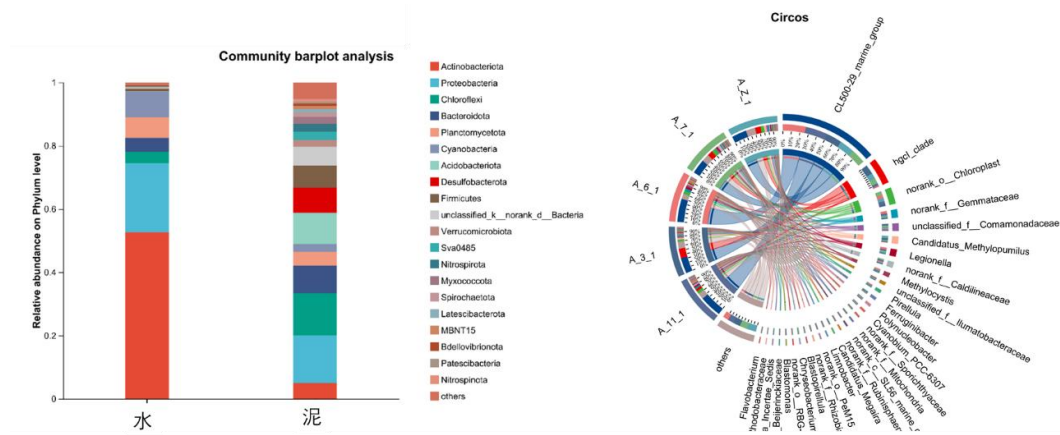


图 4.3-7 微生物群落分布

目前已至少鉴定出几十种可产生 geosmin 和 MIB 的放线菌，其中 *Streptomyces* 菌属多产生 MIB，而生成 geosmin 的以 *Streptomyces* 和 *Nocardia* 为主，11 月水样中未检出 *Streptomyces* 和 *Nocardia*。结合藻类分布结果，前岩水库中 MIB 是以浮丝藻、假鱼腥藻和束丝藻为主要来源。

4.3.4 嗅味管控建议

从水库 11 个采样点位水相及泥相的嗅味、典型致嗅物以及三维荧光光谱的初步调查结果来看，S3、S5、S6 和 S11 点位属于重点关注的区域。从嗅味管控以及疏浚清淤的影响等方面，相关的分析和建议初步如下：

(1) 水相中 MIB 和土臭素的来源主要与一些丝状藻类的生长有关，且 MIB 是主要的嗅味物质（平均浓度 16.0 ng/L，高于土臭素 3.2 ng/L）。尽管调查期间整体藻细胞数量不高，但部分产嗅藻具有相对较高的产嗅能力，其生长代谢过程中产生的 MIB 浓度足以使其超过阈值。就土臭素来说，由于藻类种群生长的演替和竞争性，在 MIB 产嗅藻为主的情况下，不会同时发生浓度很高的情况。

(2) 相关丝状产嗅藻主要生长在水下光照稍弱或岸边较浅的底栖区域，S3、S5、S6 和 S11 四个点位靠近水库岸边区域（平均水位 61 m），建议结合疏浚清淤过程，适当增加相关区域的水深，降低边坡缓流/滞留区域，减少水库中浅水区所占的比例，对于今后此类产嗅藻的生长有可能有一定的限制。

(3) 从未来嗅味管控和水库运行层面，可结合 S3、S5、S6 和 S11 四个点位区域的进一步评估，采取增设导流墙等措施，加强相关风险区域内的水体流动性，避免滞留区的形成，可降低产嗅藻的暴发风险；此外，一定条件下可采用充氧曝气混合等措施，强化局部风险区域的流动性以及生物降解能力，也可降低风险区内嗅味的发生。

(4) 对于泥相中的 MIB 和土臭素，底泥本身吸附能力有限，主要还是产嗅藻沉积到底部后附着底泥的结果，对于水相中 MIB 和土臭素的贡献不大；对于硫醚等物质来说，主要在底部淤泥及沉积的藻细胞缺氧分解过程中所产生，各采样点位区别不大，通过疏浚清淤过程一定时期内会降低此类物质的发生；在完成清淤后，建议加强对于清淤区域内底栖环境因子和微生物过程的解析，风险期可通过充氧混合曝气等措施改善底部沉积区域微环境，提升溶解氧浓度水平加以改善。

(5) 此外，疏浚清淤后底部微生态系统面临重建过程，使其需要一定时期修复，可能对库区水质产生一定影响，建议结合清淤方案，对目标区域的底部氧化还原环境、底泥氮磷和有机质等污染物加以评估，确定调控和快速改善底部微生态环境的手段或过程，加速实现库区内生态平衡，恢复库区生态系统韧性。

4.4 主要问题分析总结

（1）污染源

水库上游村落及水库周边地表径流带来大量面源污染，库区常年积蓄含有营养物质的沉积物带来内源污染。

（2）水环境

水库的水质指标基本稳定在地表水Ⅱ类，但总氮和 TP 仍有超标的情况。现阶段水库水位下降，上游入口区域存在水位倒流，没有外源污染水汇入。因此实施生态拦截净化工程，净化处理来自上游溪流的水体以及附近区域的地表径流水，削减水库外源污染负荷非常有必要。

（3）底泥

工程区域底泥存在重度的氮磷污染问题，从控制底泥营养盐污染释放风险的角度考虑，实施环保疏浚清理底泥，进行水库底质修复非常必要。

（4）水体嗅味

前岩水库需重点关注的嗅味类型为土霉味和腥臭味。2-MIB 是水样土霉味问题的主要致嗅物，土臭素具有一定嗅味贡献。硫醚是腥臭味/腐败味的主要致嗅物。底泥中 2-MIB 主要为水中产嗅藻释放迁移的结果。但底泥中高浓度的 2-MIB 和土臭素可能进入水体，成为水中土霉味的重要来源。底泥中含硫物质的转化是样品中硫醚的主要来源，藻体死亡也具有一定贡献。

第 5 章 总体方案与布局

5.1 工程范围

本项目工程主体内容实施范围在前岩水库一级保护区范围内，包含水域陆域两个部分，水域边界线为水库常水位线及陈村江引水河道入库段水面，陆域边界线为生态缓冲带区域、入库河流区域、净化湿地区域及淤泥处理区域陆上边界线，工程范围面积约 85 万 m^2 ，具体如下图所示。



图 5.1-1 前岩水库工程范围图

5.2 工程目标

5.2.1 近期目标

恢复生态缓冲带 47141 m^2 ，建设净化湿地面积 43930 m^2 ，对水库周边缓冲带进行生态恢复，净化来水水质，有效削减入库河道及引水工程来水污染负荷。

5.2.2 远期目标

通过对库区水体的生态调控，完善库区水生态结构，修复水域生态，构建健康稳定的生态系统，保障居民用水安全。

5.3 设计理念和思路

5.3.1 总体理念

项目总体设计首先应遵循顺应自然的原则，这是满足国家政策需求及重要原则，同时，综合考虑项目区的特殊性，还应遵循布局上的因地制宜、工程上的刚柔结合、维护上的持续发展等原则。

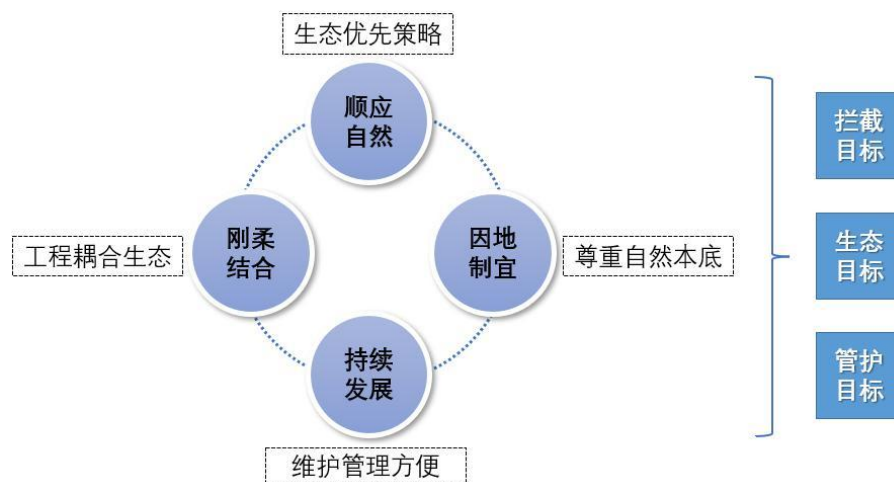


图 5.3-1 总体方案设计原则

（1）顺应自然原则

生态修复要求遵循自然规律，方案设计和项目实施应满足自然的发展过程。自然性原则是近年国内生态修复的一个重要方向，即为适度人工强化的自然处理过程。因此，在满足国家政策需求、体现因地制宜的基础上，本工程设计应遵循生态优先、顺应自然的原则，实现污染物生态拦截和净化，使区域生态功能持续发挥，为项目建成后的自我持续发展及发挥作用创造条件。

（2）因地制宜原则

本项目水库及入库河道生态本底相对较好，水库沿线以林地为主。因此，总体方案的工艺设计要突出重点，局部与整体互相协调；同时在尊重场地自然地形地貌、水文地质等前提下，科学选址合理布局，针对汇流、蓄滞、净化等分别开展不同空间分布、分层次的设计。

（3）刚柔结合原则

刚柔结合原则与顺应自然原则相匹配，即为人工强化与自然恢复的互相补充与结合，在设计上更加近自然。本项目以本地乡土植物为主，无生态风险。适当采用水平混交技术，引导单一植物群落向多种类、多径级的混交群落转变。在设计中需遵循人工与自然修复相结合的原则，在实现目标的过程共同发挥作用，保证目标的顺利实现。

（4）持续发展原则

本项目属于生态治理与修复项目，自身的持续稳定是项目能够长期维持高效的重要因素，所以项目设计建设需要结合后期管护的简单易行展开，尽量降低后期管护成本，通过自然性的充分体现，最大限度实现工程的自维持、自发展和自平衡、自健康。

5.3.2 设计原则

总体遵循“系统治理、流域统筹；近远结合、标本兼治；水陆兼顾、洪涝统治；因地制宜、突出重点；治管结合、长效保持”的原则，统筹考虑水安全、水资源、水环境、水生态、水景观、水文化等内容。具体根据工程区域内社会、经济、环境情况及工程的实际，提出切实可行的治理原则。

5.3.3 设计思路

对入库内河道、库周边分别进行生态拦截、生态缓冲带、生态涵养林构建，以达到生态修复，稳定水质的目的。

通过设计生态缓冲带建设，将入库河流的点源污染和农田、径流的面源污染进行分级汇水治理，在植物选择上，选择种植深根性植物及耐水淹灌木及草本植物。利用生态缓冲带“可渗透性、可净化性”达到滞水、渗水、排水、净水的目的，拦截净化地表径流携带的面源污染，形成全面的湖（库）滨带生态系统，削减面源污染负荷，构建生态友好型屏障。并通过高低错落的植物配置在有限的空间里用竖向设计，布置丰富的景观层次，打造绿色长廊及绿色隔离带。

生态涵养林为在特定地区为保护水源、土壤、山体、防护等功能而建植的林木。生态涵养林在前岩水库的水源保护功能上——发挥生态效益，通过涵养水源、保持水土、防风固沙、保护生物多样性。

在总体构思层面，设计通过“区域调研-工艺比选-设计优化-实施优化”四个步骤，构建生态缓冲带技术体系、生态涵养林体系，满足截污、生态、景观等多重功能需求。

在构建原则方面：

（1）生态缓冲带构建原则

① 分类治理的原则，河道缓冲带的不同区段应根据地质、水文、土壤、植被及土地利用状况的差别，实行分类治理。

② “因地制宜、整体优化”的原则，湖库缓冲带生态环境功能应考虑土地利用、经济投入等因素，因地、因类优化组合，合理有效地确定其功能及其适用的恢复措施。

③ “解决突出问题，重要功能优先”的原则，湖库缓冲带宜充

分考虑河流的主要环境功能和使用功能，突出解决主要问题，前岩水库属于山地丘陵地貌，其缓冲带的设计宜重点考虑水土保持的功能修复。

④ “可操作性、实用性、可持续发展”的原则，湖库缓冲带的功能区确定宜充分考虑缓冲带修复工程的可实施性、实用性以及技术、经济的合理性，是否利于当地经济、环境的可持续发展。

⑤ 便于管理的原则，湖库缓冲带各功能区边界分类和确定时，应综合考虑土地的行政隶属关系和流域界线，便于地方管理。

⑥ 充分结合河道蓝线及相关用地规划的原则，湖库缓冲带布置应满足河道蓝线及陆域建筑物控制线规划的有关要求。当没有相关规划要求时，应充分结合地方有关用地规划，从土地综合利用、减少征地拆迁和耕地及农用地侵占、满足环境需求、经济可行和便于实施等方面综合考虑，进行缓冲带总体布置。

(2) 生态涵养林构建原则

① 适地适植原则。不同植物有其固有的生态特性和特点，应根据具体的气候、土壤和水分条件，选择和营造与其相适应的湿地植物。

② 因害设防、综合治理原则。针对各地块采取层层设防措施，坡面配置水土保持和生态林，滩涂布设水源过滤林草带，形成库尾生态综合防治体系。

③ 生态环境效益优先兼顾社会效益的原则。由于该河滨带生态修复建设是一项综合的系统工程，需要各方面协作，因此在考虑生态效益的同时，必须考虑社会效益，才能调动周边农户的积极性来参与保护与维护本工程，使得入库河流污染拦截工程持续地发挥其生态环境效益。

④ 乔灌木植物的功能性和共生性原则。乔灌木植物种类多样，在涵养水源、保持水土以及调节气候、净化水质和美化环境等方面的功能不同，要按照具体要求选择适宜乔灌木植物；由于不同植物间生长习性不同，在设计物种搭配时必须考虑植物的共生性或生态位。

⑤ 以短养长、长短结合的原则。在水土流失严重的区域，可采取一定的工程治理措施与景观绿化相结合，以达到保持水土的长期效果。

⑥ 景观动态性原则。植物不仅一年四季花开花落，有季相变化，而且也有树龄从小到大的过程，在配置时要充分考虑植物生长过程中可能产生的近期效果和远期效果。

5.3.4 技术路线

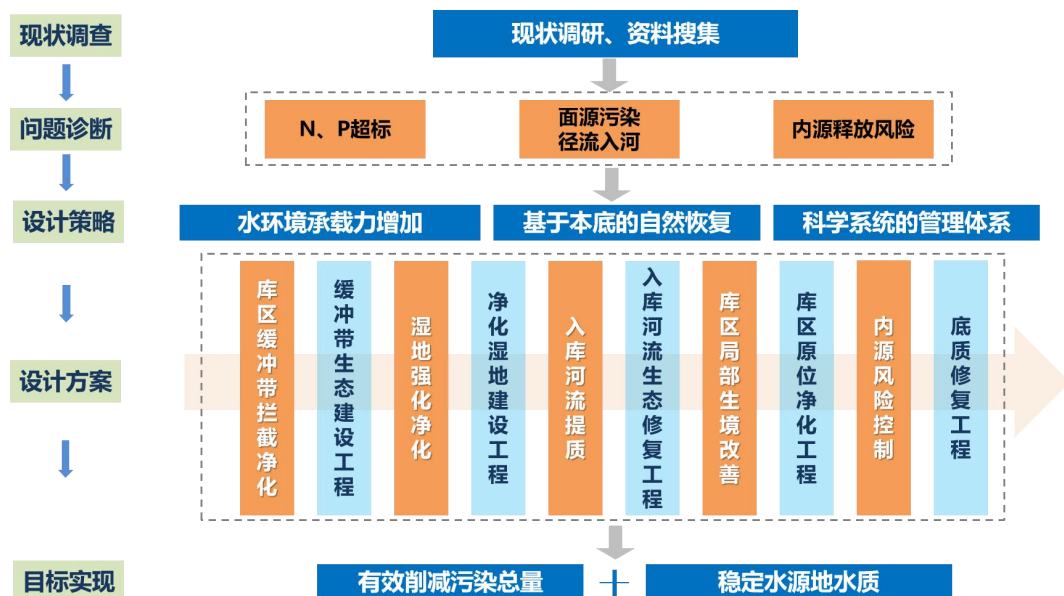


图 5.3-2 技术路线图

5.4 总体方案设计

5.4.1 工程总体布局

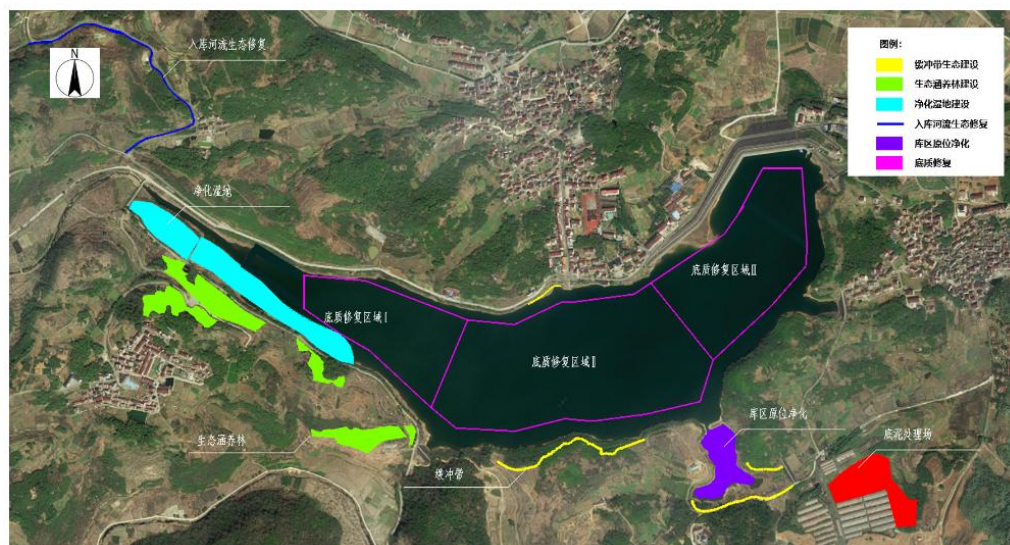


图 5.4-1 工程总平面布置图

5.4.2 单项工程

嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程主要建设内容包括缓冲带生态建设工程、净化湿地建设工程、入库河流生态修复工程、库区原位净化工程和底质修复工程。

(1) 缓冲带生态建设工程

对水库周边缓冲带进行生态恢复，采用水土保持型灌木复合植被缓冲带和林草复合型涵养林，共恢复缓冲带面积 47141m²。

(2) 净化湿地建设工程

为有效削减入库河道及引水工程来水污染负荷，在库尾的入库河口处建设净化湿地，湿地面积约为 43930m²。

(3) 入库河流生态修复工程

对陈村江引水河道进行生态修复，净化来水水质，减少入库污染

负荷，入库河流生态修复长度 845m。

（4）库区原位净化工程

根据底泥和水质调查情况，对库区死水区域进行原位净化，改善库区水质，原位净化工程面积 16000m²。

（5）底质修复工程

根据库区底泥调查，对库区底质进行修复，清除水库底质积蓄有机质营养盐，降低内源污染释放风险，提升库容，底质修复面积 438149m²，挖除积蓄的有机质营养盐层底泥平均深度为 0.5~1m，合计工程量 273544m³。

第6章 缓冲带生态建设工程

6.1 工程类别

植被缓冲带通常设置在河流岸坡的纵向区域，并与地表径流方向垂直，通过植被缓冲带的合理选址，地表径流首先通过主体植被缓冲带，消解后进入受纳水体。

生态涵养林为在特定地区为保护水源、土壤、山体、防护等功能而建植的林木。在水源保护功能上——发挥生态效益，通过涵养水源、保持水土、防风固沙、保护生物多样性。

根据实地调研及现场勘察，前岩水库部周边区域存在市政路紧邻水库水源、现状农田存在一定范围的及农田面源污染、部分区域地表裸露等不利因素——对水库水源形成不同程度的危害。

对入库内河道、库周边分别进行生态拦截、生态缓冲带构建，以达到生态修复，稳定水质的目的，打造清水绿廊的生态屏障。

6.2 生态缓冲带建设工程

6.2.1 现状概况

(1) 在支剡线(Y039)市政路区段南坡、前岩水库北侧，存在部分区域的裸露驳岸，区域上方的支剡线市政路存在路面车辆及行人等人为因素面源污染，区域内裸露地表在一定强度降雨条件下会形成地表径流对地表泥沙的冲击，直接流入前岩水库。



图 6.2-1 支剡线区段南侧场地现状

(2) 水库南侧、丁家蛟副坝东侧山体，部分农田、果园形成的面源污染，部分区域经高程分析，其地表径流会流入前岩水库，对水源造成农药、化肥等农田面源类污染。



图 6.2-2 丁家蛟副坝西侧场地现状

6.2.2 设计思路

对入库内河道、库周边分别进行生态拦截、生态缓冲带、生态涵养林构建，以达到生态修复，稳定水质的目的。

通过设计生态缓冲带建设，将入库河流的点源污染和农田、径流的面源污染进行分级汇水治理，在植物选择上，选择种植深根性植物及耐水淹灌木及草本植物。利用生态缓冲带“可渗透性、可净化性”达到滞水、渗水、排水、净水的目的，拦截净化地表径流携带的面源污染，形成全面的湖（库）滨带生态系统，削减面源污染负荷，构建生态友好型屏障。并通过高低错落的植物配置在有限的空间里用竖向设计，布置丰富的景观层次，打造绿色长廊及绿色隔离带。

6.2.3 设计原则

① 分类治理的原则，湖库缓冲带的不同区段应根据地质、水文、土壤、植被及土地利用状况的差别，实行分类治理。

② “因地制宜、整体优化”的原则，湖库缓冲带生态环境功能应考虑土地利用、经济投入等因素，因地、因类优化组合，合理有效地确定其功能及其适用的恢复措施。

③ “解决突出问题，重要功能优先”的原则，湖库缓冲带宜充分考虑河流的主要环境功能和使用功能，突出解决主要问题，前岩水库属于山地丘陵地貌，其缓冲带的设计宜重点考虑水土保持的功能修复。

④ “可操作性、实用性、可持续发展”的原则，湖库缓冲带的功能区确定宜充分考虑缓冲带修复工程的可实施性、实用性以及技术、经济的合理性，是否利于当地经济、环境的可持续发展。

⑤ 便于管理的原则，湖库缓冲带各功能区边界分类和确定时，应综合考虑土地的行政隶属关系和流域界线，便于地方管理。

⑥ 充分结合河道蓝线及相关用地规划的原则，湖库缓冲带布置应满足河道蓝线及陆域建筑物控制线规划的有关要求。当没有相关规

划要求时，应充分结合地方有关用地规划，从土地综合利用、减少征地拆迁和耕地及农用地侵占、满足环境需求、经济可行和便于实施等方面综合考虑，进行缓冲带总体布置。

6.2.4 总体要求

(1) 工程设计要结合当地已有规划，与相关规划一致，具有科学性和针对性；

(2) 管控与治理相结合，源头控制、过程控制、末端控制相结合；

(3) 因地制宜，依据项目本土地形地势和污染源特点进行；

(4) 设计着眼于生态系统的功能，特别是环境功能；

(5) 注意系统的经济性、适用性及稳定性；

(6) 注重景观效果，并与周围的景观相协调。

6.2.5 工艺介绍及比选

(1) 生态缓冲带工艺介绍及比选

为了保证流入前岩水库地表径流的水质，在进行污染源、农田面源控制的基础上，需要对低污染水进行处理，这些灌渠内汇集周围大量的农田面源、村落面源等低污染水，通过采用缓冲带工艺对地表径流的汇水路径实施低污染水的净化，使得进入水库的水体为清洁水体。

1) 工艺介绍

植被缓冲带通常设置在河流岸坡的纵向区域，并与地表径流方向垂直，通过植被缓冲带的合理选址，地表径流首先通过主体植被缓冲带，消解后进入受纳水体。

在植被缓冲带宽度大致相同的条件下，以草本或以乔草、灌草混

合模式营造的缓冲带在固氮方面效果显著，采用“乔灌草”混合模式可以增加生态系统的物种多样性和稳定性。靠近农田的灌木和草本植物，主要发挥截污作用；靠近水体的灌木和乔木主要起到固岸和减少径流的作用。

2) 工艺比选

生态缓冲带植物种类的设计，应结合不同的要求进行综合研究确定。不同植物种类对缓冲带作用的影响及对污染物的截流效果可参考下表。

表 6.2-1 不同植被类型对缓冲带作用的影响参考表

作用	草地	灌木	乔木
稳固河岸	低	高	中
过滤沉淀物、营养物质、杀虫剂	高	低	中
过滤地表径流中的营养物质、杀虫剂和微生物	高	低	中
保护地下水和饮用水的供给	低	中	高
改善水生生物栖息地	低	中	高
抵制洪水	低	中	高

表 6.2-2 不同植被类型缓冲带对污染物的截流效果参考表

实验植被类型	最佳植被类型	最佳植被截污效果
无植被带、芦苇带、芦苇与香蒲混合带	芦苇与香蒲混合带	对 COD、TN、TP 和 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 去除率的周平均值分别为 31~62%、37~84%、30~65%和 34~31%
香根草+沉水植物、湿生植物+香蒲+芦苇	香根草+沉水植物	对 COD、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 和 TP 的去除率分别为 43.5%、71.1%和 69.3%
芦苇带、茭白带和香蒲带	芦苇带	对 COD、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 和 TP 的去除率分别为 43.7%、79.5%和 75.2%
农田、森林和草地	森林和草地	对 N 的截留转化率大于 80%

对绿篱带、灌木林、乔木林和林草复合带 4 种不同类型生态缓冲

带的生态效果进行比选，具体见下表。

表 6.2-3 不同类型生态缓冲带生态效果对比

比选项目	绿篱带	灌木带	乔木带	林草复合植被
稳固岸坡	低	中	高	高
过滤地表径流中营养物质	高	低	中	高
改善生物栖息地	低	中	高	高

综合比较，复合植被比单一植被在稳固岸坡、过滤地表径流中营养物质和改善生物栖息地等方面，综合效果最好。为此，本工程采用以水土保持型灌木复合植被缓冲带为主、以林草复合植被缓冲带为辅，作为重点区域截流缓冲的节点支撑。

6.2.6 设计选址

（一）缓冲带平面选址

针对前岩水库现有的问题，对入库面源污染等问题进行有效拦截及生态涵养应对，在生态缓冲带拦截设计方面，措施及工程布置如下：

（1）在支剡线（Y039）市政路区段南坡、前岩水库北侧——设置生态缓冲带。

（2）水库南侧、丁家蛟副坝东侧山体区域——在乔木林地和农业用地交界处，设置生态缓冲带。

生态缓冲带共三处选址。

① 支剡线（Y039）市政路区段南坡、前岩水库北侧生态缓冲带：长 111 米，结合公路护坡及现有场地设计。



图 6.2-3 支刺线区段生态缓冲带平面定位图

② 水库南侧、丁家蛟副坝东侧山体区域生态缓冲带：长 493 米，结合现状乔木林地及早地改造后的果树园地交界界面适当调整宽度。



图 6.2-4 丁家蛟副坝东侧生态缓冲带平面定位图

③ 水库南侧、大沈岙副坝两侧生态缓冲带：长 438 米，结合大沈岙两侧坡地，适当集中配置彩叶乔灌木、打造生态性兼具适当观赏

性的缓冲带。

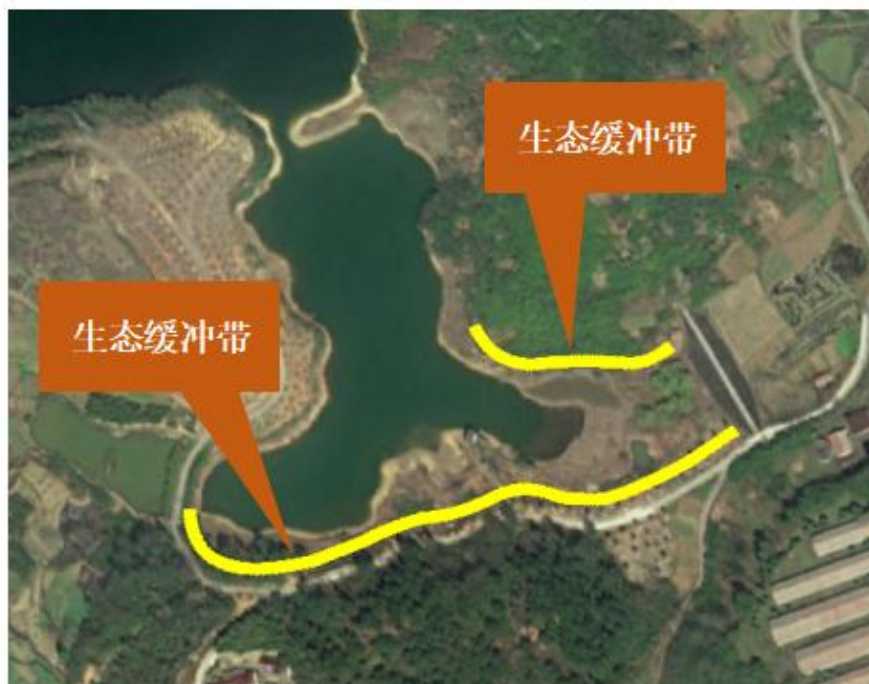


图 6.2-5 大沈岙副坝两侧生态缓冲带平面定位图

6.2.7 工程设计

利用生态缓冲带“可渗透性、可净化性”达到滞水、渗水、排水、净水的目的，拦截净化地表径流携带的面源污染，形成全面的缓冲带生态系统，削减面源污染负荷，构建生态友好型屏障。并通过高低错落的植物配置在有限的空间里用竖向设计，布置丰富的景观层次，打造绿色长廊及绿色隔离带。

6.2.7.1 植被构建工艺设计

针对不同类型的植物缓冲带的特点和生态效果进行介绍，合理配置不同的缓冲带类型。

6.2.7.2 植物种类与种植设计

确定植物缓冲带的配置类型、配置流程、种植密度和空间设计。植物选择依据当地优势苗木种，具体介绍选取的植物种类以及属性。

（一）设计原则

利用现有环境、地形、植被、水系打造生态缓行带状绿地，为本地植物、动物、昆虫等各种生物提供生存空间，同时为村中打造一片生态屏障，形成景色优美、植被茂盛、虫鸣水净的休闲生态空间，还需要满足一下几项设计原则：

1、因地制宜

构建良好的生态环境是种植设计的基本原则。根据不同地区的特性采用相应的种植策略与场地环境相适应，形成不同功能区不同风貌特色。

2、经济适用

重要区域适当栽植大树，其余部分以中小规格苗木为主；保留场地内原有的生长良好的林地、湿地，通过整体风貌控制打造多层次林带空间，形成生态屏障。

（二）植物品种选择

表 6.2-4 植物品种

种类	名称	高度	冠幅	备注
小灌木	毛杜鹃	35-40cm	25-30cm	
	南天竹	35-40cm	25-30cm	

种类	名称	高度	冠幅	备注
	小叶栀子	35-40cm	25-30cm	
	大花六道木	35-40cm	25-30cm	
	紫穗槐	40-45cm	30-40cm	
	金山绣线菊	35-40cm	25-30cm	
	黄花萱草	30-35cm	25-30cm	
	鸢尾	40-50cm	25-30cm	

6.2.7.3 缓冲带宽度设计

植被缓冲带在拦截地表径流的沉积物和污染物方面而言，通常来讲，植被缓冲带的宽度越大，其拦截的效率也越高，但是当缓冲带达

到一定宽度的时候，其拦截效率不再随着宽度的增加而增大。根据河道修复的缓冲带建设研究的相关文献以及工程经验得出以下结论：

沉积物拦截：当缓冲带宽度由 2.5m 增加到 19.5m 时，沉积物的拦截效率由 50%增加到 98%。

N、P、COD 吸收拦截：对缓冲带在自然条件下拦截来自农田的 N、P、有机物能力进行研究，当缓冲带的宽度由 7m 增加到 16m 时，缓冲带吸收营养元素的效率提高了 20%，当缓冲带到达一定宽度时，其拦截营养物质的效率与宽度之前不再有显著的正相关，更宽的缓冲带只能够提供营养元素的储存空间，并不能提高缓冲带吸收转化营养元素的效率。

根据本工程可利用的生态空间结合文献与工程经验，工程区域现场的实际情况，确定缓冲带的宽度为 6m，部分区域空间有限则根据实际情况调整缓冲带宽度。

植被缓冲带在拦截地表径流的沉积物和污染物方面而言，通常来讲，植被缓冲带的宽度越大，其拦截的效率也越高，但是当缓冲带达到一定宽度的时候，其拦截效率不再随着宽度的增加而增大。根据河道修复的缓冲带建设研究的相关文献以及工程经验得出以下结论：

沉积物拦截：当缓冲带宽度由 2.5m 增加到 19.5m 时，沉积物的拦截效率由 50%增加到 98%。

N、P、COD 吸收拦截：对缓冲带在自然条件下拦截来自农田的 N、P、有机物能力进行研究，当缓冲带的宽度由 7m 增加到 16m 时，缓冲带吸收营养元素的效率提高了 20%，当缓冲带到达一定宽度时，其拦截营养物质的效率与宽度之前不再有显著的正相关，更宽的缓冲带只能够提供营养元素的储存空间，并不能提高缓冲带吸收转化营养

元素的效率。

根据本工程可利用的生态空间结合文献与工程经验,工程区域现场的实际情况,确定缓冲带的宽度为 6m, 部分区域空间有限则根据实际情况调整缓冲带宽度。

6.2.8 工程布置

生态缓冲带设计共三处, 合计长度: 1042 米, 标准宽度为 6 米。总面积为 6252 平方米, 种植小灌木品种如下: 毛杜鹃、南天竹、小叶栀子、大花六道木、紫穗槐、金山绣线菊、黄花萱草、鸢尾——八种功能性灌木。

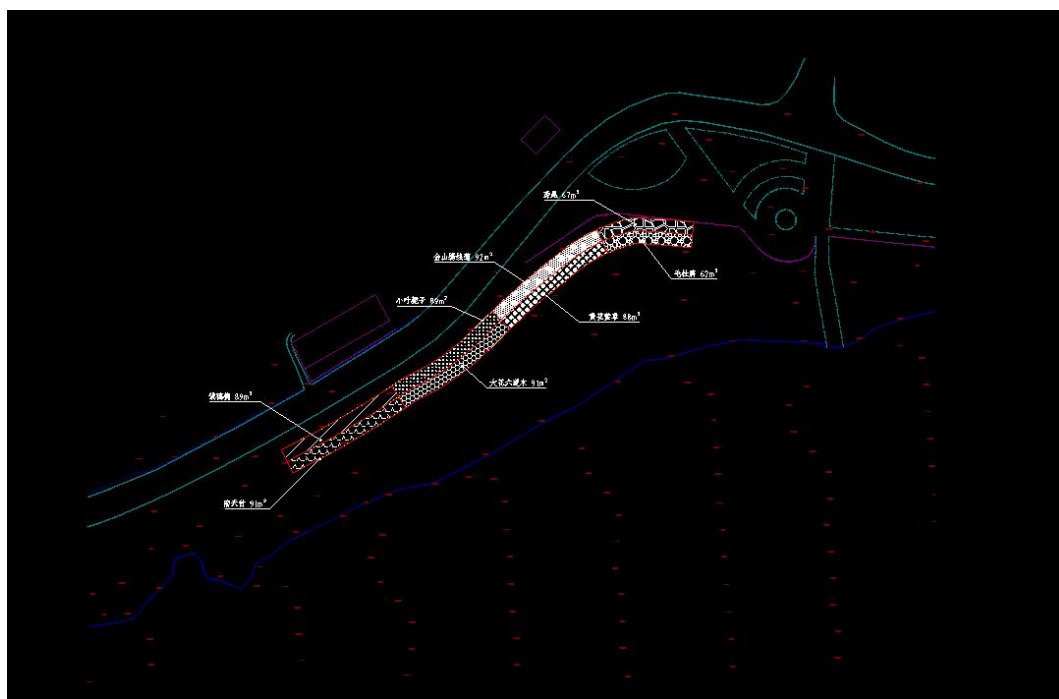


图 6.2-6 支剡线区段生态缓冲带平面方案图

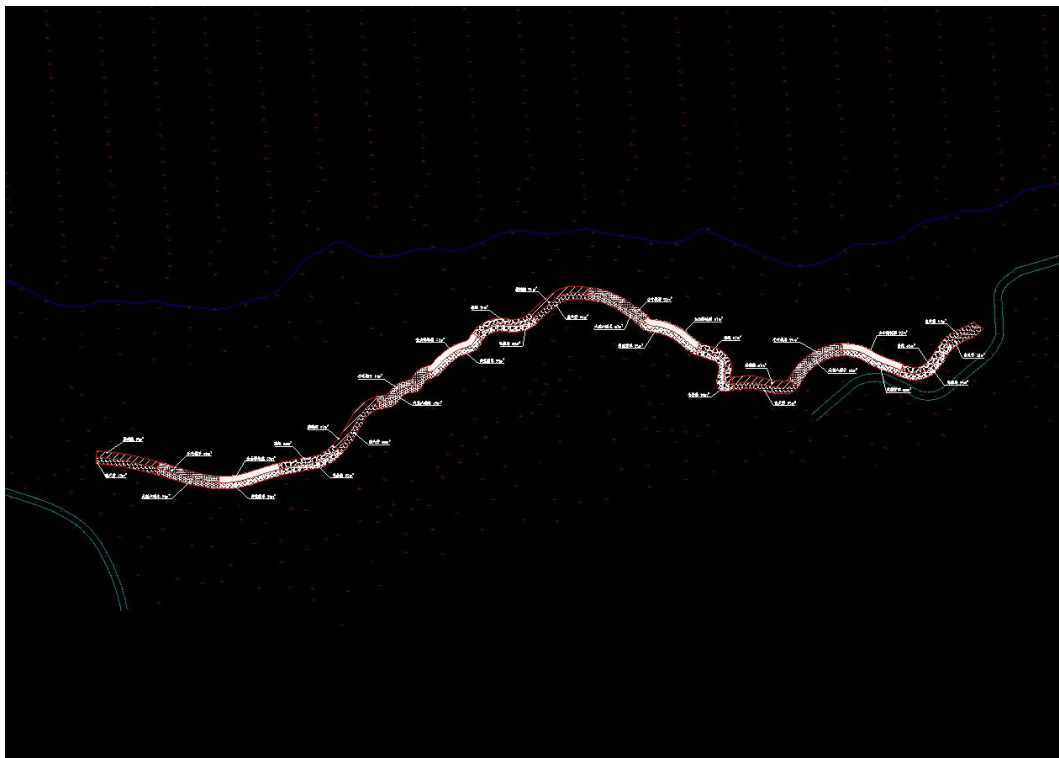


图 6.2-7 丁家蛟副坝东侧生态缓冲带平面方案图

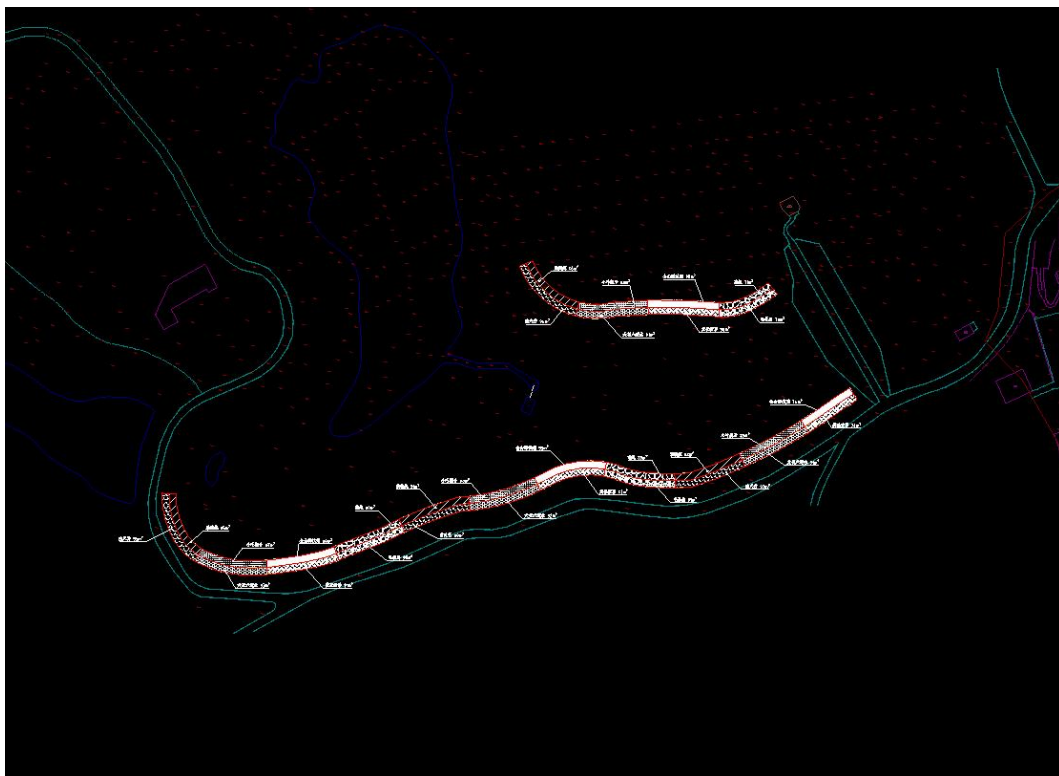


图 6.2-8 大沈岙副坝两侧生态缓冲带平面方案图

6.2.9 主要工程规模

生态缓冲带建设工程主要工程规模见下表。

表 6.2-5 生态缓冲带工程量表

序号	项目	规格	单位	工程量
1	生态缓冲带			
1.1	地形整理		m ²	2000
1.2	场地清理	杂草、树枝枯叶、垃圾	m ²	3000
1.3	土方开挖回填		m ³	2000
1.4	小灌木			
1.4.1	南天竹	高度 35-40cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	916
1.4.2	大花六道木	高度 35-40cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	811
1.4.3	小叶栀子	高度 35-40cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	809
1.4.4	毛杜鹃	高度 35-40cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	693
1.4.5	紫穗槐	高度 40-45cm, 冠幅 30-40cm, 25 株/m ²	m ²	718
1.4.6	金山绣线菊	高度 35-40cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	793
1.4.7	鸢尾	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	663
1.4.8	黄花萱草	高度 40-50cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	795

6.3 生态涵养林建设工程

6.3.1 设计原则

① 适地适植原则。不同植物有其固有的生态特性和特点，应根据具体的气候、土壤和水分条件，选择和营造与其相适应的湿地植物。

② 因害设防、综合治理原则。针对各地块采取层层设防措施，坡面配置水土保持和生态林，滩涂布设水源过滤林草带，形成库尾生态综合防治体系。

③ 生态环境效益优先兼顾社会效益的原则。由于该河滨带生态修复建设是一项综合的系统工程，需要各方面协作，因此在考虑生态效益的同时，必须考虑社会效益，才能调动周边农户的积极性来参与保护与维护本工程，使得入库河流污染拦截工程持续地发挥其生态环境效益。

④ 乔灌草植物的功能性和共生性原则。乔灌草植物种类多样，在涵养水源、保持水土以及调节气候、净化水质和美化环境等方面的功能不同，要按照具体要求选择适宜乔灌植物；由于不同植物间生长习性不同，在设计物种搭配时必须考虑植物的共生性或生态位。

⑤ 以短养长、长短结合的原则。在水土流失严重的区域，可采取一定的工程治理措施与景观绿化相结合，以达到保持水土的长期效果。

⑥ 景观动态性原则。植物不仅一年四季花开花落，有季相变化，而且也有树龄从小到大的过程，在配置时要充分考虑植物生长过程中可能产生的近期效果和远期效果。

6.3.2 现状概况

水库南侧、丁家蛟副坝西侧山体，存在大面积乔木林地被侵占现象，不但造成农药、化肥等面源类污染，且部分时间地表为裸露状态，在一定强度降雨条件下会形成地表径流对地表泥沙的冲击，直接流入前岩水库，也造成地表水土流失。



图 6.3-1 丁家蛟副坝西侧场地现状

水库南侧前岩村位于山地高处，会形成生活型面源污染经其北侧山体坡地流入前岩水库。



图 6.3-2 前岩村北侧场地现状

针对现有问题，系统规划设计前岩水库生态缓冲带及生态涵养林，构建前岩水库较为完善的生态屏障。

6.3.3 设计范围

针对前岩水库现有的问题，为了对入库面源污染等问题进行有效拦截及生态涵养应对，在生态涵养林选址方面，根据现状问题，结合永久农田卫星图斑及现场实地情况，水库南侧前岩村北侧坡地生态涵养林总面积 40889m²，设置生态涵养林 3 处，范围如下：

(1) 水库南侧、丁家蛟副坝西侧山体——在原林地用地范围内进行恢复性生态设计——设置生态涵养林。

(2) 水库南侧前岩新村北侧坡地——设置生态涵养林。

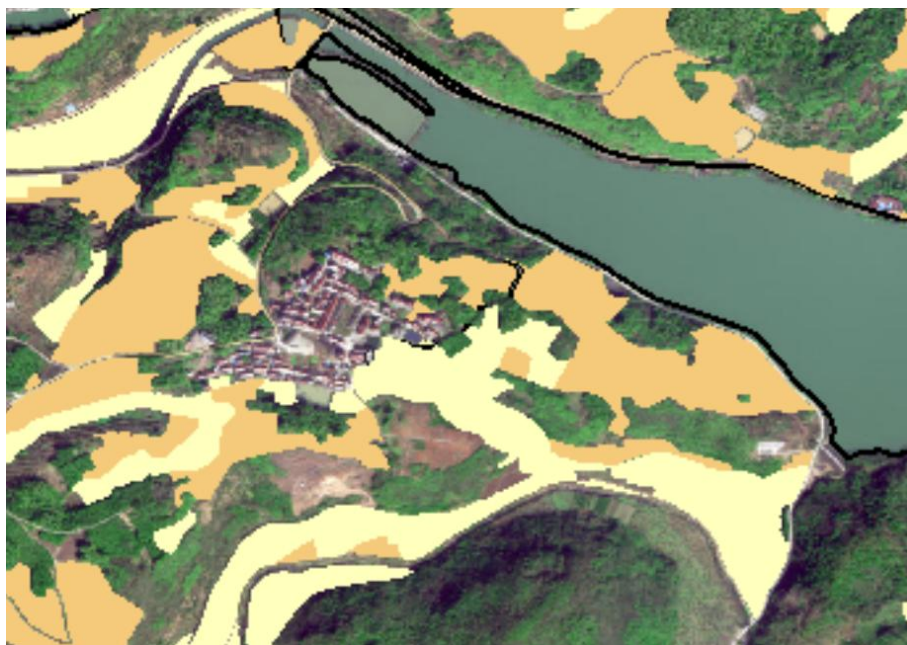


图 6.3-3 永久农田卫星图斑分区图



图 6.3-4 生态涵养林设计范围

6.3.4 设计思路

生态涵养林为在特定地区为保护水源、土壤、山体、防护等功能而建植的林木。生态涵养林在前岩水库的水源保护功能上——发挥生态效益，通过涵养水源、保持水土、防风固沙、保护生物多样性。

在总体构思层面，设计通过“区域调研-工艺比选-设计优化-实施优化”四个步骤，构建生态缓冲带技术体系、生态涵养林体系，满足截污、生态、景观等多重功能需求。

6.3.4.1 场地分析

生态涵养林的树种选择要遵循生态适应性和生态功能相结合的原则。应优先选择乡土树种，因为它们对本地环境适应能力强，能更好地维持生态系统的稳定性。

同时，还要考虑树种的生态功能，如水源涵养功能较强的树种（如栎树，其根系发达，能有效保持水土）、净化空气功能突出的树种（如银杏，对空气中的有害气体有一定的吸收作用）等。而且为了提高林分的抗逆性和生态系统的多样性，往往采用混交林模式，如针阔混交。

营造林草植被是水库周边生态修复工程的重点部分。首先，由于坡面严重的水土流失是造成水库淤积的一个重要原因，即相当一部分的入库泥沙来源于坡面的土壤侵蚀；另一方面，水库周边的农田由于长期施用化肥和喷洒农药，造成土壤中 N、P 以及少量有害元素的沉积，部分随着降水产生的地面径流带入水库中，形成面源污染。随着绿化措施的实施，将有效地减少库区坡面对水库所造成的危害。

1) 立地条件调查

这是生态涵养林建设的基础。需要对造林地的地形地貌（如坡度、

坡向、海拔）、土壤类型（包括土壤质地、酸碱度、养分含量）、气候条件（年降水量、温度变化、日照时长）、植被现状等进行详细调查。例如，在山区营造生态涵养林，要考虑不同海拔高度的植被分布规律，在高海拔地区可能更适合耐寒的针叶林生长，而低海拔地区可以种植一些阔叶树种。

通过收集这些数据，利用地理信息系统（GIS）等技术进行分析，划分出不同的立地类型，为树种选择和造林模式设计提供依据。

2) 植物品种选择要求

生态涵养林的树种选择要遵循生态适应性和生态功能相结合的原则。应优先选择乡土树种，因为它们对本地环境适应能力强，能更好地维持生态系统的稳定性。

同时，还要考虑树种的生态功能，如水源涵养功能较强的树种（如栎树，其根系发达，能有效保持水土）、净化空气功能突出的树种（如银杏，对空气中的有害气体有一定的吸收作用）等。而且为了提高林分的抗逆性和生态系统的多样性，往往采用混交林模式，如针阔混交，针叶树可以选择华山松，阔叶树可以选择栓皮栎。

6.3.4.2 植物品种选择

表 6.3-1 生态涵养林植物品种

种类	名称	胸径	高度	冠幅	备注
乔木	乌桕	6-8cm	3-4m	2-2.5m	

种类	名称	胸径	高度	冠幅	备注
竹类	阔叶箬竹		80-100cm	蓬径 60-80cm	
灌木	南天竹		35-40cm	25-30cm	
	大叶扶芳藤		20-30cm	10-20cm	

3) 造林密度设计

造林密度的确定要考虑树种特性、立地条件和经营目的。对于喜光树种，如落叶松，造林密度可以适当小一些，以保证每株树都能获得充足的光照；而耐阴树种，如冷杉，密度可以稍大。

从立地条件看，在土壤肥沃、水分充足的地方，树木生长速度快，造林密度可以小些；在条件较差的地方，为了尽快形成森林环境，密度可以适当加大。另外，如果是生态防护为主要目的，如水源涵养林，密度可以适当大些，以增强其涵养水源和保持水土的功能；如果是提供生态旅游景观为主，密度可以设计得更合理，便于人们观赏。

6.3.5 工程设计

本工程生态涵养林类型为林灌复合型生态涵养林。设计总面积为40889m²，包括生态竹林（阔叶箬竹 高 80-100cm；蓬径 60-80cm）——20076m²，大叶扶芳藤——5162m²，南天竹——15643m²，散植

乔木乌桕——70 株。

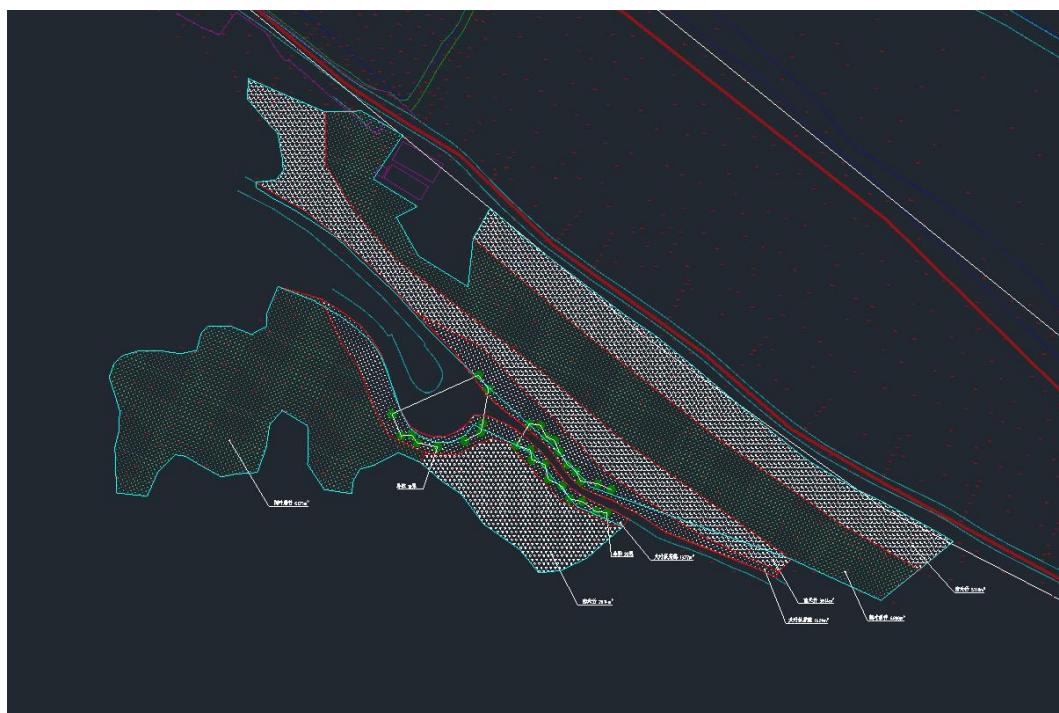


图 6.3-5 生态涵养林平面方案图一



图 6.3-6 生态涵养林平面方案图二

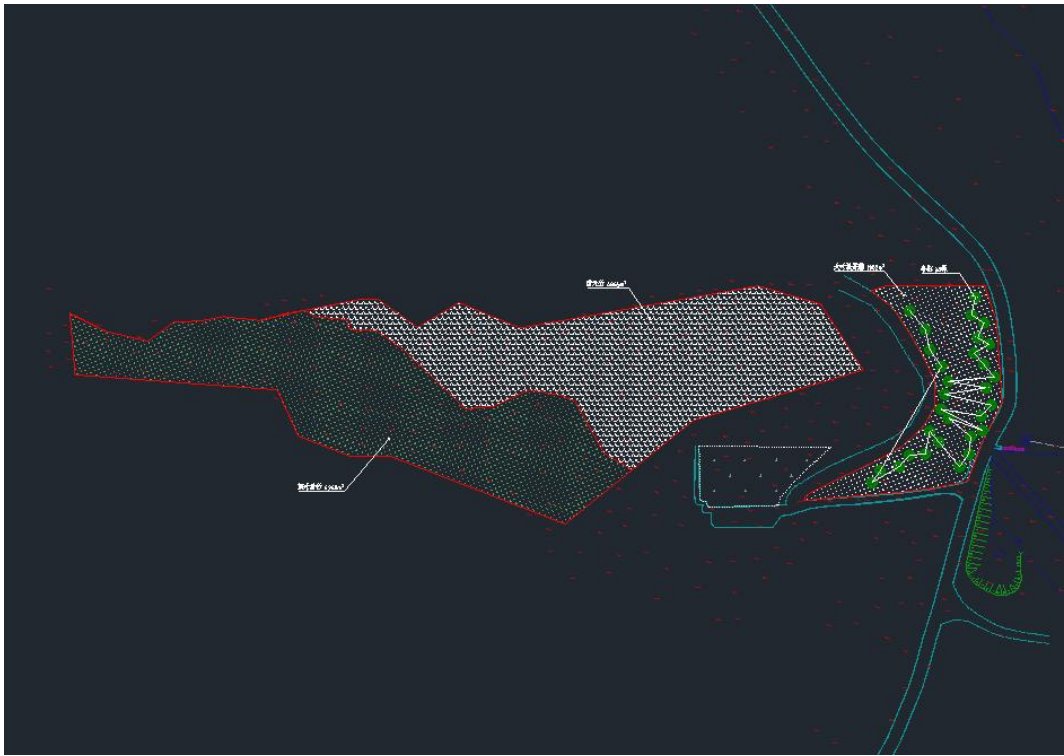


图 6.3-7 生态涵养林平面方案图三

6.3.6 主要工程规模

生态涵养林建设工程主要工程规模见下表。

表 6.3-2 生态涵养林建设工程量

序号	项目	规格	单位	工程量
1	生态涵养林			
1.1	放坡平整		m ²	20000
1.2	场地清理	杂草、树枝枯叶、垃圾	m ²	23000
1.3	土方开挖回填		m ³	18000
1.4	乔木类			
1.4.1	乌桕	胸径 6-8cm，冠幅 2-2.5m，株高 3-4m	株	70
1.5	灌木草本植物			
1.5.1	南天竹	高度 35-40cm，冠幅 25-30cm，25 株/m ²	m ²	15643

序号	项目	规格	单位	工程量
1.6	生态竹林	阔叶箬竹高 80-100cm，蓬径 60-80cm，15-20 枝/丛，3 丛/m ² ，成片密植	m ²	20076
1.7	地被植物			
1.7.1	大叶扶芳藤	高度 20-30cm，冠幅 10-20cm，25 株/m ²	m ²	5162

第 7 章 净化湿地建设工程

7.1 设计原则

7.1.1 设计原则

(1) 贯彻国家关于环境保护的基本国策，执行对生态环境保护和城乡公共服务设施建设的有关政策、法规、规范及标准。

(2) 保证湿地布设的合理性，充分发挥湿地功能性。根据污染程度，合理设计湿地运行参数，确保湿地稳定运行，保持良好污染物去除能力。减少湿地人为干扰，营造适宜生物多样性发展的环境空间，促进生物多样性恢复。

(3) 水质净化湿地应充分考虑设计进出水水质指标要求，并考虑进水水质现状、受纳水体的环境容量与可利用情况等因素，通过技术经济比较后优先采用能耗低、运行费用低、基建投资少、操作管理简便、技术成熟的湿地组合处理工艺。

7.2 功能定位

湿地建设总体功能定位为以水质净化功能为主，同时兼顾水源涵养和微气候调节功能、恢复生物多样性功能等。湿地项目功能主要体现在以下几个方面：

(1) 水质净化功能

通过湿地中生长的植物、微生物和细菌等通过湿地生物物理化学过程的转换，包括物理过滤、生物吸收和化学合成与分解等，将受污染水体中的污染物吸收、分解或转化，使湿地水体得到净化。通过湿

地系统对入库河流来水进行净化。

(2) 生态保护和生态修复功能

本次湿地的建设在对水生态现状调查的基础上,通过地形微重塑和水生植物配置改造库周生境和恢复水生生物群落结构,增加生物多样性,恢复稳定的生态系统功能;通过湿地的构建,不仅形成了鱼、虾、贝类的栖息地,同时也是鸟类的天堂。湿地的建设对于前岩水库及周边的生物多样性恢复、廊道构建起到了重要的作用。

(3) 水源涵养及微气候调节功能

生态湿地具有强大的水文调节和循环功能,可以有效贮存、滞留降水和地表径流,并补充地下水,保护了自然湿地中的所需水源,同时也达到降低水土流失的目的。不仅能储蓄大量水分,还能通过植物蒸腾和水分蒸发,把水分源源不断地送回大气中,从而增加了空气湿度,调节降水,在水的自然循环中起着良好的作用。

7.3 处理规模及进水水质

7.3.1 处理规模论证

河口净化湿地来水主要为前岩水库干流、澄溪江来水,入库干流、澄溪江多年平均径流量详见下表。除去最大月6月、7月汛期径流量,经计算入库干流年平均径流量为 $36114.02\text{m}^3/\text{d}$,本次取水规模取 $36000\text{m}^3/\text{d}$,超过设计规模来水从溢流堰直接溢流至前岩水库;澄溪江引水沟渠直接通至河口净化湿地,澄溪江来水量 $1000\sim 33000\text{m}^3/\text{d}$ 。故本次湿地设计规模取 $37000\sim 69000\text{m}^3/\text{d}$ 。

表 7.3-1 入库干流、澄溪江多年月平均流量（m³/d）

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
入库干流	406 13	587 50	581 74	249 60	340 39	814 40	766 53	538 79	541 27	126 71	107 60	131 68
澄溪江引水沟渠	166 45	255 00	306 45	913 3	116 77	310 67	327 42	245 16	213 33	348 4	113 3	516 1
合计	572 58	842 50	888 19	340 93	457 16	112 507	109 395	783 95	754 60	161 55	118 93	183 29

7.3.2 进水水质分析

前岩水库入库干渠、澄溪江沿线主要为农田和村庄，农业面源污染较为严重，根据 2024 年 8 月、10 月入库干渠中下游、澄溪江引水干渠末端水质检测结果，入库干渠主要超标指标为总氮，澄溪江引水干渠主要超标指标为 TN、TP，水质检测结果如下表所示：

表 7.3-2 水质检测结果（m³/d）

检测参数	单位	2024 年 8 月检测结果			2024 年 10 月检测结果		限值	评价依据
		干流中游	干流下游	澄溪江引水末端	干流中游	干流下游		
水温	℃	28.7	28.5	29.5	13.8	14.2	/	
透明度	cm	/	/	45	/	/	6~9	GB3838-2002 地表水环境质量标准
pH 值	无量纲	7.4	8.4	8.4	8.0	7.9	≥6	
溶解氧	mg/L	6.83	7.12	8.83	10.51	9.87	10	
氨氮	mg/L	0.081	0.091	0.330	0.069	0.067	≤0.5	
总磷	mg/L	0.040	<0.01	0.119	0.030	0.031	≤0.1	

检测参数	单位	2024 年 8 月检测结果			2024 年 10 月检测结果		限值	评价依据
		干流中游	干流下游	澄溪江引水末端	干流中游	干流下游		
总氮	mg/L	1.26	1.90	0.97	1.26	1.47	≤0.5	
土臭素	ng/L	<3.8	<3.8	<3.8	4.6	<3.8	10	GB5749-2022 生活饮用水卫生标准
2 甲基异莰醇	ng/L	4.4	5.7	6.2	<2.2	<2.2	10	
浊度	NTU	0.5	0.6	0.8	0.6	0.5	1	

7.4 设计目标

根据前岩水库入库干渠、澄溪江引水干渠实测水质，并对其进行加权平均，本湿地进出水水质如下表所示：

表 7.4-1 设计进出水水质

指标	TN	TP
入库干流进水（mg/L）	1.2~1.9	0.01~0.04
澄溪江进水（mg/L）	0.77~1.19	0.11~0.13
设计进水水质（mg/L）	1.14~1.54	0.044~0.064
总去除率（%）	8~20%	6~20%

前岩水库净化湿地设计目标 TN 去除率达到 8~20%，TP 去除率达到 6~20%。

7.5 工艺流程

鉴于前岩水库主要超标因子为 TN、TP，湿地主体工艺选择 TN、TP 去除效果好，能耗低，运行费用低，基建投资少，操作管理简便工艺，本工程推荐以水平潜流湿地为主，按需前置生态塘等处理工艺，

缓解潜流湿地堵塞现象。本方案结合现场实际情况，主体工艺选择潜表耦合湿地、梯级砾间净化湿地，其本质上均为水平潜流湿地。

潜表耦合湿地构建于现状水塘，干流河道来水低流量时表现为水平潜流湿地，具有较好的污染物去除能力，确保出水水质；高流量时以表流为主，潜流为辅，防止悬浮物进入滤床造成湿地堵塞，提高湿地寿命。

梯级砾间净化湿地主要建设于前岩水库库尾浅滩，结合现状滩地高程差构建梯级砾间净化湿地，减少场地平整土方量，并减轻库区水位变动对湿地运行水位的影响。

前岩水库干流河道来水首先通过引水管汇入生态塘，经前置生态塘沉沙预处理，并均匀配水后汇入潜表耦合湿地，出水汇集至收水渠，经管道输送至梯级砾间净化湿地配水渠，与澄溪江引水干渠来水混合并均匀配水后逐级流经各级砾间净化湿地，出水最终经末端格宾石笼挡墙渗滤至前岩水库。

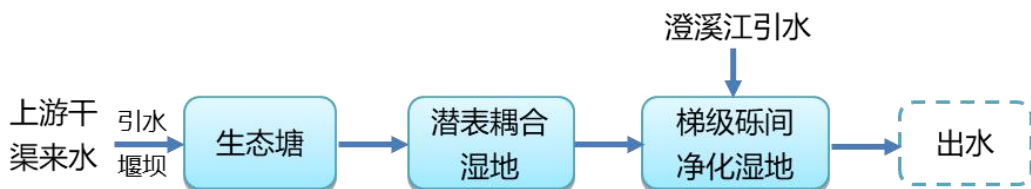


图 7.5-1 工艺流程图

7.6 平面布置和竖向设计

7.6.1 平面布置

于入库干流设置挡水堰，设置引水管涵将干流来水依次进入生态塘、水平潜流湿地、表流湿地，河道来水经湿地生态净化处理后汇入前岩水库。

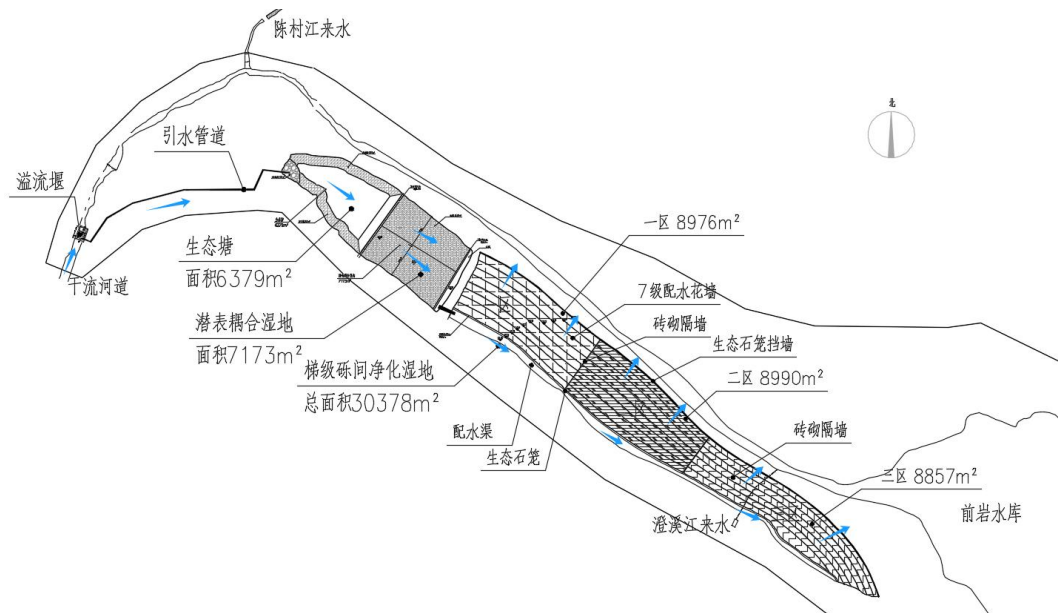


图 7.6-1 净化湿地建设工程平面布置图

各工艺单元参数如下表所示：

表 7.6-1 净化湿地建设工程主要内容特性表

序号	工程内容	单位	数量	规格
1	溢流堰	座	1	
2	生态塘	m ²	6379	包含块石消能、沉水植物种植等
3	潜表耦合湿地	m ²	7173	包括石笼挡墙、填料区、收水渠等
4	梯级砾间净化 湿地	m ²	30378	包含配水渠、石笼挡墙、填料区、收 水渠等
5	引水管道	项	1	

7.6.2 竖向设计

于入库干流设置溢流堰壅高水位至 68m，依次自流进入生态塘、潜表耦合湿地、梯级砾间净化湿地生态净化后自流至前岩水库。

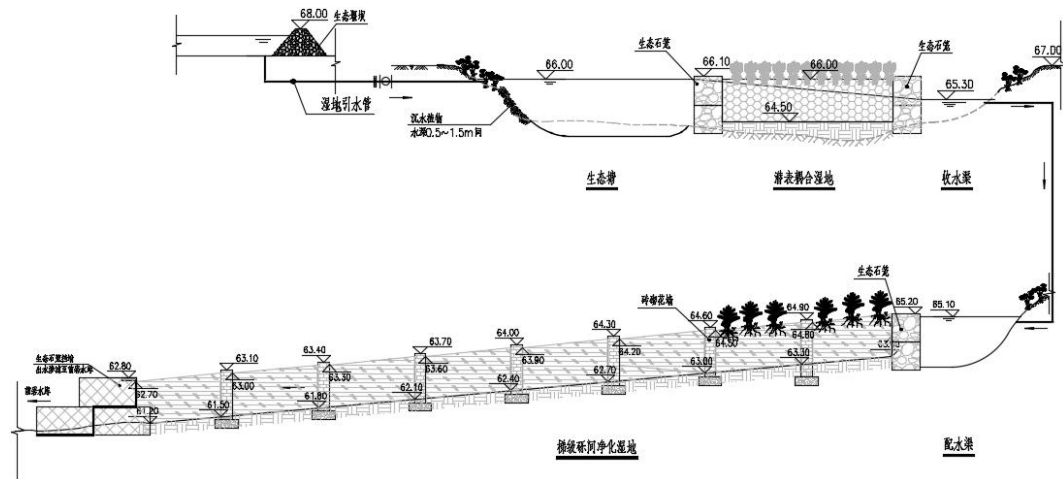


图 7.6-2 工艺高程图

各工艺单元竖向高程如下表所示：

表 7.6-2 净化湿地竖向高程表

序号	工艺单元	高程 (m)
1	溢流堰	68
2	生态塘	66
3	潜表耦合湿地起点	66
4	潜表耦合湿地终点	65.3
5	梯级砾间净化湿地起点	64.4~65.1
6	梯级砾间净化湿地终点	61.5~62.7

7.7 取水工程

7.7.1 堰坝工程

7.7.1.1 设计依据及执行规范

- (1) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (2) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (3) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；

- (4) 《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）；
- (5) 《水工建筑物结构设计规范》（SL191-2008）；
- (6) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）；
- (7) 《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007）；
- (8) 《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；
- (9) 《水闸设计规范》（SL265-2016）；
- (10) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- (11) 《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）；
- (12) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- (13) 《水工建筑物抗震设计规范》（SL203-97）；
- (14) 国家及行业颁布的其他最新相关现行规范、规程、标准等。

7.7.1.2 工程等级和标准

(1) 工程等别、主要建筑物级别和防洪标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）及《城市防洪工程设计规范》（GB/T50805-2012）规定，确定本工程工程等别为V等，本工程区域内河道防洪标准为10年一遇，对应建筑物等级为5级，次要建筑物为5级，临时建筑物5级。故堰坝工程建筑物级别为5级。

(2) 工程耐久性设计

1) 工程合理使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），“3.0.2 水利水电工程合理使用年限，应根据工程类别和等别确定”、“3.0.3 水利水电工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限，应根据其所在工程的建筑物类别和级别确定，且不应

超过工程的合理使用年限”，确定本工程合理使用年限为 30 年，建筑物合理使用年限为 30 年。

2) 混凝土耐久设计

建筑物所处环境类别属于三类环境，混凝土抗冻等级采用 F50，抗渗等级采用 W4，混凝土最小厚度满足下表的要求。

表 7.7-1 建筑物混凝土耐久性设计指标表

建筑物	强度等级	抗渗等级	抗冻等级
堰坝	C25	W4	F50

表 7.7-2 混凝土保护层最小厚度

项次	构件类别	环境类别				
		一	二	三	四	五
1	板、墙	20	25	30	45	50
2	梁、柱、墩	30	35	45	55	60
3	截面厚度不小于 2.5m 的底板及墩墙	/	40	50	60	65

(3) 地震设防

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本地区场地地震动峰值加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，抗震设防烈度为 7 度。根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）、《水工建筑物抗震设计标准》（SL 51247-2018），本工程堰坝可不进行抗震设计。

(4) 高程系及坐标系

坐标系采用 2000 国家大地坐标系，高程系采用 1985 国家高程基准。

7.7.1.3 堰址与堰型设计

（1）选址原则

根据本工程的建设任务结合工程的区域现状，堰坝工程选址应遵循以下原则：

1、堰坝址应选择在上、下游相对较顺直河段，以保证堰坝建筑物布置合理顺畅，堰坝安全运行和与上下游河道的顺接；

2、堰坝址应结合河床设计纵坡、河道蓄水和防洪要求进行确定，尽可能减小对原河势的影响。

3、堰坝址选择应结合地形、地质条件和施工布置，考虑周边建筑物及场地布局现状，尽可能少占地、少拆迁，减少政策处理难度和工程处理措施，降低工程造价；

4、堰坝址选择应考虑与周边建筑和景观相协调，尽量减少对环境的影响。

（2）堰坝工程选址

本次拟在入库河口净化湿地上游段设置溢流堰抬高河道水位，并通过引水管将河道来水引至湿地生态塘。

方案 1：利用现状拦水堰改造

河道下游侧有现状堰坝一座，堰顶高程 67.15m，在加固改造后通过取水工程将河道水引到净化湿地。

现状堰坝有一定的拦水功能，可在现状基础上改造后利用，减少对现状河道的干扰，同时可以减少建设费用，缩短建设周期；但通过对现状堰坝的调查，堰坝现状破损严重，功能不满足设计需求，现状堰坝设计资料缺失，需要进行大规模的改造，同时利用现状拦水堰时，引水管道需要穿过现状农田。

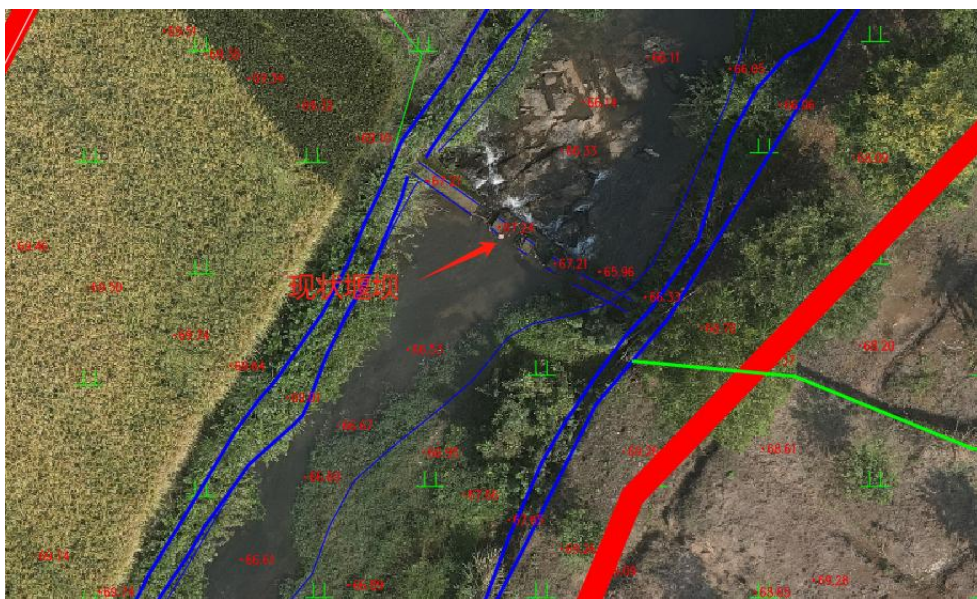


图 7.7-1 现状拦水堰坝位置示意图

方案 2：新建拦水堰坝

在河道上游侧新建拦水堰坝，蓄水后通过取水工程将河道水流引到净化湿地。

新建堰坝可以完全满足取水量、防洪能力等目标的实现，同时兼具外观功能的实现，引水管道可沿现状道路布置，不占用农田；但新建堰坝建设周期更长，投资相对更高。

通过对两种方案在功能目标实现、美观、造价、施工难度等方面的比选，方案 2 虽然需要较高的投资和较长的工期，但在功能上更合理可行，同时更具美观性，因此本工程选择方案 2 新建拦水堰坝。

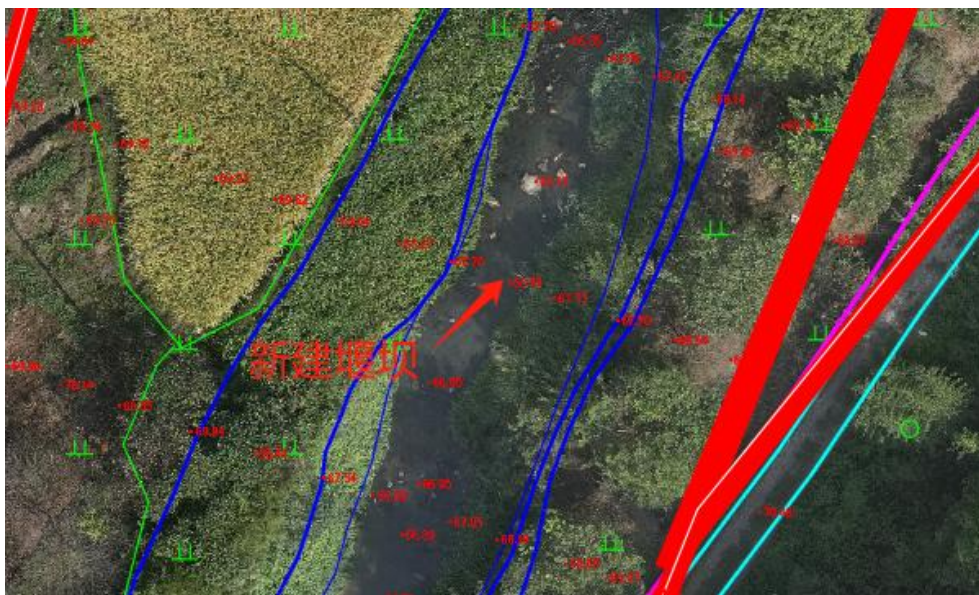


图 7.7-2 新建拦水堰坝位置示意图

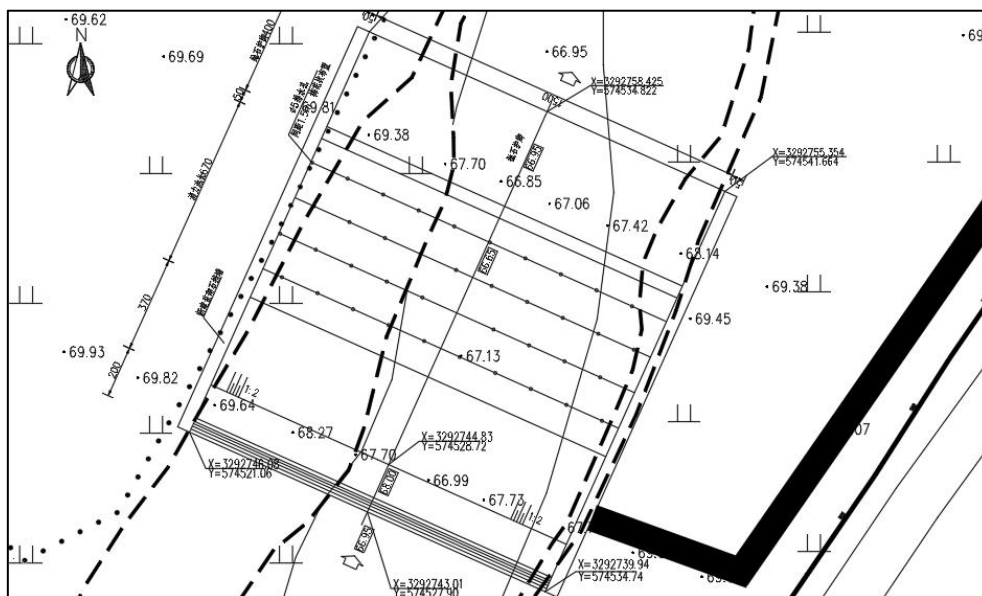


图 7.7-3 拦水堰坝平面布置

(3) 堰型选择

① 叠石堰

叠石堰主要用于拦截水流、蓄水，适用于低水头（通常小于 3 米）流速缓的小型河流或溪流，适合地形平缓的河道，施工简单。主要材料为块石和混凝土，对环境影响较小。



图 7.7-4 叠石堰

② 鱼鳞堰

鱼鳞堰兼具蓄水、防洪等功能,适用于水头较低(通常小于 5 米)、地形起伏较大、需要分散水流的中小型河流,施工难度较高,造价也更高,对生态环境有一定的影响。

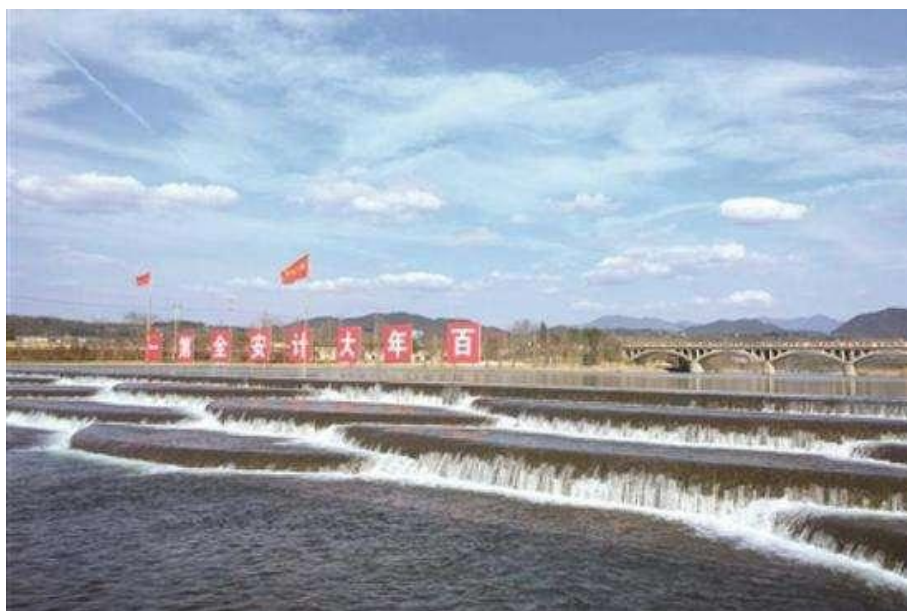


图 7.7-5 鱼鳞堰

本次拦水堰上下游高差小,河道地形平坦且断面较小,本次设计采用叠石堰型式。

7.7.1.4 主要建筑物设计

(1) 拦河堰

根据现有河段河道底高程以及引水管高程确定拦水堤高程。拦水堰顶高程为 68.00m，拦水堰顶宽 2m，堰高 2.45m，堰身采用 C25 埋石砼，外设 0.5m 厚 C25 砼，堰坝沿水流方向长 5.7m，垂直水流方向宽 15m。下游设 C25 钢筋混凝土消力池，消力池长 6.7m，深 0.8m，消力池底板厚 0.5m，底设直径 50mm 的 PVC 排水管，间距 1.5m，梅花型布置，消力池后接抛石防冲槽，槽深 1.4m。

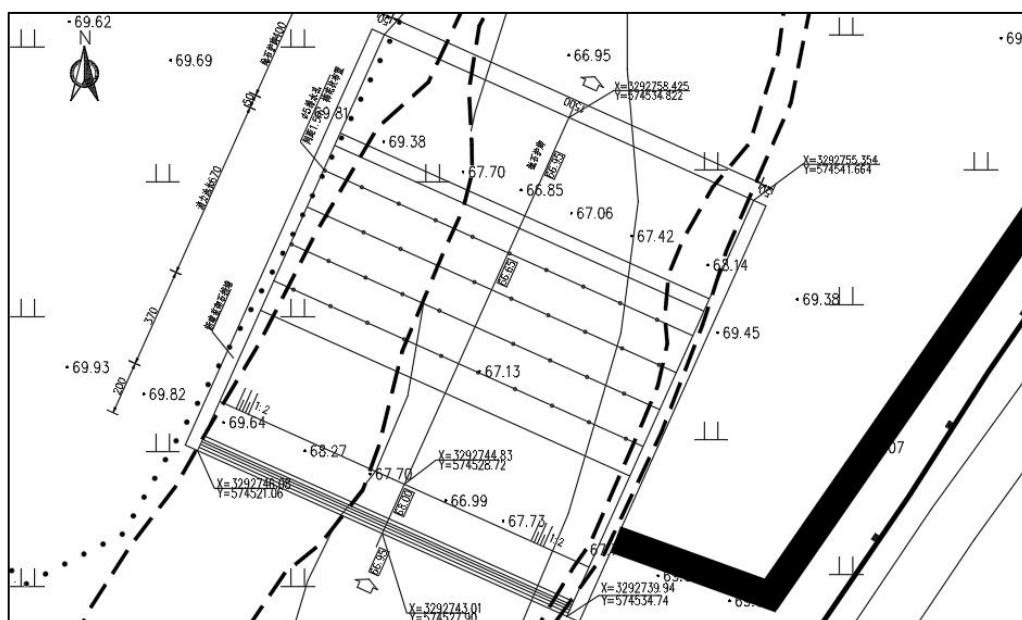


图 7.7-6 取水堰坝平面布置图

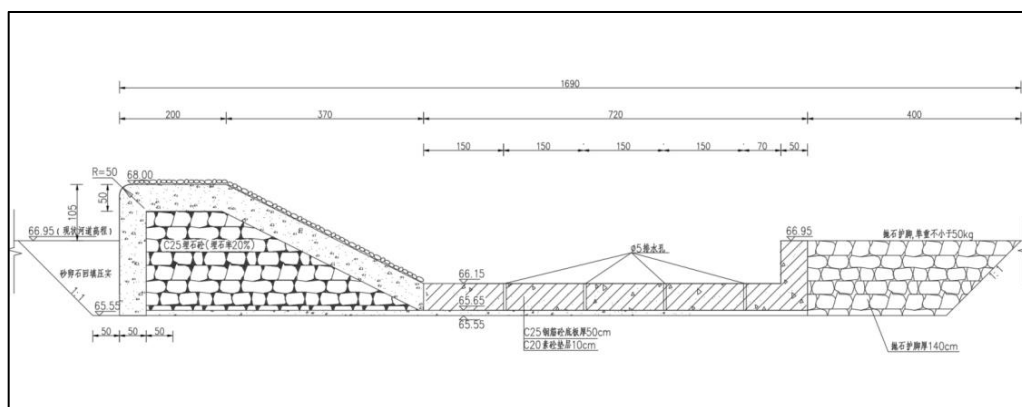


图 7.7-7 取水堰坝纵剖面图

表 7.7-3 堰坝设计指标表

闸坝名称	位置	十年一遇 洪水位 (m)	河底高程 (m)	堰宽 (m)	堰顶 高程 (m)	堰后 常水位 (m)	堰型
拦河堰坝	入库干流	70.05	66.95	15	68	67.15	叠石堰

(2) 河道挡墙

经过现场踏勘及乡镇要求，拦河堰上游 168m 范围内现状挡墙破损，且挡墙高度不满足防洪要求，因此本次对拦河堰上游 168m 至拦河堰位置的现状护岸挡墙进行拆除重建。挡墙形式采用浆砌石挡墙，K0-168~K0-150 段挡墙高 2.7m，K0-150~K0±000 段挡墙高 3.6m。

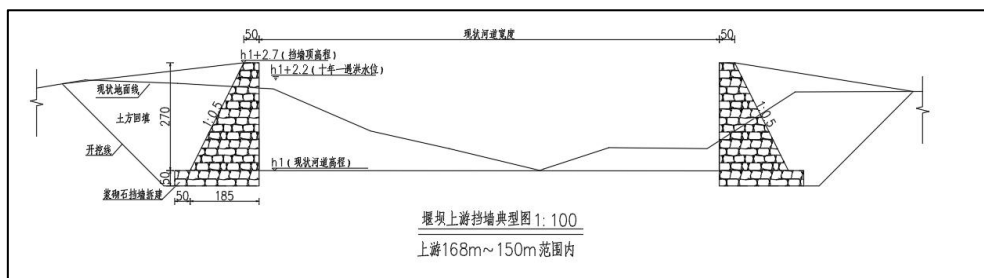


图 7.7-8 挡墙典型断面图 1

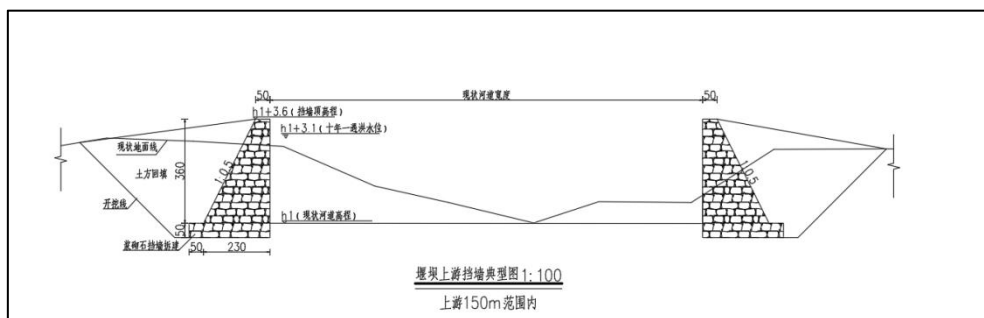


图 7.7-9 挡墙典型断面图 2

7.7.1.5 设计计算

1、过流能力复核

本次设计根据《溢洪道设计规范》（SL253-2018）宽顶堰公式：

$$Q = \varepsilon m B \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中：

Q —流量， m^3/s ；

B —总净宽， m ；

m —二元水流宽顶堰流量系数；

ε —侧收缩系数，选取 $\varepsilon=1.0$ ；

H_0 —计入行进流速的堰上总水头（ m ）， $H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}$ ， H 为上游堰上水深。

经计算，堰坝过流能力为 $151\text{m}^3/\text{s}$ ，大于十年一遇设计流量 $150.40\text{m}^3/\text{s}$ ，满足过流。

2、消力池长度

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j$$

$$L_j = 6.9 \times (h_c'' - h_c)$$

式中：

L_{sj} —消力池长度（ m ）；

L_s —消力池斜坡段水平投影长度（ m ）；

β —水跃长度校正系数，可采用 $0.7 \sim 0.8$ ；

L_j —水跃长度（ m ）。

根据流量和上下游水位，试算确定消力池池深。堰坝不具备流量控制功能，采用设计水位时的设计堰上水深计算消力池深度。

堰坝设计流量为 $151\text{m}^3/\text{s}$ ，堰顶水深为 3.1m ，下游水深 2.2m ，经计算，消力池深度 0.31m ，消力池长度为 5.7m ，考虑到可能存在的淤

积情况，本工程设置池长 6.7m 的消力池，池深 0.8m，消力池底板厚 0.5m，在堰坝末端布置抛石防冲槽，能够满足消能防冲。

3、防渗排水设计

堰坝为均质土地基时，设计采用平展式地下轮廓。初拟堰坝防渗长度，采用渗径系数法。本堰位于圆砾地基上，参照根据《水闸设计规范》表 4.3.2，取圆砾的渗径系数 $C=4$ 计算，最小防渗长度为： $L=C \Delta H$ ，水头差按可能出现的最不利工况进行计算，正常水位对应下游无水，取较大水头差进行计算，堰前正常水位为 68.00m，堰后无水高程为 66.95m，经校核堰坝坝基实际的防渗长度（19.45m）及绕渗长度均满足最小防渗长度（4.2m）要求。

4、稳定计算

（1）基本组合

- 1) 完建工况：完建期，地下水位在坝底板以下。
- 2) 正常挡水工况：坝上正常挡水位，坝下水位平河底。

（2）特殊组合：

- 1) 正常挡水+地震工况：坝上正常挡水位，坝下水位平河底，7 度地震。

（3）计算公式

1) 抗滑稳定计算公式

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），抗滑稳定安全系数按下列公式计算：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H}$$

式中：

K_c —沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

$\sum G$ —作用在闸室上的全部竖向荷载，kN；

f —闸室基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum H$ —作用在闸室上的全部水平向荷载，kN。

2) 基底应力计算公式

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），当结构布置及受力情况对称或不对称时，分别按下列公式计算：

$$P_{max}^{min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

$$P_{max}^{min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M_x}{W_x} \pm \frac{\sum M_y}{W_y}$$

式中：

P_{max}^{min} —闸室基底应力的最大值或最小值，kPa；

A —闸室基底面的面积， m^2 ；

$\sum M$ —对称时作用在闸室上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面形心轴的力矩，kN·m；

W —对称时闸室基底面对于该底面形心轴的截面矩， m^3 ；

$\sum M_x$ 、 $\sum M_y$ —不对称时作用在闸室上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面形心轴 x 、 y 的力矩，kN·m；

W_x 、 W_y —不对称时闸室基底面对于该底面形心轴 x 、 y 的截面矩， m^3 。

(4) 计算结果及分析

在各种工况下堰坝稳定计算成果见下表。

表 7.7-4 堰坝稳定计算表

	计算工况	平均基底应力 (kPa)	最大基底应力 (kPa)	最小基底应力 (kPa)	地基允许承载力 (kPa)	$P_{\max}/P_{\min}$	$[P_{\max}/P_{\min}]$	抗滑稳定安全系数	
								顺水流方向	允许值
堰坝	施工完建	28.55	29.07	28.02	220	1.04	2	/	/
	正常蓄水	19.66	23.71	15.61	220	1.52	2	3.21	1.2
	地震 + 正常蓄水	22.54	23.63	15.68	220	1.51	2.5	2.72	1

堰坝各工况抗滑稳定安全系数及地基应力均满足规范要求。

5、挡墙计算

(1) 挡墙顶高程确定

堤顶高程按设计洪水位加堤顶超高确定。堤顶超高按《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），由下式计算：

$$Y = R + e + A$$

式中：

Y —堤顶超高 (m) ;

R —设计波浪爬高 (m) ;

e —设计风壅增水高度 (m) ;

A —安全加高。

1) 风向与风速

计算风速的取值：根据嵊州市气象站统计资料，计算出汛期各风向最大风速的平均值，按照堤防设计规范，乘以 1.5 的系数即为计算风速。计算风向与堤防垂直。

2) 平均波高

按《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）推荐公式（C.1.2-1、C.1.2-2）计算确定。

$$\frac{g\bar{H}}{V^2} = 0.13th \left[0.7 \left(\frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right] th \frac{0.0018 \left(\frac{gF}{V^2} \right)^{0.45}}{0.13th \left[0.7 \left(\frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right]}$$

$$\frac{g\bar{T}}{V} = 13.9 \left(\frac{g\bar{H}}{V^2} \right)^{0.5}$$

式中：

$\bar{H}$ —平均波高 (m) ;

$\bar{T}$ —平均波周期 (s) ;

V —计算风速 (m/s) ;

F —等效风区长度 (m) ;

d —水域的平均水深 (m) ;

g —重力加速度 (9.81m/s²) 。

3) 波长

$$L = \frac{g\bar{T}^2}{2p} th \frac{2pd}{L}$$

式中:

L —波长 (m)

$\bar{T}$ —平均波周期 (s),

其他符号及意义同上。

4) 波浪爬高计算

按《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 式 C.3.1-1) 计算确定。

$$R_P = \frac{K_\Delta K_V K_P}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{\bar{H}L}$$

$$m = \cot \alpha$$

式中:

R_P —累积频率为 P 的波浪爬高 (m);

K_Δ —斜坡的糙率及渗透性系数;

K_V —经验系数;

K_P —表示 R_P 和平均爬高 $\bar{R}$ 比值 $\frac{R_P}{\bar{R}}$ 的爬高累积频率换算系数;

m —斜坡坡率;

$\bar{H}$ —堤前波浪的平均波高 (m);

L —堤前波浪的平均波长 (m)。

5) 风壅水面高度

按《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 式 C.2.1 计算确定。

$$e = \frac{KV^2F}{2gd} \cos \beta$$

式中:

e —计算点的风壅水面高度 (m);

K —综合摩阻系数，可取 3.6×10^{-6} ；

V —设计风速；

F —计算点逆风向量到对岸的距离（m）；

d —水域的平均水深（m）；

β —风向与堤轴线的法线的夹角（度）。

6) 安全加高

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）表 3.2.1 的规定，5 级堤防安全加高为 0.3m（允许越浪）。

7) 堤顶超高

经计算，拦河堰位置堤顶超高为 0.443m，本次设计参考现状两岸高程取 0.50m，堤顶超高计算结果见下表。

表 7.7-5 堤顶超高计算计算表

断面	设计风速 (m/s)	波浪爬高 R (m)	风壅水面 高度 e (m)	安全加高 A (m)	计算堤顶 超高 (m)	设计堤顶超 高 (m)
拦河堰	24.3	0.143	0.001	0.3	0.444	0.50

(2) 挡墙稳定计算

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）的要求及挡土墙的实际运行情况对挡土墙进行稳定计算，计算工况见下表。

表 7.7-6 堤顶超高计算计算表

荷载组合	计算情况	荷载							
		自重	附加荷载	土压力	水重	静水压力	扬压力	风浪压力	地震荷载
基本组合	①正常情况	√	√	√	√	√	√	√	—
特殊组合 I	③完建情况	√	√	√	√	—	—	—	—

荷载组合	计算情况	荷载							
		自重	附加荷载	土压力	水重	静水压力	扬压力	风浪压力	地震荷载
特殊组合 II	④地震	√	√	√	√	√	√	√	√

1) 抗滑稳定计算公式

土基上沿挡土墙基底面的抗滑稳定安全系数按下列公式计算：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H}$$

式中：

K_c —沿挡土墙基底面的抗滑稳定安全系数；

$\sum G$ —作用在闸室上的全部竖向荷载，kN；

f —挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum H$ —作用在挡土墙上的全部水平向荷载，kN。

2) 基底应力计算公式

挡土墙基底应力按下列公式计算：

$$p_{max}^{min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

式中：

p_{max}^{min} —挡土墙基底应力的最大值或最小值，kPa；

A —挡土墙基底面的面积， m^2 ；

$\sum M$ —对称时作用在挡土墙上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面形心轴的力矩，kN·m；

W —对称时挡土墙基底面对于该底面形心轴的截面矩， m^3 。

）挡土墙抗倾覆稳定安全系数按下列公式计算：

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H}$$

式中：

K_0 —挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

M_V —对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩， $\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

M_H —对挡土墙基底前趾的倾覆力矩， $\text{kN}\cdot\text{m}$ 。

本次选择 K0-168 位置（高 2.7m）和 K0±000 位置（高 3.6m）挡墙进行分析计算，计算成果如下表所示。

表 7.7-7 挡墙稳定计算成果表

断面	计算工况	基底应力 (kPa)				不均匀系数 η		抗滑安全系数 K_c		抗倾安全系数		整体稳定性计算	
		最大	最小	平均	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值
K0-168	正常情况	104.91	33.66	69.28	220	3.11	-	2.65	1.2	2.90	1.4	2.48	1.2
	完建情况	116.02	43.817	79.92	220	2.64	-	2.66	1.05	3.56	1.3	2.58	1.15
	地震情况	111.22	34.79	73.00	220	3.19	-	1.97	1.05	2.42	1.3	2.30	1.05
K0±000	正常情况	134.91	63.66	99.28	220	2.12	-	1.97	1.2	3.34	1.4	1.94	1.2

断面	计算工况	基底应力 (kPa)				不均匀系数 η		抗滑安全系数 K_c		抗倾安全系数		整体稳定性计算	
		最大	最小	平均	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值	计算值	允许值
	完建情况	146.02	73.82	109.92	220	1.98	-	3.66	1.05	4.16	1.3	2.18	1.15
	地震情况	141.22	64.79	103.01	220	2.18	-	1.91	1.05	2.81	1.3	1.70	1.05

建基面土层为圆砾，地基的承载力特征值 $f_a=220\text{kPa}$ ，由计算结果可以看出承载力、抗滑及抗倾覆稳定均满足要求。

7.7.2 引水管道工程

7.7.2.1 设计原则

- 1) 按规划建设用地布局设置管道。
- 2) 管线尽量做到线路短，起伏小，以减少管线投资和泵站输送扬程。
- 3) 根据管线沿线实际地形、地质和施工条件，尽量避免穿越障碍物、减少拆迁，降低政策处理的难度。
- 4) 执行国家关于环境保护的政策，符合国家的有关法规、规范及标准。
- 5) 尽量减少对环境的影响。

7.7.2.2 设计规模

本次湿地进水设计规模 3.6 万 m^3/d ，输水管道设计流量为 $0.417\text{m}^3/\text{s}$ 。

新建压力输水管道由堰坝后水体经取水头部进水，输水至下游湿地进水渠。

7.7.2.3 管径选择

1) 水力计算公式

每米管道水头损失： $i = \frac{v^2}{C^2 R}$

式中：

V —平均流速 (m/s)

$V=Q/A$ ， Q —流量 (m^3/s)， A —面积 (过水断面 m^2)；

R —水力半径 (m)， $R=A/x$ ， x —湿周 (m)；

C —流速系数， $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ ， n —粗糙系数，钢管取 0.013，球墨铸铁管取 0.013，塑料管取 0.01。

2) 管径选择

输水管线为压力流管道，设计规模 3.6 万 m^3/d ，按经济流速考虑，本工程管道管径推荐采用 DN800。

3) 水头损失

输水管道总长约 255m，管径为 DN800 钢管，根据海森-威廉公式按流量 $0.417\text{m}^3/\text{s}$ 计算：

按满管压力流考虑， $Q=0.417\text{m}^3/\text{s}$ ，DN800 管内流速为 $v_1 = 0.83\text{m/s}$

①沿程水头损失 $h_l=0.31\text{m}$ ；

②局部水头损失：

DN800 管道 90°弯头 $\varepsilon_1 = 1.05$

DN800 闸阀 $\varepsilon_2 = 0.06$

$$h_{21} = (3\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2) \frac{v_1^2}{2g} = 0.115\text{m}$$

局部水头损失 $h_2=0.115\text{m}$

预留安全水头 1.0m;

综上，堰坝最低水位与湿地水面之间的高差为：

$$H=0.31+0.115+1=1.43\text{m}$$

7.7.2.4 管道及构筑物设计

1) 管道平面设计

本次设计管道为湿地进水管，自坝前水体接出两根 DN600 输水管至取水井，长度约 20m；由取水井接出一根 DN800 压力管至湿地进水渠，长度约 255m，新建 DN800 湿地进水管在进入湿地前端新建 1 座蝶阀井。湿地内部新建一根 DN800 连通管，长度约 25m。

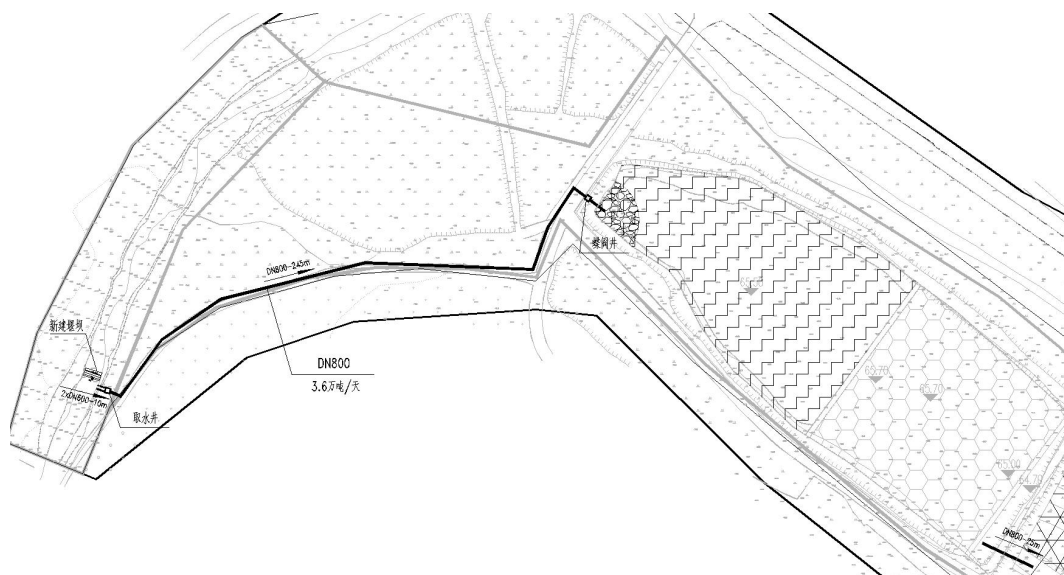


图 7.7-10 取水管道平面图

2) 取水井

本次设计取水井平面尺寸为 2.6m×2.6m。

平板式格栅：2 个，不锈钢 800mm×800mm，栅条宽度 10mm，栅条间距 30mm。

铸铁镶铜圆闸门：1 台，ZMY800，配手电两用启闭机。

7.7.2.5 管材选择

1) 管材种类

排水管必须具有：足够的强度、抵抗水中杂质的冲刷和磨损的作用、抗腐蚀的性能、不透水性、内壁应光滑、能最好就地取材等特点。

目前，在市政排水工程中常用的管材根据其原材料可分为三类，分别为混凝土管材（混凝土管、钢筋混凝土管和 PCCP 管）、金属管材（污水球墨铸铁管和钢管）、塑料管材（FRPP 管、HDPE 管、UPVC 管、玻璃钢夹砂管）。

2) 各种管材性能特点

① 混凝土管材：

这种类型管材是排水工程中的常用管材，适用于雨水和污水等重力流管道，在施工维护方面经验成熟，具有耐腐蚀性能好、不需防腐处理且价格低等优点。接口形式包括承插式、平口式、企口式。

该管材的缺点是由于每节管道长度比较短，因此导致接口多，若处理不当，容易造成渗漏。大口径管道由于其自重大，施工及安装不便，另外，在运输过程中应注意保护，以减少破损。

② 金属管材：

常用的金属管有污水用球墨铸铁管和钢管。

钢管是一种在各行业获得广泛应用的管材，具有长久的应用历史，丰富的使用经验。城市给排水用钢管经常选用 Q235B 钢板制作，它

具有良好的韧性，机械强度大，可承受很高的压力，管件制作、加工方便，施工上也方便，适用于地形复杂地段或穿越障碍等情况，还可采用顶管技术进行施工。但突出的问题是管道的腐蚀及其防护。内外防腐的施工质量直接和管道的使用寿命有关，且钢管的综合造价较高。

球墨铸铁管（DIP）利用离心力铸造成形，管壁质密，石墨形态为球状，基体以铁素体为主，伸长率大、强度高，性能与钢管相似，具有柔韧性，适应突发力强，且抗弯强度比钢管大，使用过程中管段不易弯曲变形，能承受较大负荷，材料耐蚀性好，一般不需作特殊防腐处理，其接口为柔性接口，具有伸缩性和曲折性，适应基础不均匀沉陷，是比较理想的管材。

球墨铸铁管在生产工艺中经过熔化、脱硫、球化处理，孕育处理、离心铸造及退火处理等工艺，使管材具有良好的韧性和耐腐蚀性。无论在海水和不同的土壤中均优于钢管，其电阻抗比钢管大三倍。

球墨铸铁有接近钢的性能。球墨铸铁管耐压强度比钢管高。此外，还由于管子内壁涂以水泥砂浆及环氧沥青漆，所以长时间使用后，流量和流速几乎不会有什么变化。同时，根据配套条件可自由选择或配套各种厚度的管子和采用各种橡胶圈柔性接口及管配件，所以能够适应各种类型的地质条件。采用滑入式和机械柔性接口方式，施工简单，因而能适应各种施工条件（包括在管内施工作业），接口作业不仅所花时间短，而且安全牢靠，且接口作业完毕，可立即回填，从而节省时间。

球墨铸铁管的常用防腐做法是：在内表面衬水泥砂浆，外表面喷锌再涂沥青。根据实际使用经验，球墨铸铁管在腐蚀性较强的土壤中埋设，容易腐蚀穿孔，因而管外壁必须喷锌后作防腐涂层或用塑料薄

膜包裹，才能达到铸铁管的使用年限。而且有些生产厂家在水泥内衬上还存在一些问题，如不光滑、厚度偏差大、内衬收缩引起的裂缝等。

球墨铸铁管的一大缺点是大口径管道的生产厂很少，且价格昂贵，超过钢管。

③ 塑料管材：

塑料管种类较多，根据管壁结构的不同，可分为单壁管和双壁管。

单壁管又称为平壁管或实壁管，一般硬聚氯乙烯管（PVC-U）、聚乙烯管（PE）、聚丙烯管（PP-R）、玻璃钢夹砂管（RPMP）、工程塑料管（ABS）等都属于单壁管。

双壁管又称为结构壁管或异型壁管，常见的波纹管、缠绕管、环形肋管、螺旋肋管都属于双壁管。双壁管所使用的材料有：硬聚氯乙烯（PVC-U）、高密度聚乙烯（HDPE）、聚丙烯（PP-R）。

塑料管具有表面光滑、不易结垢、水头损失小、耐腐蚀性强、抗拉强度大和不易渗漏等优点，兼有钢管的强度与韧性及普通铸铁管耐腐蚀的特点，因而是一种非常有前途的管材。塑料管在国外已得到广泛使用，所有铺设的管道中塑料管占 24.1%；近年新铺设管道塑料管占 69.3%；管径小于 DN200 的管道中，占 77.2%；DN200~DN400 的管道中，占 46.4%。近几年我国许多城市也已大量应用。

塑料管每节管道长度比较长，因此接口少，安装方便，不易泄漏。大管径塑料类管自重小，施工及安装比较方便。其管材接口可以采用一端承口，一端插口；也可两端均为插口；或者两端均为平口的形式。塑料类管材中，玻璃钢夹砂管顶管管材，采用顶管施工已有很成功的经验，是一种很有发展前途的管材。

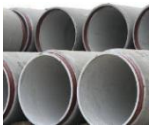
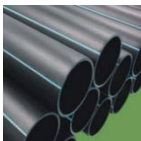
该类管材的缺点是价格偏贵，需要贮存在库房中，不易露天堆放，

在装卸过程中应注意保护，不可受到剧烈撞击、摔碰和重压，以减少破损。

3) 各类管材的技术经济比较

表 7.7-8 常用排水管道管材比较表

管材名称	钢管	PCCP 管	玻璃钢夹砂管	球墨铸铁管 (污水专用)	钢筋砼管	PE 类管材
管道接口	焊接	柔性橡胶圈	柔性橡胶圈	柔性橡胶圈	柔性橡胶圈	热熔连接/承插
接口密封性	好	较好	较好	较好	较好	好
抗不均匀沉降能力	好	较好	较好	较好	较好	好
抗集中外力损伤能力	好	好	较差	好	好	一般
管材防腐性	较差(需进行防腐处理)	一般	较好	一般	一般	好
粗糙系数	0.012	0.012	0.009	0.013	0.014	0.009
重量	较轻	重	较轻	一般	重	轻
使用寿命	一般	较长	较长	较长	较长	长
基础处理	一般不需特殊处理，基础可填砂	一般需设带形混凝土基础	基础必须填砂，均匀密实	一般不需特殊处理，基础可填砂	一般需设带形混凝土基础	一般不需特殊处理，基础可填砂
施工质量	易控制 易保证	较易控制 较易保证	较易控制 较易保证	较易控制 较易保证	较易控制 较易保证	易控制 易保证

管材名称	钢管	PCCP 管	玻璃钢夹砂管	球墨铸铁管 (污水专用)	钢筋砼管	PE 类管材
对土质适应性	强	一般	较强	较强	一般	强
回填要求	一般	一般	较高	一般	一般	较高
安全性	高	较高	一般	高	较高	高
管径系列	齐全	较齐全	大管径 稍受限制	大管径 稍受限制	较齐全	大管径 稍受限制
经济指标 (元/m)	一般	较便宜	较高	较高	便宜	较高
温度应力	影响较大	影响较小	影响较小	一般	影响较小	一般
备料速度	快	一般	一般	一般	一般	快
生产厂家	多	多	较少	较少	较少	较多
运 输	方便	一般	较方便	较方便	一般	方便
施工周期	较短	较长	较短	较短	较长	短
越野穿越 适应性	适应性强	适应性一般	适应性一般	适应性较强	适应性一般	适应性强
综合评价	较好	一般	较好	较好	一般	好
照片						

4) 管材选择

综合考虑管径和管材性能，输水管道管径为 DN800，球墨铸铁管强度高，抗冲击性好，抗腐蚀性能优异，使用寿命较长，柔性接口，抗地形不均匀沉降能力强，连接简单，施工速度最快，回填要求较低，可充分利用原土。因此，本工程推荐采用球墨铸铁管。

7.7.2.6 管道工艺设计

1) 管道平面设计

本工程新建一根 DN800 压力输水管道，管道由堰坝后水体经取水头部进水，输水至下游湿地进水渠。

2) 管道竖向设计

本次设计原则上直埋管道覆土：DN800 管覆土控制在 0.7m 左右。

3) 管材管径及管长

本工程管道管径为 DN800，采用 K9 级球墨铸铁管。

从堰坝接至下游湿地的管道长度约 255m。

湿地间连通管的管道长度约 25m。

4) 管道附属构筑物

① 取水井

本次设计采用岸边箱式取水头部，平面尺寸为 2.6m×2.6m。

平板式格栅：2 个，不锈钢 800mm×800mm，栅条宽度 10mm，栅条间距 30mm。

5) 管道连接方式

球墨铸铁管道间采用承插式橡胶连接，复合管件与球墨铸铁管之间采用法兰连接。

6) 管道试压

管道安装完毕且经检验合格后，应进行管道的试压。管道试压应在管子二侧及管顶高度 500mm 回填密实后进行。

管道试压时，两只注水孔一只注水打压，另一只为排气孔，用手动试压泵在其中一只孔内打水压，另一只孔将空气排尽，然后用螺栓生料带密封，使之打压至规定的压力值，恒压 3 分钟，用肉眼观察，

接头内外是否渗漏水。管道试压应分段进行，试验长度不宜超过 1km，安装接头试验后，应用 1:2.5 水泥砂浆或用环氧砂浆将接头内外间隙进行密封。

管道试验压力根据 GB50268-2008 《给水排水管道工程施工及验收规范》进行。

7.7.2.7 管道结构设计

1) 管道基础设计

由于本项目敷设管道绝大部分管径较小，管道埋深较浅，因此管道沟槽开挖施工根据现场实际情况主要采用放坡开挖，放坡坡比根据实际地质条件确定，局部不具备放坡条件的管段可考虑采用支护开挖，施工以机械为主辅以人工的方法进行。

考虑到施工进度因素，沟槽的回填土料原则上采用中粗砂以及符合设计要求的原土、石粉或砂砾，不得含有机物、冻土、耕植土及大于 50mm 的砖、石等硬块。回填土的压实要求，从控制管道的变形、提高管道的承载能力等因素考虑，分区提出不同的压实要求。要求管底垫层压实系数为 0.90，管两侧至槽边范围内，压实系数不小于 0.95，管道宽度范围管顶以上 500mm 区域内压实系数取 0.85，在上述区域以上，回填土的压实系数可按该地区对管道上部地面的要求确定，无要求时可取 0.90。

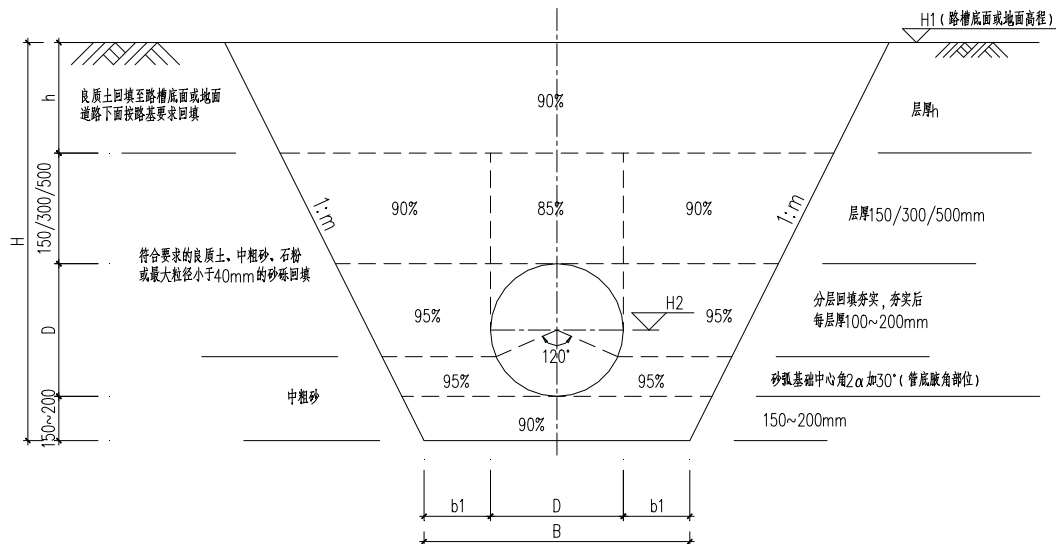


图 7.7-11 管道基础及分区回填详图

2) 小型附属构筑物的设计

管线上的附属构筑物主要有：管道阀门井、排气井、排泥（湿）井、检修阀井等。阀门井、排气井、排泥（湿）井、检修井等考虑采用钢筋混凝土结构或砖砌结构，如地下水位较高，从防水角度考虑采用钢筋混凝土结构。

3) 管道密闭性试验

管道密闭性试验采用闭水试验。

试验前，管道及检查井外观质量已验收合格，管道未回填且沟槽内无积水，封堵全部预留孔，管道两端堵板承载力经核算应大于水压力，同时对管道外部进行检查，要求无裂缝、小孔等缺陷，并清除管内残渣、垃圾、杂物等。试验前检查合格后，方可进行闭水试验。

首先对管段进行分隔，管道分隔长度一般不大于 1km，分隔成几段后，带井进行逐段试验。对所需试验的管段两端进行封堵，封堵好后向管道内注水，管段注满水后，需至少浸泡 24h。

化学建材管道的实测渗水量应小于或等于按下式计算的允许渗水量。

$$q=0.0046D_i$$

式中：q——允许渗水量 $m^3/(24h \times km)$ ；

D_i ——管道内径（mm）。

7.8 湿地工艺单元设计

7.8.1 生态塘

生态塘作为前置预处理工艺，主要作用为用于泥沙及悬浮物质的沉淀，减缓后续工艺潜表耦合湿地的堵塞，减少运维难度。

生态塘利用现状鱼塘，水深 1.5m 范围内种植轮叶黑藻等长势迅速、水质净化效果好沉水植物，有助于拦截泥沙、削减有机污染物。设计水位高程 66m，水深 2.0m，有利于泥沙及悬浮物质的沉淀。生态塘进水口段采用块石铺盖消能，消能块石面积。

主要工艺参数如下：

处理规模：36000m³/d

面积：6379m²

设计水深：2m

水力停留时间：8.5h

生态塘清淤 0.5m，土方用于潜表耦合湿地填方。

7.8.2 潜表耦合湿地

潜表耦合湿地建设于现状鱼塘后端，是本生态湿地系统的核心部分之一，从湿地一侧进水、另一侧出水，其滤床处于长期被水浸没的饱和状态，不利于氧气的进入，同时因水生植物根系供氧效果有限，因此滤床内部微生物属于兼氧状态，在削减总氮方面更为有效。

7.8.2.1 工艺参数设计

潜表耦合湿地由生态石笼挡墙、主体填料区、收水渠三部分构成。生态塘来水经 1.5m 宽生态石笼均匀配水后进入主体填料区，主体填料区主要由沸石、火山岩、碎石级配混合滤料构成，填料厚度 1.5m，填料底部回填生态塘挖方，回填后高程 64.5m。末端经生态石笼挡墙后汇入收水渠，流至下一级湿地单元。

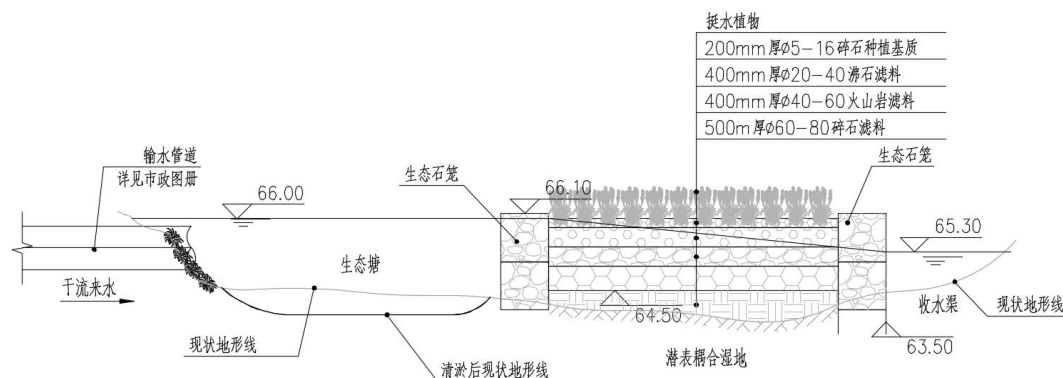


图 7.8-1 生态塘、潜表耦合湿地断面

主要工艺参数如下：

处理规模：36000m³/d

面积：7173m²

孔隙率：45%

有效水深：1.5m

水力停留时间：3h

7.8.2.2 高程设计

潜表耦合湿地进水端高程 66m，沿水流方向长度 90m，过流断面长度 77m，为避免水损过大，主体滤料区选择粒径较大基质。

潜表耦合湿地水力坡降计算参考团体标准《农村生活污水人工湿地处理工程建设技术规范》（T/CSF 007-2022），根据公式：

$$Q_{\text{渗}} = \eta_k \times A \times k \times i$$

$Q_{\text{渗}}$ ——渗流流量（ m^3/s ）；

K ——洁净基质的渗透系数(m/s)，无实测数据时，渗透系数数值可参考下表；

i ——水力坡度；

A_s ——垂直水流方向的渗流断面面积（ m^2 ）；

η_k ——安全系数，包括淤堵、滞留等影响，为保证安全，宜取0.1~0.2，湿地基质粒径越小取值越小。

表 7.8-1 洁净基质线性渗透系数 k

基质粒径 mm	0.1~2	2~6	6~10	10~30	20~40
渗透系数 m/s	1.6×10^{-4}	1.6×10^{-3}	0.2	0.88	1.18

填料粒径选择 20~80mm， k 值取 2.3， η_k 取 0.2。

带入公式计算得： $i = \frac{36000}{86400 \times 77 \times 1.5 \times 2.3 \times 0.2} = 0.00784$

潜表耦合湿地沿水流方向长度约 90m，计算得水损为 0.7m，潜表耦合湿地出水端高程 65.3m。

7.8.2.3 填料设计

填料设计：填料基质主要选用沸石、火山岩、碎石级配混合滤料，考虑到上覆 200mm 碎石种植基质，具体构成详见下表：

表 7.8-2 潜表耦合湿地填料设计

分层	功能	厚度（mm）	材料	粒径（mm）
覆盖层	植物种植基质，防砂层表面冲蚀	200	碎石	$\Phi 5 \sim 16$
滤料层	去除污染物核心功能区	400	沸石	$\Phi 20 \sim 40$

分层	功能	厚度 (mm)	材料	粒径 (mm)
		400	火山岩	$\Phi 40\sim 60$
		500	砾石	$\Phi 60\sim 80$

7.8.3 梯级砾间净化湿地

梯级砾间净化湿地是本生态湿地系统的核心部分之一，建设于前岩水库库尾浅滩处。梯级砾间净化湿地由 8 级阶梯式湿地串联构成，各级湿地间由砖砌花墙配水，滤床处于长期被水浸没的饱和状态，不利于氧气的进入，同时因水生植物根系供氧效果有限，因此滤床内部微生物属于兼氧状态，在削减总氮方面更为有效，总磷主要通过选择孔隙率高、吸附性能强的功能性填料吸附削减。

7.8.3.1 平面及竖向设计

(1) 平面设计

梯级砾间净化湿地位于前岩水库库尾浅滩区，占地面积 30378m²，潜表耦合湿地来水首先进入配水渠，经均匀配水后通过梯级砾间净化湿地生态净化后由末端石笼挡墙渗流进前岩水库。

梯级砾间净化湿地呈长条形，长约 500m，宽约 80m，为避免湿地短流，将湿地用砖砌隔墙分隔为面积大致一致的三个区，一区、二区、三区主体填料区面积分别为 8976m²、8990m²、8857m²。

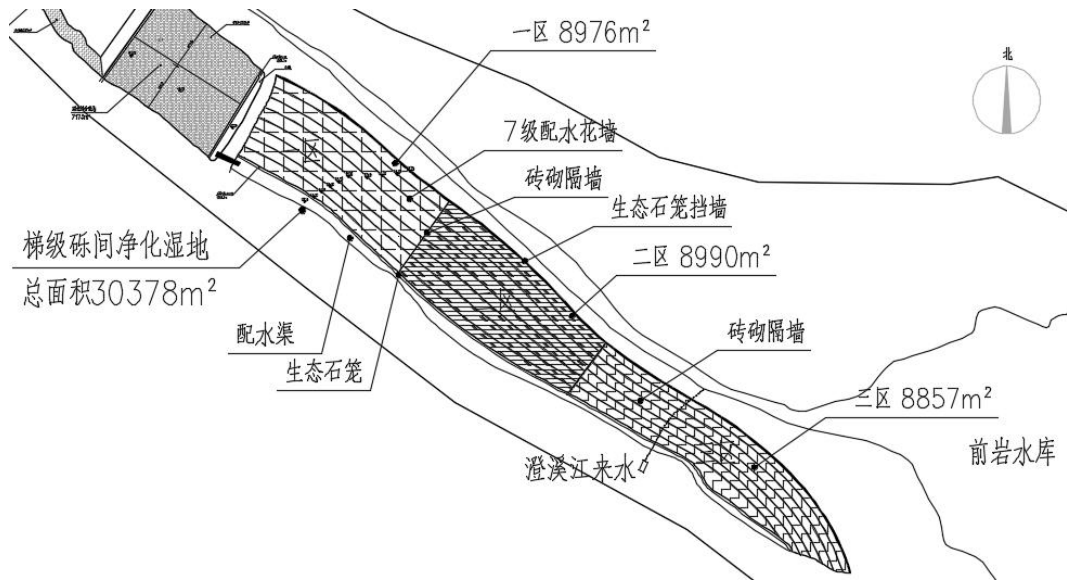


图 7.8-2 梯级砾间净化湿地平面图

(2) 竖向设计

配水渠一侧沿用现状土坡或挡墙，另一侧采用生态石笼，渠底为粗糙土渠，参考平原河流坡降通常在 1‰~3‰间，配水渠坡降取 1.5‰，则配水渠水损为 0.75m，考虑到澄溪江来水直接汇入三区，一区、二区、三区高差分别取 0.4m、0.3m。

湿地水力坡降计算参考团体标准《农村生活污水人工湿地处理工程建设技术规范》（T/CSF 007-2022），根据公式：

$$Q_{\text{渗}} = \eta_k \times A \times k \times i$$

$Q_{\text{渗}}$ ——渗流流量（m³/s）；

K ——洁净基质的渗透系数（m/s），无实测数据时，渗透系数数值可参考下表；

i ——水力坡度；

A_s ——垂直水流方向的渗流断面面积（m²）；

η_k ——安全系数，包括淤堵、滞留等影响，为保证安全，宜取

0.1~0.2，湿地基质粒径越小取值越小。

表 7.8-3 洁净基质线性渗透系数 k

基质粒径 mm	0.1~2	2~6	6~10	10~30	20~40
渗透系数 m/s	1.6×10^{-4}	1.6×10^{-3}	0.2	0.88	1.18

Q 取大流量值 $69000\text{m}^3/\text{d}$ ，填料粒径选择 8~40mm，k 值取 0.3， η_k 取 0.1。

$$\text{带入公式计算得: } i = \frac{69000}{86400 \times 505 \times 1.5 \times 0.3 \times 0.1} = 0.035$$

梯级砾间净化配水渠高程 64.7~65.1m，梯级砾间净化湿地沿水流方案设置 8 级湿地，单级湿地宽度按 8m 计算，计算得各级湿地水损为 0.28m，取 0.3m；二区、三区现状地形较低，为减少土方回填量，尽量实现土方平衡，各区各级设计高程如下表所示：

表 7.8-4 梯级砾间净化湿地各级高程表

序号	工艺单元	一区高程 (m)	二区高程 (m)	三区高程 (m)
1	配水渠水位	65.1	64.7	64.4
2	一级湿地	64.8	64.4	64.1
3	二级湿地	64.5	64.1	63.8
4	三级湿地	64.2	63.8	63.5
5	四级湿地	63.9	63.5	63.0
6	五级湿地	63.6	63.1	62.5
7	六级湿地	63.3	62.7	62.0
8	七级湿地	63	62.3	61.5
9	八级湿地	62.7	61.9	/

梯级砾间净化湿地断面如下图所示：

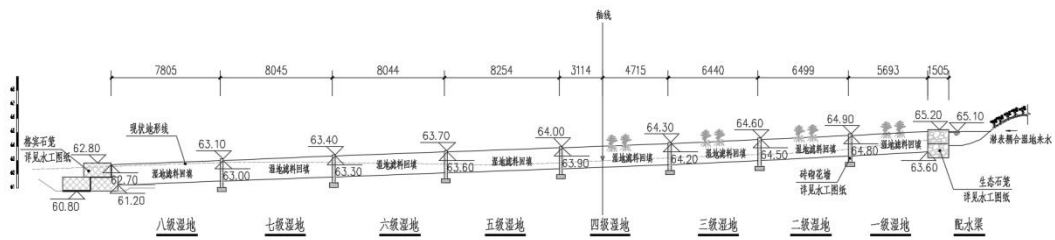


图 7.8-3 梯级砾间净化湿地一区断面图

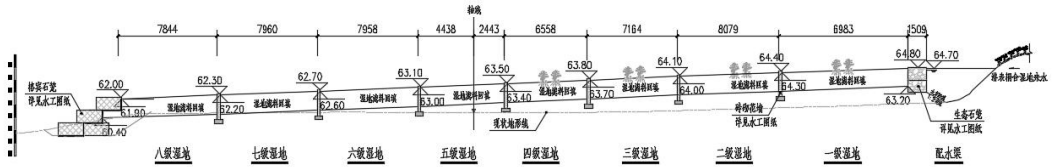


图 7.8-4 梯级砾间净化湿地二区断面图

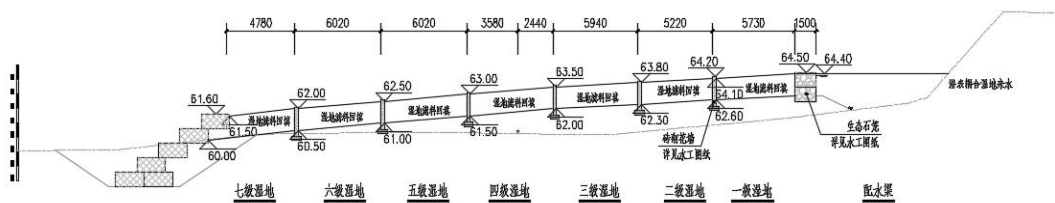


图 7.8-5 梯级砾间净化湿地三区断面图

7.8.3.2 工艺参数

处理规模：36000~69000m³/d

湿地有效面积：26823m²

孔隙率：40%

有效水深：1.5m

水力停留时间：5.6~10.5h

7.8.3.3 填料设计

为保证湿地净化效果，填料基质主要选用小粒径沸石、火山岩、碎石级配混合滤料，考虑到上覆 200mm 碎石种植基质，具体构成详见下表：

表 7.8-5 梯级砾间净化湿地填料设计

分层	功能	厚度（mm）	材料	粒径（mm）
覆盖层	植物种植基质，防砂层 表面冲蚀	200	碎石	Φ 5~12
滤料层	去除污染物核心功能区	400	沸石	Φ 8~16
		400	火山岩	Φ 10~20
		500	碎石	Φ 20~40

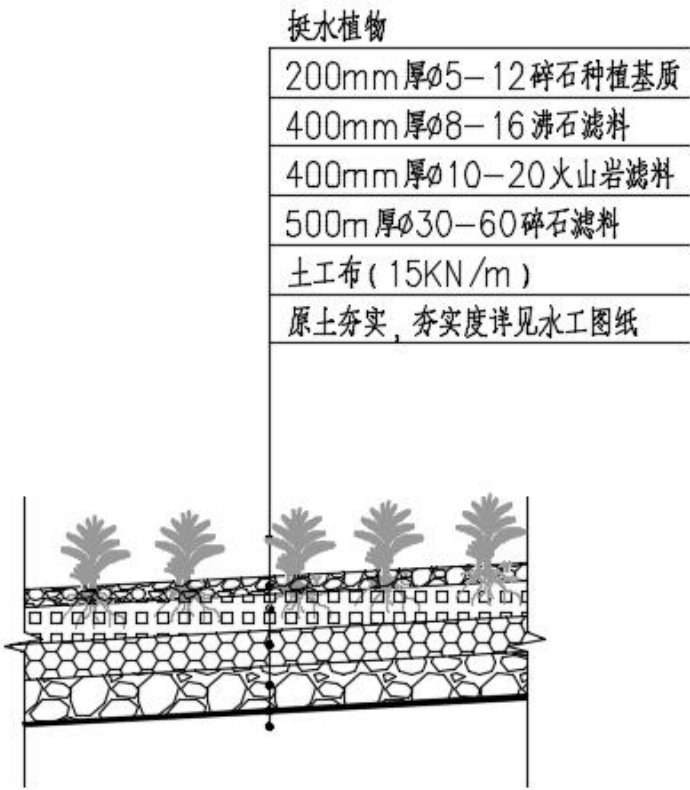


图 7.8-6 梯级砾间净化湿地填料断面图一

梯级砾间净化湿地二区 5~8 级、三区 4~7 级高程较低，考虑到淹没时间较长，主体填料选择当地易获取，材料成本、运输成本均较低的碎石级配填料，填料断面如下图所示：

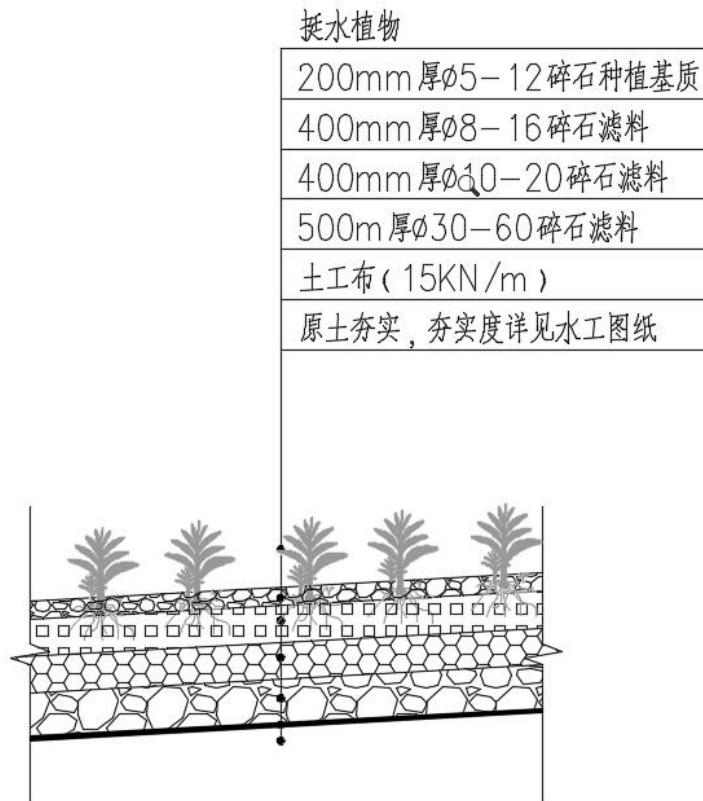


图 7.8-7 梯级砾间净化湿地填料断面图二

7.8.3.4 湿地挡墙设计

(1) 挡墙型式

1) 格宾石笼

格宾石笼挡墙是一种由格宾网（六角矩形网箱）和填充石料组成的柔性挡土结构，主要用于受水流冲刷和风浪侵袭、水土流失严重的护坡、护岸、护堤工程。其结构由多个格宾网箱堆砌而成，每个网箱内填充石料，形成具有一定孔隙率的整体结构，具有柔韧性、生态性和经济性等特点。

格宾石笼具有整体性好、抗压强度高、适应性强、透水性好、生态效果好、施工简便、造价适中的优点。



图 7.8-8 格宾石笼

2) 干砌块石挡墙

干砌石挡墙是一种不使用胶结材料的块石砌体，依靠石块自身重量及石块接触面间的摩擦力在外力作用下保持稳定。

干砌块石挡墙具有施工简便、抗压强度较高、成本较低的优点。



图 7.8-9 干砌石挡墙

湿地挡墙需要满足挡土渗水的作用，因此需要选择透水性好的挡墙，且挡墙高度在 2m~6m，综合考虑，本次挡墙型式选择格宾石笼挡墙。

(2) 平面布置

挡墙沿湿地外侧布置，起到挡土渗水的作用，挡墙长度 550m。

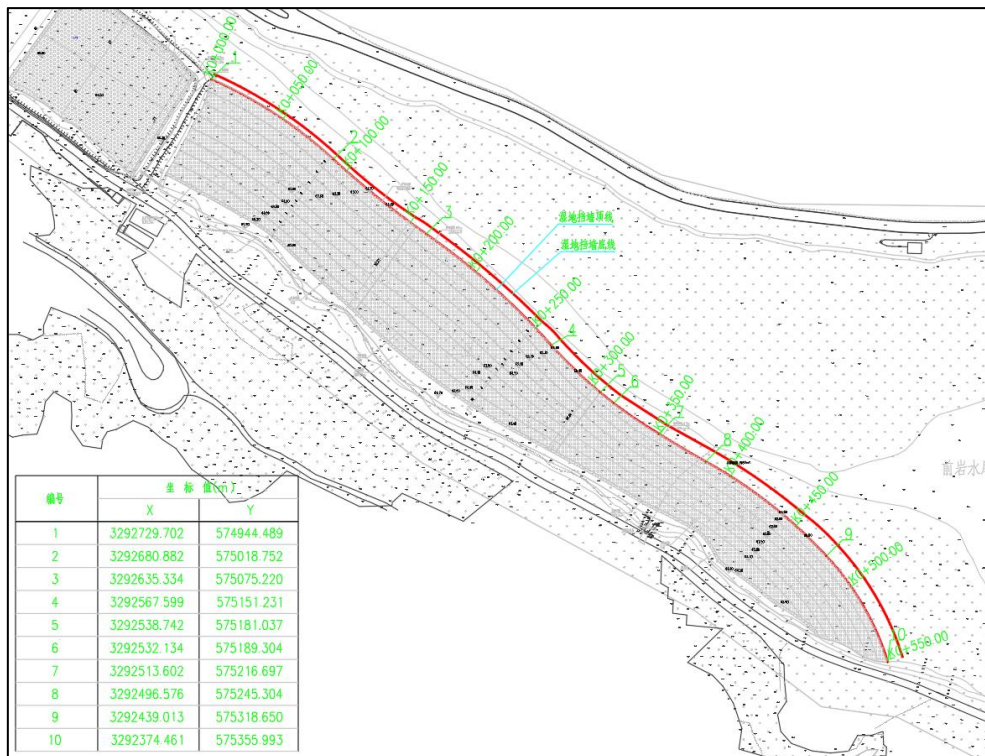


图 7.8-10 湿地平面布置图

(3) 断面型式

挡墙高度约为 2m~6m，根据不同高差采用不同高度的挡墙。

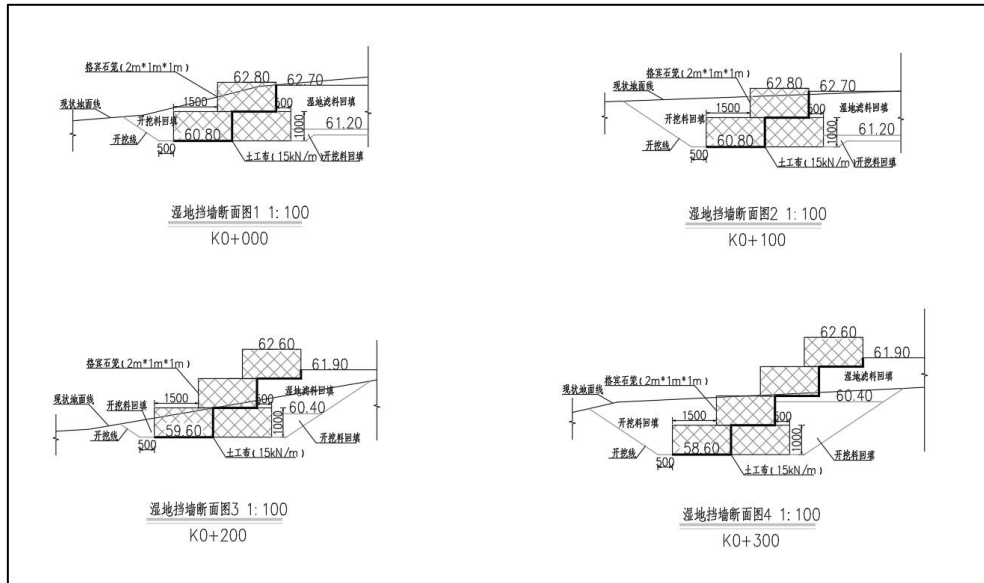


图 7.8-11 挡墙断面图 1

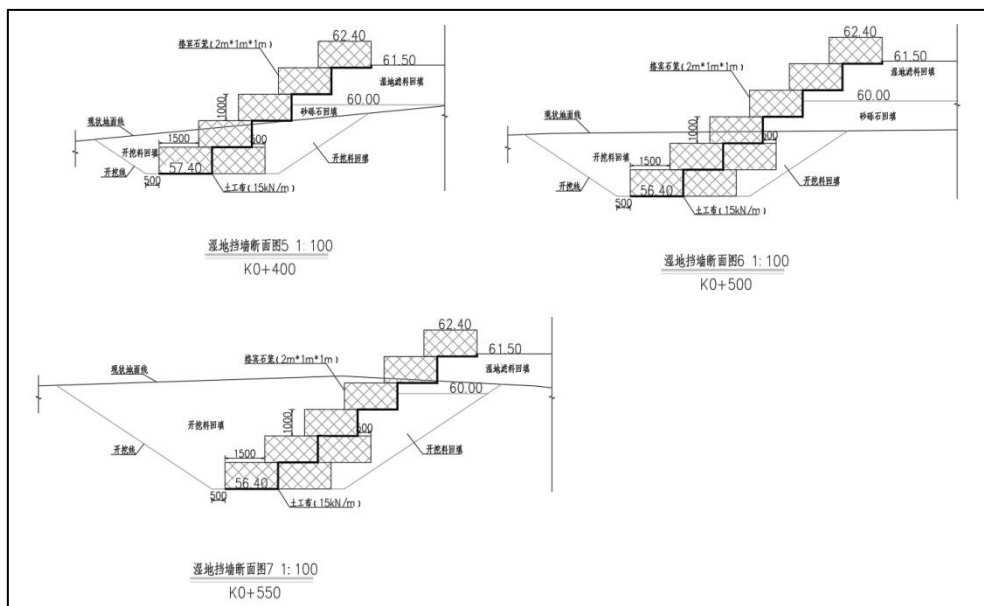


图 7.8-12 挡墙断面图 2

(4) 挡墙整体稳定计算

防洪护岸整体抗滑稳定计算按《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)规定要求,进行正常情况下稳定渗流期、设计洪水水位骤降工况以及施工期工况三种工况的整体稳定计算。其计算公式如下:

施工期抗滑稳定安全系数：

$$K = \frac{\Sigma(C_u b \sec \beta + W \cos \beta \tan \varphi_u)}{\Sigma W \sin \beta}$$

水位降落期抗滑稳定安全系数：

$$K = \frac{\Sigma(C_{cu} b \sec \beta + (S \cos \beta - \mu_i b \sec \beta) \tan \varphi_{cu})}{\Sigma W \sin \beta}$$

$$W = W_1 + W_2 + \gamma_w Zb$$

稳定渗流期抗滑稳定安全系数：

$$K = \frac{\Sigma\{C' b \sec \beta + [(W_1 + W_2) \cos \beta - (\mu - Z\gamma_w) b \sec \beta] \tan \varphi'\}}{\Sigma(W_1 + W_2) \sin \beta}$$

式中： b — 条块宽度（m）；

W — 条块重力， $W = W_1 + W_2 + \rho_w Zb$ （kN）；

W_1 — 在堤坡外水位以上的条块重力（kN）；

W_2 — 在堤坡外水位以下的条块重力（kN）；

Z — 堤坡外水位高出条块底面中点的距离（m）；

μ — 稳定渗流期堤身或堤基中的孔隙压力（kPa）；

μ_i — 水位降落前堤身中的孔隙压力（kPa）；

β — 条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角（度）；

γ_w — 水的重度（kN/m³）；

$C_u, \varphi_u, C_{cu}, \varphi_{cu}, C', \varphi'$ — 土的抗剪强度指标（kN/m³，度），本次设计均取土层天然快剪指标。

① 计算工况

根据确定的河道断面尺寸，对施工期、运行期的各种水位组合情

况进行稳定分析，主要包括设计水位骤降及施工期的临水侧堤坡、施工期及设计洪水位稳定渗流期的背水侧堤坡等工况。土堤稳定分析采用瑞典圆弧滑动条分法。

工况一：迎水侧水位为设计水位，背水侧为相应水位，验算背水侧坡稳定；

工况二：完建时迎水侧、背水侧均无水，验算设计迎水侧和背水侧抗滑稳定；

工况三：迎水侧水位设计水位骤降至正常水位，背水侧为设计水位，验算迎水侧坡稳定。

② 计算断面

护岸整体稳定计算应选用高度最大，抗滑、抗倾覆最不利断面，本次计算选用一个典型断面进行计算，即选择断面 7。

③ 计算结果

运用 Geostudio 软件设计研究所编制的设计软件，对土堤稳定分析采用瑞典圆弧滑动条分法，固结快剪指标进行计算。

计算参数：混凝土砌石： $r_{干}=24\text{kN/m}^3$ ，水： $r_{水}=10\text{kN/m}^3$ ，

回填土料： $r=18.0\text{kN/m}^3$ ， $r_{浮}=10.0\text{kN/m}^3$ ，等值内摩擦角 $\phi=30^\circ$ 。

地基土为圆砾，地基的承载力特征值 $f_a=220\text{kPa}$ 。

各工况边坡稳定分析水位组合及成果见下表。

表 7.8-6 护岸整体抗滑稳定计算成果表

挡墙型式	工况	墙前水位	墙后水位	安全系数		允许安全系数
				背水坡	临水坡	
格宾石笼	完建期	无水	无水	/	1.187	1.05
	稳定渗流期	65.30	61.50	/	1.704	1.15

	骤降期	65.30-63.55	61.50	/	1.431	1.05
--	-----	-------------	-------	---	-------	------

由计算结果，护岸整体稳定满足设计要求。

(5) 挡墙稳定、抗倾覆、地基承载力计算

根据《堤防设计规范》（GB50286-2013）附录 F 设计规范，挡墙的抗滑稳定安全系数按下式计算：

$$K_c = f \frac{\sum W}{\sum P}$$

K_c ——抗滑稳定安全系数；

$\sum W$ ——作用于墙体上的全部垂直力的总和（kN）；

$\sum P$ ——作用域墙体上的全部水平力的总和（kN）；

f ——底板与堤基之间的摩擦系数。

挡墙的抗倾稳定性按下式计算：

$$K_0 = f \frac{\sum M_V}{\sum M_H}$$

K_0 ——抗倾稳定安全系数；

M_V ——抗倾力矩（kN·m）；

M_H ——倾覆力矩（kN·m）。

挡墙的基底应力按下式计算：

$$\delta_{max, min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{\sum W}$$

$\delta_{max, min}$ ——基底的最大和最小应力（KPa）；

A ——底面面积（m²）；

$\sum M_V$ ——荷载对底板形心轴的力矩（kN·m）；

$\sum M_H$ ——底板的截面系数（m³）。

挡墙稳定计算采用北京理正软件设计研究院编制的理正挡土墙软件进行挡墙抗滑稳定、抗倾覆稳定和基底应力核算。

挡墙计算选取以下三种工况进行计算：

- ① 完建工况：迎水侧、背水侧均无水；
- ② 设计工况：迎水侧水位为设计水位，背水侧为地下水位；
- ③ 水位骤降工况：迎水侧水位为设计水位骤降到常水位，背水侧水位为相应水位；
- ④ 地震工况：迎水侧水位为常水位，背水侧为相应水位；

作用在挡墙上的荷载分为基本荷载和特殊荷载两类，本次设计挡墙按下表两种组合，不同工况荷载组合进行计算。

计算参数：混凝土砌石： $r_{干}=24\text{kN/m}^3$ ，水： $r_{水}=10\text{kN/m}^3$ ，

回填土料： $r=18.0\text{kN/m}^3$ ， $r_{浮}=10.0\text{kN/m}^3$ ，等值内摩擦角 $\phi=30^\circ$ 。

地基土为圆砾，地基的承载力特征值 $f_a=220\text{kPa}$ ，基底摩擦系数为 0.42。

表 7.8-7 挡墙荷载组合表

组合	计算 工况	荷载							
		自重 G1	水重 G2	土重 G3	扬压 力 W	墙前静水 压力 P1	墙后静水 压力 P2	土压力 Pt	地震荷 载
基本 组合	完建 工况	√	-	√	√	-	√	√	-
	设计 工况	√	√	√	√	√	√	√	-
特殊 组合	骤降 工况	√	√	√	√	√	√	√	-
	地震 工况	√	√	√	√	√	√	√	√

本次计算选用断面 7 的挡墙进行计算，挡墙稳定计算结果如下表所示。

表 7.8-8 挡墙计算成果表

典型挡墙	计算工况	迎水侧水位(m)	背水侧水位(m)	地基应力(kPa)		允许		挡墙抗滑稳定验算		挡墙抗倾覆稳定验算		建基面土层
				$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\min}$	$\sigma_{\max} / \sigma_{\min}$	允许值	安全系数 Kc	允许安全系数 [Kc]	安全系数 K0	允许安全系数 [K0]	
典型断面五	工况一	无	无	44.236	25.763	1.717	2.50	1.544	1.05	2.557	1.30	圆砾
	工况二	65.30	62.30	34.033	33.572	1.028	2.00	2.176	1.20	1.948	1.40	
	工况三	65.30-63.74	62.30	33.687	21.396	2.149	2.50	1.546	1.05	2.203	1.30	
	工况四	65.30	62.30	33.687	21.396	2.149	2.50	1.546	1.05	2.203	1.30	

建基面土层为圆砾，地基的承载力特征值 $f_a=220\text{kPa}$ ，由计算结果可以看出承载力、抗滑及抗倾覆稳定均满足要求。

7.9 湿地植物的选择

生态湿地系统作为一种新型生态污水处理处理方法，水质净化的关键在于工艺的选择和对植物的选择及应用配置。如何确保湿地达到水质净化效果的同时，还需要更多的考虑如何选择和搭配适宜的湿地

植物。

(1) 植物选择原则

1) 植物应具有良好的生态适应能力和生态营建功能

管理简单、方便是生态湿地工程的主要特点之一。若能筛选出净化能力强、抗逆性相仿，而生长量较小的植物，将会减少管理上尤其是对植物体后处理上的许多麻烦。一般应选用当地或本地区天然湿地中存在的植物。

2) 植物应具有很强的生命力和旺盛的生长势态

- ① 抗冻、抗热能力强；
- ② 抗病虫害能力强；
- ③ 耐淹耐旱能力强；
- ④ 对周围环境的适应能力强。

3) 所选植物具有较强水质净化能力

水生植物对污水中的 BOD_5 、COD、TN、TP 主要是靠附着生长在根区表面及附近的微生物去除的，因此应选择根系比较发达、水质净化效果较好的水生植物。

4) 植物的年生长长期长，最好是冬季半枯萎或常绿植物

生态湿地系统中常会出现因冬季植物枯萎死亡或生长休眠而导致功能下降的现象，因此，应着重选用常绿冬季生长旺盛的水生植物类型。

5) 所选择的植物将不对当地的生态环境构成隐患或威胁，具有生态安全性

6) 具有一定的经济效益、文化价值、景观效益和综合利用价值

(2) 湿地植物的选择

在湿地生态系统中，植物是食物链的起点；水生植物通过光合作用产生能量，从而成为这个系统中能量的主要来源。同时，植物具有保持水土，改善生境等功能，为当地植物恢复，其它微生物和动物栖息、生存和繁衍创造了条件。不同水生植物在能量固化过程中，对于光的竞争导致了其植物形态的多样性。再配合不同生境，创造出了丰富的空间层次，更为生物提供了多样的栖息空间。水生植物不仅推动了湿地生态系统能量循环的进程，也演生出了不同物种所需的生存空间，从而缔造出一个完善的栖息地生态系统。

影响水生植物群落构建的因子主要有水位、养分、土壤、酸碱度、温度、光照等。根据各种植物的生境、生态、形态及生理特征，可以分为不同的植物类型。在水生植物群落构建过程中，可以根据需求，选择不同的物种。

（3）湿地植物的配置

设计种植植物选择耐淹耐旱、耐污能力强、根系发达、去污效果好、具有抗病虫害能力、易管理又有景观效果的多种湿地植物。如芦苇、香蒲、菖蒲、灯心草、千屈菜、水葱、旱伞草等。

		
纸莎草	芦苇	水葱
		

茭白	香蒲	鸢尾
		
梭鱼草	旱伞草	黄菖蒲
		
西伯利亚鸢尾	芦竹	千屈菜

图 7.9-1 湿地植物

(4) 湿地植物设计

拟于潜表耦合湿地种植芦苇、鸢尾、水葱、香蒲、花叶芦竹、旱伞草、梭鱼草等根系发达、水质净化效果好乡土水生植物，种植面积 6591m²。梯级砾间净化湿地高程高于 63.5m 区种植芦苇、花叶芦竹、香蒲、菖蒲、水葱等耐淹耐旱挺水植物，种植面积 11795m²；高程 62.5~63.5m 间撒播狗牙根，撒播面积 4717m²。

7.10 湿地运行和维护

(1) 湿地植物管理

① 定期观察植物生长状态，发现缺苗、死苗应及时补苗，以保持正常植物密度。

② 密切观察湿地植物生长情况，有针对性地进行防虫工作。

③ 定期打捞生态塘内漂浮落叶等、人工清理库塘边杂草。

④ 秋冬季及时收割枯死植物，防止枯枝落叶分解释放污染物质污染水体。

(2) 湿地防堵塞控制措施

① 及时清理湿地填料表面的植物落叶及败落的茎秆等，避免植物腐烂分解进入湿地，造成湿地堵塞。

② 根据湿地基质堵塞情况，若出现表面杜塞现象时实施翻床，将表层填料翻出清洗后再重新使用。

7.11 污染物去除效果

河口净化湿地 TN 去除率在 8~20%，年削减负荷约 1798kg，TP 去除率在 6~20%，年削减负荷约 52kg。

表 7.11-1 河口净化湿地去除效果

指标	总氮	总磷
设计进水水质 (mg/L)	1.14~1.54	0.044~0.064
总去除率 (%)	8~20%	6~20%
年去除量 (kg/a)	1797.55	52.03

7.12 主要工程规模

净化湿地建设工程主要工程规模见下表。

表 7.12-1 净化湿地建设工程量

序号	项目	规格	单位	工程量
1	溢流堰			
1.1	土方开挖		m ³	1189.76

序号	项目	规格	单位	工程量
1.2	土方回填夯实		m ³	390.56
1.3	抛石防冲固脚		m ³	76.23
1.4	C25 埋石砼堰体 (20%)		m ³	93.23
1.5	C25 砼		m ³	65.51
1.6	C20 垫层砼		m ³	20.46
1.7	卵石镶嵌		m ³	97.85
1.8	砂卵石回填		m ³	27.72
1.9	C25 钢筋砼消力池		m ³	66.00
1.10	M7.5 浆砌块石挡墙		m ³	200.18
1.11	钢筋购置制安		t	6.60
1.12	排水孔 (Φ5)		m	22.00
2	取水工程			
	取水井			
2.1	土方开挖		m ³	365.30
2.2	土方回填		m ³	332.58
2.3	混凝土垫层	1、混凝土强度等级: C20	m ³	1.27
2.4	混凝土底板	1.混凝土强度等级:C30	m ³	5.09
2.5	混凝土池壁	1.混凝土强度等级:C30	m ³	12.75
2.6	混凝土顶板	1.混凝土强度等级:C30	m ³	1.12
2.7	现浇构件钢筋	1、钢筋种类、规格: 现浇构件带肋钢筋 HRB400E	t	2.83
2.8	支撑钢材	钢管 250*10, 水平间距 4m	t	5.82
2.9	IV型拉森钢板桩支护	1、开挖深度 4~5m, B 型支护	t	49.22
	取水管及附属			
2.10	焊接钢管	Q235B,D630X10	m	30

序号	项目	规格	单位	工程量
2.11	焊接钢管	Q235B,D820X10	m	280
2.12	手动蝶阀	成品, DN800, PN=1.0MPa	个	1
2.13	矩形立式蝶阀井	钢砼, 1800*2600	个	1
2.14	平板式格栅	不锈钢, 800mmx800m	块	2
2.15	铸铁镶铜圆闸门	成品, D=800	台	1
2.16	可曲挠橡胶接头	成品, DN600	个	2
2.17	刚性防水套管 A 型	Q235B, DN600, 防水套管 长度 L=300	个	2
2.18	钢制法兰	Q235B, DN600	片	4
2.19	焊接钢管	Q235B, D630X10	m	1
2.20	可曲挠橡胶接头	成品, DN800	个	1
2.21	刚性防水套管 A 型	Q235B, DN800, 防水套管 长度 L=300	个	1
2.22	钢制法兰	Q235B, DN800	片	2
2.23	焊接钢管	Q235B, D820X10	m	1
2.24	吸水喇叭管	Q235B, DN630XDN880	只	1
2.25	喇叭管支架	成品, ZC3	只	1
2.26	不锈钢格栅	SUS304, 800mmx800m	个	2
2.27	槽钢	Q235B, 5#	m	4.80
2.28	爬梯		副	1
2.29	排气三通	DN800X80, Q235B	个	1
2.30	排气阀	DN80, 成品	个	1
2.31	排气阀井	D1400, 砖砌	座	1
2.32	法兰	DN80, Q235B	个	1
2.33	刚性防水套管 A 型	DN800, 成品	个	2
2.34	排泥三通	DN800X200, Q235B	个	1

序号	项目	规格	单位	工程量
2.35	排泥闸阀	DN200, 成品	个	1
2.36	法兰	DN200, Q235B	个	2
2.37	排泥管	DN200, Q235B	m	5
2.38	刚性防水套管 A 型	DN200, 成品	个	4
2.39	闸阀井	D2400, 砖砌	座	1
2.40	湿井	D1000, 砖砌	座	1
2.41	土石开挖		m ³	2678.60
2.42	土石回填		m ³	2267.61
2.43	砂垫层		m ³	246.93
2.44	砂回填		m ³	0.00
2.45	弃土		m ³	410.99
2.46	井点降水		个	22.73
2.47	降水台班		台班	56.83
2.48	支撑钢材		t	80.34
2.49	C35 水泥混凝土	22cm 厚	m ³	7.00
2.50	6%水泥稳定碎石	18cm 厚	m ³	5.70
2.51	4%水泥稳定碎石	18cm 厚	m ³	5.70
3	土石围堰			
3.1	级配砂砾石		m ³	169.60
3.2	土石料回填		m ³	310.40
3.3	块石护坡		m ³	36.00
3.4	黏土回填		m ³	44.00
3.5	复合土工膜	两布一膜	m ²	80.00
4	临时道路			
4.1	泥结石路面		m ³	320.00

序号	项目	规格	单位	工程量
5	生态塘			
5.1	消能块石	ϕ 200-400	m ³	112.00
5.2	轮叶黑藻	36 丛/m ² , 2-5 芽/丛	m ²	2173.00
6	潜表耦合湿地			
6.1	碎石	粒径 ϕ 5-16	m ³	1318
6.2	火山岩	粒径 ϕ 40-60	m ³	2636
6.3	沸石	粒径 ϕ 20-40	m ³	2636
6.4	砾石	粒径 ϕ 60-80	m ³	3295
6.5	鸢尾	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 64 株/m ²	m ²	780
6.6	香蒲	高度 50-55cm, 冠幅 30-35cm, 36 株/m ²	m ²	829
6.7	旱伞草	高度 45-50cm, 冠幅 30-35cm, 36 株/m ²	m ²	692
6.8	芦苇	高度 55-60cm, 冠幅 30-35cm, 25 株/m ²	m ²	1370
6.9	花叶芦竹	高度 50-55cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	1190
6.10	梭鱼草	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 49 株/m ²	m ²	883
6.11	水葱	高度 40-45cm, 冠幅 25-30cm, 36 株/m ²	m ²	847
6.12	土工布	15KN/m	m ²	6722
7	梯级砾间净化湿地			
7.1	碎石	粒径 ϕ 5-12	m ³	5364.6
7.2	火山岩	粒径 ϕ 8-16	m ³	6689.6
7.3	沸石	粒径 ϕ 10-20	m ³	6689.6
7.4	砾石	粒径 ϕ 20-40	m ³	21490.7

序号	项目	规格	单位	工程量
7.5	芦苇	高度 55-60cm, 冠幅 30-35cm, 25 株/m ²	m ²	5365
7.6	花叶芦竹	高度 50-55cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	3327
7.7	水葱	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 49 株/m ²	m ²	924
7.8	菖蒲	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 49 株/m ²	m ²	982
7.9	香蒲	高度 50-55cm, 冠幅 30-35cm, 36 株/m ²	m ²	1197
7.10	狗牙根	10g/m ²	m ²	4717
7.11	土工布	15KN/m	m ²	27359
7.12	格宾石笼 (2*1*1)		m ³	6930
7.13	格宾石笼 (1.5*1*1)		m ³	2131.80
7.14	土工布	15kN/m	m ²	6864.00
7.15	土方回填		m ³	17661.13
7.16	砂砾石回填		m ³	316.54
7.17	土方开挖		m ³	16701.10
7.18	砖砌花墙		m ³	3952.87
8	堰坝上游挡墙			
8.1	土方开挖		m ³	3690.00
8.2	土方回填夯实		m ³	4435.20
8.3	M10 浆砌块石挡墙		m ³	2198.72

第 8 章 入库河流生态修复工程

8.1 设计原则

生态修复技术的选择应遵循“适用性、可持续发展、综合性、经济性、可操作性、安全性以及环境优美”等原则。

(1) 可持续发展原则

遵从自然生态规律，按照生态规律和社会经济发展规律，实现水环境及周围环境的可持续发展和水质的长期稳定。本次工程设计必须符合城市总体规划和水库相关规划，以人为本，尊重自然，注重经济、社会和生态效益的协调统一，按照人与自然和谐相处的理念进行规划。

(2) 安全性原则

在对水库进行生态修复时应选择乡土物种。如果使用外来物种，这些种类会和本地种发生竞争，严重地影响本地种的生存，进而影响整个生态系统结构和功能的稳定性，使恢复的生态系统遭到破坏，造成损害。因此，设计中应慎重选择植物品种，防止外来物种的入侵，保障生态系统的健康良性发展。

(3) 环境优美原则

方案设计中考虑景观环境的要求，各项措施将水体净化、水生态修复与环境景观美化有机统一，营造人水和谐的生态空间。

8.2 工程范围

陈村江引水集水面积 5km^2 ，实际年均引水量约 200 万 m^3/a ，相比入库干流和澄溪江引水，水量占比较小；上游村庄基本完成农村生

活污水治理，水质检测结果显示 TP 指标均超出地表水环境质量 II 类标准，拟于陈村江末段进行底质改良，一方面削减面源污染，另一方面也可利用填料吸附净化陈村江来水，减少前岩水库入库污染。本工程实施起点位于陈村江分水汇集口，终点位于陈村江入前岩水库口，长度 845m。



图 8.2-1 陈村江引水河道原位修复范围

8.3 设计思路及方案

陈村江两侧用地为农田或道路，无空间进行旁路净化，入库前河段坡度较缓，拟进行河道原位生态净化，通过比表面积较大、吸附性能较好的净化型填料换填沟渠底部淤土进行底质改良，抑制底泥细颗粒的再悬浮，控制内源污染物向水体释放，净化陈村江来水水质。河道底质改良基质选择火山岩、碎石组合填料。底质改良面积 2541m²，平均清淤厚度 0.3m，底质改良厚度 0.2m。具体构成详见下表：

表 8.3-1 河道原位修复材料表

分层	功能	厚度 (mm)	材料	粒径 (mm)
覆盖层	防冲刷	100	碎石	Φ 30~60
基质层	去除污染物核心	100	火山岩	Φ 10~30

并于底质改良河段河道两侧 0.5m 范围种植水生植物，拦截削减面源污染，减少入库污染量。水生植物选择同“7.9 湿地植物的选择”章节，本章节不再赘述。

8.4 主要工程规模

入库河流生态修复工程主要工程规模见下表。

表 8.4-1 入库河流生态修复工程量

序号	项目	规格	单位	工程量
1	砾石	Φ 30-60	m ³	254.1
2	火山岩	Φ 20-40	m ³	254.1
3	清淤		m ³	762.3
4	清障		m ²	2541
5	旱伞草	高度 45-50cm，冠幅 30-35cm，36 株/m ²	m ²	235
6	千屈菜	高度 30-35cm，冠幅 25-30cm，49 株/m ²	m ²	175
7	梭鱼草	高度 30-35cm，冠幅 25-30cm，49 株/m ²	m ²	146
8	灯芯草	高度 40-45cm，冠幅 25-30cm，36 株/m ²	m ²	172
9	香蒲	高度 50-55cm，冠幅 30-35cm，36 株/m ²	m ²	134

第 9 章 库区原位净化工程

9.1 设计原则

生态修复技术的选择应遵循“可持续发展、经济性、可操作性、安全性”等原则。

(1) 可持续发展原则

遵从自然生态规律，按照生态规律和社会经济发展规律，实现水环境及周围环境的可持续发展和水质的长期稳定。本次工程设计必须符合城市总体规划和湖泊相关规划，以人为本，尊重自然，注重经济、社会和生态效益的协调统一，按照人与自然和谐相处的理念进行规划。

(2) 经济性原则

对拟选择的整治方案进行技术经济比选，确保技术的可行性和合理性。

(3) 安全性原则

应选择本地种类，避免使用非本地种。如果使用外来物种，这些种类会和本地种发生竞争，严重地影响本地种的生存，进而影响整个生态系统结构和功能的稳定性，使恢复的生态系统遭到破坏，造成损害。因此，设计中应慎重选择植物品种，防止外来物种的入侵，保障生态系统的健康良性发展。

9.2 工程范围

根据水质取样检测分析，前岩水库库区东南角库湾死水区总氮、总磷超标明显，2-MIB 在 2024 年 8 月检测数据超标，拟于库湾死水区采取原位修复工程，保障该区水质，设计面积 16000m²。



图 9.2-1 库区原位净化工程范围图

9.3 设计思路与方案

9.3.1 技术比选

水库中常用的原位措施主要包括曝气复氧技术、复合纤维浮动湿地技术、生物膜净化技术、水生植物修复技术、生物多样性调控技术等。

(1) 曝气复氧技术

溶解氧在水体自净过程中起着非常重要的作用，水体的自净能力直接与复氧能力有关。水体中的溶解氧主要来源于大气复氧和水生植物的光合作用，水体溶解氧主要消耗在有机物的好氧生化降解、氨氮的硝化、底泥的耗氧、还原物质的氧化、水生生物和植物生长等化学、生化及生物合成等过程中。

曝气复氧技术是一种快速、高效、简便易行的污染水体治理技术，它既可以快速提高水体溶解氧、氧化水体污染物，改善水质，强化水体的自净功能，促进水体生态系统的恢复，还兼具造流、景观、底泥修复和抑藻作用。

通过一定的增氧设备来增加水体溶解氧，加速水体和底泥微生物对污

染物的分解，并提升水体流动性。一般采用固定式充氧设备（如喷泉曝气、推流曝气、微孔曝气、纳米曝气等）和移动式充氧设备（如增氧曝气船），可充空气，也可以进行纯氧曝气。

（2）复合纤维浮动湿地技术

复合纤维浮动湿地结合浮动湿地原理，在生态浮床基础上通过在浮床下面悬挂微生物载体填料，促进形成以净化水质为主要目的生态浮动平台，实现植物、载体填料、微生物、大气、水生态系统的其他环节与水交互作用，形成水体中的“可移动的水体净化处理厂”。

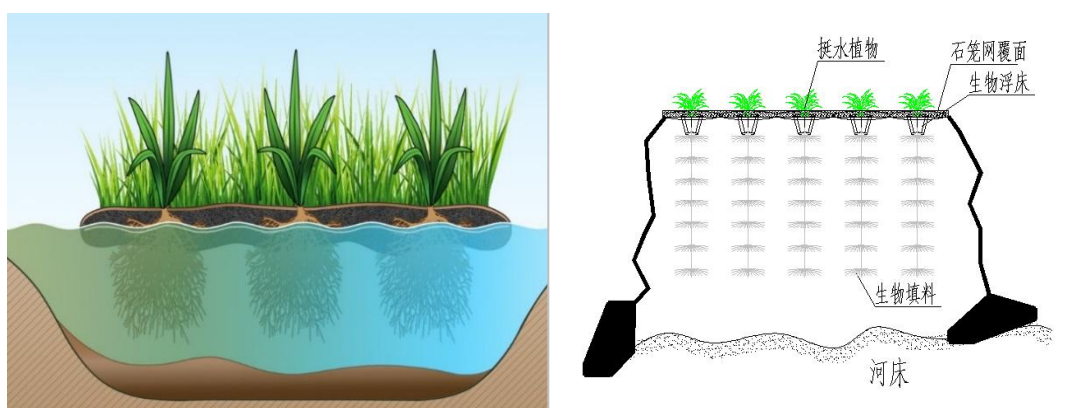


图 9.3-1 复合纤维浮动湿地示意图

（3）仿生水草技术

仿生水草又称人工水草、仿生人工水草。仿生水草具有高比表面积、水草型设计、独特编制技术、表面附着性强和耐磨损等特点，是利用生物膜的原理，广泛应用于河湖水环境生态治理的一种技术。生物膜是微生物（包括细菌、放线菌、真菌及微型藻类和微型动物）附着在固体表面生长后形成的黏泥状薄膜。生物膜技术即为水体有益微生物生长提供附着载体，提高生物量，使其不易在水中流失，保持其世代连续性；载体表面形成的生物膜，以污水中的有机物为食料加以吸收、同化，因此对水体中污染物具有较强的净化作用。

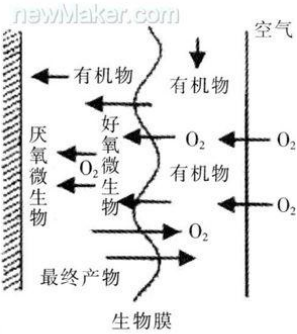
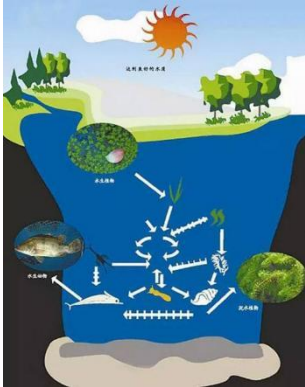
（4）水生植物修复技术

通过种植水生植物，利用其对污染物的吸收、降解作用，达到水质净化的效果。水生植物生长过程中，需要吸收大量的氮、磷等营养元素，以及水中的营养物质，通过富集作用去除水中的营养盐。

（5）生物多样性调控技术

通过人工调控受损水体中生物群落的结构和数量，来摄取游离细菌、浮游藻类、有机碎屑等，控制藻类的过量生长，提高水体透明度，完善和恢复生态平衡。

表 9.3-1 几种原位修复技术优缺点

技术类型	复氧曝气技术	复合纤维浮动湿地技术	仿生水草技术	水生植物修复技术	生物多样性调控技术
原理	增加水体溶解氧，加强有机物与微生物及溶解氧的接触，从而加强有机物的氧化分解作用。	利用生物膜中的微生物及植物根系吸收、吸附、分解有机物及营养盐。	利用高密度的微生物，吸收分解水中的有机物及营养盐，使污水得到净化	利用朱武的根、茎、叶对水体中的污染物进行吸收。	调控水体中生物群落的结构数量，来摄取游离细菌、浮游藻类、有机碎屑等，提高水体透明度，恢复生态平衡。
投资	一般	低	高	低	低
能耗	一般	少	较少	低	低
优点	能够促进有机物降解。	景观效果好	修复时间短、占地少	景观效果好	能提高河道自净能力、恢复河道生态多样性。
缺点	需要提供动力。	需要长期维护。	景观效果欠佳，徐亚长期维护	建设周期长	建设周期长
示意图			 newMaker.com 空气 有机物 好氧微生物 O₂ 厌氧微生物 O₂ 有机物 O₂ 最终产物 生物膜 图 2 生物膜的结构		

9.3.2 设计思路

为减轻水库南侧库湾死水区对整个库区水质的影响,采用原位净化工程保障库湾水质。原位净化工程主要包括曝气复氧工程、复合纤维浮动湿地工程。设置复合纤维浮动湿地,通过植物根系、下挂碳素纤维生态草为各类微生物提供附着环境,降解吸收氮磷等营养物质。设置推流曝气机,扰动水体,并为微生物提供好氧环境,提高水质净化效果。

9.3.3 工程总平面布局

库区原位净化工程主要包括复合纤维浮动湿地、推流曝气。

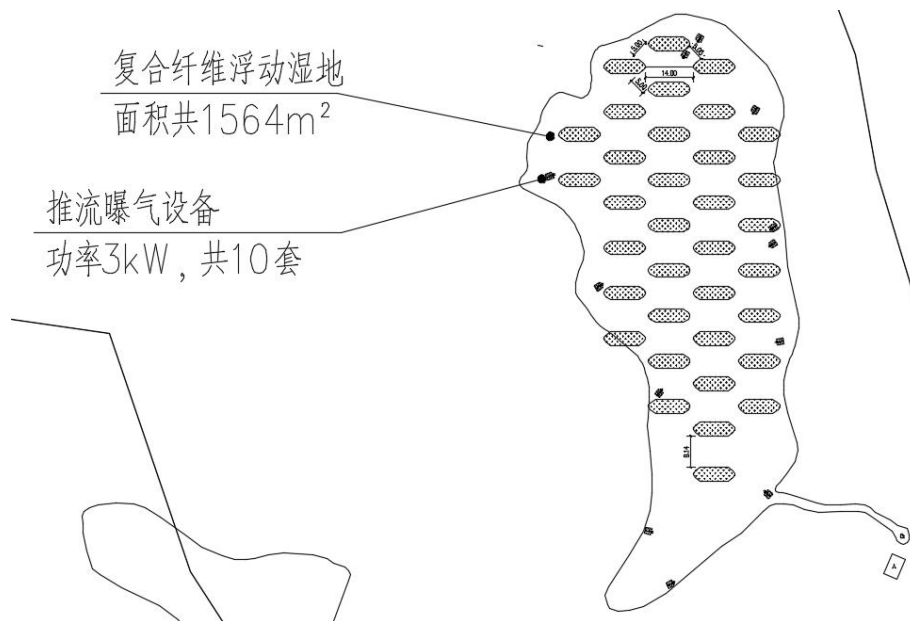


图 9.3-2 库区原位净化工程总平图

表 9.3-2 库区原位净化工程主要工程内容一览表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	复合纤维浮动湿地	m ²	1564	
2	推流曝气设备	套	10	功率 3kW

9.3.4 曝气复氧工程

鉴于库湾死水区水动力条件差，拟设置曝气复氧工程提升水体流动性，增加水体溶解氧。

(1) 曝气复氧工程比选

生态修复工程中曝气增氧形式主要有鼓风曝气、推流曝气、纳米曝气和喷泉曝气等，各类曝气设施比选如下：

1) 鼓风曝气

鼓风曝气即在岸边上设置一个固定的鼓风机房，通过管道将空气或氧气引入设置在湖底的曝气扩散系统，达到增加水中溶解氧的目的。一般由机房（内置鼓风机）、空气扩散器和管道组成。

鼓风曝气系统是由空气净化器，鼓风机，空气输配管系统和浸没于水下的扩散器组成。鼓风机供应一定的风量，风量要满足河涌水体生化反应所需的氧量；风压则要满足克服管道系统和扩散器的摩阻损耗以及扩散器上部的静水压；空气净化器的目的是改善整个曝气系统的运行状态和防止扩散器阻塞。近年来氧转移效率较高的微孔布气管的使用，使该供氧方法的充氧效率得到较大提高，可达 25%—35%（水深 5m），系统被广泛用于城市生活污水和工业废水以及河道水环境治理中。

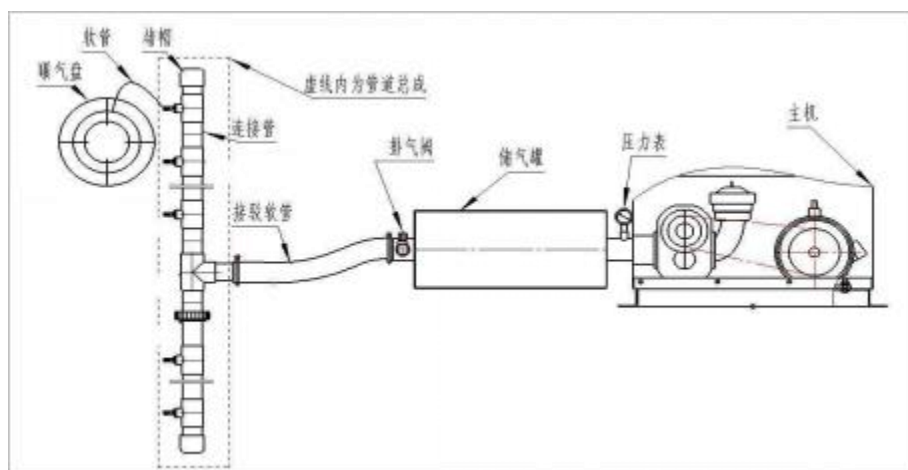


图 9.3-3 鼓风曝气系统组成

扩散器是整个鼓风曝气系统的关键部件，它的作用是将空气分散成空气泡，增大空气和混合液之间的接触界面，把空气中的氧溶解于水中。根据分散气泡的大小，扩散器又可分成几种类型：

① 小气泡扩散器典型的是由微孔材料（陶瓷、砂砾，塑料）制成的扩散板或扩散管。气泡直径可达 1.5mm 以下。

② 中气泡扩散器常用穿孔管和莎纶管。穿孔管的孔眼直径为 2～3mm，孔口的气体流速不小于 10m/s，以防堵塞。国外用莎纶管。莎纶是一种合成纤维。莎纶管以多孔金属管为骨架，管外缠绕莎纶绳。金属管上开了许多小孔，压缩空气从小孔逸出后，从绳缝中以气泡的形式挤入混合液。空气之所以能从绳缝中挤出，是由于莎纶富有弹性。

③ 微气泡扩散器这是近几年内新发展的扩散器，气泡直径在 100 μm 左右。射流曝气器属于微气泡曝气器，它通过混合液的高速射流，将鼓风机引入的空气切割粉碎为微气泡，使混合液和微气泡充分混合和接触，促进了氧的传递，提高了反应速率。也可设计成负压自吸式的射流器，这样可以省掉鼓风机，避免鼓风机引起的噪声。

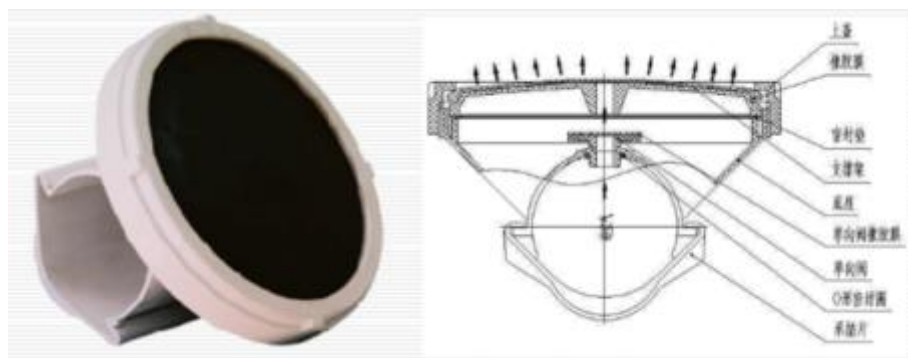


图 9.3-4 微孔曝气盘

鼓风机曝气系统的主要缺点是：安置在河底的布气管对航运有一定的影响。尤其在低潮位时：布气管损坏后维修较困难；潮汐河流水位变化较大，选择鼓风机须满足高水位时的风压，导致在低水位时动力效率较低。此外为了降低鼓风机噪声的影响，风机房可设置在地下，从而增加了投资费用。因此鼓风机—微孔布气管曝气系统一般用于郊区不通航河流。

2) 喷泉曝气

喷泉曝气是根据水力机械的搅拌提升原理，将水体从底部直接提上水面后抛出，与空气接触，令水体产生上下循环。喷泉式提水机配置高速旋转的螺旋桨在扬水同时充分搅拌湖水，从而使湖水完全溶氧，除去水中有机物质，消除水的层化现象，从而降低水体中的 BOD 浓度，能有效地防止非流动性的水质腐烂发臭，消除黑臭现象。设备运行时，强大动力所产生的浪花能覆盖大面积水面，装置有效集曝气和喷泉为一体，不需要机房及任何管道、泵、阀，不存在堵塞现象。

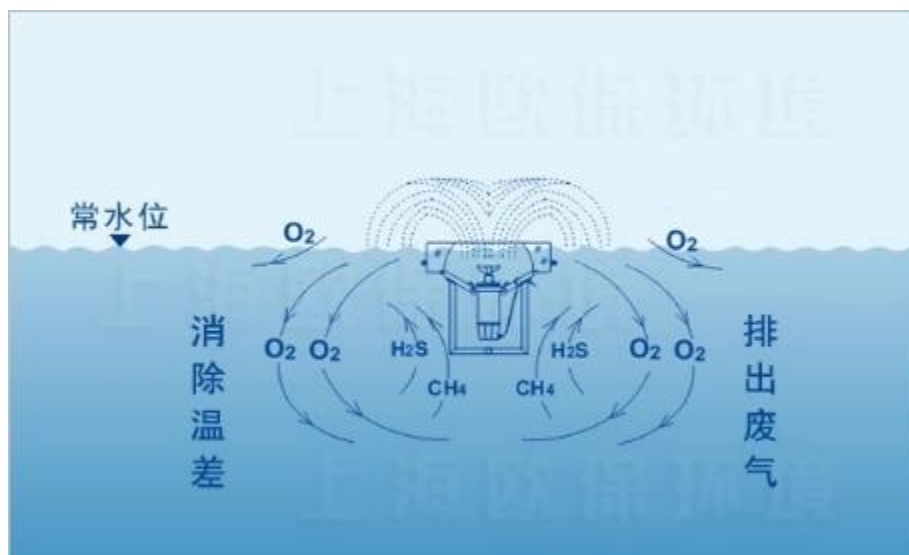


图 9.3-5 喷泉提水曝气运行原理图



图 9.3-6 喷泉提水曝气运行实景

3) 太阳能曝气

太阳能曝气工作原理是结合具有最小升力条件的泵系统设计和太阳能电机系统，组成的太阳能曝气机是一种漂浮式曝气器，产生纵向的高速流来搅动水体，同时在水体表层维持一个近层状流的条件。由于这种独特的设计，可使常见的水体表层富氧而深层严重缺氧的情况得到显著改善，大大提高水体的含氧量，加速生物净化过程，提高水体的自净能力。

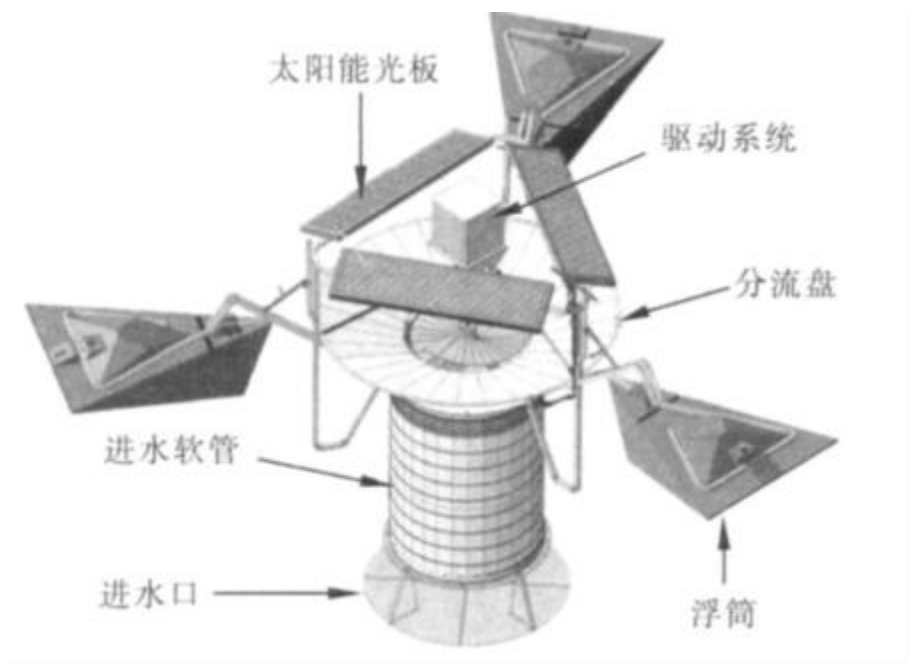


图 9.3-7 太阳能曝气机组成



图 9.3-8 太阳能曝气机应用

在阳光充足时，曝气机通过吸水软管产生主体流量。水泵的叶轮具有轴向流和正向位移的双重特性，在较低转速下由变速箱带动。泵的抽吸作用能够使深层水体快速流向水体表面，当主体流离开叶轮以一种近层流的方式快速流过分流盘时，将引起感应流（其流速是主体

流的 4 倍) 从水底直接向上涌动, 感应流与主体流汇合后沿着水体表面以 360° 辐射状向外扩散。

4) 潜水推流曝气

潜水推流曝气, 具有极佳的曝气效果与水体循环功能, 通过较低的功率营造了超大流量水流, 比同功率循环泵大 15 倍以上, 使得大水面的水体广域曝气和死水活性化成为可能。造流曝气机, 具有高效增氧, 超大流量, 抗堵塞, 寿命长、运行噪音低等特征, 适用于水库、黑臭河道、人工湖、自然湖泊等景观水体。

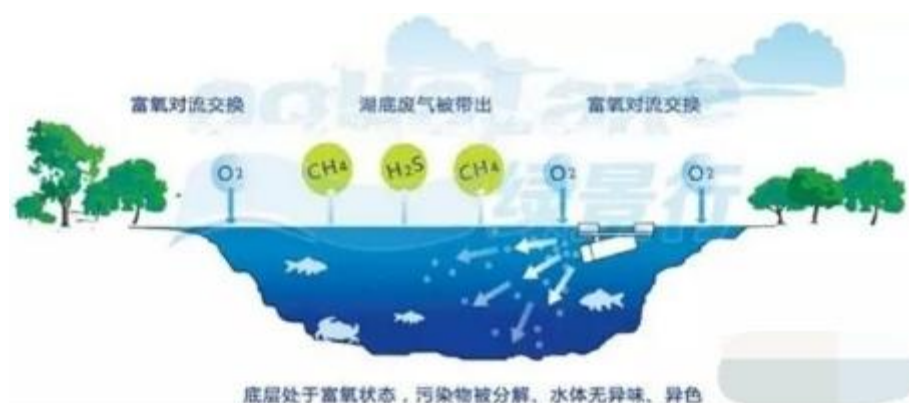


图 9.3-9 推流曝气工艺原理



图 9.3-10 推流曝气的应用

5) 纳米曝气

以微纳米充氧装置及微纳米气泡发生装置作为氧气、高能活性氧发生装置，结合微纳米气泡扩散装置进行底部充氧，可引发气泡粒径可控的高能活性氧微纳米气泡。通过高能活性氧微纳米气泡的平面流和纵向流扩散，高能活性氧以分子态溶解于水中成为溶解氧，从而改变水体溶氧量，辅以酶和环境友好微生物，使微生物及水体动植物生存的环境、水体条件发生变化。倒八字型微纳米充氧技术使水体流态发生变化，破坏藻类昼夜垂直迁移的规律，迫使藻类于日间向下运动，随水深增加抑制其光合作用，藻类无法由光照汲取能量，最终衰亡。

微纳米气泡发生装置能够生产直径在 50 μm 和数十纳米 (nm) 之间的微小气泡，可快速地溶解于水体中，溶氧效率大大提高。该技术作为一种新型水体曝气技术，在水环境治理中的市场前景极为广阔。

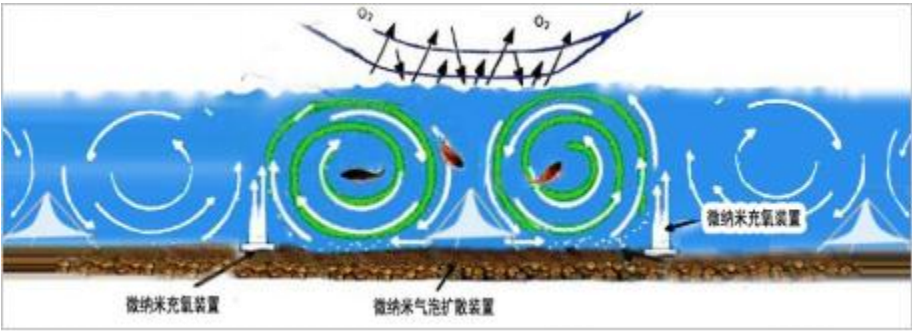


图 9.3-11 微纳米充氧工作原理示意图

6) 不同曝气类型比较

表 9.3-3 不同曝气类型组成、优缺点以及充氧效率对比

曝气类型	组成与特点	优点	缺点	充氧量 ($\text{kgO}_2/$ (kWh))
鼓风曝气	一般由鼓风机、空气扩散器和管道组成。鼓风机通过管道将空气或氧气引入设置在水库底部的曝气扩散系统，	配合微孔曝气充氧效率高	需要设置风机房，微孔曝气管容易堵塞，维护	2~4.7

曝气类型	组成与特点	优点	缺点	充氧量 (kgO ₂ /kWh)
	达到增加水中溶解氧的目的。		量较大	
喷泉提水曝气	主要由循环水泵、抗紫外工程塑胶浮筒、不锈钢网罩及托盘、增氧喷头、连接管道管件、接线盒以及不锈钢连接件等部件组成。	充氧的同时有景观效果，维护量小	设备为原位的，防洪要求高的河道不宜大量布设	0.5~1.5
太阳能曝气	一般由太阳能电池、蓄电池、增氧机和增氧管组成，以太阳能为动力，驱动空气压缩机把新鲜空气压入水中，再通过铺设在水体内部的曝气管路上的小孔渗出，为水体内部供氧。	无需外部电源、维护费用低	成本高、充氧量小、受天气影响大	0.1~2.5
潜水推流曝气	潜水射流曝气机通过潜水泵产生的水流经过喷嘴形成高速水流，在喷嘴周围形成负压吸入空气，经混合室与水流混合，在喇叭形的扩散管内产生水气混合流，高速喷射而出，夹带许多气泡的水流在较大面积和深度的水域内涡旋搅拌，完成曝气。	可形成活水循环，安装方便，维护量小	设备为原位的，防洪要求高的河道不宜大量布设	1.2~4.5
纳米曝气	由纳米气泡发生装置、纳米溶氧盘、扩散器等组成，通过形成纳米级气泡缓慢上升扩散，完成水体曝气，同时打破水体溶氧和温度分层。可与生物固定床等结合使用，加强污染物去除。	充氧效率较高、可岸上安装	成本高、维护量较大	3.5~7.5

前岩水库根据水质检测数据，水库内溶解氧数据基本满足地表水

II 类标准，主要考虑改善水动力条件的潜水推流设备，改善库湾水动力条件，缓解藻类爆发。

（2）曝气复氧工程设计

本工程共布设 10 套 3kW 推流曝气，扰动库湾死水区水体，并为复合纤维浮动湿地微生物载体提供部分溶解氧，营造好氧兼氧环境，有助于水体净化。

推流曝气设备循环流量：730m³/h，动力效率：1.86KgO₂/(Kw·h)，增氧能力：4.10KgO₂/h，噪声要求：噪音小于 50dB（10m 外）。

9.3.5 复合纤维浮动湿地工程

（1）技术原理

复合纤维浮动湿地是一种水环境治理与水生态修复相兼顾的技术，其内涵是运用无土栽培技术原理，以可漂浮材料为基质或载体，采用现代农艺和生态工程措施综合集成的水面无土种植技术，可解决由于水深、风浪等不利因素造成的可利用水域面积不足的困境。

复合纤维浮动湿地是遵循生态学原理，采用环境友好型材料在水体中搭建水生植物种植和生长的平台，结合了无土栽培技术和生物动力学，把高等水生植物或陆生植物，以高分子材料等作为载体，种植到受污染的水体中。具有水质净化、创造生物（鸟类、鱼类）的生息空间、改善景观和消浪保护驳坎等作用。

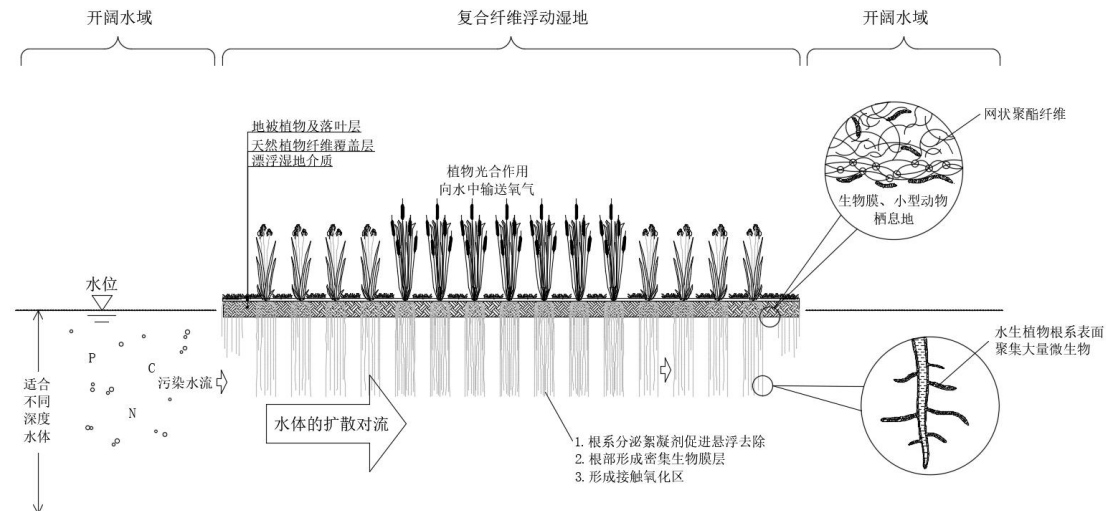


图 9.3-12 复合纤维浮动湿地净化原理示意图

(2) 主要功能

复合纤维浮动湿地的功能主要体现在四个方面：

1) 净化水体

一方面，复合纤维浮动湿地上密集生长的植物可以吸收、富集水体中的氮磷等营养物质和一些重金属等元素后，可通过木质化使其成为植物体的组成部分，也可通过挥发、代谢或矿化作用使其转化为二氧化碳、水或无毒性作用的中间代谢物，发达的根系释放大量能降解有机物的分泌物，故加速了水体中有机物的降解，通过减少 COD_{Cr} 、氮、磷的浓度来抑制水华的发生，从而改善水质，提高水的透明度；同时通过植物光合作用、呼吸作用吸收 CO_2 、释放 O_2 等，改善根系周围 DO 、 pH 等微观环境；

另一方面，浮床植物庞大的根系为摄食藻类的大型浮游动物提供了庇护场所、分泌他感物质等抑制藻类生长繁殖，为微生物提供载体，改善微生物生存环境，提高水体微生物的活性，加快河涌污染水体自净。

2) 提供鸟类休憩和鱼类产卵的场所

复合纤维浮动湿地上生长的植物为鸟类、昆虫和其他生物体创造了栖息地，而且也给水中鱼类的繁殖提供了优良的产卵场所。因此，复合纤维浮动湿地的构建有利于水域生物多样性恢复和提高，创造适宜多种生物生息繁衍的水生态系统。

3) 减少风浪，保护水域堤岸

复合纤维浮动湿地还具有良好的消波效果，复合纤维浮动湿地浮于水面，可减少风浪，从而起到避免水土流失、固滩固岸、防浪护堤的作用。

4) 美化水域景观

同时通过浮床植物设计，营造美丽的水库水面景观，在水面上形成一道靓丽的风景线。

(3) 工程设计

复合纤维浮动湿地主要布设于推流曝气周边及库湾死水区中央，最大限度净化水体，并可提供鸟类休憩和鱼类产卵的场所，营造多样生境，有助于库区生物多样性丰富，共布设复合纤维浮动湿地 1564m²。

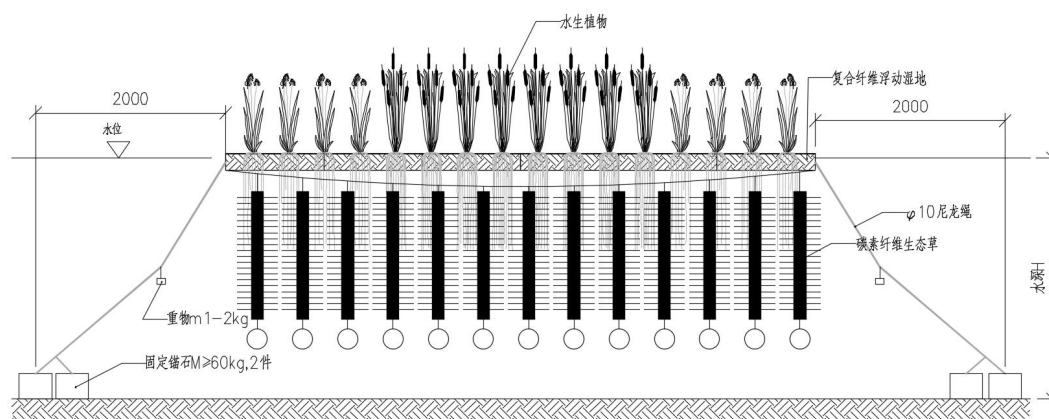


图 9.3-13 复合纤维浮动湿地断面图

9.4 主要工程规模

库区原位净化工程主要工程规模见下表。

表 9.4-1 库区原位净化工程量

序号	项目	规格	单位	工程量
1	推流曝气设备	功率 3kW	套	10
2	复合纤维浮动湿地		m ²	1564
2.1	浮动湿地模块	聚酯纤维材质	m ²	1564
2.2	Φ18 不锈钢管	SUS304	m	2368
2.3	固定链条		m	962
2.4	碳素纤维生态草	1m 长/根	根	12506.00
2.5	鸢尾	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	333.00
2.6	梭鱼草	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	296.00
2.7	旱伞草	高度 30-35cm, 冠幅 25-30cm, 25 株/m ²	m ²	296.00
2.8	狐尾藻	高度 20-25cm, 81 株/m ²	m ²	629.00
2.9	Φ 10 尼龙绳		m	1554.00
2.10	固定锚石	≥60kg/件	件	444.00

第 10 章 底质修复工程

10.1 设计原则

10.1.1 设计原则

(1) 设计方案符合区域规划功能要求，结合周边生产生活现状，尽量降低对周边环境的影响。

(2) 工程布置应充分考虑现有的外部条件，因地制宜，合理布置，方便施工。

(3) 合理确定清淤范围和清淤深度，选择合适的清淤方式。

(4) 合理布设管线，缩短吹距，减少流失量，降低对周边环境的影响。

(5) 清除水库污染底泥并加以处置，尽量综合利用处理后的干化土，为生态重建创造条件。

10.2 设计要点

10.2.1 设计思路

对河湖底质修复常用的工艺有原位修复和异位修复。其中，原位修复指的是污染底泥无需进行疏挖，直接在底泥上采用覆盖、钝化与直接的生物修复（如淋洗、富集）等方法来去除和稳定底泥中的污染物。异位处理是指将河湖底泥进行疏挖以后，再对底泥进行处理处置。

针对前岩水库现状水深情况及水源地性质，本工程仅从异位处理的角度对底质修复工艺进行分析。

异位处理技术是采用设备将底泥清运至陆上，通过脱水干化处理

措施降低底泥的含水率和体积，最终按需求处置，使得底泥能够实现“减量化、稳定化、无害化和资源化”，目前技术相对成熟，是底泥处理的主要方法。

10.2.2 底质异位修复工艺

本工程设计采用环保绞吸清淤+淤泥机械脱水固结一体化工艺进行底质修复，清淤泥浆通过淤泥通过管道输送至陆域底泥处理场进行脱水固结，干化泥饼采用绿化利用的处置方式，余水采用混凝沉淀技术进行处理。

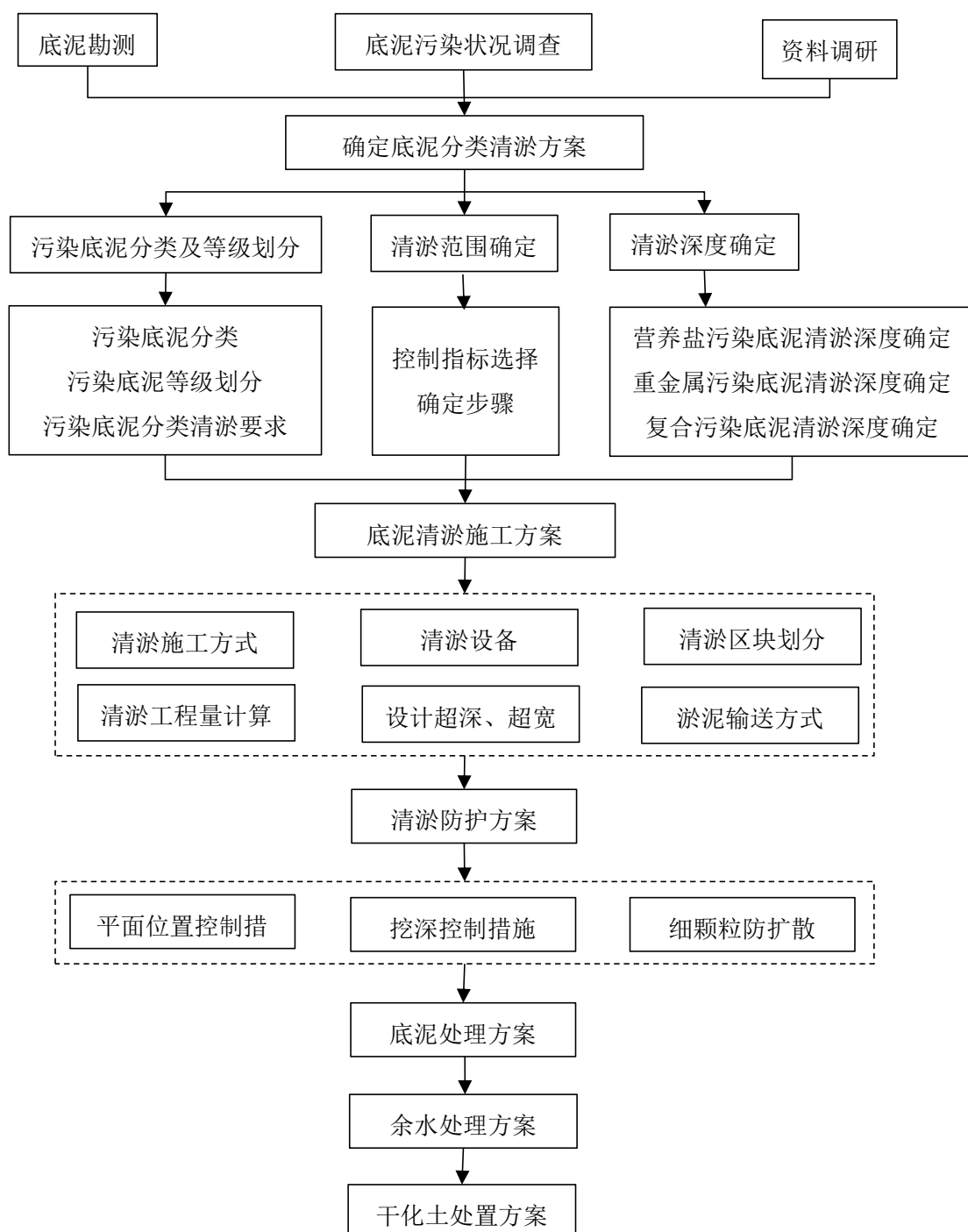


图 10.2-1 污染底泥清淤方案设计技术路线图

10.3 底泥清淤设计

10.3.1 清淤范围确定

1、清淤范围确定

(1) 污染程度

目前国内外对于底泥沉积物尚缺乏统一的评价方法和标准,使用有机氮指数 ON、污染指数 Pi、有机指数 OI 以及综合污染指数 FF 对前岩水库底泥污染状况进行综合分析。综合 4.1.3 底泥分析章节中 4 种指数分析结果如下表所示:

表 10.3-1 前岩水库底泥污染状况评价表

评价方法 采样点位	有机氮指数 ON	污染指数 Pi	有机指数 OI	综合污染指数 FF
Z2-T1	重度污染	重度污染	重度污染	重度污染
Z2-T2	重度污染	重度污染	重度污染	重度污染
Z2-T3	重度污染	重度污染	重度污染	重度污染
Z3-T1	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z3-T2	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z4-T1	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z4-T2	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z4-T3	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z5-T1	中度污染	轻度污染	中度污染	轻度污染
Z6-T1	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z7-T1	重度污染	中度污染	中度污染	重度污染
Z8-T1	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z9-T1	重度污染	中度污染	中度污染	重度污染
Z10-T1	中度污染	重度污染	轻度污染	重度污染

评价方法 采样点位	有机氮指数 ON	污染指数 Pi	有机指数 OI	综合污染指数 FF
Z11-T1	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z11-T2	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z12-T1	中度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z12-T2	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z13-T1	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z13-T2	重度污染	重度污染	轻度污染	重度污染
Z14-T1	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z15-T1	重度污染	重度污染	中度污染	重度污染
Z16-T1	重度污染	中度污染	轻度污染	重度污染

注：Zi 表示采样点 i，Ti 表示泥样第 i 层，每层厚度 40cm。

依据前岩水库底泥污染状况评价，按照各指标污染最高级确定污染程度。经分析，前岩水库内底泥整体上处于重度污染状态。

（2）泥深分布状况

水库库区底泥深度在 30~120cm 之间，从清淤设备精度及工程经济性方面考虑，建议对淤积厚度大于 50cm 的区域进行清淤。前岩水库底泥淤积厚度及分布图如下所示。

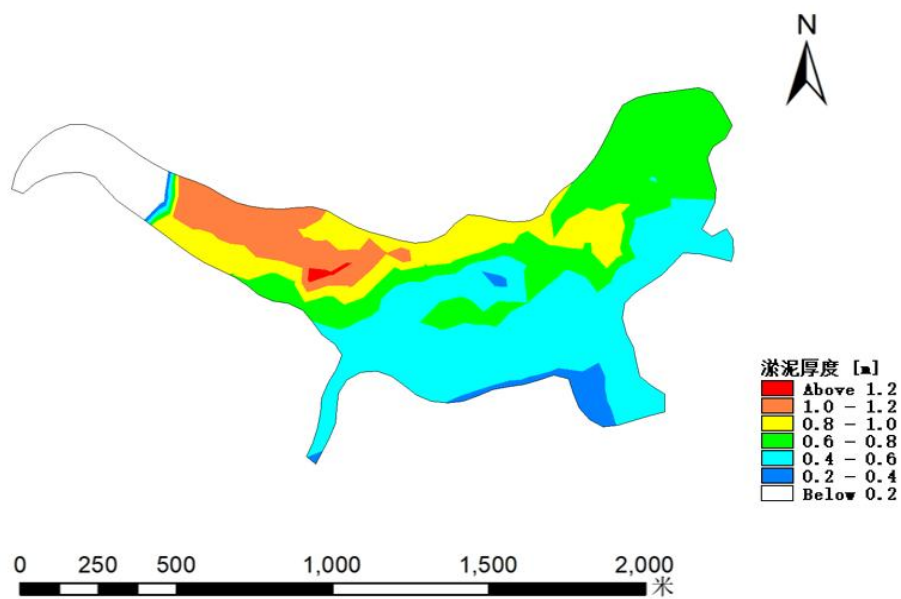


图 10.3-1 前岩水库底泥淤积分布图

(3) 工程安全性

从水库边坡稳定性以及周边坡度较大导致施工难度大，因此预留 20m 的边坡安全距离。

小结：综合考虑底泥有机污染情况、底泥深度大于 50cm 区域、取水口用水安全、边坡稳定性、施工便利性等因素，确定底质修复工程清淤范围。本工程清淤范围面积为 438149m²。

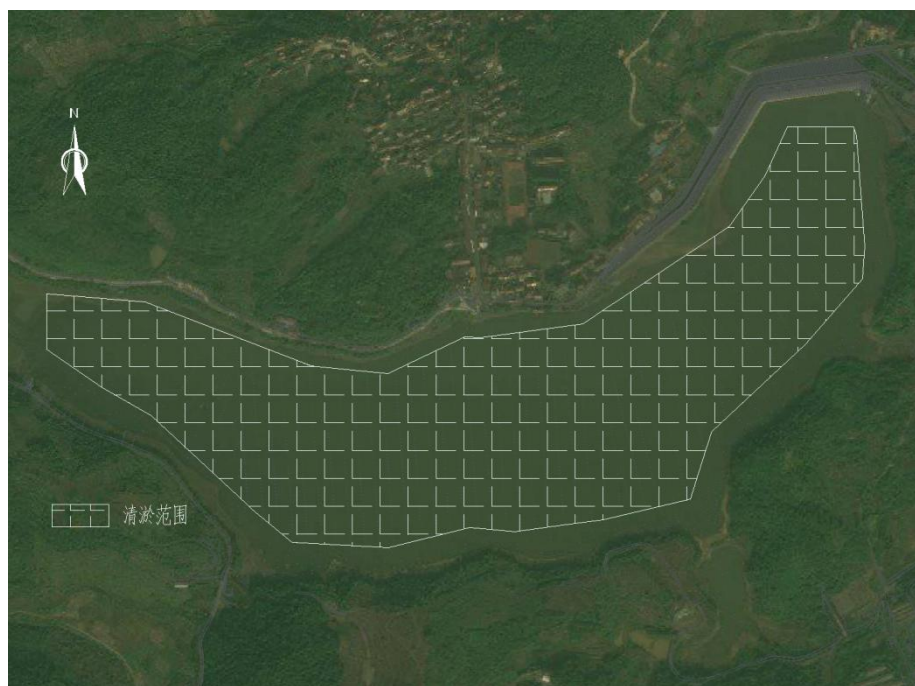


图 10.3-2 底质修复工程清淤范围图

在确定底质修复工程清淤范围的基础上，按照泥深分布情况，进一步将清淤范围进行划分，初步确定生态清淤分区。清淤分区包括 A、B、C 三个区块。



图 10.3-3 底质修复工程清淤分区图

2、清淤深度确定

本项目污染底泥属于营养盐污染底泥，底泥取样深度划分从垂直方向根据污染程度一般分为污染底泥层、污染过渡层、正常湖泥层三层。

污染底泥层为底泥污染中最为严重的一层，一般情况下，在有机质及营养盐污染地区该层颜色为黑色至深黑色，其上部为稀浆状，下部呈流塑状，有臭味。该层沉积年代新，为近年来人类活动的产物，是湖泊内源污染物的主要蓄积库。

污染过渡层为底泥中污染较轻的一层，是正常层到污染层的渐变层，一般情况下，在有机质及营养盐污染地区该层颜色多灰黑色，呈软塑-塑状，较污染底泥层密实。

正常湖泥层是未被污染的底泥层，其颜色保持未被污染的当地土质正常颜色，一般无异味，在有机质及营养盐污染地区该层一般为粘性土，质地较密实。

依据前文对前岩水库底泥的总磷、总氮和有机质分析，综合确定本项目主要对污染层及过渡层污染物含量较高的上层污染底泥（表层浮泥）进行清理，确定 A 区平均清淤深度为 1.0m，清淤面积 8.5 万 m^2 ，清淤工程量 8.5 万 m^3 ；B 区平均清淤深度为 0.5m，清淤面积 23.2 万 m^2 ，清淤工程量 11.6 万 m^3 ；C 区平均清淤深度为 0.6m，清淤面积 12.1 万 m^2 ，清淤工程量 7.3 万 m^3 。

10.3.2 清淤工程量确定

本工程清淤采用网格法控制，通过网格交点坐标和高程控制浚前浚后标高。清淤区域划分采用 50m×50m 网格法，前岩水库清淤分区划分如下图所示：



图 10.3-4 底质修复工程清淤网格图

经计算前岩水库清淤面积为 438149m²,清淤工程量为 273544m³。
具体清淤工程量计算表如下所示。

表 10.3-2 底泥清淤工程量计算表

清淤分区编号	清淤面积（m ² ）	清淤深度（m）	清淤体积（m ³ ）
A-1	1036.3	1.0	1036.3
A-2	2500.0	1.0	2500.0
A-3	2076.2	1.0	2076.2
A-4	823.5	1.0	823.5
A-5	2500.0	1.0	2500.0
A-6	2500.0	1.0	2500.0
A-7	1312.4	1.0	1312.4
A-8	610.7	1.0	610.7
A-9	2500.0	1.0	2500.0
A-10	2500.0	1.0	2500.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
A-11	2459.5	1.0	2459.5
A-12	417.4	1.0	417.4
A-13	293.0	1.0	293.0
A-14	2492.8	1.0	2492.8
A-15	2500.0	1.0	2500.0
A-16	2500.0	1.0	2500.0
A-17	1840.0	1.0	1840.0
A-18	1903.1	1.0	1903.1
A-19	2500.0	1.0	2500.0
A-20	2500.0	1.0	2500.0
A-21	2500.0	1.0	2500.0
A-22	1501.1	1.0	1501.1
A-23	944.2	1.0	944.2
A-24	2500.0	1.0	2500.0
A-25	2500.0	1.0	2500.0
A-26	2500.0	1.0	2500.0
A-27	2500.0	1.0	2500.0
A-28	1296.1	1.0	1296.1
A-29	2485.3	1.0	2485.3
A-30	2500.0	1.0	2500.0
A-31	2500.0	1.0	2500.0
A-32	2500.0	1.0	2500.0
A-33	2499.4	1.0	2499.4
A-34	1102.6	1.0	1102.6
A-35	1526.4	1.0	1526.4
A-36	2500.0	1.0	2500.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
A-37	2500.0	1.0	2500.0
A-38	2500.0	1.0	2500.0
A-39	2500.0	1.0	2500.0
A-40	567.5	1.0	567.5
A-41	2500.0	1.0	2500.0
A-42	2500.0	1.0	2500.0
B-1	2487.2	0.5	1243.6
B-2	845.4	0.5	422.7
B-3	2500.0	0.5	1250.0
B-4	2500.0	0.5	1250.0
B-5	2500.0	0.5	1250.0
B-6	2403.8	0.5	1201.9
B-7	355.3	0.5	177.7
B-8	2287.2	0.5	1143.6
B-9	2500.0	0.5	1250.0
B-10	2500.0	0.5	1250.0
B-11	2500.0	0.5	1250.0
B-12	2500.0	0.5	1250.0
B-13	2500.0	0.5	1250.0
B-14	757.1	0.5	378.6
B-15	2010.7	0.5	1005.3
B-16	2500.0	0.5	1250.0
B-17	2500.0	0.5	1250.0
B-18	2500.0	0.5	1250.0
B-19	2500.0	0.5	1250.0
B-20	2500.0	0.5	1250.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
B-21	888.9	0.5	444.5
B-22	1765.7	0.5	882.9
B-23	2500.0	0.5	1250.0
B-24	2500.0	0.5	1250.0
B-25	2500.0	0.5	1250.0
B-26	2500.0	0.5	1250.0
B-27	2500.0	0.5	1250.0
B-28	1020.7	0.5	510.3
B-29	2290.2	0.5	1145.1
B-30	2500.0	0.5	1250.0
B-31	2500.0	0.5	1250.0
B-32	2500.0	0.5	1250.0
B-33	2500.0	0.5	1250.0
B-34	2500.0	0.5	1250.0
B-35	768.8	0.5	384.4
B-36	974.1	0.5	487.0
B-37	2500.0	0.5	1250.0
B-38	2500.0	0.5	1250.0
B-39	2500.0	0.5	1250.0
B-40	2500.0	0.5	1250.0
B-41	2500.0	0.5	1250.0
B-42	2478.3	0.5	1239.2
B-43	168.5	0.5	84.2
B-44	2086.9	0.5	1043.4
B-45	2500.0	0.5	1250.0
B-46	2500.0	0.5	1250.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
B-47	2500.0	0.5	1250.0
B-48	2500.0	0.5	1250.0
B-49	2500.0	0.5	1250.0
B-50	2034.3	0.5	1017.2
B-51	2418.8	0.5	1209.4
B-52	2500.0	0.5	1250.0
B-53	2500.0	0.5	1250.0
B-54	2500.0	0.5	1250.0
B-55	2500.0	0.5	1250.0
B-56	2500.0	0.5	1250.0
B-57	1956.4	0.5	978.2
B-58	235.5	0.5	117.8
B-59	2500.0	0.5	1250.0
B-60	2500.0	0.5	1250.0
B-61	2500.0	0.5	1250.0
B-62	2500.0	0.5	1250.0
B-63	2500.0	0.5	1250.0
B-64	2500.0	0.5	1250.0
B-65	2095.7	0.5	1047.9
B-66	562.4	0.5	281.2
B-67	2500.0	0.5	1250.0
B-68	2500.0	0.5	1250.0
B-69	2500.0	0.5	1250.0
B-70	2500.0	0.5	1250.0
B-71	2500.0	0.5	1250.0
B-72	2500.0	0.5	1250.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
B-73	1814.2	0.5	907.1
B-74	912.9	0.5	456.4
B-75	2500.0	0.5	1250.0
B-76	2500.0	0.5	1250.0
B-77	2500.0	0.5	1250.0
B-78	2500.0	0.5	1250.0
B-79	2500.0	0.5	1250.0
B-80	2500.0	0.5	1250.0
B-81	1481.7	0.5	740.9
B-82	2139.7	0.5	1069.9
B-83	2500.0	0.5	1250.0
B-84	2500.0	0.5	1250.0
B-85	2500.0	0.5	1250.0
B-86	2500.0	0.5	1250.0
B-87	2500.0	0.5	1250.0
B-88	2500.0	0.5	1250.0
B-89	1129.0	0.5	564.5
B-90	2500.0	0.5	1250.0
B-91	2500.0	0.5	1250.0
B-92	2500.0	0.5	1250.0
B-93	2500.0	0.5	1250.0
B-94	2500.0	0.5	1250.0
B-95	2500.0	0.5	1250.0
B-96	578.7	0.5	289.3
B-97	2500.0	0.5	1250.0
B-98	2500.0	0.5	1250.0

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
B-99	2500.0	0.5	1250.0
B-100	2500.0	0.5	1250.0
B-101	2493.6	0.5	1246.8
B-102	2500.0	0.5	1250.0
B-103	2500.0	0.5	1250.0
B-104	2366.0	0.5	1183.0
B-105	1399.4	0.5	699.7
C-1	1310.8	0.6	786.5
C-2	2500.0	0.6	1500.0
C-3	514.2	0.6	308.5
C-4	2462.5	0.6	1477.5
C-5	2500.0	0.6	1500.0
C-6	2500.0	0.6	1500.0
C-7	2133.2	0.6	1279.9
C-8	2500.0	0.6	1500.0
C-9	2500.0	0.6	1500.0
C-10	2500.0	0.6	1500.0
C-11	2500.0	0.6	1500.0
C-12	1290.6	0.6	774.4
C-13	2500.0	0.6	1500.0
C-14	2500.0	0.6	1500.0
C-15	2500.0	0.6	1500.0
C-16	2500.0	0.6	1500.0
C-17	2500.0	0.6	1500.0
C-18	2412.5	0.6	1447.5
C-19	917.9	0.6	550.8

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
C-20	1477.1	0.6	886.2
C-21	2485.9	0.6	1491.5
C-22	2500.0	0.6	1500.0
C-23	2500.0	0.6	1500.0
C-24	2500.0	0.6	1500.0
C-25	2500.0	0.6	1500.0
C-26	2455.3	0.6	1473.2
C-27	748.7	0.6	449.2
C-28	1028.0	0.6	616.8
C-29	2119.8	0.6	1271.9
C-30	2500.0	0.6	1500.0
C-31	2500.0	0.6	1500.0
C-32	2500.0	0.6	1500.0
C-33	2500.0	0.6	1500.0
C-34	2500.0	0.6	1500.0
C-35	2483.9	0.6	1490.3
C-36	901.9	0.6	541.1
C-37	767.7	0.6	460.6
C-38	2500.0	0.6	1500.0
C-39	2500.0	0.6	1500.0
C-40	2500.0	0.6	1500.0
C-41	2500.0	0.6	1500.0
C-42	2500.0	0.6	1500.0
C-43	2500.0	0.6	1500.0
C-44	2485.5	0.6	1491.3
C-45	1046.8	0.6	628.1

清淤分区编号	清淤面积 (m ²)	清淤深度 (m)	清淤体积 (m ³)
C-46	767.7	0.6	460.6
C-47	2500.0	0.6	1500.0
C-48	2500.0	0.6	1500.0
C-49	2500.0	0.6	1500.0
C-50	2500.0	0.6	1500.0
C-51	2500.0	0.6	1500.0
C-52	2424.7	0.6	1454.8
C-53	852.4	0.6	511.4
C-54	277.5	0.6	166.5
C-55	1116.7	0.6	670.0
C-56	1311.3	0.6	786.8
C-57	1505.8	0.6	903.5
C-58	1697.5	0.6	1018.5
C-59	1666.8	0.6	1000.1
C-60	591.6	0.6	355.0
合计	438149		273543.5

10.3.3 设备选型

(1) 清淤设备比选

1) 抓斗式挖泥船

抓斗式挖泥船有自航和非自航两种。自航式的一般带泥舱，泥舱装满后自航至排泥区卸泥；非自航式则利用泥驳装泥和卸泥；挖泥时运用钢缆上的抓斗，依靠其重力作用，放入水中一定的深度，通过插入泥层和闭合抓斗来挖掘和抓取泥砂，然后通过操纵船上的起重机机械提升抓斗出水面，回旋到预定位置将泥砂卸入泥舱或泥驳中，如此

反复进行。抓斗挖泥船一般用于航道、港池及水下基础工程的挖泥工作。适合于挖掘底泥、砾石、卵石和粘性土等，但不适合挖掘细砂和粉砂土。



图 10.3-5 抓斗式挖泥船

2) 铲斗式挖泥船

反铲挖泥船和陆地上使用的反铲挖掘机很相似，并且可以通过在轮船或者驳船上安装挖掘机来制造这种挖泥船。这种船舶或者驳船的主要特征就是拥有反铲挖泥机这种固定装置，这种设置增加了稳定性和施工作业时的安全性，挖掘机的吊杆手臂一般都非常大，而且，一般情况之下，吊杆手臂末端的铲斗也比陆地上使用的铲斗要大。吊杆手臂可以延伸到挖泥船的前方并且伸到水下面；铲斗将朝着船的方向运动，河道底部的沉淀物将被反铲挖掘机清除，这些沉淀物将被移动到另一个位置或者被处理以确保河道清污干净。其缺点在于不能输送底泥，清淤效率低。



图 10.3-6 铲斗式挖泥船

3) 气动泵式挖泥船

该清淤船的工作原理是采用水下吸泥泵沉入上层流动浮泥层底部，上层流动浮泥（污染底泥层）在水压差（或真空装置）的作用下进入吸泥泵泵体的进泥口（类似吸尘器的原理），排泥以压缩空气为动力进行推排。主要具有以下特点：

环保性较高：清淤时，淤泥是在水压差的作用下进入泵体，没有机械的动作过程，因而不会扰动清淤土层及水体。整个吸泥、排泥、运泥与吹泥等全过程均为封闭式作业，具有较高的环保性能。

清淤精度较高：依据水位报告和回声测深仪逐点扫描反馈的清淤高程进行实时调整水下吸泥泵的进泥口深度，确保了控深精确，清淤效果彻底。

余水处理量少：该船的排泥浓度可在水下方的 60~90% 范围内调控（绞吸式挖泥船约为 15~25%），最高可达水下方的 95%，排泥场规模可成倍缩减，余水处理的工程量也可成倍减少。

排泥方式多样：绞吸式挖泥船因排泥浓度较低，要求的排泥场规

模较大且只能管输。而该船排泥浓度较高，无需溢流可直接装驳外运，也可调低泥浆浓度实施管输吹填。



图 10.3-7 气动泵式挖泥船

4) 环保绞吸式挖泥船

该类型船舶采用安装在桥架端部的绞刀头进行底泥挖掘，通过大型泥泵进行吸泥和泥浆排送。施工时以钢桩、三缆定位装置、定位桩等为圆心，定位，利用船体摆动进行挖泥作业。

绞吸式挖泥船是目前在清淤工程中运用较广泛的一种船舶，它是

利用吸水管前端围绕吸水管装设旋转绞刀装置，将河底泥沙进行切割和搅动，再经吸泥管将绞起的泥沙物料，借助强大的泵力，输送到泥沙物料堆积场，它的挖泥、运泥、卸泥等工作过程，可以一次连续完成。环保绞吸式挖泥船特点是配备有环保绞刀头，环保绞刀头由环保密封罩包裹，可以有效隔绝受扰动影响的泥浆，防止泥浆扩散至水体。



图 10.3-8 环保绞吸式挖泥船

对上述清淤设备进行对比如下表：

表 10.3-3 清淤设备优选点和适用条件

主要方式	优点	缺点	适用条件
抓斗式	1、设备小，移动灵活，对障碍物的适应性强； 2、掺水量小，清除的淤泥含水率较低。	1、施工过程中污染物容易扩散，造成二次污染； 2、施工效率相对较低； 3、清淤精度低，表层高含水率淤泥容易逃逸，污染物清除率不高。	适合障碍物复杂、不能断水施工的中、小型河道。
铲斗式	基本同抓斗式。	基本同抓斗式，效率相对抓斗式高，但淤	基本同抓斗式。

主要方式	优点	缺点	适用条件
		泥逃逸比抓斗式更甚。	
气力泵式	1、机动灵活性好，可深水作业，适合底面起伏较大的工况； 2、泥浆浓度高，污染物清除率高； 3、防止二次污染能力强； 4、清淤水深有明显优势，能够清除径向尺寸较大的物质。	1、新型设备，市场上数量少； 2、施工效率不如绞吸式，成本较高； 3、输送距离近，不能自行移动，需配备驳运设备。	适用防止二次污染要求严格的河道、水库、山塘，适用水深大的水库。
环保绞吸式	1、施工精度高，污染物清除率高； 2、有效防止淤泥逃逸，防止二次污染； 3、适应水深范围广。	1、施工效率不如绞吸式； 2、成本相对较高。	适用对施工精度要求高，防止二次污染要求严格的河道、水库、山塘、

结合前岩水库实际情况及水源地保护要求，本工程拟采用**环保绞吸设备**进行清淤。

(2) 设备选型

依据下表各环保绞吸式挖泥船的尺度及施工所需水域条件，并结合工程条件，同时为加快施工效率，降低工程成本，保证工程施工连续不间断进行，本清淤工程选用产能 200m³/h（原状方）环保绞吸挖泥船。

表 10.3-4 环保绞吸式挖泥船主要尺寸及施工所需水域

产能 (m ³ /h)	主要尺度(m)			最大挖深 (m)	施工所需水域条件	
	长	宽	吃水		水深(m)	宽度(m)
40	18	3.8	0.7	3.2	1.2	16

产能 (m ³ /h)	主要尺度(m)			最大挖深 (m)	施工所需水域条件	
	长	宽	吃水		水深(m)	宽度(m)
80	23	5.5	0.9	6	1.1	23
200	38~40	7.2~7.5	1.1~1.4		1.4	42
350	50~64		1.8~2.3	15	2.4	46

(3) 清淤底泥输送

1) 底泥输送方式比选

清淤底泥的运输方法和设备主要包括管道输送、汽车输送和船舶输送三种。运输过程中应进行全程监控和管理，防止因暴露、洒落或滴漏造成的环境二次污染。下表为三种运输方式的特点：

表 10.3-5 清淤底泥运输方法与特点

输送方式	特点
管道输送	全封闭、连续输送，泄露少、输送高效，是一种最为安全、经济的底泥输送方式，在环保疏浚中得到广泛应用。
汽车输送	陆地输送的一种方式，一般采用槽罐车或封闭自卸车进行输送，当底泥为流动或半流动状态时宜采用槽罐车运输，呈流塑或可塑性状态时可采用封闭自卸车进行运输。
船舶输送	一般与环保斗式挖泥船配套，完成水上输送。

根据以上对比分析，车辆运输灵活性较大，运输的淤泥为终端产品，相对运输量较小，但对环境会带来噪音、臭味等影响，有时还会有散漏现象发生，同时也会带来增加车辆维修费用、输送成本昂贵和增大车场占地面积等问题，且汽车运输一般与干式清淤方法联用。驳船运输需要借水操作，灵活性较差，但条件合适情况下其输送成本相对较低。

管道运输的淤泥一般只限于未经处理的、含水率较高的淤泥，多在远郊集中设淤泥处置设施时适用，规模较大，且易于自动化，可节

省动力和车辆，缓和城市交通压力；管道铺设费用较高，一次性投入费用较高，但输送成本较低。管道运输通常与绞吸式挖泥船联用，因为绞吸式挖泥船输挖得到的底泥含水率非常高，流动性强，适合用管道进行运输。

本工程清淤方式为环保绞吸式挖泥船，所得淤泥具有流动性强的特点，较适用于管道运输的方式。考虑到本工程疏浚工程量较大，铺设管道一次性投入费用较高，但输送成本较低，因此，淤泥可通过通过管道输送至陆域底泥处理场进行脱水固结，排泥管的连接形式为水上浮管接水下沉管再接水上浮管连接陆上管排到陆域底泥处理场内，考虑到水库地形存在较大高程差，配备泥浆接力泵一套。

2) 排泥管线布置

排泥管线布置应遵循以下原则：

- ① 尽量缩短排泥管线的长度，减少沿程阻力；排泥管线宜平顺，避免出现小于 60 度的拐弯角，以减小输送局部阻力；
- ② 尽量避免穿越人口、建筑物密集区，尽量避免穿越车辆较多的道路，少占耕地、道路；
- ③ 便于排泥管线的维护。疏挖区内采用浮管，跨越航道采用水下潜管，其余段采用陆地管。浮管及水下抛设物，如锚、管线等均应设置明显标志并根据需要设置灯器。

本项目底泥处理场位于前岩水库东南侧沈塘村，考虑到水库地形存在较大高程差，排泥管线平均排距 3km，配备泥浆接力泵一套。



图 10.3-9 淤泥输送路线

10.3.4 清淤污染控制措施

(1) 防止细颗粒扩散的必要性

细颗粒物具有较大的比表面，其上总是吸附较多的污染物，同时它们在疏浚过程中，经过搅松后迅速进入悬浮状态，由于其沉降速度极慢，会在水中处于悬浮状态，若疏浚时过度搅动产生的细颗粒物扩散到水体中，或排回水体的余水中含有大量的悬浮物都会影响水质或降低疏浚效果。因此在疏浚过程中必须采取措施尽量减少细颗粒的扩散。

(2) 污染防扩散措施

由绞刀旋转与桥架横移造成的绞刀头的细颗粒扩散是一种小范围的扩散，主要的污染防扩散措施包括：

1) 选择合适的绞刀转速和吸入能力会进一步减少细颗粒的扩散范围，加装环保绞吸罩在疏浚作业完成后迅速消退，不会对疏浚区水体造成破坏。

2) 防污幕帘由浮体和裙体组成, 可以将局部施工水域同非作业区隔离, 以防止污染扩散, 有效保护前岩水库生态环境。



图 10.3-10 防污染扩散环保绞吸罩（左）和防污幕帘（右）

10.3.5 清淤施工要点

清淤工程施工为水上作业, 施工单位应根据清淤土质、排距等不同, 进一步优化清淤施工方案, 合理选配施工船舶, 选用不同泥泵工作转速, 合理调整绞刀转速, 以降低油耗。同时必须坚持“安全质量第一, 预防为主”的方针。在施工过程中要严格贯彻执行有关安全管理制度、劳动保护政策、法规等。施工方法及注意事项如下:

(1) 在挖泥过程中, 操作手通过船上的 DGPS 进行实时精确定位, 根据实时通报的水位, 通过船上配备的高精度绞刀深度显示仪精确控制挖泥深度;

(2) 挖泥船采用分段、分层、分条施工方法, 相邻两条的挖泥重叠宽度不小于 2m, 以防止漏挖。一次最大挖泥厚度不大于 0.5m, 先疏挖上层污染底泥, 再疏挖下层底泥;

(3) 严格控制水位及船舶吃水。挖泥船要坚持每班岗三次监测, 定时检测水深和船舶吃水, 当水深或船舶吃水每变化 0.10m 时, 必须重新调整绞刀下放深度;

(4) 在近岸水域部分施工时采用“只吸不绞”方法进行施工, 以

保证岸坡稳定；

(5) 排泥管跨越航道时应采用水下管，浮管及水下抛设物，如锚、管线等均应设置明显标志并根据需要设置灯器；

(6) 由于疏浚区杂物较多，施工设备操作人员要密切注意设备的工作状态，若有异常，应立即停止挖泥，及时进行处理，以免损坏设备。在施工过程中遇到大面积障碍物时，如废弃的水下堤岸、块石堆等，挖泥船亦改采用“只吸不绞”方法进行施工，以保证挖泥船的安全；

(7) 施工期间应设专人巡视管线，及时发现并更换即将破损的管线；

(8) 在近岸施工时，应派专人巡视护岸，防止护岸破坏。

10.4 淤泥脱水干化设计

10.4.1 工艺介绍及比选

底泥脱水干化是清淤底泥处理、处置的核心环节，关系着整个工程的占地面积、造价、工期和后续的处置。不同的底泥处理工艺所需要的成本、工程占地和其他条件也是完全不同的，因此需要首先确定适合本工程处理要求、处理成本，进而根据现场实际情况确定合理的干化方案。底泥脱水干化是底泥处理处置的一大难点，如何降低其含水率即减容是清淤过程的重要环节。

降低清淤泥浆的含水率是脱水干化处理过程的重要环节。脱水技术视泥浆的体积、含水率、场地和脱水要求而定，清淤底泥的含固率一般为 5%~10%。污泥脱水干化处理技术一般包括自然干化脱水、机械脱水法、真空预压法、土工管袋法、淤泥脱水固结一体化法等。

表 10.4-1 淤泥脱水干化工艺比选

比较项目	自然脱水干燥	机械脱水法 (离心、带式、板框)	真空预压法	土工管袋法	淤泥脱水固结一体化
减量化	淤泥在自然状态下脱水效率低,干燥周期很长,减量不明显	利用机械压力挤压使淤泥脱水,含水率可降至 60%左右,但脱水能耗高、产量低	利用真空压力和淤泥自重去除淤泥中的自由水,含水率降至 60%以后脱水困难,减量缓慢,处理周期数周甚至数月	利用淤泥自重压密脱水,脱水效果不佳,减量缓慢,处理周期较长	利用材料和机械配合快速脱去淤泥水分,含水率降至 35%左右,相对水下方体积、质量减量 65%以上,效果明显
无害化	没有对淤泥进行无害化处理,有污染转移的风险	没有对淤泥进行无害化处理,存在污染转移的风险	没有对淤泥进行无害化处理,存在污染转移的风险	没有对淤泥进行无害化处理,存在污染转移的潜在风险	淤泥脱水固结处理后呈硬塑状泥饼,对有害物质实现固封和钝化
稳定化	高含水淤泥,遇水泥化,容易产生二次污染	含水 60%左右的淤泥,遇水泥化,容易产生二次污染	含水 60%左右的淤泥,遇水泥化,容易产生二次污染	高含水淤泥,遇水泥化,容易产生二次污染	硬塑状泥饼,固结过程不可逆,遇水不泥化,无二次污染
资源化	高含水淤泥,基本无强度,难以利用,需长期堆放或摊晒	含水 60%左右的淤泥,强度低且增长慢,难以利用,需长期堆放或摊晒	含水 60%左右的淤泥,强度低且增长慢,难以利用,需长期堆放或摊晒	需长期堆放,强度较低,可做绿化种植土或护岸填土	硬塑状泥饼,有一定强度且持续增长,可立刻用作工程回填土
可移动性	不可移动	可移动	不可移动	不可移动	可移动
运行费用	低	较高	较低	较低	较高

比较项目	自然脱水干燥	机械脱水法 (离心、带式、板框)	真空预压法	土工管袋法	淤泥脱水固结一体化
设备投资	低	高	较高	较低	较高
本工程适用性	不适用	不适用	不适用	不适用	适用

受本工程施工条件的限制，在脱水工艺选型时需考虑以下条件：

- 1) 工程区域无大面积堆场的条件；
- 2) 与环保绞吸清淤直接对接，兼容性强；
- 3) 泥浆体积即时减量，既减少占地又不会带来污染转移；
- 4) 施工过程机械化和自动化程度高。

前岩水库周边寻找淤泥堆场用地困难，淤泥处理宜选用占地较小，能连续操作运行的快速固结工艺，以最大程度上减少占地及周边污染。机械脱水固结一体化在一套脱水站中完成淤泥输送与干泥输出，同时实现淤泥的污染控制、脱水、固结，淤泥处理效率较高，各组成设备的移动也较灵活，能适用于空间有限的施工场地，处理后的淤泥也具备了很好的抗压强度，减量化明显，有利于后期泥饼外运、处置及利用。实际工程应用中，机械脱水固结一体化工艺常与绞吸式挖泥船配套使用，技术成熟稳定。因此，本工程推荐使用机械脱水固结一体化工艺对底泥进行减量化处理。

10.4.2 淤泥脱水干化设计

本次清淤总量约为 273544m^3 ，单台套 600m^2 板框压滤设备，单机脱水生产能力每小时可处理底泥水下自然方 $16\sim 20\text{m}^3$ ；按平均每天 10 小时生产计算，单套设备的日处理能力约 160m^3 ，单套设备系统处

理所需工日长为 1710 天，为满足施工进度计划要求（有效处理天数 450 天），干化场预计投入 4 套过滤面积 600m^2 的板框压滤机及其附属设备。

10.4.3 淤泥脱水干化场选择

脱水干化场地选址应遵循以下原则：

- （1）符合当地政府规划部门的总体规划；
- （2）所选干化场面积能够满足底泥干化的需要；
- （3）底泥干化场属于临时性施工场地，底泥干化完成后应采取恢复措施；且施工期不得对场地附近村庄、田地造成二次污染；
- （4）脱水干化场地设置应尽可能利用现状地形，减少土方的挖填。

参照以上选址原则，对工程区周边进行了调查和踏勘，选择位于前岩水库东南侧沈塘村的嵊州灯塔种猪有限公司所属地块建设后作为脱水干化场地，土地性质为坑塘水面、设施农用地及乔木林地。面积约 2 万 m^2 ，方便淤泥的转输且大小满足机械脱水固结一体化场地要求。

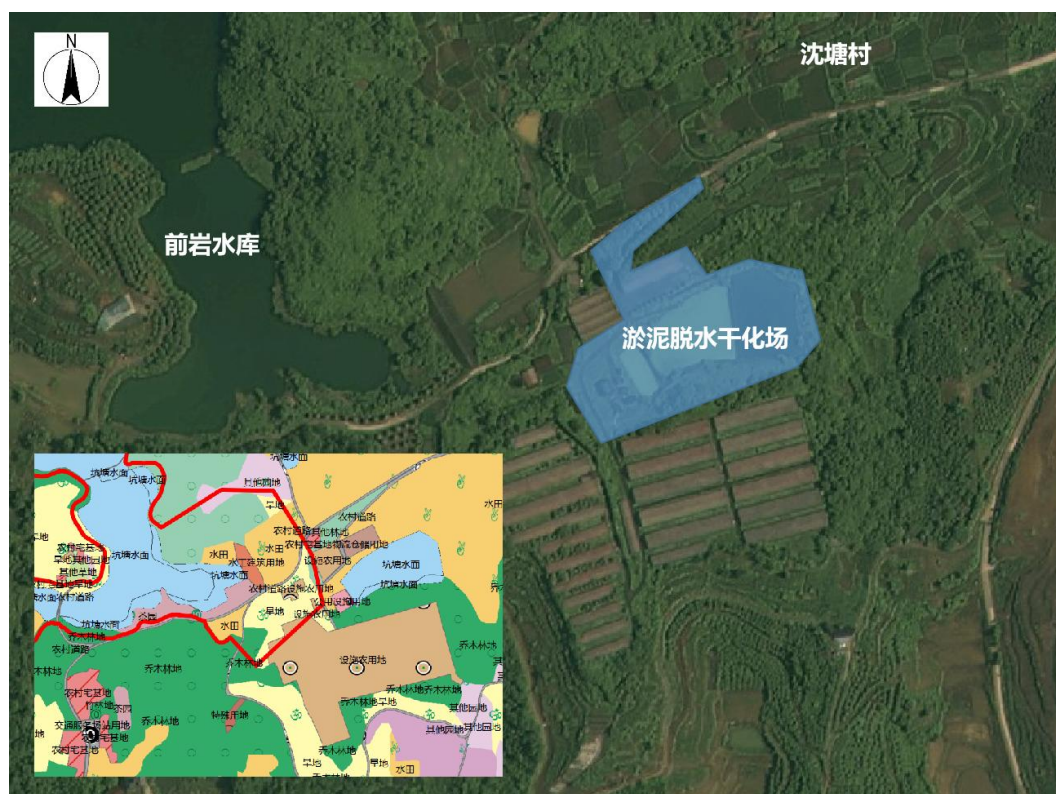


图 10.4-1 淤泥脱水干化场位置示意图

10.4.4 淤泥脱水干化场平面布置

(1) 干化场地布置原则

- 1) 平面布置紧凑合理，利用现状地形，尽量减少施工用地；
- 2) 各工序之间的衔接合理，功能分区合理明确，有利于生产、生活和管理；
- 3) 合理组织运输，保证现场运输道路畅通，尽量减少二次搬运；
- 4) 结合选址周边的交通条件，合理布置出入口，方便各类作业车辆通行、作业；
- 5) 在完善功能的基础上力求对周围环境的影响最小；
- 6) 满足消防、环保、交通、绿化等有关部门的要求。

(2) 布置内容

脱水干化场地占地面积约为 2 万 m^2 ，主要包括机械脱水固结一

体化脱水区、余水处理区、生活性设施场地、场内外施工道路、临时堆场等。

脱水干化场地总平面布置如下图所示:



图 10.4-2 淤泥脱水干化场平面布置图

10.4.5 淤泥脱水干化主要设备

淤泥脱水干化主要设备由下表所示，由于本工程属于项目配套的临时工程，建议采用设备租赁的形式进行场站建设以减少投资，实际实施过程中由施工单位结合设备厂家提供设备选型、安装要求进行建设施工，本设计的方案供参考。

表 10.4-2 淤泥脱水干化设备表

序号	设备名称	规格参数	单位	数量
1	钢制格栅	4m*3.5m，格栅间隙 10cm	台	2
2	供浆平台	含潜水式泥浆泵（Q=200m³/h，H=15m，）、浮平台、电动提升葫芦、电缆、、电缆、控制	套	2

序号	设备名称	规格参数	单位	数量
		柜、输泥管道、浮平台四角定位锚绳等全套设备		
3	浮筒泵	Q=250m ³ /h, H=15m, 6 寸泥浆泵, 22kW 电机, 带浮筒、管道、电缆、控制箱等全套设备	台	2
4	板框压滤机	过滤面积 600m ² /, N=26kW, 含管道、电缆等全套设备	台	4
5	皮带输送机	B=1.2m, L=13.35m, N=4kW, 输送量>50m ³ /h	台	4
6	喂料泵	Q=250m ³ //h, H=80m, N=90kW, 含管道、电缆等全套设备	台	4
7	压榨水泵	Q=12m ³ //h; H=165m; N=7.5kW	台	4
8	压榨水箱	2T 立式水塔, 材质 PE, 含管道等全套设备	台	4
9	调理罐	容积 22m ³ /, 材质 304, N=5.5kW, 含管道电缆等全套设备	台	2
10	溶药设备	带搅拌溶药罐; 2 台加药泵, N=3.3kW, 含管道电缆等全套设备	套	2
11	自动加药装置	2000L/h, 全自动三腔式一体化投加, 含 2 台螺杆泵, 含管道电缆等全套设备	台	1
12	潜污泵	Q=240m ³ /h, H=10m, 含管道电缆等全套设备	台	1

10.5 余水处理设计

在以保护和改善水环境为目的的污染底泥清淤过程中, 余水处理

是十分重要的。清淤过程中，污染底泥以泥浆形式输送至堆场，其体积将扩大，泥浆经堆场自然沉淀后有大量余水需外排，采用适当的技术对余水进行处理，使余水中的污染物含量减少到最少，可以大幅减少将疏挖出的污染物再排回水体的量，从而保证环保疏挖工程有较好的环境效益。而处理后的余水应优先排入周边已实施的管网。

1、主要污染指标

余水中的主要污染物大都富集于悬浮颗粒中，因此可以确定悬浮物为主要控制指标，仅在必要时对余水中的氮、磷等加以控制。

2、余水处理工艺

余水中的污染物主要以颗粒态为主，去除悬浮物目前采用比较多的方法有气浮、过滤和沉淀法等。

气浮法是通过向水体中通乳微气泡，气泡与细小悬浮物颗粒进行结合，造成悬浮物密度降低，从而浮出水面刮走，从而实现泥水分离，气浮法去除悬浮物的能力较强，出水悬浮物浓度低，比较适用于难沉淀细小悬浮物的深度处理。气浮法所需处理装置多，工艺复杂，处理成本高，管理难度大，而对于清淤余水，悬浮沉淀较易沉淀，排水标准要求不高，气浮工艺在经济性和管理难度上不太适合余水的处理。

过滤法是通过滤料对悬浮物的吸附和截留来实现泥水分离的工艺，填料一般为砂填料或滤布等纤维填料，过滤法虽去除悬浮物效果较好，但是耐水量冲击负荷较弱，运行复杂，设备较多，不太适合作为典型短工期的清淤余水处理。

沉淀法是目前国内外用于去除水中悬浮物最常用的方法，操作弹性大、对水质水量变化的适应性强、药剂供应方便、处理设施占地面积不大，成本低。因此本方案选用混凝沉淀技术。

3、余水处理方案

本项目板框压滤后共计产生余水 73.86 万 m^3 ，板框压滤过程中滤出的余水排回浓缩池中与浓缩池沉淀过程中产生的上清液进行混合。混合后的浓缩池上清液通过泵排入尾水池进行混凝沉淀处理，处理后的余水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 的排放规定，最后通过管道外排至污水管网。

10.6 干化土处置方案设计

10.6.1 干化土处置方法比选

经减量化处理后的底泥的利用方式主要有作绿化土壤、建材和工程填土等，这些方法在解决了底泥出路问题的同时，也引起了诸如资源浪费和二次污染等一系列社会问题。因此底泥的利用需要综合底泥性质、区域特点和市场条件等因素来考虑。

（1）绿化利用

水库清淤底泥中含有较高的氮磷等元素，在库底这些营养盐释放到水体中属污染源，但作为农林园艺绿化土壤却可以为植物提供丰富的营养成分。有文献报道，高营养盐水库底泥常被应用于农田、林地、草地、湿地、湖滨绿化带、市政绿化、育苗基质及取土坑土地修复等，使清淤底泥中的营养盐重新进入自然环境的物质与能量循环中，是一种符合环保理念的安全积极处理方式。

（2）建材利用

底泥中含有大量无机质，可以作为制砖、水泥和陶粒等建筑材料的原料。底泥的建材利用，不仅能将大量底泥有效处置，减少对环境污染，而且可以产生一定的降解效益。但是，由于清淤底泥是从水环

境治理要求提出的，其工程实施、位置分布、资源量及稳定供给等方面与作为工业化的建筑材料等其他方面利用要求之间还存在较多的不匹配和协调问题，因此，目前建筑材料等方面的利用主要处于试验研究阶段，规模化的工程利用尚待探索。

（3）回填利用

在适宜条件下对清淤底泥进行预处理，通过改良其含水量高、强度低的性质，使其适合于工程要求，然后进行回填施工，使其作为填方材料进行使用。固化处理后的疏浚底泥成为填方材料，可替代砂石和土料进行使用，与一般的土料相比，固化土具有不产生固结沉降、强度高、透水性小等优点，除可以免去进行碾压、地基处理施工外，有时还可以达到普通砂土所不能达到的工程效果。具体可以应用于以下工程：筑堤或堤防加固工程、道路工程的路基填方工程等。

综上所述，前岩水库底泥属于有机质和营养盐含量高、污染物较低的Ⅱ级淤泥，适用绿化利用的资源化处置方式。

10.6.2 干化土处置

根据浙江省地方标准河湖水库清淤技术规程（DB33/T 1337—2023），水下自然方的底泥经处理后含水率、体积发生变化，按淤泥体积换算系数 0.3 计算，底泥脱水产出物（泥饼）体积约 8.21 万 m^3 。本工程泥饼采用绿化利用的处置方式，暂定弃土场共计 2 处，分别位于沈塘村余甲岙和友谊村闲置地块，运输距离约 6km，泥饼回填弃置后，进行绿化种植。

10.7 主要工程规模

底质修复工程主要工程规模见下表。

表 10.7-1 底质修复工程量

序号	项目	规格	单位	工程量
1	环保清淤	选用产能 200m ³ /h(原状方) 环保绞吸挖泥船,配 1 级接 力泵, 输送距离 3km	m ³	273544
2	淤泥处理	机械脱水固结一体化工艺, 4 台套板框压滤设备(含全 部配套设备)	m ³	273544
3	淤泥处置	绿化利用,运输距离约 6km	m ³	82063
4	余水处置		m ³	738569
5	淤泥处理场建设	淤泥脱水干化场场地建设、 设备安装	项	1

第 11 章 结构设计

11.1 管道结构设计

11.1.1 设计原则

(1) 输水管道结构的形式和施工方法的确定应结合功能要求、施工要求、管道线路埋深及工程地质、水文地质条件，对技术、经济、工期、环境影响等进行综合比较，择优选定。

(2) 管线穿越方式应综合考虑现场周围环境、地质情况、工期、投资等因素，选择合理可行的方案。

(3) 管线结构设计应充分考虑后期运行、检修的需要。对于软土地基，需综合比较分析，选择经济合理的地基处理方式。

(4) 输水管道结构设计，应减少管道施工中和建成后对环境造成不利的影响，考虑城市规划引起周围环境的改变对管道结构的影响；考虑续建工程与管道结构的相互影响。

11.1.2 管道主体设计

(1) 设计标准及安全等级

本工程设计使用年限为 50 年，结构的安全等级为二级，重要构（建）筑物地基基础设计等级为乙级，其余为丙级。本地区抗震设防烈度为 6 度，根据现行《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）、《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》（GB50032-2003）等的规定，本工程设计中对输水管线及重要的主体建（构）筑物，其抗震设防类别确定为丙类。

(2) 设计参数

抗震设防烈度：本地区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。

（3）耐久性的要求及防水作法

1）结构的耐久性及材料要求

根据场地的现有地质及环境条件，地下构筑物及管线的各种钢筋混凝土管道井按照《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）的有关规定确定对混凝土材料和配比的有关要求以及钢筋保护层厚度的要求。建筑物按照《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）的有关规定确定混凝土结构的环境类别，有围护墙的建筑物地上部分混凝土结构的环境类别为一类，地下部分为二 a 类；露天的建筑为二 a 类。并据此确定对混凝土材料和配比的有关要求以及钢筋的保护层厚度。从而确保结构耐久性达到规范规定的要求。

① 构筑物混凝土

根据《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）等规范的有关规定，混凝土强度等级 C30，抗渗等级 P8，最大水灰比 0.50，最小水泥用量 300kg/m³，最大氯离子含量 0.2%。其碱含量最大限值应符合《混凝土碱含量限值标准》CECS53 的规定。根据当地的气温条件，混凝土可不作抗冻要求。各构筑物基础底板下均设 C20 素混凝土垫层，厚度 100mm。钢筋采用 HRB400 级。钢筋的混凝土保护层厚度按照《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）的要求设置。

11.1.2.1 管道设计荷载

埋地式管道除考虑管道的土压力、内水压力、地下水压力、管道

自重外，还考虑地面堆载或路面车辆荷载(两者取大值)、及地震作用等。

钢管的温度作用的季节温差和施工闭合温差按 ± 25 度计算。过路段的地面车辆荷载，根据我国《城市桥梁设计荷载标准》CJJ77-98的规定，对快速路、主干路采用“城-A”级汽车荷载；对次干路、支路采用“城-B”级汽车荷载。

11.1.2.2 开挖

沟槽的开挖采用以机械为主并以人工相结合的方法进行。在无障碍且地质条件较好的地段,且开挖深度小于 2m,采用放坡式开挖,施工开挖临时边坡系数取 1:0.75。在有障碍和地质条件较差的地段,采用设板桩垂直开挖,其中对于开挖深度大于等于 2m 小于 3m 内的管段采用普通槽钢支护;开挖深度大于 3m,小于等于 4m,采用拉森钢板桩 A 型支护方式;开挖深度大于 4m,小于等于 6m,采用拉森钢板桩 B 型支护方式。开挖深度 5m 以上管道需进行深基坑论证。

槽底开挖宽度：管道直径+两侧工作面宽度。工作面宽度和垫层厚度如表所示：

表 11.1-1 工作面宽度和垫层厚度

管径 D(mm)	工作面宽度 b1(mm)
	砂石基础
<300	300
$300 \leq D \leq 600$	350
$600 < D \leq 1000$	400
$1000 < D \leq 1600$	500
$1600 < D \leq 3000$	700

(1) 管道埋设深度小于 2m 且周围具备放坡条件时，采用放坡开挖，中粗砂基础。

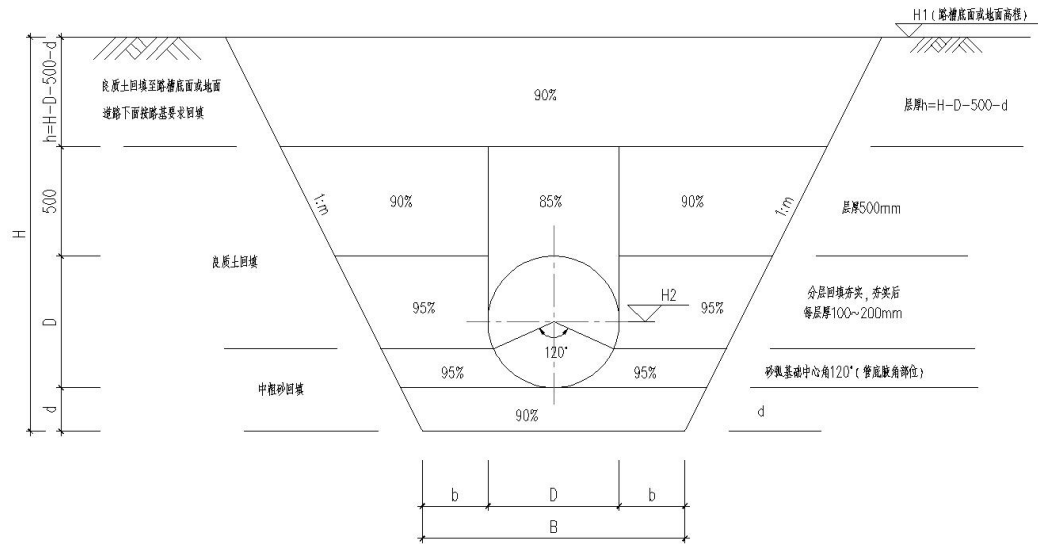


图 11.1-1 管道基础详图（开挖放坡）

(2) 管道埋设于路面结构层、开挖深度大于等于 2m，小于 6m 时为减少开挖路面量，采用撑板或拉森钢板桩支护方式，直立开挖，中粗砂基础。

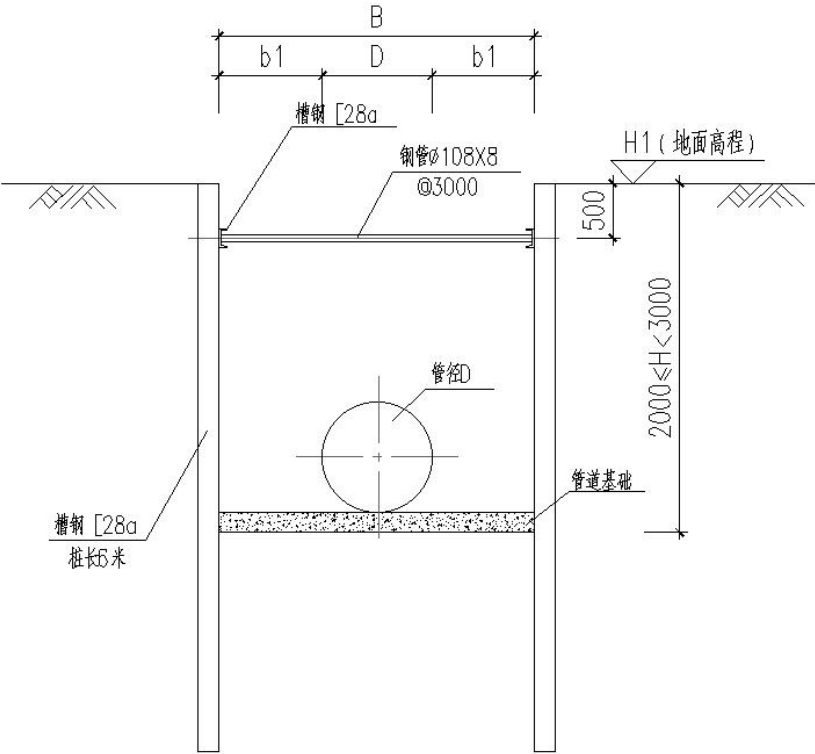


图 11.1-3 槽钢支护详图

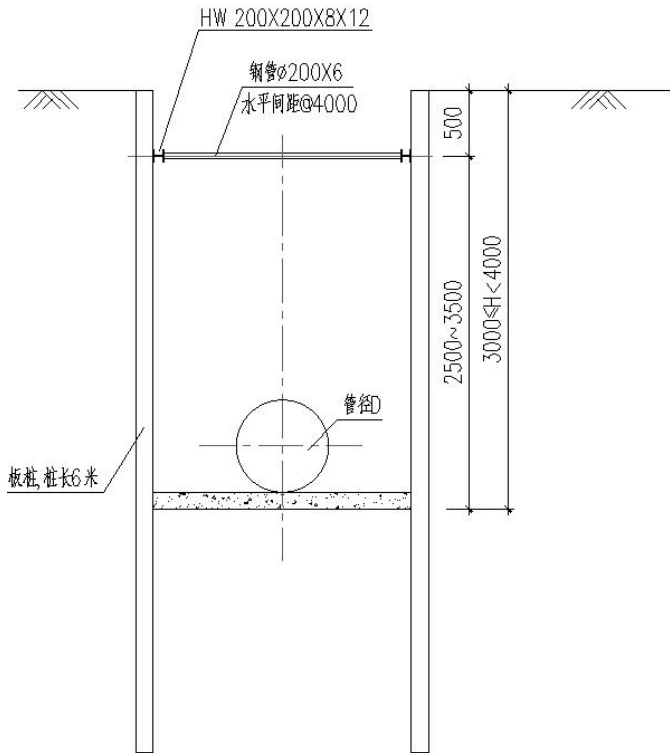


图 11.1-4 拉森钢板桩 A 型支护详图

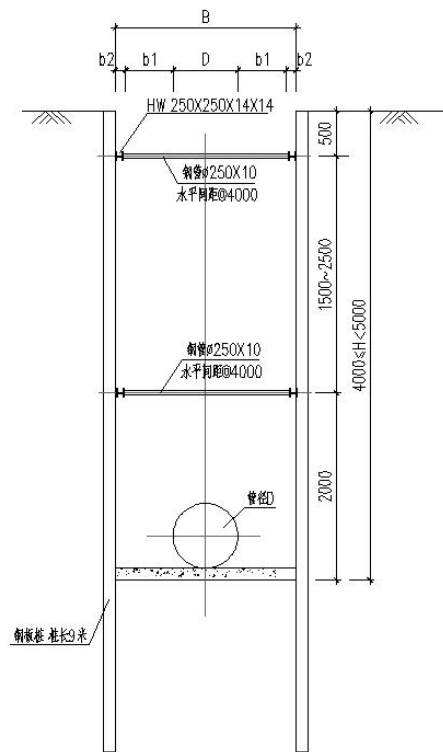


图 11.1-5 拉森钢板桩 B 型支护详图

11.1.3 沟槽回填

位于绿化带下的管道，除管道基础以外，回填料原则上采用开挖原状良质土回填，不得含有机物、冻土、耕植土及大于 50mm 的砖、石等硬块。表层 500mm 范围内，不宜压实，预留沉降量，表面整平。如管道埋设于农田下，可将砂弧基础以上至管顶以 50cm 的中粗砂更换为良质土。且表层 500mm 范围内，不宜压实，预留沉降量，表面整平。

位于道路下的管段，管底至管顶以上 500mm 范围内原则上采用开挖良质土回填，管顶以上 500 至路面回填料需满足路基要求，建议采用级配碎石或石粉渣回填。回填料中不得含有机物、冻土、耕植土及大于 50mm 的砖、石等硬块。

回填土的压实要求，从控制管道的变形、提高管道的承载能力等因素考虑，分区提出不同的压实要求。要求管底垫层压实系数为 0.90，

管两侧至槽边范围内，压实系数不小于 0.95，管道宽度范围管顶以上 500mm 区域内压实系数取用 0.85，在上述区域以上，回填土的压实系数可按该地区对管道上部地面的要求确定，无要求时可取 0.90。为减小埋地管道的变形，设计在管道下方设置砂弧基座。

11.1.4 管道基础

本工程管线长度较长，途经地域的岩土地质变化较大，特别是洼地和河道沿线，地表下多为淤泥或淤泥质粘土。土质软弱，变形敏感。可能还存在局部孤山基岩和软土衔接地段处理。

本工程开槽施工段管道采用混凝土管、PE 塑料管和球墨铸铁管，根据《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）第 5.2.节的要求，原状地基为岩石或坚硬土层时，管道下方应铺设中粗砂垫层，其厚度应符合下表要求。

表 11.1-2 砂垫层厚度

管道种类/管外径	垫层厚度/mm	
	$D_0 \leq 500$	$D_0 > 500$
柔性管道	≥ 150	≥ 200

① 淤泥或淤泥质软土地基管段

对于该段管道的管基，根据下卧不良土层厚度，采用抛石挤淤、松木桩处理或者其他地基处理方案，以达到控制不均匀沉降的目的。同时，也为管道敷设、安装创造了条件。当淤泥层较薄时，采用块石抛填；当淤泥层较厚时，可采用松木桩处理。

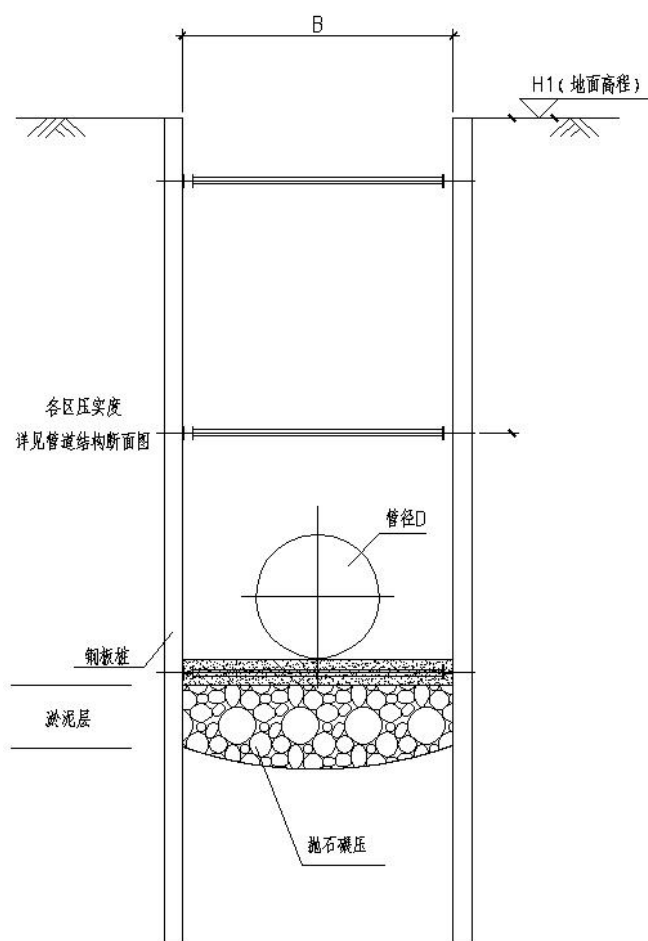


图 11.1-6 管道基底块石抛填碾压断面

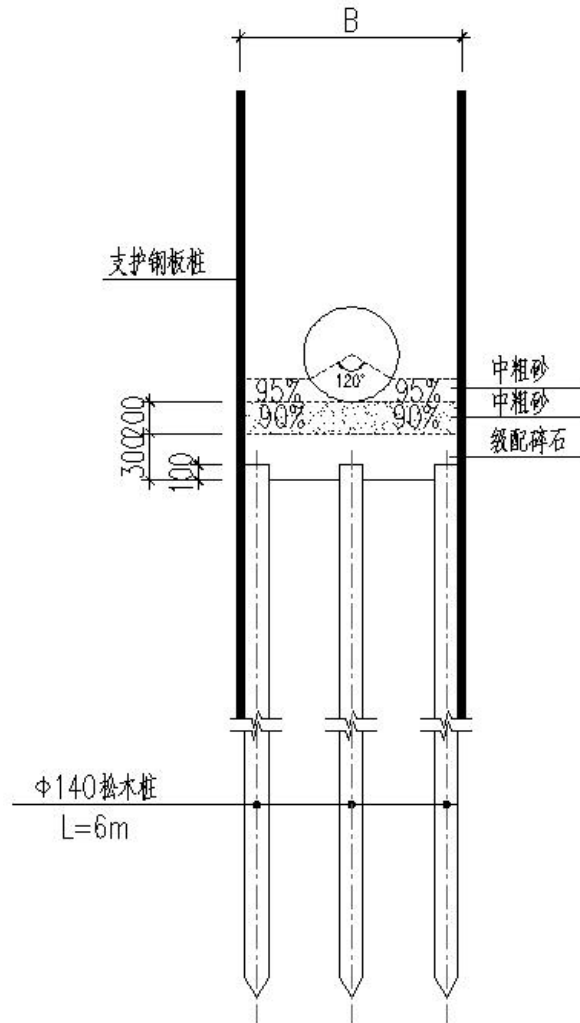


图 11.1-7 管道基底松木桩处理断面

② 局部孤山基岩和软土衔接地段

为了防止不均匀沉降造成管道破坏，设计采取以下处理措施：管材选用球墨铸铁管。基岩段管基作法如下：管道下部超挖 0.3~0.5m，槽底铺设石屑或级配砂石垫层，其上铺设 200mm 厚（最薄处）中粗砂，并在管底设 120 度砂弧；与基岩段相邻软土上埋置的管道下部地基，采用短木桩加固，借以调整岩石、软土衔接段的沉降变形。对于该段管道的管基，本设计采用在槽底设置 300mm 厚石屑或级配砂石垫层和 200mm 厚（最薄处）中粗砂，并在管底作 120 度砂弧。

③ 一般埋地管段的管基作法

当地质条件较好时,可采用 120 度的土弧基础,当处于软土地段时,为协调管道变形及方便施工,设计采用砂弧基础,即在槽底设置 200mm 厚中粗砂垫层,并在管底作 120 度砂弧。

11.1.5 路面修复设计

本次管道开挖引起的路面恢复按照新建路面结构设计,具体路面结构如下:

表 11.1-3 路面结构

路段	管线开挖
路面结构形式	C35 水泥混凝土 (22cm)
	6%水泥稳定碎石 (18cm)
	4%水泥稳定碎石 (18cm)
	压实路基 ($\geq 94\%$)

11.2 取水井结构设计

11.2.1 设计依据

- (1) 《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)
- (2) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010 (2015 年版))
- (3) 《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010 (2016 年版))
- (4) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)
- (5) 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
- (6) 《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)
- (7) 《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)
- (8) 《给水排水工程构筑物结构设计规范》(GB50069-2002)

- (9) 《给水排水工程管道结构设计规范》(GB50332-2002)
- (10) 《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》
(CECS138:2002)
- (11) 《给水排水工程顶管技术规程》(CECS246:2008)
- (12) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)
- (13) 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB 50141-2008)
- (14) 《砌体结构工程施工质量验收规范》(GB 50203-2011)
- (15) 《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268-2008)
- (16) 《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》
(CECS141:2002)

11.2.2 设计思路

1、结构设计应确保结构安全可靠、工程技术先进、经济性合理、施工便捷，并满足耐久性要求。

2、结构设计使用年限为 50 年，安全等级为二级，重要性系数为 1.0。

3、结构设计按照现行相关设计规范、规程及各级行政法规，根据建、构筑物工艺类型、不同阶段使用要求和受力特点，选择合适的结构形式，选取合适的计算参数进行结构分析，尽可能模拟实际的结构受力工况，确保设计合规、合理、合适。

4、结构设计满足工艺、建筑、暖通、电气、自控等设计要求，在施工、安装、运营、维护、防排水等阶段均应满足相关要求。

5、结构设计应根据建、构筑物所处位置的工程地质、水文条件、周边环境条件及构（建）筑物的大小、埋深，本着安全、经济、方便施工的原则，根据当地实际情况，选择适当的结构形式和施工方法，

最大限度地减少工程建设对现有环境的影响。

6、结构设计分别按施工阶段和使用阶段，进行强度、刚度和稳定性计算。结构分析应模拟实际施工过程，对结构在施工阶段、使用阶段可能出现的永久荷载、可变荷载、特殊荷载按最不利荷载组合进行分析计算，对结构进行承载力极限状态和正常使用极限状态验算。

7、按荷载的短期效应组合，并考虑长期效应组合的影响，根据结构类型、使用要求、所处环境等因素确定钢筋混凝土最大裂缝宽度的允许值。对于构筑物严格控制混凝土裂缝开展宽度，对轴心受拉构件、小偏心受拉构件按抗裂进行设计，最大裂缝 $\omega_{\max} \leq 0.20\text{mm}$ 。裂缝控制等级为三级。

8、结构设计满足抗震设防的要求，并采取适当可靠的结构措施。

9、结构设计满足有关地下工程防水技术要求，确保工程的防水抗渗能力。

10、地下结构防水方式：以混凝土结构自防水为主，并辅以附加防水层作为加强防水，同时以伸缩缝、施工缝等接缝防水为重点。

11、依据规范对自重无法满足抗浮要求的单体进行专项抗浮设计，抗浮安全系数 $K_f \geq 1.1$ ，确保施工及运维期间结构抗浮安全。

11.2.3 工程材料

(1) 取水井混凝土：主体结构强度等级，根据《混凝土结构耐久性设计规范》4.2.1 条，本工程构筑物环境作用等级 I-B 级，根据 4.3.1 条及表 4.3.1 确定为混凝土强度等级 C30，抗渗等级为 P8。

混凝土结构中胶凝材料总用量（包括掺合料及收缩补偿剂）为 $300 \sim 400\text{kg/m}^3$ ，水胶比 < 0.55 ，水泥用量 $> 260\text{kg/m}^3$ 。严格控制氯离子含量：普通混凝土中允许最大氯离子含量：一类环境为 0.30%，二 a

类环境为 0.20%。构筑物混凝土中不得采用氯盐作为防冻、早强的掺合料，其含碱量最大限值应符合《混凝土碱含量限值标准》的规定。

素混凝土垫层的强度等级 C20，填充混凝土 C20。

(2) 水泥：采用强度等级为 42.5 普通硅酸盐水泥。

(3) 骨料：使用级配良好的卵石、花岗岩碎石和中粗砂，要求骨料洁净、质地坚固、粒形良好。其含泥量 $<1.0\%$ ，泥块含量 $<0\%$ ，云母含量 $<1.0\%$ ，轻物质 $<1.0\%$ ，硫化物及硫酸盐 $<0.5\%$ ，有机物（比色法）合格，氯化物 $<0.01\%$ 。

(4) 钢筋：HPB300 $f_y=f_y'=270\text{MPa}$

HRB400 $f_y=f_y'=360\text{MPa}$

型钢及钢板：采用 Q235、Q345 钢

(5) 砌体：砌体分承重砌体和非承重砌体。

承重砌体：采用 MU10 烧结砖（非粘土），M7.5 混合砂浆，地面以下采用 MU20 烧结砖（非粘土），M10 水泥砂浆。

非承重砌体：采用 MU7.5 轻质砌块，Mb5 混合砂浆。

(6) 后浇带两侧设置遇水膨胀橡胶条。

(7) 构筑物盖板：根据跨度，采用玻璃钢盖板或热浸锌钢格盖板。上覆防滑平板，跨度较大时则选用带钢管内衬的玻璃钢平（或拱形）盖板。作为人员行走通道的盖板其允许最大活荷载为 3.0kPa（单人通行）及 5.0kPa（双向通行），并要求在此活荷载下纵向弯曲挠度 $\leq L/200$ ，横向弯曲挠度 $\leq L/100$ 且 $\leq 5\text{mm}$ 。

(8) 砂石应满足《普通砼用碎石或卵石质量标准及检验方法》、《普通用砂质量标准及检验方法》要求。

(9) 焊材：钢筋 HPB300，焊条采用 E43 型；钢筋 HRB400，焊

条采用 E55 型。

(10) 预埋件采用 Q235B 钢, 焊条采用 E4303 型。

11.2.4 荷载

11.2.4.1 荷载组合

构筑物分别按池外有土、池内无水和池外无土、池内有水以及温、湿度应力计算内力, 并取不利组合, 对多格水池按照工艺生产条件进行单格无水工况进行不利组合。

11.2.4.2 荷载取值

基本风压 0.45kN/m^2 (50 年一遇), 对于对风荷载比较敏感的建筑物考虑按照适当提高基本风压设计值。地面粗糙度为 B 类

基本雪压 0.45kN/m^2 (50 年一遇), 对于对风荷载比较敏感的建筑物按照 100 年一遇雪荷载进行结构设计。

污水重力密度 10.5kN/m^3 , 对于含泥量比较大的池体构筑物, 按照实际重度取值。

地下水重力密度 10kN/m^3

建、构筑物平台活荷载按功能取 $2.0\sim 4.0\text{kN/m}^2$ (安装、检修、放置设备的按设备实际荷载考虑)

吊车、悬挂吊的竖向动力系数 $K=1.1$ 。汽车轮胎对平台板的动力系数 $K=1.3$ 。

地面堆载 10.0kN/m^2

建筑物上人屋面均布活荷载 2.0kN/m^2

建筑物不上人屋面均布活荷载 0.5kN/m^2

建筑物楼面活荷载 2.5kN/m^2 , 对于有特殊要求的房间按照设计情

况荷载取值。

楼梯均布活荷载 3.5kN/m^2

回填土重度 18.0kN/m^3

地下箱体上部恒载: 30kPa

地下箱体上部活载: 10kPa

过车通道荷载按实际运行所使用的车辆,依据相关规范确定荷载等级。其余荷载均按《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)及《给水排水工程构筑物结构设计规范》(GB50069-2002)取值。

11.2.4.3 混凝土构件保护层

- (1) 箱体外皮、底板下皮: 50mm
- (2) 一般池壁与水接触: 35mm
- (3) 臭氧接触池与水接触池壁: 50mm
- (4) 与一般污水(或其蒸汽接触)的梁、柱: 40mm
- (5) 位于地下梁、柱: 40mm
- (6) 一类环境的墙、板: 15mm
- (7) 一类环境的梁、柱: 20mm
- (8) 二 a 类环境的墙、板: 20mm
- (9) 二 a 类环境的梁、柱: 25mm

11.2.5 材料

11.2.5.1 水泥

普通硅酸盐水泥强度等级不低于 42.5 级。不得采用火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥。最小水泥用量不小于 300kg/m^3 。碱含量最大限制按照《混凝土碱含量限制标准》CECS53 执行。

11.2.5.2 混凝土

- (1) 盛水构筑物：底板、框架柱、池壁及框架梁混凝土 C40，抗渗等级 P8；
- (2) 垫层混凝土 C20。
- (3) 钻孔灌注桩采用水下 C30。
- (4) 地下箱体为超长结构，采用补偿收缩混凝土，补偿收缩混凝土的限制膨胀率按照下表。

表 11.2-1 补偿收缩混凝土的限制膨胀率

用途	限制膨胀率 (%)	
	水中 14d	水中 14d 转空气中 28d
用于补偿混凝土收缩	≥ 0.015	≥ 0.030
用于后浇带、膨胀加强带和工程接缝填充	≥ 0.025	≥ 0.020

- (5) 地下部分基础的混凝土环境类别按照二 b 类执行，地上部分按照一类执行。混凝土耐久性设计指标详见下表。

表 11.2-2 混凝土结构的耐久性基本要求表

环境类别	条件	最低混凝土强度等级	最大水灰比	最大氯离子含量	最大碱含量
一类	室内干燥	C20	0.6	0.30%	不限制
二类 a	室内潮湿	C25	0.55	0.20%	3.0kg/m ³
二 b 类	干湿交替	C30	0.5	0.15%	3.0kg/m ³
三类 a	水位变动	C35	0.45	0.15%	3.0kg/m ³
三类 b	盐渍土环境	C40	0.40	0.10%	3.0kg/m ³

- (6) 外加剂：本场区内构筑物基本为蓄水构筑物，对结构防水性能有较高的要求，因此，蓄水构筑物均采用钢筋混凝土结构。为提

高混凝土的密实度、抗渗性及抗腐蚀能力在构筑物的混凝土中，要加入一定比例的具有防渗抗裂型外加剂。所用外加剂应符合《混凝土外加剂应用技术规范》（GB50119-2013）的有关规定。同时在箱体钢筋混凝土内添加抗裂纤维，以抵抗砼的早期裂缝。

11.2.5.3 钢筋及钢材

（1）构筑物及建筑物梁柱纵向受力筋采用 HRB400E 级钢，屈服强度标准值 $f_{yk}=400\text{N/mm}^2$ ；

（2）钢材：Q235B，Q355B；高强度螺栓采用 10.9 级螺栓，普通螺栓采用 4.6 级 C 级螺栓。

（3）焊条：Q235B 采用 E430 系列焊条，Q355B 和 HRB400 采用 E500 系列焊条。

11.2.5.4 砖砌体

（1）砖砌体：地面以下采用实心砖 MU20，M10 水泥砂浆砌筑。框架填充墙采用加气混凝土砌块。

第 12 章 电气仪控设计

12.1 设计范围

电气设计包括原位净化工程的以下内容：

- 1、低压配电系统；
- 2、电缆敷设设计；
- 3、安全措施及接地系统。

以总配电柜进线断路器为设计分界点，终端头以下部分属本项目电气设计范围，电缆终端头及其以上部分（即本项目的进线电源电缆敷设部分）由业主负责。

12.2 负荷分级及电源

根据本项目工艺设备特点及工艺的提资条件，本项目用电负荷按三级负荷设计，由业主引一路 380V 电源至本项目的总配电柜，作为本项目的总进线电源。

12.3 负荷计算

负荷计算见下表。

表 12.3-1 负荷计算表

序号	名称	电压 (V)	功率 (kW)	数量	总功率 (kW)
1	推流曝气设备	380	3	10	30
2	临时水泵	380	2.5	2	5
				合计	35

12.4 电机控制及电缆敷设

12.4.1 电机控制

厂区所有电气设备电压均为 380/220V。本工程中所有设备采用工频方式运行。所有电气设备均由就地控制箱上的就地按钮控制设备的启停。

电动机回路设短路、缺相及过载等保护。潜水电机设短路、过电流、电机温度、腔内泄漏等保护。

12.4.2 电缆敷设

本工程室内外电缆敷设采用穿保护钢管或直接埋地敷设。穿保护钢管敷设的电缆选用交联聚乙烯铜芯电力电缆；直接埋地敷设的电缆选用铠装交联聚乙烯铜芯电力电缆，直埋电缆过道路或与其他管道交叉时穿钢管加以保护。

12.5 接地系统

12.5.1 总体原则

接地电阻值应满足：接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；

12.5.2 系统组成

接地体：采用热镀锌角钢（规格 $\geq 50\times 50\times 5\text{mm}$ ）， $L\geq 2.5\text{m}$ ，埋深 0.8m 以上，间距 $\geq 5\text{m}$ 。

接地干线： $40\times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢或截面积 $\geq 50\text{mm}^2$ 的铜缆，沿配电箱基础环形敷设。

接地支线： 25mm^2 黄绿双色铜芯电缆，连接配电箱金属外壳至接

地干线。

等电位联结：配电箱内金属门、框架、电缆桥架均需与接地干线可靠连接

12.5.3 接地系统型式

低压配电系统接地型式采用 TN -S 系统。其中性线和保护地线（PE）在接地点后要严格分开。

凡正常不带电，绝缘破坏时可能带电的电气设备的金属外壳、穿线钢管、电缆外皮、支架等均应可靠与接地系统连接。

12.6 主要电气设备材料表

主要电气设备材料详见下表。

表 12.6-1 电气设备材料清单

序号	名称	型号	单位	数量	备注
1	总配电柜	定做,室外防护型 IP55, 不锈钢材质, 自带 300cm 底座	台	2	
2	现场控制箱	定做,室外防护型 IP55, 不锈钢材质	台	10	
3	进线电源电缆	YJV22-3x50+2x16	米	450	按实
4	低压电缆	YJV22-5x2.5	米	50	按实
5	低压电缆	YJV22-5x6	米	850	按实
6	低压电缆	YJV22-3x25+2x16	米	210	按实
7	电缆保护管	SC65	米	450	按实
8	电缆保护管	SC50	米	1500	按实
9	电缆保护管	SC32	米	200	按实

序号	名称	型号	单位	数量	备注
10	电井	600*600	个	7	
11	配电柜接地系统	包含接地极、40x4 热镀锌扁钢	项	1	

第 13 章 施工组织设计

13.1 施工条件

13.1.1 自然条件

(1) 气候气象

本流域属亚热带季风气候区，季风显著，温暖湿润，四季分明，冬夏长，春秋短。春夏季雨热相宜，秋冬光温互补。域区地形起伏变异大，水平、垂直向上气候差异明显，有典型的山地、盆地气候特征。

流域内雨量充沛，多年平均降水量达 1500mm，最大年降雨量可达 1995.2mm（2015 年），降水量时空分布不均，年际、年内变化显著，台风暴雨及梅雨是形成本流域大洪水的主要因素，如“620906”、“630912”、“880730”、“890916”、“970817”等台风暴雨。春末夏初（4 月 16 日～7 月 15 日）由于太平洋副热带高压逐渐加强，与北方南下冷空气交汇，静止锋徘徊，形成连绵阴雨天气，称之梅雨期（梅雨期）；夏秋季节（7 月 16 日～10 月 15 日）受太平洋副热带高压控制，热带风暴或台风活动频繁，该时间段降水量大、降水集中、降水强度高，称为台汛期；10 月 16 日～翌年 4 月 15 日，除出现少数雨雪天气外，基本以晴冷、干燥天气为主，雨量较少。

(2) 地形地貌

前岩水库位于浙江嵊州三界镇西面友谊村，为会稽山脉北东部余脉，属浙东低山丘陵地貌，库区四面环山，地势西南高，向东北部倾斜。其河流为曹娥江中游的一条支流——范洋江。

根据区域地质资料，本区构造以扭动构造为主，华夏系构造在本

区起着重要作用，燕山运动时期，在原来的构造背景下生成了新华夏系构造，构成了几个强烈的北北东向构造带。但在库区从区域构造资料看，在其附近无规模较大的区域断裂通过。且浙江省尤其是嵊州新昌盆地现今构造活动相对较弱，同时本次钻探揭露，未发现有断裂构造迹象，故该场地构造稳定性较好，在施工期间对库区调查未发现有滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用，故库区的整体稳定性较好。

(3) 地质条件

浙江嵊州位于我国东部新华夏系构造一级隆起带南段，该地区地层出露较为齐全，构造复杂，岩浆活动及火山活动频繁。库区东北出露有陈蔡群 d 段变质岩，周边为大面积侏罗系上统黄尖组（J3h）火山凝灰岩。而库区范围地层出露主要为第三系上统嵊县组（N2S）玄武岩与河湖相沉积地层及上侏罗统黄尖组（J3h）晶屑玻屑熔积凝灰岩。嵊县组地层在库区周围自上而下分别为：灰白色橄榄玄武玢岩、灰黄色砂砾层、黑色橄榄玄武玢岩、灰黄～橙色砂砾层与灰白色砂砾粘土层、黑色致密块状玄武岩。

根据区域地质资料，本区构造以扭动构造为主，华夏系构造在本区起着重要作用，燕山运动时期，在原来的构造背景下生成了新华夏系构造，构成了几个强烈的北北东向构造带。但在库区从区域构造资料看，在其附近无规模较大的区域断裂通过。

13.1.2 主要施工材料及临时建筑物

本工程现场施工作业主要集中在施工船舶、底质处理区、项目部基地，船舶生活饮用水以供水船舶进行补给，项目基地将布设水管提供自来水。

项目部、机械压滤场施工用电采用电网电，施工船舶用电均为船用发电机供电。

本工程主要采用的施工材料有 PE 排泥管、固化剂、土工布、HDPE 膜、沉水植物植株、镀锌钢管、生态围隔等。PE 排泥管、固化剂、水处理药剂、土工织物、HDPE 膜、镀锌钢管和生态防水围隔在专业加工厂加工后汽车运输至施工现场；水生植物植株在种植基地起苗后汽车运输至项目部，然后转船舶运输至种植区域。

13.1.3 施工期备用水源

为保障三界镇水厂正常运行，居民生活用水稳定供应，计划结合嵊州市南山水库输水工程进行本项目施工。在底质修复工程实施期间，为防止部分区域施工可能造成饮水水断供问题，采用南山水库作为施工期备用水源，根据前岩水库近 3 年运行调度数据，前岩水库年饮用水供给量约为 417 万 m^3 /年，根据嵊州市发改公布的《关于调整南山、坂头、前岩等水库原水结算价格的通知》，按 1 年施工影响期计算备用水源费约 162 万元。

13.2 施工总体布置

13.2.1 施工总体布置原则

本工程施工区位于三界镇内，施工时难免对周围居民的生活存在干扰，因此需要在满足项目实施进度要求的前提下合理布置施工场地，减少扰民。

具体应符合以下原则：

(1) 根据主要永久建筑物布置特点以及施工进度来进行施工总布置的规划，以满足主体工程施工的需要；

(2) 施工道路规划尽量考虑利用工程区附近现有的交通道路，施工单位应与交警、城管、市政管理部门协作，共同维护施工区附近的交通秩序；

(3) 遵循有利生产、易于管理、经济合理、方便生活、节约用地的原则，充分利用河堤、新建建筑物附近的荒空地，结合弃土在附近坑洼地填筑形成场地，尽量减少临时征地；

(4) 集中与分散相结合，优化施工流程，合理调配土石方，减少物资二次运输，便于施工；

(5) 主要施工生活、办公用房等应布置在地势较高处，满足防洪要求；

(6) 场地布置应满足国家有关安全、防火、卫生和有利于环境保护等要求，尽量做到封闭施工，采用对周边环境、居民影响较小的工艺、方法、设备。

13.2.2 施工供水、供电系统

本工程位于三界镇内，靠近居民区，施工用水及施工用电相对较为便捷。

本工程施工供水主要用于施工、施工人员的生活用水以及施工期的消防用水。施工用水考虑利用现状河道内河水，其余工程及生活用水均由城区供水管网提供。

施工用电分为施工生活用电和施工生产用电两部分，施工生活用电利用房屋已有的系统电或 T 接线路。施工生产用电主要是施工机械、施工照明等项目用电均就近在接驳点 T 接线路，部分远离系统电的区域配备柴油发电机组。另在各区段配备适量柴油发电机组，用作备用电源。办公区及生活营地配置变压器，在各区段配置箱式变压器，便

于随施工进度情况迁移。

工地照明在施工场地四周设高灯柱，架设高压卤素灯，以满足施工照明的需要。另采用沿围墙立电杆安装普通照明灯作为辅助照明。

13.2.3 施工围挡

本工程为加强施工安全，确保安全文明施工，施工临时设施等工程采用施工围挡围护施工。

13.2.4 施工交通疏解

（1）交通运输

工程区周边市政道路发展成熟，现有道路均能满足施工机械进出场、材料运输等要求，工程外来物资运输条件良好，对外交通较为便利。

施工区场内道路主要利用城市已有道路，同时可根据建筑物布置位置及施工条件布置新建临时道路，工程完工后按照要求进行恢复。

（2）交通组织

场区主要车流包括弃土运输车辆、作业车辆和生活交通车辆。

弃土运输车辆：弃土时从场内道路，经过进场道路至市政道路，前往弃土场，卸除弃土后，经过进场道路回至施工分区。

生活、作业车辆：生活、作业用车由市政道路直接进入施工分区。

（3）交通临时疏导

为确保施工区交通的顺畅和安全，施工期间建设管理、施工方应加强和当地交通主管部门的沟通、协调，加大管理力度，通过适当优化调整区域交通组织管理，减小受影响道路的交通压力。

1) 交通疏导领导小组

成立“交通疏导领导小组”作为施工期道路交通保通的领导机构，全面负责施工保通工作。出现重要紧急情况时工区要及时通报“交通疏导领导小组”和地方交管部门，及时启动道路疏解应急预案。

2) 协调组织方案

利用周边区域路网及外围路网疏导交通，在道路进出口及较大交叉路口设置提示信息，告知司机关于本工程的施工信息，提示司机提前通过外围路网进行绕行，并选择最有利的绕行线路。

3) 施工总体疏导方案

配合政府相关部门进行交通疏导，做好分层诱导和路网调配，均衡路网流量，对全部施工区域，总体把握远距离分流原则；对施工区外围交通，采取分层诱导；配套交通管制。

通过多维信息发布，引导出行；设置地面标线、文字诱导；设置沿路标牌、指示牌，提前引导。

13.2.5 施工总进度

建设进度是以初设工作开展之日为起点，逐步合理有序地安排项目建设进度。建设期具体工程的进度安排如下：

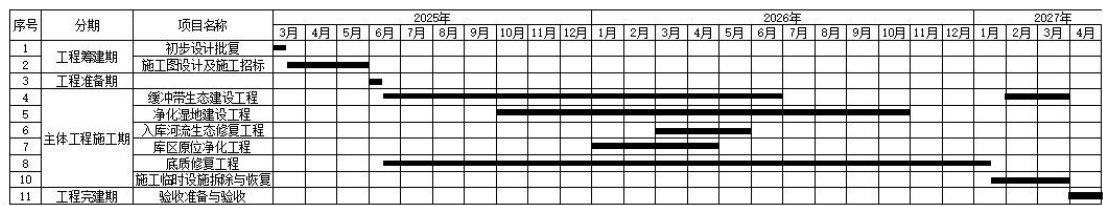


图 13.2-1 工期计划图

第 14 章 建设征地

14.1 设计概述

本项目设计临时用地工程 1 项，为淤泥处理场临时用地。

临时占地主要是施工期间淤泥固化场地临时占地，为淤泥固化施工建设、生活区、各项工程的施工区及施工临时道路等占地。

14.2 设计要点

14.2.1 建设用地

本项目位于嵊州市前岩水库，项目设计临时用地工程 1 项，为淤泥处理场临时用地，设计租用嵊州灯塔种猪有限公司所属地块进行底泥处理场建设，该地块位于前岩水库东南侧沈塘村，土地性质为坑塘水面、设施农用地及乔木林地，临时用地面积 20000m²。

14.2.2 建筑物拆迁

本工程涉及租用嵊州灯塔种猪有限公司地块中的仓库拆除问题，拆除仓库为砖混结构，设计采用机械拆除形式。具体征用、拆除、补偿、重建等方案待业主与产权所属单位嵊州灯塔种猪有限公司明确征用模式签订使用协议后确定。

14.2.3 既有管线保护与迁改

本工程不涉及既有管线保护与迁改问题。

第 15 章 环境保护设计

15.1 设计要点

本项目建设内容包括土建工程、机电设备安装、调试、试运行等。在建设期间，各项施工活动、运输将对项目所在地周围环境造成一定的破坏和影响，主要包括废气、粉尘、噪声、固体废物、污废水等污染因素对周围环境的影响。其中以粉尘和施工噪声的影响最为突出。本章将对这些污染及其环境影响进行分析，并提出相应的防治措施。

15.1.1 大气环境影响分析

该项目在其建设过程中，大气污染物主要有：

（1）废气

施工过程中废气主要来源于施工机械驱动设备（如柴油机等）和运输及施工车辆所排放的废气，排放的主要污染物为 NO_2 、 CO 、烃类物等，此外还有施工队伍因生活需要使用燃料而排放的废气等。

（2）粉尘和扬尘

本项目在建设过程中，粉尘污染主要来源于：

- ①土方的挖掘、堆放、清运、回填和场地平整等过程产生的粉尘；
- ②建筑材料如水泥、白灰、砂子以及土方等在其装卸、运输、堆放等过程中，因风力作用而产生的扬尘污染；
- ③搅拌车辆及运输车辆往来造成地面扬尘；
- ④施工垃圾及清运过程中产生扬尘。

上述施工过程中产生的废气、粉尘及扬尘将会造成周围大气环境污染，其中又以粉尘的危害较为严重。

施工期间产生的粉尘污染主要决定于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素，其中受风力因素的影响最大。

根据市政施工现场的实测资料，在一般气象条件下，平均风速为 2.5m/s，建筑工地内 TSP 浓度为其上风向对照点的 2~2.5 倍，建筑施工扬尘的影响范围在其下风向可达 150m，影响范围内 TSP 浓度平均值可达 0.49mg/m³。当有围栏时，同等条件下其影响距离可缩短 40%。当风速大于 5m/s，施工现场及其下风向部分区域的 TSP 浓度将超过空气质量标准中的三级标准，而且随着风速的增加，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

为减少扬尘对环境的污染和居民带来不利的影响，应采取的主要对策有：

①对施工现场实行合理化管理，使砂石料统一堆放，水泥应设专门库房堆放，并尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包装袋破裂；

②开挖时，对作业面和土堆适当喷水，使其保持一定湿度，以减少扬尘量。而且开挖的泥土和建筑垃圾要及时运走，以防长期堆放表面干燥而起尘或被雨水冲刷；

③运输车辆应完好，不应装载过满，并尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿途抛洒，并及时清扫散落在地面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水，以减少运输过程中的扬尘；

④应首选使用商品混凝土，因需要必须进行现场搅拌砂浆、混凝土时，应尽量做到不洒、不漏、不剩不倒；混凝土搅拌应设置在棚内，搅拌时要有喷雾降尘措施；

⑤施工现场要设围栏或部分围栏，缩小施工扬尘扩散范围；

⑥当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的水泥等建筑材料采取遮盖措施；

⑦对排烟大的施工机械安装排烟装置，以减轻对大气环境的污染。

15.1.2 噪声环境影响分析

噪声是施工期主要的污染因子，施工过程中使用的运输车辆及各种施工机械，如挖掘机、板框压滤机、双轴搅拌机等都是噪声的产生源。根据有关资料将主要施工机械的噪声状况列于下表。

表 15.1-1 施工机械设备噪声（dB（A））

施工设备名称	距设备 10m 处平均 A 声级 dB（A）
挖掘机	82
推土机	76
双轴搅拌机	84
电锯	88
压路机	82
翻斗车装载车	82

由上表可以看出，现场施工机械设备噪声很高，而且实际施工过程中，往往是多种机械同时工作，各种噪声源辐射的相互叠加，噪声级将更高，辐射范围亦更大。

为了减轻施工噪声对周围环境的影响，建议采取以下措施：

（1）加强施工管理，合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，严禁夜间进行高噪声施工作业；对施工时间进行严格管理，以保证渔港堆场周边居民的正常生活和休息。

（2）尽量采用低噪声的施工工具，如以液压工具代替气压工具，同时尽可能采用施工噪声低的施工方法。

(3) 施工机械应尽可能放置于对周围敏感点造成影响最小的地点。

(4) 在高噪声设备周围设置掩蔽物。

(5) 混凝土需要连续浇灌作业前，应做好各项准备工作，将搅拌机运行时间压到最低限度。

除上述施工机械产生的噪声外，施工过程中各种运输车辆的运行，还将会引起敏感点噪声级的增加。因此，应加强对运输车辆的管理，车辆行驶应避开居民点，另外应尽量压缩工区汽车数量和行车密度，控制汽车鸣笛。

15.1.3 水环境影响分析

(1) 施工生产废水对地表水的影响

项目施工期产生的施工机械废水主要为含 SS、微量机油的雨水以及进出施工场地的车辆清洗废水。

(2) 底质修复工程对地表水的影响

挖泥船施工时基本上是定点作业，SS 扩散机理类似于连续点源扩散。施工作业时对湖底扰动造成底泥悬浮并随流扩散，在施工区水域形成条状浑浊水体。使水体 SS 含量升高，对该区域水质有较明显的影响，它随着湖水运动的同时在湖水中沉降，并最终淤积于湖底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的，底质修复工程引起的悬浮物扩散的影响将随施工结束而消失。且由于区域施工程序为局部施工而非全面铺开，浮泥清除范围不大，因此水体浑浊度的增加仅限于局部地区的短时期内，这一不利影响将随施工结束而消失。

底质修复工程所引起的仅是湖水中泥沙的悬移，本项目为了有效缓解泥沙悬移水库整体水质的影响，在施工过程中乃至施工完成一段

时间内保留防污幕帘，悬移的泥沙经过一定的时间和距离后会逐渐沉积，这个过程不会造成水质污染物总量增加。

综上所述，在空间上来看对当地水环境的影响是局部的，从影响时间上来看其持续时间是短暂的，会随着施工期的结束而逐渐减弱最后消失。

（3）施工人员生活污水对地表水的影响

施工人员分散在区域的村落内，依托村落及乡镇现有的生活设施解决生活污水排放的问题，该部分废水不外排。在注意管理施工人员个人行为、严格施工场地管理的前提下，工程施工人员生活污水对区域地表水环境不会产生不利影响。

15.1.4 固体废弃物环境影响分析

施工垃圾主要来自施工所产生的建筑垃圾和施工队伍的生活垃圾。

施工期间将涉及到土方开挖、管道铺设、材料运输、场地建设等工程，在此期间将有一定数量的废弃建筑材料如砂石、石灰、混凝土、废砖、土石方等。因本项目施工历时较长，前后必然要有大量的施工人员工作和生活施工现场，其日常生活将产生一定数量的生活垃圾。

对施工现场要及时进行清理，建筑垃圾要及时清运、加以利用，防止其因长期堆放而产生扬尘。施工过程中产生的生活垃圾如不及时进行清运处理，则会腐烂变质，滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员健康带来不利影响。所以本工程建设期间对生活垃圾要进行专门收集，交由环卫部门定期将之送往最近的垃圾场进行合理处置，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染。

15.1.5 对生态环境的影响分析

(1) 对陆生生态的影响

本项目临时占地将对陆生植被造成短期内一定程度的不利影响，但由于占用植被面积和时间有限，且以次生性植被和人工植被为主，其生物多样性不高，加之大部分植被将被湿地、绿地等生态价值和品质较高的植被类型替代，因此，本项目的实施不会造成植被分布格局、生态系统结构及功能的显著改变，对陆生植被的总体影响不大；项目建设不会对生物生产力产生明显的不利影响；项目实施虽然对植物会产生一定的不利影响，但影响范围和程度有限，不会使物种在空间分布格局和遗传结构上发生明显的改变，不会改变植被类型及造成某一种物种在该区域消失，影响较小；施工期对野生动物的影响较小，项目建设对陆栖脊椎动物迁移的影响不大，随着工程施工期的结束，生态环境逐渐恢复，种群将会逐渐得以恢复。项目建设不会使用地格局发生重大的变化，对土地利用影响不大。

(2) 对水生植被的影响

本项目现有水生植被缺失，现状多样性较差，本项目实施后，将改善项目区水生植被多样性和分布格局。

(3) 对浮游植物的影响

水中浮游生物的时空分布、数量变化与水体的透明度密切相关，且具有较强的流动性，底质修复工程作业对水体底部扰动面产生一定量的悬浮物，悬浮物随着水体流场的变化扩散，会形成一定范围的悬浮物高浓度分布区，导致局部水体透明度下降，而水体浊度变化将直接或间接影响水生植物的光合作用。

但施工结束后，SS 很快就会自然沉降完全，水体的流动性也保

证了水体中浮游生物和营养盐的更新，水质基本恢复至工程施工前的水平，浮游植物也会逐渐得到恢复。可见，本项目基本上不会影响周边浮游植物的生长。

（4）对浮游动物的影响

底质修复工程作业将引起施工水域内的局部水体浑浊，这将使阳光透射率下降，从而使得该水域内的浮游动物迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，滤食性浮游动物会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统絮乱。

另外，底质修复工程作业时由于挖泥船在水下搅动可引起底泥中污染物的再悬浮与扩散，根据类比调查分析，一般作业区周边约 15m 范围内的水域 SS 浓度明显增高，N、P 污染物的释放速率较静止状态提高了 1~2 倍，而 15m 范围以外的区域水环境影响不明显。而浮游动物具有较强的流动性，因此，底质修复工程作业对浮游生物的数量、质量及功能的影响属暂时性、可逆性，对整个水生生态系统影响不大。

（5）对底栖动物的影响

多数底栖动物长期生活在底泥中，具有区域性强，迁移能力弱等特点，其对环境突然改变，通常没有或者很少有回避能力，而大面积底泥的挖除，会使各类底栖生物的生境受到影响，甚至将死亡。但底质修复工程作业后底栖动物能得到一定程度的恢复，只是恢复进程缓慢。另外，恢复时间越长，底栖动物就恢复得越好。

本项目作业实施，清除内污染源和水-底泥界面聚集的藻种，改善底质条件，为水生植物的恢复创造良好条件，控制水华发生的风险。项目实施后，有利于水生植物生长，有利于底栖动物重建，预测此时

底栖动物种类和数量会有上升趋势。

(5) 对鱼类的影响

施工作业及水上设施运行所产生的对局部区域底质结构改变对鱼类栖息产生一定影响，鱼类在受到扰动后会向周边水域迁移。总体而言，项目施工期对鱼类资源有一定的扰动影响，但不会造成鱼类资源个体的灭亡及种类的减少，影响较小。

15.2 项目建设过程中的环境保护措施

15.2.1 水污染防治措施

(1) 施工废水处理措施：将废水排入临时修建的沉淀池进行沉淀，沉淀澄清处理后回用于场地浇洒，以及用于周边林地绿化和农耕地浇灌使用，经沉淀处理后，废水对环境影响较小。

(2) 加强施工管理：需加强对砂石运输车辆的安全运输管理和机械养护监督，杜绝安全隐患和燃油、机油的跑、冒、滴、漏现象，防止燃油、机油等对清淤区域水质产生不利影响；严禁施工机械直接向水体排放含油污水。

(3) 底质修复扰动处理措施：作业过程中，采用封闭式环保绞吸罩，尽可能减少污染物扩散范围；同时，设置防污幕帘将施工水域同非作业区隔离，以防止污染扩散，有效保护生态环境。

(4) 雨水径流处理措施：施工过程中，施工临时材料堆场应远离居民区且符合有关敏感区相关规定的地方，并进行覆盖；靠近水域一侧的施工场地设置临时截流沟，截留、沉淀后回用于施工或洒水抑尘，回用不完的部分就近排入环湖截污管网。施工开挖后及时进行防护，施工场地及时清理。施工过程中应检查好车辆状况，加强道路监

控，减少车辆漏油的现象，尽量将这种影响降至最低。

(5) 合理布设排泥管线，对余水处理设施定期检修，保证其正常运行，余水达标排放。

(6) 对堆场内部与围埝采取防渗漏措施，防止堆场污染底泥对地下水的影响。

(7) 在工程实施中，对疏浚施工区水域、底泥固化排放余水、处理场下渗、处置场附近地下水及施工区周围环境作全过程现场监测及控制。建立有效的监督管理体制，避免对环境造成二次污染。

15.2.2 废气污染防治措施

(1) 对于扬尘和燃油废气，加强管理，使用优质的施工、运输机械。

(2) 对于臭气，要控制底泥堆场作业范围，保证堆场边界与居民房屋的距离大于 50m。底泥堆场施工作业人员采取佩带口罩等个人防护措施，并限制工作时间。

15.2.3 噪声污染防治措施

(1) 合理安排施工时间，制定施工计划时，尽可能采用符合环保要求的低噪声施工设备和施工工艺。尤其保证不对周围敏感目标产生影响。

(2) 加强施工设备的维护和养护，使施工机械保持良好状态。

15.2.4 固废污染防治措施

(1) 底泥根据工程所在地的情况妥善处置。如加装防污染扩散装置，减少疏挖产生的污染物扩散；对底泥运输采取专用密封措施，防止输送过程污染底泥泄露；采取高精度定位控制措施，准确清除污

染底泥、减少超挖的底泥工程量和余水处理量。

(2) 建筑垃圾、生活垃圾均统一收集，依托现有设施处理。

15.2.5 生态影响减缓措施

(1) 陆生植被保护措施

对施工人员进行环境教育、生物多样性保护教育及有关法律、法规的宣传教育。在工程施工前，严格选择施工附属设施的布置位置，优先选择荒地和未利用地，并优化布置，减少占地，避免占用林地而造成大面积植被的破坏和损失。在施工阶段，应加强施工管理，禁止随意扩大占地范围，禁止任意砍伐、采摘、踩踏施工区周边植被以作施工使用。在施工区周边设置生态环境保护警示牌，严禁施工人员随意进入周边区域进行砍伐、采摘、踩踏等破坏活动。

施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工结束后施工迹地的恢复。应督促施工单位及时拆除施工临时建筑，清理和平整场地，恢复土层，采用当地植物进行“恢复性”种植，然后采取“封育”手段，促进自然恢复。在植被恢复及绿化过程中，应选择乡土树种及适合当地环境的植物，并注意乔、灌、草搭配的原则，同时要与周围的自然景观相协调统一。

(2) 水生植被保护措施

施工物料的堆放位置应远离水体，各类材料应有遮雨设施，并在物料场周围挖明沟、沉沙井、防护墙等，避免物料被暴雨冲到周边水域中。

施工期严禁向周边水体直接排放生产废水和生活污水；禁止施工人员在临近水域进行一切具有破坏性质的活动。应及时做好施工区生态环境恢复工作。

（3）鱼类保护措施

施工期，应加强对施工人员的管理，禁止捕鱼。

运行期，应加强鱼类的保护，进行日常巡护，禁止捕鱼、电鱼、毒鱼、炸鱼等行为。

（4）定期开展监测

施工期间由项目监理部门和建设部门的环保人员共同承担生态监理工作，开展必要的调查和监测，加强对水质、生态和底泥的监测，检查生态保护措施落实情况。

15.3 项目建成后的环境影响及对策

工程建成运营期，排放的气体对周围环境产生影响较小。为减轻影响，拟采取以下措施：

（1）在不影响处理工艺及检修、安装的前提下，在藻浆藻浆储存调节池顶设置通风管，进行自然补风。

（2）运行过程中要加强管理，控制藻泥发酵。藻泥脱水后要及时清运，定时清洗脱水机。

（3）合理布局；

（4）加强绿化；

（5）搞好土地规划，可有效地缓解恶臭的污染。

（6）在各种池子停产修理时，应采取及时清除积泥的措施来防止臭气的影响。

15.4 环境风险预案

为贯彻“安全第一，预防为主”的安全生产方针，落实安全生产

责任制，确保单位、社会及人民生命财产的安全，预防重大环境事故发生，并能在事故发生后迅速有效控制处理，应根据环境治理工艺特点及可能发生的导致事故性排放的因素，本着“预防为主、自救为主、统一指挥、分工责任”的原则，制定环境风险预案。

15.5 防范措施

15.5.1 应成立事故应急指挥机构

包括以下组织：

- (1) 指挥领导小组
- (2) 运行工艺组
- (3) 设备抢修组
- (4) 电力供应组
- (5) 物资供应组

15.5.2 应急处理原则

- (1) 加强运行控制，保证运行正常。
- (2) 加强设备运行维护。

15.5.3 事故防范措施

操作人员应严格按照操作规程进行操作，防止因检查不周或失误造成事故。及时合理的调节运行工况，严禁超负荷运行。

加强设备管理，认真做好设备、管道、阀门的检查维护工作，对存在安全隐患的设备、管道、阀门及时进行修理或更换。

建立环境应急专家数据库，确保在突发事件发生后能迅速成立突发环境事件应急处置专家咨询组，为指挥决策提供专业咨询。

15.5.4 事故应急措施及注意事项

事故发生后当班人员立即向领导小组组长及值班人员汇报,并在事故处理过程中随时保持与领导小组的联系,当班人员排查造成超标的原因,根据查明原因后按照以下几方面应付:

①突发暴雨,应根据天气预报,组织设备进行检查,确保完好,对厂区雨水管线进行疏通,确保畅通。及时检查避雷是否发挥作用。各岗位应做好防雨工作,以免影响设备运行。抢修队、车辆做到随叫随到,以处置突发事故的发生。

②突然停电,应及时切换备用电源,若双回路均停电,应将现场设备退出运行状态,通知上级主管部门。及时报电力部门抢修,来电后,及时恢复运行。

突发环境事件发生后,在突发环境事件应急处理指挥部的统一指挥下,突发环境事件发生地的政府及有关部门按照预案要求认真履行职责,落实有关控制措施。

环境保护部门及下属部门应迅速组织环境应急队伍和相关技术人员到达事件现场,进行采样和监测,开展现场污染调查,实施污染消除等紧急控制措施,及时报告有关情况,并积极配合上级部门完成突发事件的调查处理工作。

任何单位和个人应当积极配合、支持突发环境事件应急处理专业机构开展现场调查处理、采样、监测、技术分析、评估以及突发事件应急处理技术指导等工作,不得以任何理由拒绝和妨碍工作开展。

第 16 章 水土保持设计

16.1 设计标准和依据

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，2011 年 3 月实施）；

(2) 《水利部办公室关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉通知》（办水保〔2013〕188 号）；

(3) 《关于印发〈水土保持补偿费征收使用管理办法〉的通知》（财综〔2014〕8 号）（2014 年 1 月）；

(4) 《开发建设项目水土保持方案管理办法》（水利部、国家计委、国家环境保护局水保〔1994〕513 号）；

(5) 《开发建设项目水土保持技术规范》（GB 50433-2008）；

(6) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）；

(7) 《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015 年 6 月）；

(8) 《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水利水电规划设计总院 2014 年 3 月）；

(9) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部第 12 号令，2000 年 1 月 31 日）；

(10) 《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部第 24 号令修改，2005 年 7 月 8 日）；

(11) 《开发建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2008）；

(12) 工程所涉及的其它相关技术资料。

16.2 设计要点

17.2.1 水土保持措施布置和设计

(1) 水土保持工程级别和设计标准

1) 总体目标

水土保持的总体目标是预防和治理因工程建设可能新增的水土流失，使可能造成的水土流失得到有效控制，确保工程建设及运行安全，保护、改善和合理利用土地资源，提高土地生产率，使损毁的林草植被在设计水平年得到较好的恢复，提高土地生产力，重建新的更好的生态环境。

2) 防治标准

项目区不属于国家级重点预防区、重点治理区和省级水土流失重点预防保护区、重点监督区和重点治理区，根据《开发建设项目水土流失防治标准》的规定，本项目水土流失防治执行建设类三级标准。

(2) 水土保持工程设计

1) 工程措施

在施工布置区施工前，应对施工布置区内表层耕植土先行剥离，剥离厚度 0.3m，剥离土方集中堆放，待施工完成后再回填覆盖于施工布置区表面，尽量恢复原地貌，以避免土壤养分流失，同时亦可起到保持水土的作用。为保证施工布置区的平整，防治水土流失，同时使土地恢复到可开发利用状态，工程施工结束后，对施工布置区采取平整、覆土等土地整治措施。

2) 植物措施

施工结束后，施工布置区非复耕区采用撒播草籽防护，撒播狗牙根草籽 35kg（按 50kg/hm² 计）。

3) 临时措施

施工布置区对剥离表土进行集中堆放，周边采用袋装土拦挡，袋装土采用梯形断面，下底宽 1.0m，堆高 1.0m，顶宽 0.5m，堆存表土采用防雨布遮盖。施工期间在施工布置区四周设置临时排水沟，采用梯形断面，尺寸 0.3m×0.3m，边坡 1:0.5。

17.2.2 水土保持工程施工组织设计

17.2.2.1 施工总布置

(1) 施工条件

本项目建设地点位于嵊州市三界镇前岩水库周边。建设区域内电力线、网分布齐全，可满足工程用电的需要，但需与沿线电力部门协商，就近解决，并应考虑自配发电机，以备急用。

(2) 施工总布置

本项目建设地点位于嵊州市三界镇前岩水库周边，施工房屋主要为生活办公用房和施工仓库，本次水土保持工程结合主体工程区位条件、工程任务和规模、工程总体布置、自然条件和水土流失类型等拟定总体布局原则。水土保持措施总体布局应突出生态优先理念，并注重水土流失防治措施体系的协调性。

(3) 施工方法

1) 表土剥离、堆置宜采用机械作业，宽度小于 0.5m 截水沟道，应采用人工开挖，基础开挖宜采用人工开挖就近堆存，高边坡开挖应采取自上而下的施工程序，避免二次削坡，土质坡面削坡宜采用挖掘

机作业，推土机或自卸汽车排渣。

2) 弃渣场及料场整地，应将剥离表土回填至设计高程后进行土地整治，并预留沉降深度，宽度大于 10m 施工迹地整治，宜采用机械作业。

3) 苗木栽植及抚育管理应根据工程区气候条件和苗木特性合理安排施工季节，同时根据苗木运输和栽植时间，必要时采取假植、蘸泥浆、生根粉浸泡等措施。

17.2.2.2 施工进度安排

水土保持工程施工总进度原则上与主体工程同步进行，同时开工，同时完成。进度安排应符合下列规定：

(1) 应遵循“三同时”制度，以水土保持分区措施布设、施工的季节性、施工顺序、措施保证、工程质量和施工安全，分期实施，合理安排，保证水土保持工程施工的组织性、计划性、有序性以及资金、材料和机械设备等资源的有效配置，确保工程按期完成。

(2) 分期实施应与主体工程相协调、相一致，根据工程量组织劳动力，使其相互协调，避免窝工浪费。

(3) 应先工程措施再植物措施，工程措施应安排在非主汛期，土方工程宜避开汛期。植物措施应以春季、秋季为主。施工过程中，应按“先拦后弃”的原则，先期安排水土保持措施的实施。结合四季自然特点和工程建设特点及水土流失类型，在适宜的季节进行相应得措施布设。

水土保持措施的排水设施、拦挡设施也应在这段时间内完成。在主体工程接近尾声进入完建期时，逐步进行施工迹地清理、绿化措施。

17.2.3 水土保持监测与管理设计

17.2.3.1 监测设施设计

根据《水土保持监测技术规程》（SL227-2002），项目区监测主要包括水土流失因子监测、水土流失状况、防治效果监测。

（1）水土流失因子监测

① 施工过程中损坏的水土保持设施的面积和数量、扰动地表面积。

② 工程挖填、弃土渣方量和堆放、运移情况与面积。

③ 地形地貌、关键地貌部位的坡度坡长坡形

④ 地面组成物质即土壤和形成土壤的主要矿物质组成。

⑤ 原有植被类型、植被覆盖度。

⑥ 侵蚀动力监测，主要是降雨的历时，降雨量，径流量等。

（2）水土流失状况监测

① 项目区监测重点为水蚀程度发展、植被的破坏情况、河道或沟道输沙量、水体填埋和淤塞情况、地貌改变情况、已有水土保持工程的破坏情况等。

② 在汛期和其它降雨产流期，监测工程建设和运行初期的水土流失程度发展和水土流失对下游及周边河道、沟道、水体的影响。

③ 水土流失量主要是水蚀量。通过在弃土弃渣处、管线路基边坡、临时堆土等地段设立观测小区或观测点，定期对侵蚀进行量测，即可得到施工前、施工后的土壤侵蚀量及其变化。

（3）水土流失防治效果监测

对实施的各类措施的防治效果，主要为控制水土流失量、改善生

态环境的作用进行监测。

① 监测各项治理措施的数量。主要包括对堆土区及临时工程等水土保持措施的执行情况、施工进度监测。

② 调查统计新建水土保持工程措施实施面积、长度、数量和质量及其运行情况；新建水土保持植物措施种类、面积、位置、成活率、保存率、生长情况等。

③ 各项措施的拦渣保土效果。

根据《水土保持监测技术规程》（SL227-2002）的要求，监测方法主要采用地面观测和调查监测。对影响水土流失的主要因子如流域特征、工程的变化、水土流失的危害、生态环境的变化以及水土保持方案实施等情况采用调查监测法。对重点监测区域和典型监测点的降雨量、水土流失量、水土保持措施的防护效果等主要采用定点观测法、标桩法等，辅以调查监测法。

监测点布设：主要考虑根据工程总布置情况和水土保持监测内容，在不同防治分区布设监测点；监测点应选取规模相对较大，具有代表性的项目；监测点布设应保证交通便利，便于施测。

（4）监测时段及频率

监测时段：主要从施工准备期开始到设计水平年结束。施工期监测时段为4个月，从第1年3月到6月；林草恢复期监测时段为工程完工后持续1年。为了反映监测区原生水土流失状况，作为工程项目开始后水土流失对比参照数据，在工程施工前还应进行一次本底值的观测。

监测频率：施工期应定期作地面观测，监测的重点时段为每年的雨季，汛期要适当加大监测频次（24h降雨量大于50mm加测1次）；

调查监测和实地巡查根据工程实施进度进行。进入运行期后 2 年内（即林草恢复期）需进行监测，监测时段分别安排在工程完工后的第一个雨季和林草恢复期结束时。监测点布设情况见下表。

表 16.2-1 水土流失监测点及监测内容情况表

监测地点	主要监测内容	监测设施布设	主要监测方法	年监测频次
施工布置区	水土流失面积、流失量	巡查	调查监测法	2~3

17.2.4 管理设计

水土保持设计的总体目标是预防和治理因工程建设可能新增的水土流失，使可能造成的水土流失得到有效控制，确保工程建设及运行安全，保护、改善和合理利用土地资源，提高土地产生率，使损毁的林草植被在设计水平年得到较好的恢复，提高土地生产力，重建新的更好的生态环境。

项目区水土流失防治按照“三同时”制度进行。水土保持措施布设应以全面的观点来进行，应该做到先全局，后局部，先重点，后一般，不重不漏，轻重缓急，区别对待，其总的指导思想为：工程措施和植物措施有机结合，点、线、面上水土流失防治相辅，充分发挥工程措施控制性和时效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，再利用土地整治和林草措施涵水保土，实现水土流失彻底防治。

第 17 章 节能设计

17.1 设计标准和依据

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年修订版）；
- (2) 《中国节能技术政策大纲（2006 年）》；
- (3) 《固定资产投资项目节能审查办法》（2023 年）；
- (4) 《“十四五”节能减排综合工作方案》（国发〔2021〕33 号）；
- (5) 《节能中长期专项规划》（国发〔2004〕2505 号）；
- (6) 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发〔2006〕28 号）；
- (7) 《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）；
- (8) 《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2020）；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年修订版）；
- (10) 《评价企业合理用电技术导则》（GB/T 3485-1998）；
- (11) 《节电技术经济效益计算与评价方法》（GB/T 13471-2008）。

17.2 设计要点

17.2.1 能耗状况和能耗特点

对于本项目而言，属于生态建设工程，本工程建设完成后基本不消耗石油、天然气等能源，在运营期内基本无能耗要求，工程建设后，将对流域内污染源控制、污染物减排、能源利用率提高和能源消费结构优化反而具有明显效果。

对于本工程施工建设期的主要耗能设备有：（1）泥浆泵（2）挖

掘机；（3）绞吸船；（4）干化设备用电；（5）余水处理设备用电；（6）场地照明及生活用电。

17.2.2 工程节能设计

17.2.2.1 节电措施

1、切实做好用电及其他施工能源及消耗品的节约措施。在使用前，对每台机械进行检查和保养，对有缺陷的机械应及时进行修复，并做好记录；对使用时间过长的机械应进行清理和保养，清除其关键部位的污垢，使机械能在正常耗电量的情况下运转。

2、对机械的使用情况应做好详细的记录，如型号，规格，功率等指标，当能源消耗出现异常情况时，及时与机械设备供应单位和现场技术人员取得联系，共同探讨应对措施。

3、在开工前，组织一次群众性的创建节约型工地的宣传教育活动，加强施工人员的节约意识，并形成相关资料。

4、在施工过程中，对施工现场的节约用电工作进行明察暗访，对于浪费现象要及时指出并予以批评。

17.2.2.2 节水措施

1、在施工现场修建蓄水池，把收集到的降水沉淀后，用于冲洗进出工地的车辆、施工现场的降尘洒水、及施工现场的养护。

2、办公区、厕所间采用节水型水龙头和节水型卫生洁具。

3、加强宣传教育，增强全体职工的节水意识和环保意识。

17.2.2.3 节约燃料措施

1、合理规划运输路线，缩短运输路径，达到节约燃油的目的。

2、及时检修设备，排除设备故障，使设备良好运行。

3、根据施工期所在的季节，合理安排取暖，合理消耗煤等其他燃料，提高资源利用率。

17.2.2.4 施工节地措施

合理规划工地临时房、临时围墙、施工便道及硬地坪。临时房及临时围墙尽量采用可重复使用的材料。施工前对循环利用做好统计工作。在日常施工中，做好对材料的保养工作，提高材料的使用寿命和周转次数。做到文明施工不铺张、不浪费。

17.2.3 节能评价

本项目本着合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、结构设计、施工组织设计等方面已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，合理安排了施工总进度，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。

本工程不存在能耗过大的建筑物和设备，项目的建设和运行期亦不会消耗大量能源，能源消耗总量相对合理，因此本工程的建设不会对当地能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

第 18 章 劳动定员及工程实施计划

18.1 设计标准和依据

- 1、《中华人民共和国劳动法》（2018 年修正）；
- 2、《中华人民共和国安全生产法》（2021 年修正）；
- 3、《安全生产许可证条例》（2014 年修订）；
- 4、《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》（国家安全生产监督管理总局令 2010 年第 36 号）；
- 5、《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-1999）；
- 6、《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）；
- 7、《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T 8196-2018）；
- 8、《饮用水化学处理剂卫生安全性评价》（GB/T 17218-1998）。

18.2 设计要点

18.2.1 劳动定员

参照相关工程经验及本工程实际需要，本工程共需要运营、维护及管理共计 4 名，如下表所示。

表 18.2-1 维护管养人员编制表

项目	班组人数（人）
设备运维及维修	2
水质监测站	1

本工程运行总管理	1
合计	4

18.2.2 工程实施计划

建设进度是以初设工作开展之日为起点，逐步合理有序地安排项目建设进度。建设期具体工程的进度安排如下：

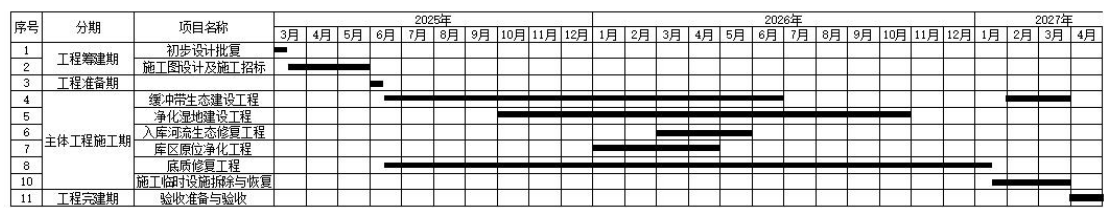


图 18.2-1 工期计划图

第 19 章 工程管理

19.1 工程管理原则

1、简便使用性原则

日常维护要求简便实用，尽量减少特殊的工具和专业维护人员。

2、安全原则

在任何情况下不得发生与国家相关法律、法规及政策相违背的安全状况，杜绝任何在使用、操作及卫生方面的安全隐患。

19.2 设计要点

19.2.1 工程管理体制

项目建成后，嵊州市水利水电发展有限公司及时验收、管理。首先建立管护机构。二是制定制度。制定高标准工程管护的相关制度，项目涉及村结合村规民约，结合有关规章制度，按行业划分制定相应办法使工程在管理、养护、维修、使用等方面有章可循，有据可依。三是分类管理。企业对产业化经营项目的工程设施、运行情况，统一纳入领导小组管理。对不同类型的项目工程，采取不同管护方式。

本项目建议采用设计-招标-建造的模式进行建设。

19.2.2 工程建设管理

结合嵊州市前岩水库集中式饮用水水源保护区划分方案，充分利用工程区周边良好的自然生态环境，发挥河道缓冲带功能，减少入库污染物总量，提升前岩水库出水水质。

19.2.2.1 工程管理

1、工程任务层层落实，责任到人，在整个施工管理中把握好建设的每个环节，做到上道工序对下道工序负责，上道工序出现质量问题决不带到下道工序。

2、严格按国家有关规定实行项目法人、工程建设招投标制，按照“公开、公平、公正”的原则进行招投标。

3、项目实施中实行工程监理制，聘请有资质的单位对工程全过程进行监理。

4、项目建设完工后，组织各相关部门逐级验收。

19.2.2.2 质量管理

依据相关法律法规、质量体系文件和本工程实际情况，确定本工程质量管理目标如下：

1、设计质量：符合国家、行业和地方勘察（测）设计规程、规范、标准要求，达到国家关于工程设计深度的要求。

2、施工质量：符合设计图纸及国家、行业和地方有关标准、规范要求，工程质量达到国家及行业现行施工验收规范合格标准。

19.2.2.3 进度管理

1、进度计划的动态管理在执行进度计划过程中，运用动态控制原理，不断进行检查，将实际情况与进度计划进行对比，找出实际进度产生偏差的原因，特别是找出主要原因后，采取纠偏措施。

2、进度计划的制度管理建立周、月进度分析例会制度，每周利用生产例会对周计划进行检查总结，并布置纠偏任务，每月召开生产协调会，在协调会上针对上月进度完成情况进行总结分析进度偏差产

生的原因，提出研究解决问题的措施，以会议形式协调各方的进度保证义务和责任，以保证工期目标的按期实施。

根据工程实际进展情况，将总目标分解成不同阶段的子目标，并按照专业性质、工作范围将责任目标进一步分解到月、周、日，形成以日保周、以周保月、以月保季的目标管理体系。

19.2.2.4 信息管理

1、加强与外界信息交流和沟通。寻求与国内外一流的湿地建设团队的合作与交流，争取先进的管理与技术支持。组织湿地建设管理人员到各地参观、考察、学习、引进先进的管理技术和经验。

2、制定湿地建设管理人员培训和知识更新计划。邀请有先进管理经验的专家、学者到保护区讲学、交流；或者采取送往大专院校、科研单位进行培训、进修，已获得知识更新。

3、积极倡导管理创新，探索科学有效的管理方法。

4、努力探索社区共管方法，并不断完善，建立有效机制。

19.2.3 工程运行管理

19.2.3.1 人工湿地管护

在湿地系统中，为保持稠密的水生植物，并使之健康生长，植物管理对处理系统的成功运行时很重要的。植物系统建立后，必须由污水连续提供养分和水，保证植物多年的生长和繁殖。植物在高浓度毒性物质的作用下易受损害。如果在较长时间内土壤中需氧量超过植物的输氧量，植物将发生枯萎；如果植物发生死亡，必须及时补种以恢复所需的处理能力。

19.2.3.2 植物管理维护

（1）水生植物管理维护

水生植物的养护措施主要是针对所栽种的沉水植物、挺水植物进行季节性维护，包括沉水植物和挺水植物的定期收割，挺水植物病虫害防护。维护内容具体为：沉水植物维护，挺水植物维护，杂草清除，病虫害控制等。

其维护的重点主要是根据水生植物的生长过程，选择合适的时间进行合理收割，既不会影响水生态系统的平衡与稳定，也不会造成过量收割导致水生植物生长较差的现象。

1) 挺水植物维护

挺水植物维护工作大体体现在收割上和修剪上，主要在对应季节修剪即可，其一是景观性要求，其二是防止枯黄叶片在水体中腐烂。一般收割季节在 11-1 月，在枯黄期齐根 10cm 收割。同时，需及时补栽由于意外原因（台风、人为破坏等）导致死亡的植物。此外，为防止挺水植物蔓延，需对挺水植物进行适时抽稀。

① 植物栽种初期管理

植物栽种初期主要是保证其成活率。挺水植物栽植最好在春季栽植，植物容易成活。若是在夏季进行栽植，应做好防晒措施，如设置防晒网等。

② 控制水位

挺水植物栽植时，应控制蓄水水量，使水位缓慢上升，以使挺水植物根系充分生长。

③ 收割与修剪

枯萎枝叶的整修清理是挺水植物养护管理的重要内容。残枝败叶堆制沤肥或深埋焚毁能减少病虫害，使植株保持美观、整齐的姿态，

同时植物残体在水中积存，会分解产生 H_2S 等气体，使水质恶化，并导致水体营养素的循环而使水体保持富营养化状态，势必引起二次污染和沉积，对水质影响很大。对残梗败叶及时清捞，可避免沉积水底形成新的污染，清理的时间一般选择在早春进行。

另外，挺水植物生长期合理修剪可有效促使其生长、开花。应根据植物生长情况，合理修剪，并结合疏删弱枝弱株，达到通风透光的目的。

④ 控制植物蔓延，适时抽稀

个别挺水型植物无性繁殖能力强，如果超过设计需要的范围不予控制，便会造成过度蔓延的状况，进而侵占其他植物的生长空间，造成灾害，应及时予以控制，控制方法为：绞拔和耙捞，或结合修剪进行整治，切除多余根茎，防止种子散播等。

a.绞拔：绞拔是使用两根细竹竿夹住挺水植物的冠部，并拢后用力转动，将挺水缠绕在竹竿上，然后向上拖拽，就可以把挺水植物连根拔起。这是一种选择性收获方式，可以有效控制植物的蔓延。

b.耙捞：耙捞是用致密的铁耙在湖底拖拽，把挺水植物连根拔起，是一种野蛮的掠夺式收获方法，能严重损伤挺水植物植被，对能形成群丛的挺水植物威胁最大。该方法只限于根除过度生长的挺水植物。

⑤ 挺水植物补种

a.挺水植物种植前，对种植区域进行搂平耙细等清理后，用工具先掏出种植穴，种植穴的大小根据所种植的植物根系/土球的大小和形状来定，标准为植物放下去后不窝根；

b.将苗木放入种植穴中，返土扶直植物，并压实覆土，确保苗木垂直地面不倒伏。植物种植时苗木的本身应保持与地面垂直，不得倾

斜。种植时应注意苗木丰满面或主要观赏面应朝主要视线方面，且根据设计密度进行种植。

⑥ 日常巡查：每周巡查 2 次，及时修剪枯黄、枯死和倒伏植株，及时清理滨岸带挺水植物周围的杂物或垃圾。新种植的挺水植物，每周检查 1 次植物的生长情况，并及时补植缺损植株。定期去除杂草，除草时注意不要破坏植被根系；在生长季节，每月至少除草 1 次。对于滨岸带种植的挺水植物，在春、夏季每月修剪一次，去除扩张性植物和死株，并适当修剪、挖除过密植株，以维持系统的景观效果。修剪下的植株要及时清除，防止蚊蝇滋生和影响景观。对于因病虫害等原因造成某个或某些植被死亡时，应将植被撤出，并进行相应的补种；当植物有严重病虫害时，应撤出后再喷洒杀虫剂处理。

2) 沉水植物维护

沉水植物维护工作主要体现在修剪方面，保持一个原则：“不出水面”。最好安排在夏秋季收割，此时植物的营养生长和繁殖生长最为旺盛，生长对养分的需求很高，可增大对水体中氮、磷的吸收，收割后生长恢复的速度很快，不影响水生植物的生物量。在冬春季节对枯萎的沉水植物进行收割，以免枯萎茎叶影响水质，同时适当的时候进行拔除，为沉水植物进行新陈代谢提供环境条件。

① 沉水植物收割

及时清除水体表面的植物及非目的性沉水植物。沉水植物休眠后，茎叶失去活性，应及时予以收割，避免发生枯叶二次污染，一年收割 1 次，收割时间为枯萎 1 周内开始收割。另外，沉水植物过度生长，会影响湖面的清洁与景观，应予以及时收割。对于浮出水面的死株，应及时清除。沉水植物可采取机械收割或人工打捞的收割方式，宜剃

头式收割，采取间断分块收割。根据沉水植物生长和繁衍机理，按照草型和藻型富营养化发生机制决定水草收割时间、收割面积比例等。

② 沉水植物抽稀

沉水植物一般为多年生草本植物，有自主繁殖能力，冬季休眠后，第二年春季会重新发芽、繁殖生长。工程实践中往往出现沉水植物第一年生长旺盛，而后生长势头变弱的现象，这主要是因为沉水植物生长空间竞争激烈造成的，即前几年的沉水植物繁殖力变弱，但是又没有其繁殖的空间，导致沉水植物植株不能更新换代。因此沉水植物后期养护工作中应适时进行抽稀，从而为沉水植物的自主繁殖与更新换代留出充足的生长空间，以保证沉水植物群落结构的稳定性、可持续性。

③ 沉水植物补种

沉水植物作为水体营养盐的主要吸附者，当出现水草成活率低于70%，营养盐不能及时转移，水质变差，透明度下降，就应该补种沉水植物。补种的沉水植物应选择植株健康、无病虫害品种，并与原有植物品种一致，保证整体景观效果。大风暴雨天气及强泄洪后2-3天，检查沉水植物的冲毁情况，如有冲毁，及时补植。

为减少沉水植物种植对河道水体的影响，本项目沉水植物种植采用扦插种植的形式。扦插种植前，种苗预处理一定要符合工程要求，以提高沉水植物成活率。

将种苗直接扦插入水底土壤中，插入深度为3~10cm，当水深过大时，人工无法扦插，可采用辅助工具进行扦插种植，将长1~1.5m的竹竿、PVC管、钢管等一端做成U型缺口，取鲜体种苗嵌入至缺口中，再将插杆缺口向下插入水底3~10cm左右拔出。

④ 品种更换

a. 更换原则

若设计种植品种成活率低，长势较差，病虫害严重。经过多次补种、补栽之后，成活率仍然较低，长势仍然较差，病虫害仍然较为严重时，应考虑更换品种。

b. 更换品种

调查周边地区水域的沉水植物的品种及其生长情况，选择长势较好、适应力较强的品种作为更换对象。

c. 更换方法

用致密的铁耙在水底拖拽，把需要更换的沉水植物连根拔起，利用扦插法、压石等方法将更换品种补种于该区域。

(2) 陆生植物管理维护

树木种植完工后，应加强后期的管理养护。本工程提出如下管护措施。

① 定植后，要根据实际情况适时浇水。南方夏季秋初常有伏旱，高温无雨，易引起树叶干枯，应及时浇水。土壤含水量宜保持在：砂土 2.8%-4.5%，砂壤土 5.7%-8.5%，壤土 10%-15%，粘土 18%-20%。

② 要经常检查各种植物的生长情况，发现死苗要及时补植，补植的树种要求与原来植株规格相同，追施无污染肥料加强浇水等保养措施。

③ 发现病虫害要及时防治。采取综合防治、化学防治、物理人工防治和生物防治等方法，以减少对环境的污染。用化学方法防治时，喷药一般在晚上进行；药物、用量及对环境的影响，要符合环保的要求与标准。发生病虫害危害，最严重危害率控制在 10% 以下。

④ 大风、暴雨过后，要对植物措施进行全面的检查，修复倒伏的植株。

⑤ 在夏季或秋季追施 1-2 速效氮肥（尿素），可采取埋施或叶面施肥的方式。施肥量应适当，不能过多，避免出现因肥料不能被植物完全吸收而进入河道中对水资源造成污染。

⑥ 同时实行全封禁育林，严禁人为破坏。

19.2.3.3 运行维护机制

本项目为饮用水水源地保护的生态环保类项目，通过缓冲带和湿地建设工程保障水质，设计单位建议业主单位联合地方政府成立跨部门专项运维小组，由生态环境、水利及属地管理部门共同参与，明确责任分工并建立协同机制，统筹开展湿地植物收割、水位调控及缓冲带植被补种、隔离设施巡检等日常管护工作，同步实施水质、生态指标的常态化监测。其次，资金筹措方面应积极对接地方财政政策，优先申请地方政府专项债券资金，同时探索生态补偿、横向转移支付等多元化资金渠道，编制 3-5 年运维资金规划方案，重点保障人工湿地植物、缓冲带生态屏障更新等周期性维护需求。

19.2.3.4 运行管理费用

管理运行费指支付职工工资、聘用人员工资、交通费用、工具费、水草收割及陆域绿化的修剪、病虫害防治费等。运行维护费按综合单价估算：水生植物 3~5 元/m²·年；陆域绿化 10~15 元/m²·年，年综合运行维护费约 40 万元。

19.2.3.5 应急监测

突发性水污染事故，尤其是有毒有害化学品的泄漏事故，往往会

对水生生态环境造成极大的破坏，并直接威胁人民群众的生命安全。因此，突发性环境污染事故的应急监测与日常监测具有同样的重要性。

监测点位：

1、一般以事故发生地点及其附近为主，根据现场的具体情况和污染水体的特征布点；

2、在事故地点及其下游布点，同时在事故发生上游采对照样。

监测频率：根据现场具体情况和污染水体的特性确定采样频率。

样品采集：

1、现场监测采样

现场要采集平行双样，一份供现场快速测定，一份送至有条件的实验室测定；如有需要，同时采集污染地点的底质样品。

事故发生地点要设立明显标志，如有必要应进行现场录像和拍照。

2、跟踪监测采样

为了掌握污染程度、范围及变化趋势，在事故发生后，进行连续的跟踪监测，直至水体环境恢复正常。跟踪监测根据污染物质的性质和数量及河流的水文要素等，沿河段设置数个采样点，并在采样点设立明显标志，采样频次根据事故程度确定。

现场记录：绘制事故现场的位置图，标出采样点位，记录发生时间，事故原因，事故持续时间，采样时间，以及水体感官性描述，可能存在的污染物，采样人员等事项。

监测方法：应急现场可使用水质检测管或便携式监测仪器等快速检测手段，鉴别鉴定污染物种类，并给出定量、半定量的测定数据。事故现场无法检测的指标和平行采集的样品，应尽快将样品送至有条件的实验室进行检测。跟踪监测一般可在采样后及时送至有条件的实

验室进行检测。

19.2.3.6 监管措施

1、建议加强队伍建设。完善监督考核机制；增加水库管水员队伍；强化日常巡查和动态监管，发现问题、解决问题。

2、建立健全多部门联合执法制度。多部门联合执法制度，建立区域长效管理机制，各部门之间要加强协调配合、定期会商，联合监测、联合执法、应急联动、信息共享。

3、建议加大水库执法监管力度。保证建设期间，工程安全合理。

19.2.4 工程管理范围和保护范围

项目管理范围为工程占地范围，对工程红线内进行管理，确保工程效益发挥。

第 20 章 结论与建议

20.1 结论

1、提升入库水质，减少内源污染，是稳定水源地水质的迫切需要；解决水体臭味问题，是周边居民的强烈诉求；提升水库周边缓冲带生态功能、构建湖库生态安全屏障，是水库生态治理的重要环节。

2、实施以“缓冲带拦截净化+河口湿地净化+入库河流生态修复+水库底质修复”为主要工艺的水源地保护及水生态功能建设工程，可有效降低库区水体 TN、TP 含量，减少水体臭味产生，是稳定集中式饮用水水源地水质安全的重要举措。

3、本项目为了加强保障前岩水库集中式饮用水水源地水环境质量，完善水库周边缓冲带生态功能，提升流域水生态系统稳定性，以有效削减污染总量为目标导向，采取面源污染系统控制、入库河段产清以及库区污染源控制等技术手段实现水库及流域水环境与生态提升。

4、总体工程方案主要包括缓冲带生态建设工程、净化湿地建设工程、入库河流生态修复工程、库区原位净化工程和底质修复工程。

（1）缓冲带生态建设工程

对水库周边缓冲带进行生态恢复，采用水土保持型灌木复合植被缓冲带和林草复合型涵养林，共恢复缓冲带面积 47141m²。

（2）净化湿地建设工程

为有效削减入库河道及引水工程来水污染负荷，在库尾的入库河口处建设净化湿地，湿地面积约 43930m²。

（3）入库河流生态修复工程

对陈村江引水河道进行生态修复，净化来水水质，减少入库污染负荷，入库河流生态修复长度约 845m。

（4）库区原位净化工程

根据底泥和水质调查情况，对库区死水区域进行原位净化，改善库区水质，原位净化工程面积 16000m²。

（5）底质修复工程

根据库区底泥调查，对库区底质进行修复，清除水库底质积蓄有机质营养盐，降低内源污染释放风险，提升库容，底质修复面积 438149m²，挖除积蓄的有机质营养盐层底泥平均深度为 0.5~1m，合计工程量 273544m³。

20.2 建议

1、项目应合理安排施工时间，并做好施工中的环境保护及安全防护措施，保障在建设期内不对周边交通、环境造成过大影响。

2、从以往缓冲带修复、湿地工程的经验来看，工程建设效果往往较好，但后续的管理维护非常重要，建议建立多元化投融资机制，确保工程效果长期、稳定发挥。

第 21 章 附表附件

21.1 立项批复文件

嵊州市发展和改革委员会文件

嵊发改中投〔2024〕165 号

关于嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能 建设工程项目建议书的批复

嵊州市水利建设发展有限公司：

报告悉。经研究，原则同意浙江国科生态技术研究有限公司编制的嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程项目建议书。有关内容批复如下：

一、项目建设必要性：为减少水库内源污染，进一步提升前岩水库库区生态水环境，提高城市供水品质；提升水库周边缓冲带生态功能，构建生态安全屏障；增加水库兴利库容，提高流域水资源利用率。本项目的建设是非常必要的。

二、建设地址：嵊州市。

三、建设内容：（1）底质修复工程：底质修复 30 万平方米，

地形重塑 50 万平方米。(2)生态拦截净化工程:缓冲带 2.7 千米,
河口湿地 10 万平方米,预处理区 10 万平方米。

四、估算投资: 10112.42 万元。

五、建设工期: 24 个月。

请据此批复抓紧办理相关手续, 下一步工作完成后报我局审
批。



附注: 投资项目执行唯一代码制度, 通过投资项目在线审批监管
平台, 实现投资项目“平台受理、代码核验、办件归集、信息共
享”。请项目业主准确核对项目代码并根据审批许可文件及时更新
项目登记的基本信息。

抄送: 财政局、自然资源局、住建局、水利局。

嵊州市发展和改革委员会办公室

2024 年 8 月 1 日印发

项目代码: 2407-330683-04-01-139719



21.2 可研批复文件

嵊州市发展和改革委员会文件

嵊发改中投〔2024〕199号

关于嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能 建设工程可行性研究报告的批复

嵊州市水利水电发展有限公司：

报告悉。经研究，原则同意中交上海航道勘察设计研究院有限公司编制的嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程可行性研究报告。有关内容批复如下：

一、建设地址：嵊州市。

二、建设内容：对水库周边缓冲带进行生态建设，采用水土保持型灌木复合植被缓冲带和林草复合型涵养林，共建设缓冲带面积约4.5万平方米。在库尾的入库河口处建设净化湿地，湿地面积约为4.2万平方米。对陈村江引水河道进行生态建设，入库河流生态建设长度约845米。对库区死水区域进行原位净化，原位净化工程面积约1.6万平方米。对库区底质进行改善，底质建

— 1 —

设面积约 42.9 万平方米，平均深度为 0.5~1 米，合计工程量约 27.41 万立方米。

三、估算投资：10107.38 万元。资金来源为争取中央环保资金支持及自筹资金。

四、建设工期：24 个月。

五、按照《招标投标法》等有关规定，项目的设计、施工、监理、设备、重要材料和原材料采购等，采用委托招标代理机构公开招标。

六、绿色建筑、装配式建筑、钢结构装配式住宅、住宅全装修相关内容和要求，按照《加快推进绿色建筑和新型建筑工业化发展的实施意见》（嵊政办发〔2021〕75 号）、《〈关于加快推进绿色建筑和新型建筑工业化发展的实施意见〉实施细则》（绍市建设〔2021〕1 号）、《嵊州市绿色建筑专项规划（2022-2030）》相关要求执行，本条款由建设局负责解释并监督执行。

请据此批复抓紧办理相关手续，下一步工作完成后报我局审批。



21.3 项目用地说明

嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程 项目用地情况说明

嵊州市发展和改革局：

“嵊州市前岩水库水源地保护及水生态功能建设工程”已列入
“嵊州市 2025 年政府、国有企业投资项目的工作计划”。

该项目不位于各级自然保护区、不位于生态保护红线范围内，不
涉及占用永久基本农田，不涉及新增建设用地，用地符合国土空间规
划管控规则。



因该图在原有范围内定
论，不得在图外定论，不得在图内
不得新增建设用地，如需新增
建设用地，须办现用地审批手续