

东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程

可行性研究报告 (送审稿)

深圳市水务规划设计院股份有限公司

2026.03

咨询证书：甲 242024011053
设计证书：A144001895、A244001892
勘察证书：B144055465



深圳市水务规划设计院股份有限公司创建于1985年,是一家与深圳经济特区共同成长的大型综合性水务勘察设计咨询机构。持有国家颁发的水利工程设计行业、市政公用(给水排水)设计专业、工程勘察、工程测绘、工程咨询、水土保持等多项甲级资质证书,获得设计类、咨询类、勘察类和工程造价咨询AAA企业信用等级,水土保持编制AAA+企业信用等级,为城市水务建设管理提供全过程解决方案。公司崇尚以技术和服务创造美好人居环境,坚信“创新”是设计的灵魂,不懈追求以“为客户创造有价值的精品设计”为目标,以“系统解决城市水问题”为理念,以“精诚服务全过程”为宗旨,不断增强员工的成就感、获得感和幸福感,勇当全国城市水务规划咨询行业的领跑者。

项目名称：东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程

项目编号：2026ZX0008

项目委托单位：东莞市水务环境投资控股集团供水有限公司

报告编制单位：深圳市水务规划设计院股份有限公司

项目负责人：施红梅 刘海强

批准：李柱

审定：郭雁平

审核/审查：郭雁平 兰志豪 蒋志坚 陈朗 李莲 刘士虎

熊寻安 杨虎 王增钦 王国建 梁永涛 赵建梅

曾魁 曹梦成

校核：马明灯 叶晓思 黄晶 梁家盛 李彪 闫慧

刘靖华 姚彦星 张燕玲 李宗璞 刘雪朋 梁家盛

编写：刘海强 吴凡 高雅楠 王义 何嘉伟 井晓丙

蔡俊雄 连梦园 靳开甲 彭明天 张灿 蒙韵

王怡中

目录

前言.....	1	1.6.4 工程总体布置.....	19
1 综合说明.....	1	1.6.5 生态隔离工程.....	19
1.1 绪言.....	1	1.6.6 控泄转输工程.....	23
1.1.1 项目区域概况.....	1	1.6.7 巡库路设计.....	25
1.1.2 工程建设的必要性.....	2	1.6.8 工程安全监测.....	25
1.1.3 工程合规性与可达性结论.....	3	1.7 机电及金属结构.....	25
1.2 水文.....	5	1.7.1 电气.....	25
1.2.1 流域概况.....	5	1.7.2 金属结构.....	26
1.2.2 水文气象.....	6	1.8 施工组织设计.....	27
1.2.3 水文基本资料.....	6	1.8.1 施工条件.....	27
1.2.4 洪水成果.....	6	1.8.2 料场的开采与选择.....	27
1.3 工程地质.....	7	1.8.3 施工导截流.....	27
1.3.1 区域地质概况.....	7	1.8.4 施工总进度.....	28
1.3.2 库区地质条件及评价.....	7	1.9 建设征地与移民安置.....	28
1.3.3 坝址地质条件及评价.....	7	1.9.1 概述.....	28
1.3.4 转输涵工程地质条件及评价.....	8	1.9.2 实物调查成果.....	28
1.3.5 天然建筑材料勘察结论.....	8	1.9.3 建设征地移民补偿投资估算.....	28
1.4 工程任务和规模.....	8	1.10 环境影响评价.....	28
1.4.1 工程任务和目标.....	8	1.10.1 环境保护目标及环境敏感点.....	28
1.4.2 工程主要建设内容.....	8	1.10.2 环境影响评价结论.....	29
1.4.3 设计标准.....	9	1.10.3 环境保护投资估算.....	29
1.4.4 工程总体布局.....	9	1.11 水土保持.....	29
1.4.5 工程规模.....	9	1.11.1 水土流失防治责任范围.....	29
1.5 节水评价.....	11	1.11.2 水土保持总体布局.....	30
1.5.1 现状节水水平评价及节水潜力分析.....	11	1.11.3 水土保持投资估算.....	30
1.5.2 节水目标.....	11	1.12 劳动安全与工业卫生.....	30
1.5.3 节水符合性分析.....	12	1.13 节能评价.....	30
1.5.4 节水措施方案及节水效果评价.....	12	1.14 工程管理.....	30
1.6 工程布置及建筑物.....	12	1.14.1 工程管理体制.....	30
1.6.1 工程等级及标准.....	12	1.14.2 工程管理范围和保护范围.....	31
1.6.2 工程选址及选线.....	13	1.14.3 管理设施和设备.....	31
1.6.3 主要建筑物型式.....	16	1.14.4 运行管理经费.....	31
		1.15 工程信息化.....	31

目录

1.15.1	建设目标及任务.....	31	3.1	勘察工作概况.....	44
1.15.2	总体设计.....	32	3.1.1	工程建设内容.....	44
1.16	投资估算.....	32	3.1.2	勘察任务及技术要求.....	44
1.17	经济评价.....	33	3.1.3	勘察工作依据.....	44
1.18	社会稳定风险分析.....	33	3.1.4	勘察等级、工作方法和勘察工作概况.....	45
1.19	海绵城市.....	33	3.2	区域地质概况.....	46
1.20	结论与建议.....	33	3.2.1	地形地貌.....	46
1.20.1	主要结论.....	33	3.2.2	地层岩性.....	46
1.20.2	主要建议.....	33	3.2.3	地质构造及地震.....	46
1.21	高程说明.....	34	3.2.4	气象和水文地质.....	47
2	水文.....	35	3.3	库区地质条件及评价.....	48
2.1	流域概况.....	35	3.3.1	库区地质条件.....	48
2.1.1	自然地理概况.....	35	3.3.2	库区地质条件评价.....	48
2.1.2	相关水利水电工程.....	36	3.4	坝址区工程地质条件.....	49
2.2	气象.....	37	3.4.1	地形地貌.....	49
2.3	水文基本资料.....	38	3.4.2	地层岩性.....	49
2.4	径流.....	38	3.4.3	地质构造.....	50
2.5	洪水.....	38	3.4.4	水文地质条件.....	50
2.5.1	暴雨洪水特征.....	38	3.4.5	物理地质现象.....	50
2.5.2	历史洪水.....	38	3.4.6	场地内主要岩土物理力学性质.....	51
2.5.3	设计暴雨.....	39	3.5	坝址区工程地质条件评价.....	53
2.5.4	设计洪水.....	40	3.5.1	下坝址.....	53
2.5.5	施工期洪水.....	42	3.5.2	上坝址.....	54
2.6	泥沙.....	43	3.5.3	坝址比选.....	55
3	工程地质.....	44	3.5.4	坝型比选.....	55
			3.5.5	副坝一坝址.....	56
			3.5.6	副坝二坝址.....	57
			3.5.7	连通闸.....	58
			3.5.8	副坝三坝址.....	58
			3.5.9	副坝四坝址.....	59
			3.6	转输涵工程地质条件评价.....	60
			3.6.1	推荐转输涵.....	60
			3.6.2	比选转输涵.....	61
			3.7	天然建筑材料.....	62
			3.7.1	土料.....	62

目录

3.7.2	砂砾料	63	4.7	工程总体布局	91
3.7.3	石料	63	4.8	工程规模	91
3.8	结论与建议	63	4.8.1	上库洪水调节论证	91
3.8.1	结论	63	4.8.2	下库洪水调节论证	94
3.8.2	建议	64	4.9	相关影响分析	97
4	工程任务和规模	65	4.9.1	对虾公岩水库防洪影响分析	97
4.1	区域概况	65	4.9.2	对下游虾公岩水防洪影响分析	97
4.1.1	自然地理	65	4.9.3	旧排洪渠过流能力分析	97
4.1.2	社会经济概况	65	5	节水评价	99
4.2	项目建设依据	65	5.1	现状节水水平评价及节水潜力分析	99
4.2.1	水资源利用现状	65	5.1.1	现状节水水平分析及评价	99
4.2.2	相关工程建设现状	66	5.1.2	现状节水存在问题及原因	99
4.2.3	水库水环境状况	70	5.1.3	现状节水潜力分析	100
4.2.4	主要问题分析	74	5.2	节水目标与指标	100
4.2.5	相关规划要求	75	5.2.1	节水目标	100
4.3	项目建设必要性	81	5.2.2	节水指标	100
4.3.1	是落实市级相关规划要求，在水库水质污染暂时无法消除情况下，保障东深供水工程检修期内塘厦镇供水的迫切需要	81	5.3	节水符合性分析	101
4.3.2	是隔离供水水源污染源，保障供水安全，并为将来逐步推进水库流域内水污染治理创造有利实施条件的实际需要	83	5.4	节水措施方案及节水效果评价	101
4.3.3	是解决水源保护与经济社会发展之间的矛盾，维护区域社会和谐稳定的需要	85	6	工程布置及建筑物	102
4.3.4	是实现三生统筹，达到保护更严格、发展更充分、生态更美好的需要	86	6.1	设计依据	102
4.3.5	是促进水源地施行规范化管理的需要	86	6.1.1	工程设计基本资料	102
4.4	工程任务与目标	87	6.1.2	主要技术标准	102
4.4.1	工程任务	87	6.2	工程等级和标准	102
4.4.2	工程目标	87	6.2.1	工程等级和标准	102
4.5	物理隔离标准	87	6.2.2	地震参数	102
4.5.1	可借鉴成果	87	6.2.3	主要允许设计值	103
4.5.2	物理隔离标准确定	88	6.2.4	合理使用年限及耐久性设计	104
4.6	总体思路	88	6.3	工程选址及选线	105
4.6.1	方案思路一：生态大库方案	89			
4.6.2	方案思路二：生态小库方案	89			
4.6.3	方案思路比选	90			

目录

6.3.1	生态隔离坝选址.....	105	7.1.6	过电压及接地保护.....	167
6.3.2	连通闸选址.....	106	7.1.7	电缆敷设及设备安装.....	167
6.3.3	放空涵选址.....	107	7.1.8	电气节能设计.....	167
6.3.4	转输通道选线.....	108	7.1.9	主要电气设备工程量表.....	168
6.4	建筑物选型.....	114	7.2	自动控制.....	168
6.4.1	隔离坝选型.....	114	7.3	金属结构.....	168
6.4.2	水闸选型.....	118	7.3.1	工程概况.....	168
6.5	工程总布置.....	120	7.3.2	设计依据.....	168
6.6	生态隔离工程.....	120	7.3.3	放空闸金属结构设计.....	169
6.6.1	隔离坝设计.....	120	7.3.4	泄水控制闸金属结构设计.....	169
6.6.2	大坝设计计算.....	124	7.3.5	连通闸金属结构设计.....	170
6.6.3	连通闸设计.....	135	7.3.6	金属结构防腐.....	171
6.7	控泄转输工程.....	142	7.3.7	金属结构设备汇总表.....	171
6.7.1	转输隧洞.....	142	8	施工组织设计.....	172
6.7.2	泄水控制闸设计.....	151	8.1	施工条件.....	172
6.7.3	工作井、接收井设计.....	157	8.1.1	工程概况.....	172
6.8	巡库路设计.....	160	8.1.2	自然条件.....	172
6.9	建筑工程设计.....	160	8.2	料场的开采与选择.....	173
6.9.1	建筑设计.....	160	8.2.1	填筑料需求.....	173
6.9.2	结构设计.....	162	8.2.2	料源情况.....	174
6.10	工程安全监测.....	164	8.2.3	料场开采.....	174
6.10.1	安全监测设计依据及原则.....	164	8.3	施工导截流.....	174
6.10.2	观测项目.....	164	8.3.1	导流标准.....	174
6.10.3	观测频率.....	164	8.3.2	导流时段及流量.....	174
6.10.4	观测设备配置.....	164	8.3.3	导流方式.....	174
7	机电及金属结构.....	166	8.3.4	基坑排水.....	175
7.1	电气部分.....	166	8.3.5	施工期间水质保障措施.....	175
7.1.1	设计依据.....	166	8.3.6	坝体临时度汛.....	176
7.1.2	设计范围及概况.....	166	8.4	主体工程施工.....	176
7.1.3	供电负荷等级及供电电源.....	166	8.4.1	坝体施工.....	176
7.1.4	主要电力设备选择.....	167	8.4.2	泄水控制闸、放空闸、连通闸施工.....	179
7.1.5	电动机启动方式及控制方式.....	167	8.4.3	金属结构安装.....	179
			8.4.4	顶管井施工.....	179
			8.4.5	箱涵施工.....	180

目录

8.5	施工交通及施工总布置.....	180	10.2.4	污染物排放.....	190
8.5.1	对外交通.....	180	10.2.5	生态环境影响分析.....	190
8.5.2	对内交通.....	180	10.2.6	环境影响评价范围.....	191
8.5.3	施工交通疏解.....	181	10.2.7	环境保护目标及环境敏感点.....	191
8.5.4	施工工厂设施.....	181	10.3	环境影响分析.....	192
8.5.5	施工总布置.....	182	10.3.1	大气环境质量影响评价.....	192
8.6	施工总进度.....	184	10.3.2	水环境质量影响评价.....	193
9	建设征地与移民安置.....	185	10.3.3	声环境质量影响评价.....	193
9.1	概述.....	185	10.3.4	对人群健康的影响分析及评价.....	194
9.2	建设征地处理范围.....	185	10.4	环境保护措施.....	194
9.3	建设征地实物调查.....	185	10.4.1	水质保护措施.....	194
9.3.1	实物调查依据.....	185	10.4.2	大气污染防治措施.....	195
9.3.2	法律、法规和条例.....	185	10.4.3	噪声污染防治措施.....	195
9.3.3	技术规范、标准及文件.....	185	10.4.4	固体废弃物处理.....	195
9.3.4	调查组织.....	186	10.4.5	生态保护.....	196
9.3.5	实物调查内容和方法.....	186	10.5	环境管理与监测.....	197
9.3.6	实物调查成果.....	186	10.5.1	环境管理.....	197
9.4	移民安置规划设计.....	186	10.5.2	环境监理.....	197
9.5	专业项目处理.....	186	10.5.3	环境监测.....	198
9.6	建设征地移民补偿投资估算.....	187	10.6	环境保护投资估算.....	199
10	环境影响评价.....	188	11	水土保持.....	200
10.1	设计依据及标准.....	188	11.1	概述.....	200
10.1.1	设计依据.....	188	11.1.1	项目基本情况.....	200
10.1.2	环境保护执行标准.....	188	11.1.2	区域自然概况.....	200
10.2	环境现状调查与分析.....	189	11.1.3	水土流失现状.....	200
10.2.1	水环境现状.....	189	11.1.4	项目所在区域水土流失防止区划情况.....	201
10.2.2	大气环境现状.....	189	11.2	水土流失防治责任范围及分区.....	201
10.2.3	声环境现状.....	190	11.2.1	责任范围确定原则.....	201
			11.2.2	水土流失防治责任范围.....	201
			11.2.3	水土流失防治分区.....	201
			11.3	水土流失预测及危害.....	201
			11.3.1	水土流失预测.....	201
			11.3.2	水土流失危害.....	202

目录

11.4	水土流失防治总体布局.....	202	13	节能评价.....	217
11.4.1	防治目标.....	202	13.1	设计依据.....	217
11.4.2	防治标准等级.....	202	13.2	节能设计.....	217
11.4.3	水土保持设计依据、理念和原则.....	203	13.2.1	节能设计原则.....	217
11.4.4	水土保持总体布局.....	203	13.2.2	建筑物节能措施.....	217
11.5	水土保持措施.....	204	13.2.3	生产辅助用房和管理生活用房节能措施.....	217
11.5.1	主体工程区.....	204	13.2.4	机电及金属结构节能措施.....	218
11.5.2	库区临时开挖区.....	205	13.2.5	采暖通风与消防系统.....	218
11.5.3	施工临时道路区.....	206	13.2.6	施工节能措施.....	218
11.5.4	施工营区.....	206	13.2.7	工程管理节能措施.....	218
11.5.5	水土保持措施工程量汇总表.....	207	13.3	节能效果评价.....	219
11.6	水土保持监测与管理.....	207	14	工程管理.....	220
11.6.1	水土保持监测.....	207	14.1	工程管理体制.....	220
11.6.2	水土保持管理.....	209	14.1.1	工程管理性质.....	220
11.7	水土保持投资估算.....	210	14.1.2	工程运行管理体制.....	220
12	劳动安全与工业卫生.....	211	14.1.3	工程建设期管理.....	220
12.1	危险与有害因素分析.....	211	14.2	工程管理范围和保护范围.....	221
12.1.1	建设期主要危险与有害因素分析与对策.....	211	14.2.1	工程管理范围.....	222
12.1.2	运行期主要危险与有害因素分析与对策.....	213	14.2.2	工程保护范围.....	222
12.2	劳动安全措施.....	213	14.3	工程运行管理.....	222
12.2.1	防火、防爆.....	213	14.3.1	工程运行管理任务.....	222
12.2.2	防电气伤害.....	213	14.3.2	工程调度运用原则.....	223
12.2.3	防机械伤害.....	214	14.3.3	工程运行管理办法.....	223
12.2.4	防坠落伤害.....	214	14.3.4	运行管理经费.....	224
12.3	工业卫生措施.....	214	14.4	管理设施和设备.....	224
12.3.1	防噪音及防震.....	214	14.5	前期相关专项工作管理.....	224
12.3.2	防尘、防污染、防毒及防腐蚀.....	214	14.5.1	水土保持.....	224
12.3.3	采光与照明.....	215	14.5.2	环境影响评价.....	225
12.3.4	施工期环保.....	215	14.5.3	社会稳定分析.....	225
12.4	安全卫生管理.....	215	14.5.4	自然公园经营范围调整论证.....	225
12.4.1	施工期安全卫生管理.....	215	14.5.5	占用自然公园选址唯一性论证.....	226
12.4.2	运行期安全卫生管理.....	216			

目录

14.5.6	自然公园生态影响评价.....	226
14.5.7	使用林地审批(含砍伐许可)论证.....	227
14.5.8	占用生态红线不可避免论证.....	227
14.5.9	用地预审与规划选址论证.....	227
14.5.10	节约集约用地论证分析.....	228
14.5.11	涉水工程安全影响评价.....	228
15	工程信息化.....	230
15.1	概述.....	230
15.1.1	工程概况.....	230
15.1.2	建设目标及任务.....	230
15.1.3	设计依据.....	230
15.1.4	设计原则.....	231
15.2	需求分析.....	231
15.2.1	业务需求.....	231
15.2.2	功能需求.....	231
15.2.3	性能需求.....	232
15.2.4	数据需求.....	232
15.3	总体设计.....	233
15.3.1	总体架构.....	233
15.3.2	网络架构.....	233
15.3.3	关键技术.....	234
15.3.4	信创落实.....	234
15.4	分项设计.....	235
15.4.1	大坝安全监测.....	235
15.4.2	水雨情监测.....	237
15.4.3	水质监测.....	238
15.4.4	视频监控.....	244
15.4.5	监控中心.....	247
15.4.6	水库综合管理平台.....	248
15.5	信息资源共享.....	249
15.6	网络信息安全.....	250
15.7	系统集成与运行维护.....	250
16	投资估算.....	252
16.1	投资主要指标.....	252
16.2	估算编制原则和依据.....	252
16.2.1	设计水平年.....	252
16.3	基础单价.....	252
16.3.1	分部工程概算.....	253
16.3.2	独立费用.....	253
16.3.3	预备费.....	254
16.3.4	建设工期及资金筹措.....	254
16.3.5	征地移民补偿静态投资.....	254
16.3.6	水保投资.....	254
16.3.7	环保投资.....	254
16.3.8	建设期利息.....	254
16.4	工程投资估算总表.....	254
17	经济评价.....	256
17.1	概述.....	256
17.1.1	项目背景.....	256
17.1.2	基本依据和计算原则.....	256
17.2	费用估算.....	256
17.2.1	建设项目总投资和项目资金使用成本.....	256
17.2.2	流动资金.....	256
17.2.3	总成本费用及年运行费.....	256
17.2.4	有关税费.....	256
17.2.5	分年度投资.....	256
17.3	国民经济评价.....	257
17.3.1	有关参数选取.....	257
17.3.2	费用调整.....	257
17.3.3	效益估算.....	257
17.3.4	国民经济分析.....	257
17.3.5	评价结论.....	258
17.4	财务分析.....	258

目录

17.5	效益估算.....	258	21.5	附件五：广东电网有限责任公司东莞供电局关于征求虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）意见的复函.....	269
17.6	财政支持比例建议.....	258	21.6	附件六：东莞市林业局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	270
18	社会稳定风险分析	260	21.7	附件七：东莞市自然资源局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	271
18.1	编制依据.....	260	21.8	附件八：东莞市交通运输局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	272
18.2	风险调查.....	260	21.9	附件九：东莞市生态环境局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	273
18.3	风险因素分析.....	261	21.10	附件十：东莞市水务局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	274
18.4	风险防范与化解措施.....	261	21.11	附件十一：塘厦镇规划管理所关于征求《虾公岩水库分库工程》规划选址和用地预审的函的回复.....	275
18.5	风险分析结论.....	262	21.12	附件十二：中国电信股份有限公司东莞南区分公司关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函.....	276
19	海绵城市.....	263	21.13	附件十三：塘厦镇人民政府关于对征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）意见的函》的复函.....	277
20	结论与建议.....	264	21.14	附件十四：东莞市住房和城乡建设局关于东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程用地预审与规划选址红线的复函.....	278
20.1	主要结论.....	264	21.15	附件十五：可行性研究专家评审意见.....	278
20.2	主要建议.....	264			
21	附件.....	266			
21.1	附件一：市政府工作会议纪要[2025]276号.....	266			
21.2	附件二：东莞市生态环境保护治理工作领导小组会议纪要[2026]1号 267				
21.3	附件三：市政府工作会议纪要[2026]63号.....	268			
21.4	附件四：东莞市大屏嶂森林公园“关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函”.....	269			

目录

21.16	附件十六：东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司关于调整虾公岩水库分库工程项目名称的函.....	279
21.17	可行性研究专家评审总体意见及回复	279
21.18	可行性研究征求意见及回复	280
22	附图	283

前言

虾公岩水库位于塘厦镇大坪社区西侧，于 1957 年 10 月动工，1958 年 4 月竣工，是东莞市建国后最先兴建的一座中型水库，属山丘型的年调节水库。虾公岩水库原设计功能为防洪、灌溉、发电、供水等，但由于塘厦镇城市快速扩张及水库来水减少，目前已无基本灌溉、发电功能。2013 年，东莞市水务局组织划分了虾公岩水库饮用水水源保护区，通过了专家评审，但因为高尔夫球场等风险源，一直未报批。2019 年以前，塘厦镇每年都会将东深供水的原水输入虾公岩水库蓄存，在每年东深供水工程检修期间，利用虾公岩水库蓄存的水源向全镇供水，东深供水水源入水口位于水库主坝右岸，供水厂为塘厦自来水公司虾公岩水厂。在东深供水工程正常运行期间，虾公岩水厂以虾公岩水库原水作为供水水源，在水库蓄水不足时，以东深水源作为供水原水。2019 年，因虾公岩水库西部存在高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源，东莞市取消了虾公岩水库的供水任务，仍然保留着供水功能。

近年来，东莞市水务局陆续印发实施了《东莞市供水安全保障规划》和《东莞市城镇供水专项规划（2021-2035）》等上位规划，明确了东莞市全市范围内的水源利用和应急备用格局，推动了部分主力水厂的新建和改建，加强了管网互联互通和改造，提高了供水安全保障能力，为东莞市供水事业的发展发挥了积极作用。随着塘厦镇引入了重大产业项目，区域需水量将出现大幅增长，现有供水格局已不能满足塘厦镇近一段时期在东深工程检修期的需求，原水水源将出现一定的缺口。经综合考虑，恢复虾公岩水库供水任务，是解决东深供水工程检修期间塘厦镇供水原水水源不足的途径之一。

根据广东省水污染防治条例第四十五条：.....确定为应急水源或者备用水源的，应当划定饮用水水源保护区，配备供水设施，并采取措施加强保护；《饮用水水源保护区划分技术规范（HJ338-2018）》第 4.1.2 条：饮用水水源地（包括备用的和规划的）都应设置饮用水水源保护区。虾公岩水库在 2019 年前已划定水库饮用水水源保护区范围线，受水源地制约，区域经济发展与水库保护存在矛盾，在 2019 年~2023 年，水库水源保护区范围线调整取消，建成区进一步发展，但水源水质污染风险无法得到控制。2024 年至今，水库规划作为备用水源，依据相关法律法规，仍需划定水源保护区，按照《广东省地表水功能区划》（2007 年）和《广东省地表水环境功能区划》（2011 年）等提出的 II 类水质目标，加强虾公岩水库水质保护。

虾公岩水库水质距离水质目标仍然有一定的差距，根据 2026 年旱季水质监测数据分析，虾

公岩水库水质库区内水质基本为 III 类水，虾公岩水库西侧溢流堰处水质为劣 V 类，企洞水库溢洪道下游处水质为 IV 类水，主要超标指标为总磷、总氮等指标，其中总磷对水库水质类别影响较大。虾公岩水库的污染源类型有点源污染、面源污染和内源污染，点源主要是水库西岸截污管网系统漏截的零星污水及雨污合流管溢流污染，入库污染规模不大，面源污染主要是观澜湖高尔夫球场径流污染及其景观湖溢流水体、水库西南和南岸住宅小区地表径流污染以及北岸少量农田菜地径流污染，尤其是水库西部的高尔夫球场农药、化肥、除草剂、灭菌剂等流失产生的面源污染，通过大面积拆除住宅区或关闭高尔夫球场，不但需要耗费大量的财政资金，且容易引发社会矛盾，可实施性较低。

为解决虾公岩水库流域内存在的高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源给水库带来的供水安全风险，2025 年 7 月，东莞市政府提出建设虾公岩水库分库项目以保障虾公岩水库水质，并出具会议纪要明确由东莞市水务集团出资建设。同年 11 月，东莞市水务环境投资控股集团供水有限公司启动“虾公岩水库分库工程”可行性研究前期工作招标计划。2025 年 12 月，我司中标并于 2026 年 1 月签订合同。

2026 年 1 月中旬，我司启动勘察测量工作，并基本在 2026 年 3 月 5 日完成勘察测量工作，同步我司开展相关研究工作。

2026 年 2 月 5 日，业主组织会议并邀请东莞市水务局、东莞市生态环境局、东莞市林业局、东莞市自然资源局等行政单位听取了本项目初步方案，与会单位就项目相关手续以及初步方案提出了意见与建议；

2026 年 2 月 10 日，东莞市水务局组织会议并再次邀请东莞市生态环境局、东莞市林业局、东莞市自然资源局等行政单位听取了本项目初步方案，并就本项目存在的重点难点进行了讨论与初步研究。

2026 年 3 月 6 日，我司完成了可行性研究报告初稿，并于 3 月 10 日通过了可研专家评审会。同年 3 月 20 日，项目更名为“东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程”。

经各单位征求意见以及专家意见修改完善后，我司于 2026 年 3 月 16 日完成了《东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程》（送审稿）成果，编制过程中，得到了东莞市水务局、东莞市自然资源局、东莞市水务环境投资控股集团供水有限公司等单位的支持与帮助，在此致以诚挚的感谢！

1 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 项目区域概况

1.1.1.1 项目区位

虾公岩水库位于东莞市塘厦镇大坪社区，地理位置为东经 114°01'54"，北纬 22°47'27"，坝址位于石马河上游观澜水的支流虾公岩水上，坝址以上集水面积 15.70km²，干流河长 5.84km，干流坡降 0.00863。

域内地形西南高，东北低，属低山丘陵地貌，高程在 29.90m~348.4m，主峰大屏嶂山顶高程 348.40m。域内树林覆盖率高，大部为茂密的灌木和杂草，植被良好。



图 1.1-1 水库在流域内区位图



图 1.1-2 水库在塘厦镇区位图

1.1.1.2 行政区划

塘厦镇，隶属于广东省东莞市，地处东莞市东南部，东与清溪镇、南与凤岗镇相邻，西南与深圳市观澜街道、公明街道接壤，西与黄江镇、北与樟木头镇相连。辖区总面积 128.2km²，是东莞市东南临深片区中心、广东省中心镇、中国百强镇和世界高尔夫名镇，荣获国家卫生镇、国家

级生态乡镇、国家园林城镇、广东省宜居示范镇等荣誉称号。

塘厦镇下辖 21 个社区，共 161 个村（居）民小组。户籍人口约 12.01 万人，常住人口 63.48 万人。



图 1.1-3 塘厦镇行政区位图

1.1.1.3 社会经济

根据东莞市地区生产总值统一核算结果，塘厦镇 2025 年地区生产总值为 675.80 亿元，同比增长 37%。其中，第一产业增加值为 1.84 亿元，第二产业增加值为 440.33 亿元，第三产业增加值为 233.64 亿元。

(1) 工业发展情况

2025 年全年塘厦规模以上工业增加值 302.86 亿元，同比增长 5.3%。其中内资企业工业增加值 211.53 亿元，外资企业工业增加值 91.33 亿元。

五大支柱产业全年实现工业增加值 195.37 亿元。其中电子信息制造业增加值 106.64 亿元，电气机械及设备制造业增加值 80.58 亿元，纺织服装鞋帽制造业增加值 4.59 亿元，食品饮料加工业增加值 1.40 亿元，造纸及纸制品业增加值 2.15 亿元。。

(2) 商贸业发展情况

2025 年全年塘厦镇社会消费品零售总额 174.36 亿元，同比增长 2.2%。限上批发业销售额 193.15 亿元，限上零售业销售额 72.15 亿元，限上住宿业营业额 2.83 亿元，限上餐饮业营业额 5.48 亿元。

（3）服务业发展情况

1-11 月塘厦镇规上服务业营业收入 46.79 亿元，同比下降 5.3%，其中参与核算部分服务业企业营业收入 46.01 亿元，同比下降 5.9%。

（4）财政金融情况

2025 年全年塘厦镇一般公共预算收入 19.87 亿元，同比增长 5.8%，一般公共预算支出 33.62 亿元，同比下降 3.1%。12 月末，塘厦镇本外币金融机构各项存款余额 1053.24 亿元（按市人行返还口径，下同），同比下降 4.1%。本外币各项贷款余额 755.38 亿元，同比增长 5.8%。

1.1.1.4 自然、地理及资源

（1）地形地貌

塘厦镇地势西南高、东北低，四周群山环抱，峰峦起伏，中部有零星小山丘分布，总体呈盆地型小平原。

（2）气候特征

塘厦镇属亚热带季风气候，春夏两季吹东南风，空气湿润，雨量充沛，秋季常吹西风，秋高气爽；冬季多吹北风或西北风，空气较为干燥，较冷年份会出现短期霜冻。年均无霜期 339 天，1 月是一年当中最冷的月份，2 月 1 日至 3 月 10 日，是由冬季转春季的过渡期。这段时间由于受北方冷空气影响，常出现低温阴雨天气，每次时间短则 3~5 天，长则在 10 天以上。7 月是一年当中最热的月份。

（3）自然资源

塘厦镇建有大屏嶂森林公园、文化公园、观光公园、崖山公园等多个大型生态公园。

塘厦观光公园北接 138 宏业大道正街，南连诸佛岭商业大街，地理优越，交通便利，观光公园北大门正面是花果山水帘瀑布，南面有大型游乐场，如滑行龙、超狂巴士，西面有卡丁车场。在南大门有大道直通过山顶，山顶有革命烈士纪念碑，观光塔。园内有免费参观的大型野生动物园，主要有深山老林的黑熊，猴子，各种各样的鸟类，孔雀，猩猩、驴、蟒蛇、火鸡等等。

大屏嶂森林公园位于东莞市东南部，总面积 26.7 平方千米，森林覆盖率达 96% 以上。大屏嶂森林公园三面环山，东南面临水，自然资源、水面资源丰富。由于大屏嶂森林公园绿化面积大，

公园内常年清凉，平均气温 21.8℃。与公园接壤的水库有两座：虾公岩水库和企洞水库。公园境内有小水库和小水塘 4 座，山间小溪 5 条：鹧鸪坑、大小坑、老虎岩坑、牛轭曲坑、玖坑小溪等，常年有水，均流入虾公岩水库。

崖山公园位于石潭埔江源路南面，总投资 2500 万元，占地面积 12 万平方米。园内有碧玉清池、邀月台、石泉广场、闲逸居、瑶林仙境、卵石滩、大沐池、极月台、避尘轩、情侣路等景点。

1.1.2 工程建设的必要性

（1）是落实市级相关规划要求，在水库水质污染暂时无法消除情况下，保障东深供水工程检修期内塘厦镇供水的迫切需要

根据《东莞市水安全保障“十五五”规划（征求意见稿）》、《东莞市水资源综合规划（2025~2035 年）（修订稿）》，虾公岩水库水质保障工程是全市供水保障网的重点工程，开展虾公岩水库水质保障工程建设可优化全市水资源配置，助力东莞市形成多源互济水资源配置格局。

另外，市政府工作会议纪要[2025]276 号，东莞市生态环境保护治理工作领导小组会议纪要[2026]1 号以及市政府工作会议纪要[2026]63 号，均提出要求加快推进东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程相关工作。

远期塘厦镇在东深供水工程检修期将出现 396 万方的用水缺口，亟需通过实施东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程恢复虾公岩水库部分供水任务，利用本地水源为东深供水工程检修期塘厦镇供水提供原水。

因此，有必要加快建设东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程，以落实相关规划要求。

（2）是隔离供水水源污染源，保障供水安全，并为将来逐步推进水库流域内水污染治理创造有利实施条件的实际需要

虾公岩水库的污染源类型有点源污染、面源污染和内源污染，点源主要是水库西岸截污管网系统漏截的零星污水及雨污合流管溢流污染，入库污染规模不大，面源污染主要是观澜湖高尔夫球场径流污染及其景观湖溢流水体、水库西南和南岸住宅小区地表径流污染以及北岸少量农田菜地径流污染，尤其是水库西部的高尔夫球场农药、化肥、除草剂、灭菌剂等的流失产生的面源污染。本工程通过本项目通过“物理隔离”措施后，将虾公岩水库分为上库和下库，现状建成区雨水

收集至上库，保障下库水质安全，同时，建立转输下泄通道，确保上库雨水不溢流到下库内，是消除供水水源水质风险，保障塘厦镇供水安全的需要。

(3) 是解决水源保护与经济社会发展之间的矛盾，维护区域社会和谐稳定的需要

根据广东省水污染防治条例第四十五条：.....确定为应急水源或者备用水源的，应当划定饮用水水源保护区，配备供水设施，并采取措施加强保护；《饮用水水源保护区划分技术规范（HJ338-2018）》第 4.1.2 条：饮用水水源地（包括备用的和规划的）都应设置饮用水水源保护区。根据规划，虾公岩水库将作为东深供水检修期间的备用水源库，需要划定饮用水水源保护区。2019 年，因虾公岩水库西部存在高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源，为解决区域经济发展与水库保护之间的矛盾，在 2019 年~2023 年期间，取消了水库水源保护区线。依据《中华人民共和国水污染防治法》对水源保护区的规定，虾公岩重新划定水源保护区线后，水源保护区内的建成区及其配套设施应进行拆迁，同时对划入一级保护区范围的新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，不予审批；对划入二级保护区范围的新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，不予审批。征地拆迁工作一方面将增加政府方面的财政压力，另一方面引起当地居民不满情绪，造成影响社会稳定的隐患。本项目通过“物理隔离”措施后，将虾公岩水库分为上库和下库，现状建成区雨水收集至上库，保障下库水质安全，同时，建立转输下泄通道，确保上库雨水不溢流到下库内，为虾公岩水库下库划定水源保护区创造了条件，未来建成区不再按照水源保护区进行管理，人民群众的生产生活条件得到保障，从而促进社会和谐稳定发展。因此，实施本项目是维护区域社会和谐稳定的迫切需要。

(4) 是实现三生统筹，达到保护更严格、发展更充分、生态更美好的需要

虽然水库流域内实施了西侧支流入库末端截流工程（初期雨水控制工程），但是由于截排标准偏低，且未能完全覆盖建成区，且片区雨污分流不彻底，导致水库水质仍受到西侧建成区面源、点源污染的影响。水库水质不能得到充分保护，水质无法达到地表水 II 类标准。

另外，由于历史遗留问题，水库西侧存在有万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御摩苑等小区，建成区占流域面积的比例高达 11.5%。另外，根据《东莞市塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》虾公岩水库流域南侧区域未来将作为商业用地进行开发。

根据《东莞市水资源公报》（第二十六期），东莞市东江下游东莞区全年河湖补水总量仅为 2630 万 m³，占片区全年用水总量比例约 5.3%。同时，根据《塘厦镇防洪排涝规划（2021~2035）》可知，现状塘厦镇共有 10 座中、小型水库，水库主要功能为防洪，基本无生态补水功能。

如前述水库水质保护有迫切需求，而水源保护又制约了未来流域建成区的进一步发展。为了解决发展与保护的矛盾，是有必要建设本项目，通过物理隔离的方式，将建成区区域划出水源保护区范围，一是可通过工程措施将污染源彻底隔离出库，实现保护更严格。二是建成区可不受水源保护法律法规的约束，进行更进一步的经济发展，实现发展更充分。

另外，由于通过物理隔离的方式，上库作为建成区雨水的“调蓄池”，虽然水体水质达不到饮用水标准，但是可作为河道生态补水，在非雨季时，可向下游补充生态用水，提升下游河道水环境。将水库自产水转换为生态用水，弥补了片区生态用水占比小的问题。

综上，本项目的实施，是实现三生统筹，达到保护更严格、发展更充分、生态更美好的需要。

(5) 是促进水源地施行规范化管理的需要

根据《中华人民共和国水污染防治法》相关规定，在饮用水水源一级保护区内已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目应拆除或者关闭；在饮用水水源二级保护区内已建成的排放污染物的建设项目应拆除或者关闭。现状水库根据汇水范围划定水源保护区后，现状建成区不符合《中华人民共和国水污染防治法》。本项目通过隔离坝将水库分为上库和下库，将水库西侧建成区及高尔夫球场区域 50 年一遇雨水收集至上库，有效的避免了建成区及高尔夫球场区域污染雨水进入下库，实现了建成区地表径流与水库的“物理隔离”，据此可根据相关规程规范及广东省人民政府对同类项目的批复意见，优化调整原水源保护区划分方案，将建成区划出水源保护区范围。建成区不再划入水源保护区，也就不需要依法拆迁和关闭，解决了合法性的问题。因此，实施本项目是促进水源保护区划落地和水源地规范化管理的迫切需要。

1.1.3 工程合规性与可达性结论

1.1.3.1 工程合规性分析

《东莞市水安全保障“十五五”规划（征求意见稿）》提出，构建“双源多点，两纵两横，八库九厂”的多源互济水资源配置格局基本形成，水资源集约节约利用达到全国前列水平，“集约高效、多源互济”的高质量供水保障体系基本建成。并要求十五五期间，东莞市应着力加快水源工程建

设，优化水资源配置。并强化供水水源保护，加强水源地污染综合治理，完成清溪契爷石九乡片区排水改造工程（契爷石物理隔离）、**虾公岩水库水质保障工程**，持续推进茅輦水库、石鼓水库等供水水源水库生态修复与保护。

《东莞市水资源综合规划（2025~2035年）（修订稿）》提出以东江取水口上移工程（新建）、珠三角水资源配置工程、东深供水工程、江库联网工程等4大调水工程为主骨架；以电光村、大溪水怀德、契爷石、茅輦、**虾公岩**、蕉坑、五点梅、金鸡咀、长湖、簕竹排、上南、三坑、官井头、牛眠埔、清泉、吓角、石鼓、雁田等18座水源水库作为调蓄节点，通过已建和规划新建的原水线路和净水线路，连通调水工程-水源水库-主力水厂，构建互联互通的水资源配置系统，能够合理调配东江、西江及本地水库三大水源，解决常规和应急期用水需求。规划提出要加快推进大溪水怀德水库饮用水保护区规范化建设，实施电光村水库、石鼓水库生物隔离工程措施，开展契爷石水库物理隔离工程、**虾公岩水库水质保障工程**。

综上，**虾公岩水库水质保障工程**是全市供水保障网的重点工程，开展**虾公岩水库水质保障工程建设**可优化全市水资源配置，助力东莞市形成多源互济水资源配置格局。项目建设符合上位规划要求。

1.1.3.2 工程可达性结论

根据对现状虾公岩水库流域范围内的下垫面进行分析可知，流域内建成区面积约 1.81km²，占总集雨面积的 11.5%，是面源污染的核心来源区域。主要包括：

高档住宅区：万科棠樾住宅区（2008-2023年陆续建成）、御庭苑小区（2011年建成）等产生的生活垃圾、地表尘土、汽车油污等，随雨水径流进入库区。

高尔夫球场：西侧已建的观澜高尔夫球场是重要的农业与绿地复合型面源。其日常维护中使用的化肥、农药、除草剂等残留物，以及球场配套设施产生的生活污水，在降雨时形成污染负荷较高的地表径流，直接或通过沟渠进入水库。

表 1.1-1 流域下垫面情况统计表

下垫面	水域	建成区	山林	绿地
面积 (km ²)	1.83	1.81	7.25	4.81
占比	11.6%	11.5%	46.2%	30.7%

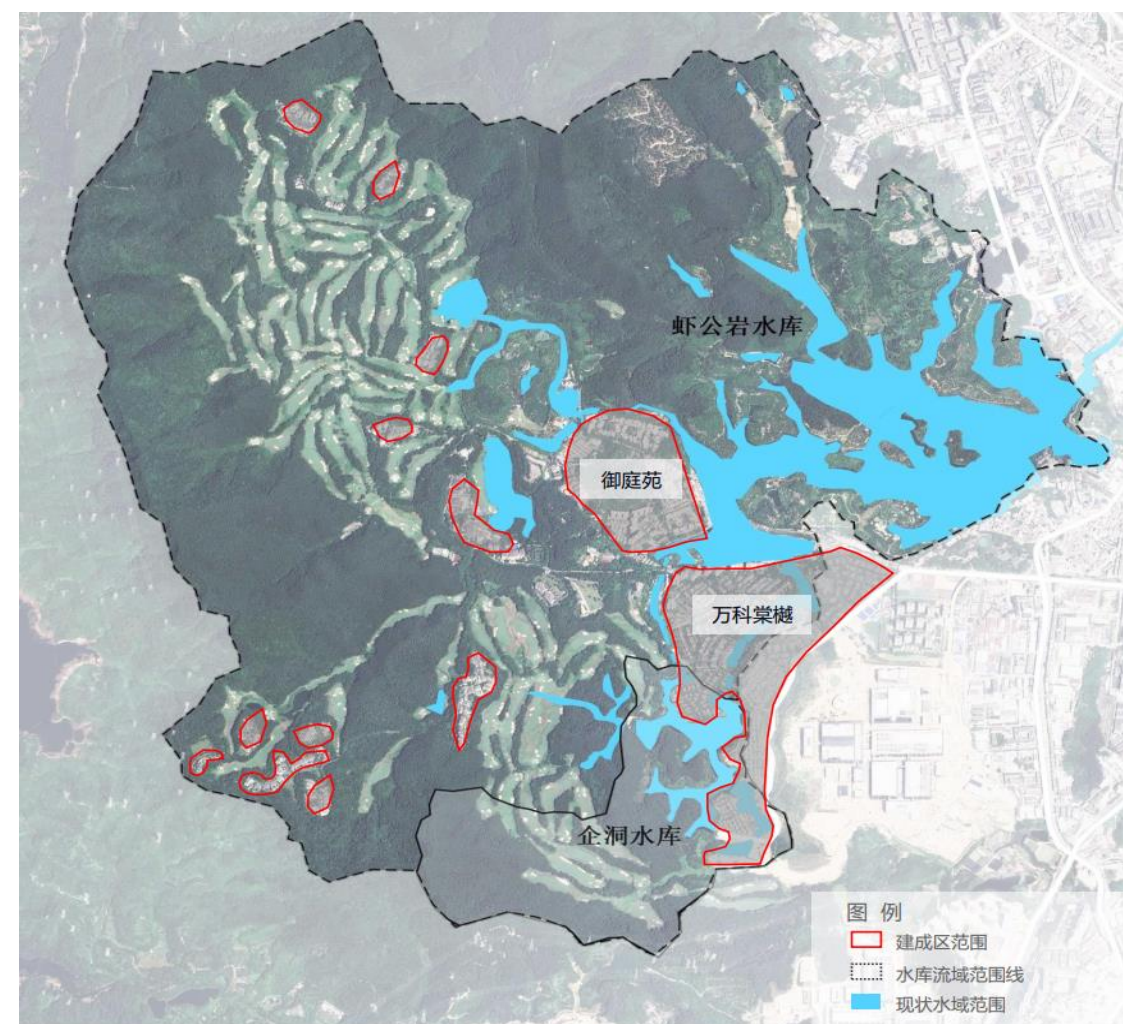


图 1.1-4 虾公岩水库流域建成区位置图

本项目在水库库区中间建设一条隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御摩苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。

根据项目汇水分区划分图可知，项目建成后，万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御摩苑等小区及其上游生态区混流雨水均存留在上库区集雨范围内，可以实现物理隔离的目标。

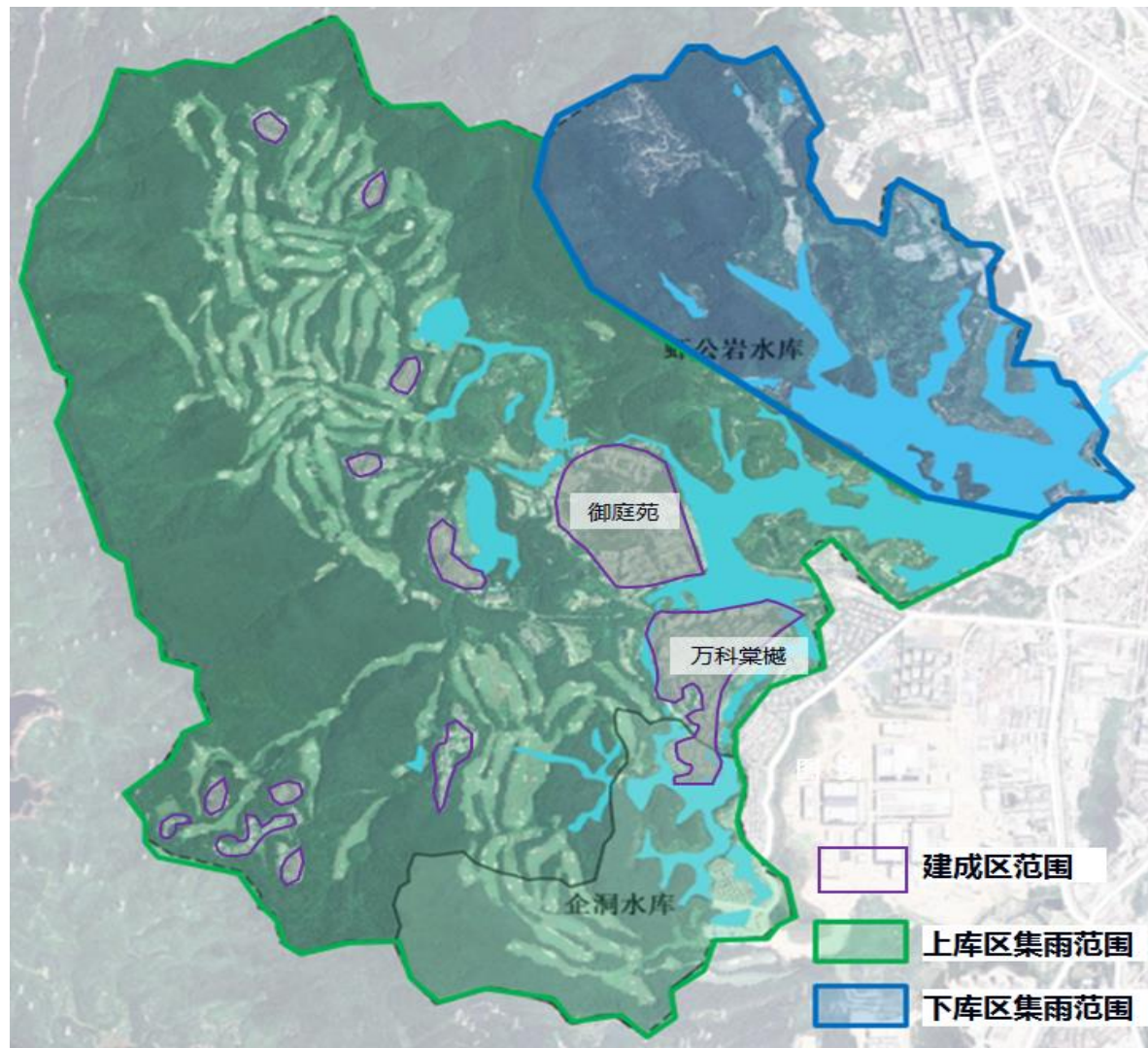


图 1.1-5 建成区污染源与上库集雨范围位置关系图

参照深圳市西丽水库已有成功经验，实施虾公岩水库水质保障工程，将隔离区 50 年一遇洪水截排至水库集水范围之外，可满足降水入库水质优于 II 类标准，保护水库水质的同时，可将隔离区调整到二级保护区以外，为水库水源保护区划分方案的优化调整提供了有效的技术支撑，可协调解决水库水源保护区管理要求与库周边发展之间的矛盾。同时，可将下库区划定为一级保护区，虾公岩水库下库恢复供水功能具有可行性。

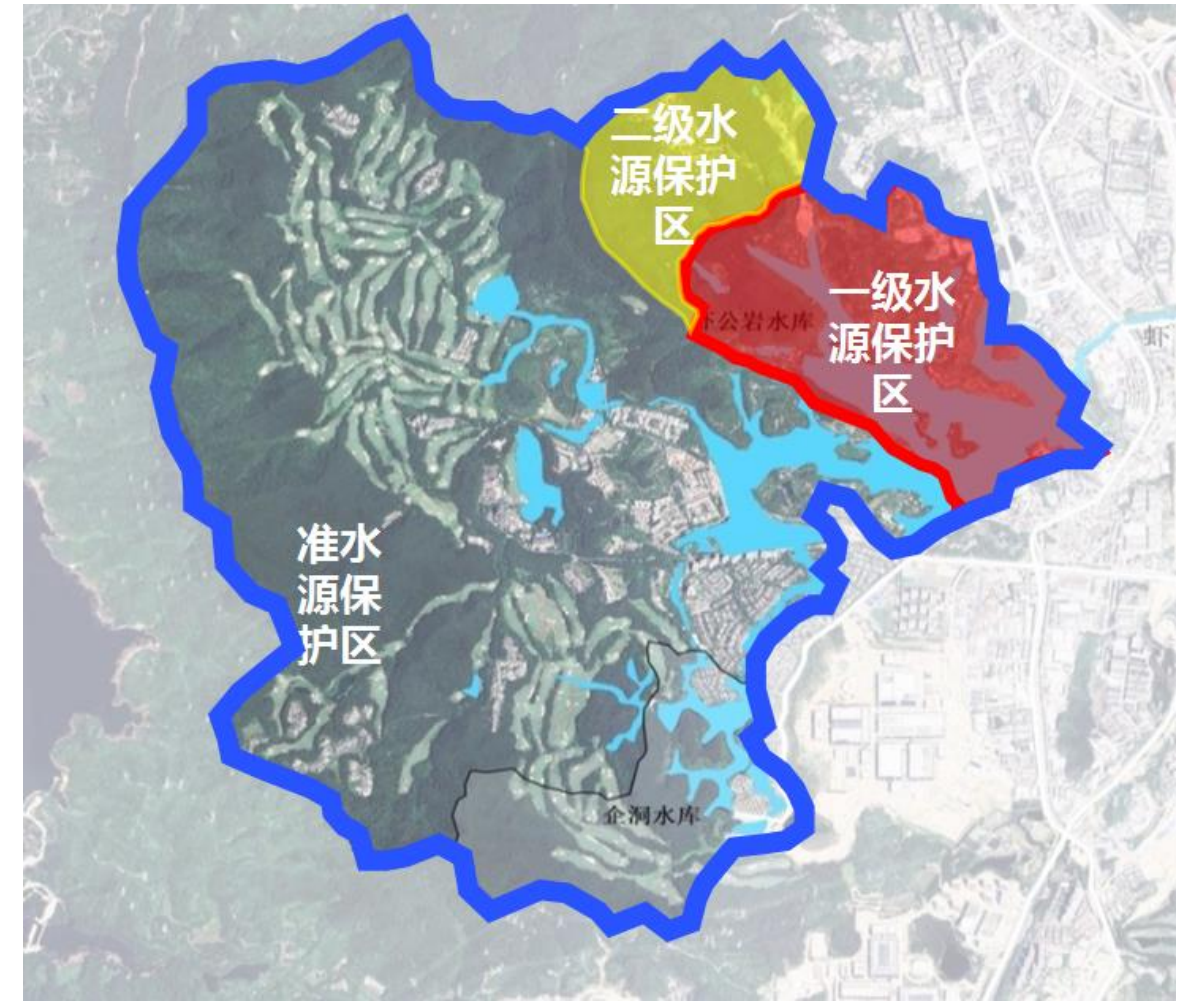


图 1.1-6 虾公岩水库水质保障工程实施后水源保护区划分意向图

1.2 水文

1.2.1 流域概况

虾公岩水源于雷公山和大屏障下，在虾公岩水库蓄水后，经鲤鱼嘴、燕山围等地的公路桥，过田心围、溪头公路桥后，在溪头村东注入观澜河，河长 3.74km。总集雨面积 34.43km²，塘厦镇境内集雨面积 19.7km²。

本次工程虾公岩水库位于东莞市塘厦镇大坪社区，属于石马河流域，位于石马河上游观澜水的支流虾公水上游，虾公岩水库集水面积 15.70km²，干流河长 6.16km，干流坡降 5.88‰。

1.2.2 水文气象

虾公岩水库地处珠江三角洲，属南亚热带季风气候区，其特点是气候温和、雨量充沛、日照充足、湿度较大、无霜期长。降雨年内分配不均，主要集中在4~9月份，占全年降雨量的82.1%，而其余半年仅占全年降雨量的17.9%。从降水量及过程特征分析，造成局部地区洪涝灾害的降水主要为短历时暴雨，其特点是暴雨历时短而强度大。虾公岩水库流域属亚热带季风气候区，长夏无冬，日照充足，雨量充沛，温差变幅小，季风明显。

工程位于东莞市塘厦镇，东莞市气象站位于南城区板岭绿色世界，距塘厦镇中心约37.9km。以东莞气象站为代表的工程地点各气象特性如下：

(1) 气温：多年平均气温 22.42℃，最热的月份 7 月，最高气温为 38.2℃（1994 年 7 月 12 日），最冷的月份 1 月，最低气温为 0.9℃（1975 年 12 月 16 日）。

(2) 降水：多年平均降水量 1772.2mm（经复核后为 1820.4mm），最大年降水量 2394.90mm（1981 年），最小年降水量 972.20mm（1963 年），24 小时最大雨量 367.80mm（1981 年 7 月 1 日）。

(3) 湿度：水库所在区域，多年平均相对湿度 78%。

(4) 风向风速：水库所在区域风向多为东风，多年平均风速 1.94m/s；最大风速 26m/s；多年平均最大风速 13.0m/s；

(5) 水面蒸发、日照：多年平均水面蒸发量 1602.3mm；日照时数 1961h，最多为 2321h，最小 1507h。多年平均无霜期 335 天。

1.2.3 水文基本资料

流域内没有设置水文测站，水库设有雨量站，实测洪水资料短缺。本次收集 1964 年~2025 年共 60 年（1964~1988、1990~2003 及 2005~2025）降雨观测资料，系列资料能满足《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）。

经复核，资料按规范整编，具有连续资料系列，雨量站降雨资料多次应用于虾公岩水库及附近流域的工程设计，降雨资料可靠。该站未作位置的调整，实测资料是在一致条件下产生的，

所处流域内气候条件及下垫面条件基本稳定，资料未出现明显突变，资料系列具有较好的一致性。本次收集资料序列超 30 年，均值稳定且能反映降雨周期变化，资料具有代表性。

1.2.4 洪水成果

(1) 设计洪水

按广东省综合单位线法和推理公式法两种方法推求，两种计算方法得出的设计洪峰流量成果相差在 20% 以内，本次选用综合单位线计算成果，设计洪水成果见下表。

表 1.2-1 设计洪水两种计算方法成果表

控制区域	集雨面积 km ²	计算方法	项目	设计洪峰/洪量		
				0.10%	1%	2%
上库	12.21	综合单位线法	洪峰(m ³ /s)	315.57	233.00	207.50
			72h洪量(万m ³)	819.79	564.44	488.22
		推理公式法	洪峰(m ³ /s)	320.27	220.55	190.54
			72h洪量(万m ³)	821.12	527.90	438.04
		相差	洪峰	1.49%	5.34%	8.17%
			72h洪量	0.16%	6.47%	10.28%
下库	3.49	综合单位线法	洪峰(m ³ /s)	108.96	80.47	71.69
			72h洪量(万m ³)	234.00	150.26	124.77
		推理公式法	洪峰(m ³ /s)	111.06	77.74	67.67
			72h洪量(万m ³)	234.85	150.71	125.17
		相差	洪峰	1.93%	3.39%	5.61%
			72h洪量	0.36%	0.30%	0.32%

(2) 施工期洪水

由于缺乏枯水期 10min、1h、6h、72h 的暴雨统计数据，枯水期洪水则根据 24 小时暴雨量同频的值，采用全年的洪水按比例进行缩放得到。

表 1.2-2 施工期洪水成果表

控制区域	集雨面积 (km ²)	枯水期P=10%		枯水期P=20%	
		洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)	洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)
上库	12.21	64.32	135.56	47.53	91.67

控制区域	集雨面积 (km ²)	枯水期P=10%		枯水期P=20%	
		洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)	洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)
下库	3.49	22.27	28.44	16.49	17.75

1.3 工程地质

1.3.1 区域地质概况

(1) 地形地貌

塘厦镇位于东莞市东南部，属低山丘陵、盆地区，中部平原上分布着零散低矮的小山岗。全镇地势西南高东北低，是东莞市山区片的小盆地，塘厦盆地表层多为渗育型粘土和砂质土，场地原始地貌类型主要为剥蚀残丘地貌及冲积洼地。

(2) 地层岩性

根据东莞市区域地质图（雁田幅）（1:5 万）区域地质图，结合沿线所揭露地层的地质时代、成因类型、岩性特征等工程特性，将工程区周边出露的主要地层分为 3 个单元层：人工堆积层（QS），第四系陆丰组（Q1），早侏罗世塘厦组第一段（Jt1）。

(3) 地质构造及地震

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2001）（2015 年）、《中国地震动反应谱特征周期区划图》、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）及东莞市《东建[2004]32 号文件》有关规定，场地的抗震设防烈度为 VI 度，设计地震基本加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，设计特征周期值为 0.35s。

场地的抗震设防烈度为 VI 度且未揭露砂层，按规范要求，可不需进行砂土液化评价。

1.3.2 库区地质条件及评价

(1) 地层岩性

库区的基岩为下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（Jt1）粉砂岩，岩石在库区有多处露头，岩层

走向与坝轴线大角度橡胶，倾向南东，倾角约 20°~45°。

库区的第四系地层有冲洪积层和残坡积层，冲洪积层分布于冲沟底部和库底，一般岩性为粉质粘土、含泥卵砾石层等组成；残坡积层分布较广泛，岩性为含砂粉质粘土，主要分布于两坝肩剥蚀残丘之上和沟谷底部，厚度依地形地貌而变化，坡麓较厚，至坡顶变薄或缺失。

(2) 地质评价

库区两岸地形封闭较好，库盆两岸地层主要为残积土和全风化粉砂岩，弱透水性小，属相对隔水层，不存在库盆渗漏问题、临谷渗漏、构造渗漏和绕坝渗漏问题。岸坡土体为残积土和全风化粉砂岩，岸坡较缓，未发现大的崩塌、滑坡等影响库岸稳定的不良地质现象，水库库岸基本稳定。水库蓄水后，分布于两岸岸坡上的林木和少许滩地存在淹没问题，水库周边高于正常蓄水位，水库蓄水后不存在对库外产生浸没的问题。

1.3.3 坝址地质条件及评价

(1) 地层岩性

根据本次勘察成果及搜集到的场地地质资料，场区内地层自上而下分别为：第四系人工填土层（Q^{4s}）、第四系冲洪积层（Q^{4al+pl}）、第四系风化残积层（Q^{el}）和下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（J^{t1}）

(2) 地质评价

下坝址和上坝址，河谷地形呈“U”型，两岸坡度较缓，坝址区主要地层包括：②-1 粉质粘土、②-3 含泥卵砾石层、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。坝址区沟底为含泥卵砾石层，为老河床，属强透水性地层，需进行防渗处理，建议采用混凝土连续墙或多排咬合高压旋喷桩墙截水。含泥卵砾石层下部的全风化粉砂岩厚度较大，弱透水性，为相对不透水层，因此基本不存在坝基渗透的问题。坝肩地层为残积土和全风化粉砂岩，不良地质现象不发育，为弱透水性，为相对不透水层，不易发生绕坝渗漏问题。

从工程地质、水文地质、水工结构、施工等方面进行综合比较，下坝址更适合建坝。

1.3.4 转输涵工程地质条件及评价

转输涵管地层主要为：①素填土、②-1 粉质粘土、②-2 淤泥、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。顶管持力层为大部分为全~强风化粉砂岩层，承载力较高，可满足管道承载力要求，局部为淤泥层，承载力低，建议换填或固结处理。顶管穿越地层为全风化~强风化粉砂岩，位于地下水水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。工作井（接收井）井底部持力层为全~强风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。局部为淤泥层，承载力低，建议换填或抛石挤淤处理。基坑开挖揭露地层主要为粉质粘土、残积土和全~强风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，不具备放坡开挖条件，建议采用沉井施工。

1.3.5 天然建筑材料勘察结论

根据本次勘察成果，库区土料质量和运距均较好，但储量有限，建议部分外购。砂砾料和石料需外购。

1.4 工程任务和规模

1.4.1 工程任务和目标

（1）工程任务

根据《东莞市供水安全保障规划》和《东莞市城镇供水专项规划（2021-2035）》等上位规划，近年来，塘厦镇引入了重大产业项目，区域需水量大幅增长，现有供水格局已不能满足塘厦镇近一段时期在东深工程检修期的需求，原水水源将出现一定的缺口，经综合考虑，需恢复虾公岩水库供水任务。同时为解决虾公岩水库流域内存在的高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源给水库带来的供水安全风险，采取工程措施，减少入库污染源，保护水库水质，做到“保护更严格”；同时，通过物理隔离措施布置，合理划定水库水源保护区，兼顾发展不保护，实现“发展更充分”，为划线提供基础。

本工程主要任务：在利用虾公岩水库库区内现有岛屿，新建隔离坝，将水库分为上库和下库。

上库工程任务为防洪、生态补水；下库工程任务为防洪、供水。

上库收集水库西侧汇水区雨水，防止西侧高尔夫球场及住宅区等污染物进入下库；隔离坝将上库与下库进行隔离，并设置防渗墙和帷幕灌浆，进行污染隔离，充分保证下库的水质；通过新建泄水建筑物（隧洞+控制闸）将上库存蓄雨水控泄至下游河道虾公岩水，泄洪量不超过原虾公岩水库的下泄量，不增加对下游河道虾公岩水的防洪压力。下库承担东深供水检修期间备用水源库任务，满足相关规划与研究要求的检修期供水量。

（2）工程目标

1) 工程第一目标：通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上库集雨范围内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。

2) 工程建设第二目标：通过建设水质保障工程后，虾公岩水库下库兴利库容不小于规划要求的 396 万 m³，且确保 50 年一遇防洪标准下，上、下库合计下泄流量不超过规划 106m³/s。

1.4.2 工程主要建设内容

在水库库区西南侧连续库中岛区域建设连续隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御摩苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。具体建设内容如下：

（1）生态隔离工程：主坝 295m，主坝最大坝高 23.5m；1#副坝 247m，坝高 17.8m；2#副坝 70m，坝高 8.6m；3#副坝 22m，坝高 2.6m；4#副坝 55m，坝高 3.8m。

（2）控泄转输工程：1) 上库拟建隔离主坝南侧新建 DN2600 转输隧洞，隧洞总长 350m，新建 3×2m 明挖钢筋混凝土箱涵 145m；DN2600 埋管 13m；2) 转输隧洞前设泄水控制闸，控制上库下泄流量，泄水控制闸尺寸为 3.0×3.0m，末端接至转输隧道洞进水井，控泄流量为 17m³/s；3) 为便于上库检修期间放空，在泄水控制闸北侧设 1.5×1.5m 放空闸及 DN1000 放空管，放空管总长度约 52m。

1.4.3 设计标准

(1) 水库防洪标准

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》，现状虾公岩水库防洪标准为 100 年一遇，校核标准为 1000 年一遇。

(2) 上库截流标准

虾公岩水库与西丽水库均位于雨型分区的珠江三角洲，雨型亚区的珠江三角洲Ⅷ1 区，虾公岩水库暴雨、下垫面和雨污分流等条件与西丽水库均相似，可借鉴采用其监测和模型研究成果，即当降水量达到 320mm 时，建成区面源污染浓度已经稀释到地表水Ⅱ类标准。因此，从入库径流水质达标的角度考虑，截流标准应大于 320mm。

根据《广东省人民政府关于调整深圳市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2018〕424 号），省政府原则同意深圳市基于饮用水水源水质保障工程的饮用水水源保护区调整方案（将隔离区调整出水源一级和二级保护区）。根据《东莞市五点梅水库物理隔离工程可行性研究报告》、《清溪契爷石九乡片区排水改造工程可行性研究报告》等项目在污染隔离工程截流标准论证过程中均直接参照引用深圳市饮用水水源水质保障工程截流标准，因此本次虾公岩水库水质保障工程截流标准论述亦参照深圳市水源地水库水质保障工程的标准。即，虾公岩水库物理隔离工程截流标准应不低于 50 年一遇，可以此为依据调整水源保护区，将隔离区调整出水源一级、二级保护区范围，避免大规模拆迁。根据虾公岩水库设计暴雨成果，50 年一遇(P=2%)降水量达到 394.5mm。

虾公岩水库是东莞市未来水资源配置格局的核心节点，水库的水资源保护成效关系到东莞市的供水安全，其战略地位不言而喻。在综合考量调整水源保护区的要求、削减面源污染入库量的需求、防范突发水污染事故的需求等的基础上，从让保护更充分，让发展可持续的理念出发，本次将物理隔离工程的截流标准确定为 50 年一遇，对应的年最大 24h 降雨量为 394.5mm。

1.4.4 工程总体布局

按照“污染隔离、供水保障、防洪安全”的策略思路，在水库库区中间建设一条隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御庭苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建传输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边

排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东江来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。

本工程总体布局为：库中建坝隔离、库内转输泄洪、上下连通溢洪。



图 1.4-1 工程总体布局图

1.4.5 工程规模

1.4.5.1 边界条件

(1) 控制水位

分库后，上库生态调蓄库 50 年一遇洪水标准下，最高洪水位不应高于虾公岩水库原设计最高洪水位 45.07m (P=1%)。

(2) 上库下泄流量

1) 河道承泄能力分析

根据《东莞市虾公岩水库汛期调度运用计划》（东莞市虾公岩水库管理所，2025 年 3 月），现状虾公岩水库功能为防洪，具体的汛期防洪调度规则为：水库水位高于汛限水位时开始开闸泄洪；在泄洪开始阶段，控制闸门开度，按入库洪水流量控制泄洪，使水库水位保持在防洪限制水位。当来水逐渐增大，且水库水位低于防洪高水位 44.59m 时，可视水库来水及下游情况控制泄

洪，最大下泄 $120\text{m}^3/\text{s}$ 。

另外，根据《东莞市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）-石马河流域（2021~2035）》，为满足下游石马河规划防洪要求，规划重新计算虾公岩水库下泄流量，经规划分析计算，50 年一遇标准下，虾公岩水库最大下泄流量为 $106\text{m}^3/\text{s}$ 。

综合现状调度以及规划的相关要求，考虑本项目建成后，应衔接规划要求，满足近远期要求。故下游虾公岩水承泄能力按照 $106\text{m}^3/\text{s}$ 考虑。

2) 上库下泄流量分析

分库后，50 年一遇洪水标准下，虾公岩水除了承泄水库溢洪道洪水流量以外，尚需叠加上库转移流量，即上库泄量+下库泄量合计规模不应超过河道 $106\text{m}^3/\text{s}$ 的承泄能力。

根据水文及下库洪水调节分析可知，下库计算泄量为 $71.69\text{m}^3/\text{s}$ ，因此上库下泄流量不超过 $34.31\text{m}^3/\text{s}$ 。

1.4.5.2 特征水位的选择

(1) 上库

1) 死水位

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库死水位为 34.87m ，分库后，上库死水位仍保留原水库死水位，即 34.87m 。

(2) 正常蓄水位的选择

A) 现场蓄水位高程

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库正常蓄水位为 44.74m ，汛限水位为 43.94m ，现场踏勘运行水位在 39.10m 。

B) 生态用水量需求

由于上库后续可为下游虾公岩水提供生态补水，本次按照 Tennant 法初步估算下游河道多年平均生态需水量。经查算，流域多年平均年径流深 900mm ，年径流统计参数 $C_v=0.38$ 、 $C_s=2C_v$ ，计算得出虾公岩水多年平均天然径流量为 1118.7 万 m^3 。根据 Tennant 法，生态基流评价在一般~极好的范围，对应占多年平均径流量的比例为 $10\%\sim 40\%$ ，因此，上库应提供 $111.9\sim 447.5$ 万 m^3

的可供生态补水量。

C) 水位的选择

本次分别选取 40.10m 、 41.50m 、 43.50m 以及 43.94m 进行分析。综合考虑，由于正常蓄水位与汛限水位保持一致，因此，本次按照现状运行水位加一米来考虑，即选取 40.1m 作为正常蓄水位，可提供 116.67 万 m^3 补水水量，占河道多年平均径流量比例约 10% ，在 Tennant 法中属于“一般”，且能保证上下库两侧水位差相对较小，有利于隔离坝的安全稳定。

3) 汛限水位的选择

与正常蓄水位一致，即 40.1m 。

(2) 下库

1) 死水位

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库死水位为 34.87m ，分库后，下库保留原水库死水位，即 34.87m 。

2) 正常蓄水位的选择

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库正常蓄水位为 44.74m ，分库后，下库保留原水库正常蓄水位，即 44.74m 。

3) 汛限水位的选择

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库汛限水位为 43.94m ，分库后，下库保留原水库汛限水位，即 43.94m 。

1.4.5.3 调洪原则

(1) 上库

1) 50 年一遇工况

调洪原则：水库发生 50 年一遇洪水时，开启下游河道转移堰闸，水库下泄量控制为 $17\text{m}^3/\text{s}$ ，起调水位按 0.1m 间隔进行试算，最高水位不超过 45.07m 。

2) 100 年及 1000 年一遇工况

调洪原则：起调水位为 40.10m，水库发生洪水时，当上库水位不超过 45.07m，开启下游河道转输堰闸，下泄量控制为 17m³/s；当上库水位超过 45.07m，关闭下游河道转输堰闸，开启下库溢流堰闸，将洪水下泄至下库。

(2) 下库

1) 50 年一遇标准

调洪原则：根据虾公岩安全评价报告，起调水位采用最高汛限水位 43.94m，且输水涵管不参加调洪计算。当入库流量小于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门部分开启，入库洪水来多少泄多少，水库维持汛限水位；当入库流量等于大于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门全开，水库开始敞泄洪水。

2) 100 年及 1000 年一遇工况

调洪原则：根据虾公岩安全评价报告，起调水位采用最高汛限水位 43.94m，且输水涵管不参加调洪计算。当入库流量小于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门部分开启，入库洪水来多少泄多少，水库维持汛限水位；当入库流量等于大于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门全开，水库开始敞泄洪水。

1.4.5.4 调洪演算成果

表 1.4-1 上库及下库调洪演算成果汇总表

水库	集雨面积 km ²	频率P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)
上库	12.21	2	207.50	17.00	45.06
		1	233.00	69.44	45.16
		0.1	315.57	103.79	45.82
下库	3.49	2	71.69	71.69	43.94
		1	76.76	76.76	43.94
		0.1	136.97	118.84	44.31

1.5 节水评价

1.5.1 现状节水水平评价及节水潜力分析

塘厦镇本地优质水源供给不足，全镇用水高度依赖外调水。目前塘厦镇供水水源来源于东深供水管，东深供水检修期利用补水水源库牛眠埔水库和电光村水库进行供水。

本项目的建设可直接为塘厦镇供水，带来的节水潜力巨大。虾公岩水库水质保障工程不仅是“增加供水量”，完全规避长距离外调水的无效损耗；同时水源保护区的重新划定从源头倒逼高耗水、高污染主体退出或升级，直接削减无效用水需求；准保护区内限制化肥农药施用，严控农业面源污染。虾公岩水库水质保障工程的建设在塘厦镇形成了“供给端提效+管控端倒逼+结构端优化+替代端释放四位一体”的综合节水效应；即项目水源保护区重新划定→本地优质水源供给翻倍，全域水资源管控刚性升级→削减长距离外调水损耗、倒逼高耗水产。项目的建设为塘厦作为临深片区高端产业高质量发展预留了充足的水资源空间。

1.5.2 节水目标

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路和新发展理念，不断推进水资源刚性约束制度建设，全面落实国家节水行动，围绕控制总量、提升效率的总体要求，以水资源可持续利用保障经济社会高质量发展。依据为《东莞市“十四五”用水总量和强度管控方案》、《东莞市塘厦镇“三线一单”生态环境分区管控方案》、《东莞市塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《东莞市水安全保障“十五五”规划》等，东莞市塘厦镇节水目标覆盖 2027 年（十五五中期）、2035 年远期三个阶段。

近期目标（2027 年，十五五中期），全镇用水总量稳定在市级下达管控红线内，万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量较 2020 年降幅分别突破 22%、20%，再生水利用率达到 15% 以上，供水管网漏损率稳定控制在 9% 以内，节水型社会建设全域达标，形成“本地水源+外调水+非常规水”多源共济、集约高效的用水格局。

远期目标（2035 年）建成系统完备、管控精准、技术先进、全民参与的高水平节水型城镇，用水效率达到粤港澳大湾区先进镇街水平，万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量较 2025 年再下降 20% 以上，再生水利用率稳定在 25% 以上，实现水资源供需动态平衡与可持续利用。

1.5.3 节水符合性分析

虾公岩水库水质保障工程的建设将从直接节水、间接节水、增量节水、管控提效四个维度，释放显著的节水潜力；全面支撑塘厦镇节水目标完成，完全符合区域节水规划的核心要求。

项目实施后从以下 4 个方面符合国家、省、市、镇四级节水相关政策规划要求。

(1) 常规供水方案由原来长距离东深供水转换为虾公岩水库直接供水，可削减输配无效损耗节水量，完全符合区域节水提效的核心要求。

(2) 以水质保障工程为基础的水源保护区重新划定，将对全集雨区实施刚性管控，二级保护区内禁止新建、扩建高耗水、高污染项目，现有不符合要求的企业限期关停搬迁或实施清洁生产改造，可实现年倒逼削减用水量与节水量。

(3) 保护区内农业种植全面推广高效节水灌溉，可大幅度提高塘厦镇年农业节水量，完全契合塘厦镇工业、农业节水管控目标。

(4) 优质本地原水可保障全镇居民生活、高端制造业的优质用水需求，彻底解决现状“低质用水场景占用优质自来水”的核心痛点，为再生水回用打通全场景应用空间。

因此，本项目建设符合节水指标要求。可释放显著的节水潜力，全面支撑塘厦镇用水总量和强度双控目标完成，对区域节水型城镇建设的支撑性极强，节水潜力分析与落地性完全符合规范要求。同时，项目的建设优化了区域水资源配置格局，推动非常规水源规模化利用，提升了区域水资源承载能力，促进了东莞市经济的可持续发展。

1.5.4 节水措施方案及节水效果评价

塘厦镇作为东莞东南临深产业重镇，市水务局对水务发展战略作出新部署，要求在水资源水安全保障、节水建设等方面奋力走在全面水务领域最前列，让人民更幸福，让城市更美好，让社会更有序。

配合在全市范围内实施的行业深度节水行动，本工程主要采取以下几项节水措施：

(1) 建立物理隔离坝，彻底隔离库区污染源，实现下库原水水质稳定达到地表水 II 类标准，满足集中式饮用水水源地水质要求；提升了水库的供水能力，将水库从“应急备用水源”升级为塘

厦镇常规主力供水水源；优化了塘厦镇供水格局，构建塘厦镇“东江外调水+本地水库水”双水源保障格局，大幅降低全镇对外调水的依赖度。

(2) 泄洪转输通道管道采用环氧树脂涂层，转输箱涵段采用“两毡三油”强，接口处设置防身环等防渗处理措施，从源头上解决转输通道渗漏问题，全面保障节水目标落地。

(3) 增加雨水、再生水利用，新建检修路（森林消防通道）边坡绿化及两侧生态植草沟、湖滨植被缓冲带等绿化浇灌用水优先采用上库内水源，可采用小型移动式潜水泵抽取上库水源至浇灌水车进行沿路浇灌。

(4) 接受节水型设备、器具，施工营地全部使用一级水效节水器具，生活区设置中水收集系统，洗漱废水经处理后用于营地绿化、降尘，杜绝生活用水浪费。

(5) 施工区安装分级计量水表，实现生产、生活用水分区、分标段计量，配备专人负责用水设施的巡检、维护，杜绝跑冒滴漏。

(6) 建立水库运行期节水管理责任制，配备专职管理人员，定期开展水库供水效率评估、输配管网水平衡测试，建立节水管理长效机制，符合水利工程运行期节水管理规范要求。

(7) 推动同步建设水库智慧调度管理系统的建设，结合塘厦镇用水需求、降雨来水情况，精准实施水库蓄水、供水调度，最大限度利用本地降雨径流，减少水库弃水，提升本地水资源利用效率，符合水库工程节水调度规范要求。

(8) 通过健全政策法规标准体系、全面实施节水双控管理、推进节水型载体全域覆盖、推动科技节水提质增效、创新完善节水市场机制、加强资金宣传保障措施等非工程措施进一步保障节水效果，通过节水型社会建设和宣传，进一步提升市民的节水、惜水、爱水、护水意识。

1.6 工程布置及建筑物

1.6.1 工程等级及标准

1.6.1.1 工程等级和标准

虾公岩水库校核洪水位 46.36m，总库容 1164.3 万 m³，虾公岩水库虽然一分为二，上库总库容 480.55 万 m³，下库总库容 683.75 万 m³，隔离坝同时作为上库、下库的挡水建筑物，等别应按

高者确定,根据《防洪标准》(GB5021-2014)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017),工程等别为III等,工程规模为中型,主要建筑物(包括挡水、泄水建筑物)级别为3级,次要建筑物级别为4级。

1.6.1.2 地震参数

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),本工程区的地震动峰值加速度为0.05g,相应地震基本烈度为VI度。根据《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018),本工程建筑物抗震设防烈度取VI度。

1.6.1.3 合理使用年限及耐久性设计

本工程顶管、水闸、隔离坝等建筑物级别为3级,主体结构使用年限为50年。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014)第3.0.5条,“1级、2级永久性水工建筑物闸门的合理使用年限应为50年,其他级别的永久性水工建筑物中闸门的合理使用年限应为30年”,本工程水闸建筑物级别为3级,其闸门的使用年限确定为30年。

根据地勘成果,本工程场地地下水对混凝土无腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性,对钢结构具有弱腐蚀性;场地地表水对混凝土具有重碳酸型弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具有弱腐蚀性,对钢结构具有弱腐蚀性。

场地浅表层土对混凝土具有重碳酸型弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀性,对钢结构具有弱腐蚀性。

本工程主要建筑物包括隔离坝、水闸、顶管、工作井、交通桥等,需根据建筑物所处的侵蚀环境类别,进行耐久性设计。

1) 环境类别

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014),本工程主要建筑物所处环境类别如下:

处于二类环境的的建筑物:水闸的上部结构、工作井的上部结构及交通桥。

处于三类环境的建筑物:顶管、水闸下部结构、隔离坝、工作井。

2) 材料要求

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014)要求,本工程主要建筑物配筋混凝土最低强度等级为C35,挡土墙、交通桥结构构件为C30,素混凝土结构构件为C20,顶进施工III级钢筋混凝土管为C50。

1.6.2 工程选址及选线

1.6.2.1 隔离坝工程选址

(1) 坝线比选的原则

1) 满足工程建设的目标,水库改建后,保障水库安全,防洪库容不减少,同时满足城市设计对大坝岸线形态及周边相关建构筑建设要求;

2) 各坝线方案切实可行,工程技术成熟、安全可靠、投资可控。

3) 按照技术、经济指标综合最优原则选择坝址。

(2) 比选坝线的选定

根据对虾公岩水库卫星图及现场踏勘分析,虾公岩水库库区中心处存在6座岛屿,最西侧6#岛屿与山体连接,将2#、3#、4#、6#岛屿连接后,在库区中心新建一段隔离坝可以将水库一分为二。因此本次结合现状实际提出以下两种坝址方案:上坝址、下坝址,其中上坝址由2#库中岛连接至虾公岩水库6#副坝处,下坝址由2#库中岛连接至虾公岩水库6#副坝东北侧现状山体处。

上坝址、下坝址选线如下:



图 1.6-1 虾公岩水库水质保障工程隔离坝选址

(3) 坝线选择

方案	方案一：下坝址	方案二：上坝址
转输通道设计参数	1、最大转输流量17m ³ /s 2、洞径DN2600 3、转输通道长度511m	1、最大转输流量21.5m ³ /s 2、洞径DN3000 3、转输通道长度1053m
优点	1、下库总库容565.85万方，兴利库容445万方；可保证塘厦镇备用期用水需求； 2、上库库容较大，后续可保持较高的正常水位，不会出现库底露滩的问题； 3、新建转输通道线路相对较短，管径较小，工程投资相对较小。	1、下库总库容622万方，兴利库容534万方，可保证塘厦镇备用期用水需求； 2、占用主库库容相对较少；
缺点	1、坝址涉及大屏障森林公园、林地等生态敏感区较多，需办理好相关用地行政审批后方能实施； 2、占用主库库容相对较多。 3、涉及0.91万平林地面积占用。	1、坝址涉及大屏障森林公园、林地等生态敏感区较多，需办理好相关用地行政审批后方能实施； 2、坝体建设投资较高。 3、涉及涉及0.95万平林地面积占用 4、新建转输通道线路长，管径较大，工程投资较高；

方案	方案一：下坝址	方案二：上坝址
工程总投资(万元)	20526.92 (静态总投资)	25462.09 (静态总投资)
是否推荐	是	否

经比较，从地形条件、地质条件、坝基稳定性、坝体防渗，对城市设计方案影响、工程投资等比较，下坝址线路较优。

1.6.2.2 转输通道选线

(1) 线路选择原则

转输隧洞的布置，在满足分库方案总布置要求的前提下，还应综合考虑地形地质条件、洞内水力条件、施工条件、上部土地规划、与邻近建筑物的相对关系等。

1) 隧洞平面布置设计中，平面曲线曲率半径应满足排水顺畅要求，及满足工法转弯曲率要求；

2) 隧洞的纵坡设计，可根据运行要求及水力学条件，沿线建筑物的基础高程、上下游的衔接、施工和检修的条件等确定，沿程纵坡不宜变化过多。本工程中具体要考虑：

- a) 现状及规划沿线主要构筑物及其基础的位置、结构形式，实现高程合理避让；
- b) 现状及规划河、湖、渠及其他水利设施的位置和高程情况，减少其对高程布置的不利影响。
- c) 沿线的工程地质情况和水文水力条件，确定合理的高程以利于施工和后期的维护管理。

(2) 转输通道地形地质条件

塘厦镇位于东莞市东南部，属低山丘陵、盆地区，中部平原上分布着零散低矮的小山岗。全镇地势西南高东北低，是东莞市山区片的小盆地，塘厦盆地表层多为渗育型粘土和砂质土，场地原始地貌类型主要为剥蚀残丘地貌及冲积洼地。

库区地貌类型为低山丘陵区，地面标高约 45m~55m，四周由几个标高约 45m~177.5m 的低山丘陵所围（最高 330.9m），植被茂盛，一般地形坡度约 10°~20°，近山脊较陡约 30°~45°，未发现不良物理地质现象；溢洪道两侧标高约 32m~38m，底板标高约 28m~29m。

根据工程地质现场勘察及钻探结果，沿线地层由新至老依次揭露为人工填土层（Q4ml）、第四系冲洪积层（Q4al+pl）及下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（Jt1）。分述如下：

1) 人工填土层（Q4ml）

①水：为水库水、溢洪道内积水，水库水整体较清澈，溢洪道内积水深灰色较为浑浊。勘察期间水库水深 1m~3m，水面标高 40.33m；溢洪道积水水深 0.5m，水面标高 28.75m~28.8m。

①-1 素填土：紫红色、黄褐色、灰白色等杂色，稍湿-湿，可塑，松散，主要为粉质粘土，局部夹强风化岩块、薄层粉细砂等，由砂岩风化土回填而成；部分钻孔揭露顶部砾厚 0.15m~0.2m，EZK15 处顶部 0~1.7m 为填石。标贯推荐值 8.3 击，层厚 0.8m~21m，平均厚度 5.22m，层顶高程 35.62m~47.65m。

①-2 杂填土：主要分布在溢洪道内，顶部为溢洪道防水层、填石，下部为回填砾砂，灰黄色，饱和，松散-稍密，夹碎石；CZK4 处顶部 0.5m 由砂岩风化土回填而成，0.5m~4.4m 为排水棱体，青灰色，直径一般 8cm-10cm，最大 20cm，致密块状，夹大量灰白色中粗砂。杂填土层厚 3m~4.4m，平均厚度 3.57m，层顶高程 28.25m~30.4m。

大坝坝体整体为素填土。

2) 第四系冲洪积层（Q4al+pl）

②-1 粉质粘土：紫红色、黄褐色、灰白色，局部灰黑色，稍湿-湿，可塑-硬塑，局部软塑状，主要由粉粘粒组成，湿土手搓具粘滞感，韧性中等，干强度中等，局部夹薄层粉细砂。标贯推荐值 9.2 击，层厚 1.4m~8.7m，平均厚度 4.14m，层顶高程 35.95m~45.68m。

②-2 淤泥：灰黑色，流塑，湿，含腐殖质，具腥臭味，主要由粉粘粒组成，韧性弱，干强度较高。标贯推荐值 2.5 击，层厚 2.4m，层顶高程 29.62m。

3) 下伏基岩（Jt1）为粉砂岩，按风化程度划分如下：

③-1（全风化）粉砂岩：黄褐色、灰白色、紫红色、灰褐色，稍湿，可塑-硬塑，为粉质粘土、砂质粘性土，原岩结构已基本风化完全，局部可依稀辨认，底部夹强风化岩块，手用力可折断。标贯推荐值 28.7 击，层厚 0.7m~13m，平均厚度 4.63m，层顶高程 25m~42.45m。

③-2（强风化）粉砂岩：黄褐色、灰白色，岩芯呈半岩半土状，风化强烈，裂隙面发育、局

部铁锰质浸染，岩块手用力可折断；底部青灰色、灰白色，岩芯呈土夹碎块状，风化强烈，裂隙面发育、局部铁锰质浸染，岩块较坚硬，锤击可碎。标贯推荐值 46.9 击，层厚 1.8m~25.8m，平均厚度 12.24m，层顶高程 16.75m~45.5m。

③-3（弱风化）粉砂岩：青灰色、麻灰色，岩芯呈短柱状，岩块较坚硬，裂隙发育，裂面被铁锰质浸染，本次钻探未揭穿。单轴抗压强度（天然）校正值 5.89MPa，层厚 1.7m~6.1m，层顶高程 9.83m~19.77m。

（3）转输线路方案拟定

1) 方案一库内转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向 6 号副坝向东，横穿虾公岩水库，终点为虾公岩水库旧溢洪道，转输通道总长 495m，其中顶管长 350m，埋管段长 145m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、暗涵段、出口段组成。

2) 方案二坝脚转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向东，横穿虾公岩水库 6 号副坝，终点为虾公岩水库旧溢洪道向北 50m，转输通道总长 482m，其中顶管长 448m，埋管段长 34m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、出口段组成。

3) 方案三市政道路转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向 6 号副坝向东南至虾公岩水厂西侧空地，沿途从虾公岩水厂西南侧转向四黎南路，终点为虾公岩水库旧溢洪道。转输通道总长 636m，其中顶管长 418m，埋管段长 218m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、暗涵段、出口段组成。

（4）比选结论

经综合考虑工程建筑物布置、排水条件、施工、运维管理及造价等多方面因素，转输通道推荐采用方案一：库内转输方案，该方案具有造价低、施工风险低、协调难度低等优势。

表 1.6-1 转输通道选线对比分析表

线路及方案	方案一：库内转输	方案二：坝脚转输	方案三：市政道路转输

线路及方案	方案一：库内转输	方案二：坝脚转输	方案三：市政道路转输
主要建设内容	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长350m，埋管163m (3) 建设工作井3座，工作井直径9.0m，深度约8.5~10m；接收井2座，接收井直径6.0m，井深度约7.5~13m	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长448m，明挖埋管34m (3) 建设工作井3座，工作井直径9.0m，深度7.4~15.5m；接收井2座，接收井直径6.0m，井深度12~13m	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长150m，明挖埋管481m (3) 建设工作井2座，工作井直径9.0m，深度3.7~9.1m；接收井2座，接收井直径6.0m，深度8.3~12.8m；检查井1座，检查井直径6.0m，井深度约7m
排水条件	优	优	差，洞身段转弯较多，局部转角呈90°
地层分布	素填土~全风化粉砂岩，以粉质黏土为主。	素填土~全风化粉砂岩，以粉质黏土为主。	素填土~全风化粉砂岩，以素填土为主。
交叉构筑物	基本无交叉构筑物，但涉及大屏障森林公园管理红线，经沟通需待国家级公园红线确定后，方能申报调整，影响项目实施。	(1) 东西向横穿虾公岩水库6号坝坝脚，施工期局部顶管覆土不够，部分填土侵占虾公岩水厂，施工完毕后恢复； (2) 与DN1000东深供水管道平面位置高度重合。	(1) 埋管位于四黎南路下，与国防光缆、DN1000东深供水管、给水管、大坪地箱涵、雨水管、污水管等多条市政管线线位平行，局部存在交叉关系。 (2) 四黎南路东西两侧现状楼房在埋管基坑开挖影响范围。
运行维护	运行维护难度一般，水下管道泄漏无明显地面迹象，作为备用饮用水源水库，存在输水管泄漏会造成供水损失的风险，水下堵漏难度大、成本高，污染治理周期长。	运行维护难度高，受水库水位变化影响，坝脚管道外水压力存在周期性变化，易存在不均匀沉降、管道接口宜拉开，渗漏风险高，补漏难度大（严禁大开挖），渗漏检查难度高，若长期发展威胁大坝安全。	运行维护难度高，管道周围市政管线分布密集，运维管理作业易产生次生风险。
风险源及相应处理办法	风险较低，按照相关规范要求做好管道渗漏措施。	风险较高，施工对坝体的渗透结构、边坡稳定、渗流路径或监测设施存在安全威胁，需进行大坝安全影响评价；需进行坝脚进行防渗处理，涉及6号坝及东深供水管保护措施费用较高。	风险较高，涉及保护已有构筑物及管道，避免沉降与结构损伤，监测及保护费用高。
建设用地及相关协调难易	协调难度一般，涉及大屏障森林公园管理红线，待国家级公园红线确定后，方能申报调整，影响项目	协调难度一般，涉及坝脚与原水管保护须水务部门审批。	协调难度大，施工期涉及大规模管线迁改，涉及多部门协调，工期长。

线路及方案	方案一：库内转输	方案二：坝脚转输	方案三：市政道路转输
	实施。		
建设投资	4652.9万元	5118.49万元	6191.63万元
是否推荐	是	否	否

1.6.3 主要建筑物型式

1.6.3.1 隔离坝选型

(1) 坝型初拟

本工程分库坝主要功能是将虾公岩水库分隔上库与下库，下库承担供水调蓄任务、上库承担防洪和生态供水任务，实现周围片区污染水体的隔离作用，故对坝体防渗要求较高。均质土坝防渗可靠性较差，从大坝的功能要来看看，本工程不宜采用均质土坝。本工程大坝需两侧挡水，根据上库及下库的调度运行情况分析，大坝上下游水位变化均较大，故坝体要有较好的排水特性。从大坝的运用条件来看，本工程不适用采用面层防渗的坝型，如混凝土面板堆石坝，粘土斜墙坝等。

根据本次勘察成果，库区土料质量和运距均较好，但储量有限，建议部分外购。砂砾料和石料需外购。从大坝的功能要求、运用条件和建筑材料来看，本工程有粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝、重力坝可供选择。

(2) 坝型选择

三个坝型方案水资源利用条件一致，环境影响条件基本相同，泄洪建筑物、放空建筑物布置一致，故主要从挡水建筑物的地形、地质条件、枢纽布置条件、天然建筑材料条件、施工布置条件、工程量及投资等方面综合比选进行坝型选择。

1) 地形条件

河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽 140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约 49.5m，地形坡度 15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为 50.5m，岸坡坡度约 25°，为残积土，植被覆盖。对心墙坝布置无不利影响，重力坝因基础要求较高，布置起来较为不利。

从地形条件适应性来看，沥青混凝土心墙坝更优。

2) 地质条件

河床为含泥卵砾石层，厚 6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚 6.5m，左岸残积土+全风化厚 13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。沥青混凝土心墙坝心墙及坝壳的基础要求较低能，满足心墙和坝壳基础的要求。重力坝基础埋深较深，但无影响重力坝稳定的不良地质条件。

从地质条件适应性上，沥青混凝土心墙坝更优。

3) 枢纽布置

粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝枢纽布置心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。

粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝坝基为河床基础。

重力坝枢纽布置由碾压混凝土重力坝和泄洪洞组成，重力坝基础设置在弱风化上部。

从枢纽布置条件来看，两种坝型方案基本相当。

4) 天然建筑材料

沥青混凝土心墙坝主要填筑材料来源为库内区域开挖工程的开挖料，储量质量均能满足要求。碾压混凝土重力坝，由于东莞市相关管理规定，需采用商品混凝土，材料均需外购。

从天然建筑材料来看，沥青混凝土心墙坝更优。

5) 施工条件

各坝型方案施工总布置基本相同，均设 1 个施工区。沥青混凝土心墙坝及重力坝施工导流方面各坝型方案均采用枯期围堰挡水（10 年一遇洪水），汛期大坝临时断面挡水（20 年一遇洪水）；导流洞、围堰规模基本一致。

场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，各坝型基本相当

土石方平衡方面，沥青混凝土心墙坝及粘土心墙坝坝体填筑可以充分利用开挖料，工程土石方平衡较好。重力坝采用商品混凝土，开挖土方弃置量大，外运材料多。

施工工期方面，沥青混凝土坝型方案大坝施工工期 10 个月，重力坝方案大坝施工工期 16 个月。

从施工条件上，沥青混凝土心墙坝更优。

表 1.6-2 坝型比较表

项目	粘土心墙坝	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
地形	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°；为残积土，植被覆盖。对粘土心墙坝布置无不利影响。	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°；为残积土，植被覆盖。对沥青混凝土心墙坝布置无不利影响。	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°；为残积土，植被覆盖。坝肩开挖较多。	粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝优
地质条件	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。满足粘土心墙和坝壳基础的要求。	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。满足心墙和坝壳基础的要求。	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。对重力坝稳定无影响。	粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝优
枢纽布置	由粘土心墙坝和泄洪闸组成，心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。	由沥青混凝土心墙坝和泄洪闸组成，心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。	由碾压混凝土重力坝和泄洪洞组成，重力坝基础设置在弱风化上部。	三坝型相当
主要工程量	土石方开挖：48.13万m ³ ；坝体填筑：68.52万m ³ ；帷幕灌浆：17214m。	土石方开挖：36.19万m ³ ；坝体填筑：32.63万m ³ ；防渗墙：0.99万m ³ ；帷幕灌浆：11476m。	土石开挖：54.29万m ³ ；坝体混凝土：28.96万m ³ ；固结灌浆：43796m；帷幕灌浆：18560m。	沥青混凝土心墙坝优

项目	粘土心墙坝	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
施工条件	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，坝体填筑可以部分利用开挖料，但外运材料较多，开挖土方弃置量大。	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，坝体填筑可以利用开挖料，工程土石方平衡较好。	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，外运材料较多，开挖土方弃置量大。	沥青混凝土心墙坝优
天然建筑材料	利用开挖工程的开挖料，土料不足部分外购，外购土方的数量较多。	利用开挖工程的开挖料，土料不足部分采用外购土方。	采用商品混凝土。	沥青混凝土心墙坝优
工程投资（枢纽部分）	0.98亿	0.82亿	1.03亿	沥青混凝土心墙坝优
综合评述	粘土心墙坝能较好的适应本工程的地形地质条件，能部分利用工程开挖料，但由于防渗土料要求较高，土料场距离较远，且储量有限，填筑粘土心墙坝所需土料运输费用较高。大坝永久占地范围相对较大。	沥青混凝土心墙坝能较好的适应本工程的地形地质条件，能充分利用工程开挖料，对整个工程土方平衡有利，且工程投资较省	碾压混凝土重力坝，基础开挖及边坡处理工程量较大，基础埋置深度深，工程土石方弃置量大，工程投资高	推荐沥青混凝土心墙坝

根据以上个方面分析，三种坝型在技术上均可行。从地形、地质条件和施工条件来看，沥青混凝土心墙坝较优。本工程施工时水库会放空，具备较好的干地施工条件。本工程重要性较高，对坝体施工质量要求也较高，从保证工程可靠性角度，沥青混凝土心墙坝更优。从工程投资来看，沥青心墙坝投资低于碾压混凝土重力坝、粘土心墙坝。因此，本阶段推荐大坝坝型为沥青混凝土心墙坝。

1.6.3.2 水闸选型

(1) 闸室结构选型

闸室结构的基本型式一般为开敞式、胸墙式、涵洞式或双层式等。根据水位、闸室底高程等条件，本工程泄水控制闸采用胸墙式结构，放空闸采用涵洞式结构，连通闸采用开敞式结构。

闸室结构底板可选用平底闸、低槛实用堰或折线型底板。平底板是工程中最常用的一种底板

型式，构造简单、施工方便，对不同的地基有一定的适应性。低堰型和折线型底板结构体型相对复杂，受力条件复杂，分析计算困难，基底应力相对较大，对地基稳定和沉降变形不利，工程量也较大。因此底板结构型式选用平底板。

(2) 闸门型式选择

本次根据水闸的功能要求，结合闸址地形、地质条件，初步拟定三种闸型进行比选，综合考虑投资、运行管理、维护、行洪及景观等因素进行详细比选，以确定本工程最优门型。

方案一：水闸采用直升式平面钢闸门，采用直升式卷扬启闭机。

平面钢闸门是挡水面为平面面板的闸门，由门叶主体、支承、止水装置和吊耳四个部分组成，平面闸门的门叶在门槽内作直线运动以封闭或开放水道。平面钢闸门的制造加工较容易，运行安全可靠，维修方便，广泛用于各种水工建筑物上作为工作闸门、事故闸门和检修闸门。平面闸门自重大，所需启门力亦大，门槽水力学条件较差，因此在高流速的水道上作为工作闸门的使用范围受到限制。

方案二：水闸采用上翻式弧形钢闸门，采用液压启闭机。

由弧形门体、支撑结构、液压启闭机等主要部分组成，弧形门体固定在闸门两侧的支撑结构上，支撑结构与支铰相连，支铰固定在闸墩内。液压启闭机驱动支撑结构，带动弧形门体旋转，实现闸门开启和关闭。

弧形门体为封闭的箱形结构，沿水流方向一侧为圆弧面，另一侧为平面。开启时闸门向下旋转至平卧位置，此时，圆弧面向下，平面向上，与闸底板齐平。在需要的位置启用锁定机构，使液压油缸处于御压状态不受压，门体得到固定，便于通航，如需检修，将闸门旋转至顶部检修。

方案三：水闸采用底轴旋转钢闸门，采用液压启闭机。

底轴旋转钢闸门主要由挡水钢闸门及启闭系统组成，钢坝闸门门叶由底轴直接驱动旋转，转角范围 0~90。全关时门叶呈铅直状；全开时，门叶向下游卧倒呈水平状。闸门上游设一道硬质材料底水封。闸门门叶与底轴连接，底轴在净宽范围内设 3 个支铰固定在底板上，用以承受闸门的径向荷载。门叶采用纵向悬臂梁受力结构。

综合比较上述各种闸型优缺点，考虑本水闸规模、功能需求，以及经济合理性，拟选直升式

平面钢闸门+固定卷扬机做为本工程推荐方案。

1.6.4 工程总体布置

本工程拟在虾公岩水库新建一座隔离坝，将水库一分为二，分别为上库和下库。总体布置如下：

(1) 生态隔离工程

主坝 294m，主坝最大坝高 21.5m；1#副坝 247m，坝高 15.8m；2#副坝 63m，坝高 8m；3#副坝 22m，坝高 6m；4#副坝 55m，坝高 5m。。

(2) 控泄转输工程

(1) 上库拟建隔离主坝南侧新建 DN2600 转输隧洞，隧洞总长 350m，新建 3×2m 明挖钢筋混凝土箱涵 145m；(2) 转输隧洞前设泄水控制闸，控制上库下泄流量，泄水控制闸尺寸为 3.0×3.0m，末端接至转输隧道洞进水井，控泄流量为 17m³/s；(3) 为便于上库检修期间放空，在泄水控制闸北侧设 1.5×1.5m 放空闸及 DN1000 放空管，放空管总长度约 52m。

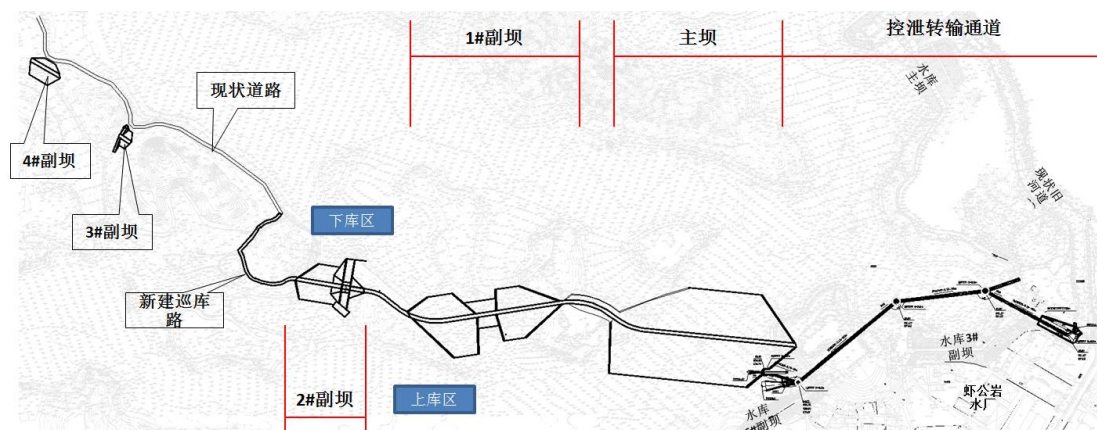


图 1.6-2 工程总体布置图

1.6.5 生态隔离工程

1.6.5.1 隔离坝设计

(1) 平面布置

根据方案比选结果，本工程推荐下坝址，推荐坝型为沥青混凝土心墙坝，根据坝址地形、地

质条件，综合考虑附属建筑物布置，选择坝轴线大致垂直于库中两侧山体，在虾公岩水库库中相对狭窄位置布置分库坝，将水库分为上库与下库，靠近主坝方向为下库，靠近库尾方向为上库。

(2) 坝顶高程计算

1) 计算工况

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，坝顶高程应按以下 3 个工况进行复核，取其最大值。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本工程区的地震动峰值加速度 0.05g，相应地震基本烈度为 VI 度。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，当地震烈度为 VI 度时，可不进行抗震计算。

工况 1：坝顶高程=正常蓄水位+正常运用条件的坝顶超高

工况 2：坝顶高程=设计洪水位+正常运用条件的坝顶超高

工况 3：坝顶高程=校核洪水位+非常运用条件的坝顶超高

2) 计算成果表

因分库坝为双向挡水，对上库和下库两个方向同时进行坝顶超高计算。坝顶超高值计算成果见下表：

表 1.6-3 上库来水方向坝顶超高计算成果表

计算参数	工况1	工况2	工况3
平均波高 (m)	0.174	0.174	0.112
平均波周期 (s)	1.849	1.854	1.484
平均波长 (m)	5.339	5.364	3.439
平均波浪爬高 (m)	0.319	0.321	0.206
波浪爬高 (m)	0.712	0.716	0.459
风雍水面高 (m)	0.003	0.002	0.001
安全加高 (m)	0.7	0.7	0.4
地震安全加高 (m)	0	0	0
坝顶超高 (m)	1.42	1.42	0.86
坝顶高程计算值 (m)	41.52	46.48	46.68

表 1.6-4 下库来水方向坝顶超高计算成果表

计算参数	工况1	工况2	工况3
平均波高 (m)	0.168	0.168	0.107

计算参数	工况1	工况2	工况3
平均波周期 (s)	1.817	1.816	1.454
平均波长 (m)	5.153	5.151	3.302
平均波浪爬高 (m)	0.308	0.308	0.198
风雍水面高 (m)	0.002	0.002	0.001
波浪爬高 (m)	0.687	0.687	0.440
安全加高 (m)	0.7	0.7	0.4
地震安全加高 (m)	0	0	0
坝顶超高 (m)	1.39	1.39	0.84
坝顶高程计算值 (m)	46.13	45.33	45.15

3) 坝顶高程确定

经计算，上库来水方向坝高高于下库方向坝高，采用上库来水方向坝顶高程计算，坝顶高程以非常运用情况（1）控制，即校核洪水位加校核运用情况的坝顶超高。最终确定：坝顶高程为 47.00m。后续实施中坝顶填筑高程预留 1% 的沉降量，即填筑后坝顶高程为 47.5m，工后稳定后设计坝顶高程为 47.0m。

（3）坝体设计

主坝采用沥青混凝土心墙坝，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5；上下游坝壳高程 23.50~25.50m，为堆石排水带。

（4）坝体分区

坝体填筑料从上游至下游依次分为上游坝壳料区、上游过渡反滤料区、沥青混凝土防渗心墙、下游过渡反滤料区、下游坝壳料区。

1) 防渗心墙

防渗心墙采用碾压式沥青混凝土心墙，心墙顶高程 46.40m，心墙底高程 23.50m，心墙厚 0.80m。心墙底座进入全风化花岗岩下部，采用 C25 钢筋混凝土厚 2m，兼作灌浆盖重。沥青混凝土渗透系数不大于 $1 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，内摩擦角 $33 \sim 35^\circ$ ，凝聚力不小于 0.2MPa，水稳定系数不小于 0.9，设计干密度 2.2g/cm^3 ，孔隙率小于 3%，粗骨料粒径不大于 19mm。

2) 过渡层

在心墙上、下游均设置过渡层，既为心墙防渗体提供保护，又起到从心墙向坝壳的过渡作用。过渡层顶高程 46.40m，过渡层厚 2m。过渡料采用库内区域开挖工程开挖的弱风化至新鲜花岗岩配制，其质量和储量基本满足反滤料及过渡料要求。

主要设计指标为：透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；设计干密度 2.10g/cm^3 ；内摩擦角 $30 \sim 34^\circ$ ；级配良好；过渡料最大粒径不大于 80mm，粒径小于 5mm 的颗粒含量 25~40%。小于 0.075mm 的颗粒含量不超过 5%。

3) 坝壳区

上、下游坝壳区分层填筑，采用开挖的全、强风化花岗岩填筑，主要为挖库扩容的开挖料，距离大坝 0.5km，运输便利。块石料采用挖库扩容开挖的弱、微风化花岗岩配制，主要设计指标为：透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；设计干密度 2.10g/cm^3 ；内摩擦角 $30 \sim 34^\circ$ ；级配良好。最大粒径 300mm，粒径小于 5mm 的颗粒含量 10~25%。粒径小于 0.075mm 的颗粒含量不超过 5%。

本阶段对全、强风化花岗岩料进行了取样及相关土料试验：黏粒含量 10.9%~12.9%，塑性指数 12.6~16.9，渗透系数 $1.38 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，有机质含量 0.33%，水溶盐含量 0.06%，满足坝壳填筑料的要求。天然含水率 21.2% 偏高，需晾晒后使用。主要设计指标为：级配良好，粒径小于 5mm 含量 5~20%，填筑时不得发生粗料集中架空现象；透水性良好，渗透系数不小于 $2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；设计干密度 1.83g/cm^3 ；压实度不低于 96%；内摩擦角 $19 \sim 24^\circ$ ，凝聚力 20kPa。

4) 坝顶结构及护坡

坝顶上下游侧设置防撞墩，高出坝顶 0.9m，路面采用混凝土结构，面层采用 20cm 厚 C30 混凝土，水泥石粉渣垫层厚 20cm，下设 20cm 厚的碎石砂垫层。上下游坝坡采用 50cm 的干砌块石坡，以下依次铺设 50cm 碎石垫层，50cm 反滤砂砾层。

（5）基础处理及防渗措施

1) 坝基开挖及处理

大坝沥青混凝土心墙基座：心墙下部设 2m 厚的 C25 混凝土底座，挖除覆盖层新近堆积物，

砾砂层将基底置于全风化中下部。

大坝上、下游坝壳基础：覆盖层主要为第四系冲洪积层（淤泥、砾砂）；残坡积层：为花岗岩风化而成的砾质粘性土；上游坝壳挖除第四系冲洪积层，将坝壳置于残坡积层或上或花岗岩风化而成的砾质粘性土。

2) 防渗设计

根据坝址揭露的地质条件，大坝下伏基岩岩层燕山第四期花岗岩（白芒岩体）：中~粗粒斑状黑云母花岗岩，总体透水性较差。压水资料显示，基岩强风化岩体透水性较强，弱风化岩体以弱透水为主，微新岩体以弱~微透水为主，为了减少坝基渗流量和绕坝渗流量，有效降低坝基渗透压力，需采取防渗墙结合灌浆帷幕的防渗措施。由于本工程需要隔离周边污染，对防渗要求较高，设计标准按灌后基岩透水率控制，以 $q \leq 1Lu$ 作为防渗控制标准。根据钻孔压水试验显示，岩体透水带 ($q > 1Lu$) 的厚度，左岸 27~40m、河床 27~28m、右岸 30~44m。两坝肩防渗范围以正常蓄水位进入弱风化岩层控制。防渗线全长 628m，其中右坝肩 65m，河床 367m，左坝肩 196m。

在河床部位在心墙下部设置钢筋混凝土防渗墙，左右坝肩部位在覆盖层及全强风化岩层内设置防渗墙，防渗墙厚 0.8m，防渗墙底部进入弱风化岩层以下 1m，防渗墙下部帷幕灌浆，帷幕灌浆底部深入透水率 $q \leq 1Lu$ 岩体。

工程施工过程中，应根据基岩可灌性情况和帷幕灌浆试验成果，确定灌浆参数和防渗帷幕深度。

3) 固结灌浆

在防渗帷幕的上、下游侧分别设置两排固结灌浆孔，孔深 5m，孔、排距为 2.0m，梅花形布置

(5) 大坝渗流计算

1) 计算工况

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）第 8.1.2 条规定，渗流及稳定计算应考虑水库运行中出现的各种不利条件，1 级坝、2 级坝和 3 级以下高坝库水位降落工况宜进行非稳定渗流计算，计算工况确定如下。

表 1.6-5 大坝渗流计算工况表

工况	工况说明	上库水位 (m)	下库水位 (m)
工况1	上库、下库正常蓄水位稳定渗流	40.10	44.74
工况2	上库死水位，下库正常蓄水位稳定渗流	34.87	44.74
工况3	上库正常蓄水，下库死水位稳定渗流	40.10	34.87
工况4	上库、下库设计洪水位稳定渗流	45.06	43.94
工况5	上库设计洪水位，下库死水位稳定渗流	45.06	34.87
工况6	上库死水位，下库设计洪水位稳定渗流	34.87	43.94
工况7	上库校核洪水位、下库校核洪水位稳定渗流	45.82	44.31
工况8	上库校核洪水位、下库死水位水稳定渗流	45.82	34.87
工况9	上库正常蓄水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	40.10→34.87	34.87
工况10	上库正常蓄水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.74→34.87
工况11	上库死水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.74→34.87
工况12	上库校核洪水位降落至死水位，下库正常蓄水位非稳定渗流	45.82→34.87	44.74
工况13	上库校核洪水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	45.82→34.87	34.87
工况14	上库正常蓄水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.31→34.87
工况15	上库死水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.31→34.87

2) 渗流计算成果分析

工况	单宽渗流量 $m^3/d/m$	出逸点比降	出逸土层允许渗透坡降
工况1	0.00670749	0.15	0.47
工况2	0.0535728	0.31	0.47
工况3	0.0232968	0.28	0.47
工况4	3.87316e-13	0.01	0.47
工况5	0.0571503	0.31	0.47
工况6	0.0482126	0.30	0.47
工况7	3.95177e-13	0.01	0.47
工况8	0.063064	0.32	0.47
工况9	0.05341	0.30	0.47
工况10	0.0847691	0.35	0.47
工况11	0.0609464	0.32	0.47
工况12	0.0872472	0.35	0.47
工况13	0.0872472	0.36	0.47

工况	单宽渗流量 $m^3/d/m$	出逸点比降	出逸土层允许渗透坡降
工况14	0.0847597	0.35	0.47
工况15	0.0596807	0.31	0.47

根据各工况下的渗透坡降计算结果，坝体各岩土材料与防渗体的最大渗透坡降均小于其允许坡降，故坝体渗流性态是安全的。由上述渗流分析结果可知，大坝混凝土防渗心墙以及坝基帷幕防渗能力较好，渗流得到了有效控制，可以判断土坝不会发生渗漏破坏，满足规范要求。

(6) 坝坡稳定计算

1) 计算工况

按《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)和《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018)有关规定，本工程大坝为3级建筑物，计算工况见表6.6-10，

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本工程区的地震动峰值加速度0.05g，相应地震基本烈度为VI度。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，当地震烈度为VI度时，可不进行抗震计算。

表 1.6-6 计算工况统计表

运行条件	工况	工况说明	上库水位 (m)	下库水位 (m)
正常运行条件	工况1	上库、下库正常蓄水位稳定渗流	40.10	44.74
	工况2	上库死水位，下库正常蓄水位稳定渗流	34.87	44.74
	工况3	上库正常蓄水，下库死水位稳定渗流	40.10	34.87
	工况4	上库、下库设计洪水位稳定渗流	45.06	43.94
	工况5	上库设计洪水位，下库死水位稳定渗流	45.06	34.87
	工况6	上库死水位，下库设计洪水位稳定渗流	34.87	43.94
	工况7	上库正常蓄水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	40.10→34.87	34.87
	工况8	上库正常蓄水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.74→34.87
	工况9	上库死水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.74→34.87
非常运	工况10	上库校核洪水位、下库死水位水稳定渗流	45.82	34.87

运行条件	工况	工况说明	上库水位 (m)	下库水位 (m)
用条件 I	工况11	上库校核洪水位、下库校核洪水位稳定渗流	45.82	44.31
	工况12	上库校核洪水位降落至死水位，下库正常蓄水位非稳定渗流	45.82→34.87	44.74
	工况13	上库校核洪水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	45.82→34.87	34.87
	工况14	上库正常蓄水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.31→34.87
	工况15	上库死水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.31→34.87

2) 计算结果

表 1.6-7 大坝稳定计算结果统计表

运行条件	项目工况	计算结果		抗滑稳定最小安全系数	备注
		上游坝坡	下游坝坡		
正常运行条件	工况1	1.77	1.85	1.3	
	工况2	1.32	1.85	1.3	
	工况3	1.65	1.45	1.3	
	工况4	2.08	2.13	1.3	
	工况5	1.86	1.33	1.3	
	工况6	1.35	1.82	1.3	
	工况7	1.37	1.46	1.3	
	工况8	1.69	1.36	1.3	
	工况9	1.43	1.39	1.3	
非常运用条件 I	工况10	1.90	1.30	1.3	
	工况11	1.89	1.89	1.2	
	工况12	1.31	1.70	1.2	
	工况13	1.33	1.41	1.2	
	工况14	1.69	1.37	1.2	
	工况15	2.00	1.97	1.2	

从以上计算结果可以看出，正常运用情况下的上下游坝坡稳定最小安全系数 K_{min} 均大于 $[K_0]=1.30$ ；非常运用条件 I 下的上下游坝坡稳定最小安全系数 K_{min} 均大于 $[K_0]=1.20$ 。满足规范要求。

1.6.5.2 连通闸设计

(1) 平面布置

当降雨超过 50 年一遇时，上库与下库共同发挥防洪作用，上库来水需进入下库，通过下库溢洪道下泄至河道，本次在上库与下库间设置连通闸。本次设计连通闸为双孔布置，单闸孔净宽 5.0m，水闸顺水流方向主要由入口护砌段，进口八字口悬臂式挡墙及钢筋砼铺盖、闸室、交通桥、出水渠、消力池等建筑物组成。

(2) 挡水高程设计

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)，水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况确定，位于防洪(挡潮)堤上的水闸，其闸顶高程不得低于防洪(挡潮)堤堤顶高程。连通闸位于隔离坝 2#副坝上，本次闸室顶高程取隔离坝 2#副坝顶高程。即 47.0m。

(3) 结构设计

1) 进水八字口

为衔接闸室与水库岸坡，采八字口进水型式，进水底高程为 43.0m。因进水处高于库底，为避免冲刷对库岸坡产生影响，对八字口前岸坡采用 600 厚干砌石护底和钢丝石笼。八字口采用 C30 钢筋砼悬臂式挡墙型式，挡墙高度 0.5~4.0m。进水八字口底板采用 500 厚 C30 钢筋砼结构，下设 150 厚碎石垫层和 150 厚中粗砂垫层。

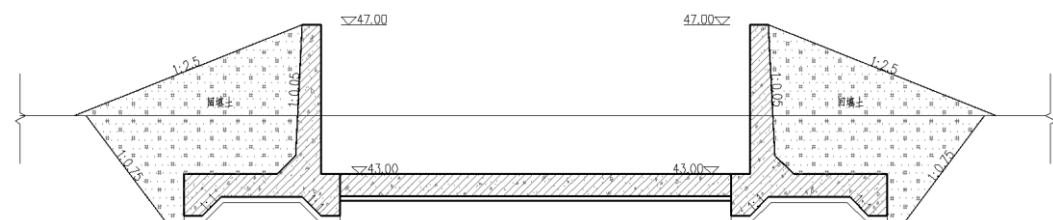


图 1.6-3 进水八字口剖面图

2) 闸室

泄水控制闸位于隔离坝 2#副坝，为开敞式结构型式，共设 2 孔，单孔尺寸为 5.0×3.0m (净宽×净高)。闸室长 11.4m，底板高程为 43.0m，顶板高程 47.0m。水闸采用固定卷扬机启闭，闸顶设启闭机房，一楼为排架，高 6.0m；二楼启闭机房高 5m。

根据运行调度要求，泄水控制闸当上库水位达到 40.57m 时，水闸开启，水位降至 43.0m 时，水闸关闭。

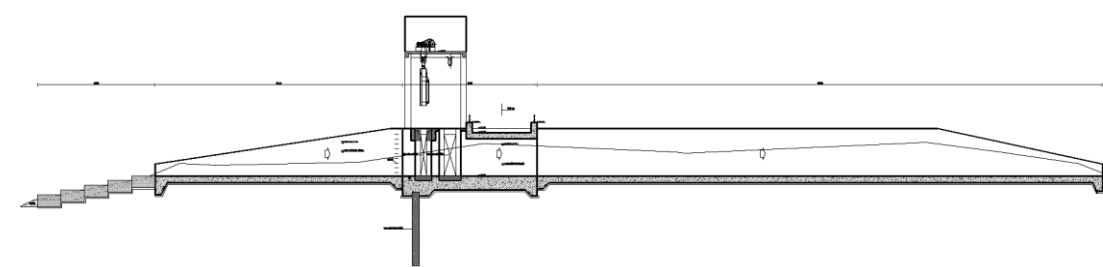


图 1.6-4 闸室结构剖面图

1.6.6 控泄转输工程

1.6.6.1 转输隧洞设计

(1) 转输管材选型

顶管常见管材有钢筋混凝土管、钢管、玻璃钢夹砂管(玻璃纤维增强塑料夹砂管)、球墨铸铁管。本项目内管径 2.6m，工程性质属于压力管，地层位于素填土~全风化粉砂岩(以粉质黏土为主)，设计使用年限 50 年，总长 508m。综合考虑项目的经济性、施工工期、管道的腐蚀性、管道刚度、施工难易度，本阶段推荐采用钢筋混凝土管(PCCP管，F型钢承口IV级管)，混凝土防渗等级 P10。

(2) 施工工法选择

从对周边环境的影响角度考虑，顶管法与盾构法对地表构筑物影响较小，对虾公岩水库、周边构筑物的影响作为本项目实施的控制因素之一，暂不考虑采用明挖法。本项目施工工期较紧，从工期上考虑推荐盾构法及顶管法；从造价角度考虑，顶管法与明挖法相对较低；从施工工艺上，本项目转输隧洞直径较小，国内无合适的常规盾构机选用。

综合上述对比分析，本项目转输隧洞施工推荐顶管工艺。

(3) 防渗设计

经综合考虑工程建筑物布置、排水条件、施工、运维管理及造价等多方面因素，转输通道推荐采用库内转输方案，该线路位于下库内，因此其具有防渗设计的特殊性。管道位于水库内，既要防控有压输水时的内水外渗，也要防控检修放空时库水长期浸泡引发的外水内渗，同时彻底阻断库水沿洞身外壁的绕渗通道。同时管道节点止水也是防渗设计的关键控制点。为保障管道从源头解决管道渗漏问题，将采取以下几个设计措施。

1) 有压内水外渗：优先选择预应力钢筋砼管（PCCP管），根据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》（SL702-2015），该管道可承受内水压可达 2~3Mpa，管片强度高，抗裂性能好，在设计使用年限内可控制管道裂缝。同时管道在顶进之前，涂抹环氧树脂涂层，厚度 $\geq 300\mu\text{m}$ ，该材质防渗、耐磨、加强防腐，同时也可减小管道糙率，确保内水不渗漏。

2) 外水内渗：管道顶进完毕后，及时置换触变泥浆为膨胀水泥浆，填充管道与土体之间的环形间隙，形成连续的包裹式防渗环，彻底消除库水沿管外壁的渗流通道。

3) 管道接口处理：在管道接口的设计与施工中，优先选用 PCCP 管预应力钢筋混凝土 F 型钢承口结构，并采用双胶圈埋置式接口方式。该接口形式不仅具有良好的密封性能，能够有效防止液体或气体泄漏，还能在复杂地质条件下保持接口的稳定性和耐久性。通过严格的质量控制和施工工艺，确保接口处无渗漏现象，从而保障整体管道系统的安全可靠运行，延长使用寿命，减少后期维护成本。

4) 箱涵结构处理：箱涵分节接缝处采用止水铜片+两毡三油+截水环三重处理，止水铜片具有良好的柔韧性和耐腐蚀性，能够紧密贴合箱涵接缝处，有效阻挡水流的渗透；两毡三油作为一种传统的防水措施，形成了一道连续的防水屏障，进一步增强了防水效果；截水环则起到了截断水流路径的作用，防止水沿着箱涵壁面渗透。通过这三重处理，大大提高了箱涵接缝处的防水性能，保证了箱涵结构的密封性和稳定性。

1.6.6.2 泄水闸设计

(1) 平面布置

本工程对虾公岩水库西侧区域雨水收集，通过转输隧洞排至下游虾公岩水，为保持上库景观水位，同时控制下泄流量，在转输隧洞前设置泄水控制闸。本次设计泄水控制闸单孔布置，闸孔净宽 3.0m，水闸顺水流方向主要由入口护砌段，进口八字口悬臂式挡墙及钢筋砼铺盖、移动抓斗式格栅室段、渐变段、闸室段等建筑物组成，闸室末端接入隧洞顶管接收井内。

(2) 挡水高程设计

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）第 4.2.4 条规定，水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况计算确定。挡水时，闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和；泄水时，闸顶高程不应低于设计洪水位或校核洪水位与相应安全加高值

之和。根据计算，本次取闸室顶高程 46.50m。

(3) 结构设计

1) 进水八字口

为衔接闸室与水库岸坡，采八字口进水型式，进水底高程为 39.0m。因进水处高于库底，为避免冲刷对库岸坡产生影响，对八字口前岸坡采用 600 厚干砌石护底。八字口采用 C30 钢筋砼悬臂式挡墙型式，挡墙高度 0.5~7.5m。进水八字口底板采用 500 厚 C30 钢筋砼结构，下设 150 厚碎石垫层和 150 厚中粗砂垫层。

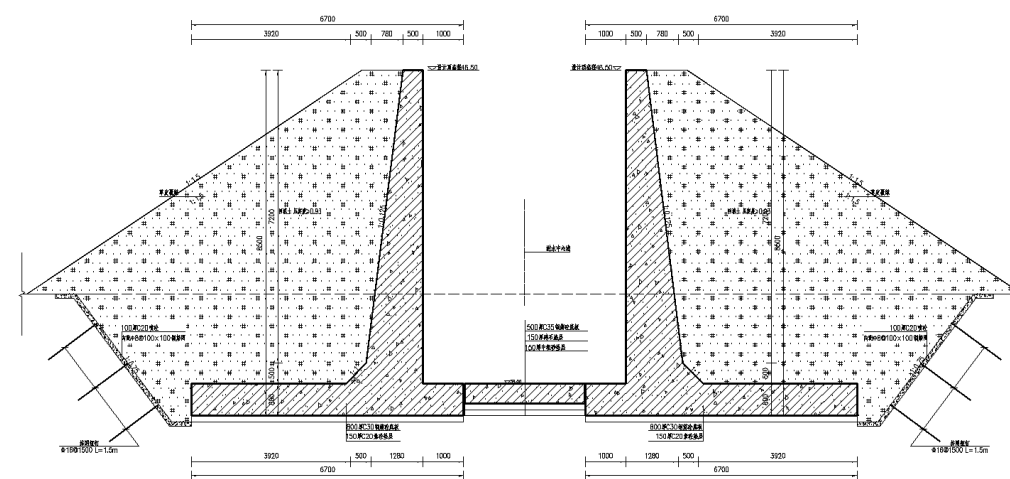


图 1.6-5 进水八字口剖面图

2) 格栅室

为避免上库来水中携带的污物（树枝、树叶和杂草等）对水闸及管道产生不利影响，本次在闸室前设移动抓斗式格栅除污机。格栅总宽度 5.0m，格栅间隙 60mm，抓斗宽度 2.5m，安全工作荷载为 3.0t。格栅室底板高程为 38.80m，顶板高程 46.50m；主体结构宽度为 5.0m，长度 13m，底板厚度 1.0m，侧壁厚 0.6m，主体结构混凝土等级为 C35。

3) 闸室

泄水控制闸位于隔离坝主坝南侧，水库 6#副坝北侧，为涵洞式结构型式，共设 1 孔，单孔尺寸为 3.0×3.0m（净宽×净高）。闸室长 9.53m，末端衔接输隧洞接收井，底板高程为 38.80m，顶板高程 46.50m。水闸采用固定卷扬机启闭，闸顶设启闭机房，一楼为排架，高 5.0m；二楼启闭机房高 5m。

根据运行调度要求，泄水控制闸当上库水位达到 40.1m 时，水闸开启，水位达到 45.07m 时，水闸关闭。

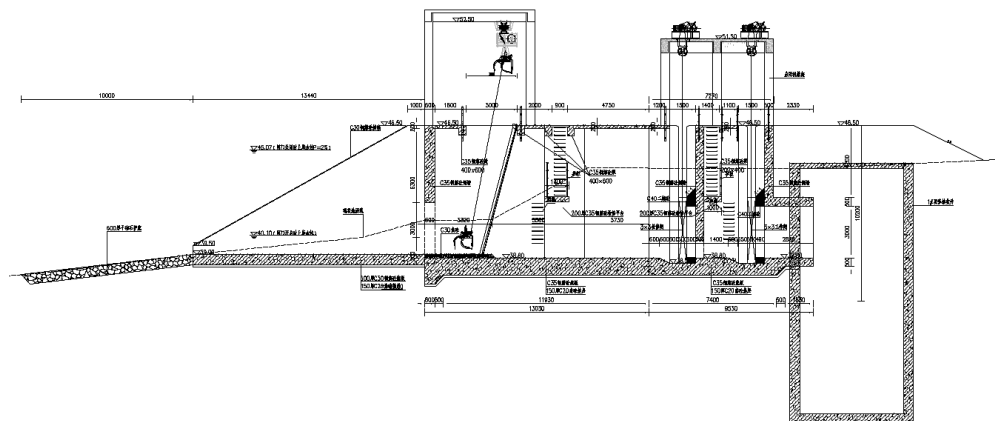


图 1.6-6 闸室结构剖面图

1.6.7 巡库路设计

为便于隔离坝、连通闸等建筑物运维管理，本工程新建巡库路，道路设计为混凝土路，路面层为 200 厚 C30 混凝土，下设 200 厚 6% 水泥稳定石粉渣，200 厚碎石砂层，道路基础土压实度 $\geq 93\%$ 。全长约 381m。

1.6.8 工程安全监测

为保证工程观测工作的正常进行，并获得准确可靠的观测资料，应配置必需的观测仪器及设备。本次新增主要观测设备详见下表。

表 1.6-8 观测设备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	表面变形标点	点	54	外部变形监测
2	水准工作基点	点	7	
3	测斜管	根	20	大坝内部变形监测，10个断面，每个2根
4	测斜仪	个	60	大坝内部变形监测，10个断面，上下游各3处
5	沉降仪	个	60	大坝内部变形监测，10个断面，上下游各3处
6	测斜管	根	10	心墙变形监测，10个断面，每个1根
7	测斜仪	个	30	心墙变形监测，10个断面，3处
8	沉降仪	个	30	心墙变形监测，10个断面，3处
9	温度计	支	30	心墙温度观测，10个断面，3处

序号	名称	单位	数量	备注
10	位错计	支	100	心墙与过渡料的错位变形监测，10个断面，接触面上下游各5个
11	测缝计	支	10	心墙与混凝土基座之间的变形监测，10个断面，接触面1个
12	压应力计	支	30	心墙压力监测，10个断面，3处
13	渗流监测	支	104	10个断面，各断面10支；坝肩与基岩接触处各1支，有4个接触点

1.7 机电及金属结构

1.7.1 电气

1.7.1.1 设计范围及概况

本工程主要设计内容为虾公岩水库水质保障工程转输管道入口新增泄水控制闸门（15kW，1座）、放空闸门（7.5kW，1座）、移动式格栅除污机（7.5kW，1座）、控制闸室及上库与下库的连通闸（15kW，2座）的电气设计。具体内容如下：

- 1) 各处的动力及照明设计；
- 2) 各处构筑物的防雷接地保护设计。

1.7.1.2 供电负荷等级及供电电源

本工程泄水控制闸、连通闸具有泄洪功能，按二级负荷设计。在控制闸室设一个动力配电箱，总功率 47kW，一回路 380V 低压电源从附近虾公塘水厂配电房 1600kVA 变压器低压侧备用回路引取，供电距离约为 450 米。

根据计算，选择常载功率为 100kW/125kVA，自带机载控制屏，备载功率为 110kW/138kVA 的柴油发电机组作为本工程的应急电源。

1.7.1.3 主要电气设备工程量表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
一	电气部分				
1	动力配电箱	IP54, 304不锈钢外壳, 带双电源转换开关	个	2	
2	电表箱	满足供电局要求	个	1	
3	闸门控制箱	IP65, 304不锈钢外壳, 带PLC模块, 可实现设施内部工艺设备自动控制,	个	4	厂家配套提供

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
		对外提供以太网接口			
4	格栅控制箱	IP65, 304不锈钢外壳, 带PLC模块, 可实现设施内部工艺设备自动控制, 对外提供以太网接口	个	1	厂家配套提供
5	流量计仪表箱	IP54, 304不锈钢外壳	个	1	
6	电力电缆	ZC-YJV-0.6/1kV-4X120+1X70	米	1350	
7	电力电缆	ZC-YJV-0.6/1kV-5X6	米	60	
8	电力电缆	YCW-0.45/0.75kV-4X4	米	50	
9	控制电缆	ZC-KVV-0.45/0.75kV-7X1.5	米	50	
10	热镀锌钢管	SC150	米	1350	
11	热镀锌钢管	SC50	米	1450	
12	热镀锌钢管	SC32	米	100	
13	低压电缆井	参考图集07SD101-8, P120页	座	18	
14	排水管	PVC100	米	180	
15	电缆标示牌	20m/个	项	1	
16	破复绿化带	开挖截面: 0.8m×0.9m	m2	972	
17	土方开挖及回填	开挖截面: 0.8m×0.9m	m3	850	
18	照明	130m ²	项	1	
19	防雷接地	130m ²	项	1	
20	台架		项	1	
21	混凝土基础	C25	m3	1.5	
22	安装材料	膨胀螺栓、垫圈、螺母、角钢支架等	项	1	
23	防火封堵及防腐材料		项	1	
24	移动式柴油发电机组	常载功率为100kW/125kVA, 备载功率为110kW/138kVA, 自带机载控制屏	台	1	
二	自动化部分				
1	摄像头	网络摄像头, 不低于500万像素	台	4	
2	光缆	24芯单模铠装光缆	米	950	
3	光纤收发器	百兆光纤收发器, 1光口2电口	台	8	
4	交换机	千兆光端机, 1光口24电口	台	2	
5	VPN专线	租赁运营商的VPN专线, 包含3年租赁费(监控、视频各1套)	套	2	

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
6	隔离网闸	平均无故障时间(MTBF): ≥50000小时(100%负荷), 延时: 小于5毫秒; 实现安全隔离、实时信息交换、协议分析、内容检测、访问控制、安全决策。	套	4	

1.7.2 金属结构

根据工程总体布置方案, 为恢复虾公岩水库供水功能, 保障虾公岩水库水质, 拟在虾公岩水库内建设隔离坝, 将水库分为上库和下库, 将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内, 保障下库的水质安全。隔离标准为 50 年一遇。虾公岩水库水质保障工程金属结构主要包括: 新建放空闸工作闸门及其启闭机设备; 新建泄水控制闸工作闸门、检修闸门及其启闭设备; 新建连通闸工作闸门、检修闸门及其启闭设备。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014) 要求, 本工程金属结构设备合理使用年限按照 30 年设计。

主要金属设备汇总如下:

序号	项目名称	设备型号规格	单位	数量	单重 t	总重 t	备注
一	放空闸部分						
1	工作闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 1.5×1.5m	套	1	2	2	Q355B
2	工作闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	6	6	
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-250KN-15m	套	1			
4	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	2	0.08	0.16	Q355B
5	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	20			
二	泄水控制闸部分						
1	工作闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 3.0×3.0m	套	1	5	5	Q355B
2	工作闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	8	8	
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-400KN-10m	套	1			
4	检修闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 3.0×3.0m	套	1	5	5	Q355B
5	检修闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	8	8	

序号	项目名称	设备型号规格	单位	数量	单重 t	总重 t	备注
6	检修闸门 启闭设备	QPQ-400KN-10m	套	1			
7	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	4	0.08	0.32	Q355B
8	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	100			
三	连通闸部分						
1	工作闸门	露顶式平面滑块钢闸门 5.0×2.5m	套	2	8	16	Q355B
2	工作闸门门槽		套	2	4	8	Q355B
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-2×160KN-8m	套	2			
4	检修闸门	露顶式平面叠梁闸门5.0×2.5m	套	1	8	8	Q355B
5	检修闸门门槽		套	2	4	8	Q355B
6	检修闸门 启闭设备	电动葫芦100KN-8m	套	1			配小车
7	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	8	0.08	0.64	Q355B
8	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	200			

1.8 施工组织设计

1.8.1 施工条件

1.8.1.1 对外交通条件

虾公岩水库位于东莞市塘厦镇虾公岩水上游，属于已建水库，水库周边交通便利，附近有林坪路、四黎中路、科坪一路及蛟坪大道等，对外交通较为便利。仅需新建环库路及场内临时施工道路。

1.8.1.2 水文气象条件

虾公岩水库流域属亚热带季风气候区，长夏无冬，日照充足，雨量充沛，温差变幅小，季风明显。工程位于东莞市塘厦镇，东莞市气象站位于南城区板岭绿色世界，距塘厦镇中心约37.9km。

1.8.1.3 水电供应及可提供修配加工条件

(1) 水电供应

工程位于塘厦镇建成区周边，可就近接驳市政供水或利用罐车外购水源，临时用电可利用现状虾公岩水库管理所或虾公岩水厂接驳，同时自备发电机组，以应急保障各方面用电需要。

(2) 修配加工条件

金属结构（闸门、埋件、钢管等）制作充分利用相关厂家或施工企业基地设施，现场仅设必要的堆放和安装场地。汽车及机械大、中修配首选市区专业修配厂，工地仅设置小型的修配加工厂。

1.8.2 料场的开采与选择

1.8.2.1 填筑料需求

本工程天然建筑材料填筑料包括土料、块石料、砂及碎石料。填筑量较大的工程主要为生态隔离工程、围堰工程。

本工程土方填筑量合计21.2万m³（自然方，下同），主要包含隔离坝填筑土方13.37万m³，钢板桩围堰填筑土方5.23万m³，钢板桩围堰填筑土方采用库区水面以上库区开挖，隔离坝填筑土方主要采用外购土方，围堰拆除及剩余土方外弃。

本工程块石填筑量合计6.2万m³，块石料用于坝体排水棱体。

1.8.2.2 料源情况

上库内存在岛型区域，本工程拟从库内岛型区域取土，选择常水位以上区域开挖作为项目建设初期围堰等土料填筑来源。

1.8.2.3 料场开采

本工程库区周边存在大量林地及坟地，存在占林及坟墓迁移等问题，协调较为困难，暂不设置取土场。

1.8.3 施工导截流

1.8.3.1 导流及度汛洪水标准

虾公岩水库总库容为1164.3万m³，属中型水库，水库枢纽工程等别为III等，永久性主要建筑物为3级，永久性次要建筑物为4级，虾公岩水库现状设计洪水标准为100年一遇，校核洪水

标准为 1000 年一遇。根据《水利水电施工导流设计规范》（SL623-2013），导流建筑物为 5 级，采用土石围堰，设计洪水标准重现期为 10~5 年一遇。根据本工程规模以及施强度、难度，选择导流洪水标准为枯水期 5 年一遇。

1.8.3.2 导流方式

根据坝址地形地质条件和河流水文特征，本阶段拟采用坝枢全段围堰断流，枯水期不设下泄通道，汛期利用临时隔离坝挡水，新建转输通道及现状溢洪道临时导流。

1.8.3.3 围堰设计

围堰型式为不过水土石围堰，堰顶高程及安全加高按《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017），本工程围堰为 V 级，对于土石围堰安全加高为 0.5m，围堰采用双排钢板桩围堰，围堰宽度 8.0m，钢板桩间采用回填土填筑，顶部铺设 0.5m 厚毛渣，钢板桩围堰纵向采用 [28b 槽钢纵向加固，钢板桩间两道 φ32 拉结筋连接，拉结筋纵向间距 2.0m，横向间距 1.6m 布置。在下库内时，围堰内侧采用防渗土工膜包覆。

1.8.4 施工总进度

施工进度安排时必须结合现场的自然条件、单位工程在施工程序和空间布置上的逻辑关系，保证工程施工的均衡连续性、合理调配施工机具和劳动力，以及业主对工期的初步要求，同时，对于有导流要求的项目，需要在导流通道完成后方可施工。

施工进度安排时必须结合现场的自然条件、单位工程在施工程序和空间布置上的逻辑关系，保证工程施工的均衡连续性、合理调配施工机具和劳动力，以及业主对工期的初步要求。根据业主对本工程建设的要求，结合工程规模、水文特点及施工条件，本工程计划安排施工总工期 12 个月，即从第一年 11 月份初工程准备，至第二年 10 月份底工程结束。

1.9 建设征地与移民安置

1.9.1 概述

虾公岩水库水质保障工程可行性研究阶段前期工作，建设内容包括物理隔离、分库、排洪设

施等。通过在水库水域内筑坝，将虾公岩水库分隔为上下库，将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内，保障下库的水质安全；通过建设上库至水库下游的泄洪通道，确保 50 年一遇及以下洪水标准工况下，上库的来水不进入下库。

(1) 隔离坝工程：新建隔离坝主坝 1 座，副坝 4 座；

(2) 转输通道：新建转输通道 495m，其中 DN2600 顶管 350m，3m×2m 箱涵 145m，顶管工作井、接收井 4 座。

1.9.2 实物调查成果

a) 建设征地面积

根据调查结果，本次建设征地总面积 165.59 亩，其中永久征地 92.89 亩，临时用地 72.7 亩。

永久征地 92.89 亩中，包含：水域 90.62 亩，林地 2.27 亩。

临时用地 72.7 亩中，包含：水域 19.2 亩，林地 53.5 亩。

b) 专业项目

工程建设征地涉及专业项目设施主要包括：监控、污水管、供电设施、通信线路及设施、燃气管道、路灯等，本工程暂不涉及。

表 1.9-1 建设征土地实物指标表

序号	行政区域	占地类型	地类	面积（亩）
1	塘厦镇	永久征地	水域	90.62
2			林地	2.27
3		临时征地	水域	19.2
4			林地	53.5

1.9.3 建设征地移民补偿投资估算

根据计算，本项目建设征地移民总投资 166.94 万元。

1.10 环境影响评价

1.10.1 环境保护目标及环境敏感点

1) 水环境

保护对象：虾公岩水库上库及虾公岩河道。

环境敏感点：虾公岩水库。

保护目标：水库水质指标不劣于现状水质，不影响下游虾公岩河道水质。下游河道水质指标不劣于现状水质，不影响其水环境达标。

保护要求：做好施工废污水的水污染防治工作，减缓工程施工对水环境的不利影响，防止施工期废污水排放对水库水质的污染。减少运行期虾公岩水库上库泄水可能对下游河道产生的不利影响。根据《中华人民共和国水污染防治法》，禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内不设置施工临时区和施工三场，禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。

2) 大气环境

保护对象：施工场地、施工沿线 200m 范围内村庄、居民区、办公地等。

环境敏感点：主要包括大坪村、田心村等。

保护目标：环境空气符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，施工期大气污染物排放符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。

保护要求：施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的废气影响减缓措施。此外本项目区涉及饮用水源保护区，需加强施工废弃和扬尘对水源区的保护。通过施工场地加设围挡，洒水降尘，土方运输车辆密封等措施，减少产尘量。施工区和周围大气敏感保护目标的空气环境质量不因工程施工造成环境空气质量下降。

3) 声环境

保护对象：施工场地、施工沿线 200m 范围内村庄居民区、办公地等。

环境敏感点：主要包括大坪村、田心村等。

保护目标：施工期间场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的相关规定，声环境敏感目标满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2、4a 类标准。

保护要求：本项目施工区部分经过居民区，施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的的噪声影响减缓措施。通过合理布置运输路线、加设隔声设施、合理作业等措施减小施工噪声对声环境敏感点的影响，不因工程施工噪音造成居民投诉。

4) 生态环境

(1) 陆生生态

保护对象：工程所在区域陆生生态系统。

敏感点：虾公岩水库。

保护目标：工程所在区域陆生生态系统的完整性。

保护要求：保护项目区周边的陆生生物不因施工而显著减少，保护绿化面积。

(2) 水生生态

保护对象：工程所在区域水生生态系统。

敏感点：虾公岩水库。

保护目标：工程所在区域水生生态系统的完整性。

保护要求：尽量减少对水库生态性的影响，特别是要减小施工对水库水生态的影响，要求项目施工后水库生态得到及时恢复和改善。

1.10.2 环境影响评价结论

通过对水库工程区环境现状的调查及工程建设的环境影响预测评价，综合分析认为，工程建设不涉及环境敏感区等环境制约因素，工程建设不利影响主要表现在大气、水库淹没影响、水生生态影响、施工“三废一噪”和水土流失的影响。在采取相应环境保护措施后，各种不利影响均可得到一定程度的减免。因此从环境保护角度初步评价认为，工程建设是可行的。

1.10.3 环境保护投资估算

根据计算，本项目环境保护总投资为 85.45 万元。

1.11 水土保持

1.11.1 水土流失防治责任范围

生产建设项目的水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时用地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。

本工程水土流失防治责任范围与主体工程征地面积一致。本工程占地总面积为 8.97ha。本工程的水土流失防治责任范围即为占地面积 8.97ha。

1.11.2 水土保持总体布局

根据工程建设的水土流失特点、危害程度和防治目标，统筹布局水土保持措施，形成完整的水土流失防治体系，各区水土保持措施布置如下：

1) 主体工程区

施工前，对占用林草等植被区域剥离表土，表土集中堆放在临时堆场区，并采取措施防护。

施工过程中，施工场地裸露区域采用彩条布苫盖。基坑施工围堰内布设基坑排水沟、集水坑，基坑积水采用水泵抽排。

施工后期，绿化区域回填表土，采用草皮复绿，截水渠、清水渠沿线栽植绿植。

2) 临时堆场区

堆土前，占用林草等植被区域采用彩条布铺垫，以保护表土资源。堆土周边布设临时拦挡措施。

堆土过程中，堆土周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。堆土表面采用彩条布苫盖。

施工结束后，对占用林草等植被区域场地平整。占用草地区域，撒播草籽绿化。其他区域恢复原地貌。

3) 施工临时道路区

施工前，占用区域剥离表土，表土集中堆放在临时堆场区，并采取措施防护。

施工过程中，根据现场施工情况，沿施工临时道路一侧布设临时排水沟，排水沟与周边沟渠衔接处布设沉沙池。

施工结束后，对占用区域场地平整，回填表土。占用林草等植被区域考虑植被恢复措施恢复原地貌。

4) 施工营区

施工前，占用草地区域剥离表土，表土堆放在临时堆场区并采取措施防护。

施工过程中，场地周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。

施工结束后，对占用草地区域场地平整，回填表土，撒播草籽绿化。

1.11.3 水土保持投资估算

根据计算，本项目水土保持总投资为 139.48 万元。

1.12 劳动安全与工业卫生

本工程劳动安全与工业卫生设计，遵照国家的法律、法规和相关的规范、标准，贯彻执行“安全第一，预防为主”的安全方针，保障劳动者在劳动过程中的安全与健康，为建设项目的施工、监理、运行提供科学依据，推动工程项目安全程度的提高。

1.13 节能评价

本工程设计严格按照国家及水利工程行业标准进行设计，并从工程枢纽布置比选优化、采用先进的节能型设备和材料、提出最有利于施工建设的方案、制定合理的管理措施入手，尽可能的少占地、充分地利用当地的自然资源和自然条件、选择高效率的设备、考虑水资源的充分利用，节能设计贯穿于整个水库工程的设计中，充分考虑节能降耗的重要性。设计依据合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、设备选择、施工组织设计等方面均已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。

1.14 工程管理

1.14.1 工程管理体制

(1) 管理性质

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司是本项目建设期的项目法人单位，其下资产属于东莞市政府。工程建成后交由虾公岩水库管理处或市水务局直属单位（以市政府最终批示为准）管理。管理单位具体职责是负责隔离坝、上库、连通闸、控泄闸、转输顶管等的巡回检查、维护保养、清淤疏浚、调度运用，以保证工程的正常运行。

(2) 管理体制

为了加强工程管理，确保工程安全和功能，按照“统一管理、分级负责、健全机构、落实资金”及“谁受益，谁负责”的原则，本工程完工后，即移交水库管理处或市水务局直属单位（以市

政府最终批示为准)进行管理。

本着管理机构设置要加强管理、健全责任制、提高效率、精简机构的原则,东莞市虾公岩水库水质保障工程建成后,管理单位具体职责是负责隔离坝、上库、连通闸、控泄闸、转输顶管等的巡回检查、日常保洁、维修养护、清淤疏浚、调度运用,以保证工程的正常运行。

本阶段综合考虑项目特性及提升科学管理的自动化水平,按“管养分离”的原则,计算本工程的管养人员,初步拟定管理及运行养护人员6人,其中管理人员2人,运行养护人员4人,行政管理人员等可兼管兼职。

1.14.2 工程管理范围和保护范围

依据《水库工程管理设计规范》(SL106-2017)工程管理范围包括连通闸、控泄闸、转输顶管、巡库路等设施、观测设施等各类建筑物周围。

1.14.2.1 工程管理范围

1) 隔离坝管理范围:

本项目工程等别为中型,根据和《广东省水利工程管理条例》,主、副坝坝脚线外100m为隔离坝管理范围。

2) 水闸管理范围:

本项目工程等别为中型,根据《水闸设计规范》(SL265-2016)和《广东省水利工程管理条例》,水闸管理范围包括上游连接段、闸室泵房段、下游连接段和两岸连接建筑物等主体工程覆盖范围,主体工程覆盖范围以外管理范围为上、下游边界以外50米,两侧宽度30米。

1.14.2.2 工程保护范围

为防止临近水工建筑物一定范围内从事爆破或水下构筑物工程危及水工建筑物安全,在工程管理范围边界线以外划定工程保护范围。根据《广东省水利工程管理条例》及相关法律法规,本工程保护范围:隔离坝、水闸管理范围线外延50m。在此范围内,禁止从事开挖土方、打井、爆破等危及工程安全的活动。

1.14.3 管理设施和设备

按照《水库工程管理设计规范》,水库管理设施包括水文观测和建筑物观测设施及其自动化系统、水库通讯设施、交通道路、工程维修养护设施和防洪设施、供水设施、水质监测设施、管养用房和文化福利设施、车辆、船只等。

虾公岩水库为重要的中型水库,应按照水利部《水文自动测报系统规范》编制雨、水情自动测报及调度系统规划设计。在库内设水位、雨量测报点。并建立与主管部门和防汛指挥部门以及相关政府部门的通信网络设施。可根据实际情况,先易后难,先安排必须的设施,然后逐步完善各种先进科技设施,建立全流域雨情、水情自动测报系统和连接各建筑物的计算机自动监控系统与调度系统,进行科学管理、提高经济效益。

1.14.4 运行管理经费

为了建立规范的资金投入、使用、管理机制,最大限度地发挥工程的社会效益环境和经济效益,必须明确工程运行管理经费来源。

虾公岩水库水质保障工程管理性质为公益性,生产管理人员的工资及福利费、其它费由财政全额拨款,材料和燃料动力费、维护费等基本支出由东莞市财政负担,工程日常维修养护经费在水利工程维修养护岁修资金列支,工程更新的改造费用纳入基本建设投资计划,由市级财政在非经营性资金中安排。

本工程运行管理费主要包括管理员工资福利、工程维护费、管理费、其他费用等。在本设计阶段,结合工程运行的实际情况,根据经济评价章节可知,本项目年运行费用357.79万元。

1.15 工程信息化

1.15.1 建设目标及任务

1.15.1.1 建设目标

为充分利用信息技术赋能水库监督管理,有效促进水库监督管理提升转型,以“全部数据上平台、全部业务在平台、所有对象全监测、整个流程全监控、各个环节全记录,安全风险全管理

（六全）”为目标，实现水库管理可知、可视、可控、可预测；全面提升水库管理工作效率、辅助决策能力和公共服务水平。

（1）可知：通过建设水库感知设备，构建起水库监测感知一张网，统一采集、传输、处理物联感知数据，为智慧分析与智能应用提供完善的、准确的基础数据支撑。

（2）可视：将水库各项业务数据与 BIM+GIS 应用结合起来，通过一张图全面地反映水库各类业务信息，真正实现水库业务信息与水库一张图的一体化联动监视展示，为水库运行管理和指挥决策提供依据。

（3）可控：将水库监控中心作为水库的集中控制地，各类信息通过分析、计算、展示后第一时间处置，建立水库一本账与调度控制流程，确保分拨事件、督办任务上令下达，巡检事件下情上承。

（4）可预测：通过洪水预报、防洪调度、大坝安全监测、水质评价等水利专业模型，依托智能算法，对水情、工情、水质等进行智能分析预测，实现集指挥决策、综合管理于一体的智慧管理体系，为水库日常运行管理、应急管理等业务提供信息化支撑，全面提升水库的业务管理水平。

1.15.1.2 建设任务

（1）补充完善感知体系

初步建成覆盖空天地全水域的一体化感知体系，包括水雨情、水质、大坝安全、视频等，实现水库全天候的监测、监视、监控。

（2）配套支撑设施

配套水库管理房内基本设施，包括服务器、视频管理平台、网络信息安全、大屏显示等相关设备，实现水库本地信息的监视、监控、显示等需求，增设安全设备，满足数据交互、一体化显示、存储和网络信息安全保障的需求。

（3）水库综合管理平台

构建虾公岩水库综合管理平台，实现水库信息总览、日常管理、安全管理、调度管理、综合管理等功能。

1.15.2 总体设计

1.15.2.1 总体架构

按照信息系统微服务架构的建设思路，采用先进的、科学的信息技术，搭建“四横两纵”的系统总体框架，尽可能地避免未来的重复建设，为系统开发建设打下坚实的基础。

信息系统逻辑构成从层次上从下往上包括物联感知，基础设施，应用支撑，应用系统等构成。纵贯各层次和功能的规范标准体系和信息安全体系两部分。

1.15.2.2 网络架构

信息化网络共 4 类，即水务物联网、政务外网、视频专网和控制专网。

（1）政务外网

政务外网是东莞市党政机关非涉密工作业务专网，与互联网逻辑隔离。虾公岩水库水务业务/政务应用、智能感知等系统应用由政务外网进行承接，满足水务各类采集、数据、应用等的接入和访问。

（2）控制专网

控制专网是连接水库内闸门、泵组、阀门等远程控制设备的专网，采用自建光缆的方式构建。

（3）视频专网

视频专网在库区采用自建光纤的形式组成，专门用于支撑视频图像服务和汇接各层级的视频图像信息系统的网络。

（4）水务物联网

水务物联网原则上统一使用政务外网出口，该网通过政务外网的专用出口实现与政务外网内的业务系统、用户终端信息互访。

1.16 投资估算

本工程总投资共 25052.88 万元。工程部分投资 24315.11 万元，其中建筑工程 15565.95 万元，机电设备及安装工程 1150.49 万元，金属结构设备及安装工程 181.05 万元，施工临时工程 2342.36

万元，独立费用 3274.13 万元，基本预备费 1801.12 万元。建设征地移民补偿静态投资 166.94 万元，水土保持工程静态投资 139.48 万元，环境保护工程静态投资 85.45 万元。建设期利息 345.90 万元。

1.17 经济评价

由国民经济评价成果知：本工程经济内部收益率 17.25%，大于 8%；经济净现值 45305 万元，大于 0；效益费用比 2.83 大于 1。经济各主要经济指标均均满足国家基本要求，经济评价可行。

1.18 社会稳定风险分析

根据业主委托第三方公司编制的《虾公岩水库水质保障工程社会稳定风险分析报告》的结论：

本项目合法、技术合理可行。主要风险在于项目政策规划和审批程序、土地房屋征收方案、技术经济方案、生态环境影响、项目建设管理、劳动卫生和安全和社会舆情等方面。针对以上风险因素，采取有效的风险防范措施，可将项目的社会风险降低到最小。综合分析，经过采取措施后的预期风险等级为低风险。

1.19 海绵城市

本工程可细分为生态隔离工程以及控泄转输工程等 2 项子工程，均属《东莞市海绵城市建设管控豁免清单（2023 年版）》中的豁免类项目，根据《东莞市建设项目海绵城市设计专篇文件编制及审查要点》（2022.07），本工程在项目设计、报建、图纸审查、验收等环节对海绵城市建设管控指标不作强制性要求，由建设单位根据项目特点因地制宜落实海绵城市设施。

1.20 结论与建议

1.20.1 主要结论

（1）本工程建设主要目的是通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上

库集雨范围（建成区）内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。同时提供优质的水源库区保障塘厦镇在东深供水 15 天检修期的用水需求。因此项目建设是必要且紧迫的。

（2）本项目按照 50 年一遇标准，经过 2 个总体方案思路的比选，最终确定“清污混流”的方案。项目主要建设内容包括隔离坝填筑、泄洪闸及转输通道顶管等。

（3）本工程总投资共 25052.88 万元。工程部分投资 24315.11 万元，其中建筑工程 15565.95 万元，机电设备及安装工程 1150.49 万元，金属结构设备及安装工程 181.05 万元，施工临时工程 2342.36 万元，独立费用 3274.13 万元，基本预备费 1801.12 万元。

（4）由国民经济评价成果知：本工程经济内部收益率 17.25%，大于 8%；经济净现值 45305 万元，大于 0；效益费用比 2.83 大于 1。经济各主要经济指标均均满足国家基本要求，经济评价可行。

1.20.2 主要建议

（1）项目建成后，上库作为独立的库区，无外水交换，加上游建成区面源污染汇入。易加剧上库水质恶化，建议尽快启动上库水质保障方案研究，保障上库水质稳定。

（2）根据项目总体方案思路，建议相关主管部门同步开展上库流域范围建成区雨污分流达标工作，减少漏排污水入库的情况，进一步保护水库水质。

（3）工程库区毗邻现状居民区以及高尔夫球场，处于较为敏感的公共商业休闲片区，周边生活、休闲、购物、工作群众人口素质高、维权意识强，建议应充分做好项目的宣传、调查、访谈等社会民意摸底工作，以摸清周边群众对项目实施方案的意见、建议和支持满意度，以及对项目建设过程中环境影响的意见，为项目科学决策、降低社会稳定风险提供支撑。提前做好社会舆情风险控制措施。

（4）由于上库调蓄转输洪水的承泄通道为下游虾公岩水老河道，现状该河道为自然岸坡，无护砌结构，为更好发挥本项目的工程效益，并降低本项目运行期泄洪对老河道岸坡的冲刷影响，建议相关水务主管部门按照 50 年一遇防洪标准同步启动老河道综合治理工程。同步老河道下游出口箱涵卡口段按照满足 33m³/s 的过流能力进行扩宽。

(5) 现状旧排洪道末端毗邻虾公岩水库主坝坝脚，坝脚排水棱体低于河道设计洪水位，易引起坝体排水不畅，对水库大坝渗流稳定造成影响。虾公岩水库水质保障工程实施后，现状旧排洪道除了承泄四黎路排水箱涵转输流量以外，尚需承泄本项目转输流量，将加大旧排洪道排水压力，进一步影响大坝渗流稳定。建议相关水务主管部门在启动旧排洪道整治项目的同时，同步考虑大坝坝脚挡水措施，以保护主坝坝体安全。

(6) 根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》，虾公岩水库大坝安全性综合评价为二类坝，建议对水库进行除险加固。由于本项目工程资金有限，无法实施该内容，建议相关水务主管部门同步启动水库出现加固工程，以确保整体系统的完整性。

(7) 根据本项目工程目标可知，通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上库集雨范围（建成区）内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。为保证后续水库水源地保护区划定方案的可行，建议相关部门同步启动虾公岩水库水源保护区划定可行性研究方案的编制工作。

(8) 分库后，下库水体主要用于供水，建议后续除了结合地表水水质标准的基本 24 项指标进行长期监测以外，宜加强对 TOC 以及尿素的监测，根据《生活饮用水卫生标准 GB5749-2022》，用于生活饮用的水体，TOC 含量应控制在 5mg/L 以内，参照《公共场所卫生指标及限值要求》（GB 37488-2019），尿素含量应控制在 3.5mg/L 以内。

(9) 根据部分下游用水企业反馈，要求供水水体总有机碳含量低于 1.2mg/l，尿素含量低于 0.01mg/L。针对总有机碳含量，建议可通过投加粉末活性炭来去除，根据 2025 年东深检修期处理经验，原水水体总有机碳含量为 1.77mg/l，经虾公岩水厂处理后，出厂水总有机碳含量为 1.15mg/l，可满足达到水质要求。对于尿素含量，考虑到需通过反渗透工艺去除，工艺投入较大，因此建议塘厦镇人民政府对存在居民小区、零散民宅与工棚、库区管理楼、公园公厕、工厂、钓鱼场、菜地、果场、苗木园、农庄、家禽养殖场、沉香林及建筑机械的维修与租赁等进行治理或进行截污。

(9) 根据各取样点底泥的各项检测数据，除氮、磷及有机质含量较高外，其他污染物检测数据均未超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》土壤污染风险筛选值和管制值。底泥呈“黑色、微臭、半流动”状态，含水量极高（85.4%~376.0%），且大部分点位以细颗粒（<0.25mm）为主，这种高含水、松散、细颗粒的物理性状，使得底泥在扰动下极易再悬浮，导

致其中富集的污染物大规模释放至上覆水体。建议相关部门同步开展水库水环境清淤工程措施，结合市水务集团相关部门意见，参考《深圳市长岭陂水库综合治理工程初步设计》（深圳市水务规划设计院股份有限公司，2023.12），对于低~中度污染底泥，水环境清淤厚度建议可按照 40~60cm 进行清淤考虑。另外，建议相关部门委托第三方机构对水环境清淤进行专题研究，编制《虾公岩水库污染底泥评价专题报告》，并结合相关专题研究进行清淤工程必要性、经济性以及合理性分析，为水环境清淤提供工程措施依据。

1.21 高程说明

除特殊注明外，本报告采用的高程系统为 1985 国家高程基准。

2 水文

2.1 流域概况

2.1.1 自然地理概况

石马河是东江的一级支流，发源于深圳宝安大脑壳山，流经深圳观澜镇称为观澜水，在东莞塘厦镇和雁田水会合后始称石马河，沿途流经东莞市的凤岗、塘厦、樟木头、清溪、谢岗、常平、桥头七镇，至桥头镇汇入东江。石马河河流全长 73.5km，河床平均坡降为 0.61‰，水浅滩多流速急湍，总落差 70m。集雨面积 1249km²（含潼湖流域 494km²），其中东莞境内集雨面积 601km²（潼湖流域占 110.4km²），干流河长 58km；惠州境内集雨面积 383.6km²（全部在潼湖流域）；深圳境内集雨面积 264.4km²。

虾公岩水源于雷公山和大屏障下，在虾公岩水库蓄水后，经鲤鱼嘴、燕山围等地的公路桥，过田心围、溪头公路桥后，在溪头村东注入观澜河，河长 3.74km。总集雨面积 34.43km²，塘厦镇境内集雨面积 19.7km²。

本次工程虾公岩水库位于东莞市塘厦镇大坪社区，属于石马河流域，位于石马河上游观澜水的支流虾公水上游，虾公岩水库集水面积 15.70km²，干流河长 6.16km，干流坡降 5.88‰。

流域内地形西南高，东北低，属低山丘陵地貌，高程在 348.4m~29.90m，主峰大屏障山顶高程 348.40m。域内树林覆盖率高，大部为茂密的灌木和杂草，植被良好。

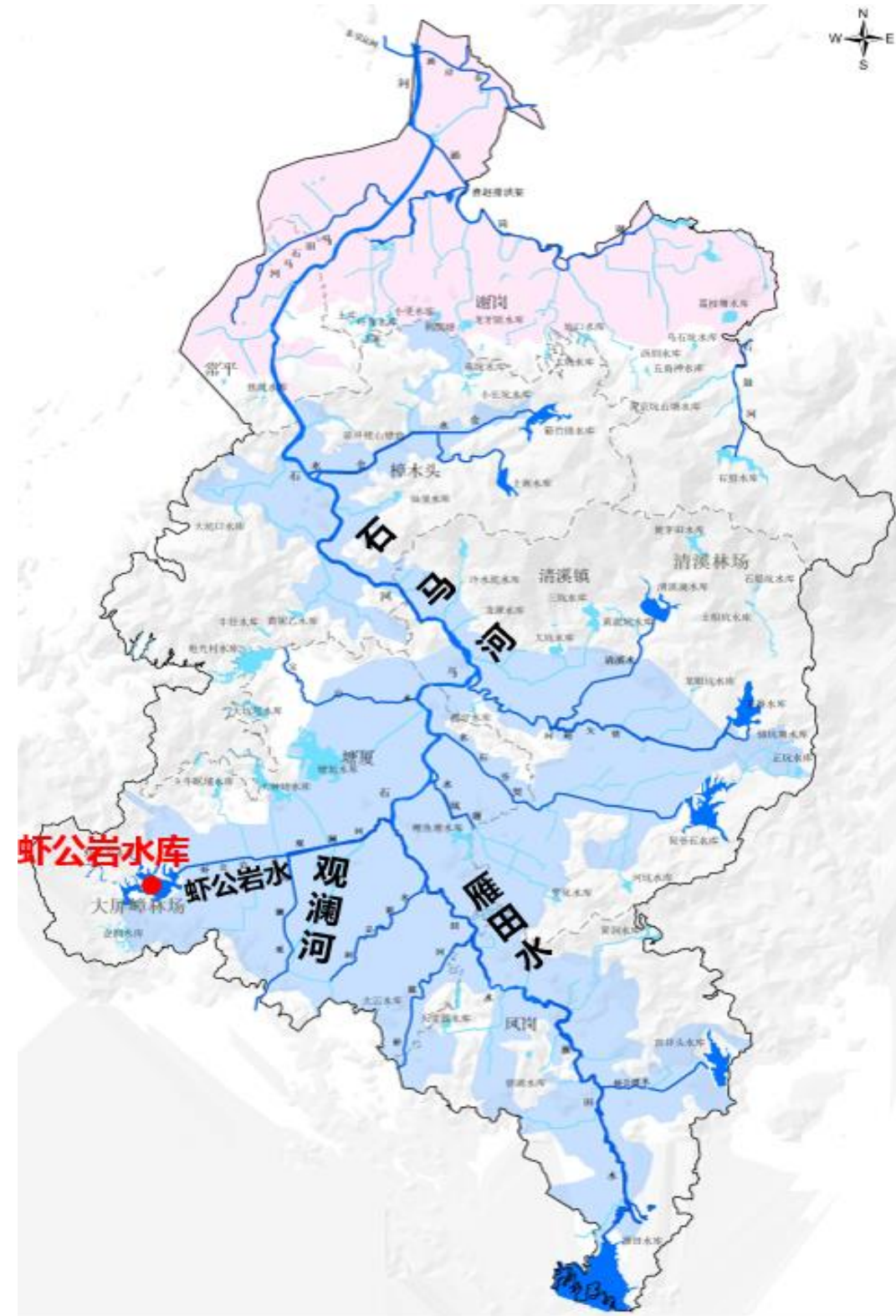


图 2.1-1 石马河流域水系图

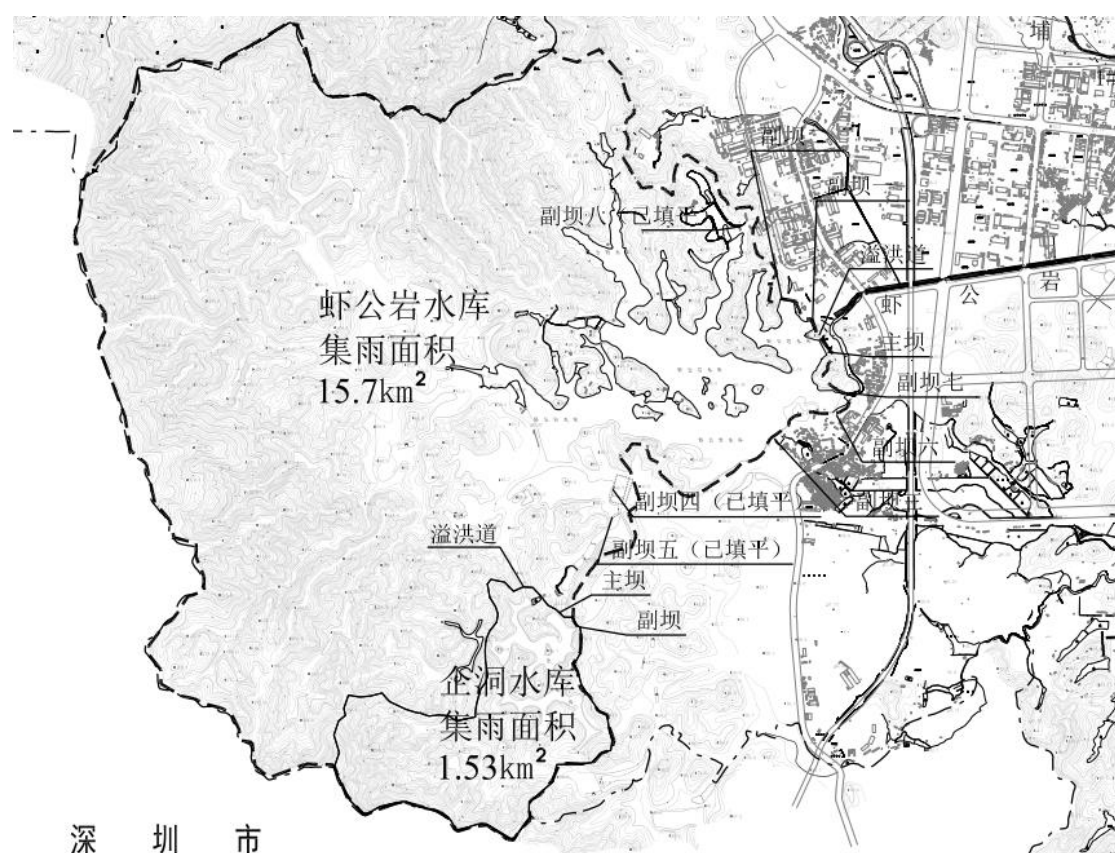


图 2.1-2 虾公岩水库流域图

2.1.2 相关水利水电工程

(1) 虾公岩水库

虾公岩水库位于塘厦镇大坪社区，在镇境内的西南方，集雨面积 15.7km²。水库于 1957 年 10 月动工，1958 年 4 月竣工，属中型水库。水库按 100 年一遇洪水水位设计，1000 年一遇洪水水位校核，总库容 1164.3 万 m³，正常蓄水位 44.00m，相应库容 920.73 万 m³。目前虾公岩水库功能主要为防洪、供水、调蓄。

水库枢纽工程主要包括土坝、溢洪道和输水涵管三部分。水库建成时大坝包括主坝 1 座，副坝 8 座，均为均质土石坝。由于二十世纪末塘厦镇地区开发以及城市建设需要，副坝四、副坝五及副坝八的背水侧地面被填至高程与坝顶平齐，大坝背水坡已不存在。

水库主坝位于库区东部，副坝一和溢洪道南侧。主坝坝型为均质土坝，2007 年坝体进行劈裂灌浆防渗处理。坝顶长度为 100m，宽度为 8.7m，最大坝高 21m，坝顶高程为 45.83m~45.89m，

现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.8m，墙厚 0.65m，墙顶高程为 46.61m。主坝迎水坡为混凝土护面，坡比为 1:3。背水坡为草皮护坡，坡比为 1:3，在高程 38.26m 处有一级马道，宽 3m。

虾公岩水库现状的溢洪道位于水库东部，主坝与副坝一之间，管理楼旁。溢洪道进水口底板为混凝土底板，高程为 41.02m~40.96m，两侧翼墙为混凝土重力式挡墙，墙高 5m，墙顶高程为 46.00m，进水口宽度为 47.8m~26.8m，长度 10m。溢洪道闸室为一座 2 层建筑物，总长度 37.22m，总宽度 4.5m，启闭机层高程 52.00m，检修层 46.00m，流道层 41.50m。虾公岩水库溢洪道为开敞式正槽溢洪道，控制段采用 3 孔平面钢闸门，每孔净宽 8m，总净宽 24m，堰顶高程 41.50m，控制段总长度 20m，最大泄洪量为 335m³/s，配备 3 台手电两用卷扬式启闭机，型号为 QPQ-2X16t。控制段闸室下游为通向主坝的交通桥，交通桥长度为 27m，宽度为 10m，桥面高程为 46.10m。溢洪道下游出水口为混凝土泄槽，坡比为 1:4，宽度 26.8m，总长度 82m。两岸侧墙为钢筋混凝土悬臂式挡墙，墙高 2.1m~4.5m。泄槽顶高程 41.50m，泄槽底部消力池设计底高程 26.00m。

虾公岩水库的输水涵管位于库区东南部，布置于副坝六右坝段，坝内埋管采用钢筋混凝土管，进口控制采用塔式结构，启闭设备采用手/电放水闸启闭机，钢筋混凝土管，管径 0.8m，长度 68m，最大泄水流量 3.528m³/s。输水涵旁为水厂新建的供水钢管，供水钢管在迎水坡约高程 41.6m 穿坝通往背水侧。



图 2.1-3 虾公岩水库枢纽布置示意图



图 2.1-4 虾公岩水库大坝



图 2.1-5 虾公岩水库溢洪道

(2) 企洞水库

企洞水库位于东莞市塘厦镇大坪社区，为虾公岩水库的上游梯级水库。水库建于 1971 年 11 月，原是一座具有防洪、灌溉等综合效益的小（2）型水库，随着社会经济发展，水库功能发生了很大的变化，现状已基本无农田灌溉任务，现已成为塘厦镇供水备用水源。因此，现状企洞水库是一座以防洪为主，兼有备用水源功能的综合水库。

水库枢纽工程主要包括大坝、溢洪道和输水涵管三部分。大坝包括主坝、副坝各一座，现因万科棠樾小区开发建设，主坝背水坡进行大量填高，坝顶改造成小区基础设施；副坝下游坝坡已经大量填高，形成了一处绿化景观坡地，副坝填平后与水库周边的地形融合在一起形成整块土地，现状副坝实际为水库库岸的一部分。

企洞水库主坝为均质土坝，长 98.0m，坝高 11.27m，坝顶高程 55.06m，防浪墙顶高程 55.56m；副坝长 28m，坝顶高程为 56.48m，坝高 8.67m；溢洪道为有闸控制宽顶堰，堰顶高程为 50.74m，堰宽 5.0m；输水涵管为钢筋砼圆形压力管，管径为 0.8m，进口底高程 46.26m。

企洞水库于 2014 年完成了大坝安全评价工作，根据安全鉴定复核，水库防洪标准按 30 年一遇洪水设计、300 年一遇洪水校核。水库设计洪水位为 52.13m，相应库容为 83.5 万 m³；校核洪水位为 52.63m，相应库容为 93.1 万 m³；正常蓄水位为 50.74m，相应库容为 61.5 万 m³；死水位为 46.26m，相应库容为 10.1 万 m³。

2.2 气象

虾公岩水库地处珠江三角洲，属亚热带季风气候区，其特点是气候温和、雨量充沛、日照充足、湿度较大、无霜期长。降雨年内分配不均，主要集中在 4~9 月份，占全年降雨量的 82.1%，而其余半年仅占全年降雨量的 17.9%。从降水量及过程特征分析，造成局部地区洪涝灾害的降水主要为短历时暴雨，其特点是暴雨历时短而强度大。虾公岩水库流域属亚热带季风气候区，长夏无冬，日照充足，雨量充沛，温差变幅小，季风明显。

工程位于东莞市塘厦镇，东莞市气象站位于南城区板岭绿色世界，距塘厦镇中心约 37.9km。以东莞气象站为代表的工程地点各气象特性如下：

(1) 气温：多年平均气温 22.42℃，最热的月份 7 月，最高气温为 38.2℃（1994 年 7 月 12 日），最冷的月份 1 月，最低气温为 0.9℃（1975 年 12 月 16 日）。

(2) 降水：多年平均降水量 1772.2mm（经复核后为 1820.4mm），最大年降水量 2394.90mm（1981 年），最小年降水量 972.20mm（1963 年），24 小时最大雨量 367.80mm（1981 年 7 月 1 日）。

(3) 湿度：水库所在区域，多年平均相对湿度 78%。

(4) 风向风速：水库所在区域风向多为东风，多年平均风速 1.94m/s；最大风速 26m/s；多年平均最大风速 13.0m/s；

(5) 水面蒸发、日照：多年平均水面蒸发量 1602.3mm；日照时数 1961h，最多为 2321h，最小 1507h。多年平均无霜期 335 天。

2.3 水文基本资料

流域内没有设置水文测站，水库设有雨量站，实测洪水资料短缺。本次收集 1964 年~2025 年共 60 年（1964~1988、1990~2003 及 2005~2025）降雨观测资料，系列资料能满足《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）。

经复核，资料按规范整编，具有连续资料系列，雨量站降雨资料多次应用于虾公岩水库及附近流域的工程设计，降雨资料可靠。该站未作位置的调整，实测资料是在一致条件下产生的，所处流域内气候条件及下垫面条件基本稳定，资料未出现明显突变，资料系列具有较好的一致性。本次收集资料序列超 30 年，均值稳定且能反映降雨周期变化，资料具有代表性。

2.4 径流

本工程流域属典型的山区雨源型河流，径流由降水补给，径流特性与降水特性基本一致。降雨量主要集中在 4-9 月，期间雨量占全年雨量的 80%，10 月~次年 3 月，雨量不足全年的 20%。

流域内无实测径流资料，径流的分析计算采用《广东省水文图集》（1991）径流深等值线图，查得流域的多年平均径流深，进而推算出流域不同控制断面在不同保证率下的天然径流量。经查算，流域多年平均年径流深 900mm，年径流统计参数 $C_v=0.38$ 、 $C_s=2C_v$ ，计算得出虾公岩水库多年平均天然径流量为 1413 万 m^3 。

本次收集到邻近流域的五点梅水库相关工程设计资料，根据《五点梅水库物理隔离工程可行性研究报告》，五点梅水库流域面积为 3.5 km^2 ，1956 年至 2016 年多年平均天然径流量为 290.1 万 m^3 ，由于两者流域相近，降雨和下垫面等水文水情类似，根据面积进行比例缩放得到虾公岩水库的多年平均天然径流量为 1301 万 m^3 ，与查图法结果 1413 万 m^3 相差 7.9%，相差较小。

通过比较相近流域实测径流推算与广东省水文图集查算成果可知，两者结果接近，相差在 20% 以内。考虑到《广东省水文图集》（1991）径流深等值线图经省水文局在时空上协调、平衡，是一套具有可靠性、合理性与权威性的暴雨参数成果，也广泛应用于广东省水利工程设计，故本次径流参数采用等值线图查算成果。

表 2.4-1 虾公岩水库天然年径流量表

水库	集雨面积 (km^2)	不同频率设计年径流量(万 m^3)				
		多年平均	P=20%	P=50%	P=75%	P=90%
虾公岩水库	15.7	1413	1837	1342	1013	777

2.5 洪水

2.5.1 暴雨洪水特征

东莞市暴雨具有频次多、强度大、持续时间长的特点。每年 4~6 月为前汛期，以锋面暴雨最多，当冷空气南下遇到偏南暖湿气流时，易引发强降雨或强对流天气，此外，受西南急流影响，也易出现暖区暴雨。其中 5 月 21 日~6 月 20 日降雨集中期称为龙舟水。7~9 月为后汛期，是台风影响盛期，平均每年受台风影响 2~3 次，易出现局部强降雨或台风引起的暴雨。一次暴雨持续时间多在三日以内，以一日为主。从降水量及过程特征分析，造成局部地区洪涝灾害的降水主要为短历时暴雨，其特点是暴雨历时短而强度大。洪水由暴雨形成，洪水出现时间与暴雨出现时间相一致，也大多发生于 4~9 月。

2.5.2 历史洪水

东莞市地处东江下游出海口，受洪、潮、涝影响，洪涝灾害频发。根据统计资料，近 10 年主要洪涝灾害如下：

2016年8月2日至3日，第4号台风“妮妲”正面袭击东莞，全市普降暴雨，局部大暴雨，降雨量超过100mm的镇街有28个，降雨量最大站点沙田虎门港为190.7mm。共造成13个镇街受灾，受灾人口1887人，农作物受灾面积3625亩，造成直接经济损失856.96万元。

2017年，东莞市接连受到两场台风影响。8月25日至28日，受台风“帕卡”影响，茶山、塘厦2个镇受灾，农作物受灾面积260亩，直接经济损失24万元。9月5日，受台风“玛娃”影响，东莞市出现暴雨，8个镇街受灾，受灾人口7060人，农作物受灾面积1733亩，造成总经济损失约110.20万元。

2018年9月15至17日期间，受台风超强台风“山竹”影响，共有15个镇街录得11级或以上阵风，其中有2个镇街录得12级阵风，全市普遍出现暴雨到大暴雨，局部特大暴雨，沿海出现了一次风暴增水过程，泗盛围站于16日18时左右出现了超红色警戒的高潮位。全市有29个镇街受灾，共造成1死2伤，受灾人口4.08万人。全市直接经济损失4.37亿元，其中农作物受灾面积7.14万亩；全市共有18处坝防损坏共914m，决口坝防2处共25m，水利设施直接经济损失1372万元。

2020年5月22日，全市普降暴雨到大暴雨，局部特大暴雨，造成东莞多个镇街出现严重积水和内涝，较为严重的镇街有莞城、东城、南城、大岭山、麻涌、石排、高埗、谢岗8个镇街，全市受灾人口12299人，因灾死亡1人，农业作物受灾面积1031.6公顷，莞城、南城等7个镇街共38个地下车库被浸，全市共出现113个内涝积水点和8处小型地质滑坡，直接经济损失8313.6万元。

2021年，受切变线影响，5月31日全市普降暴雨到大暴雨，全市受灾人口1163人，紧急转移安置人口169人，农业作物受灾面积26.8亩、成灾8.5亩、绝收3.9亩，农业损失3.54万元，涉水受损车辆994台，家庭财产损失1179万元，直接经济损失1182.54万元。

2022年5月12日洪涝灾情，全市受灾人口22397人，农业受灾面积5.97公顷，直接经济损失17.8万元，受灾镇街31个。6月9日洪涝灾情，全市受灾人口38人，农业受灾面积104.6公顷，直接经济损失43万元。7月2日“暹芭”台风灾情，全市受灾人口1320人，农业受灾面积6公顷，直接经济损失5.97万元。

2.5.3 设计暴雨

设计暴雨主要通过实测降雨排频、查算暴雨等值线图进行对比分析。

(1) 实测降雨资料排频法

本次收集到虾公岩水库1964年~2025年降雨观测资料，实测暴雨资料采用最大一日雨量资料，把最大一日降雨量乘以系数1.1折算为最大24h降雨量，按P-III型曲线进行适线分析，得各频率雨量。

表 2.5-1 实测最大 24 小时雨量频率分析成果表

站点名称	均值 (mm)	Cv	Cs/Cv	不同频率 (P) 降雨量(mm)					
				0.1%	0.2%	1%	2%	3.33%	5%
虾公岩水库	154	0.45	3.5	527	486	390	348	316	291

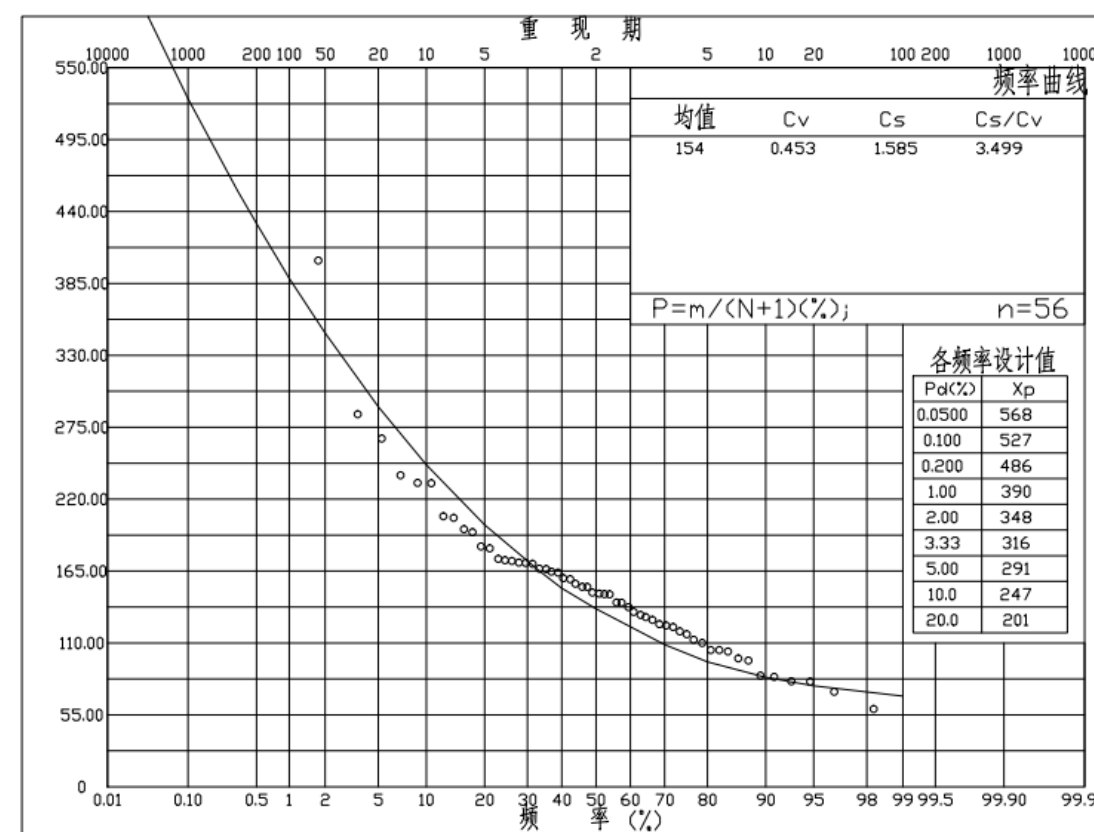


图 2.5-1 虾公岩水库 24h 实测暴雨分析成果

(2) 查算暴雨等值线图法

根据《广东省暴雨参数等值线图》（2003年），查算工程流域的最大10min、1h、6h、24h和72h暴雨参数（点雨量均值Ht及变差系数Cv），分别计算各设计频率下设计暴雨（以下简称“等值线图”）。

表 2.5-2“等值线图”降雨查算成果（采用）

时段 (h)		1/6	1	6	24	72
均值H (mm)		22	55	103	163	230
Cv值		0.35	0.4	0.5	0.5	0.5
不同频率 P的点雨 量 (mm)	0.05%	63.1	178.8	422.3	668.3	943
	0.1%	59.4	167.2	390.4	617.8	871.7
	0.2%	55.7	155.1	357.4	565.6	798.1
	1%	46.4	127.1	282.2	446.6	630.2
	2%	42.3	114.4	249.3	394.5	556.6
	3.33%	39.2	105.2	224.5	355.3	501.4
	5%	36.7	97.6	204.8	324	457.2
折减系数		0.9673	0.9673	0.9829	0.9918	0.9974
不同频率 P的面雨 量 (mm)	0.05%	61.1	172.9	415.1	662.8	940.5
	0.1%	57.5	161.7	383.7	612.7	869.4
	0.2%	53.8	150	351.3	561	796
	1%	44.9	122.9	277.4	443	628.6
	2%	40.9	110.7	245	391.2	555.2
	3.33%	38	101.7	220.7	352.4	500.1
	5%	35.5	94.4	201.3	321.4	456.1

(3) 设计暴雨分析

通过比较实测设计暴雨与广东省暴雨等值线图查算成果可知，虾公岩水库实测成果各频率设计暴雨小于等值线图查算成果，但相差均在20%以内。《广东省暴雨参数等值线图》（2003年版）是在1991年版的暴雨参数等值线图的基础上，延长了资料系列，还增补了站点，经省水文局在时空上协调、平衡，是一套具有可靠性、合理性与权威性的暴雨参数成果。

综合流域设计暴雨时、空等方面要求，从工程安全角度考虑，等值线成果偏安全，故本次暴雨参数采用等值线图查算成果。

2.5.4 设计洪水

(1) 计算方法

虾公岩水库无实测洪水资料，本次安全评价由设计暴雨推求设计洪水。设计洪水采用广东省综合单位线法和推理公式法计算，合理调整汇流参数，协调两种方法的设计洪峰流量相差不超过20%后，采用综合单位线法成果。

虾公岩水库原设计集水面积15.7km²，其河长、坡降均无记载，上游有1座小(2)型水库——企洞水库。经本次在1:10000地形图上量算复核，企洞水库集水面积1.53km²，虾公岩水库全流域集水面积15.7km²，企洞水库集水面积占虾公岩水库全流域集水面积9.75%，根据《广东省暴雨径流查算图表使用手册》中“……当集水区域内中小型水库控制面积超过本工程集水面积15%时，必须考虑洪水的地区组成进行计算；当中小型水库的设计、校核标准低于本工程的设计、校核标准时，还应考虑中小型水库出现超标准洪水时可能出现的情况及其对本工程的影响”，本次在计算洪水时，不考虑企洞水库的调蓄作用。

(2) 控制断面地理参数

流域地理参数根据最新水库区域1:10000地形图量算复核，并参考《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告（2022年）》得出。

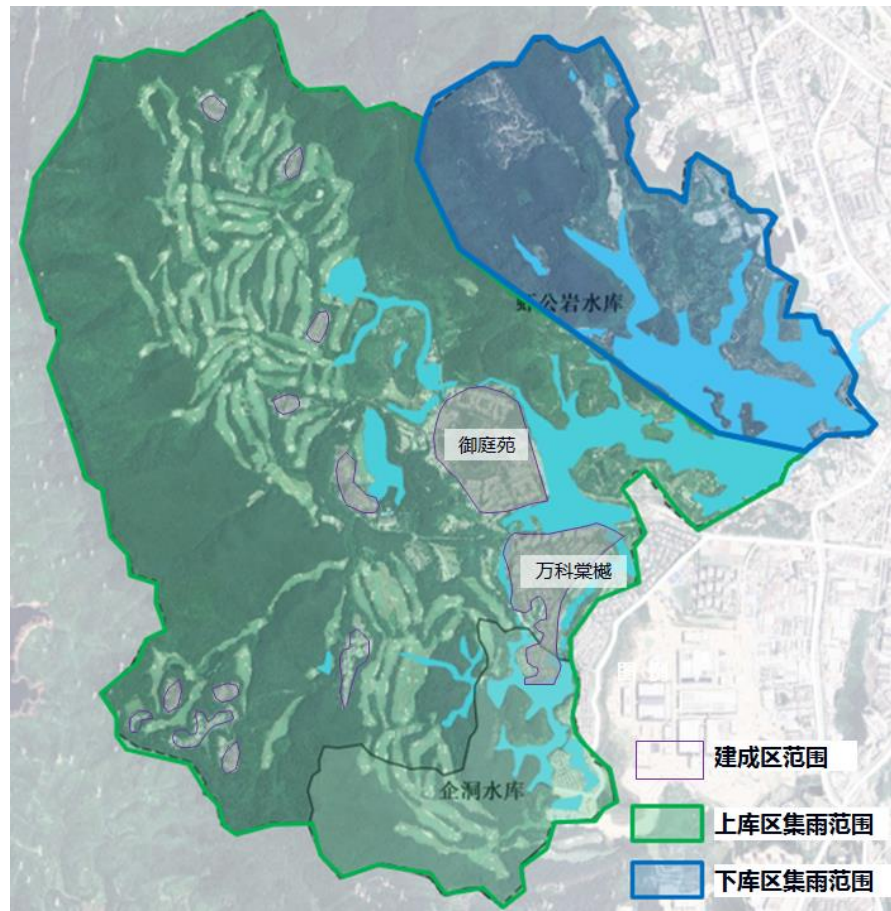


图 2.5-2 上库和下库集雨范围示意图

表 2.5-3 流域特征参数统计表

控制流域	集雨面积 (km ²)	河道长度 (km)	坡降 (‰)
虾公岩水库	15.70	6.16	5.88
上库	12.21	5.82	5.92
下库	3.49	3.23	10.0

(3) 洪水计算

按广东省综合单位线法和推理公式法两种方法推求，两种计算方法得出的设计洪峰流量成果相差在 20% 以内，本次选用综合单位线计算成果，设计洪水成果见下表。

表 2.5-4 设计洪水两种计算方法成果表

控制区域	集雨面积 km ²	计算方法	项目	设计洪峰/洪量		
				0.10%	1%	2%
虾公岩水库	15.7	综合单位线法 (采用)	洪峰(m ³ /s)	367.77	266.32	235.17
			72h洪量(万m ³)	1059.69	674.65	560.15

控制区域	集雨面积 km ²	计算方法	项目	设计洪峰/洪量		
				0.10%	1%	2%
		推理公式法	洪峰(m ³ /s)	383.87	262.81	226.44
			72h洪量(万m ³)	1059.11	678.77	563.15
		相差	洪峰	4.38%	1.32%	3.71%
			72h洪量	0.05%	0.61%	0.54%
上库	12.21	综合单位线法 (采用)	洪峰(m ³ /s)	315.57	233.00	207.50
			72h洪量(万m ³)	819.79	564.44	488.22
		推理公式法	洪峰(m ³ /s)	320.27	220.55	190.54
			72h洪量(万m ³)	821.12	527.90	438.04
相差	洪峰	1.49%	5.34%	8.17%		
	72h洪量	0.16%	6.47%	10.28%		
下库	3.49	综合单位线法 (采用)	洪峰(m ³ /s)	108.96	80.47	71.69
			72h洪量(万m ³)	234.00	150.26	124.77
		推理公式法	洪峰(m ³ /s)	111.06	77.74	67.67
			72h洪量(万m ³)	234.85	150.71	125.17
相差	洪峰	1.93%	3.39%	5.61%		
	72h洪量	0.36%	0.30%	0.32%		

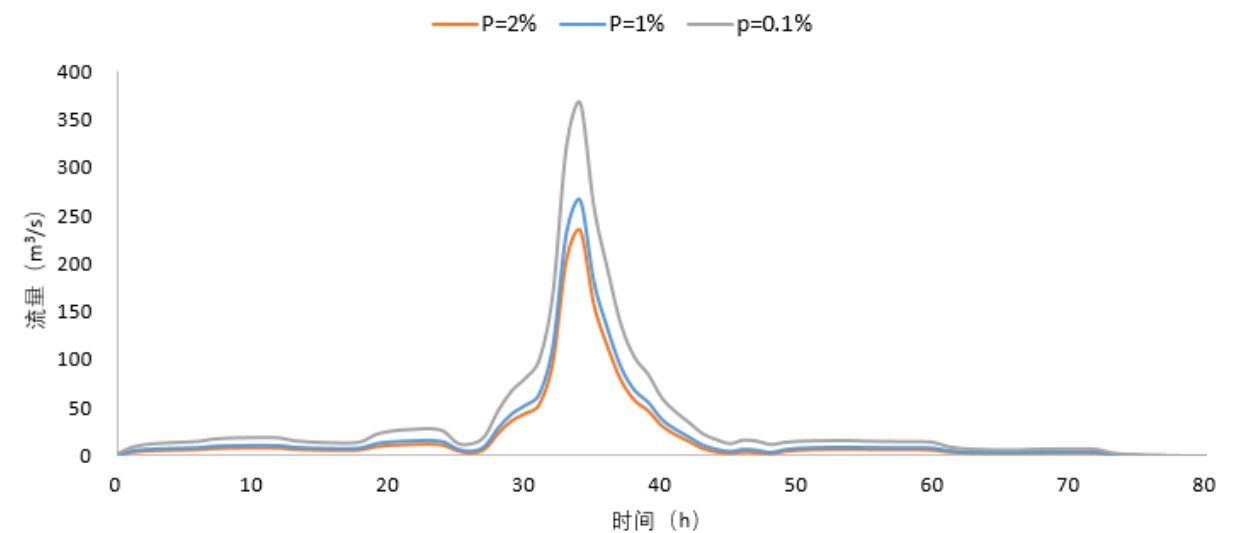


图 2.5-3 虾公岩水库洪水过程线

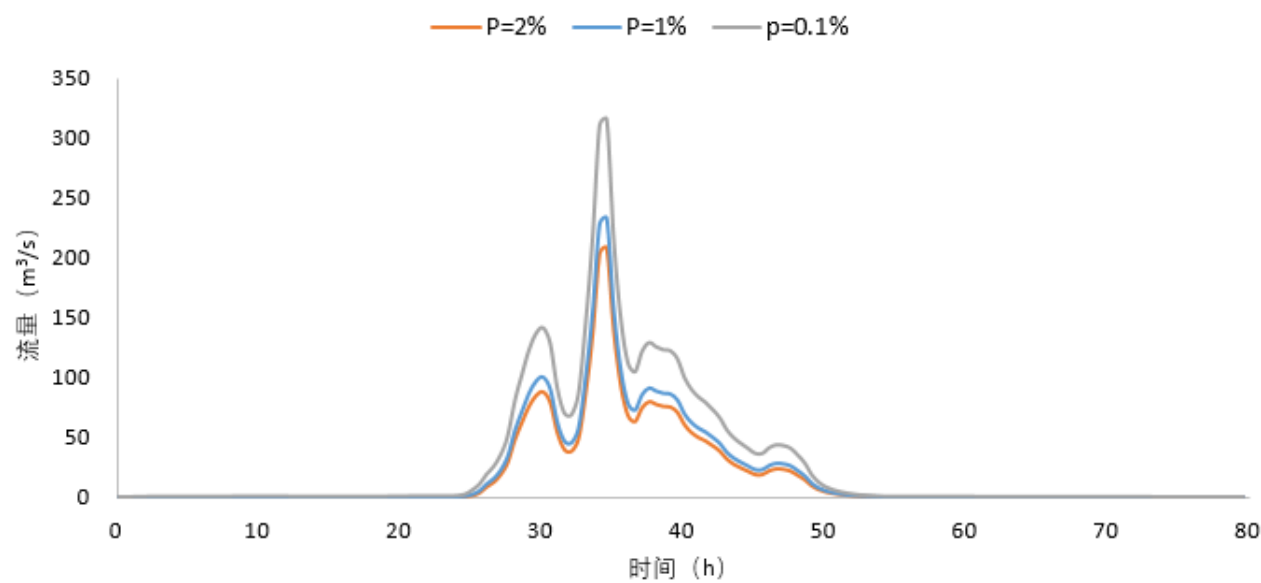


图 2.5-4 上库洪水过程线

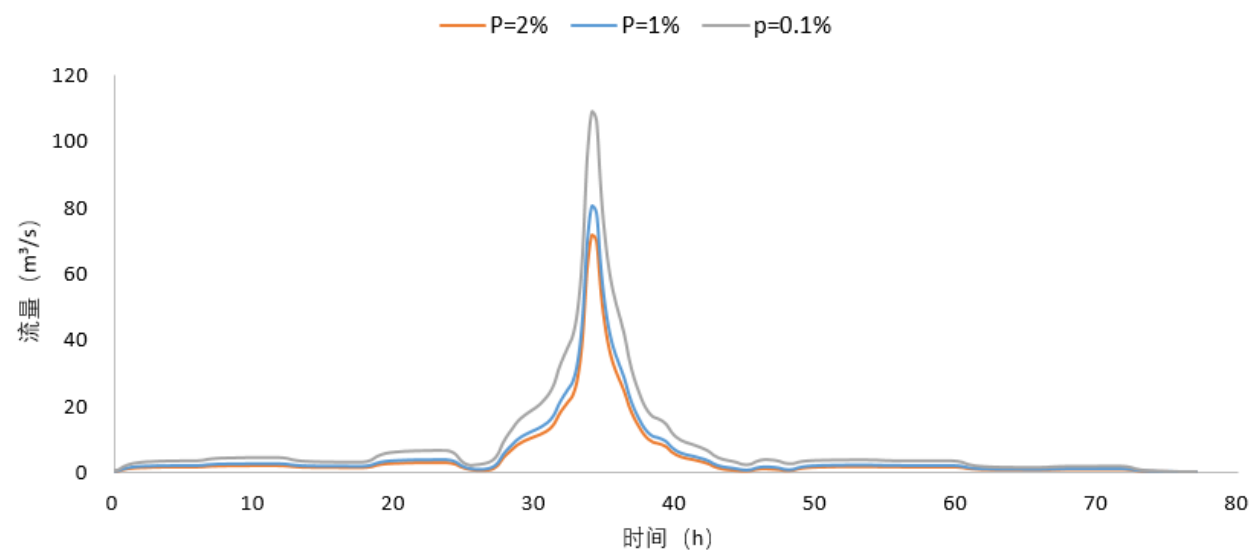


图 2.5-5 下库洪水过程线

(4) 成果合理性分析

采用虾公岩水库和企洞水库成果对比，本次计算设计洪峰流量成果与 2022 年安全评价成果相差小于 6.0%，误差相对较小，可以认为本次复核成果是合理的。

表 2.5-5 设计洪峰流量成果对比表

水库名称	集雨面积 (km ²)	洪峰流量 (m ³ /s)		备注
		P=1%	P=2%	
虾公岩水库	15.70	266.32	235.17	本次计算
		274.00	243.00	22年安全评价
		-2.80%	-3.22%	差值

2.5.5 施工期洪水

根据施工组织设计以及工程特点，涝区分期洪水只需计算枯水期 10 月-次年 3 月的施工洪水。

由于流域范围内实测的流量资料，施工期洪水可由雨量资料推求。枯水期最大 24 小时降雨量根据历年枯水期最大 1 日降雨量乘以系数 1.1 折算，采用 P-III型曲线进行适线分析，得到多年平均枯水期最大 24h 降雨量为 63.69mm、Cv=0.69，Cs/Cv=3.5，5 年一遇最大 24h 降雨量为 87.16mm，10 年一遇最大 24h 降雨量为 119.09mm。雨量站适线成果和设计暴雨成果见下图和下表。

表 2.5-6 虾公岩水库雨量站枯水期设计暴雨成果表 (单位: mm)

均值	Cv	Cs/Cv	P=10%	P=20%
63.69	0.69	3.5	119.09	87.16

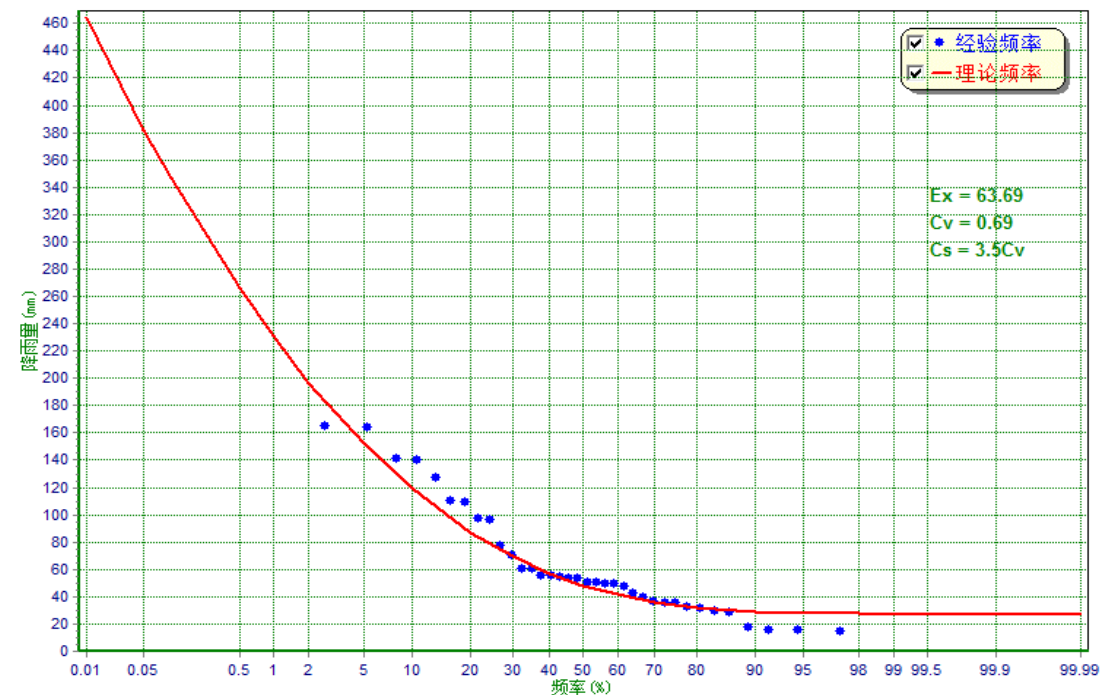


图 2.5-6 虾公岩水库雨量站枯水期 24h 暴雨频率曲线图

由于缺乏枯水期 10min、1h、6h、72h 的暴雨统计数据，枯水期洪水则根据 24 小时暴雨量同

频的值，采用全年的洪水按比例进行缩放得到

表 2.5-7 施工期洪水成果表

控制区域	集雨面积 (km ²)	枯水期P=10%		枯水期P=20%	
		洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)	洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)
上库	12.21	64.32	135.56	47.53	91.67
下库	3.49	22.27	28.44	16.49	17.75

河 流	西江	西江	北江	东江	林江	南渡江	
水文控制站	梧州	高要	石角	博罗	湖安	龙塘	
年•平方公里)	2024 年	60.2	77.7	211	80.6	240	118

2.6 泥沙

虾公岩水库属于东江流域，根据《中国河流泥沙公报 2024》，东江选取博罗站作为代表，流域多年平均输沙量为 217 万 t，多年平均径流量为 232 亿 m³，多年平均含沙量为 0.094kg/m³，多年平均输沙模数为 85.9 t/(m²a)，输沙量主要集中在 4-9 月。

虾公岩水库集水范围内河流泥沙主要为暴雨冲刷表土所致。由于虾公岩水库水库集水范围内无泥沙监测资料，根据《2006 年广东省土壤侵蚀遥感调查》成果，东莞市平均侵蚀模数为 480.35t/(km²•a)，属微度侵蚀，所以虾公岩水库流域泥沙量很小。

表 2.6-1 珠江流域主要水文控制站水沙特征值对比

(摘自《中国河流泥沙公报 2024》)

河 流	西江	西江	北江	东江	林江	南渡江	
水文控制站	梧州	高要	石角	博罗	湖安	龙塘	
控制域面积 (万平方公里)	32.70	35.15	3.84	2.53	2.91	0.68	
年流量(亿立方米)	多年平均	2028	2186	417.8	232.0	245.5	56.38
	近 10 年平均	2041	2192	433.1	217.7	229.4	54.51
	2023 年	1131	1266	352.2	165.0	193.5	58.03
	2024 年	2310	2479	596.6	345.8	338.5	89.49
年输沙量(万吨)	多年平均	5280	5650	525	217	557	33.0
	近 10 年平均	1530	1880	439	97.2	227	24.5
	2023 年	227	481	224	45.2	127	8.10
	2024 年	1970	2730	810	204	698	80.3
年平均含沙量 (千克/立方米)	多年平均	0.260	0.258	0.127	0.094	0.227	0.058
	近 10 年平均	0.020	0.038	0.063	0.027	0.065	0.014
	2023 年	0.085	0.110	0.136	0.059	0.206	0.090
输沙模数 (吨/	多年平均	161	161	137	85.9	191	48.6
	2023 年	6.94	13.7	58.3	179	43.6	11.9

3 工程地质

3.1 勘察工作概况

3.1.1 工程建设内容

虾公岩水库水质保障工程位于东莞市塘厦镇大坪社区，本工程主要任务：在利用虾公岩水库区内现有岛屿，新建隔离坝，将水库分为上库和下库。其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御康苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的储蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。具体建设内容如下：

(1) 生态隔离工程：主坝 294m，主坝最大坝高 21.5m；1#副坝 247m，坝高 15.8m；2#副坝 63m，坝高 8m；3#副坝 22m，坝高 6m；4#副坝 55m，坝高 5m。

(2) 控泄转输工程：1) 上库拟建隔离主坝南侧新建 DN2600 转输隧洞，隧洞总长 350m，新建 3×2m 明挖钢筋混凝土箱涵 145m；2) 转输隧洞前设泄水控制闸，控制上库下泄流量，泄水控制闸尺寸为 3.0×3.0m，末端接至转输隧道洞进水井，控泄流量为 17m³/s；3) 为便于上库检修期间放空，在泄水控制闸北侧设 1.5×1.5m 放空闸及 DN1000 放空管，放空管总长度约 52m。

3.1.2 勘察任务及技术要求

(1) 勘察目的

1) 地质构造与岩土特性研究：初步查明拟建生态隔离坝、泄洪闸、转输管涵等构筑物周边岩土层分布、物理力学性质（如承载力、渗透性、抗剪强度等），初步评估坝址、闸址、管涵基础持力层稳定性，明确土体压缩性和抗液化能力。

2) 水文地质条件评价：分析地下水埋深、流向及动态变化规律，判定地基渗透风险，为基坑/边坡稳定性计算及地下结构抗浮设计提供数据支撑。

3) 工程安全隐患识别：识别区内潜在不良地质现象（如软土、砂土液化、边坡失稳等），评估可能诱发的地质灾害（如堤基渗透变形、闸基沉降），提出针对性处理建议。

4) 抗震设计参数获取：测定场地地震动参数（如等效剪切波速、地震液化势），为泵站构筑物施抗震设计提供依据，确保工程满足区域抗震设防要求。

5) 生态环境影响预判：评估开挖回填、地基处理等施工活动对周边水文地质及生态敏感区的影响，提出环境保护与水土保持建议。

(2) 勘察任务及内容

1) 按照可行性研究阶段地质勘察要求基本查明场地范围内地形地貌、地层岩性，岸坡微地貌特征。

2) 初步查明地层结构特征、各岩土层的性质和空间分布规律，并对生态隔离坝（上坝址和下坝址）、副坝、联通闸、转输涵管地基承载力进行分析评价，并探明拟建坝基所在场地透水层分布情况。对开挖后的边坡稳定性进行分析评价，提供开挖支护方案及相应参数。

3) 初步查明场地区域内的软土、粉细砂等不良地质，尤其是可能产生流沙、潜蚀、管涌和地震液化地层的分布范围、埋深及厚度。

4) 初步查明不良地质现象（如岸坡坍塌、滑坡、冲淤、潜蚀、管涌等）的成因、类型、分布、发展趋势及其对岸坡稳定性的影响程度，并提出工程设计所需参数；

5) 初步查明坝址区环境水的水质，地下水的类型、埋藏条件、补排条件和水力连系；量测各含水层的渗透系数，判定地下水和地表水对建筑材料的腐蚀性。

6) 综合土工试验及原位测试成果，提出工程区范围内岩土物理力学性质参数的建议值，提供拟建构物的稳定性验算、沉降计算所需参数，提供天然地基及桩基各设计数据，针对工程地质条件，向设计提供基础处理、基坑支护措施的建议。并提供各种地层开挖临时和永久边坡坡率建议值。

7) 根据工程范围内的水文地质、工程地质条件，对拟建坝基进行工程地质评价，并对坝基抗滑稳定、沉降变形、渗透变形和抗冲能力等工程地质问题作出评价。

3.1.3 勘察工作依据

本次勘察为可行性研究阶段，工作依据本项目合同及地质勘察任务书要求，同时，勘察成果需满足相应规范、规程及地勘任务书的要求。

勘察工作执行以下规程、规范：

- (1) 《水利水电工程地质勘察规范（2022年版）》（GB50487-2008）
- (2) 《中小型水利水电工程地质勘察规范》（SL55-2005）
- (3) 《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB50021-2001）
- (4) 《疏浚与吹填工程技术规范》（SL17-2014）
- (5) 《水闸与泵站工程地质勘察规范》（SL704-2015）
- (6) 《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）（广东省标准）
- (7) 《工程勘察通用规范》（GB55017-2021）
- (8) 《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB50011-2010）
- (9) 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87-2012）
- (10) 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）
- (11) 《岩土工程勘察安全规范》（GB/T50585-2019）
- (12) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- (13) 《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ83-2011）
- (14) 《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012）
- (15) 《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）
- (16) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- (17) 《水利水电工程钻探规程》（SL291-2020）
- (18) 其它有关的规范、规程、招标文件、地勘任务书等。

3.1.4 勘察等级、工作方法和勘察工作概况

- (1) 岩土工程勘察等级的确定

根据《岩土工程勘察规范（2009年版）》（GB50021-2001）第3章节规定，本工程为水库水

质保障工程，对原有水库影响较大，为重要工程，本工程重要性等级为一级。由于场地原始地质环境已受到一般破坏，且局部设计构筑物基础位于地下水位以下，本工程场地复杂程度为二级(中等复杂场地)，场地内局部分布软弱土（人工填土、淤泥），需要进行特殊处理，且场地内岩土种类较多，因此岩土条件复杂程度为一级(复杂地基)，综合判定本工程勘察等级为甲级。

(2) 勘察工作情况

本阶段勘察外业钻探工作于2026年2月3日开始至2026年3月7日完成，主要采用工程地质测绘、钻探、标贯试验、取样及室内工作试验等方法，完成勘察实物工作量见下表。

表 3.1-1 实际完成工作量一览表

工作内容		单位	完成工作量	备注
地质测绘	工程地质测绘 (1:10000)	km ²	0.7	查明场地微地貌单元、地质界线、不良地质作用等
勘探	陆地钻孔	m/孔	62.0/4	泥浆护壁、套管跟进
	水上钻孔	m/孔	148.0/7	套管护壁
	引用钻孔	m	244.8/10	《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（2022年10月）东莞市水利勘测设计院有限公司
原位试验	标准贯入试验	段次	16	
室内试验	常规土工试验	组	21	原状土样
	饱和单轴抗压试验	件	9	岩样
	击实及击实后试验	组	3	扰动土
	水质简分析试验	件	1	水质简分析试验
钻孔测量	收放勘探点	组日/孔	2	
	地下水位测量	孔	4	
钻孔封孔		m/孔	210/10	原土回填封孔
引用资料	陆上钻孔	m/孔	265.5/11	《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（2022年10月）东莞市水利勘测设计院有限公司
	陆上钻孔	m/孔	12.0/1	《塘厦镇大坪地块新建排水箱涵工程（2023年3月）》（安徽省城建设计研究总院股份有限公司）
	天然建筑材料	/	/	《清溪契斧石九乡片区排水改造工程可行性研究报告（2025年7月）》（中水珠江规划勘测设计有限公司）

3.2 区域地质概况

3.2.1 地形地貌

塘厦镇位于东莞市东南部，属低山丘陵、盆地区，中部平原上分布着零散低矮的小山岗。全镇地势西南高东北低，是东莞市山区片的小盆地，塘厦盆地表层多为渗育型粘土和砂质土，场地原始地貌类型主要为剥蚀残丘地貌及冲积洼地。

3.2.2 地层岩性

根据东莞市区域地质图（雁田幅）（1:5 万）区域地质图，结合沿线所揭露地层的地质时代、成因类型、岩性特征等工程特性，将工程区周边出露的主要地层分为 3 个单元层：人工堆积层（QS），第四系陆丰组（Q1），早侏罗世塘厦组第一段（Jt1）。区域地层由新至老依次为：

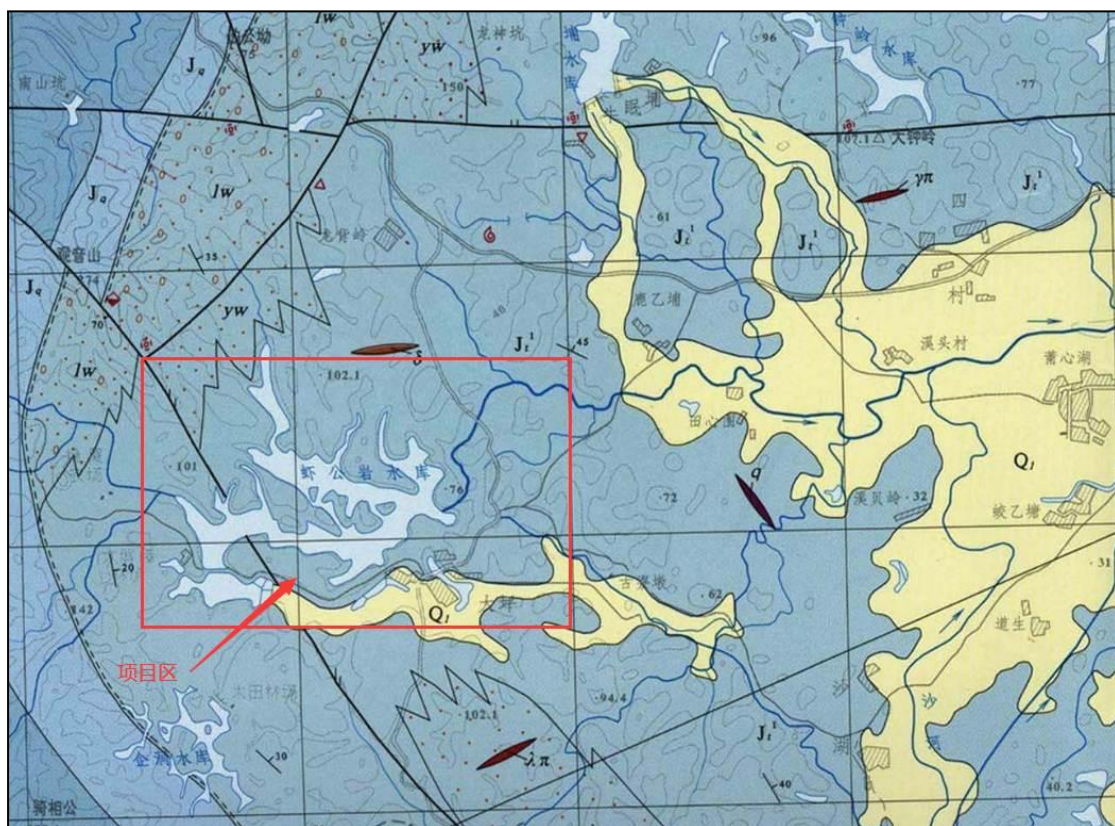


图 3.2-1 区域地质图（雁田幅）

- (1) 人工堆积层（QS）：由人工新近回填的碎石块、砂、土等组成，松散。
- (2) 陆丰组（Q1）：主要为细砂、粉砂及炭质粘土，多不整合于基岩之上，沉积环境为冲

积。

(3) 早侏罗世塘厦组第一段（Jt1）：浅湖-深湖沉积，主要为粉砂岩与泥岩互层夹砂岩、砂砾岩及少量凝灰岩。

3.2.3 地质构造及地震

东莞市位于罗浮山断缘的北东向、博罗大断裂西南部、东莞断凹盆地中，地势东南高、西北低。在地质历史上经历了加里东期、燕山期地壳运动、岩浆活动和构造运动。地质构造属华南准地台一部分，下古生代形成地槽，经华力西运动形成地台，中生代的燕山运动使地台活化，发生断裂和大规模岩浆运动，区域地质构造比较复杂，以断裂构造为主，褶皱构造与断裂相伴而生，由于受到多次断裂作用及岩浆侵入破坏，多数不完整。近场区断裂按其展布方向主要为北东向紫金-博罗大断裂和东西向高要-惠来断裂带二组。

(1) 紫金-博罗大断裂

紫金-博罗大断裂位于五华、紫金、博罗、东莞一带，推测斜贯入珠江口至台山广海湾入南海。整体上呈北东东向延伸，陆地上长约 360km，由紫金-博罗断裂和樟木头断裂组成，单条长在 200km 以上，主要倾向南东，倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；局部陡立或向北西倾斜，它控制了燕山期花岗岩体的分布，地层普遍发育糜棱化、角化、片理化。北段金鸡组、桥源组、漳平组、高基坪群与燕山三期花岗岩常呈断层接触；南西段构造形迹比较微弱。断裂性质为压扭性，形成于喜马拉雅运动期间。兴宁-博罗一线出露温泉，地震活动频繁，但强度均很低，断裂带有一定活动性。

(2) 高要-惠来断裂带

高要-惠来断裂带分布于罗定、高要、广州、惠阳、海丰、惠来一线。往东插入台湾浅滩。断裂带由东西走向的冲断裂、潜伏基底断裂组成，长 800km 余，宽 10km~50km，倾向多变，倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，该断裂带分别被吴川-四会、河源、莲花山断裂所分割而出露不连续，分为东段、中段和西段三段。东段在惠阳-海丰-惠来一线，长达 200km，扩散宽达 50km，总的来说，该段强度较弱，分布比较零星，行迹比较短促；中段被夹持于吴川-四会和河源断裂带之间，沿断裂广泛发育挤压破碎，多见硅化、糜棱岩化带，广州瘦狗岭处见其切割了上白垩统、震旦系和花岗岩，倾向南，为正断层；西段位于吴川-四会以西的罗定、信宜等地，该段强度较弱，由多条断裂组成。高要-惠来断裂带可能在加里东时期产生，在印支运动期间活动强度逐渐上升，断裂活动在燕山

运动期间达到顶峰。历史上破坏性地震在该带较集中，其中东段地震较强，西段较弱。该断裂是全新世以来还在活动的断裂。

项目区第四系覆盖层较厚，周边褶皱构造痕迹遮蔽，本次勘察未在拟建场地周边发现断裂构造痕迹，故场地稳定性一般。

东莞区域内历史上地震运动以微震为主，一般震级 1~3 级。东莞于 1372~1621 年间发生过 7 次有感地震。邻近的深圳在 1567~1770 年间发生过 6 次有感地震，其中 1969 年 12 月发生 M=2.5 级地震。1970~1975 年在深圳、南头、九龙、沙头角、大鹏湾及东莞长安等地发生过 11 次地震，震级 1~2.4 级。近场区历史上没有破坏性地震记载，自 1970-2009 年，共记录到 ML≥2.0 级地震 29 次，而 ML≥3.0 级地震也只有 1 次。工程区域未见大的地震迹象和记载由此可见，场址周围的地震活动性总体较弱。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2001)(2015 年)、《中国地震动反应谱特征周期区划图》、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016 年版)及东莞市《东建[2004]32 号文件》有关规定，场地的抗震设防烈度为 VI 度，设计地震基本加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，设计特征周期值为 0.35s。

场地的抗震设防烈度为 VI 度且未揭露砂层，按规范要求，可不需进行砂土液化评价。

3.2.4 气象和水文地质

(1) 气象

东莞市东南部塘厦镇地处北回归线以南，阳光充足，属亚热带季风气候。春夏两季吹东南风，空气湿润，雨量充沛，秋季常吹西风，秋高气爽；冬季多吹北风或西北风，空气较为干燥，较冷年份会出现短期霜冻。年均无霜期 339 天，1 月是一年当中最冷的月份，2 月 1 日至 3 月 10 日，是由冬季转春季的过渡期。塘厦镇因受地形、海洋影响，境内气温与莞城相比略低，全年平均气温为 21.9℃。塘厦镇年平均降雨量约 1800 毫米，其中 12 月至次年 2 月为全年最少月份，月平均约 30 余毫米；5 月至 9 月为全年最多年份，月平均约 300 毫米；10 月至 11 月，月平均约 100 余毫米。由于项目区场地受季风气候影响显著。夏季盛吹南风或东南风，冬季盛吹北风或西北风。春秋两季，因受北方冷空气或南方海洋台风交替影响，风向不定，或吹东南风，或吹西北风。每年夏秋间，常有台风、洪涝或干旱等灾害，对人们生活带来很大的影响乃至危害。

(2) 水文地质

东莞市主要河流有东江、石马河、寒溪水。市境 96% 属东江流域，东江干流自东北角博罗县、惠阳市之间入境后，沿北部边境自东向西行至桥头新开河口，有发源于宝安区的石马河流入，至企石有企石河流入。至石龙分出南支流后，北干流续流至石滩，与来自增城的支流汇流，经市境石碣、高埗、中堂、麻涌的大盛注入狮子洋；南支流斜向西南，在峡口接纳来自市境中部的寒溪水，峡口以下有三支较小的支流牛山水、蛤地水和小沙河，自东向西汇，入流经石碣、莞城、道滘、厚街、沙田于泗盛注入狮子洋。

项目区地表水系较发育，多为雨源型河流，年平均降雨量约 1800mm；地下水赋存条件受地貌、构造、岩性、植被等影响，主要类型为上覆第四系孔隙性潜水及岩体构造裂隙水，水量较贫乏。地下水除接受大气降水补给外，同时也接受河流及市政管网侧向补给。

项目区场地地表水与虾公岩水库水系连通，互补条件好，人为泄洪、大气降水及季节改变等因素均可影响水位。

据沿线所经地区地下水赋存条件、含水层赋存介质，地下水类型主要为松散层类孔隙水、基岩裂隙水。

孔隙水主要赋存于人工填土层、第四系冲洪积相粉质粘土中，以孔隙潜水为主，填土层中等透水，富水性一般，粉质粘土弱透水，富水性较弱。

基岩裂隙水主要赋存于强、弱风化带中，基岩的含水性、透水性受岩体的结构、构造、裂隙发育程度等的控制。由于岩体的各向异性，加之局部岩体破碎、节理裂隙发育的影响，导致岩体不同区块的富水程度与渗透性不尽相同，节理、裂隙发育的地带，地下水相对富集，透水性也相对较好。总体上，基岩裂隙水的发育具非均一性。

沿线地下水主要接受大气降水渗入、地表水的垂向补给和地下水体的横向渗透补给，地下水水位变化不大，迳流较缓慢，补给区接近排泄区，地下水一般以潜流形式向附近低洼的河流地段排泄。

3.3 库区地质条件及评价

3.3.1 库区地质条件

3.3.1.1 地形地貌

库区地貌类型为低山丘陵区，地面标高 45~55m，四周由几个标高 45~177.5m 的低山丘陵所围（最高 330.9m），植被茂盛，一般地形坡度 10~20 度，近山脊较陡 30~45 度，未发现不良物理地质现象。现状上游为沟谷地貌，下游为水库库体，勘察期间蓄水最大深度约 7.6m。

3.3.1.2 地层岩性

库区的基岩为下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（ J_1^1 ）粉砂岩，岩石在库区有多处露头，岩层走向与坝轴线大角度相交，倾向南东，倾角约 20°~45°。

（1）第四系（Q）

在库区内广泛分布，主要为残坡积层和冲洪积层。

①残坡积层（ Q^{edl} ）

主要分布在缓坡及坡脚山麓地带，成分多为残积的含砂粉质粘土和坡积的砂（砾）质粘性土，其中含砂粉质粘土成份较均匀，而坡积层成分较杂乱，磨圆度较差，成分复杂，层厚一般约 3~7m。

②冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）

分布在水库底部的老河床，由含泥卵砾石及砂组成，粒径 2~10cm 的颗粒含量约占 50%，砂岩质、石英质，多呈卵圆形，次棱角状，中粗砂和泥质充填，略有胶结，颗粒级配一般，层厚最厚约 6m。

（2）早侏罗世塘厦组第一段基岩（ J_1^1 ）

早侏罗世塘厦组第一段的粉砂岩库区分布最广，为库区主要岩性，库区内粉砂岩多与泥岩互层，夹有砂岩、砂砾岩或少许的凝灰岩。揭露分化带为全~弱风化。

3.3.1.3 地质构造

由于地表均为第四系地层覆盖，加之所收集的勘察资料尚少，库区的地质构造不清，从区域构造图上看库尾有一条北西-南东方向的斜冲断层，倾向南西，倾角 70°~80°，本场地及周边范围全新世以来没有大型活动性断裂构造穿越。

3.3.1.4 水文地质条件

库区地下水按其埋藏条件可分为孔隙潜水和基岩裂隙水，基岩裂隙水多赋存于河谷两岸基岩的裂隙、破碎带及其影响带中，主要靠大气降水和上游裂隙水径流补给，赋存和运移于基岩裂隙中，以下降泉的形式向河谷排泄；孔隙潜水主要赋存于现代河床、山坡、沟谷中各种成因的覆盖层内，接受基岩裂隙水、大气降水及明流入渗补给，以泉和侧向径流形式排泄补给河流，总体上库区地下水较贫乏。

库周地下水分水岭与地表分水岭基本一致，高于水库正常蓄水位，为补给型河流，河谷底部为区内最低排泄基准面。

3.3.1.5 物理地质现象

库区内主要发育的物理地质现象为风化，未见卸荷崩塌，风化主要发育在较为平缓的斜坡地段及平缓的山顶顶部，表部呈残积土和全风化状，厚度相差较大，山顶顶部一般厚度 2m~8m，沟谷两侧的斜坡面及缓坡坡地表部全风化厚度一般小于 5m。

3.3.2 库区地质条件评价

3.3.2.1 水库渗漏及评价

库盆两岸基岩主要为粉砂岩，透水性小，属相对隔水层，而该地层上游均有地表溪流流入库盆内，因此，不存在库盆渗漏问题。

（1）临谷渗漏：拟建水库库区两岸地形封闭较好，山体较雄厚，仅几处存在低矮垭口，对其处理后，基本上不存在向上下库渗漏问题。

（2）构造渗漏：根据区域地质图，上库尾存在北西-南东向构造，倾向南西，倾角 70°~80°。水库运行多年，据走访调查，该处未发现水库渗漏通道，推测主要原因为构造上部为厚度较大的残积土和全风化粉砂岩层，为相对不透水层，致使水库蓄水后产生构造渗漏的可能性较小。因此水库基本上不存在构造渗透问题。

（3）绕坝渗漏：上坝址和下坝址区两侧山体为残丘，组成山体地层为弱透水的残积土地层和全风化粉砂岩层，基本上不存在绕坝渗漏问题。

3.3.2.2 库岸稳定性评价

水库周边岸坡较缓，大部分为天然库岸，岸坡土体为残积土和全风化粉砂岩，部分岸坡目前

种植果树，在风浪作用下，可能产生轻微坍塌、崩解，但不会出现大规模坍塌或滑坡。本次勘察期间未发现影响库岸稳定的不利结构面，自水库运行以来，水库周边未发现大的崩塌、滑坡等影响库岸稳定的不良地质现象，水库库岸基本稳定。

3.3.2.3 浸没及淹没

水库区正常蓄水位以下无具有工业开采价值的矿产及国家级保护植物，无企业、居民村落和文化遗迹。水库蓄水后，分布于两岸岸坡上的林木和少许滩地存在淹没问题。

由于水库为丘陵河谷型水库，两岸多为斜坡，地下水比降小，表层的残积土层渗透性较小，水位雍高影响范围小，故水库蓄水后基本不存在浸没问题。水库南侧为建成区，地面高程为43~47m，高于正常蓄水位，因此，水库蓄水后不存在对库外产生浸没的问题。

3.3.2.4 水库淤积

库内不良物理地质现象不甚发育，库区固体径流补给源主要为坡积物、基岩风化物及崩塌堆积物，固体径流物质来源少。库盆地形较缓，坡降小，地表堆积物松散，抗冲能力差，但其厚度较小，未有大的松散堆积体，冲沟基岩裸露，流向基本垂直岩层走向，故冲沟虽陡，沟两岸山体稳定，在雨季洪水的冲刷下仅会形成少量的固体迳流物入库，造成少量的淤积，不影响水库的正常运行。

3.3.2.5 水库诱发地震

水库区及周边40km无区域性活动性断裂构造发育，无采空区分布，无大的滑坡体分布，无大的溶洞，水库蓄水后对库区水文地质及工程地质条件无大的改变。因此，水库蓄水后发生水库诱发地震的可能性较小。

3.4 坝址区工程地质条件

3.4.1 地形地貌

坝址区位于现状水库内，两侧均为小山包，中间为老河谷，山包地面高程为49.3m~51.4m，岸坡坡度较缓，约15°~25°，植被覆盖，邻水部位裸露粉砂岩风化土，沟谷呈“U”型，为老河床，底高程为31.8~33.6m。

3.4.2 地层岩性

根据本次勘察成果及搜集到的场地地质资料，场区内地层自上而下分别为：第四系人工填土层（ Q_4^s ）、第四系冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）、第四系风化残积层（ Q^{el} ）和下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（ J_1^1 ）。具体分述如下：

（1）第四系人工填土层（ Q_4^s ）

①-1 素填土(坝体)：主要分布于水库主副坝体，本次未对现状坝体进行地质勘探，紫红色、黄褐色、灰白色等杂色，稍湿-湿，稍密，局部松散，主要为粉质粘土，局部夹强风化岩块、薄层粉细砂等，由砂岩风化土回填而成。层厚0.8m~21m，平均厚度5.2m，层顶高程35.6m~47.6m。

①-2 素填土(其余地方)：分布于坝体之外的其它地方，本次勘察主要揭露于埡口处，紫红色、黄褐色，稍湿-湿，松散，主要为含砂粉质粘土，局部夹碎岩块等。层厚约3.1m。

（2）第四系冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）

②-1 粉质粘土：主要分布于水库底部，紫红色、黄褐色、灰白色，局部灰黑色，稍湿-湿，可塑-硬塑，局部软塑状，主要由粉粘粒组成，湿土手搓具粘滞感，韧性中等，干强度中等，局部夹薄层粉细砂。层厚1.4m~8.7m，平均厚度4.14m，层顶高程36.0m~45.7m。

②-2 淤泥：场地内零星分布，主要分布于废弃溢洪道下游，搜集钻孔ZK24号孔揭露，灰黑色，流塑，湿，含腐殖质，具腥臭味，主要由粉粘粒组成，韧性弱，干强度较高。层顶高程为33.7m，层底高程为28.6m，层厚4.8m。

②-3 含泥卵砾石层：主要分布于水库底部的老河床，本次勘察揭露于KZK02和KZK04钻孔，黄褐色，饱和，松散~稍密，为含泥卵砾石，卵砾石石英质、砂岩质，大部分次棱角状，局部卵圆形和棱角状，粒径2-10cm，含量约50%，充填物为中粗砂和泥质，略有胶结。揭露层顶高程为25.3m，层厚约6m。

（3）第四系风化残积层（ Q^{el} ）

③残积土：局部分布于场地浅部，黄褐色，红褐色，湿，可塑-硬塑状，为粉质粘土，为粉砂岩分化残积而成，局部经过少许搬运，夹有少许风化硬核。标贯实测范围值为22~24击，层顶高程为37.7~46.5m，层底高程为29.8~42.1m，层厚约1.9~8.2m。

（4）下伏基岩（ J_1^1 ）为粉砂岩，按风化程度划分如下：

④-1 全风化粉砂岩：黄褐色、灰白色、紫红色、灰褐色，稍湿，可塑-硬塑，为粉质粘土、

砂质粘性土，原岩结构已基本风化完全，局部可依稀辨认，底部夹强风化岩块，手用力可折断，为极软岩，岩土质量等级为V级。标贯实测范围值为39~48击，层顶高程25.2m~42.1m，层底高程为19.9~38.5m，层厚约2.0~9.5m。

④-2 强风化粉砂岩：黄褐色、灰白色，岩芯呈半岩半土状，风化强烈，裂隙面发育、局部铁锰质浸染，岩块手用力可折断；底部青灰色、灰白色，岩芯呈土夹碎块状，风化强烈，裂隙面发育、局部铁锰质浸染，岩块较坚硬，锤击可碎，为软岩，岩土质量等级为V级。标贯实测范围值为67~72击，局部反弹，层顶高程19.9m~39.2m，层底高程为11.9~34.9m，揭露层厚约2.7~21.7m，局部钻孔未揭穿。

④-3 弱风化粉砂岩：青灰色、麻灰色，岩芯呈短柱状，岩块较坚硬，裂隙发育，裂面被铁锰质浸染，为较软岩，岩土质量等级为IV级。层顶高程11.9m~34.9m，钻入该层2.0m~13.0m，未揭穿。饱和单轴抗压强度平均值23.3MPa。

各岩土层空间分布特征及岩性见工程地质剖面图和相应钻孔柱状图。

3.4.3 地质构造

根据区域地质资料和坝址的地质测绘，坝址区未有构造断裂通过，仅在两岸岩体中节理发育。

3.4.4 水文地质条件

(1) 地表水

项目区场地地表水与虾公岩水库水系连通，互补条件好，人为泄洪、大气降水及季节改变等因素均可影响水位。

(2) 地下水

地下水类型主要为松散层类孔隙水、基岩裂隙水。

孔隙水主要赋存于人工填土层、第四系冲洪积相的砂土层中，以孔隙潜水为主，填土层中等透水，富水性一般，粉质粘土弱透水，富水性较弱。

基岩裂隙水主要赋存于强、弱风化带中，基岩的含水性、透水性受岩体的结构、构造、裂隙发育程度等的控制。由于岩体的各向异性，加之局部岩体破碎、节理裂隙发育的影响，导致岩体不同区块的富水程度与渗透性不尽相同，节理、裂隙发育的地带，地下水相对富集，透水性也相

对较好。总体上，基岩裂隙水的发育具非均一性。

沿线地下水主要接受大气降水渗入、地表水的垂向补给和地下水体的横向渗透补给，地下水水位变化不大，迳流较缓慢，补给区接近排泄区，地下水一般以潜流形式向附近低洼的河流地段排泄。

勘察期间虾公岩水库水位高程约在39.07~38.99m，勘察期间水上钻孔测得水深为0.7~7.6m，岸上钻孔水位深3.2~3.3m，高程为41.45~41.77m。坝址区两岸地下水位略高于库水位，水位变化幅度小，主要受降雨影响，总体上地下水位较稳定。

(3) 地层渗透性

根据试验和相关工程资料分析，本场地各地层渗透性如下：

微透水性：②-2 淤泥；

弱透水性：②-1 粉质粘土、③残积土、④-1 全风化粉砂岩和④-3 弱风化粉砂岩；

中等透水性：①-1 素填土（碾压）、①-2 素填土（未碾压）、④-2 强风化粉砂岩；

强透水性：②-3 含泥卵砾石层。

(4) 水（土）的腐蚀性

勘察期间取地表水样1组进行了环境水的腐蚀性试验，按照《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）有关标准判定：场地地表水和地下水对混凝土结构具重碳酸性中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

另外，根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（2022年10月）东莞市水利勘测设计院有限公司勘察成果，工程区地下水位以上的素填土，按照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009年版）有关标准判定：地下水位以上素填土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

3.4.5 物理地质现象

坝址区主要物理地质现象为岩体风化，风化地层以残积土和全~弱风化粉砂岩为主，地层稳定性较好。未出现水土流失等地质灾害，滑坡、崩塌等不良地质现象也未发现。

3.4.6 场地内主要岩土物理力学性质

本次勘察进行了标贯试验、注水试验、室内土工试验及岩石抗压试验，根据野外地质勘探、室内外试验，并分析类比相关工程经验，提出物理力学参数建议值见表 3.4-2。各岩土层边坡坡度容许值建议值见表 3.4-1。

表 3.4-1 各主要土（岩）层边坡坡度容许值建议值表

分层代号	土层名称	临时边坡		永久边坡	
		水上	水下	水上	水下
①-1	素填土（坝身）	1: 1.75	1: 2.00	1: 2.00	1: 2.25
①-2	素填土（其余地方）	1: 2.00	1: 2.25	1: 2.25	1: 2.50
②-1	粉质粘土	1: 1.50	1: 1.75	1: 1.75	1: 2.00
②-2	淤泥	/	/	/	/
②-3	含泥卵砾石层	1: 2.00	1: 2.50	1: 2.50	1: 3.00
③	残积土	1: 1.50	1: 1.75	1: 1.75	1: 2.00
④-1	全风化岩	1: 1.25	1: 1.50	1: 1.50	1: 1.75
④-2	强风化岩	1: 0.75	1: 1.00	1: 1.00	1: 1.25
④-3	弱风化岩	1: 0.50	1: 0.75	1: 0.75	1: 1.00

备注：①边坡允许坡率根据临近工程经验，结合国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB5007-2002)和《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)提出建议值；

表 3.4-2 各主要土（岩）层物理力学性质参数指标建议值表

岩土参数 岩土类别	土体状态	含水率	湿密度	比重	压缩系数	压缩模量	快剪		固结快剪		承载力特征值	渗透系数	基底与地基土摩擦系数	允许水力比降	渗透破坏类型	
		ω	ρ	Gs	a_{1-2}	Es	C	ψ	C	ψ	f_{ak}	K_{20}	μ	$J_{允许}$	/	
		%	g/cm^3	—	MPa^{-1}	MPa	kPa	度	kPa	度	kPa	cm/s	/	/	/	
①-1素填土 (坝身)	稍密	26.2	1.94	2.68	0.31	5.96	22	18	25	20	140	3.8E-04	0.25	0.47	流土	
①-2素填土 (其余地方)	松散	29.3	1.83	2.67	0.50	4.20	15	10	18	12	100	4.0E-04	/	0.45	流土	
②-1 粉质粘土	可塑	31.1	1.86	2.67	0.42	4.72	17	15	20	17	120	2.1E-05	0.25	0.48	流土	
②-2 淤泥	流塑	60.1	1.58	2.63	1.58	1.69	5.0	2.7	8.0	4.0	50	3.5E-06	/	0.33	流土	
②-3 含泥卵砾石层	松散-稍密		1.98				5	30			200	2.0E-02	0.50	0.15	流土	
③残积土	可塑-硬塑	29.1	1.84	2.68	0.42	4.94	18	15	20	18	180	2.1E-05	0.25	0.47	流土	
④-1全风化 粉砂岩	坚硬	23.3	1.94	2.68	0.35	5.76	20	17	22	20	200	2.7E-05	0.35	0.48	流土	
④-2强风化 粉砂岩	半土半岩、碎块						25	20	29	25	300	1.5E-03	0.45	/	/	
④-3弱风化 粉砂岩	碎裂、碎块、 块状	饱和单轴抗压强度平均值23.3MPa										600	5.0E-05	0.55	/	/

注：①本表内建议值根据前期安全鉴定资料和临近工程相关工程经验确定；②地基承载力特征值以实际检测为准；

3.5 坝址区工程地质条件评价

3.5.1 下坝址

3.5.1.1 下坝址工程地质条件

下坝址坝段长 360m，堤顶高程为 47.4m，坝顶宽 10m，两侧坡比为 1: 2.5，底宽约 90m，最大堤高 16.4m。

坝址区地形大致呈“U”型，较开阔，两岸坡度约 15°~25°，沟底宽约 140m，高程 30.7~32.7m，与坡顶高程差约 18.6~20.0m，坝址区主要地层包括：②-1 粉质粘土、②-3 含泥卵砾石层、③残积土和④全~弱风化粉砂岩，其中粉质粘土和含泥卵砾石层位于冲沟底部，地层情况详见工程地质剖面图 P01-P01'和钻孔柱状图 KZK01~KZK03。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）中坝基岩体工程地质分类标准，结合室内岩石试验、钻探成果、物探成果、地质测绘成果，对坝基全~弱风化岩体进行坝基岩体分类，具体详见下表。

表 3.5-1 下坝址坝基岩体工程地质分类判别表

判别指标		定性指标	定量指标		坝基岩体工程地质综判类型
坝基地层	风化程度		岩石饱和单轴抗压强度 Ra(MPa)	岩石质量指标 RQD(%)	
粉砂岩	全	岩体风化为土状，局部土夹石状，岩块多为强风化状，不连续分布。	/	0	Cv
	强	岩体上部呈半岩半土状、石夹土，下部块状，结构面发育一极发育，张开，夹碎屑或泥，岩体间嵌合力差。	/	0	Cv
	弱	碎块状结构，岩体极破碎—破碎，结构面极发育，裂隙张开—微张，岩体贯穿性结构面发育，岩块间嵌合力较差。	27.3	4.6	Civ

3.5.1.2 下坝址工程地质条件评价

(1) 坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：河床部位表层 6.1m 厚的含泥卵砾石层为强透水层，承载力较低且易产生渗漏与渗透变形，不宜作为坝体建基面。应将此层挖除，使坝体建基于其下的全~弱风化粉砂岩上。该层为弱~中等透水层，力学强度较高，是良好的坝基持力层。两岸坝肩的残积土和全风化粉砂岩虽为弱透水层，但强度相对较低，需根据坝型（如心墙坝、面板坝的坝肩）确定开挖处理深度，必要时清除表层松散部分，使坝肩坐落在强~弱风化岩体上。

稳定性评价：坝基主要持力层（全~弱风化粉砂岩）为相对均一的软岩，强度可满足中低坝要求。整体稳定性较好。河床钻孔未发现全~弱粉砂岩存在软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝肩远为残积土+全风化，需计算其稳定性问题。

(2) 边坡稳定性评价

自然边坡：两岸山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度可能较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导致土体饱和，可能引发局部滑塌或蠕变。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土和全风化岩自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比（通常较缓）并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止地表水下渗降低其强度。

(3) 坝基渗漏评价

主要渗漏通道：河床坝基下的含泥卵砾石层是明确的强透水层，为最主要的集中渗漏通道，必须彻底处理。其下的全风化粉砂岩厚约 2.5~5.4m，为弱透水层，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。建议下阶段查明该岩层在坝基范围内的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

(4) 绕坝渗漏评价

两岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。但左岸山体厚度较小，可能的绕渗路径较短，渗流比降稍大。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

(5) 坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，全风化渗透系数为 2.7E-05cm，强风化渗透系数为 1.5E-03cm/s，弱风化渗透系数为 5.0E-05cm/s，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 18.5m，左坝肩为地面以下 19.5m，右坝肩为地面以下 21.1m。

3.5.1.3 围堰工程地质条件及评价

坝址上游围堰距勘探线约 100m，长约 267m，顶高 41.25m，坝址下游围堰距勘探线约 87m，长约 210m，顶高 39.30m，河床分布地层为含泥卵砾石层和全风化粉砂岩，两岸分布残积土。含泥卵砾石层厚约 6.1m，为强透水层，易造成渗透破坏和基坑涌水，建议换填处理；残积土和全风化粉砂岩厚 5.4~6.5m，为弱透水性，承载力较高且为相对不透水层，可作为围堰基础持力层。岩土体物理力学参数参见表 3.4-1~3.4-2。

3.5.2 上坝址

3.5.2.1 上坝址工程地质条件

上坝址坝段长 310m。堤顶高程为 46.5m，坝顶宽 10m，两侧坡比为 1: 2.5，底宽约 105.4m，最大堤高 14m。

坝址区地形大致呈“U”型，较开阔，两岸坡度约 15°~20°，沟底宽约 210m，高程 30.7~32.7m，与左坝肩坡顶高程差约 17.0m，与右坝肩的 3#坝坝顶高程差约 14.1m，坝址区主要地层包括：②-1 粉质粘土、②-3 含泥卵砾石层、③残积土和④全~弱风化粉砂岩，其中粉质粘土和含泥卵砾石层位于冲沟底部，地层情况详见工程地质剖面图 P04-P04'和钻孔柱状图 KZK04~EZK17。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）中坝基岩体工程地质分类标准，结合室内岩石试验、钻探成果、物探成果、地质测绘成果，对坝基全~弱风化岩体进行坝基岩体分类，具体详见下表。

表 3.5-2 下坝址坝基岩体工程地质分类判别表

判别指标		定性指标	定量指标		坝基岩体工程地质综判类型
坝基地层	风化程度		岩石饱和单轴抗压强度 Ra(MPa)	岩石质量指标 RQD(%)	
粉砂岩	全	岩体风化为土状，局部土夹石状，岩块多为强风化状，不连续分布。	/	0	Cv
	强	岩体上部呈半岩半土状、石夹土，下部块状，结构面发育一极发育，张开，夹碎屑或泥，岩体间嵌合力差。	/	0	Cv
	弱	碎块状结构，岩体极破碎—破碎，结构面极发育，裂隙张开—微张，岩体贯穿性结构面发育，岩块间嵌合力较差。	8.7	4.6	C _{IV}

3.5.2.2 上坝址工程地质条件评价

(1) 坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：河床部位表层 6.0m 厚的含泥卵砾石层为强透水层，承载力较低且易产生渗漏与渗透变形，不宜作为坝体建基面。应将此层挖除，使坝体建基于其下的全~弱风化粉砂岩上。该层为弱~中等透水层，力学强度较高，是良好的坝基持力层。左坝肩为小山包，残积土和全风化粉砂岩虽为弱透水层，右坝肩为现状 3#副坝，坝身为素填土，地层强度相对较低，需根据坝型（如心墙坝、面板坝的坝肩）确定开挖处理深度，必要时清除表层松散部分，使坝肩坐落在强~弱风化岩体上。

稳定性评价：坝基主要持力层（全~弱风化粉砂岩）为相对均一的软岩，强度可满足中低坝要求。整体稳定性较好。河床钻孔未发现全~弱粉砂岩存在软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝肩远为残积土+全风化，需计算其稳定性问题。

(2) 边坡稳定性评价

自然边坡：左侧岸坡山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度可能较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导

致土体饱和，可能引发局部滑塌或蠕变。右侧无岸坡，直接连接现状 3#副坝，坝身为素填土。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土和全风化岩自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比（通常较缓）并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止地表水下渗降低其强度。

（3）坝基渗漏评价

主要渗漏通道：河床坝基下的含泥卵砾石层是明确的强透水层，为最主要的集中渗漏通道，必须彻底处理。其下的全风化粉砂岩厚约 3.0~4.1m，为弱透水层，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。建议下阶段查明该岩层在坝基范围内的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

（4）绕坝渗漏评价

左岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。但右岸为现状 3#副坝，坝身填土为弱~中等透水性，填土层下部为残积土和全风化粉砂岩，厚度较小，可能的绕渗路径较短，渗流比降稍大。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

（5）坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，残积土渗透系数为 2.1E-05cm/s，全风化渗透系数为 2.7E-05cm/s，强风化渗透系数为 1.5E-03cm/s，弱风化渗透系数为 5.0E-05cm/s，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 22.3m，左坝肩为地面以下 19.5m，右坝肩为地面以下 29.3m。

3.5.3 坝址比选

可行性研究阶段初步选定两个坝址（上坝址、下坝址）进行比选，根据两个坝址勘察资料，从工程地质、水文地质、水工结构、施工等方面进行综合比较，优选坝址。坝址比较详见表 3.5-3。

表 3.5-3 坝址综合比较表

项目	下坝址	上坝址	比较结果
地形	河谷为为对称“U”形纵向谷。	河谷为为对称“U”形纵向谷。	下坝址优

项目	下坝址	上坝址	比较结果
地貌	河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°，为残积土，植被覆盖。	河床宽约210m，两岸坡度较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸3#副坝，坝顶高程为46.7m。	
地层岩性	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。	河床为含泥卵砾石层，厚6.0m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚6.5m；基岩为强~弱风化粉砂岩。	下坝址优
地质构造	未有构造断裂通过，仅在两岸岩体中节理发育，工程区地震动峰值加速度为0.00g，地震动反应谱特征周期为0.35s，对应的地震基本烈度为VI度。	未有构造断裂通过，仅在两岸岩体中节理发育，工程区地震动峰值加速度为0.00g，地震动反应谱特征周期为0.35s，对应的地震基本烈度为VI度。	基本相同
物理地质	主要为风化现象。	主要为风化现象。	基本相同
防渗条件	强风化岩中等透水性，厚约4.0~10.0m，防渗面积较小。	强风化岩中等透水性，厚约10.3~19.7m，防渗面积较大。	下坝址优
抗滑稳定	坝基为含泥卵砾石层和全风化粉砂岩，抗滑稳定性较好，无不利结构面。	坝基为含泥卵砾石层和全风化粉砂岩，抗滑稳定性较好，无不利结构面。	基本相同
清基工程量	河床较窄，含泥卵砾石层分布较少，清基工程量较小。	河床较宽，含泥卵砾石层分布较多，清基工程量较大。	下坝址优

根据上述各因素对坝址选择影响程度的不同权重，综合进行分析，结果评定下坝址整体上比上坝址具有优势。

3.5.4 坝型比选

可行性研究阶段初步选定两个坝址（上坝址、下坝址）进行比选，根据两个坝址勘察资料，从工程地质、水文地质、水工结构、施工等方面进行综合比较，优选坝址。坝址比较详见下表。

两个坝型方案水资源利用条件一致，环境影响条件基本相同，泄洪建筑物、放空建筑物布置一致，故主要从挡水建筑物的地形、地质条件、枢纽布置条件、天然建筑材料条件、施工布置条件、工程量及投资等方面综合比选进行坝型选择。

表 3.5-4 坝型比较表

项目	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果

项目	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
地形	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°，为残积土，植被覆盖。对心墙坝布置无不利影响。	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°，基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°，为残积土，植被覆盖。坝肩开挖较多。	沥青混凝土心墙坝优
地质条件	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。满足心墙和坝壳基础的要求。	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。对重力坝稳定无影响。	沥青混凝土心墙坝优
枢纽布置	由沥青混凝土心墙坝和泄洪闸组成，心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。	由碾压混凝土重力坝和泄洪洞组成，重力坝基础设置在弱风化上部。	两坝型相当
主要工程量	土石方开挖：36.19万m ³ ；坝体填筑：32.63万m ³ ； 防渗墙：0.99万m ³ ；帷幕灌浆：11476m；	土石开挖：54.29万m ³ ；坝体混凝土：28.96万m ³ ； 固结灌浆：43796m；帷幕灌浆：18560m；	沥青混凝土心墙坝优
施工条件	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，坝体填筑可以利用开挖料，工程土石方平衡较好。	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，外运材料较多，开挖土方弃置量大。	沥青混凝土心墙坝优
天然建筑材料	利用库内区域开挖工程的开挖料，土料不足部分采用外购土方。	采用商品混凝土。	沥青混凝土心墙坝优
工程投资(枢纽部分)	0.82亿	1.03亿	沥青混凝土心墙坝优

项目	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
综合评述	沥青混凝土心墙坝能较好的适应本工程的地形地质条件，能重充分利用工程开挖料，对整个工程土方平衡有利，且工程投资较省。	碾压混凝土重力坝，基础开挖及边坡处理工程量较大，基础埋置深度深，工程土石方弃置量大，工程投资高。	推荐沥青混凝土心墙坝

根据以上个方面分析，两种坝型在技术上均可行。从地形、地质条件和施工条件来看，沥青混凝土心墙坝较优。本工程施工时水库会放空，具备较好的干地施工条件。本工程重要性较高，对坝体施工质量要求也较高，从保证工程可靠性角度，沥青混凝土心墙坝更优。从工程投资来看，沥青心墙坝投资低于碾压混凝土重力坝。因此，本阶段推荐大坝坝型为沥青混凝土心墙坝。

3.5.5 副坝一坝址

3.5.5.1 副坝一坝址工程地质条件

副坝一坝段长 230m。堤顶高程为 47.4m，坝顶宽 10m，两侧坡比为 1: 2.5，底宽约 78m，最大堤高 12.5m。

副坝一坝址区地形大致呈“W”型，较开阔，两岸坡度约 15°~25°，山包顶高程 46.1~52.1m，沟底高程为 35.2~38.6m，与左坝肩坡顶高程差约 20.0m，与右坝肩的坡顶高程差约 17.0m，副坝坝址区主要地层包括：③残积土和④全~弱风化粉砂岩，沟底局部分布粉质粘土层，地层情况详见工程地质剖面图 P02-P02'和钻孔柱状图 KZK09~EZK10。

3.5.5.2 副坝一坝址工程地质条件评价

(1) 坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：河床底部大部分为残积土，局部分布厚度较薄的冲洪积粉质粘土，该层承载力较低且易产生滑动变形，不宜作为坝体建基面，建坝时应将粉质粘土层挖除，使坝体建基于其下的残积土上。残积土层为弱透水层，厚度较大，力学强度较高，是良好的坝基持力层。两岸坝肩的残积土和全风化粉砂岩虽为弱透水层，但强度相对较低，需根据坝型确定开挖处理深度。

稳定性评价：坝基残积土为相对均一地层，强度可满足低坝要求，整体稳定性较好。河床钻孔未发现全~弱粉砂岩存在软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝

肩远为残积土，需计算其稳定性问题。

(2) 边坡稳定性评价

自然边坡：两岸山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导致土体饱和，可能引发局部滑塌或蠕变。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止地表水下渗降低其强度。

(3) 坝基渗漏评价

坝基浅部地层为残积土和全风化粉砂岩，厚约 10.0~12.5m，弱透水性，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。强风化粉砂岩为中等透水性，是主要的渗漏通道，但上部覆盖厚度较大的相对不透水性，因此，坝基基本上不存在渗漏问题。建议下阶段查明该层在坝基范围内的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

(4) 绕坝渗漏评价

两岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

(5) 坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，全风化渗透系数为 $2.7E-05\text{cm}$ ，强风化渗透系数为 $1.5E-03\text{cm/s}$ ，弱风化渗透系数为 $5.0E-05\text{cm/s}$ ，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 19.5m，左右坝肩为地面以下 20.0m。

3.5.5.3 围堰工程地质条件及评价

坝址上游围堰距勘探线约 65m，长约 146m，顶高 41.25m，坝址下游围堰距勘探线约 65m，两段长分别为长约 94m 和 70m，顶高 39.30m，河床分布地层为粉质粘土和残积土，两岸分布残

积土。粉质粘土和残积土为微~弱透水性，不易造成渗透破坏和基坑涌水，承载力较高且为相对不透水层，可作为围堰基础持力层。

3.5.6 副坝二坝址

3.5.6.1 副坝二坝址工程地质条件

副坝二轴线长度为 63.34m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 60.65m。

副坝二坝址区地形大致呈“U”型，较开阔，两岸坡度约 $15^\circ\sim 20^\circ$ ，山包顶高程 55.9~52.1m，沟底高程为 38.0~40.0m，与左坝肩坡顶高程差约 17.9m，与右坝肩的坡顶高程差约 14.1m，副坝坝址区主要地层包括：①素填土、②粉质粘土、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。素填土主要分布于现状埝口填土，粉质粘土主要分布于沟底表层，残积土分布于两岸边坡，全~弱风化粉砂岩分布于场地下部。地层情况详见工程地质剖面图 P03-P03'和钻孔柱状图 KZK11。

3.5.6.2 副坝二坝址工程地质条件评价

(1) 坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：河床底部大部分为粉质粘土和全风化粉砂岩，粉质粘土层承载力较低且易产生滑动变形，不宜作为坝体建基面，该层厚约 1.8m，厚度较薄，建坝时应将粉质粘土层挖除，使坝体建基于其下的全风化粉砂岩上。全风化粉砂岩层为弱透水层，厚约 2m，力学强度较高，是良好的坝基持力层。两岸坝肩的残积土虽为弱透水层，但强度相对较低，需根据坝型确定开挖处理深度。

稳定性评价：坝基全风化粉砂岩为相对均一地层，强度可满足低坝要求，整体稳定性较好。河床钻孔未发现全~弱粉砂岩存在软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝肩远为残积土和全风化粉砂岩，需计算其稳定性问题。

(2) 边坡稳定性评价

自然边坡：两岸山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导致土体饱和，

可能引发局部滑塌或蠕变。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土和全风化粉砂岩自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止地表水下渗降低其强度。

（3）坝基渗漏评价

坝基浅部地层为全风化粉砂岩，厚约 2.0m，弱透水性，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。强风化粉砂岩为中等透水性，是主要的渗漏通道，但上部覆盖厚度较小的相对不透水性，因此，坝基存在渗漏问题的可能性较小。建议下阶段查明该层在坝基范围内残积土和全风化岩的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

（4）绕坝渗漏评价

两岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

（5）坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，全风化渗透系数为 $2.7E-05\text{cm}$ ，强风化渗透系数为 $1.5E-03\text{cm/s}$ ，弱风化渗透系数为 $5.0E-05\text{cm/s}$ ，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 10.8m，左右坝肩约为地面以下 12.0m。

3.5.6.3 围堰工程地质条件及评价

坝址上游围堰距勘探线约 40m，长约 105m，顶高 41.25m，坝址下游围堰距勘探线约 50m，长约 43m，顶高 39.30m，河床分布地层为粉质粘土和残积土，两岸分布残积土。粉质粘土和残积土为微~弱透水性，不易造成渗透破坏和基坑涌水，承载力较高且为相对不透水层，可作为围堰基础持力层。

3.5.7 连通闸

连通闸位于副坝二右侧，宽约 14.5m，顶高程 47m，闸底高程为 42.5m。

该处地形大致呈“U”型，较开阔，两岸坡度约 $15^\circ\sim 20^\circ$ ，山包顶高程 55.9~52.1m，沟底高程为 38.0~40.0m，与左坝肩坡顶高程差约 17.9m，与右坝肩的坡顶高程差约 14.1m。该处主要地层包括：③残积土和④全~弱风化粉砂岩，地层情况详见工程地质剖面图 P03-P03'和钻孔柱状图 KZK11。

连通闸底高程为 42.5m，位于残积土层中，该层压缩性中等，承载力较高，可满足水闸承载要求。闸基未有软土层分布，不存在沉降不均问题，基坑开挖后，坑底和坑壁地层为残积土，弱透水性，不存在绕闸渗漏和闸基渗漏的情况。

3.5.8 副坝三坝址

3.5.8.1 副坝三坝址工程地质条件

副坝三位于库尾，轴线长度为 21.52m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 28.66m。

副坝三坝址区地形大致呈“V”型，两岸坡度约 $30^\circ\sim 50^\circ$ ，山包顶高程 58.4~73.6m，沟底高程为 44.1~45.0m，与左坝肩坡顶高程差约 14.3m，与右坝肩的坡顶高程差约 29.5m，副坝三坝址区主要地层包括：①素填土、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。素填土主要为现状坝口的填土，残积土分布于两岸边坡及沟底，全~弱风化粉砂岩分布于场地下部。地层情况详见工程地质剖面图钻孔柱状图 KZK12。

3.5.8.2 2 副坝三坝址工程地质条件评价

（1）坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：谷底地层为素填土和残积土，素填土松散状，承载力较低，不宜作为坝体建基面，该层厚约 3.1m，厚度较薄，分布较少，建坝时应将素填土层挖除，使坝体建基于其下的残积土上。残积土和下部的全风化粉砂岩层为弱透水层，厚约 5.4m，力学强度较高，是良好的坝基持力层。两岸坝肩的残积土虽为弱透水层，但强度相对较低，需根据坝型确定开挖处理深度。

稳定性评价：坝基残积土为相对均一地层，强度可满足低坝要求，整体稳定性较好。全~弱粉砂岩未发现软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝肩远为残积土和全风化粉砂岩，需计算其稳定性问题。

（2）边坡稳定性评价

自然边坡：两岸山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导致土体饱和，可能引发局部滑塌或蠕变。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土和全风化粉砂岩自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止地表水下渗降低其强度。

（3）坝基渗漏评价

坝基浅部地层为残积土和全风化粉砂岩，厚约 5.4m，弱透水性，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。强风化粉砂岩为中等透水性，是主要的渗漏通道，但上部覆盖厚度较大的相对不透水性，因此，坝基存在渗漏问题的可能性较小。建议下阶段查明该层在坝基范围内残积土和全风化岩的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

（4）绕坝渗漏评价

两岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

（5）坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，残积土渗透系数为 $2.1E-05\text{cm/s}$ ，全风化渗透系数为 $2.7E-05\text{cm/s}$ ，强风化渗透系数为 $1.5E-03\text{cm/s}$ ，弱风化渗透系数为 $5.0E-05\text{cm/s}$ ，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 11.5m。

3.5.8.3 围堰工程地质条件及评价

坝址上游围堰距勘探线约 35m，长约 36m，顶高 39.30m，分布地层为粉质粘土和残积土。粉质粘土和残积土为微~弱透水性，不易造成渗透破坏和基坑涌水，承载力较高且为相对不透水层，可作为围堰基础持力层。

3.5.9 副坝四坝址

3.5.9.1 副坝四坝址工程地质条件

副坝四位于库尾，轴线长度为 54.92m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 37.24m。

副坝四坝址区地形大致呈“V”型，两岸坡度约 $15^\circ\sim 30^\circ$ ；山包顶高程 51.2~58.4m，沟底高程为 41.0~43.5m，与左坝肩坡顶高程差约 10.2m，与右坝肩的坡顶高程差约 17.4m，副坝四坝址区主要地层包括：①素填土、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。素填土主要为现状坝口的填土，残积土分布于两岸边坡及沟底，全~弱风化粉砂岩分布于场地下部。地层情况详见工程地质剖面图钻孔柱状图 KZK13。

3.5.9.2 副坝四坝址工程地质条件评价

（1）坝体建基面选择及稳定性评价

建基面选择：谷底地层为素填土和残积土，素填土松散状，承载力较低，不宜作为坝体建基面，该层厚约 3.2m，厚度较薄，分布较少，建坝时应将素填土层挖除，使坝体建基于其下的残积土上。残积土和下部的全风化粉砂岩层为弱透水层，厚约 6.6m，力学强度较高，是良好的坝基持力层。两岸坝肩的残积土虽为弱透水层，但强度相对较低，需根据坝型确定开挖处理深度。

稳定性评价：坝基残积土为相对均一地层，强度可满足低坝要求，整体稳定性较好。全~弱粉砂岩未发现软弱夹层或缓倾角裂隙，产生浅层滑动破坏的可能性较小。清基后坝肩远为残积土和全风化粉砂岩，需计算其稳定性问题。

（2）边坡稳定性评价

自然边坡：两岸山体由残积土和全风化粉砂岩构成，厚度较大，为弱透水性，抗冲刷能力弱，遇水易软化。在自然状态下，整体坡度较缓，稳定性尚可，但需警惕持续降雨入渗导致土体饱和，可能引发局部滑塌或蠕变。

工程边坡：坝肩开挖、上下游岸坡开挖将形成人工边坡。残积土和全风化粉砂岩自稳能力差，开挖时易坍塌，需设计合理的坡比并及时支护。施工及运行期需建立完善的坡面排水系统，防止

地表水下渗降低其强度。

(3) 坝基渗漏评价

坝基浅部地层为残积土和全风化粉砂岩，厚约 6.6m，弱透水性，较完整连续，是良好的相对隔水底板，能有效控制渗漏量。强风化粉砂岩为中等透水性，是主要的渗漏通道，但上部覆盖厚度较大的相对不透水性，因此，坝基存在渗漏问题的可能性较小。建议下阶段查明该层在坝基范围内残积土和全风化岩的连续性、完整性及厚度，若局部缺失、过薄或存在强风化透镜体（中等透水），则可能形成渗漏窗口。

(4) 绕坝渗漏评价

两岸山体由大范围的弱透水残积土和全风化粉砂岩组成，厚度较大，这为抑制绕坝渗漏提供了有利的地质屏障。综合分析认为，在天然状态下，绕坝渗漏风险偏低。

(5) 坝基防渗处理建议

坝基渗漏和绕坝渗漏建议采用帷幕灌浆处理，左右坝肩灌浆边界长度延伸到正常蓄水位与地下水位交汇点，残积土渗透系数为 $2.1E-05\text{cm/s}$ ，全风化渗透系数为 $2.7E-05\text{cm}$ ，强风化渗透系数为 $1.5E-03\text{cm/s}$ ，弱风化渗透系数为 $5.0E-05\text{cm/s}$ ，防渗处理深度约为强风化下线 3m，河床为地面以下 12.8m。

(6) 围堰工程地质条件及评价

坝址上游围堰距勘探线约 28m，长约 54m，顶高 39.30m，分布地层为粉质粘土和残积土。粉质粘土和残积土为微~弱透水性，不易造成渗透破坏和基坑涌水，承载力较高且为相对不透水层，可作为围堰基础持力层。

3.6 转输涵工程地质条件评价

3.6.1 推荐转输涵

推荐转输涵起点为 3#副坝左坝肩，终点为废弃溢洪道下游，取水口为上库进水闸，底高程为 37.0m，转输涵为顶管+箱涵型式，顶管分别长 200m 和 150m，直径 2600mm，箱涵长 145m，矩形 3m×2m，共设 4 个工作井和接收井，进口底高程为 31.67m，出口底高程为 31.00m。

该处原始地貌为丘陵山包，经后期开发，现在小区、坝体和居民区。勘察期间库水位高程约 39.0m，该处地层主要为：①素填土、②-1 粉质粘土、②-2 淤泥、③残积土和④全~弱风化粉砂岩，地层情况详见工程地质剖面图 P05-P05'和钻孔柱状图(ZK24、DZK4、DZK10、EZK10 和 EZK13)。

顶管（1）段，该段长 200m，从 2#工作井掘进，至 1#接收井，该段地层为残积土、全~弱风化粉砂岩。顶管持力层为全~强风化粉砂岩层，为低压缩性土层，承载力较高，可满足管道承载力要求。顶管穿越地层为全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。

顶管（2）段，该段长 130m，从 3#工作井掘进，至 4#接收井，该段地层为素填土、淤泥、粉质粘土和全~弱风化粉砂岩。顶管持力层为淤泥和全~强风化粉砂岩层，淤泥为软弱土层，高压缩性，承载力不满足顶管要求，建议该段超挖换填或固结处理，全~强风化岩为低压缩性土层，承载力较高，可满足管道承载力要求。顶管穿越地层为淤泥和全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。

箱涵段，该段长 145m，矩形断面，尺寸 3m×2m，场地位于库尾，场地较为开阔，地面高程为 33.1~38.0m。该段地层为素填土、粉质粘土、全~强风化粉砂岩。涵底位于粉质粘土和全风化粉砂岩层中，该层为中~低压缩性，承载力较高可满足箱涵承载力要求。基槽深约 2.1~7.0m，可采用支护直立开挖，建议采用灌注桩支护。桩端应深入下部的全风化岩相应深度。箱涵基坑开挖后，涵底位于地下水位以下，坑壁地层为粉质粘土和全风化粉砂岩，为弱透水地层，但粉砂岩遇水软化，坑壁稳定性较差，基坑涌水量较小，可采用灌注桩止水+坑内集水明排法施工，并做好地表水截排措施。

1#接收井：外径 6.0m，深度 12.5m。沉井底部持力层为强风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。基坑开挖揭露地层主要为粉质粘土、残积土和全~强风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，此外，该处下游即为山体边坡，周边环境较为复杂，不具备放坡开挖条件，故需支护直立开挖，建议采用沉井施工。

2#工作井和 3#工作井：外径 9.0m，深度 7.0~9.0m。沉井底部持力层为全风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。基坑开挖揭露地层主要为粉质粘土、残积土和全风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，此外，2#工作井上游即为山体边坡，周边环境较为复杂，不具备放坡

开挖条件，故需支护直立开挖，建议采用沉井施工。

4#接收井：外径 6.0m，深度 5.0m。沉井底部持力层为淤泥层，承载力不满足设计要求，建议换填或挤淤处理。基坑开挖揭露地层主要为素填土和淤泥层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，且该处发育淤泥层，开挖存在淤泥质土侧向挤出、塌方、沉陷等问题，此外，该处临近道路，管线较多，周边环境较为复杂，不具备放坡开挖条件，故需支护直立开挖，建议采用沉井施工。

推荐转输涵主要位于库区内，地质条件较好，且场地较开阔，不存在临时征地和拆迁问题。

3.6.2 比选转输涵

推荐转输涵起点为 3#副坝左坝肩，终点为废弃溢洪道下游，取水口为上库进水闸，底高程为 37.0m，转输涵为顶管+埋管，顶管分别长 156m+152m+140m，直径 2600mm，埋管段长 34m，直径 2600mm，共设 4 个工作井和接收井，进口底高程为 31.67m，出口底高程为 31.00m。

该处原始地貌为丘陵山包，经后期开发，现在小区、坝体和居民区。勘察期间库水位高程约 39.0m，该处地层主要为：①素填土、②-1 粉质粘土、③残积土和④全~弱风化粉砂岩，地层情况详见工程地质剖面图 P06-P06'和钻孔柱状图（DZK4、DZK3、DZK11、EZK10 和 EZK13）。

顶管（1）段，该段长 156m，从 2#工作井掘进，至 1#接收井，该段地层为残积土、全~弱风化粉砂岩。顶管持力层为全~强风化粉砂岩层，为低压缩性土层，承载力较高，可满足管道承载力要求。顶管穿越地层为全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。

顶管（2）段，该段长 152m，从 2#工作井掘进，至 3#接收井，该段地层为素填土、粉质粘土和全~强风化粉砂岩。顶管持力层大部分为强风化粉砂岩层，承载力较高，可满足管道承载要求，局部可能存在填土层，高压缩性，承载力不满足顶管要求，建议该段超挖换填或固结处理。顶管穿越地层为素填土和全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。

顶管（3）段，该段长 140m，从 4#工作井掘进，至 3#接收井，该段地层为素填土、粉质粘土和全~强风化粉砂岩。顶管持力层大部分为粉质粘土和全~强风化粉砂岩层，承载力较高，可满足管道承载要求，局部可能存在填土层，高压缩性，承载力不满足顶管要求，建议该段超挖换填

或固结处理。顶管穿越地层为素填土、粉质粘土和全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。

埋管段，位于 4#工作井下游，该段长 34m，直径 2600mm，场地位于废弃溢洪道下游，场地较为开阔，地面高程为 34.7~32.1m。该段地层为素填土、粉质粘土，淤泥、残积土和全~强风化粉砂岩。管底大部分置于粉质粘土或残积土层中，该层为中压缩性，承载力较高，可满足涵管承载力要求；涵管可能局部位于素填土或淤泥层中，高压缩性，承载力不满足承载要求，建议进行挖除或换填处理。基槽深约 1.1~3.7m，场地空旷，可采用放坡开挖。基坑开挖后，坑底位于地下水位以下，坑壁地层为素填土、粉质粘土、淤泥和残积土，为弱透水地层，但素填土和淤泥层土质软弱，坑壁稳定性较差，基坑涌水量较小，可采用坑内集水明排法施工，并做好地表水截排措施。

表 3.6-1 沉井与顶管设计参数建议值

岩土类别	状态	沉管井壁与土体间摩阻力 (kPa)	管道与地层摩擦系数	
			湿	干
①-2	素填土	松散、局部稍密	0.25	0.40
②-1	粉质粘土	可塑	0.25	0.40
②-2	淤泥	软塑	0.20	0.30
③	残积土	可塑~硬塑	0.25	0.40
④-1	全风化粉砂岩	坚硬土状	0.30	0.45
④-2	强风化粉砂岩	块状	0.45	0.55

注：①采用泥浆助沉时，单位摩阻力取 3~5kPa；

②当井壁外侧为阶梯形并采用灌砂助沉时，灌砂段的单位摩阻力可取 7~10kPa；

③沉井外壁的单位摩阻力分布，在 0~5m 深度内，单位面积的摩阻力从零按直线增加，大于 5m 为常数。

④本表主要参照《市政工程勘察规范》（CJJ56-2012）确定。

1#接收井：外径 6.0m，深度 12.5m。沉井底部持力层为强风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。基坑开挖揭露地层主要为粉质粘土、残积土和全~强风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，此外，该处下游即为山体边坡，周边环境较为复杂，不具备放坡开挖条件，故需支护直立开挖，建议采用沉井施工。

2#工作井和3#接收井：外径为9.0m和6.0m，深度15.0m和8.5m。沉井底部持力层为强风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。基坑开挖揭露地层主要为素填土、残积土和全~强风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，此外，2#工作井紧邻山体边坡，3#接收井紧邻坝体，周边环境较为复杂，不具备放坡开挖条件，故需支护直立开挖，建议采用沉井施工。

4#工作井：外径9.0m，深度3.3m。沉井底部持力层为可能为粉质粘土或淤泥层，粉质粘土承载力满足设计要求，但淤泥层高压缩性，建议换填或挤淤处理。基坑开挖揭露地层主要为素填土、淤泥和粉质粘土层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，且该处发育淤泥层，开挖存在淤泥质土侧向挤出、塌方、沉陷等问题，此外，该处周边空旷，具备放坡开挖条件，建议采用放坡或沉井施工。

比选转输涵主要位于库区外，临时构筑物较多，场地狭小，存在临时征地和拆迁问题。

3.7天然建筑材料

本工程共需坝体回填土料25.7万方，石料1.3万方，砂砾料5.9万方。

3.7.1 土料

3.7.1.1 1#土料场

(1) 料场概况

1#土料场位于库内的小岛上，大致呈长方形，丘陵地貌，地势起伏，分布高程38.0m~47.5m。料场植被较茂盛，种植火龙果和荔枝树。料场开采运输条件好，可修简易道路直达推荐坝址，至推荐坝址运距约0.7km，至最远的2#坝口运距约0.6km。

(2) 勘探及取样

根据地质测绘和钻探资料，料场岩性为粉砂岩，其中有用层分布在39.0m以上的残积层及全风化带里。

本次勘探钻孔2个，取扰动土样1件，编号为1#土料，根据钻探资料，1#土料场揭露地层从上到下为：腐殖土，层厚0.50m，为无用剥离层；粉砂岩全风化土，分布较均匀，层厚3.0m~8.0m，平均5.5m。本次取扰动土样1组进行室内全分析试验。

(3) 土料质量

料场土的颗粒主要由砾石、砂、粉粒、粘粒等组成，其中含砾7.4%，粘粒20.3%。最大干密度1.64g/cm³，最优含水量为19.6%，pH为5.84，有机质含量0.6%，该料场除PH值偏小外，其余各项指标符合均质坝土料技术质量要求。试验指标与质量技术指标对比表见表7.1.2-1。

(4) 储量及评价

①根据设计要求，该料场仅开采高程40.0m以上土料，料场有用层厚度较稳定，用平均厚度法计算储量。料场面积为1.85万m²，无用层体积为0.93万m³，残积土和全风化粉砂岩土储量为9.25万m³。

②该料场位于库区内，为粉砂岩的风化残积土和全风化层，可修简易道路直达推荐坝址，至下坝址运距约0.7km，至最远的副坝四运距约0.6km。料场地形开阔，适合机械开采。

③1#土料场，作为筑坝土料，除PH值偏低和天然含水量与最优含水量和塑限相差较大外，其余指标满足均质坝土料质量技术要求，可进行翻晒和掺适量碱料处理。

3.7.1.2 2#土料场

(1) 料场概况

2#土料场位于水库边缘底部，为水库清淤土料，主要分布于库底，料场开采运输条件好，可修简易道路直达推荐坝址，至下坝址运距约0.5km，至最远的副坝四运距约0.8km。

(2) 勘探及取样

根据地质测绘和钻探资料，库底土料为粉质粘土和粉砂岩的风化土。

本次布置2个探坑，取样编号为2#土料和3#土料，进行室内全分析试验。

(3) 土料质量

料场土的颗粒主要由砾石、砂、粉粒、粘粒等组成，其中含砾4.7%~10.8%，粘粒19.3%~20.7%。最大干密度1.60~1.63g/cm³，最优含水量为19.9~20.3%，pH为5.90~6.09，有机质含量0.6~1.3%，该料场除PH值偏小外，其余各项指标符合均质坝土料技术质量要求。试验指标与质量技术指标对比表见表7.1.2-1。

(4) 储量及评价

①储良较丰富，根据清淤方量确定。

②该料场位于库区内，为粉砂岩的风化残积土和全风化层，可修简易道路直达推荐坝址，至下坝址运距约 0.7km，至副坝 4 运距约 0.6km。料场地形开阔，适合机械开采。

③2#土料场，作为筑坝土料，除 PH 值偏低和天然含水量与最优含水量和塑限相差较大外，其余指标满足均质坝土料质量技术要求，可进行翻晒和掺适量碱料处理。

表 3.7-1 库区土料场主要试验指标与质量技术指标对比表

项 目	均质坝土料	试验指标	
		1#土料场	2#土料场
粘粒含量	10%~30%为宜	20.3	19.3~22.1
塑性指数	7~17	16.0	16.3~16.9
渗透系数	碾压后<1.0E-04	1.85E-06	1.27E-06~1.72E-06
有机质含量	<5%	0.6	0.6~1.3
水溶盐含量	<3%	/	/
天然含水率	与最优含水率或塑限接近者为优	29.1	23.9~29.1
最优含水率	/	19.6	19.6~20.3
最大干密度	/	1.96	1.93~1.95
PH 值	>7	5.84	5.90~6.09

3.7.1.3 外购土料场

若库区土料开采受限，可采取外购土料，参考《清溪契斧石九乡片区排水改造工程可行性研究报告》（中水珠江规划勘测设计有限公司，2025 年 7 月）资料。

广州市南沙区龙穴岛西部河砂售卖点处，同时也有售卖建筑土料，土料主要来源于中山，土料通过船只每天运至龙穴岛码头超过 7000m³，该土料场位于龙穴岛仔沙三涌西岸码头，距离本工程运距约 135km，其中水运距离约 95km，路运距离约 40km。

为了解土料质量，取土料 3 组进行击实试验，试验指标与质量技术指标对比表详见下表，土料质量与供方料源来源密切相关，施工时可要求供方提供符合质量要求的土料。

根据下表，各项技术指标基本符合填筑料要求，可作为本工程堤防填筑用土料。

表 3.7-2 外购土料场主要试验指标与质量技术指标对比表

项 目	均质坝土料	试验指标
粘粒含量	10%~30%为宜	20.2%
塑性指数	7~17	20.8
渗透系数	碾压后<1.00E-04	6.46E-06
压实后固结试验	压缩系数	0.256
	压缩模量	6.983
压实后饱和快剪	粘聚力	11kPa
	内摩擦角	24.3°

3.7.2 砂砾料

东莞市河网纵横，分布有多个砂砾料场，砂场内砂粒成份丰富，级配良好，含泥量少，质量及数量均可满足要求。

3.7.3 石料

受东莞市土地规划和利用限制，东莞市境内无可供开采的天然石料场，建议外购。

本工程区周边惠州市有商品石料，在惠州市潼湖镇永平新村有石料出售。主要为露天建筑用花岗岩开采及销售，储量丰富，石料场距虾公岩水库约 45km，有省道和县道直达，运输便捷。

3.8.结论与建议

3.8.1 结论

(1) 工程项目区第四系覆盖层较厚，周边褶皱构造痕迹遮蔽，本次勘察未在拟建场地周边发现断裂构造痕迹，故场地稳定性一般。场地的抗震设防烈度为VI度，地震动峰值加速度为 0.05g，地震分组为第一组，反应谱特征周期值为 0.35s。

(2) 库区内地层从上到下有第四系人工填土（Q₄^{ml}），第四系冲洪积层（Q₄^{al+pl}），第四系残积土（Q^{el}），下伏基岩为早侏罗世塘厦组第一段基岩（J₁¹）。第四系人工填土层主要分布于库

区坝体和道路，以粘性素填土回填为主；第四系冲洪积层为粉质粘土、淤泥和含泥卵砾石层，主要分布于场地浅部和老河床；第四系残积土为含砂粉质粘土，主要分布于场地内丘陵表层和库区冲洪积层下部；揭露基岩为全~弱风化粉砂岩。

(3) 库区内地下水主要为第四系孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水主要含水层为含泥卵砾石层；基岩裂隙水主要赋存于下部强风化粉砂岩风化裂隙和部分张开的断裂构造裂隙内。坝址区两岸地下水位略高于库水位，水位变化幅度小，主要受降雨影响，总体上地下水位较稳定。场地表水对混凝土结构具重碳酸性中等腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。地下水位以上素填土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。

(4) 库区两岸地形封闭较好，库盆两岸地层主要为残积土和全风化粉砂岩，弱透水性小，属相对隔水层，不存在库盆渗漏问题、临谷渗漏、构造渗漏和绕坝渗漏问题。岸坡土体为残积土和全风化粉砂岩，岸坡较缓，未发现大的崩塌、滑坡等影响库岸稳定的不良地质现象，水库库岸基本稳定。水库蓄水后，分布于两岸岸坡上的林木和少许滩地存在淹没问题，水库周边高于正常蓄水位，水库蓄水后不存在对库外产生浸没的问题。

(5) 下坝址和上坝址，河谷地形呈“U”型，两岸坡度较缓，坝址区主要地层包括：②-1 粉质粘土、②-3 含泥卵砾石层、③残积土和④全~弱风化粉砂岩。坝址区沟底为含泥卵砾石层，为老河床，属强透水性地层，需进行防渗处理，建议采用混凝土连续墙或多排咬合高压旋喷桩墙截水。含泥卵砾石层下部的全风化粉砂岩厚度较大，弱透水性，为相对不透水层，因此基本不存在坝基渗透的问题。坝肩地层为残积土和全风化粉砂岩，不良地质现象不发育，为弱透水性，为相对不透水层，不易发生绕坝渗漏问题。

从工程地质、水文地质、水工结构、施工等方面进行综合比较，推荐坝址更适合建坝。

(6) 从地形、地质条件和施工条件来看，沥青混凝土心墙坝较优。本工程施工时水库会放空，具备较好的干地施工条件。本工程重要性较高，对坝体施工质量要求也较高，从保证工程可靠性角度，沥青混凝土心墙坝更优。从工程投资来看，沥青心墙坝投资低于碾压混凝土重力坝。因此，本阶段推荐大坝坝型为沥青混凝土心墙坝。

(7) 转输涵管地层主要为：①素填土、②-1 粉质粘土、②-2 淤泥、③残积土和④全~弱风化

粉砂岩。顶管持力层为大部分为全~强风化粉砂岩层，承载力较高，可满足管道承载力要求，局部为淤泥层，承载力低，建议换填或固结处理。顶管穿越地层为全风化~强风化粉砂岩，位于地下水位以下，可采用泥水平衡顶管工艺施工，由于强风化岩体极破碎，洞身稳定性差，可进行提前注浆加固处理。工作井（接收井）井底部持力层为全~强风化粉砂岩层，承载力可满足设计要求。局部为淤泥层，承载力低，建议换填或抛石挤淤处理。基坑开挖揭露地层主要为粉质粘土、残积土和全~强风化粉砂岩层，地层稳定性差，直立开挖不能自稳，不具备放坡开挖条件，建议采用沉井施工。

(8) 根据本次勘察成果，库区土料质量和运距均较好，但储量有限，建议部分外购。砂砾料和石料需外购。

3.8.2 建议

(1) 下一阶段应结合坝型和坝区枢纽布置方案进行详细勘察，进一步查明坝区各枢纽建筑物的工程地质条件。

(2) 下一阶段针对施工围堰进行详查。

(3) 下阶段针对转输涵管线路进行详查。

4 工程任务和规模

4.1 区域概况

4.1.1 自然地理

虾公岩水库位于东莞市塘厦镇大坪社区，地理位置为东经 114°01'54"，北纬 22°47'27"，坝址位于石马河上游观澜水的支流虾公岩水上，坝址以上集水面积 15.70km²，干流河长 5.84km，干流坡降 0.00863。

域内地形西南高，东北低，属低山丘陵地貌，高程在 29.90m~348.4m，主峰大屏嶂山顶高程 348.40m。域内树林覆盖率高，大部为茂密的灌木和杂草，植被良好。



图 4.1-1 水库在流域内区位图



图 4.1-2 水库在塘厦镇区位图

4.1.2 社会经济概况

根据东莞市地区生产总值统一核算结果，塘厦镇 2025 年地区生产总值为 675.80 亿元，同比增长 37%。其中，第一产业增加值为 1.84 亿元，第二产业增加值为 440.33 亿元，第三产业增加值为 233.64 亿元。

(1) 工业发展情况

2025 年全年塘厦规模以上工业增加值 302.86 亿元，同比增长 5.3%。其中内资企业工业增加值 211.53 亿元，外资企业工业增加值 91.33 亿元。

五大支柱产业全年实现工业增加值 195.37 亿元。其中电子信息制造业增加值 106.64 亿元，电气机械及设备制造业增加值 80.58 亿元，纺织服装鞋帽制造业增加值 4.59 亿元，食品饮料加工业增加值 1.40 亿元，造纸及纸制品业增加值 2.15 亿元。。

(2) 商贸业发展情况

2025 年全年塘厦镇社会消费品零售总额 174.36 亿元，同比增长 2.2%。限上批发业销售额 193.15 亿元，限上零售业销售额 72.15 亿元，限上住宿业营业额 2.83 亿元，限上餐饮业营业额 5.48 亿元。

(3) 服务业发展情况

1-11 月塘厦镇规上服务业营业收入 46.79 亿元，同比下降 5.3%，其中参与核算部分服务业企业营业收入 46.01 亿元，同比下降 5.9%。

(4) 财政金融情况

2025 年全年塘厦镇一般公共预算收入 19.87 亿元，同比增长 5.8%，一般公共预算支出 33.62 亿元，同比下降 3.1%。12 月末，塘厦镇本外币金融机构各项存款余额 1053.24 亿元（按市人行返还口径，下同），同比下降 4.1%。本外币各项贷款余额 755.38 亿元，同比增长 5.8%。

4.2 项目建设依据

4.2.1 水资源利用现状

4.2.1.1 供水水库现状

塘厦镇现状共有 10 座水库，总库容 3035 万 m³，其中，仅牛眠埔水库、电光村水库以及虾公岩水库具有供水功能。其中，电光村水库兴利库容为 156 万 m³，牛眠埔水库兴利库容为 165 万 m³，虾公岩水库兴利库容为 941 万 m³。

4.2.1.2 供水水厂现状

塘厦镇现状供水水厂有虾公岩水厂、中心水厂、牛眠埔水厂和凤凰水厂，总供水规模 51 万 m^3/d 。虾公岩水厂供水能力 10 万 m^3/d ，水源为虾公岩水库；中心水厂供水能力 9 万 m^3/d ，水源为东深供水渠；牛眠埔水厂供水能力 7 万 m^3/d ，水源为牛眠埔水库；凤凰水厂 2002 年建成，供水能力 25 万 m^3/d ，水源为东深供水渠。



图 4.2-1 现状水厂位置示意图

4.2.1.3 用水现状

根据 2024 年东莞市水资源公报可知，东江下游东莞区总用水量为 49903 万 m^3 ，其中，农业用水量 2726 万 m^3 ，工业用水量 16747 万 m^3 ，生活用水量 27367 万 m^3 ，生态环境用水量 3063 万 m^3 （其中河湖补水为 2630 万 m^3 ）。

4.2.1.4 用水水平分析

2024 年，东莞市人均生活用水量 256L/d，万元国内生产总值（GDP）用水量 16.0 m^3 ，万元工业增加值用水量 12.2 m^3 ，农业灌溉亩均用水量 588 m^3 ，城镇居民人均生活日用水量 151L。

对比广东省指标情况如下：

万元工业增加值用水指标：东莞市为 12.2 m^3 万元，广东省全省万元工业增加值平均用水量为 15.3 m^3 万元。小于广东省用水指标。

从农田灌溉用水指标：东莞市市农田灌溉亩均用水量 588 m^3 亩，全省农田灌溉亩均用水量 711 m^3 亩。比全省农业灌溉亩均用水量要低。

4.2.2 相关工程建设现状

4.2.2.1 虾公岩水库基本情况

(1) 水库主要特征参数

虾公岩水库位于塘厦镇大坪社区，在镇境内的西南方，集雨面积 15.7 km^2 。水库于 1957 年 10 月动工，1958 年 4 月竣工，属中型水库。水库按 100 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。

根据虾公岩水库大坝注册登记表，水库防洪标准采用 100 年一遇洪水设计，1000 年一遇洪水校核。虾公岩水库于 2012 年完成了大坝安全评价工作，根据安全鉴定复核，水库正常蓄水位为 44.74m，正常库容 998 万 m^3 ；水库设计标准 100 年一遇，设计洪水位 45.07m，校核标准 1000 年一遇，校核洪水位 46.36m。水库枢纽工程主要包括大坝、输水涵管和溢洪道三部分。

水库建成时大坝包括主坝一座、副坝八座，因近年水库周边进行基本建设，现已剩五座副坝，即一、二、三、六、七号副坝，其四、五、八的坝后被填平为高地，主副坝均为均质土坝。

1) 主坝

水库主坝位于库区东部，副坝一和溢洪道南侧。主坝坝型为均质土坝，布置有防渗劈裂灌浆，于 2007 年实施。坝顶长度为 100m，宽度为 8.7m，坝顶高程为 46.63m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.8m，墙厚 0.65m，墙顶高程为 47.35m。主坝迎水坡为混凝土护面，坡比为 1:3，背水坡为草皮护坡，在高程 39.00m 处有一级马道，宽 3m，第一级坡比为 1:3，第二级坡比为 1:2.5。主坝布置了 3 组测压管以进行浸润线观测，在步级与溢洪道之间以及背水坡右侧布置了位移变形监测点以进行位移、变形监测。

2) 副坝一

水库副坝一位于库区东部，溢洪道北侧、副坝二东南侧。副坝一坝型为均质土坝，布置有防渗劈裂灌浆，于 2007 年实施。坝顶长度为 55m，宽度为 6.2m，坝顶高程为 46.65m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.7m，墙厚 0.7m，墙顶高程为 47.34m。副坝一迎水

坡为混凝土护面，坡比为 1:2.5。背水坡为草皮护坡，坡比为 1:2.5。

3) 副坝二

水库副坝二位于库区北部。副坝二坝型为均质土坝，布置有防渗劈裂灌浆，于 2007 年实施。坝顶长度为 105m，宽度为 5.7m，坝顶高程为 46.74m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.65m，墙厚 0.7m，墙顶高程为 47.44m。副坝二迎水坡为混凝土护面，坡比为 1:3。背水坡为草皮护坡，坡比为 1:2.5。

4) 副坝三

水库副坝三位于库区南部。副坝三坝型为均质土坝。坝顶长度为 486m，宽度为 6.0m~7.0m，坝顶高程为 46.84m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.7m，墙厚 0.65m，墙顶高程为 47.48m。副坝三迎水坡为混凝土护面，在高程 44.50m 处设有一级马道，宽 0.55m，第一级坡比为 1:2.5，第二级坡比为 1:2~1:3。背水坡为草皮护坡，坡比为 1:2~1:3。副坝三中段背水侧底部为浆砌石挡墙，墙高 2.2m~2.4m，墙顶高程为 41.86m~44.67m。

5) 副坝六

水库副坝六位于库区东南部，副坝三东侧、副坝七南侧。副坝六坝型为均质土坝，布置有防渗劈裂灌浆，于 2007 年实施。坝顶长度为 112m，宽度为 6m，坝顶高程为 46.74m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有浆砌石防浪墙，墙高 0.4m，墙厚 0.65m，墙顶高程为 47.19m~47.30m。副坝六迎水坡为混凝土护面，在高程 44.94m 处有一级马道，宽 0.6m，第一级坡比为 1:2.5，第二级坡比为 1:2.5。背水坡为草皮护坡，坡比为 1:2。

副坝六布置了 2 组测压管以进行浸润线观测。

6) 副坝七

水库副坝七位于库区东南部，副坝六北侧。副坝七坝型为均质土坝。坝顶长度为 28m，宽度为 7.5m，坝顶高程为 46.74m，现状为混凝土路面。坝顶迎水侧有混凝土防撞墩，高 0.5m。副坝七迎水侧原为混凝土护坡，现已被植被覆盖，现状树木、杂草较多，难以观察其现状，平均坡比为 1:3。背水坡为自然土坡，平均坡比为 1:2。

7) 溢洪道

虾公岩水库的溢洪道位于水库东部，主坝与副坝一之间，管理楼旁。虾公岩水库溢洪道为开敞式正槽溢洪道，控制段采用 3 孔平面钢闸门，每孔净宽 8m，总净宽 24m，堰顶高程 42.24m，控制段总长度 20m。卷扬式电动启闭机启动，型号为 QPQ-2X16t，现有 45kW 备用发电机 1 台，设计泄量为 194m³/s，最大下泄流量为 610m³/s，

8) 输水管涵

虾公岩水库的输水管涵位于库区东南部，布置于副坝六右坝段，坝内埋管采用钢筋混凝土管，管内径 φ0.8m，管长 68m，进口控制采用塔式结构，最大泄水流量 3.47m³/s，闸门为钢筋混凝土闸门，采用手/电螺杆式启闭机。输水管涵旁为水厂新建的供水钢管，供水钢管在迎水坡约高程 42.34m 穿坝通往背水侧。输水管涵的出水口位于水厂内，为水厂的取水前池，尺寸为 25m*10m，供水钢管的出水口亦为此前池。

表 4.2-1 虾公岩水库主要特征参数

项目	参数	
所在河流	石马河支流	
集雨面积	15.7km ²	
水库特性	校核洪水位 (0.1%)	46.36m
	校核库容	1164.3万m ³
	设计洪水位 (1%)	45.07m
	正常水位	44.74m
	起调水位	43.94m
	正常库容	998万m ³
	死水位	34.84m
	死库容	57万m ³
	多年平均降雨量	1784mm

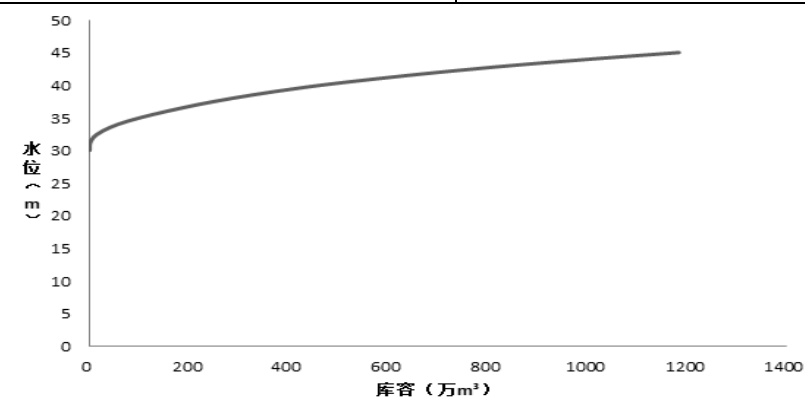


图 4.2-2 虾公岩水库水位-库容曲线



图 4.2-3 虾公岩水库现状工程布置图

(2) 水库功能

虾公岩水库原设计功能为防洪、灌溉、发电、供水等，但由于塘厦镇城市快速扩张及水库来水减少，目前已无基本灌溉、发电功能。2013 年，东莞市水务局组织划分了虾公岩水库饮用水水源保护区，通过了专家评审，但因为高尔夫球场等风险源，一直未报批。2019 年以前，塘厦镇每年都会将东深供水的原水输入虾公岩水库蓄存，在每年东深供水工程检修期间，利用虾公岩水库蓄存的水源向全镇供水，东深供水水源入水口位于水库主坝右岸，供水厂为塘厦自来水公司虾公岩水厂。在东深供水工程正常运行期间，虾公岩水厂以虾公岩水库原水作为供水水源，在水库蓄水不足时，以东深水源作为供水原水。2019 年，因虾公岩水库西部存在高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源，东莞市取消了虾公岩水库的供水任务，仍然保留着供水能力。

综上，现状虾公岩水库主要功能为防洪功能。

(3) 水库安全评价相关结论

2022 年 8 月东莞市虾公岩水库管理所委托东莞市水利勘测设计院有限公司对东莞市虾公岩水库大坝进行安全评价，并出具了《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》。根据该报告，虾公岩水库大坝安全性综合评价为二类坝，建议对水库进行除险加固。其中，本次分库后，上库利用现状 3#副坝进行挡水，根据该评价报告，现状 3#副坝背水侧浆砌石挡墙出现部分裂缝，但不影响安全稳定。

(4) 现状水库调度规则

根据《东莞市虾公岩水库汛期调度运用计划》（东莞市虾公岩水库管理所，2025 年 3 月），现状虾公岩水库功能为防洪，具体的汛期防洪调度规则为：水库水位高于汛限水位时开始开闸泄洪；在泄洪开始阶段，控制闸门开度，按入库洪水流量控制泄洪，使水库水位保持在防洪限制水位。当来水逐渐增大，且水库水位低于防洪高水位 44.59m 时，可视水库来水及下游情况控制泄洪，最大下泄 120m³/s。当库水位高于防洪高水位 44.59m 时，可视来水情况逐渐加大泄量，直至闸门全开全力泄洪。

4.2.2.2 虾公岩水基本情况

虾公岩水源于雷公山和大屏障下，在虾公岩水库蓄水后，经鲤鱼嘴、燕山围等地的公路桥，过田心围、溪头公路桥后，在溪头村东注入观澜河，流程 3.74km。总集雨面积 34.43km²，塘厦镇境内集雨面积 19.7km²。根据《东莞市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）-石马河流域（2021-2035）》，现状虾公岩水防洪标准达到 20 年一遇，未达到 50 年一遇防洪标准，按照该规划，虾公岩水规划防洪标准需提高至 50 年一遇。经过分析计算，该河道在下游靠河口 1.5km 河道两岸堤顶高程不满足 50 年一遇防洪标准，需进行整治提标。

根据《东莞市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）-石马河流域（2021-2035）》，为满足下游石马河规划防洪要求，规划重新计算虾公岩水库下泄流量，经规划分析计算，50 年一遇标准下，虾公岩水库最大下泄流量为 106m³/s。



图 4.2-4 虾公岩水碧道现状照片

4.2.2.3 东深供水工程基本情况

东深供水工程 1965 年 3 月通水,半个多世纪以来,历经三次扩建和一次全面改造,年供水规模不断提升,为香港的繁荣稳定、深圳和东莞的经济腾飞作出了重要贡献。东深供水工程改造于 2003 年 6 月完成,通过太园泵站在东江取水,经莲湖、旗岭、金湖泵站三级提升,专用供水涵管输水至深圳水库,最后输送至香港淡水湖。该工程输水管线约 68km,在东莞市境内输水管线长度约 50km,途径桥头、常平、黄江、谢岗、樟木头、清溪、塘厦及凤岗 8 镇。

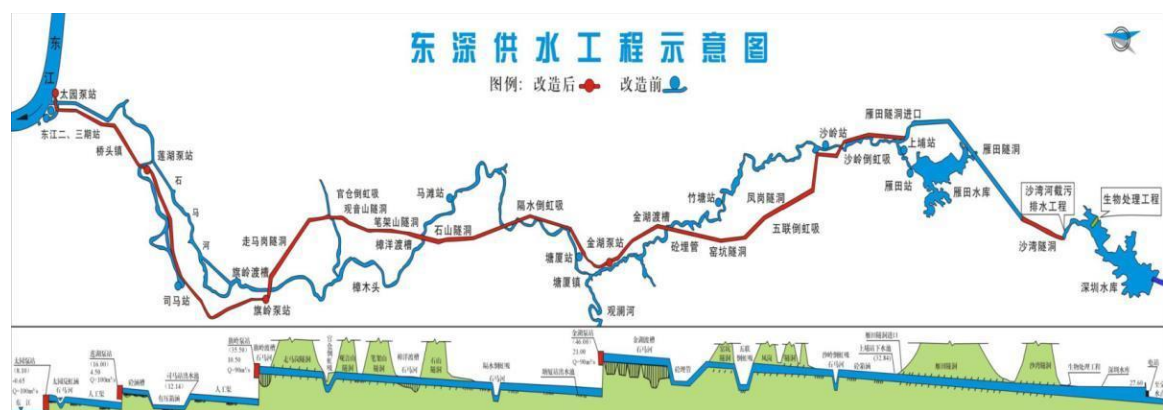


图 4.2-5 东深供水工程示意图

东深供水工程检修期总历时 30 天左右,安排于每年的 12 月,其中东莞段检修停水时间每年平均为 15 天,将影响到塘厦镇的用水需求,因此在检修期前,现状塘厦镇主要通过境内水库进行调蓄,满足检修期的应急备用水源需求。

根据市政府工作会议纪要〔2020〕98 号及相关规划要求,塘厦虾公岩水库不纳入“千吨万人”乡镇级饮用水水源保护区划分方案,已不作为饮用水水源地,改由电光村水库(调节库容 156 万 m^3)替代,联合牛眠埔水库(调节库容 165 万 m^3)作为应急备用水源。

东深供水工程进入塘厦镇后,采用 DN1000 供水管向虾公岩水库进行补水,现状共有两处补水点。分别位于主坝南侧以及 6#副坝东侧。



图 4.2-6 东深供水工程-虾公岩水库供水管线线位示意图

4.2.2.4 塘厦镇大坪地块新建排水箱涵工程

(1) 项目建设目的

满足塘厦镇大坪地块排水需求,完善地块排水系统。项目已建成。

(2) 建设内容

服务地块(A01)雨水排水需求共计 15.92 m^3/s ,分五个排口接驳,拟建箱涵主要沿规划三路、规划一路(现状富民路)、林坪路、泗黎中路敷设,最终排入虾公岩旧溢洪渠,箱涵均为单孔箱涵,规格为 2.5m \times 2.2m~4.0m \times 3.5m,埋深为 4~8m,总长为 3.04km。

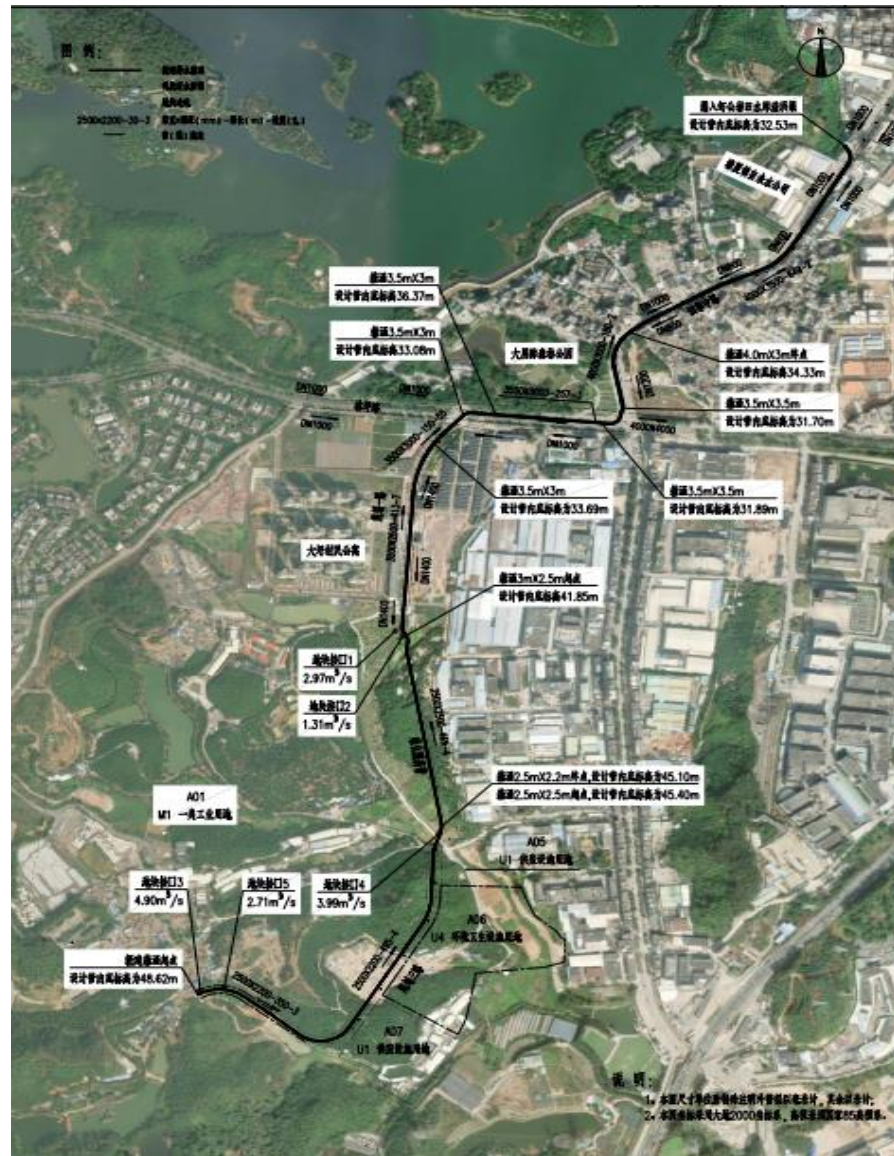


图 4.2-7 新建排水箱涵工程总体布局图

工程布置具体如下：

规划三路新建 2.5m×2.2m 排水箱涵，共 845m；规划三路至规划一路绿化隔离带新建 2.5m×2.5m 排水箱涵，共 469m；规划一路新建 3.0m×2.5m 排水箱涵，共 413m，新建 3.5m×2.5m 排水箱涵，共 21m；规划一路与林坪路交接处新建 3.5m×3.0m 排水箱涵，共 129m；林坪路新建新建 3.5m×3.0m 排水箱涵，共 278m，新建新建 3.5m×3.5m 排水箱涵，共 56m；泗黎中路新建 4.0m×3.0m 排水箱涵，共 180m、新建 4.0m×3.5m 排水箱涵，共 649m。

4.2.2.5 塘厦镇大坪污水处理厂一期工程

(1) 项目地点

工业废水厂位于东莞市塘厦镇内，规划 2022-07 地块南侧。泗黎路以西、龙潭路以南，泗黎路与珠三角环线高速交界处。项目已建成。



图 4.2-8 大坪污水处理厂服务范围示意图

(2) 服务范围

根据市生态环境局、市投资促进局等部门提供的规划资料，本项目东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程主要服务于东莞市塘厦镇规划 2022-07 地块内的电子工业企业，用于处理电子工业企业生产废水。

(3) 建设内容

本项目建设内容为东莞市塘厦镇大坪污水处理厂一期工程，建设电子工业废水处理厂一座，建设规模 27600m³/d，包括废水预处理、二级生物处理、深度处理、污泥处理等核心处理设施及相关配套附属设施。

4.2.3 水库水环境状况

4.2.3.1 现状库区水质情况

(1) 库区水质情况

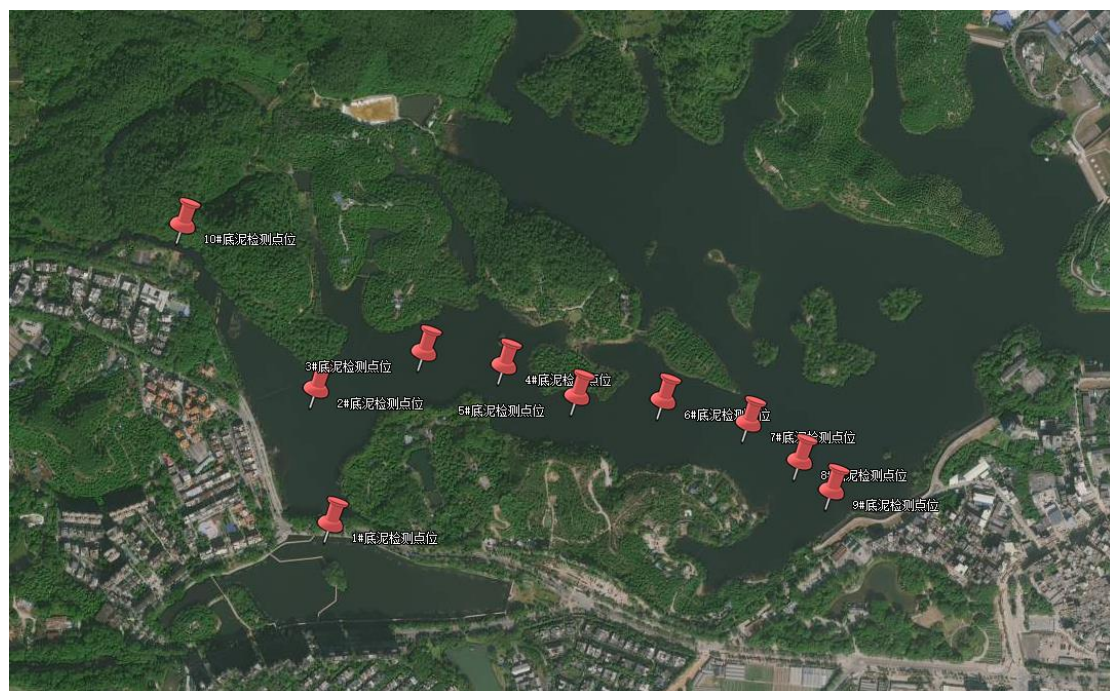


图 4.2-10 虾公岩水库底泥取样点位置图

对取样的淤泥，进行物理性状和化学特性检测，具体检测结果如下表所示。

表 4.2-3 库区底泥取样检测结果表（一）

检测项目	采样位置				
	1#底泥检测点	2#底泥检测点	3#底泥检测点	4#底泥检测点	5#底泥检测点
pH 值(无量纲)	8.14	5.9	5.5	5.31	5.7
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND
总砷	10.8	5.58	6.04	8.7	8.57
水分(含水量)(%)	302.4	102.4	104.3	253	206.9
汞	0.297	0.22	0.237	0.24	0.268
铅	65	27	25	38	36
铜	31	15	15	23	19
铬	94	48	52	73	68
锌	782	81	79	108	92
镍	22	9	10	18	16
总磷	413	288	313	303	160
全氮	3.93×10^3	1.88×10^3	1.73×10^3	2.95×10^3	2.22×10^3
有机质(g/kg)	18.5	11.2	70.1	35.2	9.25
粒度(%)	>5mm	23.2	0.4	0	0
	2mm~5mm	13.3	3.9	0.5	1.2
	1mm~2mm	25.8	3.2	6.4	37.8

检测项目	采样位置					
	1#底泥检测点	2#底泥检测点	3#底泥检测点	4#底泥检测点	5#底泥检测点	
	0.5mm~1mm	15.8	8.1	15.3	26.4	30.9
	0.25mm~0.5mm	9.5	19	17.2	19.1	16.9
<0.25mm	12.4	65.3	60.4	15.4	21.8	
镉(Cd)	0.45	0.28	0.33	0.52	0.29	

备注：1、当检测结果小于检出限时以“ND”表示。

表 4.2-4 库区底泥取样检测结果表（二）

检测项目	采样位置					
	6#底泥检测点	7#底泥检测点	8#底泥检测点	9#底泥检测点	10#底泥检测点	
pH 值(无量纲)	5.50	5.99	5.43	6.37	5.71	
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	
总砷	11.5	13.0	11.1	5.55	4.08	
水分(含水量)(%)	304.0	376.0	329.3	114.6	85.4	
汞	0.236	0.255	0.259	0.263	0.194	
铅	39	40	43	23	28	
铜	25	26	26	15	15	
铬	78	84	86	56	49	
锌	103	110	112	68	83	
镍	21	24	24	12	11	
总磷	145	502	931	397	408	
全氮	2.86×10^3	3.46×10^3	3.14×10^3	2.71×10^3	1.54×10^3	
有机质(g/kg)	11.3	23.1	35.3	31.5	38.3	
粒度(%)	>5mm	0.0	0.6	0.0	0.0	1.1
	2mm~5mm	0.5	16.5	4.7	4.1	0.4
	1mm~2mm	37.5	29.3	38.1	11.6	0.8
	0.5mm~1mm	30.3	25.0	28.1	24.6	3.6
	0.25mm~0.5mm	23.7	14.8	16.8	15.1	49.9
<0.25mm	7.9	13.7	12.1	44.5	44.1	
镉(Cd)	0.33	0.31	0.34	0.22	0.28	

备注：1、当检测结果小于检出限时以“ND”表示。

对上述表格数据进行分析，可知：

本次检测对 10 个样本的砷、镉、铬（六价）、锌、铜、铅、汞、镍、TN、TP、有机质等 15 项污染物质进行了检测。根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）评判标准，各取样点淤泥的各项检测数据，除氮、磷及有机质含量较高外，其他污染物检测数据

均未超出土壤污染风险筛选值和管制值。

4.2.3.2 主要污染源分析

根据现有水质及底泥检测结果，并结合流域污染特征分析，本工程区域污染源主要包括点源污染、面源污染及内源污染三大类，具体情况如下：

(1) 点源污染

点源污染指有固定排放口的集中污染源，本工程区域主要表现为生活污水的直接或间接排放。

根据现场勘察与物探资料，库区西南侧沿森林公园路存在明确的雨污混流排放口。现状雨污混流口自上游居民小区接入，将未经处理或处理不彻底的生活污水直接排入库尾的仙女湖，进而对水库水质构成直接威胁。

(2) 面源污染

面源污染是指在降水径流冲刷作用下，大气、地面和土壤中的溶解性或固态污染物汇入受纳水体所引起的污染。本工程区域面源污染是当前影响水库水质的最主要因素，具有“点多、分散、集中”的特点。

①建成区地表径流污染：流域内建成区面积约 1.81km²，占总集雨面积的 11.5%，是面源污染的核心来源区域。主要包括：

高档住宅区：万科棠樾住宅区（2008-2023 年陆续建成）、御庭苑小区（2011 年建成）等产生的生活垃圾、地表尘土、汽车油污等，随雨水径流进入库区。

高尔夫球场：西侧已建的观澜高尔夫球场是重要的农业与绿地复合型面源。其日常维护中使用的化肥、农药、除草剂等残留物，以及球场配套设施产生的生活污水，在降雨时形成污染负荷较高的地表径流，直接或通过沟渠进入水库。

②道路及硬化地面径流污染：区域内的道路（如森林公园路）及硬化地表在降雨时形成径流，携带路面沉积的颗粒物、有机物、重金属等污染物，通过现状雨水排放口（道路路面雨水直排口）等途径入库。

(3) 内源污染

内源污染主要指沉积在水体底部的污染物在物理、化学或生物作用下重新释放至上覆水体所造成的二次污染。

根据现有底泥检测结果，库区底泥已形成显著内源污染负荷，是水质安全的长期潜在风险，具体特征如下：

营养盐与有机物高度富集：所有点位全氮含量较高（ $1.54 \times 10^{-3} \sim 3.93 \times 10^{-2} \text{ mg/kg}$ ），总磷含量普遍偏高（145~931mg/kg），有机质含量较高（9.25~70.1g/kg），表明底泥已成为氮、磷及有机物的巨大“蓄积库”，存在引发水体富营养化和缺氧的内源释放风险。

底泥性状利于污染物释放：底泥呈“黑色、微臭、半流动”状态，含水量极高（85.4%~376.0%），且大部分点位以细颗粒（<0.25mm）为主。这种高含水、松散、细颗粒的物理性状，使得底泥在扰动下极易再悬浮，导致其中富集的污染物大规模释放至上覆水体。

4.2.3.3 水库水源保护工程现状

(1) 西侧支流入库末端截流工程（初期雨水控制工程）

工程位置：库区西侧支流的入库末端。

工程内容：主要包括西侧支流末端的溢流堰以及 1.5×1.5m~3.5×2.0m 的截流转输箱涵。

工程功能：主要用于拦截上游观澜高尔夫球场片区地表径流中的初期雨水。其设计标准为隔离 20mm 的初期降雨，并将这部分污染负荷较高的初期雨水通过配套的截流箱涵导排至水库下游河道，旨在减少高尔夫球场面源污染对水库水体的直接冲击。

④工程现状：目前该工程正常运行中。

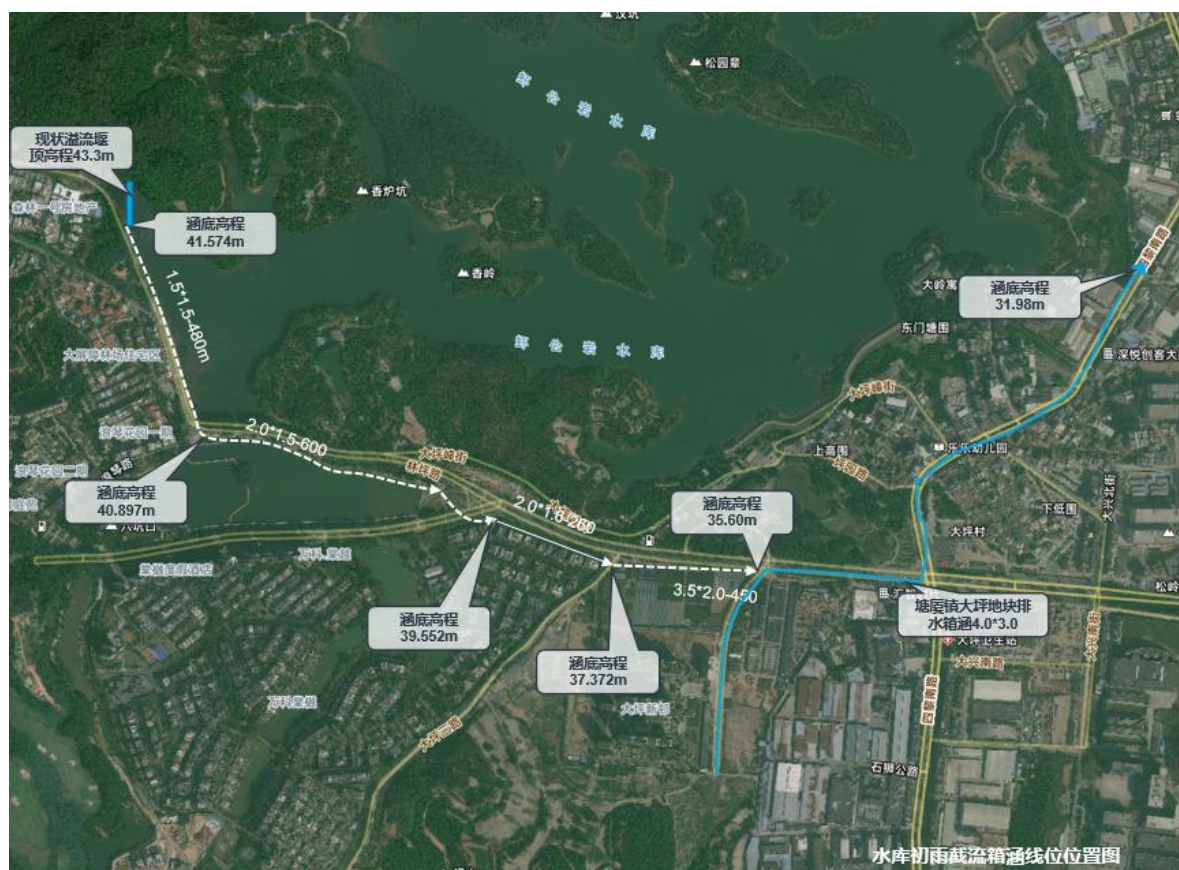


图 4.2-11 工程总平面布置图



图 4.2-12 现状溢流堰及截流闸图及现状截流涵

的污染风险（如点面源输入、内源释放）直接影响主库区水质，起到防护作用。

工程现状：控制闸老旧、存在渗漏，且已用沙袋围堵。该设施已失效，无法起到有效隔离作用，存在污染渗漏风险。

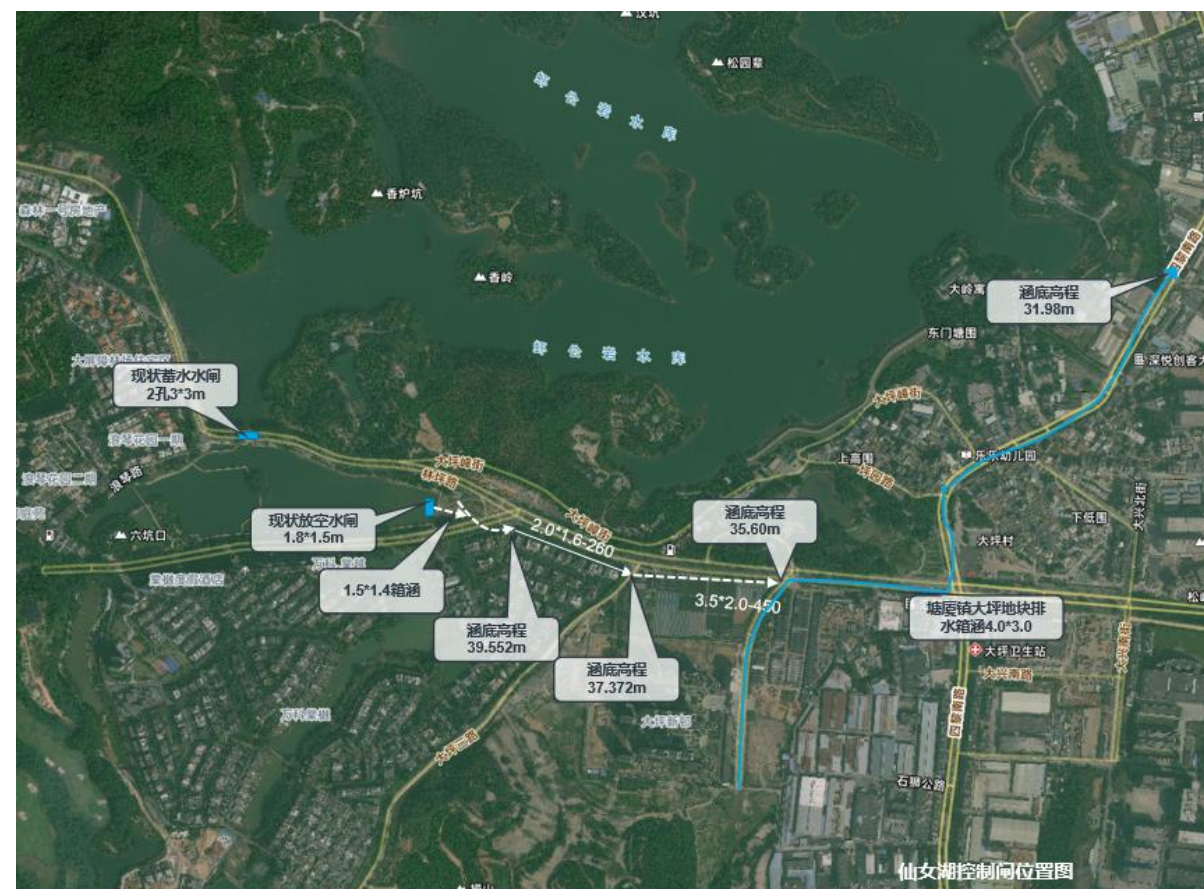


图 4.2-13 工程总平面布置图

4.2.4 主要问题分析

(1) 集水区内高尔夫球成及住宅区对水库水质构成安全威胁

根据对虾公岩水库流域下垫面的组成分析可知，现状流域内有建成区面积约 1.81km²，占流域面积比例为 11.5%，主要为万科棠樾住宅区（2008 年~2023 年陆续建成）、已建观澜高尔夫球场、御摩苑（2011 年建成），小区居民生活带来的面源污染对水库水质安全带来了极大的污染风险。

(2) 库尾（仙女湖）控制闸（隔离防护工程）

工程位置：虾公岩水库沿森林公园路南侧的库尾，该区域现为万科棠樾住宅区内部景观湖（仙女湖）。

工程内容：在仙女湖与水库主库区之间建有一道控制闸，用于物理隔离两个水体。

工程功能：在物理上隔离作为景观水体的仙女湖与作为供水水源的主库区，旨在防止景观湖



图 4.2-14 御庭苑小区



图 4.2-15 水库西侧万科棠樾航拍

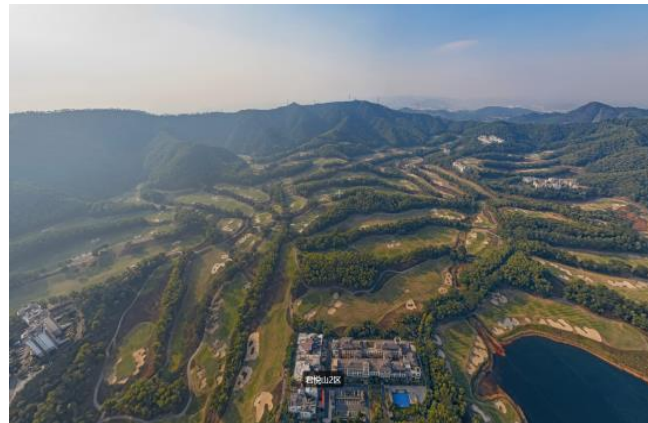


图 4.2-16 观澜高尔夫球场内住宅楼



图 4.2-17 观澜湖度假酒店航拍



图 4.2-18 水库流域内居民区位置与污水干管的关系图

4.2.5 相关规划要求

4.2.5.1 东莞市塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035 年）

(1) 规划范围

本次规划范围为塘厦镇行政辖区范围，包括塘厦社区、林村社区、莲湖社区、石潭埔社区、横塘社区、振兴围社区、诸佛岭社区、莆心湖社区、大坪社区、四村社区、田心社区、龙背岭社区、蛟乙塘社区、沙湖社区、平山社区、清湖头社区、石鼓社区、石马社区、桥陇社区、凤凰岗社区 20 个社区以及大屏嶂林场。

(2) 规划期限

本次规划基期年为 2020 年，期限为 2021 年至 2035 年，近期至 2025 年，远景展望至 2050 年。

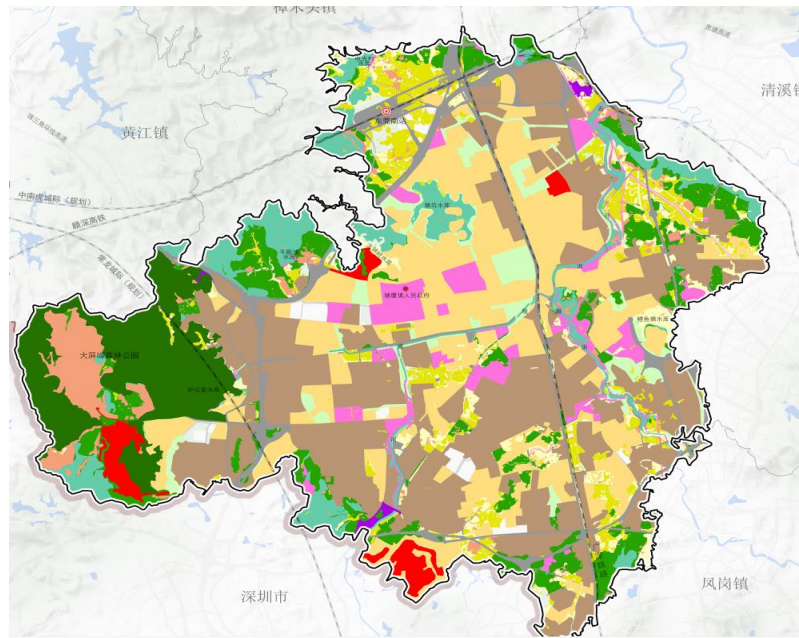


图 4.2-19 国土空间规划分区图

(3) 目标愿景

以建设“东南门户、产业重镇”为目标愿景，充分发挥东南临深片区中心和深莞融合桥头堡的作用，提升科技创新与先进制造能力，增强生态建设与城市品质，强化深莞协同与区域引领，全力以赴打造深莞深度融合发展的样板和争创东莞战略性新兴产业发展的高地。

2025 年，建设成为科技创新与先进制造的功能较为突出，区域综合服务能力较为完善的东南临深片区中心。科技创新能力显著提升，战略性新兴产业发展态势增强，城乡公共服务与空间品质进一步提升。

2035 年，建设成为引领东莞东南临深片区全面发展的中心城镇，深莞深度融合发展的城镇典范。产业结构实现根本性的转型升级，城乡服务与品质得到全面提升，成为片区的经济、社会、文化中心。深莞共建共享机制基本成型，生态、产业、基础设施协同发展取得显著成效。

展望 2050 年，城镇创新动力、产业实力、综合服务能力、空间品质得到全面提升，“东南门户、产业重镇”全面建设，成为引领东莞东南临深片区发展的片区中心，深莞深度融合发展的样板和东莞战略性新兴产业发展的高地。

(4) 规划解读

根据规划可知，虾公岩水库流域南侧区域未来将作为商业用地进行开发，未来面源污染将持

续增加，对水库水质安全带来更大的安全挑战，因此，在进行方案设计过程中，应统筹做好隔离区划分。

4.2.5.2 东莞市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）-石马河流域

(1) 规划范围及水平年

1) 规划范围

石马河流域纳入规划的河流共计 18 条。

2) 规划水平年

现状基准年：2022 年；规划水平年：2035 年，远景展望到 2050 年。

(2) 规划标准

1) 规划防洪标准

石马河上游防洪保护区：50 年一遇

石马河下游防洪保护区：50~100 年一遇

2) 规划排涝标准

石马河流域各镇治涝标准为 20 年一遇 24 小时设计暴雨 24h 排出，不成灾。

(3) 规划防洪排涝方案

根据地理位置和水系格局，东莞市防洪可分为外洪体系和内洪体系，外洪体系主要涉及东江流域、东江三角洲网河区，内洪体系主要涉及石马河、寒溪河、东引运河流域。因此，东莞市防洪排涝格局为“外防东江洪水、外海潮水，上蓄、中防、下泄本地洪水，自排抽排结合排出涝水”。在全市防洪（潮）排涝总体布局下，石马河流域防洪排涝总体布局如下：

1) 外防东江洪水

潼湖大堤保护对象主要为东莞与惠州交界的潼湖流域，根据珠江流域防洪规划、广东省防洪规划等上位规划，结合东江干流治理工程可研成果，潼湖大堤提升至按 100 年一遇标准。

2) 上蓄本地洪水

规划提出同沙水库、松木山水库、横岗水库 3 座中型水库进行防洪挖潜，提高洪水蓄滞能力，

而上述水库均不在石马河流域范围内。针对石马河流域内水库，仅提出防洪高水位调整的调度建议，以期充分发挥流域内现有水库的防洪作用。

3) 中防、下泄本地洪水

石马河流域河道整治及堤防工程共计 18 宗，整治河道 64.4km，新建及达标加固堤防 76.8km，阻水桥梁 87 座。河道清淤疏浚整治主要分布在石马河干流观澜河口塘厦段、常平段；堤防达标建设主要分布在石马河干流河口段；阻水桥梁拆除重建工程广泛分布于各条河流。

石马河流域洪水主要通过石马河河口下泄至东江干流，以及通过调污闸进入东引运河，由寒溪河流域的企石水闸、峡口水闸出口排出。当东江水位低时，洪水可通过以上出口顺畅自排。但若遭遇东江大洪水，东江水位过高，无法开闸自排时，通过寒溪河企石、峡口泵站抽排下泄。

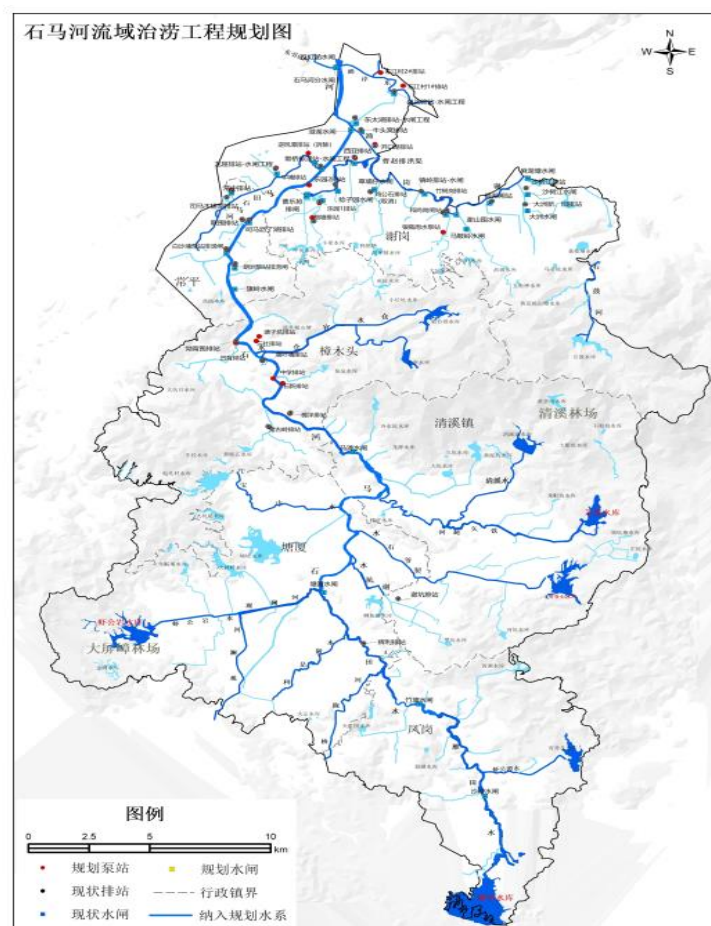


图 4.2-20 流域规划布局图

4) 自排抽排结合排出涝水

治涝工程体系主要包括排渠工程、水闸工程、泵站工程、箱涵工程，其中排渠工程和箱涵工

程不纳入本规划统计，由镇级规划予以落实。

①水闸工程

规划采取根据需求新建水闸，对过流能力不满足要求且运行年代久远的水闸予以拆除重建等措施，共计新改扩建水闸 147 座，其中石马河流域 2 座。

②泵站工程

治涝规划遵循“自排为主，抽排为辅”的原则，涝水尽量通过水闸自排，自排不能满足需要时，再辅以泵站抽排。四个流域片区规划新建、扩建、拆除、重建泵站共计 154 座，其中石马河流域 27 座。

(4) 规划解读

根据规划可知，虾公岩水库目前主要的功能仍是供水为主，并兼有一定的防洪功能，未来通过调整虾公岩汛限水位，可使得下游石马河干流防洪标准达到规划 100 年一遇标准。因此，水库保障工程在满足供水需求的前提下，同步应统筹考虑未来流域防洪规划要求。

4.2.5.3 东莞市水安全保障“十五五”规划（征求意见稿）

(1) 总体思路

以完善防洪减灾网、供水保障网、幸福河湖网、智慧水务网为“十五五”规划重要抓手。依托东莞市“一江两河四域，两横两纵十库”的水网总体布局，加快构建两横两纵的水网主骨架，进一步完善防洪潮涝减灾网、供水保障网、幸福河湖网、智慧水务网。筑牢东莞水安全屏障，构建与现代化国际都市相适应的东莞市现代化水网。

(2) 发展目标

到 2030 年，全市水务基础设施体系逐步完备，“洪（潮）涝协同、江河安澜”的现代化防洪潮涝减灾体系基本建成，“集约高效、多源互济”的供水安全保障体系基本建成，“水清岸绿、景美人”美丽幸福河湖建设取得新成效，“全面感知、智能高效”的数字孪生水务体系基本建成，水务治理与管理能力现代化水平进一步加强，“高保障、高韧性、高协同、高品质”的东莞水网基本形成，水务高质量发展为全市经济社会高质量发展提供更强有力的支撑保障。

针对供水保障网，提出双源多点，两纵两横，八库九厂”的多源互济水资源配置格局基本形

成，水资源集约节约利用达到全国前列水平，“集约高效、多源互济”的高质量供水保障体系基本建成。到 2030 年，用水总量控制在 22.48 亿立方米以内，新增水库调蓄库容 0.3 亿立方米，全市再生利用率不低于 25%，非常规水利用量提高到 0.48 亿立方米以上（指河道外再生水利用量），供水管网漏损率在 8% 以内。

（3）规划解读

根据规划，十五五期间，东莞市应着力加快水源工程建设，优化水资源配置。并强化供水水源保护，加强水源地污染综合治理，完成清溪契爷石九乡片区排水改造工程（契爷石物理隔离）、**虾公岩水库水质保障工程**，持续推进茅寮水库、石鼓水库等供水水源水库生态修复与保护。

4.2.5.4 东莞市水资源综合规划（2025~2035 年）（修订稿）

（1）规划水平年

规划基准年为 2023 年，规划水平年 2035 年，远景展望至 2050 年。

（2）规划目标

2035 年，通过加强工程措施和非工程措施，合理配置和高效利用水资源，改善水环境水生态质量，强化水资源智慧化管理，基本建成支撑东莞市经济社会高质量发展的水资源开发利用与保护体系。

（3）规划水源工程布局

在现状 18 座水源水库的基础上，新增五点梅水库（已建），**虾公岩水库（已建）、大溪水怀德水库（扩建）、电光村水库（扩建）、蕉坑水库（扩建）**等水库作为规划水平年水库水源，均为城镇供水水源。规划水平年水源水库合计 23 座，其中城镇供水水库合计 18 座，工业供水水库 4 座，农业供水水库 1 座。规划水平年水源水库合计兴利库容 1.4 亿 m^3 ，相比于现状增加 0.8 亿 m^3 。

（4）规划解读

规划提出，**加快推进大溪水怀德水库饮用水保护区规范化建设，实施电光村水库、石鼓水库生物隔离工程措施，开展契爷石水库物理隔离工程、虾公岩水库水质保障工程。**



图 4.2-21 东莞市规划水源工程布局图

4.2.5.5 东莞市城镇供水专项规划

（1）规划范围

东莞市辖区共 32 个镇街，1 个园区，1 个新区，总面积为 2465 平方公里。

（2）规划水平年

规划基准年：2020 年；规划年限：近期 2025 年，远期 2035 年

（3）基本原则

双源并举、东西互济，江库互补、常备结合，布局优化、南北平衡，分区合理、区域联通，工艺先进、水质优良。

（4）水源布局规划

形成以东江、西江两大水源为主，以东深供水工程、江库联网工程两大输水工程为辅，并以本地水库作为补充和备用的水源利用策略，构建两横（东江、西江）、两纵（东深供水工程、江库联网工程）、多点（本地水源水库）的水源格局，以线带点、相互联通，相互补充、常备结合的水源利用和安全保障体系，供水安全性提高。



图 4.2-22 水源规划布局图

(5) 规划解读

根据水源规划可知，虾公岩水库是“多点”的重要组成部分，该水库规划仍将作为片区备用水库进行储备，有必要进行水源地的保护。

4.2.5.6 东莞市塘厦镇排水专项规划修编（2020~2035）

(1) 规划范围

规划范围为塘厦镇行政区域，包括 22 个村社区，总面积约 128.7km²，建设用地 59.67km²。

(2) 规划目标

建立布局合理、安全可靠、适度超前、运行高效、灰绿结合的城市水环境基础设施，改善城市水环境，保障城市水安全，全面提升城市排水基础设施承载力。

(3) 规划原则

流域统筹、综合协调：坚持目标导向，场站布局及干管规划结合实际情况细分排水流域，支撑改造一片，完善一片的理念，逐步消除总口截污、点截污。坚持厂、网、河、站、池、泥、源全要素治理，统筹协调，一体谋划，一体推进。

韧性规划、弹性管控：以提升污水系统弹性和韧性为目标。在开展污水厂站规模预测和污水管网计算时，预留弹性空间，满足远期污水增量需求，污水厂站用地按远期进行控制，分期建设，污水管网按远期规模进行规划建设，一步到位。

雨污分流、清浊分离：立足污水厂进厂浓度提升，推进雨污分流全覆盖，推进干支流水质同步提升、同步达标，取消支流汉流总口截污。将雨水管截污体系与城市污水体系剥离，完善初雨污染收集处理设施，初雨污染优先采用海绵设施，无条件采用海绵设施的地区采用初雨管截流。

灰绿结合、因地制宜：水污染治理和海绵城市建设结合，一体谋划一体实施，推动削减径流和面源污染的措施有效落实。因地制宜建设分散式处理设施和工业污水、初雨污染处理设施、沟污泥处理设施等专项设施，保障排水设施用地。

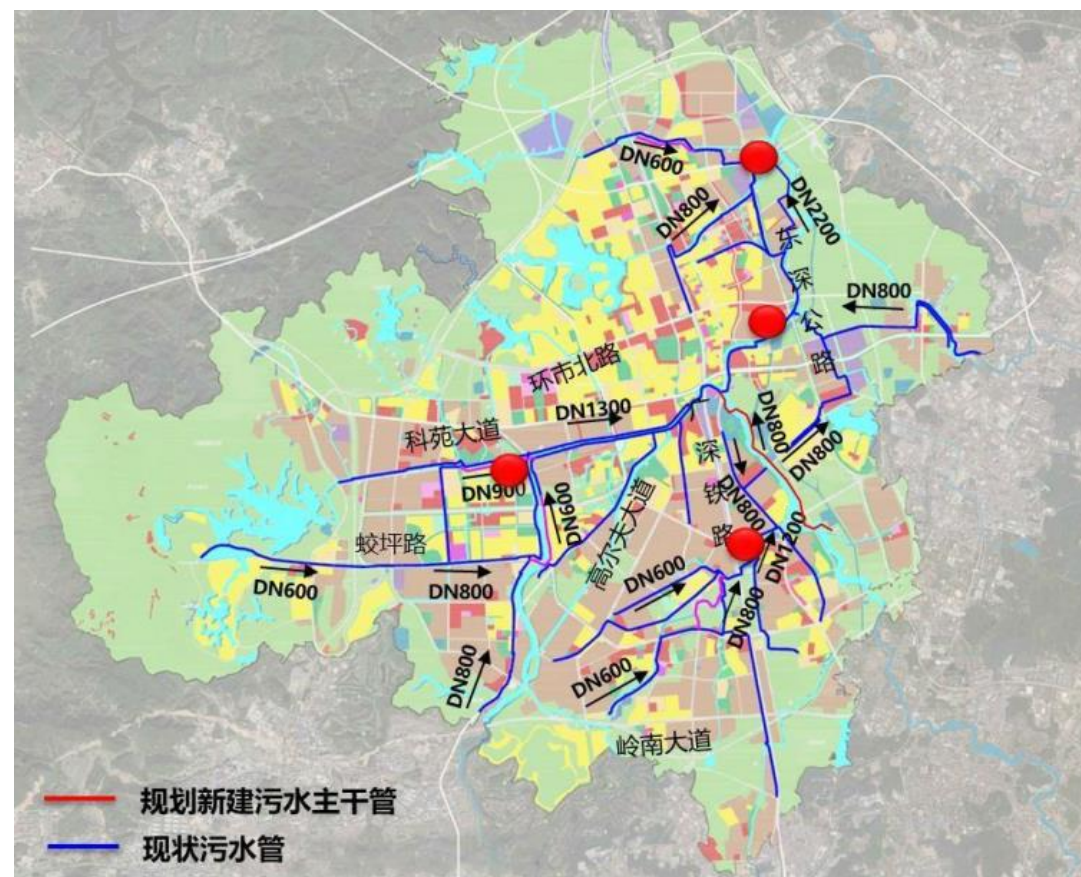


图 4.2-23 污水主干系统规划图

(4) 污水工程规划

采用人均综合用水指标法和分类用地指标法预测塘厦镇 2035 年平均日污水量，两者的平均

值为 33.76 万 m³/d。考虑建成区初期雨水治理，远期雨季总规模为 35.62 万 m³/d。

规划将塘厦镇污水共分为三个分区：科苑城污水系统、林村污水系统和石桥头污水系统。远期规划扩建 1 座污水处理厂，新建科苑城污水处理厂，总规模 38 万 m³/d。白泥湖污水处理厂远期规模为 5 万 m³/d；林村污水处理厂远期规模为 16 万 m³/d；石桥头污水处理厂远期规模为 7 万 m³/d；科苑城污水处理厂远期规模为 10 万 m³/d。分散式污水处理设施远期逐步停用。

结合污水规划污水量校核结果以及塘厦镇重点片区开发建设时序，提出污水主干管规划方案。

- 1) 在虾公岩水南岸新建 D900 的污水管。转输部分进入虾公岩水北岸的污水。
- 2) 沿观澜河右岸新建 D600 的污水管，转输部分进入观澜河左岸的污水。
- 3) 在宝山水南岸新建 D600 的污水管，转输部分进入宝山水北岸截污干管的污水。
- 4) 沿利是陂水新建 D800 的污水管，转输部分进入石鼓水右岸截污干管的污水。
- 5) 石桥头污水处理厂新建一根 D1200 的污水管，使进入污水厂的进水管为双管。
- 6) 沿雁田水南侧新建 D1000 污水主干管，将污水跨河转输至白泥湖泵站，主干管长度约 3.5 公里；
- 7) 沿观澜河西岸新建 D1000 科苑城污水厂污水主干管，长度约 1 公里。

(5) 规划解读

从规划可知，在虾公岩水南岸新建 D900 的污水管。转输部分进入虾公岩水北岸的污水。但是仍存在着污水主干管未延伸至现状建设区，未来水库流域内现状建成区污水仍将进入到水库内，因此，需要采取措施进行隔离。

4.2.5.7 东莞市东南片区应急备用供水保障工程项目前期策划报告（报批稿）

(1) 研究目的

在《东莞市城镇供水专项规划（2021-2035）》及其它相关上位规划的指导下，进一步梳理东莞市东部片区供水安全保障格局，以东南片区（清溪、塘厦和凤岗）为核心，以保障东深供水工程检修期的供水需求为重点，梳理并提出近远期水源利用和市政厂网的总体格局，并针对重点工程提出实施建议。

(2) 研究范围与水平年

在统筹考虑东莞市东部片区 8 镇供水安全保障的基础下，确定核心研究范围为东南片区（塘厦镇、清溪镇、凤岗镇）。研究的现状水平年为 2022 年，规划近期水平年为 2025 年，远期为 2035 年。

(3) 研究主要结论

东南片区现状以东深供水工程为主要水源，以本地水库为备用水源，由于其水源相对单一，水库库容较小，且存在东深检修、水源污染、城市排涝等水源风险，因此总体上仍存在应急备用水库库容不足及水厂供水规模不足等问题。

针对应急备用工况下的水源工程方案进行研究：在近期，水源总体布局策略为通过内部水源调度，改善水源空间分布不均问题，提升重点镇街的应急备用保障能力，主要实现的工程措施包括新建塘厦中心水厂-凤凰水厂原水管道、契爷石水库-凤凰水厂原水管道、凤凰水厂-凤岗一厂段原水管道等；在远期应急工况下，水源总体布局策略为寻求新的应急水源，提升整个片区的应急备用保障能力，报告提出电光村水库扩建和深圳都市圈跨境引水两种方案比选，以及新建凤岗一厂-凤岗二厂段原水管道。

重点提出电光村水库、官井头、契爷石水库等应急水库的水源保护方案，包含径流污染控制、生物隔离、物理隔离、内源整治等措施。

(4) 与本项目的关联性

根据该研究报告，近期在电光村水库未扩建前，仅考虑备用期用水量，主要利用现有电光村水库、虾公岩水库、牛眠埔水库兴利库容进行供水。远期，电光村水库扩建且塘厦镇电光村水库输水工程（二期）建成后，由电光村水库、牛眠埔水库以及清溪镇契爷石水库负责备用应急期的供水。

但是考虑到在电光村水库扩建完成前，塘厦镇工业用水陡增（大坪用地电子企业进驻投产）的因素。报告中提出，仍需发挥虾公岩水库的供水能力来保障未来工业用水需求，同时，考虑到清溪镇契爷石-塘厦凤凰水厂原水管实施进度滞后。因此，按照最不利的工况考虑，即考虑利用现有电光村水库、虾公岩水库、牛眠埔水库兴利库容总量可保障 15 天备用期需水水量，共计 717 万 m³。

根据上述结论结合现状电光村及牛眠埔水库可用于供水的兴利库容。要求本项目水质保障工程完成后，虾公岩水库下库需保留提供至少约 396 万 m³ 的备用期水量。

4.3 项目建设必要性

4.3.1 是落实市级相关规划要求，在水库水质污染暂时无法消除情况下，保障东深供水工程检修期内塘厦镇供水的迫切需要

(1) 市级相关规划要求

《东莞市水安全保障“十五五”规划（征求意见稿）》提出，构建“双源多点，两纵两横，八库九厂”的多源互济水资源配置格局基本形成，水资源集约节约利用达到全国前列水平，“集约高效、多源互济”的高质量供水保障体系基本建成。并要求十五五期间，东莞市应着力加快水源工程建设，优化水资源配置。并强化供水水源保护，加强水源地污染综合治理，完成清溪契爷石九乡片区排水改造工程（契爷石物理隔离）、**虾公岩水库水质保障工程**，持续推进茅寮水库、石鼓水库等供水水源水库生态修复与保护。

《东莞市水资源综合规划（2025~2035 年）（修订稿）》提出以东江取水口上移工程（新建）、珠三角水资源配置工程、东深供水工程、江库联网工程等 4 大调水工程为主骨架；以电光村、大溪水怀德、契爷石、茅寮、**虾公岩**、蕉坑、五点梅、金鸡咀、长湖、簕竹排、上南、三坑、官井头、牛眠埔、清泉、吓角、石鼓、雁田等 18 座水源水库作为调蓄节点，通过已建和规划新建的原水线路和净水线路，连通调水工程-水源水库-主力水厂，构建互联互通的水资源配置系统，能够合理调配东江、西江及本地水库三大水源，解决常规和应急期用水需求。规划提出要加快推进大溪水怀德水库饮用水保护区规范化建设，实施电光村水库、石鼓水库生物隔离工程措施，开展契爷石水库物理隔离工程、**虾公岩水库水质保障工程**。

综上，**虾公岩水库水质保障工程**是全市供水保障网的重点工程，开展**虾公岩水库水质保障工程建设**可优化全市水资源配置，助力东莞市形成多源互济水资源配置格局，因此，有必要加快建设**虾公岩水库水质保障工程**，以落实相关规划要求。

(2) 市级相关政府纪要要求

根据市政府工作会议纪要[2025]276 号，会议原则同意按塘厦镇**虾公岩水库分库**方案推进解决塘厦镇应急供水保障问题。详见附件一。

根据东莞市生态环境保护治理工作领导小组会议纪要[2026]1 号，要求加快推进**虾公岩水库水质保障工程**建设，按照 2026 年 6 月立项，10 月动工，2027 年东深检修期前完工为目标倒排工期，确保区域河重大项目供水安全。详见附件二。

根据市政府工作会议纪要[2026]63 号，要求加快推进**虾公岩水库水质保障工程**相关工作，按不晚于 2026 年 12 月动工、2027 年 12 月中旬前建成并投入使用作为目标节点加快推进。详见附件三。

综上，实施**虾公岩水库水质保障工程**，是落实东莞市市政府相关要求的重要举措，且应尽快建成投入使用，以保障区域用水需求。

(3) 现状东深供水情况

东深供水工程 1965 年 3 月通水,半个多世纪以来，历经三次扩建和一次全面改造，年供水规模不断提升，为香港的繁荣稳定、深圳和东莞的经济腾飞作出了重要贡献。东深供水工程改造于 2003 年 6 月完成，通过太园泵站在东江取水，经莲湖、旗岭、金湖泵站三级提升,专用供水涵管输水至深圳水库，最后输送至香港淡水湖。该工程输水管线约 68km，在东莞市境内输水管线长度约 50km，途径桥头、常平、黄江、谢岗、樟木头、清溪、塘厦及凤岗 8 镇。

东深供水工程检修期总历时 30 天左右，安排于每年的 12 月，其中东莞段检修停水时间每年平均为 15 天，将影响到塘厦镇的用水需求，因此在检修期前，现状塘厦镇主要通过境内水库进行调蓄，满足检修期的应急备用水源需求。

东深供水工程进入塘厦镇后，采用 DN1000 供水管向**虾公岩水库**进行补水，现状共有两处补水点。分别位于主坝南侧以及 6#副坝东侧。

(4) 东深供水工程检修期塘厦镇用水需求及用水缺口分析

1) 现状用水情况

根据东莞市水务环境投资控股集团供水有限公司原水公司提供的数据，2023~2025 年东深供水工程检修期，塘厦镇用水总量为 194.58~300.35 万 m³。虽然目前电光村水库及牛眠埔水库兴利

库容总量仍能满足现状用水需求，但整体用水量在呈逐年递增的趋势，需对远期用水量进行预测分析。

表 4.3-1 城乡发展基本指标预测统计表

年份	2023	2024	2025
东深检修期塘厦镇用水总量（万方）	194.58	250.96	300.35

2) 远期用水需求及用水缺口

根据前述可知，需对未来塘厦镇东深供水工程检修期的用水量进行预测，以确定用水缺口。

根据《东莞市东南片区应急备用供水保障工程项目前期策划报告》可知，以 2022 年塘厦镇用水水平、人口基数、万元工业用水量等数据为基准年，推测了 2035 年人口与国民经济指标，并推测了远期工业用水定额指标、建筑和第三产用水定额、环境用水定额、管道损漏率等。最后测算了远期东深供水工程 15 天检修期塘厦镇的用水需求量。相关成果摘录如下：

表 4.3-2 城乡发展基本指标预测统计表

序号	项目	单位	2035年预测成果
1	人口	万人	85
2	工业增加值	亿元	1114

表 4.3-3 主要用水指标预测统计表

序号	项目	单位	2035年预测成果
1	居民生活用水定额	L/人 d	180
2	工业增加值用水定额	m ³ /万元	6.8
3	环境用水定额	m ³ /ha d	10~20
4	管网漏损率	%	7

表 4.3-4 远期东深供水工程 15d 检修期用水总量统计表

水平年	城乡居民生活用水 (万m ³)	城镇公共生活用水 (万m ³)	工业用水 (万m ³)	小计 (万m ³)
2035年	236.78	70.43	410.00	717.20

目前，塘厦镇具有供水任务的水库水源地主要为电光村水库以及牛眠埔水库，可供兴利库容合计约 321 万 m³。因此，远期塘厦镇在东深供水工程检修期，仍存在 396.2 万 m³ 的供水缺口。

3) 检修期塘厦镇供水保障方案比较

(A) 可用水源地

根据对塘厦镇及周边镇域供水水库的调查，可考虑利用塘厦镇虾公岩水库、清溪镇契爷石水库进行供水。

表 4.3-5 可供水源地情况统计表

序号	水库名称	所在镇街	兴利库容（万m ³ ）
1	契爷石水库	清溪镇	652
2	虾公岩水库	塘厦镇	998

(B) 供水保障方案比选

为满足现状、规划供水需求，弥补塘厦镇在东深供水工程检修期的供水量缺口，拟从以下 2 个方案考虑供水保障方案：

方案一：实施虾公岩水库水质保障工程，实现物理隔离后，通过划定水源地保护区，将虾公岩水库恢复为供水水源地，可为塘厦镇提供 437.3 万 m³ 的优质水量。

方案二：实施清溪镇契爷石水库-塘厦镇凤凰水厂原水管，可将契爷石水库冗余水量向塘厦镇进行供水。管线线路全长 8.74km，由契爷石水库左岸新建取水口处接出后沿清溪山水地森林公园布设隧洞至顺峰路口，沿顺峰路向西布置至清风路交叉路口后，向西沿莲塘路、兴龙路、凤泰路布设，后向西穿从莞深高速至凤凰水厂。

本次从工程投资、施工条件等方面进行比较，由于两个项目在施工条件以及社会稳定等方面条件都相对较好，而方案一的工程投资相对较节约，因此选择方案一。

表 4.3-6 供水保障方案比较表

项目	方案一：实施虾公岩水库水质保障工程	方案二：实施清溪镇契爷石水库-塘厦镇凤凰水厂原水管
总投资	2.6亿元	5.5亿元
建设内容	1、隔离坝4处；2、控泄闸1座；3、转输顶管504m；	1、原水供水管8.74km；2、取水泵站1座
施工条件	位于水库水域范围内，涉及大屏嶂国家森林公园用地；建筑物与其他现状设施交叉内容少，设施与现状建成区无交叉；在完善相关用地手续后，项目建设的施工条件良好，对外界干扰小	前段穿越清溪山水地森林公园，森林公园道路狭窄，部分区域无现状道路，交通条件相对不便，但对当地生活、生产影响较小；大量回避了密集建区和主城区施工作业面相对比较独立，外界干扰小。
社会稳定分析	未占用规划建设用地和基本农田，与市政道路无交叉，对交通和居民出行无影响。	基本没有占用规划建设用地和已经出让的地块，在征地协调方面不会引发社会矛盾。沿市政道路敷设距离

项目	方案一：实施虾公岩水库水质保障工程	方案二：实施清溪镇契爷石水库-塘厦镇凤凰水厂原水管
		最短，对交通和居民出行影响相对最小。
是否推荐	推荐	不推荐

(4) 结论

本次从上位规划要求，市级相关会议纪要以及塘厦镇现实用水需求等方面可知，通过实施虾公岩水库水质保障工程，可以充分利用本地水源为东深供水工程检修期塘厦镇供水提供原水。也可以将下库当做“水缸”，在东深工程检修前，将东深工程原水充蓄在“水缸”内，在东深工程检修期向塘厦镇供水。

项目的实施是落实市级相关规划要求，充分挖掘本地供水水源，保障东深供水工程检修期塘厦镇供水的迫切需要。

4.3.2 是隔离供水水源污染源，保障供水安全，并为将来逐步推进水库流域内水污染治理创造有利实施条件的实际需要

(1) 现状污染源情况

1) 点源污染

点源污染指有固定排放口的集中污染源，本工程区域主要表现为生活污水的直接或间接排放。



图 4.3-1 虾公岩水库入库漏排口位置图

根据现场勘察与物探资料，库区西南侧沿森林公园路存在明确的雨污混流排放口。现状雨污混流口自上游居民小区接入，将未经处理或处理不彻底的生活污水直接排入库尾的仙女湖，进而对水库水质构成直接威胁。根据物探资料显示，目前库区西南侧沿森林公园路沿线，共有 4 处直排入库的雨水管渠。存在 1 处雨污混流口。

2) 面源污染

面源污染是指在降水径流冲刷作用下，大气、地面和土壤中的溶解性或固态污染物汇入受纳水体所引起的污染。本工程区域面源污染是当前影响水库水质的最主要因素，具有“点多、分散、集中”的特点。

①建成区地表径流污染：流域内建成区面积约 1.81km²，占总集雨面积的 11.5%，是面源污染的核心来源区域。主要包括：

高档住宅区：万科棠樾住宅区（2008-2023 年陆续建成）、御庭苑小区（2011 年建成）等产生的生活垃圾、地表尘土、汽车油污等，随雨水径流进入库区。

高尔夫球场：西侧已建的观澜高尔夫球场是重要的农业与绿地复合型面源。其日常维护中使用的化肥、农药、除草剂等残留物，以及球场配套设施产生的生活污水，在降雨时形成污染负荷较高的地表径流，直接或通过沟渠进入水库。

表 4.3-7 流域下垫面情况统计表

下垫面	水域	建成区	山林	绿地
面积 (km ²)	1.83	1.81	7.25	4.81
占比	11.6%	11.5%	46.2%	30.7%

②道路及硬化地面径流污染：区域内的道路（如森林公园路）及硬化地表在降雨时形成径流，携带路面沉积的颗粒物、有机物、重金属等污染物，通过现状雨水排放口（道路路面雨水直排口）等途径入库。

3) 内源污染

内源污染主要指沉积在水体底部的污染物在物理、化学或生物作用下重新释放至上覆水体所造成的二次污染。

根据现有底泥检测结果，库区底泥已形成显著内源污染负荷，是水质安全的长期潜在风险，

具体特征如下：

营养盐与有机物高度富集：所有点位全氮含量极高（ $1.54 \times 10^{-3} \sim 3.93 \times 10^{-3} \text{ mg/kg}$ ），总磷含量普遍偏高（ $145 \sim 931 \text{ mg/kg}$ ），有机质含量较高（ $9.25 \sim 70.1 \text{ g/kg}$ ），表明底泥已成为氮、磷及有机物的巨大“蓄积库”，存在引发水体富营养化和缺氧的内源释放风险。

底泥性状利于污染物释放：底泥呈“黑色、微臭、半流动”状态，含水量极高（ $85.4\% \sim 376.0\%$ ），且大部分点位以细颗粒（ $<0.25 \text{ mm}$ ）为主。这种高含水、松散、细颗粒的物理性状，使得底泥在扰动下极易再悬浮，导致其中富集的污染物大规模释放至上覆水体。

（2）现状水库水质情况

根据 2026 年 1 月 9 日实测水质情况，7 个监测点位中 6 个监测点位水质为地表水Ⅲ类标准，1 个监测点水质为地表水Ⅴ类标准，主要为 TN 不达标。

表 4.3-8 虾公岩水库现状水质监测数据一览表（单位 mg/l）

序号	监测点	指标					主要水质指标标准
		NH ₃ -H (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	
1#	虾公岩水库西北侧溢流堰	0.357	13	2.5	0.11	2.16	V类水
2#	仙女湖水闸上游	0.305	14	2.9	0.04	0.55	Ⅲ类水
3#	虾公岩水库西北侧溢流堰	0.336	12	2.5	0.04	0.76	Ⅲ类水
4#	企洞水库溢洪道下游	0.479	16	2.8	0.07	0.67	Ⅳ类水
5#	拟建上库库区中心	0.39	12	1.7	0.03	0.94	Ⅲ类水
6#	拟建下库库区中心	0.311	16	2.0	0.02	0.94	Ⅲ类水
7#	虾公岩水厂取水口	0.266	13	1.6	0.02	0.94	Ⅲ类水
	地表水Ⅲ类水质标准	≤1.0	≤20	≤4	≤0.2	≤1	
	地表水Ⅳ类水质标准	≤1.5	≤30	≤6	≤0.3	≤1.5	
	地表水Ⅴ类水质标准	≤2	≤50	≤10	≤0.4	≤2	

（3）相关水质要求

根据《广东省东莞市地表水功能区划成果表(水库)》可知，虾公岩水库水库水质目标为Ⅱ类。

表 4.3-9 广东省东莞市地表水功能区划成果表(水库)

序号	水库	功能区				水质目标	备注
		一级功能区名称	二级功能区名称	范围			
				位置	面积 (km ²)		
1	雁田水库	雁田水库开发利用区	雁田水库饮用农业用水区	东莞市凤岗镇	25.6	饮用、农用水	Ⅱ 省定
2	梨谷石水库	梨谷石水库开发利用区	梨谷石水库饮用农业用水区	东莞市清溪镇	17.6	饮用、农用水	Ⅱ 省定
3	松木山水库	松木山水库开发利用区	松木山水库饮用农业用水区	东莞市大朗镇	54.2	饮用、农用水	Ⅱ 省定
4	茅寮水库	茅寮水库开发利用区	茅寮水库饮用农业用水区	东莞市清溪镇	19.3	饮用、农用水	Ⅱ 省定
5	蚌公岩水库	蚌公岩水库开发利用区	蚌公岩水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	15.7	饮用、农用水	Ⅱ 省定
6	黄牛涌水库	黄牛涌水库开发利用区	黄牛涌水库饮用农业用水区	东莞市横江镇	33.8	饮用、农用水	Ⅱ 省定
7	同沙水库	同沙水库开发利用区	同沙水库饮用农业用水区	东莞市东城区	100	饮用、农用水	Ⅱ 省定
8	勒竹排水库	勒竹排水库开发利用区	勒竹排水库饮用农业用水区	东莞市樟木镇	14.3	饮用、农用水	Ⅱ 省定
9	五点梅水库	五点梅水库开发利用区	五点梅水库饮用农业用水区	东莞市长安镇	3.5	饮用、农用水	Ⅱ 省定
10	金鸡嘴水库	金鸡嘴、老虎崖水库开发利用区	金鸡嘴、老虎崖水库饮用农业用水区	东莞市大岭山镇	7.6	饮用、农用水	Ⅱ 省定
11	黄洞水库	黄洞水库开发利用区	黄洞水库饮用农业用水区	东莞市凤岗镇	2.3	饮用、农用水	Ⅱ 省定
12	白坑水库	白坑水库开发利用区	白坑水库饮用农业用水区	东莞市虎门镇	5.8	饮用、农用水	Ⅱ 省定
13	石鼓水库	石鼓水库开发利用区	石鼓水库饮用农业用水区	东莞市谢岗镇	17	饮用、农用水	Ⅱ 省定
14	三丫陂水库	三丫陂水库开发利用区	三丫陂水库饮用农业用水区	东莞市厚街镇	4.6	饮用、农用水	Ⅱ 省定
15	横岗水库	横岗水库开发利用区	横岗水库饮用农业用水区	东莞市厚街镇	44.6	饮用、农用水	Ⅱ 省定
16	官井头水库	官井头水库开发利用区	官井头水库饮用农业用水区	东莞市凤岗镇	8.3	饮用、农用水	Ⅱ 补充
17	牛眠埔水库	牛眠埔水库开发利用区	牛眠埔水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	3.5	饮用、农用水	Ⅱ 补充
18	大钟岭水库	大钟岭水库开发利用区	大钟岭水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	2.8	饮用、农用水	Ⅱ 补充
19	塘坑水库	塘坑水库开发利用区	塘坑水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	5.1	饮用、农用水	Ⅱ 补充
20	电光村水库	电光村水库开发利用区	电光村水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	4	饮用、农用水	Ⅱ 补充
21	牛迹水库	牛迹水库开发利用区	牛迹水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	1.5	饮用、农用水	Ⅱ 补充
22	鲤鱼塘水库	鲤鱼塘水库开发利用区	鲤鱼塘水库饮用农业用水区	东莞市塘厦镇	1.5	饮用、农用水	Ⅱ 补充
23	仙泉水库	仙泉水库开发利用区	仙泉水库饮用农业用水区	东莞市樟木镇	1.6	饮用、农用水	Ⅱ 补充
24	仙村水库	仙村水库开发利用区	仙村水库饮用农业用水区	东莞市大朗镇	2.4	饮用、农用水	Ⅱ 补充
25	莲塘头水库	莲塘头水库开发利用区	莲塘头水库饮用农业用水区	东莞市大朗镇	3.8	饮用、农用水	Ⅱ 补充

（4）项目实施后的初步评估

本项目在水库库区中间建设一条隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御康苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。

根据项目汇水分区划分图可知，项目建成后，万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御康苑等小区及其上游生态区混流雨水均存留在上库区集雨范围内，可以实现物理隔离的目标。

参照深圳市西丽水库已有成功经验，实施虾公岩水库水质保障工程，将隔离区 50 年一遇洪水截排至水库集水范围之外，可满足降水入库水质优于Ⅱ类标准，保护水库水质的同时，可将隔离区调整到二级保护区以外，为水库水源保护区划分方案的优化调整提供了有效的技术支撑，可协调解决水库水源保护区管理要求与库周边发展之间的矛盾。同时，可将下库区划定为一级保护区，虾公岩水库下库恢复供水功能具有可行性。

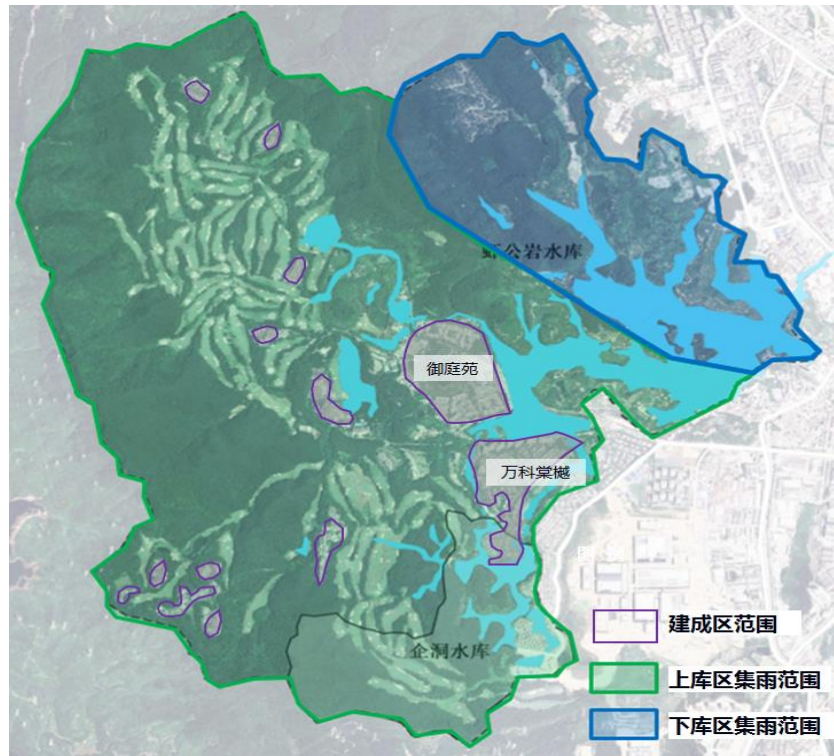


图 4.3-2 建成区污染源与上库集雨范围位置关系图

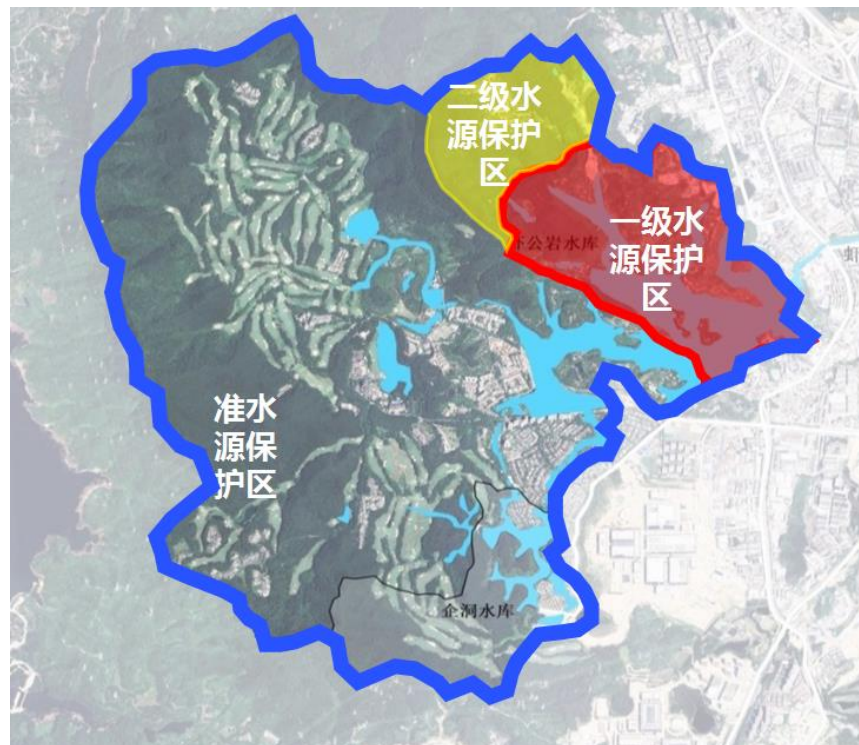


图 4.3-3 虾公岩水库水质保障工程实施后水源保护区划分意向图

根据水源保护区划分意向图可知，水库水源保护划定后，万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高

尔夫球场、御庭苑等小区均处在非水源保护区范围内，未来该区域内进行水污染治理的相关工程时将不违背《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，可有效推进片区雨污分流、正本清源等工作。

(5) 结论

虾公岩水库的污染源类型有点源污染、面源污染和内源污染，点源主要是水库西岸截污管网系统漏截的零星污水及雨污合流管溢流污染，入库污染规模不大，面源污染主要是观澜湖高尔夫球场径流污染及其景观湖溢流水体、水库西南和南岸住宅小区地表径流污染以及北岸少量农田菜地径流污染，尤其是水库西部的高尔夫球场农药、化肥、除草剂、灭菌剂等流失产生的面源污染。本工程通过本项目通过“物理隔离”措施后，将虾公岩水库分为上库和下库，现状建成区雨水收集至上库，保障下库水质安全，同时，建立转输下泄通道，确保上库雨水不溢流到水源库内，是消除供水水源水质风险，保障塘厦镇供水安全的需要。同时，通过水源区划定后，上游建成区可在不违反相关法律法规的前提下，有效推进水污染治理工作。

4.3.3 是解决水源保护与经济社会发展之间的矛盾，维护区域社会和谐稳定的需要

根据广东省水污染防治条例第四十五条：.....确定为应急水源或者备用水源的，应当划定饮用水水源保护区，配备供水设施，并采取措施加强保护；《饮用水水源保护区划分技术规范（HJ338-2018）》第 4.1.2 条：饮用水水源地（包括备用的和规划的）都应设置饮用水水源保护区。根据规划，虾公岩水库将作为东深供水检修期间的备用水源库，需要划定饮用水水源保护区。2019 年，因虾公岩水库西部存在高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源，为解决区域经济发展与水库保护之间的矛盾，在 2019 年~2023 年期间，取消了水库水源保护区线。依据《中华人民共和国水污染防治法》对水源保护区的规定，虾公岩重新划定水源保护区线后，水源保护区内的建成区及其配套设施应进行拆迁，同时对划入一级保护区范围的新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，不予审批；对划入二级保护区范围的新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，不予审批。征地拆迁工作一方面将增加政府方面的财政压力，另一方面引起当地居民不满情绪，造成影响社会稳定的隐患。本项目通过“物理隔离”措施后，将虾公岩水库分为上库和下库，现状建成区雨水收集至上库，保障下库水质安全，同时，建立转输

下泄通道，确保上库雨水不溢流到下库内，为虾公岩水库下库划定水源保护区创造了条件，未来建成区不再按照水源保护区进行管理，人民群众的生产生活条件得到保障，从而促进社会和谐稳定发展。因此，实施本项目是维护区域社会和谐稳定的迫切需要。

4.3.4 是实现三生统筹，达到保护更严格、发展更充分、生态更美好的需要

(1) 水库水质保护的情况

如前述，虽然水库流域内实施了西侧支流入库末端截流工程（初期雨水控制工程），但是由于截排标准偏低，且未能完全覆盖建成区，且片区雨污分流不彻底，导致水库水质仍受到西侧建成区面源、点源污染的影响。水库水质不能得到充分保护，水质无法达到地表水 II 类标准。

(2) 水库周边发展情况

由于历史遗留问题，水库西侧存在有万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御康苑等小区，建成区占流域面积的比例高达 11.5%。另外，根据《东莞市塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》虾公岩水库流域南侧区域未来将作为商业用地进行开发。

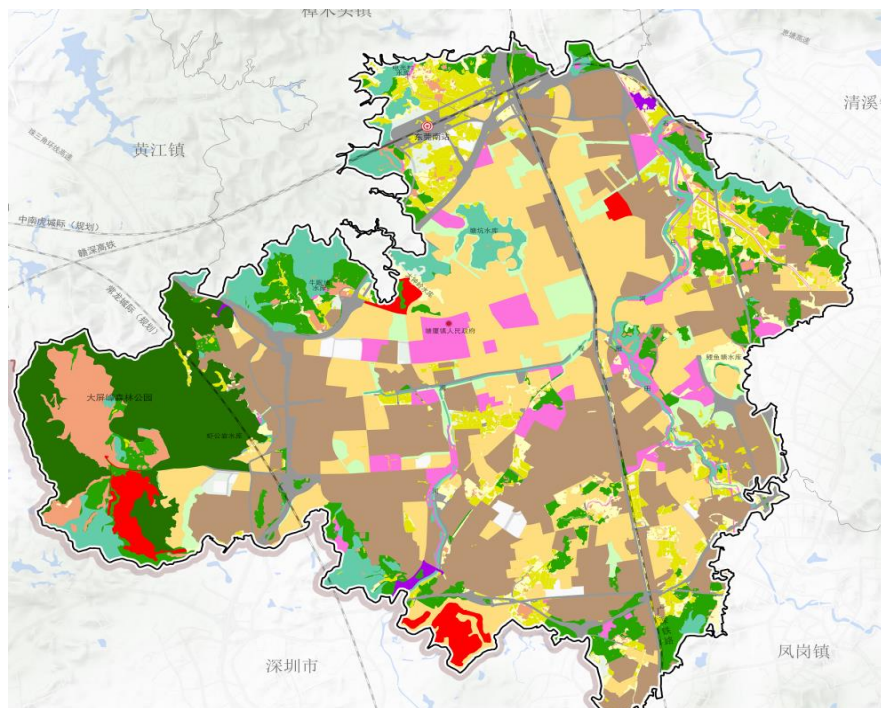


图 4.3.4 国土空间规划分区图

(3) 片区生态用水情况

根据《东莞市水资源公报》（第二十六期），东莞市东江下游东莞区全年河湖补水总量仅为 2630 万 m³，占片区全年用水总量比例约 5.3%。同时，根据《塘厦镇防洪排涝规划（2021~2035）》可知，现状塘厦镇共有 10 座中、小型水库，水库主要功能为防洪，基本无生态补水功能。

(4) 生产、生活、生态用水的统筹

如前述水库水质保护有迫切需求，而水源保护又制约了未来流域建成区的进一步发展。为了解决发展与保护的矛盾，是有必要建设本项目，通过物理隔离的方式，将建成区区域划出水源保护区范围，一是可通过工程措施将污染源彻底隔离出库，实现保护更严格。二是建成区可不受水源保护法律法规的约束，进行更进一步的经济活动，实现发展更充分。

另外，由于通过物理隔离的方式，上库作为建成区雨水的“调蓄池”，虽然水体水质达不到饮用水标准，但是可作为河道生态补水，在非雨季时，可向下游补充生态用水，提升下游河道水环境。将水库自产水转换为生态用水，弥补了片区生态用水占比小的问题。

综上，本项目的实施，是实现三生统筹，达到保护更严格、发展更充分、生态更美好的需要。

4.3.5 是促进水源地施行规范化管理的需要

(1) 相关规划要求

根据《东莞市城镇供水专项规划》，规划将形成以东江、西江两大水源为主，以东深供水工程、江库联网工程两大输水工程为辅，并以本地水库作为补充和备用的水源利用策略，构建两横（东江、西江）、两纵（东深供水工程、江库联网工程）、多点（本地水源水库）的水源格局，以线带点、相互联通，相互补充、常备结合的水源利用和安全保障体系，供水安全性提高。根据水源规划可知，虾公岩水库是“多点”的重要组成部分，该水库规划仍将作为片区备用水库进行储备，有必要进行水源地的保护。

(2) 相关法律法规要求

根据《饮用水水源保护区划分技术规范（HJ338-2018）》第 4.1.2 条：饮用水水源地（包括备用的和规划的）都应设置饮用水水源保护区。根据规划，虾公岩水库将作为东深供水检修期间的备用水源库，需要划定饮用水水源保护区。根据广东省水污染防治条例第四十五条：.....确定为应急水源或者备用水源的，应当划定饮用水水源保护区，配备供水设施，并采取措施加强保护；

综上，由于虾公岩水库仍将作为片区备用供水水源地，而根据相关法律法规，需要进行水源地划分工作。本项目通过隔离坝将水库分为上库和下库，将水库西侧建成区及高尔夫球场区域 50 年一遇雨水收集至上库，有效的避免了建成区及高尔夫球场区域污染雨水进入下库，实现了建成区地表径流与水库的“物理隔离”，据此可根据相关规程规范及广东省人民政府对同类项目的批复意见，优化调整原水源保护区划分方案，将建成区划出水源保护区范围。建成区不再划入水源保护区，也就不需要依法拆迁和关闭，解决了合法性的问题。因此，实施本项目是促进水源保护区划落地和水源地规范化管理的迫切需要。

4.4 工程任务与目标

4.4.1 工程任务

根据《东莞市供水安全保障规划》和《东莞市城镇供水专项规划（2021-2035）》等上位规划，近年来，塘厦镇引入了重大产业项目，区域需水量大幅增长，现有供水格局已不能满足塘厦镇近一段时期在东深工程检修期的需求，原水水源将出现一定的缺口，经综合考虑，需恢复虾公岩水库供水任务。同时为解决虾公岩水库流域内存在的高尔夫球场、住宅区（万科棠樾住宅区、御庭苑）等水源地风险源给水库带来的供水安全风险，采取工程措施，减少入库污染源，保护水库水质，做到“保护更严格”；同时，通过物理隔离措施布置，合理划定水库水源保护区，兼顾发展不保护，实现“发展更充分”，为划线提供基础。

本工程主要任务：在利用虾公岩水库库区内现有岛屿，新建隔离坝，将水库分为上库和下库。上库工程任务及功能为防洪、生态供水；下库工程任务及功能为防洪、供水。

上库收集水库西侧汇水区雨水，防止西侧高尔夫球场及住宅区等污染物进入下库；隔离坝将上库与下库进行隔离，并设置防渗墙和帷幕灌浆，进行污染隔离，充分保证下库的水质；通过新建泄水建筑物（隧洞+控制闸）将上库存蓄雨水控泄至下游河道虾公岩水，泄洪量不超过原虾公岩水库的下泄量，不增加对下游河道虾公岩水的防洪压力。下库承担东深供水检修期间备用水源库任务，满足相关规划与研究要求的检修期供水量。

4.4.2 工程目标

（1）由于历史遗留问题，虾公岩水库流域内存在建成区，影响水库水质安全，而塘厦镇亟需将虾公岩水库划定为饮用水水源地，以保障东深供水检修期塘厦镇的用水需求。因此，工程第一目标为通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上库集雨范围内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。

（2）东深供水工程检修期总历时 30 天左右，安排于每年的 12 月，其中东莞段检修停水时间每年平均为 15 天。检修期前，塘厦镇需通过境内水库调蓄 717 万方用水，满足检修期的备用水源需求。因此，工程建设第二目标为通过建设水质保障工程后，虾公岩水库下库兴利库容不小于规划要求的 396 万 m³；且确保 50 年一遇防洪标准下，上、下库合计下泄流量不超过规划 106m³/s。

4.5 物理隔离标准

物理隔离标准的确定主要考虑两个因素，一是地表径流的水质是否满足进入水源地水库的要求，二是隔离标准能否满足将隔离区调整出水库集水范围进而调整出水源保护区的要求。虾公岩水库的水质目标是 II 类，因此隔离区高于隔离标准的地表径流应满足 II 类水标准；对于隔离标准是否满足将隔离区调整出水库集水范围，根据东莞市五点梅水库物理隔离工程，该项目设计标准为 50 年一遇，项目于 2023 年底完工，2024 年 2 月新版水源保护区划分方案取得广东省人民政府批复同意。

4.5.1 可借鉴成果

根据《东莞市五点梅水库物理隔离工程可行性研究报告》、《清溪契爷石九乡片区排水改造工程可行性研究报告》等项目在污染隔离工程截流标准论证过程中均直接参照引用深圳市饮用水水源水质保障工程截流标准，因此本次虾公岩水库水质保障工程截流标准论述亦参照深圳市西丽水库水质保障工程的相关研究成果。具体论述如下：

深圳市西丽水库、铁岗水库是以外调水为主要水源的中型水库，与虾公岩水库类似，西丽及铁岗水库饮用水水源保护区范围也存在大量建成区，面源污染问题突出，为解决这一问题，深圳

市近年来开展了西丽水库和铁岗—石岩水库水质保障工程。水质保障工程的总体思路与本次物理隔离工程思路类似，即将大片建成区地表径流经调蓄后转输至水库下游，主要目的与本次物理隔离工程一致，即调整水源保护区避免大规模拆迁和削减面源污染促进水库水质达标，西丽及铁岗—石岩水库水质保障工程采用的截流标准为 50 年一遇。鉴于西丽水库和铁岗水库的水质保障工程已进入施工阶段且其水源保护区调整方案获得了广东省人民政府的批复，本次物理隔离工程可借鉴其相关成果。

根据《西丽水库水源水质保障策略研究》、《白芒河流域水环境综合治理工程（水质保障部分）方案设计报告》成果，西丽水库集水范围内的水源三村建成区 90%雨污分流比例条件下，实测一次降雨过程 24h 累计降雨量达到 90mm 时水体瞬时浓度详见下表。利用模型进行预测，当降水量达到 320mm 时，建成区面源污染浓度已经稀释到地表水 II 类标准。

表 4.5-1 第一场降水下不同降水标准下溢流入库水体瞬时浓度表（90%）

降水量	COD _{Cr} (mg/L)	TP (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)
40mm	59.7	0.42	0.59	3.10
50mm	42.3	0.35	0.52	2.57
60mm	30.3	0.29	0.46	2.12
70mm	23.6	0.23	0.42	1.71
80mm	20.4	0.20	0.40	1.50
90mm	17.9	0.18	0.39	1.33
320mm	4.2	0.05	0.16	0.48
地表水 II 类标准	15.0	0.10	0.50	0.50

备注：第一场降水：汛期的第一场降水及每年的集中施药期过后第一场雨，这类降水具有浓度大的特点，是比较特殊的极端工况。

根据历年西丽水库雨量站实测降水资料，详见下表，50 年一遇（P=2%）降水量达到 375.8mm，大于 320mm 降水量，因此，50 年一遇防洪标准足以确保超标洪水溢流入库水质达标。综合考虑面源污染削减和调整水源保护区等方面因素，西丽水库水质保障工程最终采用的截流标准为 50 年一遇。

表 4.5-2 设计暴雨成果表（西丽水库雨量站实测）

时段	均值H (mm)	Cv	Cs/Cv	雨量 (mm)				
				P=0.5%	P=1%	P=2%	P=5%	P=50%
1h	52.6	0.38	3.5	128.0	117.1	106.1	91.2	48.3

时段	均值H (mm)	Cv	Cs/Cv	雨量 (mm)				
				P=0.5%	P=1%	P=2%	P=5%	P=50%
6h	111	0.48	3.5	327.0	293.9	260.6	216.0	96.9
24h	175	0.42	3.5	460.6	418.5	375.8	318.1	157.7
72h	227	0.40	3.5	574.6	524.0	472.7	403.0	206.5

4.5.2 物理隔离标准确定

(1) 依据入库径流达到水质目标的标准确定截流标准

虾公岩水库与西丽水库均位于雨型分区的珠江三角洲，雨型亚区的珠江三角洲 VII1 区，虾公岩水库暴雨、下垫面和雨污分流等条件与西丽水库均相似，可借鉴采用其监测和模型研究成果，即当降水量达到 320mm 时，建成区面源污染浓度已经稀释到地表水 II 类标准。因此，从入库径流水质达标的角度考虑，截流标准应大于 320mm。

(2) 依据调整水源保护区的要求确定截流标准

根据《广东省人民政府关于调整深圳市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2018〕424 号），省政府原则同意深圳市基于饮用水水源水质保障工程的饮用水水源保护区调整方案（将隔离区调整出水源一级和二级保护区）。因此，参照深圳市饮用水水源水质保障工程的截流标准，虾公岩水库物理隔离工程截流标准应不低于 50 年一遇，可以此为依据调整水源保护区，将隔离区调整出水源一级、二级保护区范围，避免大规模拆迁。根据虾公岩水库设计暴雨成果，50 年一遇（P=2%）降水量达到 394.5mm。

虾公岩水库是东莞市未来水资源配置格局的核心节点，水库的水资源保护成效关系到东莞市的供水安全，其战略地位不言而喻。在综合考量调整水源保护区的要求、削减面源污染入库量的需求、防范突发水污染事故的需求等的基础上，从让保护更充分，让发展可持续的理念出发，本次将物理隔离工程的截流标准确定为 50 年一遇，对应的年最大 24h 降雨量为 394.5mm。

4.6 总体思路

为实现保护水源水库水质安全的目标，按照 50 年一遇标准，通过在水库水域内设置隔离坝，将虾公岩水库分隔为上下库，将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内，保障下库的水质安全，同时，建立转输下泄通道，确保上库雨水不溢流到下库内。另外，为保障上库水质稳定，

满足下游河道补水水质要求，需要对上库增加水质保障措施。

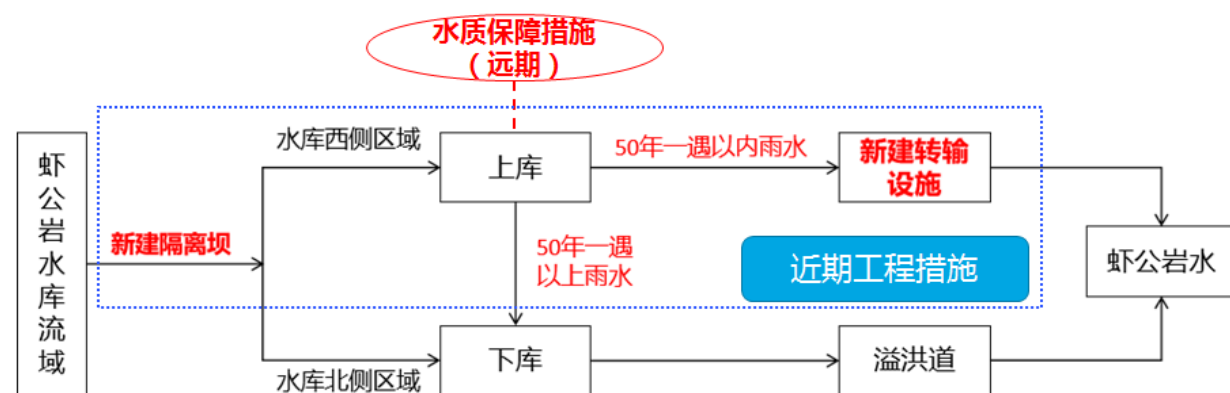


图 4.6-1 总体思路图

根据市政府工作会议纪要[2025]276 号，由市水务集团负责建设虾公岩水库分库项目（物理隔离、分库、排洪设施等），即上述近期工程措施。

本次可研仅针对近期工程措施的方案与规模进行论述。

4.6.1 方案思路一：生态大库方案

在水库库区中间建设一条隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御摩苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。

生态隔离工程：主坝 294m，主坝最大坝高 21.5m；1#副坝 247m，坝高 15.8m；2#副坝 63m，坝高 8m；3#副坝 22m，坝高 6m；4#副坝 55m，坝高 5m。

控泄转输工程：（1）上库拟建隔离主坝南侧新建 DN2600 转输隧洞，隧洞总长 350m，新建 3×2m 明挖钢筋混凝土箱涵 145m；（2）转输隧洞前设泄水控制闸，控制上库下泄流量，泄水控制闸尺寸为 3.0×3.0m，末端接至转输隧道洞进水井，控泄流量为 17m³/s；（3）为便于上库检修期间放空，在泄水控制闸北侧设 1.5×1.5m 放空闸及 DN1000 放空管，放空管总长度约 52m。

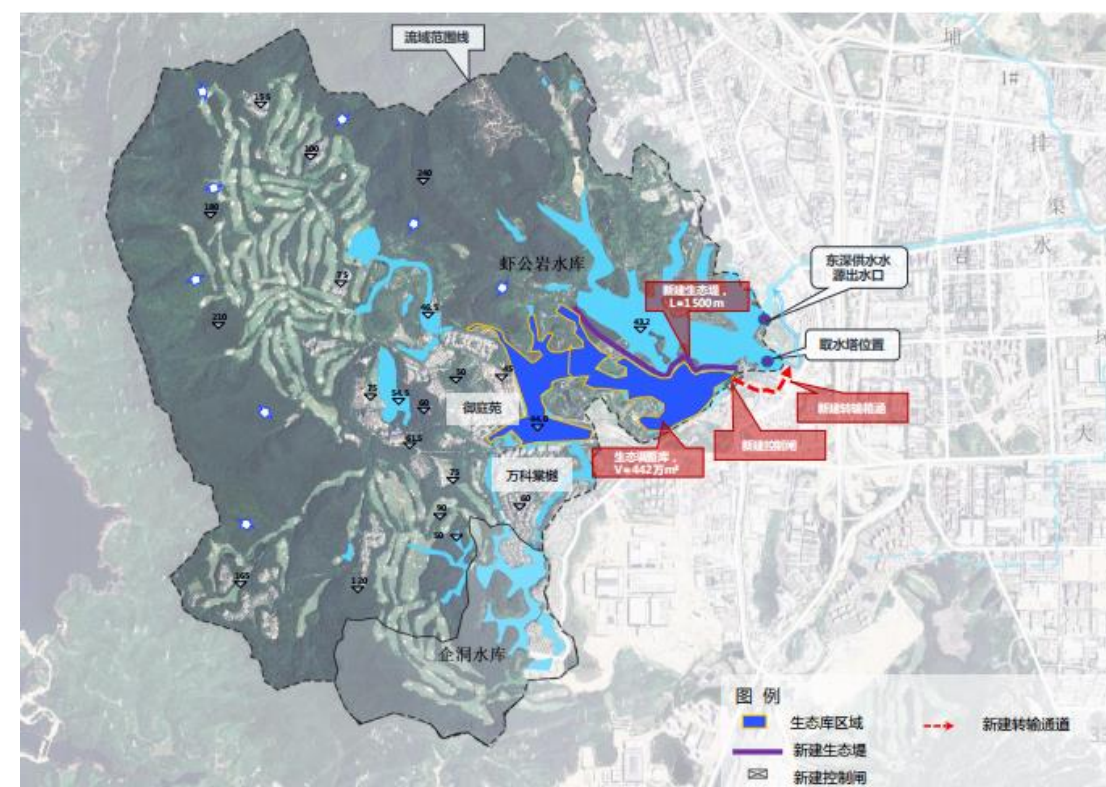


图 4.6-2 方案一总体布置图

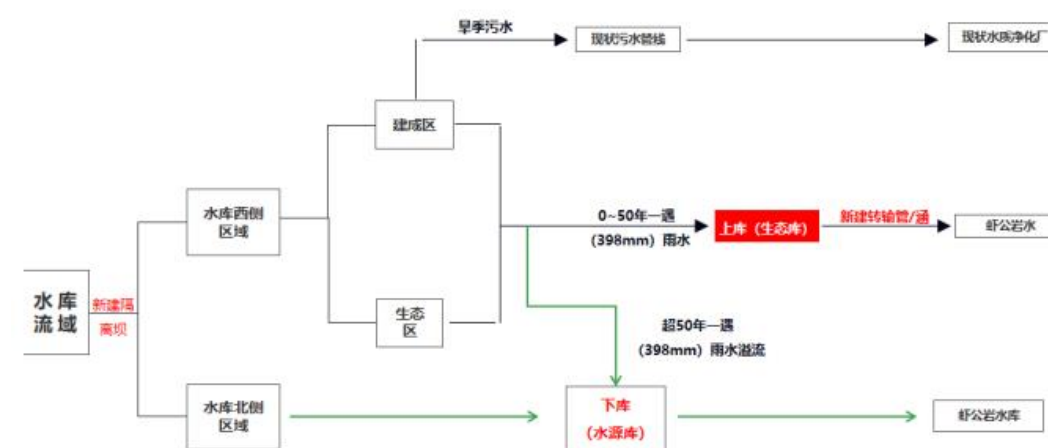


图 4.6-3 思路一技术路线图

4.6.2 方案思路二：生态小库方案

基于“少占库容、生态剥离”的原则，在思路一的基础上，进一步梳理现有高程系统后，结合高程竖向通过新建撇洪沟，形成连续的生态区清水收集系统，将生态区洪水转输入水库。减少上库调蓄库容，减少对虾公岩主库区库容的占用。

清水收集工程：沿生态区与建成区分界处，新建清水分流沟（长 13km，尺寸 1.5×2.0m~3.0×3.0m，i=0.7%）。

生态隔离工程：库区西侧新建 1 座土石坝，总长约 220m，最大坝高 10m。结合 1#、2#现状湖体，形成共 183.84 万 m³ 调蓄库容。共同调蓄万科棠樾等 8.1km² 建成区的雨水。

控泄转输工程：调整企洞水库正常蓄水位，改为 46.26m，同时新建 250m 放空涵，确保 3 天内将虾公岩水库调蓄库容腾出。

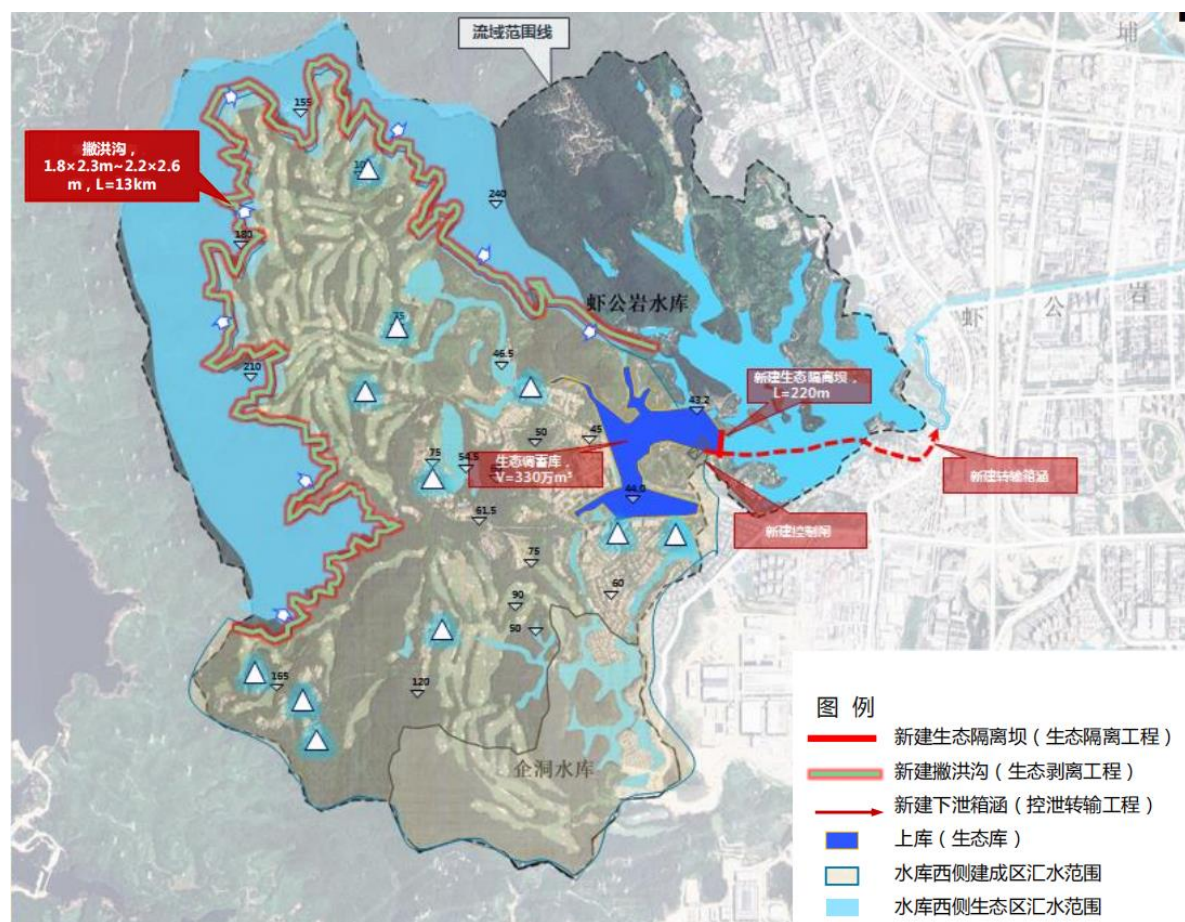


图 4.6-4 方案二总体布置图

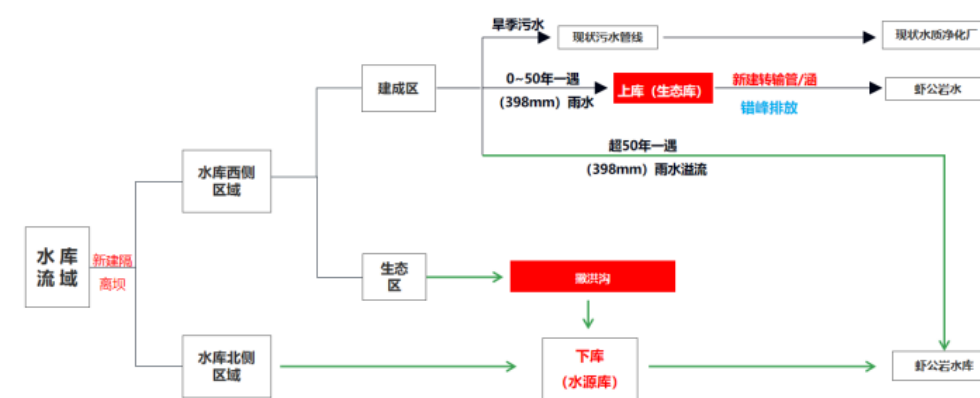


图 4.6-5 思路二技术路线图

4.6.3 方案思路比选

本次从工程影响、实施难度、运维管理、工程投资等方面进行了综合比选，详见比选表。

表 4.6-1 总体思路比选表

比选项目	方案思路一：生态大库方案	方案思路二：生态小库方案
水源区划定	可作为水源保护区范围线划定依据 一级区：2.8km ² 二级区：1.3km ² 准水源区：11.6km ²	可作为水源保护区范围线划定依据 一级区：3.3km ² 二级区：4.1km ² 准水源区：8.3km ²
工程影响	上库汇水范围内生态区每年供水水资源量约250万方无法利用	上库汇水范围内生态区剥离每年可保留供水水资源量约250万方，降低了东深引水水量，每年可节约引水费用约200万元（按照0.8元每立方米计）
实施难易程度	仅需协调隔离坝处占地及树木砍伐，实施难度较小	结合航拍图，收集连片的生态区，还需沿线砍伐约13km半山处树木，林地砍伐审批、生态红线占用审批、占地协调及实施难度大
实施工期	实施工期较短	实施工期长
运维管理	拟建设施较为集中，运维管理方便	清水分流沟约13km，运维管理不便
工程投资	2.1亿元	3.47亿元
是否推荐	推荐	不推荐

虽然生态区剥离每年可保留供水水资源量约 250 万方，但由于投资相对较高，且实施难度大，故本阶段方案总体思路按照“生态大库方案”的方向开展可行性研究工作。

4.7 工程总体布局

按照“污染隔离、供水保障、防洪安全”的策略思路，在水库库区中间建设一条隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御庭苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建传输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东江来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。

本工程总体布局为：库中建坝隔离、库内传输泄洪、上下连通溢洪。

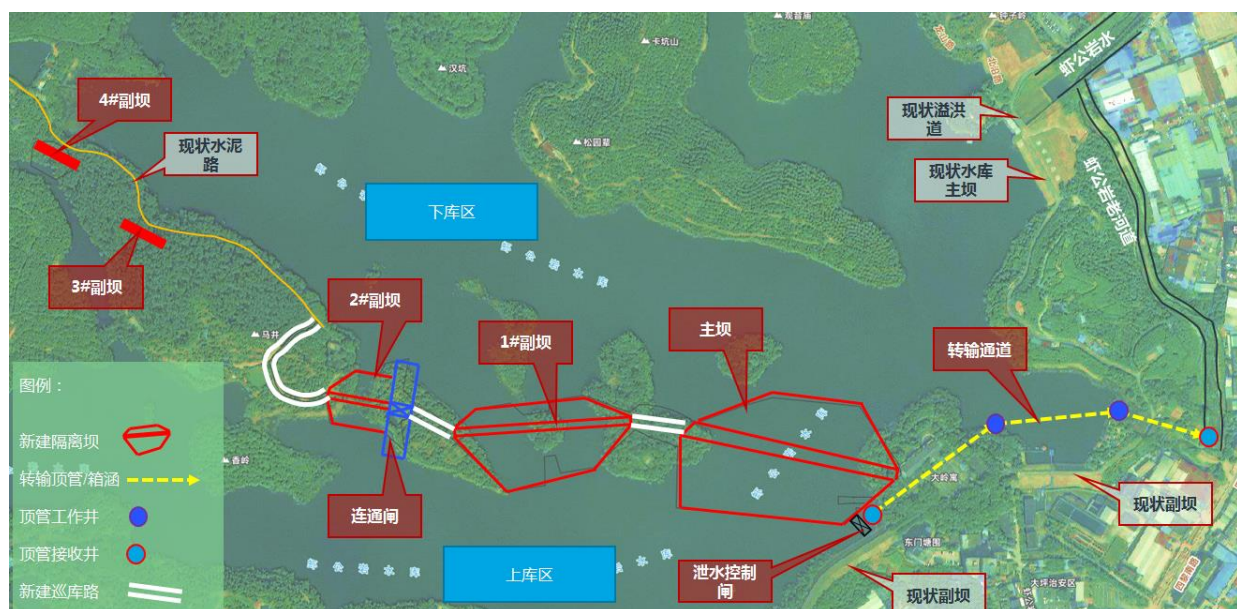


图 4.7-1 工程总体布局图

4.8 工程规模

4.8.1 上库洪水调节论证

4.8.1.1 相关边界条件

(1) 控制水位

分库后，上库生态调蓄库 50 年一遇洪水标准下，最高洪水水位不应高于虾公岩水库原设计最高洪水水位 45.07m (P=1%)。

(2) 上库下泄流量

1) 河道承泄能力分析

根据《东莞市虾公岩水库汛期调度运用计划》(东莞市虾公岩水库管理所, 2025 年 3 月), 现状虾公岩水库功能为防洪, 具体的汛期防洪调度规则为: 水库水位高于汛限水位时开始开闸泄洪; 在泄洪开始阶段, 控制闸门开度, 按入库洪水流量控制泄洪, 使水库水位保持在防洪限制水位。当来水逐渐增大, 且水库水位低于防洪高水位 44.59m 时, 可视水库来水及下游情况控制泄洪, 最大下泄 120m³/s。

另外, 根据《东莞市防洪(潮)排涝规划(2021-2035)-石马河流域(2021~2035)》, 为满足下游石马河规划防洪要求, 规划重新计算虾公岩水库下泄流量, 经规划分析计算, 50 年一遇标准下, 虾公岩水库最大下泄流量为 106m³/s。

综合现状调度以及规划的相关要求, 考虑本项目建成后, 应衔接规划要求, 满足近远期要求。故下游虾公岩水承泄能力按照 106m³/s 考虑。

2) 上库下泄流量分析

分库后, 50 年一遇洪水标准下, 虾公岩水除了承泄水库溢洪道洪水流量以外, 尚需叠加上库传输流量, 即上库泄量+下库泄量合计规模不应超过河道 106m³/s 的承泄能力。

根据水文及下库洪水调节分析可知, 下库计算泄量为 71.69m³/s, 因此上库下泄流量不超过 34.31m³/s。

4.8.1.2 水位~库容曲线

上库主要作用为收集调蓄西侧建成区不达标雨水。结合坝址方案比选后确定库区规模。本次根据 2022 年收集水下地形进行测算, 得出上库水位~库容曲线, 见下表。

表 4.8-1 上库水位~库容曲线表

序号	水位 (m)	库容 (万方)
1	34.0	4.626
2	35.0	14.282
3	36.0	27.416
4	37.0	44.662
5	38.0	66.939

序号	水位 (m)	库容 (万方)
6	39.0	95.490
7	40.0	129.982
8	41.0	169.551
9	42.0	218.393
10	43.0	282.939
11	44.0	370.185
12	45.0	469.108
13	46.0	569.741
14	46.36	598.450

4.8.1.3 水位~泄量曲线

上库存在 2 处泄水建筑物。

1) 下游河道转输堰闸：净宽 3m，闸底高程 39m，通过隧洞转输至下游河道，50 年一遇工况下控泄最大流量为 17m³/s，当上库水位超 50 年一遇水位时，关闭堰闸停止下泄。

2) 上库-下库连通闸：净宽 10m，闸底高程 43m，当上库水位超过 50 年一遇水位时，开启堰闸自由泄流，洪水溢流至下库。

输水建筑物泄流能力采用《溢洪道设计规范》开敞式宽顶堰的泄流能力公式计算。

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

式中：Q—流量(m³/s)；σ_s—淹没系数；ε—侧收缩系数；m—宽顶堰的流量系数；B—堰顶总净宽(m)；H₀—计入流速水头的堰上总水头(m)。

表 4.8-2 上库-下游河道转输堰闸水位-泄流表

水位	泄量 (m ³ /s)	水位	泄量 (m ³ /s)
39.0	0.00	43.0	59.07
40.0	7.37	43.5	70.48
40.5	13.55	44.0	82.55

水位	泄量 (m ³ /s)	水位	泄量 (m ³ /s)
41.0	20.88	44.5	95.24
41.5	29.20	45.0	108.52
42.0	38.36	45.5	122.37
42.5	48.34	46.0	136.76

表 4.8-3 上库-下库溢流堰闸水位-泄流表

水位	泄量 (m ³ /s)	水位	泄量 (m ³ /s)
43	0	45.07	65.15
44	21.89	45.5	86.48
44.5	40.19	46	113.69
45	61.89	46.5	143.25

4.8.1.4 特征水位的选择

(1) 死水位

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库死水位为 34.87m，分库后，上库死水位仍保留原水库死水位，即 34.87m。

(2) 正常蓄水位的选择

1) 现场蓄水位高程

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库正常蓄水位为 44.74m，汛限水位为 43.94m，现场踏勘运行水位在 39.10m。

2) 生态用水量需求

由于上库后续可为下游虾公岩水提供生态补水，本次按照 Tennant 法初步估算下游河道多年平均生态需水量。经查算，流域多年平均年径流深 900mm，年径流统计参数 C_v=0.38、C_s=2C_v，计算得出虾公岩水多年平均天然径流量为 1118.7 万 m³。根据 Tennant 法，生态基流评价在一般~极好的范围，对应占多年平均径流量的比例为 10%~40%，因此，上库应提供 111.9~447.5 万 m³ 的可供生态补水量。

3) 水位的选择

本次分别选取 40.10m、41.50m、43.50m 以及 43.94m 进行分析。综合考虑，由于正常蓄水位

与汛限水位保持一致，因此，本次按照现状运行水位加一米来考虑，即选取 40.1m 作为正常蓄水位，可提供 116.67 万 m³ 补水水量，占河道多年平均径流量比例约 10%，在 Tennant 法中属于“一般”，且能保证上下库两侧水位差相对较小，有利于隔离坝的安全稳定。

(3) 汛限水位的选择

与正常蓄水位一致，即 40.1m。

4.8.1.5 调洪演算成果

(1) 50 年一遇标准

根据上述特征水位的选择，本次分别选取 39.00m、40.10m、41.50m、43.00m 以及 43.94m 作为汛限水位进行分析。

表 4.8-4 上库特征水位选择对比表

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
正常蓄水位 (m)	40.10	41.50	43.00	43.94
汛限水位 (m)	40.10	41.50	43.00	43.94
2% 水位 (m)	45.06	45.07	45.07	45.07
最大泄量 (m ³ /s)	17.0	25.1	41.6	61.7
优点	上库下泄流量未超过 34.31m ³ /s，不会对下游河道防洪造成影响，且上下库正常水位差较小，有利于隔离坝的安全稳定	1、上库下泄流量未超过 34.31m ³ /s，不会对下游河道防洪造成影响，且上下库正常水位差较小，有利于隔离坝的安全稳定 2、可提供 180.95 万 m ³ 补水水量，但补水数量为“良好”状态。	可提供 269.9 万 m ³ 补水水量，补水水量为“良好”的状态	可提供 356.87 万 m ³ 补水水量，补水水量为“极好”的状态
缺点	虽然可提供 116.67 万 m ³ 补水水量，但补水数量为“一般”状态	转输通道洞径增加至 3.2m，将增加工程投资	上库下泄流量超过 34.31m ³ /s，对下游河道防洪造成影响。	上库下泄流量超过 34.31m ³ /s，对下游河道防洪造成影响。
是否推荐	是	否	否	否

根据上述对比，本次选择方案一，计算结果如下。

表 4.8-5 上库 50 年一遇调洪演算成果表

频率 P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)	相应库容 (万 m ³)	起调水位 (试算成果)
2	207.50	17.00	45.06	475.10	40.10

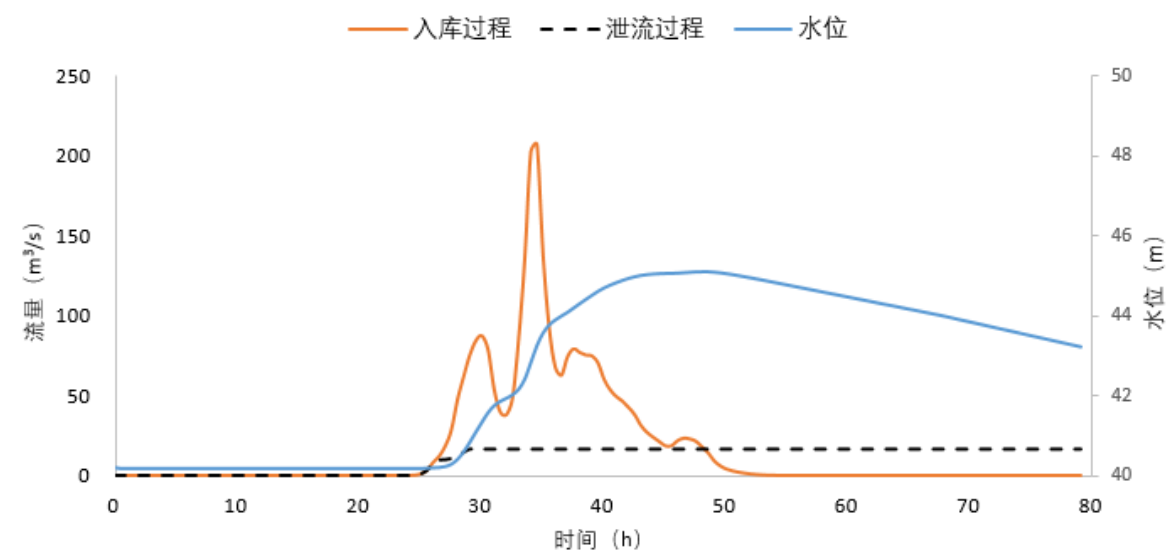


图 4.8-1 上库 50 年一遇调洪演算成果图

(2) 100 年及 1000 年一遇工况

调洪原则：起调水位为 40.10m，水库发生洪水时，当上库水位不超过 45.07m，开启下游河道转输堰闸，下泄量控制为 17m³/s；当上库水位超过 45.07m，关闭下游河道转输堰闸，开启下库溢流堰闸，将洪水下泄至下库。

结合上库入库洪水成果、水位库容关系及水位泄量关系，对入库洪水进行调洪计算，得 1000 年一遇的上库调洪成果见下表。

表 4.8-6 上库 100 年及 1000 年一遇调洪演算成果表

频率 P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)	相应库容 (万 m ³)
1	233.00	69.44	45.16	484.87
0.1	315.57	103.79	45.82	551.46

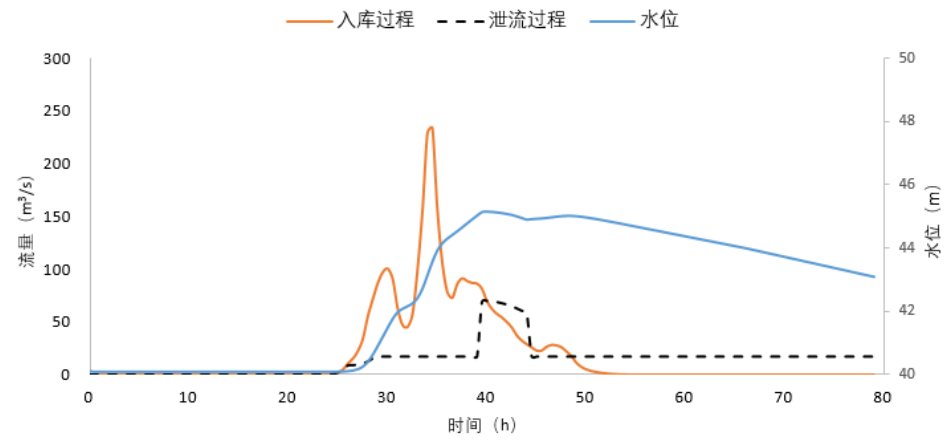


图 4.8-2 上库 100 年一遇调洪演算成果图

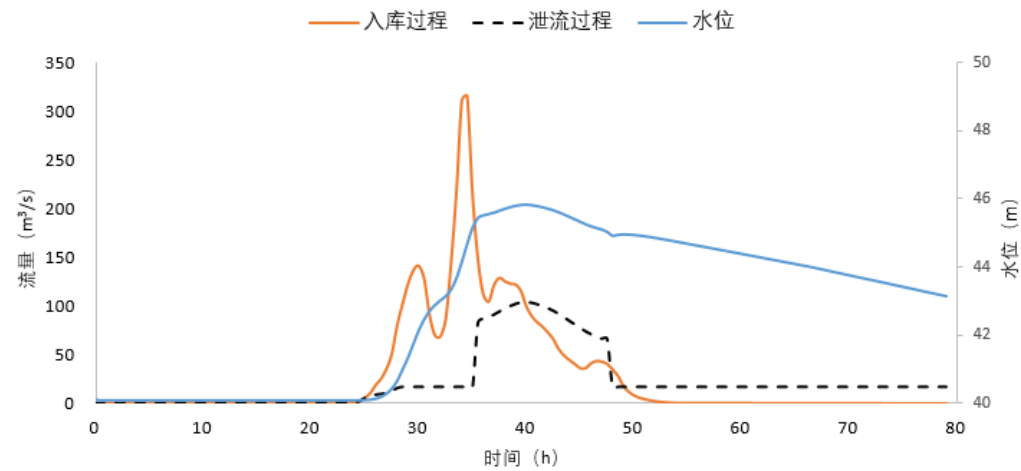


图 4.8-3 上库 1000 年一遇调洪演算成果图

4.8.2 下库洪水调节论证

4.8.2.1 相关边界条件

由于下库的功能为防洪、供水，其中供水的主要目的是保障东深供水工程检修期的用水需求，弥补电光村水库以及牛眠埔水库兴利库容不足带来的用水缺口。因此需要分析东深供水工程检修期用水缺口，以确定下库兴利库容。

根据《东莞市东南片区应急备用供水保障工程项目前期策划报告》可知，以 2022 年塘厦镇用水水平、人口基数、万元工业用水量等数据为基准年，推测了 2035 年人口与国民经济指标，并推测了远期工业用水定额指标、建筑和第三产业用水定额、环境用水定额、管道损漏率等。最后测算了远期东深供水工程 15 天检修期塘厦镇的用水需求量。相关成果摘录如下：

表 4.8-7 城乡发展基本指标预测统计表

序号	项目	单位	2035年预测成果
1	人口	万人	85
2	工业增加值	亿元	1114

表 4.8-8 主要用水指标预测统计表

序号	项目	单位	2035年预测成果
1	居民生活用水定额	L/人 d	180
2	工业增加值用水定额	m³/万元	6.8
3	环境用水定额	m³/ha d	10~20
4	管网漏损率	%	7

表 4.8-9 远期东深供水工程 15d 检修期用水总量统计表

水平年	城乡居民生活用水 (万m³)	城镇公共生活用水 (万m³)	工业用水 (万m³)	小计 (万m³)
2035年	236.78	70.43	410.00	717.20

目前，塘厦镇具有供水任务的水库水源地主要为电光村水库以及牛眠埔水库，可供兴利库容合计约 321 万 m³。因此，远期塘厦镇在东深供水工程检修期，仍存在 396.2 万 m³ 的供水缺口。

4.8.2.2 水位~库容曲线

由库区实测地形图结合分库坝体方案计算得到的水库水位-库容关系，水位-库容曲线见下图和下表。

表 4.8-10 下库水位-库容关系表

水位	库容 (万m³)	水位	库容 (万m³)
34	22.93	41	292.57
35	42.81	42	351.24
36	70.08	43	405.38
37	103.14	44	447.05
38	141.86	45	487.99
39	186.09	46	538.65
40	236.30	46.36	565.85

4.8.2.3 水位~泄量曲线

下库主要泄水建筑物为虾公岩水库的溢洪道，位于主坝左端，为有闸控制宽顶堰，溢洪道堰

顶高程 42.744m，单孔尺寸为 8.0m×3.49m（宽×高），3 孔总净宽 24.0m。输水建筑物泄流能力采用《溢洪道设计规范》开敞式宽顶堰的泄流能力公式计算。

$$Q = \sigma_s \epsilon m B \sqrt{2gH_0^{3/2}}$$

式中：Q—流量(m³/s)；σs—淹没系数；ε—侧收缩系数；m—宽顶堰的流量系数；B—堰顶总净宽(m)；H0—计入流速水头的堰上总水头(m)。

表 4.8-11 下库溢洪道水位-泄流表

水位	泄量 (m ³ /s)	水位	泄量 (m ³ /s)
42.244	0	45.244	208.66
42.744	13.96	45.744	262.82
43.244	39.73	45.844	274.15
43.744	73.16	45.944	285.63
44.244	112.7	46.044	297.26
44.744	157.54		

4.8.2.4 特征水位的选择

(1) 死水位

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库死水位为 34.87m，分库后，下库保留原水库死水位，即 34.87m。

(2) 正常蓄水位的选择

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库正常蓄水位为 44.74m，分库后，下库保留原水库正常蓄水位，即 44.74m。根据前述可知，为保障东深供水工程检修期用水，下库正常蓄水位以下兴利库容应不低于 396.2 万 m³，经查下库水位库容曲线表可知，44.74m 以下兴利库容为 437.12 万 m³，可满足相关要求。正常蓄水位选取合适。

(3) 汛限水位的选择

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》（东莞市水利勘测设计院有限公司，2022 年），虾公岩水库汛限水位为 43.94m，分库后，下库保留原水库汛限水位，即 43.94m。

4.8.2.5 调洪演算成果

(1) 50 年一遇标准

调洪原则：根据虾公岩安全评价报告，起调水位采用最高汛限水位 43.94m，且输水涵管不参加调洪计算。当入库流量小于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门部分开启，入库洪水来多少泄多少，水库维持汛限水位；当入库流量等于大于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门全开，水库开始敞泄洪水。

结合下库入库洪水成果、水位库容关系及水位泄量关系，对入库洪水进行调洪计算，得 50 年一遇的下库调洪成果见下表。

表 4.8-12 下库 50 年一遇调洪演算成果表

频率P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)	相应库容 (万m ³)
2	71.69	71.69	43.94	444.55

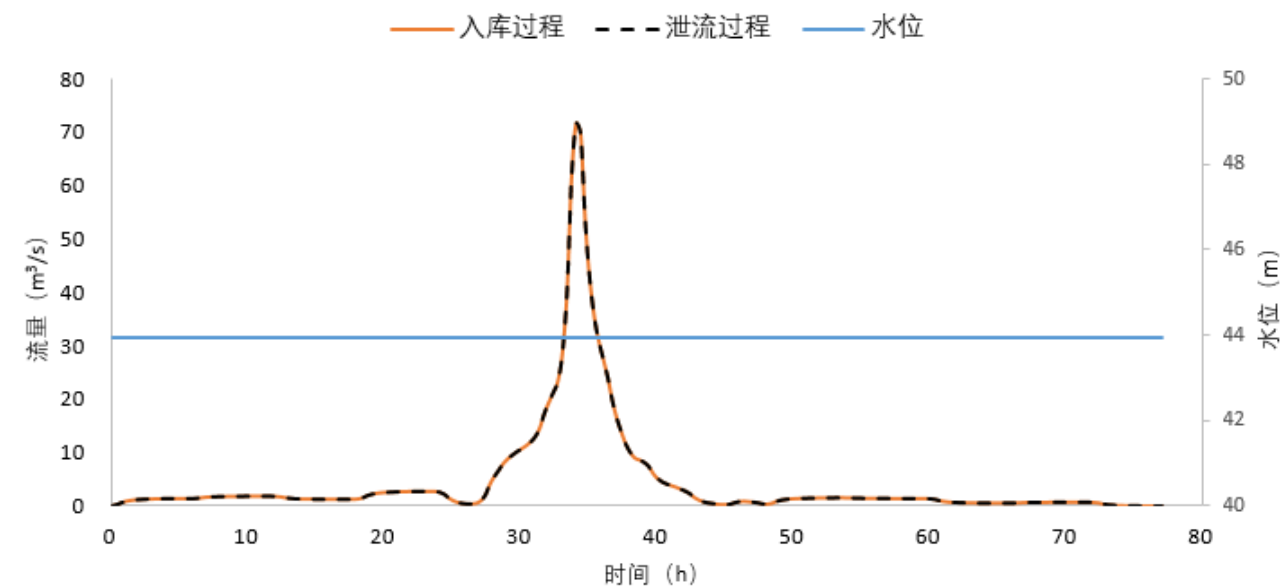


图 4.8-4 上库 50 年一遇调洪演算成果图

由于水质保障工程后，虾公岩水库仅剩约 20%流域面积的洪水进入主库，起调水位对应的溢洪道下泄能力大于下库 50 年一遇洪峰，入库洪水来多少泄多少，虾公岩水库流域的洪水主要通过上库发挥调蓄功能。

(2) 100 年及 1000 年一遇工况

调洪原则：根据虾公岩安全评价报告，起调水位采用最高汛限水位 43.94m，且输水涵管不参加调洪计算。当入库流量小于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门部分开启，入库洪水来多少泄多少，水库维持汛限水位；当入库流量等于大于水库汛限水位溢洪道下泄能力时，闸门全开，水库开始敞泄洪水。

100 年和 1000 年一遇下库入库洪水，除了自身流域面积天然洪水以外，应叠加上库通过堰闸溢流至下库的洪水。

结合下库入库洪水成果、水位库容关系及水位泄量关系，对入库洪水进行调洪计算，得 1000 年一遇的下库调洪成果见下表。

表 4.8-13 下库 100 年及 1000 年一遇洪水成果表

频率P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)	相应库容 (万m ³)
1	80.47	80.47	150.26	268.13
0.1	108.96	131.31	234.00	637.83

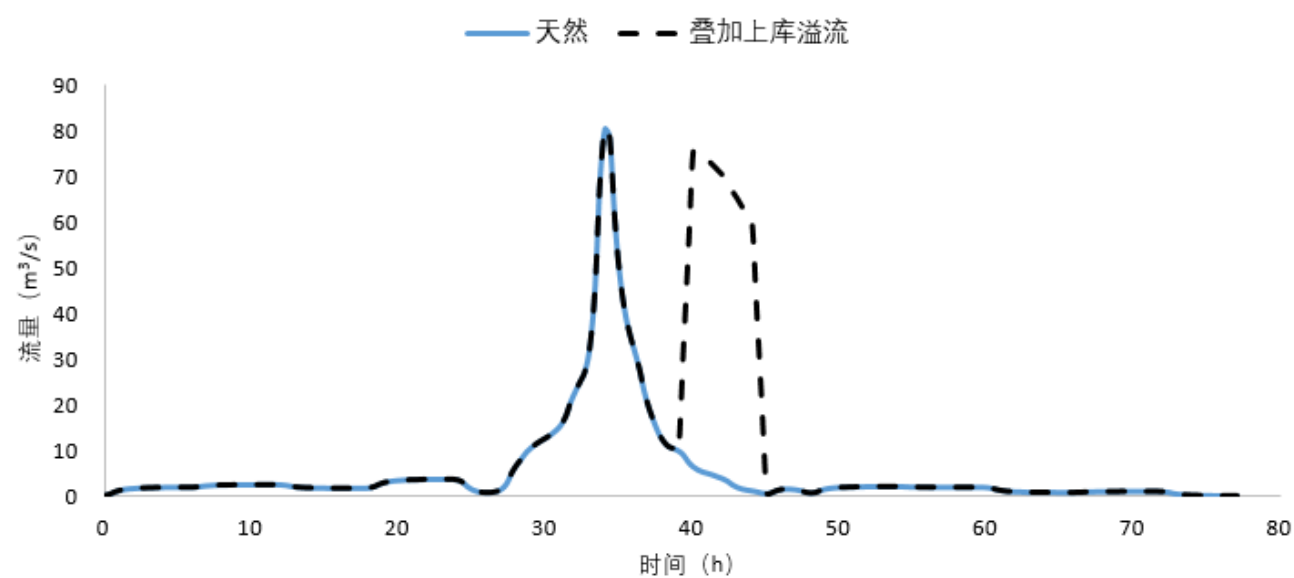


图 4.8-5 下库 100 年一遇洪水过程线图

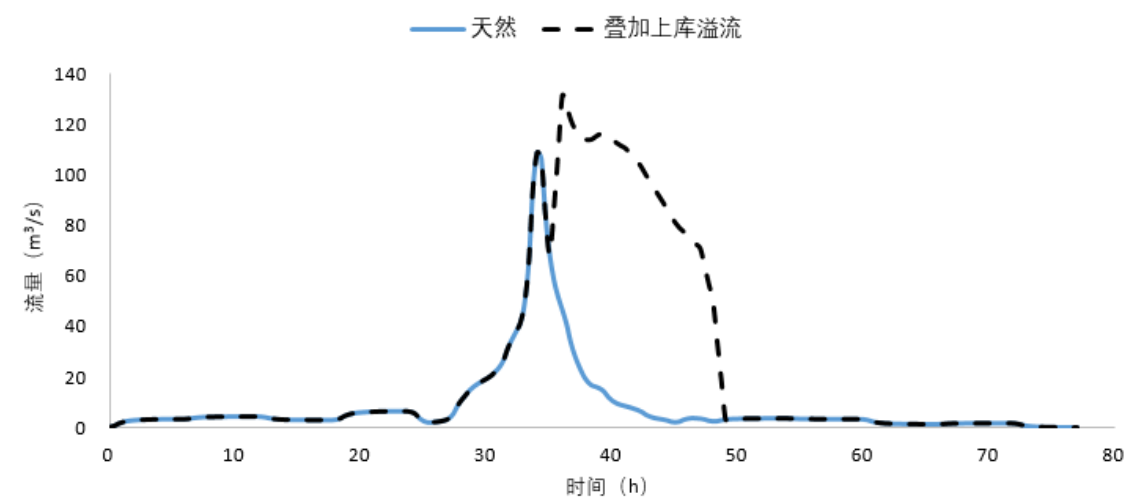


图 4.8-6 下库 1000 年一遇洪水过程线图

结合下库入库洪水成果、水位库容关系及水位泄量关系，对入库洪水进行调洪计算，得 1000 年一遇的下库调洪成果见下表。

表 4.8-14 下库 100 年及 1000 年一遇调洪演算成果表

频率P (%)	坝址洪峰流量 (m ³ /s)	最大泄量 (m ³ /s)	最高库水位 (m)	相应库容 (万m ³)
1	80.47	80.47	43.94	444.55
0.1	131.31	114.65	44.27	457.93

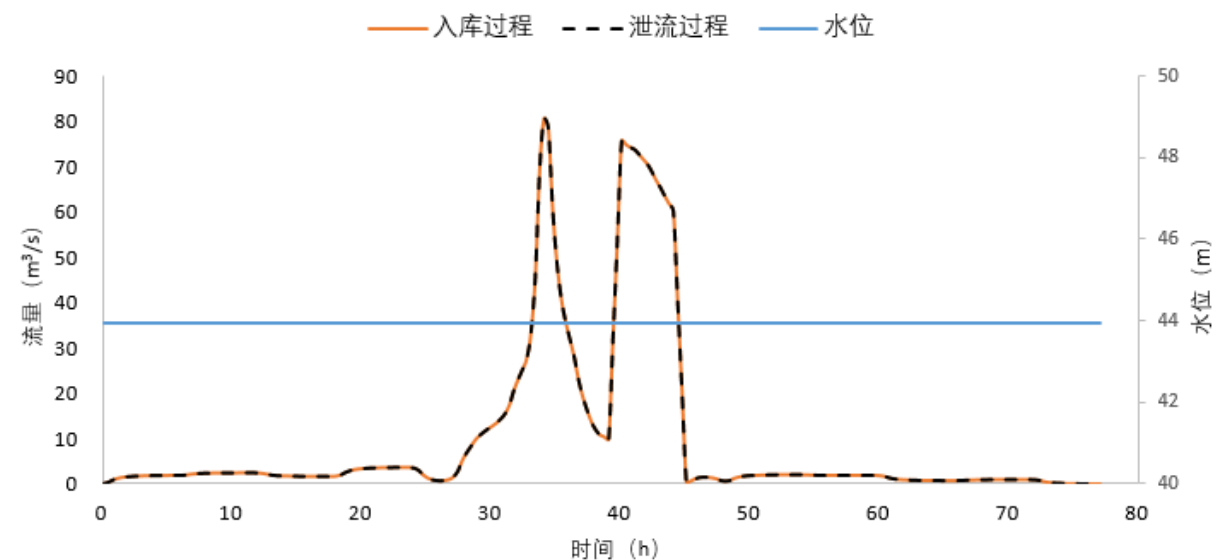


图 4.8-7 下库 100 年一遇调洪演算成果图

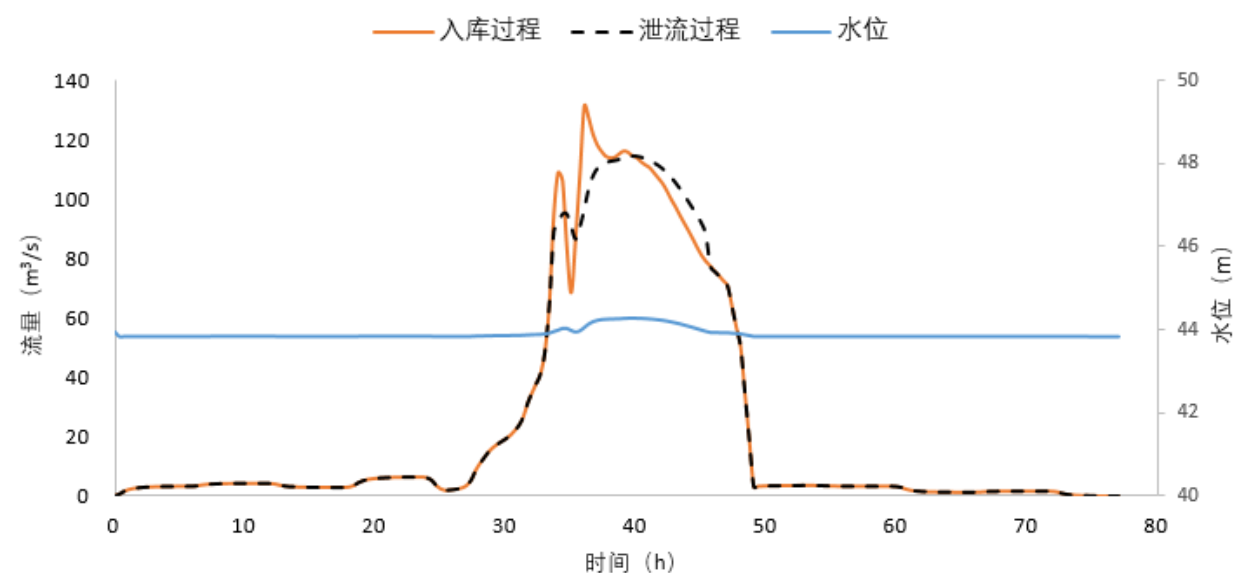


图 4.8-8 下库 1000 年一遇调洪演算成果图

4.9 相关影响分析

4.9.1 对虾公岩水库防洪影响分析

根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》，虾公岩水库防洪标准为 100 年一遇，校核标准为 1000 年一遇，本次工程实施后，原虾公岩水库分成上库和下库主库，并降低上库的起调水位挖潜了库区的调蓄能力，根据水文计算，对于主库而言，防洪水位和下泄均有降低，对虾公岩水库防洪没有不利影响。

表 4.9-1 工程前后主库防洪水位对比表

主库	防洪最高水位	
	P=1%	P=0.1%
工程前	45.07	45.17
工程后	43.94	44.31

4.9.2 对下游虾公岩水防洪影响分析

根据《东莞市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）石马河流域》和《东莞市塘厦镇防洪排涝规划（2021-2035）》上位规划，虾公岩水防洪标准为 50 年一遇，规划控制上游虾公岩水库 50 年一遇的最大下泄量为 $106\text{m}^3/\text{s}$ 。

本工程实施后，50 年一遇上库最大下泄量为 $17\text{m}^3/\text{s}$ ，下库最大下泄量为 $71.69\text{m}^3/\text{s}$ ，合计最大下泄量为 $88.69\text{m}^3/\text{s}$ ，小于规划要求的最大下泄量 $106\text{m}^3/\text{s}$ ，进一步挖潜了虾公岩水库调洪能力，减轻了下流的防洪压力，对下游虾公岩水库防洪没有不利的影响。

4.9.3 旧排洪渠过流能力分析

现状旧排洪渠位于虾公岩水库主坝东侧，河口采用过路箱涵（ $4\times 4\text{m}$ ）与虾公岩水衔接，起点位于虾公岩水库旧溢洪道下游。根据现场踏勘，旧排洪渠全长约 580m，河底宽 10~20m，河底标高为 29.12~31.0m，河道断面为梯形断面，岸坡为自然岸坡，坡面无护砌结构，河床为自然河床，河底纵坡约 0.003，渠道两侧岸坡坡顶标高为 34.42~39.34m。



图 4.9-1 旧排洪渠现状航拍图

本次对旧排洪渠以及过路箱涵过流能力进行复核。

(1) 旧排洪渠过流能力复核

由于下游虾公岩水规划防洪标准为 50 年一遇，旧排洪渠作为虾公岩水的延伸，本次按照同等防洪标准进行复核。计算方式采用《水力计算手册》渠道恒定渐变流水面曲线计算方法进行计算，其中，河道起推水位取虾公岩水规划 50 年一遇洪水位 35.29m，河道糙率选取 0.033，设计流量取上库转输流量+四黎路转输流量，合计为 33m³/s。根据分析计算，旧排洪渠存在两岸坡顶超高不足的问题，需进行加高，满足防洪要求。

表 4.9-2 旧排洪渠过流能力计算成果表

断面桩号	流量 m ³ /s	纵坡	河底高程	计算水位 (m)	现状坡顶高程 (m)
0	33		29.120	35.290	34.42
287	33	0.00307	30.000	35.291	38.52
399	33	0.00357	30.400	35.292	35.63
580	33	0.00331	31.000	35.292	34.31

(2) 出口箱涵过流能力复核

现状旧排洪渠出口箱涵尺寸为 4×4m，本次采用曼宁公式进行过流能力分析计算。根据计算，过路箱涵计算过流能力为 32.25m³/s，无法满足过流要求。建议相关水务部门进行拓宽。

表 4.9-3 过路箱涵过流能力计算成果表

宽度	B (m)	4
高度	H (m)	4
过流面积	A (m ²)	16
湿周	X	12
水力半径	R	1.33
糙率	n	0.017
	C	61.71
纵坡	i	0.0008
计算流量	Q	32.25
计算流速	v	2.01

5 节水评价

5.1 现状节水水平评价及节水潜力分析

5.1.1 现状节水水平分析及评价

根据《东莞市水资源公报》（第二十六期），2024年东莞市水资源总量304025.46万立方米。全市8座中型水库年末蓄水量8157万立方米，比上年末减少558万立方米。供水总量23.22亿立方米(含微咸水),比上年增加14.15%,其中供给农业、工业和生活用水19.12亿立方米，比上年增加0.84%。全市自来水年供水总量15.74亿立方米，比上年增加0.05%,占全市供水总量的67.69%。全市地下水年开采量20.83万立方米。东莞市人均综合用水量221立方米，万元GDP用水量18.9立方米。

2024年末全市共有水库118座，总库容4.06亿立方米，其中中型水库8座，总库容2.14亿立方米；小（1）型水库44座，总库容1.57亿立方米；小（2）型水库66座，总库容0.35亿立方米。2024年末全市小（1）型以上水库蓄水总量1.38亿立方米，较上年末减少1100万立方米，其中8座中型水库年末蓄水总量8157万立方米，较上年末减少558万立方米。东江下游东莞区中型水库年末蓄水总量2061万立方米，较上年末增加121万立方米；东江三角洲东莞区中型水库年末蓄水总量6096万立方米，较上年末减少679万立方米。

虾公岩水库位于东莞市塘厦镇观澜河上游，是东江下游石马河流域中型水库，现状集雨面积15.7km²，总库容1164.3万m³，兴利库容809.5万m³，现状功能以塘厦镇应急备用水源、防洪调蓄为主，年常规供水能力仅约1000万m³，占全镇年总用水量的7.4%，全镇对外调水（东深供水、西江引水）依赖度超70%。2024年末虾公岩水库蓄水总量522万立方米，比上年末蓄水总量增加80万立方米。虾公岩水库需水量占中型水库年末蓄水总量6.4%，占东江下游区中型水库年末需水量25.32%。

2024年东莞市中型水库蓄水动态表

单位：万立方米

水库类型	水资源分区	水库名称	所在地	上年末蓄水总量	当年末蓄水总量	年蓄水变量
中型	东江三角洲 东莞区	同沙	东城	2500	1726	-774
		松木山	松山湖	2702	2198	-504
		横岗	厚街	928	1413	485
		黄牛埔	黄江	645	759	114
	小计			6775	6096	-679
	东江下游 东莞区	茅寮	清溪	380	435	55
		契爷石	清溪	426	328	-98
		虾公岩	塘厦	442	522	80
		雁田	凤岗	692	776	84
	小计			1940	2061	121
合计			8715	8157	-558	

5.1.2 现状节水存在问题及原因

塘厦镇作为东莞东南临深产业重镇，水资源对外依赖度高、本地调蓄能力有限、产业与生活用水量大，仍存在管网漏损、工业粗放、农业低效、再生水利用率低、管理薄弱五大核心问题。

（1）供水系统存在管网漏损与二次供水短板突出的问题

塘厦镇供水管网服役年限久，管材老化、接口渗漏，局部区域漏损率接近或略超国标12%上限，年均“跑冒滴漏”水量可观。同时依赖东深供水与本地水库（虾公岩、牛眠埔），枯水期/检修期易出现供水紧张，倒逼节水，缺乏长效机制。

（2）工业用水存在总量大、效率待提升、循环不足的问题

塘厦镇制造业密集，工业用水占全镇总用水量约45%–50%，部分小微企业存在粗放用水、跑冒滴漏、无计量等问题。企业的循环利用效率偏低，大量达标废水直接排放，未实现梯级利用。企业节水投入短期效益不明显，缺乏政策激励与强制约束。

（3）农业与绿化存在灌溉方式落后、用水效率低的问题

农业以传统漫灌为主，有效利用系数低；当地化肥施用强度高，加剧面源污染与水资源浪费；

同时城镇绿化、公园缺乏智能喷灌、滴灌，蒸发渗漏损失大。

(4) 非常规水源存在再生水利用率极低、回用体系空白的问题

污水处理厂处理的再生水直排河道，回用率基本接近 0；调蓄设施普及率低，汛期雨水直排河道，未转化直接利用水资源。

(5) 生活管理存在监管不到位的问题

水库建设管理保护范围内缺乏管理，溢洪道出口导致垃圾随意倾倒、违规建筑垃圾时有发生，不仅破坏了水库周边的生态环境，还影响了水库的正常功能。

5.1.3 现状节水潜力分析

塘厦镇本地优质水源供给不足，全镇用水高度依赖外调水。目前塘厦镇供水水源来源于东深供水管，东深供水检修期利用补水水源库牛眠埔水库和电光村水库进行供水。

本项目的建设可直接为塘厦镇供水，带来的节水潜力巨大。虾公岩水库水质保障工程不仅是“增加供水量”，完全规避长距离外调水的无效损耗；同时水源保护区的重新划定从源头倒逼高耗水、高污染主体退出或升级，直接削减无效用水需求；准保护区内限制化肥农药施用，严控农业面源污染。虾公岩水库水质保障工程的建设在塘厦镇形成了“供给端提效+管控端倒逼+结构端优化+替代端释放四位一体”的综合节水效应；即项目水源保护区重新划定→本地优质水源供给翻倍，全域水资源管控刚性升级→削减长距离外调水损耗、倒逼高耗水产。项目的建设为塘厦作为临深片区高端产业高质量发展预留了充足的水资源空间。

5.2 节水目标与指标

5.2.1 节水目标

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路和新发展理念，不断推进水资源刚性约束制度建设，全面落实国家节水行动，围绕控制总量、提升效率的总体要求，以水资源可持续利用保障经济社会高质量发展。依据为《东莞市“十四五”用水总量和强度管控方案》、《东莞市塘厦镇“三线一单”生态环境分区管控

方案》、《东莞市塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《东莞市水安全保障“十五五”规划》等，东莞市塘厦镇节水目标覆盖 2027 年（十五五中期）、2035 年远期三个阶段。

近期目标（2027 年，十五五中期），全镇用水总量稳定在市级下达管控红线内，万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量较 2020 年降幅分别突破 22%、20%，再生水利用率达到 15% 以上，供水管网漏损率稳定控制在 9% 以内，节水型社会建设全域达标，形成“本地水源+外调水+非常规水”多源共济、集约高效的用水格局。

远期目标（2035 年）建成系统完备、管控精准、技术先进、全民参与的高水平节水型城镇，用水效率达到粤港澳大湾区先进镇街水平，万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量较 2025 年再下降 20% 以上，再生水利用率稳定在 25% 以上，实现水资源供需动态平衡与可持续利用。

5.2.2 节水指标

塘厦镇节水指标如下所示。

表 5.2-1 塘厦镇节水指标表

指标类别	指标名称	2027年刚性目标值	管控要求	依据
用水总量管控	全镇年用水总量	≤9200万m ³	年度动态管控，全年不得突破市级下达的“十五五”中期管控红线，在2025年9303万m ³ 法定上限基础上实现集约优化	《东莞市“十四五”用水总量和强度管控方案》《塘厦镇国土空间总体规划（2021-2035年）》
	地下水年取用水量	≤东莞市水务局下达年度控制目标	严禁超采、禁采区违规取水，年度取用量只减不增	《东莞市节约用水管理规定》、《广东省节约用水办法》
用水效率管控	万元GDP用水量较2020年累计降幅	≥22%	较2025年17%的法定目标再下降5个百分点，年均降幅不低于2.5%	《东莞市“十四五”用水总量和强度管控方案》《塘厦镇“三线一单”生态环境分区管控方案》
	万元工业增加值用水量较2020年累计降幅	≥20%	较2025年15%的法定目标再下降5个百分点，年均降幅不低于2.5%	《东莞市“十四五”用水总量和强度管控方案》《塘厦镇“三线一单”生态环境分区管控方案》

5.3 节水符合性分析

虾公岩水库水质保障工程的建设将从直接节水、间接节水、增量节水、管控提效四个维度，释放显著的节水潜力；全面支撑塘厦镇节水目标完成，完全符合区域节水规划的核心要求。

项目实施后从以下 4 个方面符合国家、省、市、镇四级节水相关政策规划要求。

(5) 常规供水方案由原来长距离东深供水转换为虾公岩水库直接供水，可削减输配无效损耗节水量，完全符合区域节水提效的核心要求。

(6) 以水质保障工程为基础的水源保护区重新划定，将对全集雨区实施刚性管控，二级保护区内禁止新建、扩建高耗水、高污染项目，现有不符合要求的企业限期关停搬迁或实施清洁生产改造，可实现年倒逼削减用水量与节水量。

(7) 保护区内农业种植全面推广高效节水灌溉，可大幅度提高塘厦镇年农业节水量，完全契合塘厦镇工业、农业节水管控目标。

(8) 优质本地原水可保障全镇居民生活、高端制造业的优质用水需求，彻底解决现状“低质用水场景占用优质自来水”的核心痛点，为再生水回用打通全场景应用空间。

因此，本项目建设符合节水指标要求。可释放显著的节水潜力，全面支撑塘厦镇用水总量和强度双控目标完成，对区域节水型城镇建设的支撑性极强，节水潜力分析与落地性完全符合规范要求。同时，项目的建设优化了区域水资源配置格局，推动非常规水源规模化利用，提升了区域水资源承载能力，促进了东莞市经济的可持续发展。

5.4 节水措施方案及节水效果评价

塘厦镇作为东莞东南临深产业重镇，市水务局对水务发展战略作出新部署，要求在水资源安全保障、节水建设等方面奋力走在全面水务领域最前列，让人民更幸福，让城市更美好，让社会更有序。

配合在全市范围内实施的行业深度节水行动，本工程主要采取以下几项节水措施：

(8) 建立物理隔离坝，彻底隔离库区污染源，实现下库原水水质稳定达到地表水 II 类标准，

满足集中式饮用水水源地水质要求；提升了水库的供水能力，将水库从“应急备用水源”升级为塘厦镇常规主力供水水源；优化了塘厦镇供水格局，构建塘厦镇“东江外调水+本地水库水”双水源保障格局，大幅降低全镇对外调水的依赖度。

(9) 泄洪转输通道管道采用环氧树脂涂层，转输箱涵段采用“两毡三油”强，接口处设置防身环等防渗处理措施，从源头上解决转输通道渗漏问题，全面保障节水目标落地。

(10) 增加雨水、再生水利用，新建检修路（森林消防通道）边坡绿化及两侧生态植草沟、湖滨植被缓冲带等绿化浇灌用水优先采用上库内水源，可采用小型移动式潜水泵抽取上库水源至浇灌水车进行沿路浇灌。

(11) 接受节水型设备、器具，施工营地全部使用一级水效节水器具，生活区设置中水收集系统，洗漱废水经处理后用于营地绿化、降尘，杜绝生活用水浪费。

(12) 施工区安装分级计量水表，实现生产、生活用水分区、分标段计量，配备专人负责用水设施的巡检、维护，杜绝跑冒滴漏。

(13) 建立水库运行期节水管理责任制，配备专职管理人员，定期开展水库供水效率评估、输配管网水平衡测试，建立节水管理长效机制，符合水利工程运行期节水管理规范要求。

(14) 推动同步建设水库智慧调度管理系统的建设，结合塘厦镇用水需求、降雨来水情况，精准实施水库蓄水、供水调度，最大限度利用本地降雨径流，减少水库弃水，提升本地水资源利用效率，符合水库工程节水调度规范要求。

(8) 通过健全政策法规标准体系、全面实施节水双控管理、推进节水型载体全域覆盖、推动科技节水提质增效、创新完善节水市场机制、加强资金宣传保障措施等非工程措施进一步保障节水效果，通过节水型社会建设和宣传，进一步提升市民的节水、惜水、爱水、护水意识。

6 工程布置及建筑物

6.1 设计依据

6.1.1 工程设计基本资料

- (1) 《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告（报批稿）》（2022年10月）；
 - (2) 虾公岩水库水质保障工程地形测量；
 - (3) 虾公岩水库水质保障工程地勘报告；
- 等其他资料。

6.1.2 主要技术标准

- 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) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618-2021）；
- 4) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- 5) 《治涝标准》（SL723-2016）；
- 6) 《公路工程土工合成材料塑料排水板(带)》（JT521-2004）；
- 7) 《土工合成材料应用技术规范》（GB/T50290-2014）；
- 8) 《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）；
- 9) 《水利水电工程边坡与挡土墙设计规范》（SL/T386-2025）；
- 10) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；
- 11) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；
- 12) 《水工混凝土结构设计规范》（SL/T191-2025）；

- 13) 《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）；
 - 14) 《公路路基设计规范》（JTGD30-2015）；
 - 15) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG3362-2018）；
 - 16) 《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）；
- 等其他国家规范。

6.2 工程等级和标准

6.2.1 工程等级和标准

虾公岩水库校核洪水位 46.36m，总库容 1164.3 万 m³，虾公岩水库虽然一分为二，上库总库容 480.55 万 m³，下库总库容 683.75 万 m³，隔离坝同时作为上库、下库的挡水建筑物，但上下库仍设置有连通闸，故本次新建构筑物应与原水库工程等级保持一致，原虾公岩水库工程为中型水库，根据《防洪标准》（GB5021-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），工程等级为III等，工程规模为中型，主要建筑物（包括挡水、泄水建筑物）级别为3级，次要建筑物级别为4级。

表 6.2-1 主要建筑物级别及洪水标准

建筑物名称		建筑物级别	设计洪水标准重现期年	校核洪水标准重现期年	备注
生态隔离工程	隔离坝	3	100	1000	SL252-2017第3.0.1、4.2.1、5.2.1条
控泄转输工程	泄水控制闸 转输隧洞 连通闸	3	50	—	SL252-2017第3.0.1、4.2.1、5.2.1条
临时建筑物		5	5	—	

6.2.2 地震参数

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本工程区的地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为VI度。根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018），本工程建筑物抗震设防烈度取VI度。

6.2.3 主要允许设计值

6.2.3.1 混凝土构件

根据《水工混凝土结构设计规范》（SL/T191-2025），承载能力极限状态计算时，钢筋混凝土、预应力混凝土及素混凝土结构构件的承载力安全系数 K 允许值如下表：

表 6.2-2 混凝土结构构件的承载力安全系数 K

水工建筑物级别		1		2、3		4、5	
荷载效应组合		基本组合	偶然组合	基本组合	偶然组合	基本组合	偶然组合
钢筋混凝土、预应力混凝土		1.35	1.15	1.2	1	1.15	1
素混凝土	按受压承载力计算的受压构件、局部承压	1.45	1.25	1.3	1.1	1.25	1.05
	按受拉承载力计算的受压、受弯构件	2.2	1.9	2	1.7	1.9	1.6

6.2.3.2 水闸、隔离坝

(1) 水闸

依据《水闸设计规范》（SL265-2016）的要求，确定本工程水闸建筑物的各项设计指标规定的最小安全系数。

1) 水闸不同运用情况下安全超高限值如下表

表 6.2-3 水闸安全超高下限值 (m)

运用情况水闸级别		1	2	3	4、5
挡水时	正常蓄水	0.7	0.5	0.4	0.3
	最高挡水位	0.5	0.4	0.3	0.2
泄水时	设计洪水位	1.5	1.0	0.7	0.5
	校核洪水位	1.0	0.7	0.5	0.4

工程中泄水控制闸、连通闸、放空闸级别均为 3 级。

2) 土基上闸首基底应力最大值与最小值的允许值

表 6.2-4 土基上闸室基底应力最大值与最小值之比的允许值

地基土质	荷载组合	
	基本组合	特殊组合
松软	1.50	2.00

地基土质	荷载组合	
	基本组合	特殊组合
中等坚实	2.00	2.50
坚实	2.50	3.00

3) 土基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数允许值

表 6.2-5 土基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	水闸级别			
	1	2	3	4、5
基本组合	1.35	1.30	1.25	1.20
特殊组合 I	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊组合 II	1.10	1.05	1.05	1.00

注 1：特殊荷载组合 I 适用于施工情况、检修情况及校核洪水位情况。

注 2：特殊荷载组合 II 适用于地震情况。

3) 岩基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数允许值

表 6.2-6 岩基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	按公式 (7.3.6-1) 计算时			按公式 (7.3.8) 计算时
	水闸级别			
	1	2、3	4、5	
基本组合	1.10	1.08	1.05	3.00
特殊组合 I	1.05	1.03	1.00	2.50
特殊组合 II	1.00	1.00	1.00	2.30

注 1：特殊荷载组合 I 适用于施工情况、检修情况及校核洪水位情况。

注 2：特殊荷载组合 II 适用于地震情况。

各种荷载组合条件下的泵房及闸室平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍，基底应力最大值与最小值之比不大于表 5.2-9 规定的允许值。

(2) 隔离坝

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020），采用计及条块间作用力方法时，坝坡抗滑稳定安全系数应不小于下表规定的数值。

表 6.2-7 坝坡抗滑稳定最小安全系数

运用条件	坝的级别			
	1级	2级	3级	4级、5级

运用条件	坝的级别			
	1级	2级	3级	4级、5级
正常运用条件	1.50	1.35	1.30	1.25
非常运用条件 I	1.30	1.25	1.20	1.15
非常运用条件 II	1.20	1.15	1.15	1.10

6.2.3.3 水闸翼墙、挡土墙

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007)、《水利水电工程边坡设计规范》(SL386-2007)、《水闸设计规范》(SL265-2016)，本工程各安全系数分别见下表。

表 6.2-8 挡墙抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	土质地基				岩石地基				按公式(6.3.6)计算时
	挡土墙级别				按公式(6.3.5-1)计算式时				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
基本组合	1.35	1.3	1.25	1.2	1.1	1.08	1.08	1.05	3
特殊组合 I	1.2	1.15	1.1	1.05	1.05	1.03	1.03	1	2.5
特殊组合 II	1.1	1.05	1.05	1	1				2.3

注：特殊组合 I 适用于施工情况及校核洪水情况，特殊组合 II 适用于地震情况。

表 6.2-9 挡墙抗倾覆稳定安全系数的允许值

荷载组合	土质地基				岩石地基			
	挡土墙级别				挡土墙级别			
	1	2	3	4	1	2	3	4
基本组合	1.60	1.50	1.50	1.40	1.50	1.50	1.50	1.40
特殊组合	1.50	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30

表 6.2-10 挡墙基底应力最大值与最小值之比的允许值

计算工况	基本组合	特殊组合
松软	1.50	2.00
中等坚实	2.00	2.50
坚实	2.50	3.00

表 6.2-11 边坡抗滑稳定最小安全系数

运用条件	安全系数
	简化毕肖普法
正常运用条件	1.2
非常运用条件 I	1.1

说明：未涉及部分按《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007)执行。

6.2.4 合理使用年限及耐久性设计

6.2.4.1 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)第 3.0.3 条，水利水电工程合理使用年限，应根据建筑物级别按下表确定。

表 6.2-12 水利水电工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限(单位：年)

建筑物类别	建筑物级别				
	1	2	3	4	5
水库壅水建筑物	150	100	50	50	50
水库泄洪建筑物	150	100	50	50	50
调(输)水建筑物	100	100	50	30	30
发电建筑物	100	100	50	30	30
防洪(潮)、供水水闸	100	100	50	30	30
供水泵站	100	100	50	30	30
堤防	100	50	50	30	20
灌溉建筑物	50	50	50	30	30
灌溉渠道	50	50	50	30	20

本工程顶管、水闸、隔离坝等建筑物级别为 3 级，主体结构使用年限为 50 年。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014)第 3.0.5 条，“1 级、2 级永久性水工建筑物闸门的合理使用年限应为 50 年，其他级别的永久性水工建筑物中闸门的合理使用年限应为 30 年”，本工程水闸建筑物级别为 3 级，其闸门的使用年限确定为 30 年。

6.2.4.2 耐久性设计

根据地勘成果，本工程场地地下水对混凝土无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具有弱腐蚀性；场地地表水对混凝土具有重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具有弱腐蚀性，对钢结构具有弱腐蚀性。

场地浅表层土对混凝土具有重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀性，对钢结构具有弱腐蚀性。

本工程主要建筑物包括隔离坝、水闸、顶管、工作井、交通桥等，需根据建筑物所处的侵蚀环境类别，进行耐久性设计。

1) 环境类别

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），本工程主要建筑物所处环境类别如下：

处于二类环境的的建筑物：水闸的上部结构、工作井的上部结构及交通桥。

处于三类环境的建筑物：顶管、水闸下部结构、隔离坝、工作井。

2) 构造要求

本工程主要建筑物混凝土构件表面最大裂缝宽度限值和裂缝控制等级如下表：

表 6.2-13 混凝土构件表面最大裂缝宽度限值和裂缝控制等级

环境类别	钢筋混凝土结构	预应力混凝土结构	
	最大裂缝宽度限制值	裂缝控制等级	裂缝计算宽度限制 (mm)
二	0.3	二	/
三	0.25	一	/

本工程水工结构钢筋的混凝土保护层最小厚度如下表：

表 6.2-14 混凝土构件表面最大裂缝宽度限值和裂缝控制等级

序号	构件类别	环境类别	
		二	三
1	板、墙	25	30
2	梁、柱、墩	35	45
3	截面厚度不小于2.5m的底板及墩墙	40	50

3) 材料要求

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）要求，本工程主要建筑物配筋混凝土最低强度等级为 C35，挡土墙、交通桥结构构件为 C30，素混凝土结构构件为 C20，顶进施工III级钢筋混凝土管为 C50。

6.3 工程选址及选线

6.3.1 生态隔离坝选址

(1) 坝线比选的原则

1) 满足工程建设的目标，水库改建后，保障水库安全，防洪库容不减少，同时满足城市设计对大坝岸线形态及周边相关构筑物建设要求；

2) 各坝线方案切实可行，工程技术成熟、安全可靠、投资可控。

3) 按照技术、经济指标综合最优原则选择坝址。

(2) 比选坝线的选定

根据对虾公岩水库卫星图及现场踏勘分析，虾公岩水库库区中心处存在 6 座岛屿，最西侧 6# 岛屿与山体连接，将 2#、3#、4#、6# 岛屿连接后，在库区中心新建一段隔离坝可以将水库一分为二。因此本次结合现状实际提出以下两种坝址方案：上坝址、下坝址，其中上坝址由 2# 库中岛连接至虾公岩水库 6# 副坝处，下坝址由 2# 库中岛连接至虾公岩水库 6# 副坝东北侧现状山体处。



图 6.3-1 虾公岩水库现状库中岛

上坝址、下坝址选线如下：



图 6.3-2 虾公岩水库水质保障工程隔离坝选址

(3) 坝线选择

方案	方案一：下坝址	方案二：上坝址
转输通道设计参数	1、最大转输流量17m ³ /s 2、洞径DN2600 3、转输通道长度511m	1、最大转输流量21.5m ³ /s 2、洞径DN3000 3、转输通道长度1053m
优点	1、下库总库容565.85万方，兴利库容445万方；可保证塘厦镇备用期用水需求； 2、上库库容较大，后续可保持较高的正常水位，不会出现库底露滩的问题； 3、新建转输通道线路相对较短，管径较小，工程投资相对较小。	1、下库总库容622万方，兴利库容534万方，可保证塘厦镇备用期用水需求； 2、占用主库库容相对较少；
缺点	1、坝址涉及大屏障森林公园、林地等生态敏感区较多，需办理好相关用地行政审批后方能实施； 2、占用主库库容相对较多。 3、涉及0.91万平林地面积占用。	1、坝址涉及大屏障森林公园、林地等生态敏感区较多，需办理好相关用地行政审批后方能实施； 2、坝体建设投资较高。 3、涉及涉及0.95万平林地面积占用 4、新建转输通道线路长，管径较大，工程投资较高；
工程总投资(万元)	20526.92 (静态总投资)	25462.09 (静态总投资)
是否推荐	是	否

经比较，从地形条件、地质条件、坝基稳定性、坝体防渗，对城市设计方案影响、工程投资等比较，下坝址线路较优。

6.3.2 连通闸选址

(1) 连通闸闸址选定

当降雨超过 50 年一遇时，上库与下库共同发挥防洪作用，上库来水需进入下库，通过下库溢洪道下泄至河道，本次在上库与下库间设置连通闸。连通闸主要功能为连通上库与下库，因此选址应布设在隔离坝或现状位于上库与下库之间的山体上，考虑到现状山体为生态用地，且占地施工需砍伐树木，本次选址主要布置在新建隔离坝上，即选址一：隔离主坝上；选址二：1#隔离副坝上；选址三：2#隔离副坝上。

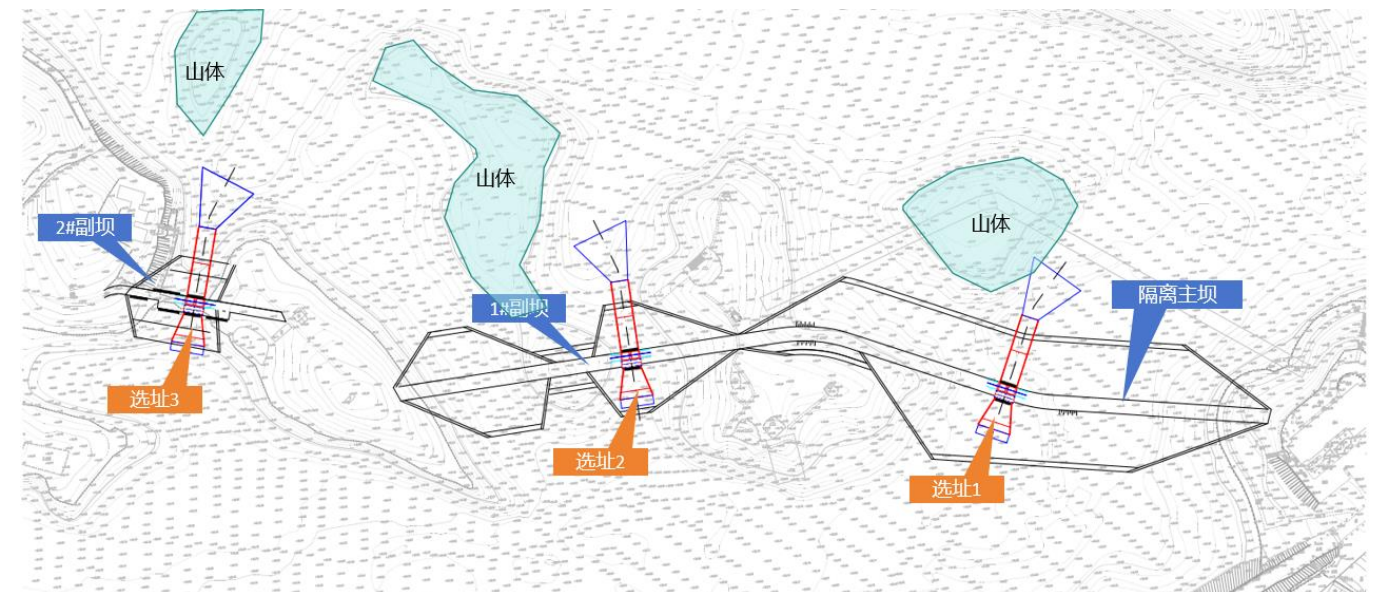


图 6.3-3 连通闸各选址平面图

(2) 闸址比选

表 6.3-1 连通闸选址比选表

选址	选址一：隔离主坝上	选址二：1#隔离副坝上	选址三：2#隔离副坝上
	该闸址布置于隔离主坝上，受隔离坝下库西侧山体影响，水闸整体布置在主坝中心位置处	该闸址布置于隔离1#副坝上，水闸中心靠近坝肩处	该闸址布置于隔离2#副坝上，水闸中心位于副坝中心

选址	选址一：隔离主坝上	选址二：1#隔离副坝上	选址三：2#隔离副坝上
	该闸址布置于隔离主坝上，受隔离坝下库西侧山体影响，水闸整体布置在主坝中心位置处	该闸址布置于隔离1#副坝上，水闸中心靠近坝肩处	该闸址布置于隔离2#副坝上，水闸中心位于副坝中心
优点	离下库溢洪道最近，泄洪较为通畅	水闸基础位于开挖土体上，沉降量小	水闸基础位于开挖土体上，沉降量小
缺点	水闸基础位于填方土体上，沉降量较大，需做地基处理	出水对西侧山体冲刷影响较大	出水对西侧山体冲刷有影响
是否推荐	否	否	是

经比较，从沉降、水流冲刷等方面考虑，本次推荐选址三：2#隔离副坝处布置连通闸。

6.3.3 放空涵选址

本工程新建隔离坝将水库一分为二，即上库与下库，现状放空涵位于下库侧，为便于上库放空检修，本次在上库布置放空涵。根据隔离坝、转输通道等布置，初步拟定以下2处选址布置放空涵，选址一：隔离主坝东南侧现状山体处，选址二：隔离主坝处。

选址一：隔离主坝东南侧现状山体处

该选址位于隔离主坝与水库6#副坝之前区域的山体处，放空涵末端接入1#接收井内，通过下库泄洪转输隧洞排至虾公岩水。交通桥垂直于现状山体布置，未与放空管交叉。

选址二：隔离主坝上

该选址位于主坝坝体上，放空管穿过坝体，交通桥布置于坝坡上，位于放空管正上方，上库蓄水通过放空管进入下库，通过下库放空管排至虾公岩水。

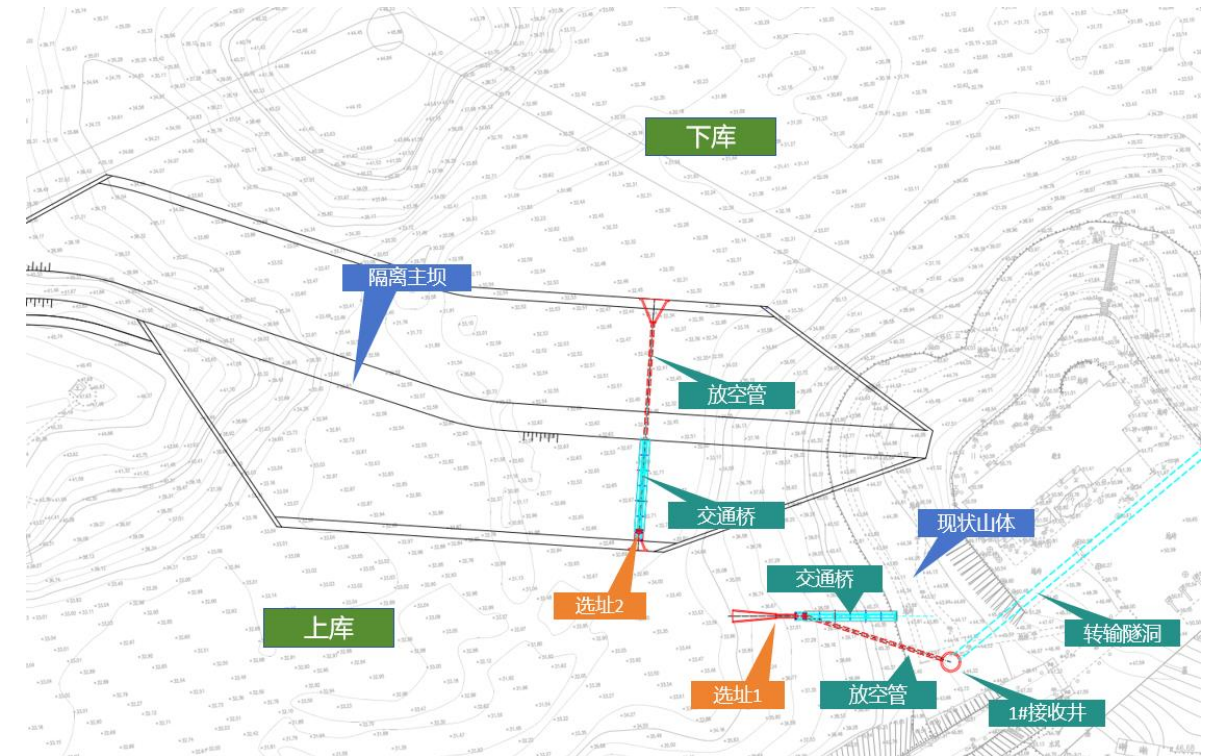


图 6.3-4 放空管各选址平面图

表 6.3-2 放空管选址比选表

选址	选址一：隔离主坝东南侧现状山体处	选址二：隔离主坝
优点	1、交通桥桥墩未布置于放空管上方，后期管道运维更换方便； 2、来水方向与放空涵夹角小，水流流态较好； 3、放空管未穿过山体，无需截渗措施，对山体渗流无影响。	1、与主坝一同实施，无需开挖。
缺点	1、管道实施需进行开挖。	1、交通桥桥墩位于坝坡上，且与放空管线位重合，后期管道检修更换不便； 2、来水方向与放空涵夹角较大，水流流态一般； 3、管道穿过坝体，需采取截渗措施，对坝体渗流有较大影响。
是否推荐	推荐	不推荐

经比较，从水流流态、对主坝影响等方面考虑，本次推荐选址一：隔离主坝东南侧现状山体处。

6.3.4 转输通道选线

6.3.4.1 线路选择原则

转输隧洞的布置，在满足分库方案总布置要求的前提下，还应综合考虑地形地质条件、洞内水力条件、施工条件、上部土地规划、与邻近建筑物的相对关系等。

(1) 隧洞平面布置设计中，平面曲线曲率半径应满足排水顺畅要求，及满足工法转弯曲率要求；

(2) 隧洞的纵坡设计，可根据运行要求及水力学条件，沿线建筑物的基础高程、上下游的衔接、施工和检修的条件等确定，沿程纵坡不宜变化过多。本工程中具体要考虑：

- a) 现状及规划沿线主要构筑物及其基础的位置、结构形式，实现高程合理避让；
- b) 现状及规划河、湖、渠及其他水利设施的位置和高程情况，减少其对高程布置的不利影响。
- c) 沿线的工程地质情况和水文水力条件，确定合理的高程以利于施工和后期的维护管理。

6.3.4.2 选线布置依据

- (1) 进水点、出水点位置及高程；
- (2) 城市规划平面布置情况；
- (3) 转输通道经过地区地形地质条件。

6.3.4.3 转输通道地形地质条件

塘厦镇位于东莞市东南部，属低山丘陵、盆地区，中部平原上分布着零散低矮的小山岗。全镇地势西南高东北低，是东莞市山区片的小盆地，塘厦盆地表层多为渗育型粘土和砂质土，场地原始地貌类型主要为剥蚀残丘地貌及冲积洼地。经后期开发，现在小区、坝体和居民区。勘察期间库水位高程约 39.0m，该处地层主要为：素填土、粉质粘土、淤泥、残积土和全~弱风化粉砂岩。顶管穿越地层为全风化~强风化粉砂岩层。

库区地貌类型为低山丘陵区，地面标高约 45m~55m，四周由几个标高约 45m~177.5m 的低山丘陵所围（最高 330.9m），植被茂盛，一般地形坡度约 10°~20°，近山脊较陡约 30°~45°，未发

现不良物理地质现象；溢洪道两侧标高约 32m~38m，底板标高约 28m~29m。

根据工程地质现场勘察及钻探结果，沿线地层由新至老依次揭露为人工填土层（ Q_4^{ml} ）、第四系冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）及下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩（ J_1^1 ）。分述如下：

1、人工填土层（ Q_4^{ml} ）

①水：为水库水、溢洪道内积水，水库水整体较清澈，溢洪道内积水深灰色较为浑浊。勘察期间水库水深 1m~3m，水面标高 40.33m；溢洪道积水水深 0.5m，水面标高 28.75m~28.8m。

①-1 素填土：紫红色、黄褐色、灰白色等杂色，稍湿-湿，可塑，松散，主要为粉质粘土，局部夹强风化岩块、薄层粉细砂等，由砂岩风化土回填而成。

①-2 素填土(其余地方)：分布于坝体之外的其它地方，本次主要揭露于坝口处，紫红色、黄褐色，稍湿-湿，松散，主要为含砂粉质粘土，局部夹碎岩块等。层厚约 3.1m。

2、第四系冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）

②-1 粉质粘土：主要分布于水库底部，紫红色、黄褐色、灰白色，局部灰黑色，稍湿-湿，可塑-硬塑，局部软塑状，主要由粉粘粒组成，湿土手搓具粘滞感，韧性中等，干强度中等，局部夹薄层粉细砂。标贯推荐值 9.2 击，层厚 1.4m~8.7m，平均厚度 4.14m，层顶高程 35.95m~45.68m。

②-2 淤泥：场地内零星分布，灰黑色，流塑，湿，含腐殖质，具腥臭味，主要由粉粘粒组成，韧性弱，干强度较高。

②-3 含泥卵砾石层：主要分布于老河床，本次勘察揭露于 KZK02 和 KZK04 钻孔，黄褐色，饱和，松散-稍密，为含泥卵砾石，卵砾石石英质、砂岩质，大部分次棱角状，局部卵圆形和棱角状，粒径 2-10cm，含量约 50%，泥质胶结。揭露层厚约 6m。

3、第四系风化残积层（ Q_{el} ）

③残积土：局部分布于场地浅部，黄褐色，红褐色，湿，可塑-硬塑状，为粉质粘土，为粉砂岩分化残积而成，局部经过少许搬运，夹有少许风化硬核。

4、下伏基岩（ J_1^1 ）为粉砂岩，按风化程度划分如下：

④-1 全风化粉砂岩：黄褐色、灰白色、紫红色、灰褐色，稍湿，可塑-硬塑，为粉质粘土、砂质粘性土，原岩结构已基本风化完全，局部可依稀辨认，底部夹强风化岩块，手用力可折断，

为极软岩，岩土质量等级为V级。标贯推荐值 28.7 击，层厚 0.7m~13m，平均厚度 4.63m，层顶高程 25m~42.45m。

④-2 强风化粉砂岩：黄褐色、灰白色，岩芯呈半岩半土状，风化强烈，裂隙面发育、局部铁锰质浸染，岩块手用力可折断；底部青灰色、灰白色，岩芯呈土夹碎块状，风化强烈，裂隙面发育、局部铁锰质浸染，岩块较坚硬，锤击可碎，为软岩，岩土质量等级为V级。标贯推荐值 46.9 击，层厚 1.8m~25.8m，平均厚度 12.24m，层顶高程 16.75m~45.5m。

④-3 弱风化粉砂岩：青灰色、麻灰色，岩芯呈短柱状，岩块较坚硬，裂隙发育，裂面被铁锰质浸染，为较软岩，岩土质量等级为IV级。层顶高程 9.83m~19.77m，本次钻探钻入该层 1.7m~6.1m，未揭穿。饱和单轴抗压强度平均值 23.3MPa

6.3.4.4 转输方案拟定

综合考虑地形、地质、生态环境、水土保持、枢纽和隧洞（顶管）沿线建筑物布置、水力学、施工及交通、运行等各种因素，拟布置 3 条线路进行线路。

(1) 方案一库内转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向 6 号副坝向东，横穿虾公岩水库，终点为虾公岩水库旧溢洪道，转输通道总长 506m，其中顶管长 350m，埋管段长 156m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、暗涵段、出口段、消能段组成。

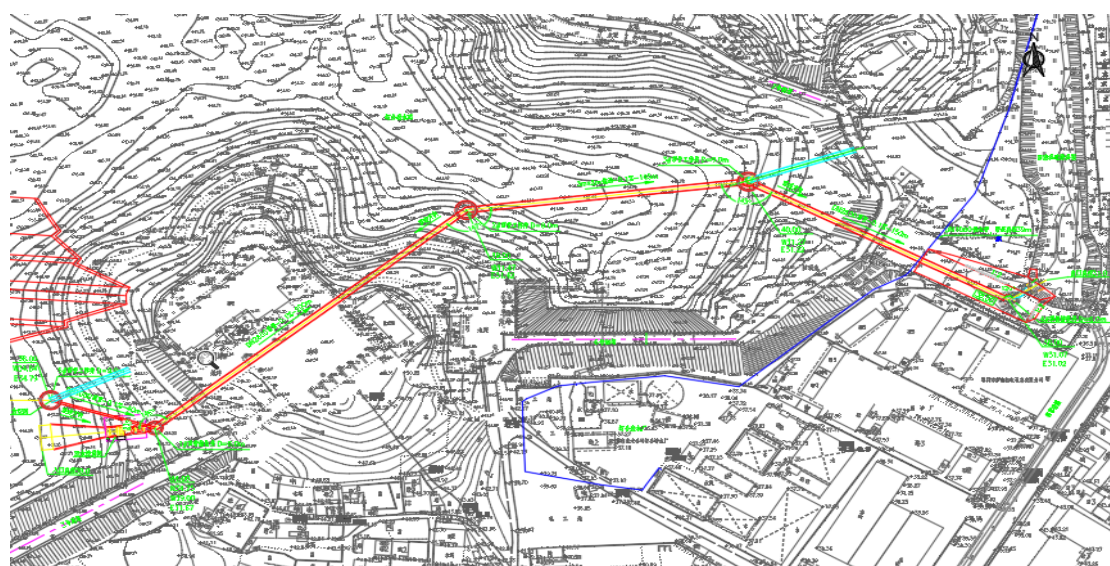


图 6.3-5 方案一库内转输平面布置图

本方案全线无地下构筑物、管线基本无交叉，纵断面高程满足排水主体要求，设计顶管纵断面选在较为单一地层内，顶管主要在全风化砂岩、强风化砂岩层中，方案纵断面如下图所示。

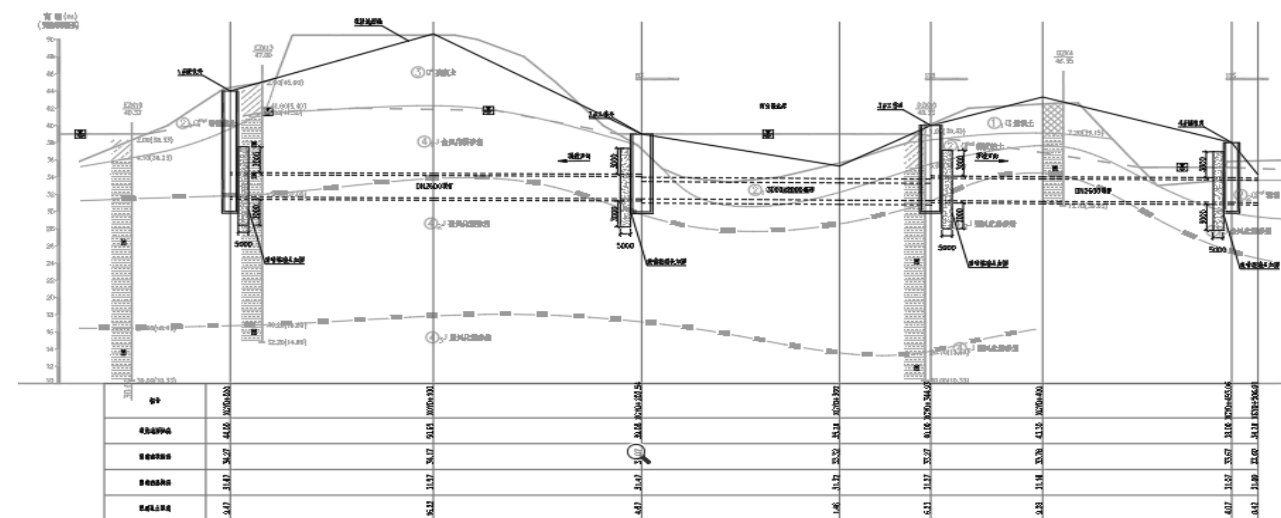


图 6.3-6 方案一 库内转输纵断面布置图

(2) 方案二坝脚转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向东，横穿虾公岩水库 6 号副坝，终点为虾公岩水库旧溢洪道向北 50m，转输通道总长 482m，其中顶管长 448m，埋管段长 34m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、出口段、消能段组成。

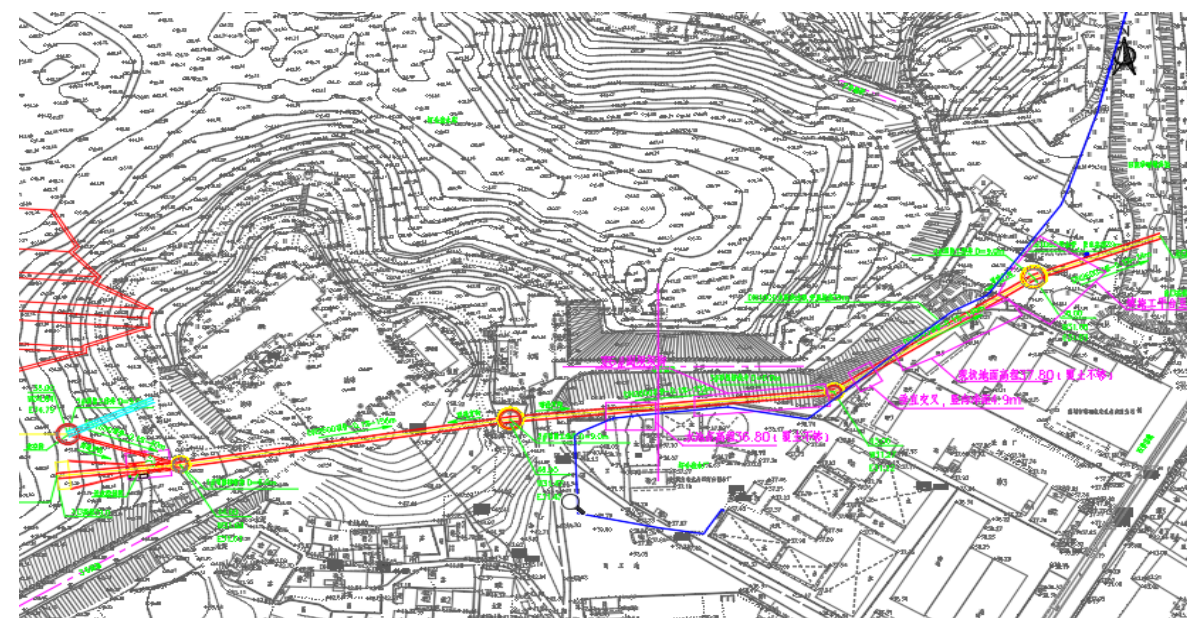


图 6.3-7 方案二坝脚转输-顶管平面布置图

本方案管线与东深供水管 DN1000、虾公岩水库 6 号副坝平行，竖向净距约 5m，纵断面高程满足排水主体要求，设计顶管纵断面选在较为单一地层内，顶管主要在全风化砂岩、强风化砂岩层中，方案纵断面如下图所示。

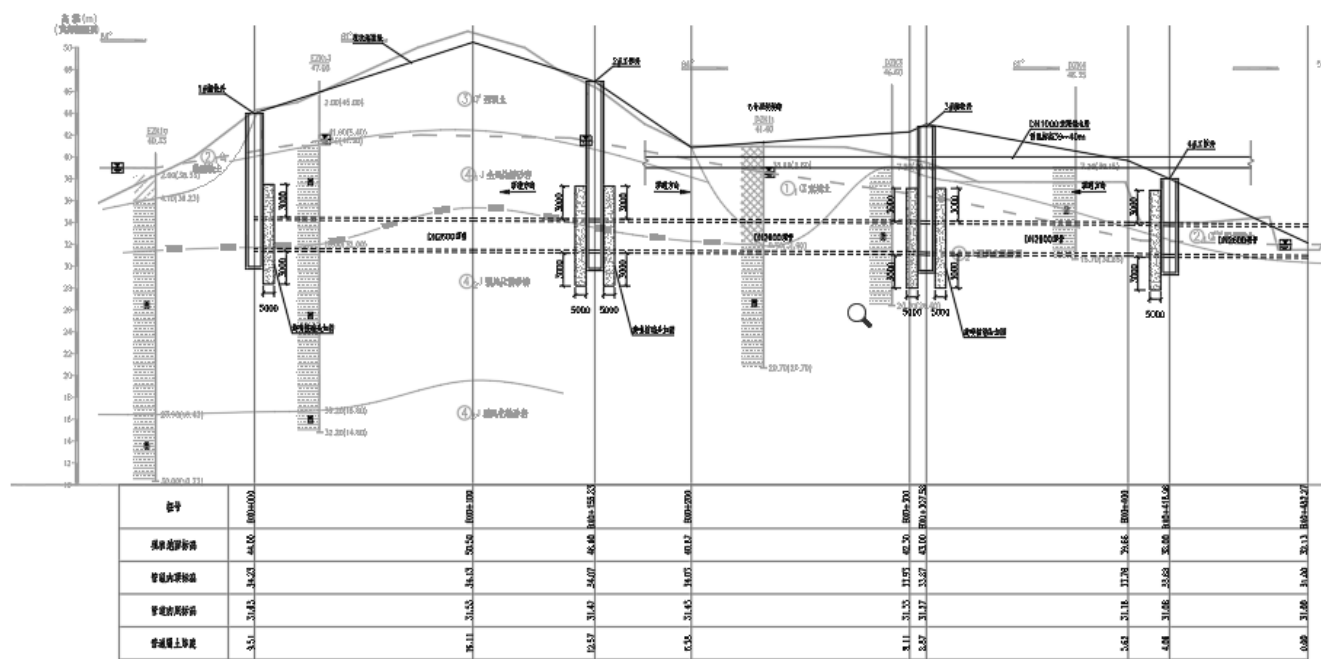


图 6.3-8 方案二坝脚转输-顶管纵断面布置图

(3) 方案三市政道路转输

起点为 3 号副坝右坝肩位，沿现状山体向 6 号副坝向东南至虾公岩水厂西侧空地，沿途从虾公岩水厂西南侧转向四黎南路，终点为虾公岩水库旧溢洪道。转输通道总长 636m，其中顶管长 418m，埋管段长 218m。主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、暗涵段、出口段、消能段组成。

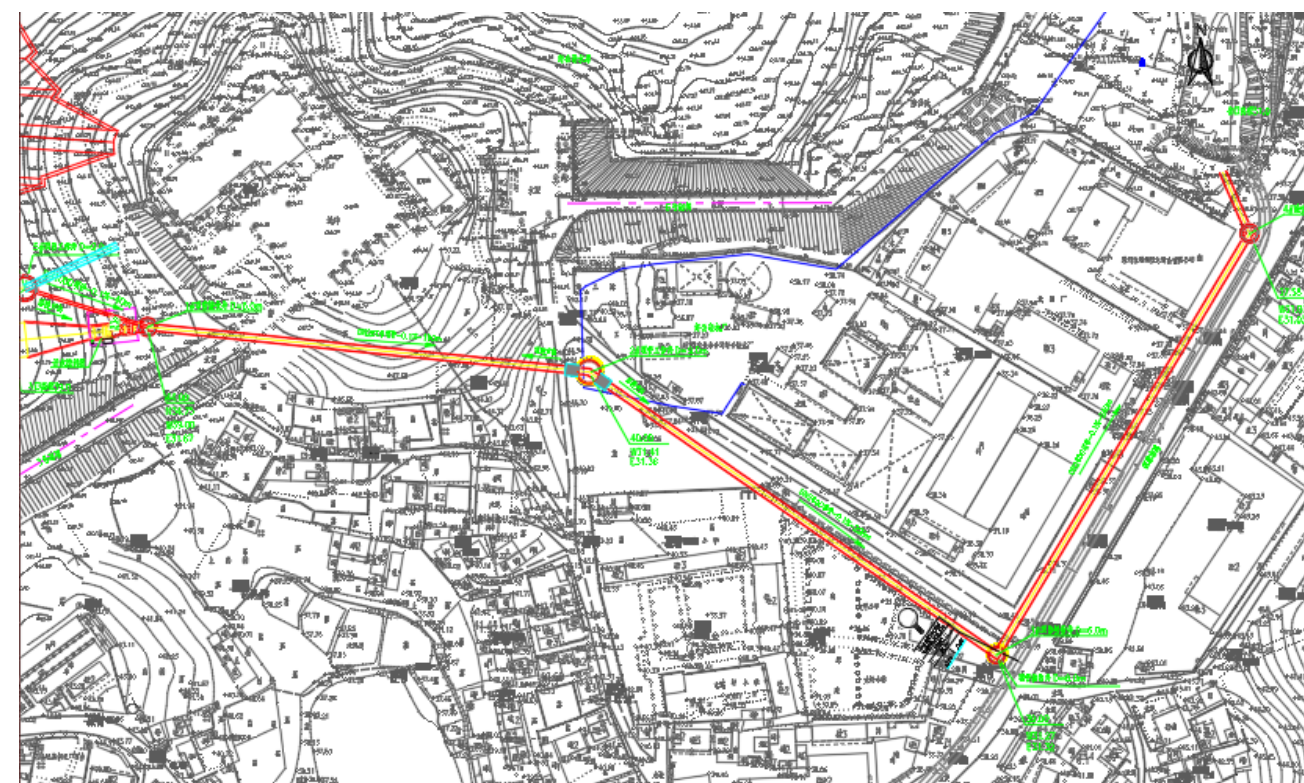


图 6.3-9 方案四市政道路转输平面布置图

6.3.4.5 线路比选

经综合考虑初拟的 3 条线路，其地质条件差别不大，因此本节从对周边环境的影响、运行维护、风险源控制、建设用地协调难易程度、施工难易程度等方面进行比较。

(1) 方案一库内转输

方案一位于虾公岩水库内，与现状建构筑物交叉影响最小，管道总长 508m，主要风险源自于运行维护中的转输管渗漏问题。水下管道泄漏无明显地面迹象，作为备用饮用水源水库，存在输水管泄漏会造成供水损失的风险，水下堵漏难度大、成本高，污染治理周期长。在设计至施工过程中做好防漏措施，如接口止水、管道防渗、抗沉降等，可有效降低渗漏风险。

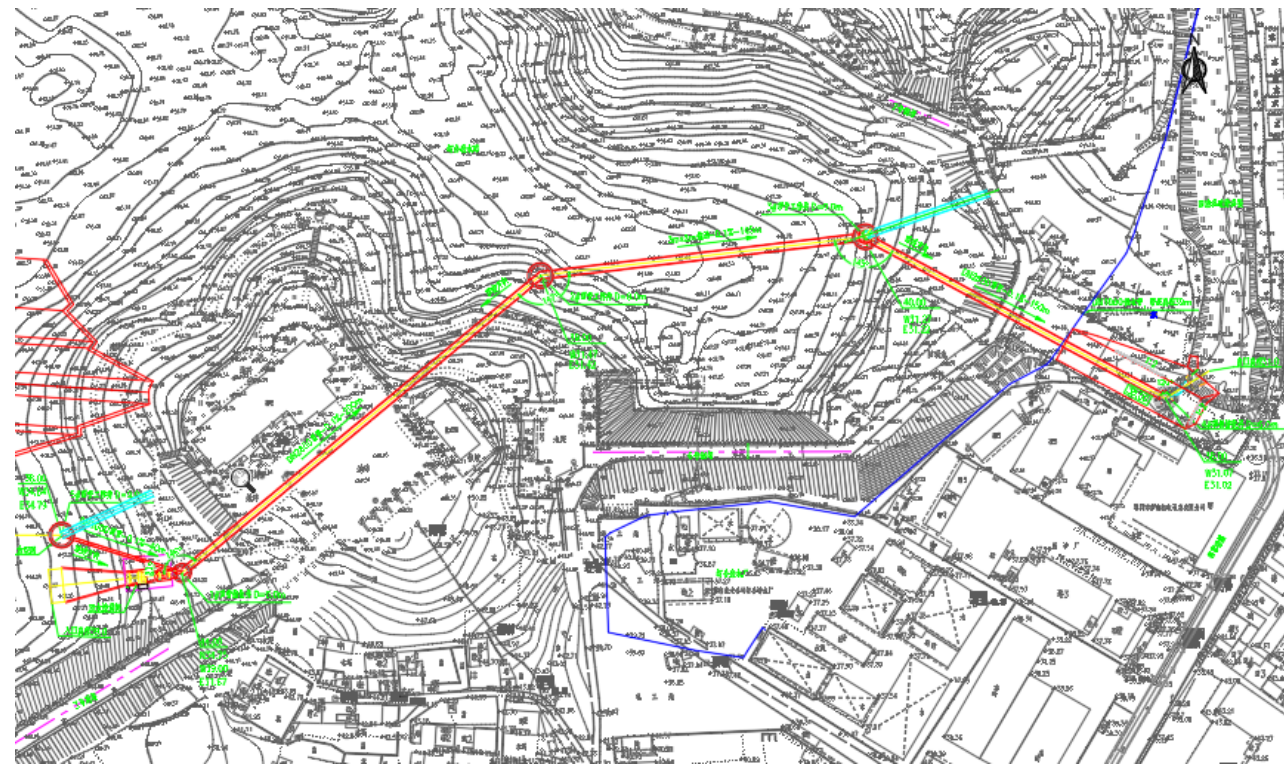


图 6.3-10 方案一库内转输平面布置图

(2) 方案二坝脚转输

坝脚转输方案根据具体的施工工艺可划分为三种，分别为顶管、渡槽、明挖。东西向横穿 6 号副坝的坝脚，处于虾公岩水厂北侧挡墙的正下方，局部与虾公岩水厂虹吸管垂直交叉，位于素填土层和粉质粘土层中，此处地质条件较为稳定。管道总长 482m，主要风险源来自于虾公岩水库 6 号副坝及 DN1000 东深供水管保护。

渡槽工艺需要从进水处建设一座泵站，将水位抽到高处后经渡槽流经至旧溢洪道出水井位置，经跌水井消能后，平稳出流，该方案涉及的提升泵站的建设、运维管理复杂，费用高，因此该工艺不经济。

明挖工艺涉及对虾公岩水库 6 号坝坝脚开挖，对坝体的渗透结构、边坡稳定、渗流路径或监测设施存在安全威胁。同时违反《广东省东深供水工程管理办法》第十三条、《水库大坝安全管理条例》第十三条，在建构筑物保护范围内开挖取土，因此该工艺不合理。

顶管工艺，拟设线位管顶与现有地面的高差约为 2.7~4.1m，在施工期以及运行期无法满足顶管 $\geq 1.5D$ 的覆土要求，需在虾公岩水厂内实施局部填土或者增加盖重注浆等处理措施。此方案施

工会对 6 号副坝的渗透结构、边坡稳定性、渗流路径或者监测设施产生安全威胁。综合考虑空间、地形、地质等多种因素，拟设线位与现有的 DN1000 东深供水管高度重叠，水平间距只有 1m，竖向高程大约为 4.7m。该方案在施工之前要对坝体开展安全影响评价，坝体与东深供水管的保护措施费用较高；方案必须经过相关水务部门的审批，耗时较长，总投资略高。

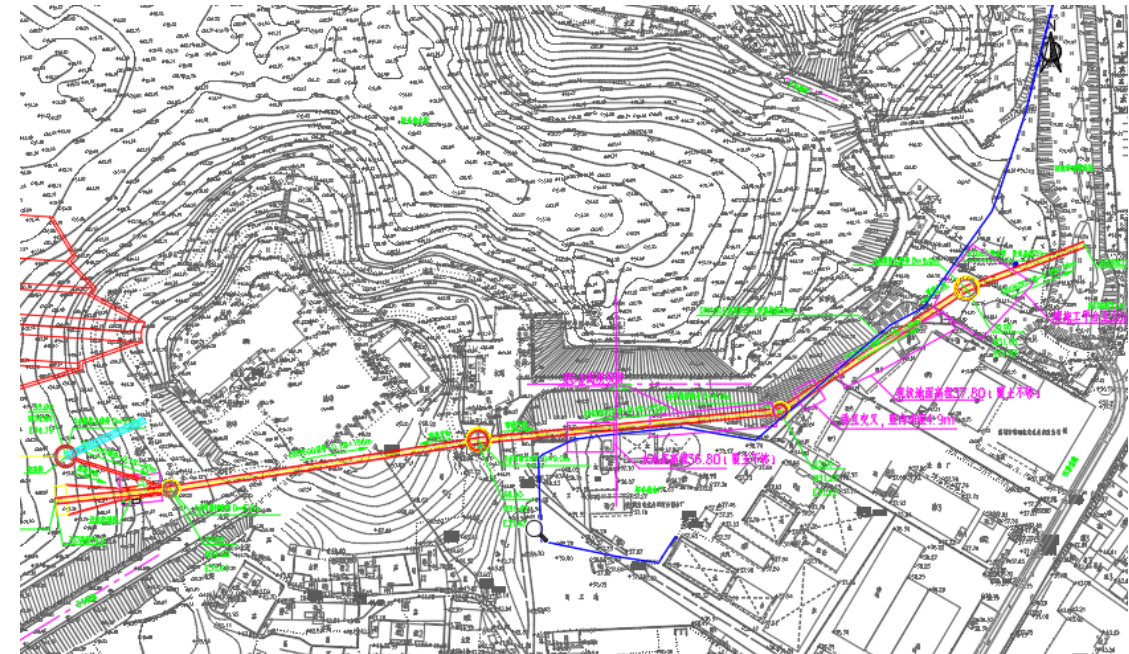


图 6.3-11 方案二坝脚转输-顶管平面布置图

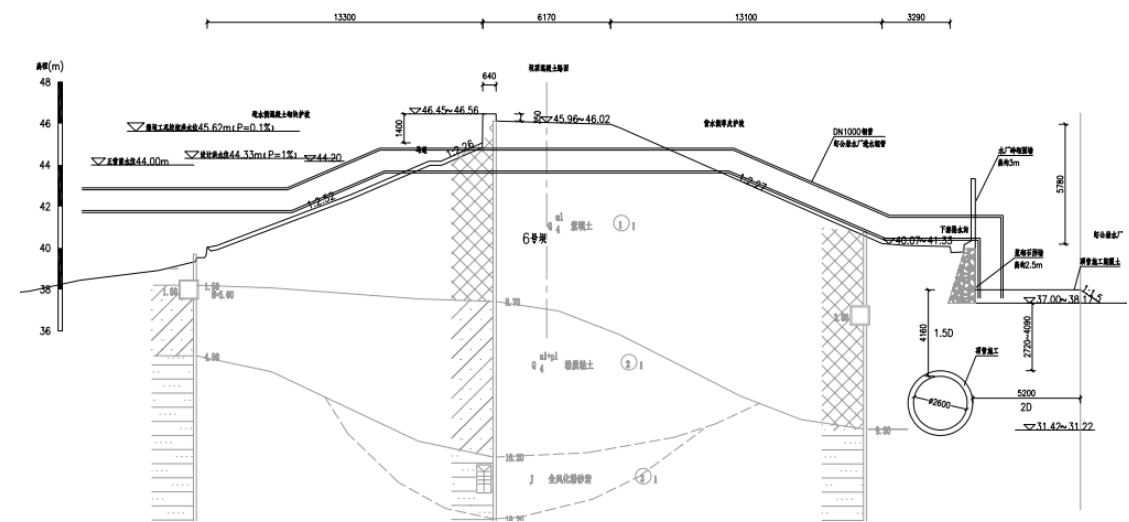


图 6.3-12 方案二坝脚转输-顶管 6 号副坝位置方案断面图

(3) 方案三市政道路转输

本方案管道总长最长，共 636m，管道转弯多，局部转角呈 90°；水力条件最差。主要风险源在于 DN1000 东深供水管、四黎南路下管道，主要含军用光缆、大坪地箱涵、其他市政管道度等。本方案根据具体的施工工艺可划分为三种，分别为顶管、明挖、扩建大坪地箱涵。

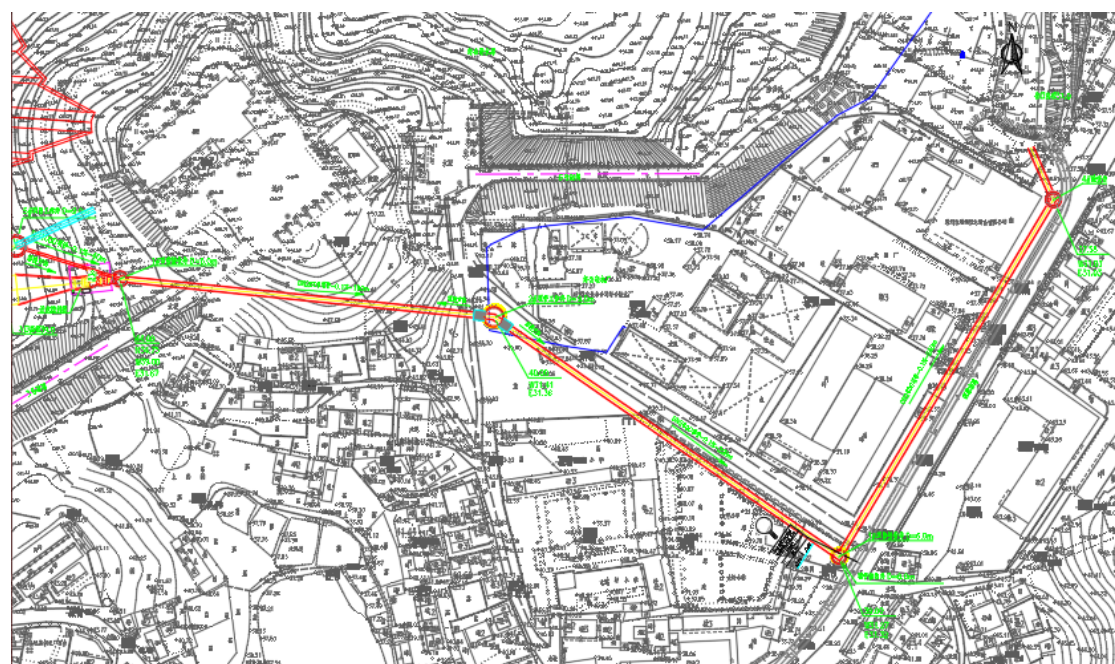


图 6.3-13 方案三市政道路转输平面布置图

顶管工艺，拟建工作井、接收井井位与现状国防光缆及大坪地箱涵存在平面交叉，因四黎南路下空间有限，无法避开，该工艺难实施。同时该工艺顶管与周边管道的净距不满足《给水排水工程顶管技术规程》（CECS246:2008）要求，现状管线的保护措施费用高昂，不经济。

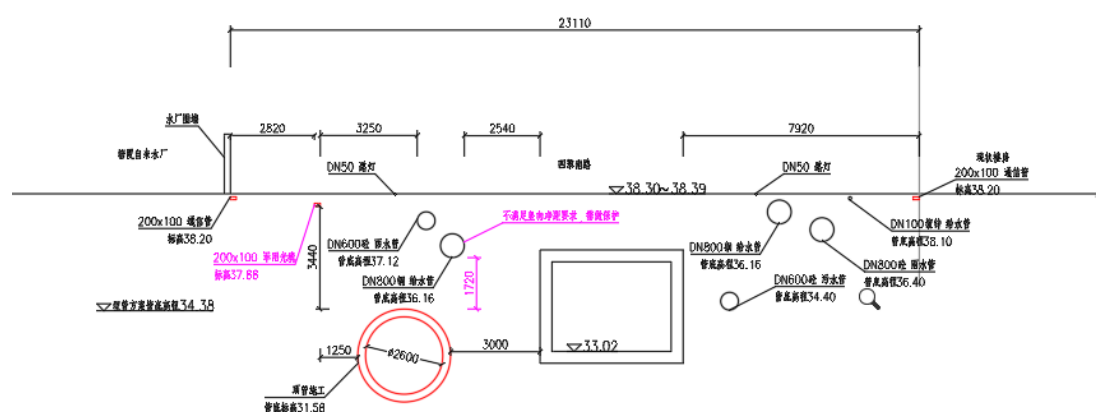


图 6.3-14 市政道路转输-顶管方案四黎南路处断面图

明挖埋管工艺，与 DN1000 东深供水管进水处存在线位交叉，埋管出口与国防光缆平面交叉，

且管道布置线位与多条市政管道重合，管道无迁改空间，因此该工艺难实施。

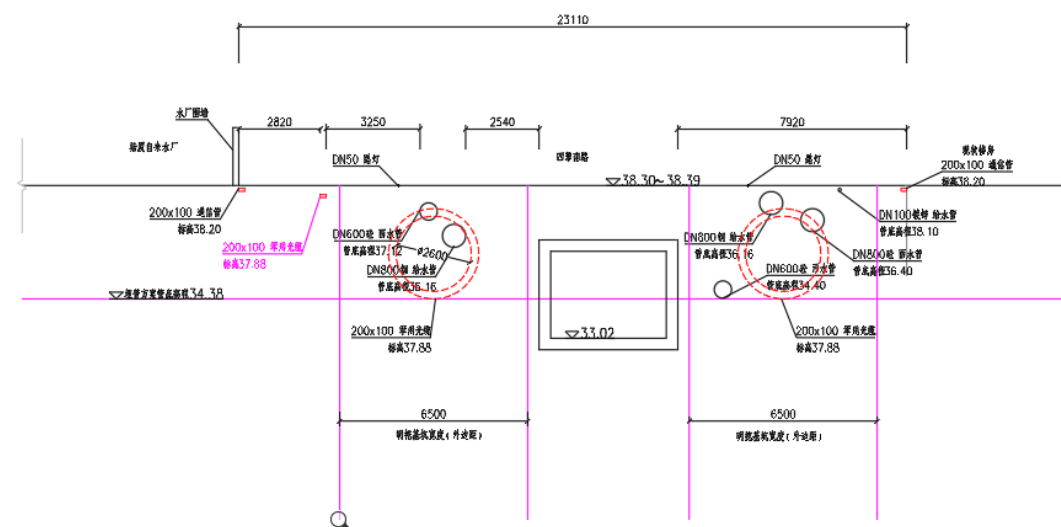


图 6.3-15 市政道路转输-明挖埋管方案四黎南路处断面图

扩建大坪地箱涵，扩建箱涵与现状 6 根管线（给水、污水、雨水、路灯、通信等）存在交叉，出口箱涵与国防光缆垂直交叉，该工艺难实施。箱涵基坑的开挖对四黎南路东侧构筑物影响范围较大，保护费用高昂，不经济。

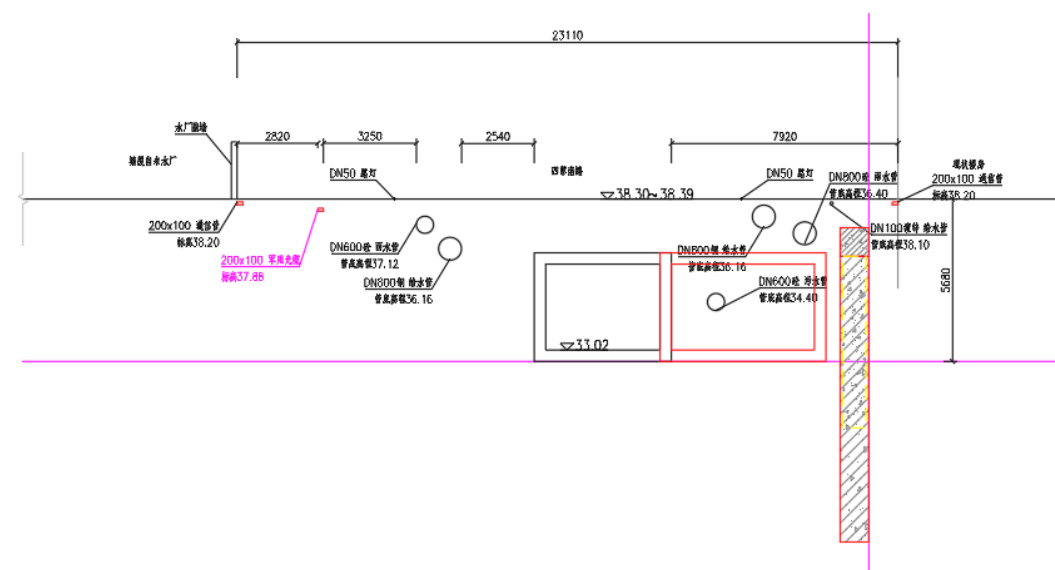


图 6.3-16 市政道路转输-扩建大坪地箱涵方案四黎南路处断面图

市政道路转输方案无论采用那种工艺，都涉及大规模管线迁改，涉及多部门协调，工期长、难度大；为保护已有建筑物基础，避免沉降与结构损伤，施工期监测及保护措施费用高；同时明挖法需大面积围挡，严重影响交通与居民生活，该方案总投资最高。

6.3.4.6 3号副坝至6号副坝之间转输通道采用顶管方案设计的论证

(1) 保障新建主坝结构安全，预防潜在风险。

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL 274-2020）第 7.2 节，坝体与其他构筑物连接处易产生集中渗流，随着坝体的不均匀沉降，坝体及穿堤管都易产生使用风险。若新建转输通道沿现状山脚布置，则转输通道该位置处全线都位于新建土石坝坝肩位置，其存在威胁坝体及转输通道结构安全。

(2) “直线型”管道利于排水通畅，输送效率高。

本工程控泄转输管为压力管道，若沿现状山体埋管，会增加多处转弯，增加的转弯会增大局部阻力，输送效率低，所需管径更大；高速流体在管道转弯处会剧烈冲刷管壁，容易导致局部减薄或泄漏，会增加管道运行风险；因此，从整体上看“直线型”管道设计可增强管道运行的安全性和稳定性。

(3) “直线型”管道便于施工，降低工程投资。

沿现状山体布置管道与直线管道布置相比，管长更长；管道的开挖能会对周边现状山体的稳定性造成威胁，除管道本身支护费用外还需增加高边坡支护费用；该段管道基坑的施工还涉及施工组织费用、苗木迁移及林地补偿等费用，这将导致工程成本显著增加，费用更高。经估算，该段明挖埋管总长 305m，估算费用约 1900.45 万元；顶管总长 200m，估算费用约 806 万元，因此顶管法施工费用更低。

(4) 便于管养维护，利于长期稳定运行。

顶管施工形成的管道走向顺直，无复杂转弯结构，后期巡检人员可通过预设的检修孔或沿管道轴线直接进行检查，无需频繁绕行。此外，直线型管道的应力分布相对均匀，长期使用中不易因局部应力集中而产生结构性损坏，从根本上减少了维护频次和成本，有利于实现管道系统的长期稳定运行。

(5) 顶管法工艺成熟，可靠性适用性高

根据地勘成果显示，本次顶管施工所在区域的地层主要位于全风化砂岩至强风化砂岩层之间，整体地层条件相对较为均匀。场区地下水丰富，水位较高，对沉降控制提出了较为严格的要

求。在此类地质条件下，采用泥水平衡法能够有效维持开挖面的稳定性，减少地层扰动，从而更好地满足沉降控制的高标准需求。

综合比选了现状山体临库侧埋管施工方案、山体南侧临居民区埋管施工方案、穿山顶管施工方案三种方案，结合地质条件、施工难度、环境影响及工期要求等因素，最终推荐穿山顶管施工方案。该方案可避开居民区扰动与库区水体影响，减少对山体生态的破坏，同时依托成熟顶管工艺保障施工安全与质量。刀盘选型将依据详勘揭示的围岩分级动态调整，确保掘进效率与设备寿命平衡。同时顶管方案经济性优势突出，经济性最好。

6.3.4.7 线路比选结论

经综合考虑工程建筑物布置、排水条件、施工、运维管理及造价等多方面因素，转输通道推荐采用方案一：库内转输方案，该方案具有造价低、施工风险低、协调难度低等优势。

表 6.3-3 转输通道选线对比分析表

线路及方案	方案一：库内转输	方案二：坝脚转输	方案三：市政道路转输
主要建设内容	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长350m，埋管163m (3) 建设工作井3座，工作井直径9.0m，深度约8.5~10m；接收井2座，接收井直径6.0m，井深度约7.5~13m	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长448m，明挖埋管34m (3) 建设工作井3座，工作井直径9.0m，深度7.4~15.5m；接收井2座，接收井直径6.0m，井深度12~13m	(1) 建设1座放空闸（尺寸1.5x1.5m），1座泄洪控制闸（尺寸3x3m） (2) 建设DN2600顶管，总长150m，明挖埋管481m (3) 建设工作井2座，工作井直径9.0m，深度3.7~9.1m；接收井2座，接收井直径6.0m，深度8.3~12.8m；检查井1座，检查井直径6.0m，井深度约7m
排水条件	优	优	差，洞身段转弯较多，局部转角呈90°
地层分布	素填土~全风化粉砂岩，以粉质黏土为主。	素填土~全风化粉砂岩，以粉质黏土为主。	素填土~全风化粉砂岩，以素填土为主。
交叉构筑物	基本无交叉构筑物，但涉及大屏障森林公园管理红线，经沟通需待国家级公园红线确定后，方能申报调整，影响项目实施。	(1) 东西向横穿虾公岩水库6号坝坝脚，施工期局部顶管覆土不够，部分填土侵占虾公岩水厂，施工完毕后恢复； (2) 与DN1000东深供水管道平面位置高度重合。	(1) 埋管位于四黎南路下，与国防光缆、DN1000东深供水管、给水管、大坪地箱涵、雨水管、污水管等多条市政管线位平行，局部存在交叉关系。 (2) 四黎南路东西两侧现状楼房

线路及方案	方案一：库内转输	方案二：坝脚转输	方案三：市政道路转输
			在埋管基坑开挖影响范围。
运行维护	运行维护难度一般，水下管道泄漏无明显地面迹象，作为备用饮用水源水库，存在输水管泄漏会造成供水损失的风险，水下堵漏难度大、成本高，污染治理周期长。	运行维护难度高，受水库水位变化影响，坝脚管道外水压力存在周期性变化，易存在不均匀沉降、管道接口宜拉开，渗漏风险高，补漏难度大（严禁大开挖），渗漏检查难度高，若长期发展威胁大坝安全。	运行维护难度高，管道周围市政管线分布密集，运维管理作业易产生次生风险。
风险源及相应处理办法	风险较低，按照相关规范要求做好管道渗漏措施。	风险较高，施工对坝体的渗透结构、边坡稳定、渗流路径或监测设施存在安全威胁，需进行大坝安全影响评价；需进行坝脚进行防渗处理，涉及6号坝及东深供水管保护措施费用较高。	风险较高，涉及保护已有建构筑物及管道，避免沉降与结构损伤，监测及保护费用高。
建设用地及相关协调难易	协调难度一般，涉及大屏障森林公园管理红线，待国家级公园红线确定后，方能申报调整，影响项目实施。	协调难度一般，涉及坝脚与原水管保护须水务部门审批。	协调难度大，施工期涉及大规模管线迁改，涉及多部门协调，工期长。
建设投资	4652.90万元	5118.49万元	6191.63万元
是否推荐	是	否	否

6.4 建筑物选型

6.4.1 隔离坝选型

6.4.1.1 坝型方案拟定

本工程分库坝主要功能是将虾公岩水库分隔上库与下库，下库承担供水调蓄任务、上库承担防洪和生态供水任务，实现周围片区污染水体的隔离作用，故对坝体防渗要求较高。均质土坝防渗可靠性较差，从大坝的功能要求来看，本工程不宜采用均质土坝。本工程大坝需两侧挡水，根据上库及下库的调度运行情况，大坝上下游水位变化均较大，故坝体要有较好的排水特性。从大坝的运用条件来看，本工程不适用采用面层防渗的坝型，如混凝土面板堆石坝，粘土斜墙坝等。

根据本阶段天然建筑材料勘察，库区土料场位于库内的一个小岛上，大致呈长方形，丘陵地貌，地势起伏，分布高程 38.0m~47.5m。料场植被较茂盛，种植火龙果和荔枝树。料场开采运输条件好，可修简易道路直达推荐坝址，至推荐坝址运距约 0.7km，至最远的 2#坝口运距约 0.6km。根据地质测绘和钻探资料，料场岩性为粉砂岩，其中有用层分布在 39.0m 以上的残积层及全风化带里。储量及评价为：①料场有用层厚度较稳定，用平均厚度法计算储量。料场面积为 1.85 万 m²，无用层体积为 0.93 万 m³，残积土和全风化粉砂岩土储量为 9.25 万 m³。②该料场位于库区内，为粉砂岩的风化残积土和全风化层，可修简易道路直达推荐坝址，至推荐坝址运距约 0.7km，至最远的 2#坝口运距约 0.6km。料场地形开阔，适合机械开采。③该土料场为非分散性土，作防渗土料，除 PH 值偏低和天然含水量与最优含水量和塑限相差较大外，其余指标满足防渗体土料质量技术要求，可进行翻晒和掺适量碱料处理。

广州市南沙区龙穴岛西部河砂售卖点处，同时也有售卖建筑土料，土料主要来源于中山，土料通过船只每天运至龙穴岛码头超过 7000 方，该土料场位于龙穴岛仔沙三涌西岸码头，距离本工程运距约 135km，其中水运距离约 95km，路运距离约 40km。各项技术指标基本符合填筑料要求，可作为本工程堤防填筑用土料。

东莞市河网纵横，分布有多个砂砾料场，砂场内砂粒成份丰富，级配良好，含泥量少，质量及数量均可满足要求。

本工程区周边惠州市有商品石料，在惠州市潼湖镇永平新村有石料出售。主要为露天建筑用花岗岩开采及销售，储量丰富，石料场距虾公岩水库约 45km，有省道和县道直达，运输便捷。

根据本次勘察成果，库区土料质量和运距均较好，但储量有限，建议部分外购。砂砾料和石料需外购。

从大坝的功能要求、运用条件和建筑材料来看，本工程有沥青混凝土心墙坝、重力坝可供选择。

《水库大坝安全管理条例》第三章第十三条，“禁止在大坝管理和保护范围内进行爆破、打井、采石、采矿、挖沙、取土、修坟等危害大坝安全的活动”；本工程位于大屏障森林公园范围内，根据《中华人民共和国森林法》第四章第三十九条，“禁止毁林开垦、采石、采砂、采土以及其他毁坏林木和林地的行为”。根据上述规定，本次勘察初拟定的库内的一个小岛不能作为土料场使用。其余土料场均距离较远，且储量较少。故本工程无合适的防渗土料场，填筑粘土心墙坝所需土料运输费用较高。从大坝的功能要求、运用条件和建筑材料来看，本工程有粘土心墙坝、

沥青混凝土心墙坝、重力坝可供选择。

综上所述，下坝址代表坝型比选分别以粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝和碾压混凝土重力坝进行。

6.4.1.2 粘土心墙坝

主坝采用粘土心墙坝，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。

(1) 坝体分区设计

1) 防渗心墙

防渗心墙采用粘土心墙及截水槽，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上下游设一级坡。心墙顶高程 46.40m，心墙底高程 23.50m，心墙顶宽 4.00m，心墙底宽 8.58m。心墙底部进入全风化花岗岩层顶部以下 2m。截水槽顶高程 23.50m，截水槽底高程 20.50m，截水槽顶宽 17.98m，截水槽底宽 11.98m。。

2) 过渡层

心墙上、下游均设置过渡层，过渡层顶高程 46.40m，厚 2m，过渡层底高程 23.50m，厚 22.57m。过渡料采用挖库扩容开挖的弱、微风化花岗岩配制，连续级配，最大粒径不大于 80mm，小于 5mm 的颗粒含量 25~40%，小于 0.075mm 的含量不大于 5%；透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，设计干密度 2.10g/cm^3 。

3) 坝壳区

上、下游坝壳区大坝坝壳料分层填筑，填筑全、强花岗岩料均采用挖库扩容的全、强风化花岗岩填筑；坝壳料最大粒径 500mm，小于 5mm 粒径含量 5~20%，渗透系数不小于 $2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，设计干密度 1.83g/cm^3 。

4) 坝顶结构及护坡

坝顶上下游侧设置防撞墩，高出坝顶 0.9m，路面采用混凝土结构，面层采用 20cm 厚 C30 混凝土，水泥石粉渣垫层厚 20cm，下设 20cm 厚的碎石砂垫层。上下游坝坡采用 50cm 的干砌块石坡，以下依次铺设 50cm 碎石垫层，50cm 反滤砂砾层。

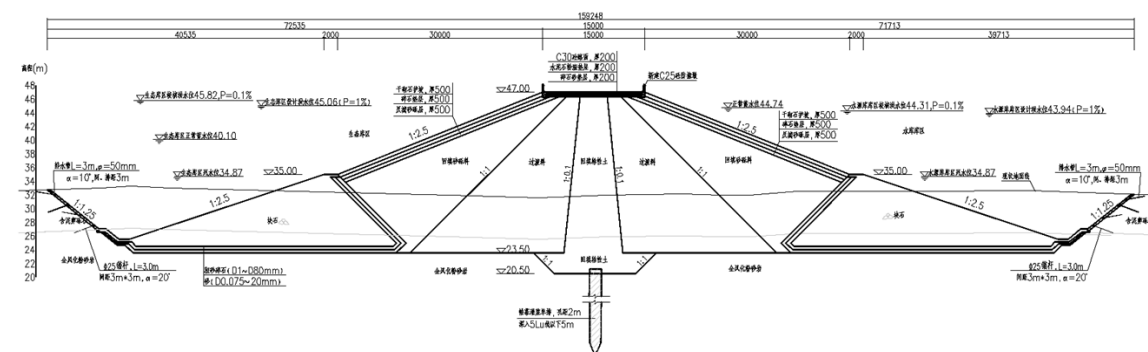


图 6.4-1 粘土心墙坝典型横剖面图

(2) 防渗控制

主要存在河床坝基两岸岸坡段坝基渗漏和绕坝渗漏问题。心墙下部设粘性土截水槽，截水槽顶高程 23.50m，截水槽底高程 18.50m，截水槽顶宽 17.98m，截水槽底宽 11.98m。截水槽底部进入全风化岩层以下 5m，截水槽下采用帷幕灌浆。帷幕灌浆钻孔深度按照进入 5Lu 线以下 5m 控制，沿坝轴线布置一排帷幕灌浆孔，孔距 2m。

6.4.1.3 沥青混凝土心墙坝

主坝采用沥青混凝土心墙坝，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5；上下游坝壳高程 23.50~25.50m，为堆石排水带。

(1) 坝体分区设计

1) 防渗心墙

防渗心墙采用碾压式沥青混凝土心墙，心墙顶高程 46.40m，心墙底高程 23.50m，心墙厚 0.80m。心墙底座进入全风化花岗岩下部，采用 C25 钢筋混凝土，厚 2m，兼作灌浆盖重。沥青混凝土渗透系数不大于 $1 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，内摩擦角 $33 \sim 35^\circ$ ，凝聚力不小于 0.2MPa，水稳定系数不小于 0.9，设计干密度 2.2g/cm^3 ，孔隙率小于 3%；粗骨料粒径不大于 19mm。

2) 过渡层

心墙上、下游均设置过渡层，过渡层顶高程 46.40m，厚 4m。过渡料采用挖库扩容开挖的弱、微风化花岗岩配制，连续级配，最大粒径不大于 80mm，小于 5mm 的颗粒含量 25~40%，小于 0.075mm 的含量不大于 5%；透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，设计干密度 2.10g/cm^3 。

3) 坝壳区

上、下游坝壳区大坝坝壳料分层填筑，填筑全、强花岗岩料均采用挖库扩容的全、强风化花岗岩填筑；坝壳料最大粒径 500mm，小于 5mm 粒径含量 5~20%，渗透系数不小于 $2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，设计干密度 1.83g/cm^3 。

4) 坝顶结构及护坡

坝顶上下游侧设置防撞墩，高出坝顶 0.9m，路面采用混凝土结构，面层采用 20cm 厚 C30 混凝土，水泥石粉渣垫层厚 20cm，下设 20cm 厚的碎石砂垫层。上下游坝坡采用 50cm 的干砌块石坡，以下依次铺设 50cm 碎石垫层，50cm 反滤砂砾层。

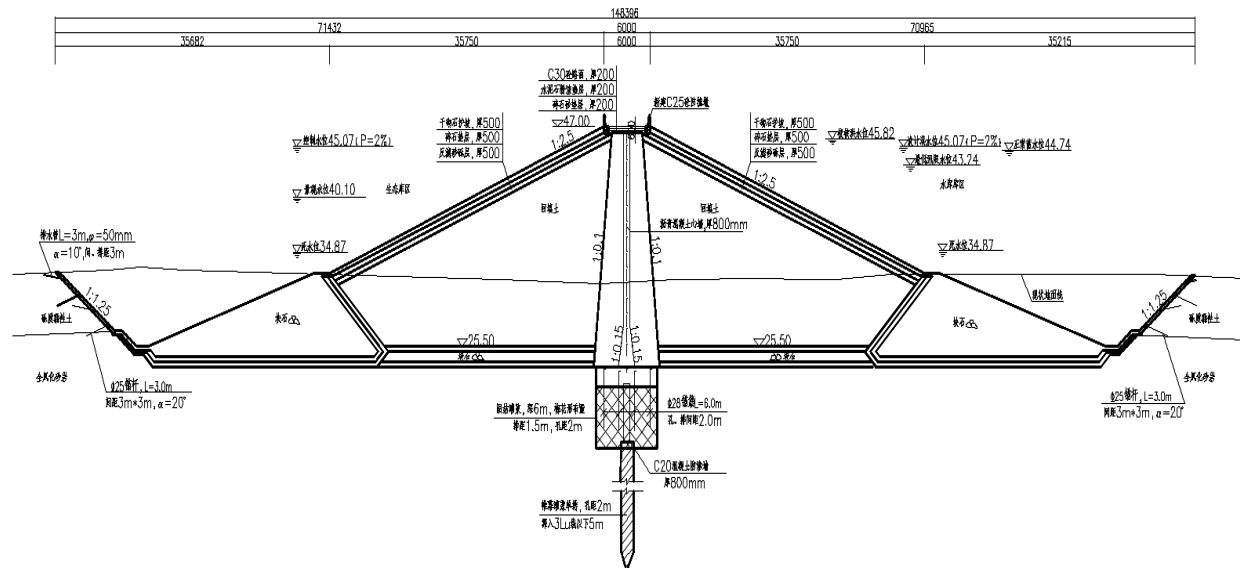


图 6.4-2 沥青混凝土心墙坝典型横剖面图

(2) 基础处理及防渗控制

1) 坝基开挖及处理

心墙下部设混凝土底座，基础置于全风化下部，心墙底座厚 2m；上下游坝壳基础采用砾砂或全风化花岗岩。

2) 防渗处理

主要存在河床坝基两岸岸坡段坝基渗漏和绕坝渗漏问题。心墙下部设混凝土防渗墙，防渗墙厚 0.8m，防渗墙底部进入全风化岩层以下 2m，防渗墙下采用帷幕灌浆。防渗边界按正常蓄水位与弱风化岩层交界控制，帷幕灌浆钻孔深度按照进入 5Lu 线以下 5m 控制，沿坝轴线布置一排帷幕灌浆孔，孔距 2m。

3) 固结灌浆

在帷幕灌浆上、下游侧分别布置两排固结灌浆孔，孔深 6m，间排距 2.0m，梅花形布置。

6.4.1.4 碾压混凝土重力坝

碾压混凝土重力坝主要为挡水坝段，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。坝体相应特征水位同沥青混凝土心墙坝。坝段全部为挡水坝段，上下游坡比均为 1:0.8，坝体采用 C15 碾压混凝土，表面设 0.5m 后 C25 常态混凝土防渗层。坝体中部 27.50m 高程处设置灌浆廊道，运行期作为检修排水廊道，在坝内设置竖井从坝顶连通至廊道。

坝体基础放置在弱风化上部。防渗主要解决河床坝基两岸岸坡段坝基渗漏和绕坝渗漏问题，防渗边界按正常蓄水位与弱风化岩层交界控制。河床部位在坝基下部设帷幕灌浆，左右坝肩部位采用防渗墙+帷幕灌浆的防渗方案。帷幕灌浆钻孔深度按照进入 1Lu 线以下 5m 控制，左右坝肩防渗墙底部进入弱风化岩层下 1m，帷幕灌浆钻孔深度按照进入 1Lu 线以下 5m 控制。共设置一排帷幕灌浆孔，孔距 1.5m。

坝基基础全断面布置固结灌浆，固结灌浆深度 8m，间排距 3m，按梅花形布置。

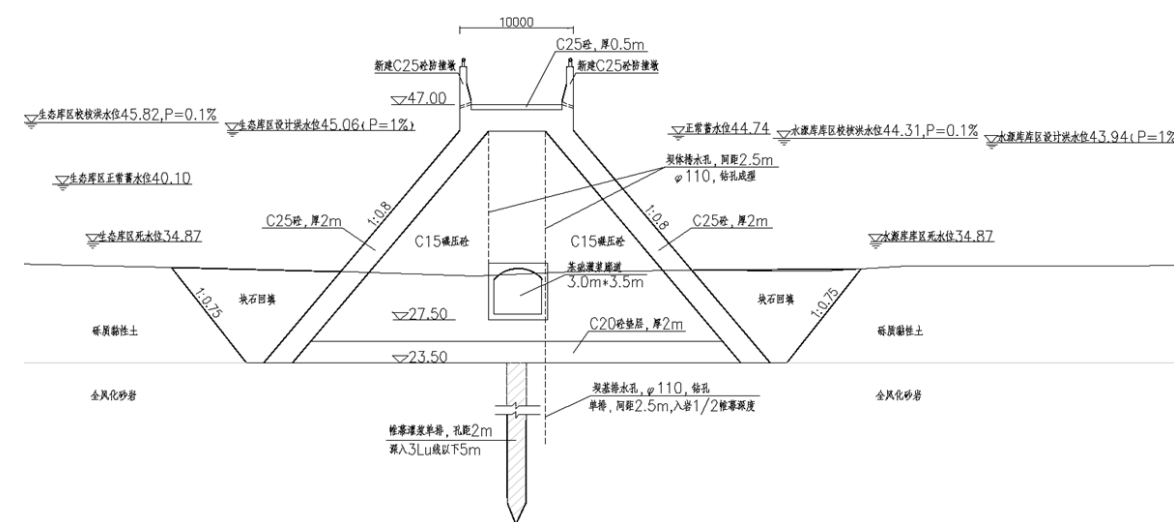


图 6.4-3 碾压混凝土重力坝典型横剖面图

6.4.1.5 坝型比较

三个坝型方案水资源利用条件一致，环境影响条件基本相同，泄洪建筑物、放空建筑物布置一致，故主要从挡水建筑物的地形、地质条件、枢纽布置条件、天然建筑材料条件、施工布置条件、工程量及投资等方面综合比选进行坝型选择。

1) 地形条件

河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽 140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约 49.5m，地形坡

度 15°；基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为 50.5m，岸坡坡度约 25°，为残积土，植被覆盖。对心墙坝布置无不利影响，重力坝因基础要求较高，布置起来较为不利。

从地形条件适应性来看，沥青混凝土心墙坝更优。

2) 地质条件

河床为含泥卵砾石层，厚 6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚 6.5m，左岸残积土+全风化厚 13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。沥青混凝土心墙坝心墙及坝壳的基础要求较低能，满足心墙和坝壳基础的要求。重力坝基础埋深较深，但无影响重力坝稳定的不良地质条件。

从地质条件适应性上，沥青混凝土心墙坝更优。

3) 枢纽布置

粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝枢纽布置心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。

粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝坝基为河床基础。

重力坝枢纽布置由碾压混凝土重力坝和泄洪洞组成，重力坝基础设置在弱风化上部。

从枢纽布置条件来看，两种坝型方案基本相当。

4) 天然建筑材料

沥青混凝土心墙坝主要填筑材料来源为库内区域开挖工程的开挖料，储量质量均能满足要求。碾压混凝土重力坝，由于东莞市相关管理规定，需采用商品混凝土，材料均需外购。

从天然建筑材料来看，沥青混凝土心墙坝更优。

5) 施工条件

各坝型方案施工总布置基本相同，均设 1 个施工区。沥青混凝土心墙坝及重力坝施工导流方面各坝型方案均采用枯期围堰挡水（10 年一遇洪水），汛期大坝临时断面挡水（20 年一遇洪水）；导流洞、围堰规模基本一致。

场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，各坝型基本相当

土石方平衡方面，沥青混凝土心墙坝及粘土心墙坝坝体填筑可以充分利用开挖料，工程土石方平衡较好。重力坝采用商品混凝土，开挖土方弃置量大，外运材料多。

施工工期方面，沥青混凝土坝型方案大坝施工工期 10 个月，重力坝方案大坝施工工期 16 个月。

从施工条件上，沥青混凝土心墙坝更优。

表 6.4-1 坝型比较表

项目	粘土心墙坝	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
地形	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°；基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°，为残积土，植被覆盖。对粘土心墙坝布置无不利影响。	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°；基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°，为残积土，植被覆盖。对沥青混凝土心墙坝布置无不利影响。	河谷为为对称“U”形纵向谷。河床宽140m，两岸山体较缓，左岸岸坡高程约49.5m，地形坡度15°；基岩零星出露，多被残坡积层覆盖；右岸为山包，顶高为50.5m，岸坡坡度约25°；为残积土，植被覆盖。坝肩开挖较多。	粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝优
地质条件	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。满足粘土心墙和坝壳基础的要求。	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。满足心墙和坝壳基础的要求。	河床为含泥卵砾石层，厚6.1m，下部为全~弱风化粉砂岩；左岸残积土+全风化厚6.5m，左岸残积土+全风化厚13.0m；基岩为强~弱风化粉砂岩。对重力坝稳定无影响。	粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝优
枢纽布置	由粘土心墙坝和泄洪闸组成，心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。	由沥青混凝土心墙坝和泄洪闸组成，心墙基础设置在全风化中部，坝壳基础至于砾砂层或残积土层。	由碾压混凝土重力坝和泄洪洞组成，重力坝基础设置在弱风化上部。	三坝型相当
主要工程量	土石方开挖：48.13万m ³ ；坝体填筑：68.52万m ³ ；帷幕灌浆：17214m。	土石方开挖：36.19万m ³ ；坝体填筑：32.63万m ³ ；防渗墙：0.99万m ³ ；帷幕灌浆：11476m。	土石开挖：54.29万m ³ ；坝体混凝土：28.96万m ³ ；固结灌浆：43796m；帷幕灌浆：18560m。	沥青混凝土心墙坝优

项目	粘土心墙坝	沥青混凝土心墙坝	碾压混凝土重力坝	比较结果
施工条件	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，坝体填筑可以部分利用开挖料，但外运材料较多，开挖土方弃置量大。	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，坝体填筑可以利用开挖料，工程土石方平衡较好。	场地交通便利，施工布置容易，施工工艺成熟，外运材料较多，开挖土方弃置量大。	沥青混凝土心墙坝优
天然建筑材料	利用开挖工程的开挖料，土料不足部分外购，外购土方的数量较多。	利用开挖工程的开挖料，土料不足部分采用外购土方。	采用商品混凝土。	沥青混凝土心墙坝优
工程投资（枢纽部分）	0.98亿	0.82亿	1.03亿	沥青混凝土心墙坝优
综合评述	粘土心墙坝能较好的适应本工程的地形地质条件，能部分利用工程开挖料，但由于防渗土料要求较高，土料场距离较远，且储量有限，填筑粘土心墙坝所需土料运输费用较高。大坝永久占地范围相对较大。	沥青混凝土心墙坝能较好的适应本工程的地形地质条件，能充分利用工程开挖料，对整个工程土方平衡有利，且工程投资较省	碾压混凝土重力坝，基础开挖及边坡处理工程量较大，基础埋置深度深，工程土石方弃置量大，工程投资高	推荐沥青混凝土心墙坝

根据以上个方面分析，三种坝型在技术上均可行。从地形、地质条件和施工条件来看，沥青混凝土心墙坝较优。本工程施工时水库会放空，具备较好的干地施工条件。本工程重要性较高，对坝体施工质量要求也较高，从保证工程可靠性角度，沥青混凝土心墙坝更优。从工程投资来看，沥青心墙坝投资低于碾压混凝土重力坝、粘土心墙坝。因此，本阶段推荐大坝坝型为沥青混凝土心墙坝。

6.4.2 水闸选型

(1) 闸室结构选型

闸室结构的基本型式一般为开敞式、胸墙式、涵洞式或双层式等。根据水位、闸室底高程等条件，本工程泄水控制闸采用胸墙式结构，放空闸采用涵洞式结构，连通闸采用开敞式结构。

闸室结构底板可选用平底闸、低槛实用堰或折线型底板。平底板是工程中最常用的一种底板

型式，构造简单、施工方便，对不同的地基有一定的适应性。低堰型和折线型底板结构体型相对复杂，受力条件复杂，分析计算困难，基底应力相对较大，对地基稳定和沉降变形不利，工程量也较大。因此底板结构型式选用平底板。

(2) 闸门型式选择

本次根据水闸的功能要求，结合闸址地形、地质条件，初步拟定三种闸型进行比选，综合考虑投资、运行管理、维护、行洪及景观等因素进行详细比选，以确定本工程最优门型。

方案一：水闸采用直升式平面钢闸门，采用直升式卷扬启闭机。

平面钢闸门是挡水面为平面面板的闸门，由门叶主体、支承、止水装置和吊耳四个部分组成，平面闸门的门叶在门槽内作直线运动以封闭或开放水道。平面钢闸门的制造加工较容易，运行安全可靠，维修方便，广泛用于各种水工建筑物上作为工作闸门、事故闸门和检修闸门。平面闸门自重大，所需启门力亦大，门槽水力学条件较差，因此在高流速的水道上作为工作闸门的使用范围受到限制。



图 6.4-4 直升式平面钢闸门效果图

方案二：水闸采用上翻式弧形钢闸门，采用液压启闭机。

由弧形门体、支撑结构、液压启闭机等主要部分组成，弧形门体固定在闸门两侧的支撑结构上，支撑结构与支铰相连，支铰固定在闸墩内。液压启闭机驱动支撑结构，带动弧形门体旋转，

实现闸门开启和关闭。

弧形门体为封闭的箱形结构，沿水流方向一侧为圆弧面，另一侧为平面。开启时闸门向下旋转至平卧位置，此时，圆弧面向下，平面向上，与闸底板齐平。在需要的位置启用锁定机构，使液压油缸处于卸压状态不受压，门体得到固定，便于通航，如需检修，将闸门旋转至顶部检修。各位置见下列示意图。



图 6.4-5 上翻式弧形钢闸门效果图

方案三：水闸采用底轴旋转钢闸门，采用液压启闭机。

底轴旋转钢闸门主要由挡水钢闸门及启闭系统组成，钢坝闸门门叶由底轴直接驱动旋转，转角范围 0~90。全关时门叶呈铅直状；全开时，门叶向下游卧倒呈水平状。闸门上游设一道硬质材料底水封。闸门门叶与底轴连接，底轴在净宽范围内设 3 个支铰固定在底板上，用以承受闸门的径向荷载。门叶采用纵向悬臂梁受力结构。



图 6.4-6 底轴旋转钢闸门效果图

上述三种方案优缺点比较详见下表。

表 6.4-2 闸门型式比选表

序号	比较项目	方案一：直升式平面钢闸门	方案二：上翻式弧形钢闸门	方案三：底轴旋转钢闸门
1	地质条件	闸室重量轻，可布置于地基较差处	闸门宽度大，闸室结构尺寸较大，自重较大，地质条件较为不利	闸室重量轻，可布置于地基较差处
2	水流条件	水流条件好	水流条件好	水流条件较差
3	闸室布置	闸室布置轻便，尺寸较小	闸室较长；闸门需设置较长支臂，自重较大，启闭机容量相应较大；	闸室布置尺寸适中
4	启闭方式	卷扬式，可动水启闭，需设置启闭机架	卷扬式，可动水启闭，需设置启闭机架	液压启闭，可动水启闭，启闭设备置于地下
5	运用管理	安全可靠，闸室检修方便，便于维护。	安全可靠，闸门宽度较大，检修较困难。	设备位于地下，检修较为繁琐。底槛需设置较深的落坎，需设置冲淤装置
6	环境景观	闸顶以上设置启闭机架，景观性相对较差。	闸顶以上设置启闭机架，环境影响较大，不利于控制整体效果设计。	主要设备放置于闸顶以下，景观效果较好。
7	投资造价	造价相对较低	造价偏高	造价偏高
8	比较结论	推荐方案	比较方案	比较方案

综合比较上述各种闸型优缺点，考虑本水闸规模、功能需求，以及经济合理性，拟选直升式

平面钢闸门+固定卷扬机做为本工程推荐方案。

6.5 工程总布置

在水库库区西南侧连续库中岛区域建设连续隔离坝，将水库分为上、下库，其中上库主要用于收集调蓄万科棠樾住宅区、西侧已建观澜高尔夫球场、御庭苑等小区及其上游生态区混流雨水，然后通过新建转输隧洞至虾公岩水，在雨季利用上库边蓄边排建成区入库洪水。而下库则作为清洁雨水以及东深来水的存蓄“水缸”，主要作为塘厦镇应急备用水源区。具体建设内容如下：

(1) 生态隔离工程

主坝 294m，主坝 295m，主坝最大坝高 23.5m；1#副坝 247m，坝高 17.8m；2#副坝 70m，坝高 8.6m；3#副坝 22m，坝高 2.6m；4#副坝 55m，坝高 3.8m。

(2) 控泄转输工程

1) 上库拟建隔离主坝南侧新建 DN2600 转输隧洞，隧洞总长 350m，新建 3×2m 明挖钢筋混凝土箱涵 145m；DN2600 埋管 13m；2) 转输隧洞前设泄水控制闸，控制上库下泄流量，泄水控制闸尺寸为 3.0×3.0m，末端接至转输隧道洞进水井，控泄流量为 17m³/s；3) 为便于上库检修期间放空，在泄水控制闸北侧设 1.5×1.5m 放空闸及 DN1000 放空管，放空管总长度约 52m。

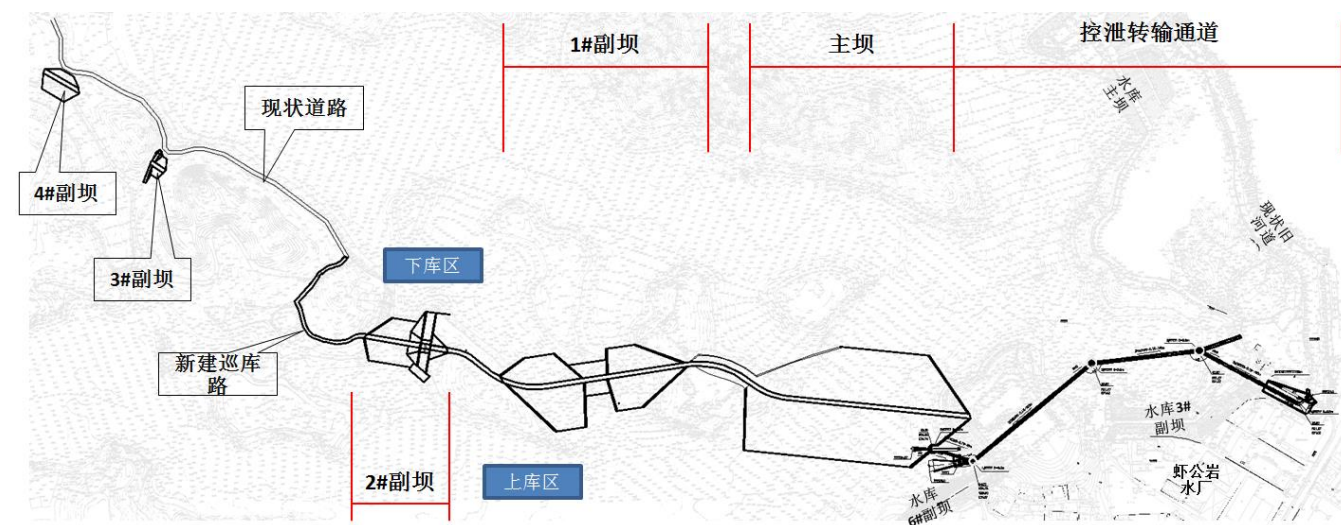


图 6.5-1 工程总体布置图

6.6 生态隔离工程

6.6.1 隔离坝设计

6.6.1.1 平面布置

根据方案比选结果，本工程推荐下坝址，推荐坝型为沥青混凝土心墙坝，根据坝址地形、地质条件，综合考虑附属建筑物布置，选择坝轴线垂直于库中两侧山体，在虾公岩水库库中相对狭窄位置布置分库坝，将水库分为上库与下库，靠近主坝方向为下库，靠近库尾方向为上库。

大坝分为以下几部分：

(1) 主坝

主坝轴线长度为 294.73m，坝顶宽度为 6m，上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 148.40m。

(2) 1#道路

1#道路轴线长度为 89.47m，路面宽度为 6m。最大截面占地宽度为 31.84m。

(3) 1#副坝

1#副坝轴线长度为 247.14m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 123.36m。

(4) 2#道路

2#道路轴线长度为 83.13m，路面宽度为 6m。最大截面占地宽度为 18.53m。

(5) 2#副坝

2#副坝轴线长度为 63.34m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 60.65m。

(6) 3#道路

3#道路轴线长度为 209.03m，路面宽度为 4.5m。最大截面占地宽度为 8.05m。

(7) 3#副坝

3#副坝轴线长度为 21.52m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 28.66m。

(8) 4#副坝

3#副坝轴线长度为 54.92m，坝顶宽度为 6m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5。最大截面坝底宽度为 37.24m。



图 6.6-1 分库坝平面布置图

6.6.1.2 分库坝坝顶高程计算

(1) 计算工况

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，坝顶高程应按以下 3 个工况进行复核，取其最大值。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本工程区的地震动峰值加速度 0.05g，相应地震基本烈度为 VI 度。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，当地震烈度为 VI 度时，可不进行抗震计算。

工况 1：坝顶高程=正常蓄水位+正常运用条件的坝顶超高

工况 2：坝顶高程=设计洪水位+正常运用条件的坝顶超高

工况 3：坝顶高程=校核洪水位+非常运用条件的坝顶超高

(2) 计算参数

校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上库各工况计算参数如表 6.6-1 所示；下库各工况计算参数如表 6.6-2 所示。

表 6.6-1 上库坝顶超高计算参数

计算参数	工况 1	工况 2	工况 3
上库静水位 (m)	40.10	45.06	45.82
计算风速 W (m/s)	19.50	19.50	13.00
风区长度 D (m)	300	300	300
风向与大坝轴线法线夹角 β ($^{\circ}$)	0	0	0
水域平均水深 H_m (m)	7.05	12.02	12.77
坡度系数 m	2.5	2.5	2.5
糙率渗透系数 K_{Δ}	0.77	0.77	0.77
经验系数 K_w	1.16	1.16	1.16
斜向来波折减系数 K_{β}	1	1	1

表 6.6-2 下库坝顶超高计算参数

计算参数	工况 1	工况 2	工况 3
下库静水位 (m)	44.74	43.94	44.31
计算风速 W (m/s)	19.50	19.50	13.00
风区长度 D (m)	274	274	274
风向与大坝轴线法线夹角 β ($^{\circ}$)	0	0	0
水域平均水深 H_m (m)	12.66	11.86	12.23
坡度系数 m	2.5	2.5	2.5
糙率渗透系数 K_{Δ}	0.77	0.77	0.77
经验系数 K_w	1.16	1.16	1.16
斜向来波折减系数 K_{β}	1	1	1

(3) 计算方法

大坝为沥青混凝土心墙坝，采用《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)中推荐的公式计算大坝需要的坝顶超高，坝顶超高按下式计算：

$$y=R+e+A$$

式中：

y—坝顶超高，m；

R—最大波浪在坝坡上的爬高，m；

e—最大风壅水面高度，m；

A—安全加高，m；正常运用条件取 0.7m，非常运用条件取 0.4m。

1) 风浪计算

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020），波浪的平均波高和平均波周期采用莆田试验站公式计算。

平均波高计算公式：

$$\frac{gh_m}{W^2} = 0.13th \left[0.7 \left(\frac{gH_m}{W^2} \right)^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 \left(\frac{gD}{W^2} \right)^{0.45}}{0.13th \left[0.7 \left(\frac{gH_m}{W^2} \right)^{0.7} \right]} \right\}$$

平均波周期计算公式：

$$T_m = 4.438h_m^{0.5}$$

平均波长计算公式：

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi H}{L_m} \right)$$

式中：hm—平均波高，m；

Tm—平均波周期，s；

Lm—平均波长，m；

W—计算风速，m/s；

D—风区长度，m；

Hm—水域平均水深，m；

H—坝前水深，m；

g—重力加速度，取 9.81m/s²。

2) 波浪爬高计算

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020），由于 1.5<m<5.0，平均波浪爬高可按下式计算：

$$R_m = \frac{K_\Delta K_w}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{h_m L_m}$$

式中：R_m—平均波浪爬高，m；

K_Δ—斜坡的糙率渗透性系数，本工程中取 0.90；

K_w—经验系数，根据无量纲 $\frac{W}{\sqrt{gH}}$ 的值查表得到。

波浪爬高 R 可由平均波高与坝迎水面水深之比 h_m/H 查表确定 R/R_m 计算求得。其中正常运用情况，采用多年平均最大风速的 1.5 倍；非常运用情况采用多年平均最大风速。平均波浪爬高采用正向来波在单坡上公式：

$$R_m = \frac{K_\Delta K_w}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{h_m L_m}$$

式中：R_m—平均波浪爬高，m；

m—单坡的坡度系数；

K_Δ—斜坡的糙率渗透性系数，护面类型为干砌石，取值 0.77；

K_w—经验系数，按表 A.1.12-2 查得。

设计波浪爬高值根据工程等级确定，本工程大坝级别为 3 级采用累积频率为 1% 的爬高值 R_{1%}。

3) 风壅水面高度计算

最大风壅水面高度按 SL274-2020 附录一计算，其中风速值的采用与 R 值相同。风壅水面高度采用公式如下：

$$e = \frac{KW^2D}{2gH_m} \cos \beta$$

式中：e—计算点处的风壅水面高度，m；

D—风区长度，m；

K—综合摩阻系数，取 3.6×10⁻⁶；

β—计算风向与坝轴线法线的夹角，取 0 (°)。

(5) 坝顶超高值计算：

$$y=R+e+A$$

式中：R—波浪爬高（m）。

e—最大风壅水面高度（m）。

A—安全加高。因分库坝按三级坝设计，正常运用情况 A=0.7m；非常运用情况 A=0.4m

因分库坝为双向挡水，对上库和下库两个方向同时进行坝顶超高计算。坝顶超高值计算成果见下表：

表 6.6-3 上库来水方向坝坝顶超高计算成果表

计算参数	工况 1	工况 2	工况 3
平均波高 (m)	0.174	0.174	0.112
平均波周期 (s)	1.849	1.854	1.484
平均波长 (m)	5.339	5.364	3.439
平均波浪爬高 (m)	0.319	0.321	0.206
波浪爬高 (m)	0.712	0.716	0.459
风雍水面高 (m)	0.003	0.002	0.001
安全加高 (m)	0.7	0.7	0.4
地震安全加高 (m)	0	0	0
坝顶超高 (m)	1.42	1.42	0.86
坝顶高程计算值 (m)	41.52	46.48	46.68

表 6.6-4 下库来水方向坝坝顶超高计算成果表

计算参数	工况 1	工况 2	工况 3
平均波高 (m)	0.168	0.168	0.107
平均波周期 (s)	1.817	1.816	1.454
平均波长 (m)	5.153	5.151	3.302
平均波浪爬高 (m)	0.308	0.308	0.198
风雍水面高 (m)	0.002	0.002	0.001
波浪爬高 (m)	0.687	0.687	0.440
安全加高 (m)	0.7	0.7	0.4
地震安全加高 (m)	0	0	0
坝顶超高 (m)	1.39	1.39	0.84
坝顶高程计算值 (m)	46.13	45.33	45.15

(6) 坝顶高程确定

经计算，上库来水方向坝高高于下库方向坝高，采用上库来水方向坝顶高程计算，坝顶高程以非常运用情况（1）控制，即校核洪水位加校核运用情况的坝顶超高。最终确定：坝顶高程为

47.00m。后续实施中坝顶填筑高程预留 1%的沉降量，即填筑后坝顶高程为 47.5m，工后稳定后设计坝顶高程为 47.0m。

6.6.1.3 坝体设计

主坝采用沥青混凝土心墙坝，坝顶轴线长 294.73m，最大坝高 23.5m，坝顶高程 47.00m，无防浪墙，坝顶宽度 6.0m，坝顶两侧设防撞墩。校核洪水位上库 45.82m、下库 44.31m，设计洪水位上库 45.06m，下库 43.94m，正常蓄水位上库 40.10m、下库 44.74m。上下游设一级坡，坡比均为 1:2.5；上下游坝壳高程 23.50~25.50m，为堆石排水带。

6.6.1.4 坝体分区

坝体填筑料从上游至下游依次分为上游坝壳料区、上游过渡反滤料区、沥青混凝土防渗心墙、下游过渡反滤料区、下游坝壳料区。

(1) 防渗心墙

防渗心墙采用碾压式沥青混凝土心墙，心墙顶高程 46.40m，心墙底高程 23.50m，心墙厚 0.80m。心墙底座进入全风化花岗岩下部，采用 C25 钢筋混凝土厚 2m，兼作灌浆盖重。沥青混凝土渗透系数不大于 $1 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，内摩擦角 $33^\circ \sim 35^\circ$ ，凝聚力不小于 0.2MPa，水稳定系数不小于 0.9，设计干密度 2.2g/cm^3 ，孔隙率小于 3%，粗骨料粒径不大于 19mm。

(2) 过渡层

在心墙上、下游均设置过渡层，既为心墙防渗体提供保护，又起到从心墙向坝壳的过渡作用。过渡层顶高程 46.40m，过渡层厚 2m。过渡料采用库内区域开挖工程开挖的弱风化至新鲜花岗岩配制，其质量和储量基本满足反滤料及过渡料要求。

主要设计指标为：透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；设计干密度 2.10g/cm^3 ；内摩擦角 $30^\circ \sim 34^\circ$ ；级配良好；过渡料最大粒径不大于 80mm，粒径小于 5mm 的颗粒含量 25~40%。小于 0.075mm 的颗粒含量不超过 5%。

(3) 坝壳区

上、下游坝壳区分层填筑，采用开挖的全、强风化花岗岩填筑，主要为挖库扩容的开挖料，距离大坝 0.5km，运输便利。块石料采用挖库扩容开挖的弱、微风化花岗岩配制，主要设计指标为：透水性良好，渗透系数不小于 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ；设计干密度 2.10g/cm^3 ；内摩擦角 $30^\circ \sim 34^\circ$ ；级配良好。最大粒径 300mm，粒径小于 5mm 的颗粒含量 10~25%。粒径小于 0.075mm 的颗粒含量不超过 5%。

本阶段对全、强风化花岗岩料进行了取样及相关土料试验：黏粒含量 10.9%~12.9%，塑性指数 12.6~16.9，渗透系数 $1.38 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，有机质含量 0.33%，水溶盐含量 0.06%，满足坝壳填筑料的要求。天然含水率 21.2% 偏高，需晾晒后使用。主要设计指标为：级配良好，粒径小于 5mm 含量 5~20%，填筑时不得发生粗料集中架空现象；透水性良好，渗透系数不小于 $2.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；设计干密度 1.83g/cm^3 ，压实度不低于 96%；内摩擦角 19~24°，凝聚力 20kPa。

(4) 坝顶结构及护坡

坝顶上下游侧设置防撞墩，高出坝顶 0.9m，路面采用混凝土结构，面层采用 20cm 厚 C30 混凝土，水泥石粉渣垫层厚 20cm，下设 20cm 厚的碎石砂垫层。上下游坝坡采用 50cm 的干砌块石坡，以下依次铺设 50cm 碎石垫层，50cm 反滤砂砾层。

6.6.1.5 基础处理及防渗措施

(1) 坝基开挖及处理

大坝沥青混凝土心墙基座：心墙下部设 2m 厚的 C25 混凝土底座，挖除覆盖层新近堆积物，砾砂层将基底置于全风化中下部。

大坝上、下游坝壳基础：覆盖层主要为第四系冲洪积层（淤泥、砾砂）；残坡积层：为花岗岩风化而成的砾质粘性土；上游坝壳挖除第四系冲洪积层，将坝壳置于残坡积层或上或花岗岩风化而成的砾质粘性土。

(2) 防渗设计

根据坝址揭露的地质条件，大坝下伏基岩岩层燕山第四期花岗岩（白芒岩体）：中~粗粒斑状黑云母花岗岩，总体透水性较差。压水资料显示，基岩强风化岩体透水性较强，弱风化岩体以弱透水为主，微新岩体以弱~微透水为主，为了减少坝基渗流量和绕坝渗流量，有效降低坝基渗透压力，需采取防渗墙结合灌浆帷幕的防渗措施。由于本工程需要隔离周边污染，对防渗要求较高，设计标准按灌后基岩透水率控制，以 $q \leq 1 \text{Lu}$ 作为防渗控制标准。根据钻孔压水试验显示，岩体透水带 ($q > 1 \text{Lu}$) 的厚度，左岸 27~40m、河床 27~28m、右岸 30~44m。两坝肩防渗范围以正常蓄水位进入弱风化岩层控制。防渗线全长 628m，其中右坝肩 65m，河床 367m，左坝肩 196m。

在河床部位在心墙下部设置钢筋混凝土防渗墙，左右坝肩部位在覆盖层及全强风化岩层内设置防渗墙，防渗墙厚 0.8m，防渗墙底部进入弱风化岩层以下 1m，防渗墙下部帷幕灌浆，帷幕灌浆底部深入透水率 $q \leq 1 \text{Lu}$ 岩体。

工程施工过程中，应根据基岩可灌性情况和帷幕灌浆试验成果，确定灌浆参数和防渗帷幕深

度。

(3) 固结灌浆

在防渗帷幕的上、下游侧分别设置两排固结灌浆孔，孔深 5m，孔、排距为 2.0m，梅花形布置。

6.6.2 大坝设计计算

6.6.2.1 渗流计算

(1) 计算工况

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）第 8.1.2 条规定，渗流及稳定计算应考虑水库运行中出现的各种不利条件，1 级坝、2 级坝和 3 级以下高坝库水位降落工况宜进行非稳定渗流计算，计算工况确定如下。

表 6.6-5 大坝渗流计算工况表

工况	工况说明	上库水位 (m)	下库水位 (m)
工况1	上库、下库正常蓄水位稳定渗流	40.10	44.74
工况2	上库死水位，下库正常蓄水位稳定渗流	34.87	44.74
工况3	上库正常蓄水，下库死水位稳定渗流	40.10	34.87
工况4	上库、下库设计洪水位稳定渗流	45.06	43.94
工况5	上库设计洪水位，下库死水位稳定渗流	45.06	34.87
工况6	上库死水位，下库设计洪水位稳定渗流	34.87	43.94
工况7	上库校核洪水位、下库校核洪水位稳定渗流	45.82	44.31
工况8	上库校核洪水位、下库死水位水稳定渗流	45.82	34.87
工况9	上库正常蓄水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	40.10→34.87	34.87
工况10	上库正常蓄水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.74→34.87
工况11	上库死水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.74→34.87
工况12	上库校核洪水位降落至死水位，下库正常蓄水位非稳定渗流	45.82→34.87	44.74
工况13	上库校核洪水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	45.82→34.87	34.87
工况14	上库正常蓄水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.31→34.87
工况15	上库死水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.31→34.87

(2) 材料特性

根据地质勘测资料、结合类似工程经验确定坝体、坝基的渗透参数如表 6.6-5 所示。

表 6.6-6 主要材料渗透特性表

编号	岩层及材料名称	渗透系数 (cm/s)	允许渗透坡降Jy
1	砾质粘性土	8×10^{-5}	0.48
2	防渗墙	1.0×10^{-9}	/
3	强风化花岗岩	1.0×10^{-4}	/

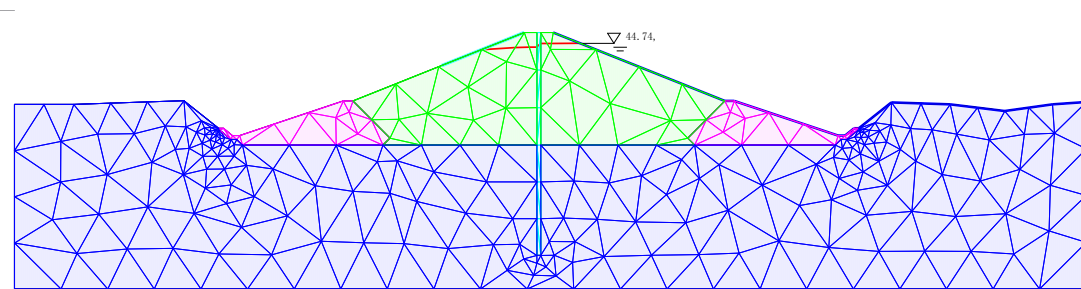
(3) 计算模型

计算断面选取比较有代表性的最大坝高断面，并结合工程地质报告和本次设计的坝体结构拟定，计算断面如图 6.6-2，计算有限元模型如图 6.6-3 所示。



计算断面的材料分区

图 6.6-2 计算断面图



有限元网格

图 6.6-3 有限元模型

(5) 渗流计算成果分析

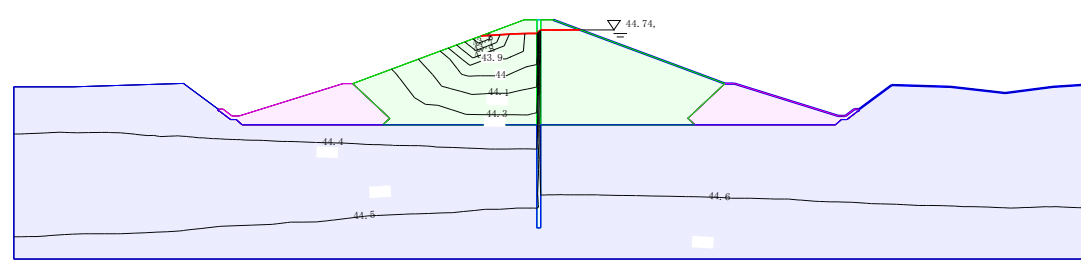
各计算工况的渗流计算结果见表 6.6-7。各种工况下的渗流场分布见图 6.6-4~图 6.6-18。

表 6.6-7 渗流计算单宽渗流量成果表

工况	单宽渗流量 m ³ /d/m				
	主坝	1#副坝	2#副坝	3#副坝	4#副坝
工况1	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006
工况2	0.053	0.051	0.063	0.079	0.057
工况3	0.023	0.022	0.026	0.04	0.031
工况4	0.0003	0	0.001	0.001	0.001
工况5	0.057	0.055	0.089	0.084	0.051
工况6	0.048	0.041	0.069	0.065	0.047
工况7	0.0003	0.0003	0.0006	0.0008	0.0007
工况8	0.063	0.061	0.069	0.082	0.066
工况9	0.053	0.051	0.076	0.079	0.067
工况10	0.084	0.076	0.09	0.139	0.085
工况11	0.06	0.063	0.079	0.088	0.064
工况12	0.087	0.094	0.096	0.123	0.088
工况13	0.087	0.078	0.089	0.156	0.098
工况14	0.084	0.065	0.103	0.139	0.085
工况15	0.059	0.057	0.073	0.097	0.063

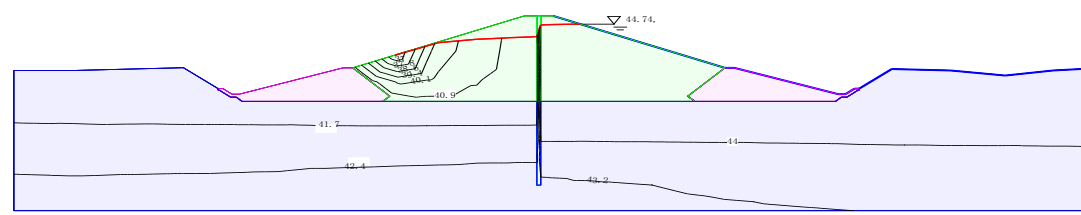
表 6.6-8 渗流计算出逸点比降成果表

工况	出逸点比降					出逸土层允许渗透坡降
	主坝	1#副坝	2#副坝	3#副坝	4#副坝	
工况1	0.15	0.17	0.16	0.14	0.23	0.47
工况2	0.31	0.22	0.3	0.31	0.23	0.47
工况3	0.28	0.29	0.67	0.26	0.34	0.47
工况4	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.47
工况5	0.31	0.22	0.28	0.23	0.25	0.47
工况6	0.3	0.32	0.16	0.28	0.26	0.47
工况7	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.47
工况8	0.32	0.33	0.28	0.29	0.25	0.47
工况9	0.3	0.32	0.29	0.17	0.16	0.47
工况10	0.35	0.36	0.31	0.35	0.21	0.47
工况11	0.32	0.33	0.26	0.29	0.18	0.47
工况12	0.35	0.37	0.26	0.29	0.21	0.47
工况13	0.36	0.31	0.31	0.32	0.21	0.47
工况14	0.35	0.36	0.29	0.24	0.21	0.47
工况15	0.31	0.3	0.25	0.32	0.34	0.47



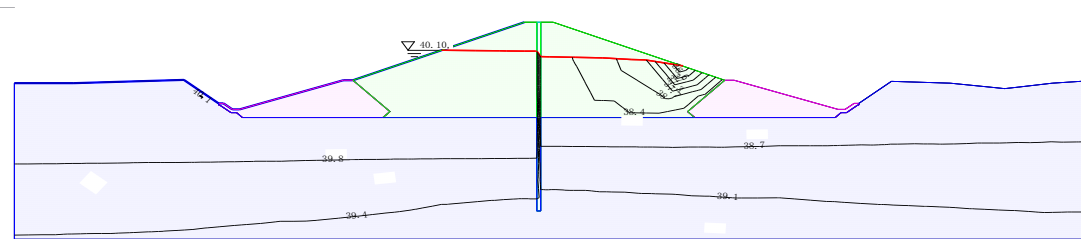
渗流0, H=44.74 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-4 工况 1 水头等值线图



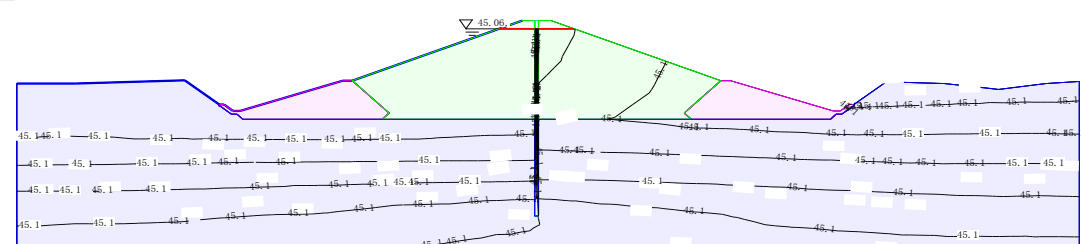
渗流0, H=44.74 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-5 工况 2 水头等值线图



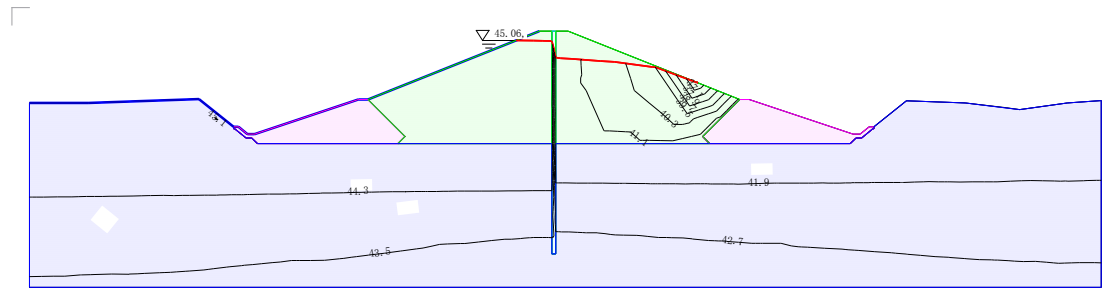
渗流0, H=40.1 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-6 工况 3 水头等值线图



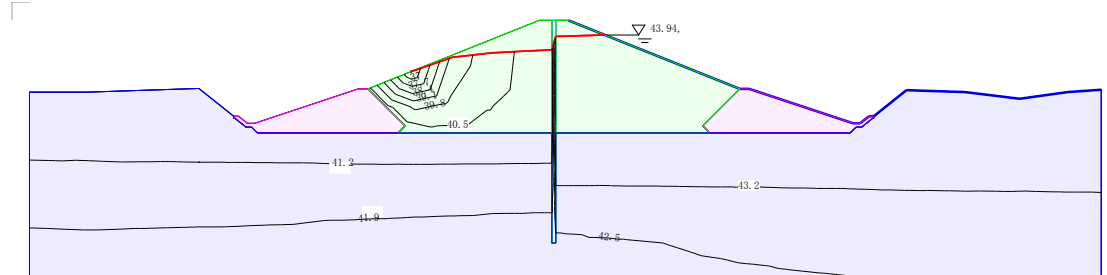
渗流0, H=45.06 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-7 工况 4 水头等值线图



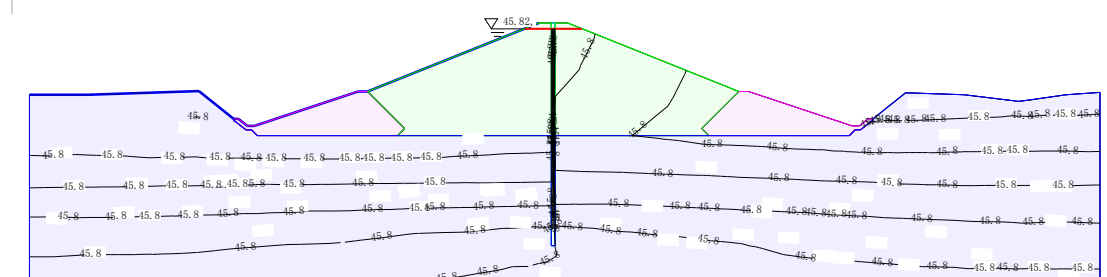
渗流0, H=45.06 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-8 工况 5 水头等值线图



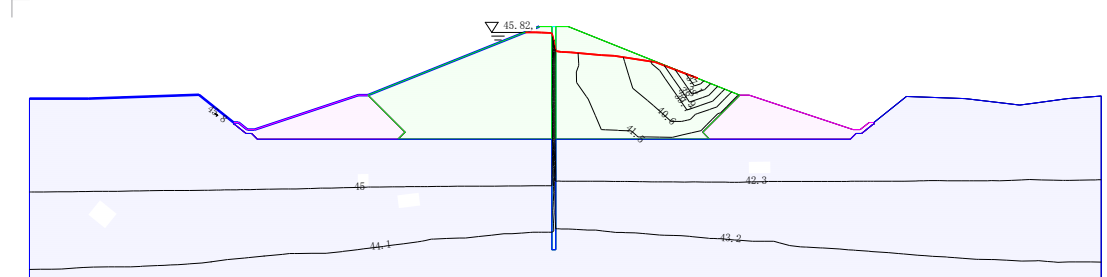
渗流0, H=43.94 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-9 工况 6 水头等值线图



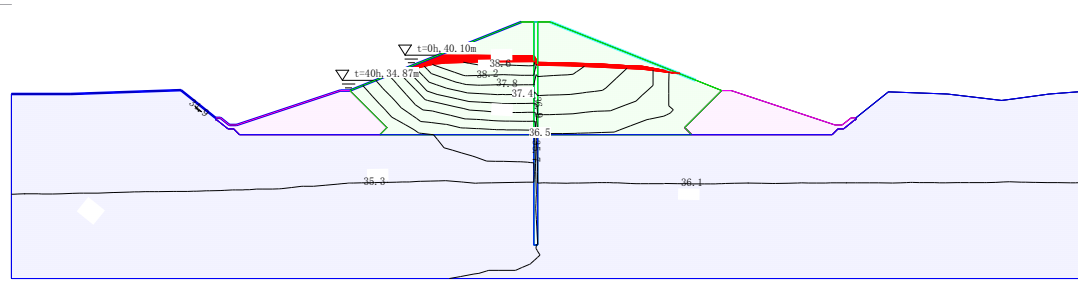
渗流0, H=45.82 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-10 工况 7 水头等值线图



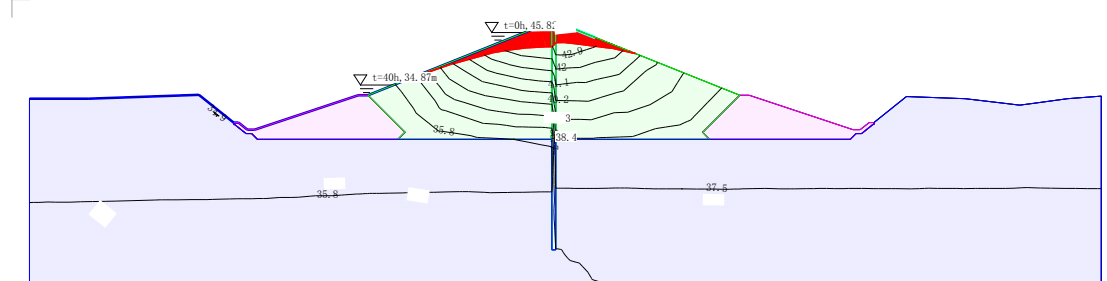
渗流0, H=45.82 (m), 水头 (m) 等值线

图 6.6-11 工况 8 水头等值线图



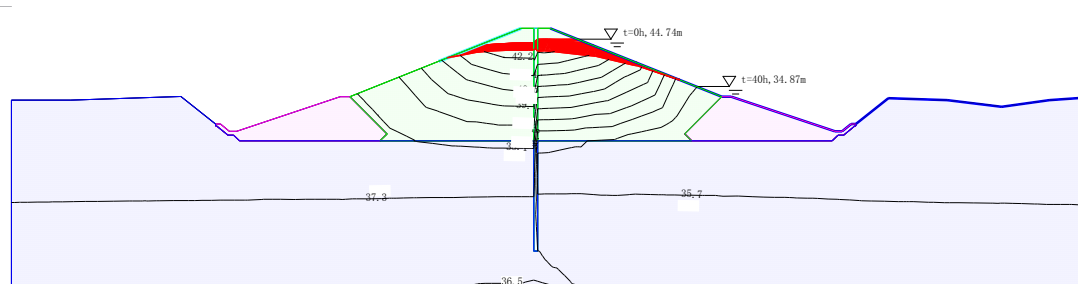
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-12 工况 9 水头等值线图



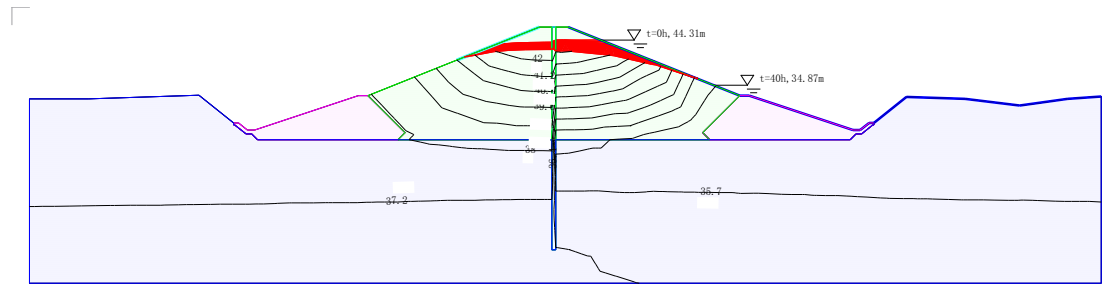
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-16 工况 13 水头等值线图



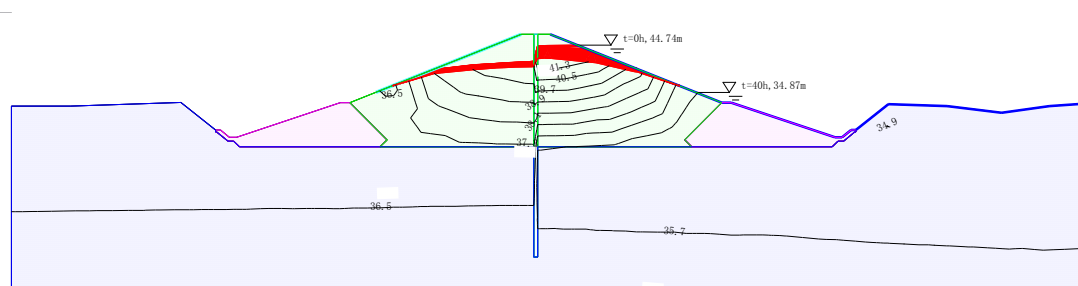
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-13 工况 10 水头等值线图



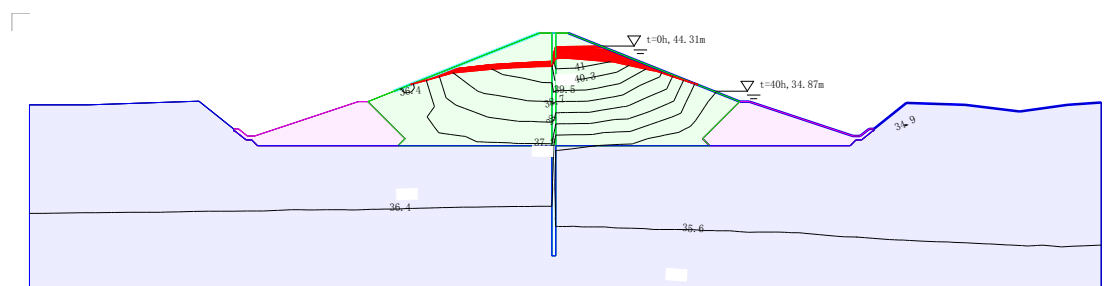
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-17 工况 14 水头等值线图



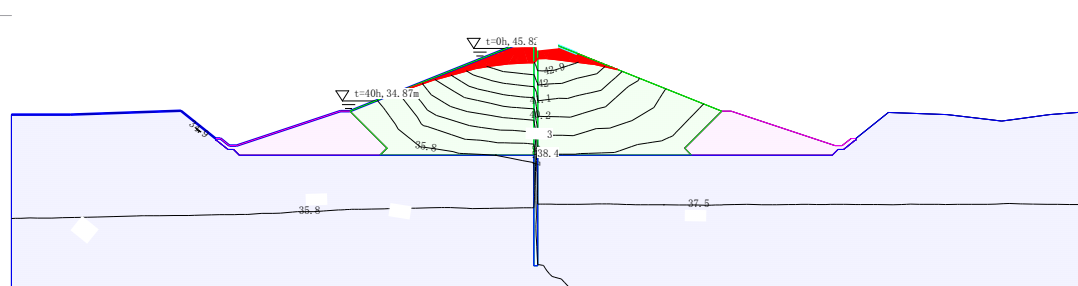
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-14 工况 11 水头等值线图



渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-18 工况 15 水头等值线图



渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-15 工况 12 水头等值线图

根据各工况下的渗透坡降计算结果，坝体各岩土材料与防渗体的最大渗透坡降均小于其允许坡降，故坝体渗流性态是安全的。由上述渗流分析结果可知，大坝混凝土防渗心墙以及坝基帷幕防渗能力较好，渗流得到了有效控制，可以判断土坝不会发生渗漏破坏，满足规范要求。

6.6.2.2 隔离山体渗流计算

(1) 计算工况

隔离山体由于体积较大，长期以来未发生滑坡现象，山体稳定。本次不再进行边坡稳定复核

计算，只复核隔离山体两侧高水位差工况下的渗流稳定。隔离山体渗流稳定计算工况确定如下。

表 6.6-9 大坝渗流计算工况表

工况	工况说明	上库水位 (m)	水源库水位 (m)
工况1	上库、下库正常蓄水位稳定渗流	40.10	44.74
工况2	上库死水位，下库正常蓄水位稳定渗流	34.87	44.74
工况3	上库正常蓄水，下库死水位稳定渗流	40.10	34.87
工况4	上库、下库设计洪水位稳定渗流	45.06	43.94
工况5	上库设计洪水位，下库死水位稳定渗流	45.06	34.87
工况6	上库死水位，下库设计洪水位稳定渗流	34.87	43.94
工况7	上库校核洪水位、下库校核洪水位稳定渗流	45.82	44.31
工况8	上库校核洪水位、下库死水位水稳定渗流	45.82	34.87
工况9	上库正常蓄水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	40.10→34.87	34.87
工况10	上库正常蓄水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.74→34.87
工况11	上库死水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.74→34.87
工况12	上库校核洪水位降落至死水位，下库正常蓄水位非稳定渗流	45.82→34.87	44.74
工况13	上库校核洪水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	45.82→34.87	34.87
工况14	上库正常蓄水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.31→34.87
工况15	上库死水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.31→34.87

表 6.6-10 渗流计算成果表

工况	单宽渗流量 $m^3/d/m$	出逸点比降	出逸土层允许渗透坡降
工况1	0.024675	0.17	0.47
工况2	0.0454359	0.35	0.47
工况3	0.0231002	0.31	0.47
工况4	0.000388057	0.02	0.47
工况5	0.0566021	0.36	0.47
工况6	0.0362745	0.31	0.47
工况7	0.00492381	0.03	0.47
工况8	0.063064	0.32	0.47
工况9	0.210879	0.33	0.47
工况10	0.704458	0.32	0.47
工况11	0.024675	0.31	0.47
工况12	0.589731	0.36	0.47

工况	单宽渗流量 $m^3/d/m$	出逸点比降	出逸土层允许渗透坡降
工况13	0.607948	0.31	0.47
工况14	0.675989	0.31	0.47
工况15	0.698941	0.34	0.47

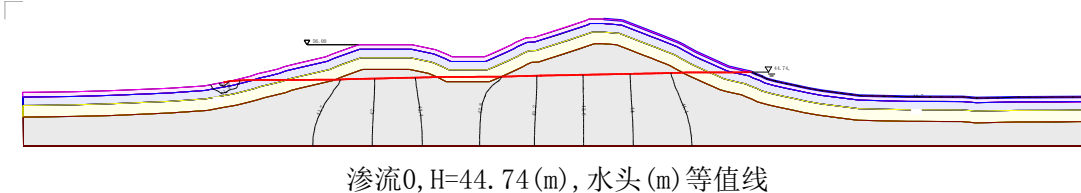


图 6.6-19 工况 1 水头等值线图

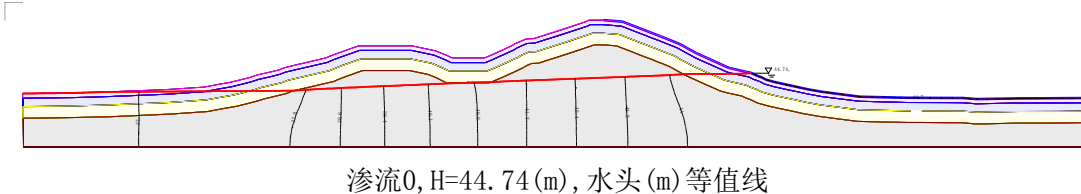


图 6.6-20 工况 2 水头等值线图

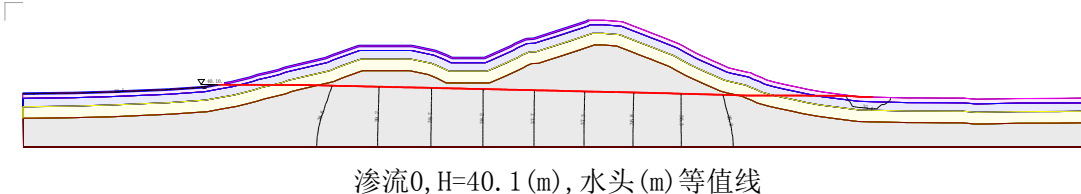


图 6.6-21 工况 3 水头等值线图

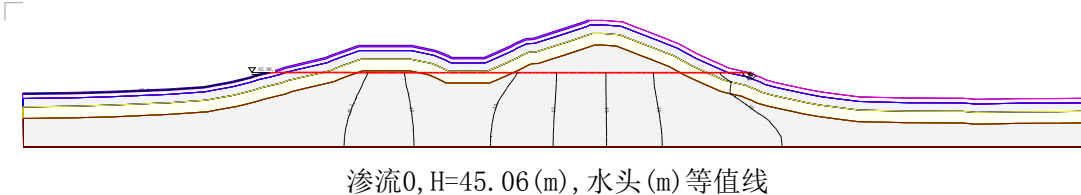


图 6.6-22 工况 4 水头等值线图

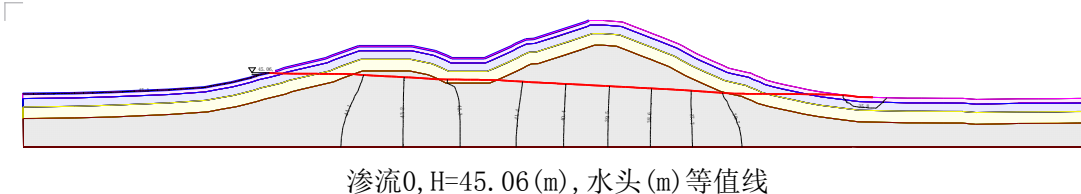
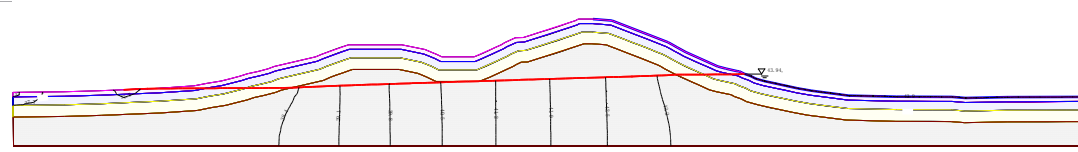
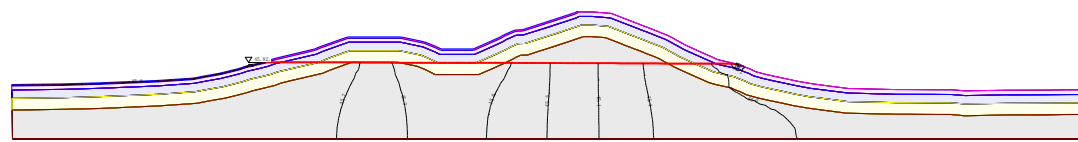


图 6.6-23 工况 5 水头等值线图



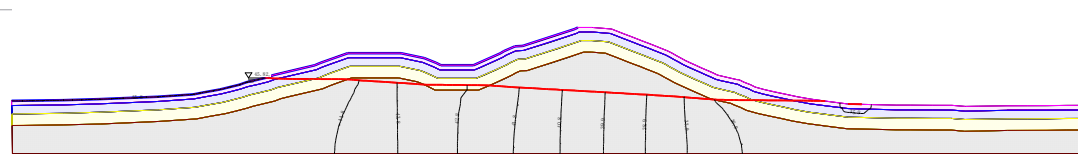
渗流0, H=43.94(m), 水头(m)等值线

图 6.6-24 工况 6 水头等值线图



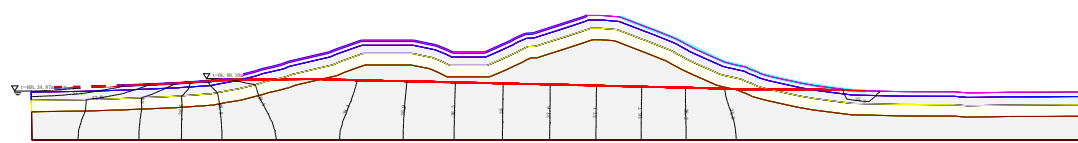
渗流0, H=45.82(m), 水头(m)等值线

图 6.6-25 工况 7 水头等值线图



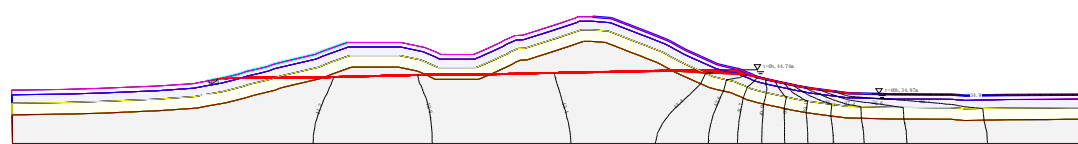
渗流0, H=45.82(m), 水头(m)等值线

图 6.6-26 工况 8 水头等值线图



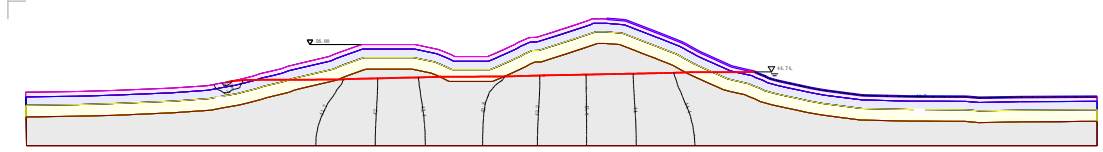
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-27 工况 9 水头等值线图



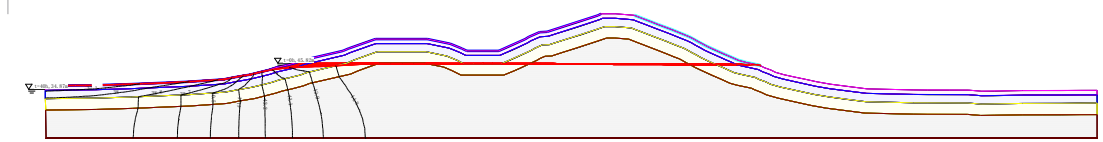
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-28 工况 10 水头等值线图



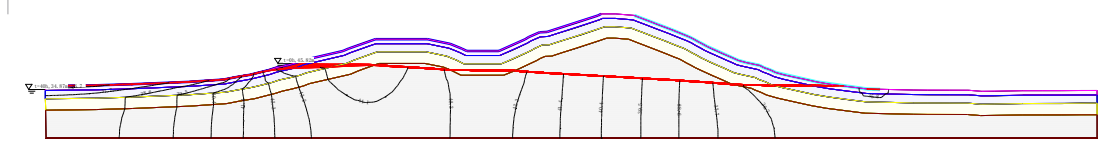
渗流0, H=44.74(m), 水头(m)等值线

图 6.6-29 工况 11 水头等值线图



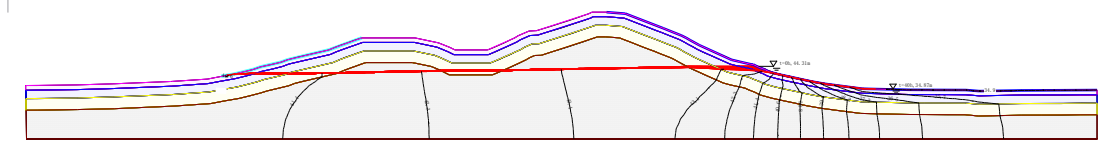
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-30 工况 12 水头等值线图



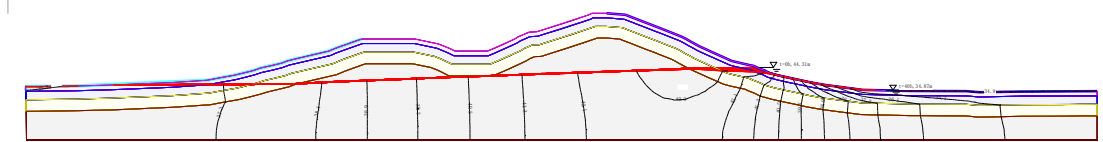
渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-31 工况 13 水头等值线图



渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-32 工况 14 水头等值线图



渗流20, Time=40(h), H=34.87(m), 水头(m)等值线

图 6.6-33 工况 15 水头等值线图

根据各工况下的渗透坡降计算结果，坝体各岩土材料与防渗体的最大渗透坡降均小于其允许坡降，故坝体渗流性态是安全的。各种工况下，计算断面最大渗流量为 $0.704458(\text{m}^3/\text{d})$ 渗流量较小，满足水源库清洁用水的要求。由上述渗流分析结果可知，隔离山体防渗能力较好，不会发生

渗漏破坏，满足规范要求，无需采取防渗加固措施。

6.6.2.3 坝坡稳定计算

(1) 最小安全系数要求

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001)规定，对于3级建筑物，采用计及条间作用力的简化毕肖普法时，其抗滑稳定最小安全系数，在正常运用条件下应不小于1.3，在非常运用条件I下应不小于1.2，在非常运用条件II下应不小于1.15，见表6.6-11。

表 6.6-11 坝坡抗滑稳定最小安全系数表

运用条件	最小安全系数
正常运用条件（稳定渗流期，库水位正常降落）	1.30
非常运用条件 I（校核水位渗流期，库水位非常降落）	1.20

(2) 计算方法及计算指标

坝坡稳定计算工程采用河海大学开发的专业计算软件 AutoBank7.7 中的稳定分析模块，浸润线由渗流分析模块直接导入，计算坝坡抗滑稳定的方法为简化毕肖普法，稳定渗流期采用有效应力法，非稳定渗流期采用总应力法。

计算指标根据地质资料及室内试验成果的参数建议值，结合规范并考虑到坝壳料为软岩，抗压强度较低，长期运行存在软化及湿化问题，坝料计算参数采用值见表6.6-12。

表 6.6-12 主要材料特性表

材料	容重 (KN/m ³)	固结排水CD		固结不排水cu		饱和快剪	
		c(KPa)	擦角(度)	c(KPa)	摩擦角(度)	总应力c(KPa)	总应力摩擦角(度)
强风化花岗岩	23	200	30	200	24	150	22
全风化花岗岩	19.4	22	25	22	25	20	22
坝壳料	17.6	25	27	26	23	20	16
过渡层	18.8	5	40	/	/	/	/
混凝土防渗墙	24	600	38	550	40	500	30

(3) 计算工况

按《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)和《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018)有关规定，本工程大坝为3级建筑物，计算工况见表6.6-10，

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本工程区的地震动峰值加速度0.05g，相应地震基本烈度为VI度。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，当地震烈度为VI度时，可不进行抗震计算。

表 6.6-13 计算工况统计表

运行条件	工况	工况说明	上库水位 (m)	下库水位 (m)
正常 运行 条件	工况1	上库、下库正常蓄水位稳定渗流	40.10	44.74
	工况2	上库死水位，下库正常蓄水位稳定渗流	34.87	44.74
	工况3	上库正常蓄水，下库死水位稳定渗流	40.10	34.87
	工况4	上库、下库设计洪水位稳定渗流	45.06	43.94
	工况5	上库设计洪水位，下库死水位稳定渗流	45.06	34.87
	工况6	上库死水位，下库设计洪水位稳定渗流	34.87	43.94
	工况7	上库正常蓄水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	40.10→34.87	34.87
	工况8	上库正常蓄水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.74→34.87
	工况9	上库死水位，下库正常蓄水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.74→34.87
非常 运用 条件 I	工况10	上库校核洪水位、下库死水位水稳定渗流	45.82	34.87
	工况11	上库校核洪水位、下库校核洪水位稳定渗流	45.82	44.31
	工况12	上库校核洪水位降落至死水位，下库正常蓄水位非稳定渗流	45.82→34.87	44.74
	工况13	上库校核洪水位降落至死水位，下库死水位非稳定渗流	45.82→34.87	34.87
	工况14	上库正常蓄水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	40.10	44.31→34.87
	工况15	上库死水位，下库校核洪水位降落至死水位非稳定渗流	34.87	44.31→34.87

(4) 计算模型

本次大坝抗滑稳定选取的计算断面、计算模型与渗流计算断面一致，详见图6.6-1~2。

(5) 计算结果

经过计算，大坝在各种工况下的坝坡抗滑稳定最小安全系数及滑弧位置成果如表6.6-7，图

6.6-34~图 6.6-63 所示

表 6.6-14 大坝稳定计算结果统计表

运行条件	项目工况	计算结果		抗滑稳定最小安全系数	备注
		上游坝坡	下游坝坡		
正常运行条件	工况1	1.77	1.85	1.3	
	工况2	1.32	1.85	1.3	
	工况3	1.65	1.45	1.3	
	工况4	2.08	2.13	1.3	
	工况5	1.86	1.33	1.3	
	工况6	1.35	1.82	1.3	
	工况7	1.37	1.46	1.3	
	工况8	1.69	1.36	1.3	
	工况9	1.43	1.39	1.3	
非常运用条件 I	工况10	1.90	1.30	1.3	
	工况11	1.89	1.89	1.2	
	工况12	1.31	1.70	1.2	
	工况13	1.33	1.41	1.2	
	工况14	1.69	1.37	1.2	
	工况15	2.00	1.97	1.2	

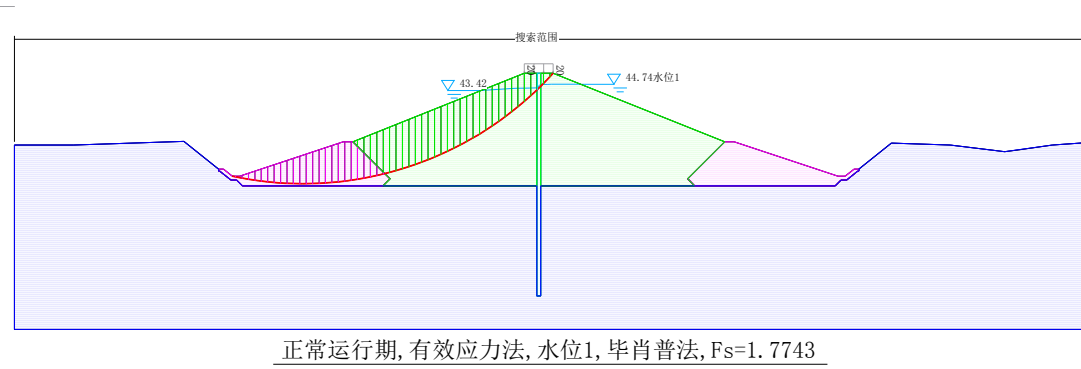
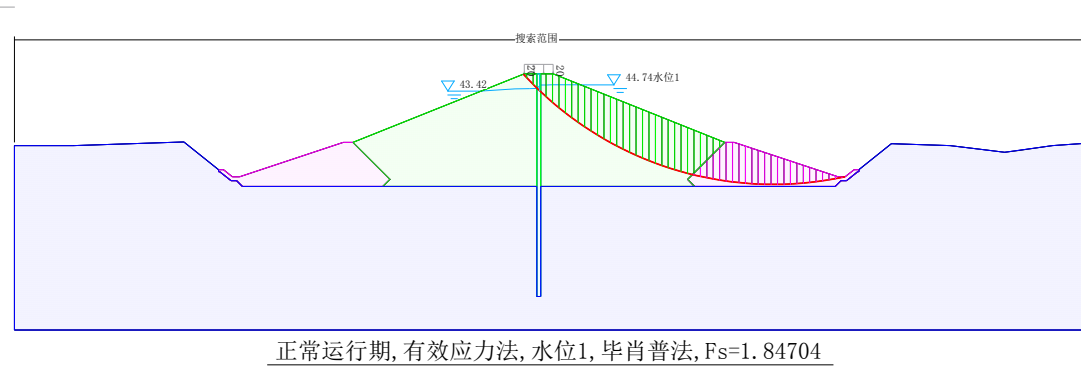


图 6.6-34 工况 1 上游坝坡稳定计算成果图



正常运行期, 有效应力法, 水位1, 毕肖普法, $F_s=1.84704$

图 6.6-35 工况 1 下游坝坡稳定计算成果图

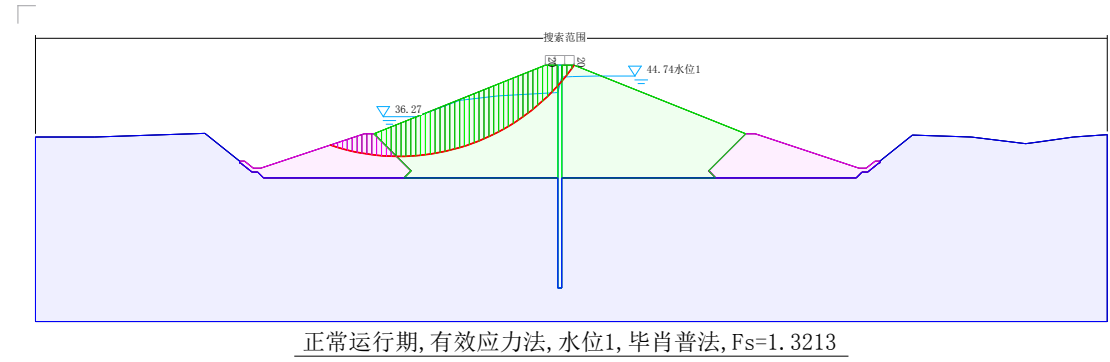


图 6.6-36 工况 2 上游坝坡稳定计算成果图

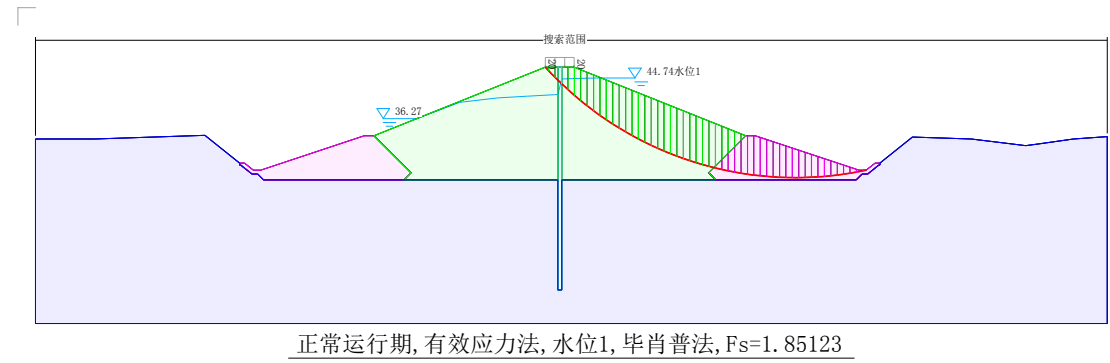


图 6.6-37 工况 2 下游坝坡稳定计算成果图

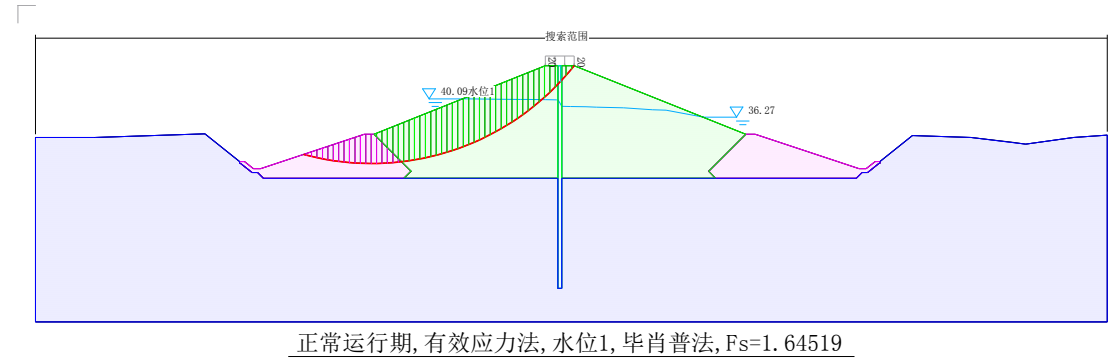
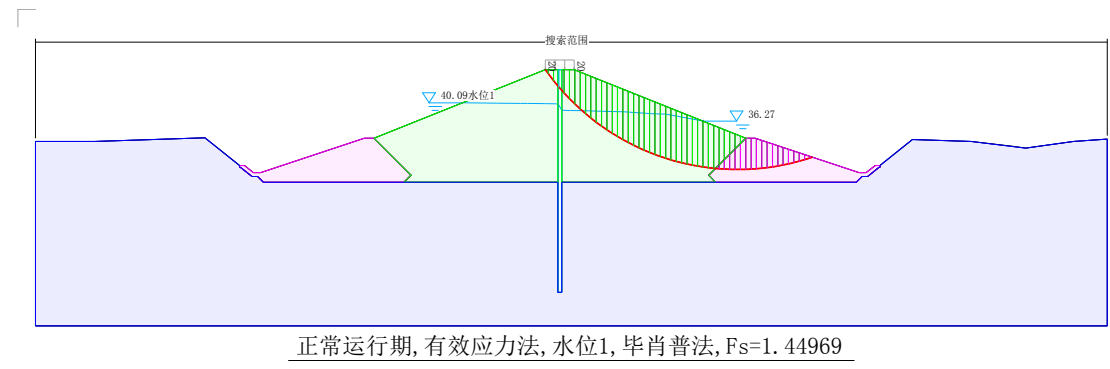
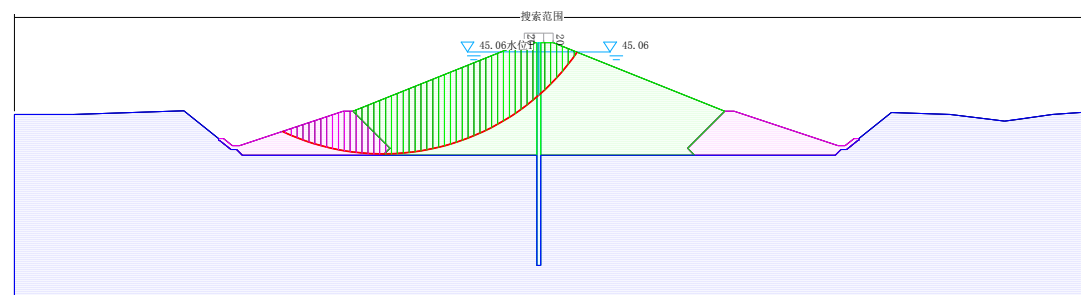


图 6.6-38 工况 3 上游坝坡稳定计算成果图



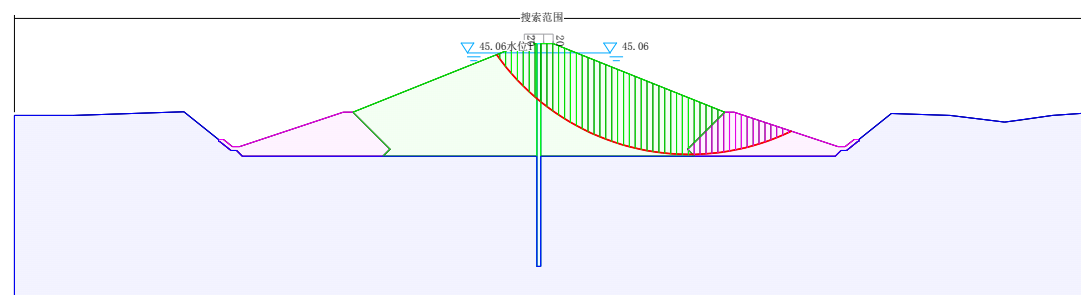
正常运行期, 有效应力法, 水位1, 毕肖普法, $F_s=1.44969$

图 6.6-39 工况 3 下游坝坡稳定计算成果图



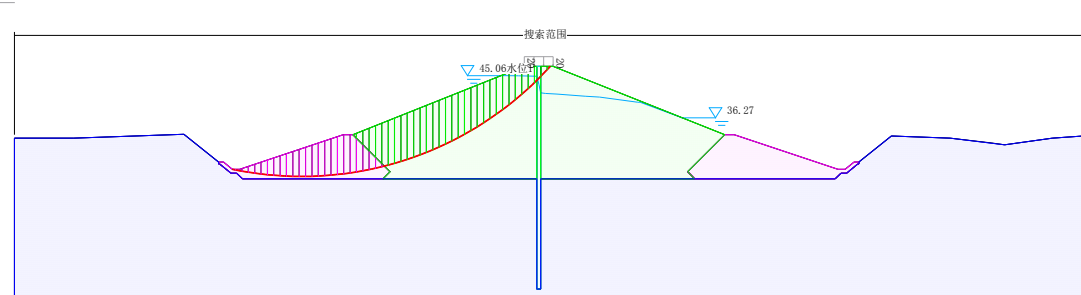
正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=2.0832$

图 6.6-40 工况 4 上游坝坡稳定计算成果图



正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=2.12811$

图 6.6-41 工况 4 下游坝坡稳定计算成果图

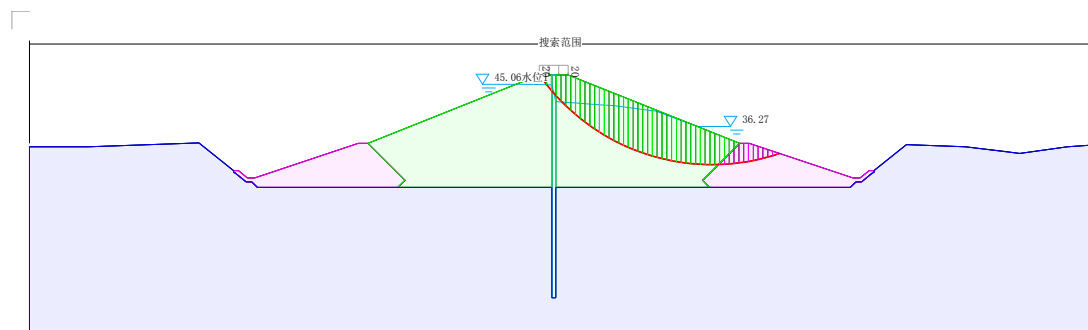


正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=1.86401$

图 6.6-42 工况 5 上游坝坡稳定计算成果图

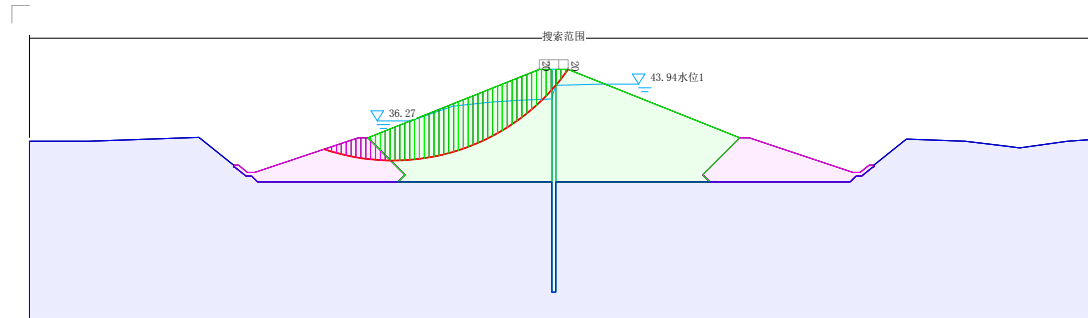


正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=1.86401$



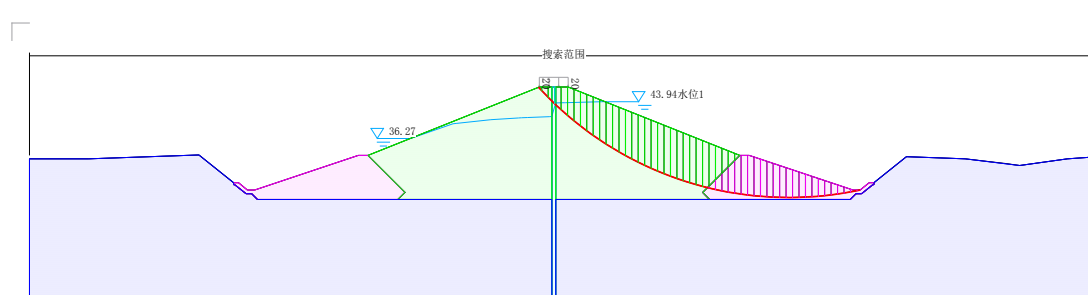
正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=1.32516$

图 6.6-43 工况 5 下游坝坡稳定计算成果图



正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=1.34593$

图 6.6-44 工况 6 上游坝坡稳定计算成果图



正常运行期,有效应力法,水位1,毕肖普法, $F_s=1.81775$

图 6.6-45 工况 6 下游坝坡稳定计算成果图

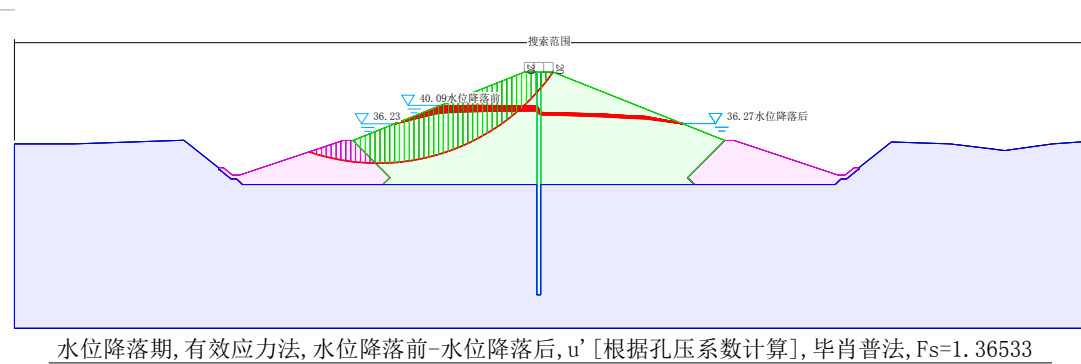


图 6.6-46 工况 7 上游坝坡稳定计算成果图

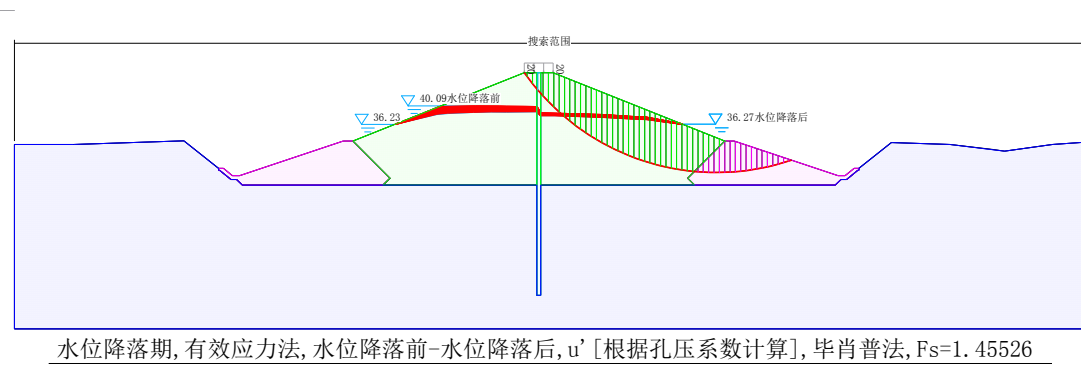


图 6.6-47 工况 7 下游坝坡稳定计算成果图

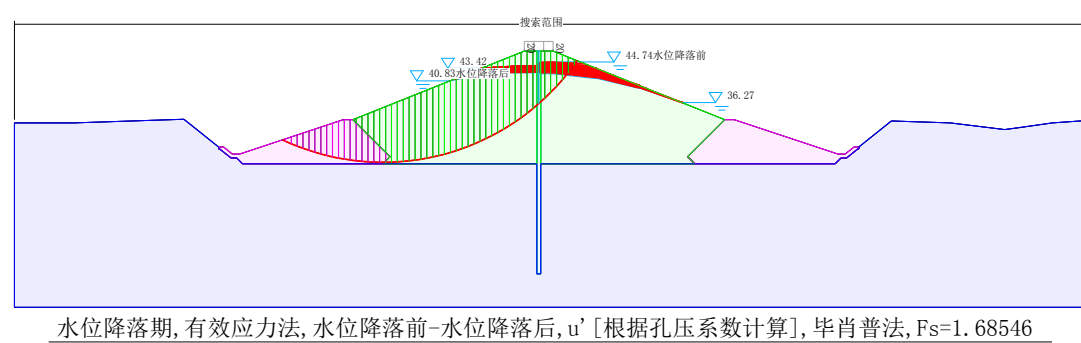


图 6.6-48 工况 8 上游坝坡稳定计算成果图

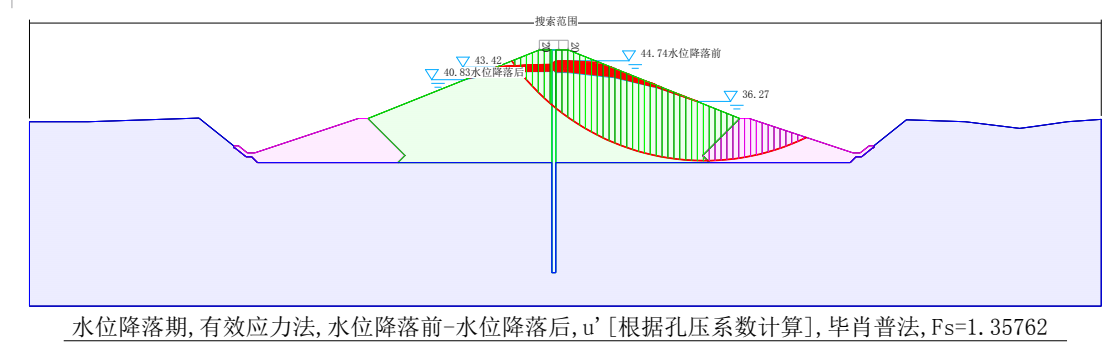


图 6.6-49 工况 8 下游坝坡稳定计算成果图

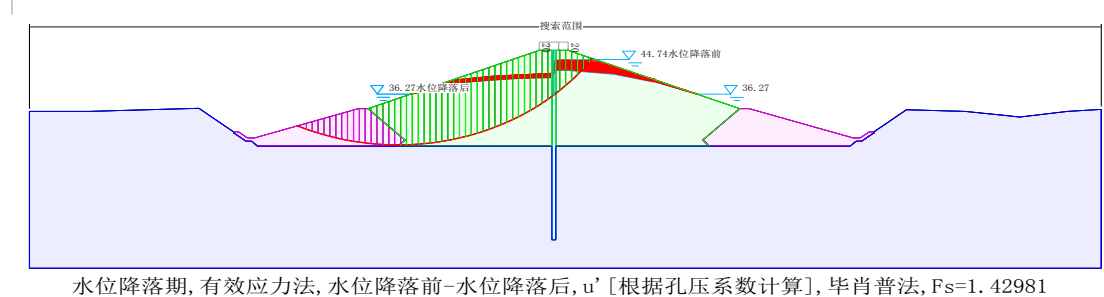


图 6.6-50 工况 9 上游坝坡稳定计算成果图

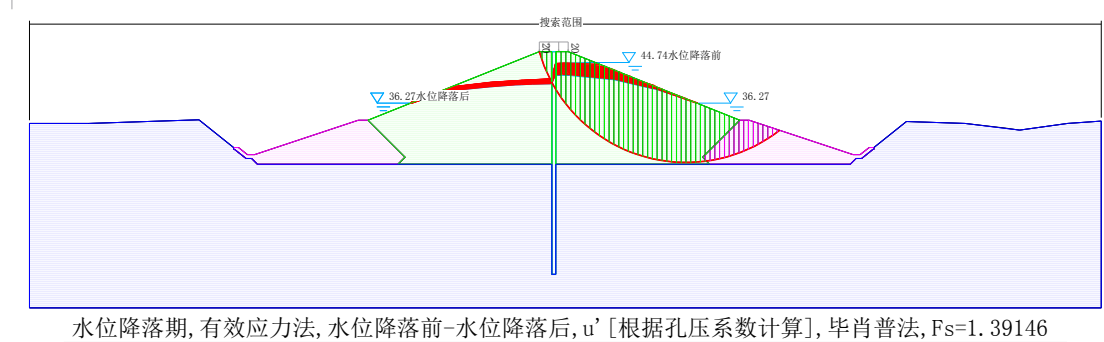


图 6.6-51 工况 9 下游坝坡稳定计算成果图

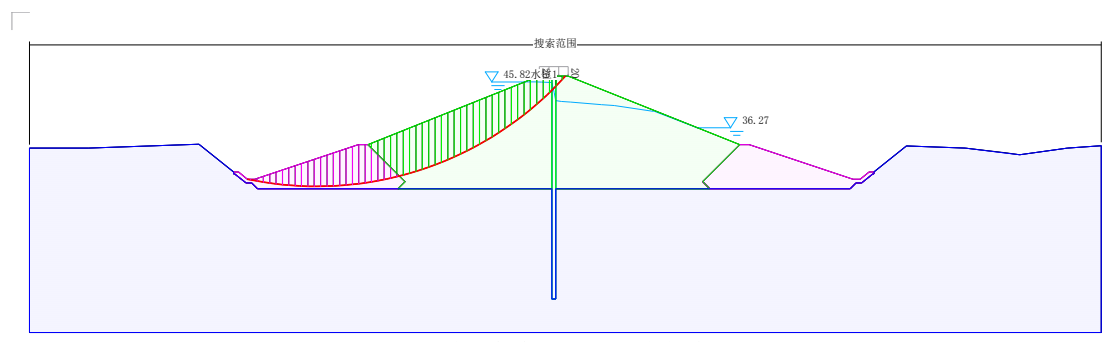


图 6.6-52 工况 10 上游坝坡稳定计算成果图

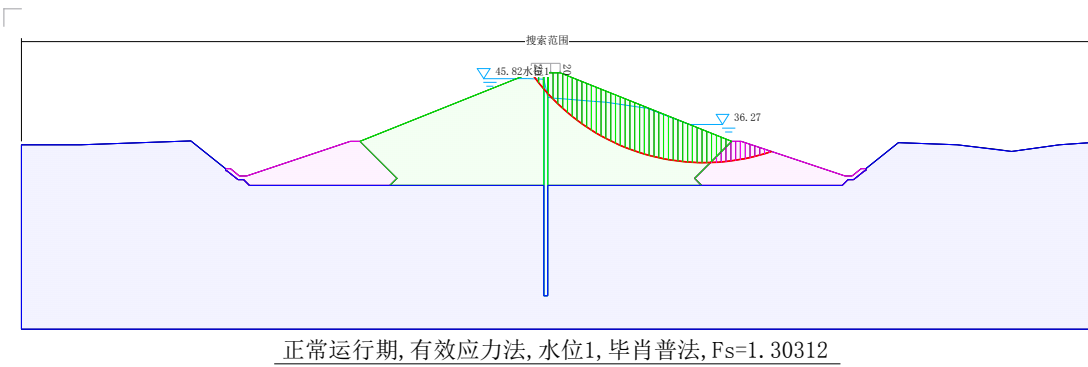


图 6.6-53 工况 10 下游坝坡稳定计算成果图

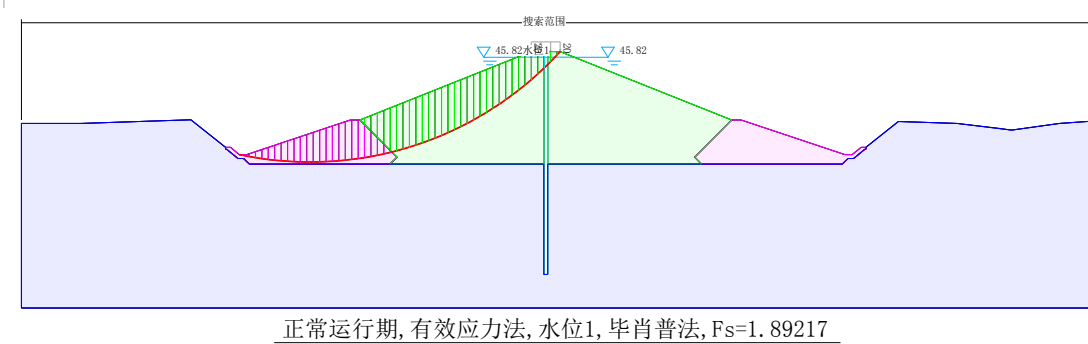


图 6.6-54 工况 11 上游坝坡稳定计算成果图

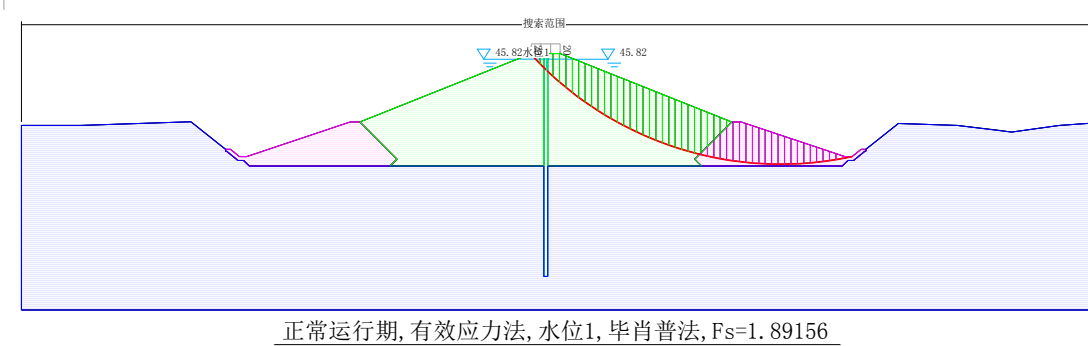


图 6.6-55 工况 11 下游坝坡稳定计算成果图

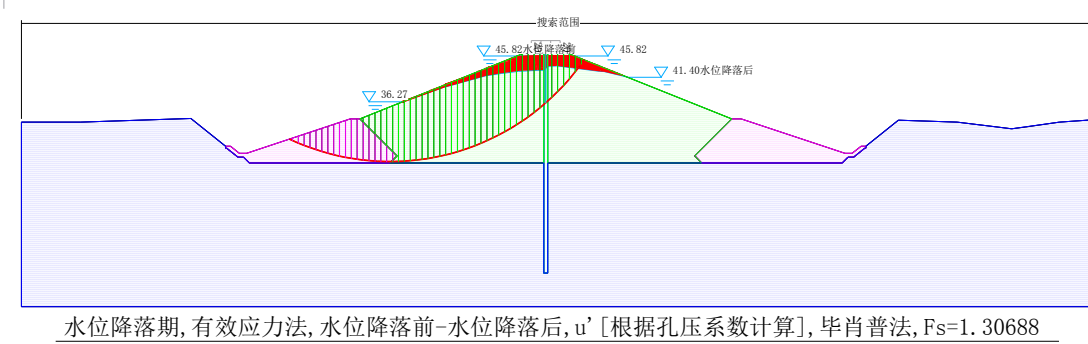


图 6.6-56 工况 12 上游坝坡稳定计算成果图

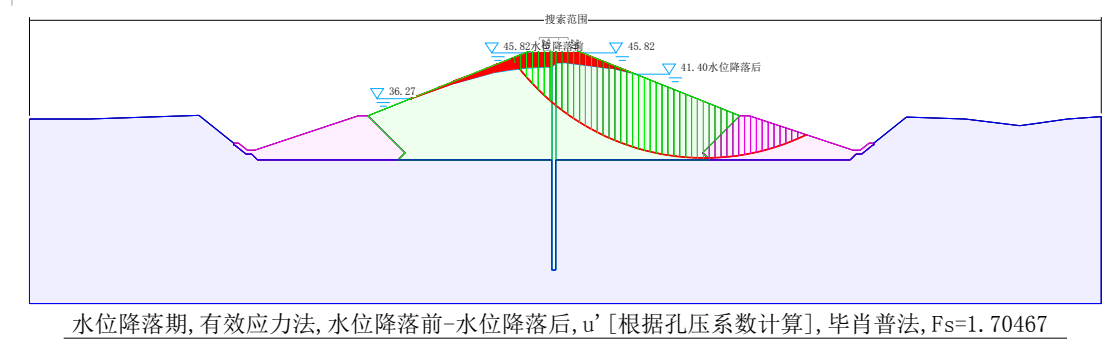


图 6.6-57 工况 12 下游坝坡稳定计算成果图

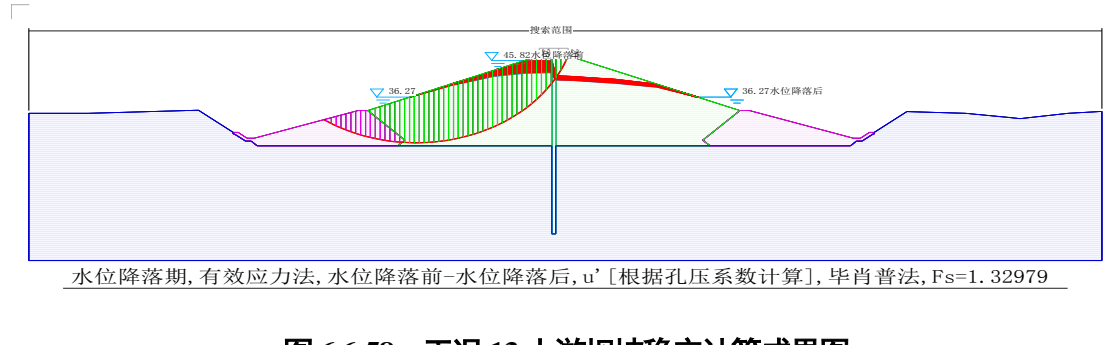


图 6.6-58 工况 13 上游坝坡稳定计算成果图

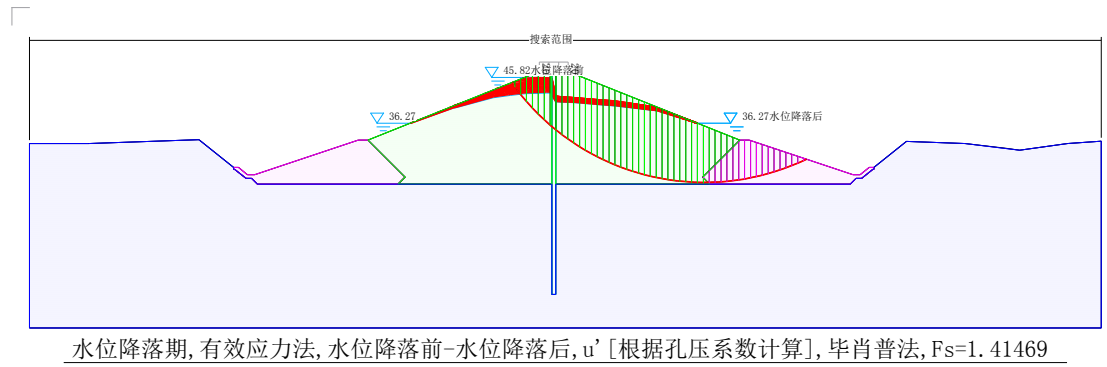


图 6.6-59 工况 13 下游坝坡稳定计算成果图

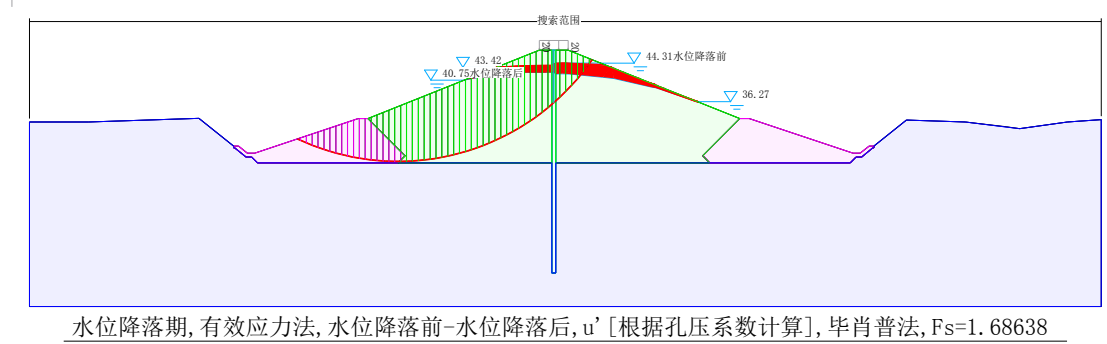
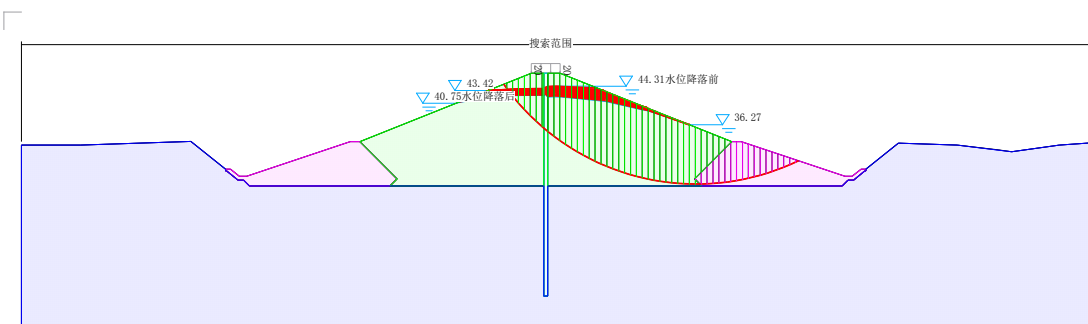
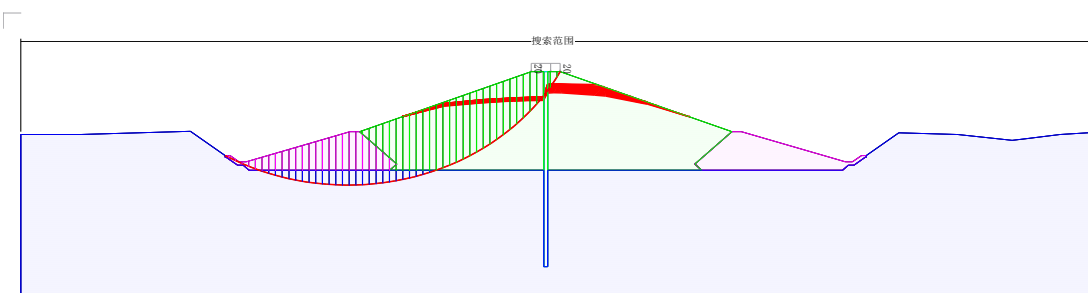


图 6.6-60 工况 14 上游坝坡稳定计算成果图



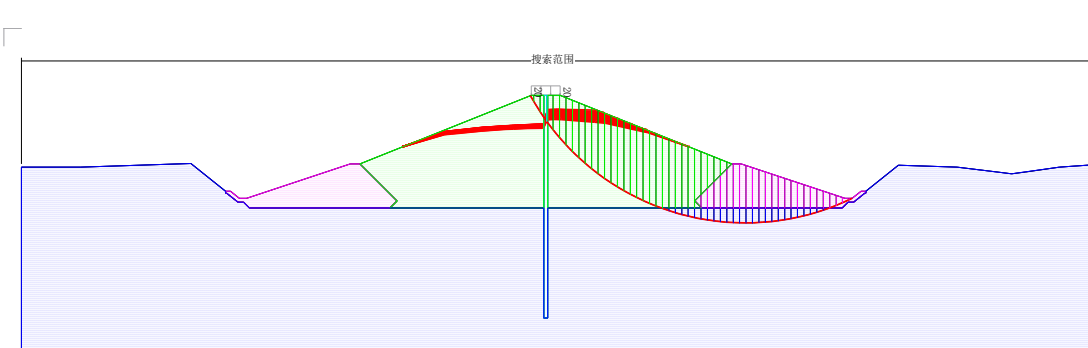
水位降落期,有效应力法,水位降落前-水位降落后, u' [根据孔压系数计算], 毕肖普法, $F_s=1.36602$

图 6.6-61 工况 14 下游坝坡稳定计算成果图



正常运行期,有效应力法,毕肖普法, $F_s=2.00074$

图 6.6-62 工况 15 上游坝坡稳定计算成果图



正常运行期,有效应力法,毕肖普法, $F_s=1.97133$

图 6.6-63 工况 15 下游坝坡稳定计算成果图

从以上计算结果可以看出,正常运用情况下的上下游坝坡稳定最小安全系数 K_{min} 均大于 $[K_0]=1.30$; 非常运用条件 I 下的上下游坝坡稳定最小安全系数 K_{min} 均大于 $[K_0]=1.20$ 。满足规范要求。

6.6.3 连通闸设计

6.6.3.1 平面及剖面布置

当降雨超过 50 年一遇时,上库与下库共同发挥防洪作用,上库来水需进入下库,通过下库溢洪道下泄至河道,本次在上库与下库间设置连通闸。本次设计连通闸为双孔布置,单闸孔净宽 5.0m,水闸顺水流方向主要由入口护砌段,进口八字口悬臂式挡墙及钢筋砼铺盖、闸室、交通桥、出水渠、消力池等建筑物组成。

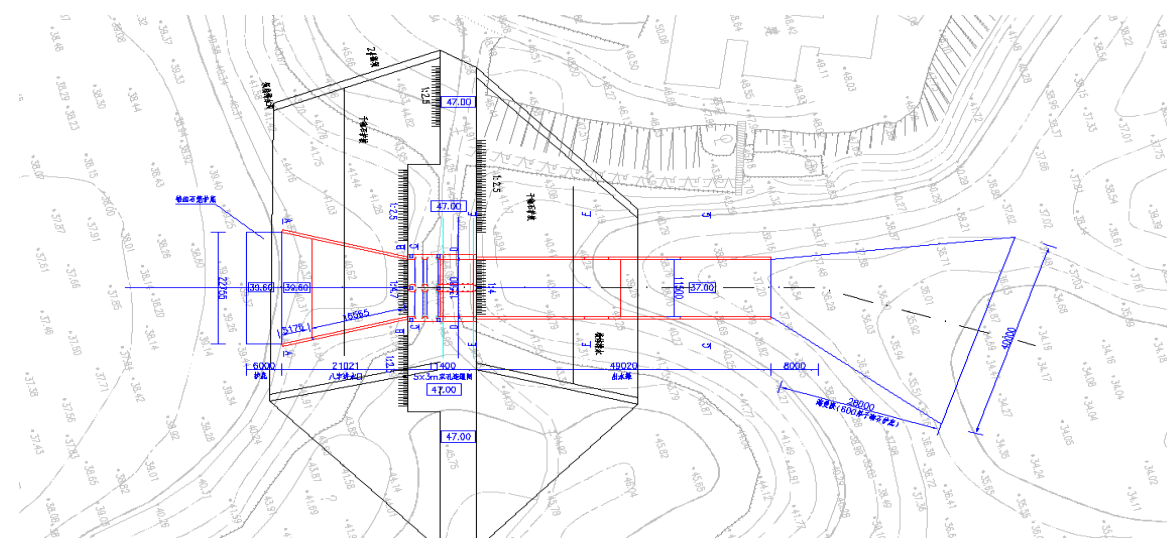


图 6.6-64 连通闸平面图

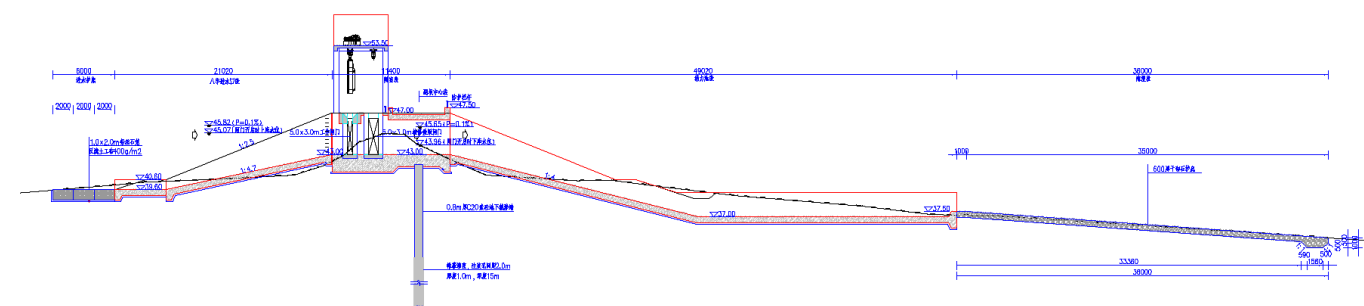


图 6.6-65 连通闸剖面图

6.6.3.2 挡水高程设计

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)第 4.2.4 条规定,水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况计算确定。挡水时,闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和;泄水时,闸顶高程不应低于设计洪水位或校核洪水位与相应安全加高值之和。本工程水闸为 3 级建筑物,水闸安全加高下限值见下表。

表 6.6-15 水闸安全加高下限值 A

运用情况		水闸级别3级
挡水时	正常蓄水位	0.4
	最高挡水位	0.3
泄水时	设计洪水位	0.7
	校核洪水位	0.5

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)，水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况确定，位于防洪（挡潮）堤上的水闸，其闸顶高程不得低于防洪（挡潮）堤堤顶高程。连通闸位于隔离坝 2#副坝上，本次闸室顶高程取隔离坝 2#副坝顶高程。

6.6.3.3 水力计算

(1) 水闸过流能力计算

为了保证上库 P=0.1%的最高水位不超过原水库 46.36m，本次通过堰流计算公式，试算不同闸室宽度确定最大溢流流量。根据调洪演算，上库下泄至下库最大泄流量为 103.79m³/s。根据《水闸设计规范》(SL265-2016)，水闸过流能力按下式计算。

$$Q = B_0 \sigma \varepsilon m \sqrt{2g} H_0^{\frac{3}{2}}$$

多孔闸，闸墩墩头为圆弧形时：

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_z(N-1) + \varepsilon_b}{N}$$

$$\varepsilon_z = 1 - 0.171 \left(1 - \frac{b_0}{b_0 + d_z} \right)^4 \sqrt{\frac{b_0}{b_0 + d_z}}$$

$$\varepsilon_b = 1 - 0.171 \left[1 - \frac{b_0}{b_0 + \frac{d_z}{2} + b_b} \right]^4 \sqrt{\frac{b_0}{b_0 + \frac{d_z}{2} + b_b}}$$

$$\sigma = 2.31 \frac{h_s}{H_0} \left(1 - \frac{h_s}{H_0} \right)^{0.4}$$

$$H_0 = H + \frac{V_0^2}{2g}$$

式中：B₀—闸孔总净宽（m）；

Q—过闸流量（m³/s）；

H₀—计入行近流速水头的堰上水头（m）；

m—堰流流量系数，可采用 0.385；

ε—堰流侧收缩系数；

b₀—闸孔净宽（m）；

N—闸孔数；

σ—堰流淹没系数；

H—堰上水深（m）；

V₀—堰上游行近流速（m/s）；

h_s—由闸底板算起的下游水深（m）；

g—重力加速度，可采用 9.81（m/s²）。

计算结果如下：

表 6.6-16 水闸过流能力计算成果表

设计流量 Q(m ³ /s)	闸孔总净 宽b ₀ (m)	堰上水深 H (m)	侧收缩 系数ε	行近流速 V ₀ (m/s)	上游水头 H ₀ (m)	下游水 深h _s (m)	h _s /H ₀	堰流淹没系 数σ	计算流量 (m ³ /s)
103.79	10	2.818	0.96	3.68	3.509	1.291	0.368	1	106.29

由上表可知，计算流量为 106.29m³/s>设计流量 103.79m³/s，故新建水闸满足过流要求。

(2) 消能防冲计算

消能防冲标准按《水闸设计规范》(SL265-2016)规定：水闸闸下消能防冲的洪水标准应与水闸的洪水标准相一致，并应考虑泄放小流量时可能出现的不利情况。工况一：闸门开启时，上库水位达到 45.07m 时，连通闸开启，下库水位为 43.94m，洪峰流量为 103.61m³/s；工况二：上

库最高水位 45.82m，下库水位 44.32m；工况受三：下库检修工况下，上库水位达到 45.07m，下库水位由死水位上升至 100 年一遇，即下库水位由 34.87m 上升至 38.8m。

由于上述工况，上下游水位差很小，故均采用底流式消能方式。根据《水闸设计规范》(SL265-2016) 附录有关公式计算确定消力池深度、长度、底板厚度以及河床冲刷深度。

1) 计算公式

①消力池深度计算公式：

$$d = \sigma_0 h_c'' - h_s' - \Delta Z$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{g h_c^3}} - 1 \right) \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25}$$

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2} = 0$$

$$\Delta Z = \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2g h_c''^2}$$

式中：

D——消力池深度 (m)；

σ_0 ——水跃淹没系数，可采用 1.05~1.10；

h_c'' ——跃后水深 (m)；

h_c ——收缩水深 (m)；

α ——水流动能校正系数，可采用 1.0~1.05；

q——过闸单宽流量 (m³/s)；

b_1 ——消力池首端宽度 (m)；

b_2 ——消力池末端宽度 (m)；

T_0 ——由消力池底板顶面算起的总势能 (m)；

ΔZ ——出池落差 (m)；

h_s' ——出池河床水深 (m)。

②消力池长度计算公式：

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j; \quad L_j = 6.9(h_c'' - h_c)$$

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)；

L_j ——水跃长度 (m)；

β ——水跃长度校正系数，可采用 0.7~0.8；

2) 计算结果及设计取值

根据上述计算公式计算 2 种工况下的池深、池长、底板厚等计算值，并取 2 种工况下的大值为设计值。成果如下表所示。

表 6.6-17 消能计算成果表

上库水位 (m)	下库水位 (m)	是否需设消力池	计算消力池池深 (m)	计算消力池池长 (m)	设计消力池池深 (m)	设计消力池池长 (m)
45.07	43.94	无需消力池	/	/	0.5	25
45.07	38.80	需设消力池	0.193	20.848		
45.82	43.94	无需消力池	/	/		

根据上表，本次水闸设置下游消力池池深为 0.5m，池长为 25m。

(3) 海漫长度计算

由于本闸水流扩散条件良好，根据《水闸设计规范》要求，海漫长度采用下式计算。

$$L_p = k_s \sqrt{q_s \sqrt{\Delta H}}$$

式中：

L_p ——海漫长度（m）；

q_s ——消力池末端单宽流量（ m^3/s ）；

ΔH ——闸孔泄水时上下游水位差（m）；

k_s ——海漫长度计算系数，取 7。

表 6.6-18 海漫长度计算成果表

上库水位（m）	下库水位（m）	消力池末端单宽流量 q_s （ m^3/s ）	计算海漫长度 L_p （m）	设计海漫长度（m）
45.07	38.80	10.3	35.546	36

(4) 渗流计算

水闸防渗排水布置根据闸基地质条件和水闸上、下游水位差等因素，结合闸室、消能防冲和两岸连接布置进行综合分析确定。本阶段初步拟定的闸基防渗长度应满足以下公式。

$$L=C\Delta H$$

式中：

L ——闸基防渗长度，即闸基轮廓线防渗部分水平段和垂直段长度的总和（m）；

ΔH ——上、下游水位差（m）；

C ——允许渗径系数值，见《水闸规范》表 4.3.2。

表 6.6-19 防渗计算成果表

工况	上库水位(m)	下库水位（m）	允许渗径系数 C	计算闸基防渗长度 L （m）	设计闸基防渗长度
泄水	45.07	38.80	7	43.89	101.6
挡水	37.00	44.74	7	54.18	

6.6.3.4 结构设计

(1) 进水八字口

为衔接闸室与水库岸坡，采八字口进水型式，进水口底高程为 39.60m。因进水处高于库底，为避免冲刷对库岸坡产生影响，对八字口前岸坡采用 600 厚铅丝石笼护底，总长度 6.0m。八字

口采用 C30 钢筋砼悬臂式挡墙型式，挡墙高度 1.0~4.0m。进水八字口底板采用 600 厚 C30 钢筋砼结构，下设 150 厚 C20 素砼垫层。

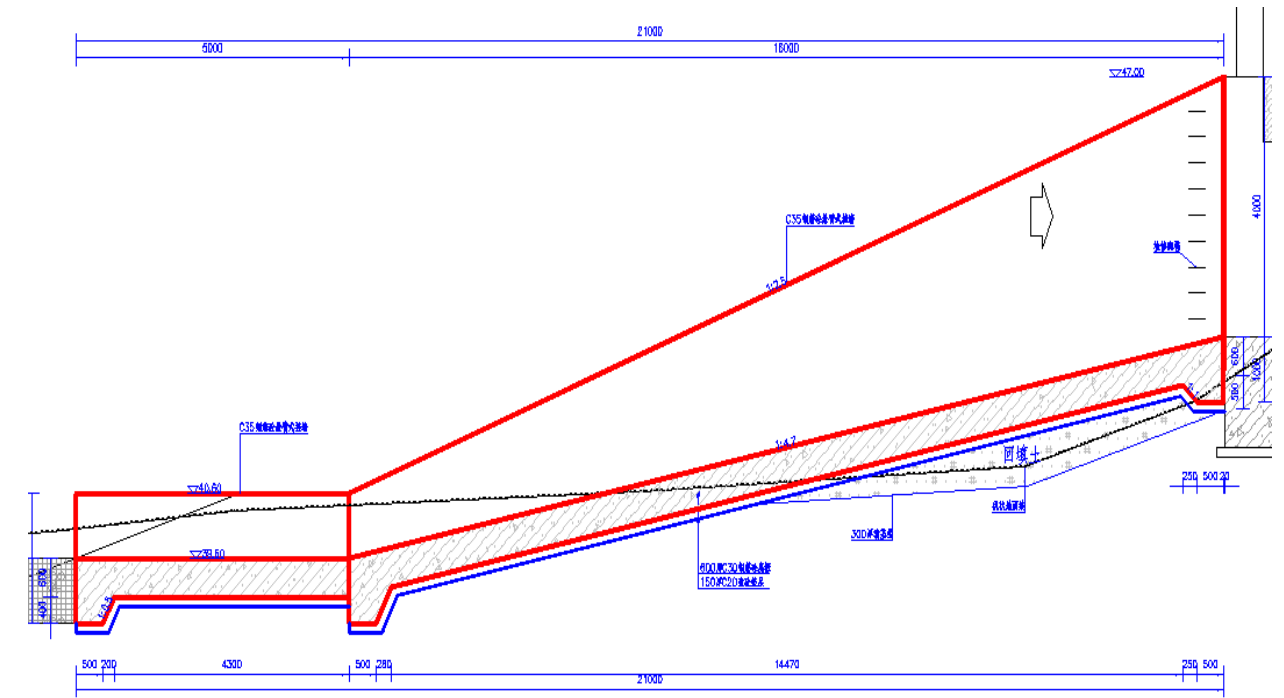


图 6.6-66 进水八字口剖面图

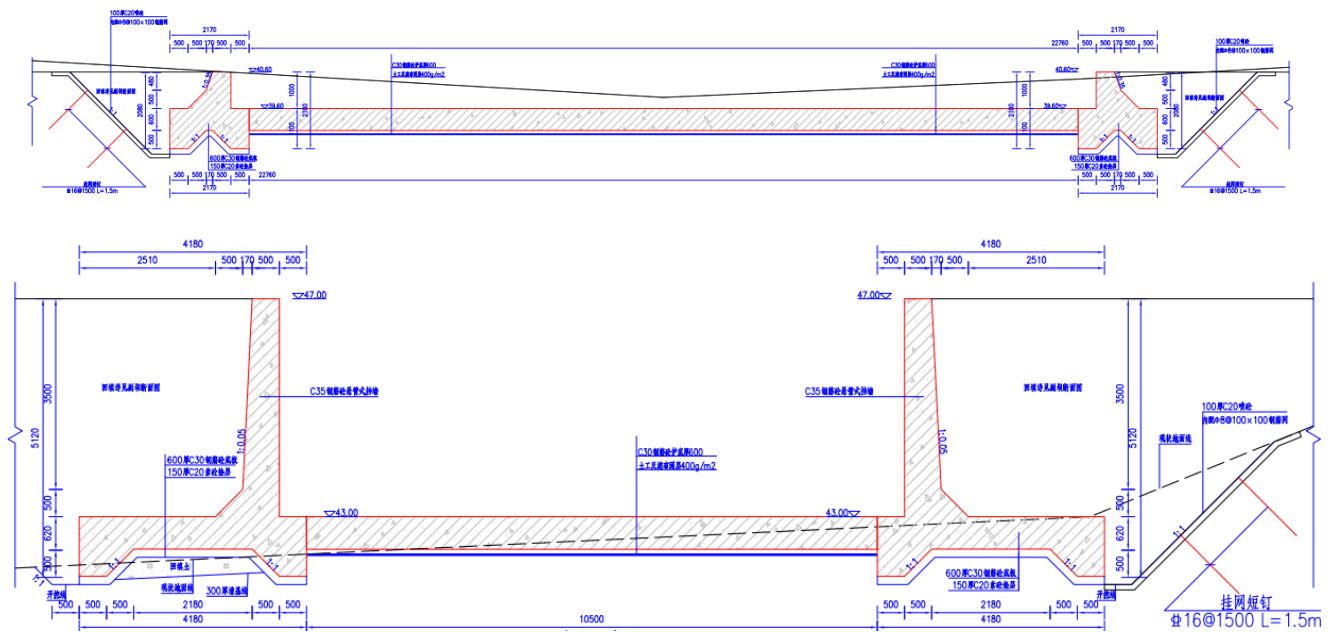


图 6.6-67 进水八字口横断面图

(2) 闸室段

连通闸位于隔离坝 2#副坝，为开敞式结构型式，共设 2 孔，单孔尺寸为 5.0×3.0m（净宽×净

高)。闸室段总长 11.4m，其中布置水闸段长度 5.4m，交通桥段长度 6.0m。闸室底板采用平地板，底板厚度 1.2~1.7m，高程 43.0m；闸室地面高程为 47.0m。交通桥段为双孔涵洞型式，考虑到上库最高水位为 45.82m，交通桥底需高于最高水位 0.5m，因此涵洞内顶高程取 46.32m，涵洞净高 3.32m，单孔净宽 5.0m；交通桥结构采用 C35 钢筋砼，侧墙厚度 1.0m，中墩厚度 1.5m，底板厚度 1.2m。为与副坝截渗墙形成封闭体，底板下部设 800 厚 C20 素砼地下底下截渗墙，基岩段进行帷幕灌浆。

水闸采用固定卷扬机启闭，闸顶设启闭机房，一楼为排架，高 6.0m；二楼启闭机房高 5m。

根据运行调度要求，泄水控制闸当上库水位达到 40.57m 时，水闸开启，水位降至 43.0m 时，水闸关闭。

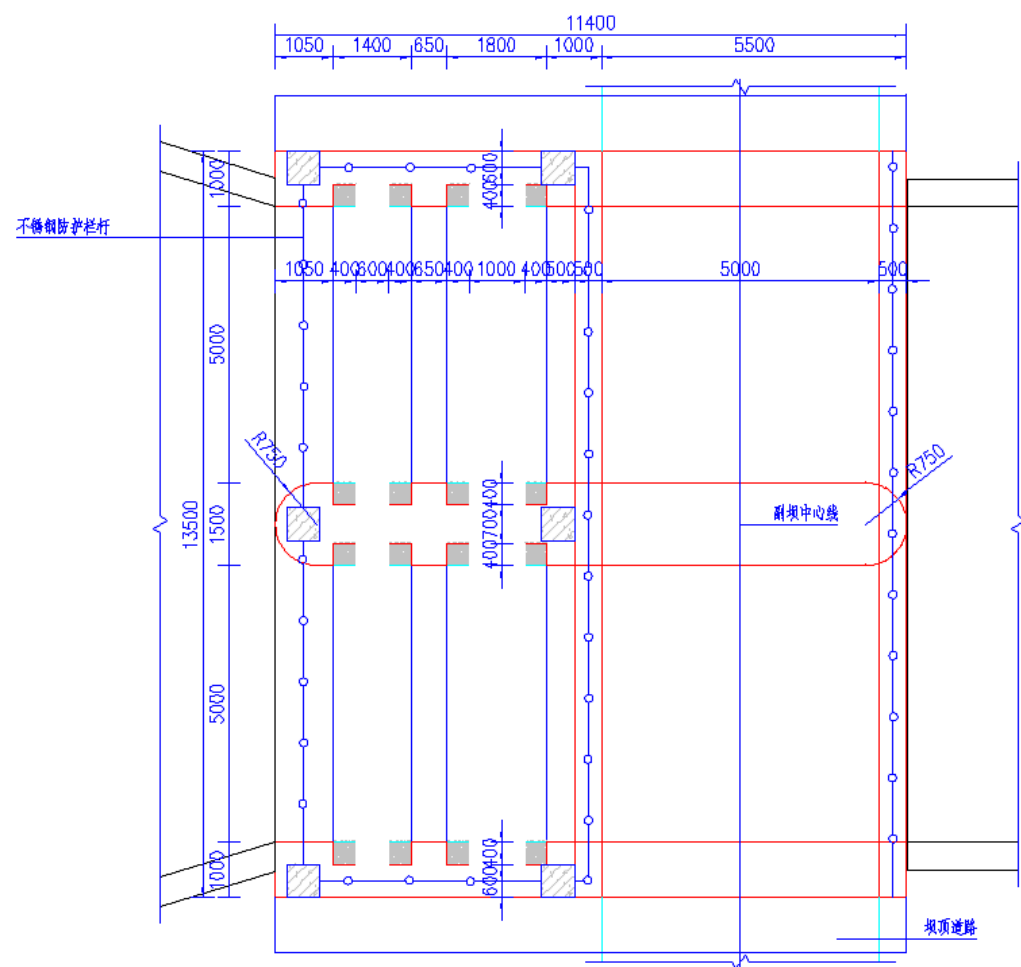


图 6.6-68 闸室段平面图

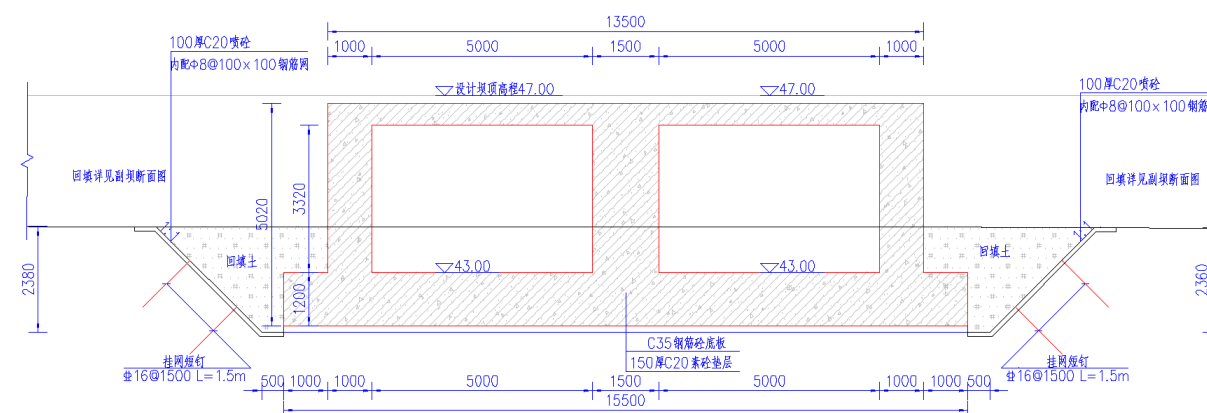


图 6.6-69 闸室段交通桥结构剖面图

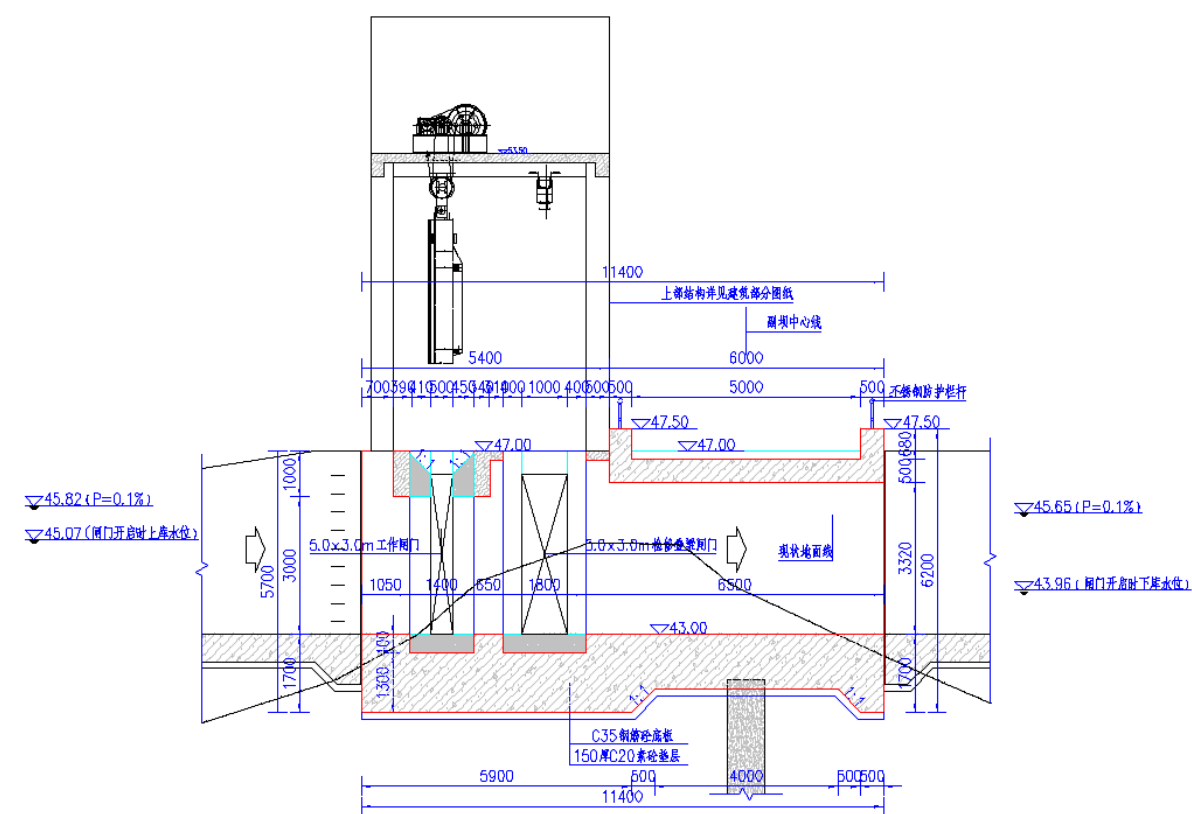


图 6.6-70 闸室段结构剖面图

(3) 消力池段

闸室段下游衔接消力池，消力池翼墙采用 C30 钢筋混凝土悬臂式挡土墙，翼墙墙顶高程 39.29~47.0m，翼墙顺水流方向长度为 49m。消能采用挖深式消力池，池深为 0.5m，闸室出口水舌段以 1:4 坡与消力池底连接，消力池长 25m，宽度 11.5m。消力池底板为 C30 钢筋砼，厚 0.6m，消力池尾槛与海漫连接。

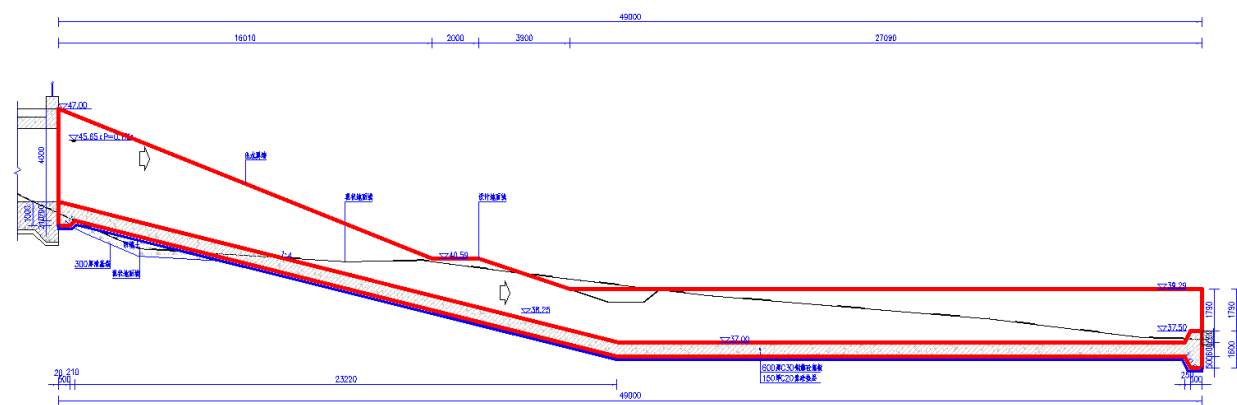


图 6.6-71 消力池段纵剖面图



图 6.6-72 消力池段横断面图

(4) 海漫段

海漫长 36m，底宽 11.5~48m，均为干砌石护底，护底厚均为 0.6m，下铺 150 厚碎石垫层，末端设 1.0m 深防冲槽，宽度 2.5m。

6.6.3.5 稳定计算

(1) 闸室稳定计算

1) 闸室荷载及组合

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)规定，闸室各计算工况的荷载组合见下表。

表 6.6-20 闸室稳定计算荷载组合表

荷载组合	计算情况	荷载									
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	风压力	浪压力	地震荷载	其他
基本组合	完建情况	√	-	-	-	√	-	-	-	-	√
	设计水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√

荷载组合	计算情况	荷载									
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	风压力	浪压力	地震荷载	其他
特殊组合	检修情况	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√
	校核水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
	地震情况	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-

2) 闸室稳定计算工况

根据《水闸设计规范》、《水工建筑物荷载设计规范》、《水工建筑物抗震设计标准》，水闸稳定计算工况包括完建情况、正常蓄水位情况、设计洪水位情况、施工情况、检修情况、校核洪水位情况、地震情况。本次基本组合采用完建工况和设计挡水工况 2 种工况计算；特殊组合采用校核排水工况 1 种工况计算。

表 6.6-21 水闸闸室稳定计算工况统计表

工况	水位值 (m)	备注	
		上游侧	下游侧
基本组合	完建工况	无水	无水
	设计挡水工况	45.07	43.94
特殊组合	校核洪水工况	45.82	44.32

3) 闸室抗滑稳定计算公式

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

式中：Kc—沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

f—闸室基底面与地基之间的摩擦系数，考虑地基处理取 0.30；

∑G—作用在闸室上的全部竖向荷载（包括闸室基础底面上的扬压力），kN；

∑H—作用在闸室上的全部水平向荷载，kN。

4) 基底应力计算公式

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

式中：P_{max/min}—闸室基底应力最大值或最小值，kPa；

ΣG —作用在闸室上的全部竖向荷载（包括闸室基础底面上的扬压力在内），kN；

ΣM_x 、 ΣM_y —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；

A —闸室基底面面积， m^2 ；

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

(5) 抗浮稳定计算公式

$$K_f = \frac{\Sigma V}{\Sigma U}$$

式中： K_f —闸室抗浮稳定安全系数；

ΣV —作用在闸室上部全部向下的铅直力之和，kN；

ΣU —作用在闸室基底面上的扬压力，kN。

6) 闸室稳定及基底应力计算成果

表 6.6-22 水闸稳定计算成果表

水闸	工况	参数	计算结果	规范要求	备注	
连通闸	工况一：完建工况	基底最大压力 p_{max} =	91.159			
		基底最小压力 p_{min} =	73.99			
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.604	<2.0	满足要求	
	工况二：50年一遇挡水工况	基底最大压力 p_{max} =	64.46			
		基底最小压力 p_{min} =	43.475			
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.517	<2.0	满足要求	
		抗滑安全系数 K =	11.653	>1.25	满足要求	
	工况三：1000年一遇校核排水工况	基底最大压力 p_{max} =	63.533			
		基底最小压力 p_{min} =	52.905			
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.503	<2.0	满足要求	
		抗滑安全系数 K =	7.119	>1.25	满足要求	

经计算知，连通闸闸室的抗滑稳定均满足规范要求；基底应力分布合理，应力比都不大，均满足规范要求。

(2) 进出口翼墙稳定计算

1) 稳定与基底应力计算

翼墙稳定计算稳定分析内容主要包括建筑物的抗滑稳定、抗倾覆稳定、基底应力及不均匀系数等。

① 荷载组合及计算方法

按照《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）的规定，主泵房的稳定计算荷载组合考虑以下三种计算工况：

完建工况（特殊组合）：翼墙前后无水；

设计运用工况（基本组合）：翼墙前后处于设计运行水位；

翼墙稳定计算的荷载组合见下表。

表 6.6-23 荷载组合统计表

荷载组合	计算情况	自重	静水压力	扬压力	土压力
特殊组合	完建工况	√			√
基本组合	设计运用工况	√	√	√	√

② 计算方法及公式

A、抗滑稳定计算

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），土质地基上挡土墙沿基底面的抗滑稳定安全系数，应按下列公式计算：

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

式中：

K_c —沿挡墙基底面的抗滑稳定安全系数；

ΣH —作用在挡墙上的全部水平荷载；

f —挡墙基础底面与地基间的摩擦系数；

ΣG —作用在挡墙上的全部竖向荷载；

A—基底面的面积。

沿基底面的抗滑稳定安全系数应满足：土基下3级建筑物基本组合大于1.25，特殊组合I大于1.1。

B、基底应力计算

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），挡土墙基底应力应按以下公式计算：

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

式中： P_{\max} 、 P_{\min} ——翼墙基底应力的最大值或最小值；

$\sum M$ ——作用于翼墙上的全部竖向或水平荷载对于基础底面垂直水流方向的形心轴的力矩；

W ——翼墙基础底面对于基础底面垂直水流方向的形心轴的截面矩；

A ——翼墙基础底面的面积。

在各种计算工况下，翼墙平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的1.2倍，翼墙基底应力不均匀系数，松软地基，基本组合小于1.5，特殊组合小于2.0；中等坚实地基，基本组合小于2.0，特殊组合小于2.5。

C、抗倾覆稳定计算

挡土墙的抗倾覆稳定安全系数，应按公式计算：

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \geq [K_0]$$

式中，

K_0 ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_v$ ——对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩(kN.m)；

$\sum M_H$ ——对挡土墙基底前趾的倾覆力矩(kN.m)。

$[K_0]$ ——抗倾覆稳定安全系数的允许值，土质地基上3级建筑物在基本组合下为1.50，特殊组合下为1.40。

③翼墙稳定计算成果

根据计算结果，进出水翼墙稳定均满足相关规范要求。

表 6.6-24 连通闸进水、出水翼墙稳定、基底应力计算成果表

名称	控制工况	抗滑稳定安全系数	抗倾覆稳定安全系数	平均应力(kPa)	基底应力不均匀系数
进水翼墙	完建工况	2.285	7.68	86.287	1.04
	设计工况	1.767	3.314	74.477	1.61
出水翼墙	完建工况	2.09	4.759	54.557	1.34
	设计工况	2.26	1.9	38.4	1.04

6.7 控泄转输工程

6.7.1 转输隧洞

6.7.1.1 设计参数

控泄转输通道起点为3号副坝右坝肩位，沿现状山体向6号副坝向东，横穿虾公岩水库，终点为虾公岩水库旧溢洪道。转输隧洞调蓄水位高程为40.10~45.06m；当水位到达45.06m（P=2%）高程后，关闭隧洞进口控制闸，通过连通闸泄洪，隧洞纵坡0.1%，运行工况属于有压隧洞，管道糙率取0.016（按隧洞维护较差考虑）。经计算，管道计算最大下泄流，17.01m³/s大于设计泄流17m³/s，满足设计要求。

表 6.7-1 转输隧洞泄流能力设计参数表

参数名称	数值	备注
设计最大泄流量 Q	17.00m ³ /s	P=2%
进口闸底高程 (顶管进口内底)	39.00m	/
闸门开启水位 (启门工况)	40.10m	库水位涨至该高程开闸泄流
闸门关闭水位 (设计控制工况)	45.06m	库水位涨至该高程关闸，转连通闸泄洪
隧洞(顶管)总长 L	508m	进口高、出口低的下坡

参数名称	数值	备注
隧洞纵坡 i	0.10%	/
出口河底高程	31.00m	旧溢洪道河底高程
下游出口河道水位	35.31m	虾公岩水 35.29m (P=2%) 起推至就旧溢洪道出口水位高程

6.7.1.2 泄流水力计算

在使用工况下，隧洞为淹没出流有压流隧洞，其计算公式如下：

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g(T_0 - h_p)}$$

μ —流量系数；

ω —隧洞出口断面面积；

T_0 —上游水面与隧洞出口底板高程差及上游行进水头之和；

h_p —隧洞出口断面的平均单位势能， $h_p = 0.5a + \bar{p}/\gamma$ ；

a —出口断面洞高；

\bar{p}/γ —出口断面平均单位压能；

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta_i \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2 + \sum \frac{2gl_i}{C_i^2 R_i} \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2}}$$

ω —隧洞出口断面面积；

ζ_i —隧洞第 i 段上的局部能量损失系数，与之相应的流速所在的断面面积为 ω_i ；

l_i —隧洞第 i 段的长度；

ω 、 R 、 C —分别为有压短洞的平均过水断面面积及相应的水力半径和谢才系数。

转输隧洞泄流能力计算见下表。

表 6.7-2 转输隧洞泄流能力计算成果表

流量 Q (m³/s)	流量系数 μ	隧洞出口断面面积 ω (m²)	上游水面与隧洞出口底板高程差及上游行近流速水头 T_0 (m)	隧洞出口断面的平均单位势能 h_p	隧洞直径 D (m)
17.00	0.297	5.307	8.05	4.3	2.6

				(m)	
17.00	0.297	5.307	8.05	4.3	2.6

计算流量 17.01 大于调洪最大下泄流量 17m³/s，隧洞断面尺寸满足过流要求。

6.7.1.3 转输管线设计方案

(1) 平面布置

本工程为东莞市虾公岩水库水质保障工程的重要组成部分，属于控泄转输工程子项。项目起点位于虾公岩水库 3 号副坝的右坝肩处，随后沿着现有的自然山体地形及 6 号副坝走向，向东进行延伸布置。该输水通道在延伸过程中横穿下库库底区域，最终接入既有的虾公岩水库旧溢洪道，并经由该旧溢洪道将水体安全有序地排至虾公岩水，实现科学控泄与水量转输的功能目标。控泄转输通道全长为 506 米，根据工程地质条件及施工要求，分别采用三种结构形式分段建设。其中，顶管段长度为 350 米，采用管径为 2.6 米的管道；箱涵段长度为 145 米，断面尺寸为 3 米宽、2 米高；另有埋管段 11 米，同样采用管径 2.6 米的管道结构。各段结构设计均充分考虑水力条件与长期运行的安全性。

工程结构主要由进口引渠段、泄水控制闸段、管道段、暗涵段、出口段以及消能段等关键部分组成。进口引渠段采用 C30 混凝土悬臂式挡墙结构，墙体高度为 8.50 米，起到引导水流并稳定进口的作用。泄水控制闸段包括 1 道拦污格栅、1 扇主控制闸门及 1 扇检修闸门，闸门类型为卷扬式平板钢闸门，具备可靠的启闭性能，出口通过直径 6 米的 1#接收井进行衔接。管道段共分成 2 部分，均采用顶管施工法，总长度为 350 米，西侧顶管连接直径为 9 米的 2#工作井，东侧顶管连接同样直径为 9 米的 3#工作井。暗涵段位于下库库底，采用明挖浅埋方式施工，全长 145 米，西端与 2#工作井相连，东端与 3#工作井衔接，形成连续的输水通道。出口段连接 4#接收井，之后接续 11 米长的埋管段及八字口结构。消能段由八字口与消力池共同构成，其中八字口挡墙采用 C30 重力式挡墙结构，以有效消除水流能量、保障工程安全。本次转输通道施工面临穿山体、穿水库等复杂工况，综合采用了顶管与明挖埋管两种工艺方法，沿线主要建筑物包括 1 座放空闸、1 座控制闸、2 座工作井及 2 座接收井等关键设施。

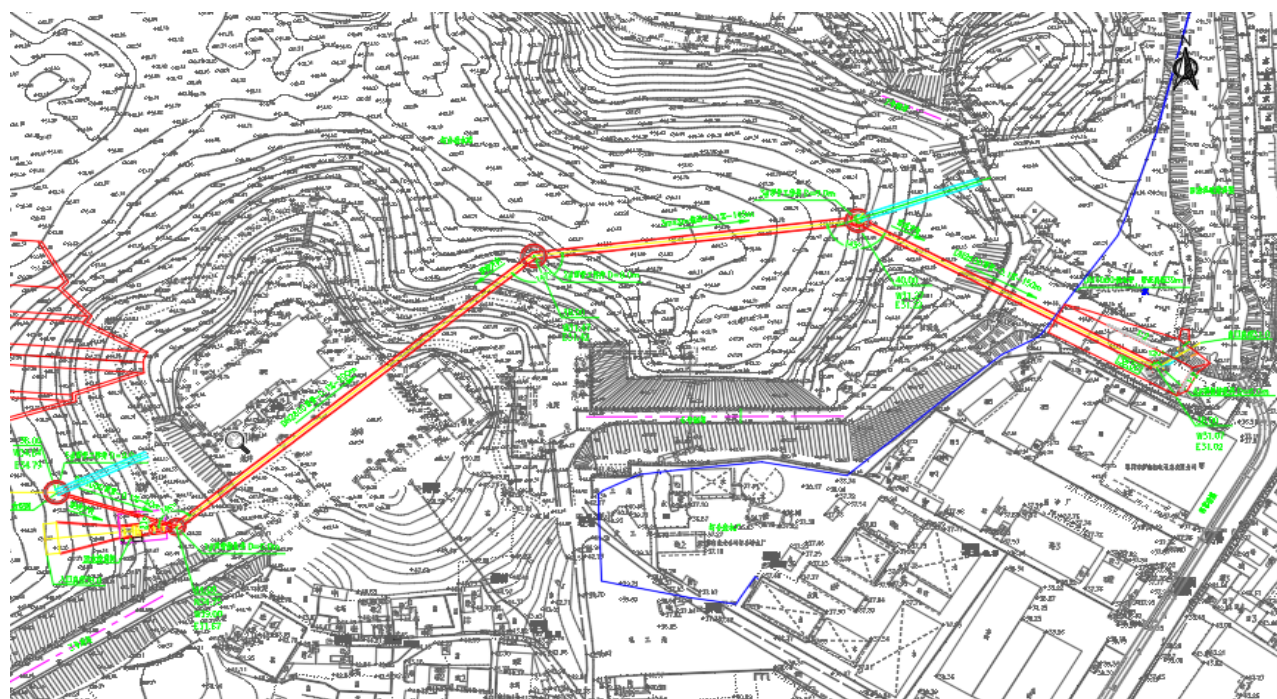


图 6.7-1 方案一库内转输平面布置图

(2) 纵断面布置

本次控泄转输工程路径涉及穿山体、水库等复杂工况，结合地质资料，采用开挖埋管和顶管施工两种敷设方式。

本方案全线无地下构筑物、管线基本无交叉，纵断面高程满足排水主体要求，设计顶管纵断面选在较为单一地层内，顶管主要在全风化砂岩、强风化砂岩层中，方案纵断面如下图所示。

桩号 XGY0+000.000~XGY0+202.536、XGY0+344.927~XGY0+493.057 为现状山体范围 2 处顶管，顶管直径为 2.6m，管道埋深 7.53~19.08m，穿越地层主要为全风化粉砂岩、强风化粉砂岩。

桩号 XGY0+202.536~XGY0+344.927 为库内浅挖敷设箱涵，箱涵尺寸为 3m×2m，管道埋深 3.96~7.53m，待施工围堰填筑后，施打 15m 长拉森 IV 新型钢板桩+钢管撑，开挖埋置箱涵，箱涵穿越地层位粉质黏土层、全风化砂岩地层，钢板桩嵌固端穿越强风化砂岩地层，对于施打钢板桩困难地层引孔施工。

桩号 XGY0+493.057~XGY0+506.009 为埋管施工，待顶管顶进完毕后，施工此段埋管，本段管道长 11m。

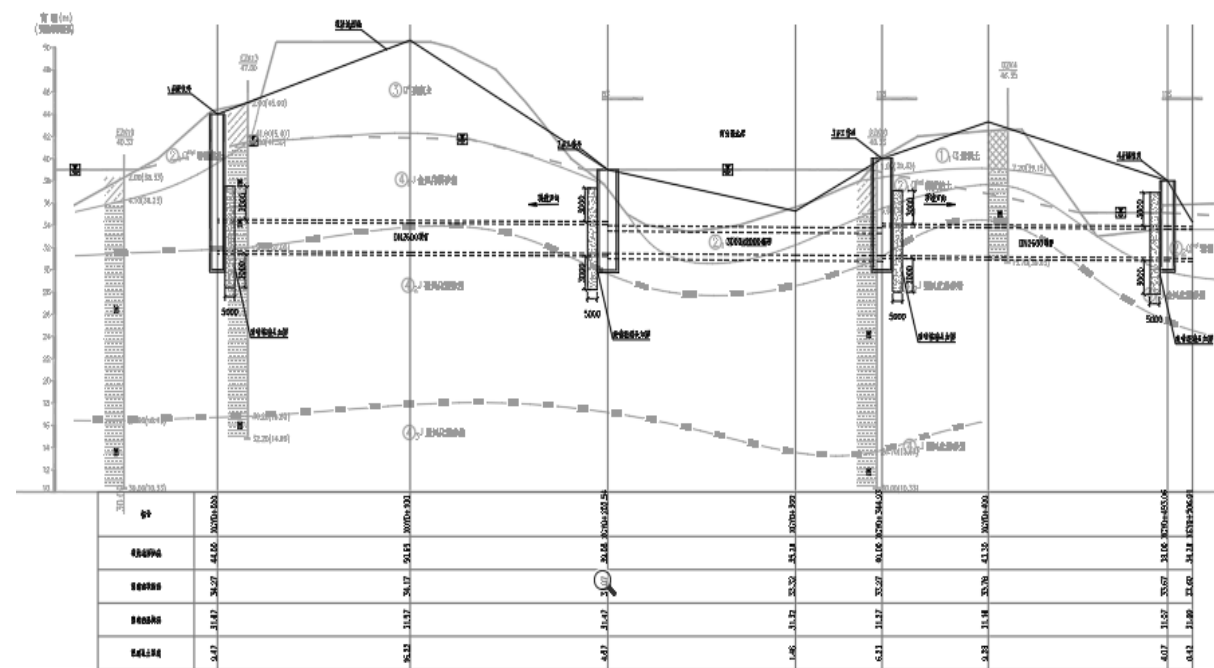


图 6.7-2 方案一 库内转输纵断面布置图

6.7.1.4 转输管材选型

顶管常见管材有钢筋混凝土管、钢管、玻璃钢夹砂管（玻璃纤维增强塑料夹砂管）、球墨铸铁管。本项目内管径 2.6m，工程性质属于压力管，地层位于素填土~全风化粉砂岩（以粉质黏土为主），设计使用年限 50 年，总长 508m。综合考虑项目的经济性、施工工期、管道的腐蚀性、管道刚度、施工难易度，本阶段推荐采用钢筋混凝土管（PCCP 管，F 型钢承口 IV 级管），混凝土防渗等级 P10。具体管材比选详见下表。

本工程根据四种管材特性进行比选，具体如下表：

表 6.7-3 转输隧洞管材比选表

管材类型	常见接口形式	主要优点	主要缺点	适用类型
钢筋混凝土管 (RCP/PCCP)	钢承口式 (F 型接口) 企口式 (T 型接口) 平口式 (需特殊处理)	1. 成本低，经济性好。 2. 刚度大，承载能力强，抗变形好。 3. 材料耐久性、耐腐蚀性好。 4. 生产工艺成熟，供应充足。	1. 自重很大，对顶进设备推力要求高，运输吊装不便。 2. 管节长度短（通常 2-3 米），接头多，顶进效率相对低。 3. 抗拉、抗冲击性能较差。	绝大多数市政排水管道（雨水、污水）、综合管廊、穿越路基等工程。是 Φ800mm 以上顶管工程的主力管材。

管材类型	常见接口形式	主要优点	主要缺点	适用类型
钢管 (SP)	焊接 法兰连接	1.强度高、韧性好，能承受较大内压和外部荷载。 2.管节长度可定制（通常6-12米），接头少，顶进效率高。 3.适应性强，可用于曲线顶进和复杂地层。 4.易于进行防腐处理和后期开孔接支管。	1.成本最高。 2.刚度相对较小，长距离顶进易失稳，需考虑“细长杆”效应。 3.外防腐要求高，否则易腐蚀。	压力管道（给水、输油、输气）、穿越江河、地质条件复杂（如卵石层）、需要长距离或曲线顶进的工程。
玻璃钢夹砂管 (FRPM)	承插式双“O”型圈密封 (类似F型)	1.重量轻，约为同规格混凝土管的1/10，顶进阻力小。 2.内壁光滑，水力特性好，摩阻系数小。 3.耐腐蚀性极佳，尤其适用于腐蚀性土壤或污水。 4.管节长度长（通常6-12米），顶进效率高。	1.成本较高（通常介于混凝土管和钢管之间）。 2.刚度较低，对回填和地层变形敏感，设计施工要求高。 3.抗冲击和抗紫外线能力较弱（埋地无影响）。	对耐腐蚀性要求高的工业排水、海水输送、中水回用管道，以及对顶进推力有限制的长距离或深覆土工程。
球墨铸铁管 (DIP)	T型/K型承插接口	1.强度高、韧性好，兼具钢管的强度和铸铁的耐腐蚀性。 2.接口密封性非常好，止水效果优异。 3.使用寿命长。	1.成本非常高。 2.重量大，运输和施工不便。 3.在顶管工程中应用案例相对较少，技术成熟度不如前几种。	对密封性和安全性要求极高的压力输水管道，特别是穿越重要障碍物（如高速公路、铁路）的关键段。

6.7.1.5 进水竖井选型

本工程的进水竖井主要为过路顶管的进水井、转输顶管雨水收集井、转输顶管跌水井。高势能的雨水跌落进入深层管道会带来以下问题：如何消能、如何排气、如何维持流态稳定、如何保证竖井结构稳定等。常见的进水竖井形式有：直落式、涡流式、旋流式、折板式。

表 6.7-4 进水竖井选型比选表

名称	直落式竖井	涡流式竖井	旋流式竖井	折板式竖井
图例				
特点	构造简单，跌水动能大，需要单独考虑排气措施	入流量大，需要维持一定流速；占地小、结构简单、振动小；流量适应性差、易堵塞、大流量易壅水	占地较小，需要辅助排气设备；占地极小、消能效率高、无雾化；设计容错率低、检修难、造价高、易空蚀。	消能效率高、防空蚀、水跃稳定；结构复杂、施工难、雾化严重、软基不适用。

由于本次设计进水竖井最大规模为 17m³/s，跌水最大落差为 8.83m，综合比较各类竖井形式的适用条件，本次阶段推荐采用直落式竖井，井内设置消力墩；当上下有水面形成明显压差，井内满流后会形成稳定水垫层，可有效缓冲并消散下泄水流的能量，从而保障竖井及下游结构的长期安全运行。

6.7.1.6 转输管道抗浮稳定验算

考虑上库存在放空检修，下库处于供水阶段，转输管道存在放空检修工况，须验算管道在放空状态下，在外水压及土压力状态下管道抗浮稳定情况，共涉及管道长度 230m，箱涵段长度 145m。

(1) 管道抗浮稳定计算

计算工况：场区内顶管皆有覆土，覆土厚度按满足《给水排水工程顶管技术规程》（CECS246:2008）规程 $\geq 1.5D$ 设计，因此厂区内顶管最小厚度为 4.46m，扣除管道内外压差及水重的影响，水位与现状地面齐平时为抗浮最不利工况。

根据《预应力钢筒混凝土管道技术规范》（SL/T702-2015）第 6.5.1 条的要求，对埋设在地下

水水位以下的管道，应根据最高地下水位和管顶覆土条件验算抗浮稳定性，抗浮安全系数不应小于 1.1。验算时，各种作用应采用标准值，计算公式如下。

$$K \leq \frac{\sum V}{P_{ek}}$$

式中：

K——抗浮稳定安全系数；

$\sum V$ ——作用在管道单位长度上的全部竖向荷载，kN/m；

P_{ek} ——作用在管道单位长度上的浮托力标准值，kN/m。

表 6.7-5 管道抗浮稳定计算成果 (DN2600)

参数名称	数值
管道内径 (m)	2.6
壁厚 (m)	0.26
覆土厚 (m)	4.46
管道浮力 (kN/m)	13.27
管道自重 kN/m	14.58
管道覆土重 kN/m	40.14
抗浮安全系数 K	4.12

注：管顶覆土重度按 18kN/m³、浮重度按 8kN/m³、管道重度按 24kN/m³、水重度按 10kN/m³ 计。

根据计算结果，本工程顶管满足抗浮稳定要求。

(2) 箱涵抗浮稳定计算

计算工况：扣除箱涵内外压差及水重的影响，水位与箱涵顶面/现状地面齐平时为抗浮最不利工况。计算公式同管道抗浮，抗浮安全系数不应小于 1.1，计算成果如下表所示。

表 6.7-6 箱涵抗浮稳定计算成果 (3m×2m)

参数名称	数值
箱涵净尺寸 (m)	3×2
壁厚 (m)	0.5
覆土厚 (m)	0
管道浮力 (kN/m)	60
管道自重 kN/m	144

参数名称	数值
管道覆土重 kN/m	0
抗浮安全系数 K	2.4

根据计算结果，本工程箱涵满足抗浮稳定要求。

6.7.1.7 施工工法选择

(1) 施工工艺比选

从对周边环境角度考虑，顶管法与盾构法对地表构筑物影响较小，对虾公岩水库、周边构筑物的影响作为本项目实施的控制因素之一，暂不考虑采用明挖法。本项目施工工期较紧，从工期上考虑推荐盾构法及顶管法；从造价角度考虑，顶管法与明挖法相对较低；从施工工艺上，本项目转输隧洞直径较小，国内无合适的常规盾构机选用。

综合上述对比分析，本项目转输隧洞施工推荐顶管工艺，具体详见下表。

表 6.7-7 转输隧洞施工工法比选表

项目	明挖法	盾构法	顶管法
施工造价	较盾构法，施工造价较低	造价较高，设备造价昂贵，施工准备复杂	施工造价最低
施工工艺	工艺成熟	国内市场普遍使用的盾构机直径均大于4.0m，无合适的常规盾构机选用	工艺成熟，适合较小管径
施工对周边环境的影响	对周边环境的影响较大，施工涉林地荔枝林征地补偿	对周边环境的影响较小，对地面构筑物影响较小	对周边环境的影响较小，对地面构筑物影响较小
风险控制	基坑开挖深度约13m，对周边环境的影响较大，施工工期长，风险控制较差，地表沉降大	抗风险能力强，施工周期较短，明挖法短，地表沉降较低	抗风险能力强，施工周期较短，明挖法短，地表沉降较低
施工工期	工期较长	工期鉴于明挖和顶管法之间，始发井及接收井施工周期长，但隧洞掘进速度稳定。	施工工期较短，工作井及接收井施工较快，管道顶进速度以管节控制，每节管节间断作业，复杂地层效率可能降低。

项目	明挖法	盾构法	顶管法
是否推荐	不推荐	不推荐	推荐, 技术经济性较好

(2) 顶管工艺描述

根据广东省类似项目工程经验, 顶管工艺在各类地下管道施工中有良好的实践效果。顶管法凭借其先进的技术原理和施工流程, 能够在不破坏地面结构和周边环境的情况下, 实现地下管道的铺设。在施工过程中, 通过顶管机的推进, 利用土体的摩擦力和顶力平衡, 将管道逐节顶入地下, 这种方式大大减少了对地面交通和周边建筑物的影响。而且, 顶管法对于不同地质条件的适应性较强, 无论是软土地层还是岩石地层, 都能通过相应的技术手段进行有效施工。同时, 随着技术的不断发展, 顶管法的精度和效率也在不断提高, 能够更好地满足工程的需求, 保证施工质量和安全。

对周边影响: 顶管施工已是较成熟的技术, 通过减少减阻泥浆套的厚度、严格控制出泥量等措施, 可将顶管施工造成的路面沉降控制在 10mm 内。

采用顶管法时顶管的机头类型选择应考虑: 拟建隧洞的平面布局和竖向埋深; 应考虑沿线构筑物交叉情况及环境影响; 应考虑岩石粒径分布曲线、地下水渗透性、密度限值、围岩/粘土矿物学特性、围岩等级、围岩硬度等。顶管机头类型主要分为如下几种:

1) 土压平衡式机头 (土压支撑, 软土中掘进。)

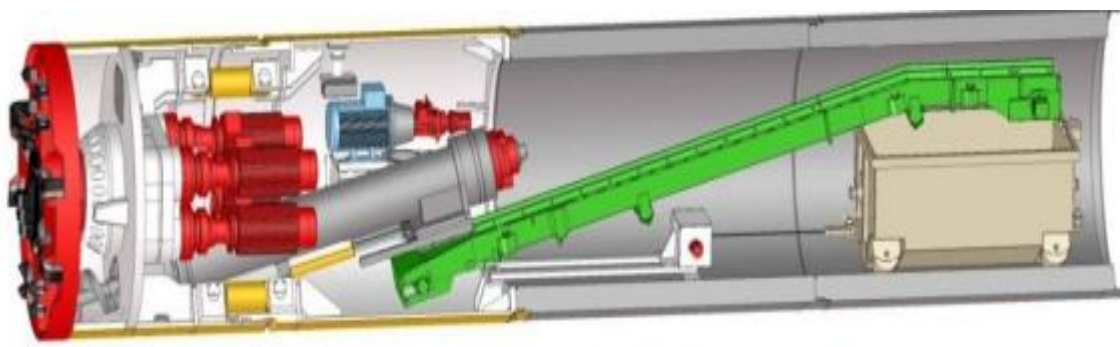


图 6.7-3 土压平衡式机头

当机头在不稳定的地层中掘进时, 可以通过制造支撑压力来防止隧道掌子面失稳情况的发生。主要特征是在顶进过程中, 利用土仓内的压力和螺旋输送机排土来平衡地下水压力和土压力, 排出的土可以是含水量很少的干土或含水量较多的泥浆。与泥水平衡式顶管掘进机相比, 其最大

特点是排出的土或泥浆一般都不需要进行泥水分离等二次处理。该类型机头优缺点:

a、土压平衡式机械顶管的优点: 土压平衡顶管掘进机一般用来进行中、大口径的管道施工; 能在覆土比较浅的状态下正常工作, 最浅覆土深度仅为 0.8 倍掘进机外径, 这是其他形式的顶管无法做到的; 适用的土质范围广, 是全土质的顶管掘进机; 能保持挖掘面的稳定, 可以使地面变形极小; 弃土的运输、处理都比较方便、简单, 没有泥水平衡式顶管那样的泥水处理装置等; 操作方便、安全, 不需要泥水式的泥水循环系统。

b、土压平衡式机械顶管的缺点。由于出土的不连续性, 加上注浆减摩所产生的注浆压力, 土压平衡式顶管对管道周围土体造成的挤压力非常大; 土压式引起的深层土体水平位移较大; 在沙砾层和粘粒含量少的沙层中施工时, 必须采用添加剂对土体进行改良。

2) 泥水平衡式机头

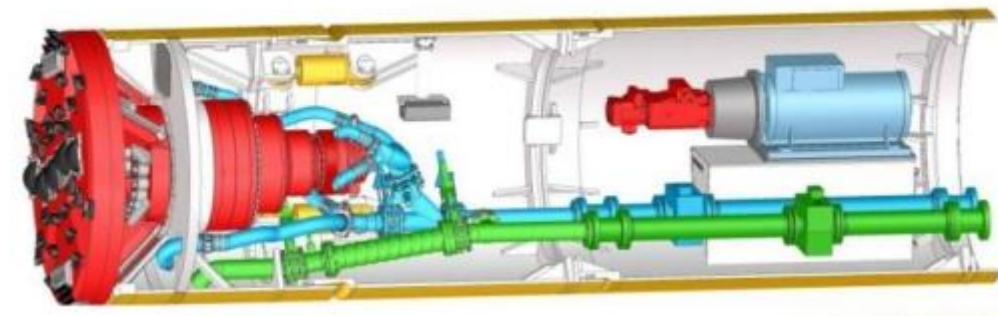


图 6.7-4 泥水平衡式机头

泥水平衡式机头主要特征是用水力切削泥土以及虽然采用机械切削泥土而采用水力输送弃土, 同时有的利用泥水压力来平衡地下水压力和土压力的这类顶管形式都称为泥水式顶管。泥水加压平衡式掘进机由主机、纠偏系统、进排泥系统、主顶系统、压浆系统和洞口止水圈、基坑道轨等组成。

a、泥水平衡式机械顶管的优点。适用的土质范围比较广, 如在地下水压力很高以及变化范围较大的条件下, 它也能适用; 可有效地保持挖掘面的稳定、对所顶管子周围的土体扰动比较小, 因此, 特别是采用泥水平衡式顶管施工引起的地面沉降也比较小; 与其他类型顶管比较, 泥水顶管施工时的总推力比较小, 尤其是在粘土层则表现得更为突出, 所以适宜于长距离顶管; 工作坑内的作业环境比较好, 作业也比较安全, 由于采用泥水管道输送弃土, 不存在吊土、搬运土方等容易发生危险的作业, 工人劳动强度低; 由于泥水输送弃土的作业是连续不断地进行的, 所以作

业进度比较快。

b、泥水平衡式机械顶管的缺点。采用水力切削容易使掘进机前方产生损失；弃土的运输和存放比较困难，运输成本较高；所需作业场地大，设备成本高；口径越大，泥水处理量也就越多，因此仅适用于小口径管道；采用泥水处理设备往往噪声很大，对环境造成污染；由于泥水顶管施工的设备比较复杂，一旦出现了故障就要全面停止作业；如果遇到覆土层过薄或渗透系数特别大的沙砾、卵石层，作业容易受阻。

3) 岩石顶管机

适用于砂土层、砾石层、卵石层、漂石层、岩石层等地层，采用中心主轴传动，传动力矩大，滚刀一次破碎和扭腿剪切二次破碎，能够进行长距离掘进。

4) TBM 硬岩掘进机头

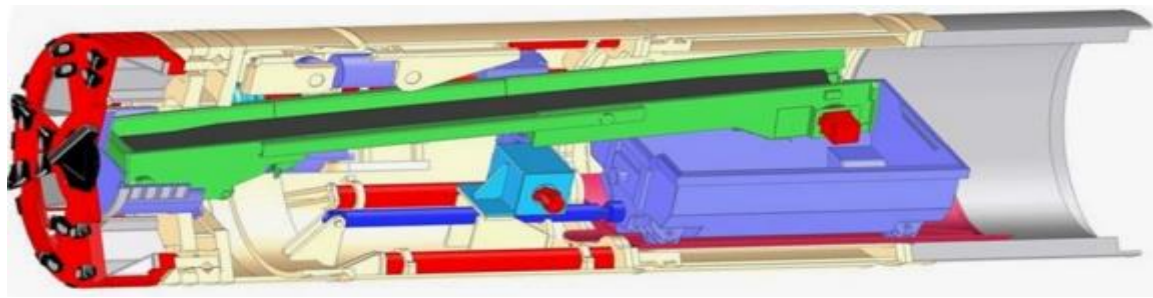


图 6.7-5 TBM 硬岩掘进机头

TBM 硬岩掘进机为敞开式护盾，通常所说的敞开式护盾是指掘进机在隧道掌子面区域没有封闭的压力补偿系统，也就是说，没有开挖仓。单护盾硬岩掘进机通常用于硬岩工程，同样适用于脆性围岩或软岩地层中。

a、TBM 硬岩掘进机顶管的优点：适用于硬岩地层中，无需对岩层进行爆破，减少了地下构筑物的扰动，施工速度较快，适用于工期较为紧迫的工程。

b、TBM 硬岩掘进机顶管的缺点：对于地下水丰富，施工范围内岩层裂隙较多透水性较强的地层，无法应用该类机型。造价贵，施工费用高。

经过顶管机类型的比选，综合环境因素、进度因素、围岩参数因素等，拟建顶管的机类型建议采用泥水平衡式顶管机。总包单位可根据本身施工组织设计能力进行综合评价，最终由总包单位确定顶管机的类型。

6.7.1.8 转输隧洞防渗设计

经综合考虑工程建筑物布置、排水条件、施工、运维管理及造价等多方面因素，转输通道推荐采用库内转输方案，该线路位于下库内，因此其具有防渗设计的特殊性。管道位于水库内，既要防控有压输水时的内水外渗，也要防控检修放空时库水长期浸泡引发的外水内渗，同时彻底阻断库水沿洞身外壁的绕渗通道。同时管道节点止水也是防渗设计的关键控制点。为保障管道从源头解决管道渗漏问题，将采取以下几个设计措施。

(1) 有压内水外渗：优先选择预应力钢筋砼管（PCCP 管），根据《预应力钢筋砼管技术规程》（SL702-2015），该管道可承受内水压可达 2~3Mpa，管片强度高，抗裂性能好，在设计使用年限内可控制管道裂缝。同时管道在顶进之前，涂抹环氧树脂涂层，厚度 $\geq 300\mu\text{m}$ ，该材质防渗、耐磨、加强防腐，同时也可减小管道糙率，确保内水不渗漏。

(2) 外水内渗：管道顶进完毕后，及时置换触变泥浆为膨胀水泥浆，填充管道与土体之间的环形间隙，形成连续的包裹式防渗环，彻底消除库水沿管外壁的渗流通道。

(3) 管道接口处理：在管道接口的设计与施工中，优先选用 PCCP 管预应力钢筋混凝土 F 型钢承口结构，并采用双胶圈埋置式接口方式。该接口形式不仅具有良好的密封性能，能够有效防止液体或气体泄漏，还能在复杂地质条件下保持接口的稳定性和耐久性。通过严格的质量控制和施工工艺，确保接口处无渗漏现象，从而保障整体管道系统的安全可靠运行，延长使用寿命，减少后期维护成本。

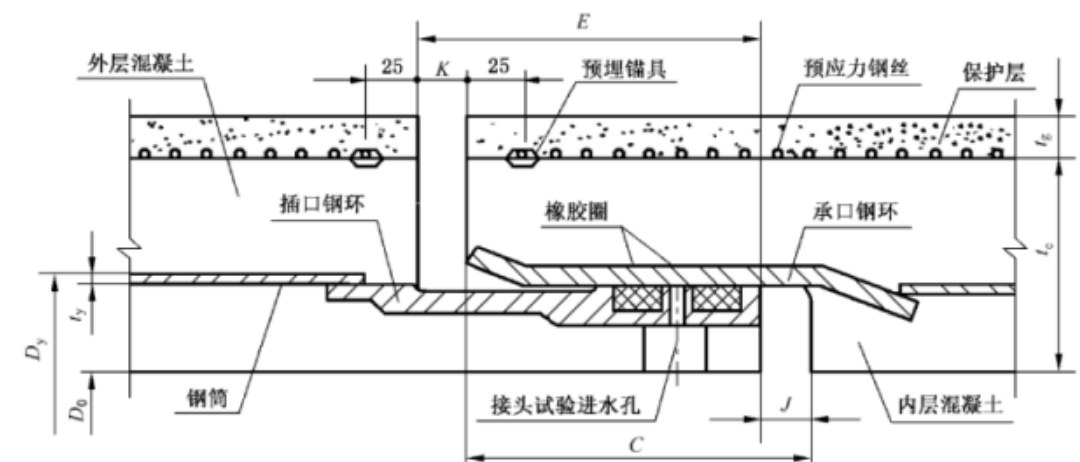


图 6.7-6 PCCP 管道接头图

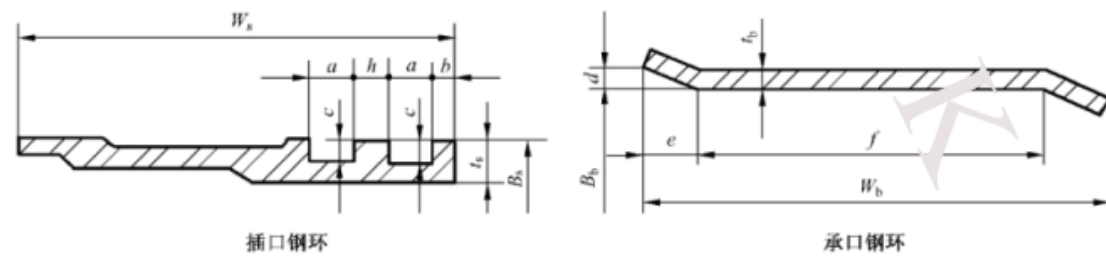


图 6.7-7 PCCP 管道双胶圈接头钢环截面详图

(4) 箱涵结构处理：箱涵分节接缝处采用止水铜片+两毡三油+截水环三重处理，止水铜片具有良好的柔韧性和耐腐蚀性，能够紧密贴合箱涵接缝处，有效阻挡水流的渗透；两毡三油作为一种传统的防水措施，形成了一道连续的防水屏障，进一步增强了防水效果；截水环则起到了截断水流路径的作用，防止水沿着箱涵壁面渗透。通过这三重处理，大大提高了箱涵接缝处的防水性能，保证了箱涵结构的密封性和稳定性。

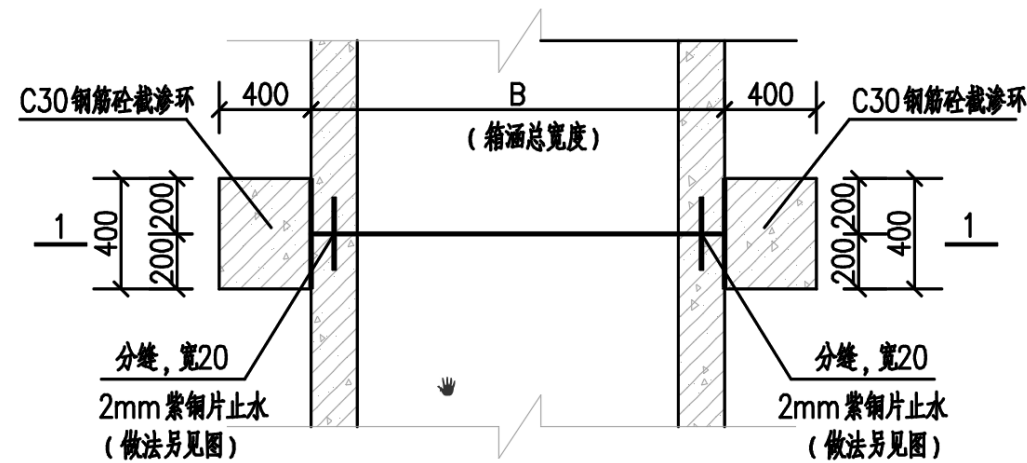


图 6.7-8 箱涵截渗布置平面图

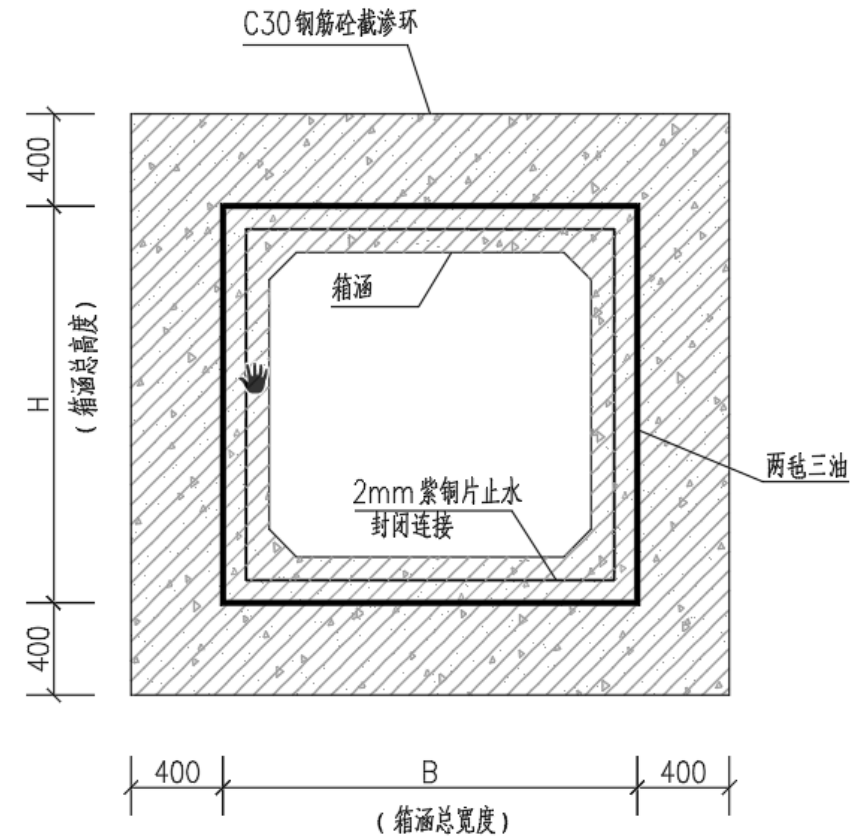


图 6.7-9 箱涵截渗布置剖面图

(5) 定期组织对洞身结构进行全面的内窥镜检测，排除管道裂缝、渗漏点等隐患，迅速采取科学有效的处置措施，以防止问题进一步扩大，确保水源安全稳定运行。

6.7.1.9 箱涵明挖支护设计

1) 基坑安全等级

2#顶管工作井与 3#顶管工作井之间新建 3mx2m 箱涵基坑位于现状水库内，基坑开挖范围内主要为粉质粘土、强风化粉砂岩；现状地面高程 33.52~38.52m，坑底标高约 30.52m，同时考虑采用双排钢板桩兼作止水围堰，施工水位高程约 38.3m，围堰顶高程约 39.3m，基坑深度约 8.78m，结合现状场地情况，依据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)，基坑支护安全等级定为二级。

2) 基坑支护方案

2#顶管工作井与 3#顶管工作井之间新建 3mx2m 箱涵现状地面高程 33.52~38.52m，坑底标高约 30.52m，同时考虑采用双排钢板桩兼作止水围堰，施工水位高程约 38.3m，围堰顶高程约 39.3m，基坑深度约 8.78m，基坑呈长条形，全长约 140m，基坑开挖范围内主要为粉质粘土、强风化粉

砂岩。

基坑采用采用双排拉森IV（新）型钢板桩+内撑的型式进行基坑支护，其典型支护断面如下图所示：

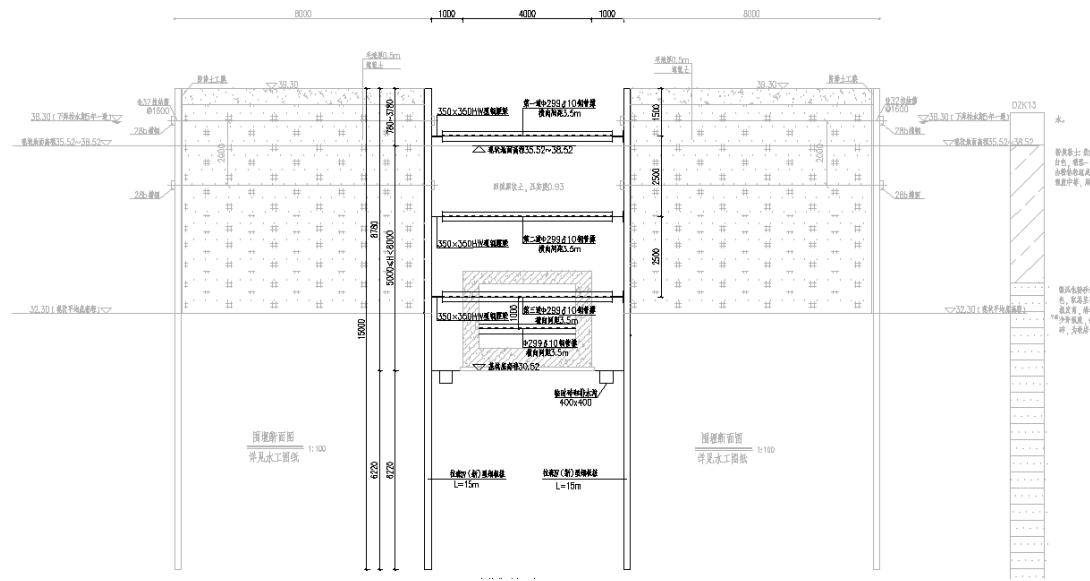


图 6.7-10 基坑支护断面图

基坑稳定计算以上图所示断面选取最不利地质钻孔(DZK13)及基坑深度进行验算，计算软件采用理正深基坑 7.5 版本，本次计算基坑外侧水位深度取 0.50m，施工期间考虑临时施工荷载，坑顶按均布荷载 20kPa 计。新建泄洪闸基坑支护方案主要计算结果如下：

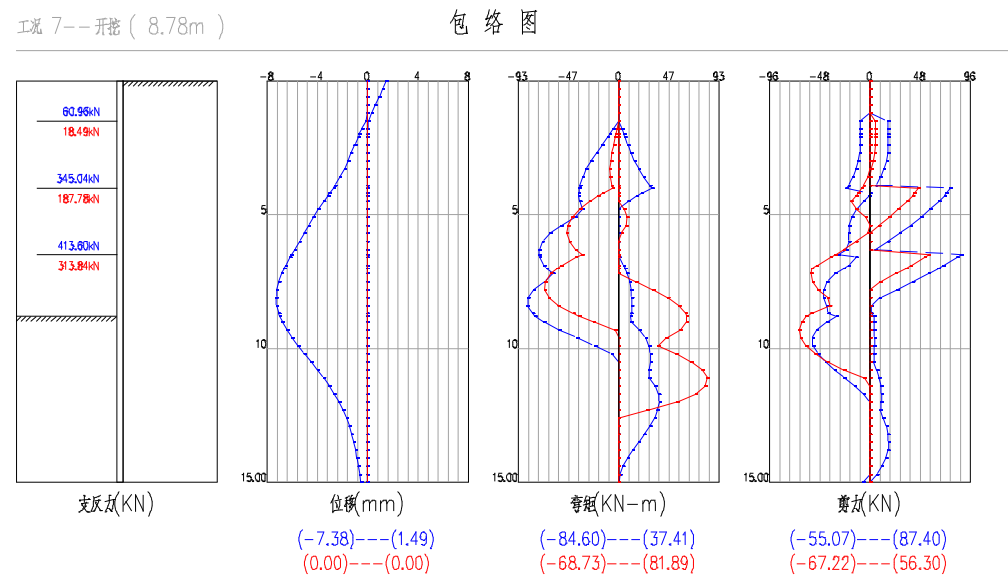


图 6.7-11 内力位移包络图

整体稳定安全系数：1.768>1.30；

抗倾覆安全系数：2.297>1.20；

根据计算，本基坑抗倾覆、整体稳定、变形均满足规范要求。

3) 地下水控制设计

根据地勘资料，本工程场地的地下水位较高，基坑采用钢板桩作为支护结构兼作截水帷幕。

为避免地表水对土体产生影响，在基坑顶部设置一条连通的截水沟，基坑底部设置排水沟，通过集水井抽排至基坑外，经过沉淀以后，排入水库内；其中截水沟与排水沟尺寸为 0.4m×0.4m，采用砖砌，水泥砂浆抹面。

4) 基坑监测设计

根据规范要求必须对基坑支护系统进行监测，详细掌握基坑支护及使用过程中的各种情况，做到信息化施工。本工程将进行桩顶水平位移/沉降监测、桩深层水平位移监测、支护结构裂缝、道路（堤顶）沉降、地下水位监测。

① 监测点布置

桩顶水平位移/沉降监测点间隔 10~20m 布置；桩深层水平位移监测点布置在基坑每边中间、阳角及关键部位，间距 10~20m 布置；支护结构裂缝监测点布置在裂缝宽度较大且具有代表性部位；现状道路（堤顶）沉降监测点间隔 10~20m 布置；地下水位监测点间距 10~20m 布置；

② 监测技术要求

施工前按规定进行初测，在开挖初始至开挖至设计基坑底标高 28 天以上，每 2 天监测 1 次，遇台风、暴雨等异常情况应每天监测不少于 1 次；监测数据超过预警值而小于允许值时，每天监测不少于 1 次。结构施工期间，每周监测一次，遇台风、暴雨等异常情况应每周监测不少于 2 次；之后按每月一次频率监测直至工程竣工。监测精度要求不低于二等精度要求。

监测由具备资质的第三方监测单位编制监测方案，经设计、监理和建设单位等共同确认后予以实施。方案必须包括上述监测项目、监测目的、测试方法、测点布置、监测项目报警值、信息反馈制度和现场原始状态资料记录等内容。对监测结果应及时进行反馈，发现异常应及时通知设计人员，以便研究对策。

③ 预警值及允许值

- A. 支护桩桩顶水平位移、沉降允许值为 40mm，预警值为 32mm。
- B. 支护桩深层水平位移允许值为 50mm，预警值为 40mm。
- C. 若支护结构产生裂缝，需详细记录裂缝形状、宽度、长度及其变化，及时反馈给参建各方。
- D. 基坑周边市政管线沉降变形监测允许值及预警值按权属单位意见实施。
- E. 基坑周边地下水水位变化速率不大于 0.5m/d，如连续两天变化速率大于 0.5m/d，应作异常情况处理。
- F. 变形速率不大于 5mm/天，如连续两天出现变形速率 > 5mm/天，应作异常情况处理。

G. 应急预案

基坑施工过程中需考虑采取以下预防性措施或应急处理方案：

① 应对基坑坡顶及邻近地面变形超过允许值的预防性措施

- A. 针对新出现的与原设计考虑的环境条件不相符的新情况，首先重新审核原设计的支护结构体系的安全度，必要时进行加固处理，增加支护体系的整体刚度。
- B. 如果邻近地面沉降值超过允许值，则首先查明原因，然后一方面要求对受影响的邻近建筑或构筑物地基和基础进行必要的加固等；另一方面对地下水位下降引起的变形，则采取注浆、防渗、回灌等措施进行处理。具体方案必须根据实际情况详细提出。
- C. 对于变形可能会导致边坡在短时间内整体失稳或破坏时，应首先考虑在坑底采用土方、砂袋等进行反压加强或增设斜向支撑等措施；尽可能减少坡顶堆载，条件允许情况下也可在坡顶部位进行挖土卸荷。

② 针对周边水环境恶化的预防性措施

- A. 要求及时用水泥砂浆对已出现的坡顶裂缝进行封堵，必要时进行灌浆填缝处理；
- B. 及时清理坡顶堆放物，以免影响对边坡裂缝发生、发展的观测，坡顶不得有观测不到的死角；
- C. 要求准备排水量足够的污水泵，保证雨天时坑底不积水、不泡坑；
- D. 要求对坡面新出现的潮湿部位增设泄水管或泄水孔，对漏水的管线进行疏排，对水量很小

的滴漏类隐患进行地表封闭和疏导处理。

③ 所有抽芯检测钻孔必须用不低于设计桩体材料的水泥浆回灌密实；

④ 坑底不允许随意卸载和改变设计现状的超挖。

6.7.2 泄水控制闸设计

6.7.2.1 平面及剖面布置

本工程对虾公岩水库西侧区域雨水收集，通过转输隧洞排至下游虾公岩水，为保持上库景观水位，同时控制下泄流量，在转输隧洞前设置泄水控制闸。本次设计泄水控制闸单孔布置，闸孔净宽 3.0m，水闸顺水流方向主要由入口护砌段，进口八字口悬臂式挡墙及钢筋砼铺盖、移动抓斗式格栅室段、渐变段、闸室段等建筑物组成，闸室末端接入隧洞顶管接收井内。

平面布置如下图所示：

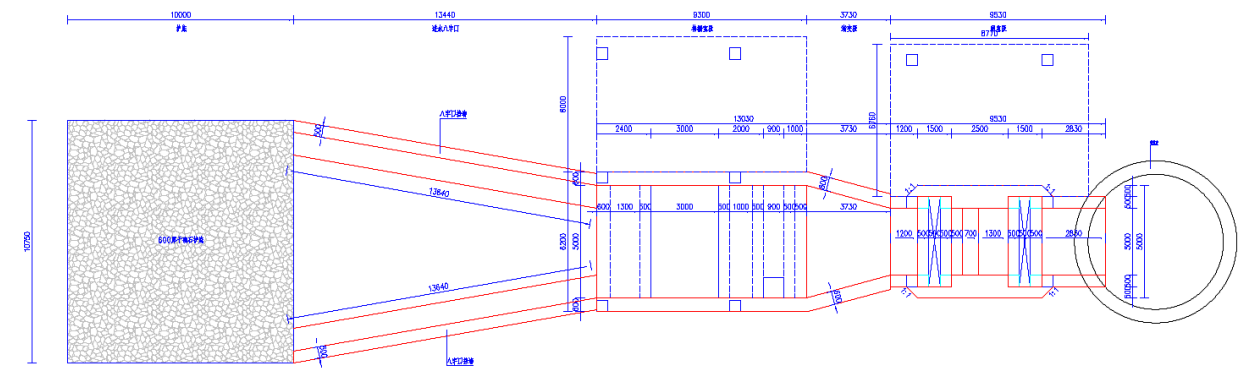


图 6.7-12 泄水控制闸平面图

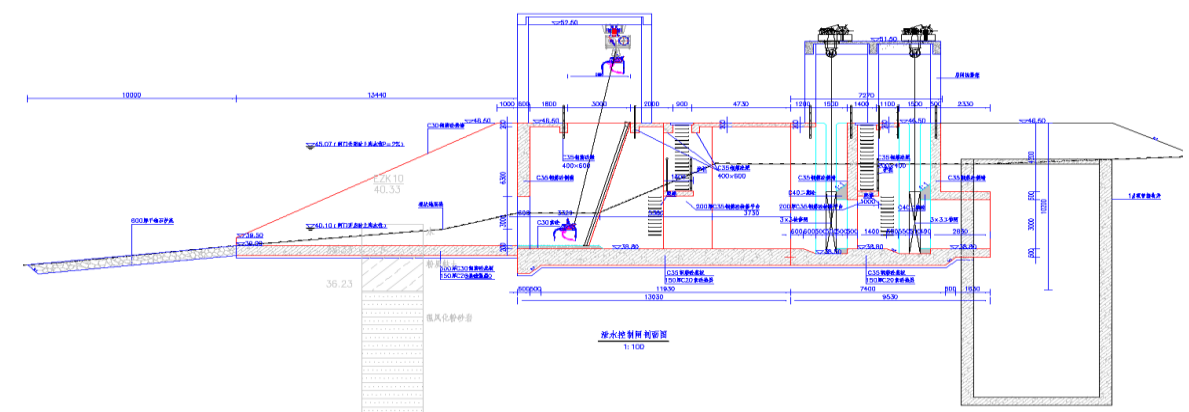


图 6.7-13 泄水控制闸总剖面图

6.7.2.2 挡水高程设计

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）第 4.2.4 条规定，水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况计算确定。挡水时，闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和；泄水时，闸顶高程不应低于设计洪水位或校核洪水位与相应安全加高值之和。本工程水闸为 3 级建筑物，水闸安全加高下限值见下表。

表 6.7-8 水闸安全加高下限值 A

运用情况		水闸级别3级
挡水时	正常蓄水位	0.4
	最高挡水位	0.3
泄水时	设计洪水位	0.7
	校核洪水位	0.5

计算风速根据《水闸设计规范》采用重现期为 50 年的年最大风速（查得风速为 20.7m/s）。根据《水闸设计规范》（SL265-2016），水闸闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况确定，位于防洪堤上的水闸，其闸顶高程不得低于防洪堤堤顶高程。

1) 挡水时

闸顶高程≥（正常蓄水或最高挡水）计算水位+波浪高度+A

波浪高度=hz+hp

2) 泄水时

闸顶高程≥（设计洪水或校核洪水）计算水位+A

式中：hz—波浪中心线超出计算水位的高度（m）；

hp—相应于波列累积频率 p 的波高（m）；

A—水闸安全超高值（m）。

平均波高 \bar{h}_m 、平均波长 L_m 和波列累积频率为 p 的波高 h_p 按如下公式计算。

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

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

$$h_z = \frac{\pi h_p^2}{L_m} \coth \frac{2\pi H}{L_m}$$

式中： \bar{H} ——平均波高（m）；

\bar{T} ——平均波周期（s）；

V——计算风速（m/s），正常蓄水时，采用 50 年一遇风速；最高挡水时，采用多年平均年最大风速；

F——风区长度（m）；

d——水域的平均水深（m）；

g——重力加速度，取 9.81m/s²；

t_{min} ——风速达到稳定状态的最小风时（s）；

h_z ——波浪中心线超出计算水位的高度，m。

表 6.7-9 闸室顶高程计算表

水闸名称	计算工况		对应水位 (m)	波浪计算高度 (m)	安全加高 (m)	计算水闸挡水 高程 (m)	取值
泄水控制闸	挡水 工况	最高挡水位 P=0.1%	45.82	0.31	0.3	46.43	46.50
	泄水 工况	设计洪水位	45.07	0	0.7	45.77	

根据计算，本次取闸室顶高程 46.50m。

6.7.2.3 水闸过流能力计算

根据调洪演算，当水位达到 40.1m 时，泄水控制闸需开启控泄上库下泄流量，控泄流量为 17m³/s。根据《水闸设计规范》（SL265-2016），水闸过流能力可简化为有压涵洞或无压流涵洞

计算。

(1) 有压流涵洞过流能力计算公式:

$$Q = \mu_H \omega \sqrt{2g(H_0 + iL - h_t)}$$

式中:

μ_H ——有压淹没出流的流量系数;

ω ——过水面积;

H_0 ——涵前水深(含流速水头在内);

i ——涵洞底坡;

L ——洞长;

h_t ——以出口涵底为标高的出口水深;

(2) 无压流涵洞过流能力计算公式:

$$Q = B_0 \sigma \epsilon m \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中:

B_0 ——涵洞总净宽(m);

M ——淹没堰流的流量系数,采用0.385;

σ ——堰流淹没系数;

H_0 ——计入行近流速水头的堰上水头,m;

g ——重力加速度,取 $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ 。

当上库水位为40.1m时,水闸过流能力需达到 $17\text{m}^3/\text{s}$,此时水闸为无压流,因此采用无压流涵洞过流能力计算公式。计算结果如下:

表 6.7-10 水闸过流能力计算成果表

设计控泄流量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$	闸孔总净宽 b_0 (m)	堰上水深 H (m)	侧收缩系数 ϵ	行近流速 V_0 (m/s)	上游水头 H_0 (m)	下游水深 h_s (m)	h_s/H_0	堰流淹没系数 σ	计算流量 (m^3/s)
17	3.0	2.46	1.0	0	2.46	0	0	1.0	19.83

由上表可知,计算流量为 $19.83\text{m}^3/\text{s} >$ 设计控泄流量 $17\text{m}^3/\text{s}$,故新建水闸满足过流要求。

6.7.2.4 结构设计

(1) 进水八字口

为衔接闸室与水库岸坡,采八字口进水型式,进水底高程为39.0m。因进水处高于库底,为避免冲刷对库岸坡产生影响,对八字口前岸坡采用600厚干砌石护底。八字口采用C30钢筋砼悬臂式挡墙型式,挡墙高度0.5~7.5m。进水八字口底板采用500厚C30钢筋砼结构,下设150厚碎石垫层和150厚中粗砂垫层。

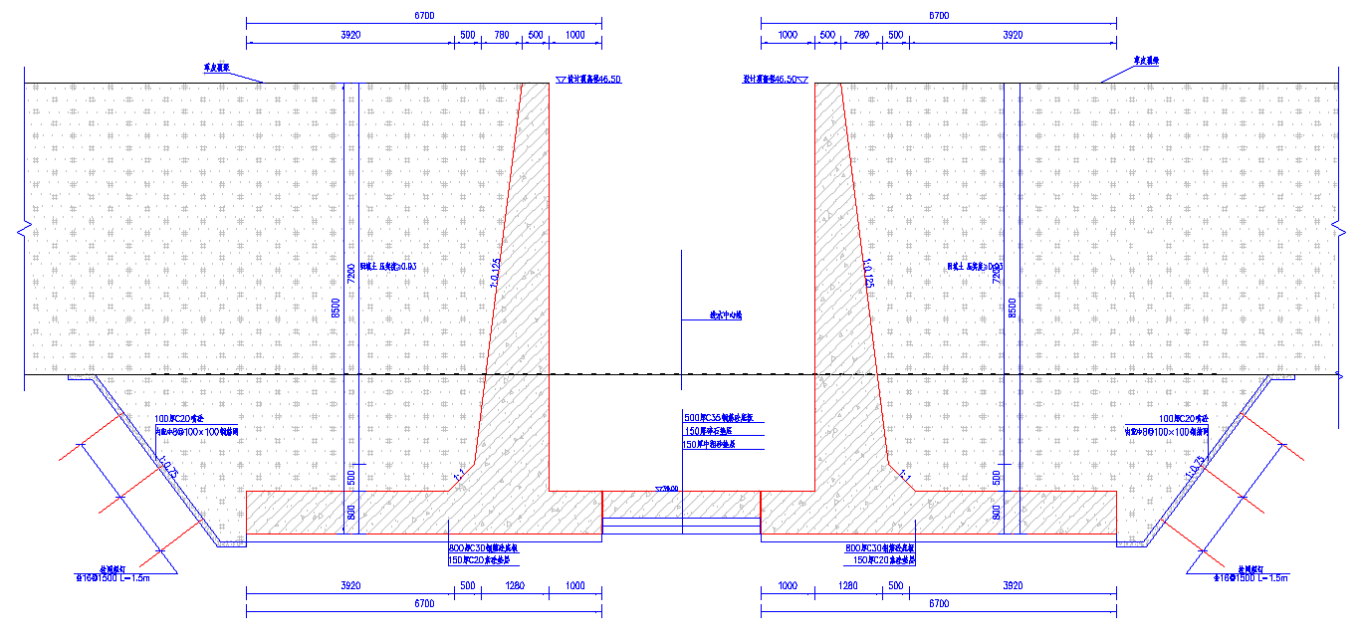


图 6.7-14 进水八字口剖面图

(2) 格栅室

为避免上库来水中携带的污物(树枝、树叶和杂草等)对水闸及管道产生不利影响,本次在闸室前设移动抓斗式格栅除污机。格栅总宽度5.0m,格栅间隙60mm,抓斗宽度2.5m,安全工作荷载为3.0t。格栅室底板高程为38.80m,顶板高程46.50m;主体结构宽度为5.0m,长度13m,

底板厚度 1.0m，侧墙壁厚 0.6m，主体结构混凝土等级为 C35。

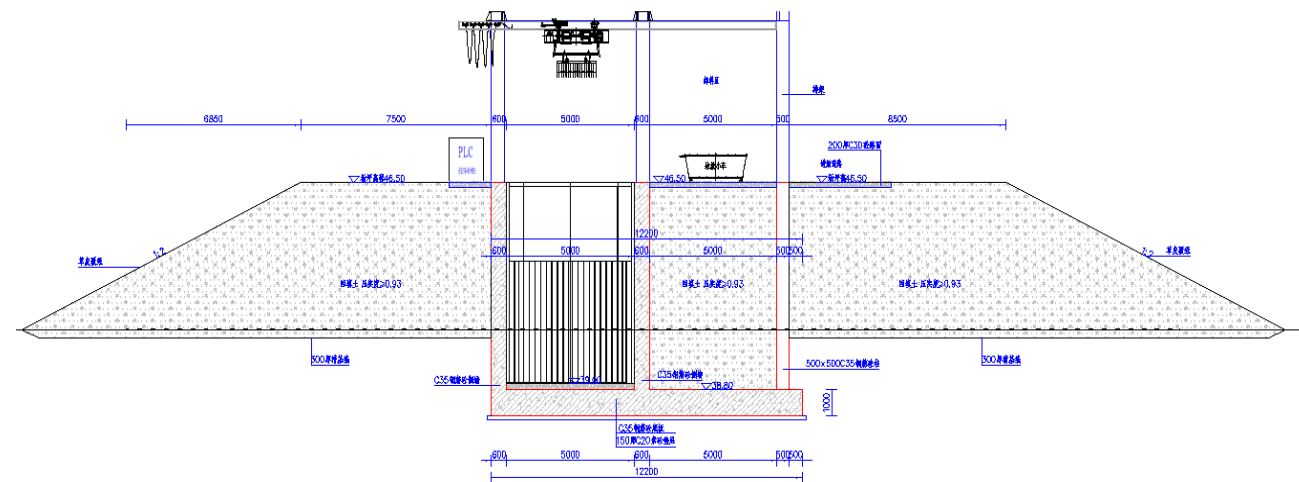


图 6.7-15 格栅室剖面图

(3) 闸室

泄水控制闸位于隔离坝主坝南侧，水库 6#副坝北侧，为涵洞式结构型式，共设 1 孔，单孔尺寸为 3.0×3.0m（净宽×净高）。闸室长 9.53m，末端衔接输隧洞接收井，底板高程为 38.80m，顶板高程 46.50m。水闸采用固定卷扬机启闭，闸顶设启闭机房，一楼为排架，高 5.0m；二楼启闭机房高 5m。

根据运行调度要求，泄水控制闸当上库水位达到 40.1m 时，水闸开启，水位达到 45.07m 时，水闸关闭。

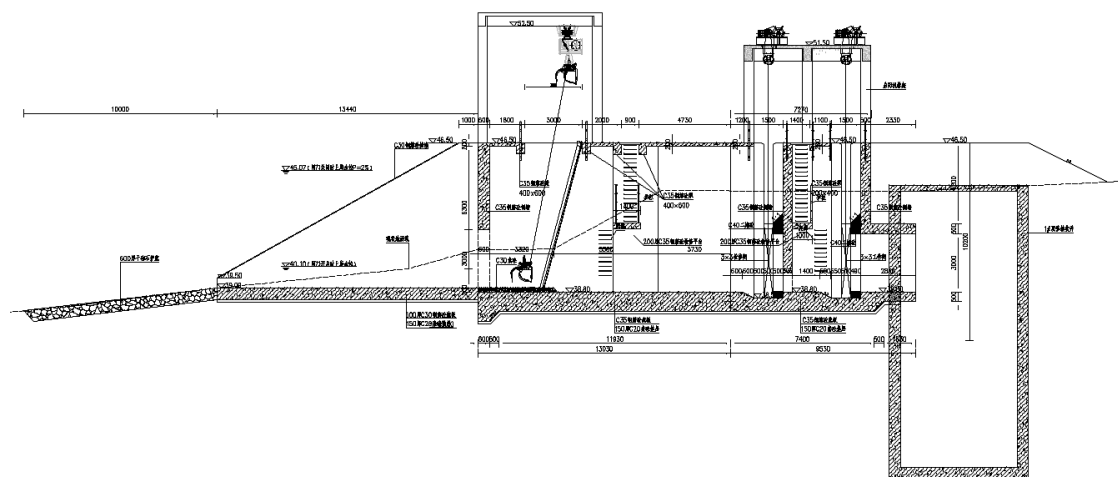


图 6.7-16 闸室结构剖面图

6.7.2.5 水闸稳定及地基应力计算

1) 闸室荷载及组合

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）规定，闸室各计算工况的荷载组合见下表。

表 6.7-11 闸室稳定计算荷载组合表

荷载组合	计算情况	荷载									
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	风压力	浪压力	地震荷载	其他
基本组合	完建情况	√	-	-	-	√	-	-	-	-	√
	设计水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√
特殊组合	检修情况	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√
	校核水位情况	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-
	地震情况	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-

2) 闸室稳定计算工况

基本组合采用完建工况、设计排水工况 2 种工况计算；特殊组合采用校核挡水工况 1 种工况计算。

表 6.7-12 水闸闸室稳定计算工况统计表

工况		水位值 (m)		备注
		上游侧	下游侧	
基本组合	完建工况	无水	无水	50年一遇工况下，开闸泄水
	设计排水工况	45.27	45.07	
特殊组合	校核挡水工况	45.82	无水	遭遇1000年一遇标准，上、下库连通，控泄闸关闭

3) 闸室抗滑稳定计算公式

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

式中：Kc—沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

f—闸室基底面与地基之间的摩擦系数，考虑地基处理取 0.30；

ΣG—作用在闸室上的全部竖向荷载（包括闸室基础底面上的扬压力），kN；

ΣH —作用在闸室上的全部水平向荷载，kN。

4) 基底应力计算公式

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

式中： $P_{\frac{\max}{\min}}$ —闸室基底应力最大值或最小值，kPa；

ΣG —作用在闸室上的全部竖向荷载（包括闸室基础底面上的扬压力在内），kN；

ΣM_x 、 ΣM_y —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；

A—闸室基底面面积，m²；

W_x 、 W_y —闸室基底面对于该底面形心轴 x、y 的截面矩，m³。

5) 抗浮稳定计算公式

$$K_f = \frac{\Sigma V}{\Sigma U}$$

式中：kf—闸室抗浮稳定安全系数；

ΣV —作用在闸室上部全部向下的铅直力之和，kN；

ΣU —作用在闸室基底面上的扬压力，kN。

6) 闸室稳定及基底应力计算成果

表 6.7-13 水闸稳定计算成果表

水闸	工况	参数	计算结果	规范要求	备注
泄水控制闸	工况一完建工况	基底最大压力 p_{\max} =	83.98		
		基底最小压力 p_{\min} =	80.43		
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.04	<2.0	满足要求
	工况二50年一遇设计排水工程	基底最大压力 p_{\max} =	99.78		
		基底最小压力 p_{\min} =	97.05		
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.03	<2.0	满足要求
	工况三1000年一遇挡水工况	抗滑安全系数 K =	4.66	>1.25	满足要求
		基底最大压力 p_{\max} =	134.55		
		基底最小压力 p_{\min} =	76.35		
		基底压力分布不均匀系数 η =	1.76	<2.0	满足要求

水闸	工况	参数	计算结果	规范要求	备注
		抗滑安全系数 K =	2.58	>1.25	满足要求

经计算知，泄水控制闸闸室的抗滑稳定均满足规范要求；基底应力分布合理，应力比都不大，均满足规范要求。

6.7.2.6 支护开挖设计

1) 基坑安全等级

新建泄洪闸基坑位于现状水库内，基坑开挖范围内主要为粉质粘土、强风化粉砂岩；基坑坑顶标高 44.00m，坑底标高 37.65m，基坑深度约 6.35m，结合现状场地情况，依据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)，基坑支护安全等级定为二级。

2) 基坑支护方案

新建泄洪闸基坑坑顶标高 44.00m，坑底标高 37.65m，基坑深度约 6.35m，基坑呈长条形，全长约 25m，基坑开挖范围内主要为粉质粘土、强风化粉砂岩。

基坑采用采用 $\phi 800@1200$ 灌注桩支护+内撑的型式进行基坑支护，其典型支护断面如下图所示：

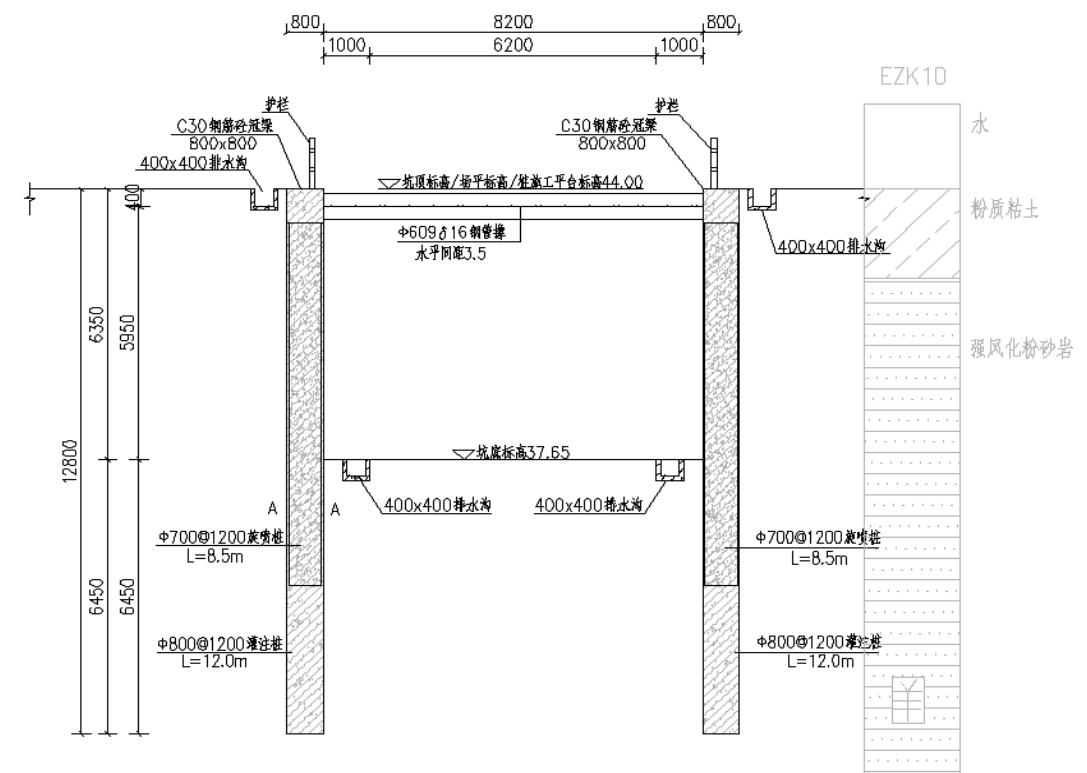


图 6.7-17 基坑支护断面图

基坑稳定计算以上图所示断面选取最不利地质钻孔(EZK10)及基坑深度进行验算, 计算软件采用理正深基坑 7.5 版本, 本次计算基坑外侧水位深度取 0.50m, 施工期间考虑临时施工荷载, 坑顶按均布荷载 20kPa 计。新建泄洪闸基坑支护方案主要计算结果如下:

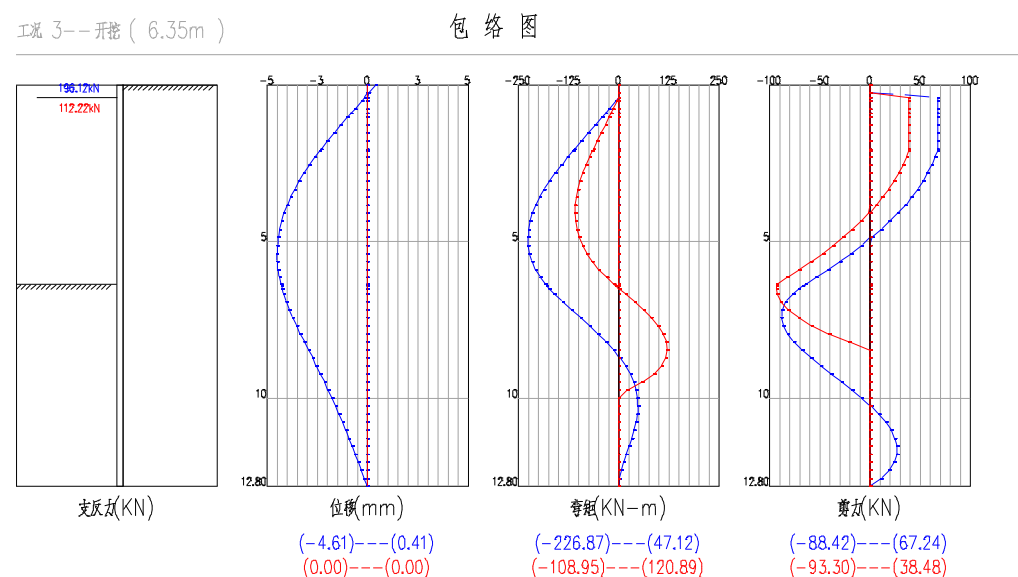


图 6.7-18 内力位移包络图

整体稳定安全系数: $1.931 > 1.30$;

抗倾覆安全系数: $2.683 > 1.20$;

根据计算, 本基坑抗倾覆、整体稳定、变形均满足规范要求。

3) 地下水控制设计

根据地勘资料, 本工程场地的地下水位较高, 基坑采用灌注桩+旋喷桩咬合形成截水帷幕。

为避免地表水对土体产生影响, 在基坑顶部设置一条连通的截水沟, 基坑底部设置排水沟, 通过集水井抽排至基坑外, 经过沉淀以后, 排入水库内; 其中截水沟与排水沟尺寸为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$, 采用砖砌, 水泥砂浆抹面。

4) 基坑监测设计

根据规范要求必须对基坑支护系统进行监测, 详细掌握基坑支护及使用过程中的各种情况, 做到信息化施工。本工程将进行桩顶水平位移/沉降监测、桩深层水平位移监测、支护结构裂缝、道路(堤顶)沉降、地下水位监测。

① 监测点布置

桩顶水平位移/沉降监测点间隔 10~20m 布置; 桩深层水平位移监测点布置在基坑每边中间、阳角及关键部位, 间距 10~20m 布置; 支护结构裂缝监测点布置在裂缝宽度较大且具有代表性部位; 现状道路(堤顶)沉降监测点间隔 10~20m 布置; 地下水位监测点间距 10~20m 布置;

② 监测技术要求

施工前按规定进行初测, 在开挖初始至开挖至设计基坑底标高 28 天以上, 每 2 天监测 1 次, 遇台风、暴雨等异常情况应每天监测不少于 1 次; 监测数据超过预警值而小于允许值时, 每天监测不少于 1 次。结构施工期间, 每周监测一次, 遇台风、暴雨等异常情况应每周监测不少于 2 次; 之后按每月一次频率监测直至工程竣工。监测精度要求不低于二等精度要求。

监测由具备资质的第三方监测单位编制监测方案, 经设计、监理和建设单位等共同确认后予以实施。方案必须包括上述监测项目、监测目的、测试方法、测点布置、监测项目报警值、信息反馈制度和现场原始状态资料记录等内容。对监测结果应及时进行反馈, 发现异常应及时通知设计人员, 以便研究对策。

③ 预警值及允许值

A. 支护桩桩顶水平位移、沉降允许值为 40mm, 预警值为 32mm。

B. 支护桩深层水平位移允许值为 50mm, 预警值为 40mm。

C. 若支护结构产生裂缝, 需详细记录裂缝形状、宽度、长度及其变化, 及时反馈给参建各方。

D. 基坑周边市政管线沉降变形监测允许值及预警值按权属单位意见实施。

E. 基坑周边地下水水位变化速率不大于 0.5m/d , 如连续两天变化速率大于 0.5m/d , 应作异常情况处理。

F. 变形速率不大于 5mm/天 , 如连续两天出现变形速率 $> 5\text{mm/天}$, 应作异常情况处理。

G. 应急预案

基坑施工过程中需考虑采取以下预防性措施或应急处理方案:

① 应对基坑坡顶及邻近地面变形超过允许值的预防性措施

A. 针对新出现的与原设计考虑的环境条件不相符的新情况, 首先重新审核原设计的支护结构

体系的安全度，必要时进行加固处理，增加支护体系的整体刚度。

B.如果邻近地面沉降值超过允许值，则首先查明原因，然后一方面要求对受影响的邻近建筑或构筑物地基和基础进行必要的加固等；另一方面对地下水位下降引起的变形，则采取注浆、防渗、回灌等措施进行处理。具体方案必须根据实际情况详细提出。

C.对于变形可能会导致边坡在短时间内整体失稳或破坏时，应首先考虑在坑底采用土方、砂袋等进行反压加强或增设斜向支撑等措施；尽可能减少坡顶堆载，条件允许情况下也可在坡顶部位进行挖土卸荷。

②针对周边水环境恶化的预防性措施

A.要求及时用水泥砂浆对已出现的坡顶裂缝进行封堵，必要时进行灌浆填缝处理；

B.及时清理坡顶堆放物，以免影响对边坡裂缝发生、发展的观测，坡顶不得有观测不到的死角；

C.要求准备排水量足够的污水泵，保证雨天时坑底不积水、不泡坑；

D.要求对坡面新出现的潮湿部位增设泄水管或泄水孔，对漏水的管线进行疏排，对水量很小的滴漏类隐患进行地表封闭和疏导处理。

③所有抽芯检测钻孔必须用不低于设计桩体材料的水泥浆回灌密实；

④坑底不允许随意卸载和改变设计现状的超挖

6.7.3 工作井、接收井设计

6.7.3.1 设计原则

综合考虑地质条件、管道直径、管道埋深、施工技术、周边交通、项目投资等因素，新建DN2600 转输管设置工作井或接收井，工作井或接收井间距不大于 200m，具体可根据给相关规范要求与现场实际条件适当调整。

6.7.3.2 施工方式选择

本项目控泄转输隧洞位于水库山体及水库内，考虑施工期减少对虾公岩水厂的影响及控制荔枝林征地补偿的费用，采用沉井法进行工作井及接收井的施工。沉井法施工作为一种成熟的工程

做法，凭借其结构整体性强、竖向承载性能优异、防水性能良好、施工占地小等优势，在各类基础设施建设中占据重要地位。受地形因素控制，工作井及接受井的深度约 7.5~13m，为深井，圆形工作井的受力最好、整体刚度最大、顶进方向更为灵活，本次设计采用圆形沉井。

6.7.3.3 工作井尺寸设计

工作井是顶管施工的临时设施，其内部设有后背、导轨、排水坑、密封门等设备。在顶进过程中是管节、土方运输的出入口，顶管施工后工作坑经过改建可做管道检查检修井等管道附属设施。

顶管工作井位置的选择考虑以下几方面的因素：管道井室位置、可利用坑壁土体作后背、便于排水、出土和运输，距电源水源较近、交通方便，对地上、地下建筑物易于采取保护和安全的措施。单向顶进时宜设在下游一侧。

顶管工作坑尺寸应能安装在坑内的顶管设备和满足下管出土的要求，根据《给水排水工程顶管技术规范》（CECS246:2008）第 10.4 节，按机头控制工作井的最小内径计算公式如下，顶管直接取两种情况较大值：

$$L \geq l_1 + l_3 + k$$

按管节控制，工作井的最小内径计算公式计算如下：

$$L \geq l_2 + l_3 + l_4 + k$$

其中：

l1——顶管机下井最小长度，根据类似工程经验，D=2.6m 顶管机尺寸为 3.2m×3.9m（顶管机外径×长度）；

l2——下管节长度，钢筋混凝土管一般取 2.5~3.0m；

l3——千斤顶长度，一般取 2.5m；

l4——留在井内管道最小长度，取 0.5m；

k——后座、刚性顶铁和环形顶铁厚度之和，再加上安装富余量，一般取 k=1.6m。

经计算，工作井最小内径为 8m，综合施工机械的不确定性以及施工便利等因素，本次设计工作井的最小内径取 9m，井壁、底板等结构混凝土强度等级 C30。

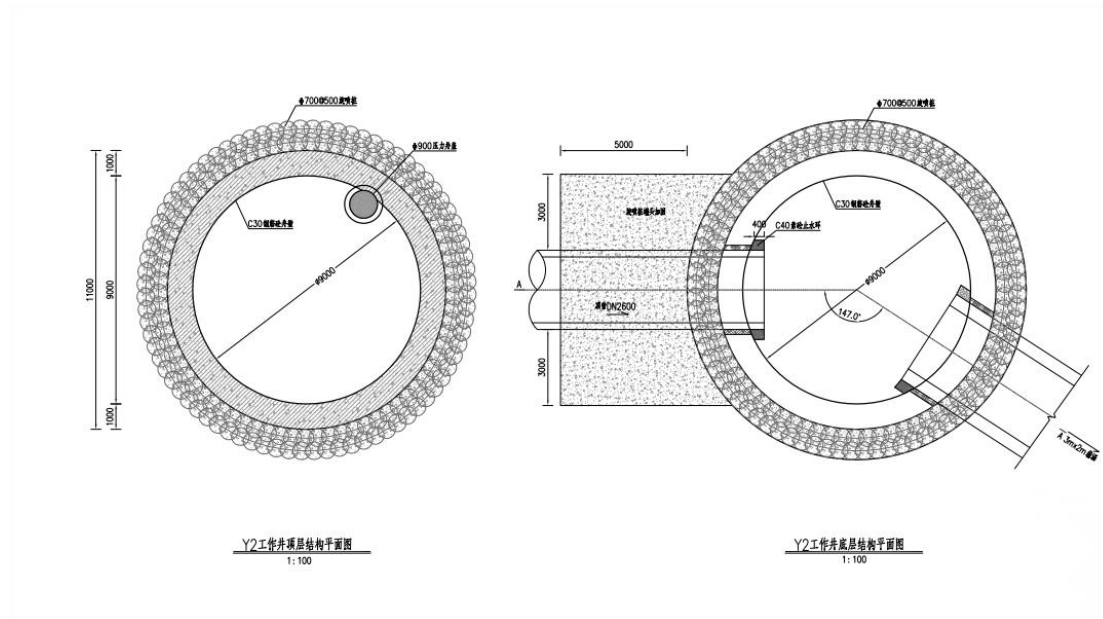


图 6.7-19 工作井顶层及底层典型平面布置图

6.7.3.4 接收井尺寸设计

接收井用于接收顶管机，它不受定力作用，井的尺寸应满足顶管机的拆除和吊出。根据《给水排水工程顶管技术规范》（CECS246:2008）第 11.2 节，接收井尺寸满足顶管机在井内拆除和吊出需求，其最小内径计算公式如下：

$$B = D_1 + 2 \times 1000$$

其中：

B——接收井内径最小尺寸（mm）；

D1——顶管机外径（mm），根据类似工程经验，D=2.6m 顶管机尺寸为 3.2m×3.9m（顶管机外径×长度）；

综合施工机械的不确定性以及施工便利等因素，经计算，本次接收井的最小内径为 6m，井壁、底板等结构混凝土强度等级 C30。

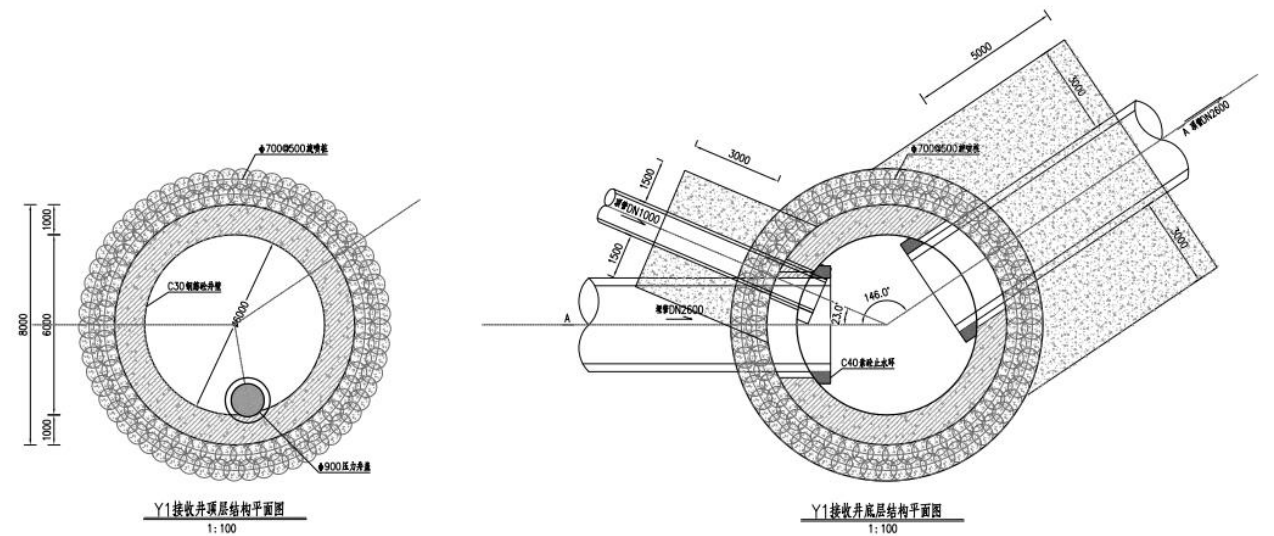


图 6.7-20 接收井顶层及底层典型平面布置图

6.7.3.5 沉井结构设计

本工程沉井为直壁，采用不排水法施工，无上部建筑，沉井顶部平地面考虑，工作井及接收井尺寸按依靠沉井自重下沉考虑。本阶段根据抗浮、下沉及下沉稳定三方面来确定顶管工作井及接收井壁厚及底板厚度。

(1) 沉井下沉验算

按照《给排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》（CECS137: 2015）第 6.1.2 条，沉井下沉系数应满足下列公式：

$$K_{st} \geq 1.05$$

$$K_{st} = (G_{ik} - F_{f,w,k}) / F_{fk}$$

式中 K_{st} ——下沉系数
 G_{ik} ——沉井自重标准值（包括外加助沉重量的标准值）（KN）
 $F_{f,w,k}$ ——下沉过程中水的浮托力标准值（KN）
 F_{fk} ——井壁总摩阻力标准值（KN）

(2) 沉井下沉稳定验算

按照《给排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》（CECS137: 2015）第 6.1.3 条，当下沉系数较大，或在下沉过程中遇有软弱土层时，应根据实际情况进行沉井的下沉稳定验算，并满足

下列公式的要求:

$$K_{st,s}=0.8\sim 0.9$$

$$K_{st,s}=(G_{ik}-F'_{fw,k})/(F'_{fw}+R_b)$$

式中 $K_{st,s}$ ——下沉稳定系数

$F'_{fw,k}$ ——验算状态下水的浮托力标准值 (kN)

F'_{fw} ——验算状态下井壁总摩阻力标准值 (kN)

R_b ——沉井刃脚、隔墙和底梁下地基土的极限承载力之和 (kN)

(3) 沉井抗浮验算

按照《给排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》(CECS137: 2015)第 6.1.4 条,沉井抗浮应按施工和使用两个阶段,分别根据实际可能出现的最高水位进行验算,施工期地下水位按现状地面高程以下 0.5m,使用期地下水位按现状地面高程控制,并满足下列公式的要求:

$$K_{fw}\geq 1.0 \text{ (不计侧壁摩阻力)}$$

$$K_{fw}=G_{ik}/F_{bw,k}$$

式中 K_{fw} ——沉井抗浮系数

$F_{bw,k}$ ——基底的水浮托力标准值 (kN)。

(4) 沉井设计过程:

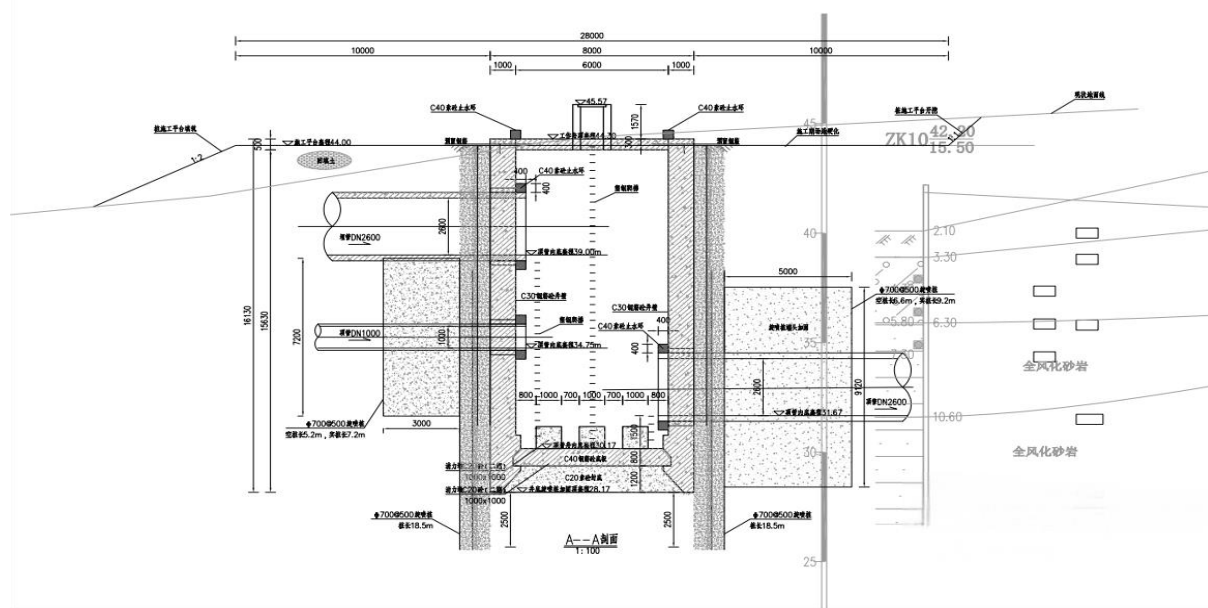


图 6.7-21 接收井典型断面图

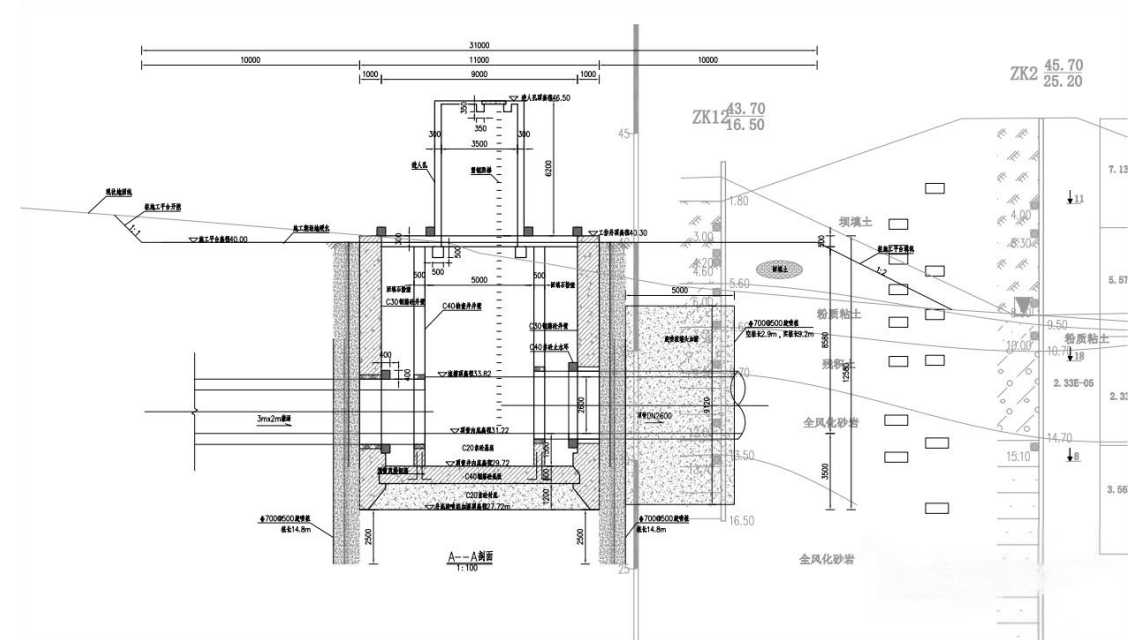


图 6.7-22 工作井典型断面图

表 6.7-14 沉井设计参数表

名称	内径尺寸 (m)	壁厚 (m)	顶高程 (m)	底高程 (m)	井深 (m)
1#接收井	6	1	44	28.17	15.83
2#工作井	9	1	40	27.72	12.28
3#工作井	9	1	40	27.72	12.28
4#接收井	6	1	38	27.52	10.48

利用理正结构设计工具箱 V8.0SP4 沉井模块对各井进行计算,每个井节按高度 4m 下沉,地基承载力验算考虑 2 种工况,工况一:井内土体回填至场地地面,地下水位取场地地面下 0.5m;工况二:井内土体回填至场地地面,地下水位取素砼封底底面。经计算各工况下最不利计算成果详见下表,均满足规范要求。

表 6.7-15 沉井设计成果表

名称	沉井下陷系数 $K_{st}>1.05$	沉井下陷稳定系数 $K_{st,s}<0.90$	封底阶段抗浮稳定系数 $K_{fw}>1.15$	基底平均应力 (kPa)	井底地层	基地地基承载力 (kPa)
1#接收井	1.62~2.46	0.74	1.74	2.80	298.78	强风化砂岩
2#工作井	1.66~3.96	0.63	1.35	1.58	157.29	强风化砂岩
3#工作井	1.66~3.96	0.63	1.35	1.58	157.29	强风化砂岩
4#接收井	1.67~3.81	0.56	1.76	1.88	159.91	全风化砂岩

经过计算分析，本工程沉井井壁壁厚为 1.0m，底板厚 0.8m，满足沉井结构安全及稳定性要求，部分井节下沉稳定系数在 0.70~1.30 之间，稳定系数小于 0.8 在施工期需要加重下沉，稳定系数大于 0.9 的可通过停止降水或调节泥浆套浓度来增加井壁摩阻力等措施来增加下沉稳定。

6.7.3.6 止水设计与监测要求

开挖作业遵循一定的施工流程，即先场地整平，井外壁轮廓线外扩约 2.0m 范围开挖地面，开挖深度 1.0m 并进行 1:1 放坡。根据地勘资料，井主要穿越土层性质，素填土、淤泥、粉质粘土、全风化粉砂岩、强风化粉砂岩等地层，其中素填土为中等透水层，淤泥为微透水性，粉质粘土、残积土、全风化粉砂岩和强风化粉砂岩为中等透水层。

止水桩结合地下水位高程及各土层透水性，方案选择 $\phi 700@500\text{mm}$ 单排二重管法高压旋喷桩，桩顶取场坪高程，加固井壁外围土体并为沉井提供稳定的、铅直的下沉条件，桩底与沉井底面平齐。施工沉井，井壁兼做开挖过程中对外土体的支护结构，配合外围旋喷桩加固土体，能够满足施工安全性要求，不另设其它基坑支护措施。为确保井身对基坑支护的安全保障，开挖产生的弃土及时运离，不得堆放在沉井周围，特别是沉井周围 10m 范围内严禁堆土，挖方中抽出的水及时排走。

沉井施工工艺为将浇筑好的井身通过挖除井内土体，使井身逐步沉入地下，最终达到设计要求井底高程后进行封底。沉井基坑挖土深度 1~2m 时铺砂垫层、垫木或挖刃脚土模，再安设刃脚铁件，绑钢筋、支刃脚、井身模板并浇混凝土养护，待井身的混凝土达到满足设计强度后方可拆模、抽出垫木，此时井身下沉。

另外，施工前应充分了解周边管线和建筑物，必要时应在工作井及接收井位建立地面和地下的测量控制系统。所有监测点必须在拖拉管施工前进行埋设布置。施工过程中造成的地面沉降应满足相应规程，当检测数据达到沉降限制值的 70%，应及时报警并启动应急事故处理方案。

6.8 巡库路设计

为便于隔离坝、连通闸等建筑物运维管理，本工程新建巡库路，道路设计为混凝土路，路面层为 200 厚 C30 混凝土，下设 200 厚 6% 水泥稳定石粉渣，200 厚碎石砂层，道路基础土压实度 $\geq 93\%$ 。全长约 381m。

6.9 建筑工程设计

6.9.1 建筑设计

(1) 设计原则

- 1) 充分考虑当地自然环境和社会环境,体现当地的发展水平和文化特色;
- 2) 因地制宜，建筑工程与周围环境协调一致，相互增色;
- 3) 以功能为主，流线为先，以人为本。

(2) 设计依据

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)；

《水利工程设计防火规范》GB50987-2014；

《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017；

《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB50325-2020；

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046-2018；

《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012；

《民用建筑节能设计标准》GB50555-2010；

《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019；

《室外给水设计标准》GB50013-2018；

《室外排水设计标准》GB50014-2021；

《水利工程建设标准强制性条文》(2020 年版)；

《工程结构通用规范》(GB55001-2021)

《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)

《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）

《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）

《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）（2015年版）

《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）

《建筑防火通用规范》GB55037-2022）

《砌体结构通用规范》（GB55007-2021）

《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）

《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）

《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T50476-2019）

《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）

（3）建筑单体设计

涵闸启闭机房建筑面积见下表。

表 6.9-1 闸室面积表

名称	面积 (m ²)
泄水控制水闸	107
连通闸	156
放空闸	8.25

1) 平面布置原则:

平面布置原则是功能空间布局紧凑合理、分区明确、联系方便、高效便捷，以满足工艺专业的各项使用要求。

2) 立面设计:

在立面设计上，我们立足于建筑的整体性，追求比例的和谐统一。主调以简洁明快的米白色为主，以朴素优雅的灰色作点缀，采用立面构成的手法，将这两种立面元素有序地组合在一起。简洁但不乏细部的考虑，体现出纯粹简约、大气的现代风格。

3) 主要构筑物设计:

主要构筑物采用与周围环境相协调的浅色调，设计力求简洁大方。本项目新建 7 栋启闭机房，设计使用年限为 50 年，结构形式均为框架结构。屋面防水等级均为 I 级，建筑耐火等级均为二级。

（4）无障碍设计

本项目仅供泵站内部使用，平时封闭管理，故不考虑无障碍设计。

（5）消防设计

建筑防火间距：丁类厂房与丁类厂房之间，丁类厂房与乙类厂房之间防火间距均大于 10 米，丁类厂房与民用多层建筑之间防火间距大于 10 米。

消防登高场地、消防登高面：所有建筑均为多层或单层建筑，无需设置消防登高面及消防登高场地。

救援窗：各单体外墙每层每防火分区至少设置两个消防救援口，消防救援口的净高度和净宽度均不应小于 1.0m，下沿距室内地面小于 1.2m。

各单体建筑防火分区面积、人员疏散口数量、人员疏散距离、楼梯间形式、疏散宽度等均满足建筑设计防火规范 GB50016 的相关条款要求。

建筑配件及构造做法建筑构件的燃烧性能和耐火极限：均满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）表 5.1.2 的规定。

室内装饰材料：建筑内部装饰材料均采用不燃或难燃材料，燃烧性能等级均满足《建筑内部装修设计防火规范》GB50222—2017 要求，分隔墙砌至梁底或板底。除风井外，其他管井每层用与楼板耐火极限相同的混凝土或防火封堵材料封堵。

防火门设置：所有管道井门均为丙级防火门。防火墙上的疏散门为甲级防火门。配电间等设备间开向室内为甲级防火门，开向室外为丙级防火门。钢结构防火：所有钢结构柱、梁部分涂刷厚型防火涂料，厚度为 20mm，确保柱子耐火极限不低于 2.5 小时，梁耐火极限不低于 1.5 小时，钢结构防火构造及防火涂料应满足(CECS200-2006)《建筑钢结构防火技术规范》的相关要求，对钢结构防火涂料的厚度选用应以该产品相应耐火极限的型式检验报告中的厚度为准。

（6）装修材料

外墙面：建构筑物外立面均采用涂料饰面。

门、窗：采用铝合金门窗，铝合金窗选用普通铝合金型材，双层中空玻璃，门采用铝合金防盗门，设备用房门采用防火门及钢制防盗门。

内墙：一般选用内墙涂料，配电间、设备用房、楼梯间、走道、仓库、储藏室、走道内墙、无窗房间等采用不燃性 A 级无机涂料，卫生间等用水房间采用内墙面砖（300×600）。

顶棚：一般选用不燃性 A 级无机涂料顶棚；设备用房、配电房、楼梯间、仓库等用不燃性 A 级无机涂料；门厅、过道等采用装饰石膏板吊顶顶棚；卫生间、值班室采用铝合金方板顶棚；泵房采用防霉防潮无机涂料顶棚；

栏杆及油漆：采用镀锌钢栏杆；与有腐蚀性污水接触的铁件，采用耐酸型的防腐油漆。

落水及排水：采用有组织外排水，屋面雨水通过雨水口、落水管排到地面明沟，排入地下雨水管道，落水管采用 UPVC,管径 110mm。

（7）建筑安全

室内楼梯斜段扶手高度(自踏步前缘线量起)均不低于 900。水平段扶手横向长度大于 500mm 时，栏杆高度为 1100mm。

窗台高度小于 800 的临空处，按规范要求设置自可踏面起 800 高防护栏杆。

防护栏杆必须牢固,安全,上人屋面、外廊、楼梯、平台、阳台等临空部位高度不应低于 1.10m。(注:以上高度指施工完成后的净高度,高度从阳台面或屋面算起,如底部有宽度大于等于 0.22m 且高度小于等于 0.45m 的可踏面,应从可踏面顶面起计算), 栏板与外墙交接处应用聚合物水泥砂浆嵌填处理。栏板或栏杆距楼面或屋面 0.1m 高度范围不应留空, 遇临空平台处(含楼梯顶层平台, 室外走廊处护栏)无落地档坎时, 设置 100 高 10 厚钢质挡板。

6.9.2 结构设计

（1）设计原则

结构设计需满足建筑、给排水、电气及暖通等相关专业的功能设计要求，满足泵站厂房及水

闸的工艺、设备安装运行的要求，满足建（构）筑的使用功能要求，遵循结构体系安全可靠，施工工艺成熟及施工操作简便，工程造价经济合理的原则。

结构设计需根据建设场地的工程地质条件、水文地质资料和本地区的施工技术水平，选择合适的结构设计方案。

结构设计应遵循现行国家和本地区的相关设计规范和技术标准，构（建）筑物在施工和使用阶段满足承载能力极限状态和正常使用极限状态。

结构抗震设计及建（构）筑物结构设计工作年限应符合国家现行相关规范的要求。

（2）设计依据

《工程结构通用规范》（GB55001-2021）

《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB50068-2018）

《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）

《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2024 年版）

《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）

《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）

《混凝土结构设计标准》（GB/T50010-2010）（2024 年版）

《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）

《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）

《钢结构通用规范》（GB55006-2021）

《钢结构设计标准》（GB50017-2017）

《建筑防火通用规范》GB55037-2022）

《建筑地基处理设计规范》（JGJ79-2012）

《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）

《砌体结构通用规范》（GB55007-2021）

《建筑与市政工程防水通用规范》（GB55030-2022）

《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）

《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）

《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T50476-2019）

《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）

（3）设计基本参数

结构安全等级：二级。

结构设计工作年限：50年。

工程所在地区的抗震设防烈度为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。

建筑物场地类别为III类。

地震特征周期为0.45s。

本工程结构类型均为钢筋混凝土结构。

建（构）筑物结构体系均采用框架结构。

基本风压 W_0 为 0.35kN/m^2 （按50年重现期风压值）。

基本雪压 S_0 为 0.40kN/m^2 （按50年重现期雪压值）。

地面粗糙度为B类。

环境类别：地面以下结构构件为二b类，

地面以上外露及天面构件为二a类。

（4）设计技术标准

设计使用荷载：建筑物按《工程结构通用规范》GB55001-2021 及《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）取值，水闸按生产性质及工艺要求取设备和检修荷载。

抗震设防标准：建（构）筑物的抗震设防类别根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）的规定，水闸、辅助生产用房为重点设防类，门卫室为标准设防类。根据工程所在地区的抗震设防烈度6度，确定水闸结构抗震等级需按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。

框架结构抗震等级：本工程水闸的结构抗震等级均为三级。

本工程建（构）筑物环境类别：地面以上为二a类，地面以下为二b类，建（构）筑物混凝土耐久性要求按《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476-2019 及《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）执行。

根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011），本工程建（构）物的地基基础设计等级均为丙级。

（5）结构布置及荷载选取

建筑层数为地面一层，其主要的建筑使用功能为：启闭机房。屋面为双坡屋面，结构主要柱网尺寸为：3.60m×3.0m，结构框架柱主要截面尺寸为500mm×500mm，屋面主梁截面尺寸为300mm×600mm。屋面板厚为150mm（不上人坡屋面）。

（屋）面主要荷载（作用）取值：

表 6.9-2 楼（屋）面主要荷载（作用）取值表

水闸启闭机房屋面	恒载p	1	现浇板厚度（mm）	150	$26 \times 0.15 =$	3.90KN/m ²
		2	建筑做法			4.00KN/m ²
		合计：				7.90KN/m ²
	活载g	不上人坡屋面				1.00KN/m ²

6.10 工程安全监测

6.10.1 安全监测设计依据及原则

(1) 安全监测设计依据

- 1) 《土石坝安全监测技术规范》(SL551-2012);
- 2) 《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725-2016)
- 3) 《国家一、二等水准测量规范》(GB12897-2006);
- 4) 《国家三、四等水准测量规范》(GB12898-2009);
- 5) 《大坝安全监测自动化系统设备基本技术条件》(SL268-2001); ;
- 6) 工程设计方案。

(2) 安全监测设计原则

- 1) 监测设施布置能够比较全面的反应大坝的工作状态。
- 2) 监测项目应重点突出, 应能了解大坝在施工及运行时的工作性态及变化规律。
- 3) 安全监测设施力求少而精。
- 4) 尽可能选择最大坝高、受力状况比较复杂及大坝薄弱面等典型断面布设仪器。
- 5) 监测仪器设备应精确可靠、稳定耐久、经济实用, 并尽可能实现自动化监测。

6.10.2 观测项目

本项目工程等别为III等, 隔离坝为3级建筑物, 根据《土石坝安全监测技术规范》(SL551-2012) 的规定和工程规模, 设置巡视检查、变形、沉降、渗流等安全监测项目。

本次设计中, 主要建设表面变形监测; 渗流监测; 库水位监测。

6.10.3 观测频率

根据《土石坝安全监测技术规范》(SL551-2024) 的规定, 对施工期、初期运行期以及运行

期监测频率进行了设计。具体如下表。

表 6.10-1 观测阶段及频率一览表

监测类别	监测项目	监测阶段和频次		
		施工期	初期运行期	运行期
现场检查	日常现场检查	4次/月	20次/月	2次/月
变形监测	坝区监测网	取得初始值	1次/3年	1次/5年
	坝体表面变形	1次/月	5次/月	4次/年
	防渗体变形	1次/月	5次/月	4次/年
	连通闸、控制闸表面变形	1次/月	5次/月	4次/年
渗流监测	渗流量	4次/月	20次/月	2次/月
	坝基渗透压力	4次/月	20次/月	2次/月
	坝体渗透压力	4次/月	20次/月	2次/月
	绕坝渗流	4次/月	20次/月	2次/月
环境量	上下游水位	2次/日	2次/日	2次/日

6.10.4 观测设备配置

为保证工程观测工作的正常进行, 并获得准确可靠的观测资料, 应配置必需的观测仪器及设备。本次新增主要观测设备详见下表。

表 6.10-2 观测设备表

序号	名称	单位	数量	备注
1	表面变形标点	点	54	外部变形监测
2	水准工作基点	点	7	
3	测斜管	根	20	大坝内部变形监测, 10个断面, 每个2根
4	测斜仪	个	60	大坝内部变形监测, 10个断面, 上下游各3处
5	沉降仪	个	60	大坝内部变形监测, 10个断面, 上下游各3处
6	测斜管	根	10	心墙变形监测, 10个断面, 每个1根
7	测斜仪	个	30	心墙变形监测, 10个断面, 3处
8	沉降仪	个	30	心墙变形监测, 10个断面, 3处
9	温度计	支	30	心墙温度观测, 10个断面, 3处
10	位错计	支	100	心墙与过渡料的错位变形监测, 10个断面, 接触面上下游各5个
11	测缝计	支	10	心墙与混凝土基座之间的变形监测, 10个断面, 接触面1个
12	压应力计	支	30	心墙压力监测, 10个断面, 3处
13	渗流监测	支	104	10个断面, 各断面10支; 坝肩与基岩接触处各1支, 有4个接触点

序号	名称	单位	数量	备注
14	水尺	付	2	在大坝中部上下游面各设置水尺1付，共2付

7 机电及金属结构

7.1 电气部分

7.1.1 设计依据

- 1) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)；
- 2) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011)；
- 3) 《民用建筑电气设计标准》(GB51348-2019)；
- 4) 《通用用电设备配电设计规范》(GB50055-2011)；
- 5) 《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)；
- 6) 《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)；
- 7) 《水利水电工程机电设计技术规范》(SL511-2011)；
- 8) 其他有关国家及地方的规程、规范及标准。

7.1.2 设计范围及概况

本工程主要设计内容为虾公岩水库水质保障工程转输管道入口新增泄水控制闸门(15kW, 1座)、放空闸门(7.5kW, 1座)、移动式格栅除污机(7.5kW, 1座)、控制闸室及上库与下库的连通闸(15kW, 2座)的电气设计。具体内容如下:

- 1) 各处的动力及照明设计；
- 2) 各处构筑物的防雷接地保护设计。

7.1.3 供电负荷等级及供电电源

本工程泄水控制闸、连通闸具有泄洪功能,按二级负荷设计。在控制闸室设一个动力配电箱,总功率47kW,一回路380V低压电源从附近虾公塘水厂配电房1600kVA变压器低压侧备用回路

引取,供电距离约为450米。

表 7.1-1 用电负荷统计

序号	名称	功率(kW)	安装台数	运行台数	是否计入最大负荷	合计(kW)	备注
1	输水管道进口控制闸	15	1	1	是	15	二级负荷
2	输水管道进口格栅机	7.5	1	1	否	0	二级负荷
3	输水管道进口处放空闸	7.5	1	1	否	0	
4	上下库连通闸	15	2	2	是	30	
5	水库闸室电源箱	2	1	1	是	2	
6	合计					47	

为保障二级负荷用电,需另设一台户外移动式柴油发电机组作为控制闸及连通闸的应急电源。根据《水利水电工程厂(站)用电系统设计规范》(SL485-2010)附录F柴油发电机容量计算如下:

(1) 按最大计算负荷计算:

$$S_{JS} = \frac{P_{\Sigma}}{\eta_{\Sigma} \cos \varphi} = \frac{47}{0.85 \times 0.8} = 69.12 \text{ kVA}$$

(2) 按带负荷最大单台电动机启动计算:

$$S_{G2} = \left(\frac{P_{\Sigma} - P_m}{\eta_{\Sigma}} + \frac{P_m K C \cos \varphi_m}{\eta_d \cos \varphi_d} \right) \frac{1}{\cos \varphi_G}$$

$$= \left(\frac{47 - 15}{0.82} + \frac{15 \times 7 \times 1 \times 0.4}{0.8} \right) \frac{1}{0.8} = 114.38 \text{ kVA}$$

(3) 按空载启动最大的单台电动机时母线允许电压降校验发电机容量:

$$S_{G3} = \frac{P_n K C X_d''}{\eta_d \cos \varphi_d} \left(\frac{1}{\Delta E} - 1 \right) = \frac{15 \times 7 \times 1 \times 0.25}{0.8} \times \left(\frac{1}{0.25} - 1 \right) = 98.5 \text{ kVA}$$

综上所述,按最大计算负荷计算选择常载功率为100kW/125kVA,自带机载控制屏,备载功率为110kW/138kVA的柴油发电机组作为本工程的应急电源。

7.1.4 主要电力设备选择

1) 电线电缆

0.4kV 低压电缆采用 ZC-YJV 交联聚乙烯绝缘电力电缆，控制电缆为 KVV 电缆。

2) 闸门控制箱

工艺设备配套带来的控制箱应满足下列要求：

- a、户外型防护等级不低于 IP65，并具有防潮及防冷凝加热装置，外壳为不锈钢结构。
- b、需具有“断路器、交流接触器、热继电器”等完善的配电和保护功能。
- c、需具有“开、停按钮及开、停、故障指示灯、手动/自动转换”等控制及显示功能。
- d、带有手动操作按钮及手/自动切换开关。
- e、需具有“短路、过负荷、断相保护”等指示功能。
- f、闸门/阀门可根据液位控制，启/停/报警功能完善。
- g、需具有冲击电流峰值不小于 12.5kA（10/350us）的 I 级浪涌保护器。
- h、需预留后期远程监控接入端口。

7.1.5 电动机启动方式及控制方式

1) 电动机启动方式

本工程电机功率较小，额定电压 380V，采用直接起动方式。

2) 电动机控制方式

控制方式分为手动和自动两种方式，手动控制为安装调试和维修时使用。

7.1.6 过电压及接地保护

建筑物防雷工程是一个系统工程，应根据建筑物的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果因地制宜的采取防雷措施，本工程防雷均按三类建筑物设防。

(1) 防直击雷：沿建筑物屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设热镀锌接闪网带进行保护。

(2) 防感应雷：建筑物内的设备、管道、轨道、构架等主要金属物，应就近接至防直击雷接地系统或电气设备的保护接地装置上。

(3) 防雷电波侵入：电缆入户端应将电缆金属外皮、金属管道接地。配电箱进线处装设防雷装置。同时对于计算机、仪表等贵重电子设备采用电源电涌保护器及信号、数据电涌保护器进行双重保护，防止线路和设备过流和过电压，避损坏设备。

(4) 本工程低压系统采用 TN-S 接地系统，所有电气设备的金属外壳、电缆保护管、控制箱等均应通过接地干线（支线）与总接地网可靠接地。要求接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。当达不到要求时增打人工接地极。

(5) 共用接地体系统：防直击雷接地和防雷电感应，电器设备等接地共用同一接地装置，并与埋地金属管道相连。其接地电阻 $R \leq 4\Omega$ 。

7.1.7 电缆敷设及设备安装

(1) 室外电缆井交接处的电缆管线，待施工完毕后须做防水、防火密封处理。

(2) 在电缆分支、接头处及管路方向较大改变时，或电缆转入直埋处，以及直线段 50m 处应设有电缆井。

(3) 电缆穿管前应采用压缩空气吹扫，查验确认干燥后方可穿入电缆，穿入后应及时封堵严密。

(4) 电缆埋管距地面深度不得小于 0.7 米，当位于车行道或耕地时，应适当加深，且不宜小于 1 米。与其他管道交叉或平行是应满足"GB50217-2018 电力工程电缆设计标准"5.3.5 要求。

(5) 电缆保护管必须是内壁光滑无毛刺，管的内径不宜小于电缆外径的 1.5 倍，管孔端口应有防止损伤电缆的处理。

(6) 本工程控制箱在室外台架上落地安装，箱体顶边距地面 1.6m，要求箱体采用 304 不锈钢材质，防护等级为 IP65。

7.1.8 电气节能设计

(1) 电机选用效率高、性能优越的节能电机。

(2) 室内照明灯在保证照度的前提下优先采用高效节能灯具和适用寿命长光色好的光源，以降低能源损耗和运行费用。

7.1.9 主要电气设备工程量表

表 7.1-2 主要电气设备工程量表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
一	电气部分				
1	动力配电箱	IP54, 304不锈钢外壳, 带双电源转换开关	个	2	
2	电表箱	满足供电局要求	个	1	
3	闸门控制箱	IP65, 304不锈钢外壳, 带PLC模块, 可实现设施内部工艺设备自动控制, 对外提供以太网接口	个	4	厂家配套提供
4	格栅控制箱	IP65, 304不锈钢外壳, 带PLC模块, 可实现设施内部工艺设备自动控制, 对外提供以太网接口	个	1	厂家配套提供
5	流量计仪表箱	IP54, 304不锈钢外壳	个	1	
6	电力电缆	ZC-YJV-0.6/1kV-4X120+1X70	米	1350	
7	电力电缆	ZC-YJV-0.6/1kV-5X6	米	60	
8	电力电缆	YCW-0.45/0.75kV-4X4	米	50	
9	控制电缆	ZC-KVV-0.45/0.75kV-7X1.5	米	50	
10	热镀锌钢管	SC150	米	1350	
11	热镀锌钢管	SC50	米	1450	
12	热镀锌钢管	SC32	米	100	
13	低压电缆井	参考图集07SD101-8, P120页	座	18	
14	排水管	PVC100	米	180	
15	电缆标示牌	20m/个	项	1	
16	破复绿化带	开挖截面: 0.8m×0.9m	m ²	972	
17	土方开挖及回填	开挖截面: 0.8m×0.9m	m ³	850	
18	照明	130m ²	项	1	
19	防雷接地	130m ²	项	1	
20	台架		项	1	
21	混凝土基础	C25	m ³	1.5	
22	安装材料	膨胀螺栓、垫圈、螺母、角钢支架等	项	1	
23	防火封堵及防腐材料		项	1	
24	移动式柴油发电机组	常载功率为100kW/125kVA, 备载功率为110kW/138kVA, 自带机载控制屏	台	1	

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
二	自动化部分				
1	摄像头	网络摄像头, 不低于500万像素	台	4	
2	光缆	24芯单模铠装光缆	米	950	
3	光纤收发器	百兆光纤收发器, 1光口2电口	台	8	
4	交换机	千兆光端机, 1光口24电口	台	2	
5	VPN专线	租赁运营商的VPN专线, 包含3年租赁费(监控、视频各1套)	套	2	
6	隔离网闸	平均无故障时间(MTBF): ≥50000小时(100%负荷), 延时: 小于5毫秒; 实现安全隔离、实时信息交换、协议分析、内容检测、访问控制、安全决策。	套	4	

7.2 自动控制

上库泄洪控制闸、连通闸均为根据液位自动控制, 不参与调度。

7.3 金属结构

7.3.1 工程概况

根据工程总体布置方案, 为恢复虾公岩水库供水功能, 保障虾公岩水库水质, 拟在虾公岩水库内建设隔离坝, 将水库分为上库和下库, 将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内, 保障下库的水质安全。隔离标准为 50 年一遇。虾公岩水库水质保障工程金属结构主要包括: 新建放空闸工作闸门及其启闭机设备; 新建泄水控制闸工作闸门、检修闸门及其启闭设备; 新建连通闸工作闸门、检修闸门及其启闭设备。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014) 要求, 本工程金属结构设备合理使用年限按照 30 年设计。

7.3.2 设计依据

本设计采用容许应力方法进行结构计算, 启闭设备参照国内系列标准和已建、在建工程资料

选择，相关设计规范如下：

《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）

《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）

《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2018）

《钢结构设计标准》（GB50017-2017）

《水工金属结构防腐蚀技术规范》（SL105-2025）

《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）

7.3.3 放空闸金属结构设计

虾公岩水库上库洪水水位：45.07m（P=2%）、45.818m（P=0.1%），下库洪水水位：43.94m（P=2%）、45.818m（P=0.1%），隔离坝主坝南侧，水库 6#副坝北侧新建 1 孔放空闸工作闸门。平时常关，需要检修放空时，开启工作闸门将上库蓄水放空至虾公岩水。

放空闸工作闸门孔口宽度 1.50m，高度 1.50m，底坎高程 34.64m，最高设计挡水水位 45.818m（P=0.1%），设计水头 11.178m。工作闸门型式选用潜孔平面定轮钢闸门，工作闸门操作方式为动启静闭，其启闭设备选用固定卷扬式启闭机 QPG-250KN，启闭设备扬程为 15m。

放空闸工作闸门选用潜孔平面定动钢闸门，结构形式为双主横梁等高布置，中间布置一道纵梁，主梁截面形式为钢板与面板焊接而成的组合型工字结构，闸门面板厚度 14mm，主梁截面高度 300mm，闸门门体材料采用 Q355B 钢。闸门采用筒支滚轮支承，滚轮直径 390mm，轴径 100mm。闸门面板布置在上游面，闸门止水布置在下游面，单向止水，顶侧止水采用 P 型橡胶止水，底止水采用条形橡胶止水。闸门导向装置为侧向滑块。闸门采用单吊点，吊耳布置在顶横梁上部。

闸门埋件分一期混凝土埋件和二期混凝土埋件：一期混凝土埋件由钢筋和预留锚栓焊接而成；二期混凝土埋件由主轨、反轨、底坎和门楣组成。主轨埋件采用 ZG35Cr1Mo 合金铸钢结构，反轨、底坎和门楣埋件采用焊接组合结构。

根据《水利水电工程钢闸门设计规范(SL74-2019)》启闭力分析：

$$\text{闭门力： } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) - n_g \cdot G + P_t - W_s$$

$$\text{启门力： } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) + n_g \cdot G + P_x - W_s$$

经计算复核，采用容量 250kN，行程 15m 的 QPG-250KN 固定卷扬式启闭机满足设计工况下

的闸门运行要求。

7.3.4 泄水控制闸金属结构设计

虾公岩水库上库洪水水位：45.07m（P=2%）、45.818m（P=0.1%），下库洪水水位：43.94m（P=2%）、45.818m（P=0.1%），隔离坝主坝南侧，水库 6#副坝北侧新建 1 孔泄水控制闸工作闸门，泄水控制闸工作闸门上游新建 1 孔泄水控制闸检修闸门。泄水控制闸工作闸门运行工况：平时当上游上库水位超过 40.10m 时，开启工作闸门将上库存蓄雨水控泄至下游河道；当上游上库水位超过 45.07m（P=2%）时，关闭工作闸门。泄水控制闸检修闸门运行工况：平时常开；当需要检修时，关闭检修闸门。

7.3.4.1 泄水控制闸工作闸门金属结构设计

泄水控制闸工作闸门孔口宽度 3.00m，高度 3.00m，底坎高程 38.80m，最高设计挡水水位 45.818m（P=0.1%），设计水头 7.018m。工作闸门型式选用潜孔平面定轮钢闸门，工作闸门操作方式为动水启闭，其启闭设备选用固定卷扬式启闭机 QPQ-400KN，启闭设备扬程为 10m。

泄水控制闸工作闸门选用潜孔平面定动钢闸门，结构形式为三主横梁等高布置，中间布置三道纵梁，主梁截面形式为钢板与面板焊接而成的组合型工字结构，闸门面板厚度 14mm，主梁截面高度 500mm，闸门门体材料采用 Q355B 钢。闸门采用筒支滚轮支承，滚轮直径 590mm，轴径 120mm。闸门面板布置在上游面，闸门止水布置在下游面，单向止水，顶侧止水采用 P 型橡胶止水，底止水采用条形橡胶止水。闸门导向装置为侧向滑块。闸门采用单吊点，吊耳布置在顶横梁上部。

闸门埋件分一期混凝土埋件和二期混凝土埋件：一期混凝土埋件由钢筋和预留锚栓焊接而成；二期混凝土埋件由主轨、反轨、底坎和门楣组成。主轨埋件采用 ZG35Cr1Mo 合金铸钢结构，反轨、底坎和门楣埋件采用焊接组合结构。

根据《水利水电工程钢闸门设计规范(SL74-2019)》启闭力分析：

$$\text{闭门力： } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) - n_g \cdot G + P_t - W_s$$

$$\text{启门力： } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) + n_g \cdot G + P_x - W_s$$

经计算复核，采用容量 400kN，行程 10m 的 QPQ-400KN 固定卷扬式启闭机满足设计工况下的闸门运行要求。

7.3.4.2 泄水控制闸检修闸门金属结构设计

泄水控制闸检修闸门孔口宽度 3.00m，高度 3.00m，底坎高程 38.80m，最高设计挡水水位 45.818m (P=0.1%)，设计水头 7.018m。工作闸门型式选用潜孔平面定轮钢闸门，检修闸门操作方式为动水启闭，其启闭设备选用固定卷扬式启闭机 QPQ-400KN，启闭设备扬程为 10m。

泄水控制闸工作闸门选用潜孔平面定动钢闸门，结构形式为三主横梁等高布置，中间布置三道纵梁，主梁截面形式为钢板与面板焊接而成的组合型工字结构，闸门面板厚度 14mm，主梁截面高度 500mm，闸门门体材料采用 Q355B 钢。闸门采用筒支滚轮支承，滚轮直径 590mm，轴径 120mm。闸门面板布置在上游面，闸门止水布置在下游面，单向止水，顶侧止水采用 P 型橡胶止水，底止水采用条形橡胶止水。闸门导向装置为侧向滑块。闸门采用单吊点，吊耳布置在顶横梁上部。

闸门埋件分一期混凝土埋件和二期混凝土埋件：一期混凝土埋件由钢筋和预留锚栓焊接而成；二期混凝土埋件由主轨、反轨、底坎和门楣组成。主轨埋件采用 ZG35Cr1Mo 合金铸钢结构，反轨、底坎和门楣埋件采用焊接组合结构。

根据《水利水电工程钢闸门设计规范(SL74-2019)》启闭力分析：

$$\text{闭门力: } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) - n_g \cdot G + P_t - W_s$$

$$\text{启门力: } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) + n_g \cdot G + P_x - W_s$$

经计算复核，采用容量 400kN，行程 10m 的 QPQ-400KN 固定卷扬式启闭机满足设计工况下的闸门运行要求。

7.3.5 连通闸金属结构设计

虾公岩水库上库洪水位：45.07m (P=2%)、45.818m (P=0.1%)，下库洪水位：43.94m (P=2%)、45.818m (P=0.1%)，隔离坝 2#副坝新建 2 孔连通闸工作闸门，2 孔连通闸检修闸门。连通闸工作闸门运行工况：平时常关；当上游上库水位超过 45.07m (P=2%) 时，工作闸门开启。泄水控制闸检修闸门运行工况：平时常开；当需要检修时，关闭检修闸门。

7.3.5.1 连通闸工作闸门金属结构设计

连通闸工作闸门孔口宽度 5.00m，闸门净高 2.50m，底坎高程 43.00m，最高设计挡水水位 45.07m (P=2%)，设计水头 2.07m。工作闸门型式选用露顶式平面定轮钢闸门，工作闸门操作方式为动水

启闭，其启闭设备选用固定卷扬式启闭机 QPQ-2×160KN，启闭设备扬程为 8m。

连通闸工作闸门选用露顶式平面定轮钢闸门，结构形式为双主横梁等高布置，中间布置三道纵梁，主梁截面形式为钢板与面板焊接而成的组合型工字结构，闸门面板厚度 14mm，主梁截面高度 500mm，闸门门体材料采用 Q355B 钢。闸门采用滑块支承。闸门面板布置在上游面，闸门止水布置在下游面，双向止水，侧止水采用双 P 型橡胶止水，底止水采用条形橡胶止水。闸门导向装置为侧向滑块。闸门采用双吊点，吊耳布置在顶横梁上部。

闸门埋件分一期混凝土埋件和二期混凝土埋件：一期混凝土埋件由钢筋和预留锚栓焊接而成；二期混凝土埋件由主轨、反轨、底坎和门楣组成。主轨、反轨、底坎和门楣埋件采用焊接组合结构。

根据《水利水电工程钢闸门设计规范(SL74-2019)》启闭力分析：

$$\text{闭门力: } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) - n_g \cdot G + P_t - W_s$$

$$\text{启门力: } F = n_t(T_{zd} + T_{zs}) + n_g \cdot G + P_x - W_s$$

经计算复核，采用容量 2×160KN，行程 8m 的 QPQ-2×160KN 固定卷扬式启闭机满足设计工况下的闸门运行要求。

7.3.5.2 连通闸检修闸门金属结构设计

连通闸检修闸门孔口宽度 5.00m，闸门净高 2.50m，底坎高程 43.00m，最高设计挡水水位 45.07m (P=2%)，设计水头 2.07m。检修闸门型式选用露顶式平面叠梁闸门，工作闸门操作方式为动启静闭，其启闭设备选用 100KN 双联电动葫芦单轨小车，启闭设备扬程为 8m。

连通闸检修闸门选用露顶式平面叠梁闸门，结构形式为双主横梁等高布置，中间布置三道纵梁，主梁截面形式为钢板与面板焊接而成的组合型工字结构，闸门门体材料采用 Q355B 钢。闸门采用滑块支承。闸门面板布置在上游面，闸门止水布置在下游面，单向止水，侧止水采用单 P 型橡胶止水，底止水采用条形橡胶止水。闸门导向装置为侧向滑块。闸门采用双吊点，吊耳布置在顶横梁上部。

闸门埋件分一期混凝土埋件和二期混凝土埋件：一期混凝土埋件由钢筋和预留锚栓焊接而成；二期混凝土埋件由主轨、反轨、底坎和门楣组成。主轨、反轨、底坎和门楣埋件采用焊接组合结构。

7.3.6 金属结构防腐

金属结构外露部分采用喷射除锈、喷锌、涂料综合防腐(除不锈钢表面外),喷锌厚度 160 μ m,封闭涂料采用环氧云铁防锈漆及氯化橡胶面漆,封闭涂料总厚度 240 μ m。启闭机架表面采用喷射除锈、涂料防腐。埋设件外露部分采用涂料防腐,闸门埋入混凝土部分除锈后均匀涂刷一层水泥浆。

7.3.7 金属结构设备汇总表

表 7.3-1 金属结构设备汇总表

序号	项目名称	设备型号规格	单位	数量	单重 t	总重 t	备注
一	放空闸部分						
1	工作闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 1.5×1.5m	套	1	2	2	Q355B
2	工作闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	6	6	
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-250KN-15m	套	1			
4	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	2	0.08	0.16	Q355B
5	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	20			
二	泄水控制闸部分						
1	工作闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 3.0×3.0m	套	1	5	5	Q355B
2	工作闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	8	8	
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-400KN-10m	套	1			
4	检修闸门	潜孔式平面定轮钢闸门 3.0×3.0m	套	1	5	5	Q355B
5	检修闸门门槽	ZG35Cr1Mo合金铸钢	套	1	8	8	
6	检修闸门 启闭设备	QPQ-400KN-10m	套	1			
7	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	4	0.08	0.32	Q355B
8	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	100			
三	连通闸部分						
1	工作闸门	露顶式平面滑块钢闸门 5.0×2.5m	套	2	8	16	Q355B
2	工作闸门门槽		套	2	4	8	Q355B

序号	项目名称	设备型号规格	单位	数量	单重 t	总重 t	备注
3	工作闸门 启闭设备	QPQ-2×160KN-8m	套	2			
4	检修闸门	露顶式平面叠梁闸门5.0×2.5m	套	1	8	8	Q355B
5	检修闸门门槽		套	2	4	8	Q355B
6	检修闸门 启闭设备	电动葫芦100KN-8m	套	1			配小车
7	锁定梁	工22a, L=2.0m	套	8	0.08	0.64	Q355B
8	防腐面积	除锈喷锌+涂料	m ²	200			

8 施工组织设计

8.1 施工条件

8.1.1 工程概况

8.1.1.1 对外交通条件

虾公岩水库位于东莞市塘厦镇虾公岩水上游，属于已建水库，水库周边交通便利，附近有林坪路、四黎中路、科坪一路及蛟坪大道等，对外交通较为便利。仅需新建环库路及场内临时施工道路。

8.1.1.2 施工场地条件

工程处于虾公岩水库及水库周边，水库周边存在大量林地及建成区，临时施工道路、施工厂区布置应尽量避免占用林地及房屋拆迁。顶管施工时，需在工作井周围围蔽一定施工范围，用于堆放管道，出渣，吊装，布置顶管施工，本工程顶管井位于水库内或者坝下，顶管井施工时应注意做好基坑防护及施工污水收集，避免对水库大坝及水库水质造成影响；隔离坝填筑位于虾公岩水库库内，坝体填筑前应先行施工烂污设置，避免隔离坝填筑、围堰施工过程中影响水库水质。

8.1.1.3 主要建筑材料及水电供应

本工程所需主要建筑材料包括土料，砂料，碎石料，块石料，混凝土及水泥、钢筋等。上述材料均通过外购解决。混凝土使用当地商品砼，水泥、钢筋可就近从东莞市购买。施工生活用水可就近接驳自来水管网，生产用水可抽取虾公岩水库水使用。施工用电可从附近 10kV 或 35kV 电网接至施工区，降压后输送至用电点。

8.1.1.4 施工工期

本工程主体工程包含生态隔离工程及控泄转输工程。主要内容有隔离坝填筑、泄洪闸、泄洪底孔及转输通道顶管施工等主要内容。

本工程计划安排施工总工期 12 个月，第一年 11 月份初工程准备，至第二年 10 月份底工程结束。

8.1.2 自然条件

8.1.2.1 水文气象条件

虾公岩水库流域属亚热带季风气候区，长夏无冬，日照充足，雨量充沛，温差变幅小，季风明显。

工程位于东莞市塘厦镇，东莞市气象站位于南城区板岭绿色世界，距塘厦镇中心约 37.9km。以东莞气象站为代表的工程地点各气象特性如下：

(1) 降雨

东莞市多年平均降雨量 1820.4mm，年际变化幅度较大，年内降水分配不均，4~9 月的降水量占全年降水量的 80% 以上。

(2) 气温及湿度

多年平均气温为 22.3℃，7 月平均气温为 28.2℃，1 月平均气温 13.5℃，极端最高气温 38℃，极端最低气温 0.5℃；

无霜期 350d，多年平均相对湿度 77%。

(3) 风向、风速

东莞市受台风影响，台风多发生在 5 月~11 月，且以 7 月~9 月居多，平均每年发生台风次数达 2.8 次，风灾较严重的地区是口门一带，主风向为东风，多年平均最大风速 13.0m/s。

(4) 蒸发和日照

沿海地区风速大、日照时间较长，年平均日照时间 1959.5h。

东莞气象站靠近内陆，蒸发量 1121mm。

根据施工组织设计以及工程特点，涝区分期洪水只需计算枯水期 10 月—次年 3 月的施工洪水。

由于流域范围内实测的流量资料，施工期洪水可由雨量资料推求。枯水期最大 24 小时降雨量根据历年枯水期最大 1 日降雨量乘以系数 1.1 折算，采用 P-III 型曲线进行适线分析，得到多年平均枯水期最大 24h 降雨量为 63.69mm、Cv=0.69，Cs/Cv=3.5，5 年一遇最大 24h 降雨量为 87.16mm，10 年一遇最大 24h 降雨量为 119.09mm。雨量站适线成果和设计暴雨成果见下图和下表。

表 8.1-1 虾公岩水库雨量站枯水期设计暴雨成果表 (单位: mm)

均值	Cv	Cs/Cv	P=10%	P=20%
63.69	0.69	3.5	119.09	87.16

由于缺乏枯水期 10min、1h、6h、72h 的暴雨统计数据, 枯水期洪水则根据 24 小时暴雨量同频的值, 采用全年的洪水按比例进行缩放得到

表 8.1-2 施工期洪水成果表

控制区域	集雨面积 (km ²)	枯水期P=10%		枯水期P=20%	
		洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)	洪峰(m ³ /s)	洪量(万m ³)
生态库(上库)	12.21	64.32	135.56	47.53	91.67
水源库(下库)	3.49	22.27	28.44	16.49	17.75

8.1.2.2 地形地质条件

坝址区位于现状水库内, 两侧均为小山包, 中间为老河谷, 山包地面高程为 49.3m~51.4m, 岸坡坡度较缓, 约 15°~25°, 植被覆盖, 邻水部位裸露粉砂岩风化土, 沟谷呈“U”型, 为老河床, 底高程为 31.8~33.6m。

根据本次勘察成果及搜集到的场地地质资料, 场区内地层自上而下分别为: 第四系人工填土层(Q4s)、第四系冲洪积层(Q4al+pl)、第四系风化残积层(Qel)和下伏早侏罗世塘厦组第一段基岩(Jt1)。具体分述如下:

(1) 第四系人工填土层(Q4s)

①-1 素填土(坝体): 主要分布于水库主副坝体, 紫红色、黄褐色、灰白色等杂色, 稍湿-湿, 稍密, 局部松散, 主要为粉质粘土, 局部夹强风化岩块、薄层粉细砂等, 由砂岩风化土回填而成。层厚 0.8m~21m, 平均厚度 5.2m, 层顶高程 35.6m~47.6m。

①-2 素填土(其余地方): 分布于坝体之外的其它地方, 本次主要揭露于埡口处, 紫红色、黄褐色, 稍湿-湿, 松散, 主要为含砂粉质粘土, 局部夹碎岩块等。层厚约 3.1m。

(2) 第四系冲洪积层(Q4al+pl)

②-1 粉质粘土: 主要分布于水库底部, 紫红色、黄褐色、灰白色, 局部灰黑色, 稍湿-湿, 可塑-硬塑, 局部软塑状, 主要由粉粘粒组成, 湿土手搓具粘滞感, 韧性中等, 干强度中等, 局

部夹薄层粉细砂。标贯推荐值 9.2 击, 层厚 1.4m~8.7m, 平均厚度 4.14m, 层顶高程 35.95m~45.68m。

②-2 淤泥: 场地内零星分布, 灰黑色, 流塑, 湿, 含腐殖质, 具腥臭味, 主要由粉粘粒组成, 韧性弱, 干强度较高。

②-3 含泥卵砾石层: 主要分布于老河床, 本次勘察揭露于 KZK02 和 KZK04 钻孔, 黄褐色, 饱和, 松散-稍密, 为含泥卵砾石, 卵砾石石英质、砂岩质, 大部分次棱角状, 局部卵圆形和棱角状, 粒径 2-10cm, 含量约 50%, 泥质胶结。揭露层厚约 6m。

(3) 第四系风化残积层(Qel)

③残积土: 局部分布于场地浅部, 黄褐色, 红褐色, 湿, 可塑-硬塑状, 为粉质粘土, 为粉砂岩分化残积而成, 局部经过少许搬运, 夹有少许风化硬核。

(4) 下伏基岩(Jt1)为粉砂岩, 按风化程度划分如下:

④-1 全风化粉砂岩: 黄褐色、灰白色、紫红色、灰褐色, 稍湿, 可塑-硬塑, 为粉质粘土、砂质粘性土, 原岩结构已基本风化完全, 局部可依稀辨认, 底部夹强风化岩块, 手用力可折断, 为极软岩, 岩土质量等级为 V 级。标贯推荐值 28.7 击, 层厚 0.7m~13m, 平均厚度 4.63m, 层顶高程 25m~42.45m。

④-2 强风化粉砂岩: 黄褐色、灰白色, 岩芯呈半岩半土状, 风化强烈, 裂隙面发育、局部铁锰质浸染, 岩块手用力可折断; 底部青灰色、灰白色, 岩芯呈土夹碎块状, 风化强烈, 裂隙面发育、局部铁锰质浸染, 岩块较坚硬, 锤击可碎, 为软岩, 岩土质量等级为 V 级。标贯推荐值 46.9 击, 层厚 1.8m~25.8m, 平均厚度 12.24m, 层顶高程 16.75m~45.5m。

④-3 弱风化粉砂岩: 青灰色、麻灰色, 岩芯呈短柱状, 岩块较坚硬, 裂隙发育, 裂面被铁锰质浸染, 为较软岩, 岩土质量等级为 IV 级。层顶高程 9.83m~19.77m, 本次钻探钻入该层 1.7m~6.1m, 未揭穿。饱和单轴抗压强度平均值 23.3MPa。

8.2 料场的开采与选择

8.2.1 填筑料需求

本工程天然建筑材料填筑料包括土料、块石料、砂及碎石料。填筑量较大的工程主要为生态

隔离工程、围堰工程。

本工程土方填筑量合计21.2万 m^3 （自然方，下同），主要包含隔离坝填筑土方13.37万 m^3 ，钢板桩围堰填筑土方5.23万 m^3 ，钢板桩围堰填筑土方采用库区水面以上库区开挖，隔离坝填筑土方主要采用外购土方，围堰拆除及剩余土料外弃。

本工程块石填筑量合计 6.2 万 m^3 ，块石料用于坝体排水棱体。

8.2.2 料源情况

本工程库区周边存在大量林地及坟地，存在占林及坟墓迁移等问题，协调较为困难，暂不设置取土场。

8.2.3 料场开采

本工程土料及块石料采用分库坝及库容补充工程等开挖利用料，土料开挖主要采用 2m 挖掘机装 20t 自卸汽车运输，运距统一按 1km。

8.3 施工导截流

8.3.1 导流标准

本工程坝枢需要导流的建筑物是隔离坝、泄洪闸、放空闸。虾公岩水库总库容为 1164.3 万 m^3 ，属中型水库，水库枢纽工程等别为 III 等，永久性主要建筑物为 3 级，永久性次要建筑物为 4 级，虾公岩水库现状设计洪水标准为 100 年一遇，校核洪水标准为 1000 年一遇。根据《水利水电施工导流设计规范》（SL623-2013），导流建筑物为 5 级，采用土石围堰，设计洪水标准重现期为 10~5 年一遇。根据本工程规模以及施强度、难度，选择导流洪水标准为枯水期 5 年一遇。

8.3.2 导流时段及流量

东莞市暴雨具有频次多、强度大、持续时间长的特点。每年 4~6 月为前汛期，以锋面暴雨最多，当冷空气南下遇到偏南暖湿气流时，易引发强降雨或强对流天气，此外，受西南急流影响，也易出现暖区暴雨。其中 5 月 21 日~6 月 20 日降雨集中期称为龙舟水。7~9 月为后汛期，是台风

影响盛期，平均每年受台风影响 2~3 次，易出现局部强降雨或台风引起的暴雨。一次暴雨持续时间多在三日以内，以一日为主。从降水量及过程特征分析，造成局部地区洪涝灾害的降水主要为短历时暴雨，其特点是暴雨历时短而强度大。

洪水由暴雨形成，洪水出现时间与暴雨出现时间相一致，也大多发生于 4~9 月。

根据分期洪水资料，导流时段选择在 12 月~3 月，围堰挡水后有 4 个月的时间可进行河床水面以下部分坝体填筑及连通闸、泄洪闸、放空闸施工，施工完成后上库通过新建转输隧洞导流、下库通过现有溢洪道导流，汛期来临前坝体需填筑至施工期度汛洪水位以上，汛期施工隔离坝填筑至设计坝顶高程、及库区道路等施工。

8.3.3 导流方式

根据坝址地形地质条件和河流水文特征，本阶段拟采用坝枢全段围堰断流，枯水期不设下泄通道，汛期利用临时隔离坝挡水，新建转输通道及现状溢洪道临时导流。

8.3.3.1 围堰顶高程确定

本工程导流标准为 5 年一遇，枯水期虾公岩水库上库、下库均不再另设导流通道，根据水文章节，虾公岩水库枯水期 5 年一遇洪水上库来洪峰流量 47.53 m^3/s ，来洪量 91.67 万 m^3 ，下库来洪峰流量 16.49 m^3/s ，来洪量 17.75 万 m^3 。结合现场情况，新建隔离坝主坝下库侧为现状虾公岩水厂取水口，为保障施工期间虾公岩水厂取水，本次水库起算水位基本同现状水库库水位 38.0m，根据水库来洪量及上库、下库水位库容表即可查得枯水期 5 年一遇洪水下两库库水位。根据前述章节查表可得隔离坝实施后 38.0m 库水位下，上库库容 66.939 万 m^3 、下库库容 141.86 万 m^3 ，上库来洪量 91.67 万 m^3 时库容为 158.609 万 m^3 ，查上库水位~库容曲线表可得库水位为 40.72m；下库来洪量 17.75 万 m^3 时库容为 159.61 万 m^3 ，查下库水位-库容关系表可得库水位为 38.40m。

本工程围堰为 5 级围堰，围堰不过水，对于土石围堰安全加高 0.5m，则上库围堰顶高程为：40.72+0.5=41.22m，取 41.25m；下库围堰顶高程为：38.4+0.5=38.9m，取 39.0m。

8.3.3.2 围堰结构设计

围堰采用双排钢板桩围堰，围堰宽度8.0m，钢板桩间采用回填土填筑，顶部铺设0.5m厚毛渣，钢板桩围堰纵向采用[28b槽钢纵向加固，钢板桩间两道 $\phi 32$ 拉结筋连接，拉结筋纵向间距2.0m，横向间距1.6m布置。在下库内时，围堰内侧采用防渗土工膜包覆。

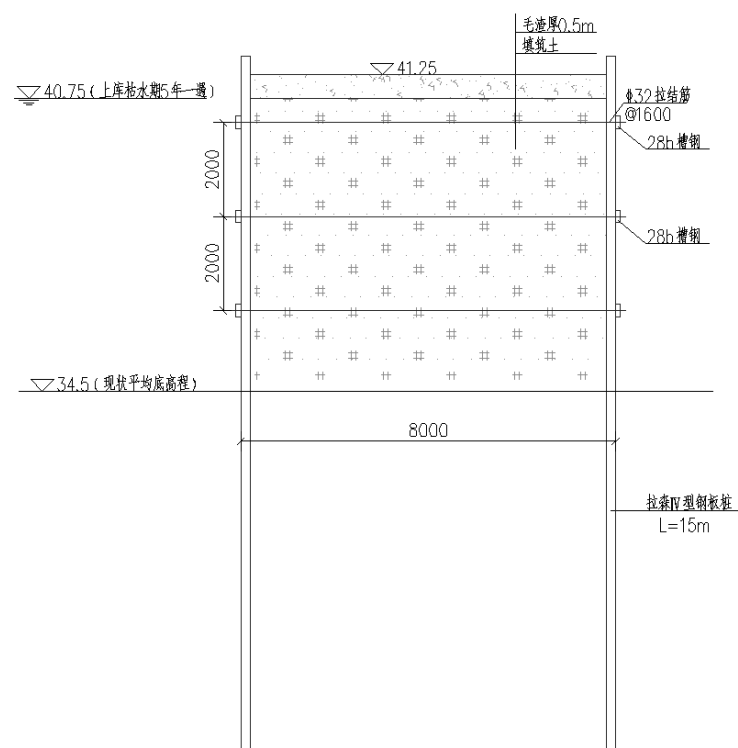


图 8.3-1 双排钢板桩围堰大样图

8.3.3.3 围堰稳定计算

本工程施工围堰采用双排钢板桩围堰，一共设置 7 处，其中上库 3 处围堰，下库 4 处围堰，围堰特性表如下：

表 8.3-1 施工围堰特性表

序号	围堰位置	库底高程 (m)	围堰顶高程 (m)	挡水高程 (m)	钢板桩长度 (m)
1	主坝上库侧围堰	32.60	41.25	40.72	15
2	主坝下库侧 1#围堰	31.90	39.0	38.4	15
3	主坝下库侧 2#围堰	35.31	39.0	38.4	9
4	1#副坝上库围堰	34.66	41.25	40.72	15
5	1#副坝下库 1#围堰	33.35	39.0	38.4	12
6	1#副坝下库 2#围堰	35.32	39.0	38.4	12
7	2#副坝上库侧围堰	38.60	39.0	38.4	9

本次围堰稳定复核计算，选取挡水高度相对最高的主坝上库侧围堰及主坝下库侧 1#围堰进行围堰整体稳定计算，计算采用理正深基坑软件 7.0，根据工程经验选用双排灌注桩模拟双排钢板桩对围堰整体稳定及抗倾覆稳定进行计算，计算结构如下表：

表 8.3-2 围堰稳定计算结果表

计算位置	库底高程 (m)	挡水水位 (m)	围堰顶高程 (m)	抗倾覆稳定计算安全系数	整体稳定计算安全系数
主坝上库侧围堰	32.60	40.72	41.25	1.153	1.193
主坝下库侧 1#围堰	31.90	38.4	39.0	1.285	2.350

根据上表，围堰稳定计算结构满足规范要求。

8.3.4 基坑排水

(1) 截流后的初期排水

初期排水时段为上下游围堰闭气后的 3 天内。初期排水强度=基坑积水+降雨+围堰渗水+其它途径来水。第一阶段初期排水按 7 天干基坑，其排水强度为 595m³/h，设备配置容量为 800m³/h，抽水时基坑水面下降速度控制在 1m/天以内。

初期排水水位变幅较大，为便于排干基坑，在基坑上下游各搭设一固定抽水平台排水，拟采用 4 台双吸式离心水泵排水。

(2) 经常性排水

经常性排水为基坑施工时段的排水，主要有堰体渗水、大气降水、地下水及施工用水等。经计算，大坝基坑经常性排水强度为 50m³/h。

为了保证大坝的正常施工，在大坝前沿设截水墙形成集水坑，集水坑上设置抽水站，布置 2 台型号 IS100-80-125 柴油水泵，并加二台潜水泵进行经常性排水。基坑开挖时，为了防止降雨时地面径流进入基坑，增加排水量，拟在基坑外缘挖截水沟，以拦截地面水。沟宽与沟深不小于 0.5m，底坡不小于 2‰。同时，基坑外地面排水系统和道路排水系统相结合，以便自流排水，以降低费用。

8.3.5 施工期间水质保障措施

本工程双排钢板桩围堰、隔离坝施工涉及钢板桩施打、大量土方填筑，为保障虾公岩水库施工期间水质不受影响影响，在施工围堰、大坝填筑之前在水库内设置过滤带，过滤带布置于施工围堰靠近水库侧，与水库库岸形成闭合，避免施工期间泥水进入水库。过滤带主要材质为土工布，过滤带顶部为浮球，底部放置块石沉底。

表 8.3-3 施工期过滤带设计参数表

过滤带布置位置	过滤带长度 (m)
主坝 (下库侧)	223.0
主坝 (上库侧)	270.6
1#副坝 (下库侧)	258.5
1#副坝 (上库侧)	151.7
2#副坝 (下库侧)	43.7
2#副坝 (上库侧)	177.2
3#副坝 (下库侧)	36.2
3#副坝 (下库侧)	54.4
转输通道箱涵	191.9
合计	1407.2

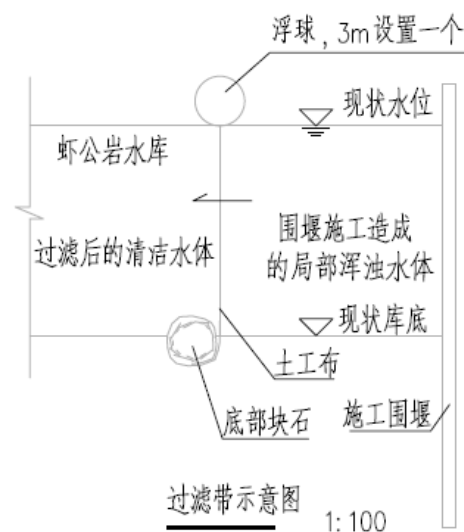


图 8.3-2 过滤带大样图

8.3.6 坝体临时度汛

(1) 建筑物度汛

本工程施工期内，临时挡水建筑物主要为临时坝体。泄水控制闸、放空闸及转输通道等主要建筑物均安排在一个枯水期施工完毕。本次选取 20 年一遇降雨作为度汛雨情。

(2) 辅助设施度汛

施工期内，辅助设施主要包括施工营地、场内道路、砂石混凝土系统、存料场、弃渣场、采石场等。施工营地及临时堆土场设置在高程高于设计洪水位的位置，度汛主要考虑场区内部雨水、废水的排水措施，拟沿施工营地及临时堆土场外围设置浆砌石排水沟，保证施工营区、施工设施等不被淹没；临河新建施工道路旁设置排水土沟，在洪水或暴雨来临时，可暂时停产或暂时停驶部分路段，在洪水或暴雨过后，能顺利地排水清淤，迅速恢复生产和运行。

(3) 安全度汛技术保障及组织措施

1) 在组织保障的前提下，高度重视防汛工作，加强宣传力度，深入进行防台度汛安全教育，引起施工人员重视，群防群治，切实落实好各项防汛措施。

2) 度汛期间安排人员 24 小时不间断值班，专人收听气象预报，出现暴雨、洪水等灾害性预报，应立即组织防汛工作，积极采取有效措施，保证工程、设备及人身财产安全。

3) 暴雨、洪水到来期间做好记录，密切注意水位及对工程的影响。

4) 洪水到来前 2 天立即停止施工，现场设备全线撤离，全力做好防汛准备工作。

5) 建立通讯联络系统，以手机和固定电话为主，汛期所有参建人员必须确保手机 24 小时开通。

6) 配备相应的度汛抢险物资：准备编织袋、挖机、发电机、水泵、自卸汽车、救生衣、防水手电筒等。

8.4 主体工程施工

本工程由隔离坝、转输通道、泄水控制闸、放空闸等构筑物。坝体施工工序有坝基开挖、坝基处理、坝体填筑、防渗心墙施工。

8.4.1 坝体施工

(1) 土石方开挖

采用 1m 反铲开挖，装 10t 环保车。部分土方运至临时堆土场，部分土方直接运至需要回填的工作面，用于主体工程的回填，或用于填筑围堰。

2) 基础施工

坝体基础为块石基础，块石厚度 1.0m，块石顶层、底层布置 0.5m 厚反滤层。

1) 测量放线

a、在打桩施工区域附近设置控制桩与水准点不少于 2 个，其位置以不受打桩影响为原则（距离操作地点 40m 以外）。轴线控制桩应设置在距外墙桩 5~10m 处，以控制桩基轴线和标高。

b、桩基的轴线和标高均已测量完毕，经过检查复核并应办理预检手续，归档备查。

2) 测放桩位

根据控制点设定建筑物轴线及角桩，按桩位布置图测放桩位，并在桩位中心作好标记。为防止桩机就位时桩机自重挤压土体使已测放桩位移位，在桩机就位后正式压桩前应复核正确。

3) 竖桩与插桩

根据已设定的控制点用直角坐标法对桩位进行二次复核，正确后下放首节桩，首节桩桩尖的中心点与桩位的偏差应满足相关规范要求。

4) 垂直度控制

当桩尖进入土层 500mm 后，用经纬仪调整桩机桩架处于垂直位置，然后再调整首节桩的垂直度，使桩架与桩身保持平行，其精度误差满足规范及图纸要求后，即可压桩，并在压桩过程中进行跟踪监测，指挥桩架保持其精度。如果超差，必须及时调整，但需保证桩身不裂，必要时拔出重插应尽可能拔出桩身，查明原因，排除故障，以沙土回填后再进行施工，不允许采取强扳的方法进行快速纠偏，而将桩身拉裂、折断。

5) 打桩

用桩架的导滑夹具或桩箍将桩嵌固在桩架两导注中，垂直对准桩中心，缓缓放下插入土中，待桩位置及垂直度校正后即可将锤连同桩帽压在桩上，同时应在桩的侧面或架上设置标尺。并做好记录，始可击桩，如桩头不平时，用麻袋或厚纸板垫平，亦可先环氧砂浆补抹平整。开始打桩应起锤轻压或轻击数锤，观察桩身，桩架，桩锤等垂直一致后，即可转入正常施打，开始打桩时，落距应较小，入地一定深度待桩稳定后，再按需求的落距进行施打。

6) 接桩

a、管桩拼接成整桩采用端板焊接连接，焊接前桩头预埋铁件必须清除污锈，露出金属光泽。如桩节之间间隙过大，可垫铁片填实焊牢。焊接时，应将四角点焊固定，然后对称同时焊接以减少焊接变形，焊缝要求连续饱满，焊缝厚度必须满足设计要求。

b、拼接处坡口槽的电焊部分应分三层以上对称进行环缝焊接，并采取措施减少焊接变形，正确掌握焊接电流和速度，每层焊接厚度应均匀，每层间的焊渣必须敲清后方可再焊次一层，坡口槽的电焊必须满焊，电焊厚度宜高出坡口 1mm，焊缝必须每层检查，焊缝不宜有夹渣、气孔等缺陷，满足《钢结构工程施工及验收规范》（GB50205-07）二级焊缝的要求

c、接桩应尽量缩短时间，以避免停打时间过长导致桩周土重固结而影响沉桩。

d、焊缝完成后，应会同监理检查验收，待焊缝降温 1min 后再行打桩，严禁用水冷却或焊好后立即沉桩。

7) 送桩

送桩时必须采取送桩器，可采用插销式送桩器。送桩杆送桩时，应根据设计要求计算好送桩深度，并在送桩杆上做好醒目标记。当送桩至距设计标高 1m 左右时，测量人员指挥桩机操作工减小速度，并跟踪观测送桩情况，直到送桩至设计标高时，发出信号停止送桩。送桩过程中如有异常情况时，应即时向设计和建设部门反映，以便及时采取措施。送桩后留下的孔洞及时用道碴回填夯实。桩顶标高允许偏差为±50mm。桩顶位移偏差控制在允许范围以内。送桩留下的孔洞要采用方木、筑胶板覆盖，避免物品人员掉落，并及时回填，避免陷机。

(2) 坝体填筑

坝体填筑施工基本上按平起平压填筑的方式，坝面作业分为上游坝壳料、上游过渡料、沥青混凝土心墙料、下游过渡料和下游坝壳料五个填筑区域。根据碾压式土石坝施工经验，结合本工程坝体施工强度相对不高等特性，拟将坝面的各填筑区按平行于坝轴线方向分为铺料、平料(堆石料含洒水)、碾压、质量检查四个工序进行流水作业。

坝体各种碾压参数需经现场碾压试验确定。对于不同的填筑料，选择不同的碾压参数，如机械设备及机械参数、摊铺厚度、含水率、碾压遍数等，通过试验确定最优的碾压参数组合作为最后施工的碾压参数，并以此来检验和指导施工。

沥青混凝土心墙料铺筑：采用人工摊铺和机械摊铺两种方法。

人工摊铺的范围主要为沥青混凝土心墙与基础和岸坡混凝土联接扩大段和专用摊铺机铺不到的部位。人工摊铺的主要施工工序为：施工准备→测量放线→支立模板→铺过渡料→沥青混合料入仓→人工摊铺均匀→抽出模板→过渡料碾压→沥青混合料碾压→过渡料补碾。

机械摊铺分层厚度为23cm~25cm，压实厚度控制在20cm左右，全轴线不分段一次摊铺的施工方法。防渗心墙采用DF130C型道路摊铺机改装的沥青混凝土心墙摊铺机摊铺。首先进行层面的除尘清扫，通过设在摊铺机前部的燃气式红外线加热器烘干和加热下面一层的表面。沥青混合料和过渡料卸入摊铺机料斗进行摊铺，摊铺机控制范围以外的过渡料由反铲堆料后人工摊平。具体施工工序为：施工准备→测量放线、固定金属丝→沥青混合料和过渡料分别装入专用摊铺机→专用摊铺机摊铺→过渡料补填→过渡料碾压→沥青混合料碾压→过渡料补碾。

沥青混合料碾压采用BW90AD-2型振动碾(1.5t)碾压，沥青混凝土心墙两侧过渡料碾压采用2台BW120D-3型(2.7t)振动碾。碾压工序为：过渡料先静碾1遍→沥青混合料静碾1~2遍，停10min~20min再动碾8遍→过渡料离开心墙1m外补碾2遍→沥青混合料收仓静碾1~2遍。

垫层料、反滤料及过渡料填筑：垫层料、反滤料、过渡料由临时转运场用3m³装载机装20t自卸汽车运料上坝；3m³装载机装20t自卸汽车运料上坝，按后退法卸料，88kW推土机平料，填筑层厚度20cm，BW120D-3型(2.7t)振动碾碾压。

坡脚堆石料填筑：堆石区采用外购材料，由3m³装载机装20t自卸汽车运料上坝，卸料以进占法为主，132kW推土机平料，填筑层厚度0.8m，16t自行式振动碾碾压6~8遍。对于大型振动碾难以碾压的边缘地带或岸坡结合处，均采用手扶式振动碾压实并适当减小铺料厚度。

心墙沥青混合料的铺筑，宜采用钢模。钢模表面应涂刷脱模剂。钢模应架设牢固，拼接严密，尺寸准确。相邻钢模应搭接，其长度不小于5cm。定位后的钢模距心墙中心线的偏差应小于±1cm。钢模定位经检查合格后，方可填筑两侧的过渡层。过渡层压实合格后，再将沥青混合料填入钢模内铺平。在沥青混合料碾压之前，应将钢模拔出，并及时将表面粘附物清除干净。

过渡层填筑前，可用防雨布等遮盖心墙表面，防止砂石落入钢模内。遮盖宽度应超出两侧模板各30cm以上。过渡层的填筑尺寸、填筑材料以及压实质量（相对密度或干容重）等均应符合设计要求。心墙两侧的过渡层应同时铺填压实，防止钢模移动。距钢模15~20cm的过渡层先不压实，待钢模拆除后，与心墙骑缝碾压。

沥青混凝土心墙的铺筑，应尽量减少横向接缝。当必须有横向接缝时，其结合坡度一般为1:3，上下层的横缝应相互错开，错距大于2m。

沥青混合料宜采用汽车配保温料罐运输，由起重机吊运卸入模板内，再由人工摊铺整平。必要时，摊铺后可静置一定时间，预热下层冷面混凝土。沥青混凝土摊铺后，宜用防雨布将其覆盖，覆盖宽度应超出心墙两侧各30cm。

沥青混合料宜采用振动碾在防雨布上进行碾压。一般先静压两边，再振动碾压。碾压的遍数，按设计要求的密度通过试验确定。碾压时，要注意随时将防雨布展平，并不得突然刹车或横跨心墙行车。横向接缝处应重叠碾压30~50cm。

心墙铺筑后，在心墙两侧4m范围内，禁止使用大型机械（如13.5t振动碾，2.5t打夯机等）。

（3）高压旋喷桩施工

本工程旋喷桩主要施工工艺流程为：施工场地平整→桩位放样→钻机就位→钻孔、插喷浆管，至设计标高→喷射作业开始→边喷浆边提升→喷浆作业结束，成桩或成墙→冲洗注浆管等机具设备，移位到新孔位。施工前应先进行室内配方试验，根据现场地层情况，确定浆液的水灰比。然后进行工艺性试验，开挖检查或围井检查高喷效果，达到设计标准后，开始正式施工。

钻孔，可采用地质钻机钻孔或钻喷一体化机具成孔，孔位与设计孔位偏差不大于50mm，孔径应大于喷射管外径20mm，钻孔有效深度应超过设计孔深0.3m。垂直度偏差不超过0.5%，钻孔偏斜率不大于1%。钻孔可采用回转钻进、冲击跟管钻进或振动钻进、射水钻进等多种方法，当有塌孔风险时，可采用泥浆护壁或下入特制的PVC花管护壁。钻进时应详细记录孔位、孔深、地层变化和漏浆、掉钻等特殊情况及处理措施。

制浆，采用普通硅酸盐水泥，强度等级为42.5级或以上，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175的规定。不得使用过期和受潮结块水泥。用水应符合现行行业标准《水工混凝土施工规范》SL677-2014的规定。浆液水灰比可为1.5:1~0.6:1（密度约为1.35g/cm³~1.70g/cm³），有特殊要求的，可掺入膨润土、粉煤灰和塑性指数不小于14的黏土。粉煤灰的质量标准应符合现行行业标准《水工混凝土掺用粉煤灰技术规范》DL/T5055-2007的规定，加入的外加剂质量标准应符合《水工混凝土外加剂技术规程》DL/T5100-2014的规定。浆液自制备至使用完不超过4h，浆液过筛后使用，并定时检测其密度。浆液温度应保持在5℃~40℃，在低温和高温季节施工时需做好防

寒保暖、防晒降温措施。孔口回浆不回收利用。

机具，喷射管、喷头和送液器，应密封可靠。喷嘴定向准确，出口直径应与设计压力和流量相适应。储浆桶容积应能满足连续供给浆液的需要，并不小于500L，桶内安装低速搅拌装置，防止浆液沉淀。高压灌浆泵和高压水泵的压力、流量应满足施工要求，其额定压力不应小于设计规定压力的1.2倍。在各类泵或输送管路上安装压力表，使用压力宜在压力表最大标值1/3~3/4。灌浆，钻孔检测合格后进行高喷灌浆，采用自动记录仪记录施工参数，包括提升速度、转（摆）速、水压、水量、气压、气量、浆压、浆量等。定时测量进浆密度和回浆密度。灌浆常用施工参数参见规范《高压喷射灌浆技术规范》DL/T5200-2019表7.0.3。灌浆宜采用全孔自下而上连续作业，搭接段长度不小于0.2m。灌浆过程中需保证返浆顺畅，避免造成地层劈裂和地面抬动。灌浆结束后进行质量检查和验收工作。整个施工过程中应做好浆液回收和处理，不得污染环境。

8.4.2 泄水控制闸、放空闸、连通闸施工

(1)模板工程

模板安装必须保证混凝土浇筑后结构的几何形状、尺寸及相互位置符合设计要求，加工和架立的模板具有足够的强度、刚度和稳定性，特别是木模板表面应尽量光洁平整、接缝严密、不漏浆，以保证混凝土表面的光洁度。

(2)混凝土工程

1)混凝土的搅拌及运输

本工程采用商品砼，由拌合站按工程要求拌制后运至施工现场进行浇筑。

2)混凝土的浇筑与养护

本工程所需混凝土全部采用商品砼，8m³混凝土罐车运输至现场，下部结构采用溜槽入仓，上部结构则采用30m³h 输送泵入仓，1.1kW 插入式振捣器或2.2kW 平板振捣器密实。现场采用木模板或钢模板，按照分缝要求架立模板，模板接缝处应平整、密合，防止漏浆，保证混凝土表面的平整度和混凝土的密实性。混凝土模板的安装允许偏差应遵守《水工混凝土施工规范》（SL677-2014）表3.5.8-2的相关规定。

拆除模板的期限，应遵守下列规定：

1)不承重的侧面模板，混凝土强度达到2.5MPa 以上，保证其表面及棱角不因拆模而损坏时，方可拆除。

2)钢筋混凝土结构的承重模板，混凝土达到下列强度后（按混凝土设计强度标准值的百分率计），方可拆除。

(1)悬臂板、梁：跨度 $L \leq 2m$ ，75%；跨度 $L > 2m$ ，100%。

(2)其他梁、板、拱：跨度 $L \leq 2m$ ，50%； $2m < 跨度 L \leq 8m$ ，75%；跨度 $L > 8m$ ，100%。

混凝土用水，水泥，粗细骨料计外掺剂应满足《水工混凝土施工规范》（SL677-2014）的相关规定。

8.4.3 金属结构安装

闸门启闭机及其金属埋件由具备生产制造资质的专业厂家按设计要求制作完毕后，运至现场吊装。金属埋件按设计要求须在设计底座相应部位混凝土工程浇筑前做好安装、预埋。启闭机按设计选型由专业厂家供货并负责安装、调试。具体采购设备尺寸可能与设计图不一致，要求施工单位或供应商提供相应的图纸和安装样图，及时通知设计单位复核数据。

8.4.4 顶管井施工

(1)施工准备：

1)现场勘察：复核地质勘察报告，探测地下管线（水利灌溉管、电缆）及障碍物，评估沉桩对周边坝防、建筑物的影响。

2)材料设备进场：管桩需提供出厂合格证，检验桩身裂缝、强度及桩端封口完整性；选用锤击式或静压式打桩机，配套桩帽、送桩器、水准仪、经纬仪等设备。

3)现场布置：平整压实施工场地（承载力 $\geq 120kPa$ ），设置排水系统（防止雨水积水），划分管桩堆放区（垫木间距 $\leq 2m$ ，堆放高度 ≤ 3 层）。

4)根据方向桩、高程桩、基坑底面几何尺寸、开挖深度及边坡，定出基坑开挖边线。

- 5) 调查沉井周围管线走向, 确保安全无管线后方可开挖。
- 6) 按施工现场平面布置划出占场边线, 布置围挡。
- 7) 铺设临时水、电管线, 修筑施工便道。
- 8) 根据设计图纸定出沉井中心桩及纵横轴线控制桩, 并测设辅助桩。

(2) 基坑开挖:

- 1) 测量放线确定沉井中心点及边线位置。
- 2) 人工沿沉井边线开挖探坑。
- 3) 采用人工配合机械分层开挖基坑, 保证边坡稳定。
- 4) 对地基进行平整夯实, 铺设素混凝土垫层。

(3) 沉井制作:

- 1) 支设模板, 绑扎钢筋, 进行混凝土浇筑及养护。
- 2) 沉井分节制作, 通常分节高度需保证其稳定性, 使沉井能在自重状态下顺利下沉。

(4) 沉井下沉:

- 1) 待混凝土强度达到设计要求后, 开始挖土下沉。
- 2) 均匀对称出土, 连续作业, 确保沉井安全下沉。
- 3) 定期测量刃脚标高和轴线位移, 进行纠偏。

(5) 封底与后续施工:

- 1) 沉井下沉到位后, 进行连续观察, 确认稳定后进行封底。
- 2) 浇筑底板, 进行后续搅拌桩处理等施工。

8.4.5 箱涵施工

基槽土方开挖全部采用机械施工, 为防止机械扰动槽底原始土结构, 当机械开挖至距槽底标高 0.3m 时, 可用人工进行清挖。开挖槽的横断面尺寸严格按照设计要求进行控制开挖。需进行

基础换填处理的地段, 换填深度需经监理工程师认证。对于水库内施工的运输通道箱涵应根据图纸设计要求做好临时支护, 为确保施工期间基坑安全, 必须做好施工的日常监测。

箱涵结构施工时拟采取先施工箱涵底板, 再施工箱涵侧墙和顶板的方法。为避开在侧墙最大弯距处留设施工缝, 方便侧墙模板根部的固定, 底板施工时, 拟将砼浇灌至底板面标高 0.5m 的侧墙处。各施工工区主截流箱涵的接口设伸缩缝, 施工缝按施工规范要求进行处理。

箱涵结构均为普通钢筋砼结构, 形式较为简单, 要求施工过程按常规施工方法和施工要求实施。

箱涵基坑优先采用基坑开挖土回填, 开挖土须清除淤泥质土、腐殖质土、松散杂填土及杂物垃圾, 回填前土料须进行室内压实度试验, 得出其最优含水率, 填筑土料含水率控制在最优含水量 $\pm 4\%$ 范围内, 分层(每层厚度不大于 300mm)碾压回填, 压实度 ≥ 0.90 。

8.5 施工交通及施工总布置

8.5.1 对外交通

对外交通运输方案选择应遵循下列原则:

- 1) 线路运输能力应满足工程施工期间大宗物资、材料、设备和超重超限件运输, 并满足施工总进度要求。
- 2) 物资运输宜中转环节少、运费省, 及时、安全、可靠。
- 3) 结合当地运输发展规划, 应充分利用已有国家、地方交通道路和其他工矿企业专用线。

8.5.2 对内交通

隔离坝及施工围堰位于虾公岩水库库内, 涉及大量土方填筑及钢板桩、帷幕注浆、渗透注浆施工, 场内交通主要通过新建临时道路连通厂区外现状道路。新建临时施工道路约 2474m, 道路宽 6.0m 宽, 铺 20cm 厚泥结碎石。

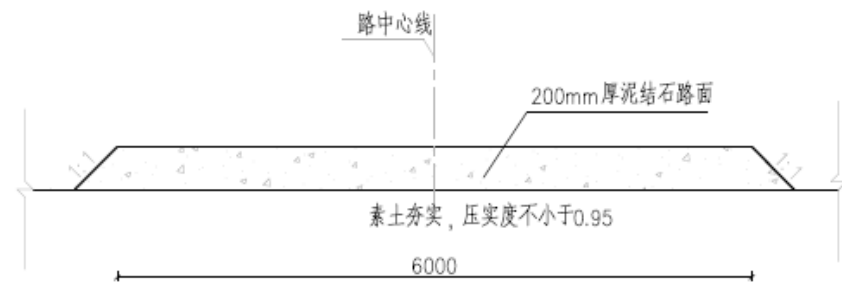


图 8.5-1 新建临时施工道路

8.5.3 施工交通疏解

主要设计依据为《道路交通标志和标线》（GB5768-2009）的有关规定及标准。

交通疏解措施主要包括交通标志牌的设置和交通安全设施的设置。

交通标志的设置原则，以保证交通畅通和行驶安全为目的，结合通道的线形及功能要求、交通流向、沿线设置等情况，根据道路功能对交通需求设置不同交通标志，以及时准确提供信息，使车辆能安全、畅通、快捷、顺利抵达目的地。交通标志牌（颜色、图形符号、形状、尺寸大小）的设计、制作及设置执行有关规定及标准。

根据工地的实地情况，部分区段设置专用施工便道，按东莞市市政工程安全文明施工标准要求对路面硬化和安全防护，尽量减少对社会交通道路的通行压力。对需还建的道路采用半幅全封闭式打围施工，配置必备的交通临时安全设施，引导车辆通行及交汇，并派专人进行日常交通维护和道路清洁工作。对部分道路占压段采用改线方式进行施工，占压段施工完成后恢复原有线路。

在施工范围内和其影响的相邻道路全路段及所有道路交叉路口设置醒目的警示标牌；并对道路进行局部拓宽，设置临时汇车点，保持道路畅通。施工期间均应设置施工围挡，并在施工围挡上安置施工警示灯，施工围挡设置位置可根据实际情况进行微小调整。在相应位置设置施工标志牌、指示牌、施工标线、黄闪灯等，同时为保证施工期间交通顺畅，应组织相关人员对现场交通进行疏导指挥，保证交通流畅，同时夜间应挂设夜间警示灯，并安排专人负责现场交通安全。

建立应急预案机制，面对突发事件能及时做出反应，以降低对交通的影响程度。同时做好安全防护工作，确保行人正常出行和出行安全。

8.5.4 施工工厂设施

8.5.4.1 砂石加工系统

本工程所需砂料、石料及砼骨料均采用外购，因此，本工程无需设置砂石加工系统。

8.5.4.2 砼拌合系统

本工程混凝土浇筑总量约 1.69 万 m³，总量较小。工程区附近有商品砼站，质量满足工程要求，因此考虑采用商品砼，现场不设砼拌和系统。

8.5.4.3 施工供水、电及通讯系统

本工程施工生活用水可就近接驳自来水管网，生产用水可抽取虾公岩水库水。

施工用电可从附近 10kV 或 35kV 电网 T 接至施工区，降压后送电至用电点，现场设 1 台功率为 1500kVA 变压器。现场设置 100kW 柴油发电机作为备用电源，供应急照明等使用。

8.5.4.4 机械修配系统

工程主体建筑物施工配有一定数量的中型机械设备，除自卸汽车使用较长需集中修理，其他施工机械实际使用时间并不长，只要使用得当、注意维护，一般不需大、中修。自卸汽车需要大、中修理时，可采取更换设备或拉至修理厂进行修理。考虑到工程区距离市区较近，所以，施工现场对机械设备的常规保养及修配均到市区。

8.5.4.5 综合加工系统

根据施工总布置方案和场内交通情况，从便于施工、减少运输量的角度考虑，

集中设置 1 处施工区，施工区主要包括钢筋加工厂、木材加工厂。

钢筋加工厂：设计加工能力 1.0t/班，按二班生产。

木材加工厂：设计规模约为 1m³/班，按二班生产。

8.5.5 施工总布置

8.5.5.1 施工总布置原则

根据本工程特点，施工总布置主要原则如下：

1) 充分适应工程施工特点：本工程施工区域主要集中与虾公岩水库库区。施工布置应有利于充分发挥施工设施的生产能力，满足进度要求及质量要求，并结合场内外道路，按“有利于生产，方便生活，易于管理，安全可靠，经济合理”的原则进行分段、分点布置。

2) 施工总布置设计，应紧凑合理，节约用地，并尽量利用荒地、滩地、坡地进行施工营地布置，尽量不占或少占良田。

3) 统筹规划堆、弃渣综合利用场地地，做好土石方平衡设计，在不影响防洪情况下，尽量利用山沟、荒地、河滩堆渣，并做必要的疏导、排水工程。做好水土保持方案，如有条件，可适当考虑利用弃渣改土造田或做他用。

4) 施工临时堆场，施工管理及生活区等应设置在水源保护区以外。

8.5.5.2 施工分区布置规划

依据上述原则，结合现场地形，本工程在东莞市塘厦镇虾公岩水库现状 1#副坝坝下布置施工工区，占地面积约 800m²，工区内布置施工管理及办公区、仓库、综合加工厂等功能区，临时生活房屋考虑租借当地民房。

本工程土方主要土方填筑料来源全部外购，暂不设置临时堆土场。

8.5.5.3 土石方平衡

(1) 土石方平衡

本工程土方开挖共计 43.18 万 m³（自然方），其中清表开挖 1.93 万 m³（自然方），土方开挖 41.25 万 m³（自然方），设计土方回填利用 18.03 万 m³（压实方），折算自然方 21.2 万 m³。经土方平衡计算，弃渣总量约 40.05 万 m³（松方），外购土方 19.05 万 m³（松方）。

表 8.5-1 土方平衡表

开挖回填部位	项目	清表	开挖土方	利用率	可回采量	设计量	压实系数	设计需用量	外弃	外购	备注
		自然方	自然方		自然方	压实方		自然方	自然方	自然方	
1	生态隔离工程	5839.26	355691.99			113687.99	0.85	133750.58	355691.99	133750.58	
2	控泄转输工程	156.61	12289.6	0.85	10579.28	8744.80	0.85	10288.00	291.28		
小计		5995.87	367981.59	0.85	10579.28	122432.79	0.85	144038.58	355983.27	133750.58	
1	围堰填筑					44515.35	0.85	52371		52371.0	
2	围堰拆除		44515.35						44515.35		
3	临时道路	2400		0.85	2040.00	2400	0.85	2823.53		783.53	
4	其它临时工程	10928		0.85	9288.8	10928	0.85	12856.47		3567.67	
小计		13328.0	44515.35	0.85	11328.8	57843.35	0.85	68051.0	44515.35	56722.2	
合计		19323.87	412496.94		21908.08	180276.14		212089.58	400498.62	190472.78	

8.6 施工总进度

施工进度安排时必须结合现场的自然条件、单位工程在施工程序和空间布置上的逻辑关系，保证工程施工的均衡连续性、合理调配施工机具和劳动力，以及业主对工期的初步要求，同时，对于有导流要求的项目，需要在导流通道完成后方可施工。

施工进度安排时必须结合现场的自然条件、单位工程在施工程序和空间布置上的逻辑关系，保证工程施工的均衡连续性、合理调配施工机具和劳动力，以及业主对工期的初步要求。根据业主对本工程建设的要求，结合工程规模、水文特点及施工条件，本工程计划安排施工总工期 12 个月，即从第一年 11 月份初工程准备，至第二年 10 月份底工程结束。

工程实施计划如下：

表 8.6-1 工程实施计划表

序号	建设内容子项		2026		2027													
			11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
一	工程准备期																	
二	主体工程	围堰施工																
		临时道路施工																
		隔离坝填筑至度汛高程																
		连通闸施工																
		隔离坝填筑至设计高程																
		防渗心墙、库区道路施工																
	控泄转输工程	泄洪闸、放空闸、库底箱涵结构施工																
		泄洪闸、放空闸金属结构、电气设备安装																
		顶管工作井、接收井施工																

序号	建设内容子项		2026		2027												
			11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	顶管顶进施工																
三	工程完建期																

9 建设征地与移民安置

9.1 概述

虾公岩水库水质保障工程可行性研究阶段前期工作，建设内容包括物理隔离、分库、排洪设施等。通过在水库水域内筑坝，将虾公岩水库分隔为上下库，将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内，保障下库的水质安全；通过建设上库至水库下游的泄洪通道，确保 50 年一遇及以下洪水标准工况下，上库的来水不进入下库。

(1) 隔离坝工程：新建隔离坝主坝 1 座，副坝 4 座；

(2) 转输通道：新建转输通道 495m，其中 DN2600 顶管 350m，3m×2m 箱涵 145m，顶管工作井、接收井 4 座。

9.2 建设征地处理范围

工程建设征地范围包括永久征地范围和临时用地范围。永久征地一般包括永久建（构）筑物占地；临时用地一般包括作业场（含辅助企业）、临时道路、其他临时设施用地等。结合工程总体布置图和施工组织设计成果，确定工程各类永久建筑物（隔离坝、库区道路等）、施工工区、施工临时道路等的征地范围；并根据征地用途、复垦难易程度及使用年限等情况确定其用地性质。

9.3 建设征地实物调查

征地移民实物调查是水利水电工程建设征地移民设计的重要组成部分。其主要任务是查明征地范围内各种涉及对象的数量和质量，为论证工程规模、比选工程设计方案、研究工程建设对地区经济影响、编制征地移民规划、确定征地移民补偿投资以及征地移民实施等提供基础资料。

9.3.1 实物调查依据

9.3.2 法律、法规和条例

- 1) 《中华人民共和国宪法》；
- 2) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日第三次修正）；
- 3) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修正）；
- 4) 《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修正）；
- 5) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009年8月27日修正）；
- 6) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月4日施行）；
- 7) 《中华人民共和国民法典》（2021年1月1日起施行）；
- 8) 《中华人民共和国农村土地承包法》（2018年12月29日修正）；
- 9) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第743号，2021年7月2日修正）；
- 10) 《中华人民共和国森林法实施条例》（国务院令第278号，2018年3月19日修正）；
- 11) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（国务院令第679号修订）；
- 12) 《广东省土地管理条例》（2022年8月1日施行）；
- 13) 《广东省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》（2003年9月26日修正）；
- 14) 《广东省实施<中华人民共和国文物保护法>办法》（2019年11月29日修正）；
- 15) 《广东省林地保护管理条例》（2020年9月29日修正）；
- 16) 《广东省水利工程管理条例》（2018年11月29日修正）；
- 17) 其他有关法律、法规、条例等。

9.3.3 技术规范、标准及文件

- 1) 《水利水电工程征地移民实物调查规范》（SL442-2009）；
- 2) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；
- 3) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 4) 《房产测量规定》（GB/T17986-2000）；
- 5) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

6) 其它有关的技术规范、标准等。

9.3.4 调查组织

工程实物调查工作由项目业主单位总协调，设计单位为技术指导，项目涉及的村委共同参加调查。整个调查过程中，设计单位主要根据《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》（SL442-2009）相关的规定。以工程区实测的1:1000地形图进行现场踏勘，对工程占地范围内的土地、房屋等建筑附属物进行调查统计。

9.3.5 实物调查内容和方法

9.3.5.1 经济社会调查

经济社会调查是为分析、评价征地移民对区域社会、经济影响，进行移民安置规划，编制补偿投资估算提供基础资料。

经济社会调查的主要资料和调查方法应根据《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》（SL442-2009）中规定，结合本工程的具体情况来定。

a) 收集主要的资料

(1) 东莞市调查年前3年的国民经济统计资料、国民经济和社会发展的近期计划和远景规划，近期的人口普查资料等。主要指标包括农作物播种面积和产量、各类农用地的年末面积、镇人口总量及结构情况、工农业总产值、农民人均可支配收入及各项指标的构成等。

(2) 水利、电力、交通、邮电、文教、卫生等行业发展现状及规划资料。

(3) 镇行政村、村民小组的个数、人口、民族组成、地方风俗、生产生活方和历史沿革等。

(4) 有关价格资料，农、林、副、渔主要产品及副产品价格，有关建筑材料、人工工资、定额等资料。

b) 调查方法

本阶段以收集资料为主。

9.3.5.2 实物调查

a) 调查内容

根据本工程实际情况，实物调查的内容包括人口、房屋、土地及专业项目等。专业项目为公

路、水利、电力、通信、广播电视线路、文物古迹等。

b) 调查方法

本阶段实物调查以设计单位为主，现场收集相关资料，利用在1:1000地类地形图上布置的工程占地范围，结合国土部门的地籍图，确认占地范围内涉及的权属单位，利用国土部门提供的土地利用现状图，并结合1:1000地类地形图确定工程占地的地类性质，通过以上权属界线和地类的确认，最后量算实物指标并汇总。

9.3.6 实物调查成果

a) 建设征地面积

根据调查结果，本次建设征地总面积134.53亩，其中永久征地92.89亩，临时用地41.64亩。

永久征地92.89亩中，包含：水域90.62亩，林地2.27亩。

临时用地41.64亩中，包含：水域19.23亩，林地22.41亩。

详见表9.3-1。

b) 专业项目

工程建设征地涉及专业项目设施主要包括：监控、污水管、供电设施、通信线路及设施、燃气管道、路灯等，本工程暂不涉及。

表 9.3-1 建设征地土地实物指标表

序号	行政区域	占地类型	地类	面积(亩)
1	塘厦镇	永久征地	水域	90.62
2			林地	2.27
3		临时征地	水域	19.2
4			林地	53.5

9.4 移民安置规划设计

本工程暂不涉及移民安置，不做移民安置规划设计。

9.5 专业项目处理

按“原规模、原标准和恢复原功能”的原则估算各专项设施补偿费，因扩大规模、提高标准（等

级)或改变功能需要超出补偿部分的投资,不列入移民补偿投资,不需重建或难以复(改)建的项目,给予合理的补偿。本工程暂不涉及。

9.6 建设征地移民补偿投资估算

根据计算,本项目建设征地移民总投资 166.94 万元。

10 环境影响评价

10.1 设计依据及标准

10.1.1 设计依据

10.1.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日第二次修正；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日第二次修正；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日第二次修正；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日第二次修订；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》，2010年12月25日修订；
- (8) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年7月16日修订；

10.1.1.2 导则

- (1) 《环境影响评价技术导则——总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则——大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则——地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则——声环境》（HJ2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则——生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则——水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）。

10.1.1.3 技术规范与标准

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (3) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (4) 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (5) 《大气污染物排放限值》（DB44/T27-2001）；
- (6) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011）；
- (7) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

10.1.2 环境保护执行标准

10.1.2.1 环境质量标准

(1) 声环境质量标准

工程施工区及附近地区执行《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）标准，涉及的乡村居住区参照《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准评价，集镇声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准，施工道路两侧执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的4a标准。

(2) 地表水环境质量标准

工程段流域执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。

(3) 环境空气质量标准

工程施工区及影响区执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

(4) 地下水环境质量标准

评价区地下水执行《地下水环境质量标准》（GB14848-93）III类标准。

10.1.2.2 污染物排放及控制标准

(1) 施工噪声按《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-2011)控制。

(2) 生产废水禁止排放至长江干流,排入其他地表水体的生产废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。

(3) 施工废气污染源最高允许排放速率执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。

10.2 环境现状调查与分析

10.2.1 水环境现状

根据《2022年东莞市生态环境状况公报》,2022年虾公岩水库的水质为III类,主要污染物为总磷、生化需氧量、高锰酸盐指数等。

表 10.2-1 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 基本项目标准限值
单位: mg/L

序号	分类项目	I类	II	III	IV	V
1	水温(°C)	人为造成的环境水温变化应限制在: 周平均最大温升≤1,周平均最大温降≤2				
2	pH值(无量纲)	6-9				
3	溶解氧≥	饱和率90% (或7.5)	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
5	化学需氧量≤	15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量≤	3	3	4	6	10
7	氨氮≤	0.15	0.5	1	1.5	2
8	总磷(以P计)≤	0.02 (湖、库0.01)	0.1 (湖、库0.025)	0.2 (湖、库0.05)	0.3 (湖、库0.1)	0.4 (湖、库0.2)
9	总氮(湖、库以N计) ≤	0.2	0.5	1	1.5	2
10	铜≤	0.01	1	1	1	1
11	锌≤	0.05	1	1	2	2
12	氟化物≤	1	1	1	1.5	1.5
13	硒≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02

序号	分类项目	I类	II	III	IV	V
14	砷≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬(六价)≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	铅≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	氰化物≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
20	挥发酚≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1
22	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1
24	粪大肠菌群(个/L)≤	200	2000	10000	20000	40000

10.2.2 大气环境现状

根据《2023年东莞市生态环境状况公报》,2023年东莞市环境空气质量指数(AQI)范围在20~177,全年达标天数为165天,达标天数比例为88.8%,未出现重度及以上污染。

本项目施工区部分位于水库周边区域,水库周边大部分区域为林地、农田等人口较少的环境,属于二类环境空气功能区,大气环境质量执行二类标准。此外本项目区涉及饮用水源保护区,需加强施工废弃和扬尘对水源区的保护。

根据对本项目区的初步调查,涉及水源保护的区域,大气环境质量执行一类标准。区域周边农村地区及工业区,属于二类环境空气功能区,大气环境质量执行二类标准。

表 10.2-2 环境空气质量执行标准限值

序号	污染物项目	平均时间	一级浓度限值(μg/m ³)	二级浓度限值(μg/m ³)
1	SO ₂	年平均	20	60
		24小时平均	50	150
		1小时平均	150	500
2	NO ₂	年平均	40	40
		24小时平均	80	80
		1小时平均	200	200
3	PM ₁₀	年平均	40	70
		24小时平均	50	150
4	PM _{2.5}	年平均	15	35
		24小时平均	35	75

序号	污染物项目	平均时间	一级浓度限值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	二级浓度限值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
5	TSP	年平均	80	200
		24小时平均	120	300

10.2.3 声环境现状

据《2023 年度东莞市生态环境状况公报》，2023 年城市区域环境噪声昼间等效声级平均值为 58.6 分贝，比 2022 年上升 2 分贝，区域噪声环境质量总体水平等级为三级，处于一般水平。

影响区域声环境的主要声源构成为生活源和交通源。

本项目施工区部分经过居民区，施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的的噪声影响减缓措施。本项目区域主要的建成区类型有村庄、工业企业、城市主干道交通，涉及的声环境功能区类型有 1、2、3、4 类，其中以 2、3 类声环境功能区为主。项目施工期间尤其要注意对沿岸居民区等声环境敏感点的保护。

表 10.2-3 环境噪声限值

序号	声环境功能区	环境噪声限值dB (A)	
		昼间	夜间
1	2类	60	50
2	4a类	70	55

10.2.4 污染物排放

(1) 废水

本工程禁止直接向虾公岩水库排放生产、生活污水。施工期生产废水处理达标后全部回用于混凝土养护、机械及车辆冲洗、洒水降尘或周边绿化，不直接进入水体。

基坑经常性排水和施工办公区产生的生活污水执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”水质限值。

混凝土养护废水执行《水工混凝土施工规范》(SL677-2014)以及《混凝土用水标准》(JGJ63-2006)中水质要求，主要污染物浓度即不溶物 $<2000\text{mg}/\text{L}$ 。

机械和车辆冲洗含油废水执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”水质限值。

表 10.2-4 城市杂用水水质水质限值

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	浊度/NTU \leq	5	10

(2) 废气

工程运行期不产生废气，施工期大气污染物排放执行《大气污染物排放限值》(DB44/T27-2001)无组织排放监控浓度限值。

表 10.2-5 大气污染物排放限值表

污染物	监控点	无组织排放监控浓度限值(mg/m^3)
SO ₂	周界外浓度最高点	0.40
NO ₂	周界外浓度最高点	0.12
TSP	周界外浓度最高点	1.0

(3) 噪声

工程运行期基本无噪声影响，施工期施工场地噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011)中排放限值，即昼间 70dB (A)、夜间 55dB (A)。

10.2.5 生态环境影响分析

10.2.5.1 陆生生态影响

(1) 施工期对陆生生物的影响

1) 工程用地

在施工过程中，工程征用水库周边土地将造成植被破坏，并对栖息于此生境的动物造成一定不利影响。

2) 顶管工作井

本工程顶管工作井布置于水库内或者大坝周边，顶管工作井施工范围会对现有道路绿化带产生一定影响，但由于工作井施工作业面不大，对绿化带部分植被造成的破坏面积有限，在工作井施工完毕后及时采取植被恢复措施，最大限度恢复绿化带植被生物量。

3) 人员进驻

本工程施工人员进驻，增加了施工区的人口密度，也增加了对施工区周围动植物及其生境的

干扰程度，影响生态环境。施工人员对陆生生物的影响仅限于施工期，其影响程度将随着施工期的结束而消失。

(2) 运行期对陆生生物的影响

工程实施后，减少了水库面源污染负荷，工程临时占地在工程结束后恢复，同时，本工程还对部分区域进行了生态修复设计，提高了植物、动物的生存空间，改善了当地植被的生存状态，更有利于植被、植物生长，从而有利于提高植被生物量和植被覆盖率。

10.2.5.2 水生生态影响

根据对东莞市塘厦镇虾公岩水库的初步生态分析，该水库的鱼类资源主要以典型的淡水鱼类为主，包含鳊、鲫鱼及鲤科鱼类，它们共同构成了水库生态系统的消费者群落。浮游生物作为水库初级生产力的基础，预计以绿藻、硅藻等浮游植物和桡足类、枝角类等浮游动物为优势类群，其种群动态直接影响着水体的营养状态和鱼类的饵料供应。

调查显示，虾公岩水库是其确切的栖息地之一，这种色彩艳丽的翠鸟常在水库岸边活动，主要以小鱼、昆虫等小型动物为食，对水域生态环境质量要求较高。

在虾公岩水库施工过程中，会对水库中的水生生物产生一系列显著的生态影响。施工期间，作业活动会直接干扰水库环境，导致鱼类等水生生物因噪音和人类活动增加而被迫暂时迁移，原有的栖息地也会受到一定程度的破坏。隔离坝施工完成后，最直接的影响是阻隔效应，隔离坝会切断鱼类的天然洄游通道，使得依赖上下游迁移完成繁殖或觅食的鱼类种群数量下降。同时，水库由原本流动的河水转变为相对静止的湖泊生态系统，水深增加、流速减缓，这将彻底改变水生生物的生存环境。浮游生物（如藻类）可能因水体营养条件改变而大量增殖，其群落结构也会发生显著变化，例如优势藻类可能从蓝藻向硅藻转变，甚至出现有毒藻类。相应地，鱼类群落结构也将随之改变，适应激流环境、喜在砾石上产卵的原有鱼类可能因栖息地消失而难以生存，而被适应缓流或静水环境的经济鱼类，如鲢、鳙等所取代。此外，水温可能出现分层，下泄的低温水还会对下游水生生物造成冷害。若施工不当，甚至可能影响到在库岸活动的珍稀鸟类的栖息环境。

10.2.6 环境影响评价范围

本工程的环境影响分为施工期和运行期。施工期的主要影响为工程施工及运输对水环境、大气环境、声环境、固废、陆生与水生生态影响，工程运行期的主要影响为对下游河道水环境的影

响。其中水环境影响评价范围为虾公岩水库上库、虾公岩水河道；大气环境影响评价的范围为以施工工区为中心，半径为200m~500m的区域，重点是沿线及周围居民点、行政办公区；声环境影响评价的主要范围为各施工区边界外200m范围内、施工道路边界以外200m范围内的人居敏感点；固废影响评价范围主要为施工人员生活垃圾、施工建筑垃圾、淤泥和弃渣对施工区域及周围人居敏感点；陆生生态评价范围主要为施工区周边200m；运输道路沿线两侧200m；施工场地200m内的区域；重点是工程影响的森林公园范围和生态保护红线范围；水生生态评价范围与水环境的评价范围一致。

根据工程特点、环境特点，拟定本工程的环境影响评价范围见下表。

序号	评价因子	评价范围
1	地表水	虾公岩水库上库、虾公岩水河道。
2	大气	以各施工工区为中心，半径为200m~500m的区域，重点是沿线及周围居民点、行政办公区。
3	声环境	各施工区边界外200m范围内、施工道路边界以外200m范围内的人居敏感点。
4	固废	施工生活区施工人员生活垃圾，施工区内建筑垃圾固废，弃渣区。
5	生态环境	陆生生态：施工区周边200m；运输道路沿线两侧200m；施工场地200m内的区域。
		水生生态：虾公岩水库、虾公岩水河道的水生生物。

10.2.7 环境保护目标及环境敏感点

1) 水环境

保护对象：虾公岩水库上库及虾公岩河道。

环境敏感点：虾公岩水库。

保护目标：水库水质指标不差于现状水质，不影响下游虾公岩河道水质。下游河道水质指标不差于现状水质，不影响其水环境达标。

保护要求：做好施工废污水的水污染防治工作，减缓工程施工对水环境的不利影响，防止施工期废污水排放对水库水质的污染。减少运行期虾公岩水库上库泄水可能对下游河道产生的不利影响。根据《中华人民共和国水污染防治法》，禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，二级保护区内不设置施工临建区和施工三场，禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。

2) 大气环境

保护对象：施工场地、施工沿线 200m 范围内村庄、居民区、办公地等。

环境敏感点：主要包括大坪村、田心村等。

保护目标：环境空气符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，施工期大气污染物排放符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控浓度限值。

保护要求：施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的废气影响减缓措施。此外本项目区涉及饮用水源保护区，需加强施工废弃和扬尘对水源区的保护。通过施工场地加设围挡，洒水降尘，土方运输车辆密封等措施，减少产尘量。施工区和周围大气敏感保护目标的空气环境质量不因工程施工造成环境空气质量下降。

3) 声环境

保护对象：施工场地、施工沿线 200m 范围内村庄居民区、办公地等。

环境敏感点：主要包括大坪村、田心村等。

保护目标：施工期间场界噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的相关规定，声环境敏感目标满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2、4a 类标准。

保护要求：本项目施工区部分经过居民区，施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的的噪声影响减缓措施。通过合理布置运输路线、加设隔声设施、合理作业等措施减小施工噪声对声环境敏感点的影响，不因工程施工噪音造成居民投诉。

4) 生态环境

(1) 陆生生态

保护对象：工程所在区域陆生生态系统。

敏感点：虾公岩水库。

保护目标：工程所在区域陆生生态系统的完整性。

保护要求：保护项目区周边的陆生生物不因施工而显著减少，保护绿化面积。

(2) 水生生态

保护对象：工程所在区域水生生态系统。

敏感点：虾公岩水库。

保护目标：工程所在区域水生生态系统的完整性。

保护要求：尽量减少对水库生态性的影响，特别是要减小施工对水库水生态的影响，要求项目施工后水库生态得到及时恢复和改善。

10.3 环境影响分析

10.3.1 大气环境质量影响评价

本工程建设期对大气环境质量影响的因素主要是施工营地施工机械燃油废气、运输车辆排放的尾气、扬尘和工程建设产生的扬尘。

(1) 施工机械燃油废气

在建设期，施工机械设备在运转是会排放燃油废气，燃油废气（CO，NOX 和 SO²）排放后自然扩散由空气自然稀释，虽然对周围空气环境产生一定的影响，但影响会随之结束而消失。

(2) 汽车尾气

由于项目建设，该区域内的大型运输车辆数量增多，施工运输车辆多为大吨位车辆，工程车辆行驶将加重城镇车辆尾气污染负荷。运输车辆排放的汽车尾气(CO，NO_x，HC)对该区域沿途的空气环境会形成一定的影响。因此，施工单位应注意车辆保养，尽量保证车辆尾气达标排放。由于是线源，所以在加强运输车辆管理后，可以降低汽车尾气对区域空气环境的影响。

(3) 施工扬尘

在工程施工建设过程中，平整土地、清淤、淤泥运输和装卸等过程都会产生扬尘。据有关文献资料介绍，施工工地的扬尘主要是运输车辆的行驶产生的，约占扬尘总量的 60%，但这与道路状况有很大关系。扬尘粒径都在 3~80μm，大多为球形，比重在 1.3~2.0 之间。扬尘由于大小、比重不同，在大气中的停留时间和空间分布也不同。扬尘在受重力、浮力和气流运动的作用，可以发生沉降、上升和扩散，因此在施工场地时常可以看到尘土飞扬的现象，就是这原因所致。在自然风作用下，道路产生的扬尘一般影响范围在 100m 以内。为了尽量抑制扬尘产生，需定时洒水和清扫。如果在施工期间对车辆行驶的路面实施只洒水不清扫，可使扬尘量减少 70%~80%，若清扫后洒水，抑尘效率能达 90% 以上，其抑尘效果是显而易见的。

此外施工阶段产生的扬尘还有堆场扬尘。据有关资料介绍，当料堆表面含水率大于 6%，扬尘对周围环境的影响将大大减少，提高表面含水率能对料堆风吹起尘起到很大的抑制作用。因此在选择建材堆放、转运的场地时，首先应避开人群流动较为集中的场地；对易产生扬尘的物资，

不要在开阔地或露天堆放，遇到大风天气应避免作业，运输时尽量避免敞式运输。如对河沙等不得不敞开堆放时，则应对其进行洒水提高表面含水率，以起到抑尘效果，尽量减少其对周边环境等的不良影响。

10.3.2 水环境质量影响评价

(1) 施工期

本工程施工区内设有综合仓库、综合加工厂、施工临时道路、工作井施工场地和办公区等。施工总工期 12 个月，高峰期施工人数 700 人，其中办公区人数 70 人。

本工程施工用混凝土全部使用商品砼，土料外购，砂料和石料从附近砂石料场购买，无砂石料加工废水。项目施工期产生的废污水主要有：施工机械及车辆冲洗废水、基坑废水、施工人员的生活污水。

1) 施工机械及车辆冲洗废水

本项目位于塘厦镇，交通便利，施工机械考虑委托城镇机修厂进行检修，施工区内不设汽修站。项目各种工程机械、运输车辆等的维修、保养任务由专业第三方机构承担，市场化运作，施工区不产生施工机修废水。本工程施工运输车辆和机械进出施工区需要冲洗，会产生冲洗废水（汽车冲洗废水高峰强度 $0.75\text{m}^3/\text{h}$ ，总排水量为 0.6万 m^3 ），冲洗废水污染物主要为泥沙、SS（未经处理时可能达到 3000mg/L ），若直接排放将会对受纳水体产生较大不利影响，但这种影响是暂时性的，采取集中收集并进行沉淀处理后回用，可实现施工机械及车辆冲洗废水零排放。

2) 基坑排水

基坑排水包括初期排水及经常性排水两部分。初期排水主要包括：围堰围蔽后的基坑积水、抽水过程中的基坑渗水以及降雨汇水。经常性基坑排水包括：基坑渗水、施工弃水及降雨汇水。本工程施工区基坑排水高峰强度为 $0.75\text{m}^3/\text{h}$ ，总排水量为 0.6万 m^3 ，污染物主要是 SS（浓度 2000mg/L ）。基坑废水若未经处理直接排放，可能会导致受纳水体悬浮物浓度增加，影响水体透明度和生态平衡。本工程对基坑废水采用沉淀法处理，处理后的水体优先进行回用。

3) 施工生活污水

施工人员会产生一定量的生活污水，本工程高峰施工人数（临时租用民房）为 700 人，其中办公区 70 人。临时租用民房施工人员的生活污水产生量设为 $100\text{L}/\text{人 d}$ ，办公区人员的生活污水产生量设为 $50\text{L}/\text{人 d}$ ，排污系数取 80%，其污水产生量分别为 $56\text{m}^3/\text{d}$ 和 $2.856\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水中

含有粪便、洗涤剂及多种病原微生物，如果直接排放，容易导致寄生虫卵及蚊蝇滋生，甚至可能引发传染病，给附近居民的健康带来威胁。此外，未经处理的生活污水直接排放会导致水体浑浊、富营养化等问题，影响河流和水库水质。生活污水中可能含有有害物质，这些物质在处理过程中如果处理不当，可能会渗透到土壤中，导致土壤污染。同时，未经处理的生活污水在蒸发过程中会释放出异味，影响周围空气质量。本工程对在生活区（临时租用民房）产生的生活污水纳入现有市政污水管网收集处理；同时在办公区设置可移动式厕所，将产生的生活污水经处理后进行回用。

4) 施工水体扰动

本工程主要建设内容包括：隔离坝 5 座，转输通道 495m。其中，隔离坝位于虾公岩水库上库和下库之间，上述工程在施工时，如果没有严格水域和近岸施工环保要求，围堰施工、清淤、近岸基础施工、土石方开挖等会扰动水体，导致 SS 升高，水体浑浊，透明度下降，抑制浮游植物的光合作用，降低水体的初级生产力，此外，施工过程中可能释放的重金属和有机物也会对水质产生负面影响。

(2) 运行期

1) 对虾公岩水库下库水环境影响

项目建成后，工程运行期无生产废水，管理人员生活污水已纳入现有污水处理设施，不会对周边环境产生影响。

正常工况下，项目的运行会减少周边的面源污染进入虾公岩水库下库，对水库水环境起到了积极的改善作用，但项目运行期截流的建成区初期雨水进入虾公岩水库上库，会增加初期雨水受纳区的污染负荷，如超过下游虾公岩水受纳河道环境容量，可能会造成水质污染。

(2) 对下游河道水环境影响

根据工程方案，虾公岩水库物理隔离方案实施后，可将隔离区的面源污染截流至虾公岩水库上库，有效降低突发水污染事故风险，有利于虾公岩水库下库水源保护。

10.3.3 声环境质量影响评价

建设期的噪声主要为施工营地所产生的机械噪声、施工作业噪声和临时道路施工车辆噪声。机械噪声主要由施工机械所造成，如挖土机械、装载机械等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车的撞击声、吆喝声等，施工车辆的噪声属于交通噪声。在这些施工噪

声中对声环境影响最大的是机械噪声，往往施工作业噪声比较容易造成纠纷特别是在夜间，施工噪声的影响更大，更容易造成污染纠纷。由于施工管理和操作人员的素质良莠不齐，环境意识不强，在作业中往往忽视已是夜深人静时，而这类噪声有瞬时噪声高，在夜间传播距离远的特点，很容易造成纠纷，这是施工期环境管理的难点。

由于项目建设周围均有居民住宅，施工噪声特别是装载时对其影响较大，应采取措施予以控制。

(1) 选用低噪声的施工机械和施工方式，加强对作业机械及运输车辆的维修保养，降低其辐射声级。

(2) 在敏感点附近施工时，应设置临时隔声围护。在施工边界，除了出入口以外。用围墙加以封隔。除了控制噪声外，也有利于景观。

(3) 必须合理地安排机械作业的施工时间，在夜间 22 时至次日凌晨 6 时应限制所有类型的施工作业，如必须在夜间延长施工时，必须取得当地环保局的同意，并公告居民和学校，并尽量减短工时。靠近学校的高噪声施工作业，建议尽量安排在周末和假期进行。由于施工期的噪声影响是暂时的，只要措施得当，并注意调整施工时间等事项，是可以将施工噪声影响减至最低。

10.3.4 对人群健康的影响分析及评价

工程建设区的常见传染病主要有出血热、病毒性肝炎、疟疾等。根据施工组织设计，施工高峰期间施工人数将达 700 人，采取租用附近民房作为临时生活营地，使局部地区人口密度增大，施工人员易受到当地传染病的影响；施工人员的饮食及卫生条件较差，可能会引起肠道传染病的流行。本工程主要布置施工营地、仓库，因场地内比较潮湿，环境卫生条件较差，如不对施工场地进行有效的卫生清理，使施工人员易感染虫媒传染病等。

10.4 环境保护措施

10.4.1 水质保护措施

本项目施工期的水污染影响主要包括施工人员生活污水及施工废水。施工废水主要为车辆冲洗废水和基坑排水。施工期本工程产生的污废水需处理达标后排入附近市政污水管网或回用于施

工，禁止直排入水体。

1) 施工生活污水处理措施

根据施工位置和周围环境特点，施工区不设置生活营地（临时租用周边民房），仅设置办公区。本工程施工期生活区产生的生活污水纳入市政污水管网收集处理，而办公区的生活污水产生量少，拟设置 4 套可移动式厕所（带洗手台和一体化污水处理系统），其产生的生活污水经处理后回用于施工区及道路抑尘、绿化等，回用达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准。

2) 施工机械及车辆冲洗废水处理措施

本项目施工区大门处设置车辆冲洗设施以及配套的排水、泥浆沉淀设施。运输车辆应在除泥、冲洗干净后方可驶出施工工地，工地应保证车辆冲洗设备完好有效，专管人员应督促驾驶人员做好车辆冲洗维护保养工作，保持车容整洁完好。

车辆冲洗停车点需设置冲洗池及水槽，水槽上部设置钢筋盖板，作为承载车辆轮胎和冲洗废水疏干的措施。另配高压水枪，以备解决车辆难冲洗部位。冲洗废水经冲洗池及水槽收集后有排涌管进入两级沉淀池，经两级沉淀处理后的清水进入储水池，可循环用于车辆冲洗。汽车冲洗废水高峰强度 0.75m³/h，总排水量为 0.6 万 m³，水利停留时间设置为 3h，本工程施工区车辆冲洗沉淀池容量均 20m³设计，按 3 座布置，布置于施工车辆出入口。冲洗废水水量小、悬浮物浓度和石油浓度高，从水资源合理利用和保护环境角度考虑，机修冲洗废水处理后可用于施工区、道路及土石方开挖过程的洒水降尘或施工区绿化浇水，SS 和石油等主要污染物满足《广东省水污染物排放限值标准》（DB44/26-2001）第二时段一级标准。

3) 隔离防护措施

为了保障虾公岩水厂取水口水质，要求进一步优化施工工艺和时序，隔离坝等涉水施工作业尽量安排在枯水期进行，同时避开水厂取水时间。

施工期与水厂加强沟通、及时协商，合理安排水源地保护区范围内各施工点施工作业时间。在相应工程施工前应提前告知水厂，提前做好防范措施，可在施工期间水厂增加原水沉淀时间，以降低 SS 浓度。

10.4.2 大气污染防治措施

1) 开挖除尘

土石方开挖可采用湿法作业，该办法是水利工程施工中最有效、最经济、最简便易行的除尘方法。只要在施工中严格按湿式除尘作业，可有效降低和控制粉尘浓度。

2) 交通粉尘削减与控制

(1) 施工车辆途经村庄等居民区附近的地方设置限速标志，防止车速过快产生扬尘污染环境，影响居民健康和正常生活。

(2) 安排专业清扫人员，施工阶段对汽车行驶路面勤清扫，可以较好地减少粉尘排放量。配备洒水车，在无雨日每天洒水 3~4 次，在干燥大风天气情况下，洒水频率加密。

(3) 做好运输车辆的密封和车辆保洁，减少因弃渣、砂、土的外泄造成的扬尘污染。凡运送石料、种植土等材料的运货车，都应用篷布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘。

(4) 在停车场处设置冲洗台，施工车辆都必须经常的清洗，避免施工车辆把泥土带出施工现场。

(5) 做好施工道路防扬尘工作，在有条件的施工路段采用绿化措施，绿化带不但起着防眩、吸音、隔离、丰富道路景观、美化环境的作用，还有吸尘的作用。

3) 废气防治

(1) 在施工过程中，将使用大量的机械设备和运输车辆，其燃料以柴油为主，为了减少废气污染物的排放量，控制废气对环境空气的污染，施工单位应选用符合国家有关排放标准的施工机械和运输车辆，使排放的废气达到相关排放标准。

(2) 施工现场的机械及运输车辆使用国家规定的标准燃油。

(3) 严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新。

(4) 机械及运输车辆要定时保养，调整到最佳状态运行。

4) 大气环境敏感点保护

对于距工程路线较近的居民点，通过采取在运输车辆行驶至居民点路段须减速慢行，减少扬尘的产生；运输车辆采取遮盖、密闭等措施，减少抛洒；加强道路管理和维护，如对路面进行洒水和打扫，可大幅减少道路扬尘。路面长期进行养护、维修、清扫专业队伍，保持道路清洁、运行状态良好；在非雨日早、中、晚对运输道路进行洒水作业，控制运输扬尘对运输道路沿线的影响。

10.4.3 噪声污染防治措施

1) 施工区内噪声防治

为减轻噪声对施工区域附近敏感点的影响，拟采取以下保护措施：

(1) 应选择噪声符合国家环境保护标准的施工机械，如机动车辆、大型挖土机、运载车等车辆噪声不应超过《机动车辆允许噪声》。

(2) 为防止施工场内交通混乱，造成人为噪声污染，在车流量高的路段设置交通岗或交通员，疏导交通，加强交通管理。

2) 施工区外噪声防治

制定管理措施，严格控制施工时间，能够完成施工进度的前提下不要安排夜间连续施工，白天施工时间应严格控制在 8:00~12:00, 14:00~20:00。如果工期紧，施工单位必须夜间施工的话，应以布告的形式提前告知附近居民，取得居民的谅解。

施工机械、重型卡车、自卸汽车会造成运输路线两侧的居民区噪声超标，在运输过程中应严格限制车速和单位时间内的车流量，车辆穿行时适当降低车速，在较空旷地带行驶适当提高车速，以降低对城镇居民的干扰，居民区中穿行时车速控制在 20km/h 内，并禁鸣喇叭。

10.4.4 固体废弃物处理

1) 生活垃圾处置

本工程生活区（临时租用周边民房）产生的生活垃圾，由租住区现有配套环卫系统处置。施工期办公区安排清洁工负责日常生活垃圾的清扫，并对其进行简单的分类筛选，同时设置生活垃

圾集中点,生活垃圾收集后由当地环卫转运处理,而建筑废弃物等无机垃圾于渣场进行卫生填埋,实施无害化处置。办公区垃圾桶需经常喷洒灭害灵等药水,防止苍蝇等传染媒介孳生,以减少生活垃圾对环境和施工人员的健康产生不利影响。

根据施工组织设计,本工程高峰期施工人数 700 人,工期为 12 个月,施工按每人每天产生 0.5kg 生活垃圾估算,施工期生活垃圾产生总量为 126t。按高峰期人数每 30 人设 1 个垃圾箱,共 24 个垃圾箱。

2) 建筑垃圾和生产废料处置

工程结束后,拆除施工区的临建设施,对施工办公区、综合仓库等施工用地,及时进行场地清理,清除建筑垃圾及各种杂物,对其周围的生活垃圾、临时厕所必须清理平整,并用生石灰进行消毒,作好施工迹地恢复工作。施工单位应安排专人负责生产废料的收集,废铁、废钢筋、废木碎块等应堆放在指定的位置,严禁乱堆乱放。对建筑垃圾的收集处理应严格执行《城市建筑垃圾管理规定》,服从当地城市市容环境卫生行政主管部门统一管理。

3) 工程弃渣的处置

项目土石方开挖的弃方需进行合理处置,严禁乱堆乱放。弃渣处置应首先考虑其可利用性,其次考虑外运。弃方采用市场化方式解决,外运至合法的渣土消纳场消纳。

10.4.5 生态保护

10.4.5.1 陆生植物保护措施

(1) 预防和避免措施

1) 认真贯彻《中华人民共和国野生植物保护条例》,禁止采集国家一级保护野生植物。采集国家二级保护野生植物的,必须经采集地野生植物行政主管部门或者其授权的机构申请采集证。

2) 开展宣传教育活动,提高对野生植物特别是重点保护野生植物的保护意识,从而避免人们对野生植物的破坏。在施工区设立宣传栏,张贴内容为重点保护野生动植物图片和文字简述。宣传栏规格为 2*2.5m,边框材质为不锈钢长度。

(2) 减缓和最小化措施

1) 取土、弃渣等施工过程中,及时采取临时工程拦护措施,弃渣场、取土场周围开挖边坡采取临时播撒灌草籽的植被恢复措施,减少因水土流失对临时占地区周围植被的破坏。

2) 遇下雨天气,为防止取土场、弃渣或其它施工基底开挖裸露土质边坡坡面等被雨水冲刷,可选用编织袋、塑料布进行覆盖,减少水土流失。

3) 施工过程中,采用先进施工工艺,尽量减小开挖、取料对地表的植物资源的破坏,合理设计,尽量做到开挖破坏与平整恢复平衡。

4) 加强施工中植物保护,施工中表层土壤单独存放和用于回填覆盖,对临时占用的农用地表土层进行剥离并集中堆放。施工结束后,将表层剥离土回填、复垦。

5) 施工人员的生活垃圾处理纳入东莞市城市生活垃圾填埋场收运系统,减少对周边耕地和林草地的占用。

10.4.5.2 陆生动物保护措施

为了保障工程施工不会对区域内陆生动物产生惊扰,不会破坏陆生动物的生境条件,不会破坏野生动物栖息地和繁殖区域,特别是需要保护国家 II 级重点保护鸟类鸢、红隼和长耳鸮,广东省保护鸟类苍鹭、大白鹭、凤头鸊鷉、鸬鹚、董鸡、水雉、四声杜鹃、黑枕黄鹂、乌鸫等。本工程采取以下陆生动物保护措施:

(1) 预防与避免措施

1) 认真贯彻执行《中华人民共和国野生动物保护法》和广东省实施《中华人民共和国野生动物保护法》等有关法律法规,对施工人员进行生态保护的教育,禁止施工人员恐吓、惊扰、猎杀野生动物。加强对国家、广东省规定的珍稀动物的保护,严禁非法捕猎野生动物尤其是重点保护野生动物。

2) 通过公告、宣传册等形式,对施工人员及附近居民进行生态保护宣传教育,提高施工人员的生态保护意识,建立严格的管理制度,严禁施工人员非法捕杀蛙类、蛇类、鸟类等野生动物,严禁随意破坏植被,以消减施工对当地动植物的影响。

3) 野生鸟类和兽类大多是晨昏(早晨、黄昏)或夜间外出觅食,正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰,应改进施工技术,尽量选用低噪声的设备和工艺,降低

噪声强度；合理安排施工时段和方式，禁止在晨昏和正午施工，避免施工噪声对野生动物的惊扰。

4) 工程施工应避免施工废水、生活污水等对水体的污染，防止对两栖类、水栖型爬行类、鸟类中的涉禽、游禽、以及兽类中的半水栖型种类等的生境污染。优化施工布置，料场、渣场及施工运输公路应尽量避免避开野生动物栖息地和繁殖区域。

(2) 减缓和最小化措施

1) 加强取土场、弃土场、弃渣场水土保持措施和施工人员的各类卫生管理(如个人卫生、粪便和生活污水)，弃渣弃土必须要经过泥渣沉淀池处理后才能排放河中，并且要采取有效办法去除油污，不致使河床被泥沙堵塞、填充和抬高，避免污水流入附近水体，减少水体污染，消减对两栖类、爬行类影响，保护动物的生境附近水体。

2) 对施工机械的运行方式和施工季节进行优化设计，作业噪声大的设备建议安装消声器，以降低噪音污染，减少施工扰动和噪声对鸟类等动物的惊扰。鉴于鸟类对噪声和光线的特殊要求，施工尽可能在白天进行，夜间不施工。

3) 防止施工场地平整，工程开挖，碾压，弃土等施工活动对两栖类、爬行类的伤害。尤其是冬季施工，这些动物处于冬眠状态，施工中发现受保护的野生动物，应避免伤害。对重点保护的鸟类、兽类应送往救护站或有关保护单位。

10.5 环境管理与监测

10.5.1 环境管理

10.5.1.1 环境管理任务

为有效地保护本项目所在地的环境质量，工程建设各单位应建立和健全环境管理制度，减轻本项目对周围环境质量的影响。

- (1) 落实施工期环境保护措施和环境监测计划，编制年度工作计划；
- (2) 会同地方环保部门，检查、监督施工单位（或承包商）执行环境保护条款情况；
- (3) 处理工程中出现的重大环境问题和环境纠纷，协调地方环保部门与工程环境保护有关

事宜；

(4) 整编环境监测资料，呈报环境质量状况报告；

(5) 建设单位应与本项目施工单位协商，将施工期环境保护措施列入合同文本，要求施工单位严格执行并实行奖惩制度；

(6) 施工单位应在各施工场地配环境管理人员，负责各类污染源现场控制与管理，尤其对高噪声、高振动施工设备应严格控制其施工时间，并采取一定防治措施；

(7) 委托具有相应资质的监理单位设专职环境保护监理工程师监督施工单位，落实施工期应采取的各项环境保护措施；

(8) 工程施工结束后，竣工验收内容应包括地表植被的恢复、水土保持措施、绿化和破坏生态后的补偿措施等。

10.5.2 环境监理

本工程环境监理的内容包括因工程施工等对环境造成的影响以及采取的相应环境保护措施的执行情况；工程建设对环境造成的生态影响以及采取的相应的补偿措施的执行情况。主要内容有：

(1) 编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

(2) 受业主委托，环境监理工程师全面负责监督、检查工程施工区的环境保护工作。

(3) 环境监理人员有参加审查会议的资格，就施工方提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面的改进意见，以保证环保措施的落实和工程的顺利进行。

(4) 审查承包商提出的可能造成污染的材料和设备清单及其所列的环保指标，审查承包商提交的环境监理月报。

(5) 协商好业主、承包商、工程监理单位、环境监测单位及政府环境行政主管部门等各方面的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。

(6) 同工程监理一道参加工程的验收。对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督和检查。工程质量认可包括环境质量认可，单元工程的验收，凡与环保有关的部分，必

须由环境监理工程师签字认可。

(7) 在检查中发现的环境问题，以问题通知单的形式下发给承包商，要求限期处理。

(8) 负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质、大气、噪声等监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响。

(9) 在日常工作中做好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收。

10.5.3 环境监测

为使环境管理工作更好地开展，必须对施工过程中的各种环境保护措施的实施情况及运行效果进行定期监测，掌握施工时段施工区的环境质量状况及污染物排放影响情况。监测的环境因子主要包括水、大气、噪声等。环境监测必须委托有监测资质的单位进行。

1) 施工期地表水水质监测

监测点：虾公岩水库上库汇入点上游、转输管道出口、虾公岩水河道起点共 3 个监测点，并充分利用虾公岩水库已有的常规监测。

监测项目：pH、DO、SS、CODMn、BOD5、CODCr、TP、TN、NH3-N、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群，共 12 项。

监测频率：施工期内每季度监测 1 次，总共检测 4 次。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）及《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）规定的方法执行。

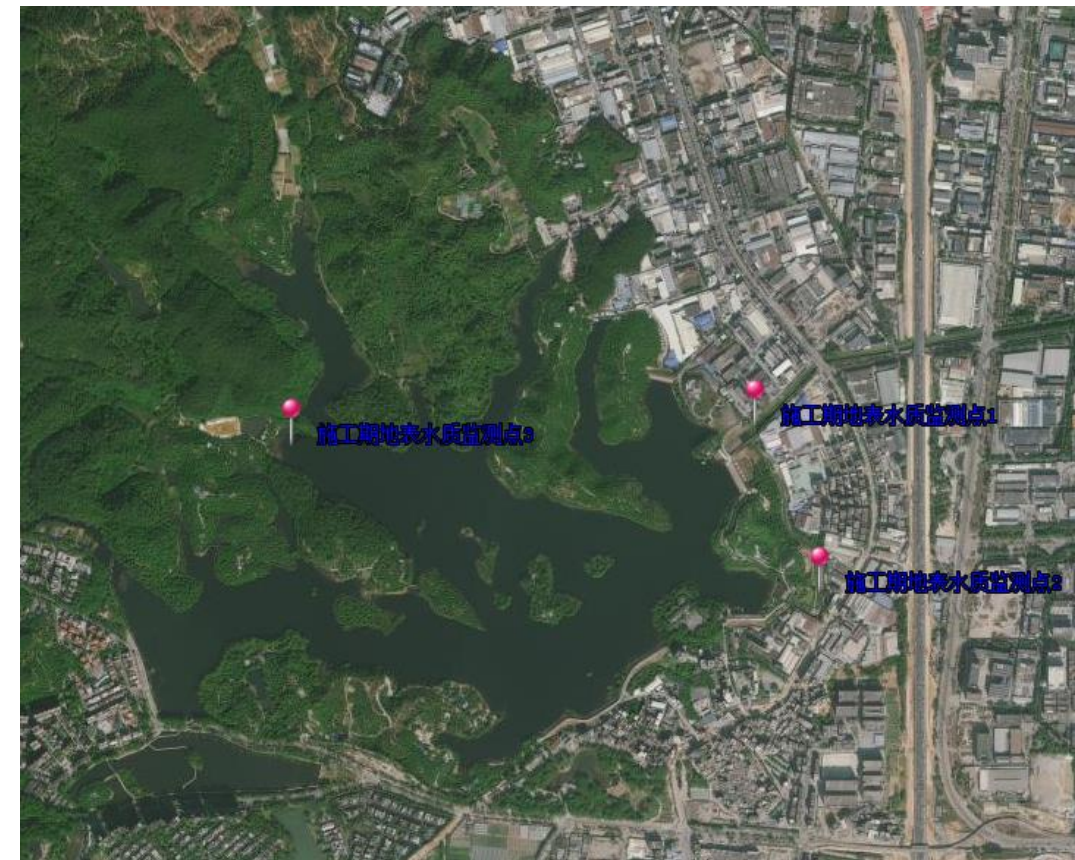


图 10.5-1 施工期地表水水质监测点布置图

2) 施工期水污染源监测

监测点：在施工区生产生活废水排放口和机械车辆冲洗废水处理设施排放口设置监测点，共 2 个监测点。

监测项目：SS、pH、CODcr、BOD5、NH3-N、石油类、TP。

监测频率：施工期内每季度监测 1 次，总共检测 4 次。

监测方法：按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）中规定的方法。

3) 运行期水质监测

监测点：虾公岩水库上库汇入点上游共 1 个监测点，并充分利用虾公岩水库已有的常规监测。

监测项目：pH、DO、SS、CODMn、BOD5、CODCr、TP、TN、NH3-N、石油类、阴离子

表面活性剂、粪大肠菌群，共 12 项。

监测频率：运行期每季度监测一次，共监测 4 次。

监测方法：水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）执行，样品分析按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）及《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）规定的方法执行。

4) 施工期大气环境监测

监测点：施工区范围内的大坪村、田心村等大气环境敏感点，共 2 个监测点。

监测项目：颗粒物（TSP）、恶臭。

监测频率：每季度监测 1 次，共监测 4 次。

监测方法：按照《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）、《恶臭污染环境监测技术规范》（HJ905-2017）规定方法执行。

5) 施工期声环境监测

监测点：施工区范围内的大坪村、田心村等声环境敏感点，共 2 个监测点。

监测项目：昼间和夜间等效声级。

监测频率：施工期噪声监测每季度监测 1 次，共监测 4 次。

监测方法：按《声环境质量标准》（GB-3096-2008）2 类区执行，测量方法用 II 级以上噪声统计分析测试等效连续 A 声级规定方法执行。

6) 人群健康监测

为了防治因工程建设产生的人员交流可能引起的疾病，在施工期间对施工人员进行流行病检查，检疫内容为肠道传染病、呼吸道传染病以及其它传染性疾，施工期内人群健康监测人数约 700 人。

10.6 环境保护投资估算

根据计算，本项目环境保护总投资为 85.45 万元。

11水土保持

11.1 概述

11.1.1 项目基本情况

虾公岩水库位于塘厦镇大坪社区，在镇境内的西南方，集雨面积 15.7km²。水库于 1957 年 10 月动工，1958 年 4 月竣工，属中型水库。水库按 100 年一遇洪水位设计，1000 年一遇洪水位校核，总库容 1164.3 万 m³，正常蓄水位 44.00m，相应库容 920.73 万 m³。目前虾公岩水库功能主要为防洪、供水、调蓄。

本工程主要任务为采取工程措施，减少入库污染源，保护水库水质，做到“保护更严格”；同时，通过物理隔离措施布置，合理划定水库水源保护区，兼顾发展不保护，实现“发展更充分”。为划线提供基础。工程主要内容包括：生态隔离坝建设、转输隧洞建设（340m 顶管、140m 箱涵及顶管工作井、接收井 4 座）、泄洪闸及放空闸等。

11.1.2 区域自然概况

1) 地形地貌

东莞市地貌以丘陵台地、冲积平原为主，其中丘陵台地占 44.5%，冲积平原占 43.3%，山地占 6.2%。地势东南高、西北低。东南部多山，尤以东部为最，山体庞大，分割强烈，集中成片，起伏较大，海拔多在 200m~600m，坡度 30°左右，银瓶嘴山主峰高 898.2m，是东莞市最高山峰；中南部低山丘陵成片，为丘陵台地区；东北部接近东江河滨，陆地和河谷平原分布其中，海拔 30m~80m 之间，坡度小，地势起伏和缓，为易于积水的埔田区；西北部是东江冲积而成的三角洲平原，地势低平、水网纵横；西南部滨临珠江口，属三角洲冲积平原，地势平坦低陷。

2) 地质

全镇地势西南高东北低，是东莞市山区片的小盆地，塘厦盆地表层多为渗育型粘土和砂质土，场地原始地貌类型主要为剥蚀残丘地貌及冲积洼地。

拟建工程位于东莞市塘厦镇虾公岩水库，库区地貌类型为低山丘陵区，地面标高约 45m~55m，

四周由几个标高约 45m~177.5m 的低山丘陵所围（最高 330.9m），植被茂盛，一般地形坡度约 10°~20°，近山脊较陡约 30°~45°，未发现不良物理地质现象。

本地区历史上没有破坏性地震记录，自 1970 年广东省建立地震台网观测之后 30 多年以来，所记录到大于 2 级的地震有 12 次，最大均不超过 3 级；由此可见，场址周围的地震活动性总体较弱。

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2001）（2015 年）、《中国地震动反应谱特征周期区划图》、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）及东莞市《东建[2004]32 号文件》有关规定，场地的抗震设防烈度为 VI 度，设计地震基本加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，设计特征周期值为 0.35s。

3) 气候气象

东莞市东南部塘厦镇地处北回归线以南，阳光充足，属亚热带季风气候。春夏两季吹东南风，空气湿润，雨量充沛，秋季常吹西风，秋高气爽；冬季多吹北风或西北风，空气较为干燥，较冷年份会出现短期霜冻。年均无霜期 339 天，1 月是一年当中最冷的月份，2 月 1 日至 3 月 10 日，是由冬季转春季的过渡期。塘厦镇因受地形、海洋影响，境内气温与莞城相比略低，全年平均气温为 21.9℃。塘厦镇年平均降雨量约 1800 毫米，其中 12 月至次年 2 月为全年最少月份，月平均约 30 余毫米；5 月至 9 月为全年最多年份，月平均约 300 毫米；10 月至 11 月，月平均约 100 余毫米。由于项目区场地受季风气候影响显著。夏季盛吹南风或东南风，冬季盛吹北风或西北风。春秋两季，因受北方冷空气或南方海洋台风交替影响，风向不定，或吹东南风，或吹西北风。每年夏秋间，常有台风、洪涝或干旱等灾害，对人们生活带来很大的影响乃至危害。

11.1.3 水土流失现状

东莞市塘厦镇属于我国南方红壤丘陵区的珠江三角洲平原区，属国家级和广东省水土流失重点监督区，土壤流失容许值为 500t/（km²a），水土流失以水力侵蚀为主，现状水土流失轻微，现状土壤侵蚀模数在 500t/（km²a）以内，土壤侵蚀的主要因素是人为活动。

11.1.4 项目所在区域水土流失防止区划情况

根据《水利部办公厅关于印发〈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〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（2015年10月13日）和《东莞市水土保持规划（2012~2030年）》，本工程所在地属于国家级及广东省水土流失重点预防区。

11.2 水土流失防治责任范围及分区

11.2.1 责任范围确定原则

1) 依法依规原则

防治责任范围是生产建设单位依法承担水土流失防治义务的区域，需覆盖所有扰动地表、可能造成水土流失的范围。按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）明确要求包括项目永久征地、临时占地及管辖区域。

2) 全面覆盖原则

范围需包含所有扰动地表的区域，永久占地为主体工程及配套设施；临时占地为取土场、弃渣场、施工便道、营地等。

3) 分区防治原则

根据水土流失敏感性和严重程度划分重点区域。重点预防区为潜在风险大的区域；重点治理区为水土流失严重区域。

4) 动态调整原则

叠加既有工程扰动范围，避免遗漏既有设施用地。若工程有调整或施工方案变更，需重新核定责任范围。

11.2.2 水土流失防治责任范围

生产建设项目的水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时用地（含租赁土地）以及其

他使用与管辖区域。

本工程水土流失防治责任范围与主体工程征地面积一致。本工程占地总面积为8.97ha。本工程的水土流失防治责任范围即为占地面积8.97ha。

11.2.3 水土流失防治分区

本工程根据施工布置及扰动特点，划分为主体工程区、施工临时道路区、施工营区3个水土流失防治分区。

11.3 水土流失预测及危害

11.3.1 水土流失预测

11.3.1.1 扰动地表、损毁植被面积

本工程扰动地表面积8.97ha，根据《广东省发展改革委广东省财政厅广东省水利厅关于规范水土保持补偿费征收标准的通知》（粤发改价格〔2021〕231号），本工程应缴纳水土保持补偿费面积为工程扰动面积8.97ha。

11.3.1.2 弃渣量

根据施工组织设计土石方平衡分析，本工程弃渣量40.04万m³（堆方），本工程余（弃）方通过招标的方式市场化处理，要求后续签订弃渣利用协议应明确弃渣水土流失防治责任及措施防护。

11.3.1.3 预测范围

水土流失预测范围为8.97ha，包括主体工程区、施工临时道路区、施工营区。

11.3.1.4 预测土壤流失量

1) 土壤侵蚀背景值

经现场勘查，工程整体上水土流失轻微，土壤侵蚀背景值取500t/(km²·a)。

2) 扰动后土壤侵蚀模数

(1) 施工期

扰动后土壤侵蚀模数采用现场调查数据及经验值。

(2) 自然恢复期

项目施工结束后进入自然恢复期，土壤侵蚀强度明显下降，自然恢复期土壤侵

蚀模数采用经验值法确定，各分区土壤侵蚀模数在自然恢复期均取 800t/（km²•a）。

表 11.3-1 土壤侵蚀模数统计表

序号	预测分区	施工期	自然恢复期
1	主体工程区	7000	800
2	施工临时道路区	6000	800
3	施工营区	4000	800

3) 预测结果

通过预测，本工程可能造成土壤流失量678.24t，其中新增土壤流失量594.99t，详见下表。

土壤流失量预测表

预测时段	侵蚀面积 (hm ²)	土壤侵蚀模 数背景值	扰动后土壤 侵蚀模数	侵蚀时间 (年)	土壤流失量 (t)			
					背景值	总量	新增	
施 工 期	主体工程区	7.5	500	7000	1	37.5	525	487.5
	施工临时道路 区	1.49	500	6000	1	7.45	89.4	81.95
	施工营区	0.08	500	4000	1	0.4	3.2	2.8
	小计	8.99				45.35	617.6	572.25
自然恢复期	主体工程区	7.5	500	800	2	37.5	60	22.5
	施工营区	0.08	500	800	2	0.4	0.64	0.24
	小计	7.58				37.9	60.64	22.74
合计						83.25	678.24	594.99

11.3.2 水土流失危害

根据土壤流失预测结果，结合工程布局，工程建设新增水土流失如不采取有效防护措施，可能对周边水系、居民点、植被、道路、工程自身造成不良影响，具体表现为：

1) 周边水系

施工水土流失容易进入水库、水塘，造成水库水体浑浊、水塘淤积。

2) 居民点

工程沿线邻近居民点，施工水土流失进入居民点，造成场地泥泞，影响居民出行和生活。

3) 园地、鱼塘

工程沿线周边分布有园地、鱼塘，建设期间要做好临时排水及沉沙等措施，并控制施工范围，防止泥水、土方等进入，对园地和鱼塘生产造成影响。

4) 道路

施工水土流失进入道路，造成道路泥泞。施工车辆携带的泥土可能散溢在路面上，影响道路通行。

5) 工程自身

工项目建设过程中开挖扰动，破坏了土体结构，地表水入渗缓慢，地表径流量增加，面蚀、沟蚀等形式的水土流失加剧，水土流失不仅影响项目施工进度，也对工程的安全运行造成威胁。

11.4 水土流失防治总体布局

11.4.1 防治目标

(1) 项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；

(2) 水土保持设施安全有效；

(3) 水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；

(4) 水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定。

11.4.2 防治标准等级

根据《水利部办公厅关于印发<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>的通知》（办水保〔2013〕188号）、《广东省水利厅关于划分省级水土流失重

点预防区和重点治理区的公告》（2015年10月13日）和《东莞市水土保持规划（2012~2030年）》，本工程所在地属于国家级及广东省水土流失重点预防区。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），工程水土流失防治执行南方红壤区建设类项目一级标准。

本工程位于南方红壤丘陵区，工程原地貌土壤侵蚀强度为微度，对防治标准中土壤流失控制比调整为1.0。工程位于城市区，林草覆盖率提高2%。

施工期：渣土防护率95%，表土保护率92%。

设计水平年：水土流失治理度98%，土壤流失控制比1.0，渣土防护率97%，表土保护率92%，林草植被恢复率98%，林草覆盖率27%。

11.4.3 水土保持设计依据、理念和原则

11.4.3.1 工程措施

1) 设计依据

- (1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (2) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (3) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）。

2) 工程等级及设计标准

临时排水沟：排水设计标准采用5a一遇10min短历时设计暴雨。

沉沙池：按经验断面。

11.4.3.2 植物措施

1) 设计原则

(1) 保持水土、改善景观的原则。在保持水土的同时，选择色彩丰富、形态优美的树草种，并通过乔草配置，构成多层次混交、相对稳定的人工群落，改善景观。

(2) 为主体工程服务的原则。拟选树草种的枝叶形态、理化特性等满足主体工程功能。

(3) 因地制宜、适地适树适草的原则。结合立地条件，选择易成活、病虫害少、群落稳定、管理粗放、蓄水保土能力强、耐贫瘠、耐践踏的树草种。

(4) 经济合理的原则。结合不同绿化部位，采取不同的绿化标准，对人为活动频繁的区域以景观绿化为主，对偏远区域以保持水土为主。

(5) 推广应用当地具有良好水土保持作用的树草种。

2) 设计依据

- (1) 《生态公益林建设导则》（GB/T18337.1-2001）；
- (2) 《生态公益林建设规划设计通则》（GB/T18337.2-2001）；
- (3) 《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.3-2001）；
- (4) 《造林技术规程》（GB/T15776-2016）。

3) 主导因素分析

项目区属亚热带季风气候，水热资源丰富且同期，周边物种丰富，自然植被生长良好，无明显限制性因素。

4) 草种选择

根据《造林技术规程》（GB/T15776-2016），结合调查，适生的树草种有：大叶相思、马尾松、黄槐、垂叶榕、木槿、三角梅、山毛豆、桃金娘、胡枝子、葛藤、爬山虎、芒箕、糖蜜草、田菁、狗牙根、百喜草等。考虑用地现状、种源、用地规划、景观、后期建设等因素，项目适宜选择乔草为百喜草、狗牙根。

5) 种植养护

(1) 种植方式

草籽：撒播草籽密度为60kg/hm²。

(2) 苗木的采购和运输：所有苗木由附近“三证”齐全的苗圃采购，汽车运输至施工点。运输过程中注意固定、苫盖和避风，减少失水和机械损伤；未及时种植苗木进行假植。

(3) 后期抚育：定期浇水、施肥、除草、防治病虫害等，对枯死的苗木及时补植。

11.4.4 水土保持总体布局

根据工程建设的水土流失特点、危害程度和防治目标，统筹布局水土保持措施，形成完整的水土流失防治体系，各区水土保持措施布置如下：

1) 主体工程区

施工前，对占用林草等植被区域剥离表土，表土集中堆放在临时堆场区，并采用措施防护。

施工过程中，施工场地裸露区域采用彩条布苫盖。基坑施工围堰内布设基坑排水沟、集水坑，基坑积水采用水泵抽排。

施工后期，绿化区域回填表土，采用草皮复绿，截水渠、清水渠沿线栽植绿植。

2) 临时堆场区

堆土前，占用林草等植被区域采用彩条布铺垫，以保护表土资源。堆土周边布设临时拦挡措施。

堆土过程中，堆土周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。堆土表面采用彩条布苫盖。

施工结束后，对占用林草等植被区域场地平整。占用草地区域，撒播草籽绿化。其他区域恢复原地貌。

3) 施工临时道路区

施工前，占用区域剥离表土，表土集中堆放在临时堆场区，并采用措施防护。

施工过程中，根据现场施工情况，沿施工临时道路一侧布设临时排水沟，排水沟与周边沟渠衔接处布设沉沙池。

施工结束后，对占用区域场地平整，回填表土。占用林草等植被区域考虑植被恢复措施恢复原地貌。

4) 施工营区

施工前，占用草地区域剥离表土，表土堆放在临时堆场区并采用措施防护。

施工过程中，场地周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。

施工结束后，对占用草地区域场地平整，回填表土，撒播草籽绿化。

水土保持措施体系表

防治分区	防治措施		布设位置
主体工程区	工程措施	表土剥离	占用土地区域
		表土回填	绿化区域
	植物措施	草皮	剥离土地
		绿植	回填区域
	临时措施	基坑排水沟	施工围堰内
		集水坑	施工围堰内
彩条布苫盖		施工裸露场地、边坡	
临时堆场区	工程措施	场地平整	占用林草地区域

防治分区	防治措施		布设位置
	植物措施	撒播草籽	占用林草地区域
	临时措施	临时排水沟	临时堆场周边
		沉沙池	排水出口
		临时拦挡	表土周边、临时堆土周边
		彩条布苫盖	表土铺垫、表土表面、临时堆土表面
施工临时道路区	工程措施	表土剥离	占用林草地区域
		表土回填	占用林草地区域
		场地平整	占用林草地区域
	临时措施	临时排水沟	施工便道一侧
		沉沙池	与周边自然沟渠衔接处
施工营区	工程措施	表土剥离	占用林草地区域
		表土回填	占用林草地区域
		场地平整	占用林草地区域
	植物措施	撒播草籽	占用林草地区域
	临时措施	临时排水沟	场地周边
		沉沙池	排水沟出口

11.5 水土保持措施

11.5.1 主体工程区

(1) 工程措施

表土剥离与回填。施工前，对占用林草地区域剥离表土。施工后期，绿化区域回填表土。工程量为：表土剥离面积 3.57ha，表土剥离厚度 0.15m，表土剥离量 0.53 万 m³，表土回填量 0.53 万 m³。

(2) 植物措施

草皮绿化。对主体工程区进行草皮绿化，主要为泄洪闸、放空闸周边200m²。

(3) 临时措施

1) 临时苫盖

施工期间对施工裸露坡面采取彩条布苫盖措施，防止降雨的冲刷。工程量为：

库区临时开挖区2.1万m²，泄洪闸及放空闸基坑开挖区0.15万m²，共计彩条布苫盖2.25万m²。

表 11.5-1 主体工程区临时防护工程主要工程量表

序号	区域	措施类型	项目	单位	工程量
----	----	------	----	----	-----

1	主体工程施工区 库区开挖	工程措施	表土剥离与回填	m ³	5300
2	主体工程施工区	植物措施	草皮绿化	m ²	200
3	泄洪闸、放空闸	临时苫盖	彩条布苫盖	m ²	22500

11.5.2 库区临时开挖区

库区临时开挖区采取场地平整、植物措施、排水沟、临时拦挡与苫盖等措施防止水土流失。

1) 工程措施

表土剥离与回填。施工前，对占用林草地区域剥离表土。施工后期，绿化区域回填表土。工程量为：表土剥离面积 2.07ha，表土剥离厚度 0.15m，表土剥离量 0.31 万 m³，表土回填量 0.31 万 m³。

2) 植物措施

撒播草籽。施工结束后，占用区域撒播草籽绿化，草籽选用百喜草、狗牙根混合草籽，撒播草籽密度为 60kg/hm²。工程量为：撒播草籽 20720m²。

3) 临时措施

(1) 临时排水沟、沉沙池

库区临时开挖区周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。工程量为：临时排水沟 764m，沉沙池 2 座。

根据施工经验，临时排水沟采用梯形断面，底宽 0.4m、深 0.4m、边坡 1:0.5，原状土夯实后 M10 水泥砂浆抹面厚 2cm，施工结束后回填排水沟。沉沙池断面尺寸为 2m*1m*1.5m（长*宽*深），外衬 24cm 厚的砌砖。施工结束后，填平沉沙池，恢复原地貌。

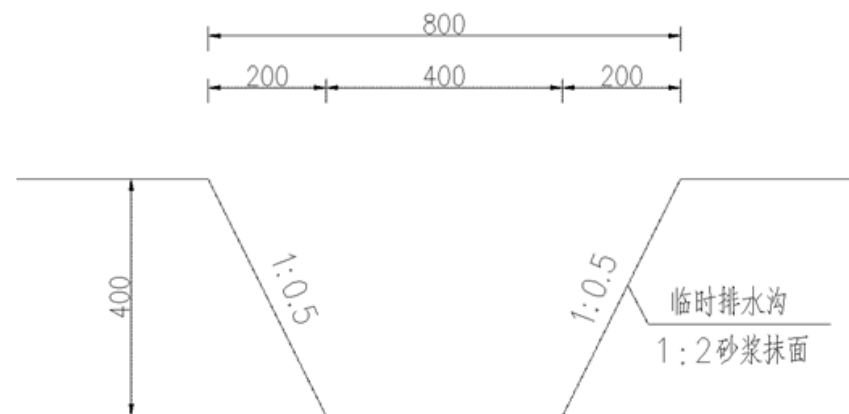


图 11.5-1 临时排水沟设计图(单位: mm)

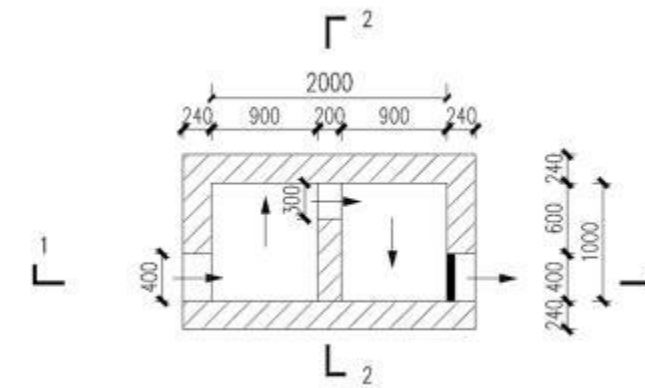


图 11.5-2 沉淀池平面图

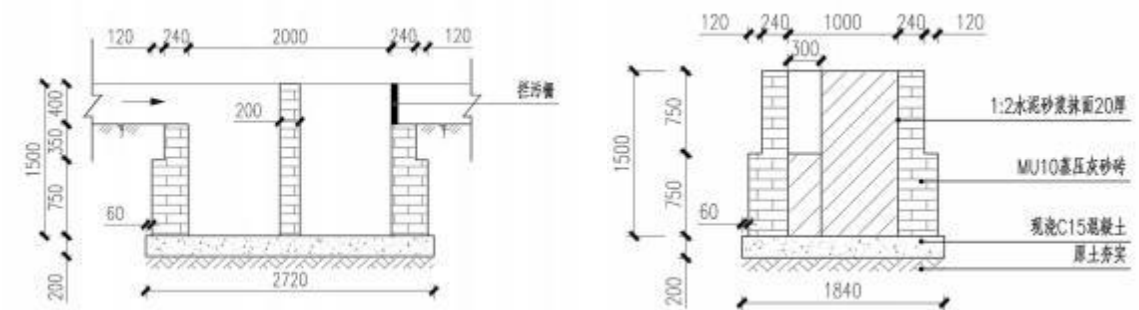


图 11.5-3 沉淀池断面图

(2) 临时拦挡、临时苫盖

库区临时开挖区周边设临时拦挡，袋装土拦挡断面尺寸为顶宽 0.4m、0.5m 高，袋装土来源于堆土。施工期间堆土表面采取彩条布苫盖，防止降雨的冲刷，工程量为：临时拦挡 764m，彩条布苫盖 2.0 万 m²。

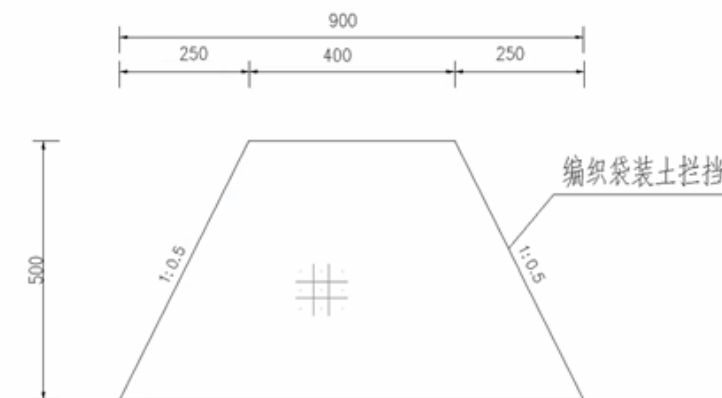


图 11.5-4 编织土袋临时挡拦设计图(单位: mm)

表 11.5-2 库区临时开挖区临时防护工程主要工程量表

序号	区域	措施类型	项目	单位	工程量
1	库区开挖区	工程措施	表土剥离与回填	m ³	3108
2	库区开挖区	植物措施	草皮绿化	m ²	20720
3	库区开挖区	临时措施	临时排水沟	m	764
4	库区开挖区	临时措施	沉砂池	座	2
5	库区开挖区	临时措施	临时拦挡	m	764
6	库区开挖区	临时措施	彩条布苫盖	m ²	20720

11.5.3 施工临时道路区

1) 工程措施

表土剥离与回填、场地平整。

施工前，占用区域剥离表土，厚度约为 0.15m。施工结束后，对占地区域场地平整，回填表土。工程量为：表土剥离面积为 1.6ha，表土剥离总量 0.24 万 m³，表土回填量 0.24 万 m³，场地平整 1.6hm²。

2) 临时措施

临时排水沟、沉沙池。

施工过程中，根据现场施工情况，沿施工临时道路一侧布设临时排水沟，排水沟与周边沟渠衔接处布设沉沙池。工程量为：临时排水沟 2673m，沉沙池 7 座。

根据施工经验，临时排水沟采用梯形断面，底宽0.4m、深0.4m、边坡1:0.5，原状土夯实后M10水泥砂浆抹面厚2cm，施工结束后回填排水沟。沉砂池断面尺寸为2m*1m*1.5m（长*宽*深），外衬24cm厚的砌砖。施工结束后，填平沉沙池，恢复原地貌。

表 11.5-3 施工临时道路区临时防护工程主要工程量表

序号	区域	措施类型	项目	单位	工程量
1	施工临时道路	工程措施	表土剥离与回填	m ³	2400
2	施工临时道路	工程措施	场地平整	m ²	16000
3	施工临时道路	临时措施	临时排水沟	m	2673
4	施工临时道路	临时措施	沉砂池	座	7

11.5.4 施工营区

1) 工程措施

(1) 表土剥离与回填、场地平整

施工前，占用区域剥离表土，表土厚度约为 0.15m。施工结束后，对占用草地区域场地平整，回填表土。工程量为：表土剥离面积为 0.08ha，表土剥离总量 120m³，表土回填量 120m³，场地平整 0.08ha。

2) 植物措施

(1) 撒播草籽

施工结束后，占用草地区域，撒播草籽绿化，草籽选用百喜草、狗牙根混合草籽，撒播草籽密度为 60kg/hm²。工程量为：撒播草籽 0.08ha。

3) 临时措施

(1) 临时排水沟、沉沙池

施工过程中，场地周边布设临时排水沟，排水沟出口布设沉沙池。工程量为：临时排水沟 120m，沉沙池 1 座。

根据施工经验，临时排水沟采用梯形断面，底宽0.4m、深0.4m、边坡1:0.5，原状土夯实后M10水泥砂浆抹面厚2cm，施工结束后回填排水沟。沉砂池断面尺寸为2m*1m*1.5m（长*宽*深），外衬24cm厚的砌砖。施工结束后，填平沉沙池，恢复原地貌。

表 11.5-4 施工营区道路区临时防护工程主要工程量表

序号	区域	措施类型	项目	单位	工程量
1	施工营区	工程措施	表土剥离与回填	m ³	120
2	施工营区	工程措施	场地平整	m ²	800
3	施工营区	植物措施	草皮绿化	m ²	800
4	施工营区	临时措施	临时排水沟	m	120
5	施工营区	临时措施	沉砂池	座	1

11.5.5 水土保持措施工程量汇总表

序号	水土保持措施	单位	水土保持措施工程量			
			合计	主体工程区	临时施工道路	施工营地
一	工程措施					
1	表土剥离	m ³	7820	5300	2400	120
2	表土回填	m ³	7820	5300	2400	120
3	场地平整	m ²	16800	/	16000	800
二	植物措施					
1	草皮绿化	m ²	1000	200	/	800
三	临时措施					
1	临时排水沟	m	2793	/	2673	120
1.1	土方开挖	m ³	670.32		641.52	28.8
1.2	土方外运	m ³	670.32		641.52	28.8
1.3	砂浆抹面	m ²	3602.97		3448.17	154.8
2	沉砂池	座	7	/	7	/
2.1	土方开挖	m ³	192.78	/	192.78	/
2.2	土方回填	m ³	93.38	/	93.38	/
2.3	土方外运	m ³	99.4	/	99.4	/
2.4	沉淀池 MU10 蒸压灰 砂砖	m ³	40.18	/	40.18	/
2.5	沉淀池 1:3 水泥砂浆 抹面	m ²	159.6	/	159.6	/
2.6	沉淀池 C15 混凝土底 板	m ³	14.0	/	14.0	/
3	彩条布苫盖	m ²	22500	22500	/	/

11.6 水土保持监测与管理

11.6.1 水土保持监测

1) 监测范围与时段

监测范围为水土流失防治责任范围，包括建设过程中扰动与危害的其他区域。

监测单元划分与防治分区一致，重点区域为主体工程区。

监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束，分为施工准备期、施工期和试运行期，重点时段为施工期。

2) 监测内容

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）等规定和要求，结合工程实际情况，监测

内容如下：

(1) 水土流失影响因素

包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；工程建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；工程征占地和水土流失防治责任范围变化情况。

(2) 水土流失状况

包括水土流失的类型、形式、面积、分布、强度以及各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

(3) 水土流失危害

包括水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度，水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度，对重要基础设施造成的危害，造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害等。

(4) 水土保持措施

包括植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；程措施的类型、数量、分布和完好程度；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用以及水土保持措施对周边环境发挥的作用。

表 11.6-1 水土保持监测内容和方法

监测内容	监测指标	监测方法
水土流失影响因素	气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素	调查、定点监测、资料分析
	项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况	
	项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况	
水土流失状况	水土流失的类型、形式、面积、分布及强度	调查、定点监测、资料分析
	各监测分区及其重点监测对象的土壤流失量点观察	
水土流失危害	水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度	调查、资料分析
	水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度	

监测内容	监测指标	监测方法
水土保持措施	植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率	调查、定点监测、资料分析
	工程措施的类型、数量、分布和完好程度	
	临时措施的类型、数量和分布	
	主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况	
	水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用	
	水土保持措施对周边生态环境发挥的作用	

3) 监测点布置

监测点遵循“代表性、方便性、少受干扰”的原则，结合工程实际情况及监测内容、方法、频次等综合确定，在全面监测的基础上，对项目组成分别设监测点。工程共设置水土保持监测点 5 个，其中主体工程区 3 个，施工临时道路区 1 个，施工营区 1 个。

4) 监测方法

结合监测要求和工程实际情况，采用资料分析法、调查监测、定位观测和遥感监测相结合的监测方法。

5) 监测频次

监测频次根据监测内容、方法和工程进度综合确定，其中：

调查监测：正在实施的水土保持措施建设情况、扰动地表面积等至少每月调查记录 1 次；施工进度、水土保持植物措施生长情况至少每季度调查记录 1 次；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

定位观测：连续观测或定期观测，其中测钎法和沉沙池淤积法需在雨季降雨时连续观测。

遥感监测：施工前 1 次、施工期 1 次，并根据监测内容进行加密观测。

表 11.6-2 水土保持监测频次表

监测内容		监测频次
水土流失影响因素监测	气象水文资料	施工前监测 1 次
	地形地貌	整个监测期应监测 1 次
	地表组成物质	施工准备期应监测 1 次
	植被状况	施工准备期前测定 1 次

监测内容		监测频次
水土流失状况监测	地表扰动情况及水土流失防治责任范围	全线巡查每季度不应少于 1 次，典型地段监测每月 1 次
	水土流失类型及形式	每年不应少于 1 次
	水土流失面积及分布	每月调查 1 次
	土壤侵蚀强度	施工准备期前和监测期末各 1 次，施工每年不应少于 1 次
水土流失危害监测	各监测分区及其重点对象的土壤流失量	
	对主体工程造成的危害	
水土保持措施监测	水土流失危害的其他指标和危害程度	
	植物类型及面积	每季应调查 1 次
	成活率、保存率及生长状况	每年调查 1 次保存率及生长状况
	林草覆盖率	监测 1 次
	工程措施的数量、分布和运行状况	重点区域应每月监测 1 次，整体状况应每季度 1 次
	临时措施	每月调查 1 次
	措施实施情况	每季度统计 1 次
	水土保持措施对主体工程安全建设和运行 水土保持措施对周边水土保持、生态环境发	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查

6) 监测实施条件

监测设施：利用水土保持措施中的排水沟、沉沙池以及工程坡面等，无专门新设的水土保持监测设施。

监测设备：主要有民用无人机、数码相机、测距仪以及皮尺、钢卷尺、测高仪（乔木）、胸径尺、测钎、标识牌等。

监测人员：结合监测工作需要，监测项目组需配备 3 名水土保持监测人员，其中：总监测工程师 1 名、监测工程师 1 名、监测员 1 名。

表 11.6-3 水土保持监测仪器、设施设备清单

序号	工程或费用名称	单位	数量
一	消耗性材料		

序号	工程或费用名称	单位	数量
1	地形图	套	1
2	2m 抽式标杆	支	3
3	50m 皮尺	个	1
4	4m 卷尺	个	1
5	自计雨量计	个	1
6	1000ml 量筒	个	1
7	漏斗	个	1
8	滤纸	张	若干
9	计算器	个	1
二	设备及安装（设备已计算折旧费）		
1	全站仪	套	1
2	GPS 定位仪	套	1
3	数码相机	套	1
4	计算机	套	1
5	土壤水分分析仪	台	1
6	烘箱	台	1
7	便携式浊度计	台	1
8	天平	台	1
9	打印机	套	1
10	扫描仪	台	1
11	坡度仪	台	1
12	车辆	辆	1
13	无人机	台	1

7) 监测成果及报送制度

鼓励建设单位在开工前自行或委托相应机构开展本工程的水土保持监测工作。

监测成果包括《实施方案》、《季度报告表》、《总结报告》、《水土流失危害事件报告》以及记录表、意见书、汇报材料、图件、影像资料等；监测机构在监测成果中应提出“绿黄红”三色评价结论。

监测成果应定期报送至建设单位，其中：主体工程开工 1 个月内报送《实施方案》，监测期间每季度第 1 个月月底前报送上一季度的《季度报告表》，每年 1 月底前报送上年度的《年度报告》

（与第四季度季报合并），水土流失危害事件发生后 7 天内报送《水土流失危害事件报告》，监测任务完成后 3 个月内报送《总结报告》。

工程建设期间，《季度报告表》还应在建设单位的官方网站公开，并同时在业主

项目部和施工项目部公开；如发现生产建设单位违规弃渣造成防洪安全隐患、不合理施工造成严重水土流失等情况的，应随时报告。

11.6.2 水土保持管理

1) 建设期管理

为保障水土保持工程顺利实施，应建立健全有效的水土保持领导组织协调机构，落实资金，实行全方位监督管理，主要包括以下内容：

（1）组织领导。建设单位和施工单位应建立健全水土保持领导组织协调机构，配备 2 名~3 名专职人员，明确目标和职责，制定和落实培训制度。

（2）工程设计。结合项目建设目标，编制水土保持专项方案，明确防治范围、措施（工程措施、植物措施、临时措施）及技术标准。确保设计与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（3）后续设计及设计变更。在后续设计、实施过程中，如建设地点、水土保持措施、弃渣位置及堆渣量等发生变化的，应按照 SL575、水利部办水保〔2016〕65 号、水利部水保〔2019〕160 号、水利部令第 53 号等规定和要求，及时开展设计变更工作。

（4）招投标。可将水土保持工程纳入主体工程一并招投标。在招标文件中应明确水土保持措施的施工要求、费用计量支付等内容，并以合同条款形式明确承包商应承担防治水土流失的责任、义务和惩罚措施，规范施工行为。

外购的砂石料，在购买合同中应明确料场及运输过程中的水土流失防治责任。

（5）施工。施工单位应按照“先防护后施工、避开连续阴雨天”等水土保持要求，采取合理的施工方法、时序，严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，从源头上预防水土流失。

（6）监理。水土保持工程施工阶段应同步开展监理工作。根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）：主体工程开展监理工作的项

目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。

(7) 监督检查。建设单位应主动与地方水行政主管部门联系并自觉接受监督检查，及时报告水土保持工程的实施进度、质量、资金落实及防治效果等情况；对监督检查发现的问题，及时整改、反馈。

(8) 资金来源及使用管理。水土流失防治费用从工程基本建设投资中单独列支。建设单位应严格执行财经制度，接受财政、物价、审计等部门的监督、检查，不得挤占、挪用或截留，确保专款专用，确保水土保持经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性。

2) 运行期管理

(1) 明确责任主体与制度。明确管护单位，制定《水土保持设施运行维护制度》。纳入河道水库日常管理体系，落实经费和人员。

(2) 加强日常维护。定期检查截排水沟、护坡等设施的完好性，及时清理淤积、修复损毁。

(3) 针对暴雨、洪水等极端天气，制定应急预案。及时修复水毁设施，减少水土流失风险。

(4) 设立警示标志，禁止随意倾倒垃圾、开挖等行为。开展生态保护宣传，鼓励社区参与河道和水库植被养护。

(5) 运营管理单位应对工程管理和保护范围定期巡视，加强水土保持措施的管养维护，及时清淤修缮、补植补种等，确保各项措施长期有效发挥效益。

11.7 水土保持投资估算

根据计算，本项目水土保持总投资为 139.48 万元。

12 劳动安全与工业卫生

12.1 危险与有害因素分析

12.1.1 建设期主要危险与有害因素分析与对策

12.1.1.1 危险分析

(1) 交通运输危险性分析

根据现有对外交通运输条件，结合主要外购建筑材料来源及工程施工特点，对外交通采用公路运输方案，运输进场主要为油料、砂石料、水泥、钢筋、金属结构及设备。

场内道路主要为弃土区与主干道连接道路、沿河道单侧道路、施工临时道路、下基坑道路以及施工布置区场内连接道路。

施工过程中，承担物资进场、土石方开挖及填筑、砂石骨料及混凝土、弃土（渣）等的运输车辆高峰期较多，车辆流动频繁。弃渣及砂石料、土料的运输车辆多为重车，尤其是满载时，车速过快、急刹急转弯容易造成翻车事故；或车况不好，发生刹车失灵、爆胎、起火等都可能造成安全问题。

(2) 施工用电危险性分析

在施工期间，为满足施工需要，架设或敷设大量的电力电线、电缆，这些电线、电缆是临时设施，如果架敷设不规范，易引起漏电或触电，有可能造成人员伤亡。

施工区域内有油料等，危险场所，微小火星都有可能引起火灾、爆炸等危险，因此，这些场所施工用电设备必须采取必要的防爆保护措施。

在施工工地有大量的移动式 and 手持式电动工具，其管理、使用、检查和维修，应符合现行国家标准《手持式电动工具管理、使用、检查和维修安全技术规程》（GB/T3787-2017）的规定。

(3) 土方开挖危险性分析

开挖施工改变地面形态而形成新的边坡和暴露面，在施工中支护措施不及时、强暴雨洪水等因素都可能引起开挖边坡的坍塌或者滑坡，易造成人员伤亡和设备受损。

(4) 施工期坠落伤害危险性分析

本工程建筑物施工在进行高空作业如脚手架安装与拆除时，由于未按正确顺序拆除或注意力不集中，未正确使用安全防护用品，或防护设施不完善等，导致操作人员从高处坠落伤亡。

在同一垂直面上、下交叉作业，由于未设置隔离层防护或防护不完善，或高处作业人员向下抛物，易造成落物伤人。

(5) 施工机械伤害危险性分析

开挖施工中，人员安全警戒范围控制不严，可移动设备的运行将可能发生刮、撞、碾伤现场施工人员，对施工人员的安全构成威胁。许多施工机械设备及机械加工设备的传动与转动部件甚至全部裸露在外，运转时容易与人体或其他设备接触，造成人员伤亡和设备受损。

在起重设备吊装过程中，由于设备检修不及时，或操作人员违规操作，发生设备坍塌事故，将造成人员伤亡或设备损毁。

在运送混凝土过程中，尤其满载时，车速过快、急刹急转弯易造成翻车事故。

(6) 施工设备安装、拆除过程危险因素分析

在施工设备安装、拆除过程中，操作人员没有经过培训、没有按照技术要求与标准严格执行，发生设备安装不合格、垮塌事故。

遇大到雷雨、风暴及浓雾等恶劣天气强行施工，发生设备安装及拆除工作遇险，发生安全事故。

(7) 施工期粉尘危害性分析

施工期粉尘主要产生于土方开挖、混凝土拌和、水泥等多尘物料的装卸等施工活动中，扬尘主要产生于车辆运输。

施工过程中产生的粉尘将污染周围环境，并对人体健康有害，应注意降低其浓度和进行防护。

(8) 施工期自然环境伤害危险性分析

在高温季节浇筑混凝土时，由于水泥发热产生的热量使仓面上温度更高，在仓面上作业的人员特别容易中暑，重者会导致其死亡。

在雷电高发季节施工时，容易发生雷击现象，造成人员伤亡或设备损毁。

(9) 施工期排架垮塌危险性分析

排架设计存在缺陷，排架平台搭设未按设计规范施工，大多使用旧钢管扣件，验收不认真，排架稳定性不够，容易发生垮塌事故。

此外，违章作业，材料存放不当，平台荷载过于集中，易致使平台荷载失衡垮塌。

12.1.1.2 危险对策

(1) 交通运输安全对策措施

加强施工车辆的检查、维护、保养，确保出勤的运输设备车况良好。合理布置施工道路，保证路面宽度，设置专门的作业队进行道路维护，保证路况完好。设置醒目的交通标识牌，专人负责交通指挥，合理分流车辆，避免道路拥塞。做好雨季道路加固、路面硬化工作，避免因道路塌陷、湿滑发生安全事故。

(2) 施工用电安全对策措施

施工现场用电设备应定期检查，防雷保护、接地保护、变压器等每季度测定一次绝缘强度，移动式电动机，潮湿环境下电气设备使用前应检查绝缘电阻，对不合格线路设备要及时维修或更换，严禁带故障运行。操作高压电气设备回路时，必须戴绝缘手套，穿电工绝缘靴并站在绝缘板上。低压电气设备宜加装触电保护装置。凡可能漏电伤人或易受雷击的电器及建筑物应设置接地或避雷装置。

(3) 施工期导流建筑物安全对策措施

应加强围堰填筑质量、基坑排水管理，确保基坑施工安全。基坑排水设备供电系统应防止中途停电或发生其他故障，影响排水。必要时设置能满足施工要求的备用发电机组，以防止突然停电，造成水淹基坑。排水设备应有必要的备用数量。各排水机电设备应由专人看管，电气必须一机一闸，严格接地、接零和安漏电保护器，水泵和部件检修时必须切断电源，严禁带电作业。潜水泵在运行时应经常检查电缆线磨损情况，防止水沿电缆芯渗入电动机内。同时还须定期检查密封的可靠性，以保证正常运行。

(4) 土方开挖安全对策措施

边坡采用自上而下逐层开挖，开挖过程中根据施工程序及时采取支护措施。在开挖边坡最上部挖周边截水沟，引排降雨和地表水，防止水流冲刷边坡引起边坡土体遇水发生膨胀破坏，并减少污染施工场地。开挖施工期间，设置专门的安全警戒人员，控制坡下施工交通，发现安全隐患，及时报警并处理。挖掘土方的过程中，若发现深洞、基穴、古井等，应立即报告当地相应的行政主管部门，经详细检查后方可工作，以免发生危险。

(5) 施工期坠落安全对策措施

脚手架基础必须夯实、平整并经过相关人员检查验收，依据高空作业规范标准，搭设安全防护设施，并经验收合格，方可作业。安排施工程序时，尽量避免在同一垂直面上上下作业。严格执行高处作业严禁向下抛物，作业人员应配工具袋，物料堆放应远离洞口、临边等规定，防止落物伤人。当必须同一垂直面上上下作业时，应设置隔离层防护和安全哨。从事高空作业、脚手架安装与拆除及进行水上作业的施工人员应进行安全知识培训，发放安全用品，并监督其正确使用。

(6) 施工期机械伤害安全对策措施

机械设备的操作运行人员，必须了解机械性能，熟悉操作及保养方法，并经培训合格后才能持证上岗，并按照相应的操作规程进行操作。施工过程中，如发现有滑坡、坍方征兆时，设备要及时撤离。在设备的回转半径范围以内禁止一切人员停留。在机械设备的动力未切断前，禁止做检修工作。装土（碴）时不要装得过满，以免在运输途中掉落渣土。起吊设备等必须经过技术鉴定合格后方可使用，并进行定期检查，对有缺陷的设备及时更换报废，设备维护或故障修理时，应悬挂警示牌，必要时派专人监护。

(7) 施工设备安装、拆除过程安全对策措施

参与设备安装和拆除的人员必须经过培训，小心安装，轻放轻吊，防止零件扭曲及弯曲。安装施工设备时，必须按照技术要求与标准严格执行。登高人员必须经过体检，身体合格后方可登高，并佩带安全带及工具袋，地面作业人员要戴安全帽。全体人员要听从统一指挥、统一思想、统一行动，看明信号后再进行操作。遇大雨、雪、雷电、大风、浓雾等恶劣天气等，一律停止作业。

(8) 施工期粉尘安全对策措施

土方开挖在非雨日采取洒水措施，用以加速粉尘沉降，缩小粉尘影响时间

与范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地粉尘产生情况确定。在物资运输过程中注意防止空气污染。装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆。施工区配备洒水车，在无雨天进行洒水降尘。洒水次数及用水量根据天气情况和道路扬尘产生情况确定。对处于产尘量较大的混凝土拌合楼等施工区域现场作业人员，按照国家有关劳动保护的规定，发放防尘用品（如防尘口罩）。所有设备、容器的管路应定期检查，安装洒水除尘设施，配备对有害气体的监测、报警装置和安全防护用具，一旦发生有害气体泄漏，应立即停止工作并疏散人员。

（9）施工期自然环境伤害安全对策措施

在高温季节施工时，应采取必要的防暑降温措施，如避开高温时段，利用早晚气温较低时段施工；向劳动者提供必需的高温防护设备和符合要求的个人防护用品，并加强对高温防护设备的维护和个人防护用品的管理。要选择可靠的避雷方式，接地电阻必须符合要求，以有效防止直击雷与感应雷的危害。

（10）施工期排架垮塌安全对策措施

对脚手架等专项工程施工前，要编制专项安全技术措施并经技术负责人审核、总监理工程师批准后方可实施。脚手架搭设完毕后要按照安全要求和技术规范进行检验、验收。加强安全监督管理的力度，做好排架施工过程中日常安全巡查监护工作，消除施工作业中的安全隐患，对检查发现的违章行为和安全隐患要立即整改和纠正。加强对作业班组和施工人员的安全教育培训，提高排架施工作业人员的安全基本知识和操作技能，树立“安全生产，重在预防”的安全理念。

12.1.2 运行期主要危险与有害因素分析与对策

（1）防水土流失

施工结束后，尽快恢复环境绿化，植树种草，防止水土流失对作业环境的影响。

（2）安全标志、标牌

应在坝顶道路以及巡库路设置相应安全标志、标牌及通行车辆限载、限宽等提示标志，并明确安全管理责任人，定期维护。

12.2 劳动安全措施

12.2.1 防火、防爆

本工程主要建筑材料为土方、混凝土、石头，但施工期间临时仓库保存有燃油、土工织物和其他易燃、易爆材料。针对本工程的具体情况，依据《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》和《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》，按“预防为主，劳消结合”的消防设计原则，在消防设计中严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备的配置。对消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，积极采用先进的防火技术，做到保障安全、适用方便、技术先进、经济合理。河道管理全部值守人员和管理人员都要接受防火设备和消防设施试用的培训，学会防火设备和消防设施的使用。

12.2.2 防电气伤害

为防止运行人员操作维护中发生触电事故，保证运行人员安全，电气设备防护围栏按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）、《水利水电工程高压配电装置设计规范》（SL311-2004）等规定设计。具体如下：

- 1) 所有配电装置的安全净距均符合《高压配电装置设计技术规程》（DL/T5352-2006）及《3-110KV 高压配电装置设计技术规程》（GB50060）的规定。
- 2) 屋外敞开式电气设备，在周围设置高度不低于 2.5m 的围栏。
- 3) 远离电源的负荷点或配电箱的进线侧均装设隔离电器。
- 4) 高压开关柜采用具有“五防”功能的开关柜，即：①防带负荷分、合隔离开关；②防误分、合断路器；③防带电挂地线、和接地开关；④防带地线合隔离开关和断路器；⑤防误入带电间隔。
- 5) 对于误操作可能带来人身触电或伤害事故的设备或回路设置有电气联锁或机械联锁装置。
- 6) 对人员可能触及的配电装置带电部位均设置相应的防护围栏和安全标志。
- 7) 屋顶出线场在出线构架上装有避雷线，其集中接地装置距大门和行人的安全净距均满足有关规范要求。

8) 装有避雷针和避雷线的构架上不装设照明器具, 并严禁架设通信线、广播线和低压线等。

9) 所有机电设备、金属件(包括结构件、设备基础及支架、围栏、管道、电缆桥架、门窗等)均与接地网可靠连接。移动式用电设备可通过附近临时接地端子或带 PE 线的插座可靠接地。

10) 电气设备外壳和发热钢构件在正常运行中的最高温升, 运行人员易触及的部位不大于 30K; 运行人员不易触及的部位不大于 40K; 运行人中峭触及的部位不大于 65K, 并设有明显的安全标志。

11) 在管理上要建立由车间、班、组各级技术人员组成的“防误”组织网络, 明确各级人员“防误”工作职责, 制定严格“防误”管理制度防止电气误操作。

12) 对敞开布置的高压电气设备应满足有关规程、规范规定的带电距离并装设遮栏, 设置安全标志; 不论其是否带电, 不得擅自移开或跨越遮栏; 若有必要移开遮栏时, 必须有监护人在场, 并符合下表的安全距离。

表 12.2-1 人身与带电体的安全距离

电压等级 (kV)	10及以下	20-35	44	60-110	154	220	330	500
安全距离 (m)	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0

13) 在雷雨天气巡视室外高压设备时应穿绝缘鞋, 并不得靠近避雷器和避雷针, 接触设备的外壳和构架时应带绝缘手套。

14) 在倒闸操作时, 应带绝缘手套, 雨天操作室外高压设备时绝缘棒应有防雨罩, 操作人员应穿绝缘靴; 在雷电时禁止进行倒闸操作。

15) 在电气设备停电后, 即使是事故停电, 在未拉开有关隔离开关和做好安全措施前, 不得接触设备或进入遮栏, 防止突然来电。

16) 为了防止工作人员由于误入带电间隔、误登带电线路杆塔以及倒闸操作误送电等误操作造成触电事故, 工作中需加强监护, 注意核对设备名称、编号、位置状态等。

12.2.3 防机械伤害

防机械伤害对策措施的设计, 应参照《水利水电劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011) 的规定进行。

(1) 设备的采购招标, 应明确主要零部件的材质、许用应力、工艺要求及安全系数等符合规程规范的要求。

(2) 辅助机械及机修设备的采购和布置应满足《机械安全防止上、下肢触及危险区的安全距离》(GB23821-2009)、《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2003) 等有关防护规定的要求。

(3) 各类机械设备外露的可能造成不安全因素的旋转零部件应设防护罩。

12.2.4 防坠落伤害

坠落伤害防护方面应注意采取如下措施:

(1) 坠落高度超过 2.0m 以上的工作平台、人行通道等, 坠落面应设固定式防护栏杆, 其高度为 1.05m~1.2m, 立杆和横杆的间距不大于 0.25m, 且应有足够的强度, 其承载力按 500N/m 设计。

(2) 工作场所、楼梯和通道等处应设置事故照。

(3) 有坠落危险的工作平台、人行通道等处, 应设安全警示标志。

(4) 对高处作业人员加强安全教育, 按章作业。

12.3 工业卫生措施

12.3.1 防噪音及防震

对噪声和振动的防治措施, 一是尽量消除振源, 二是采取消声和阻隔噪声的技术措施。工作场所的噪声应符合《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011)。设计还应采取以下防噪声及振动伤害措施: 中央控制室、计算机室和通讯室等对噪声要求敏感的设备间及有运行人员值守、办公场所采用利于消声吸振的装修等防噪声措施。

12.3.2 防尘、防污染、防毒及防腐蚀

(1) 防尘措施

本工程粉尘主要为风沙、车辆和人员携带进入管理处房间，设计采取以下防尘措施：采用密封性好的窗户，防止风沙进入屋内，采用不起粉尘和易于清洗的地板材料铺设地面等。

(2) 防污染

设置污水处理设施，生产及生活污水经处理达到排放标准后排入地面水体。采用符合国家有关卫生标准规定的环保型无放射性、无毒性建筑及装修材料。

12.3.3 采光与照明

(1) 本工程按“绿色照明”设计，即采用高效节能光源、灯具、灯用电器附件和控光开关等，使建筑物的照明设计更科学、舒适、安全和节能。采光设计符合现行《建筑采光设计标准》(GB/T50033-2001)的有关规定。

(2) 办公室设有正常照明系统，照明设计满足《建筑照明设计规范》(GB50034-2013)的有关要求。

(3) 建筑物允许利用天然采光，按照《建筑采光设计标准》进行设计。

12.3.4 施工期环保

本工程施工期环境保护重点在于施工场地，因此，环保措施布置以施工场地为中心，并侧重进场道路和施工营地。环保措施主要包括建设沉淀池处理施工生产废水；建设隔油池处理施工生产含油废水；建化粪池收集施工人员生活污水；设垃圾箱作为临时生活垃圾贮存，并定时清运；设洒水车对施工场地和道路洒水防尘；对施工噪声采取控制与噪声影响补偿；加强施工人员的健康保护；对施工场地、道路、弃土场等采取水土保持措施，防治水土流失；对环境敏感点监测管理等。

12.4 安全卫生管理

12.4.1 施工期安全卫生管理

工程施工工种较多，流动性大，许多工种常年处于露天、水上、陡坡、立体交叉以及小面积多工种的作业，施工的不安全因素多，安全管理工作较为复杂。搞好安全管理，保证职工在施工

生产中的安全与健康，保护设备、机械不受损失，不仅是管理的首要职责，也是调动职工积极性的必要条件，必须十分重视并加强安全教育。

安全管理是为了安全施工。安全施工工作是施工生产活动中，职工的安全和健康、机械设备的安全使用以及物质的安全保护等工作。

(1) 施工期安全事故及防范措施

1) 建立安全施工责任制

生产的原则是必须安全生产。必须明确规定各级领导、职能部门、工程技术人员和生产工人在施工生产中应负的安全责任，这是最根本的一项安全制度。

2) 实行安全施工大检查

工程实施前，应进行安全检查，合格后方可开始施工。并应经常深入现场，监督安全操作规程的执行和检查。每月或每季度对安全工作进行一次全面大检查，也可突出一个重点进行检查。

(2) 危险品管理

对易燃、易爆等物品要严格执行登记领用制度，专人保管，专人使用，定期对危险品仓库进行检查。

(3) 施工期安全技术措施和管理

施工期安全是一项技术性很强的工作，每项工作开工前，应制定安全技术措施和操作规程。主要有以下几个方面：

1) 合理布置和管理施工现场，是保证安全施工的重要条件。合理使用场地，保证现场道路和排水通畅，坚持安全施工纪律，建立良好的施工秩序。

2) 保证高空作业的脚手架、平台、斜道、靠梯、跳板等设施的坚固和稳定。建立安全帽、安全带、安全网的使用纪律，规定安全通道，坚持操作规程。

3) 制定土石方工程开挖、运输、大型设备安装和构件吊装的安全技术，认真分析施工条件和作业环境，确定合理的施工方案，充分做好准备工作，防止塌方，保证开挖机及装载机等机械

安全可靠。

4) 执行施工机械的安全技术。施工机械操作人员实行持证上岗，必须经过专门训练，考试合格后，方准独立操作。机械的安装与运行必须保持良好的状态。做好机械运转记录，建立技术档案。

5) 针对河道治理的特点，制定季节性安全技术措施，保证不同季节施工的安全。

6) 当采用和推广施工新工艺时，必须同时制定相应的安全技术措施。

7) 搞好环境保护，消除粉尘、噪声及“三废”污染等公害。

12.4.2 运行期安全卫生管理

工程所在区域水行政主管部门设置安全管理和监察机构，对工程建设的安全生产进行监督管理。其基本任务是发现、分析和消除生产过程中的危险、有害因素，制定相应的安全卫生规章制度，对企业内部实施安全卫生监督、检查，对各类人员进行安全、卫生知识的培训和教育，防止发生事故和职业病，避免或减少有关损失。

工程运行期由所在区域水行政主管部门对工程的安全运行进行监督管理。根据国家有关安全生产的法律、法规，建立较为完善的规章制度，做到层层落实安全生产责任制。

为了控制事故的发展并尽可能减免事故，应建立事故应急救援制度，针对有可能受影响的区域制定事故救援预案，制定切实可行的应对措施，并定期进行检查、落实，有计划地演练。

13 节能评价

13.1 设计依据

本着坚持推进节能、节水、节地、节材，加强资源综合利用，完善再生资源回收利用体系的原则，全面推行清洁生产，形成低投入、低消耗、低排放和高效率的节约性增长方式，做到系统节能工程、建筑节能工程和绿色照明工程。节能设计遵循相关规范及有关文件有：

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（2018年10月26日修订）；
- (2) 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发[2006]28号）；
- (3) 《固定资产投资项目节能审查办法》（国家发展和改革委员会令2016年第44号）；
- (4) 《节能中长期专项规划》（发改环资[2004]2505号）；
- (5) 《中国节能技术政策大纲（2006年版）》（发改环资[2007]199号）；
- (6) 《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020）
- (7) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）
- (8) 《企业能量平衡通则》（GB/T3484-2009）
- (9) 《工业企业能源管理导则》（GB/T15587-2008）
- (10) 《水利水电采暖通风与空气调节设计规范》（SL490-2010）
- (11) 《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》（GB18613-2012）
- (12) 《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》（GB20052-2013）
- (13) 《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB24790-2009）
- (14) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）等。

13.2 节能设计

13.2.1 节能设计原则

节能设计遵循高效、节能的原则，提高效率，降低能耗，以有限的资源和最小的能源消费取得最大的经济和社会效益，满足日益增长的需求为目标。同时尽量减少或消除固有能耗，且不限制发展，不降低服务标准和使用功能。

13.2.2 建筑物节能措施

工程主要建筑物有挡水建筑物、泄水建筑物、供水输水管道、隧洞以及管理房等。在设计中节能减耗措施主要体现在以下几个方面：

- 1) 该工程枢纽布置充分考虑节能要求，建筑物布置尽量紧凑合理，减少土地占用和运行管理费用；
- 2) 在枢纽布置方案的比选中，考虑到长期效益和长期投入，将节能设计作为建筑物布置方案比选的一个重要条件。
- 3) 泄水建筑物选择了合适闸孔尺寸和泄流断面，综合比较土建工程量和金属结构工程量以及永久运行的能源消耗；
- 4) 建筑物的外环境能有效的影响建筑物的防热节能，在水库枢纽各水工建筑物建成以后，通过在各建筑物周围适当位置种草、植树，形成平面与立体相结合的绿化环境，改善各建筑物四周的微气候，可以有效的起到防热节能的功效。在建筑物周围将自然水体和景观水体相结合可以通过水体的蓄热降低环境温度，使进入建筑物的热量减少，达到节能降耗的目的。

13.2.3 生产辅助用房和管理生活用房节能措施

生产用房布置原则为：流程短捷、紧凑布置、节省占地、功能齐全、方便管理。建筑物将做好维护结构的保温、密闭和采光，以利用自然采光和通风为宜。厂房内所有设备均应满足节能要求，无人值班或少人值守区域可采用智能控制照明系统。

管理生活用房的节能满足《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）和《建筑给水排水设

计规范》(GB50015-2003)的要求,应采用新型节能材料和技术,禁止使用落后的节能技术、材料和设备。采用新型保温隔热材料屋顶和墙体,建筑门窗宜采用保温隔热材料和密闭技术。生活用房适度选用外窗墙面积比和材料,保证了足够的采光和通风需要,又能减少外门窗的无谓能量损耗。该部分建筑设计主要以安全、适用、经济为主,辅以考虑美观。

13.2.4 机电及金属结构节能措施

在有天然采光条件的情况下,均利用天然光,减少夜间施工。必要的夜间施工尽量做到小范围的开灯控制方式,根据照明要求及不同电光源的特点,选择合理的照明方式,并优先选用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的灯具。光源可选用高光效的高压钠灯,带小电容补偿,以改善功率因数、减少线路电压降、提高发光效率。灯具效率不低于 60%,配用的镇流器选用低损耗型。局部区域采用庭院灯光时,光源选用紧凑型荧光灯(节能灯)。电气节能的主要措施有:

- ①变压器采用难燃、防尘、耐用、耐潮、效率高、损耗小的 SC11 系列节能产品。
- ②室内照明灯采用发光效率高,使用寿命长的高效灯具,室外照明采用节能灯具。
- ③采用无功补偿装置将 10KV 母线上的功率因数提高到 0.95,减少电网无功损耗。

13.2.5 采暖通风与消防系统

本工程根据建筑物的结构,尽量采用自然通风,以减少通风设备的电能损耗。配电室采用节能空调设备,满足通风空调要求。有效利用自然光,减少人工照明容量。

13.2.6 施工节能措施

本工程是一项战线长、参与人员较多的工程,因此在施工前做好充分的施工组织准备,要求做到:无冗杂施工人员,施工工期符合要求,不拖延工期。按计划施工,遇特殊情况及时修改,定期检查,确保施工质量,不得返工。

13.2.7 工程管理节能措施

13.2.7.1 工程运行管理节能

工程管理从实际工作需要出发,按照一专多能、一岗多责的要求,实行部门管理或岗位管理相结合的办法,建立精简高效、职责明确、界面清晰、分工合理、相互协作、分权制衡的企业内部组织机构管理体系。在满足工程的运行管理前提下,尽量减少机构人员编制。

为保证工程建筑物的安全和正常运用,生产管理区和生活区尽量做到环境幽雅、舒适,但不过多占用土地。

测报系统和数据采集系统等采用集中控制,采用遥测、通信、计算机等先进技术建设自动化的系统工程。

工程调度、运用采用远程控制,遵循“无人值班,少人值守”的原则。

本工程应建立一整套能源管理制度。为了更好地实施能源管理,应不断完善能源管理的组织机构,落实管理职责,配备计量器具,制定相关的管理文件并照文件开展能源管理活动,如对供暖各环节进行严格耗能统计并根据消耗情况进行奖惩等。建议项目实施后,应建立如下能源管理制度:

- 1) 能源采购和审批管理制度;
- 2) 能源财务管理制度;
- 3) 能源计量管理制度;
- 4) 能源计量器具管理制度;
- 5) 能源计量统计制度;
- 6) 能源消耗管理制度;
- 7) 能源消耗定额管理制度;
- 8) 能源消耗统计制度。

13.2.7.2 节能计量、监测装置

在生产区及生活区的生产、生活取水口,设置计量水表,科学管理,减少浪费。适时对泵站、

坝区及生活区的空气调节系统进行参数监测、自动调节与与控制、工况自动转换等，并设自动启停装置；控制装置具备按预定时间最优启停的功能。

间隙运行的空气调节系统的公共建筑，设置分楼层、分区域、分室的冷、热量计量装置。减少屋内温度，创造良好的工作环境。

13.3 节能效果评价

本工程设计严格按照国家及水利工程行业标准进行设计，并从工程枢纽布置比选优化、采用先进的节能型设备和材料、提出最有利于施工建设的方案、制定合理的管理措施入手，尽可能的少占地、充分地利用当地的自然资源和自然条件、选择高效率的设备、考虑水资源的充分利用，节能设计贯穿于整个水库工程的设计中，充分考虑节能降耗的重要性。设计依据合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、设备选择、施工组织设计等方面均已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。

工程在施工期和运行期内主要消耗的能源品种是电力、柴油、汽油，能源种类、用能数量、能源消费结构比较合理，能耗指标满足相关法律法规的要求。

项目严格遵循节能设计相关标准及规范、相关终端用能产品能效标准，不采用国家明令禁止或淘汰的落后工艺、设备，在节能措施中积极采用新工艺、新技术、新产品。所有设备均选用先进、成熟、可靠、高效率、低能耗节能型设备，最大程度降低能耗，所用设备的工艺及能效水平较高，满足当地能耗限额标准要求，符合国家、地方及行业的节能相关法律法规、政策要求、标准规范。

综上所述，项目采取的节能措施合理，节能效果显著，具有可操作性。

14 工程管理

14.1 工程管理体制

14.1.1 工程管理性质

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司是本项目建设期的项目法人单位，其下资产属于东莞市政府。工程建成后交由虾公岩水库管理处或市水务局直属单位（以市政府最终批示为准）管理。管理单位具体职责是负责隔离坝、上库、连通闸、控泄闸、转输顶管等的巡回检查、维修保养、清淤疏浚、调度运用，以保证工程的正常运行。

14.1.2 工程运行管理体制

为了加强工程管理，确保工程安全和功能，按照“统一管理、分级负责、健全机构、落实资金”及“谁受益，谁负责”的原则，本工程完工后，即移交水库管理处或市水务局直属单位（以市政府最终批示为准）进行管理。

本着管理机构设置要加强管理、健全责任制、提高效率、精简机构的原则，东莞市虾公岩水库水质保障工程建成后，管理单位具体职责是负责隔离坝、上库、连通闸、控泄闸、转输顶管等的巡回检查、日常保洁、维修保养、清淤疏浚、调度运用，以保证工程的正常运行。

工程管理机构设置和人员编制

1) 管理机构

该工程实施后，初定将工程交由水库管理处或市水务局直属单位（以市政府最终批示为准）进行管理，结合其实际情况配备专人负责工程日常管理、维护工作，办公场所利用本次进行管理房。

2) 人员编制

参照水利部制定的《堤防工程管理设计规范》、《水利工程单位定岗标准》（水利部、财政部文件水办[2004]307号）和《水利工程维修养护定额标准》（试点）有关规定编制定员，具体

配备人员时应根据需要力求精简。

本阶段综合考虑项目特性及提升科学管理的自动化水平，按“管养分离”的原则，计算本工程的管养人员，初步拟定管理及运行养护人员6人，其中管理人员2人，运行养护人员4人，行政管理人员等可兼管兼职。

14.1.3 工程建设期管理

14.1.3.1 建设期管理机构

1) 建设模式

随着我国经济的持续发展，项目建设有不同的建设模式，对比分析表详见下表。

表 14.1-1 建设模式对比表

序号	模式	优点	缺点
1	传统建设模式	<ul style="list-style-type: none"> 资金可以完全支配，而且企业的筹资成本最低。 强调按阶段推过实施，可自由选择咨询、设计、监理方；各方在合同的约定下，各自履行义务，有利于合同管理、风险管理和减少投资。 	<ul style="list-style-type: none"> 设计完成后，才开始施工招标，工期稍长； 在该建设模式下，项目须在业主的主持下完成，业主的管理任务艰巨，责任重大。
2	EPC模式	<ul style="list-style-type: none"> EPC总承包商负责整个项目的实施过程，有利于整个项目的统筹规划和协同运作，可以有效解决设计与施工的衔接问题、减少采购与施工的中间环节，顺利解决施工方案中的实用性、技术性、安全性之间的矛盾； 工作范围和责任界限清晰，建设期间的责任和风险可以最大程度地转移到总承包商； 合同总价和工期固定，业主的投资和工程建设期相对明确，利于费用和进度控制； 能够最大限度地发挥工程项目管理各方的优势，实现工程项目管理的各项目标； 可以将业主从具体事务中解放出来，关注影响项目的重大因素上，确保项目管理的大方向。 	<ul style="list-style-type: none"> 投资成本会有所增加；业主将项目建设风险转移给EPC承包商，因此对承包商的选择至关重要，一旦承包商的管理或财务出现重大问题，项目也将面临巨大风险。
3	全过程工程咨询模式	<ul style="list-style-type: none"> 可以在一定程度规避EPC模式存在的风险。节约投资成本、加快工期进度、提高服务质量。 	<ul style="list-style-type: none"> 目前市场上好的全过程工程咨询单位不多。

本工程采用传统的建设模式，并委托有建设经验的东莞市水务环境投资控股集团建设管理公

司代建。

2) 管理机构设置

本项目管理单位应设置相应的工程项目部及项目负责人，监督管理项目的发展，协调各单位工作。管理单位要建立严格的现场协调或调度制度，及时研究解决设计、施工的关键技术问题，还需从整体效益出发，认真履行合同，积极处理好工程建设各方的关系，为施工创造良好的外部条件。同时应按照“政府监督、项目法人负责、社会监理、企业保证”的要求，建立健全质量管理体系，重要建设项目，须设立质量监督项目站，行使政府对项目建设的监督职能。

3) 组织管理

项目的投资建设活动采用先进的专业化项目管理模式，力求高效率、高质量、低成本地完成项目目标。为控制工程质量、进度和科学合理的实施，专门成立项目管理小组，保障项目的顺利实施。

项目管理小组对项目进展情况、资金的用途进行全过程监督，确保该项资金发挥出应有的最大效益，拟采取如下做法：

(1) 为了做到专款专用，建设单位拟设立专用帐户，指派专人管理，进行全方位的定向管理，做到专款专用，明确职责，责任到人，确保项目的如期完成。

(2) 为了确保专项资金的正确合理使用，专项领导小组将根据实际情况，按照工程项目计划的整体安排，制定具体的实施招标方案。全部项目将实行“阳光”采购，在“公开、公平、公正”的原则下公开招标，最大限度地发挥专项资金的使用效益。

(3) 为了充分发挥专项资金的使用效益，成立专项资金监督检查领导小组，对项目的立项申报、资金管理、现场施工、完工决算验收等，进行全程监督检查。加强对工程完成后的追踪管理，变事后监督为事前监督，确保专项资金管理严格，使用规范，使该专项资金充分发挥出应有的作用。

14.1.3.2 工程建设招投标方案

根据《招标投标法》有关招标的规定，在中华人民共和国境内进行下列建设工程项目的施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须进行招标：

(1) 大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公众安全的项目；

(2) 全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目；

(3) 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

本项目符合上述条件，应进行招标。

(1) 工程招投标原则

1) 合法原则；

2) 公开、公平、公正原则；

3) 诚实信用原则。

(2) 工程建设招标

1) 项目招标范围

本工程项目的勘察、设计、施工、监理以及重要设备等方面属招标范围。

2) 招标方式

本次招标方式采用公开招标。按国家招标法采取公开、公平、公正的招标方式，属一般常用的招标方式。

招标人和投标人均需要遵循相关法律、法规的规定进行招投标工作。

3) 项目拟选取的专家库和评标委员会产生方式

项目拟项目拟在依法组建的专家库中，按法律法规规定程序组建评标委员会。

4) 拟选定的招标信息发布方式

招标公告拟在法律法规规定的平台上发布。

14.2 工程管理范围和保护范围

依据《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）工程管理范围包括连通闸、控泄闸、转输顶管、巡库路等设施、观测设施等各类建筑物周围。

14.2.1 工程管理范围

1) 隔离坝管理范围:

本项目工程等别为中型,根据和《广东省水利工程管理条例》,主、副坝坝脚线外 100m 为隔离坝管理范围。

2) 水闸管理范围:

本项目工程等别为中型,根据《水闸设计规范》(SL265-2016)和《广东省水利工程管理条例》,水闸管理范围包括上游连接段、闸室泵房段、下游连接段和两岸连接建筑物等主体工程覆盖范围,主体工程覆盖范围以外管理范围为上、下游边界以外 50 米,两侧宽度 30 米。

14.2.2 工程保护范围

为防止临近水工建筑物一定范围内从事爆破或水下构筑物危及水工建筑物安全,在工程管理范围边界线以外划定工程保护范围。根据《广东省水利工程管理条例》及相关法律法规,本工程保护范围:隔离坝、水闸管理范围线外延 50m。在此范围内,禁止从事开挖土方、打井、爆破等危及工程安全的活动。

14.3 工程运行管理

14.3.1 工程运行管理任务

依据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《防汛条例》、《广东省水利工程管理条例》等法律法规进行管理。

1) 隔离坝维护管理

定期巡视、检查,以确保隔离坝边坡安全稳定。检查边坡完整情况,对护砌破损情况及时登记、更换;若发现大面积坍塌、滑坡,应及时上报并采取补救措施。

2) 水闸维护管理

水闸要求做好日常的管理维护工作。定期检查水闸启闭设施和设备的运行情况,定期清理门

槽、前池等范围内的砂石、杂物,清理站门口附近杂物等。

3) 上库维护管理

对水面进行日常巡查保洁,如发现大面积水浮莲或者漂浮垃圾,应及时进行清理;定期对上库淤积情况进行检测,必要时开展清淤工作,以保证上库正常调蓄库容。

4) 工程检查、养护、维修、除险加固等

通过巡查,查找安全隐患,对工程进行日常维护、小规模修复或上报申请大修复。巡查修复应确保工程设施完好,正常发挥作用。维护要求和周期应按季、月分解,按期完成,并作好记录备案;不能通过日常维护解决的,应及时查明问题并上报,全程应作好相关记录

5) 视频监控

对水闸、隔离坝等进行远程视频监控,并负责资料的整编、归档、上报。

6) 工程观(监)测

开展工程观(监)测并对工程观测资料进行整编,归档监测主要有沉降位移、水平位移等项目。

沉降监测,主要进行竣工后监测,第一次沉降监测应在沉降标点埋设后立即进行,运行期第一年汛前汛后各测一次,以后则根据工程运用情况定期进行监测。

水平位移观测点与沉降观测点结合布置,以人工观测为主,监测与沉降监测同步进行。

7) 水质监测管理

(A) 监测点:连通闸上下游两端。

(B) 监测项目:水温、PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD5、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群。共计 24 项。

(C) 监测方法:水样采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)执行,样品分析按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)及《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)规定的方法执行。

(D) 监测时段：运行期每季度监测 1 次。

(E) 数据分析：监测技术人员要进行数据汇总与水质情况分析，按照环保部门的要求，定期提供水质监测分析报告，提出超标项目，分析超标原因，明确治理重点，为远期上库水质保障方案以及上游建成区雨污分流、面源治理提供详实的数据参考。

8) 做好防汛抢险安排

做好防汛预案，根据实际情况，每年汛前要修订一次报上级批准。做好宣传教育工作，做到家喻户晓，人人明白。要经常性的做好防汛抢险物资准备和人力安排，一有险情，保证抢险队伍、物资能及时到位。

9) 制定管理规章制度

管理制度主要有：计划管理、技术管理、财务管理、物资器材管理、请示报告和工作总结、事故处理报告、安全保卫及考核奖惩等制度。

14.3.2 工程调度运用原则

14.3.2.1 上库区

根据工程任务与目标分析可知，上库主要功能为防洪、生态补水。故结合上述任务对新建设施调度原则进行介绍。

(1) 泄水控制闸、放空闸

本工程设置一座泄水控制闸，主要功能为泄洪，将上库洪水转输至下游河道，避免流域西侧不达标水体进入到下库，影响下库水质安全。另外设置一座放空闸，主要功能为将上库水体放空。两座水闸的基本调度原则如下：

1) 非汛期，泄水控制闸关闭，保持上库 40.1m 正常蓄水位；放空闸关闭。当下游河道需要进行补水，可开启放空闸进行补水。

2) 在发生设计标准（50 年一遇）及以下洪水时，泄水控制闸开启，当洪水流量达到 $17\text{m}^3/\text{s}$ 时，通过操作水闸开度，保持控泄流量在 $17\text{m}^3/\text{s}$ 。当上库水位到达 45.07m 时，认为洪水标准超过 50 年一遇，泄水控制闸全关。同时，放空闸处于常关状态。

3) 当下游河道需进行生态补水时，实施开启放空闸，为下游虾公岩河道进行生态补水。

(2) 连通闸

本工程设置一座连通闸，主要连通上库以及下库，当遭遇 50 年一遇标准以上洪水时，认为水质已达标，可开启水闸实现上、下库连通。其基本调度原则如下：

1) 非汛期，连通闸关闭。

2) 在发生设计标准（50 年一遇）及以下洪水时，连通闸常关；当上库水位到达 45.07m 时，认为洪水标准超过 50 年一遇，连通闸全开。

14.3.2.2 下库区

根据工程任务与目标分析可知，下库主要功能为防洪、供水。故结合上述任务对现状设施调度原则进行介绍。

(1) 防洪方面

维持原水库调度运用计划，即：水库水位高于汛限水位时开始开闸泄洪；在泄洪开始阶段，控制闸门开度，按入库洪水流量控制泄洪，使水库水位保持在防洪限制水位。当来水逐渐增大，且水库水位低于防洪高水位 44.59m 时，可视水库来水及下游情况控制泄洪，最大下泄 $120\text{m}^3/\text{s}$ 。当库水位高于防洪高水位 44.59m 时，可视来水情况逐渐加大泄量，直至闸门全开全力泄洪。

未来结合石马河流域防洪提标改造后，最大下泄流量控制在 $106\text{m}^3/\text{s}$ 以内。

(2) 供水方面

下库主要是保障东深供水工程检修期塘厦镇的供水需求，因此，具体调度原则为：当东深供水工程下达停水检修通知，水库提前开启原水供水闸，将水库水位蓄至 44.74m，确保下库兴利库容不小于 396 万 m^3 。当东深供水工程停水检修后，利用现状取水设施向下游虾公岩水厂进行供水。

14.3.3 工程运行管理办法

工程管理办法如下：

(1) 在划定的工程管理范围线上要树立标志、告示牌等，有些地段或区域要建立围栏，以

明确非本工程管理工作人员不得进入的地界。

(2) 明确各机构工作职责，确保工程安全完整，充分发挥工程效益，开展绿化等综合经营，做到“以水养水”，不断提高管理水平。其主要工作内容：

(3) 建立管理工作制度，在岗位责任制的基础上建立和健全各种管理制度。

14.3.4 运行管理经费

为了建立规范的资金投入、使用、管理机制，最大限度地发挥工程的社会效益环境和经济效益，必须明确工程运行管理经费来源。

虾公岩水库水质保障工程管理性质为公益性，生产管理人员的工资及福利费、其它费由财政全额拨款，材料和燃料动力费、维护费等基本支出由东莞市财政负担，工程日常维修养护经费在水利工程维修养护岁修资金列支，工程更新的改造费用纳入基本建设投资计划，由市级财政在非经营性资金中安排。

本工程运行管理费主要包括管理人员工资福利、工程维护费、管理费、其他费用等。根据经济评价章节可知，本项目年运行费用 357.79 万元。

14.4 管理设施和设备

按照《水库工程管理设计规范》，水库管理设施包括水文观测和建筑物观测设施及其自动化系统、水库通讯设施、交通道路、工程维修养护设施和防洪设施、供水设施、水质监测设施、管养用房和文化福利设施、车辆、船只等。

虾公岩水库为重要的中型水库，应按照水利部《水文自动测报系统规范》编制雨、水情自动测报及调度系统规划设计。在库内设水位、雨量测报点。并建立与主管部门和防汛指挥部门以及相关政府部门的通信网络设施。可根据实际情况，先易后难，先安排必须的设施，然后逐步完善各种先进科技设施，建立全流域雨情、水情自动测报系统和连接各建筑物的计算机自动监控系统与调度系统，进行科学管理、提高经济效益。

14.5 前期相关专项工作管理

根据初步梳理，本项目前期涉及专题内容主要为：水土保持、环境影响评价、社会稳定分析、自然公园经营范围调整论证、占用自然公园选址唯一性论证、自然公园生态影响评价、使用林地审批(含砍伐许可)论证、占用生态红线不可避免论证、用地预审与规划选址论证、节约集约用地论证分析、涉水工程安全影响评价。各专题工作内容简述如下：

14.5.1 水土保持

(1) 法律法规要求

根据《东莞市水土保持条例》：

1) 挖填土石方总量五十万立方米以上或者征占地面积达五十公顷以上的生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托相应机构进行水土流失监测，编制水土保持监测实施方案和水土保持监测报告。

2) 在本市行政区域内的生产建设项目水土保持监测实施方案应当于生产建设项目开工建设前五个工作日内向市水行政主管部门备案；上一季度的水土保持监测报告应当于每季度的第一个月向市水行政主管部门备案。

3) 水土流失重点预防区、重点治理区的生产建设项目和本市重大项目可能造成严重水土流失的，市水行政主管部门应当自行或者委托相应机构对水土流失进行监测。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，按照《生产建设项目水土保持技术标准（GB50433-2018）》开展本项目水土保持方案编制工作，方案章节应包括但不限于：项目简况、编制依据、设计水平年、水土流失防治责任范围、水土流失防治目标、水土保持评价结论、水土流失预测结果、水土保持措施布设成果、水土保持监测方案、水土保持投资及效益分析等。

(3) 存在的问题

无。下阶段按照相关要求开展水土保持方案编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.2 环境影响评价

（1）法律法规要求

根据《建设项目环境保护管理条例》：

建设项目应当进行环境影响评价，编制环境影响报告书。环境影响报告书应当包括建设项目对环境可能产生的影响、环境保护措施、环境影响评价等内容。

（2）工作内容

建设单位需委托第三方机构，按照《环境影响评价技术导则——水利水电工程(HJ/T88-2003)》开展本项目环境影响评价报告编制工作，报告章节应包括但不限于：总则、工程概况与工程分析、环境现状调查和评价、环境影响识别、环境影响预测和评价、对策措施、环境监测与管理、环境保护投资估算与环境影响经济损益分析、评价结论等。

（3）存在的问题

无。下阶段按照相关要求开展环境影响评价报告编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

（4）工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.3 社会稳定分析

（1）法律法规要求

根据《关于印发〈国家发展改革委重大固定资产投资社会稳定风险评估暂行办法〉的通知》（发改投资〔2012〕2492 号）：

项目单位在组织开展重大项目前期工作时，应当对社会稳定风险进行调查分析，征询相关群众意见，查找并列出现风险点、风险发生的可能性及影响程度，提出防范和化解风险的措施，提出采取相关措施后的社会稳定风险等级建议。

社会稳定风险分析应当作为项目可行性研究报告、项目申请报告的重要内容并设独立篇章。

（2）工作内容

建设单位需委托第三方机构，按照《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资〔2013〕428 号），开展本项目社会稳定风险分析报告编制工作。报告章节应包括但不限于：总体说明、风险调查、风险识别、风险估计、风险防范和化解措施、风险等级、风险分析结论等。

（3）存在问题

无。可研阶段按照相关要求社会稳定风险分析报告编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

（4）工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.4 自然公园经营范围调整论证

（1）法律法规要求

根据《广东省自然保护区建立和调整管理规定》，

存在下列情况的自然保护区，可以申请进行调整：

1) 因自然条件变化导致主要保护对象生存环境发生重大改变。

2) 在批准建立之前自然保护区内存在建制镇或者城市主城区等人口密集区或者军事设施，且不具备保护价值。

3) 因国家或者省重大工程建设需要。国家重大工程包括：国务院或者国务院投资主管部门审批、核准的国家及省重点项目，列入国务院或者国务院授权有关部门批准的规划的建设项目。省重大工程包括：省政府投资主管部门审批、核准，以及列入省政府或者省政府授权有关部门批准的规划的建设项目，且列入省年度重点建设项目计划。

4) 因地级以上市重大工程建设需要，可以调整市县级自然保护区。地级以上市重大工程包括：地级以上市人民政府投资主管部门审批、核准以及列入地级以上市人民政府批准的规划的建设项目，且列入市年度重点建设项目计划。

5) 自然保护区确因所在地地名、自然保护区类型、主要保护对象发生重大变化的，可以申

请更改名称。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，开展本项目自然公园经营范围调整论证编制工作，工作内容包括但不限于：总则与基础资料收集、现状调查与监测、影响识别与预测分析、生态保护措施与可行性论证、公众参与与部门对接、相关结论等。

(3) 存在的问题

经了解，目前市林业局正在开展全市的森林公园整合优化工作。虾公岩水库位于整合优化后的大屏障森林公园内，在国家完成整合优化方案审批工作前，全市森林公园的经营范围调整等相关业务暂停办理，相关建设项目亦不得开展。若市整合优化方案通过国家审批，本项目需完成三项前置论证工作（参照大溪水怀德水库的经验，需时约 9 个月），由大屏障森林公园管理处办理经营范围调整手续方可开工建设。

(4) 计划建议

建议建设单位进一步与上级部门沟通，提前开展相关论证报告编制工作，在整合优化方案通过国家审批后，力争于 6 个月内完成各项前置论证审批工作。

14.5.5 占用自然公园选址唯一性论证

(1) 法律法规要求

根据《广东省自然保护区建立和调整管理规定》，确因重大工程建设需要调整自然保护区的，建设单位应当开展建设项目生态影响专题评价和选址（唯一性）论证，并将有关情况向社会公示，且对可能造成的生态环境影响提出保护恢复治理方案。省自然保护区评审委员会成员单位根据第八条规定进行审核时，应在职责范围内对项目选址（唯一性）论证提出意见。项目所在地林业主管部门会同相关主管部门加强项目实施期间的监管，督促建设单位落实保护恢复治理方案。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，开展本项目占用自然公园选址唯一性论证编制工作，工作内容包括但不限于：总则与基础资料收集、工程占用红线现状与替代方案调查、占用红线不可避免性核心论证、生态影响分析与放空措施论证、公众参与与部门对接、相关结论等。

(3) 存在的问题

经了解，目前市林业局正在开展全市的森林公园整合优化工作。虾公岩水库位于整合优化后的大屏障森林公园内，在国家完成整合优化方案审批工作前，全市森林公园的经营范围调整等相关业务暂停办理，相关建设项目亦不得开展。若市整合优化方案通过国家审批，本项目需完成三项前置论证工作（参照大溪水怀德水库的经验，需时约 9 个月），由大屏障森林公园管理处办理经营范围调整手续方可开工建设。

(4) 计划建议

建议建设单位进一步与上级部门沟通，提前开展相关论证报告编制工作，在整合优化方案通过国家审批后，力争于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.6 自然公园生态影响评价

(1) 法律法规要求

根据《广东省自然保护区建立和调整管理规定》，确因重大工程建设需要调整自然保护区的，建设单位应当开展建设项目生态影响专题评价和选址（唯一性）论证，并将有关情况向社会公示，且对可能造成的生态环境影响提出保护恢复治理方案。省自然保护区评审委员会成员单位根据第八条规定进行审核时，应在职责范围内对项目选址（唯一性）论证提出意见。项目所在地林业主管部门会同相关主管部门加强项目实施期间的监管，督促建设单位落实保护恢复治理方案。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，开展本项目自然公园生态影响评价编制工作，工作内容包括但不限于：总则与基础资料收集、工程占用红线现状与替代方案调查、占用红线不可避免性核心论证、生态影响分析与放空措施论证、公众参与与部门对接、相关结论等。

(3) 存在的问题

经了解，目前市林业局正在开展全市的森林公园整合优化工作。虾公岩水库位于整合优化后的大屏障森林公园内，在国家完成整合优化方案审批工作前，全市森林公园的经营范围调整等相关业务暂停办理，相关建设项目亦不得开展。若市整合优化方案通过国家审批，本项目需完成三项前置论证工作（参照大溪水怀德水库的经验，需时约 9 个月），由大屏障森林公园管理处办理

经营范围调整手续方可开工建设。

(4) 计划建议

建议建设单位进一步与上级部门沟通，提前开展相关论证报告编制工作，在整合优化方案通过国家审批后，力争于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.7 使用林地审批(含砍伐许可)论证

(1) 法律法规要求

根据《中华人民共和国森林法实施条例》，森林经营单位在所经营的林地范围内修筑直接为林业生产服务的工程设施，需要占用林地的，由县级以上人民政府林业主管部门批准；修筑其他工程设施，需要将林地转为非林业建设用地的，必须依法办理建设用地审批手续。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，按照《建设项目使用林地可行性报告编制规范（LY/T2492-2015）》开展本项目使用林地审批(含砍伐许可)论证编制工作，方案章节应包括但不限于：总论、使用林地现状调查、使用林地可行性分析、森林植被恢复费测算、保障措施、使用林地可行性结论等。

(3) 存在的问题

根据东莞市林业局复函要求，1) 建议按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《建设项目使用林地审核审批管理规范》执行。2) 按相关法律法规的规定和程序办理森林公园经营范围调整等审批手续；3) 尽量减少临时占地，且不得在森林公园范围内挖土、取土、堆土；4) 建议本项目纳入东莞市大屏嶂森林公园总体规划后再动工；5) 建议在十五五期间通过绿美生态建设增加辖区内林地面积，弥补因项目建设而减少的森林面积；

下阶段按照相关要求开展使用林地审批(含砍伐许可)论证编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.8 占用生态红线不可避免论证

(1) 法律法规要求

根据《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发[2023]11 号），生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，仅允许《通知》中明确的 10 类允许有限人为活动。生态保护红线内允许有限人为活动按以下管理要求开展。

本项目属于“必须且无法避让，符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”，满足上述要求。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构，开展本项目占用生态红线不可避免论证编制工作，工作内容包括但不限于：总则与基础资料收集、工程与红线管控符合性调查、有限人为活动符合性核心论证、生态影响防控措施与可行性论证等。

(3) 存在的问题

根据东莞市自然资源局复函要求，项目压占生态保护红线，需按照相关要求，在符合有限认为活动的要求下开展相关报批工作。下阶段按照相关要求开展占用生态红线不可避免论证编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

14.5.9 用地预审与规划选址论证

(1) 法律法规要求

根据《广东省建设用地审查报批办法》，下列建设用地，依法由地级以上市人民政府批准：

1) 镇级土地利用总体规划确定的村庄、集镇建设用地规模范围内，为实施该规划需将农用

地转为建设用地。

2) 具体建设项目占用国有未利用地,在广州、深圳市 20 公顷以下、在其他地级市 5 公顷以下。

3) 具体建设项目使用本行政区域内的国有建设用地,办理出让、划拨手续。

(2) 工作内容

根据《广东省建设用地审查报批办法》,

在土地利用总体规划确定的城市(含建制镇)、集镇、村庄建设用地规模范围内(圈内),为实施城市、集镇、村庄规划而占用土地的,按分批次的方式上报。一个批次用地可以一块或多块土地同时打捆上报。圈内的用地要提供土地开发建设整体方案,有控制性规划的,还应提供控制性规划。分批次建设用地应提交具体规划用途说明和具体建设项目名单,列明项目名称、性质、规模和用地面积。各市、县(市、区)政府应在本地区当年各项用地计划指标内严格控制每年度用地报批批次。

能源、交通、水利、矿山、军事设施等建设项目确需使用土地利用总体规划确定的城市建设用地规模范围外(圈外)的土地,或同时跨圈使用土地利用总体规划确定的建设用地规模范围外和范围内土地,按单独选址方式报批。

土地利用总体规划确定的独立工矿用地,落实具体建设项目,按单独选址方式进行报批。

(3) 存在的问题

无。可研阶段按照相关要求开展用地预审与规划选址论证编制工作,不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排,本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成,并取得相关行政审批手续。

14.5.10 节约集约用地论证分析

(1) 法律法规要求

根据《自然资源部等 7 部门关于加强用地审批前期工作积极推进基础设施项目建设的通知》

(自然资发〔2022〕130 号),可行性研究阶段,用地涉及耕地、永久基本农田、生态保护红线的建设项目,需开展节约集约用地论证分析,从占用耕地和永久基本农田的必要性、用地规模和功能分区的合理性、不可避免让生态保护红线的充分性、节地水平的先进性等对方案进行分析比选,形成节约集约用地专章作为用地预审申报材料提交审查,审查后的内容纳入可行性研究报告或项目申请报告相关章节。

(2) 工作内容

建设单位需委托第三方机构,按照《节约集约用地论证分析专章编制与审查工作指南》开展本项目节约集约用地论证编制工作,方案章节应包括但不限于:项目概况、选址选线方案比选、功能分区和用地规模的合理性、节地水平的先进性、耕地占补平衡与永久基本农田补划(如有)等。

(3) 存在的问题

无。可研阶段按照相关要求开展节约集约用地论证编制工作,不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排,本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成,并取得相关行政审批手续。

14.5.11 涉水工程安全影响评价

(1) 法律法规要求

根据《广东省水利工程管理条例》,在水利工程管理范围和保护范围内新建、扩建和改建的各类建设项目,在建设项目开工前,其工程建设方案应当经水行政主管部门审查同意。在通航水域的,应当征得交通行政主管部门同意。需要占用土地的,在水行政主管部门对该工程设施的位置和界限审查批准后,建设单位方可依法办理开工手续;工程施工应当接受水行政主管部门的检查监督,竣工验收应当有水行政主管部门参加。

(2) 工作内容

项建设内容位于虾公岩水库管理范围线内。根据相关法律法规要求,需进行涉水工程安全影响评价。主要工作内容为:1) 评估新建隔离坝工程对现状水库大坝、放空涵构筑物运行安全的影响;2) 评估新建控泄转输工程对现状水库大坝、放空涵构筑物运行安全的影响;3) 评估工程建

设对水库防洪、供水的影响；4) 评估工程建设对现状水库水文站设施的影响；5) 对造成影响的内容提出合理化建议；

(3) 存在的问题

无。下阶段按照相关要求开展涉水工程安全影响评价编制工作，不会对项目建设进度造成影响。

(4) 工作计划

根据工程施工进度安排，本项目工作计划于 2026 年 11 月前完成，并取得相关行政审批手续。

15 工程信息化

15.1 概述

15.1.1 工程概况

本项目工程信息化属项目其他配套工程，主要为建立健全水库周边物联感知体系，尤其是为防洪安全、大坝安全、水质及安防监视需要设置，同时对虾公岩水库值班室、机房、监控中心等内部基础设施进行建设，并建设水库综合管理平台，结合 BIM+GIS+水利模型，对水库进行三维呈现，可分析水库来水、泄洪、大坝安全、水质变化趋势，为工程措施效果提供展示及运行管理提供系统支撑。

15.1.2 建设目标及任务

15.1.2.1 建设目标

为充分利用信息技术赋能水库监督管理，有效促进水库监督管理提升转型，以“全部数据上平台、全部业务在平台、所有对象全监测、整个流程全监控、各个环节全记录，安全风险全管理（六全）”为目标，实现水库管理可知、可视、可控、可预测；全面提升水库管理工作效率、辅助决策能力和公共服务水平。

（1）可知：通过建设水库感知设备，构建起水库监测感知一张网，统一采集、传输、处理物联感知数据，为智慧分析与智能应用提供完善的、准确的基础数据支撑。

（2）可视：将水库各项业务数据与 BIM+GIS 应用结合起来，通过一张图全面地反映水库各类业务信息，真正实现水库业务信息与水库一张图的一体化联动监视展示，为水库运行管理和指挥决策提供依据。

（3）可控：将水库监控中心作为水库的集中控制地，各类信息通过分析、计算、展示后第一时间处置，建立水库一本账与调度控制流程，确保分拨事件、督办任务上令下达，巡检事件下情上承。

（4）可预测：通过洪水预报、防洪调度、大坝安全监测、水质评价等水利专业模型，依托

智能算法，对水情、工情、水质等进行智能分析预测，实现集指挥决策、综合管理于一体的智慧管理体系，为水库日常运行管理、应急管理等业务提供信息化支撑，全面提升水库的业务管理水平。

15.1.2.2 建设任务

（1）补充完善感知体系

初步建成覆盖空天地全水域的一体化感知体系，包括水雨情、水质、大坝安全、视频等，实现水库全天候的监测、监视、监控。

（2）配套支撑设施

配套水库管理房内基本设施，包括服务器、视频管理平台、网络信息安全、大屏显示等相关设备，实现水库本地信息的监视、监控、显示等需求，增设安全设备，满足数据交互、一体化显示、存储和网络信息安全保障的需求。

（3）水库综合管理平台

构建虾公岩水库综合管理平台，实现水库信息总览、日常管理、安全管理、调度管理、综合管理等功能。

15.1.3 设计依据

- （1）《广东省水利信息化建设设计导则》；
- （2）《水文自动测报系统技术规范》GB/T 41368-2022；
- （3）《水利水电工程水文自动测报系统设计规范》SL566-2012；
- （4）《水文站网规划技术导则》（SL34-2013）；
- （5）《水环境监测规范》（SL 219-2013）；
- （6）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- （7）《地表水地表水自动监测技术规范（试行）》（HJ 915-2017）；
- （8）《视频安防监控系统工程设计规范》GB50395-2007；

- (9) 《水利视频监视系统技术规范》 SL515-2013;
- (10) 《通信线路工程设计规范》 (GB 51158-2015) ;
- (11) 《大坝安全监测系统验收规范》 GB/T22385-2008;
- (12) 《大坝安全监测自动化技术规范》 DL/T5211-2005;
- (13) 《大坝安全监测仪器检验测试规程》 SL530-2012;
- (14) 《碾压式土石坝设计规范》 (SL274-2020) ;
- (15) 《土石坝安全监测技术规范》 (SL551-2012) ;
- (16) 《水利水电工程安全监测设计规范》 (SL725-2016) ;
- (17) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 (GB50343-2012) ;
- (18) 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》 (GB/T22239-2019) 。

15.1.4 设计原则

(1) 需求导向原则。以问题为导向,需求为引领,进行工程信息化设计,使用较为先进、成熟的技术,使系统具有较高的技术水平和较长的生命周期。并考虑未来的扩展需求,预留发展空间。

(2) 集约化原则。遵循“集约化、一体化”的原则,整合、利用已建的水文测站、数据资源、基础支撑软硬件平台、应用系统等,避免重复建设。

(3) 信息共享原则。充分考虑各种信息的共享,与相关系统进行信息共享和交换,实现一次投入、多方共享。

(4) 安全保障原则。严格遵循国家、行业等相关标准规范,考虑数据安全、信息的保密需求,采取切实有效的技术措施和管理措施,打造安全、可靠、健壮的系统应用环境。

15.2 需求分析

15.2.1 业务需求

虾公岩水库的业务需求主要包括水库工程管理、防汛调度、供水安全。

(1) 工程管理

水库工程管理的业务需求为水库管理的重要工作内容,包括日常工程巡检、设施设备的维护,以及对水库工程管理的其他所有工作,包括大坝安全管理、闸门运行管理、应急响应管理、巡查维护管理等。

(2) 防汛调度

水库防汛调度的业务需求主要为保证水库汛期安全,对水库水位、洪水预报情况结合水库运行情况以及视频信息进行综合研判,通过闸泵控制进行防洪调度,保证水库安全度汛。

(3) 供水安全

供水安全的业务需求主要是保障水库向水厂供水的水质,以水质监测为手段,实时监控水库水质的变化趋势、水质指标是否超限,以指导水库水量调度。

15.2.2 功能需求

水库功能需求充分考虑水库管理的业务需要,同时按照市局统一下发的水库标准化管理平台建设及智慧水务建设功能,主要包括:

(1) 水库信息总览

水库信息总览,是将水库的所有基础信息、运行信息、业务管理信息,包括大坝安全、设备状态、实时告警、闸门工况、库区水雨情、库区水质以及日常运行管理、巡检维护等数据等全方位总体展示,使用户快速从全局掌握库区所有信息。

(2) 日常管理

日常管理包括水库巡视巡查、巡查记录上传、异常情况上报、信息指令传达等日常管理活动。用户可对水库实时信息和巡查人员的履职情况查询浏览,同时也可设置任务待办事项、滚动显示

相关新闻动态、通知公告以及相关管理机制制度文档及常用模块设置等。

（3）安全管理

安全管理包括大坝安全、供水安全、库区安防、应急管理等，应急管理相对于日常管理而言，在汛期制定应急预案、编制应急报告、对应急事件进行查询等。将表征水库工程安全和库区安全的各类信息集中汇聚，包括监测数据（水雨情数据、大坝安全监测数据等）、巡视检查信息、隐患信息、视频监控数据、风险信息，对上述所有检测数据进行超标预警，包括水位超标、水质监测预警、大坝安全预警、视频监控入侵、危险行为报警等。

（4）调度管理

调度管理模块涵盖防汛管理、水量管理、水质管理、应急管理、调令管理及设备设施管理，通过自主开发和调用其他系统，实现水库运维调度的精准化管理。

（5）综合管理

包括文档管理、管理考核、组织管理、工程信息、设备管理、维修养护、巡查管理等，对日常管理文档进行归档，可供查询阅览。

15.2.3 性能需求

（1）获取信息快速

对水库水雨情、流量、水务工程的工情，要求达到 5 分钟内完成全部数据的收集，向决策机构及时提供水情、工情信息，以提高水库防汛调度的快速反应能力。

水库内的视频监控站应随时调用实时的现场画面。

水质在线监测站能够在一天内提供不低于 4 组数据（每隔 6 小时一次），在突发情况下需要应急监测时能够随时加密监测，监测频率不低于 1-2 小时取样一次。

（2）满足精度要求

物联感知系统的监测数据需要每年至少 1 次与人工观测数据进行对比，比测次数需要在不同环境下进行，如水位计需要在高水位和低水位不同的条件下比测，每种环境比测次数不低于 30 次。

水情站点的水位变幅不大于 10m 的允许误差为 $\pm 3\text{cm}$ ，水位变幅大于 10 米的允许误差为全量程的 0.3%。

工情的采集与人工比测数据偏差不大于 2σ 。

水质监测站需要每年进行比对实验，比较自动监测仪器监测结果与国家标准分析方法监测结果的相对误差，相对误差超过 $\pm 15\%$ 时，需要重新校准或进行必要的维护和维修。

视频监控站的采集的实时图像质量为高清以上，分辨率不低于 1080P，传输至监控中心的画面分辨率不低于 720P，视频存储满足 90 天要求。

（3）传输数据通畅

物联感知系统中各种监测监控站采取的传输方式不一样，基本可分为 RS485、光纤、4G 等几种传输，随着物联网技术的发展，NB-IOT、LORA 通讯技术也应用在感知系统的数据传输中来。

水雨情、水质、水量、工情占用带宽小，基本可采用无线通讯方式。要求数据传输误码率：移动通信 $\leq 1 \times 10^{-5}$ ，卫星通信 $\leq 1 \times 10^{-6}$ 。监测站至中心站数据畅通率： $\geq 95\%$ ，其中重要监测站数据畅通率： $\geq 99\%$ 。

（4）运行稳定可靠

本项目的监测监控站大多分布在野外，长期运行应能适应深圳的自然气候环境，能满足抗风、抗震、防雨、防雷电、防尘、防腐蚀、防变形、防人为破坏及易检修的基本要求。具体要求如下：

抗风：站点抗风等级满足 12 级以上风力，16 级以上阵风。

防尘防水：室外防护等级不低于 IP66 标准；室内室外防护等级不低于 IP54 标准。

防雷电：一般监测站点接地电阻不大于 10Ω ；视频监控站接地电阻不大于 4Ω ，在特殊条件下，不应大于 10Ω 。

可靠性（MTBF）：不小于 25000H。

15.2.4 数据需求

本项目数据需求主要分为五大类：地理空间数据、基础数据、监测数据、业务数据及外部共

享数据，数据主要来源于本项目设计、建设的各类监测数据、基础数据和业务数据，同时集成水务局、规划与自然资源局、气象局等提供的数据。

(1) 地理空间数据

地理空间数据包括：遥感影像、倾斜摄影数据、BIM 模型、DEM 数据、水下地形数据等。其中遥感影像共享水务局数据，倾斜摄影数据由本项目勘察测量获取，精度为 0.05m，BIM 模型由本项目设计方案中建设，DEM 数据及水下地形数据均由本项目勘察阶段 1:500 地形图生成。地理空间数据范围如倾斜摄影和地形数据需包括虾公岩水库全域范围。

(2) 基础数据

基础数据：行政区图层数据、虾公岩水库及流域范围、周边道路、附属水工建筑物及流域范围内水系数据等。

(3) 监测数据

水情监测：水库水位测站列表，以及实时水位。

雨情监测：水库降雨测站列表，以及实时雨量。

水质监测：水库水质测站列表，以及实时水质监测指标。

大坝安全监测：大坝安全监测数据。

视频数据：水库监控的实时视频数据。

(4) 业务数据

水库管理业务数据：水质管理、大坝安全、防汛管理、水库巡查业务信息、以支撑水库日常管理要求。

(5) 外部共享数据

外部共享数据包括：水务局水旱灾害防御系统的防汛信息等；水库下游的河道断面测量数据；气象局气象数据；自然资源局基础地理空间数据等。

本项目涉及的数据较多，包括地理空间数据、基础数据、监测数据、业务数据、外部共享数据等。为了保证数据的共享和减少重复建设，产生的数据需共享至水务局大数据资源中心共享交

换。

15.3 总体设计

15.3.1 总体架构

按照信息系统微服务架构的建设思路，采用先进的、科学的信息技术，搭建“四横两纵”的系统总体框架，尽可能地避免未来的重复建设，为系统开发建设打下坚实的基础。

信息系统逻辑构成从层次上从下往上包括物联感知，基础设施，应用支撑，应用系统等构成。纵贯各层次和功能的规范标准体系和信息安全体系两部分，系统总体架构如下图所示：

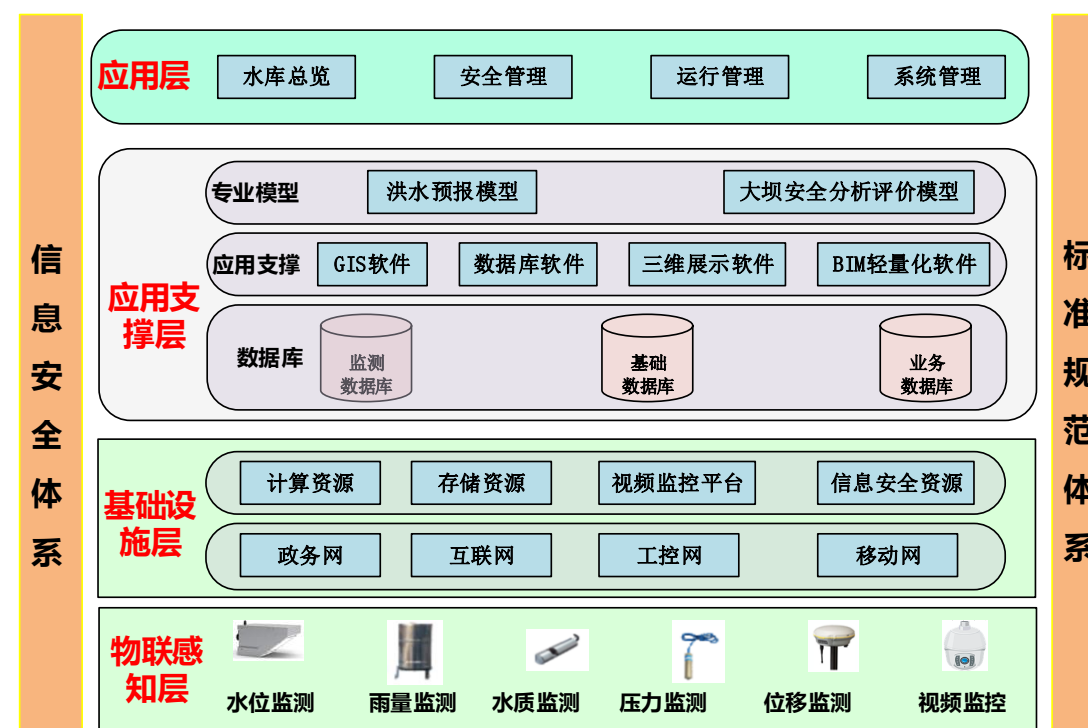


图 15.3-1 总体架构图

15.3.2 网络架构

信息化网络共 4 类，即水务物联网、政务外网、视频专网和控制专网。

(1) 政务外网

政务外网是东莞市党政机关非涉密工作业务专网，与互联网逻辑隔离。虾公岩水库水务业务

/政务应用、智能感知等系统应用由政务外网进行承接，满足水务各类采集、数据、应用等的接入和访问。

(2) 控制专网

控制专网是连接水库内闸门、阀门等远程控制设备的专网，采用自建光缆的方式构建。

(3) 视频专网

视频专网在库区采用自建光纤的形式组成，专门用于支撑视频图像服务和汇接各层级的视频图像信息系统的网络。

(4) 水务物联网

水务物联网原则上统一使用政务外网出口，该网通过政务外网的专用出口实现与政务外网内的业务系统、用户终端信息互访。

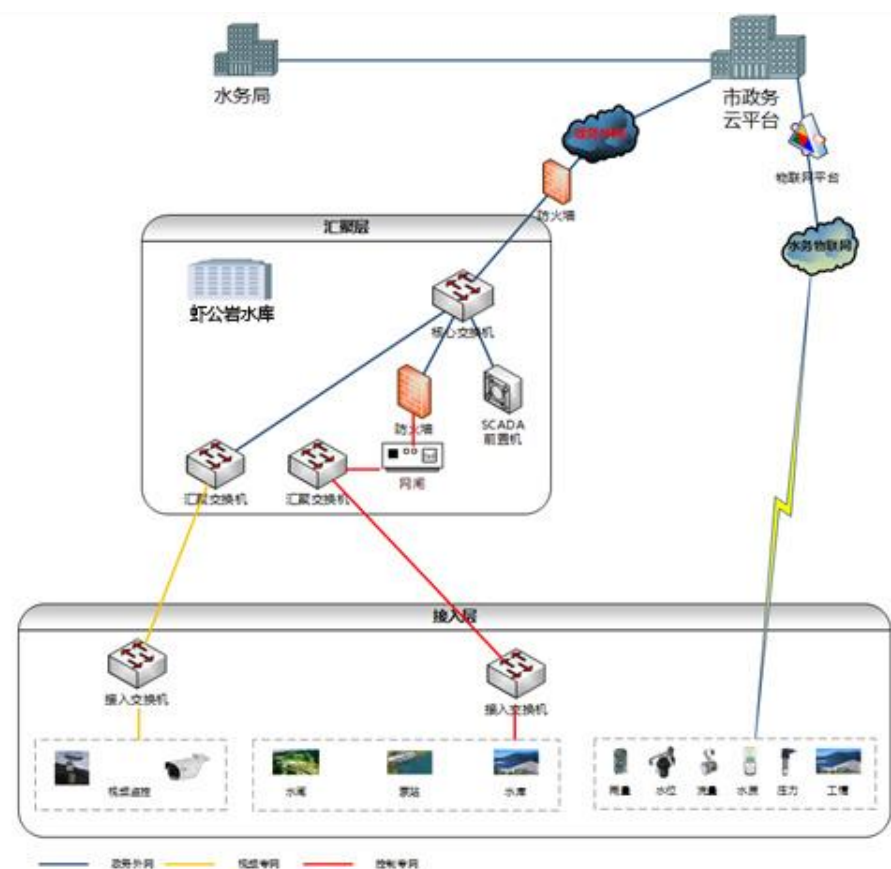


图 15.3-2 网络架构图

15.3.3 关键技术

(1) 物联网技术

物联网技术的重要基础和核心仍然是互联网，通过各种有线和无线网络与互联网融合，将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集信息需要通过网络传输，由于其数量极其庞大，形成了海量信息，在传输过程中，为了保障数据的正确性和即时性，必须适应各种异构网络和协议。

还有，物联网不仅仅提供了传感器的连接，其本身也具有智能处理的能力，能够对物体实施智能控制。物联网将传感器和智能处理相结合，利用云计算、模式识别等各种智能技术，扩充应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理有意义的信息，以适应不同的需求，发现新的应用领域和应用模式。

(2) 视频智能识别

引入智能视频图像识别技术，提高视频监控的利用效率，进一步提升视频监控系统对业务的支持。视频智能识别包括视频读水位、人流量统计等。

(3) 多源数据融合技术

运用大数据技术实现多源数据高质量融合，提高数据的可靠性和准确性，在数据融合之前需进行数据资源的整合，将分散的信息汇聚至水库，包括水质监测数据、大坝安全监测数据、水雨情监测数据、视频监控数据以及闸门自动化控制信息等，水库管理人员可全局浏览水库所有数据。融合 GIS、三维、BIM、影像数据等，实现一张图全景展示服务。

15.3.4 信创落实

根据信创工作要求，本项目主要硬件设备包括水雨情监测设备、水质监测设备、视频监控设备、计算机终端（含工作站）、机房等，由于基础成熟，国产厂家多，全部选用国产化设备，满足信创适配要求，尽量避免安全风险。与硬件设备配套的操作系统、数据库、安全产品等优先选用国内成熟，技术稳定的厂家。

15.4 分项设计

15.4.1 大坝安全监测

为满足大坝安全运行需求，及时掌握水库大坝的运行状态和安全状况，对坝体、坝基、坝区输泄水洞、溢洪道、近坝库岸等巡视检查，建立坝体表面变形、渗流量、沉降量、渗流渗压、大坝裂缝、环境量等监测系统。

15.4.1.1 布点原则

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)和《土石坝安全监测技术规范》(SL551-2012)、《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725-2016)要求，进行上库分库坝的大坝安全监测布点，大坝建设时须与大坝安全监测部分统一实施，两者密切结合，从而为大坝的加固和安全管理，及时消除工程隐患和险情，提供可靠的科学依据。

15.4.1.2 监测范围及内容

本次监测设施的设计包括水库大坝坝上的表面变形监测及内部变形监测以及下库渗压渗流监测等内容的。

大坝安全监测范围及内容一览表

序号	建设内容	规格参数	单位	数量
1	表面变形基准站	北斗 GNSS 监测一体机，配套立杆、太阳能供电、设备箱等	套	7
2	表面变形监测站	北斗 GNSS 监测一体机，配套立杆、太阳能供电、设备箱等		54
3	测斜仪	测量精度：0.1% FS	台	90
4	测斜管	镀锌管 d110+Φ71ABS 塑料管	米	900
5	沉降仪	磁环式沉降仪（由沉降管、磁环、测杆组成）	台	90
6	位错计	振弦式 / 差动式：精度 ±0.1% F.S	台	100
7	测缝计	振弦式：精度 ±0.1%~±0.25% F.S.，分辨率 0.01mm	台	10
8	压应力计	振弦式：测量精度 ±0.1% F.S.，分辨率 ≤0.05% F.S.	台	30
9	渗压计	精度 ±0.1% F.S.，分辨率 0.02kPa	台	104
10	温度计	精度：±0.3℃	台	30
11	采集模块	16 通道	台	24

序号	建设内容	规格参数	单位	数量
12	设备箱	定制，含供电防雷系统	套	5
13	量水堰计		套	1
14	大坝监测数据采集软件	数据接收及解析	套	1

15.4.1.3 技术方案

(1) 系统架构

大坝安全监测系统由前端感知设备、网络传输及后端数据采集接受软硬件组成。

(2) 供电及通讯方式

大坝安全监测系统的供电方式采用水工专用通信电缆，接入 MCU 房。

由于光缆传输数据的优越性及可靠性，监测中心站与现场监测站之间采用光缆连接实现网络通信。现场监测站设光纤交换机，该监测站中所有测控单元均通过网线接入该光纤交换机。

(3) 防雷接地设计

大坝安全监测的接地电阻要小于 10Ω，GNSS 设备安装基础制作接地网，同时天线需配有源射频线防雷装置，MCU 房内设备保护箱做防雷，铜线接至附近接地网。

(4) 监测站功能

监测功能

系统应具备多种采集方式和测量控制方式：

数据采集方式应有：选点测量、选箱测量、巡回测量、定时检测，并可在采集装置上进行人工测读。

测量控制方式为应答式，能够对每支传感器设置其警戒值，当测值超过警戒值，系统能够进行自动报警；系统具备接收和上传上级主管部门监测数据及信息功能。

应答式：由采集机或联网计算机发出命令，采集装置接收命令、完成规定的测量，测量完毕将数据暂存，并根据命令要求将测量的数据传输至计算机中。

显示功能

显示监测布置图、过程曲线、监测数据分布图、监测控制点布置图、报警状态显示窗口等。

存储功能

系统应具备数据自动存贮和数据自动备份功能。在外部电源突然中断时，保证内存数据和参数不丢失。

操作功能

从现场或监测中心的计算机上可实现监视操作、输入/输出、显示打印、报告现有测值状态、调用历史数据、评估运行状态。

自检和报警功能

系统具有自检能力，对现场设备进行自动检查，能在计算机上显示系统运行状态和故障信息，以便及时对系统进行维护。具有运行日志、故障日志记录的功能。

供电功能

采用水工专用四芯屏蔽电缆以及市电的供电方式，与视频供电传输电缆可共用，集约利用，减少固定投入。

系统应具有较强的环境适应性和耐恶劣环境性，具备防雷、防潮、防锈蚀、防鼠、抗振、抗电磁干扰等性能，能够在潮湿、高雷击、强电磁干扰条件下长期连续稳定正常运行。

比测功能

系统应备有与便携式检测仪表或便携式计算机通信的接口，能够使用便携式检测仪表或便携式计算机采集监测数据，进行人工补测、比测，防止资料中断。应具有方便可操作的人工比测专用装置和设备。

远程操作功能

对于授权用户，可在远程实现上述功能或部分特别功能。

数据通讯功能

系统应具备数据通信功能，包括采集装置之间以及采集装置与监测管理站计算机之间的双向数据通信，以及监测管理站与其它网络之间的数据通讯。

综合信息管理功能

系统应有在线监测、离线分析、数据库管理、安全管理等功能。

网络安全防护功能

具有多级用户管理功能，设置有多级用户权限、多级安全密码，对系统进行有效的安全管理，确保网络的安全运行。

与上级主管部门平台数据互传

大坝安全监测数据应接入“广东水利云”和省级开发建设的水利工程运行管理平台，实现信息共享。

15.4.1.4 主要设备参数

(1) 北斗 GNSS 监测一体机

监测精度： $\pm 2.5\text{mm} + 0.5\text{ppm RMS}$ ；垂直精度： $\pm 5\text{mm} + 0.5\text{ppm RMS}$ ；

工作模式：四星八频以上，支持北斗三代新频点，支持本机前端静态解算；

通讯方式：内置 4G 全网通、LoRa、WIFI、RJ45 通讯、RS485/232 通讯模块

数据存储：本机支持存储 2 年或以上的原始数据；

应急供电：内置 10000mAh 锂电池，以满足异常断电时应急供电需求；

接入功能：可接入 Modbus 协议传感器,为渗流/雨量等传感器供电供；

远程功能：支持设备状态监控、远程配置、远程升级；

工作温度： $-30^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$ ；

防护等级：IP68。

(2) 渗压计

标准量程：0.35Mpa；非线性度：直线： $\leq 0.5\%FS$ ； 多项式： $\leq 0.1\%FS$ ；分辨力：0.025%FS；
过载能力：50%。

(3) 应变计

埋入式；量程：3000 με；非线性度：直线：≤1%FS； 多项式：≤0.1%FS。

(4) 测缝计

埋入式；标准量程：50mm；非线性度：直线：≤0.5%FS； 多项式：≤0.1%FS；分辨力：0.025%FS。

(5) 测斜仪

MEMS；分辨力：<10" (±0.05mm/m)；非线性度：±0.1%FS；供电电压：12V。

(6) 多点位移计

振弦式,标准量程 300mm；非线性度：直线：≤0.5%FS； 多项式：≤0.1%FS；分辨力：0.025%FS。

(7) 温度计

标准量程：-40~+150℃。

(8) MCU

通道式：48 通道；每通道测量时间：正弦不大于 3s；数据存储：不小于 1000 条；通讯方式：RS485、光纤，支持 4G。

15.4.2 水雨情监测

建立水雨情监测系统，可随时掌握库区水、雨情动态，以便于防洪和水资源调度。

15.4.2.1 布点原则

依照《水文自动测报系统技术规范》（GB/T 41368-2022）和《水文站网规划技术导则》（SL34-2013）的规定和水库综合调度的要求，结合流域的自然地理情况进行 2 处水位、雨量站建设，满足水库调度、预报精度、模型模拟计算、水环境预见期的要求。

15.4.2.2 监测范围及内容

为掌握水库的水雨情信息，在泄水控制闸前后设置水位、雨量、水尺、图像监测站。

15.4.2.3 点位分布

表 15.4-1 监测分布表

序号	监测对象	监测内容	安装方式	取电方式	监测数量
1	泄水控制闸前后	水位、雨量、水尺、图像	立杆安装	太阳能供电	2

15.4.2.4 技术方案

(1) 系统架构

本次水雨情监测中雨量计采用翻斗式，水位监测采用气泡式，流量监测采用雷达式。水雨情监测站由传感器、供电设备、数据传输单元、立杆、安装支架组成，可以直接实现传感设备数据到监控平台的数据传输。

遥测终端机定时或实时采集水位、雨量数据，通过通信单元传送到数据库服务器上存储，在数据库服务器上运行完成分析、统计、浏览功能的信息采集应用模块。雨水情监测系统图如下图所示。

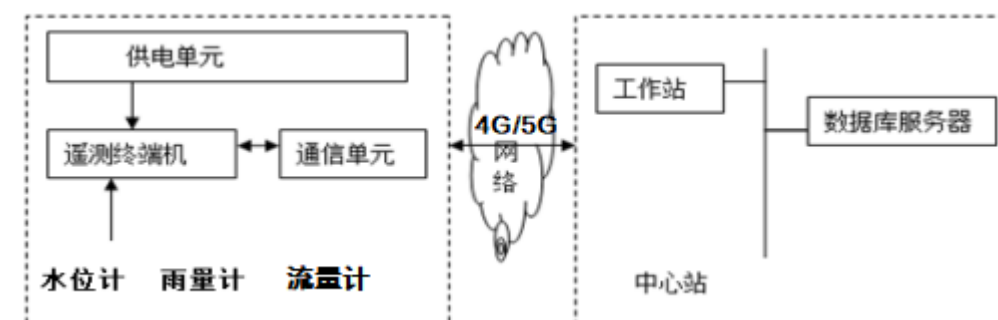


图 15.4-1 系统架构图

根据《水利部关于推进水利工程配套水文设施建设的指导意见》的要求及本项目网络架构所示，本项目新增的水雨情监测设备的监测的实时数据需经过比测率定，经过资料会叫、竣工验收后，将水文监测信息接入东莞市水务局。

(2) 供电及通讯方式

采用太阳能供电，使用无线传输方式。

(3) 监测站功能

低功耗设计，内置电池在典型工作条件下可提供长达 1 年的稳定工作电源。

全量程水位流量及雨量测量技术，确保对水库、库尾缓冲区、调蓄湖等的全程监测。

所有保存、发送的数据均有时间戳。

依据旱季、汛期不同季节，以及库区水位处于安全区、超警戒区、溢流区不同区域，切换不同水位采样周期、保存周期、上报周期。

支持全系列 4G 无线网络，可全覆盖各种场合的正常通讯，使用成本低。

终端采样数据均带有采样时标，系统所有终端均与主台的时钟同步。

可在通信异常情况下将按规定记录的数据存储本地，并在通信恢复正常后自动补发数据，确保数据完整。

自动检测电池电量，低电量报警。

终端具有蓝牙接口，支持通过蓝牙连接方式的现场维护，支持通过远程网络修改终端的参数，升级终端的应用程序。

异常波动报警。

15.4.2.5 主要设备参数

(1) 雨量计

翻斗式；分辨率：0.5mm；精度：当自身排水量 $\leq 12.5\text{mm}$ 时，误差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ；当自身排水量 $> 12.5\text{mm}$ 时，误差为 $\pm 4\%$ ；雨强范围：0.01~4 mm/min。

(2) 水位计

类型：气泡式；测量量程：0-40 米；分辨率：1mm；准确度： $\pm 1\text{cm}$ (可选全量程 $\pm 0.05\%$ ，全量程 ± 0.02)。

(3) 一体化数据采集终端

工作电压：12VDC；静态电流： $\leq 6.5\text{mA}@12\text{VDC}$ ；工作电流： $\leq 15\text{mA}@12\text{VDC}$ （不含通讯模块）；工作环境：温度： $-10^\circ\text{C}\sim+50^\circ\text{C}$ ；湿度：95%RH（40 $^\circ\text{C}$ ）；工作方式：自报式、应答式兼容；传感器接口：可接雨量计、水位计、不少于 2 台摄像头接口；存储容量：数据存储专用不小于 8MB、图片缓冲专用不小于 8MB；通信接口：内置 4G 通信模块、1 个 RS232 接口或网口

（能有线通讯，组成主 / 备用通信通道）。带可控电源输出。

(4) 网络摄像头

工作电压：DC5V~12V；工作电流典型值： $< 120\text{mA}$ ，夜视最大值 $< 250\text{mA}$ ；像素：200 万；格式：视频、JPEG 格式的图像；分辨率为：最大 1280 \times 960，支持 320 \times 240、640 \times 480、1280 \times 960；夜视距离：大于 50m。

(5) 电源信号防雷

最大持续工作电流：2A；标称放电电流：5KA；最大放电电流：10KA；响应时间： $\leq 1\text{ns}$ ；最大操作电压：12V。

15.4.3 水质监测

本项目将建设 2 套水库水质自动监测系统，监测参数包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、总磷、总氮、叶绿素、总锰、总锌、总镍、总汞、大肠杆菌等。

15.4.3.1 布点原则

虾公岩水库作为供水水源，需要采用定期实验室水质检测和实时动态水质监测两种方式结合，形成虾公岩水库水质监测体系，实验室水质检测频率按每月一次，具体监测指标参照《地表水环境质量标准》GB3838-2002。

15.4.3.2 监测范围及内容

通过建设水质监测系统，实时动态监控水库水质情况，强化水库水环境监管，为水质提升、改善、保持提供数据支持，对水库供水安全保障具有极其重要意义。监测指标包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、总磷、总氮、叶绿素、总锰、总锌、总镍、总汞、大肠杆菌，根据不同监测目的，采用不同监测指标及监测方案。

15.4.3.3 点位分布

表 15.4-2 点位分布表

序号	监测对象	监测内容	安装方式	取电方式	监测意义说明
1	上库连通闸口附近	水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、总磷、总氮、叶绿素、总	户外一体化机柜	市电取电	供水水质

序号	监测对象	监测内容	安装方式	取电方式	监测意义说明
		锰、总锌、总镍、总汞、大肠杆菌			
2	上库连通闸口附近	水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、总磷、总氮、叶绿素、总锰、总锌、总镍、总汞、大肠杆菌	户外一体化机柜	市电取电	来水水质

15.4.3.4 技术方案

(1) 自动监测频次设定

根据地表水自动监测技术规范（试行）(HJ 915-2017)相关建议、国家及广东省水质自动监测站运行管理经验，本项目水库水质自动监测站监测频次常规为每 4 小时监测 1 次（即每天 6 组监测数据），当需要加密监测频次时，可支持每小时采样 1 次。

(2) 水质自动分析仪的选型

① 水质监测标准要求

根据地表水自动监测技术规范（试行）(HJ 915-2017)和地表水环境质量标准《GB3838-2002》要求：

- 1) 自动监测站监测参数尽可能满足国家环境质量标准需求；
- 2) 自动监测站监测参数选择考虑可实现在线监测的指标；
- 3) 配置常规监测指标实现全面及时的反应水质环境状况；
- 4) 选择特征污染物监测指标应对水体周围可能出现的污染；

② 仪器基本功能要求

- 1) 具有仪器基本参数贮存，断电、断水自动保护与来电、来水自动恢复功能。
- 2) 具有时间设置功能，可根据需要任意设定监测频次。
- 3) 具有仪器故障自动检测自动报警、异常值自动报警及试剂液位报警功能。

4) 具有自动清洗功能。

5) 具备智能量程选择功能和远程控制功能。

6) 高锰酸盐指数、氨氮、总磷和总氮具有自动标样核查、加标回收、零点校准、标样校准等功能；

7) 具有异常信息记录、上传功能，如零部件故障、超量程报警、超标报警、缺试剂报警等信息；

8) 具有仪器状态(如测量、空闲、故障等)显示；

9) 具有仪器开门时间和次数的记录；

10) 具有试剂余量监控及预警，能够精确到试剂余量可以维持的监测频次；

11) 具有 RS-232 或 RS-485 标准通讯接口；

12) 具备 1 小时 1 次的监测能力。

(3) 地表水水质监测站设计

本项目拟建设 2 套地表水监测站（水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、总磷、总氮、叶绿素、总锰、总锌、总镍、总汞、大肠杆菌）。该类型监测站监测指标较多，同时考虑到本项目地点为水库，为了降低站房建设过程中对环境的影响以及满足建筑审批管理要求，该类型监测站设计采用户外一体化机柜站房。

① 地表水站房设计

1) 站房基本设计要求

(a) 站房包括用于承载系统仪器、设备的主体建筑物和外部配套设施两部分，保证水站系统长期、稳定运行。

(b) 主体站房由仪器室、质控室和工作区（在满足功能需求的前提下，可根据站房实际条件对各室进行调整合并）组成。

(c) 外部配套设施是指引入清洁水、通电、通讯和通路，以及周边土地的平整、绿化等。

(d) 现场地基：采用混凝土预先浇注，厚度不低 30 厘米。遇软弱地基时做相应的地基处

理。

(e) 站房外地面要求平整，周围干净整洁，有利于排水，并有适当绿化，配套防鼠、防虫措施。在站房外设置防护栅栏，设置门锁何相关警示标志。

2) 站房供电设计要求

(a) 供电负荷等级和供电要求按现行国家标准《供配电系统设计规范》(GB 50052)的规定执行。

(b) 水站供电电源使用 380 伏特交流电、三相四线制、频率 50 赫兹，电源容量按照站房全部用电设备实际用量的 1.5 倍计算。

(c) 电源线引入方式符合国家相关标准，穿墙时采用穿墙管。施工参考《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2002)。

(d) 在监测仪器室内为水质自动监测系统配置专用动力配电箱。在总配电箱处进行重复接地，确保零、地线分开，其间相位差为零，并在此安装电源防雷设备。

(e) 根据仪器、设备的用电情况，在 380 伏特供电条件下总配电采取分相供电：一相用于照明、空调及其他生活用电（220 伏特），一相供专用稳压电源为仪器系统用电（220 伏特），另外一相为水泵供电（220 伏特）。同时在站房配电箱内保留一到两个三相（380 伏特）和单相（220 伏特）电源接线端备用。

(f) 电源动力线和通讯线、信号线相互屏蔽，以免产生电磁干扰。

3) 站房给排水设计要求

(a) 站房根据仪器等对水质、水压和水量的要求设置给水系统。

(b) 站房内具备条件的可引入自来水（或井水）。自来水的水量瞬时最小流量 3 立方米/小时，压力不小于 0.5 千克/平方厘米，保证每次清洗用量不小于 1 立方米。

(c) 站房的总排水排入采水点的下游，排水点与采水点间的距离大于 20 米。各类试剂废水按照危废管理要求单独收集、存放和储运，并统一处置。

4) 站房通讯设计要求

(a) 固定站房网络通讯建设以光纤/ADSL 有线网络传输为主，现场条件不具备的情况下，可选用无线网络进行传输，站点现场通过手机等通讯设备进行通话测试，通讯方式选择至少两家通讯运营商，无线传输网络（固定 IP 优先）满足数据传输要求及视频远程查看要求，传输带宽不小于 20 兆。

(b) 均满足水质自动监测站的分析数据与运行日志信息的传输要求。

5) 站房防雷接地设计要求

(a) 站房布设完整的避雷针、接闪器、引下线和接地装置，室内安装电源防雷模块与通讯防雷模块。

(b) 站房内设置等电位公共接地环网，使需要有保护接地的各类设备和线路，做到就近接地。

6) 站房安全防护设计要求

(a) 站房耐火等级符合现行国家标准《建筑设计防火规范》(GB 50016)的规定。

(b) 站房设火灾自动报警及自动灭火装置；火灾自动报警系统的设计符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116)的规定；自动灭火装置触发可靠，灭火时间短，灭火干粉对人和仪器无损害，体积美观实用，与站房和仪器系统整体协调。

(c) 站房内至少配置感烟探测器；为防止感烟式探测器误报，宜采用感烟、感温两种探测器组合。

(d) 站房内使用的材料需为耐火材料。

(e) 站房设置防盗措施，门窗加装防盗网，大门设置门禁装置。

(f) 原则上能抵挡 12 台风、暴雨等恶劣自然条件。

7) 站房暖通设计要求

站房结构采取必要的保温措施，站房内配置空调等设备，室内温度保持在 18~28℃，湿度在 60% 以内，空调适用面积不低于站房总面积，具备来电自动复位功能，并根据温度要求自动运行。

8) 集装箱式站房设计参数

集装箱式站房，其主体符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022)，站房建筑面积根据实际情况，可抗七级以下地震。

(a) 建筑结构的安全等级为二级，主体结构的设计使用年限为 15 年。钢材、钢梁钢柱材质为 Q235B，力学性能和化学成分符合《低合金结构钢》(GB/T 1591-94)的规定。

(b) 站房内部进行隔热保温处理，夹层采用防火隔热的岩棉，地板铺设防滑花纹钢板、防滑地砖、防水专用地板胶。

(c) 站房设置仪器工作区、质控区，用于自动监测系统的安放以及简易实验台的安装。

(d) 站房前端设置可开合的透气百叶窗，站房侧面设置通风换气窗。

(e) 现场地基采用混凝土预先浇注，厚度不低于 30 厘米。遇软弱地基时做相应的地基处理。

(f) 站房外设置防护栅栏，设置门锁和相关警示标志。

10) 集装箱式站房基础施工要求

对所选位置进行土地整平、混泥土基础及抹平，通水、通电、通讯、预先建设管路及线路等四通一平的基础建设。

(a) 对现场监测点位进行地面平整硬化，基础平台采用 C25 砼基础，厚度不低于 30cm (视现场水文实际情况调整厚度)，遇软弱地基时做相应的地基处理。根据现场的特殊情况也可选用钢结构。

(b) 基础平台面积大于 30 平方米，四周配防护栏。

(c) 预埋进样管、水泵电源线、自来水管、排水管、总电源线至基础平台相关位置。

② 采水单元设计

1) 基本要求

(a) 充分考虑水位落差对取水的影响，避免取水口设置在死水区，确保取水深度在水面以下 0.5m-1m 左右，取水口能随水位变化。

(b) 取水口防护网：在采水头外围设计防护隔栅以有效的防止沙石、悬浮物堵塞，采水头

具备防藻功能，结构设计易于日常维护。

(c) 取水泵：取水泵满足仪器及相应设备的总需水量要求，有足够的输出功率，水泵扬程满足采配水要求。采用双泵双管采水，一备一用，满足实时不间断监测的要求，保证整个系统的正常运行。

(d) 警示标志：设置警示灯和警示标志，提示过往船只安全，防止人为破坏。

(e) 每个工作过程取水总量不低于各仪表所需水量的 200%，并且适当考虑了将来增加分析仪器的可能。在管道最需低点设排空阀。

(f) 在配水管路中设置压力或流量监控装置，通过该装置实时监控采水单元的运行状态，具备远程控制采水系统的工作情况的功能，并能通过流量或压力显示采水状态并能报警。

(g) 根据各个采水点到站房的距离、地形等实际情况，合理选择潜水泵及合理选择采水管路的大小，以保证采水子系统的进口压力和流速达到整个系统全部仪器的要求，并具有良好的性能，确保采水子系统的稳定运行。

(h) 在采水管道上设有清洗水入口，可以通入自来水进行自动反冲洗或由清洗泵使用化学试剂清洗液对全长采样管道进行自动反冲洗。由气动阀的切换可以将清洗水及高压空气通过采水管路冲洗，以消除采样吸头由于长时间运行造成的淤积。

(i) 采水子系统的所有部件均选用优质产品，采水泵采用知名品牌产品，底部加装支撑装置，保证采水泵在水位较低时不接触水体底部，并不受底部泥沙的影响。保证采水子系统工作的可靠性和使用寿命。

(j) 采水管路采用优质磐石胶管、UPVC 管等材质稳定的材料，不与水样中被测物产生物理和化学反应，不影响水质变化，管路安装前清洗并密闭以防玷污，采水管路的使用寿命大于 10 年。为防意外堵塞和方便泥沙沉积后的清洗。

(k) 采水子系统采用连续或间歇方式工作，并能够根据监测要求设定监测频次。

(l) 采水系统管路预留有手动原水取水口，方便水样比对实验的采水。

(m) 管道采用排空设计，使管道内不存水，配置在线除泥沙装置和灭藻清洗装置，保证系统管路内部免受泥沙和藻类影响，以保证测量的准确性。

(n) 对于采样点处为流量小、水深不足、水质混浊等现场。

2) 采水设计

本项目现场最低水位不低于 0.5 米，流速相对较小，且取水点常年不发生冰冻的情况。因此拟采用浮筒/浮球式采水方案。

3) 采水单元设备

表 15.4-3 采水单元设备表

序号	项目	数量	单位
1	浮动装置	1	套
2	潜水泵（自吸泵）	2	台
3	磐石管	1	套
4	防水电缆	1	套
5	保温棉	1	套
6	伴热带	1	套
7	套管	1	套
8	警示灯	1	个
9	锚具	1	个

15.4.3.5 主要设备参数

(1) 多参数在线分析仪

① 温度（水温）技术指标

测定方法：热电阻/热电偶

- 1) 量程：0~60℃，可调
- 2) 准确度：±0.2℃
- 3) 重复性：≤0.3℃
- 4) MTBF：≥720 h/次
- 5) 响应时间：≤30s
- 6) 分辨率：0.1℃

② pH 技术指标

- 1) 测定方法：玻璃电极法
- 2) 量程：0~14pH，可调
- 3) 准确度：±0.1pH
- 4) 重复性：≤0.1pH
- 5) 漂移（pH=4、7、9）：±0.1 pH
- 6) MTBF：≥720 h/次
- 7) 响应时间：≤30s
- 8) 温度补偿精度：±0.1 pH

③ 电导率技术指标

- 1) 测定方法：电极法
- 2) 量程：0~20000μS/cm
- 3) 准确度：±1%
- 4) 重复性：≤1%
- 5) 零点漂移：±1%
- 6) 量程漂移：±1%
- 7) 响应时间（T90）：≤30s
- 8) 温度补偿精度：±1%

④ 溶解氧技术指标

- 1) 测定方法：荧光法/电极法
- 2) 量程：0~20 mg/L，可调
- 3) 零点漂移：±0.3 mg/L

- 4) 量程漂移: $\pm 0.3 \text{ mg/L}$
- 5) 重复性: $\leq \pm 0.3 \text{ mg/L}$
- 6) 响应时间 (T90) : $\leq 60 \text{ s}$

⑤ 浊度技术指标

- 1) 测定方法: 光散射法
- 2) 量程: $0 \sim 4000 \text{ NTU}$, 可调
- 3) 重复性: $\pm 5\%$
- 4) 零点漂移: $\pm 3\%$
- 5) 量程漂移: $\pm 3\%$
- 6) 线性误差: $\pm 5\%$

⑥ ORP

- 1) 测定原理: 玻璃电极法
- 2) 量程: $-1500 \sim +1500 \text{ mV}$
- 3) 重复性: $\pm 20 \text{ mV}$
- 4) 准确度: $\pm 20 \text{ mV}$
- 5) 分辨率: 1 mV
- 6) 响应时间: $\leq 30 \text{ s}$
- 7) 漂移: $\pm 20 \text{ mV}$
- 8) 温度补偿精度: $\pm 20 \text{ mV}$

(2) 高锰酸盐指数水质分析仪

- 1) 测量原理: 高锰酸钾氧化法;
- 2) 测量范围: $0 \sim 200 \text{ mg/L}$, 量程可调

- 3) 零点漂移: $\pm 5\%$

- 4) 量程漂移: $\pm 5\%$;

- 5) 葡萄糖试验: $\pm 5\%$ (测量误差)

- 6) 重复性: $\leq \pm 5\%$

- 7) 检出限: $\leq 1 \text{ mg/L}$

- 8) 分辨率: 0.1 mg/L

- 9) 模拟输出及通讯: $4-20 \text{ mA}$ 、RS232/RS485;

- 10) 远程控制: 远程升级、远程质控、标定、标样核查等;

(3) 总磷水质分析仪

- 1) 测定方法: 过硫酸钾消解-钼酸铵分光光度法;

- 2) 测量范围: $0 \sim 2/10/50 \text{ mg/L}$ (可扩展);

- 3) 检出限: 0.005 mg/L ;

- 4) 重复性: $\leq 5\%$;

- 5) 准确度: $\pm 5\%$;

- 6) 零点漂移: $\pm 5\%$;

- 7) 量程漂移: $\pm 5\%$;

- 8) 具备手动/自动 24 小时零点漂移、手动/自动 24 小时量程漂移、手动、自动跨度核查功能;

- 9) 模拟输出及通讯: $4-20 \text{ mA}$ 、RS232/RS485;

- 10) 远程控制: 远程升级、远程质控、标定、标样核查等;

(4) 总氮水质分析仪

- 1) 测定方法: 碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法;

- 2) 测量范围: $0-50 \text{ mg/L}$ (可扩展);

- 3) 检出限: $\leq 0.05\text{mg/L}$;
- 4) 重复性: $\leq 5\%$;
- 5) 准确度: $\pm 10\%$;
- 6) 零点漂移: $\pm 5\%$;
- 7) 量程漂移: $\pm 5\%$;
- 8) 分辨率: 0.01mg/L
- 9) 模拟输出及通讯: 4-20mA、RS232/RS485;
- 10) 远程控制: 远程升级、远程质控、标定、标样核查等;

(5) 氨氮水质分析仪

- 1) 测量原理: 水杨酸分光光度法;
- 2) 测量范围: $0\sim 300\text{mg/L}$ (可扩展);
- 3) 示值误差: $\pm 8.0\%$ (标液浓度为 20% 时); $\pm 5.0\%$ (标液浓度为 50% 时); $\pm 3.0\%$ (标液浓度为 80% 时)
- 4) 检出限: 0.02mg/L
- 5) 分辨率: 0.002mg/L
- 6) 24h 低浓度漂移: $\leq 0.02\text{mg/L}$
- 7) 24h 高浓度漂移: $\leq 1\%$
- 8) 具备手动/自动 24 小时零点漂移、手动/自动 24 小时量程漂移、手动、自动跨度核查功能;
- 9) 模拟输出及通讯: 4-20mA、RS232/RS485;
- 10) 远程控制: 远程升级、远程质控、标定、标样核查等;

(6) 锰水质分析仪

- 1) 测量方法: 甲醛肟分光光度法
- 2) 测定范围: $0\sim 2\text{mg/L}$ (可扩展)

- 3) 准确度: $\pm 5\%$
- 4) 重复性: $\leq 3\%$
- 5) 零点漂移: $\pm 5\%$
- 6) 量程漂移: $\pm 5\%$
- 7) 检出限: $\leq 0.03\text{mg/L}$
- 8) 分辨率: 0.001mg/L
- 9) 模拟输出及通讯: 4-20mA、RS232/RS485

(7) 锌水质分析仪

- 1) 测量方法: 溶出伏安法
- 2) 测量范围: $0\sim 10\text{mg/L}$ (可扩展)
- 3) 精密度 (重复性): $\leq 5\%$
- 4) 示值误差 (准确度): $\pm 10\%$
- 5) 检出限: $\leq 0.005\text{mg/L}$
- 6) 定量下限: $\leq 0.010\text{mg/L}$
- 7) 零点漂移: $\pm 5\%$
- 8) 量程漂移: $\pm 5\%$
- 9) 模拟输出及通讯: $4\sim 20\text{mA}$ 、RS-232、RS-485

15.4.4 视频监控

为保证水库的工程安全和水行政执法案件的及时发现、及时处理,日常巡查也是水库的主要业务之一。但由于日常巡查的时间间隔性、巡查区域没有覆盖全库等原因,大量涉及水库安全、水行政执法案件的问题还是会经常出现,通过建设视频监控系统,对水库进行 7×24 小时不间断监控,实现对水库范围的全方位覆盖,弥补水库日常巡查的短板,加强水库安全防范。

根据工程特性、建设现状以及管理要求,本项目将建设视频监控站 10 处,布置在大坝等重

要部位，其中设置 2 处水尺识别摄像机，用于实时监控水库水位。

15.4.4.1 布点原则

按照“块、边、点、线、面”的原则对库区重点部位，人员易闯入围网点、进出水口，坝区，水工建筑、生活、办公区安防区域进行建设。

15.4.4.2 建设内容

本次新建视频站点 10 处，水尺摄像机 2 处：

15.4.4.3 技术方案

(1) 系统架构

视频监控系统可分为三个部分，第一部分是视频监控前端（即图像采集）；第二部分是视频传输通信网络（即图像传输），第三部分是水库管理所配套工程（即视频显示、存储与控制应用），

(2) 通信方式

将通过本项目建设的 21000 米 48 芯通信光缆传输到控制中心。

(3) 功能设计

视频监控需要满足水库、进出口、岗亭等重要区域监控的基本需求，还需要考虑与水务业务当中其他系统之间的联动。应具备以下功能要求：

实时图像点播

应能按照指定设备、指定场所，如水库大坝、出入口、岗亭等，进行图像的实时点播，支持点播图像的显示、缩放、抓拍和录像，支持多用户对同一图像资源的同时点播。

远程控制

应能通过手动或自动操作，对前端设备的各种动作进行遥控；应能设定控制优先级，对级别高的用户请求应有相应措施保证优先响应。

存储和备份

监控控制平台的数据库在记录图像信息的同时还应记录与图像信息相关的检索信息，如设备、通道、时间、报警信息等。

历史图像的检索和回放

应能按照指定设备、通道、时间、报警信息等要素检索历史图像资料并回放和下载；回放应支持正常播放、快速播放、画面暂停、图像抓拍等。

用户与权限管理

指挥中心配套工程应具有对接入的用户进行授权和认证的功能。用户及权限管理模块应定义用户对设备的操作权限、访问数据的权限和使用程序的权限。

日志管理

日志包括运行日志和操作日志两种，运行日志应能记录系统内设备启动、自检、异常、故障、恢复、关闭等状态及发生时间；操作日志应能记录操作人员进入、退出系统的时间和主要操作情况。方便管理人员了解目前的监控设备的运行情况。

15.4.4.4 安装调试方案

(1) 立杆安装要求

立杆基础的施工应与防雷地网的施工同时进行，地网应和基础法兰盘进行焊接，在检修口内应留有地线引出端，便于以后将地线通过子管连接到设备箱。立杆的基础采取现场浇铸砼基础的方法制作，必须遵守《钢筋混凝土施工规范》。事先应制作好地锚螺栓法兰盘组件；

基础浇铸前，需预埋 2 条 $\Phi 50\text{mm}$ 的 PVC 管接入检修沙井，作为光缆进出管及电缆进出管；

混凝土基座应当进行保养，保养期不少于 20 天；

须在立杆处做检修沙井，具体要求如下：

①用途：方便线缆敷设及系统检测维修；

②基础结构、尺寸。

③制作要求：应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的有关规定；

④沙井密封性能和防水性能良好。

⑤材料：砖石、水泥。

钢构件所采用的钢材应符合 GB-700 的标准；所有构件的焊接加工必须满足国家行业标准

JGT81-91《建筑钢结构焊接规程》的技术要求；所有对接焊缝和贴角焊缝的强度应与被焊构件的指标吻合，焊缝应打磨光滑；连接螺栓、螺母、垫圈均采用高强度部件，制造技术应符合 Q/ZJX 0001-2002 标准；

整个立杆应有较高的安装强度，可接受 70 米/秒的风速；在风速 25M/S 时，立杆最高处摆动幅度 <16MM，震动频率 $f < 0.2$ 次/秒，在摄像机用高倍数镜头拍摄时，不会因为立杆的晃动而引起画面的抖动；

立杆的设计应美观，防攀爬；立杆顶部封口，防止雨水渗入，立杆底端焊接固定用法兰盘，规格应和地锚螺栓完全配合；在摄像机上方设计引雷针，摄像机和设备箱应在引雷针的保护之下；

立杆基础的施工应与防雷地网的施工同时进行，地网应和基础法兰盘进行焊接，在检修口内应留有地线引出端，便于以后将地线通过子管连接到设备箱。

立杆高度为 4.5 米，直径不小于 114mm,壁厚不小于 3.5mm,采用镀锌材质制作。

(2) 摄像机安装要求

①在搬动、架设摄像机过程中，不得打开镜头盖；

②在高压带电设备附近架设摄像机时，应根据带电设备的要求，确定安全距离；

③摄像装置的安装应牢靠、稳固；

④从摄像机引出的电缆宜留有 1m 的余量，不得影响摄像机的转动。摄像机的电缆和电源线均应固定，并不得用插头承受电缆的自重；

⑤先对摄像机进行初步安装，经通电试看、细调，检查各功能，观察监视区域的覆盖范围和图象质量，符合要求后方可固定。

(3) 数据传输要求

①安全性：安全性是数据加密的首要要求。对于视频加密，一般认为当破译密码所需付出的代价大于直接购买视频所付出的代价时，密码系统是安全的。视频数据也可以看做普通的二进制数据，因此，传统的密码可以用在视频加密中。又因为视频数据具有数据量大的特点，破译者难免对数据进行大量的解密操作，这将大大增加破译难度。因此，在保证安全性的情况下，一些特殊的、快速的加密算法也可以使用。

②实时性：由于视频数据实时传输和存取的要求。加解密算法的使用不能给传输和存取带来过大的延迟。因此，要求加解密算法具有快速的特点，这样可以满足视频数据的实时性要求。

③数据格式不变性：数据格式不便性是指加解密前后的视频数据的格式信息保持不便。这有很多优点，保持数据格式不变，使得视频数据的时间定位成为可能，也可能支持视频数据的增加、删除、剪切和粘贴等操作。因此，如果对加密后数据有如上要求，则视频加密算法也要求具有数据格式不变性。

④数据可操作性：有些情况下，要求对加密后的数据直接操作，而不必进行先解密再加密的繁琐过程。这些操作可能包括码率控制、图像块剪贴和增删等。称能够保持加密后额的数据的某些可操作性的加密算法是具有数据可操作性的算法。

(4) 数据接入要求

前端摄像机通过 GB/T28181-2011 协议接入平台，视频平台具备良好的业务开放能力，可提供 API 接口供第三方应用进行集成。通常有三种不同的集成方式，分别为客户端 SDK 集成、服务端 SDK 集成、Restful API 接口集成。需要说明的是这三种集成方式能够获得的开放能力是各不相同的，开发者需根据所需开发的功能来选择集成方式。如果所需开发的功能能够通过多种集成方式来获得，开发者可对比不同集成方式之间的差异，根据实际情况进行选择。

(5) 接地与防雷要求

库区雷电活动相当频繁，强度也较大，雷电灾害是特别严重的。鉴于雷电灾害发生的不可确定性和雷电灾害入侵途径的多样性，因此合理地安装防雷设施是十分重要的。

①防雷接地

每个前端摄像点（立杆旁边）都需要安装防雷接地系统。接地网安装采用水平接地体和垂直接地体相结合，接地网水平接地体采用热镀锌扁钢；垂直接地体采用热镀锌角钢和接地模块相结合，可以根据实际情况采用不同的接地体。水平接地体和垂直接地之间要求可靠焊接，焊接口处要求涂沥青防护处理。为防止雷电跨步电压危及伤害行人的安全，接地网在施工过程中如果经过人行道的地方，接地网上面要求全部做绝缘处理。并保证接地系统在竣工时实测接地电阻不大于 4 欧姆，现场条件不满足情况下可不大于 10 欧姆，如实测不满足要求，要求整改至符合要求为准。

②直击雷防护

为保护摄像机不受到直接雷击在立杆上设计安装避雷针。避雷针要求采用不小于 $\phi 29$ mm 的圆钢，并要求和立杆一次成型。摄像机防护罩的外壳接地，与电源部分整体充分接地，形成等电位连接。

③感应雷及电源浪涌防护

在设备箱内对电源、信号线及控制线路安装相应的防感应雷及浪涌措施。为避免在现场产生感应雷高电位闪络放电和雷电波磁场而损坏设备，在安装现场要求所有的信号线路做屏蔽做等电位接地处理。

本次项目的摄像机，安装在室外的、采用金属传输线缆的设备主要是摄像机，金属传输线种类有电源线和网线。需以电源信号及网络视频信号进行防雷处理，网络摄像机防雷器串接在被保护设备与信号通道之间。将来线分别与电源、网络端口输入端相连接，将网络摄像机防雷器输出端的电源、网络端口与被保护设备相应接口连接，把网络摄像机防雷器的接地线与防雷系统接地排可靠连接。安装接线完毕，检查接线正确牢固后，接通电源即可投入使用。

15.4.4.5 设备选型

本次项目的前端摄像主要包括：球型摄像机、智能水尺摄像机等，全部采用数字高清摄像机，具体选型参数如下：

(1) 球型摄像机

支持深度学习算法，提供精准的人车分类侦测、报警、联动跟踪；支持强光提醒，报警联动束状光源，可实现 150 m 常亮光束指示；支持强声提醒，内置可随球机转动的双喇叭，可实现警戒音 100 m 60 dB，声音内容可选；支持双路区域入侵侦测、越界侦测、进入区域侦测和离开区域侦测等智能侦测并联动跟踪；支持同时检测 5 张人脸，支持对运动人脸进行检测、跟踪、抓拍、评分、筛选，输出最优的人脸抓图。

400 万 7 寸 32 倍全彩声光警戒球形摄像机；

支持区域入侵侦测、越界侦测、进入区域侦测和离开区域侦等智能侦测并联动跟踪；

内置扬声器：功率 5 W；30m 不低于 60 dB

红外补光 150 m

传感器类型: 1/2.8 " progressive scan CMOS

最低照度: 彩色: 0.005 Lux @ (F1.5, AGC ON)，黑白: 0.001 Lux @ (F1.5, AGC ON)；
0 Lux with IR。

(2) 智能水尺摄像机

内置水尺读取智能算法、支持全天 24 小时自动读取标准水尺获取水位数据、支持 SL 651-2014 水文通讯规约。适用于河道、水库、湖泊、涵洞场景等

支持自动视频水位识别，AI 开放平台。

水尺测量距离 ≤ 80 m，测量落差 0~40 m，分辨力 1 cm，检测精度 ± 2 cm

支持闭环高精度云台，运动精度偏差小于 0.08 度

传感器类型: 【全景】1/1.8 " progressive scan CMOS, 【细节】1/1.8 " progressive scan CMOS

最低照度: 【全景】彩色: 0.0005 Lux @ (F1.0, AGC ON)，黑白: 0.0001 Lux @ (F1.0, AGC ON)，
0 Lux with IR; 【细节】彩色: 0.0005 Lux @ (F1.5, AGC ON)；黑白: 0.0001 Lux @ (F1.5, AGC ON)；
0 Lux with IR

光学变倍: 【细节】32 倍

焦距: 【全景】4 mm; 【细节】7.1~227.2mm

测量距离: ≤ 100 m; 测量落差: 0~40 m; 分辨力: 1 cm; 检测精度: ± 2 cm

15.4.5 监控中心

为实现水库监测数据、视频监控资源的汇聚、显示，本项目将在监控中心进行以下设备的购置。

1	数据服务器	国产服务器	台	1
2	应用服务器	国产服务器	台	1
3	硬盘录像机	16路	台	1
4	交换机	24口	台	2
5	工作站	19/16G/2T	台	2

6	大屏显示	100寸显示屏	台	1
7	网络机柜	42U	台	1
8	工作台	4孔位	台	1
9	后备电源	6KAV	台	1
10	防火墙	2个千兆Combo接口, 10个千兆电接口, 1U标准机架, 网络吞吐率2.5Gbps	台	1

15.4.6 水库综合管理平台

本次水库综合管理平台将包括：水库总览、安全管理、运行管理等功能模块。应用系统功能功能如下：

15.4.6.1 水库总览

针对水库大坝与水工建筑物管理实际情况，建立轻量化、属性化的水库主要建筑物 BIM 模型，通过集成水库倾斜摄影地图，形成三维可视化、工情展示、水质热力图展示、巡检路线展示、隐患标定等主要应用场景及业务逻辑。在倾斜摄影模型上展示水库的地理位置、各建筑物的分布（BIM 模型）、各类监测点及断面的布设情况，并借助地图的直观性、全局性，将水库的超限报警、水雨情、大坝安全信息、闸门信息、巡检信息等水库管理重点关注的信息在地图上叠加展示。

通过 BIM 模型与 GIS 地图的结合，形成大场景展示与重点管理的业务流程管控体系，建设基于 BIM+GIS 的水库全要素三维运行场景。

GIS+BIM 运行全景旨在提供虾公岩水库工程管理区域的三维电子沙盘，实现基于 GIS+BIM 的工程关键信息总体展示，让相关人员能够对水库的总体运行情况进行监控管理。GIS+BIM 数字门户包括三维可视化展示、大坝运行情况展示及水情信息展示等功能。

（1）三维可视化展示

三维可视化窗口展示三维场景和 BIM 模型，支持移动、旋转、缩放等交互浏览方式，可以任意在三维场景中浏览。支持模型信息查询，可以在三维场景中选中各模型构件，并展示简要信息，同时提供跳转链接，可以直接进入工程可视化管理模块，查看该构件详细信息。

（2）大坝运行情况展示

展示大坝的基本运行情况、安全运行天数、隐患数量等信息。展示泄洪放空洞的基本运行情况，包括闸门开启情况、泄水流量、供水流量等。

（3）水情信息展示

在 BIM+GIS 三维场景中展示库区水雨情、水质监测站点位置和实时数据。直观展示相关测站的实时水位、水势、流量等信息，同时展现坝前水位、当前汛限水位、库容、气温、降雨量、蒸发量等实时重点信息。

15.4.6.2 安全管理

安全管理是水库管理的重点工作之一，针对防汛业务、大坝安全管理、水质安全及人员安全等对已有系统进行业务功能模块的整合重组，集成水雨情监测、大坝安全监测、水质监测、视频安防监控、共享气象监测信息等，其中视频监控信息包括视频图像及相应的智能识别危险行为（人流量过大、钓鱼、跨越危险边界）告警推送至相应的值班人员及管理人员及时响应。根据水雨情及气象信息进行防汛安全管理，根据大坝安全监测信息进行大坝安全评价分析。

1、大坝安全

统一接入大坝安全监测数据，以图表形式展示数据变化趋势，将渗流、渗压、表面变形监测点位整合至图上，包括点位位置，断面信息等，可查询实时和历史监测数据，也可人工录入人工监测的数据，根据大坝安全评价标准及人工观测经验进行大坝安全综合评价，给出建议。设置变化预警值，若数据出现突然跳变，则弹出预警信息高亮显示，并推送至值班人员，进行安全检查处置。处置完成后形成事件完整闭环。

2、防汛安全

接入实时雨量和水位数据以及视频监控数据，汛期接收气象局发布台风暴雨预警信号，当预警信号发布时，短信通知到现场值班人员及防汛责任人，接入视频监控数据，可实时监控库区情况，保证防汛人员安全，使水库安全度汛。接入库区防汛预案，针对不同情况下，不同节点，系统可自动判断防汛工作是否落实到位，未落实则短信及待办事项提醒。

3、水质安全

接入水质在线监测数据，显示在线监测水质各参数实时数据，包括常规五参数、COD、叶绿素、氨氮，可定期上传水质人工监测数据，通过地表水分类标准，自动判断水质类别，如出现参

数超标预警，自动进行推送，设置处置时限，安排责任到人，保证库区水质安全。

4、视频安防

接入库区安防监控，打通业务应用与视频监控综合平台关系，点击视频列表即可播放当前选中位置的实时画面，可轮巡、画面方向转换等操作，后期接入升级的智能平台，可实现入侵、钓鱼、跨越等危险行为自动识别报警，并推送至值班人员处理，值班人员现场查看并组织后进行事件闭环总结。视频安防也可辅助防汛工作，保证现场人员安全。

15.4.6.3 运行管理

水库业务除供水调度、工程安全管理外还涉及日常运行管理，包括设备管理、物资管理、档案管理、值班管理、巡查管理、停水检修、待办事项等，针对管理处所管理的水库、隧洞、其他附属水工建筑物、机电设备、工程档案资料等建立一物一码台账信息，保证资产从开始到结束的全生命周期全流程的可追溯，并据此实现自动提醒设备的定期检修，备品备件使用管理等。

1、设备管理

对虾公岩水库设施设备建立电子清单台账，包括罗田水库、公明-鹅颈连通工程，公明-石岩供水工程的基本信息，闸室情况，监测设施清单，机房设备、闸室机电设备等。基本信息含建成时间、维修记录、机电设备检修计划等，可根据名称、类别查询统计数量等。

2、物资管理

对防汛物资、其他各类办公物资（固定资产）等，建立一物一码电子台账，含类别、数量、使用记录等相关信息，可查询物资年限，可直接指导管理处物资采购计划。

3、档案管理

对管理处日常管理的相关收发文件按照类别、公开程度、紧急程度等分类管理，可查询、修改、删除、上传等，除日常文件管理外，还包括对相关工程图纸资料的管理，便于查阅。

4、值班管理

值班管理可制定管理处值班排班信息，人员联系方式，工作职责，业务应用体系中显示当前值班人员，在岗状态等，推送至管理人员，管理人员可按时间查询指定日期的值班人员。

5、巡查管理

巡查管理与工单系统对接，录入巡查人员信息，巡查路线，完成情况等，可通过手机现场巡查，显示巡查轨迹，记录巡查出现的问题，上传现场巡查照片等，巡查问题包括监测设施设备、大坝安全情况、消防白蚁情况、机电设施运行情况等，巡查人员记录问题后推送给事件处置责任人，在指定期限内推送给问题处理人员进行办理完成。

6、待办事项

待办事项为值班人员或管理人员弹窗显示的消息提醒，包括任务办理提醒，文件收发提醒，事件处置提醒，水库防汛动态提醒，值班信息提醒等。

除此以外，日常运行管理可显示工作动态、日常办公文档共享、发布通知公告、分类管理水务业务相关标准规范、水利部推广技术一览、法律法规等，同时在日常管理工作模块集成 OA 系统进行跳转登录。

15.5 信息资源共享

围绕虾公岩水库工程信息化建设内容与工作流程，对感知数据、空间基础信息、工程 BIM 信息模型、业务应用所产生系统数据等不同类别数据进行融合、汇集和清洗，形成海量、多源、异构的工程数据资源。本项目信息资源建设应遵循“一体化、集约化、统一标准、统筹建设”的原则，将相关信息与东莞市水务局建设的水库相关管理系统进行对接，整合水利数据资源池已有数据资源，对需要进行云端存储和应用的数据资源，由东莞市水务局进行统一的资源分配，形成虾公岩水库工程信息资源数据共享机制，以服务工程运行管理，并实现与东莞市水务局水库相关业务平台的信息资源共享，避免重复建设。

表 15.5-1 信息资源共享目录

序号	信息类型	信息资源名称	数据资源摘要	数据类型	共享方式	更新频率
1	监测信息	工程安全监测成果	工程安全监测自动化系统采集的原始数据及整编、分析后的各项安全监测数据、监测仪器状态等基本信息。	结构化数据	数据服务接口	每日更新

序号	信息类型	信息资源名称	数据资源摘要	数据类型	共享方式	更新频率
2		水雨情数据	库区范围内设置的自动雨量站、水位站、流量站等实时监测雨量、水位、流量数据。	结构化数据	数据服务接口	实时更新
3		视频图像监控系统	工程运行期采集的视频监控信息、告警信息、入侵检测信息等。	非结构化数据	数据服务接口/视频图像监控系统上传	实时更新
4		水质在线监测系统	虾公岩水库水质自动监测信息。	结构化数据	数据服务接口	每日更新
5	基础信息	运行期工程基础信息	运行期工程项目总览信息、项目投资信息、设施设备基础属性信息、运行期BIM模型、运行期工程GIS数据等。	非结构化数据	基于运行期管理需要，按需提供	按需更新
6	业务信息	运行期业务专题信息	运行期工程运行、检修维护、应急决策等业务专题信息。	非结构化数据	基于运行期管理需要，按需提供	按需更新

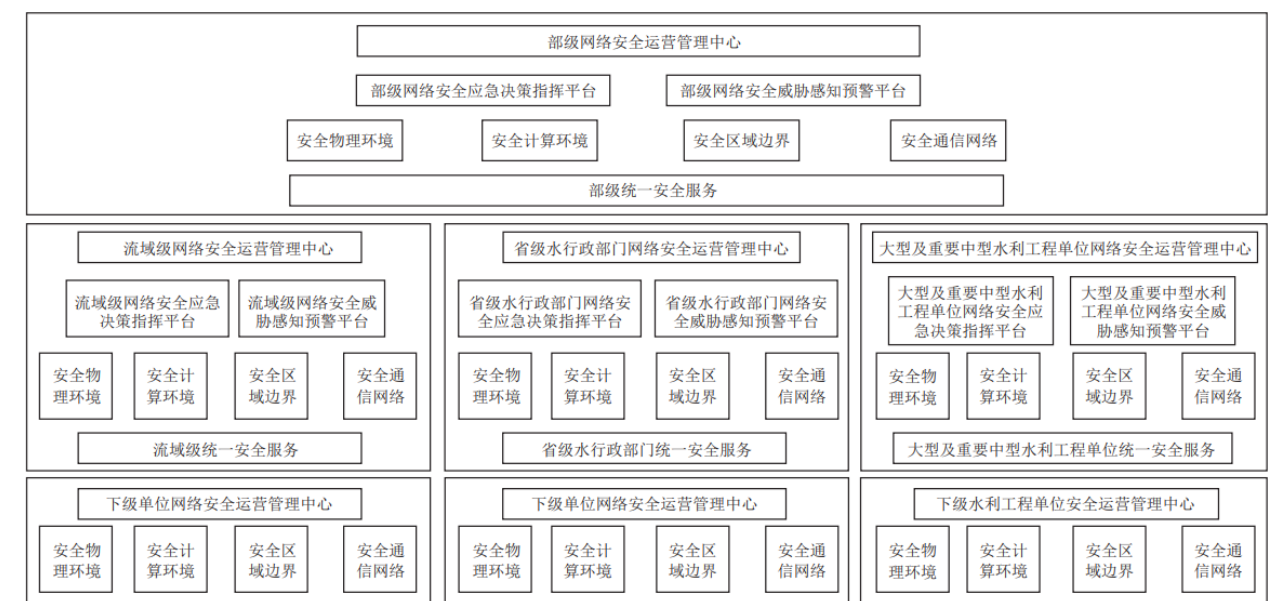


图 15.6-1 安全体系架构图

对部级、流域级别、省级、大型及重要中型水利工程以及各级别的下级单位的网络信息安全进行了架构设计，包括安全物理环境、安全计算环境、安全区域边界、安全通信网络等安全建设内容。安全等级定级备案工作由工程上级主管部门，本次不针对虾公岩水库进行安全定级。

本次信息安全保护对象包括视频监控系统、水库管理系统、物联网的网络安全。安全防护设计内容包括安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界、安全计算环境。本项目信息安全由东莞市水务局进行统一管理，具备基本的安全防护功能，本次仅在虾公岩水库值班房新增 1 台边界防火墙。

15.6 网络信息安全

根据《水利网络安全保护技术规范》（SL/T 803-2020）对水利行业的网络安全保护规范指引，提出以下安全体系架构。

15.7 系统集成与运行维护

虾公岩水库信息化建设的大坝安全监测、水雨情、水质、视频等数据均归集到虾公岩本地和东莞市水务局，其中系统集成立足于本项目各组成部分在某个节点的集成和主要业务应用在工作流程上的数据支持（包括内部直采数据和外部共享数据），需要对项目的网络应用系统、应用支撑平台、数据存储与管理等实现总体集成，最终使各个应用系统在物联感知、基础设施、数据中心、业务应用在网络接入、数据融合、应用服务、界面展现、业务实现等多方面符合总体设计规范标准的一个整体。

（1）网络集成

网络集成旨在实现水库与水务局之间信息的互连互通，满足远程监视监督管理的高安全要求，将入网的网络设备，服务器/存储器/计算机等硬件设备，水情工情监测设备，视频设备等进行互联互通，并支持各类数据和应用软件的集成和协同工作。因此本项目网络集成的任务主要面向各级节点的局域网与骨干网、接入网与骨干网的接口和通信协议的集成，其中接入网分视频接入网和水库工情监测网。

①视频接入网集成

视频监控网络需从接入方式、承载网络、运维管理等方面，提供基于宽带网的图像远程监控、传输、存储、管理业务，一般采用光纤作为传输信道，但考虑水库库尾现场环境的限制，在不宜布施光缆的地方要补充运用运营商实现视频接入。因此，在这种网络节点需要利用运营商网络，使之能够接入到节点的视频接入网的网络交换设备上。

本项目虾公岩水库机房至就近政务外网的接入，实现局域网与政务外网的联通，水雨情、工情占用带宽小，视频占用带宽大，单路视频流采用 H.265 视频编码标准，2M 码流。

②水情监测网集成

水情感知信息采集主要通过前端监测站现场物联网获取，通过无线网络传输接入本地显示设备同时上传至水务大数据中心，主要考虑现场通过 4G 互联网接入市水务局物联网平台到水务大数据中心。

③大坝安全监测网集成

大坝安全监测信息主要通过前端监测站现场物联网获取，通过无线网络传输接入本地显示同时设备上传至水务大数据中心，主要考虑现场通过 4G 互联网接入市水务局物联网平台到水务大数据中心。

(2) 数据集成

数据集成需集成的数据包括：大坝安全监测数据、视频监控数据、水位流量监测数据、水质数据（人工），水库闸门的工情信息。

运行维护则立足于信息化工程建设的主要内容如水雨情监测、大坝安全监测、水质监测、视频监控、管理房硬件升级改造、软件平台等，设计前端感知设备、系统平台及网络设备通的运维，

运行维护的质量很大程度影响到整个项目是否能够正常运行。

(1) 前端感知设备运维

视频监控设备及水位流量监测设备的日常检查、应急抢修及处理、备件管理等工作。定期巡检各视频设备的数据传输是否异常，及时发现问题，保证视频在线率，每处视频运维应当建立一机一档。若发现设备损坏，在有备品备件的情况下处理时间不应超过 24 小时，特殊情况不超过 72 小时。

(2) 各系统平台运维

①系统日常维护，包括基础数据更新，防病毒、运行环境参数优化，操作系统重建与恢复。

②操作系统日常维护（打补丁、防病毒、运行环境参数优化，操作系统重建与恢复）。

③中间件系统软件日常维护（运行状态监控、运行环境参数配置管理、运行优化，系统灾难恢复与重建）。

④数据库系统管理（DBA 职责，数据库运行参数与配置管理、数据备份与恢复、系统调优）。

⑤业务应用系统日常运行维护（业务系统的运行保障如系统可登录、按原厂提供的管理员手册进行日常配置、使用管理、不包含缺陷处理及异常、BUG 处理）。业务数据日常运行维护应保证其正确性与合理性，并真实反映业务数据的实际情况。

(3) 网络设备运维

计算、存储及安全资源的运维：保障各类设备正常运行，对环境支撑系统、监控设备、计算机主机设备检测、维护和保养，保障机房设备运行稳定，降低故障率。确保机房在突发事故影响机房正常运作情况下，可及时得到设备供应商或维护人员的产品维修和技术支持，并快速解决故障。

网络资源的运维：确保网络通信传输畅通；对运行关键业务网络的主干设备配备相应的备份设备；采取技术措施，对网络内经常出现用户需要变更位置和部门的情况进行管理；掌握与外部网络的连接配置，监督网络通信状况，发现问题后与有关机构及时联系；实时监控整个网络的运转和网络通信流量情况；制订、发布网络基础设施使用管理办法并监督执行情况。

16 投资估算

16.1 投资主要指标

本工程主要工程量：土方明挖 61.38 万 m³、土石方填筑 47.03 万 m³、混凝土 1.28 万 m³、模板 5.11 万 m²，钢筋 981.47t。

本工程主要材料用量：水泥 7720.70t、钢筋 1128.86t、柴油 1063.78t、汽油 34.79t、电 159.82 万 kwh、砂 32050.50m³、碎石 98481.56m³、块石 142046.77m³、普工 13.27 万工日，技工 14.26 万工日。

本工程总投资共 25052.88 万元。工程部分投资 24315.11 万元，其中建筑工程 15565.95 万元，机电设备及安装工程 1150.49 万元，金属结构设备及安装工程 181.05 万元，施工临时工程 2342.36 万元，独立费用 3274.13 万元，基本预备费 1801.12 万元。建设征地移民补偿静态投资 166.94 万元，水土保持工程静态投资 139.48 万元，环境保护工程静态投资 85.45 万元。建设期利息 345.90 万元。

16.2 估算编制原则和依据

1)工程估算编制执行广东省水利厅发布粤水基[2017]37 号文“关于发布我省水利水电工程设计概（估）编制规定与系列定额通知”

2)费用构成及计算标准按广东省水利厅 2017 年发布的《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》计取。

3)建筑工程定额采用广东省水利厅 2017 年发布的《广东省水利水电建筑工程概算定额》，缺项定额参考广东省市政定额及建筑绿化定额。

4)安装工程定额采用广东省水利厅 2017 年发布的《广东省水利水电设备安装工程概算定额》。

5)机械台班费采用广东省水利厅 2017 年发布的《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》。

6)广东省水利厅关于印发《广东省水利水电工程营业税改增值税后计价依据调整实施意见》

工程量根据设计图纸及《水利水电工程设计工程量计算规定》计算。

16.2.1 设计水平年

工程估算采用东莞市市 2026 年 01 月份价格水平进行编制。

16.3 基础单价

1) 人工预算单价：根据东莞市有关规定人工预算单价为普工 76.7 元/工日，技工 107.1 元/工日。

2) 材料预算单价：主材价格根据东莞市建设工程造价管理部门颁布 2026 年 01 月份材料指导价。次要材料价格执行广东省水利建设造价管理站 2025 年公布的《广东省地方水利工程次要材料预算价格》计算。

表 16.3-1 主要材料预算价格计算表

序号	名称及规格	单位	预算价格(元)	价格(元)				基价(元)	价差(元)
				原价	运杂费	保险费	采保费		
1	钢筋	t	3066.85	3066.85				3000	66.85
2	水泥	m ³	331.95	331.95				300	31.95
3	柴油	t	6534	6534				5100	1434
4	汽油	t	7884	7884				5100	2784
5	块石	m ³	140	140				70	70
6	碎石	m ³	148.26	148.26				75	73.26
7	砂	m ³	121.52	121.52				65	56.52

在计算单价时按限定的基价直接进入工程单价，材料预算价格高于或低于主要材料基价直接进入工程单价，材料预算价格高于或低于主要材料基价的部分以价差的形式计入相应工程单价，并计算税金。

3) 风、水、电价格

根据施工组织设计工艺并结合本工程实际情况综合确定。施工用电价格为 0.67 元/kw h；
施工用水 0.6 元/m³、施工用风 0.15 元/m³。

4) 设备和管材价格依据

设备原价根据厂家提供资料或市场调查确定，一般设备运杂综合费率取 4%。

钢管根据东莞市信息价，并考虑重量换算。

5) 工程单价取费标准

工程单价取费标准按广东省水利厅发布的《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定(试行)》，取费标准如下：

①其他直接费及现场经费费率标准见下表。

表 16.3-2 措施费及间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费
1	土方开挖工程	直接工程费	9.5%
2	石方开挖工程	直接工程费	12.5%
3	土石方填筑工程	直接工程费	10.5%
4	混凝土工程	直接工程费	10.5%
5	钢筋工程	直接工程费	6%
6	模板工程	直接工程费	10.5%
7	钻孔灌浆及锚固工程	直接工程费	9.5%
8	疏浚工程	直接工程费	7.5%
9	管道工程	直接工程费	9.5%
10	其他工程	直接工程费	10.5%
11	植物措施工程	直接工程费	8.5%
12	自行补充与省工民建定额	直接工程费	9.5%
13	安装工程	人工费	70%

②企业利润按直接费和间接费之和 7% 计算。

③税金按直接费、间接费、企业利润、材料价差之和的 9% 计算。

16.3.1 分部工程概算

(1) 第一部分 建筑工程

①建筑工程：按设计工程量乘以工程单价进行编制。

②其他建筑工程：按设计工程量乘以单价或采用扩大指标编制。

(2) 第二部分 机电设备及安装工程

①设备费：按设计提供的设备清单数量乘以设备费进行计算。

②安装费：按设计提供的设备清单数量乘以工程单价进行计算。

(3) 第三部分 金属结构设备及安装工程

①设备费：按设计提供的设备清单数量乘以设备费进行计算。

②安装费：按设计提供的设备清单数量乘以工程单价进行计算。

(4) 第四部分 临时工程

①安全生产、文明施工措施费：安全生产、文明施工措施费按第一至第四部分建筑安装工作量之和的 3% 计算。

②其他施工临时工程：其他施工临时工程按一至四部分建安工作量（不含其他施工临时工程）之和 1.5% 计算。

16.3.2 独立费用

(1) 建设单位人员费和项目管理费：按一至四部分投资之和为计算基数，按差额定率累进法计算。

(2) 招标业务费：根据计价格[2002]1980 号文“国家计委关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知”计算，并考虑市场价格调整。

(3) 工程建设监理费：根据发改价格[2007]670 号文“国家发展和改革委员会、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知”计算。

(4) 工程造价咨询服务费：含招标工程量清单、招标控制价编制、变更管理、结算审核。

参照广东省物价局《关于调整我省建设工程造价咨询服务收费的复函》(粤价函〔2011〕742号)规定的“施工阶段全过程造价控制”收费标准计算，并考虑市场价格调整。

(5) 工程科学研究试验费：按一至四部分投资之和为计算基数，按 0.7% 计算。

(6) 工程勘测设计费：根据国家发展和改革委员会、建设部颁发的计价格[2002]10 号文《工程勘察设计收费标准》计算，并根据合同金额调整。

(7) 其他

1) 工程质量检测费：根据工程性质、规模、复杂程度以及需检测项目情况，按工程一至四部分建安工作量的 0.6% 计算。

2) 工程保险费：按工程第一至四部分投资合计数的 0.45% 计算；

3) 自然公园经营范围调整论证报告编制费：按 51.67 万元计列；

4) 占用自然公园选址唯一性论证报告编制费：按 57.63 万元计列；

5) 自然公园生态影响评价报告编制费：按 55.56 万元计列；

6) 使用林地审批(含砍伐许可)论证报告编制费：按 19.17 万元计列；

7) 工程符合生态保护红线内有限人为活动说明专题论证报告编制费：按 15 万元计列；

8) 占用生态红线不可避免论证报告编制费：按 20 万元计列；

9) 用地预审与规划选址论证报告编制费：按 17.87 万元计列；

10) 社会稳定风险分析报告编制费：按 6.91 万元计列；

11) 入库径流水质监测及淤泥检测报告：按 10.78 万元计列；

12) 节约集约用地论证分析报告编制费：按 9.4 万元计列；

13) 涉水工程安全影响评价报告编制费：按 24.53 万元计列；。

16.3.3 预备费

1) 基本预备费：按工程第一至第五部分投资合计的 8% 计算。

2) 价差预备费：根据国家发展计划委员会发布计投资[1999]1340 号文规定，本项目不计价

差预备费。

16.3.4 建设工期及资金筹措

本项目按 20% 自有资金，80% 银行贷款，贷款年限为 30 年。本项目工期为 12 个月。

16.3.5 征地移民补偿静态投资

建设征地移民补偿静态投资 166.94 万元。

16.3.6 水保投资

水土保持工程静态投资 139.48 万元。

16.3.7 环保投资

环境保护工程静态投资 85.45 万元。

16.3.8 建设期利息

建设期利息为 345.90 万元。

16.4 工程投资估算总表

序号	项目编号	项目名称	投资/万元	备注
1		第一部分 建筑工程	15917.29	
2		第二部分 机电设备及安装工程	1102.49	
3		第三部分 金属结构设备及安装工程	181.05	
4		第四部分 施工临时工程	2029.65	
5		第五部分 独立费用	3213.99	
6		一至五部分投资合计	22444.48	
7		基本预备费	2244.45	
8	I	工程部分静态投资	24688.93	

序号	项目编号	项目名称	投资/万元	备注
9		价差预备费		
10	II	建设征地移民补偿静态投资	513.1	
11	III	水土保持工程静态投资	167.87	
12	IV	环境保护工程静态投资	81.16	
13	V	专项工程静态投资	762.13	
14	VI	静态总投资(I+II+III+IV合计)	25392.82	
15		价差预备费合计		
16		建设期融资利息	355.50	
17	VII	总投资	25748.32	

17 经济评价

17.1 概述

17.1.1 项目背景

本工程为虾公岩水库水质保障工程，虾公岩水库位于石马河二级支流虾公岩水上游，集雨面积 15.7k m²。上游有 1 座小（2）型水库——企洞水库（集雨面积 1.53k m²，占虾公岩水库全流域集雨面积 9.75%）。本项目通过在水库水域内筑坝，将虾公岩水库分隔为上下库，将原有的主要污染源全部分隔在上库集水范围内，保障下库的水质安全；同时通过建设上库至水库下游的泄洪通道，确保 50 年一遇洪水标准工况下，上库的来水不进入下库。

17.1.2 基本依据和计算原则

《建设项目经济评价方法与参数第三版》发改投资[2006]1325 号文；

《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013)；

《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618—2013）；

《水利工程维修养护定额标准（试点）》（水办[2004]307 号文）；

国家、地方现行财税制度。

17.2 费用估算

17.2.1 建设项目总投资和项目资金使用成本

工程建设项目总投资 25052.87 万元，工程总工期为 12 个月。资金时间价值计算的基准点定在建设期的第一年年初。

17.2.2 流动资金

项目建成后流动资金包括维持项目正常运行所需购买燃料、材料、备品、备件和支付职工工

资等的周转资金。根据《水利建设项目经济评价规范》，流动资金按年运行费的 10% 计算。流动资金在建设期末投入，形成流动资产，在计算期末一次回收。

17.2.3 总成本费用及年运行费

水利建设项目的年运行费指项目正常运行期每年所需支出的全部运行费用，本工程的年运行费用包括在工程运行期内各年所需支出的工程维护费和管理费。

经计算总成本费用为 798.14 万元，年运行费用 357.79 万元，折旧费 466.85 万元，详见下表所示。

表 17.2-1 总成本费用计算表

序号	名称	费用(万元)
1	固定资产折旧	466.85
1.1	50% 折旧	233.43
2	运行维护费	357.79
2.1	电费	1.56
2.2	维修费	243.15
2.3	人工成本	86.58
2.4	管理费	26.50
3	成本合计	824.64
4	贷款本息	206.92
5 (=1.1+2+4)	基本年运行费需求	798.14

17.2.4 有关税费

按《中华人民共和国企业所得税法》，水利工程企业所得税税率为 25%；供水工程增值税为 13%；其他项目增值税为 17%；销售税金附加包括营业税、城市维护建设税和教育附加，营业税按国家或地方政府的有关规定执行，城市维护建设税为 7%，教育附加为 5%。

17.2.5 分年度投资

本项目按 20% 自有资金，80% 银行贷款，贷款年限为 30 年。

17.3 国民经济评价

17.3.1 有关参数选取

根据《水利建设项目经济评价规范》，防洪、治涝工程计算期为30~50年，大中型水电站、城镇供水工程为30~50年，机电排灌站为15~25年。本工程为水库工程，计算期按50年计算。国民经济评价采用的社会折现率为8%。

17.3.2 费用调整

1) 建设项目总投资调整

对建设项目总投资调整，剔除国民经济内部转移的税金、国内借款利息以及各种补贴等，用影子价格对材料费进行调整，根据规范要求计列施工企业资金回收费。经分析计算，影子调整系数为0.90，调整后的国民经济评价固定资产投资22831.13万元。

2) 年运行费

经济年运行费在工程财务年运行费的基础上，按国民经济投资与财务投资比例进行调整计算，则国民经济的年运行费318.47万元。

3) 流动资金

流动资金按年运行费的10%计算，则国民经济的流动资金31.85万元。

17.3.3 效益估算

1) 防洪效益

本工程的防洪效益主要是工程实施后可减免的国民经济与社会财产损失，遵循“有无对比”的原则，根据项目区的特点和历史内涝资料和工程保护范围，采用频率法进行估算，工程多年平均效益采用频率法计算。

经估算，工程的多年平均防洪效益为150.00万元。

2) 供水效益

经估算，本工程通过内涝治理，可以有效的涵养水源和净化水质、提升周边水环境，工程的水环境效益为2931.94万元。

17.3.4 国民经济分析

经计算，本工程经济内部收益率17.25%，大于8%；经济净现值45305万元，大于0；效益费用比2.83大于1。经济各主要经济指标均满足国家基本要求，经济评价可行。

国民经济效益费用流量详见下表所示。

表 17.3-1 国民经济效益费用流量表(50年)

序号	年份 项目	建设期 1	运行期							合计
			2	3	4	5	6	7-50	51	
1	效益流量B		3082	3229	3382	3544	3714	572175	32850	621975
1.1	供水效益		2932	3079	3232	3394	3564	565575	32021	613797
1.2	防洪效益		150	150	150	150	150	6600	150	7500
1.3	其他水利效益									
1.4	回收固定资产余值								642	642
1.5	回收流动资金								36	36
2	费用流量C	22831	350	318	318	318	318	14013	318	38786
2.1	固定资产投资	22831								22831
2.2	流动资金		32							32
2.3	年运行费		318	318	318	318	318	14013	318	15923
3	净效益流量(B-C)	-22831	2732	2910	3064	3226	3395	558162	32531	583189
4	累计净效益流量	-22831	-20099	-17189	-14125	-10900	-7504	8087148	583189	
评价指标:		经济内部收益率EIRR: 17.25%								
		经济净现值: 45305万元								
		效益费用比: 2.83								

影响工程的不确定性因素主要为固定资产投资、效益和年运行费用。对各个不确定性引述根据其可能的变化，考察其对经济评价指标的影响。计算结果表明，固定资产投资在往有利方向变化10%、20%，效益往不利方向变化-10%、-20%时指标就不满足要求，所以在建设和运行过程中要加强管理，提高工程的抗风险能力。

经济敏感性分析成果详见下表所示。

表 17.3-2 敏感性分析

序号	项目名称	内部收益率 EIRR(%)	经济净现值 ENPV(万元)	效益费用比	投资回收期
1	基本方案	17.25%	45305	2.83	8.04
2	固定资产投资变化				
2.1	-20%	20.32%	49530	3.41	6.82
2.2	-10%	18.62%	47417	3.09	7.44
2.3	10%	16.12%	43192	2.61	8.62
2.4	20%	15.17%	41079	2.42	9.19
3	效益变化				
3.1	-20%	14.56%	31292	2.26	9.63
3.2	-10%	15.91%	38298	2.55	8.75
3.3	10%	18.59%	52311	3.11	7.44
3.4	20%	19.92%	59318	3.39	6.95
4	经营费用变化				
4.1	-20%	17.46%	46032	2.91	7.93
4.2	-10%	17.35%	45668	2.87	7.99
4.3	10%	17.15%	44941	2.79	8.10
4.4	20%	17.05%	44578	2.75	8.16

17.3.5 评价结论

由国民经济评价成果知：本工程经济内部收益率 17.25%，大于 8%；经济净现值 45305 万元，大于 0；效益费用比 2.83 大于 1。经济各主要经济指标均均满足国家基本要求，经济评价可行。

17.4 财务分析

通过以上分析可得，国民经济评价各评价指标均大于《水利建设项目经济评价规范》（SL72—2013）的要求，说明该项目是合理可行的。

工程建设将有利于保障该流域片区的行洪安全，改善区域人文生态环境、居住环境及投资环境，促进区域社会经济健康良好发展，因此其社会效益是十分显著的。

综上所述，本项目不仅经济效益良好，而且社会效益显著，综合评价项目可行。

17.5 效益估算

项目分库完成后，下库可实现在东深工程检修期直接向负责塘厦镇供水的水务环境集团供水公司提供原水，并收取对应的原水费。根据《水利工程供水价格管理办法》规定，按照可核准收益率的中值（即加成数取 2% 时）执行，且采用“两部制水价”确保低水量时成本回收，初步测算后，项目多年平均准许收入为 1832.47 万元，资本金财务内部收益率为 17.74%，各主要经济指标均均满足国家基本要求，经济评价可行。

17.6 财政支持比例建议

按照相关政策条例，在我集团现阶段原水与供水板块独立的情况下，本项目在原水公司角度可实现自平衡，但本项目实际作用是解决塘厦镇备用水源虾公岩水库的取水合法性问题，工程建设后，不增加塘厦镇的直接用水量，工程建设的成本转移至供水公司消纳承担。理论上按照新调整的自来水水价调整机制，供水公司的原水成本可直接联动到终端居民和用户水价，但由于现阶段终端水价的调整压力较大，短期内难以覆盖原水上涨的成本。因此，在终端水价未调整前，若保障本项目具备一定经济效益，相关成本将由供水公司承担，并将进一步加大供水公司的亏损幅度。

基于原水公司和供水公司的经济承担能力，建议本项目的财政支持比例不少于 40%，原因如下：一是原水公司是水务环境集团新成立的板块，持有的项目尚未形成稳定的经营现金流，融资能力和后续经营压力较大，建议加大对原水公司的支持。二是供水公司面临较大的亏损压力，若增大本项目的财政支持比例，可直接降低后续原水费的成本，减少供水公司的亏损幅度。

表 17.6-1 准许收益计算表

项目	金额	备注
可计提收益的供水有效资产	24315.11	成本调查审核数
准许收益率	3.67%	准许收益率=权益资本收益率*（1-资产负债率）+债务资本收益率*资产负债率
权益资本收益率	3.85%	
社会资本	25052.88	唯一资方
社会资本收益率	3.85%	

项目	金额	备注
其中：监管周期初始年前一年10年期国债收益率	1.85%	
加成数	2.00%	
政府资本金	0	
政府资本收益率	1.85%	
债务资本收益率	3.50%	
实际贷款利率	3.50%	
监管周期初始年前一年贷款（5年期以上）市场报价利率	3.50%	
资产负债率	52.00%	取监管期前一年资产负债率
准许收益	891.88	

表 17.6-2 准许收入汇总表

项目名称	费用（万元）
准许成本	824.64
准许收益	891.88
税金	115.94
准许收入	1832.47

表 17.6-3 综合水价计算表

序号	项目名称	费用/单价
1	准许收入	1832.47
1.1	基本年运行费需求	798.14
1.2	其他	1034.33
2	设计供水量	400
3	实际供水量	300
4	综合水价（不含税、不含水资源费）	6.11
4.1	基本水价	2.00
4.2	计量水价	3.45
4.3	基本水价比例	33%
	以不基本水价不超过50%设定	
4.1'	基本水价	3.05
4.2'	计量水价	2.04
4.3'	基本水价比例	0.50

18 社会稳定风险分析

18.1 编制依据

- (1) 《关于印发<国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法>的通知》（发改投资〔2012〕2492号）；
- (2) 《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资〔2013〕428号）；
- (3) 水利部关于《重大水利建设项目社会稳定风险评估暂行办法》的通知（水规计[2012]474号）
- (4) 广东省人民政府《关于建立广东省重大事项社会稳定风险评估工作机制的意见》（粤办发〔2011〕3号）；
- (5) 《中共广东省委办公厅、广东省人民政府办公厅印发<关于全面推进和深化我省重大决策社会稳定风险评估工作的意见>的通知》（粤办发〔2015〕15号）；
- (6) 《广东省发展改革委员会转发国家发展改革委办公厅印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（粤发改重点函〔2013〕630号）；
- (7) 《东莞市重大事项社会稳定风险评估实施办法》（东委办发〔2011〕11号）。
- (8) 广东省发改委关于印发《广东省发展改革委重大项目社会稳定风险评估暂行办法》的通知（粤发改重点[2012]1095号）
- (9) 《《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；
- (10) 《水利水电工程征地移民实物调查规范》（SL442-2009）；
- (11) 《环境空气质量标准》（GB 3095—2026）；
- (12) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (13) 《声环境质量标准》GB3096-2008；

- (14) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (15) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日）。
- (16) 《东莞市塘厦镇国土空间总体规划》（2021-2035年）
- (17) 《东莞市防洪（潮）排涝规划》（（2021-2035）-石马河流域）
- (18) 《东莞市城镇供水专项规划》
- (19) 《东莞市塘厦镇排水专项规划修编》（2020~2035）

18.2 风险调查

虾公岩水库水质保障工程的合法性分析：本项目是公共基础设施类项目，本项目符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》、《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》、《东莞市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》；本项目与《东莞市防洪（潮）排涝规划》（（2021-2035）-石马河流域）、《东莞市城镇供水专项规划》、《东莞市塘厦镇排水专项规划修编》（2020~2035）丰规划相适应，符合相关规划。因此本项目是合法的。

虾公岩水库水质保障工程的合理性、可行性分析：本工程主要任务是利用虾公岩水库库区内现有岛屿，新建隔离坝，水库分为上库和下库。上库工程任务为防洪、物理隔离；下库工程任务为防洪、供水。上库收集水库西侧汇水区雨水，防止西侧高尔夫球场及住宅区等污染物进入下库；隔离坝将上库与下库进行隔离，并设置防渗墙和帷幕灌浆，进行污染隔离，充分保证下库的水质；通过新建泄水建筑物（隧洞+控制闸）将上库存蓄雨水控泄至下游河道虾公岩水，泄洪量不超过原虾公岩水库的下泄量，不增加对下游河道虾公岩水的防洪压力。下库承担东深供水检修期间备用下库任务，满足规划要求的检修期供水量。在技术上、社会影响上都是合理、可行的。

影响社会稳定风险的主要因素包括项目政策规划和审批程序、土地房屋征收方案、技术经济方案、生态环境影响、项目建设管理、劳动卫生和安全生产和社会舆情等方面。

本项目社会风险调查范围主要位于虾公岩水库水质保障工程范围内凡项目涉及到利益相关者切身利益、容易引起社会稳定风险的因素，都纳入调查范围，涵盖拟建项目建设和运行可能产

生负面影响的全部范围。

本项目社会风险调查的方式方法：通过初测实地踏勘情况，以会议汇报形式征询市、镇的发展改革、规划土地、环保、水务等职能部门的意见，以及发函、走访群众、座谈会等多种方式和方法，以达到广泛调查、充分收集各方意见和诉求的目的。针对社会各界和群众意见、建议和开展风险分析的情况，制订、优化完善预防和化解措施。

18.3 风险因素分析

通过调查，对影响社会风险稳定风险的主要因素分析如下：

（1）政策规划和审批程序：

目前项目正在开展前期工作，在开工建设前须完成前期工作，依法取得项目核准及前期审批工作，防止因项目申报、审批程序不合法而可能引发的项目越权审批、违规建设、项目失败。

（2）土地房屋征收方案：根据国家、地方有关法律法规，参考已实施项目实际发生的资料，本项目征地范围和补偿标准满足国家及地方有关规定的要求，项目征地计划依法按照当地法规规定的程序开展。

（3）技术经济方案：项目建设方案及主要比较方案，全面征求了地方政府及有关部门的意见，逐步优化完善方案，符合城市总体规划，外部条件稳定，方案风险较小。

（4）生态环境影响：施工期间水土流失、废气、废水、废渣、噪声、振动、扬尘固体废弃物等；运行期间噪声、振动、固体废弃物、通风等。

（5）项目建设管理：建设过程中的劳动用工（合同、薪酬、劳动保护等）应当规范，各项制度完善，保障劳动者合法权益不受侵害；制定科学可行施工方案，提出安全文明施工防治措施及对策、管理制度、操作规范。施工安全有保障，防止因操作或管理不当引发重大安全生产事件；施工周期安排是否干扰周边居民生活等；建设过程中的工程质量管理是否到位、是否合理；与当地政府有否就项目进行充分沟通，是否对社会稳定风险有充分认识，并做到各司其职，是否建立社会稳定风险管理责任制和联运机制，是否制定相应的应急处置预案等

（6）劳动卫生和安全：外来务工人员、流动人口增加，可能对社会秩序、治安和公共安全

带来的影响，项目施工运营可能存在火灾灾害，地面塌陷、裂缝和沉降等地质灾害，公共安全（恐怖袭击等）、洪涝灾害、人为破坏等不可预见灾害发生。

（7）社会舆情：如果没有建立良好的沟通平台，让有诉求和意见的民众能及时到平台上进行反映，相关单位就不能及时的进行调整，可能会导致民众诉求得不到解决而引起不满，严重还会造成集体上访、抗议等群体事件，从而导致项目不能顺利实施。同时建设单位没有及时了解民意如设备运行噪声影响到群众的生活等问题，而继续开展项目，没有根据公众具体情况进行项目调整，会导致项目问题持续存在，从而造成群众反抗等现象。

18.4 风险防范与化解措施

（1）政策规划和审批程序：加强和规范建设项目的各项管理工作，加快推进项目前期工作开展，根据国家最新的《企业投资核准和备案管理办法》、《广东省人民政府关于印发广东省企业投资项目分类管理和落地便利化改革实施方案的通知》（粤府〔2018〕127号）、《广东省发展改革委关于印发企业投资项目核准和备案管理实施细则（试行）的通知》（粤发改规〔2019〕1号），准备项目核准的相关辅助文件，加强与项目核准部门的沟通协调，确保项目的顺利进行。

（2）土地房屋征收方案：在征地过程中，社会稳定风险衍生于相关利益群体对拆迁项目的抗拒。对拆迁项目所涉及的影响社会稳定的风险进行界定，应认真分析征地拆迁实施后群众可能引发的异议、遭遇到的损失或不适，这些异议、损失或不适即为引起社会不稳定的风险。采取加强拆迁政策的宣传，营造良好的社会舆论氛围，讲求科学的拆迁方法，以人为本，和谐征拆等措施，为当地居民和村民所接受

（3）技术经济方案：工程的勘察、测绘、规划方案设计、初步设计、施工图设计、施工图审查、工程施工、工程监理应当委托具有相应专业资质的单位承担。建设单位应当向施工单位提供施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信、广播电视等地下管线资料，气象和水文观测资料，相邻建筑物和构筑物的有关资料，并保证资料的真实、准确、完整。建设单位不得对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求，不得压缩合同约定的工期。勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察，提供的勘察文件应当真实、准确，满足建设工程安全生产的需要。施工单位在勘察作业时，应当严格执行操作规程，采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。

(4) 生态环境影响：在项目实施阶段应通过各种工程和绿化措施，不仅最大限度地减少对自然环境的破坏，而且可以恢复破坏区内植被，改善工程区内的人文景观效果。加强施工期管理，选择低噪声的设备，并采取有效的降噪措施，减少对周边居民生产生活的影响。

(5) 项目建设管理：建设过程中的劳动用工（合同、薪酬、劳动保护等）应当规范，各项制度完善，保障劳动者合法权益不受侵害；制定科学可行施工方案，提出安全文明施工防治措施及对策、管理制度、操作规范。施工安全有保障，防止因操作或管理不当引发重大安全生产事件；施工周期安排合理，不得干扰周边居民生活等；建设过程中的对工程质量进行管理；与当地政府就项目进行充分沟通，对社会稳定风险有充分认识，并做到各司其职，建立社会稳定风险管理责任制和联运机制，制定相应的应急处置预案等。

(6) 劳动卫生和安全：针对外来务工及流动人口增加可能引发的社会秩序、治安及公共安全问题，严格落实人员实名制、封闭化管理，强化门禁、监控及治安联防联控，规范后勤保障与日常管理，及时排查化解矛盾隐患，维护现场及周边公共安全。项目施工及运营期，建立消防安全管理体系，完善消防设施与应急预案，严格动火、用电及易燃易爆物品管理，定期开展消防演练，防范火灾事故发生。对地面塌陷、裂缝、沉降等地质灾害，强化地质勘察与风险评估，采取针对性工程防护与加固措施，构建自动化监测与人工巡查相结合的预警机制，制定专项应急预案，保障工程及周边安全。针对洪涝、恐怖袭击、人为破坏等不可预见灾害，健全综合安防与应急保障体系，完善防洪排涝、安保防范及应急处置方案，加强与相关部门协同联动，提升突发事件应对能力，切实保障人员生命财产与项目运行安全。

(7) 建立社会稳定风险管理责任制，制定相应的应急处置预案。应急预案应从应急指挥机构设置、职责分工、应急响应程序、风险事故应急措施等进行详细安排，以应对可能发生的环境风险事故发生，采取有针对性的有效的措施及时处置，尽可能减少对周围环境和人群造成的不良影响。

(8) 社会舆情：尊重群众知情权，开展宣传教育，让周边群众充分了解项目情况及进度，取得大部分群众的理解和支持。设立项目咨询点，针对村民所提意见和关心的问题进行现场解答，采用“换位”思考方式，尽力解决群众的实际问题，消除其对项目的反抗心理。建设过程中加强与周边群众、当地政府的沟通协调，在事前大家协商取得一致意见。

18.5 风险分析结论

根据业主委托第三方公司编制的《虾公岩水库水质保障工程社会稳定风险分析报告》的结论：

本项目合法、技术合理可行。主要风险在于项目政策规划和审批程序、土地房屋征收方案、技术经济方案、生态环境影响、项目建设管理、劳动卫生和安全和社会舆情等方面。针对以上风险因素，采取有效的风险防范措施，可将项目的社会风险降低到最小。综合分析，经过采取措施后的预期风险等级为低风险。

19 海绵城市

本工程可细分为生态隔离工程以及控泄转输工程等 2 项子工程，均属《东莞市海绵城市建设管控豁免清单（2023 年版）》中的豁免类项目，根据《东莞市建设项目海绵城市设计专篇文件编制及审查要点》（2022.07），本工程在项目设计、报建、图纸审查、验收等环节对海绵城市建设管控指标不作强制性要求，由建设单位根据项目特点因地制宜落实海绵城市设施。

20 结论与建议

20.1 主要结论

(1) 本工程建设主要目的是通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上库集雨范围（建成区）内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。同时提供优质的水源库区保障塘厦镇在东深供水 15 天检修期的用水需求。因此项目建设是必要且紧迫的。

(2) 本项目按照 50 年一遇标准，经过 2 个总体方案思路的比选，最终确定“清污混流”的方案。项目主要建设内容包括隔离坝填筑、泄洪闸及转输通道顶管等。

(3) 本工程总投资共 25052.88 万元。工程部分投资 24315.11 万元，其中建筑工程 15565.95 万元，机电设备及安装工程 1150.49 万元，金属结构设备及安装工程 181.05 万元，施工临时工程 2342.36 万元，独立费用 3274.13 万元，基本预备费 1801.12 万元。

(4) 由国民经济评价成果知：本工程经济内部收益率 17.25%，大于 8%；经济净现值 45305 万元，大于 0；效益费用比 2.83 大于 1。经济各主要经济指标均均满足国家基本要求，经济评价可行。。

20.2 主要建议

(1) 项目建成后，上库作为独立的库区，无外水交换，加之上游建成区面源污染汇入。易加剧上库水质恶化，建议尽快启动上库水质保障方案研究，保障上库水质稳定。

(2) 根据项目总体方案思路，建议相关主管部门同步开展上库流域范围建成区雨污分流达标工作，减少漏排污水入库的情况，进一步保护水库水质。

(3) 工程库区毗邻现状居民区以及高尔夫球场，处于较为敏感的公共商业休闲片区，周边生活、休闲、购物、工作群众人口素质高、维权意识强，建议应充分做好项目的宣传、调查、访谈等社会民意摸底工作，以摸清周边群众对项目实施方案的意见、建议和支持满意度，以及对项目建设过程中环境影响的意见，为项目科学决策、降低社会稳定风险提供支撑。提前做好社会舆

情风险控制措施。

(4) 由于上库调蓄转输洪水的承泄通道为下游虾公岩水老河道，现状该河道为自然岸坡，无护砌结构，为更好发挥本项目的工程效益，并降低本项目运行期泄洪对老河道岸坡的冲刷影响，建议相关水务主管部门按照 50 年一遇防洪标准同步启动老河道综合治理工程。同步老河道下游出口箱涵卡口段按照满足 33m³/s 的过流能力进行扩宽。

(5) 现状旧排洪道末端毗邻虾公岩水库主坝坝脚，坝脚排水棱体低于河道设计洪水位，易引起坝体排水不畅，对水库大坝渗流稳定造成影响。虾公岩水库水质保障工程实施后，现状旧排洪道除了承泄四黎路排水箱涵转输流量以外，尚需承泄本项目转输流量，将加大旧排洪道排水压力，进一步影响大坝渗流稳定。建议相关水务主管部门在启动旧排洪道整治项目的同时，同步考虑大坝坝脚挡水措施，以保护主坝坝体安全。

(6) 根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》，虾公岩水库大坝安全性综合评价为二类坝，建议对水库进行除险加固。由于本项目工程资金有限，无法实施该内容，建议相关水务主管部门同步启动水库出现加固工程，以确保整体系统的完整性。

(7) 根据本项目工程目标可知，通过建设水质保障工程，实现上库与下库的物理隔离，保证上库集雨范围（建成区）内 50 年一遇洪水不入下库，并为虾公岩水库水源保护区划定提供工程依据。为保证后续水库水源地保护区划定方案的可行，建议相关部门同步启动虾公岩水库水源保护区划定可行性研究方案的编制工作。

(8) 分库后，下库水体主要用于供水，建议后续除了结合地表水水质标准的基本 24 项指标进行长期监测以外，宜加强对 TOC 以及尿素的监测，根据《生活饮用水卫生标准 GB5749-2022》，用于生活饮用的水体，TOC 含量应控制在 5mg/L 以内，参照《公共场所卫生指标及限值要求》（GB 37488-2019），尿素含量应控制在 3.5mg/L 以内。

(9) 根据部分下游用水企业反馈，要求供水水体总有机碳含量低于 1.2mg/l，尿素含量低于 0.01mg/L。针对总有机碳含量，建议可通过投加粉末活性炭来去除，根据 2025 年东深检修期处理经验，原水水体总有机碳含量为 1.77mg/l，经虾公岩水厂处理后，出厂水总有机碳含量为 1.15mg/l，可满足达到水质要求。对于尿素含量，考虑到需通过反渗透工艺去除，工艺投入较大，因此建议塘厦镇人民政府对存在居民小区、零散民宅与工棚、库区管理楼、公园公厕、工厂、钓

鱼场、菜地、果场、苗木园、农庄、家禽养殖场、沉香林及建筑机械的维修与租赁等进行治理或进行截污。

(9) 根据各取样点底泥的各项检测数据,除氮、磷及有机质含量较高外,其他污染物检测数据均未超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》土壤污染风险筛选值和管制值。底泥呈“黑色、微臭、半流动”状态,含水量极高(85.4%~376.0%),且大部分点位以细颗粒(<0.25mm)为主,这种高含水、松散、细颗粒的物理性状,使得底泥在扰动下极易再悬浮,导致其中富集的污染物大规模释放至上覆水体。建议相关部门同步开展水库水环境清淤工程措施,结合市水务集团相关部门意见,参考《深圳市长岭陂水库综合治理工程初步设计》(深圳市水务规划设计院股份有限公司,2023.12),对于低~中度污染底泥,水环境清淤厚度建议可按照40~60cm进行清淤考虑。另外,建议相关部门委托第三方机构对水环境清淤进行专题研究,编制《虾公岩水库污染底泥评价专题报告》,并结合相关专题研究进行清淤工程必要性、经济性以及合理性分析,为水环境清淤提供工程措施依据。

21 附件

21.1附件一：市政府工作会议纪要[2025]276 号

市政府工作会议纪要

[2025] 276 号

东莞市人民政府办公室

2025 年 7 月 24 日

2025 年 7 月 17 日上午，坚朋同志在市行政办事中心主楼 18 楼 A 会议室召开研究塘厦镇虾公岩水库分库方案会议，沃佳同志及市水务局、市发展改革局、市财政局、市自然资源局、市生态环境局、市林业局、市水务集团、塘厦镇政府有关负责同志和中水珠江设计公司有关负责人参加了会议。纪要如下：

会议指出，塘厦镇虾公岩水库分库方案对比市水务局提出的东南片区应急供水保障工程（契爷石水库—凤凰水厂原水管道方案），投资金额较低，可提供较多的水源增量，经济性好、可控性强，原则同意按塘厦镇虾公岩水库分库方案推进解决塘厦镇应急供水保障问题。

会议明确，一是根据市委市政府关于“供水一张网”整合的

要求，目前塘厦镇所有供水资源已整合至市水务集团，供水事务由市水务集团负责，塘厦镇虾公岩水库分库项目作为塘厦镇应急及日常供水保障项目，符合“供水一张网”收购的资产范畴，最终应整合至市水务集团。二是塘厦镇虾公岩水库分库项目（物理隔离、分库、排洪设施等）及管道由市水务集团投资建设，虾公岩水库的水利工程水费由市水务集团全额收取；项目涉及征地拆迁、水源保护、水功能区划定，以及因工程建设产生的下游河道防洪排涝建设等工作资金由塘厦镇政府负责承担；市水务集团、塘厦镇政府要积极利用专项债、新型政策性金融工具等渠道解决项目资金问题。三是请市水务局对该项目的推进予以全程指导，请市自然资源局、生态环境局、林业局对项目推进过程中遇到土地涉自然保护地、生态保护红线及饮用水水源保护区划分等手续办理予以全力支持配合，请市水务集团以 2027 年东深工程检修期（约 12 月中旬）前建成并投入使用为时间节点倒排工期，有效解决塘厦镇近远期备用、应急供水保障问题。四是请市水务局按程序终止东南片区应急供水保障工程（契爷石水库—凤凰水厂原水管道方案）的前期工作，并根据有关规定进行结算。

参会人员：曾坚朋、莫沃佳，陶谨（市水务局），徐栋栋（市发展改革局），谢丹（市财政局），张汝春（市自然资源局），詹

—2—

东莞市生态环境保护治理工作 领导小组会议纪要

[2026]1号

东莞市生态环境保护治理工作领导小组 2026年1月19日

2026年1月6日上午，陈庆松副市长在市行政办事中心主楼9楼B会议室主持召开市生态环境保护治理工作领导小组第1期工作例会，研究部署重点生态环境和水务工作。莫沃佳副秘书长及市发展改革局、市财政局、市生态环境局、市水务局、市农业农村局、市市场监督管理局、市城市管理综合执法局、市林业局、市城建工程管理局、水务环境集团、长安镇、麻涌镇、常平镇、塘厦镇、樟木头镇、凤岗镇、清溪镇等单位有关负责同志参加了会议。纪要如下：

一、关于听取市生态环境质量巩固提升全面巡查整改攻坚

后能平稳有序衔接相关职能。四是及时总结经验。市生态环境局要将2025年以来巡查工作开展情况、取得成效、进一步优化路径方案形成报告，专题报市领导。

二、关于研究深化推进“供水一张网”的相关事宜

会议听取了市水务局关于深化推进“供水一张网”相关的情况汇报。经研究，会议明确：一是“同城”方面，由市水务局会同凤岗镇就雁田自来水公司资产收购事宜专题协调一次，力争达成共识。二是“同网”方面，由水务环境集团加快推进电光村水库输水工程(二期)、虾公岩水库分库工程建设，按照2026年6月立项、10月动工，2027年东深检修期前完工为目标倒排工期，确保区域和重大项目供水安全；塘厦镇要积极配合。三是“同质”方面，由樟木头镇加快推进筲竹排水厂扩建工程收尾工作，确保2026年1月底前完工并投入使用，同步关停樟洋社区村级水厂；水务环境集团要加快推进落后淘汰管材的更新改造工作，力争2026年1月底前加快推动项目立项并积极申报上级资金，“十五五”期间完成落后淘汰管材的更新改造工作。四是“同服务”方面，长安镇要督促属地村配合水务环境集团在2026年春节前完成乌沙李屋村抄表到户工作；清溪镇要督促属地村(社区)配合粤海水务集团在2026年底前完成19条村(社区)抄表到户；市水务局要做好相关镇街的沟通解释工作。市财政局要加快研究解决粤海水务集团供水范围的26个居民住

21.3附件三：市政府工作会议纪要[2026]63号

市政府工作会议纪要

[2026] 63号

东莞市人民政府办公室

2026年2月3日

2026年1月29日上午，曾坚朋常委、常务副市长在市行政办事中心主楼16楼A会议室召开专题工作会议，研究重点项目用水保障工作，叶惠明副秘书长、魏志文副秘书长，市水务局、市生态环境局、市国资委、塘厦镇和市水环集团有关负责人参加了会议。纪要如下：

会议指出，塘厦作为半导体及集成电路集聚发展区，良好的自来水供应是产业发展的重要保障，各单位要系统推进水库水质提升、分库工程建设等相关工作，持续完善供水服务体系，为产业发展提供安全可靠的配套，切实增强集聚区对半导体及集成电路项目的承载力和吸引力。

会议要求，一是市水务局、市水环集团牵头，相关部门全力配合，严格按照《市政府工作会议纪要》[2025] 276号精神，

加快推动虾公岩分库工程相关工作，按不晚于2026年12月动工、2027年12月中旬前建成并投入使用作为目标节点加快推进；二是市水环集团牵头，围绕水质、水量等核心需求，做好2026年东深供水检修期间的供水预案，尽可能降低TOC、尿素等相关指标；同时由市发展改革局与受影响的企业探讨利用东深供水检修期间进行产线检修或降低产量的可能性，将水源切换带来的影响降到最低；三是市生态环境局会同塘厦镇提前做好虾公岩水库划定水源保护区的准备，在分库工程完工后尽快落实水源保护区划定工作，并持续做好虾公岩水库TOC、尿素等相关指标的监测。四是市生态环境局指导塘厦镇开展污染源排查、专项整治和隔离工作，对水库底泥进行检测分析，研究淤泥清理对于改善TOC、尿素等指标的作用，切实做好水源水质的保障。

参加会议人员：曾坚朋、叶惠明、魏志文，陶谨（市水务局）、胡毅峰（市生态环境局）、梁燕（市国资委）、徐栋栋（塘厦镇）、谭淦标、谢智勇（市水环集团）。

分送：各相关单位。

21.4附件四：东莞市大屏嶂森林公园“关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函”

东莞市大屏嶂森林公园

东嶂园函〔2026〕27号

关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的函，我园已收悉。经研究，现提出如下建议：

一、该项目未纳入公园总体规划，需将该项目纳入公园总规并完成修编审批。

二、项目如需征、占用森林公园范围内土地，需依法依规办理征、占用土地相关手续。

特此函复。



（联系人：杨海，联系电话：87289923）

21.5附件五：广东电网有限责任公司东莞供电局关于征求虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）意见的复函

广东电网有限责任公司东莞供电局

广东电网有限责任公司东莞供电局关于征求 虾公岩水库分库工程可行性研究报告 （征求意见稿）意见的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

贵司《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》已收悉，经研究，我局无意见。

特此函复。

广东电网有限责任公司东莞供电局

2026年3月5日

（联系人：曾远方；联系电话：13712185961）

21.6 附件六：东莞市林业局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市林业局

东莞市林业局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

发来《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》已收悉。经研究，我局意见如下：

一、项目涉林情况

（一）隔离坝地面占地涉及林业部门管理的林地 1.8596 公顷，其中，省级生态公益林 1.5224 公顷。转输管地下占地涉及林业部门管理的林地 0.1067 公顷。临时用地涉及林业部门管理的林地 2.5966 公顷，其中，省级生态公益林 1.7521 公顷。

（二）隔离坝地面占地涉及东莞市大屏嶂森林公园 8.3254 公顷（其中 1.7047 公顷为林地）。转输管地下占地涉及东莞市大屏嶂森林公园 0.3172 公顷（其中 0.0004 公顷为林地）。临时用地涉及东莞市大屏嶂森林公园 4.5560 公顷（其中林地 2.3753 公顷），广东大屏嶂省级森林公园 0.4766 公顷（其中林地 0.4682 公顷）。

（三）隔离坝地面占地涉及整合优化后东莞大屏嶂省级森

林公园 8.3254 公顷（其中林地 1.7047 公顷）。转输管地下占地涉及整合优化后东莞大屏嶂省级森林公园 0.3172 公顷（其中 0.0004 公顷为林地）。临时用地涉及整合优化后东莞大屏嶂省级森林公园 4.556 公顷（其中林地 2.3753 公顷）。

（四）临时用地涉及东莞市大屏嶂林场 0.5119 公顷（其中林地 0.5035 公顷）。

（五）隔离坝地面占地涉及 2024 年国土变更调查的乔木林地 1.1279 公顷。临时用地涉及 2024 年国土变更调查的乔木林地 0.4486 公顷。

二、工作建议

（一）关于涉及林业部门管理的林地问题。建议按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 42 号）、《建设项目使用林地审核审批管理规范》（林资规〔2021〕5 号）执行。

（二）关于涉及森林公园的问题。

1.关于永久用地部分，根据《广东省环境保护条例》、《广东省森林公园管理条例》等相关规定，建议尽量避让。如无法避让，建议继续优化方案，选择环境综合最优方案，尽量少占用生态敏感区，经唯一性论证确需穿越森林公园的，须做好生态影响评价、森林公园经营范围调整等论证报告，在上述报告都通过专家论证或评审的前提下，严格按相关法律法规的规定和程序办理森林公园经营范围调整等审批手续。

2.关于临时用地部分，建议尽量减少临时占用，同时，根据

《广东省森林公园管理条例》第二十六条“森林公园内禁止下列破坏森林资源的行为：（三）毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、破坏景观的行为”等规定，不得在森林公园范围内挖土、取土、堆土。

3.该项目未纳入东莞市大屏嶂森林公园总体规划，建议将该项目纳入公园总规并完成修编审批后再动工。

（三）关于涉及国有林场林地问题。建议尽量避让，如无法避让，应按《广东省林业厅关于严格控制建设项目占用国有林场林地行为的通知》（粤林函〔2016〕323号）文件要求办理国有林场林地使用手续。涉及国有林场非林地部分，建议征求国有林场意见。

（四）关于涉及2024年国土变更调查的乔木林林地问题。项目开发将导致森林面积减少，具体减少数值以2024年全国林草湿荒普查成果数据为准。为确保全市森林覆盖率维持稳定，应在十五五期间通过绿美生态建设增加辖区内乔木林林地面积，以弥补该地块开发建设而减少的森林面积。



（林地业务联系人：熊晓凤，电话：22234791；
自然保护地及国有林场业务联系人：李晓婷，电话：22239964；
涉林数据核对业务联系人：林泳乐，电话：22117720；
大屏嶂森林公园业务联系人：林方舒，电话：87289923）

21.7 附件七：东莞市自然资源局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市自然资源局

东自然资复〔2026〕533号

关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

市水务环境投资控股集团有限公司：

《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》收悉。经研究，我局意见如下：

一、经核查来文红线，我局原则上支持该项目。

二、项目涉及压占生态保护红线，需严格按《自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》要求，在符合有限人为活动的要求下开展相关报批工作。

三、建议项目建设单位与涉及的土地权属单位充分沟通协商，做好相关补偿工作，避免引起权属纠纷。

四、在工程实施过程中，若涉及临时用地的，需按规定办理临时用地手续，工程完工后按要求复耕复绿，恢复土地原状。

五、为避免造成违法用地，建议先完善相关用地手续后再

开工建设。
专此函复。



(联系人：梁书伟，联系电话：26983138)

21.8 附件八：东莞市交通运输局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市交通运输局

关于对《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

市水务环境投资控股集团原水有限公司：

《关于征求<虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）>意见的函》（东原水函〔2026〕15号）收悉。经研究，我局无意见。

此函



(联系人：罗鹏，联系电话：0769-22002166)

21.9 附件九：东莞市生态环境局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市生态环境局

关于《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》征求意见的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

来文《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》及相关附件收悉。经研究，现提出如下意见：

一、建设项目需根据《中华人民共和国环境影响评价法》的有关规定，依法开展环境影响评价。建设项目在工程设计阶段应开始实施“污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用”的“三同时”制度，编制环境影响报告书（表）的建设项目竣工后，建设单位应对配套建设的环境保护设施进行验收，经验收合格后，建设项目方可投入使用。

二、一是建议相关规划要求和工程建设必要性章节中，补充最新《东莞市水资源综合规划修编》虾公岩水库相关内容。二是虾公岩水库上库集雨范围大，污染源较多，球场日常维护过程中污染物可能通过下渗以地下水方式进入水库，分库方案实施后仅隔离地表水，无法隔离地下水，水源污染风险较大；分库方案实施后，高尔夫球场仍在水库集雨范围内，隔离区仍需划为准保护区。因此建议补充论证虾公岩水库恢复供水功能的可行性，并补充虾公岩水库下库的现状水质、底泥污染等情况。三是建议加强施工前期论证和施工期管理，确保不对水库水质造成影响；施工

过程中严格过程管理，做好隔离带或缓冲带措施，避免雨洪期施工及影响等；施工完成后尽快做好施工影响区域恢复等措施。四是项目开发应充分考虑项目对水环境的影响，有工业、生活、生产等废水产生的项目应根据污水去向，完善项目内雨污分流，按相关要求完善相关行政许可事项后实施。五是《报告》中“建成区不再划入水源保护区，也就不需要依法拆迁和关闭，解决了合法性的问题”“通过物理隔离措施布置，合理划定水库水源保护区”等相关表述，目前虾公岩水库还未划定饮用水源保护区，建议优化相关表述。

三、建议相关土地使用权人按照《中华人民共和国土壤污染防治法》《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉办法》和《东莞市建设用地土壤环境联动监管方案》等工作要求，结合实际情况依规开展土壤污染防治有关工作，确保后续有关用地土壤环境安全。

四、项目开发应严格落实生态保护红线管控要求，杜绝不合理开发建设活动对生态保护红线的破坏，并及时修复建设过程中的生态破坏。



（联系人：洪婉君，联系电话：23391121）

公开方式：不公开

校稿：刘可旋。

—2—

21.10 附件十：东莞市水务局关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

东莞市水务局

东水务复〔2026〕445号

关于对征求虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）意见的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》及附件收悉。经研究，我局回复如下：

一、为解决塘厦镇供水保障及水源地保护问题，我局原则同意按虾公岩水库分库方案推进该项目。

二、建议充分考虑资金申请及项目审批等相关问题，审慎确定项目名称。

三、建议从优化水资源配置和供水格局层面，补充解决供水保障问题的方案论证比选，为立项决策提供更全面的技术支撑。

四、建议进一步梳理水库工程及供水设施运行状况及存在问题，并就存在的问题提出相应的解决方案，以确保建设方案的系统完整性。

五、建议进一步优化分库建设方案，避免缩减水库库容。

六、建议结合防洪排涝、供水等相关规划，补充项目合规性分析，并与相关项目做好衔接。

七、建议进一步分析明确分库后是一个水库还是两个水库，如为两个水库，则分库工程规模为小（一）型，应相应调整主要次要建筑级别等，并对虾公岩水库降等的问题提出相关建议；如为一个水库，应明确工程建成后虾公岩水库的特征水位和库容等参数。

八、可研报告及附图仍需按可研编规及相关技术标准进一步深化，技术方案的可行性以专家评审意见为准。

九、根据水工程建设规划同意书制度的相关规定，项目开工建设前须按规定办理水工程建设规划同意书审批手续，未取得水工程建设规划同意书的，建设单位不得开工建设。

此复。



（联系人：郑永挺，联系电话：13537066637）

21.11 附件十一：塘厦镇规划管理所关于征求《虾公岩水库分库工程》规划选址和用地预审的函的回复



塘厦镇规划管理所

塘规复〔2026〕138号

关于征求虾公岩水库分库工程规划选址和用地预审的函的回复

市水务环境投资控股集团原水有限公司：

来文《关于征求虾公岩水库分库工程规划选址和用地预审的函》收悉，经研究，我所回复如下：

临时用地红线范围图（虾公岩水库）在《塘厦镇国土空间规划（2021-2035年）》为林地、农业设施建设用地、坑塘水面、园地、耕地、草地、城镇住宅用地、公园绿地。不占压永久基本农田，占压生态保护红线（441900130086），无控规覆盖。红线与已批规划红线无冲突。

主体建筑物地上地下红线范围图（虾公岩水库）在《塘厦镇国土空间规划（2021-2035年）》为园地、水库水面、农业设施建设用地、耕地、草地、林地、城镇住宅用地、坑塘水面，占压永久基本农田（图斑为44190011620000000002），占压生态保护红线（441900130086），无控规覆盖。红线与已批规划红线无冲突。

为推进项目建设，我所原则支持项目选址。用地红线以办理《建设项目用地选址意见书》的红线为准。

21.12 附件十二：中国电信股份有限公司东莞南区分公司关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的复函

公司公开信息

中国电信股份有限公司 东莞南区分公司文件

中电信东莞南区（2026）16号

关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见函的复函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司：

贵单位《关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的函》（东原水函（2026）15号）已收悉。为配合尽快落实可研阶段工程勘察工作的开展，我司已积极安排人员配合勘查，现将我司意见回复如下：

1、根据贵单位提供的工程红线图分析，结合现场实际情况勘察初步预判存在本地网配线光缆（监控）。

2、请贵单位在勘察施工前，务必做好详细物探，文明施工，避免发生通信事故，若涉及不可避免将影响我司管缆的，务必在确认迁改方案后，落实管缆迁改的费用。

1

3、项目实施过程中，做好我司管缆的保护工作，在明确实施时间时，务必至少在实施时间点提前5个工作日通知我方联系人，或提供实施计划表（含时间、地点及施工联系人）表予我方。

特此函复。

（联系人：刘伟廷，联系电话：13377697368）

附件：东原水函（2026）15号关于征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）》意见的函

中国电信股份有限公司东莞南区分公司

2026年3月12日

2

21.13 附件十三：塘厦镇人民政府关于对征求《虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）意见的函》的复函

塘厦镇人民政府

塘府函〔2026〕113号

关于对《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》的复函

市水务环境投资控股集团原水有限公司：

《关于征求〈虾公岩水库分库工程可行性研究报告（征求意见稿）〉意见的函》已收悉，经研究，我镇反馈意见如下：

一、虾公岩水库周边存在居民小区、零散民宅与工棚、库区管理楼、公园公厕、工厂、钓鱼场、菜地、果场、苗木园、农庄、家禽养殖场、沉香林及建筑机械的维修与租赁等，在水源保护范围线划定时，应同步考虑水库周边污水的治理。

二、建议下来根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，结合库容、是否涉及环境敏感区确定其环评类别，做好相应环评文件办理工作，并切实评估该项目对敏感点的影响，做好相关应对措施，避免矛盾发生。

三、根据来文提供地块红线（临时用地红线范围图），该地块涉及塘厦镇林地 2.0931 公顷，大屏嶂林场林地 0.5035 公顷，合计占用约 2.5966 公顷的林业用地；根据来文提供地块红线（主体建筑物地上地下红线范围图），该地块涉及林地 1.9662 公顷，

均属于塘厦镇林地管理范围。按照建设项目使用林地应当遵循不占或少占林地，必须使用林地的，应当符合林地保护利用规划、合理和节约利用林地原则。建议完善相关用林手续后再开工建设。

此复。

附件：项目占用林地红线图



（联系人：陈小林，联系电话：87930103）

（联系人：黄绍君，联系电话：87721777）

21.14 附件十四：东莞市住房和城乡建设局关于东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程用地预审与规划选址红线的复函

东莞市住房和城乡建设局

关于东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程用地预审与规划选址红线的复函

市水务环境投资控股集团原水有限公司：

发来《关于征求东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程用地预审与规划选址红线意见的函》（东原水函〔2026〕19号）收悉。经研究，该工程地块不涉及我市历史城区、历史文化名镇名村、历史文化街区、传统村落和历史建筑的保护范围，我局对该工程用地预审与规划选址红线无不同意见。

此复。



（经办人：城市建设科 谢珮欣，联系电话：22207939。）

21.15 附件十五：可行性研究专家评审意见

虾公岩水库分库工程可行性研究专家评审意见


2026年3月10日上午，东莞市水务环境投资控股集团原水公司组织召开了《虾公岩水库分库工程可行性研究报告》（以下简称“可研报告”）专家评审会。东莞市水务环境投资控股集团、东莞市水务环境投资控股集团供水公司、东莞市水务环境投资控股集团建设管理公司、东莞市水务局、东莞市生态环境局、东莞市林业局、东莞市水务技术中心、塘厦镇人民政府、东莞市虾公岩水库管理所等单位代表出席了会议。会议邀请了5位专家组成评审组（专家名单附后），与会代表及专家察看了现场，听取了可研报告编制单位深圳市水务规划设计院股份有限公司的汇报，经过讨论形成专家意见如下：

一、总体意见

《可研报告》编制成果内容及深度基本满足相关规程规范要求，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

二、意见及建议

1. 补充现状供水及需求端对水质的要求等情况，并结合东深供水的补水条件及水库周边环境，完善项目建设必要性；
2. 复核水文水利计算成果及特征水位；
3. 完善建筑材料相关内容，完善地质条件论述；
4. 优化大坝坝型比选，补充连通闸闸址比选，补充隔离山体渗流及稳定分析，完善转输通道的设计；
5. 复核导流标准，完善施工导流方案，补充围堰稳定计算；
6. 根据优化后的方案，完善投资估算。

专家组签字：

2026年3月10日

21.16 附件十六：东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司关于调整虾公岩水库分库工程项目名称的函

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司

东原水函〔2026〕21号

关于调整虾公岩水库分库工程项目名称的函

市水务局、市自然资源局、市林业局、市生态环境局、塘厦镇人民政府、市虾公岩水库管理所、大屏嶂森林公园管理处、市水务环境投资控股集团建设管理有限公司、深圳市水务规划设计院股份有限公司、广东华地自然空间规划研究有限公司：

根据市政府有关工作部署（详见附件1），为解决塘厦镇原水缺口问题，由市水环集团开展虾公岩水库分库工程及相关管道建设。在工作推进过程中，因项目原名称缺少必要的地理信息，且未能准确体现项目的用途和目标，经研究，参考同类型项目的做法，项目名称调整为“东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程”。若涉及本项目的相关规划和实施方案，恳请同步进行调整项目名称。

特此函达。

附件：市政府工作会议纪要〔2025〕276号

东莞市水务环境投资控股集团原水有限公司

2026年3月20日

（联系人：晏争光；联系方式：13556661680）

21.17 可行性研究专家评审总体意见及回复

序号	回复意见	采纳情况
1	补充现状供水及需求端对水质的要求等情况，并结合东深供水的补水条件及水库周边环境，完善项目建设必要性	采纳，已补充完善建设必要性论述，详见4.3节
2	复核水文水利计算成果及特征水位	采纳，已复核，详见第二章及4.8节
3	完善建筑材料相关内容，完善地质条件论述	采纳，已完善，详见第三章
4	优化大坝坝型比选，补充连通闸闸址比选，补充隔离山体渗流及稳定分析，完善转输通道的设计	采纳，已完善大坝坝型比选，增加了关于粘土心墙坝坝型比选的分析，详见6.4.1.2节；已补充隔离山体渗流及稳定分析，详见6.6.2.2节；已补充连通闸选址比较
5	复核导流标准，完善施工导流方案，补充围堰稳定计算	采纳，已复核导流标准并完善导流方案，详见第八章
6	根据优化后的方案，完善投资估算	采纳，已根据优化后的方案，完善投资估算，优化后工程总投资为***万元。

21.18 可行性研究征求意见及回复

序号	职能部门	回复意见	采纳情况
1	东莞市水务局	<p>一、建议充分考虑资金申请及项目审批等相关问题，审慎确定项目名称；</p> <p>二、建议从优化水资源配置和供水格局层面，补充解决供水保障问题的方案论证比选，为立项决策提供更全面的技术支撑。</p> <p>三、建议进一步梳理水库工程及供水设施运行状况及存在问题，并就存在的问题提出相应的解决方案，以确保建设方案的系统完整性</p> <p>四、建议进一步优化分库建设方案，避免缩减水库库容。</p> <p>五、建议结合防洪排涝、供水等相关规划，补充项目合规性分析，并与相关项目做好衔接。</p> <p>六、建议进一步分析明确分库后是一个水库还是两个水库，如为两个水库，则分库工程规模为小（一）型，应相应调整主要次要建筑级别等，并对虾公岩水库降等的问题提出相关建议；如为一个水库，应明确工程建成后虾公岩水库的特征水位和库容等参数。</p> <p>七、可研报告及附图仍需按可研编规及相关技术标准进一步深化，技术方案的可行性以专家评审意见为准。</p> <p>八、根据水工程建设规划同意书制度的相关规定，项目开工建设前须按规定办理水工程建设规划同意书审批手续，未取得水工程建设规划同意书的，建设单位不得开工建设。</p>	<p>一、采纳，经研究，项目名称将调整为“东莞市塘厦镇虾公岩水库水质保障工程”；</p> <p>二、采纳，已在必要性中补充相关论证内容论述，详见4.3.1节；</p> <p>三、解释，根据《东莞市虾公岩水库大坝安全评价报告》，虾公岩水库大坝安全性综合评价为二类坝，建议对水库进行除险加固。其中，本次分库后，上库利用现状3#副坝进行挡水，根据该评价报告，现状3#副坝背水侧浆砌石挡墙出现部分裂缝，但不影响安全稳定。</p> <p>四、采纳，已补充合规性分析章节论述，详见1.1.3节；</p> <p>五、解释，经过分析，虽然分库建设工程占用部分水库库容，但未降低原有水库防洪标准与等级；详见4.9节；</p> <p>六、解释，已明确建成后上、下库特征水位和库容参数；详见4.8节；分库后，由于上下库仍设置连通闸，虾公岩水库仍为一个水库</p> <p>七、采纳，已按照专家意见进行修改；</p> <p>八、采纳，后续将按规定办理水工程建设规划同意书审批手续</p>

序号	职能部门	回复意见	采纳情况
2	东莞市林业局	<p>一、建议按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》、《建设项目使用林地审核审批管理规范》执行。</p> <p>二、按相关法律法规的规定和程序办理森林公园经营范围调整等审批手续；</p> <p>三、尽量减少临时占地，且不得在森林公园范围内挖土、取土、堆土；</p> <p>四、建议本项目纳入东莞市大屏嶂森林公园总体规划后再动工；</p> <p>五、建议征求林场意见；</p> <p>六、建议在十五五期间通过绿美生态建设增加辖区内林地面积，弥补因项目建设而减少的森林面积</p>	采纳。将根据相关法律法规办理相关手续。
3	东莞市自然资源局	<p>一、项目压占生态保护红线，需按照相关要求，在符合有限认为活动的要求下开展相关报批工作；</p> <p>二、建议项目建设单位与涉及的土地权属单位充分沟通协商，做好相关补偿工作，避免引起权属纠纷；</p> <p>三、建议项目建设单位与涉及的土地权属单位充分沟通协商，做好相关补偿工作，避免引起权属纠纷。</p> <p>四、在工程实施过程中，若涉及临时用地的，需按规定办理临时用地手续，工程完工后按要求复耕复绿，恢复土地原状。</p> <p>五、为避免造成违法用地，建议先完善相关用地手续后再动工建设</p>	采纳。将根据相关法律法规办理相关手续。

序号	职能部门	回复意见	采纳情况
7	东莞市生态环境局	<p>一、建设项目需根据《中华人民共和国环境影响评价法》的有关规定，依法开展环境影响评价。</p> <p>二、是建议相关规划要求和工程建设必要性章节中，补充最新《东莞市水资源综合规划修编》虾公岩水库相关内容。</p> <p>三、建议补充论证虾公岩水库恢复供水功能的可行性，并补充虾公岩水库下库的现状水质、底泥污染等情况。</p> <p>四、建议加强施工前期论证和施工期管理，确保不对水库水质造成影响；施工过程中严格过程管理，做好隔离带或缓冲带措施，避免雨洪期施工及影响等；施工完成后尽快做好施工影响区域恢复等措施。</p> <p>五、项目开发应充分考虑项目对水环境的影响，有工业、生活、生产等废水产生的项目应根据污水去向，完善项目内雨污分流，按相关要求完善相关行政许可事项后实施。</p> <p>六、目前虾公岩水库还未划定饮用水源保护区，建议优化相关表述。</p> <p>七、建议相关土地使用权人按照《中华人民共和国土壤污染防治法》《广东省实施<中华人民共和国土壤污染防治法>办法》和《东莞市建设用地土壤环境联动监管方案》等工作要求，结合实际情况依规开展土壤污染防治有关工作，确保后续有关用地土壤环境安全。</p>	<p>一、采纳，将委托第三方开展环评报告编制工作；</p> <p>二、采纳，已补充完善，详见报告4.2.5节以及4.3.1节论述；</p> <p>三、采纳，已补充可达性分析，详见1.1.3节，已补充现状水环境情况论述，详见4.2.3节；</p> <p>四、采纳，已考虑施工期隔离带措施，详见第八章；</p> <p>五、采纳，将按照相关要求完善行政许可手续；</p> <p>六、解释，相关论述是基于后续水库水源保护区划定进行阐述，本次保留论述内容；</p> <p>七、采纳，不涉及。</p>
4	东莞市大屏嶂森林公园	<p>一、该项目未纳入公园总体规划，需将该项目纳入公园总规并完成修编审批。</p> <p>二、项目如需征、占用森林公园范围内土地，需依法依规办理征、占用土地相关手续。</p>	<p>采纳。建议后续林业局做好相关总体规划；</p> <p>二是后续将依法做好相关土地手续</p>
5	广东电网有限责任公司东莞供电局	无意见	采纳。
6	东莞市交通运输局	无意见	采纳

序号	职能部门	回复意见	采纳情况
8	塘厦镇规划所	<p>临时用地红线范围图（虾公岩水库）在《塘厦镇国土空间规划（2021-2035年）》为林地、农业设施建设用地、坑塘水面、园地、耕地、草地、城镇住宅用地、公园绿地。不占压永久基本农田，占压生态保护红线（441900130086），无控规覆盖。红线与已批规划红线无冲突。</p> <p>主体建筑物地上地下红线范围图（虾公岩水库）在《塘厦镇国土空间规划（2021-2035年）》为园地、水库水面、农业设施建设用地、耕地、草地、林地、城镇住宅用地、坑塘水面，占压永久基本农田（图斑为44190011620000000002），占压生态保护红线（441900130086），无控规覆盖。红线与已批规划红线无冲突。</p> <p>为推进项目建设，我所原则支持项目选址。用地红线以办理《建设项目用地选址意见书》的红线为准。</p>	<p>采纳，已调整用地红线，将基本农田调出红线范围内。</p>
9	中国电信	<p>1、根据贵单位提供的工程红线图分析，结合现场实际情况勘察初步预判存在本地网配线光缆（监控）。</p> <p>2、请贵单位在勘察施工前，务必做好详细物探，文明施工，避免发生通信事故，若涉及不可避免将影响我司管缆的，务必在确认迁改方案后，落实管缆迁改的费用。</p> <p>3、项目实施过程中，做好我司管缆的保护工作，在明确实施时间时，务必至少在实施时间点提前5个工作日通知我方联系人，或提供实施计划表（含时间、地点及施工联系人）表予我方。</p>	<p>采纳</p>

序号	职能部门	回复意见	采纳情况
10	住建局	经研究，该工程地块不涉及我市历史城区、历史文化名镇名村、历史文化街区、传统村落和历史建筑的保护范围，我局对该工程用地预审与规划选址红线无不同意见。	采纳
11	塘厦镇人民政府	<p>1、虾公岩水库周边存在居民小区、零散民宅与工棚、库区管理楼、公园公厕、工厂、钓鱼场、菜地、果场、苗木园、农庄、家禽养殖场、沉香林及建筑机械的维修与租赁等，在水源保护范围线划定时，应同步考虑水库周边污水的治理；</p> <p>2、建议下来根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，结合库容、是否涉及环境敏感区确定其环评类别，做好相应环评文件办理工作，并切实评估该项目对敏感点的影响，做好相关应对措施，避免矛盾发生。</p> <p>3、根据来文提供地块红线（临时用地红线范围图），该地块涉及塘厦镇林地2.0931公顷，大屏嶂林场林地0.5035公顷，合计占用约2.5966公顷的林地用地；根据来文地块红线（主体建筑物地上地下红线范围图），该地块涉及林地1.9662公顷，均属于塘厦镇林地管理范围。按照建设项目使用林地应当遵循不占或少占林地，必须使用林地的，应当符合林地保护利用规划、合理和节约利用林地原则。建议完善相关用林手续后再开工建设</p>	<p>1、采纳。建议由塘厦镇人民政府开展相关污水治理工作；</p> <p>2、采纳。</p> <p>3、采纳</p>

22 附图

序号	图名	图幅	备注	序号	图名	图号	图幅	备注	序号	图名	图号	图幅	备注
水工				24	3#工作井连接桥大样图		A3		2	基坑支护横断面图 (2/3)		A3	
1	隔离坝平面布置图	A3		25	4#顶管接收井平面结构图		A3		3	基坑支护横断面图 (3/3)		A3	
2	主、副坝平面布置图 (1/2)	A3		26	4#顶管接收井断面结构图		A3		电气				
3	主、副坝平面布置图 (2/2)	A3		27	控泄转输工程出水口八字墙平断面图		A3		1	动力配电系统图		A3	
4	主坝纵剖面图	A3		28	控泄转输工程出水口八字墙大样图		A3		2	低压电缆路径图		A3	
5	A-A、B-B横断面图	A3		29	大样图 (1/2)		A3		金属结构				
6	C-C、D-D横断面图	A3		30	大样图 (2/2)		A3		1	泄水控制闸金属结构布置图		A3	
7	E-E、F-F横断面图	A3		31	控泄转输工程纵断面图		A3		2	连通闸金属结构布置图		A3	
8	G-G、H-H横断面图	A3		32	泄水控制闸、放空闸平面布置图		A3		3	放空闸金属结构布置图		A3	
9	I-I、J-J横断面图	A3		33	泄水控制闸平面布置图		A3		建筑结构				
10	分库坝大样图	A3		34	泄水控制闸纵剖面图		A3		1	泄水控制水闸建筑设计总说明 (一)		A3	
11	库内土石方开挖平面图	A3		35	泄水控制闸剖面图		A3		2	泄水控制水闸建筑设计总说明 (二)		A3	
12	控泄转输工程总平面图	A3		36	八字口进水渠断面图		A3		3	泄水控制水闸建筑构造统一做法表		A3	
13	控泄转输工程工作井平面布置图 (1/3)	A3		37	放空闸剖面图		A3		4	泄水控制水闸平面图		A3	
14	控泄转输工程工作井平面布置图 (2/3)	A3		38	放空闸交通桥剖面图		A3		5	泄水控制水闸立面图 (1/2)		A3	
15	控泄转输工程工作井平面布置图 (3/3)	A3		39	连通闸平面布置图		A3		6	泄水控制水闸立面图 (2/2)		A3	
16	1#顶管接收井平面布置图	A3		40	连通闸剖面图		A3		7	连通闸平面图		A3	
17	1#顶管接收井断面结构图	A3		41	八字口段结构图 (1/2)		A3		8	连通闸屋顶平面图立面图剖面图		A3	
18	2#顶管工作井结构图	A3		42	八字口段结构图 (2/2)		A3		9	放空闸平面、立面、剖面图		A3	
19	3#顶管工作井结构图	A3		43	闸室段结构图		A3		施工组织				
20	3#顶管工作井平面结构图	A3		44	出水渠段结构图		A3		1	施工组织平面布置图		A3	
21	3#顶管工作井断面结构图 (1/2)	A3		45	消力池结构图		A3		2	双排钢板桩围堰断面图		A3	
22	3#顶管工作井断面结构图 (2/2)	A3		岩土				3	施工组织大样图		A3		
23	3#工作井连接桥平断面图	A3		1	基坑支护横断面图 (1/3)		A3						