

(审定稿)

2025. 10

深圳市水务规划设计院股份有限公司

2025.10

李强 陈国良 何圣文 李祖良 廖利华 陆银梅

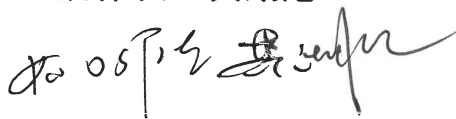
项 目 名 称：湖南省新晃县岩板田水库工程

项目立项号：2023KS0029

项目委托单位：新晃侗族自治县水利建设项目管理中心

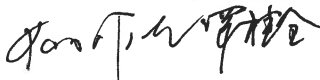
报告编制单位：深圳市水务规划设计院股份有限公司

项 目 负 责：姚作友 龚湖港



批 准：姚作友 

审核/审查：姚作友 罗桂全



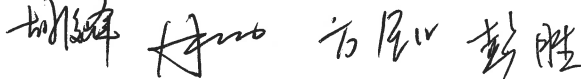
校 核：黄琳 康心蓉 龚湖港



编 写：李华 龚湖港 周勇华 万磊 张婷 周旭



胡俊峰 周鹏 方知 彭胜



目 录

工程特性表.....	i
1. 综合说明.....	1
1.1 绪言.....	1
1.2 水文.....	9
1.3 工程地质.....	12
1.4 工程任务和规模.....	20
1.5 工程布置及建筑物.....	24
1.6 机电及金属结构.....	27
1.7 消防设计.....	29
1.8 施工组织设计.....	30
1.9 建设征地及移民安置.....	34
1.10 环境影响评价.....	34
1.11 水土保持.....	35
1.12 劳动安全与工业卫生.....	39
1.13 节能评价.....	39
1.14 工程管理.....	40
1.15 投资概算.....	41
1.16 经济评价.....	41
1.17 结论与建议.....	41
2. 水文.....	43
2.1 流域概况.....	43
2.2 气象.....	44
2.3 水文基本资料.....	45
2.4 径流.....	45
2.5 洪水.....	49
2.6 泥沙.....	68
2.7 水位流量关系曲线.....	69

2.8 雨水情测报系统.....	70
3. 工程地质.....	73
3.1 本阶段勘察工作概述.....	73
3.2 区域及水库地质.....	75
3.3 坝区工程地质条件及评价.....	90
3.4 其他建筑物工程地质条件及评价.....	102
3.5 天然建筑材料.....	105
3.6 结论及建议.....	107
4. 工程任务和规模.....	109
4.1 工程任务.....	109
4.2 灌溉需水.....	117
4.3 灌区来水量.....	139
4.4 应急备用需水量.....	148
4.5 农村供水量.....	149
4.6 供需水分析.....	152
4.7 水库兴利调节计算.....	152
4.8 水库特征水位选择.....	159
4.9 洪水调节计算.....	160
4.10 水库泥沙淤积及回水计算.....	164
5. 工程布置及建筑物.....	168
5.1 设计依据.....	168
5.2 工程等级和标准.....	175
5.3 工程建筑物轴线选择.....	179
5.4 主要建筑物选型.....	185
5.5 工程总体布置.....	194
5.6 挡水建筑物.....	200
5.7 泄水建筑物.....	214
5.8 放空冲沙孔设计.....	224

5.9 取水建筑物.....	226
5.10 输水建筑物.....	230
5.11 边坡工程.....	230
5.12 交通建筑物.....	231
5.13 大坝安全监测.....	235
5.14 房屋建筑物.....	241
5.15 工程建设内容及工程量汇总.....	242
6. 机电及金属结构.....	250
6.1 机电设备.....	250
6.2 电气.....	251
6.3 金属结构.....	259
6.4 采暖通风与空气调节.....	269
7. 消防设计.....	271
7.1 概述.....	271
7.2 消防设计原则和依据.....	271
7.3 消防总体设计方案.....	272
7.4 建筑物消防设计.....	274
7.5 机电设备消防设计.....	277
7.6 消防给水.....	278
7.7 通风和防排烟.....	279
7.8 消防电气.....	279
8. 施工组织设计.....	281
8.1 施工条件.....	281
8.2 料场选择与开采.....	288
8.3 施工导截流.....	289
8.4 主体工程施工.....	311
8.5 施工交通运输.....	371
8.6 施工工厂设施.....	373

8.7 施工总布置.....	377
8.8 施工总进度.....	380
8.9 主要技术供应.....	383
9. 建设征地与移民安置.....	386
9.1 概述.....	386
9.2 建设征地范围.....	387
9.3 建设征地实物.....	392
9.4 农村移民安置.....	397
9.5 土地复垦及耕地占补平衡.....	398
9.6 城（集）镇迁建、企（事）业单位和专项设施处理、防护工程..	399
9.7 库底清理.....	399
9.8 实施总进度及年度计划.....	403
9.9 投资概算.....	404
10. 环境保护设计.....	416
10.1 概述.....	416
10.2 环境现状调查与评价.....	419
10.3 环境影响预测评价.....	420
10.4 生态流量保障.....	432
10.5 水环境保护.....	432
10.6 生态保护.....	439
10.7 土壤环境保护.....	440
10.8 人群健康保护.....	441
10.9 大气及声环境保护.....	442
10.10 其他环境保护.....	444
10.11 环境管理及监测.....	444
10.12 环境保护投资概算.....	447
11. 水土保持设计.....	450
11.1 概述.....	450

11.2 主体工程水土保持评价.....	452
11.3 水土流失防治责任范围及防治分区.....	462
11.4 水土流失影响分析与预测.....	466
11.5 水土流失防治标准和总体布局.....	472
11.6 弃渣场及其防护工程设计.....	476
11.7 表土保护利用与土地整治工程设计.....	486
11.8 植被恢复与建设工程设计.....	490
11.9 临时防护与其他工程设计.....	491
11.10 水土保持工程施工组织设计.....	493
11.11 水土保持监测与管理设计.....	498
11.12 水土保持投资概算.....	505
12. 劳动安全与工业卫生.....	511
12.1 危险与有害因素分析.....	511
12.2 劳动安全措施.....	515
12.3 工业卫生措施.....	518
12.4 安全卫生评价.....	521
13. 节能评价.....	523
13.1 设计依据.....	523
13.2 能耗分析.....	524
13.3 节能措施.....	525
13.4 节能效果评价.....	526
14. 工程管理设计.....	529
14.1 设计依据.....	529
14.2 工程管理体制.....	529
14.3 工程运行管理.....	530
14.4 管理范围和保护范围.....	535
14.5 工程管理设施与设备.....	536
15. 工程信息化.....	539

15.1 概述.....	539
15.2 标准化管理与数字孪生系统建设.....	560
15.3 分项设计.....	596
15.4 系统集成与运行维护.....	634
15.5 主要工作量清单.....	639
16. 设计概算.....	644
16.1 概述.....	644
16.2 编制原则和依据.....	645
16.3 基础单价编制.....	646
16.4 费用计算标准及依据.....	647
16.5 其他说明.....	648
16.6 投资概算成果.....	649
17. 经济评价.....	651
17.1 概述.....	651
17.2 费用估算.....	652
17.3 国民经济评价.....	654
18. 结论与建议.....	660
18.1 结论.....	660
18.2 建议.....	661

工程特性表

序号及名称	数量	备注
一、水文		
1.流域面积		
全流域/km ²	14.67	何家田溪
工程坝址以上/km ²	7.35	
2.利用的水文系列年限/年	61	1960~2020 年（新晃气象站）
3.多年平均年径流量/万 m ³	402.60	
4.代表性流量		
多年平均流量/（m ³ /s）	0.128	
设计洪水标准 P/%	2	
相应流量/（m ³ /s）	48.33	
校核洪水标准 P/%	0.2	
相应流量/（m ³ /s）	73.85	
施工导流标准 P/%	20	
相应流量/（m ³ /s）	6.4	10~次年 3 月
5.洪量		
设计洪水洪量（3d）/万 m ³	60.33	
校核洪水洪量（3d）/万 m ³	91.87	
6.泥沙		
多年平均悬移质年输沙量/t	1456	
多年平均含沙量/（kg/m ³ ）	0.34	
多年平均推移质年输沙量/t	243	
二、工程规模		
1.水库		
校核洪水位（P=0.2%）/m	504.67	
设计洪水位（P=2%）/m	504.25	
正常蓄水位/m	503.00	
死水位/m	474.60	

序号及名称	数量	备注
总库容/万 m ³	204.58	
兴利库容/万 m ³	175.01	
死库容/万 m ³	6.05	
库容系数	0.55	
调节特性		年调节
校核洪水位时最大泄量/ (m ³ /s)	73.85	
设计洪水位时最大泄量/ (m ³ /s)	48.33	
2.灌溉工程		
设计灌溉面积/亩	9728	
灌溉保证率/%	85	
设计引水流量/ (m ³ /s)	0.88	
3.供水工程		
年引水量/万 m ³	42.1	设计年人饮供水量
设计引水流量 (m ³ /s)	0.122	日常供水流量为 0.023m ³ /s, 备用水源流量为 0.109 m ³ /s
供水保证率/%	95	
引水线路长度/km	/	本设计不包含供水管线
三、建设征地与移民安置		
1.永久征地面积/亩	232.23	
其中：耕（园）地/亩	74.84	
林地/亩	93.04	
草地/亩	2.27	
水域及水利设施用地/亩	26.72	
2.临时用地面积/亩	29.91	
其中：耕（园）地/亩	4.82	
林地/亩	8.92	
草地/亩	2.38	

序号及名称	数量	备注
水域及水利设施用地/亩	/	
四、主要建筑物及设备		
1.挡水建筑物		
型式		埋石混凝土重力坝
地震动参数设计值/g	0.05	
地震基本烈度/度	VI	
地震设计烈度/度	VI	
坝顶高程/m	506.00	
最大坝高/m	49.5	
坝顶长度/m	132.0	
2.泄水建筑物		
型式		开敞式溢流堰
堰顶高程/m	503.00	
溢流段闸孔尺寸及孔数/m	单孔净宽 7m *2 孔	
设计泄洪流量/ (m ³ /s)	48.33	50 年一遇
校核泄洪流量/ (m ³ /s)	73.85	500 年一遇
3.引水建筑物		
设计引用流量/ (m ³ /s)	1.03	
进水口底槛高程/m	474.60	分层取水
引水管道型式	直径 DN1000 钢管	坝内埋管
长度/m	45	直径 DN1000 钢管 (坝内 32m)
内径/m	1.0	
4.放空管		
进水口高程	471.50	坝内埋管
长度/m	100	直径 DN1400 钢管 (坝内 40m)
闸阀	DN1400	
4.输水建筑物		
设计流量 (m ³ /s)	/	预留端口
输水型式	有压管道	有压重力输水

序号及名称		数量	备注
灌溉管长度/m		/	预留端口
供水管长度/m		/	预留端口
生态流量支管长度/m		40	DN200 球墨铸铁管
五、施工			
1.主体工程数量			
明挖	土方/m ³	4.99 万	
	石方/m ³	5.47 万	
填筑	土石方/m ³	0.84 万	
块石/m ³		2.50 万	
混凝土和钢筋混凝土/m ³		10.17 万	
钢筋/t		960.67	
帷幕灌浆/m		2707	
固结灌浆/m		5245	
主要建筑材料数量			
水泥/t		2.48 万	
钢材/t		1029.87	
3.所需劳动力			
总工日/万工日		9.32	
高峰工人数/人		280	
4.对外交通公路			
距离/km		15	
运量/万 t		3.74	
5 施工导流方式		组合式导流	导流底孔+导流涵管 +坝体预留缺口导流
6.施工期限			
准备工期/月		3	
投产工期/月		21	
总工期/月		24	
六、经济指标			
工程部分投资/万元		10310.20	

序号及名称	数量	备注
建设征地移民补偿投资/万元	2351.25	
环境保护工程投资/万元	290.25	
水土保持工程投资/万元	410.45	
静态总投资/万元	13362.15	
价差预备费/万元		
总投资/万元	13362.15	
七、综合利用经济指标		
经济净现值/（万元）	1320.06	
经济内部收益率/%	7.10	
经济效益费用比/年	1.18	

1. 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 工程区概况

1.1.1.1 工程概况

拟建岩板田水库位于新晃侗族自治县北部，地处晃州镇两河口村岩板田组境内，其中右岸与贵州田坪镇毗邻。所涉及流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。坝址以上控制集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，坡降 53.2% 。坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.5m ，水库总库容 204.58万 m^3 。是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^\circ 11' 12''$ 、北纬 $27^\circ 25' 51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田村组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

岩板田水库设计正常蓄水位 503.00m ，相应库容为 181.06万 m^3 ，校核洪水位为 504.67m ，总库容为 204.58万 m^3 。设计大坝坝型为埋石混凝土重力坝、灌溉供水用坝身塔式取水口。设计最大坝高 49.5m ，工程等别为 IV 等，永久性主要建筑物拦河坝、溢流坝、灌溉供水取水塔等，主要建筑物为 4 级建筑物，其他次要建筑物为 5 级建筑物。

1.1.1.2 地区社会经济概况

新晃侗族自治县，以下简称新晃县，隶属于湖南省怀化市。位于湘西中低山丘陵西部，西接云贵高原，东连芷江，西、南、北三面与贵州毗邻。总面积 1508km^2 。其中山地占总面积的 84.22% ，最高峰天雷山海拔 1136m 。境内溪流众多，形成许多溪谷平地。全辖 9 镇 2 乡 137 村，总人口 25.5 万，有侗、汉、苗、回等 26 个民族，少数民族人口占总人口的 86.7% ，其中侗族占总人口 80.13% ，是湘黔高铁经济带重要节点，为国家地理标志产品保护示范区。新晃森林覆盖率达 67.5% ，右旋龙脑樟呈群落分布，是中国大陆仅有的右旋龙脑樟种源地。矿产资源较多，其中钾长石储量 9 亿吨，重晶石储量 2.8 亿吨，为全国特大型矿床，被誉为“中国钨都”。农副产品产量较大，是“中国湘西黄牛之乡”和湖南省烟叶生产基地县。历史文化特色浓郁，在秦汉时期属夜郎国治地，唐贞观八年设夜郎县，历时 108 年。侗文化、夜郎文化积淀厚重，原始稻作文化、

侗文化保存良好。侗戏“咚咚推”已入列国家首批非物质文化遗产保护名录。是湖南省历史文化名城。

晃州镇地处新晃县北部，西与鱼市镇交界，北与贵州田坪镇毗邻，南与禾滩镇相连，东与波洲镇嵌合。全镇总面积 203.17km²，由原兴隆镇、新晃镇、方家屯乡、大湾罗乡四个乡镇合并而成，镇人民政府驻大洞坪村小黄坪组，距县城 1km。全镇辖 29 个行政村，9 个社区，耕地面积 30660 亩。辖区内以优质水稻、畜牧业、商品集散零售业为主。晃州镇党委、政府以科学发展观为统领，按照新晃县委提出的“强工壮农、兴城活旅、生态和谐、协调发展”的战略目标，紧紧围绕“坚持党建引领、服务县城建设、实施精准扶贫、加快产业培育、统筹城乡发展”的总体思路，以抓增长促民生，抓亮点促提升，抓稳定促和谐为主线，努力将晃州镇打造成“美丽晃州、小康晃州、活力晃州、幸福晃州”。全力打造新晃全面发展、综合实力第一镇。



图 1.1-1 晃州镇集镇

2024 年，完成地区生产总值（GDP）100.91 亿元，比上年同期增长 6.0%。其中：第一产业实现增加值 13.76 亿元，增长 3.8%；第二产业实现增加值 31.42 亿元，增长 8.4%；第三产业实现增加值 55.73 亿元，增长 5.2%。产业结构不断调整，三次产业结构由上年的 13.9:30.7:55.4 调整为 13.6:31.2:55.2。

1.1.2 项目前期工作情况

岩板田水库项目已列入《全国小型水库建设实施方案（2025-2026 年）》，项目类别为 B、《怀化市现代水网建设规划（2023~2035 年）》、《新晃侗族自治县现代水网建设规划（2023~2035 年）》和《新晃侗族自治县“十五五”水安全保障规

划》。

2021 年 10 月，新晃侗族自治县水利局编制完成《岩板田水库建设初步论证报告》，于新晃县晃州镇两河口村岩板田组拟建小（1）型水库，以城乡供水为主兼顾旅游、防洪、灌溉等综合利用的水利工程。

2022 年 3 月~ 2022 年 5 月，编制完成了《湖南省新晃县岩板田水库成库论证报告》。

2022 年 3 月，深圳市水务规划设计院有限公司受新晃侗族自治县水利建设项目管理中心委托，编制新晃县岩板田水库工程可行性研究报告。

2023 年 8 月 1 号，新晃侗族自治县发展和改革委员会印发关于《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告的批复》。

2025 年 9 月 12 号，通过怀化市水利局《新晃县岩板田水库工程初步设计报告》的审查。

1.1.3 可行性研究报告的主要结论及审查和审批意见

2023 年 8 月，深圳市水务规划设计院股份有限公司完成并提交了《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告》，新晃侗族自治县发展和改革委员会对《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告》进行了批复。

1) 可行性研究报告的主要结论如下：

新晃县位于湖南西部山区，为汉、苗族、土家族等多民族居住地区之一，在《全国抗旱规划》中，新晃县被列为主要受旱县，干旱是新晃县主要的自然灾害之一，新晃县抗旱能力较差。新晃县每年都有不同程度的干旱灾害，给工农业和人民生活造成一定的损失，严重制约全县的经济发展。

根据预测至 2030 年 $P=85\%$ 灌区灌溉年毛需水量为 147.58 万 m^3 。岩板田水库供区设计水平年 2030 年人饮备用水源需水量为 51.32 万 m^3 。根据应急备用需水量、日常供水需水量和灌溉需水量计算成果可知，到规划 2030 年受水区居民年生活用水备用水源需水量为 51.32 万 m^3 ，年下放生态水量 42.6 m^3 。

目前县二水厂现状年供水量 596 万 m^3 ，管网漏损水量 90.7 万 m^3 ，管网漏损率约为 15%。如通过对现有供水管网改造将漏损率降为二级 12%，则管网漏损水量为 71.5 万 m^3 ，可节水 19.2 万 m^3 。岩板田水库建成后，县二水厂计划每月从岩板田水库取水 6 万 m^3 水量，年灌溉毛需水 147.58 万 m^3 。

水资源作为城市的命脉，是改善人民物质生活及发展生产建设不可缺少的重要基础，关系到社会稳定的大局。城市供水作为城市基础设施，不仅要适应超常规的经济发展，而且要有超前的发展意识。而新晃县给水规模已远不能保证经济发展和人民生活的需要，已成为制约当地经济发展的重要因素之一。

水库水质优于县二水厂现状河道取水口水质，岩板田水库建成后，既满足下游晃州镇灌溉需求的同时，亦可作为县城供水预备水源县，同时二水厂计划每月从岩板田水库取水 6 万 m^3 水量。岩板田水库工程项目的建设是缓解供区内缺水严峻形势，是保障当地农村人畜饮水的需要；是更加有效地防止该流域水土流失，提高群众生活水平，促进区域经济协调发展的需要，对新晃县的经济发展和社会稳定具有积极的不可替代的作用，因而尽早兴建本工程是非常迫切和必要的。

但由于地方经济发展不平衡，依靠地方财政投资水利十分困难，兴建本工程希望能得到国家的大力支持。

根据工程地质评价，区域构造稳定；库区山体宽厚，无低于正常蓄水位的深切邻谷，地形封闭条件良好；无区域断层通过，且库盆车夫组属弱岩溶发育岩组，岩溶不发育；水库蓄水后不存在永久性管道式集中岩溶渗漏问题，结合坝址防渗处理后具备蓄水条件。

岩板田水库工程总投资 13640.75 万元。经计算，经济净现值 2100.32 万元，经济内部收益率 8.09%，大于社会折现率 6%，效益费用比 1.26，国民经济评价可行。

2) 新晃侗族自治县发展和改革局批复如下：

一、为缓解区域水资源的供需矛盾，提高区域水资源的承载能力，有效缓解社会经济快速发展与水资源需求之间的矛盾，促进社会经济良性发展，同意你单位实施新晃县岩板田水库工程。

二、项目建设地点:新晃县晃州镇。

三、项目建设规模和建设内容为：新建小（1）型水库一座及配套附属工程。

四、项目单位：新晃侗族自治县水利局，主要职责是负责该项目的建设和管理。

五、项目投资估算及资金来源:项目估算总投资 13640.75 万元。其中:1) 工程部分静态投资 10056.98 万元，其中:建筑部分投资 6512.22 万元，机电设备及

安装工程 373.89 万元，金属结构设备及安装 166.52 万元，临时工程 527.52 万元，独立费用 1562.59 万元，基本预备费 914.27 万元。2) 建设征地移民、环境保护和水土保持部分总投资 2892.76 万元，其中:建设征地移民补偿投资 2351.25 万元，环境保护工程投资 86.01 万元，水土保持工程投资 258.51 万元。资金来源为拟申请中央资金和地方配套。请按《关于印发<新晃侗族自治县县本级政府投资项目审批及概算管理办法>的通知》(晃政办发(2018) 7 号)等有关规定严格控制项目投资。

六、本项目的勘察、设计、施工、监理、重要设备及材料购置、安装等，达到招标限额以上的依法实行委托公开招标，请委托有关法律法规规定委托相应的招标代理机构办理招标事宜。

七、项目建筑、电气、暖通等，要按国家有关节能法律法规及节能审查要求，在初步设计阶段进一步完善。请根据有关规定及本批复要求，严格按限额设计原则抓紧组织开展项目初步设计，并报我局审批工程建设总投资概算。

八、本项目建设工期 24 个月（含报建审批阶段），请切实加强项目工期管理，确保项目按期按质竣工投用。如不能按期按质竣工投用，须在工期届满后 30 日内向我局做出书面说明，并提出整改措施。

九、根据国家和省有关规定，本项目不得搭车建设或变相建设办公用房等楼堂馆所，不得改变业务技术用房用途，不得搞任何形式集资或摊派，不得违法违规举借债务，不得由施工单位垫资建设，严禁挪用各类专项资金。

十、本项目建设实行代建制管理，请严格按照《中共湖南省委、湖南省人民政府关于深化投融资体制改革的实施意见》(湘发(2016) 33 号)等代建制有关法律法规实施。拟实施全过程工程咨询管理的，应在代建管理模式下实行。

十一、根据有关规定，请你单位通过“湖南省固定资产投资项目在线审批监管平台”，如实报送项目开工建设、建设进度、竣工投用等基本信息，其中项目开工前按季报送进展情况;项目开工后至竣工投用止，按月报送进展情况。我局将采取在线监测、现场核查等方式，加强对项目实施的事中、事后监管，依法处理有关违法违规行为。

十二、本审批文件有效期为 2 年，自发布之日起计算，在审批文件有效期内未开工建设项目的，应在审批文件有效期届满 30 日前向我局申请延期。项目在审批文件有效期内未开工建设也未申请延期的，或虽提出延期申请但未获批

准的，本审批文件自动失效。

1.1.4 勘测设计工作过程

(1) 可研阶段

2023年3月，受新晃侗族自治县水利建设项目管理中心委托，我司承担了湖南省新晃县岩板田水库新建工程可行性研究报告编制工作，为此开展相应的可行性研究设计工作。进入现场开展库区地形测绘及坝址地质勘探工作，至2023年4月底，基本完成了岩板田水库库区及坝址范围地形测量，土、石料场勘测和坝址地质勘探工作。

(2) 初步设计阶段

根据本阶段的基础资料，进行了初步的技术、经济、安全及合理性的论证。

①根据现场调查及相关基础资料，复核了岩板田水库工程开发任务、建设规模等；

②根据最新的地形、地质勘测成果对设计方案进行了复核，发现了原方案存在的问题；根据分析计算，调整了枢纽建筑物的布置，对原方案存在的问题进行了修正和补充完善；

③复核了工程等级和设计标准；

④根据上阶段设计成果和现阶段地形、地质勘测成果，对上阶段选定坝址区的上、下两个坝线，进行了埋石混凝土重力坝、钢筋混凝土面板堆石坝两种坝型比较，通过分析计算，拟定下坝线为推荐坝线，埋石混凝土重力坝为推荐坝型；

⑤确定工程总体布置、主要建筑物的轴线、结构型式和布置、控制尺寸、高程等；

⑥提出消防设计方案和主要设施；

⑦选定对外交通方案、施工导流方式、施工总布置、主要建筑物施工方法和主要施工设备等；

⑧复核了水库淹没和工程占地范围；

⑨复核了环境保护和水土保持设计；

⑩编制了设计概算，进行了经济评价等工作。

2025年8月编制完成《湖南省新晃县岩板田水库新建工程初步设计报告》（送审稿）。

1.1.5 项目建设的必要性

新晃侗族自治县位于湖南省最西部，南、西、北三面与贵州接壤，处于衡邵干旱走廊，受特殊气候和地理条件影响，秋旱和夏秋连旱发生十分频繁。岩板田水库所在流域及周边区域水利基础设施薄弱，下游近万亩耕地灌溉靠天吃饭，工程性缺水问题突出。同时，岩板田水库供水区域内的新晃县城水源单一（从澧水支流平溪河取水），水量受季节性降水影响显著，供水安全和应急保障能力难以满足要求。

1) 工程建设是解决居民生活灌溉缺水、保障粮食安全的迫切需要

干旱是新晃县主要自然灾害之一，项目区域内现有水利基础设施薄弱，目前，全镇有 3 座小（1）型水库及 9 座小（2）型水库，主要功能为防洪、发电及部分灌溉，现有水利设施主要由当地村民自发修建，工程部分老化失修，放水设施失效、抗洪能力不足现象普遍存在，蓄水能力严重下降，可供水量不能满足居民生活生产用水需要，工程性缺水问题突出。现状水利设施灌溉和供水远远不能满足晃州镇农业生产的发展的需求，严重制约当地经济发展。龙溪河流域区域内田土众多，但农业灌溉基础设施薄弱，灌溉保证率低，当地政府、村组百姓希望修建水源工程来改善灌溉条件的呼声极高。岩板田水库工程项目的建设是缓解下游灌面内缺水严峻形势，提高灌区灌溉保证率，增加种植作物产量的需要；同时加快高标准农田建设，对现有灌区续建配套及节水改造，保障粮食生产安全。龙溪流域优质水源及水库的新建，既能解决下游人民群众饮用水源保障低的现状，也能满足附近乡镇人民喝上好水的愿望。故该工程既是粮食安全的保障，也是人民对美好生活向往的需求。

2) 工程建设是县城应急备用水源以及人民对优质水源迫切需要

工程区属中亚热带季风湿润气候，由于特殊的自然地理环境，区内降雨年际、年内分布极不均衡，河流多属山区河源型河流，源短流细，地表、地下水滞蓄能力差。现有水厂水源基本为河流或溪沟水，结合区域水质分析成果为二类水质，可作为县城供水预备水源，经计算居民生活用水量为 $0.818 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ ，备用水源供水天数按 60 天确定，该时段用水量为 51.32 万 m^3 。因为水库水质优于县二水厂现状河道取水口水质，岩板田水库建成后，县二水厂计划每月从岩板田水库取水 6 万 m^3 水量。岩板田水库工程项目的建设是缓解供区内缺水严峻形势，是保障当地人饮的需要；是更加有效地防止该流域水土流失，提高群众生

活水平，促进区域经济协调发展的需要。因此，岩板田水库工程的建设是非常必要的。

3) 是贯彻区域经济发展规划，实现农业经济可持续发展的重大举措

岩板田水库修建，不仅保障下游乡镇供水及用水需求，且符合国家乡村振兴战略规划、新晃县“十四五”水安全保障规划和新晃县“十四五”农村饮水安全规划部署要求。充分体现党和政府对民生水利工作的高度重视，是为广大农民兄弟办好事、办实事的体现，是“民生水利”的具体表现。岩板田水库建设后，能够基本满足供水范围内规划水平年（2030 年）人饮用水要求，而且岩板田水库供水以自流方式供水为主，运行维护方便，集中供水方式便于水质监测、控制。同时可作为县城供水预备水源。因此，岩板田水库建设是保证供水范围县、镇、村生活用水需求、提高当地群众生活水平的需要。随着区域经济的发展，各行业特别是农业对水资源的需求量不断增加，水资源紧缺问题已经成为区域经济发展的制约性因素。故岩板田水库的新建，将极大地改善当地群众的生活灌溉用水条件，保障人民群众的饮水问题，为优化农业产业结构，发展农村经济打下坚实基础。同时岩板田水库位于跨省大峡谷--夜郎大峡谷、余岩、向家地黄精谷三个景区的交汇点，建成后将与三个景区连成一片，必将有力的推动和提升区域景区的旅游事业的发展。大力发展区域旅游业，深挖龙溪古镇、侗文化、红色旅游等资源，对解决工程性缺水问题、提高人民生活质量，建设社会主义新农村，改善生态环境具有重要作用，因此新建本工程是非常迫切和必要的。

4) 是筑牢新晃县水安全网、巩固脱贫攻坚成果、新时期社会经济的需要

加强水利基础设施建设，打造协调均衡生态“水网”，到 2025 年，基本建成与经济社会发展和生态文明建设要求相适应的水安全保障体系，水资源优化配置和水旱灾害防御能力显著提升。加强规模化供水工程建设，尽快实现管网全覆盖。随着区域经济的进一步发展，各行业特别是农业对水资源的需求量不断增加，水资源紧缺问题已经成为区域经济发展的制约性因素。“十四五”时期是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年。通过新建水源工程，提高水资源的利用率，充分合理利用好现有水资源，才能保证农业生产的用水需要，支撑起未来区域经济社会的可持续发展。结合新晃县

实际情况，岩板田水库作为综合利用水利枢纽建设项目，可结合当地其他水利设施，带动区域经济的发展，巩固脱贫攻坚成果，促进全县“十四五”时期社会经济发展，因此本工程兴建意义重大。

为解决上述问题，岩板田水库项目已列入《新晃县“十四五”水安全保障规划》并得到了批准，作为流域综合治理、开发、保护、管理的重要依据。岩板田水库的兴建，符合国家乡村振兴战略规划、新晃县“十四五”水安全保障规划、“十四五”农村饮水安全规划部署要求；是保障下游乡镇减少干旱、防洪安全，居民安居乐业的需要。水库建成后，常规年能解决区域内晃州镇 13 个村共 9728 亩耕地灌溉用水以及水厂尚未覆盖的 0.42 万人供水问题；非常年能解决晃州镇（29 个村和 9 个社区）10.69 万人应急用水和 9728 亩农田应急灌溉问题。因此，兴建岩板田水库对提升当地防灾减灾能力、保障供水安全、促进经济社会的发展、群众安居乐业和社会稳定都将起着举足轻重的作用。

1.2 水文

1.2.1 流域概况

拟建的岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km²，干流长度 4.47km，坡降 53.2‰。大坝距新晃县城约 12km。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。何家田溪在岩板田水库坝址以上流域植被覆盖良好，水土保持情况较好。

1.2.2 气象

岩板田水库位于新晃县，临近的气象站位新晃侗族自治县气象站，距坝址约 8.8km。

新晃侗族自治县气象站于 1959 年 2 月建站，站址位于新晃县的老晃城河西坡上（现兴隆中学），同年 5 月迁站至新晃城龙溪口营盘坡山顶。1986 年确定为国家气象观测一般站，观测场位于北纬 27°22′，经度 109°10′，海拔高度 355.5 米，区站号 57744。

新晃县地处亚热带，气候温和，雨量充沛，干湿明显，四季分明。年平均气温 15.9~17.3℃，最冷月平均气温 1.6~7.2℃，最热月平均气温 25.7~28.6℃；无霜期 246~356d，年日照时数为 1014.5~1590.2h；多年平均雨日 154~169d，多年平均降雨量 1171.3mm，年最大降雨量 1461.9mm，年最小降雨量 684mm；

由于受太平洋副热带气团和极地冷气团活动的影响，降雨量在年内分布极不均匀，4、5、6三个月的降雨量占全年降雨量的43.9%，7、8、9三个月的降雨量仅占全年的27.1%；由于降雨时空分布不均，加上天气炎热高温（多年平均日最高气温在35℃以上的天数达18d以上），因而蒸发量大于降雨量，多年平均蒸发量达1157.2mm以上，其中7、8、9三个月的蒸发量占全年蒸发量的43%。多年平均风速1.1m/s，最大风速16.7m/s（1983年4月27日），风向WSW，汛期（4~9月）最大风速多年平均值13.0m/s。

1.2.3 径流

岩板田水库坝址所在河流的补给主要依靠降雨补给，流域径流年内分配也极不均匀，流域内各月径流变化与各月降水量变化基本一致。本流域春汛期和主汛期降水除大部分产生地表径流外，另有部分形成地下径流，枯水期径流除由地表径流补给外，很大部分由地下径流补给。通过计算得出，坝址多年平均流量为0.128m³/s，多年平均径流量402.600万m³，变差系数 $C_v=0.2$ ，偏态系数 $C_s=3.5C_v$ 。

1.2.4 洪水

由于岩板田水库所在流域为无资料地区，本次采用由湖南省水利厅2015年5月编制出版的《湖南省暴雨洪水查算手册》（以下简称《手册》）中所介绍的推理公式法和纳希瞬时单位线法两种方法进行洪水计算，计算结果纳希瞬时单位线法略大于推理公式法计算结果，偏安全考虑，本次设计洪水取纳希瞬时单位线法计算成果。

本次采用水文比拟法计算设计洪水成果与纳希瞬时单位线法成果比较相差较小，认为本次设计洪水成果属合理。由于禾滩水文站与岩板田水库控制集雨面积相差较大，且禾滩站上游有朝阳水库对洪水有一定调节作用，综合考虑，本次设计洪水取纳希瞬时单位线法计算成果。

表1.2-1 设计洪水成果表

计算方法	项目	设计洪水 (m³/s)			备注
		P=0.5%	P=2%	P=5%	
水文比拟法	Q (m³/s)	82.7	72.8	57.6	
推理公式法	Q (m³/s)	71.6	65.2	50.4	

计算方法	项目	设计洪水 (m³/s)			备注
		P=0.5%	P=2%	P=5%	
	W (万 m³)	169.0	150.5	121.7	
纳希瞬时单位 线法	Q (m³/s)	91.9	83.4	60.3	采用
	W (万 m³)	169.0	150.5	121.7	

经对岩板田水库坝址设计洪水的洪峰模数成果分析，并与邻近相关工程洪峰模数比较，成果符合相同频率下面积越大洪峰模数越小的规律。

1.2.5 施工期洪水

本次岩板田水库施工期横跨整个年度，故本次施工期洪水按全年和分期分别计算，本次岩板田水库全年洪水采用《湖南省暴雨洪水查算手册》（2015版）中所介绍的推理公式法推算，分期洪水计算水文资料选用新晃气象站实测日降雨资料计算，计算方法采用推理公式法。

结合全年洪水计算和分期洪水计算，岩板田水库坝址区域施工期洪水计算成果如下表。

表1.2-2 岩板田坝址施工期洪水成果表

时段	频率		
	10%	20%	33.33%
9~次年3月	13.4	9.1	6.1
10~次年3月	10.3	6.4	3.8
11~次年2月	3.9	2.0	0.8
全年（度汛流量）	35.9	27.9	22.7

1.2.6 调洪演算

根据调洪演算的基本原则和基本资料，利用调洪演算的基本方程，求得各频率调洪成果见下表。

表1.2-3 岩板田水库坝址洪水调节成果表（起调水位 503.0m）

频率 (P%)	洪峰流量 (m³/s)	最大下泄流量 (m³/s)	最高坝前水位 (m)	相应库容 (万 m³)	备注
0.2	91.87	73.85	504.67	204.58	大坝校核
2	60.33	48.33	504.25	197.54	大坝设计
5	47.17	38.83	504.08	194.63	消能防冲

1.2.7 泥沙

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域

内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 $200\text{t}/\text{km}^2$ ，推悬比按 20%计，泥沙容重按 $1.4\text{t}/\text{m}^3$ 考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为 243t，水库坝址多年平均含沙量 $0.34\text{kg}/\text{m}^3$ 。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程。

表1.2-4 坝址泥沙淤积计算成果表

淤积年限（年）	10	20	30	50
淤积量（万 m^3 ）	0.874	1.75	2.62	4.37
淤沙高程（m）	468.44	470.39	471.53	473.14

1.3 工程地质

1.3.1 区域地质

龙溪河为沅水二级支流，发源于贵州万山特区，大致由北东向西南从万山特区高楼坪流入新晃县白岩湾，经岩板田、青草坪、晃洲镇等，于县城的龙溪口汇入舞水。其支流何家田溪发源于晃洲镇向家地村，大致由北东蜿蜒向南西，经豪师龙、岩板田、何家田于两河口流入龙溪河，干流全长约 8km，河床平均坡降陡，多跌坎。流域地势总趋势东北高，西南低，地形起伏变化大，多为高山峡谷，属云贵高原一部分，山岭高程 670~918m，地貌上属中低山。拟建岩板田水库即处在何家田溪流中游河口村岩板田组河段内。

区内分布的地层主要为寒武系地层，分别为：寒武系上统比条组（ C_{3b} ）灰色、深灰色薄~中厚层状白云岩，薄层灰岩，细粒白云岩，车夫组（ C_{3c} ）灰色中厚~厚层竹叶状灰岩与薄层泥质条带灰岩互层；寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）灰~深灰色泥质灰岩、泥灰岩、薄层灰岩，偶夹竹叶状灰岩，敖溪组（ C_{2a} ）灰、灰白色白云质灰岩、白云岩、薄层灰岩、泥灰岩夹炭质页岩。

区域挽近构造运动以间歇性掀斜上升为主，河流溪沟下切强烈。据历史记录，区域虽发生过一些地震，但无破坏性地震记载，岩板田水库附近亦无区域活动性断层通过，根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）确定，工程区基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，基本地震动反应谱特征周期为 0.35s，相应的地震基本烈度为 VI 度，属相对稳定地块。

1.3.2 水库区地质条件

两岸临河岸坡较陡峻，地形坡角大多在 40° 以上，并多见陡崖分布。左岸地表分水岭高程 749~874m，分水岭宽 200~300m，无低矮垭口分布；右岸地表分水岭高程 874~918.8m，分水岭宽 150~300m，亦无低矮垭口分布，水库地形自然封闭条件良好。

库区出露地层主要为寒武系和第四系松散堆积物，由老到新分述如下：

(1) 寒武系中统敖溪组 (C_{2a})

岩性为灰、灰白色白云质灰岩、白云岩、薄层灰岩、泥灰岩夹炭质页岩，于水库左岸出露，厚 400~500m。

(2) 寒武系中统花桥组 (C_{2h})

为灰~深灰色泥质灰岩、泥灰岩、薄层灰岩，偶夹竹叶状灰岩，厚度 120~298m，整个库盆即坐落在此层中。

(3) 寒武系上统车夫组 (C_{3c})

灰色中厚~厚层竹叶状灰岩与薄层泥质条带灰岩互层，总厚度 39~329m，主要分布在库区右岸，多形成陡崖，左岸山顶亦有分布。

(4) 寒武系上统比条组 (C_{3b})

分布于库区上游，岩性主要为灰色、深灰色薄~中厚层状白云岩，薄层灰岩，细粒白云岩，局部具泥质条带，与下伏的车夫组地层整合接触，岩性为渐变过渡，厚度 258~717m。因灰岩多为薄层或夹泥质条带，因此岩溶不发育。

(5) 第四系

冲洪积层 (Q_4^{apl})：为砂卵砾石夹孤石、漂石，局部有直径 2.0m 的巨型漂石，含少量砂，结构松散，砾石、漂石磨圆度较好，多呈现次圆状，堆积混杂无分选，分布于沟谷底部，厚度 2~5m。

残坡积层 (Q_4^{edl})：为黄褐色含砾粘土、含碎石粘土，砾石、碎石、块石含量一般为 10~35%，广泛分布于两岸山坡，厚度 0.5~3m。

人工堆积 (Q_4^s)：分布在两岸山坡表部，为村民耕种土，主要为梯田形式分布，厚度几米不等。

水库区位于万山褶皱群 SE 翼，呈单斜构造，岩层产状走向 $N10^{\circ}\sim 20^{\circ}E$ ，走向斜切河谷，倾向 SE 或 NW，倾角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据调查，库盆内未发现规模较大的断层，

亦无区域断层通过，仅水库右岸分布区域铺前断裂，距水库约 3km，为正断层，走向 $N40^{\circ}\sim 50^{\circ}E$ ，倾向 NW，倾角 $70\sim 80^{\circ}$ ，断层破碎带宽度 $10\sim 20m$ ，充水，延伸长度约 20km。

库区地下水类型为碳酸盐岩岩溶水，寒武系中统花桥组 (C_{2h})、上统车夫组和比条组 (C_{3c} 、 C_{3b}) 岩性以灰岩、泥质灰岩为主，均属可溶岩，广泛分布于整个库区，是水库区内主要含水层，岩溶水赋存于各地层的溶隙（洞）中。

大气降水是岩溶水的主要补给来源，其次地表水通过岩溶漏斗、落水洞等直接补给岩溶水，主要沿岩溶通道运移，以岩溶泉的形式排泄于地表，排泄区多位于溪流、沟谷两侧或源头附近。

库区下游右岸地表分水岭外侧有鹅塔村冲沟，沟底高程 416.7~740m，构成右侧邻谷，分水岭高程 874~918.8m，宽度 100~150m，距离水库较远，对水库无影响。

1.3.3 工程区地质条件

岩板田水库坝址位于河口村岩板田组上游 0.8km 的峡谷河段，河道较弯曲，水流较急，河流总体流向由 $N30^{\circ}E$ 向南西流出，谷底宽 10~30m，设计正常蓄水位 503.00m 时，相应谷宽 228.15m。

根据钻孔揭露和坝区地质测绘，该坝址区主要为寒武系中统花桥组 (C_{2h})，谷底和山坡分布第四系松散堆积层 (Q)，由老到新分述如下：

(1) 寒武系中统花桥组 (C_{2h})

C_{2h} ：灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，厚大于 100m，主要分布在河床及两岸山坡。

(2) 第四系覆盖层 (Q)

①冲洪积层 (Q_4^{apl})：砂卵砾石夹少量粉质粘土、块石和漂石，块石漂石成分以泥质灰岩为主，呈次棱角状，级配不良，松散-稍密状，厚度 0~3.8m，主要分布于沟谷底部河床边滩。

②残坡积层 (Q^{edl})：为灰褐色-黄褐色含碎石粉质粘土，厚 0.5~2.0m，碎石主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩碎块，粒径一般 1~3cm，大者 5~10cm，分布在山坡及坡顶。

坝区呈单斜构造，岩层走向 $N15^{\circ}\sim 35^{\circ}E$ ，斜切河谷，倾向 NW，倾角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据

调查，坝区未发现规模较大的断层。

坝区节理裂隙比较发育，大多数延伸长，切割较深，主要有三组：

①产状 $N25^{\circ}\sim30^{\circ}E$ ， $SE\angle78^{\circ}$ ，走向与河谷近于平行，节理面比较平直，微张，延伸 3~8m，发育 3~4 条/m。

②产状 $N70^{\circ}\sim80^{\circ}E$ ， $SE\angle75^{\circ}\sim80^{\circ}$ ，斜切河谷，节理面较平直，微张，延伸 0.5~1m，发育 5~6 条/m。

③产状 $N40^{\circ}\sim46^{\circ}W$ ， $SW\angle80^{\circ}\sim85^{\circ}$ ，横切河谷，节理面较平直，微张~张开，延伸长 1~2m，一般 3~4 条/m。

坝区地下水类型按含水层介质，可分为碳酸盐岩岩溶水及松散堆积层中的孔隙水

1) 松散堆积层孔隙水：地下水赋存在第四系松散堆积层中，主要接受大气降水补给，部分为附近沟谷水补给，动态随季节变化，多以下降泉或湿地散泉的形式排泄于沟谷低洼处。

2) 碳酸盐岩岩溶水：区内碳酸盐岩广泛分布，岩溶水是区内主要类型，大气降水是其主要补给来源，沿岩溶管道、溶隙及风化裂隙径流，以岩溶泉的形式排泄于地表，含水量较丰富。

根据坝区钻孔地下水位观测，两岸地下水埋深：左岸为 26.7~29.5m，右岸 30.0~32.2m。

1.3.4 坝线比较与选择

本阶段在可行性研究阶段选定的下坝址基础上，在可研主勘探线上下游 150m 范围内进行了坝线初选，在主勘探线上游 120m 初拟上线，根据调查，该线附近左岸存在一处滑坡体，该滑坡体纵向长 25~30m，横向宽 30~45m，平均厚度约 2~5m，方量约 $2300m^3$ 。另该线两岸为阶梯状旱地，覆盖层较厚，宏观判断坝线主要存在开挖量大和边坡稳定问题；初拟下线位于可研主勘探线下游 130m，其地形地质条件与主勘探线基本一致，但下游占用基本农田较多。通过宏观比较初拟的上线、下线和原主勘探线可比性较差。

因此本次坝线比选在原主勘探线（下线）基础上，进行适当微调作为上坝线选址，现将上、下坝线工程地质条件比较于下表。

表1.3-1 上、下坝线工程地质条件比较一览表

工程地质条件			上 坝 线		下 坝 线		比较			
地形地貌特征	地貌形态		地形比较对称，左岸山坡坡度为 40°，右岸山坡坡度 51°，整体右岸比左岸更陡，坝轴线更长		地形比较对称，左岸山坡坡度为 40°，右岸山坡坡度 51°，整体右岸比左岸更陡		相同			
	河谷宽（m）	枯水期	7.5		7.5					
		正常蓄水位	503.00		503.00					
岩性特征			坝区岩性单一，为寒武系中统泥质灰岩夹极薄层泥灰岩。			坝区岩性单一，为寒武系中统泥质灰岩夹极薄层泥灰岩。			相同	
地质构造			单斜谷，岩层倾向右岸，倾角 9~12°，节理裂隙较发育。			单斜谷，岩层倾向右岸，倾角 9~12°，节理裂隙较发育。			相同	
水文地质特征	坝肩防渗帷幕延伸长度（m）	左岸：34.4m			左岸：24.3m			相近		
		右岸：27.0m			右岸：33.2m					
	·q<5Lu 的相对隔水层埋深（m）	左岸：33.8m			左岸：32.0m			相近		
		河床：19.6m			河床：17.3m					
		右岸：21.9m			右岸：20.4m					
岩体风化深度	强风化带下限（m）	左岸：6.1m			左岸：5.9m			相近		
		右岸：5.3m			右岸：4.5m					
	弱风化带下限（m）	左岸：25.3m			左岸：22.0m					
		河床：22.4m			河床：20.2m					
		右岸：24.2m			右岸：25.0m					
边坡条件			开挖边坡高度 62m，左岸存在覆盖层及顺向坡开挖稳定问题。			开挖边坡高度 62m，左岸存在覆盖层及顺向坡开挖稳定问题。			相近，但上坝线覆盖层较下线厚	

根据上表可知，上坝线和下坝线在地形上属同一地貌单元，河谷宽度相差不大，坝基持力层岩性均为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，构造比较简单，岩体风化深度和相对隔水层埋深区别不大。

通过分析比较，上、下坝线水文、工程地质条件基本相同，无本质上的区别，均能满足建坝的基本地质条件。但从地形条件、水工布置、施工条件等综合考虑，选择下坝线。

1.3.5 坝型比较

对于重力坝而言，清除上部覆盖层，基础置于弱风化岩体内，可满足重力

坝对基本地形、地质条件的要求；对于当地材料坝，无论是混凝土面板坝，还是心墙埋石坝，其趾板或心墙基础置于弱风化岩体内可满足设计要求，而坝体对地质条件要求较低，可充分利用覆盖层，减少开挖量；对于拱坝，虽坝区河谷狭窄，两岸地形比较对称，山体雄厚，当设计正常蓄水位 503m 时，河谷宽高比约为 2.25，由于坝区存在以下一些地质缺陷，对兴建拱坝有一定影响。

推荐坝址处河谷呈略对称的“V”型河谷，坝址处揭露的地层为寒武系中统花桥组（C2h）泥质灰岩、泥灰岩，岩石完整性较好，相对隔水层埋深约 0~10m。根据现场地质测绘，工程区属山区，周围百公里之内无优良取土料场地，因此无建筑均质土坝或粘土心墙坝的条件。拱坝适宜建设于左右岸对称且坝肩基岩完整的峡谷中，主要依靠两岸拱端基岩的反作用力来支承。推荐坝址处两岸岩石呈薄层状，且岩石强度相对较低，对拱坝受力不利，本工程不适宜建设拱坝。

综上所述，由于坝肩稳定是制约拱坝兴建的关键所在，综合工程地质条件分析，本坝区对兴建拱坝的适宜性较差；虽适宜兴建当地材料坝，但需新开溢洪道，经综合分析比较，推荐重力坝坝型。

1.3.6 坝基岩体工程地质分类

岩体饱和单轴抗压强度、岩体结构类型、岩体完整程度、结构面发育程度及其组合关系，是影响坝基岩体工程地质条件的主要因素，也是进行坝基岩体分类的基础。首先，从岩体强度看，坝基岩性主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，弱风化状态单轴饱和抗压强度在 31.0~115.9MPa 之间，属中硬岩-较软岩类；其次，坝基岩体呈薄~中厚层状，岩体结构大类为薄~中厚层状结构，现场调查，节理裂隙中等~轻度发育，间距 0.3~1.0m，岩体较完整，根据 GB50487-2008《水利水电工程地质勘察规范》附录 V，本坝基岩体工程地质类别属 C_{IV}、B_{III2} 类，其总体特征和性状表现为：岩体较完整，有一定的强度，抗滑、抗变形性能受结构面和岩石强度控制。

1.3.7 主要工程地质问题及评价

（1）坝基抗滑稳定问题

选定坝址坝基为薄~中厚层泥质灰岩、灰岩夹极薄层泥灰岩，岩层斜切河床，总体倾向右岸偏下游，岩层较平缓，倾角 5°~15°。通过对结构面的统计分析，坝基优势面主要是：

①近顺河向节理，产状：N25°~30°E，SE∠78°，节理面比较平直，微张，

延伸长一般 3~8m，频率约 3~4 条/m；

②横河向节理，产状 $N40^{\circ}\sim 46^{\circ}W$ ， $SW\angle 80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，节理面较平直，微张~张开，延伸长 1~2m，一般 3~4 条/m。

岩层倾角平缓，层间又分布极薄层泥灰岩夹层，存在坝基浅层滑动的边界条件。若以顺河向节理作为侧向切割面，横河向节理作为横向切割面，则上述节理与层面组成倾向下游的楔形体，存在坝基深层滑动的边界条件。

（2）坝基（肩）渗漏问题

坝区虽为碳酸盐岩，但总体上看，正常蓄水位以下坝基岩体岩溶不发育，故不存在贯通上下游的岩溶通道。由于岩体中节理裂隙比较发育，且节理及层面局部存在溶蚀现象，是坝基（肩）渗漏的主要通道。

岩体透水性除表部较大外，中下部相对较小，根据钻孔压水试验成果，上部为中等透水带，透水率 q 值一般 $10.7\sim 15.5Lu$ ，厚 2.6~15.4m，其下透水率 q 值为 $5.1\sim 9.2Lu$ ，属弱透水带。 q 值小于 $5Lu$ 的上限埋深：左岸 30.0~32.0m、右岸 20.4~23.4m、河床 17.0~17.5m。左、右岸地下水位埋藏较深，其下限深度分别为 26.7~29.5m 及 30.0~32.2m。基于坝基（肩）存在裂隙或溶隙型渗漏问题，可采用帷幕灌浆方式进行处理。

（3）开挖边坡稳定问题

从坝基所处的地质环境看，组成岸坡的岩石为薄~中厚层泥质灰岩、灰岩夹极薄层泥灰岩，岩层总体倾向右岸偏下游，倾角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，左岸基本属层状同向缓倾结构岩质边坡，当边坡覆盖层及强风化岩石被清除，层间又分布极薄层泥灰岩夹层，易产生顺层滑动。右岸基本属层状反向结构岩质边坡，但由于 NNE 向节理与边坡近于平行，且受风化卸荷作用的影响，临岸发育的节理裂隙多张开，加之 NW 向节理裂隙的横向切割，导致岩体完整性变差，若开挖坡比不当，存在沿节理裂隙与层面组合形成的潜在不稳定体产生变形破坏。对于左岸边坡开挖建议局部锚固，采用支挡工程防滑并作好好排水处理，防止沿软弱层面滑动；对于右岸边坡开挖建议适当削坡防止局部崩塌，采取局部锚固措施。

（4）抗冲刷稳定问题

坝下游河床及两岸岩体泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，其中，泥灰岩强度较低，抗冲刷能力相对较差，加之岩体中节理裂隙比较发育，又为以顺向河谷，水库运行后，在大坝泄洪水流的冲刷作用下，存在抗冲刷稳定问题，特别是左岸为

顺向坡，若冲刷淘蚀坡脚，可能导致边坡失稳，应采取必要的防护措施。

（5）建基面的选择和清基开挖

左岸坝肩表部分布有厚度 5.9~6.4m 的覆盖层和强风化基岩，右岸坝肩分布有厚度 4.5~5.9m 的覆盖层和强风化基岩，该带完整性差，力学强度低，不适宜作建筑物的基础；下部为弱风化基岩，弱风化岩体比较完整，力学强度较高，视建筑物荷载和重要程度，可考虑部分予以利用；微风化~新鲜基岩带，岩体坚硬、完整，是良好的高坝持力层。总的来看，除强风化带外，坝区岩体比较新鲜、完整。针对本工程特点，建议以弱风化岩体作为建基面，清基开挖（不包括覆盖层）深度：两岸进入弱风化岩体 1~2m，河床 2~3m，设计也可根据上部结构要求适宜选择。

1.3.8 天然建筑材料

（1）砂砾石料

工程区地处峡谷河段，河道狭窄，上、下游数十公里范围内无天然砂砾石料可寻，河道内仅零星分布有极小规模의边滩，储量和质量有限，都不能满足工程需求量，而且没有开采价值。

可考虑采用人工扎骨料，作为混凝土粗、细骨料，可就近于晃州镇水洞采石场购买，运距约 12km，储量和质量都能够满足设计需求，本次在该料场采取了人工轧制料进行室内试验，除石粉含量略微偏高外，其他指标均满足规范要求。现已暂时停止开采。

南京矿山铜仁分公司采石场位于玉屏侗族自治县田坪镇迷路村附近，可提供砂砾石料，岩性为灰岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 900m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 32km，储量和质量都能够满足设计需求。

贵州坤宇建筑材料有限公司位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，可提供砂砾石料，岩性为白云岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 9000m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 22km，储量和质量都能够满足设计需求。

（2）块石料

①晃州镇水洞采石场

本阶段对晃州镇水洞采石场进行了调查，该料场位于晃州镇，为人工采石

场（照片 6.2-1），岩石类型为寒武系上统车夫组（ $\text{C}3\text{c}$ ）泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度高，其饱和抗压强度大于 40Mpa ，储量大于 25万 m^3 ，作为块石料，无论储量和质量都能够满足设计需求。由于灰岩质量好，该料场作为人工骨料合适。有公路通往坝址，运输方便，运距约 12km ，现已停止开采。

②贵州坤宇建筑材料有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，地面高程 $670\sim 760\text{m}$ ，表部植被茂密。岩性为寒武系上统追屯组（ $\text{C}3\text{z}$ ）白云岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa ，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 22km 。

③贵州创梦联钙业有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇岩屋口村附近，地面高程 $640\sim 700\text{m}$ ，表部植被茂密。岩性为奥陶系下统红花园组（ $\text{O}1\text{h}$ ）灰岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa ，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 31km 。

（3）土料

工程场地位于山区，周边数十公里范围内不存在较大规模的土料场。工程所需的土料较少，局部山坡坡脚、山顶分布有残坡积堆积的含碎石粉质粘土，质量可满足围堰用料要求，可就近开采。

1.4 工程任务和规模

1.4.1 工程任务

岩板田水库是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水库。

岩板田水库的兴利库容为 175.01万 m^3 ，为灌区灌溉年毛需水量为 182.2万 m^3 ， $P=95\%$ 保证率下，规划应急备用水源水量为 41.67万 m^3 ，农村供水为 42.1万 m^3 ，年下放生态水量 40.26万 m^3 。

根据选定的工程范围及工程建设任务，确定本次工程的建设内容。

（1）新修 $\text{C}20$ 埋石混凝土重力坝一座，最大坝高 49.5m ，坝轴线长 132m ，

溢流坝段长 17.5m;

- (2) 坝体内设置引水管道, 长 45m, 引水管兼灌溉供水以及下放生态流量;
- (3) 坝体内设置放空冲沙孔, 放空管总长 100m;
- (4) 新建上坝道路公路长 0.789km, 对进场道路 2.15km 进行拓宽加固;
- (5) 新建水库管理用房;
- (6) 新建大坝安全设施、工程信息化设施及数字孪生系统。

1.4.2 灌溉需水

根据国土部门第三次调查数据进行分析, 结合耕地分布以及实地调查, 岩板田水库涉及灌溉区域总面积为 9728 亩, 灌区内水资源丰富, 天然来水量较多, 但是由于水利设施建设相对落后, 仅有 5 座小型水库, 合计总库容 129.7 万 m^3 。特干旱时期, 大部分的农业基本用水得不到保障, 因此项目区易受干旱影响, 抵御自然灾害的能力差。

岩板田水库灌区主要涉及县城以及周边农村地区, 现状年拟灌溉面积 9728 亩, 其中水田 5510 亩, 旱地 4218 亩, 规划 2030 年拟灌溉面积 9728 亩, 其中水田 5510 亩, 旱地 4218 亩。规划水平年岩板田水库为灌区灌溉年毛需水量为 182.2 万 m^3 。

1.4.3 农村供水量

根据上述受水区水资源开发利用现状及存在的问题, 确定岩板田水库供水范围为晃州镇, 供水对象为供水范围内水厂尚未覆盖的 0.42 万人。

本工程设计水平年为 2030 年, 与新晃县安全饮水保障规划一致。

本工程供水受益人口 0.42 万人, 人饮供水保证率取 $P=95\%$ 。经计算, 岩板田水库为农村供水量为 $1169.45\text{m}^3/\text{d}$ (42.68 万 $\text{m}^3/\text{年}$)。

1.4.4 应急备用需水量

2030 年岩板田水库供水区水厂覆盖人口预计 10.69 万人, 当发生突发性水污染事故时, 用水定额取 $40\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。经计算居民生活用水量为 $0.4276\text{万}\text{m}^3/\text{d}$, 备用水源供水天数按 30 天确定, 该时段用水量为 12.83 万 m^3 。

城镇配水管网漏损水量根据《室外给水设计规范》(GB-50013-2018) 的规定是按照需水量的 10~12% 计算。按照建设部的有关要求和《城市给水工程规划规范》(GB50282-2016) 的标准为不超过 10% 计算, 本次初步设计报告取需水量的 10% 计算。

综上所述，确定最终供水规模为 $W_{\text{应急}}=12.83 \times 1.1=14.12$ 万 m^3 。

根据湖南省防汛抗旱指挥部办公室文件《关于开展抗旱应急水源工程（引调提水项目）建设工作的通知》（湘防办【2014】47号文件）及《全国抗旱规划“十三五”实施方案（2017-2020）》，农业灌溉以保障作物播种期和生长关键期最基本用水标准，一般控制在 $20 \sim 40 \text{m}^3/\text{亩}$ ，根据当地实际情况，本工程灌溉定额取 $30 \text{m}^3/\text{亩}$ ，考虑到灌溉水利用系数（渠系配套后）0.6。

岩板田水库常规灌溉区耕地面积 9728 亩，其中水稻种植 5510 亩。本次设计确定水库灌区应急保障灌溉面积为 5510 亩，则本工程基本口粮田灌溉应急水量 $=30 \times 5510 / 0.6 / 10000 = 27.55$ 万 m^3 。

应急备用需水量为居民生活应急用水量与基本口粮田应急灌溉需水量之和。
应急备用需水总量 $=14.12 + 27.55 = 41.67$ 万 m^3 。

1.4.5 供需水分析

经灌溉需水量预测， $P=85\%$ 灌区灌溉年毛需水量为 159.51 万 m^3 。灌区现在有灌溉工程均为小型水利工程，部分耕地完全靠天降水灌溉，灌溉区现有水利工程蓄水量小，灌溉用水保证率低，而岩板田水库建成后，在灌区内实现自流灌溉，灌溉保证率达到 85%，有利于农业增产创收。

从设计水平年人饮需水量统计表（4.4 节）计算得出，岩板田水库供区设计水平年 2030 年应急备用需水量为 41.67 万 m^3 。

综上分析，根据灌溉需水量、应急备用需水量和日常供水需水量计算成果可知，到规划 2030 年，受水区居民年年灌溉毛需水 182.2 万 m^3 。应急备用需水量为 41.67 万 m^3 ，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1 万 m^3 。

1.4.6 特征水位确定

1) 死水位选择

结合水库取水口布置要求、受水区自流高程要求以及泥沙淤积高程，受水区高程较岩板田水库库底均低，自流输水对岩板田水库死水位无要求。

推荐坝址坝前泥沙淤积高程 473.14m，取水口布置预留 1.46m，本次选定死水位高程为 474.60m，相应库容 6.05 万 m^3 。

2) 正常蓄水位

岩板田水库多年平均流量为 $0.128 \text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量为 402.6 万 m^3 。

工程建成后可满足设计水平年供区内灌区灌溉年毛需水量为 182.2 万 m^3 ，规划应急备用水源水量为 41.67 万 m^3 ，农村供水为 42.1 万 m^3 ，年下放生态水量 40.26 万 m^3 。通过水量平衡计算，兴利库容 173.45 万 m^3 ，水库通过蓄水调节后，可满足项目涉及区人饮、灌溉和生态补水。

考虑到供区设计水平年需水情况和岩板田水库的来水情况，且正常蓄水位高程附近无地质、水工建筑物、水库淹没、环境保护等突变控制性影响因素，因此采用“以需定供”的方式确定岩板田水库正常蓄水位。根据 4.5 水库兴利调节计算可知，水库兴利蓄水量为 173.45 万 m^3 ，根据 4.8.1 死水位选择可知：

坝址水库死水位确定为 474.60m，相应死库容为 6.05 万 m^3 ，常水位库容为 179.50 万 m^3 ，对应水位为 502.87m。

因此坝址岩板田水库正常蓄水位确定为 503m，对应库容 181.06 万 m^3 ，对应兴利库容 175.01 万 m^3 。

3) 汛限水位

水库坝址上游集雨面积小，汛期洪水数值小，大坝泄洪能力强，汛期限制水位拟定位 502m，比正常蓄水位低 1.0m，防洪库容为 11.66 万 m^3 。

1.4.7 洪水调节

岩板田水库溢流堰设计为实用堰，无闸门控制。水库从正常蓄水位 503.0m 起调，调洪成果见表 1.4-1。

表1.4-1 岩板田水库坝址洪水调节成果表（起调水位 503.0m）

频率 (P%)	洪峰流量 (m^3/s)	最大下泄流量 (m^3/s)	最高坝前水位 (m)	相应库容 (万 m^3)	备注
0.2	91.87	73.85	504.67	204.58	大坝校核
2	60.33	48.33	504.25	197.54	大坝设计
5	47.17	38.83	504.08	194.63	消能防冲

1.4.8 水库泥沙淤积及回水计算

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 $200\text{t}/\text{km}^2$ ，推悬比按 20%计，泥沙容重按 $1.4\text{t}/\text{m}^3$ 考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为

243t，水库坝址多年平均含沙量 $0.34\text{kg}/\text{m}^3$ 。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程，50 年淤积量为 4.33 万 m^3 ，水平淤积高程为 473.14m。

岩板田水库工程回水尖灭点位置以各频率回水水面线不高于同频率天然洪水水面线 0.3m 的范围内的断面确定。水库淹没处理终点位置，采取尖灭点水位水平延伸至天然河道多年平均流量的相应水面线相交处确定。

坝址正常蓄水位尖灭点为第 9#断面，回水长度 1455m，高程为 503.06m；五年一遇洪水尖灭点为第 9#断面，回水长度 1455m，高程为 504.10m；二十年一遇洪水尖灭点为第 10#断面，回水长度 1655m，高程为 511.48m。

1.4.9 对上游影响分析

依据水库回水计算成果表以及水库上游实地调查，水库淹没区域不涉及到移民安置、淹没区域无其他工程设施，土地类型主要为林地和水田，综上所述水库兴建对上游影响较小，对于水库兴建占用的水田及林地应根据相关规定给予征地补偿。

1.5 工程布置及建筑物

1.5.1 工程等级及标准

岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的枢纽工程。水库工程由水库枢纽工程、供水工程两部分组成。

本次设计推荐坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.5m，水库总库容 204.58 万 m^3 。水库总库容大于 100 万 m^3 小于 1000 万 m^3 ，根据《防洪标准》（GB50201-2014）及《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的规定，本工程为小（1）型水库，工程等别为 IV 等，主要建筑物大坝、泄水建筑物、供水、灌溉建筑物为 4 级建筑物，次要建筑物级别为 5 级，临时建筑物级别为 5 级。

根据《防洪标准》（GB50201-2014）及《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的有关规定确定防洪标准如下：

大坝、泄水建筑物、供水、灌溉建筑物主要建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇；消能防冲建筑物设计洪水标准按 20 年一遇设计。施工导流建筑物设计洪水标准按 5 年一遇设计，坝体临时度汛设计洪水标准按 10 年一遇设计。

1.5.2 工程选线及建筑物选型

1) 坝址坝线选择

本阶段在可行性研究阶段选定的下坝址基础上，在可研主勘探线上下游 150m 范围内进行了坝线初选，在主勘探线上游 120m 初拟上线，根据调查，该线附近左岸存在一处滑坡体，该滑坡体纵向长 25~30m，横向宽 30~45m，平均厚度约 2~5m，方量约 2300m³。另该线两岸为阶梯状旱地，覆盖层较厚，宏观判断坝线主要存在开挖量大和边坡稳定问题；初拟下线位于可研主勘探线下游 130m，其地形地质条件与主勘探线基本一致，但下游占用基本农田较多。通过宏观比较初拟的上线、下线和原主勘探线可比性较差。

因此本次坝线比选在原主勘探线（下坝址）基础上，进行适当微调作为上坝线选线。下坝线为初设阶段推荐坝线，下坝线距上坝线 8m，旋转角度约 5°，

上下坝线重力坝方案相距较近，工程地质、施工条件、枢纽布置和建筑物的型式等基本相同，但下坝线较上坝线坝轴线较短，且下坝线的工程量及静态投资相对较小，因此，本次设计推荐下坝线作为推荐坝线。

2) 坝型选择

根据坝线比较，推荐下坝线，所选坝址地势较为狭窄，能同时满足重力坝及砼面板堆石坝的布设要求。推荐坝线（即下坝线）处河谷呈略对称的“V”型河谷，坝址处揭露的地层为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩石完整性较好，相对隔水层埋深约厚 13~15m。

根据现场地质测绘，工程区属山区，周围百公里之内无优良取土料场地，因此无建筑均质土坝或粘土心墙坝的条件。对于拱坝，虽坝区河谷狭窄，两岸地形比较对称，山体雄厚，设计正常蓄水位 503m 时，宽高比约为 2.25，但坝区存在以下一些地质缺陷对兴建拱坝有一定影响：①坝区岩层平行河谷，倾向右岸，岩层倾角较缓，对坝肩抗滑稳定不利；②左右岸为 ϵ_{2h} 岩组，岩性以薄~中厚层泥质灰岩和泥灰岩为主；③右岸下游有冲沟切割，山体相对单薄，对坝肩稳定较为不利。本工程不适宜建设拱坝。

项目区临近晃州镇水洞采石场，该料场位于晃州镇，为人工采石场，岩石类型为寒武系上统车夫组（ ϵ_{3c} ）泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度高，其饱和抗压强度大于 40Mpa，储量大于 25 万 m³，作为块石料，无论储量和质量都能够满足设计需求。因此大坝适合采用以石料

为主的坝型。

从地形地质条件方面，采用堆石砼重力坝、埋石砼重力坝条件均适合；从施工工艺方面比较，堆石混凝土，对于石料、混凝土和易性、流动性要求较高，不需要振捣，但属于新工艺，对施工技术水平要求比较高，混凝土浇筑质量不易受控制，容易出现质量问题。埋石混凝土更优；从投资上分析，埋石砼重力坝比面板堆石坝投资少 171.20 万元。

经地形地质条件、施工工艺、优缺点、投资概算等比较，埋石砼重力坝要比堆石砼重力坝更优。因此，本阶段选择埋石砼重力坝作为推荐坝型。

1.5.3 推荐方案枢纽布置及主要建筑物

岩板田水库工程由拦河大坝、引水建筑物、放空管、进坝公路及大坝管理房组成。岩板田水库的开发目标是以农业灌溉、工程区日常供水为主，兼顾防洪、保障生态用水的综合利用效益的枢纽工程。

水库正常蓄水位 503.00m，设计洪水位 504.25m，校核洪水位 504.67m。坝型为埋石砼重力坝，大坝坝顶长 132m。坝顶高程 506.00m，坝底高程 456.50m，最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m，上游坝坡 490.00m 以上垂直，以下 1: 0.2 的坡度；下游坝坡 501.00m 以上垂直，以下为 1: 0.75 的坡度；挡水建筑从左至右依次为左岸非溢流坝段、溢流坝段、右岸非溢流坝段。

本工程属IV等小（1）型工程，泄水建筑物为 4 级建筑物，泄水建筑物设计洪水为 50 年一遇（ $P=2\%$ ），相应下泄流量 $48.33\text{m}^3/\text{s}$ ，校核洪水为 500 年一遇（ $P=0.2\%$ ），相应下泄流量 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。消能防冲工程按 20 年一遇设计，相应下泄流量 $38.83\text{m}^3/\text{s}$ 。

泄水建筑物：大坝溢洪设施由 WES 堰、直线段、反弧段、消力池组成，布置于溢流坝段的河床位置，为开敞式无闸控制型式，2 孔泄流，每孔净宽 7m，溢流堰为 WES 实用堰，堰面采用三级配 C30 抗冲耐磨砼浇筑，堰顶高程 503.00m，边墩厚度为 1.0m，中墩厚度为 1.5m；下游面出口反弧段的反弧半径为 12.0m。消能方式采用底流消能，消力池长 20m，宽 16.00m，底板高程 459.60m，尾坎高 1.80m。坝顶跨溢流堰设人行工作桥。

引水建筑物：在大坝右非溢流坝段桩号 0+038.00m 处设置取水口闸室及坝内取水钢管取水，设施由取水口闸室、坝内埋管和下游闸阀室等组成。取水口、闸门井均布置于重力坝坝体前，在坝顶设置取水口的启闭设备，取水口建筑物

用 C25 砼浇筑，与坝体结构形成一个整体，不分结构缝，取水口为分层式取水，设 3 处 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 的平板钢闸门，闸门底板高程从低往高依次为 474.60m、483.60m、492.60m；取水管采用坝内埋管方式布置，将水库水通过管道引至下游，钢管直径 1.0m，钢管材质为 Q235，坝后设置分水管道（输水管道、生态放水管）闸阀室，下游闸阀室底板高程为 473.95m。引水管兼灌溉供水以及下放生态流量，在引水管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管为 DN1000 钢管，生态流量管为 DN200 钢管。

放空建筑物：放空冲沙底孔采用坝内涵管型式，位于大坝右侧非溢流坝段，由进口闸室段、坝内洞身段、出口段等组成。进口闸室采用坝身式，为砖混结构，启闭室长 4.74m，宽 4.2m。进水口底板高程为 471.50m，底板以下采用 C20 砼作为进水口基础。闸室进口段设置有事故检修平板闸门和工作平板闸门各一扇，孔口尺寸 $b\times h=1.4\times 1.4\text{m}$ 。坝内洞身段采用 DN1400 钢管，钢管材质为 Q235，放空管总长约 100m（坝内埋设 40m）。出口设置镇墩，出口转弯后接海漫段。水库放空时先利用取水口放水，降低库水位至 474.60m 高程，然后开启进口段工作平板闸门放空水库。放空管施工期兼做导流底孔，在放空管坝踵前端位置设置 DN1000 的下闸蓄水控制闸，接上游导流管完成施工期洪水导流。

岩板田水库正常蓄水位 503.00m，死水位 474.60m，正常蓄水位对应库容 181.06 万 m^3 ，死库容 6.05 万 m^3 ，兴利调节库容 175.01 万 m^3 。岩板田水库供水及灌溉区域主要为自流区域，供水范围为晃州镇及县城，坝址下游河道沿线村组为本工程的主要灌溉区域。灌区设计灌溉保证率 85%；灌溉供水 182.2 万 m^3 ；人饮供水 42.68 万 m^3 。灌溉总面积 9728 亩。

现状岩板田村组进场道路仅 3.0~3.5m 宽，且现状道路傍山而建，中大型车辆通行困难，本次拟对村组进场道路 2.15km 进行拓宽加固，保障路标准宽度 4.5m，转弯段局部加宽，并在临外高边坡侧设置设置防护栏杆。

现状岩板田村组位于大坝下游，目前无公路通往坝址，拟新建上坝道路沿左岸山坡面绕行至坝区，该段公路长 0.789km，跨河道处新建一座工作桥。公路设计纵坡为 1.5%~10%，标准宽 4.5m，局部受场地影响为 3.5~4.0m，转弯段局部加宽。拟建上坝道路为 200mm 厚 C25 混凝土路面，路基铺 100mm 厚碎石垫层，上坝傍山侧设置混凝土排水沟，临外高边坡侧设置防护栏杆。

1.6 机电及金属结构

1.6.1 电气一次

根据金属结构设计，供水取水口进口设置一道检修闸门、三道工作闸门及一扇拦污栅，下游闸阀室设灌溉管道控制阀、放空管道控制阀。

启闭室 1~3#工作闸门启闭机与拦污栅共用一台卷扬机 QPT250kN，电机启升功率为 15kW；照明及检修用电负荷 3.0 kW。

取水闸阀室负荷有照明用电及闸阀控制用电；照明用电负荷 0.5kW，供水电动活塞式调流阀最大功率为 3.0kW。

放空冲沙管进口启闭室设置检修电动葫芦 10t，设置一扇检修闸门一扇工作闸阀，布置两台卷扬机，检修卷扬机最大启升功率为 7.5 kW，工作闸门卷扬机最大启升功率为 11 kW，电动葫芦功率 13kW。照明及检修用电负荷 3.0kW。

坝顶照明用电负荷 3kW。

管理房用电功率负荷 30kW。

根据电网结构、供电安全可靠，岩板田水库供电电源从其附近 10kV 线路 T 型引接，输电距离约 1km，输电导线型号为 LGJ25/4，供电电压等级为 10kV。本工程采用永久和临时施工用电 10kV 架空线路相结合。具体供电网络，由电力部门确定。

1.6.2 电气二次

岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水库，岩板田水库工程总布置由水源枢纽工程、供水工程（供水输水渠首）两部分组成。电气二次设计主要内容是大坝闸门监控和工业电视监控系统。

本工程拟采用全计算机监控系统，实现“无人值班”（少人值守）的运行管理模式。根据“无人值班”（少人值守）的原则，结合当今自动化监控系统的现状和发展趋势及本工程需要，本工程的监控系统拟采用全计算机监控。在值班室设置集中监控，对大坝闸门及坝区实现集中操作与监控。其计算机监控系统的操作员工作站（即站级控制级）设置在中控室内，大坝启闭机室设置现地终端 LCU（即闸门现地控制单元级），LCU 所采集的工况信号均通过光纤通信送至中控室内的操作员工作站。

为了实现少人值守及便于进行安全防范管理，本工程设工业电视系统，工业电视系统遵照《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）执行。摄

像头采用数字式网络摄像机，在大坝启闭机室、上游、下游等处装设摄像头，在值班室设有主机及彩色监视器。

1.6.3 金属结构

本工程设一条 DN1000 的引水管，引水管穿过坝身，进口布置有一座塔式进水口，出口段设闸阀室，从引水管引出一条 DN200 生态流量出水管和一条 DN1000 的供水干管，引水管出口采用 0.8MPa 钢堵头封堵。水库首部设计引用流量等于灌溉流量+供水流量+生态流量，为 $0.612\text{m}^3/\text{s}$ 。

本工程灌溉取水金属结构主要位于枢纽右侧进水口（5#坝段），由进口拦污栅、分层取水进水闸门和事故闸门组成。金属结构设备包括：取水口进口拦污栅 1 道（含一台 250kN 台车），分层取水进水闸门 3 套（与拦污栅共用 250kN 台车）。拦污栅、闸门主要材料采用 Q235B。

放空冲沙管金属结构主要位于枢纽右侧，由进口拦污栅、检修闸门和工作闸门组成。金属结构设备包括：取水口进口检修闸门 1 套、工作闸门 1 套（QPQ400kN 固定卷扬机）、检修闸门 1 套（QPQ160kN 固定卷扬机）等。闸门主要材料采用 Q235B。

为提高设备安全性、经济可靠性及延长设备的检修周期，金属结构设计中尽量采用先进技术和新材料；所有水封螺栓、螺母采用不锈钢材料，所有埋件与水封接触面贴焊不锈钢板。

1.6.4 采暖通风与空气调节

暖通系统主要为管理房内设备服务，根据工程区的气象条件，管理房内不设暖通设备，通风采用自然通风为主，机械通风为辅与局部空调的通风空调方式。

根据当地气候条件，管理房采用造价较高的中央空调方案无必要，但是对于办公室、会议室等房间采用局部空调则是必要的。由于空调冷负荷小，从经济实用的角度出发，管理房办公室、会议室等房间采用分体式空调器。

管理房办公室、会议室等房间通过可开外窗进行自然通风即可满足房间通风换气的效果。

1.7 消防设计

本工程各建筑物的防火间距、安全疏散通道、耐火等级均按规范要求设计。以进坝道路为消防车道。并在管理房内外设置消防系统，配置灭火器。

各场所疏散通道、安全出口均有指示牌。坝区设置消防箱，配置手提式干粉（贮压式）灭火器，管理房内设置化学器材，采用化学器材消防。

岩板田水库管理房以消火栓、移动式灭火器灭火为主，部分不适宜采用水灭火的部位、场所采用移动式灭火器灭火，启闭机房采用移动式灭火器灭火。

取水进口启闭机室配置 3 具手提式 CO₂ 灭火器，出口闸阀室配置 4 具手提式 MF/ABC4 型干粉灭火器，放空进口启闭机室配置 2 具手提式 CO₂ 灭火器，管理用房配置 8 具手提式 MF/ABC4 型干粉灭火器。

各房间门采用乙级防火门；配电房与其它房间之间均用防火墙分隔。

电缆及电缆通道的主要消防措施有：（1）电缆采用阻燃电缆、其氧指数应大于 30；（2）电缆吊架层间设置复合型耐火隔板；（3）电缆穿墙（楼板）及电缆管的所有孔洞均采用防火堵料封堵；（4）电缆通道每隔 150m 进行分隔。

1.8 施工组织设计

1.8.1 施工条件

岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km²，干流长 4.47km，干流坡降 53.2‰。大坝距岩板田组约 0.8km，距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 109°11'12"、北纬 27°25'51"。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

1.8.2 建筑材料

本工程所需外来建筑材料主要包括：水泥、钢筋、钢材、木材、油料、火工材料等。本工程外购材料主要从新晃县市场采购，主要物资来源情况如下：

1) 水泥

新晃县有水泥生产厂家，其生产的水泥产量和质量均可满足本工程主体建筑物施工需要，因此大坝、溢洪道等主要建筑物及其他临时建筑物施工所需的水泥考虑从该水泥厂购买。

2) 砂石料

砂石料场位于贵州省玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近贵州坤宇建筑材料有限公司，运距约 22km。

3) 钢材

型材及线材就近从新晃县县城采购。

4) 木材、油料

施工所需的木材、柴油、汽油等就近从新晃县县城采购。

5) 火工产品

施工所需的火工产品从新晃县当地民爆部门采购。

6) 水、电、通信等供应条件

在坝址上游的坡面上设置高位水池和泵站，通过水泵提取河道内溪水，通过高位水池输水至施工营地、砼拌合站、综合加工厂和坝址各施工区。

距坝址约 800m 的两河口村岩板田组有高压线路布置，可直接 T 接至工地变压器，通过变压后，以满足施工用电需求。少数作业面距离供电线路较远处采用柴油发电机供电。

工程区位于两河口村岩板田组附近，通讯网络已覆盖整村，工程施工时可与当地电信部门联系，就近引接扩容解决，施工通讯条件较好。

1.8.3 料场选择与开采

本次依据《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251~2015)，对各类天然建筑材料进行了详查。工程区块石料丰富，土料较少，天然砂砾石料贫乏。

工程场地位于山区，周边数十公里范围内不存在较大规模的土料场。工程所需的土料较少，局部山坡坡脚、山顶分布有残坡积堆积的含碎石粉质粘土，质量可满足围堰用料要求，可就近开采。

工程区地处峡谷河段，河道狭窄，上、下游数十公里范围内无天然砂砾石料可寻，河道内仅零星分布有极小规模의边滩，储量和质量有限，都不能满足工程需求量，而且没有开采价值。

可考虑采用人工扎骨料，作为混凝土粗、细骨料，可就近于晃州镇水洞采石场购买，运距约 12km，储量和质量都能够满足设计需求，本次在该料场采取了人工轧制料进行室内试验，除石粉含量略微偏高外，其他指标均满足规范要求。现已暂时停止开采。

南京矿山铜仁分公司采石场位于玉屏侗族自治县田坪镇迷路村附近，可提供砂砾石料，岩性为灰岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 900m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 32km，储量和质量都能够满足设计需求。

贵州坤宇建筑材料有限公司位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，可提供砂砾石料，岩性为白云岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 9000m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 22km，储量和质量都能够满足设计需求。

1.8.4 施工导流

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），本枢纽工程等级为 IV 等，工程规模为小（1）型，主要建筑物为 4 级建筑物，次要建筑物为 5 级建筑物，导流临时建筑物为 5 级建筑物。对照《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的表 5.6.1 规定，土石结构导流建筑物的洪水标准为 5~10 年一遇，混凝土、浆砌石结构导流建筑物的洪水标准为 3~5 年一遇。为了充分利用工程开挖料，降低工程造价，本工程上游围堰采用混凝土围堰，下游围堰采用土石围堰，设计洪水标准初选 5 年一遇洪水重现期。

本流域洪水均由暴雨所形成，属暴雨型洪水。流域内降水集中，流域宽度较小，山地面积广、坡度较大。因而导致流域内洪水具有洪峰出现时间集中、洪水历时短、峰型尖瘦、陡涨陡落。洪量主要集中在 24h 内。

年最大洪水一般发生在 5~9 月，量级大的灾害性洪水往往出现在 6~8 月。施工期导流建筑物失事只会造成工期延误，不会导致严重后果。根据收集新晃气象站降雨资料，统计 9 月~次年 3 月、10 月~次年 3 月和 11 月~次年 2 月最大日降雨，按 1.1 系数折合成最大 24 小时降雨量，用 P-III 型曲线目估适线，确定统计参数并计算出新晃气象站各频率设计值。枯水期取第一年 10 月~次年 3 月，当对导流建筑物采用 3 年和 5 年挡水标准作比较时，枯期 5 年一遇洪水 $Q_{20\%}=6.4\text{m}^3/\text{s}$ ，枯期 3 年一遇洪水 $Q_{10\%}=3.8\text{m}^3/\text{s}$ ，经综合考虑情况下，流量相比增加了 68.42%，在尽量减少工程投资情况下，本工程施工期导流洪水标准选择规范上限值，导流建筑物的枯期洪水标准为 5 年一遇。

根据工程量和施工计划，并考虑基坑淹没损失和对施工的影响，以及库区淹没损失等因素，各时段导流标准或工程度汛标准分别为：

1) 第一个枯水期即第一年 10 月~次年 3 月，工程导流标准为枯水期 5 年一遇洪水标准，相应流量为 $6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 第一个汛期即第二年 4 月~9 月份，工程度汛标准为全年 10 年一遇洪水标准，相应流量为 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 第二个枯水期即第二年 10 月~第三年 3 月底, 工程导流标准为枯水期 5 年一遇枯水期洪水标准, 相应流量为 $6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

1.8.5 施工总布置

分区布置主要包括混凝土生产系统、施工生活区、施工仓库、综合加工厂等。根据规划原则, 结合工程布置、料场位置、交通条件等方面分析, 施工场区具体划分如下:

1) 施工工厂及仓库

主要施工工厂、施工仓库等布置在坝址下游左岸平台处, 场地布置须满足国家有关安全、防火、卫生和环保等要求; 大坝施工所需的堆料场、砼拌和站、水泥仓库、试验室均布置在坝址左岸下游平台处, 在大坝左、右岸分别布置一台塔吊进行材料进仓运输。

2) 生活福利设施

租用当地民房作为生活福利设施, 主要生活与办公设施等布置在该处。

1.8.6 土石方平衡及弃渣场规划

根据工程所在区域的地形条件, 枢纽布置格局及《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012) 规定的要求, 由于本工程坝基岩性主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩, 无法作为筑坝材料利用, 大部分开挖料将弃至弃渣场, 由于工程地区场地条件所限, 只能将弃渣场设置在何家田村下游左侧冲沟, 该处弃渣场高程为 400~460m, 距离坝线约 3.3km, 地形多为冲沟或斜坡表面, 坡度陡缓不一, 地表多覆盖第四系松散堆积物, 厚度约 1.0~3.0m, 下部基岩主要为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩, 岩石比较较坚硬, 力学强度较高, 渣场目前边坡基本稳定, 无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象。

本工程最终运至弃渣场的最大弃渣量为 7.13 万 m^3 (实方)。

1.8.7 施工总进度

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017) 的规定, 工程建设全过程可划分为以下四个阶段: 工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期, 其中工程筹建期不计入工程施工总工期。

根据枢纽永久建筑物的布置特点、施工条件及导流程序, 在对溢流坝段、左右岸挡水坝段及取水口坝段等工程项目的施工进度进行分析论证后, 拟定本工程施工总工期为 24 个月。工程建设期可划分为工程筹建期、施工准备期、主

体工程施工期、工程完建期。第一年 5 月份之前为工程筹建期；第一年 5 月初至第一年 7 月底为施工准备期，共 3 个月；第一年 8 月初至第三年 2 月底为主体工程施工期，共 19 个月；第三年 3 月初至第三年 4 月底为工程扫尾期，共 2 个月。

本工程关键线路为：场内交通工程→导流涵管、围堰施工→大坝土石方开挖→大坝混凝土浇筑→工程完建。

1.9 建设征地及移民安置

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，建设征地土地面积 0.17km²（232.23 亩）。

淹没区：水库淹没土地面积 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

枢纽区：工程枢纽区占地 46.86 亩。永久征地面积 18.04 亩，其中水田 0.60 亩，旱地 3.14 亩，乔木林地 8.55 亩，灌木林地 1.32 亩，其他草地 1.10 亩，且涉及三处砖混结构房屋拆除 326.86m²。临时用地面积 29.91 亩，其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。

根据占地实物量及补偿标准，经计算本项目工程占地处理补偿投资共计 2351.25 万元，其中农村征地移民补偿费为 965.19 万元，库底清理费 16.63 万元，其它费用为 159.42 万元，基本预备费为 114.13 万元，有关税费为 1095.88 万元。

1.10 环境影响评价

1.10.1 项目区环境调查与评价结论和主要环境保护目标

本工程主要包括拦河大坝、引水建筑物、放空管、进坝公路及大坝管理房等建筑物。本工程的建设对环境带来一定的影响，主要表现在对大坝主体工程施工作业区水、大气和声环境的影响、对施工作业区地表和坝址上游水库库区造成扰动产生水土流失以及对周围生态环境、植被造成一定的破坏。

工程不利影响主要发生在施工过程中，影响程度相对较轻，时期较短，施工期间这些暂时的不利影响均可通过采取一定的措施加以减免。本工程布置和施工场地布置基本符合环境保护要求，对施工中不利影响已进行了规划安排，对其他可能产生的不利影响也预先考虑对策措施，工程运行本身不产生污染物。

从环境保护角度分析，本项目无突出的不利影响，除工程占地不可逆转外，其它不利影响可以通过采取一定的防治措施减免。因此，只要建设单位严格执行“三同时”管理制度，认真采取各项环保措施和对策，各污染物做到达标排放，满足环境质量的要求，本项目建设是可行的，对环境的影响不大。

1.10.2 投资概算

列入本工程环境保护投资项目为减免本工程不利影响所需采取的环境保护措施。本工程环境保护投资包括环境保护措施、独立费用、基本预备费，施工期环境保护总投资为：290.25 万元。

1.11 水土保持

1.11.1 防治责任范围及防治分区

1.11.1.1 防治责任范围

根据防治责任范围确定的依据和原则，经统计，本项目的水土流失防治责任范围共 16.20hm²，其中淹没区范围 12.36hm²。水土流失防治责任范围统计见下表。

表1.11-1 岩板田水库水土流失防治责任范围表

项目分区		永久占地 (hm ²)	临时占地 (hm ²))	合计
主体工程区	水库淹没区	12.36		12.36
	枢纽工程区	1.85		1.85
	小计	14.21		14.21
临建设施区			0.32	0.32
临时道路区			0.13	0.13
弃渣场			1.55	1.55
合计		14.21	2.00	16.20

1.11.1.2 水土流失防治分区

根据本工程的特点、项目建设运行过程对水土流失的影响、区域自然条件、各单项工程功能差异以及不同场地的水土流失特征、水土流失防治重点等因素，确定水土流失防治分区。本方案章节 11.2 介绍项目区新晃县位于湘西南山地保土生态维护区，经分析研究，根据水土保持区域和地形地貌将项目区划分一级区为主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场 4 个区，在此基础上，根据项目特点二级分区将主体工程区划分为淹没区、枢纽工程区、防汛公路区 3 个。

表1.11-2 水土流失防治分区表

一级区	二级区	扰动地表面积
主体工程区	枢纽工程区	0.64
	防汛公路区	1.21
	淹没区	0
临建设施区	/	0.32
临时道路区	/	0.13
弃渣场	/	1.55
合计		3.84

1.11.2 水土流失预测

根据相关规定，本工程的预测范围即工程的永久征地和临时占地范围之和，包括主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场，经计算，施工期预测范围共计 3.84hm²，预测时段为 3 年，自然恢复期水土流失预测范围为 2.97hm²，预测时段为 2 年。

根据本工程的特点，本次预测将项目区按丘岗区进行预测，每个区再划分为主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场 4 个预测单元。

通过预测，本项目背景值条件下水土流失总量 235t，建设期水土流失总量 1215t，其中施工期 946t、自然恢复期 269t，预测期新增土壤流失量 1168t。

1.11.3 水土流失防治标准与总体布局

参考《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）第 4.0.1 规定，“项目位于湖泊和已建成水库周边、四级以上河道两岸 3km 汇流范围内，或项目周边 500m 范围内有乡镇、居民点的，且不在一级标准区域的应执行二级标准。”项目区范围内 500m 有居民点，防治标准执行南方红壤区二级标准，并将土壤流失控制比提高至 1，详见下表。

表1.11-3 水土流失防治目标值

防治目标	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（%）
施工期	-	-	90	87	-	-
设计水平年	95	1	95	87	95	22

根据本项目特点和防治措施布局原则，水土保持防治分区由主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场区 4 个防治区和相应的工程措施、植物措施、临时措施构成综合防治措施体系。

根据主体工程设计资料和本项目各防治区的特点，现将水土保持措施布局如下：

（1）主体工程防治区

主体工程施工时，根据主体施工组织设计施工，临时堆土位于主体工程区，新增临时水土保持设施。

（2）施工临建区

新增水土保持措施包括排水的沉沙措施、回填土方临时堆存防护措施、施工结束后施工迹地整治措施等。

（3）临时道路区

新增水土保持措施包括排水的沉沙措施、回填土方临时堆存防护措施、林草种植、施工结束后施工迹地整治措施等。

（4）弃渣场区

新增水土保持措施包括挡墙、截水、排水、沉沙措施、护坡框格、回填土方临时堆存防护措施、林草种植、施工结束后施工迹地整治措施等。

表1.11-4 水土流失防治措施体系表

分区		治理措施		
一级	二级	工程措施	植物措施	临时措施
主体工程区	主体工程	护坡、排水沟、挡墙、表土剥离、覆土	种草、草皮护坡、植树	排水沟、沉砂池、土袋拦挡
	围堰	砂石袋护坡	种草	排水沟、沉砂池、土袋拦挡
施工临建区	施工生活区	表土剥离、覆土	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、排水沟、临时覆盖
	施工生产区			
道路区	永久道路	表土剥离、覆土	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、排水沟、临时覆盖
	临时道路			
弃渣场区	弃渣	表土剥离、覆土、挡土墙、截水沟、排水沟、框格护坡、沉砂池	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、排水沟、临时覆盖

注：本图中措施名称字体为斜体加粗部分为主体工程已有，其他为本节新增措施。

1.11.4 分区防治措施设计

以预防为主、防治结合为主导思想，结合当地的土地利用规划、水土保持生态建设规划来布设本工程的水土保持防治措施。根据本工程的区域划分和施工特点，以及各施工扰动区水土流失类型和流失强度，将项目划分为主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场共四个水土流失防治分区。主体工程设计根据不同区域的实际情况采取了不同的防护措施，如临时排水沟、挡墙等；

施工期间应加强临时防护措施，如表土的临时苫盖、周边排水等，以防止因工程建设而产生的水土流失；临建设施区施工前进行表土剥离，就近堆放，并铺土工布进行临时苫盖，建成后进行表土回覆，利用结束后，恢复原有土地利用类型；临时道路工程施工前进行表土剥离，就近堆放，并铺土工布进行临时苫盖，建成后进行表土回覆，对路边进行种植马尾松及撒播草籽绿化，临时道路利用结束后，恢复原有土地利用类型；取料场施工前进行覆盖层剥离，就近堆放，布设临时排水设施；弃渣场在弃渣前也应进行表土剥离及临时苫盖、截水沟及沉砂池的布设，弃渣过程中应做好雨季渣面的临时苫盖，周围设截水沟，截水沟后设沉砂池，雨水经沉淀后再排入河道，弃渣完毕后对渣面进行整平压实，进行表土回覆后，并撒播草籽绿化。

1.11.5 水土保持监测与管理

根据开发建设项目监测有关技术规范，水土保持监测应在防治责任范围内分区进行，监测单元划分原则上应与工程项目水土流失防治分区相一致，监测的范围为各分区的防治责任范围面积，监测面积为 3.84hm^2 ，监测时段从施工准备期开始至设计水平年。

重点监测点位为水土流失预测量较大的主体工程区、临时道路区、弃渣场。为验证项目水土保持方案实施情况及其所产生的效益，监测单元按水土流失防治责任范围分区划分，与水土流失预测相结合，其余各水土流失预测单元亦需适当监测。设相对固定的观测设施，可采用实地调查法、现场巡查法、定点监测法和综合分析法等。

建设单位应委托具有乙级水土保持监测资质的单位来承担水土保持监测工作。对正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录一次；主体工程的建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次。遇暴雨（降雨强度大于 $50\text{mm}/24\text{h}$ 或一次降雨大于 100mm ）等情况应及时加测。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。监测结果必须报送建设单位和当地水行政主管部门，做为监督检查和验收达标的依据之一。

1.11.6 水土保持投资

本工程水土保持概算总投资 410.45 万元，工程措施费为 211.10 万元，植物措施费为 29.45 万元，监测措施费 50.70 万元，临时措施费为 26.32 万元，独立

费用为 69.67 万元，预备费为 19.36 万元，水土保持补偿费 3.84 万元。

1.12 劳动安全与工业卫生

1.12.1 工程主要危害源

工程建成后，存在的主要存在的安全隐患如下：

- 1) 坝区存在一定低压电气设备，人员误入或误操作可能发生人员伤亡；
- 2) 大坝存在一定的孔、坑、洞及机械设备，可能引起人员坠伤或机械坠毁；
- 3) 坝区的电线、电缆，燃烧时将产生有毒气体，影响人员健康，引起人员中毒；
- 4) 本水库工程一旦发生险情，涉及范围广、人数多，严重威胁人民的生命和财产安全，一旦失事，可能威胁到下游河道范围附近及下游村乡的生命财产安全。

1.12.2 劳动安全和工业卫生

劳动安全是工程正常运行的保障，包括防火、防爆、防电气伤害、防机械伤害、防坠落伤害、防洪和防淹。

工业卫生包括防噪声及防振动、温度与湿度控制、采光与照明、防尘、防污、防腐蚀和防毒等。

1.12.3 安全卫生设施

本工程辅助用室主要包括卫生间、交接班室、工具间和储藏室，尽量结合。辅助用室要有良好的通风、采暖和排水条件，防止有害、有毒物体、病原体及噪声影响，并易于清扫。配备的卫生设备要便于使用。卫生间污水经处理后方可排放。

建立一个劳动安全与工业卫生教育与管理机构，附属在办公室机构内。安全卫生机构由安全工程师负责，进行安全卫生宣传教育、工程监测、安全设施维修与保养等，及时发现和处理安全隐患，发生安全事故后能采取紧急处理抢救措施。

1.13 节能评价

本工程消耗的能源主要为二次能源，在建设期内主要消耗的能源为柴油、汽油和电力等；在运行期间，主要消耗电力。

根据概算提供的建筑工程材料消耗量，建设期消耗二次能源柴油 181.74t、

汽油 12.25t、电力 83.67 万 kWh。

运行期主要为闸门启闭、管理用房用电，根据机电设备及照明等电力设备设计，按照闸门一年启闭十次，管理用房用电按照一年工作 250 天，一天工作 8 小时计算，运行期消耗电力 280 万 kWh。

根据本工程能源消耗总量和产生的经济效益分析计算，本项目万元 GDP 能耗约为 0.047t 标准煤，远低于“十四五”0.408t 标准煤/万元 GDP 能耗标准，从能源耗和产出看，本工程属节能投资项目。

本次设计从理念、工程布置、设备选用、施工组织设计等多个方面已进行了优化设计，选用符合国家政策的先进节能设备。在施工组织设计中，合理选用了节能型施工机械，并合理安排了工期和施工秩序，符合我国固定资产投资项目节能设计要求。

1.14 工程管理

1.14.1 工程管理单位类别及性质、机构设置方案、人员编制

据工程规模、效益和在国民经济中的重要性，岩板田水库工程等别为Ⅳ等，工程规模为小（1）型水库。根据工程规模，按照《水库工程管理设计规范》SL106-2017 规范 2.0.1 条规定，该水库主管部门级别可定为县级。结合新晃县实际情况，水库管理机构为新晃县晃州镇人民政府，主管部门应为新晃县水利局。新晃县水利局作为岩板田水库运行管理单位，负责岩板田水库运行管理统一调度。在工程建设期间，作为项目业主主持工程建设，包括实行项目法人制、招标投标制、工程监理制；在运行期间，作为运行管理单位，负责岩板田水库的运行、维护管理等。

岩板田水库管理任务：一是综合兴利调度管理，包括灌溉及供水；二是工程设施的日常安全检查、巡视、维护、观测和检修。岩板田水库管理所直接负责工程的全面运行管理、调度、维修，制定灌溉用水和农村供水计划并实施。

1.14.2 工程管理范围和保护范围

（1）工程区管理范围包括大坝、输水渠道、供水设施、水文观测设施、专用通信及交通设施等各类建筑物周围和水库土地征用线以内的库辖区。

①大坝管理范围：上游从坝轴线向上 100m（不含工程占地、库区征地重复部分）；下游从坝脚线向下 150m。

②其他建筑物管理范围：从工程外轮廓线向外 25m。

(2) 工程保护范围与水库保护范围

①工程保护范围：在工程管理范围边界线外延，主要建筑物不少于 200m，一般不少于 50m。

②水库保护范围：由坝址以上、库区两岸（包括干、支流）土地征用线以上至第一道分水岭脊线之间的陆地。

1.14.3 主要管理设施

(1) 枢纽工程管理、办公用房面积 240.81m²。

(2) 上坝及过坝公路是库区防汛的主要通道。

(3) 新修 0.789km 上坝公路。

1.15 投资概算

按照《新晃县 2025 年第一期建设工程材料市场综合价》计算，本工程总投资 13362.15 万元。其中：

1) 工程部分静态投资 10310.20 万元，其中：建筑部分投资 6747.85 万元，机电设备及安装工程 611.79 万元，金属结构设备及安装工程 194.71 万元，临时工程 632.84 万元，独立费用 1632.05 万元，基本预备费 490.96 万元。

2) 建设征地移民、环境保护和水土保持部分总投资 3051.95 万元，其中：建设征地移民补偿投资 2351.25 万元，环境保护工程投资 290.25 万元，水土保持工程投资 410.45 万元。

3) 价差预备费：本项目投资按现状水平年编制，不计算价差预备费。

3) 资金来源：中央投资和地方配套资金。

4) 项目概算编制水平年为 2025 年 08 月

1.16 经济评价

岩板田水库工程总投资 13362.15 万元。经计算，经济净现值 1320.06 元，经济内部收益率 7.10%，大于社会折现率 6%，效益费用比 1.18，项目国民经济评价可行。经济敏感性分析表明，本项目在经济上合理且具有一定的抗风险能力。本工程属于社会公益性基础设施建设项目，财政补助后财务收入可维持项目正常运行。

1.17 结论与建议

岩板田水库的兴建，是人饮安全的重要保障，岩板田水库项目已列入《新

晃侗族自治县现代水网建设规划（2023~2035年）》和《新晃侗族自治县“十五五”水安全保障规划》部署要求。是缓解灌区内缺水严峻形势，提高灌区灌溉保证率，增加种植作物产量的需要；是带动区域经济的发展，巩固脱贫攻坚成果，促进全县“十四五”时期社会经济发展的需要。工程建设是十分必要的。

根据岩板田水库工作特性、建设征地区实物指标和移民补偿安置特点、区域社会经济构成、环境影响和总体发展水平等综合分析，水库建设对社会稳定风险影响较小，相关预测评估和化解措施满足维护社会稳定的要求，因此岩板田水库工程建设可行。

2. 水文

2.1 流域概况

舞水系沅水的一级支流，发源于贵州瓮安县内，自西南向东流经瓮安、黄平、施秉、镇远、玉屏，于新晃县鱼市镇进入湖南怀化境内，再依次流经芷江县、鹤城区、中方县和洪江市，于洪江市黔城镇汇入沅水。舞水流域面积 10334km^2 ，干流长度 444km ，河床平均坡降 0.966‰ 。舞水怀化市境内集雨面积为 4877km^2 ，占全流域面积的 47.19% ，境内干流长度为 227.6km ，占全流域干流长度的 51.26% 。

龙溪河系舞水的一级支流，发源于贵州省万山特区高楼坪的大坡佬，经贵州玉屏县蔡家坪区铺前村进入新晃县晃州镇洞坡村，至两河口交会汇入新晃县小洪溪，经晃州镇白岩湾、大东坪、梅子坪、坳背罗等村至龙溪口注入舞水。龙溪流域面积 75.8km^2 ，全长 24.0km ，平均干流坡降为 19.4‰ 。

何家田溪系龙溪河一级支流，舞水二级支流，发源于贵州省铜仁市万山特区高楼坪乡的毛笔山，于新晃县晃州镇毫师龙流入湖南省新晃县境内，于晃州镇汇入龙溪河。何家田溪流域面积 14.67km^2 ，全长 8.77km ，平均干流坡降为 22.9‰ 。

拟建的岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2‰ 。大坝距岩板田组约 0.8km ，距新晃县城约 12km 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。何家田溪在岩板田水库坝址以上流域植被覆盖良好，水土保持情况较好。

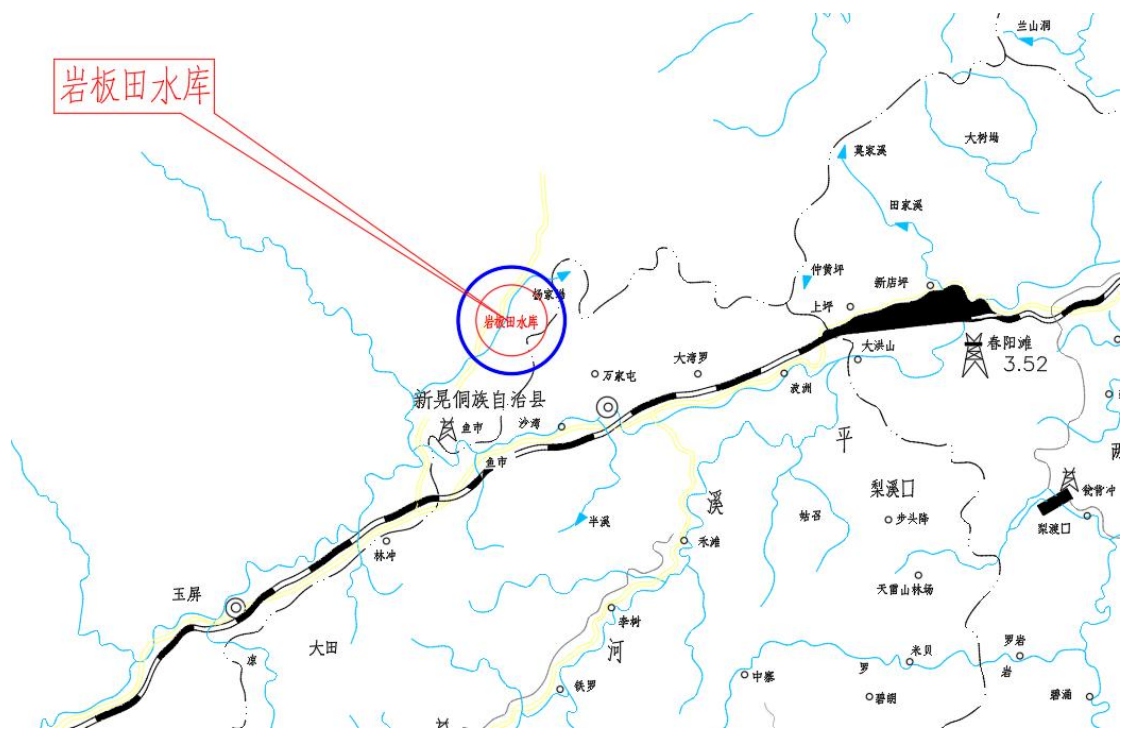


图 2.1-1 流域水系图

2.2 气象

岩板田水库位于新晃县，临近的气象站为新晃侗族自治县气象站，距坝址约 8.8km。

新晃侗族自治县气象站于 1959 年 2 月建站，站址位于新晃县的老晃城河西坡上（现兴隆中学），同年 5 月迁站至新晃城龙溪口营盘坡山顶。1986 年确定为国家气象观测一般站，观测场位于北纬 27°22′，经度 109°10′，海拔高度 355.5 米，区站号 57744。

新晃县地处亚热带，气候温和，雨量充沛，干湿明显，四季分明。年平均气温 15.9~17.3℃，最冷月平均气温 1.6~7.2℃，最热月平均气温 25.7~28.6℃；无霜期 246~356d，年日照时数为 1014.5~1590.2h；多年平均雨日 154~169d，多年平均降雨量 1171.3mm，年最大降雨量 1461.9mm，年最小降雨量 684mm；由于受太平洋副热带气团和极地冷气团活动的影响，降雨量在年内分布极不均匀，4、5、6 三个月的降雨量占全年降雨量的 43.9%，7、8、9 三个月的降雨量仅占全年的 27.1%；由于降雨时空分布不均，加上天气炎热高温（多年平均日最高气温在 35℃以上的天数达 18d 以上），因而蒸发量大于降雨量，多年平均蒸发量达 1157.2mm 以上，其中 7、8、9 三个月的蒸发量占全年蒸发量的 43%。多年平均风速 1.1m/s，最大风速 16.7m/s（1983 年 4 月 27 日），风向 WSW，汛期

(4~9月)最大风速多年平均值 13.0m/s。

2.3 水文基本资料

岩板田水库设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇。何家田溪流域较小，流域内无水文站点，本次设计洪水采用由湖南省水利厅 2015 年 5 月编制出版的《湖南省暴雨洪水查算手册》(以下简称《手册》)中所介绍的推理公式法和纳希瞬时单位线法两种方法进行洪水计算，取外包值作为本次设计洪水计算成果。

由于岩板田水库坝址处均无径流实测资料，本次径流计算采用新晃气象站降雨资料，有 1960~2020 年共 61 年完整的逐月雨量观测资料，资料系列长并经过整编，观测精度高，完整可靠。新晃气象站自建站至今，测验点未做位置的调整，所处流域内气候条件与下垫面条件基本稳定，降雨资料具有一致性。综上，经对新晃气象站三性分析，可靠性、一致性、代表性均较好，可作为本次水文计算参证站。

禾滩水文站位于湖南省新晃县禾滩镇禾滩村，始建于 1966 年 5 月，为湖南省水利厅水文总站所设常年水文站至今，1995 年后隶属于湖南省水利厅水文水资源勘测局。禾滩水文站所在河流为澧水一级支流平溪，集雨面积 437km²，主要观测项目有水位、流量、降水及蒸发。

禾滩水文站自建站至今，测验点未做位置的调整，所处流域内气候条件与下垫面条件基本稳定，降雨资料具有一致性。禾滩水文站有 1967~2019 年共 53 年完整的雨量观测资料，系列较长，从雨量站历年降雨过程变化趋势看，系列值丰、平、枯交替，比较系统地反映了该地区降雨年际变化的周期性，代表性较好。综上，经对禾滩水文站三性分析，可靠性、一致性、代表性均较好，可作为本次水文计算参证站。

本项目在现场勘测时，对工程段历史洪水进行调查。根据调查结果，在水库下游村组交通桥处，2007 年发生洪水，最大洪水位为 445.8m。

2.4 径流

2.4.1 径流特性分析

岩板田水库坝址所在河流的补给主要依靠降雨补给，流域径流年内分配也极不均匀，流域内各月径流变化与各月降水量变化基本一致。本流域春汛期和

主汛期降水除大部分产生地表径流外，另有部分形成地下径流，枯水期径流除由地表径流补给外，很大部分由地下径流补给。

2.4.2 坝址径流计算

1) 面积比拟法

水库所在流域无水文观测站，在临近流域舞水一级支流平溪上设有禾滩水文站，本次收集到禾滩站 1967~2020 年共 54 年径流资料，分析得到其多年平均径流量 23920 万 m^3 。

根据禾滩水文站集雨面积 437km^2 ，岩板田水库坝址集雨面积 7.35km^2 ，通过面积比拟法，得到岩板田水库推荐坝址多年平均径流量 402.6 万 m^3 ，多年平均径流 $0.128\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流深 547.4mm。

2) 径流系数法

大坝所在流域无水文观测站，但附近设有新晃气象站，具有 1960 年~2020 年 61 年降雨观测资料，考虑新晃气象站和岩板田坝址距离较近，下垫面条件相似，岩板田坝址处降雨资料直接移用新晃气象站降雨观测资料。

参照王铁生编的《长藤结瓜灌溉系统的水利计算》一书的计算方法，并根据实际情况进行调整，湖南省小河径流系数表如下。

表2.4-1 湖南省小河径流系数表

地形分区	月雨量表 (mm)					
	<30	>30	<50	50~100	100~200	200~500
山区	0.15	0.20~0.30	0.30	0.30~0.45	0.45~0.65	0.65~0.85
深丘	0.10	0.15~0.25	0.25	0.25~0.40	0.40~0.63	0.63~0.82
浅丘	0.05	0.10~0.20	0.20	0.20~0.35	0.35~0.60	0.60~0.78

根据计算结果，岩板田水库坝址多年平均径流 $0.135\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 426.0 万 m^3 ，多年平均径流深 585.2mm。

表2.4-2 岩板田水库坝址年径流计算成果表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
年份	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
降雨量 (mm)	1178	1122.7	1286.8	1033	1154.9	1313.3	939.2	1461.9	1235.8	1255.9	1120.7	1124.5	1094.6
径流量 (万 m ³)	440.33	404.53	525.54	373.92	404.53	522.82	337.65	616.76	424.72	515.34	407.71	404.98	388.91
径流深 (mm)	599.07	550.36	715.01	508.75	550.38	711.31	459.39	839.1	577.87	701.14	554.73	550.98	529.12
序号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
年份	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
降雨量 (mm)	1203.5	925.9	1052.5	1206.9	1341.6	1091.4	1228.7	1181.1	972.8	1132.4	1043.6	1108.2	925.2
径流量 (万 m ³)	431.69	356.07	352.08	414.06	546.87	371.08	537.91	413.43	344.42	390.49	356.25	403.48	313.04
径流深 (mm)	587.34	484.46	479	563.36	744.05	504.89	731.85	562.49	468.62	531.27	484.69	548.95	425.89
序号	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
年份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
降雨量 (mm)	872.7	1355.1	1035.4	953	1300	1351.8	1225.6	1339.1	1425.2	1277.4	1215.4	1359.7	1190.5
径流量 (万 m ³)	318.7	572.05	372.74	314.82	438.51	476.92	474.35	547.37	578.93	441.18	447.29	543.18	427.98
径流深 (mm)	433.61	778.29	507.13	428.31	596.6	648.85	645.38	744.72	787.66	600.26	608.55	739.03	582.3
序号	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
降雨量 (mm)	1000.9	1272.9	1040.1	1263.4	1135.6	1196.7	856.1	1285.3	954.1	1329.7	1125.5	1109.5	684
径流量 (万 m ³)	360.93	450.38	386.13	450.95	433.01	395.97	286.47	452.68	318.79	502.6	411.26	384.42	206.55
径流深 (mm)	491.06	612.77	525.35	613.55	589.13	538.75	389.75	615.9	433.72	683.82	559.55	523.01	281.03
序号	53	54	55	56	57	58	59	60	61	均值			
年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020				
降雨量 (mm)	1310.1	1193.6	1302.6	1460.6	1385.5	1087.7	1080.2	1280.3	1461.9	1171.3			
径流量 (万 m ³)	475.16	430.56	495.72	555.21	487.39	371.11	343.01	460.05	624.91	430			
径流深 (mm)	646.47	585.81	674.45	755.37	663.14	504.9	466.67	625.93	850.21	585.17			

2.4.3 径流成果分析

本次对比面积比拟法及径流系数法计算的岩板田水库坝址径流量、径流系数，两种方法计算结果相差较小，本次计算成果基本合理。

表2.4-3 径流成果对比表

计算方法	多年平均流量 (m^3/s)	多年平均径流量 (万 m^3)	多年平均径流深 (mm)	备注
面积比拟法	0.127	398.5	547.4	
径流系数法	0.136	430	585.2	采用

坝址所在地区无径流资料，本次查询湖南省水文总站出版的《湖南省水资源》中湖南省多年平均径流深等值线图，坝址处多年平均径流深约为 600mm 左右，与本次径流系数法计算成果接近，可认为本次计算成果基本合理。

综合分析，岩板田水库径流成果取径流系数法计算成果。

2.4.4 入库径流

根据理论频率曲线采用 P-III型，采用矩法计算均值，用适线法求得统计参数，年径流量计算成果见表 2.4-2，其频率曲线见图 2.4-1。计算得坝址多年平均流量为 $0.128\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量 402.6 万 m^3 ，变差系数 $C_v=0.2$ ，偏态系数 $C_s=3.5C_v$ 。

表2.4-4 坝址年径流量频率计算成果表

名称	统计参数			各频率 (P%) 设计值				
	均值	C_v	C_s/C_v	20	50	75	80	95
坝址	402.6	0.2	3.5	466.15	393.23	344.4	333.6	287.95

表2.4-5 坝址年、月平均流量成果表

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
平均流量 (m^3/s)	0.024	0.035	0.069	0.183	0.289	0.294	0.210
占年径流 百分比 (%)	1.6	2.1	4.6	11.8	19.2	18.9	14
项目	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
平均流量 (m^3/s)	0.144	0.089	0.107	0.062	0.021	0.128	
占年径流 百分比 (%)	9.6	5.7	7.1	4	1.4	100	

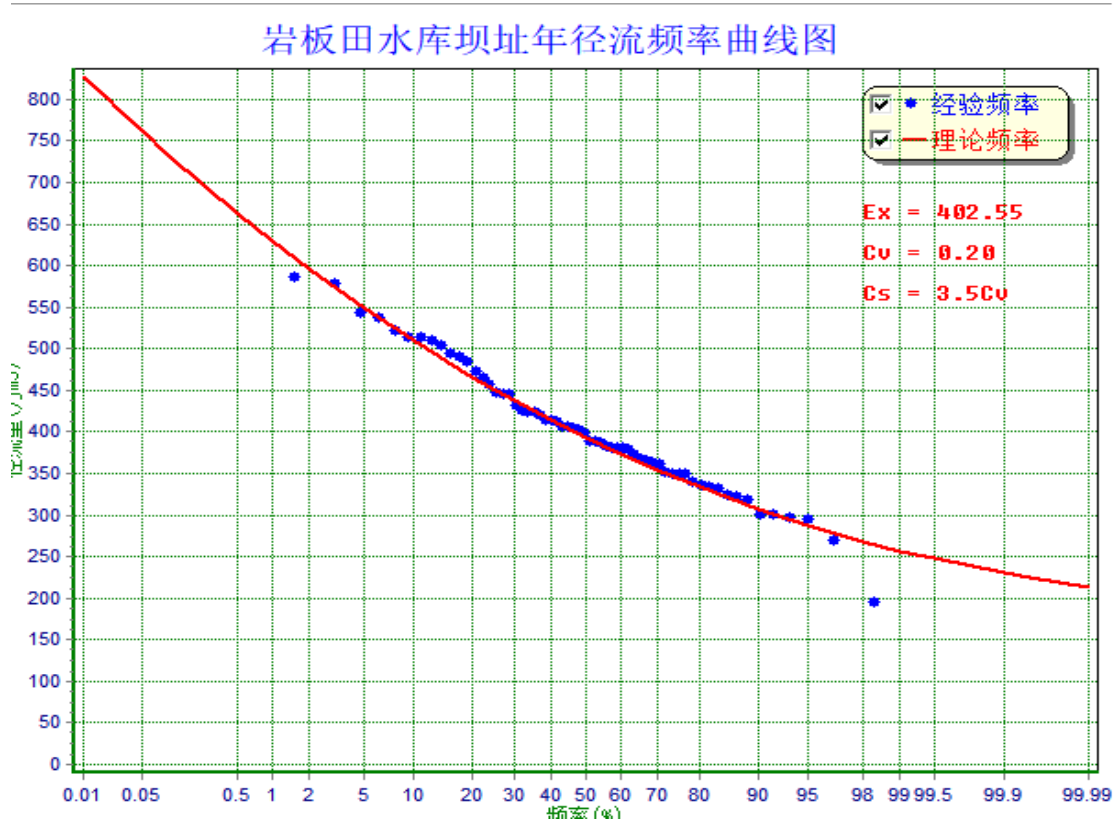


图 2.4-1 岩板田水库坝址年径流频率曲线

2.5 洪水

2.5.1 暴雨洪水特性

流域属雨洪型河流，上游多高山深谷，河流湍急，大洪水由暴雨形成，洪水陡涨陡落，峰高量小，一次洪水过程一般为 1~2 天，年最大洪水一般发生在 5~9 月，量级大的灾害性洪水往往出现在 6~8 月。

2.5.2 设计洪水

2.5.2.1 水文比拟法

水库所在流域无水文观测站，在临近流域舞水一级支流平溪上设有禾滩水文站，本次收集到禾滩站 1967~2020 年共 54 年实测流量资料，根据多年实测年最大流量分析禾滩水文站各频率设计洪水。洪峰统计参数中，均值采用矩法计算值；Cv 值以矩法值为初算，通过适线确定；Cs 值因三阶矩计算值误差大，故通过适线确定。理论频率曲线采用 P-III 型曲线。适线时，尽可能照顾点群趋势，使频率线通过点群中心。但适当多考虑中、上部点据，由此确定理论频率曲线各统计参数，各统计参数及频率曲线成果见表。

表2.5-1 禾滩水文站各频率设计洪水成果表（m³/s）

站名	均值	Cv	Cs/Cv	0.5%	3.33%	5%	20%
禾滩站	331.94	0.6	2.5	1110.6	791.0	720.5	469.5

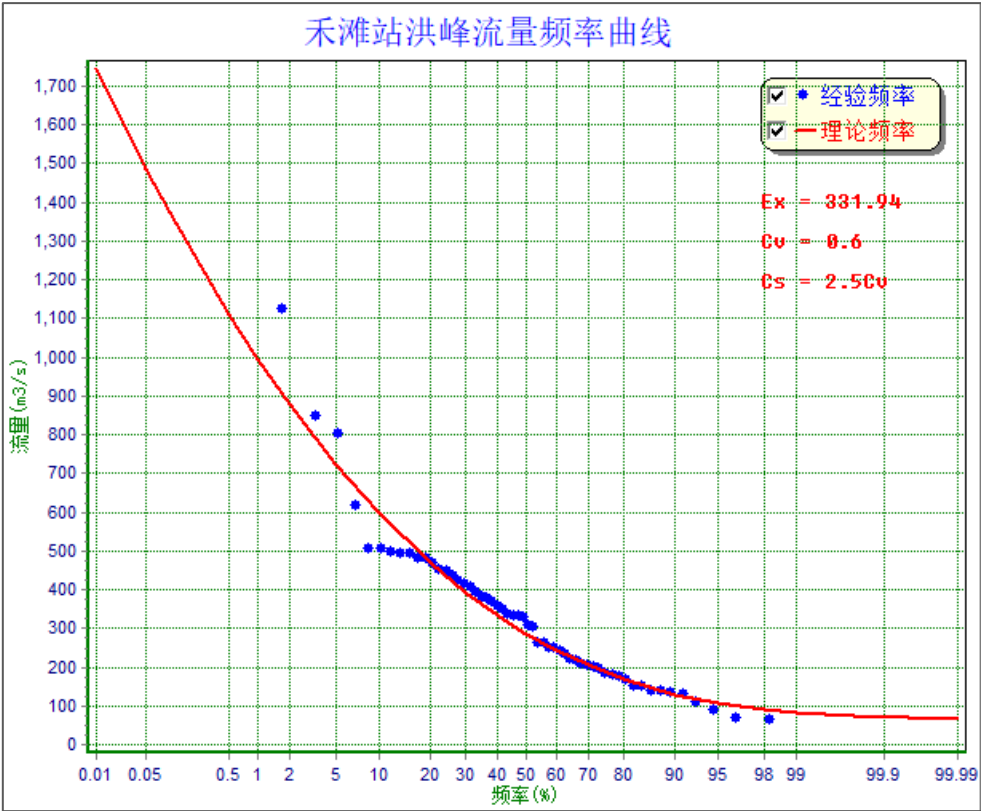


图 2.5-1 禾滩站年最大洪峰流量频率曲线

本次选取岩板田水库坝址作为控制断面，设计洪水采用面积比进行洪水换算。洪水计算用下列公式计算：

$$Q_{m.p.工程段} = \left(\frac{A_{工程段}}{A_{禾滩}} \right)^n \times (Q_{m.p.禾滩})$$

式中：Qm.p.工程段、Qm.p.禾滩——频率为 P 时工程段各控制断面、禾滩站设计洪峰流量（m³/s）；

A 工程段、A 禾滩——工程段各控制断面集雨面积；

n——面积比指数，取 0.67。

表2.5-2 水文比拟法设计洪水成果表

名称	控制面积	洪峰流量（m3/s）					
	km2	0.2%	0.5%	2%	3.33%	5%	20%
禾滩站	437	1261.3	1110.6	878.3	791.0	720.5	469.5
岩板田坝址	7.35	82.7	72.8	57.6	51.9	47.2	30.8

2.5.2.2 查算手册推算

1、设计暴雨

根据岩板田水库坝址的地理位置及集雨面积 7.35km²，干流长度为 4.47km，干流平均坡降为 53.2‰，根据《查算手册》，岩板田水库库区属湖南省暴雨一致区第 4 区，湖南省产流分区第Ⅳ区，降雨初损为 25mm，点面关系系数 0.994，流域中心年最大 24 小时点雨量均值为 95mm，年最大 24 小时点雨量变差系数 Cv 为 0.38，离差系数 Cs 为 3.5Cv。

本次收集到新晃气象站 1960~2020 年共 61 年实测降雨资料，采用 P-Ⅲ型频率适线分析，得多年平均最大 24 小时点暴雨量为 88.89mm，CV 为 0.4，CS 为 3.5CV。

表2.5-3 新晃气象站设计暴雨成果表

均值	Cv	Cs/Cv	P=0.5%	P=3.33%	P=5%	P=20%
88.89	0.4	3.5	225.0	170.03	157.81	113.96

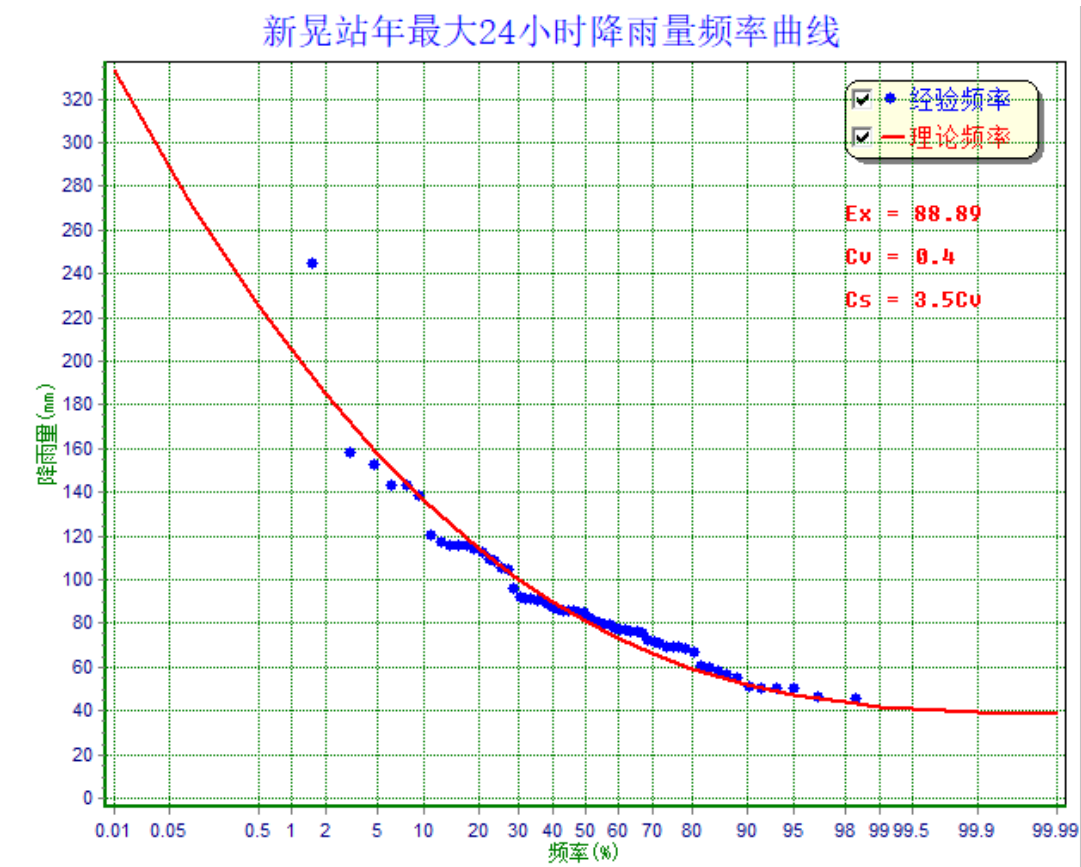


图 2.5-2 新晃气象站年最大 24h 降雨频率曲线图

表2.5-4 设计暴雨成果比较表

方法	均值	Cv	Cs/Cv	P=0.5%	P=3.33%	P=5%
查算手册	95	0.38	3.5	231.1	176.8	164.6
新晃气象站	88.89	0.4	3.5	225.0	170.03	157.81

经比较采用《查算手册》查算的点暴雨量成果略大于新晃站实测降雨成果，偏安全考虑，本次采用《查算手册》查算的成果进行设计暴雨计算。

参照《查算手册》，最大 1~6 小时暴雨的时程分配公式为：

$$H_t = H_{24} \times 24^{n_3-1} \times 6^{n_2-n_3} \times t^{1-n_2}$$

最大 6~24 小时暴雨的时程分配公式为：

$$H_t = H_{24} \times 24^{n_3-1} \times t^{1-n_3}$$

式中： H_{24} —24 小时平均面雨量，(mm)；

H_t —1~24 小时任一 t 时间内的暴雨量，(mm)；

n_2 —1~6 小时暴雨衰减指数；

n_3 —6~24 小时暴雨衰减指数；

t—对应 H_t 的时间，(h)。

其它设计暴雨参数及成果详见表 2.5-5。

2、设计洪水

1) 推理公式法

参照《查算手册》，由推理公式设计暴雨推求设计流量，地表径流洪峰流量和汇流时间可由以下公式计算：

$$Q_{m上} = 0.278 \times F \times (R_t / t)$$

$$\tau = \frac{0.278 \times L}{m \times J^{1/3} \times Q_m^{1/4}}$$

式中： Q_m 上—地表洪峰流量，(m³/s)；

F—坝址以上流域面积，(km²)；

R_t/t —地面径流强度；

τ —汇流时间，(h)；

L—流域干流长度，(km)；

J—干流平均坡降 (‰);

θ —流域地理参数; $\theta = \frac{L}{F^{1/4} \times J^{1/3}} = 7.22$

m—推理公式中的流域汇流系数; $m = 0.123\theta^{0.520} = 0.344$ 。

通过试算求得岩板田水库的地面洪峰流量、汇流时间及其它参数见表 2.5-5。

表2.5-5 岩板田设计暴雨洪水计算成果表

P (%) 项目	0.2	0.5	2	3.33	5	20	备注
KP	2.70	2.43	2.02	1.86	1.73	1.27	F=7.35km ² L=4.47km J=53.2‰ $\bar{H}_{24点}=95\text{mm}$ CV=0.38 CS=3.5CV I0=25.0mm $\theta=7.22$ m=0.344 点面折算系数 $\alpha=0.994$
H24 点	256.5	231.1	191.7	176.8	164.6	120.8	
H24 面	255.0	229.8	190.6	175.7	163.7	120.1	
n2	0.543	0.564	0.599	0.612	0.623	0.662	
n3	0.822	0.828	0.837	0.840	0.842	0.851	
H1	87.8	82.9	74.1	70.3	66.9	53.3	
H3	145.1	133.8	115.1	107.6	101.2	77.3	
H6	199.2	180.9	152.0	140.7	131.5	97.7	
H12	225.4	203.9	170.2	157.3	146.7	108.3	
H3-H1	57	51	41	37	34	24	
H6-H3	54.1	47.1	36.8	33.2	30.3	20.4	
H12-H6	26.2	23.0	18.2	16.5	15.2	10.6	
H24-H12	29.6	25.9	20.4	18.5	17.0	11.8	
Ψ	0.75	0.75	0.7	0.7	0.7	0.7	
R 总	230.0	204.8	165.6	150.7	138.7	95.1	
R 上	172.5	153.6	115.9	105.5	97.1	66.6	
R 下	57.5	51.2	49.7	45.2	41.6	28.5	
T	3.31	3.39	3.62	3.70	3.77	4.19	
ΣQ_i	352.2	313.5	236.7	215.4	198.2	135.9	
Qm 上	71.0	64.5	49.7	45.7	42.4	27.6	
Q 上 m/ ΣQ_i	0.202	0.206	0.210	0.212	0.214	0.203	
Qm 地	4.35	4.18	4.06	3.69	3.40	2.16	
ΔQ_m 地	0.16	0.17	0.16	0.15	0.14	0.08	
Qm	71.6	65.2	50.4	46.3	42.9	27.9	
W (104m ³)	169.0	150.5	121.7	110.8	101.9	69.9	

2) 纳希瞬时单位线法

参照《查算手册》，纳希瞬时单位线模式，主要是定量两个参数 n 和 k 值，两个参数的乘积 ($m_1 = n \cdot k$) 称单位线洪峰滞时，湖南省山丘区 m_1 和 $\bar{n}$ 综合计算公式：

$$m_1 = 2.1877 \left(\frac{F}{j} \right)^{0.2484} \cdot \left(\frac{10}{i} \right)^{1.202 - 0.349 \lg F}$$

$$\bar{n} = 4.186F^{-0.0639} \cdot j^{-0.2825}$$

以 $\bar{n}$ 、 $\frac{t}{k}$ 查表计算得无因此单位线及计算结果如下表。

表2.5-6 岩板田水库 500 年一遇设计洪水计算（纳希瞬时单位线法）成果表

Δt (1h)	t/K	s (t)	q (t,Δt)	各时段净雨产生的径流 Qi																Q 地底宽 B=22h		
				0.5	4.3	12.1	23.7	65.9	19.3	16.5	12.0	4.8	3.1	2.6	2.1	2.7	1.6	1.4	ΣQi	Q 地	Qt	
																				0.22	0.22	
1	1.016	0.553	11.294	0.54															0.54	0.44	0.98	
2	2.033	0.823	5.513	0.26	4.83														5.09	0.67	5.76	
3	3.049	0.932	2.220	0.11	2.36	13.61													16.08	0.89	16.96	
4	4.065	0.974	0.865	0.04	0.95	6.64	26.79												34.43	1.11	35.54	
5	5.081	0.991	0.334	0.02	0.37	2.68	13.08	74.40											90.53	1.33	91.87	
6	6.098	0.996	0.113	0.01	0.14	1.04	5.27	36.31	21.74										64.51	1.55	66.07	
7	7.114	0.998	0.039	0.00	0.05	0.40	2.05	14.62	10.61	18.65									46.39	1.78	48.17	
8	8.130				0.02	0.14	0.79	5.70	4.27	9.10	13.57								33.59	2.00	35.58	
9						0.05	0.27	2.20	1.67	3.67	6.62	5.45							19.92	2.22	22.14	
10							0.09	0.75	0.64	1.43	2.67	2.66	3.52						11.76	2.44	14.20	
11								0.26	0.22	0.55	1.04	1.07	1.72	2.88					7.74	2.66	10.40	
12									0.08	0.19	0.40	0.42	0.69	1.41	2.42				5.60	2.88	8.48	
13										0.06	0.14	0.16	0.27	0.57	1.18	3.06			5.44	3.11	8.54	
14											0.05	0.05	0.10	0.22	0.47	1.49	1.83		4.22	3.33	7.55	
15												0.02	0.04	0.09	0.19	0.60	0.89	1.53	3.35	3.55	6.90	
16													0.01	0.03	0.07	0.23	0.36	0.75	1.45	3.77	5.23	
17														0.01	0.02	0.09	0.14	0.30	0.57	3.99	4.56	
18															0.01	0.03	0.05	0.12	0.21	4.22	4.43	
19																0.01	0.02	0.05	0.07	4.44	4.51	
20																	0.01	0.02	0.02	4.66	4.68	
21																		0.01	0.01	4.88	4.89	

表2.5-7 岩板田水库 200 年一遇设计洪水计算（纳希瞬时单位线法）成果表

Δt (1h)	t/K	s (t)	q (t, Δt)	各时段净雨产生的径流 Q_i														Q 地底宽 B=22h		
				1.8	10.5	21.1	62.2	17.1	14.4	10.5	4.2	2.7	2.2	1.9	2.4	1.4	1.2	ΣQ_i	Q 地	Q _t
																			0.20	0.20
1	0.974	0.536	10.945	1.99														1.99	0.40	2.39
2	1.948	0.809	5.565	1.01	11.49													12.51	0.59	13.10
3	2.922	0.924	2.346	0.43	5.84	23.05												29.32	0.79	30.11
4	3.896	0.970	0.946	0.17	2.46	11.72	68.06											82.41	0.99	83.40
5	4.870	0.988	0.371	0.07	0.99	4.94	34.60	18.71										59.31	1.19	60.50
6	5.844	0.995	0.150	0.03	0.39	1.99	14.59	9.51	15.75									42.26	1.38	43.64
7	6.818	0.998	0.046	0.01	0.16	0.78	5.88	4.01	8.01	11.46								30.30	1.58	31.88
8	7.792	0.999	0.024	0.00	0.05	0.31	2.31	1.62	3.38	5.82	4.64							18.13	1.78	19.91
9	8.766				0.02	0.10	0.93	0.63	1.36	2.46	2.36	3.00						10.86	1.98	12.83
10						0.05	0.29	0.26	0.53	0.99	0.99	1.52	2.45					7.08	2.17	9.26
11							0.15	0.08	0.22	0.39	0.40	0.64	1.25	2.05				5.17	2.37	7.54
12								0.04	0.07	0.16	0.16	0.26	0.53	1.04	2.59			4.84	2.57	7.41
13									0.03	0.05	0.06	0.10	0.21	0.44	1.32	1.55		3.77	2.77	6.53
14										0.02	0.02	0.04	0.08	0.18	0.56	0.79	1.30	2.99	2.96	5.95
15											0.01	0.01	0.03	0.07	0.22	0.33	0.66	1.34	3.16	4.50
16												0.01	0.01	0.03	0.09	0.13	0.28	0.54	3.36	3.90
17													0.01	0.01	0.04	0.05	0.11	0.21	3.56	3.77
18														0.00	0.01	0.02	0.04	0.08	3.75	3.83
19															0.01	0.01	0.02	0.03	3.95	3.98
20																0.00	0.01	0.01	4.15	4.16
21																	0.00	0.00	4.35	4.35

表2.5-8 岩板田水库 50 年一遇设计洪水计算（纳希瞬时单位线法）成果表

Δt (1h)	t/K	s (t)	q (t, Δt)	各时段净雨产生的径流 Q_i														Q 地底宽 B=22h		
				5.3	15.8	51.9	12.9	10.5	7.6	3.1	2.0	1.7	1.4	1.7	1.0	0.9		ΣQ_i	Q 地	Qt
																			0.19	0.19
1	0.808	0.464	9.468	5.04														5.04	0.38	5.43
2	1.617	0.740	5.637	3.00	14.99													18.00	0.58	18.57
3	2.425	0.878	2.816	1.50	8.93	49.14												59.56	0.77	60.33
4	3.233	0.943	1.325	0.71	4.46	29.25	12.17											46.59	0.96	47.54
5	4.042	0.974	0.636	0.34	2.10	14.61	7.24	9.94										34.23	1.15	35.38
6	4.850	0.988	0.284	0.15	1.01	6.88	3.62	5.92	7.23									24.80	1.34	26.14
7	5.658	0.995	0.141	0.07	0.45	3.30	1.70	2.96	4.30	2.97								15.76	1.53	17.29
8	6.467	0.997	0.047	0.03	0.22	1.47	0.82	1.39	2.15	1.77	1.92							9.77	1.73	11.49
9	7.275	0.998	0.027	0.01	0.07	0.73	0.37	0.67	1.01	0.88	1.14	1.57						6.46	1.92	8.38
10	8.083				0.04	0.24	0.18	0.30	0.49	0.42	0.57	0.93	1.32					4.49	2.11	6.60
11	8.892					0.14	0.06	0.15	0.22	0.20	0.27	0.47	0.78	1.65				3.94	2.30	6.24
12							0.04	0.05	0.11	0.09	0.13	0.22	0.39	0.98	0.99			2.99	2.49	5.48
13								0.03	0.04	0.04	0.06	0.11	0.18	0.49	0.59	0.83		2.36	2.68	5.04
14									0.02	0.01	0.03	0.05	0.09	0.23	0.29	0.49		1.22	2.88	4.09
15										0.01	0.01	0.02	0.04	0.11	0.14	0.25		0.58	3.07	3.64
16											0.01	0.01	0.02	0.05	0.07	0.12		0.26	3.26	3.52
17												0.00	0.01	0.02	0.03	0.06		0.12	3.45	3.57
18													0.00	0.01	0.01	0.02		0.05	3.64	3.69
19														0.00	0.00	0.01		0.02	3.83	3.86
20															0.00	0.00		0.01	4.03	4.03
21																0.00		0.00	4.22	4.22

表2.5-9 岩板田水库 30 年一遇设计洪水计算（纳希瞬时单位线法）成果表

Δt (h)	t/K	s (t)	q (t, Δt)	各时段净雨产生的径流 Q_i													Q 地底宽 B=24h		
				3.1	14.4	49.2	11.7	9.4	6.9	2.8	1.8	1.5	1.3	1.6	0.9	0.8	ΣQ_i	Q 地	Qt
																		0.16	0.16
1	0.743	0.433	8.832	2.78													2.78	0.32	3.10
2	1.486	0.707	5.606	1.76	12.7 3												14.49	0.48	14.97
3	2.229	0.853	2.972	0.93	8.08	43.4 3											52.45	0.64	53.09
4	2.971	0.927	1.517	0.48	4.28	27.5 7	10.3 3										42.66	0.80	43.46
5	3.714	0.964	0.747	0.23	2.19	14.6 2	6.56	8.34									31.94	0.96	32.90
6	4.457	0.982	0.379	0.12	1.08	7.46	3.48	5.30	6.07								23.49	1.12	24.62
7	5.200	0.992	0.193	0.06	0.55	3.67	1.77	2.81	3.85	2.52							15.23	1.28	16.51
8	5.943	0.996	0.085	0.03	0.28	1.86	0.87	1.43	2.04	1.60	1.63						9.74	1.44	11.18
9	6.686	0.997	0.033	0.01	0.12	0.95	0.44	0.71	1.04	0.85	1.03	1.33					6.48	1.60	8.09
10	7.429	0.998	0.022	0.01	0.05	0.42	0.23	0.36	0.51	0.43	0.55	0.84	1.11				4.51	1.76	6.27
11	8.172				0.03	0.16	0.10	0.18	0.26	0.21	0.28	0.45	0.71	1.39			3.78	1.92	5.70
12	8.914					0.11	0.04	0.08	0.13	0.11	0.14	0.23	0.38	0.89	0.83		2.93	2.08	5.01
13							0.03	0.03	0.06	0.06	0.07	0.11	0.19	0.47	0.53	0.70	2.24	2.24	4.48
14								0.02	0.02	0.02	0.04	0.06	0.09	0.24	0.28	0.44	1.22	2.40	3.62
15									0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.12	0.14	0.23	0.61	2.56	3.18
16										0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.07	0.12	0.30	2.73	3.02
17											0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.14	2.89	3.03
18												0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	3.05	3.11
19													0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	3.21	3.24
20														0.00	0.00	0.01	0.01	3.37	3.38
21															0.00	0.00	0.00	3.53	3.53

表2.5-10 岩板田水库 20 年一遇设计洪水计算（纳希瞬时单位线法）成果表

Δt (1h)	t/K	s (t)	q (t, Δt)	各时段净雨产生的径流 Q_i														Q 地底宽 B=25h		
				1.4	13.3	46.8	10.8	8.6	6.3	2.6	1.7	1.4	1.2	1.4	0.9	0.7		ΣQ_i	Q 地	Q_t
																			0.14	0.14
1	0.689	0.406	8.295	1.18														1.18	0.27	1.45
2	1.378	0.678	5.538	0.79	11.01													11.80	0.41	12.20
3	2.068	0.829	3.089	0.44	7.35	38.84												46.63	0.54	47.17
4	2.757	0.910	1.660	0.24	4.10	25.93	8.94											39.20	0.68	39.88
5	3.446	0.953	0.882	0.13	2.20	14.46	5.97	7.15										29.91	0.82	30.72
6	4.135	0.976	0.457	0.06	1.17	7.77	3.33	4.77	5.20									22.31	0.95	23.26
7	4.824	0.987	0.238	0.03	0.61	4.13	1.79	2.66	3.47	2.17								14.87	1.09	15.95
8	5.513	0.994	0.137	0.02	0.32	2.14	0.95	1.43	1.94	1.45	1.40							9.65	1.22	10.87
9	6.203	0.996	0.048	0.01	0.18	1.11	0.49	0.76	1.04	0.81	0.94	1.15						6.49	1.36	7.85
10	6.892	0.998	0.028	0.00	0.06	0.64	0.26	0.39	0.55	0.43	0.52	0.77	0.96					4.60	1.50	6.09
11	7.581	0.999	0.016	0.00	0.04	0.22	0.15	0.21	0.29	0.23	0.28	0.43	0.64	1.20				3.69	1.63	5.32
12	8.270				0.02	0.13	0.05	0.12	0.15	0.12	0.15	0.23	0.36	0.80	0.72			2.85	1.77	4.62
13	8.959					0.08	0.03	0.04	0.09	0.06	0.08	0.12	0.19	0.45	0.48	0.60		2.22	1.90	4.12
14							0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.10	0.24	0.27	0.40		1.22	2.04	3.26
15								0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.13	0.14	0.22		0.65	2.17	2.82
16									0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07	0.08	0.12		0.34	2.31	2.65
17										0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06		0.17	2.45	2.62
18											0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03		0.09	2.58	2.67
19												0.00	0.00	0.01	0.01	0.02		0.04	2.72	2.76
20													0.00	0.00	0.00	0.01		0.02	2.85	2.87
21														0.00	0.00	0.00		0.01	2.99	3.00

2.5.2.3 设计洪水成果合理性检查

1) 计算方法

由于岩板田水库所在流域为无资料地区，本次采用由湖南省水利厅 2015 年 5 月编制出版的《湖南省暴雨洪水查算手册》（以下简称《手册》）中所介绍的推理公式法和纳希瞬时单位线法两种方法进行洪水计算，计算结果纳希瞬时单位线法略大于推理公式法计算结果，偏安全考虑，本次设计洪水取纳希瞬时单位线法计算成果。

本次采用水文比拟法计算设计洪水成果与纳希瞬时单位线法成果比较相差较小，认为本次设计洪水成果属合理。由于禾滩水文站与岩板田水库控制集雨面积相差较大，且禾滩站上游有朝阳水库对洪水有一定调节作用，综合考虑，本次设计洪水取纳希瞬时单位线法计算成果。

表2.5-11 设计洪水成果表

计算方法	项目	设计洪水 (m³/s)					备注
		P=0.2%	P=0.5%	P=2%	P=3.33%	P=5%	
水文比拟法	Q (m³/s)	82.7	72.8	57.6	51.9	47.2	
推理公式法	Q (m³/s)	71.6	65.2	50.4	46.3	42.9	
	W (万 m³)	169.0	150.5	121.7	110.8	101.9	
纳希瞬时单位线法	Q (m³/s)	91.9	83.4	60.3	53.1	47.2	采用
	W (万 m³)	169.0	150.5	121.7	110.8	101.9	

2) 洪峰模数

采用本工程临近已审定的青草坪水库洪峰模数与本工程计算成果进行比较分析，详见下表。经与工程所在区域的统计资料比较，各频率洪峰模数均与其控制流域面积相近工程接近，符合同一区域面积越小，洪峰模数越大的规律，故认为本次设计洪水成果属合理，属于典型的山区洪水，陡涨陡落。

表2.5-12 同地区水库洪峰模数比较表

项目	集雨面积 (km²)	洪峰流量 (m³/s)		洪峰模数 (m³/s/km²)	
		P=3.33%	P=5%	P=3.33%	P=5%
岩板田水库	7.35	53.09	47.17	7.22	6.42
青草坪水库	57.3	228	210	3.98	3.66

2.5.2.4 设计洪水过程线

本次洪水过程线地面径流过程按照纳希瞬时单位线法推求，地下径流过程按等腰三角形关系推求，各频率洪水过程线见下表。

表2.5-13 岩板田水库设计洪水过程线

P (%)	0.5	3.33	5
0	0.19	0.16	0.13
1	2.20	2.79	1.31
2	12.07	13.56	10.92
3	28.13	48.33	42.65
4	77.57	42.46	38.80
5	59.65	32.61	30.45
6	43.23	24.58	23.22
7	31.64	16.74	16.17
8	20.03	11.31	11.11
9	12.90	8.12	7.92
10	9.26	6.30	6.05
11	7.42	5.63	5.29
12	7.19	4.93	4.59
13	6.39	4.40	4.04
14	5.8	3.59	3.25
15	4.45	3.13	2.79
16	3.83	2.96	2.59
17	3.67	2.95	2.55
18	3.72	3.02	2.59
19	3.86	3.14	2.68
20	4.02	3.27	2.78
21	4.21	3.42	2.9
22	4.4	3.57	3.03
23	4.21	3.72	3.16
24	4.01	3.57	3.29
25	3.82	3.41	3.16
26	3.63	3.26	3.02
27	3.44	3.1	2.89
28	3.25	2.95	2.76
29	3.06	2.79	2.63
30	2.87	2.64	2.5
31	2.68	2.48	2.37
32	2.49	2.33	2.24
33	2.29	2.17	2.1
34	2.1	2.02	1.97
35	1.91	1.86	1.84

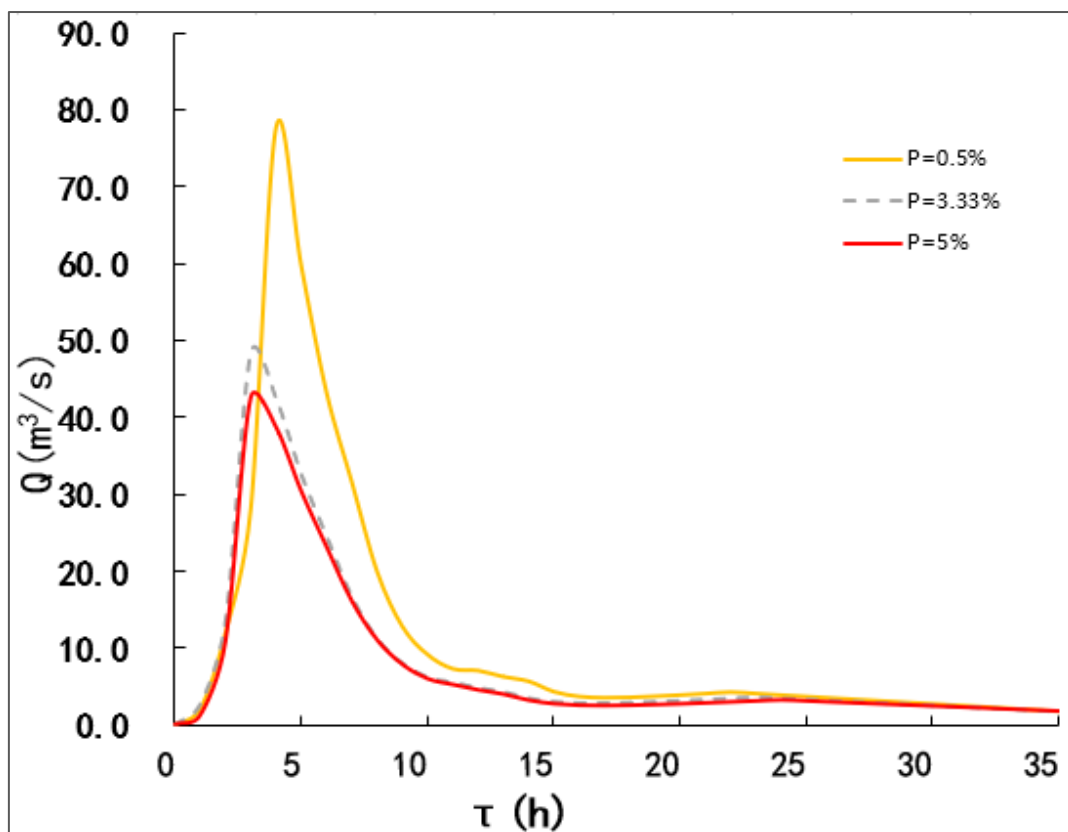


图 2.5-3 洪水过程线

2.5.2.5 设计洪水水面线

设计水面线主要采用伯努力能量方程推求：

$$Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_f + h_j$$

$$h_f = JL$$

$$h_j = \xi \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

式中： Z_2 、 Z_1 ——上、下断面水位；

V_2 、 V_1 ——上、下断面平均流速；

α_2 、 α_1 ——动能校正系数；

g ——重力加速度；

h_f 、 h_j ——河段水流的沿程水头损失和局部水头损失；

L ——所取河段的长度；

J ——水力坡度， $J = \frac{v^2}{C^2 R}$

C ——谢才系数；

R——水力半径；

ξ ——局部水头损失系数。

岩板田坝址下游无水库河坝等水利工程，本次起推断面为岩板田水库坝址，根据本次实测水文断面，根据曼宁公式，即 $Q = AC\sqrt{Ri}$ 、 $C = R^{1/6}/n$ ，对起推断面进行水位流量关系计算，算取相应频率起推水位。

表2.5-14 岩板田坝址起推水位

频率	洪峰流量 Q (m³/s)	水位 Z (m)
P=0.2%	91.9	464.84
P=2%	60.3	464.47
P=5%	47.2	464.39

通过计算，得到坝址上游天然状态下河道水面线成果如下表。

表2.5-15 坝址上游天然状态下河道水面线成果表

序号	里程 (m)	水位 (m)		
		P=0.5%	P=3.33%	P=5%
1	0	464.84	464.47	464.39
2	375	475.92	475.42	475.30
3	550	480.05	479.73	479.66
4	780	484.88	484.65	484.59
5	855	486.93	486.45	486.35
6	1040	492.99	492.58	492.49
7	1094	494.45	493.81	493.67
8	1264	499.57	499.11	498.99
9	1455	504.88	504.48	504.39
10	1655	512.19	511.69	511.48
11	1755	515.00	514.27	514.11
12	1885	518.25	517.70	517.58
13	2055	524.50	523.98	523.86
14	2216	529.40	528.78	528.65
15	2306	532.45	532.00	531.90

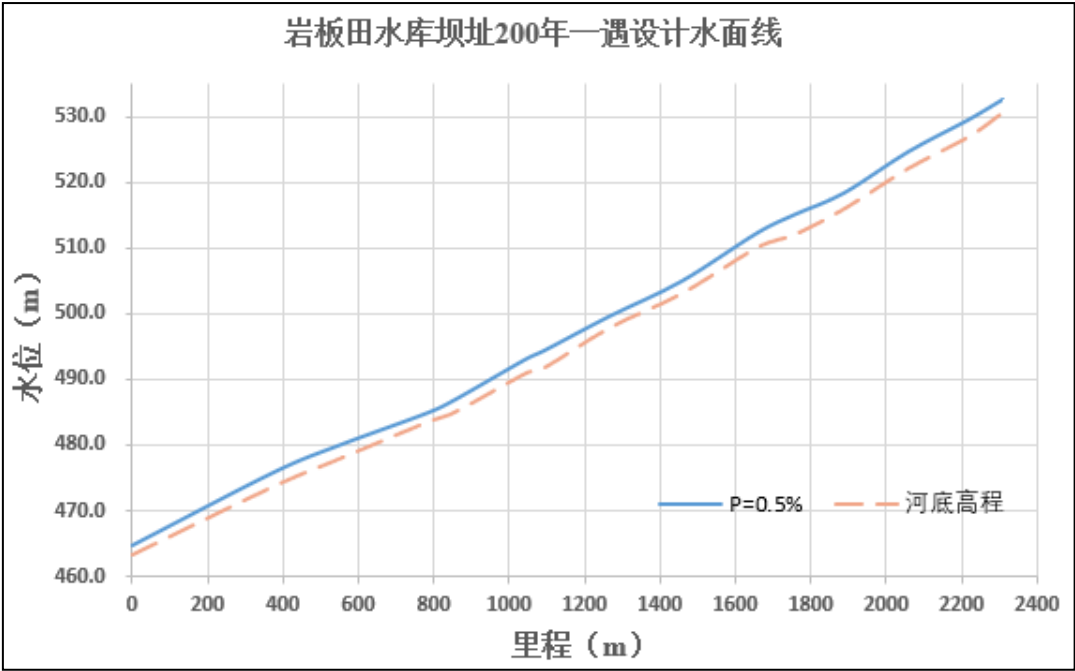


图 2.5-4 岩板田水库坝址 200 年一遇设计洪水水面线

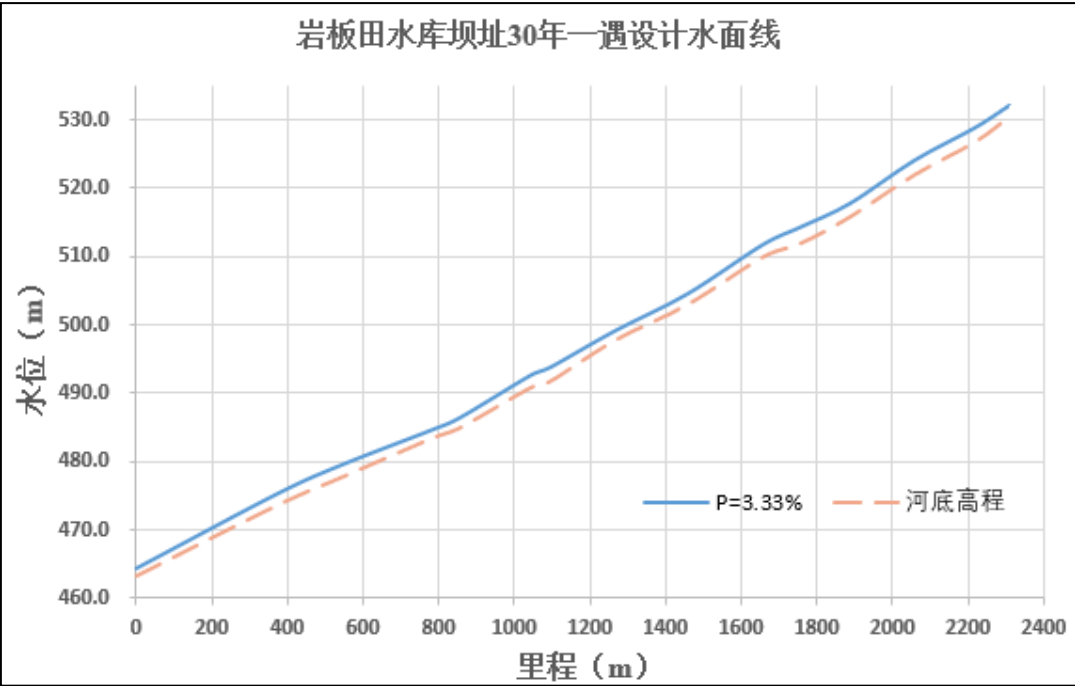


图 2.5-5 岩板田水库坝址 30 年一遇设计洪水水面线

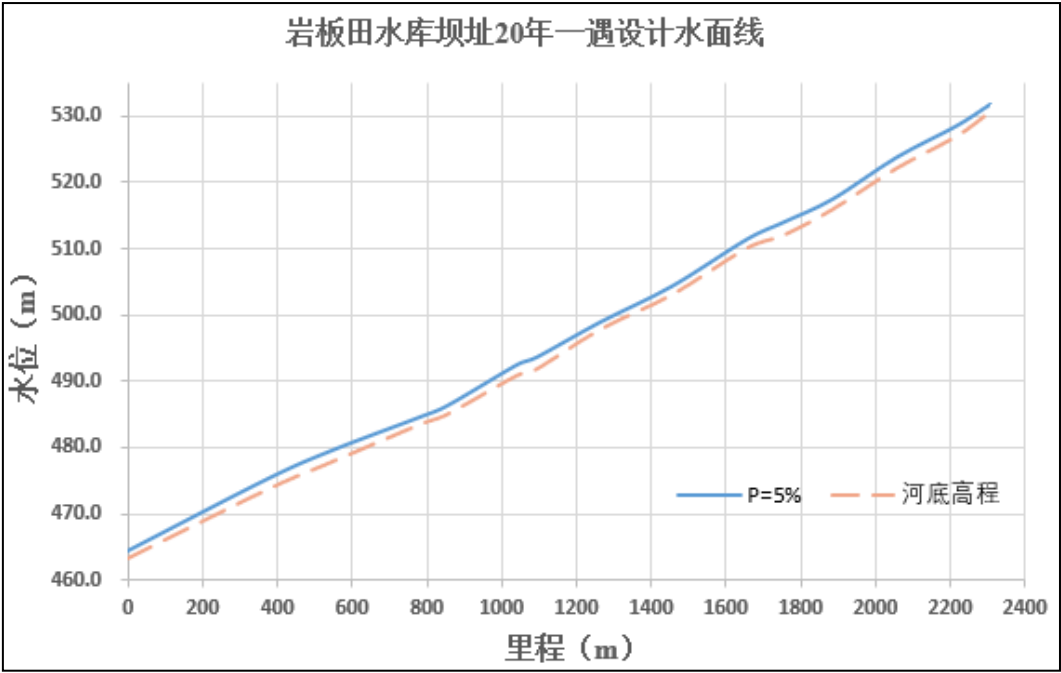


图 2.5-6 岩板田水库坝址 20 年一遇设计洪水水面线

2.5.3 施工期洪水

本次岩板田水库施工期横跨整个年度，故本次施工期洪水按全年和分期分别计算，本次岩板田水库全年洪水采用《湖南省暴雨洪水查算手册》（2015 版）中所介绍的推理公式法推算，分期洪水计算水文资料选用新晃气象站实测日降雨资料计算，计算方法采用推理公式法。

(1) 全年洪水

表2.5-16 岩板田水库全年施工设计暴雨洪水计算成果表

P (%) 项目	10	20	33.33	备注
KP	1.51	1.27	1.08	F=7.35km² L=4.47km J=53.2‰ $\overline{H}_{24点}=95mm$ CV=0.38 CS=3.5CV I0=25.0mm θ=7.22 m=0.344 点面折算系数 α=0.994
H24 点	143.3	120.8	103.0	
H24 面	142.5	120.1	102.4	
n2	0.642	0.662	0.679	
n3	0.846	0.851	0.854	
H1	60.6	53.3	47.0	
H3	89.8	77.3	66.9	
H6	115.2	97.7	83.7	
H12	128.1	108.3	92.5	
H3-H1	29	24	20	
H6-H3	25.3	20.4	16.7	
H12-H6	12.9	10.6	8.9	

P (%) 项目	10	20	33.33	备注
H24-H12	14.4	11.8	9.8	
Ψ	0.7	0.7	0.7	
R 总	117.5	95.1	77.4	
R 上	82.2	66.6	54.2	
R 下	35.2	28.5	23.2	
T	3.94	4.19	4.41	
ΣQi	167.9	135.9	110.6	
Qm 上	35.4	27.6	22.5	
Q 上 m/ ΣQi	0.211	0.203	0.203	
Qm 地	2.88	2.16	1.76	
ΔQm 地	0.12	0.08	0.07	
Qm	35.9	27.9	22.7	
W (104m ³)	86.4	69.9	56.9	

(2) 分期洪水

根据收集新晃气象站降雨资料，统计 9 月~次年 3 月、10 月~次年 3 月和 11 月~次年 2 月最大 24h 降雨，统计成果如下表。

9月至次年3月最大24小时降雨量频率曲线

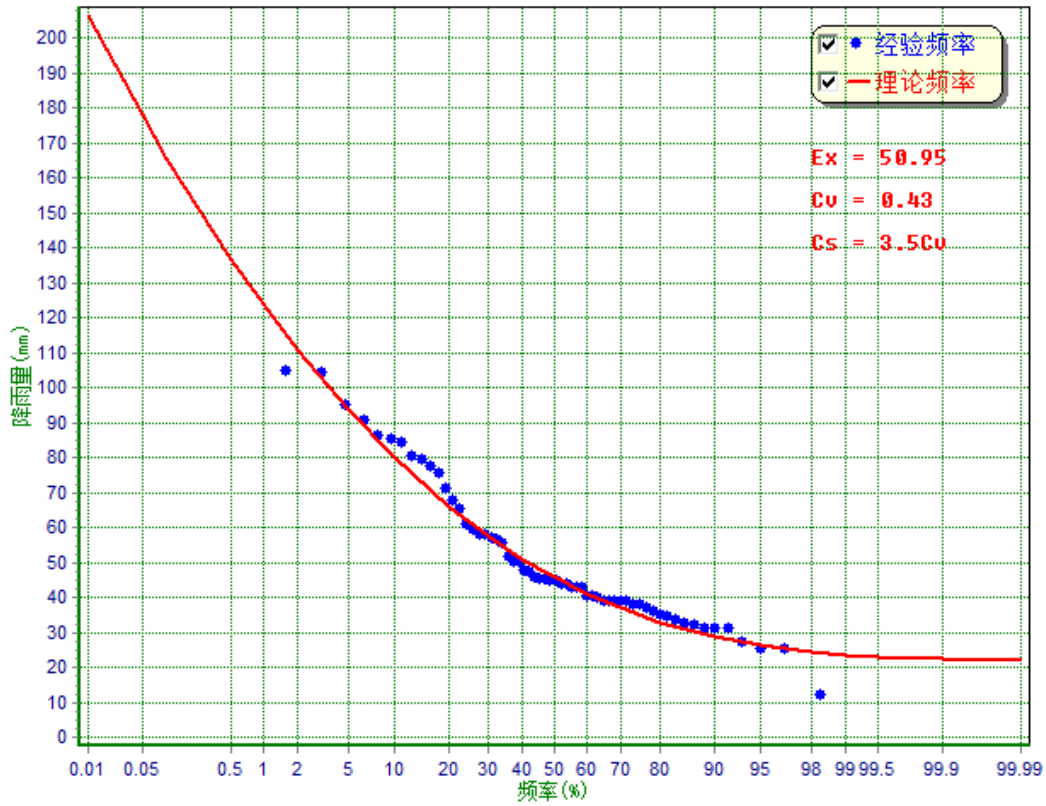


图 2.5-7 岩板田水库坝址分期（9 至次年 3 月）暴雨频率曲线

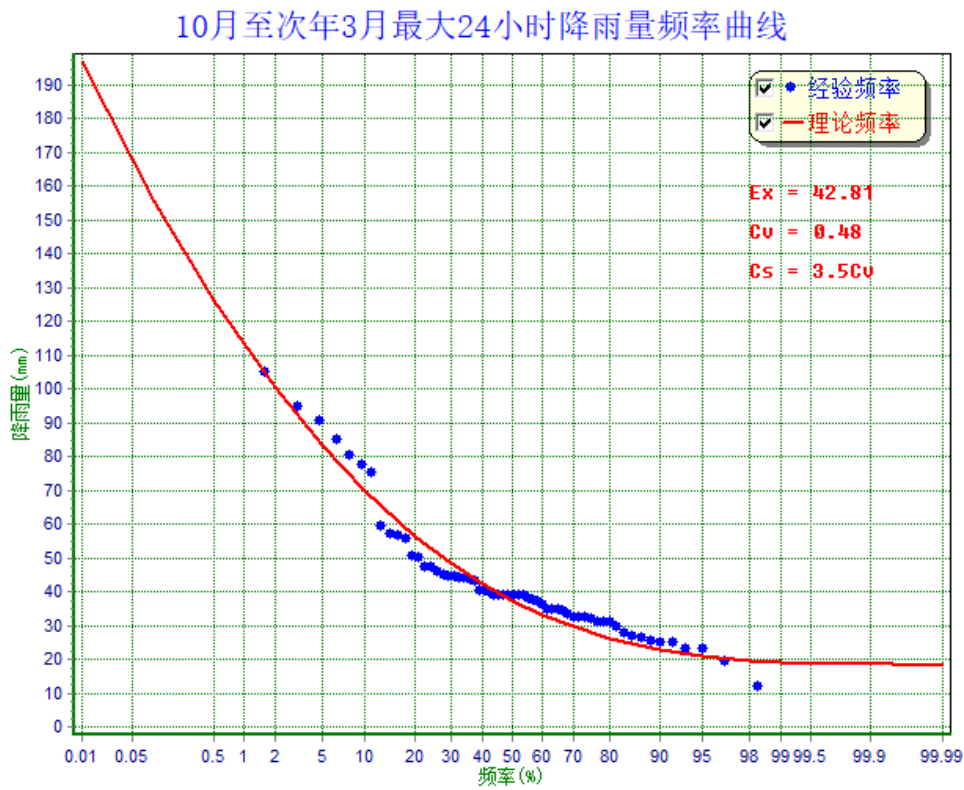


图 2.5-8 岩板田水库坝址分期（10 至次年 3 月）暴雨频率曲线

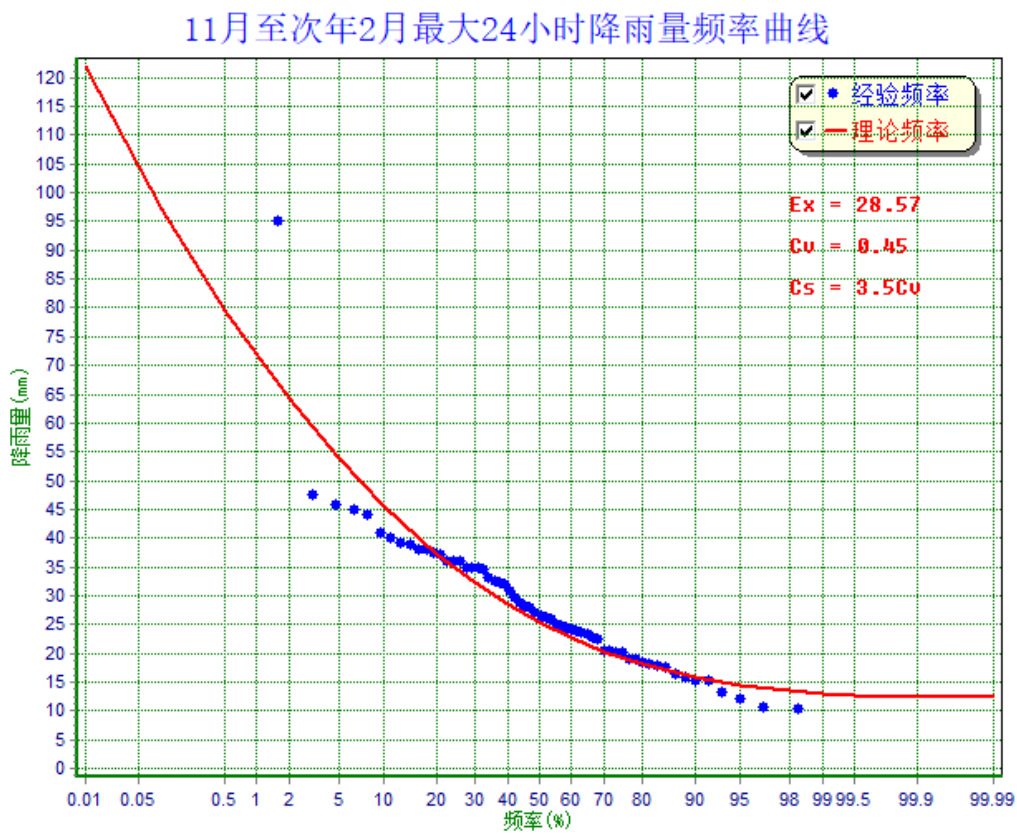


图 2.5-9 岩板田水库坝址分期（11 至次年 2 月）暴雨频率曲线

根据岩板田水库坝址地理位置及集雨面积，坝址集雨面积 $F=7.35\text{km}^2$ ，干流长度 $L=4.47\text{km}$ ，干流平均坡度 $J=53.2\text{‰}$ 。

表2.5-17 岩板田坝址分期最大 24h 设计暴雨成果表

方法	枯水期	统计参数			频率		
		均值	Cv	Cs/Cv	10%	20%	33.33%
实测降雨资料推求	9~次年3月	50.95	0.43	3.5	80.16	66.06	55.08
	10~次年3月	42.81	0.48	3.5	70.03	56.43	46.03
	11~次年2月	28.57	0.45	3.5	45.67	37.3	30.83

施工期洪水采用推理公式法计算，分期洪水计算成果如下表。

表2.5-18 岩板田坝址分期洪水成果表

方法	枯水期	频率		
		10%	20%	33.33%
推理公式法	9~次年3月	13.4	9.1	6.1
	10~次年3月	10.3	6.4	3.8
	11~次年2月	3.9	2.0	0.8

(3) 施工期洪水成果

结合全年洪水计算和分期洪水计算，岩板田水库坝址区域施工期洪水计算成果如下表。

表2.5-19 岩板田坝址施工期洪水成果表

时段	频率		
	10%	20%	33.33%
9~次年3月	13.4	9.1	6.1
10~次年3月	10.3	6.4	3.8
11~次年2月	3.9	2.0	0.8
全年（度汛流量）	35.9	27.9	22.7

2.6 泥沙

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 200t/km^2 ，推悬比按 20%计，泥沙容重按 1.4t/m^3 考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为 243t，水库坝址多年平均含沙量 0.34kg/m^3 。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤

积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程。

表2.6-1 坝址泥沙淤积计算成果表

淤积年限（年）	10	20	30	50
淤积量（万 m ³ ）	0.874	1.75	2.62	4.37
淤沙高程（m）	468.44	470.39	471.53	473.14

2.7 水位流量关系曲线

依据工程的要求，高程系统采用 1985 国家高程基准，对岩板田水库坝址河段进行了河道纵、横断面测量。根据测量资料点绘河道纵、横断面成果，计算坝址断面水力要素，采用曼宁公式推求坝址水位流量关系，计算公式为：

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

式中：Q—流量（m³/s）；

n—糙率；

A—相应水位过水断面面积（m²）；

R=A/X：R—水力半径（m），X—湿周（m）；

J—水力坡降。

本项目在现场勘测时，对工程段历史洪水进行调查。根据调查结果，在水库下游村组交通桥处，2007 年发生洪水，最大洪水位为 445.8m。参照禾滩站实测流量资料，推算该处 2007 年洪水洪峰流量，结合断面数据及洪水位反推何家田溪河道糙率为 0.044。

本次计算糙率结合现场踏勘河道情况取 n=0.044，根据河道纵、横断面图计算坝址水力坡降为 53.2‰；断面糙率、比降随水位的变化规律符合河道特征，以此确定坝址水位流量关系。

表2.7-1 岩板田水库坝址水位流量关系曲线

Z（m）	463.29	463.50	463.75	464.0	464.25	464.50	464.75	465.0
Q（m ³ /s）	0.0	2.07	8.91	19.47	33.52	50.39	69.84	90.43

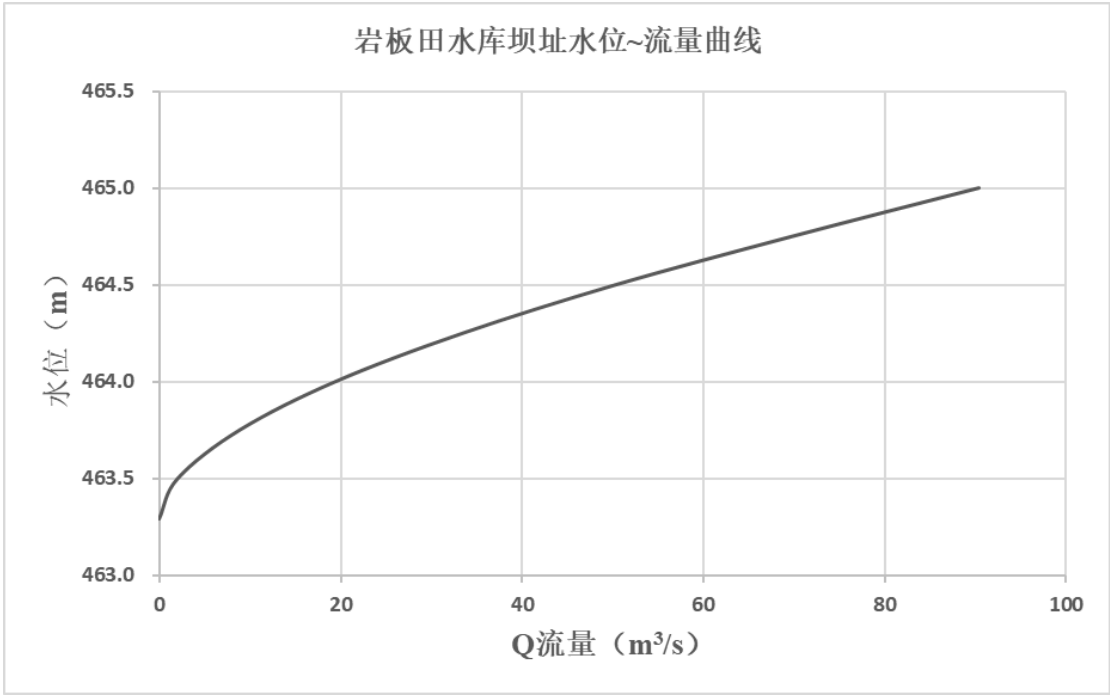


图 2.7-1 岩板田水库坝址水位流量关系图

2.8 雨水情测报系统

2.8.1 系统建设的必要性及可行性

根据《水文自动测报系统规范》SL61-2015 中的规定：“为了实现防洪抗旱工程体系的科学调度和满足施工与运行管理需要，大中型水利水电工程宜建设与其配套的水文自动测报系统并作为工程建设的组成部分纳入工程的建设之中。”从水库工程本身安全运行、合理调度的角度出发，也很有必要建设水文自动测报系统。

同时水利部要求水利水电工程均应建设和完善水情预警系统以备防洪。建立水情自动测报系统，提供实时、准确的水雨情信息，是保障岩板田水库工程施工期安全和进度以及工程建设后的可靠运行及科学合理的水库调度的重要措施。

水情自动监测系统是一个应用遥测、无线电通讯、水文水资源、计算机、仪器监测等技术和手段对坝址以上流域内的洪水、降雨等水文及气象因素进行预测和分析的信息管理系统。通过它可对水库运行期是否安全进行综合分析，为汛情预报、兴利调度、改善水库安全运行条件提供准确依据。

我国从上世纪八十年代初期开始从事水情自动测报系统的研究，发展至今，国内已有专门从事硬件设备生产的厂家和专门从事软件开发的研发机构，目前

水情信息的采集、接收、处理、水文预报系统及相应的计算机软件技术等均较为成熟。现状国内已投入运行的有上百套水情自动测报系统，运行情况表明，系统可靠，用户反映良好。因此，水库建立水情自动测报系统既是必要的，也是可行的。

岩板田水库所处流域目前为止，没有水文气象测站，未实现自动化监测，本工程结合工程规模及防洪需求，设置视频监控、水位测报系统，进行水情监测分析。

2.8.2 测报系统范围

岩板田水库测报系统范围为坝址以上流域。

2.8.3 站网布设原则

站网的布设原则如下：

- (1) 能反映雨情和水情变化。
- (2) 在满足水情测报系统要求的前提下尽可能减少遥测站数。
- (3) 便于通信组网。
- (4) 有效避开危险等不利因素，便于建设、运行和管理。
- (5) 考虑对外传输。

2.8.4 站网布设规划

岩板田水库坝址控制流域集雨面积 7.35km^2 ，为小流域水库。根据《水文站网规划技术导则》中表 6.0.3 规定：流域面积 7.35km^2 小于 10km^2 ，设置 2 个降水量站（水库大坝布置 1 处，库区布置 1 处）。



图 2.8-1 测站安装示意图

3. 工程地质

3.1 本阶段勘察工作概述

3.1.1 勘察依据

本次勘察依据的主要技术标准如下：

- (1)《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)(2022年版)；
- (2)《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (3)《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005)；
- (4)《水利水电工程地质测绘规程》(SL/T299-2020)；
- (5)《水利水电工程钻探规程》(SL/T291-2020)；
- (6)《水利水电工程钻孔压水试验规程》(SL31-2003)；
- (7)《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251-2015)；
- (8)《水利水电工程地质勘察资料整编规程》(SL567-2012)；
- (9)《水利水电工程制图标准勘测图》(SL73.3-2013)；
- (10)《水利工程建设标准强制性条文》(2020版)等。

3.1.2 主要勘察任务

根据可行性研究阶段工程地质勘察的结论、可研技术审查会会议纪要、初步设计阶段勘察任务书和上述相关规程规范，本阶段工程地质勘察主要任务是查明各类建筑物及水库区工程地质和水文地质条件，为选定建筑物形式、轴线、工程总布置提供地质依据，对选定的各类建筑物的主要工程地质问题进行评价，并提供工程地质资料和处理措施建议。

(1) 根据需要进行进一步复核区域构造稳定性，确定工程地震动参数。

(2) 查明水库区水文地质、工程地质条件，评价存在的工程地质问题，预测蓄水后的变化，提出工程处理措施建议；

(3) 查明各比较坝线水文地质、工程地质条件，为选定坝线、坝型提供地质依据；评价选定坝线工程地质条件和工程地质问题，为建筑物设计和地基处理方案提供地质依据和建议；

(4) 查明取水建筑物及其他临时建筑物的工程地质条件并进行评价；

(5) 进行天然建筑材料详查，对其分布、储量、质量及开采与运输条件作出评价。

3.1.3 勘察方法及完成主要工作量

地勘工作于 2023 年 5 月初进场，在充分收集前期资料基础上，主要采用地质测绘、钻探、槽坑探及试验等方法，至 2023 年 6 月初结束外业，先后完成的主要地勘工作量见表 3.1-1。

表3.1-1 岩板田水库各阶段完成的主要勘察工作量

序号	工作内容		单位	工作量			备注
				可研	初设	合计	
1	地质	1:5 万区域地质调查	km ²	10.0	3.6	13.6	
2		1:10000 库区地质调查	km ²	0.6	0.3	0.9	
3		1:10000 库区地质测绘	km ²	6.0	6.0	12.0	
4		1:1000 库区地质测绘	km ²	6.0	6.0	12.0	
5		1:500 库区地质剖面测绘	km	0.68	1.10	1.78	
6		1:500 枢纽区地质剖面测绘	km	0.5	0.42	0.92	
7		勘探点	点	20	5	25	
8		节理裂隙统计	点	10	2	12	
9		专门性边坡地质调查	组日	3	1	4	
10		岩溶调查	组日	2	1	3	
11	勘探	探槽	m ³	30	/	30	
12		钻探	m/个	508.0/11	/	508.0/11	
13		孔内摄影	m	14	/	14	用手机拍摄
14		孔内地下水位观测	次/孔	11/11	/	11/11	
15	试验	钻孔压水试验	段	91	/	91	
16		岩石物理力学试验	组	/	28	28	
17		水质分析	组	/	/	/	
18		人工骨料颗粒分析	组	/	2	2	
19		高密度电法	m		600	600	点距 2.5m
20			点		240	240	
21	其他	天然建筑材料调查	组日	3	2	5	
22		资料收集	组日	5	2	7	

3.2 区域及水库地质

3.2.1 区域地质概况

龙溪河为沅水二级支流，发源于贵州万山特区，大致由北东向西南从万山特区高楼坪流入新晃县白岩湾，经岩板田、青草坪、晃洲镇等，于县城的龙溪口汇入舞水。其支流何家田溪发源于晃洲镇向家地村，大致由北东蜿蜒向南西，经豪师龙、岩板田、何家田于两河口流入龙溪河，干流全长约 8km，河床平均坡降陡，多跌坎。流域地势总趋势东北高，西南低，地形起伏变化大，多为高山峡谷，属云贵高原一部分，山岭高程 670~918m，地貌上属中低山。拟建岩板田水库即处在何家田溪流中游河口村岩板田组河段内。

区内分布的地层主要为寒武系地层，分别为：寒武系上统比条组（ C_{3b} ）灰色、深灰色薄~中厚层状白云岩，薄层灰岩，细粒白云岩，车夫组（ C_{3c} ）灰色中厚~厚层竹叶状灰岩与薄层泥质条带灰岩互层；寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）灰~深灰色泥质灰岩、泥灰岩、薄层灰岩，偶夹竹叶状灰岩，敖溪组（ C_{2a} ）灰、灰白色白云质灰岩、白云岩、薄层灰岩、泥灰岩夹炭质页岩。

按地貌成因、形态及其组合特征，本区地貌单元可划分为：溶蚀构造石丘洼地谷地、溶蚀构造峰脊谷地洼地和沟谷阶地地貌三个类型，岩板田水库即处于溶蚀构造峰脊谷地洼地地貌单元中。

由于本区长期处于间歇性上升，区内分布 I、II、III、IV 级剥夷面，其高程分别为 300~350、400~500、600~700、800~900m。IV 级剥夷面构成零星分布的大致等高的山顶，为区内地表分水岭，I、II、III、级剥夷面保存较好，构成起伏较小的高、中、低三级溶蚀台地。按所处高程分布，工程区位于 I~III 级剥夷面区。

本区位于我国东部新华夏系构造第三隆起带——武陵山次级隆起带南段，依据构造线方向、结构面力学性质和组合关系，可将其划分为以压性为主的 NE 向构造，以压扭性为主的 NNE 向构造，以扭张性为主的 NEE 构造和以 NE 向为主的二次纵张断裂等，工程涉及的区域以 NE 向构造为主，此为 NEE 向构造体系。代表性的构造有万山褶皱群、敖寨断裂、铺前断裂和怀化~新晃大断裂等，分述如下：

（1）万山褶皱群：轴向 $\text{N}45^{\circ}\text{E}$ ，轴线长约 30km，两翼岩层倾角 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，

褶皱核部由寒武系上统灰岩、白云质灰岩及纹层状白云岩等组成，并发育着二次纵张裂缝，常有上升泉出露，分布在工程区上游北西侧。

(2) 敖寨断裂：属压扭性，延伸长度约 52km，走向 NE~NEE，倾向 NW，分布在万山褶皱群 NW 翼，未切割库盆。

(3) 铺前断裂：总体延伸方向 NE，延伸长 20km，性质不明，分布在万山褶皱群 SE 翼，何家田溪以西，距水库约 3km。

(4) 新晃~怀化大断裂：走向 $N70^{\circ}\sim 75^{\circ}E$ ，全长约 300km，断裂线稍作缓波状弯曲，横切冷家溪群至下第三系和前期构造，并控制新晃、芷江等小型断陷盆地的分布。断裂破碎带宽数十至三百余米，糜棱岩化带宽数米至数十米，岩层常挤压直立或扭裂呈透镜状，片理化现象普遍，见有水平擦痕和大量派生小型旋扭构造。

区域晚近构造运动以间歇性掀斜上升为主，河流溪沟下切强烈。据历史记录，区域虽发生过一些地震，但无破坏性地震记载，岩板田水库附近亦无区域活动性断层通过，根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 确定，工程区基本地震动峰值加速度为 0.05g，基本地震动反应谱特征周期为 0.35s，相应的地震基本烈度为 VI 度，属相对稳定地块。

根据含水介质类型、地下水赋存条件与水动力特征，区域地下水可分为松散岩类孔隙水和碳酸盐岩岩溶水。

(1) 松散岩类孔隙水：地下水赋存在第四系松散堆积层中，主要接受大气降水补给，部分为附近沟谷水补给，动态随季节变化，多以下降泉或湿地散泉的形式排泄于沟谷低洼处。

(2) 碳酸盐岩岩溶水：区内碳酸盐岩广泛分布，岩溶水是区内主要类型，大气降水是其主要补给来源，沿岩溶管道、溶隙径流，以岩溶泉或地下河的形式排泄于地表，含水量较丰富，但因岩溶发育不均，地下水分布不均匀。

3.2.2 水库工程地质条件

3.2.2.1 基本地质概况

3.2.2.1.1 地形地貌

岩板田水库设计正常蓄水位 503m 时，水库回水长度 1.46km，河流蜿蜒曲折，总体流向自北东向南西，在坝址下游转折呈近东西向流出，库水局限于峡谷区。两岸临河岸坡较陡峻，地形坡角大多在 40° 以上，并多见陡崖分布。左岸

地表分水岭高程 749~874m，分水岭宽 200~300m，无低矮垭口分布；右岸地表分水岭高程 874~918.8m，分水岭宽 150~300m，亦无低矮垭口分布，水库地形自然封闭条件良好。

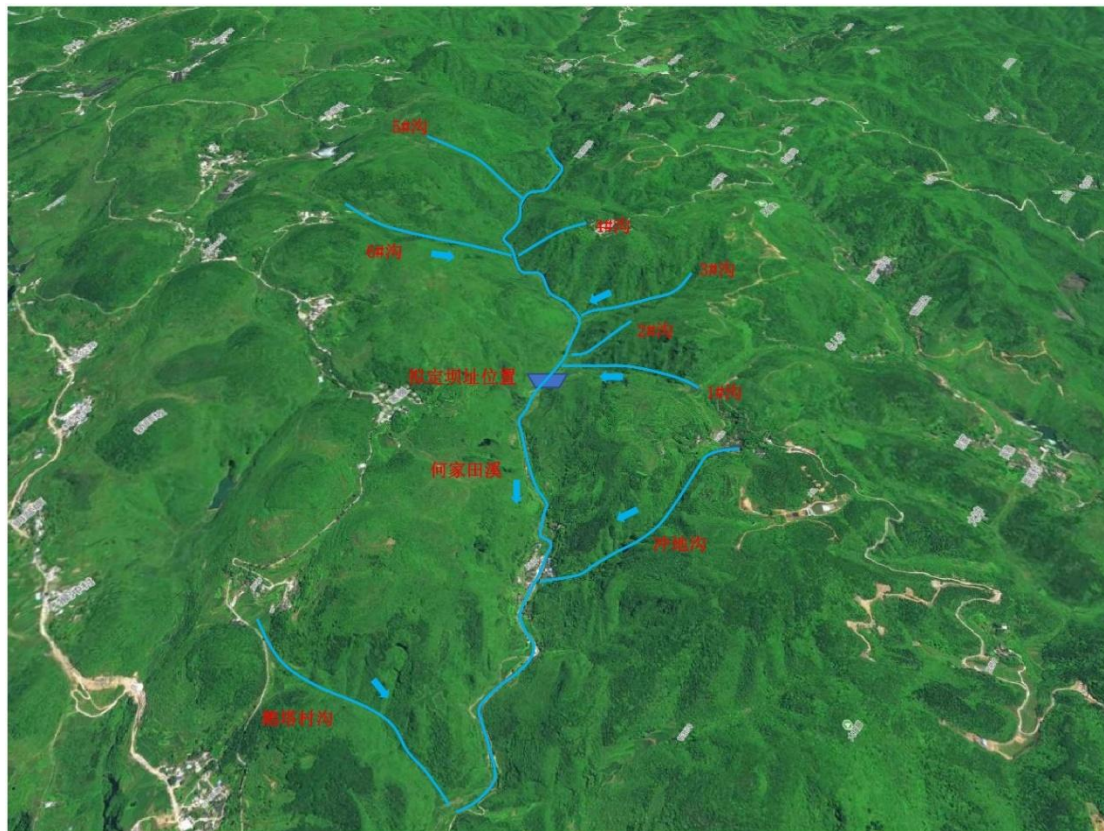


图 3.2-1 库区全貌图

库区下游左岸分水岭外侧岩板田村分布一深切冲沟（当地称为冲地沟），沟底高程 442.22~672.3m，构成库区左岸的邻谷，初拟水库正常蓄水位 503m 处水库与冲沟之间的分水岭宽度约 1km，冲沟底部长年流水不断，在 483.68 高程以上，分布有多级跌坎。

库区下游右岸地表分水岭外侧有鹅塔村冲沟，沟底高程 416.7~740m，构成右侧邻谷，分水岭高程 874~918.8m，宽度 100~150m。

库内两岸冲沟众多，库区共有 7 条冲沟汇入何家田溪，其中位于库内左岸的 1#、3#冲沟，右岸的 6#冲沟均长年流水不断，其他冲沟仅在持续降雨后有流水，其余时间干涸。

3.2.2.1.2 地层岩性

库区出露地层主要为寒武系和第四系松散堆积物，由老到新分述如下：

（1）寒武系中统敖溪组（ C_{2a} ）

- ①黑色泥质板状页岩夹粉砂岩，产三叶虫化石，厚 7.8m。
- ②深灰色薄中层状灰岩、白云质灰岩，厚 18.3m。
- ③深灰色白云质灰岩并含白云质条带，厚 8.5m。
- ④灰色中层状白云岩夹白云质灰岩，厚 8.2m。
- ⑤灰色中层状条纹状白云岩夹泥质白云岩，厚 25.8m。
- ⑥黑色炭质板状页岩夹薄层白云岩，含少量燧石团块，厚 40.9m。
- ⑦灰白色白云质灰岩夹粉砂岩及炭质板状页岩，产三叶虫化石，厚 36.2m。
- ⑧黑色钙质粉砂岩，有发育的水平微层理，厚 9m。
- ⑨黑色钙、炭质板状页岩，夹泥质灰岩和灰岩透镜体，产三叶虫化石，厚 37.6m。
- ⑩黑色泥灰岩夹炭质板状页岩，风化后为黄绿色，厚 22.2m。
- ⑪深灰色纹层状灰岩，产三叶虫化石，厚 31.7m。
- ⑫深灰色薄—中层状灰岩，底部有竹叶状灰岩透镜体，厚 17m。
- ⑬灰色、深灰色白云质条带灰岩，厚 59.3m。
- ⑭灰色中层状白云岩夹纹层状白云岩，具有发育的方解石及石英细或团块，是汞矿层位之一，厚 44.3m。

(2) 寒武系中统花桥组 (C_{2h})

- ①上部为泥质灰岩，下部为黑色含炭质板状页岩，厚 15m。
- ②灰黑色泥质灰岩夹较多的灰岩透镜体，产三叶虫化石，厚 83.6m。
- ③深灰色薄层泥质灰岩夹灰岩结核，泥灰岩风化后具页状构造，厚 66.6m。
- ④深灰色薄层泥质灰岩与薄层灰岩互层，厚 31.5m。
- ⑤深灰色薄层泥质灰岩夹灰岩，产三叶虫化石，厚 73.6m。
- ⑥深灰色薄层泥质条带灰岩，产三叶虫化石，厚 10.1m。
- ⑦深灰色薄层泥质灰岩与薄层灰岩互层，风化后具页状构造，产三叶虫，厚 17.7m。

(3) 寒武系上统车夫组 (C_{3c})

- ①上部泥质条带灰岩，下部灰岩薄层泥质条带灰岩夹竹叶状灰岩，产丰富的三叶虫化石，厚 104.3m。
- ②深灰色泥灰岩夹炭质页岩及灰岩透镜体，厚 58.9m。
- ③上部深灰色薄层泥灰岩与薄层灰岩互层，夹黄绿色页状泥灰岩，下部为

竹叶状灰岩，产三叶虫化石，厚 76.4m。

④上部薄层泥质条带灰岩，底部为竹叶状灰岩，产三叶虫化石，厚 76.4m。

⑤深灰色页状泥灰岩夹薄层灰岩，产三叶虫化石，厚 56.1m。

总厚度 39~329m，主要分布在库区右岸，多形成陡崖，左岸山顶亦有分布。

(4) 寒武系上统比条组 (C_{3b})

①深灰色泥质灰岩，夹中层状灰岩，产三叶虫化石，厚 59.6m。

②深灰色泥质条带薄层灰岩夹瘤状泥灰岩，含灰岩透镜体泥灰岩，厚 40.8m。

③深灰色含灰岩透镜体泥质灰岩，产三叶虫化石，厚 57.3m。

④灰色癩痢状泥质灰岩，夹瘤状泥灰岩，泥质灰岩中偶见灰岩透镜体，产三叶虫化石，厚 49.2m。

⑤灰色、深灰色癩痢状泥质灰岩，夹厚层白云质灰岩，厚 184.2m。

⑥灰色、深灰色癩痢状泥质灰岩，夹白云质灰岩和中层状灰岩，产三叶虫化石，厚 186.5m。

⑦灰色中—厚层状白云质灰岩，夹癩痢状泥质灰岩及少量灰质白云岩，产三叶虫化石，厚 105.9m。

⑧灰色、灰白色厚层白云岩，厚 33.3m。

(5) 第四系

冲洪积层 (Q₄^{apl})：为砂卵砾石夹孤石、漂石，局部有直径 2.0m 的巨型漂石，含少量砂，结构松散，砾石、漂石磨圆度较好，多呈现次圆状，堆积混杂无分选，分布于沟谷底部，厚度 2~5m。

残坡积层 (Q^{edl})：为黄褐色含砾粘土、含碎石粘土，砾石、碎石、块石含量一般为 10~35%，广泛分布于两岸山坡，厚度 0.5~3m。

人工堆积 (Q^s)：分布在两岸山坡表部，为村民耕种土，主要为梯田形式分布，厚度几米不等。

3.2.2.1.3 地质构造

水库区位于万山褶皱群 SE 翼，呈单斜构造，岩层产状走向 N10°~20°E，走向斜切河谷，倾向 SE 或 NW，倾角 5°~15°，总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据调查，库盆内未发现规模较大的断层，亦无区域断层通过，仅水库右岸分布区域铺前断裂，距水库约 3km，为正断层，

走向N40°~50°E，倾向NW，倾角70~80°，断层破碎带宽度10~20m，充水，延伸长度约20km。

库区节理裂隙主要有以下几组：

(1) 产状 N15°~30°E，NW∠70°~85°，节理面平直，闭合，延伸较远，发育密度2~3条/m。该组节理走向与何家田溪的走向基本一致，两岸卸荷裂隙也多多追踪该组裂隙发育。

(2) 产状 N40°~70°W，SW（NE）∠80°~85°，延伸较长，面较平直，一般3~4条/m，多闭合，冲沟多沿此向延伸。

(3) 产状 N55°~60°E，SE（NW）∠75°~80°，节理面较平直，一般1~2条/m，表部微张，延伸较长。

3.2.2.1.4 水文地质条件

库区地下水类型为碳酸盐岩岩溶水，寒武系中统花桥组（C2h）、上统车夫组和比条组（C3c、C3b）岩性以灰岩、泥质灰岩为主，均属可溶岩，广泛分布于整个库区，是水库区内主要含水层，岩溶水赋存于各地层的溶隙（洞）中。

大气降水是岩溶水的主要补给来源，其次地表水通过岩溶漏斗、落水洞等直接补给岩溶水，主要沿岩溶通道运移，以岩溶泉的形式排泄于地表，排泄区多位于溪流、沟谷两侧或源头附近。

库区下游右岸地表分水岭外侧有鹅塔村冲沟，沟底高程416.7~740m，构成右侧邻谷，分水岭高程874~918.8m，宽度100~150m，距离水库较远，对水库无影响。

根据本工程所取河水样进行水质分析的成果见，河水的水化学类型为重碳酸钙镁型水，PH值为7.43，[HCO₃]-含量为3.451mmol/L，呈弱碱性。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录L，本次试验值与要求值对比，其成果对比评价见表3.2-1~表3.2-3。

表3.2-1 环境水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性判别

腐蚀性特征判定依据	腐蚀程度	界限指标	河水	结论
Cl ⁻ （mg/L）	弱腐蚀	100~500	3.763	弱腐蚀性
	中等腐蚀	500~5000		
	强腐蚀	>5000		

表3.2-2 环境水对钢结构的腐蚀性判别

腐蚀性特征判定依据	腐蚀程度	界限指标	河水	结论
[PH]、[Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻] (mg/L)	弱腐蚀	PH 值 3~11、(Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻) ≤500	PH7.43	弱腐蚀性
	中等腐蚀	PH 值 3~11、(Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻) ≥500		
	强腐蚀	PH 值<3、(Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻)任 何浓度	15.513	

表3.2-3 环境水对混凝土的腐蚀性判别

类型	腐蚀性特征判定依据	腐蚀程度	界限指标	河水	结论
重碳酸型	HCO ₃ ⁻ 含量 (mmol/l)	无腐蚀	HCO ₃ ⁻ >1.07	3.451	无腐蚀性
		弱腐蚀	1.07≥HCO ₃ ⁻ >0.7		
		中等腐蚀	HCO ₃ ⁻ ≤0.70		
		强腐蚀	-		
一般酸性型	PH 值	无腐蚀	PH>6.5	7.43	无腐蚀性
		弱腐蚀	6.5≥PH>6.0		
		中等腐蚀	6.0≥PH>5.5		
		强腐蚀	PH≤5.5		
碳酸型	侵蚀性 CO ₂ 含量 (mg/l)	无腐蚀	CO ₂ <15	7.603	无腐蚀性
		弱腐蚀	15≤CO ₂ <30		
		中等腐蚀	30≤CO ₂ <60		
		强腐蚀	CO ₂ ≥60		
镁离子型	Mg ²⁺ 含量 (mg/l)	无腐蚀	Mg ²⁺ <1000	22.016	无腐蚀性
		弱腐蚀	1000≤Mg ²⁺ <1500		
		中等腐蚀	1500≤Mg ²⁺ <2000		
		强腐蚀	2000≤Mg ²⁺ <3000		
硫酸盐型	SO ₄ ²⁻ 含量 (mg/l)	无腐蚀	SO ₄ ²⁻ <250	11.750	无腐蚀性
		弱腐蚀	250≤SO ₄ ²⁻ <400		
		中等腐蚀	400≤SO ₄ ²⁻ <500		
		强腐蚀	500≤SO ₄ ²⁻ <1000		

水质分析成果表明坝址区的河水、地下水对混凝土均无腐蚀性，对钢筋混

凝土结构中钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

1、地下水补给、径流及排泄特征

大气降水是库区地下水的主要补给来源，其补给方式有直接补给和间接补给两种。大气降水通过岩体中裂隙、岩溶直接入渗补给地下水；所谓间接补给就是一些地段地表水潜入成地下水，地下水出露成地表水流，形成集中补给，即相互转化。

(1) 库区地表水概况

上已述及，库区内左、右岸共有 7 条冲沟汇入，各冲沟简况见表 3.2-4。

表3.2-4 库区各冲沟简况

冲沟 编号	位置及形态	水文特征
1#	位于库内近坝左岸，出口较开阔，上游为“V”字形，多跌坎，沟口高程约 475m，后缘约 740m。	源头主要为 W1 岩溶泉，流量约 15L/s 左右，终年流水不断。
2#	位于水库左岸，延伸不长，呈“V”型，沟底高程 475~720m。	季节性沟谷。
3#	位于水库左岸，大致为北西向延伸，剖面为“V”字形，沟底高程 480~730m。	调查时有水流，坡降大，出口处流量约 12L/s。
4#	位于库尾左岸，延伸不长，沟底高程 490~700m。	季节性沟谷
5#	位于库尾右岸，延伸短，剖面形态呈“U”型，沟底高程 500~740m。	季节性沟谷
6#	位于水库右岸，与左岸 4#冲沟基本对应，沟底高程 490~760m。	常年有水流，坡降大，沿程多有跌坎，出口处流量约 10L/s。
7#	位于水库近坝右岸，延伸不长，剖面呈“V”字形，沟底高程 470~715m。	季节性沟谷。

(2) 岩溶泉（井）

本次实地调查了岩溶泉（井）4 处，各岩溶泉（井）的基本特征汇于表 3.2-5。

表3.2-5 库区及附近岩溶泉统计表

编号	出露位置	出露高程(m)	勘察期流量(L/s)	性质	水文地质特征
W1	库内左岸 1# 冲沟	641.37	15	永久泉	出露于(C _{3c})的灰岩中, 无色无味, 自溶洞中流出, 岩井村饮用水源之一。
W2	水库下游左岸冲地沟	695.19	16	永久泉	出露于(C _{3c})的灰岩中, 无色无味, 自溶洞中流出。
W3	水库下游左岸冲地沟	666.15	2	永久泉	出露于(C _{3c})的灰岩溶隙中, 无色无味, 泉水点处水田。
W4	库内左岸 3# 沟后缘	580	12	永久泉	出露于(C _{2h})的泥质灰岩, 无色无味, 泉以下冲沟长年流水。
W5	库区右岸 6# 沟后缘	600	10	永久泉	出露于(C _{2h})的泥质灰岩中, 沿溶隙出露, 无色无味, 可饮用。

根据上表, 结合库区的地形地貌、地质构造特征等, 库区水文地质条件和河谷水动力特征表现为:

①库区何家田干流长年流水不断, 在长约 1.6km 范围内, 两岸有 1#、3#、6#等 3 条冲沟长年有流水, 其他冲沟为季节性水流, 说明两岸地表径流较发育。从目测溪沟流量看, 自上游至下游, 溪沟流量有呈增大的趋势, 说明降水一部分形成地表径流, 另一部分入渗地下, 形成地下径流, 通过岩溶管道在低洼处出露, 最终汇入河水, 即在库集水范围内, 完成了补给、迳流、排泄, 而没有流向库外。

②库盆主要分布泥质灰岩、泥灰岩及灰岩, 高程 600m 以上则主要为灰岩、白云岩及泥质条带灰岩, 岩层产状平缓, 走向与溪流斜交, 根据岩溶岩组和河谷结构特点, 河谷岩溶水文地质结构属单斜型。

③现场调查, 在地表分水岭以内的岩溶泉(井), 均汇于溪沟, 形成地表水流补给河水, 何家田溪水库区最低排泄基准面, 且两岸存在地下水分水岭, 根据河谷岩溶水文地质结构、地表水与地下水的相互作用, 本水库河谷岩溶水动力类型属补给型。

④库区右岸山体雄厚, 岩溶泉出露高程在 600m 以上, 说明右岸地下水分水岭高程大于 600m。

⑤坝址左岸下游为冲地沟, 与库内左岸 1#冲沟构成河间地块, 正常水位以下山体较雄厚, 两冲沟在沟源附近均有岩溶泉出露, 出露高程在 641.37~695.19m 之间, 说明左岸河间地块亦存在地下水分水岭, 且高程在 641m

以上。

3.2.2.1.4 库区岩溶及发育特征

库区主要物理地质现象为溶蚀。自白垩纪以来，水库区处于大面积间歇性隆起上升阶段，各时代的碳酸盐岩地层开始接受长期的溶蚀侵蚀，逐渐形成了库区广泛分布的洼地期（贵州称之为“山盆期”）Ⅲ、Ⅳ级夷平面，对应高程为600m~700m、800~900m，更新世以后澧水期（贵州称之为“乌江期”）Ⅰ、Ⅱ级夷平面，对应高程分别为300~350m、400~500m。岩溶发育受岩性差异控制，并受构造、气候及水动力条件等多因素影响，形成了分布在库区两岸600m高程以上的溶蚀构造地貌，如Ⅲ级夷平面上的溶蚀台地、溶洞等；600m高程以下及河谷的溶蚀侵蚀地貌，如岩溶泉、各级阶地等，龙溪河河谷成为最低侵蚀基准面。

地貌上库区岩溶可分为两类：一是中低山溶蚀构造石丘洼地、谷地，主要由寒武系上统地层构成，分布高程600~800m，石丘、洼地相间，溶洞、落水洞比较发育；二是溶蚀构造峰脊谷地、洼地，主要由寒武系中统地层组成，高程500~700m，陡崖峭壁，峰脊耸峙，谷深坡陡，跌水高悬。

库区地层总体以泥质灰岩、泥灰岩为主，属可溶岩类。气候属亚热带地区，四季分明，光照充足，降水量丰富，地形切割较强烈，地形起伏较大，地下水循环交替较快，可溶岩类溶蚀提供了条件，库区及附近溶洞、岩溶洼地调查表（表3.2-6、3.2-7）如下：

表3.2-6 库区及附近主要溶洞汇总表

溶洞编号	出露位置	洞口底板高程(m)	溶洞发育特征
RD1	左岸1#冲沟右侧	638.30	发育于 C_{2h} 与 C_{3c} 的分界线附近，岩层产状 $\text{N}85^\circ\text{E}$ ， $\text{NW} \angle 11^\circ$ ，溶洞主要沿层面与产状 $\text{N}15^\circ\sim 20^\circ\text{E}$ ， $\text{NW} \angle 85^\circ$ 节理方向发育，洞口高8m，宽4m，长度约25m，洞顶有水滴。
RD2	左岸1#冲沟右侧	640.5	发育于 C_{2h} 与 C_{3c} 的分界线附近，主要沿层面发育，洞高1.1m，宽1.8m，可见深度3m，无水。
RD3	左岸1#冲沟左侧	641.37	发育于 C_{2h} 与 C_{3c} 的分界线附近，主要沿层面发育，洞高1.0m，宽1.5m，可见深度1.7m，有水流出，形成W1岩溶泉，流量约15L/s。
RD4	坝址下游左岸冲地沟沟源附近	695.19	发育于 C_{3c} 灰岩中，主要沿层面发育，洞高1.7m，宽1.5m，洞向 $\text{N}17^\circ\text{E}$ ，有水自洞内流出，流量约16L/s，形成W2岩溶泉。

溶洞编号	出露位置	洞口底板高程(m)	溶洞发育特征
RD5	水库下游左岸公路边	380.59	发育于 E_{3c} 灰岩中，洞口高 0.47m，宽 0.25~0.4m，洞向 35°，可见深度约 1.5m，沿产状 N35°E，NW $\angle$ 86° 的节理面发育，洞身湿润，无水。
RD6	水库下游左岸山坡	520	发育于 E_{3c} 灰岩中，沿节理发育，洞高约 20m，宽 3m，洞身走向近东西向，深度未知，无水。
RD7	水库下游左岸山坡	550	发育于 E_{3c} 灰岩中，洞高约 12m，宽 8m，深度约 10m，洞向近东西，无水。

表3.2-7 库区及附近主要岩溶洼地汇总表

漏斗编号	分布位置	漏斗底部高程(m)	发育特征
WD1	水库右岸桃树乙村	740	地层为 E_{3c} 岩组，长轴直径 120m，短轴直径 50m 的椭圆形洼地，底部比较平坦，为农田、旱地。
WD2	库区下游右岸	518	地层为 E_{3c} 岩组，洼地直径约 60m，呈碟形，底部平坦，为粘土覆盖，为农田。
WD3	库区下游右岸	516	地层为 E_{3c} 岩组，长轴直径 60m，短轴直径 30m 的椭圆形洼地，底部平坦，内部被粘土覆盖，为农田。
WD4	库区下游右岸	510	地层为 E_{3c} 岩组，长轴直径 50m，短轴直径 40m 的椭圆形洼地，底部比较平坦，内部被粘土覆盖，已经成为农田。
WD5	库区下游左岸	560	地层为 E_{3c} 岩组，直径 60m 的圆形洼地，呈碟形，内部被粘土覆盖，底部一般较平坦，多分布水田。
WD6	水库下游白岩湾村	535	地层为 E_{3c} 岩组，长轴直径 70m，短轴直径 50m 的椭圆形洼地，呈碟形，不含水，内部被碎屑充填，已经成为农田

库区岩溶发育基本规律

(1) 岩性对岩溶的发育起着主导作用。库区分布 E_{2h} 、 E_{3c} 两个岩组地层，其中 E_{2h} 岩组以泥质灰岩为主， E_{3c} 岩组主要为灰岩，从岩溶发育强度上看，泥质灰岩岩溶明显弱于灰岩。调查统计的 7 处溶洞，有 3 处位于 E_{2h} 与 E_{3c} 岩组分界线附近，其余 4 处均位于 E_{3c} 岩组；收集和调查的 6 处岩溶洼地中，均位于 E_{3c} 岩组中，说明了库区岩溶发育强度明显受岩性控制。

根据库区地层岩性、含水层介质特征，可将库区寒武系地层岩溶发育强度划分强岩溶发育层和弱岩溶发育层。

强岩溶发育层：上统车夫组 (E_{3c})、比条组 (E_{3b})，以灰岩为主，岩性较纯，出露高程较高，分布在地表及夷平面上，地表水及地下水活动强烈，发育规模较大的溶洞、洼地、落水洞。

弱岩溶发育层：中统敖溪组（ C_{2a} ）及花桥组（ C_{2h} ），岩性中炭泥质成分含量较高，炭泥质灰岩隔水作用显著，地表调查仅见溶蚀沟槽和小的溶蚀孔隙，钻孔亦未见明显岩溶现象。

（2）层面、构造对岩溶的发育方向起着控制作用。从统计中可以发现，调查的 7 处溶洞中，均为沿层面和节理面组合发育。岩溶洼地亦主要呈 NNE~NE 向展布，与本区的主构造方向是一致的。

（3）溶洞多发育于地下水活动较强烈的部位，7 处溶洞中，有 2 处溶洞洞口有地下水流出形成永久性岩溶泉，其他均在雨后有临时性水流。

（4）从高程分布上看，库区处于 II~IV 级剥夷面区，主要处于垂直岩溶发育阶段，而水平向岩溶相对发育较弱。各岩溶形态分布于高程主要在 520m 高程以上，该高程以下岩溶相对不发育。这既与区域岩溶发育随深度增加逐渐减弱相对应，也与库盆地层岩性相关。

3.2.2.2 主要工程地质问题及评价

3.2.2.2.1 水库渗漏问题

水库属中低山峡谷区，山峦叠嶂，除左岸最低的岩井垭口处地表分水岭标高为 680m 以外，其他地段之两岸地表分水岭标高多在 700m 以上，两岸山体雄厚。分水岭两侧地表水文网中，大部分溪沟均有常年水流，且在其源头有泉水出露。根据地质条件和各泉水点分布高程的分析，两岸地下水分水岭分布在 600m 高程以上，并基本与地表分水岭一致。加之两岸无低于正常蓄水位 503m 的深切邻谷，地形条件封闭良好，因此，水库不存在向邻谷渗漏之隐患。库区地层普遍存在连续的极薄层泥灰岩夹层，该夹层为隔水岩层，构造封闭条件良好，不存在水库渗漏问题。

由于库区地层均为碳酸盐岩，近坝两岸下游分别为冲地沟和鹅塔溪沟，构成左、右岸河间地块，库水是否通过河间地块向下游渗漏主要受河间地块地质结构、岩溶发育特征及结构面切割程度等因素控制，现分别简述如下。

右岸河间地块岩溶渗漏分析

何家田溪在坝址下游向南西蜿蜒流至鹅塔溪再折向西流并容纳鹅塔溪沟，在坝址右岸形成一大致向南凸出的河间地块，宽约 1~2km。该地块为沟谷深切中低山地貌，山顶高程 730~831.50m，为区内 III、IV 级夷平面。两侧岸坡地形陡峭，临河坡脚约 35°~45°，中上部地形坡度一般大于 50°，多为悬崖。何家田

溪河床高程 416.07~477.28m，鹅塔村沟沟底高程约 416.07~637.0m。

出露地层为寒武系中统花桥组（C2h）和上统车夫组（C3c），其中花桥组为泥质灰岩、泥灰岩及薄层灰岩；车夫组主要为灰岩。前者分布在 580~610m 高程以下，以上为车夫组。岩层产状 $N30^{\circ}\sim 40^{\circ}E$ ， $NW\angle 6^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，倾角比较平缓。据调查，库区无断层与鹅塔村沟贯通，主要发育平行河流的 NE~NNE 向节理，岩溶发育情况前已述及，综合分析认为，右岸河间地块可能的渗漏方式主要有：（1）库水沿岩溶地层顺层（层间溶蚀）自近坝库区向下游鹅塔村沟渗漏；（2）通过断层及其裂隙溶蚀带向鹅塔村沟渗漏。

为此，通过现场调查认为：第一，从岩溶发育强度看，区内具有自上而下随深度增加明显减弱趋势，强岩溶发育层为车夫组（C3c）、比条组（C3b）灰岩、白云质灰岩，分布在 530m 高程以上，以夷平面地表发育比较强烈，其下为弱岩溶发育的花桥组（C2h）地层，岩溶不发育，阻断了岩溶通道继续向深部发育，现场调查，花桥组层间虽存在局部溶蚀，但在正常蓄水位 503m 以下，不存在贯通性好的岩溶通道，坝址河床及两岸钻孔，亦可排除深部岩溶通道的可能性。第二，河间地块岩层产状平缓，现场调查没有发现规模较大且通向下游的断层发育，仅仅发育 NE~NNE 节理裂隙，虽局部有溶蚀，但不足以形成贯通的岩溶管道，所以，右岸河间地块沿断裂构造发生渗漏的可能性极小。

由上分析可知，右岸河间地块相对较宽，无大断裂带贯通库内外，正常蓄水位以下为弱岩溶地层，深部岩溶不发育，且存在高于正常蓄水位的地下分水岭，由于冲沟纵坡降大，除沟口附近外，沟底高程均大于正常蓄水位，水库蓄水后不会产生向右岸外侧的岩溶渗漏问题。

左岸河间地块岩溶渗漏分析

何家田溪在坝址区流向近东西，随后转向南西流经岩板田村容纳冲地沟，并与河流、近坝库区左岸 1#冲沟共同组合，形成左岸河间地块（见图 3.1-1），在 503m 正常蓄水位附近，与河流形成的河间地块宽度约 400~500m，与冲地沟形成的河间地块宽度约 1000m。

左岸河间地块为一近南北向的三角形山脊，山体较单薄，地表分水岭高程 746.4~749.0m，分水岭宽度 150~200m，下游深切的冲地沟沟底高程 442.22~672.3m，临河（沟）侧地形坡度，一般 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。出露地层为寒武系中统花桥组（C2h）泥质灰岩、泥灰岩及薄层灰岩，上统车夫组（C3c）灰岩，岩

层总体倾向 NE 倾角平缓。断层少见，主要发育走向 N7°~10°E 和 N30°~40°E 等两组高倾角节理裂隙，局部存在溶蚀现象。

根据对左岸河间地块开展的岩溶水文地质调查，综合分析认为，水库蓄水后，不存在管道式集中岩溶渗漏问题，其理由如下：

(1) 坝址左岸岩体完整性较好，无近 EW 断层或 NE~NNE 向区域断层在河间地块通过而横切库区及下游深切冲沟，不存贯通上下游的集中渗漏的岩溶管道。

(2) 从岩溶发育强度看，区内岩溶自上而下随深度增加逐渐减弱，调查的 3 处溶洞均发育在车夫组 (Є3c) 灰岩中，该层分布高程 670m 以上，属区内强岩溶强发育岩组，其下为弱岩溶发育的花桥组 (Є2h) 地层，岩溶不发育，仅见局部溶蚀裂隙，钻孔岩心也少见明显溶蚀现象，说明库盆花桥组地层具有良好的隔水性，阻断了岩溶深入地层深部，对水库防渗有利。

(3) 通过现场调查，在 1#冲沟、下游冲地沟均有岩溶泉出露 (照片 3.6-2~3.6-3)，其中上游 1#冲沟出露的 W1 岩溶泉，出水点高程为 641.37m，下游冲沟 (冲地沟) 有 W2 和 W3 岩溶泉，出水点高程 666.15~695.15m，说明河间地块存在高于正常蓄水位的地下分水岭，地下水补给河水，岩溶水动力类型为补给型。

以上说明，坝址左岸河间地块无大型构造带和岩溶管道连通库内外，库盆岩溶不发育，且存在高于正常蓄水位 503m 的地下分水岭，水库蓄水后不存在集中岩溶渗漏问题。

综上所述，岩板田水库库盆及坝址左、右岸河间地块，存在高于正常蓄水位的地下分水岭，各岩溶泉水补给河水，河谷岩溶水动力类型为补给型，整个库盆坐落在寒武系中统花桥组泥质灰岩、泥灰岩及薄层灰岩上，属弱岩溶发育岩组，岩溶不发育，水库蓄水后不存在永久性管道式集中岩溶渗漏问题。

3.2.2.2.2 水库淹没与浸没问题

水库为峡谷区，人烟稀少，无大面积农田分布，亦无居民点、重要的矿产资源及文物古迹，淹没损失小。库区正常蓄水位以上，两岸山坡陡峭，无大片平坦地形，水库蓄水后不存在农田与房屋浸没问题。

3.2.2.2.3 库岸稳定问题

(1) 左岸库段

出露地层为寒武系中、上统泥质灰岩、泥灰岩及灰岩，岩层总体倾向 NW 或 NE，倾角 $5^{\circ}\sim 13^{\circ}$ ，表部一般有约 0.5~5.0m 厚的残坡积及崩塌堆积层，库内山坡坡度一般 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。蓄水后，水库岸坡部分为岩质边坡，部分为岩土混合边坡。由于组成岸坡的岩层倾角平缓，按岩体结构划分，属层状缓倾结构岩质边坡，现场调查得知，左岸岸坡的坡面和坡脚位置存在较多的大块滚石，体积一般在 $1\sim 5\text{m}^3$ 。由于库区岩石为薄层状的泥质灰岩和泥灰岩，风化后的岩层迅速沿层理面发生滑动崩塌，不利于积蓄能量发生大规模的崩塌现象，因此崩塌的石块数量多，但体积相对较小。从上下坝址之间的库区左岸设置的勘察剖面的情况来看，该坡面散落大量滚石，原推测其为滑坡体或崩塌堆积体，钻探后发现其强风化层厚度与上下坝址其它钻孔所揭露的强风化层厚度差别不大，5-6m 可见完整新鲜的弱风化基岩。因此左岸岸坡可能发生小型崩塌，但不会对水库蓄水产生影响。

根据物探成果得知，在下坝址上游左岸存在一处滑坡体，滑坡体横向宽 20~45m，纵向长约 50m，厚度一般 2.5~9m，方量约 2900m^3 ，现状基本稳定，且大部分位于正常蓄水位 503m 以下。当水库蓄水后，库水浸泡会使滑坡体软化，抗剪强度降低，使其稳定性降低，在库水位变动过程中，受水冲刷易发生坍塌，对下游距 180m 的大坝影响较小，对库容影响相对较小。

（2）右岸库段

出露地层为寒武系中、上统泥质灰岩、泥灰岩及灰岩，岩层总体倾向 NW 或 NE，倾角 $5^{\circ}\sim 13^{\circ}$ ，表部有约 0.5~5.0m 厚的残坡积及崩塌堆积层，库内山坡坡度一般 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，局部为陡崖。蓄水后，水库岸坡部分为岩质边坡，部分为岩土混合边坡。由于组成岸坡的岩层倾角平缓，按岩体结构划分，属层状缓倾结构岩质边坡，现场调查也没有发现倾向坡外的连续分布的断裂构造存在，在长期的自然环境演变中，除陡崖峭壁部位局部存在崩塌变形外，岸坡总体处于稳定状态。水库蓄水后，局部堆积层较厚的地段可能产生塌岸，陡崖地段可能产生小的崩塌，但不影响水库正常运行，其他岩质库岸段稳定较好，不会产生较大规模的岸坡失稳问题。。

3.2.2.2.4 水库淤积问题

水库两岸植被良好，上游无花岗岩岩体分布，水土流失轻微，河水清澈见底，故库区固体迳流物质来源少。但由于水库两岸，特别是近坝库区左岸，覆

盖层较厚，水库蓄水后，水文地质条件发生改变，在库水长期作用下，可能引起堆积体产生小规模塌岸甚至局部出现塌滑，其坍塌物质是水库固体径流的主要来源，但方量有限，不会导致严重淤积问题。

3.2.2.2.5 库区压覆矿产问题

库区地处溶蚀构造峰脊谷地洼地地貌，岩性主要为灰~深灰色泥质灰岩、泥灰岩、薄层灰岩。根据湖南省地质矿产勘查开发局与有关单位提供的地质矿产资料，库区无具工业开采价值的矿床分布。

3.2.2.2.6 水库诱发地震问题

本工程水库周边地区地震活动比较频繁，但历史上无破坏性地震记载，库、坝区无区域活动性断层通过。本区基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，相应的地震基本烈度为VI度，构造上乃属相对稳定地块和微震区。

库区总体呈单斜构造，产状平缓，出露地层主要为泥质灰岩、泥灰岩、白云质灰岩等，属中硬岩-硬岩类。水库总库容 204.58 万 m^3 ，为小（1）型水库，水库规模较小。当正常蓄水位为 503m 时，坝前水深四十余米，库尾仅几米。显然，在库水作用下，上述岩体难以聚集巨大的应变能而导致水库诱发地震。因此，从区域地震活动史、地震地质条件、岩性条件和蓄水条件等综合分析，本库区蓄水后不存在诱发地震问题。

3.3 坝区工程地质条件及评价

3.3.1 地质概况

3.3.1.1 地形地貌

岩板田水库坝址位于河口村岩板田组上游 0.8km 的峡谷河段，河道较弯曲，水流较急，河流总体流向由 $N30^\circ E$ 向南西流出，谷底宽 $10\sim 30\text{m}$ ，设计正常蓄水位 503.00m 时，相应谷宽 228.15m 。

3.3.1.2 物理地质现象

坝区物理地质现象主要表现在岩体风化、岩溶和卸荷松动。

（1）岩体风化

根据钻探资料，坝址区岩体整体风化深度不大，其一般规律和主要特征是：

①岩体风化受地形条件控制。一般地形单薄地段，风化较深和较剧，冲沟、河床和地形较陡地段，因剥蚀、水流冲刷作用，多出露弱风化岩体。

②在断层破碎带及节理裂隙密集带部位，风化较深。

③泥灰岩抗风化能力较差，地表风化后显示薄片状。

在坝区右坝肩上下游各存在一条冲沟。上冲沟位于右坝肩上游，出口多开阔，多呈“V 字形”，多跌坎，沟口高程约 478m，后缘高程约 710m，走向与河床斜交且偏上游。下冲沟位于右坝肩下游，出口多开阔，多呈“V 字形”，沟口高程约 461m，后缘高程约 700m，走向基本和河床垂直。据现场调查，在上冲沟 579.35m 的高程往上存在一处约 17m 的岩质陡坎，虽被冲沟局部切割却未割裂地质整体性，因此两条冲沟并未将山体切割成独立的地质体，由于花桥组地层属弱岩溶发育岩组，因此水库蓄水后不存在永久性管道式集中岩溶渗漏问题。

（2）岩溶

坝址区地层主要为花桥组（ C_{2h} ），岩性为灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，据现场调查和钻孔揭露显示，仅见局部溶蚀裂隙，钻孔岩心也少见明显溶蚀现象，岩溶不发育。

（3）卸荷裂隙

本区卸荷裂隙一般追踪顺河向节理发育，表部多张开，根据现场调查卸荷裂隙发育的区域主要为右岸陡崖，在长期的自然环境演变中，陡崖峭壁部位局部存在崩塌变形，但总体处于稳定状态。当坝肩进行开挖时，亦会存在卸荷裂隙，卸荷裂隙会显著削弱岩体的抗压、抗剪强度，且两岸卸荷裂隙时库水绕坝渗漏的主要通道，高裂隙度会显著增大渗漏量，甚至引发渗透破坏。针对坝肩高裂隙区可采用固结灌浆+锚杆或锚索加固的处理方式，绕坝渗漏可采用帷幕灌浆的处理方式。

3.3.2 坝线比较与选择

本阶段在可行性研究阶段选定的下坝址基础上，在可研主勘探线上下游 150m 范围内进行了坝线初选，在主勘探线上游 120m 初拟上线，根据调查，该线附近左岸存在一处滑坡体，该滑坡体横向宽 20~45m，纵向长约 50m，厚度一般 2.5~9m，方量约 2900m³。另该线两岸为阶梯状旱地，覆盖层较厚，宏观判断坝线主要存在开挖量大和边坡稳定问题；初拟下线位于可研主勘探线下游 130m，其地形地质条件与主勘探线基本一致，但下游占用基本农田较多。通过宏观比较初拟的上线、下线和原主勘探线可比性较差。

因此本次坝线比选在原主勘探线（下线）基础上，进行适当微调作为上坝线选址。

3.3.2.1 上坝线工程地质条件

上坝线地形比较对称，左岸山坡坡度为 38° ，右岸山坡坡度 51° ，整体右岸比左岸更陡，当水位为 503.00m 时，相应谷宽约 130m。

根据钻孔揭露和坝区地质测绘，该坝址区主要为寒武系中统花桥组 (C_{2h})，谷底和山坡分布第四系松散堆积层 (Q)，由老到新分述如下：

(1) 寒武系中统花桥组 (C_{2h})

C_{2h} ：灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，厚大于 100m，主要分布在河床及两岸山坡。

(2) 第四系覆盖层 (Q)

①冲洪积层 (Q_4^{apl})：砂卵砾石夹少量粉质粘土、块石和漂石，块石漂石成分以泥质灰岩为主，呈次棱角状，级配不良，松散-稍密状，厚度 0~3.2m，主要分布于沟谷底部河床边滩。

②残坡积层 (Q^{edl})：为灰褐色-黄褐色含碎石粉质粘土，碎石主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩碎块，粒径一般 1~3cm，大者 5~10cm，分布在山坡及坡顶。根据物探成果得知，右岸残坡积层相对较薄，厚度约 1.8~2.7m，局部可达 4.0m，左岸残坡积层较厚，厚度约 2.5~5.5m。

坝线呈单斜构造，岩层走向 $N15^\circ\sim35^\circ E$ ，斜切河谷，倾向 NW，倾角 $5^\circ\sim15^\circ$ ，总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据调查，未发现规模较大的断层。主要发育三组节理①产状 $N25^\circ\sim30^\circ E$ ， $SE\angle 78^\circ$ ，②产状 $N70^\circ\sim80^\circ E$ ， $SE\angle 75^\circ\sim80^\circ$ ，③产状 $N40^\circ\sim46^\circ W$ ， $SW\angle 80^\circ\sim85^\circ$ 。

地下水类型主要为碳酸盐岩岩溶水及松散堆积层孔隙水

1) 松散堆积层孔隙水：地下水赋存在第四系松散堆积层中，主要接受大气降水补给，部分为附近沟谷水补给，动态随季节变化，多以下降泉或湿地散泉的形式排泄于沟谷低洼处。

2) 碳酸盐岩岩溶水：区内碳酸盐岩广泛分布，岩溶水是区内主要类型，大气降水是其主要补给来源，沿岩溶管道、溶隙及风化裂隙径流，以岩溶泉的形式排泄于地表，含水量较丰富。

3.3.2.2 下坝线工程地质条件

下坝线地形比较对称，左岸山坡坡度为 40° ，右岸山坡坡度 53° ，

整体右岸比左岸更陡，当水位为 503.00m 时，相应谷宽约 130m。

根据钻孔揭露和坝区地质测绘，该坝址区主要为寒武系中统花桥组（ C_{2h} ），谷底和山坡分布第四系松散堆积层（ Q ），由老到新分述如下：

（1）寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）

C_{2h} ：灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，厚大于 100m，主要分布在河床及两岸山坡。

（2）第四系覆盖层（ Q ）

①冲洪积层（ Q_4^{apl} ）：砂卵砾石夹少量粉质粘土、块石和漂石，块石漂石成分以泥质灰岩为主，呈次棱角状，级配不良，松散-稍密状，厚度 0~3.8m，主要分布于沟谷底部河床边滩。

②残坡积层（ Q^{edl} ）：为灰褐色-黄褐色含碎石粉质粘土，碎石主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩碎块，粒径一般 1~3cm，大者 5~10cm，分布在山坡及坡顶。根据物探成果得知，右岸残坡积层相对较薄，厚度约 1.5~2.5m，局部可达 4.0m，左岸残坡积层较厚，厚度约 2.0~5.0m。

坝线呈单斜构造，岩层走向 $N15^\circ\sim35^\circ E$ ，斜切河谷，倾向 NW，倾角 $5^\circ\sim15^\circ$ ，总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据调查，未发现规模较大的断层。主要发育三组节理①产状 $N25^\circ\sim30^\circ E$ ， $SE\angle78^\circ$ ，②产状 $N70^\circ\sim80^\circ E$ ， $SE\angle75^\circ\sim80^\circ$ ，③产状 $N40^\circ\sim46^\circ W$ ， $SW\angle80^\circ\sim85^\circ$ 。

地下水类型主要为碳酸盐岩岩溶水及松散堆积层孔隙水

1) 松散堆积层孔隙水：地下水赋存在第四系松散堆积层中，主要接受大气降水补给，部分为附近沟谷水补给，动态随季节变化，多以下降泉或湿地散泉的形式排泄于沟谷低洼处。

2) 碳酸盐岩岩溶水：区内碳酸盐岩广泛分布，岩溶水是区内主要类型，大气降水是其主要补给来源，沿岩溶管道、溶隙及风化裂隙径流，以岩溶泉的形式排泄于地表，含水量较丰富。

现将上、下坝线工程地质条件比较于表 3.3-1。

表3.3-1 上、下坝线工程地质条件比较一览表

工程地质条件			上 坝 线	下 坝 线	比较
地形地貌特征	地貌形态		地形比较对称，左岸山坡坡度为 40°，右岸山坡坡度 51°，整体右岸比左岸更陡，坝轴线更长	地形比较对称，左岸山坡坡度为 40°，右岸山坡坡度 51°，整体右岸比左岸更陡	相同
	河谷宽（m）	枯水期	7.5	7.5	
		正常蓄水位	503.00	503.00	
岩性特征			坝区岩性单一，为寒武系中统泥质灰岩夹极薄层泥灰岩。	坝区岩性单一，为寒武系中统泥质灰岩夹极薄层泥灰岩。	相同
地质构造			单斜谷，岩层倾向右岸，倾角 9~12°，节理裂隙较发育。	单斜谷，岩层倾向右岸，倾角 9~12°，节理裂隙较发育。	相同
水文地质特征	坝肩防渗帷幕延伸长度（m）		左岸：34.4m	左岸：24.3m	相近
			右岸：27.0m	右岸：33.2m	
	·q<5Lu 的相对隔水层埋深（m）		左岸：33.8m	左岸：32.0m	相近
			河床：19.6m	河床：17.3m	
			右岸：21.9m	右岸：20.4m	
岩体风化深度	强风化带下限（m）		左岸：6.1m	左岸：5.9m	相近
			右岸：5.3m	右岸：4.5m	
	弱风化带下限（m）		左岸：25.3m	左岸：22.0m	
			河床：22.4m	河床：20.2m	
			右岸：24.2m	右岸：25.0m	
边坡条件			开挖边坡高度 62m，左岸存在覆盖层及顺向坡开挖稳定问题。	开挖边坡高度 62m，左岸存在覆盖层及顺向坡开挖稳定问题。	相近，但上坝线覆盖层较下线厚

根据表 3.3-1 可知，上坝线和下坝线在地形上属同一地貌单元，河谷宽度相差不大，坝基持力层岩性均为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，构造比较简单，岩体风化深度和相对隔水层埋深区别不大。

通过分析比较，上、下坝线水文、工程地质条件基本相同，无本质上的区别，均能满足建坝的基本地质条件。但从地形条件、水工布置、施工条件等综合考虑，选择下坝线。

3.3.3 坝型比较

对于重力坝而言，清除上部覆盖层，基础置于弱风化岩体内，可满足重力坝对基本地形、地质条件的要求；对于当地材料坝，无论是混凝土面板坝，还是心墙埋石坝，其趾板或心墙基础置于弱风化岩体内可满足设计要求，而坝体对地质条件要求较低，可充分利用覆盖层，减少开挖量；对于拱坝，虽坝区河谷狭窄，两岸地形比较对称，山体雄厚，设计正常蓄水位 503m 时，宽高比约为 2.25，但坝区存在以下一些地质缺陷对兴建拱坝有一定影响。

推荐坝址处河谷呈略对称的“V”型河谷，坝址处揭露的地层为寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）泥质灰岩、泥灰岩，岩石完整性较好，相对隔水层埋深约 0~10m。根据现场地质测绘，工程区属山区，周围百公里之内无优良取土料场地，因此无建筑均质土坝或粘土心墙坝的条件。拱坝适宜建设于左右岸对称且坝肩基岩完整的峡谷中，主要依靠两岸拱端基岩的反作用力来支承。推荐坝址处两岸岩石呈薄层状，且岩石强度相对较低，对拱坝受力不利，本工程不适宜建设拱坝。

综上所述，由于坝肩稳定是制约拱坝兴建的关键所在，综合工程地质条件分析，本坝区对兴建拱坝的适宜性较差；虽适宜兴建当地材料坝，但需新开溢洪道，经综合分析比较，推荐重力坝坝型。

库区西南部山体以寒武系上统车夫组灰岩为主，岩石块体厚实，质量良好，储量充足，因此大坝适合采用以石料为主的坝型，下面对以石料为主要建材的面板埋石坝和埋石砼坝进行比较：

表3.3-2 适宜坝型比较一览表

序号	工程地质条件		适宜坝型		比较结果
			面板埋石坝	埋石砼坝	
1	地形条件	左右岸略对称的“V”型谷，底部高程 462m 左右。坝址左岸坡度相对较缓，坡度约 40°；右岸坡度相对较陡，坡度约 51°。两岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。两岸山体雄厚，拟建坝长约 141m	适宜	适宜	条件相近
2	地层岩性	坝址基岩为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，河床基岩裸露，两岸坡面覆盖层厚较薄。	适宜	适宜	相近
3	地质构造	无区域性断裂通过；坝址两岸层面裂隙和剪裂隙较发育。	适宜	较适宜	埋石砼坝略优
4	物理地质现象	两岸山体存在轻微的卸载崩塌现象	适宜	适宜	条件相近

序号	工程地质条件		适宜坝型		比较结果
			面板 埋石坝	埋石砼 坝	
5	清基深度	埋石坝：仅需清除少量冲洪积覆盖层。 埋石砼坝：需清除冲洪积覆盖层和 2-3m 厚的强风化层。	清除覆盖层，部分强风化带	需清除强风化带	埋石坝略优
6	承载力与变形	泥质灰岩基本质量级别为V级岩体；弱风化薄层状泥质灰岩基本质量级别为IV级岩体	适宜	适宜	条件相近
7	坝基抗滑稳定	岩层倾向右岸偏下游，倾角缓	适宜	适宜	条件相近
8	坝基防渗	坝基以下 2.6~15.4m 即达到中等透水岩层下限，坝基以下 17~32m 即达到 5Lu 线	适宜	适宜（防渗线较短）	埋石砼坝略优
9	泄洪建筑物	河床基岩出露，坝身泄洪不存在抗冲刷问题，岸坡式泄洪存在开挖后的高陡边坡稳定问题。	适宜	适宜	条件相近

3.3.4 推荐坝线工程地质评价

3.3.4.1 坝基岩体工程地质分类

岩体饱和单轴抗压强度、岩体结构类型、岩体完整程度、结构面发育程度及其组合关系，是影响坝基岩体工程地质条件的主要因素，也是进行坝基岩体分类的基础。首先，从岩强度看，坝基岩性主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，弱风化状态单轴饱和抗压强度在 31.0~115.9MPa 之间，属中硬岩-坚硬岩类；其次，坝基岩体呈薄~中厚层状，岩体结构大类为薄~中厚层状结构，现场调查，节理裂隙中等~轻度发育，间距 0.3~1.0m，岩体较完整，根据 GB50487-2008《水利水电工程地质勘察规范》附录 V，，本坝基岩体工程地质类别属 B_{IV1}、A_{IV1} 类，其总体特征和性状表现为：岩体完整性差，抗滑、抗变形性能明显受结构面控制。

3.3.4.2 主要工程地质问题及评价

3.3.4.2.1 坝基抗滑稳定问题

选定坝址坝基为薄~中厚层泥质灰岩、灰岩夹极薄层泥灰岩，岩层斜切河床，总体倾向右岸偏下游，岩层较平缓，倾角 5°~15°。通过对结构面的统计分析，坝基优势面主要是：

①近顺河向节理，产状：N25°~30°E，SE∠78°，节理面比较平直，微张，延伸长一般 3~8m，频率约 3~4 条/m；

②横河向节理，产状 $N40^{\circ}\sim 46^{\circ}W$ ， $SW\angle 80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，节理面较平直，微张~张开，延伸长 1~2m，一般 3~4 条/m。

坝区岩层产状平缓，且分布极薄层泥灰岩夹层，大坝建成蓄水后在库水推力作用下，表层岩体产生滑移，坝趾下游抗力体部位的岩体因厚度过小，存在坝基浅层滑动的边界条件，建议设计应进行坝基浅层抗滑稳定计算。勘探显示 XBZK2 存在极薄层泥灰软弱夹层，埋深 30.5~34.4m，夹层厚 3.9m，产状为 $N15^{\circ}\sim 35^{\circ}E$ ， $NW\angle 5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。若以顺河向节理作为侧向切割面，横河向节理作为横向切割面，则上述节理与坝基软弱夹层组成倾向下游的楔形体，存在坝基深层滑动的边界条件，建议设计应进行坝基深层抗滑稳定计算。

3.3.4.2.2 坝基（肩）沉降稳定问题

本工程拟用弱风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩作为建基面，该岩体坝基的稳定主要由结构面、夹层或荷载与环境作用，弱风化层面发育，在荷载作用下，结构面壁接触紧密，体积缩小，产生裂隙闭合沉降；泥灰岩夹层其压缩性高于周围完整岩体，荷载作用下会发生显著压缩，甚至长期蠕变，导致夹层压缩沉降；水库建成后，地下水的长期作用会加剧岩体结构面的变形，间接影响沉降稳定，水渗透进入软弱夹层或裂隙充填物，降低其粘聚力和强度，使压缩性进一步增大，导致后期附加沉降；高水头渗透水流可能带走结构面中的细颗粒充填物，使结构面孔隙增大，引发潜蚀性沉降。可采用帷幕+固结灌浆方式进行处理。

3.3.4.2.3 坝基（肩）渗漏问题

坝区虽为碳酸盐岩，但总体上看，正常蓄水位以下坝基岩体岩溶不发育，故不存在贯通上下游的岩溶通道。由于岩体中节理裂隙比较发育，且节理及层面局部存在溶蚀现象，是坝基（肩）渗漏的主要通道。

岩体透水性除表部较大外，中下部相对较小，根据钻孔压水试验成果，上部为中等透水带，透水率 q 值一般 $10.7\sim 15.5Lu$ ，厚 2.6~15.4m，其下透水率 q 值为 $5.1\sim 9.2Lu$ ，属弱透水带。 q 值小于 $5Lu$ 的上限埋深：左岸 30.0~32.0m、右岸 20.4~23.4m、河床 17.0~17.5m。左、右岸地下水位埋藏较深，其下限深度分别为 26.7~29.5m 及 30.0~32.2m。基于坝基（肩）存在裂隙或溶隙型渗漏问题，可采用帷幕灌浆方式进行处理。

3.3.4.2.4 开挖边坡稳定问题

从坝基所处的地质环境看，组成岸坡的岩石为薄~中厚层泥质灰岩、灰岩夹极薄层泥灰岩，岩层总体倾向右岸偏下游，倾角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，左岸基本属层状同向缓倾结构岩质边坡，当边坡覆盖层及强风化岩石被清除，层间又分布极薄层泥灰岩夹层，易产生顺层滑动。右岸基本属层状反向结构岩质边坡，但由于 NNE 向节理与边坡近于平行，且受风化卸荷作用的影响，临岸发育的节理裂隙多张开，加之 NW 向节理裂隙的横向切割，导致岩体完整性变差，若开挖坡比不当，存在沿节理裂隙与层面组合形成的潜在不稳定体产生变形破坏。对于左岸边坡开挖建议局部锚固，采用支挡工程防滑并作好好排水处理，防止沿软弱层面滑动；对于右岸边坡开挖建议适当削坡防止局部崩塌，采取局部锚固措施。

3.3.4.2.5 抗冲刷稳定问题

坝下游河床及两岸岩体为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，其中，极薄层泥灰岩强度较低，抗冲刷能力相对较差，存在抗冲刷稳定问题。水库运行后，当泄水建筑物采用挑流消能方式时，易形成冲刷坑，随着冲刷坑的加深，有向上游坝脚溯流发展趋势，危及坝基稳定及大坝安全，冲刷坑不断加深，可能会切断坝基下的软弱夹层、缓倾角结构面，形成临空面，可能引起深层滑动。挑流消能水流必然在下游出现雾化现象，形成暴雨，可使下游岸坡岩土体饱水，岩土力学强度降低、地下水渗透压力增加，特别是左岸为顺向坡，若冲刷淘蚀坡脚，可能导致边坡失稳，应采取必要的防护措施。建议泄水建筑物采用底流消能方式，且需修建消能设施防止泄洪时冲刷坝脚，对两岸采取必要的防护措施。。

3.3.4.2.5 建基面的选择和清基开挖

左岸坝肩表部分布有厚度 5.9~6.4m 的覆盖层和强风化基岩，右岸坝肩分布有厚度 4.5~5.9m 的覆盖层和强风化基岩，该带完整性差，承载力较低，力学强度低，不适宜作建筑物的基础；下部为弱风化基岩，弱风化岩体比较完整，承载力较高，力学强度较高，视建筑物荷载和重要程度，可考虑部分予以利用；微风化~新鲜基岩带，岩体坚硬、完整，是良好的高坝持力层。总的来看，除强风化带外，坝区岩体比较新鲜、完整。针对本工程特点，建议以弱风化岩体作为建基面，承载力可满足设计要求，清基开挖（不包括覆盖层）深度：两岸进入弱风化岩体 1~2m，河床 2~3m，设计也可根据上部结构要求适宜选择。

3.3.5 建议地质参数

本阶段采取岩样进行了室内实验，根据本次试验成果以及收集的附近工程

资料，结合已建工程同类岩石物理力学性质指标建议值进行工程类比，建议开挖坡比和地质参数见表 3.3-3 和 3.3-4 所示。

表3.3-3 岩板田水库工程边坡开挖坡比建议值

岩土 类型	风化 程度	开挖坡比				备 注
		坡高<10m		坡高 10~15m		
		临时	永久	临时	永久	
残坡积层		1： 0.75	1： 1	1： 1	1： 1.25	
堆积体		1： 1	1： 1.5	1： 1.25	1： 1.75	
泥质灰岩 夹极薄层 泥灰岩	强风化	1： 0.5	1： 0.75	1： 0.75	1： 1	
	弱风化	1： 0.3	1： 0.45	1： 0.35	1： 0.5	
	微风化~ 新鲜岩体	1： 0.25	1： 0.35	1： 0.3	1： 0.45	

表3.3-4 岩板田水库岩体物理力学参数建议值

岩 性	风化程度	容重 (g/cm ³)	饱和 抗压 强度 (MPa)	砼/岩石 抗剪（断）强度			岩石/岩石 抗剪（断）强度			弹性 模量 (GPa)	抗冲系数	抗冲 流速 (m/s)
				f	f'	C' (MPa)	f	f'	C' (MPa)			
泥质 灰岩 夹极 薄层 泥灰 岩	强风 化	2.60~2.65	20~25	0.50~0.52	0.65~0.70	0.32~0.35	0.45~0.48	0.58~0.68	0.30~0.38	1.0~2.0	1.25	2~3
	弱风 化	2.65~2.68	25~40	0.58~0.61	0.72~0.85	0.55~0.65	0.60~0.63	0.75~0.85	0.68~0.70	4.0~5.0	1.15	4~5
	微~ 新岩 体	2.68~2.70	40~50	0.62~0.63	0.80~0.90	0.65~0.70	0.63~0.65	0.82~0.95	0.70~0.75	5.0~6.0	1.1	5~6
层面							0.45~0.48	0.55~0.60	0.10~0.12			
节理 裂隙 面							0.40~0.42	0.45~0.50	0.05~0.10			

3.3.6 基础处理建议

(1) 开挖

坝基开挖深度应满足水工建筑物的结构要求，基岩面上影响基岩与混凝土结合的氧化铁、钙泥质薄膜等均应清洗干净，大面积光滑岩面和节理面要凿毛处理。松动、孤立岩块应清除，建基面上严禁残留尖锐棱角岩体，避免应力集中。

(2) 固结灌浆

为改善坝基岩体力学性能，增进其整体性和均一性，加强防渗帷幕的防渗效果，建议对坝基岩体节理裂隙发育、岩体破碎及软弱夹层部位进行固结灌浆，胶结裂隙，提高岩体完整性，减少裂隙闭合沉降，将夹层胶结为复合岩体，降低压缩性。

(3) 帷幕灌浆

坝基岩层走向与河流近于平行，岩体中存在斜切和横切沟谷的节理裂隙，钻孔压水试验成果显示，其上部岩体透水率 $q=10.7\sim15.5\text{Lu}$ ，属中等透水带，中下部岩体透水率 $q=1.9\sim9.2\text{Lu}$ ，属弱透水带，相对隔水层（ $q\leq5\text{Lu}$ ）上限埋深：左岸 30.0~32.0m、右岸 20.0~23.4m、河床 17.0~17.5m。根据透水介质和建筑物特点，本工程对坝基（肩）渗漏问题可采用常规帷幕灌浆进行处理。帷幕灌浆宜自上而下进行，孔距 2~2.5m，单排布置，灌浆压力在帷幕表层段不宜小于 1~1.5 倍坝前静水头，孔底段不宜小于 2~3 倍坝前静水头，但仍以不破坏岩体为原则。深度宜进入 5Lu 以下 5m，两岸长度应与地下水位与正常蓄水位的交点相接。帷幕灌浆必须在坝体浇筑一定厚度后施工，可利用混凝土作为盖重。

(4) 边坡处理

根据开挖边坡的地质结构和可能的变形破坏形式，建议采取：

(1) 分级开挖，每级高小于 15m，平台宽 2~3m；

(2) 对开挖的土质边坡形成的边坡采用素喷 5cm 厚 C20 砼保护，防止边坡失稳。坝体部位边坡混凝土浇筑前对临时素喷砼进行清理；岩质永久边坡可采用框格草皮护坡，设置锚杆间距 2.5*2.5m，深度 3m。

(3) 施工过程中应及时支护，防止塑性区的进一步发展；

(4) 开挖边坡周边和每级平台应设置排水沟，并进行衬砌，坡面应设置排水孔或排水洞；

(5) 施工及运行期间建立完善的变形监测网络。

3.4 其他建筑物工程地质条件及评价

3.4.1 围堰

3.4.1.1 上游围堰

上游围堰距下坝线约 150m，河床宽约 5~7m，水深 0.2~0.5m，河床高程 468.47，河床砂卵石厚 0.2~1.0m，下伏基岩为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩等，呈强~弱风化状。基础构造简单，断层少见，主要构造形迹为节理裂隙。根据勘探得知，基岩表部透水率 8.5Lu，属于弱透水上带。另外，砂卵石层透水性较大，建议清除砂卵石层。

3.4.1.2 下游围堰

下游围堰距下坝线 145m，河床宽约 10.0m，水深 0.5~1.5m，河床高程 458.04~460.73m。河床右侧分布砂卵石厚 1.0~2.0m，下伏基岩为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩等，呈弱风化状，根据钻孔资料，基岩表部透水率 6.3Lu，属于弱透水上带。河床砂卵石层透水性较大，属强透水层。

总体看，围堰区工程地质条件较简单，主要存在砂卵石层渗漏问题，建议采取必要的处理措施。

3.4.2 管理用房

本次设计在大坝下游左岸约 150m 处新建管理用房，为砖混结构，建基面高程为 485.30m。

根据现场调查，山坡坡度一般 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，表部多为第四系全新统残坡积堆积 (Q^{edl}) 灰褐色-黄褐色含碎石粉质粘土，厚度 0.5~3.0m；下伏基岩为寒武系中统花桥组 (C_{2h}) 灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，强-弱风化状态，边坡目前总体基本稳定，局部有掉块现象，场地无其他不良地质现象。

根据场区内地层分布，管理用房地基宜为强风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，该层分布均匀，地基允许承载力 0.5~0.9MPa，可满足地基承载力要求，当管理用房建成后会在西侧形成一处高 2~5m 的岩土混合边坡，上部为第四系残坡积层 (Q^{edl}) 含碎石粉质粘土，厚 0.5~3.0m，下部为寒武系中统花桥组 (C_{2h}) 灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩层产状为 $N15\sim 35^{\circ}E$ ， $NW\angle 5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，为顺层边坡，在暴雨后或振动时容易沿层面产生滑动，在进行边坡开挖时，建议采用适当开挖坡比，并结合实际情况酌情进行适当支护。

3.4.3 道路

本次道路工程包括上坝道路和进场道路。其中上坝道路长 0.789km；整修进场道路，长 2197.96m，从下游岩板田村整修至何家田村。

(1) 上坝道路

上坝道路 SBDL0+000-SBDL0+301.2 为扩建段，在现有的道路基础上拓宽，扩建段地形平坦，道路两旁多为村民房屋和庄稼，地层岩性上覆为第四系冲洪积层（ Q_4^{apl} ）含砾石粉质粘土，下伏基岩为寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，其中 SBDL0+017-SBDL0+150 为土方回填，回填厚度 0~3m，且需新建挡土墙，土方回填应压实，压实后允许地基承载力可达 140~160kPa，基本满足使用要求，建议将挡土墙置于泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，允许地基承载力为 500~800kPa，满足设计要求。SBDL0+000-SBDL0+017、SBDL0+150-SBDL0+301.2 路基持力层主要为冲洪积层含砾石粉质粘土，允许地基承载力为 160~180kPa，基本满足使用要求。局部地段拓宽需土方回填，且需新建挡土墙，土方回填应压实，压实后允许地基承载力可达 140~160kPa，基本满足使用要求，建议将挡土墙置于泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，允许地基承载力为 500~800kPa，满足设计要求。SBDL0+187.4 处存在一处工作桥，建议将挡土墙置于泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，允许地基承载力为 500~800kPa，满足设计要求。该段道路工程地质条件较简单，做好排水措施。

SBDL0+301.2-SBDL0+787 为新建段，沿河谷左岸山坡依山展布上坝公路沿线山坡坡度一般 25° ~ 35° ，地层岩性上覆第四系残坡积层（ Q^{edl} ）含碎石粉质粘土，厚度 0.5~2.0m，局部厚度稍大；下伏基岩为寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，建成后将在左侧形成一处高 2~6m 高的岩土混合边坡，岩层产状为 $N15\sim35^{\circ}E$ ， $NW\angle 5^{\circ}\sim15^{\circ}$ ，为顺层边坡，在暴雨后或振动时容易沿层面产生滑动，在进行道路开挖时，建议采用适当开挖坡比，并结合实际情况酌情进行适当支护。局部地段拓宽需土方回填，且需新建挡土墙，土方回填应压实，压实后允许地基承载力可达 140~160kPa，基本满足使用要求，建议将挡土墙置于强风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，允许地基承载力为 500~800kPa，满足设计要求。

(2) 进场道路

进场道路 JCDL0+000-JCDL2+197.96 均为扩建段，在现有的道路基础上拓

宽，其中 JCDL0+000-JCDL0+800、JCDL0+900-JCDL1+800 左侧存在一处 2~6m 的岩土混合边坡，上部为第四系残坡积层（ Q^{edl} ）含碎石粉质粘土，厚 0.5~3.0m，下部为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，路基持力层为强风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，允许地基承载力为 500~800kPa，满足使用要求。岩层产状为 $N15\sim35^\circ E$ ， $NW\angle 5^\circ\sim15^\circ$ ，基本为顺层边坡，在暴雨后或振动时容易沿层面产生滑动，未见有大的滑坡、塌陷等变形现象，但存在局部崩塌掉块现象，结合实际情况酌情进行适当支护。

JCDL1+900-JCDL2+000 右侧存在一处 2~5m 岩土混合边坡，上部为第四系残坡积层（ Q^{edl} ）含碎石粉质粘土，厚 0.5~3.0m，下部为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，路基持力层为强风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，允许地基承载力为 500~800kPa，满足使用要求。岩层产状为 $N15\sim35^\circ E$ ， $NW\angle 5^\circ\sim15^\circ$ ，基本为斜向边坡，未见有大的滑坡、塌陷等变形现象，但存在局部崩塌掉块现象，结合实际情况酌情进行适当支护。

JCDL0+800-JCDL0+900、JCDL1+800-JCDL1+900 及 JCDL2+000-JCDL2+197.96 基本上不存在开挖边坡，地层岩性上覆第四系冲洪积层（ Q_4^{apl} ）含砾石粉质粘土，下伏基岩为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，路基持力层主要为冲洪积层含砾石粉质粘土，允许地基承载力为 160~180kPa，基本满足使用要求。

局部地段拓宽需土方回填，且需新建挡土墙，土方回填应压实，压实后允许地基承载力可达 140~160kPa，基本满足使用要求，建议将挡土墙置于泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，允许地基承载力为 500~800kPa，满足设计要求。该段道路工程应做好排水措施。

3.4.4 弃渣场

本工程预计弃渣量约 7.84 万 m^3 ，通过调查，本次拟先两处弃渣场，一处位于何家田村下游左侧冲沟，另一处位于岩板田村下游约 500m 左侧冲沟。

弃渣场 1 高程为 440~480m，距离坝线约 1.1km，地形多为冲沟或斜坡表面，坡度陡缓不一，切深较大。地表多覆盖第四系松散堆积物，厚度约 1.0~3.0m，下部基岩主要为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩质较坚硬，力学强度较高，冲沟目前植被较发育，边坡基本稳定，无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象；堆渣后大部分渣场基本不会产生新的环境问题。

弃渣场 2 高程为 400~470m，距离坝线约 1.9km，地形多为冲沟或斜坡表面，坡度陡缓不一，地表多覆盖第四系松散堆积物，厚度约 1.0~3.0m，下部基岩主要为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩石比较较坚硬，力学强度较高，渣场目前边坡基本稳定，无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象；堆渣后大部分渣场基本不会产生新的环境问题。

场区岩层产状为 $N15^{\circ}\sim 35^{\circ}E$ ， $NW\angle 5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，总体较平缓，无区域断层通过，节理裂隙发育。地下水类型分松散堆积层孔隙水和碳酸盐岩岩溶水，其特征如下：

1) 松散堆积层孔隙水：地下水赋存在第四系松散堆积层中，主要接受大气降水补给，部分为附近沟谷水补给，动态随季节变化，多以下降泉或湿地散泉的形式排泄于沟谷低洼处。

2) 碳酸盐岩岩溶水：区内碳酸盐岩广泛分布，岩溶水是区内主要类型，大气降水是其主要补给来源，沿岩溶管道、溶隙及风化裂隙径流，以岩溶泉的形式排泄于地表，含水量较丰富。

两处渣场位于冲沟，常年过水，所以需要对其进行导流，并且应设置挡墙、导流管、排水渠等措施防止水土流失，建议挡渣墙基础置于弱风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，挡土墙基底摩擦系数为 0.5~0.65，进行适当的清基处理，并做好堆渣区的排水、地表防护等措施，防止岩土体饱水后产生滑坡、泥石流等地质灾害问题。

3.5 天然建筑材料

根据勘察任务书要求，本阶段设计需要的天然建筑材料：块石 3.13 万 m^3 ，砂砾石料 14.1 万 m^3 。本次依据《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251~2015)，对各类天然建筑材料进行了详查。工程区块石料丰富，土料较少，天然砂砾石料贫乏。

3.5.1 砂砾石料

工程区地处峡谷河段，河道狭窄，上、下游数十公里范围内无天然砂砾石料可寻，河道内仅零星分布有极小规模의边滩，储量和质量有限，都不能满足工程需求量，而且没有开采价值。

可考虑采用人工扎骨料，作为混凝土粗、细骨料，可就近于晃州镇水洞采石场购买，运距约 12km，储量和质量都能够满足设计需求，本次在该料场采取

了人工轧制料进行室内试验，除石粉含量略微偏高外，其他指标均满足规范要求。现已暂时停止开采。

南京矿山铜仁分公司采石场位于玉屏侗族自治县田坪镇迷路村附近，可提供砂砾石料，岩性为灰岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 900m^3 ，储量 $>10\text{万 m}^3$ ，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 32km ，储量和质量都能够满足设计需求。

贵州坤宇建筑材料有限公司位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，可提供砂砾石料，岩性为白云岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 1000m^3 ，储量 $>15\text{万 m}^3$ ，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 22km ，储量和质量都能够满足设计需求。

3.5.2 块石料

(1) 晃州镇水洞采石场

本阶段对晃州镇水洞采石场进行了调查，该料场位于晃州镇，为人工采石场，岩石类型为寒武系上统车夫组 (C_{3c}) 泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度高，其饱和抗压强度大于 40Mpa ，储量大于 25万 m^3 ，作为块石料，无论储量和质量都能够满足设计需求。由于灰岩质量好，该料场作为人工骨料合适。有公路通往坝址，运输方便，运距约 12km ，现已停止开采。

(2) 贵州坤宇建筑材料有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，地面高程 $670\sim 760\text{m}$ ，表部植被茂密。岩性为寒武系上统追屯组 (C_{3z}) 白云岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa ，储量 $>15\text{万 m}^3$ ，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 22km 。

(3) 贵州创梦联钙业有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇岩屋口村附近，地面高程 $640\sim 700\text{m}$ ，表部植被茂密。岩性为奥陶系下统红花园组 (O_{1h}) 灰岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa ，储量 $>10\text{万 m}^3$ ，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 31km 。

3.5.3 土料

工程场地位于山区，周边数十公里范围内无适宜的大型土料场。工程所需土料量较少，现场勘察表明，局部山坡坡脚及山顶分布有残坡积成因的含碎石粉质粘土，其质量满足围堰填筑要求，可就近开采利用。

3.6 结论及建议

3.6.1 结论

(1) 本区位于我国东部新华夏系构造第三隆起带——武陵山次级隆起带南段，区域晚近构造运动以间歇性掀斜上升为主，河流溪沟下切强烈。据历史记录，区域虽发生过一些地震，但无破坏性地震记载，岩板田水库附近亦无区域活动性断层通过，根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 确定，工程区基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，基本地震动反应谱特征周期为 $0.35s$ ，相应的地震基本烈度为 VI 度，属相对稳定地块。

(2) 水库区位于溶蚀构造峰脊谷地洼地区，无低矮垭口，峡谷两侧山体雄厚，地形封闭条件好。库盆主要由寒武系花桥组泥质灰岩、泥灰岩组成，为相对不透水地层。固体径流来源少，亦无居民点和工矿企业，无渗漏之忧，建库条件良好。左右两岸可能发生塌岸现象，但规模较小，不会对水库蓄水产生影响。

(3) 坝址区的河水、地下水对混凝土均无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性。

(4) 上、下坝线地形地质条件基本相似，不存在严重的工程地质问题，均具备兴建混凝土重力坝的地质条件。通过对两坝线水文地质、工程地质条件的综合比较，结合水工布置和施工条件，地质推荐下坝线作为本阶段重点勘探坝线。

(5) 下坝线岩层产状平缓，且分布极薄层泥灰岩夹层，大坝建成蓄水后在库水推力作用下，表层岩体产生滑移，坝趾下游抗力体部位的岩体因厚度过小，存在坝基浅层滑动的边界条件，建议设计应进行坝基浅层抗滑稳定计算。若以顺河向节理作为侧向切割面，横河向节理作为横向切割面，则上述节理与坝基软弱夹层组成倾向下游的楔形体，存在坝基深层滑动的边界条件，建议设计应进行坝基深层抗滑稳定计算。

(6) 上、下游围堰基础皆为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩等，构造简单，断层

少见，主要构造形迹为节理裂隙。总体看，围堰所处地质条件比较简单，河床砂卵砾石强透水性，建议清除砂砾石层。

（7）管理用房管理用房基础可置于强风化泥质灰岩夹极薄层泥灰岩上，承载力满足设计要求，在进行边坡开挖时，建议采用适当开挖坡比，并结合实际情况酌情进行适当支护。

（8）道路工程地质条件相对比较好，工程区分布的岩土体满足路基承载力要求，边坡开挖时，建议采用适当开挖坡比，并结合实际情况酌情进行适当支护，且需做好排水措施。

（9）坝址区天然砂卵砾石料缺乏，两岸分布有残坡积堆积含碎石粉质粘土，其质量和储量可满足围堰用料要求，开采方便，运距近。本阶段选择了贵州坤宇建筑材料有限公司采石场和贵州创梦联钙业有限公司采石场两个块石料源点进行了调查，为灰岩、白云岩，质量好，开采、运输方便，至坝址运距约22~31km，储量丰富，并适于制作人工轧骨料，其质量可满足设计要求，选定料场后建议增加碱活性分析试验成果。

3.6.2 下一步工作建议

除按有关规程规范开展工作外，重点是：

（1）根据施工开挖揭露的地质情况，及时修正坝基岩体风化深度，核定坝基岩体物理力学参数，必要时，应进行专门性勘察和现场抗剪强度、变形试验，以便为设计修改提供地质依据。

（2）及时编录和测绘各建筑物区开挖后的地质现象，做好地质观测，预报可能出现的地质问题，提出地基加固和不良工程地质问题处理措施建议。

（3）两岸均存在开挖边坡稳定问题，边坡开挖应从上至下逐级开挖，逐级及时支护处理，采取预裂和光面爆破，严格控制爆破用药量，并应设计完善的排水系统和建立长期观测网。

（4）加强施工地质工作，及时发现和处理不良工程地质问题，必要时补充适量的勘测和实验工作。

4. 工程任务和规模

2023 年 8 月 1 号，新晃侗族自治县发展和改革局印发关于《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告的批复》。明确了主要建设内容及规模：新建小（1）型水库一座及配套附属工程。

《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告》中主要设计成果为：

岩板田水库的开发目标是以作为应急备用水源和工程区日常供水为主，兼顾农田灌溉等综合效益。水库设计灌溉面积 9728 亩，灌溉设计保证率 85%，灌溉用水率 $0.58\text{m}^3/\text{s}/\text{万亩}$ ；受水区居民年年灌溉毛需水 182.2 万 m^3 。应急备用需水量为 41.67 万 m^3 ，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1 万 m^3 。

4.1 工程任务

4.1.1 工程所在地概况

4.1.1.1 自然地理

新晃侗族自治县位于湖南省最西部，居湖南“人头形”版图的“鼻尖”上，沅水一级支流舞水的中游。地理位置介于东经 $108^{\circ}47'13''\sim 109^{\circ}26'45''$ ，北纬 $27^{\circ}4'16''\sim 27^{\circ}29'58''$ 之间，县境东西纵长 52.5km，南北斜宽 42.3km，全县土地总面积为 1508.7km^2 。东连本省芷江侗族自治县，南、西、北三面分别与贵州省天柱县、三穗县、镇远县、玉屏县及万山特区毗邻，素有湖南“西大门”之称。全县辖 9 个镇、2 个民族乡，县政府驻晃州镇。2022 年末，全县总人口 253558 人。

拟建的岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km，坡降 53.2‰。大坝距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

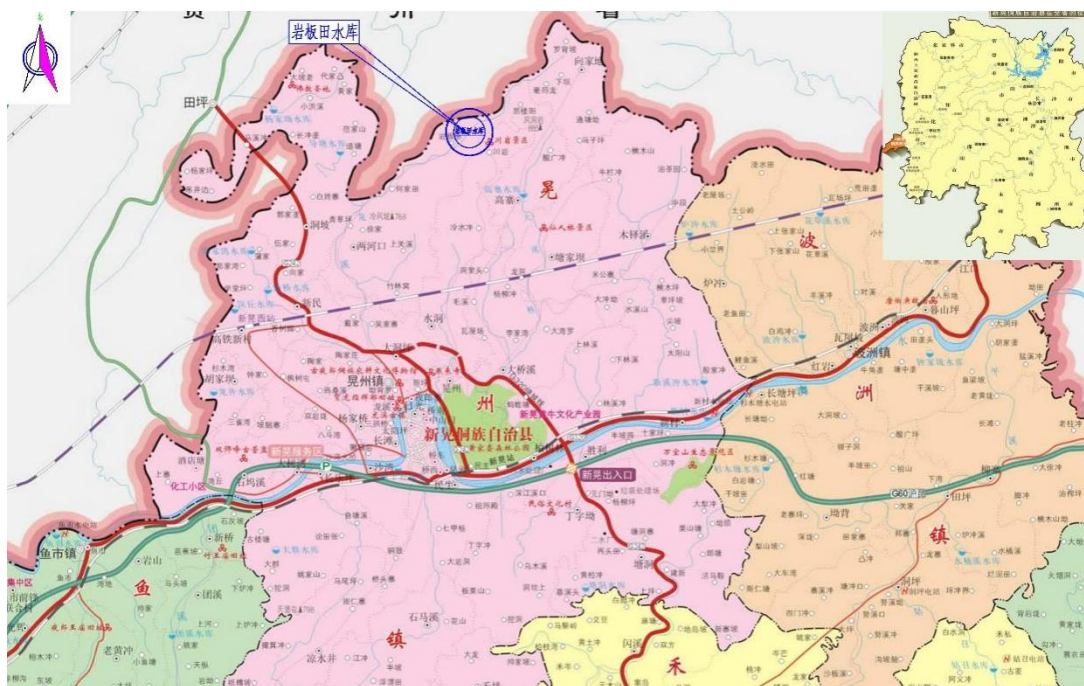


图 4.1-1 岩板田水库地理位置示意图

4.1.1.2 社会经济状况

(1) 综合

2024年初步核算，全年地区生产总值 100.91 亿元，增长 6.0%，其中，第一产业增加值 13.76 亿元，增长 3.8%；第二产业增加值 31.42 亿元，增长 8.4%；第三产业增加值 55.73 亿元，增长 5.2%。按常住人口计算，人均地区生产总值为 47363 元。三次产业结构由上年的 13.9:30.7:55.4 调整为 13.6:31.2:55.2。

(2) 农林牧渔业

全年完成农林牧渔业总产值 27.61 亿元，增长 3.6%，实现农林牧渔业增加值 14.39 亿元，增长 4.0%。其中，农业总产值 9.68 亿元；林业总产值 0.39 亿元；牧业总产值 16.39 亿元；渔业总产值 0.14 亿元；农林牧渔业服务业产值 1.01 亿元，实现增加值 0.63 亿元，增长 8.9%。

全年粮食作物播种面积 16.13 千公顷，其中稻谷种植面积 10.51 千公顷。粮食总产量 8.24 万吨，增长 0.4%，其中谷物 5.86 万吨，下降 0.34%，薯类 0.33 万吨，增长 10%，豆类 0.07 万吨。油料播种面积 5.74 千公顷，油类总产 0.79 万吨，增长 4.8%，其中油菜籽 0.73 万吨，增长 1.8%。经济作物中，烟叶种植面积 0.42 千公顷，烟叶总产 0.07 万吨。水果总产 1.11 万吨，其中柑橘类 0.62 万吨，同比增长 3.2%；果用瓜 0.09 万吨，同比增长 4.5%。蔬菜种植面积 3.26 千公顷，

蔬菜产量 5.99 万吨。

年末出栏生猪 20.92 万头，比上年末下降 14.8%；出栏牛 4.99 万头，比上年末增长 7.1%；出栏羊 6.77 万只，比上年末下降 14.4%；出笼家禽 69.02 万羽；肉类总产量 2.49 万吨。

全年共安排财政衔接推进乡村振兴补助资金 9844.7 万元（其中：中央财政衔接资金 5150 万元、省级财政衔接资金 3098 万元、市级财政衔接资金 105 万元、县级财政衔接资金 1491.7 万元）。全年实施有效衔接项目 79 个，全县脱贫人口 44446 人，监测对象 4429 人，2024 年新识别监测对象 300 户 941 人。

（3）工业、建筑业和固定资产投资

全年工业增加值比上年增长 8.5%，其中规模以上工业增加值 21.65 亿元，比上年增长 16.6%。2024 年全县规模以上工业企业户数达 66 户。

全年建筑业实现增加值 5.05 亿元，增长 10%。11 家资质建筑企业实现总产值 13.1 亿元，房屋建筑施工面积 54.59 万平方米，房屋建筑竣工面积 33.54 万平方米。

全年固定资产投资比上年增长 14.9%。其中，房地产投资完成 6.34 亿元。全年投资开工项目 60 个，竣工项目 60 个，施工房屋面积 28.94 万平方米。

（4）交通、邮电

全年交通运输、仓储和邮政业增加值 5.41 亿元，增长 4.0%。全县公路线路列入管养总里程 1380 公里（不含高速公路）。

全年完成邮电业务收入 1.78 亿元。其中完成邮政业务收入 0.37 亿元，完成电信业务收入 1.41 亿元。全县固定电话用户 8947 户，移动电话用户 225899 户，互联网宽带用户 88048 户。

（5）商务、贸易

全年社会消费品零售总额为 31.32 亿元，比上年增长 5.8%。

全年新引进产业项目 30 个，合同总投额 90.83 亿元，其中:新引进 2 亿元(含)-10 亿元重大产业项目 13 个，新引进 10 亿元(含)-50 亿元重大产业项目 5 个，完成年度项目引进任务;完成实际到位省外境内资金 42.65 亿元，完成年度任务(39 亿元)109.35%。。

（6）财政、金融、保险

全年完成一般公共预算收入 4.72 亿元，其中，地方收入完成 3.77 亿元，增

长 1.59%；上划中央收入完成 0.71 亿元，下降 22.13%；上划省级收入完成 0.24 亿元，下降 21.04%。在地方收入中，税收收入完成 2.80 亿元，非税收入完成 0.98 亿元。全县一般公共预算支出 26.12 亿元，下降 4.22%，其中，一般公共预算支出 1.58 亿元，教育支出 5.70 亿元，社会保障和就业支出 4.72 亿元，卫生健康支出 1.83 亿元，节能环保支出 0.26 亿元。

年末金融机构各项存款余额 107.02 亿元，增长 14.51 %。其中住户存款 93.36 亿元，增长 11.67%。年末金融机构各项贷款余额 67.82 亿元，增长 20.20 %。

全年保费业务收入 2.11 亿元，增长 8.58%。全年保险赔付款支出 0.88 亿元，增长 27.46%。

（7）科学技术与教育

全年组织申报科技计划项目 3 项，争取资金 100 万元。

县职业中专 1 所，在校学生 1504 人，教职工 104 人。有完全中学 1 所，高级中学 1 所，在校学生 5303 人，完全中学有教职员 254 人，其中，专任教师 234 人，高级中学有教职员 223 人，其中，专任教师 167 人。初中在校学生 9691 人，小学在校学生 15302 人。独立初级中学 10 所，有教职员 438 人，其中专任教师 421 人。九年一贯制学校 8 所，有教职员 631 人，其中专任教师 614 人。完全小学 19 所，有教职工 702 人，其中专任教师 679 人。有幼儿园 41 所，在园幼儿数 4697 人，有教职工 503 人，有专任教师 273 人。小学适龄儿童入学率 100%，小学毕业升学率 100%，小学在校学生辍学率为 0%，初中入学率 100%，初中在校学生学率 0%，高考上线率 77.56%。

（8）文化广播与卫生

全年完成送戏下乡演出 280 场次，完成惠农数字电影公益放映 1645 场次，图书馆新购图书 5000 册，全年共接待读者 14.8 万余人次，开展 3 次送书活动，赠送图书共计 1100 余册，博物馆累计接待各地观众 42 万余人次。城乡公共服务实现一体化，全县有 137 个行政村农家书屋，9 个社区（居委会）农家书屋点。

电视转播发射台 1 座，电视发射机 7 部，广播电视综合覆盖率 95%，有线电视用户 8654 户。

全县广播综合覆盖人口达 21 万人，综合覆盖率达到 97%。全年电视节目播出时间为 6570 小时，制作电视节目时间 547.5 小时，累计完成内宣电视组稿 800 余条，各类专题节目 1825 余期。

年末，全县卫生系统医疗机构 27 个（其中医院 2 个、基层医疗机构 22 个、专业公共卫生机构 3 个），在编人员 865 人，从医人员 1736 人，其中卫生技术人员 1521 人，医生 637 人。卫生机构编制床位 1964 张，实际开放床位 2287 张。全年就诊人数 123.15 万人次，出院人数 65.29 万人次。

（9）人民生活和社会保障

年末，常住人口 21.11 万人。户籍总人口 25.09 万人，其中，城镇人口 3.97 万人，乡村人口 21.11 万人，全年出生人口 1587 人，人口出生率为 6.31‰，全年死亡人口 2372 人，死亡率 9.43‰。

全体居民人均可支配收入 20105 元，其中：城镇居民人均可支配收入 30370 元，人均生活消费支出 22715 元，人均食品支出 7692 元，人均教育文化娱乐支出 3844 元。农村居民人均可支配收入 14759 元，人均生活消费支出 11959 元，人均食品支出 4374 元，人均教育文化娱乐支出 1788.5 元。

全年养老保险基金总收入为 6.63 亿元，参保人数 17.54 万人。其中：参加企业职工基本养老保险 2.01 万人，征缴基金 3.15 亿元，机关事业单位养老保险 1.04 万人，征缴基金 2.32 亿元，城乡居民基本养老保险 14.50 万人，征缴基金 1.16 亿元。失业保险参保 1.1 万人，征缴基金 0.06 亿元。工伤保险参保 2.2 万人，征缴基金 0.07 亿元。城乡居民医疗保险参保人数 19.50 万人，基金总收入为 23.45 亿元；职工医疗保险参保 1.5 万人，征缴基金 0.76 亿元。全年城市居民最低生活保障人数 0.13 万人，发放城镇居民低保金 0.08 亿元。农村最低生活保障人数 0.94 万人，发放农村居民低保金 0.28 亿元。

（10）环境保护与安全生产

全年县城饮用水源监测水质达标率 100%，地表水监测全部达到或优于Ⅱ类水质标准，县城空气质量均达到国家二级标准。全年 COD 排放量 1.849 吨，SO₂ 排放量 9.671 吨，氮氧化物排放量 26.272 吨，氨氮排放量 0.068 吨。全县森林覆盖率 70.41%，城市建成区绿化覆盖率 37.09%，城镇化率 46.42%。

全年共发生各类事故 6 起，死亡人数 5 人。其中道路交通事故 4 起，死亡 3 人；工矿商贸事故 0 起，伤亡 0 人；消防安全事故 2 起，死亡 2 人。

4.1.2 工程前期工作情况

岩板田水库项目已列入《全国小型水库建设实施方案（2025-2026 年）》，项目类别为 B、《怀化市现代水网建设规划（2023~2035 年）》、《新晃侗族自治县现

代水网建设规划（2023~2035 年）》和《新晃侗族自治县“十五五”水安全保障规划》。

2021 年 10 月，新晃侗族自治县水利局编制完成《岩板田水库建设初步论证报告》，于新晃县晃州镇两河口村岩板田组拟建小（1）型水库，以城乡供水为主兼顾旅游、防洪、灌溉等综合利用的水利工程。

2022 年 3 月~2022 年 5 月，编制完成了《湖南省新晃县岩板田水库成库论证报告》。

2022 年 3 月，深圳市水务规划设计院有限公司受新晃侗族自治县水利建设项目管理中心委托，编制新晃县岩板田水库工程可行性研究报告。

2023 年 8 月 1 号，新晃侗族自治县发展和改革局印发关于《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告的批复》。

2025 年 9 月 12 号，通过怀化市水利局《新晃县岩板田水库工程初步设计报告》的审查。

4.1.3 工程任务

4.1.3.1 工程建设的必要性

新晃侗族自治县位于湖南省最西部，南、西、北三面与贵州接壤，处于衡邵干旱走廊，受特殊气候和地理条件影响，秋旱和夏秋连旱发生十分频繁。岩板田水库所在流域及周边区域水利基础设施薄弱，下游近万亩耕地灌溉靠天吃饭，工程性缺水问题突出。同时，岩板田水库供水区域内的新晃县城水源单一（从溇水支流平溪河取水），水量受季节性降水影响显著，供水安全和应急保障能力难以满足要求。

拟建岩板田水库位于沅水三级支流何家田溪中游（沅水-溇水-龙溪河-何家田溪），坝址位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，距新晃县城约 12km，地理坐标为东经 109°11'12"、北纬 27°25'51"。水库坝址控制流域面积 7.35km²，干流长度 4.47km，干流坡降为 53.2‰。水库建成后，常规年能解决区域内晃州镇 13 个村共 9728 亩耕地灌溉用水以及水厂尚未覆盖的 0.42 万人供水问题；非常年能解决晃州镇（29 个村和 9 个社区）10.69 万人应急用水和 9728 亩农田应急灌溉问题。因此，兴建岩板田水库对提升当地防灾减灾能力、保障供水安全、促进经济社会的发展、群众安居乐业和社会稳定都将起着举足轻重的作用。

1) 工程建设是解决居民生活灌溉缺水、保障粮食安全的迫切需要

干旱是新晃县主要自然灾害之一，项目区域内现有水利基础设施薄弱，目前，全镇有 3 座小（1）型水库及 9 座小（2）型水库，主要功能为防洪、发电及部分灌溉，现有水利设施主要由当地村民自发修建，工程部分老化失修，放水设施失效、抗洪能力不足现象普遍存在，蓄水能力严重下降，可供水量不能满足居民生活生产用水需要，工程性缺水问题突出。现状水利设施灌溉和供水远远不能满足晃州镇农业生产的发展的需求，严重制约当地经济发展。龙溪河流域区域内田土众多，但农业灌溉基础设施薄弱，灌溉保证率低，当地政府、村组百姓希望修建水源工程来改善灌溉条件的呼声极高。岩板田水库工程项目的建设是缓解下游灌面内缺水严峻形势，提高灌区灌溉保证率，增加种植作物产量的需要；同时加快高标准农田建设，对现有灌区续建配套及节水改造，保障粮食生产安全。龙溪流域优质水源及水库的新建，既能解决下游人民群众饮用水源保障低的现状，也能满足附近乡镇人民喝上好水的愿望。故该工程既是粮食安全的保障，也是人民对美好生活向往的需求。

2) 工程建设是县城应急备用水源以及人民对优质水源迫切需要

工程区属中亚热带季风湿润气候，由于特殊的自然地理环境，区内降雨年际、年内分布极不均衡，河流多属山区河源型河流，源短流细，地表、地下水滞蓄能力差。现有水厂水源基本为河流或溪沟水，结合区域水质分析成果为二类水质，可作为县城供水预备水源，经计算居民生活用水量为 $0.818 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ ，备用水源供水天数按 60 天确定，该时段用水量为 51.32 万 m^3 。因为水库水质优于县二水厂现状河道取水口水质，岩板田水库建成后，县二水厂计划每月从岩板田水库取水 6 万 m^3 水量。岩板田水库工程项目的建设是缓解供区内缺水严峻形势，是保障当地人饮的需要；是更加有效地防止该流域水土流失，提高群众生活水平，促进区域经济协调发展的需要。因此，岩板田水库工程的建设是非常必要的。

3) 是贯彻区域经济发展规划，实现农业经济可持续发展的重大举措

岩板田水库修建，不仅保障下游乡镇供水及用水需求，且符合国家乡村振兴战略规划、新晃县“十四五”水安全保障规划和新晃县“十四五”农村饮水安全规划部署要求。充分体现党和政府对民生水利工作的高度重视，是为广大农民兄弟办好事、办实事的体现，是“民生水利”的具体表现。岩板田水库建设后，能够基本满足供水范围内规划水平年（2030 年）人饮用水要求，而且岩板田水

库供水以自流方式供水为主，运行维护方便，集中供水方式便于水质监测、控制。同时可作为县城供水预备水源。因此，岩板田水库建设是保证供水范围县、镇、村生活用水需求、提高当地群众生活水平的需要。随着区域经济的发展，各行业特别是农业对水资源的需求量不断增加，水资源紧缺问题已经成为区域经济发展的制约性因素。故岩板田水库的新建，将极大地改善当地群众的生活灌溉用水条件，保障人民群众的饮水问题，为优化农业产业结构，发展农村经济打下坚实基础。同时岩板田水库位于跨省大峡谷--夜郎大峡谷、沅岩、向家地黄精谷三个景区的交汇点，建成后将与三个景区连成一片，必将有力的推动和提升区域景区的旅游事业的发展。大力发展区域旅游业，深挖龙溪古镇、侗文化、红色旅游等资源，对解决工程性缺水问题、提高人民生活质量，建设社会主义新农村，改善生态环境具有重要作用，因此新建本工程是非常迫切和必要的。

4) 是筑牢新晃县水安全网、巩固脱贫攻坚成果、新时期社会经济的需要

加强水利基础设施建设，打造协调均衡生态“水网”，到 2025 年，基本建成与经济社会发展和生态文明建设要求相适应的水安全保障体系，水资源优化配置和水旱灾害防御能力显著提升。加强规模化供水工程建设，尽快实现管网全覆盖。随着区域经济的进一步发展，各行业特别是农业对水资源的需求量不断增加，水资源紧缺问题已经成为区域经济发展的制约性因素。“十四五”时期是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年。通过新建水源工程，提高水资源的利用率，充分合理利用好现有水资源，才能保证农业生产的用水需要，支撑起未来区域经济社会的可持续发展。结合新晃县实际情况，岩板田水库作为综合利用水利枢纽建设项目，可结合当地其他水利设施，带动区域经济的发展，巩固脱贫攻坚成果，促进全县“十四五”时期社会经济发展，因此本工程兴建意义重大。

4.1.3.2 工程任务

岩板田水库是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水库。

岩板田水库的兴利库容为 175.01 万 m^3 ，为灌区灌溉年毛需水量为 182.2 万 m^3 ， $P=95\%$ 保证率下，规划应急备用水源水量为 41.67 万 m^3 ，农村供水为

42.1 万 m^3 ，年下放生态水量 40.26 万 m^3 。

4.2 灌溉需水

4.2.1 灌区基本概况

4.2.1.1 自然及社会经济状况

新晃侗族自治县为典型的山丘县，地形以山地丘陵为主。境内土地肥厚，土质较好，为全面发展农业生产提供了得天独厚的条件。据新晃侗族自治县 2022 年社会经济资料统计，全年粮食作物播种面积 24.25 万亩，其中稻谷种植面积 16.1 万亩。县域经济主要以农业经济为主，农作物以水稻为主，水稻现状种植比例占 85%，其他经济作物有油菜、蔬菜、金银花、玉米、红薯、经果林等。

晃州镇地处新晃侗族自治县北部，西与鱼市镇交界，北与贵州田坪镇毗邻，南与禾滩镇相连，东与波洲镇嵌合，总面积 203.17 km^2 ，耕地面积 35539 亩，晃州镇下辖 9 个社区、29 个行政村。

4.2.1.2 灌区基本情况

根据国土部门第三次调查数据进行分析，结合耕地分布以及实地调查，岩板田水库涉及灌溉区域总面积为 9728 亩，灌区内水资源丰富，天然来水量较多，但是由于水利设施建设相对落后，仅有 5 座小型水库，合计总库容 129.7 万 m^3 。特干旱时期，大部分的农业基本用水得不到保障，因此项目区易受干旱影响，抵御自然灾害的能力差。

4.2.2 灌区范围及灌溉面积

岩板田水库取水于沅水二级支流龙溪支流何家田溪流中游，根据现场踏勘、资料收集分析及相关规划情况分析。未来考虑粮食、经济作物种植比例优化，加强基础水利设施建设，达到增产、增收目的。通过在地形图上复核后，岩板田水库灌区内耕地面积没有发生明显变化。

4.2.3 耕地面积量算

根据灌区地形，结合耕地分布以及实地调查结果，本灌区涉及新晃县城以及周边农村，通过量算，岩板田水库涉及灌溉区域总面积为 9728 亩。

4.2.3.1 灌区耕地规划

岩板田水库建成后，天然来水通过调节，灌区水量得到很好的调配。从灌区农业发展效益考虑，并充分尊重现状和服从地区规划的前提下，本次设计对

灌区各种作物面积进行了合理调整，灌区耕地分布统计见下表，种植结构及复种系数见表 4.2-2。

表4.2-1 岩板田水库灌区基本情况统计表

乡 镇	受益行政村	水田	旱地	灌面合计（亩）
晃州镇	柏树林村	397.3	187.1	584.5
	大洞坪村	294.0	362.1	656.1
	大桥溪村	1164.9	1113.8	2278.7
	大树湾村	346.1	122.7	468.8
	洞坡村	65.5	73.6	139.0
	高铁新村	463.6	458.7	922.2
	胡家坝村	738.2	465.3	1203.4
	两河口村	600.8	395.6	996.4
	石坞溪村	415.4	123.7	539.2
	水洞村	29.8	201.7	231.5
	塘家坝村	100.9	65.9	166.9
	新民村	764.8	538.7	1303.5
	杨家桥村	128.5	109.2	237.7
合 计		5510	4218	9728

表4.2-2 灌区耕地分布统计表（亩）

年份	项目	农作物种类						
		水稻	花生	玉米	马铃薯	蔬菜	油菜	合计
现状 2022 年	亩数（亩）	4687	680	680	1359	850	1869	10125
	种植比例	0.48	0.07	0.07	0.14	0.09	0.19	1.04
规划 2030 年	亩数（亩）	5510	820	780	1480	950	2150	11690
	种植比例	0.57	0.08	0.08	0.15	0.10	0.22	1.20

4.2.3.2 灌区范围与高标准农田关联、合理性分析

近年来本工程灌区范围通过高标准农田建设，修建了部分山塘、河（溪）坝等供水设施，并配套了相应的灌溉渠道设施。但修建工程供水规模均较小且比较分散，根据实地调查与走访当地村民得知，由于高标准农田建设的小型供水设施基本无调蓄功能，灌区供水水源无法保障，供水保证率较低，仍存在灌溉缺水、灌溉渠道无水闲置的问题。

根据实施乡村振兴战略的要求，为建设“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、

治理有效、生活富裕”的新农村，对农村基础设施提档升级，实施农村供水保障工程能够提高农村供水标准，巩固农村脱贫攻坚成果。结合城乡融合发展和村庄总体规划，抓住乡村振兴战略发展机遇，实施农村供水保障工程，进一步推动农村供水规模化标准化发展。本次新建岩板田水库将充分利用高标准农田建设项目已建成的渠道设施，整合灌区水资源，合理优化灌区水资源配置，解决当前供水保证率低、渠道设施无水闲置的问题，提供水源保障。因此本工程灌区范围与高标准农田建设相辅相成，并且能够为以后灌区经济社会发展提供水资源保障，灌区范围合理可行。

4.2.3.3 设计水平年及灌溉设计保证率

本工程设计水平年为 2030 年。

根据《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018），湿润地区以水稻为主，灌溉设计保证率为 85~95%，结合枢纽工程的产水量及项目区基础水利设施状况，本次设计采用灌溉设计保证率 $P=85\%$ 。

4.2.4 灌区规模

4.2.4.1 灌区土地分类评价及水土资源条件

岩板田水库灌区主要涉及县城以及周边农村地区，现状年拟灌溉面积 9728 亩，其中水田 5510 亩，旱地 4218 亩，规划 2030 年拟灌溉面积 9728 亩，其中水田 5510 亩，旱地 4218 亩。灌区属典型的丘陵盆地山区，土质肥沃，土壤以黄壤为主，适宜农作物种植。

4.2.4.2 灌区水文气象

新晃县属中亚热带季风性湿润气候，四季分明，雨量充沛，四季气温多变，严寒期短，暑热期长。

新晃县地处亚热带，气候温和，雨量充沛，干湿明显，四季分明。年平均气温 $15.9\sim 17.3^{\circ}\text{C}$ ，最冷月平均气温 $1.6\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均气温 $25.7\sim 28.6^{\circ}\text{C}$ ；无霜期 246~356d，年日照时数为 1014.5~1590.2h；多年平均雨日 154~169d，多年平均降雨量 1171.3mm，年最大降雨量 1461.9mm，年最小降雨量 684mm；由于受太平洋副热带气团和极地冷气团活动的影响，降雨量在年内分布极不均匀，4、5、6 三个月的降雨量占全年降雨量的 43.9%，7、8、9 三个月的降雨量仅占全年的 27.1%；由于降雨时空分布不均，加上天气炎热高温（多年平均日最高气温在 35°C 以上的天数达 18d 以上），因而蒸发量大于降雨量，多年平均蒸

发量达 1157.2mm 以上，其中 7、8、9 三个月的蒸发量占全年蒸发量的 43%。多年平均风速 1.1m/s，最大风速 16.7m/s（1983 年 4 月 27 日），风向 WSW，汛期（4~9 月）最大风速多年平均值 13.0m/s。

4.2.4.3 灌溉方式

灌区内农业生产主要靠原有水利工程和近年来高标准农田项目建设的基础水利设施供水，灌溉方式利用配套的渠道进行灌溉。由于供水规模较小，灌溉季节严重缺水，耕地基本靠天降水。岩板田水库建成后，灌溉用水采用管道从水库引水接入现有渠道进行灌溉。

4.2.5 种植结构调整规划

4.2.5.1 农业产业结构现状

（1）农业生产现状

由于缺乏灌溉水源，灌区农业以旱作物为主。

（2）农业结构特征

随着农业经济体制改革不断深入，非农产业逐步占据一定的比重。在农业生产中，呈现农、林、牧、副、渔等多元化发展格局。但灌区所处地工业还不发达，农业仍占据主导地位，农业仍是“靠天吃饭”的格局。虽然近几年灌区内农业生产取得了一定的发展，但与周边区域比较还有明显的差距，主要表现在人均占有量低、现代化水平低、粮食单产低等问题，但农业发展潜力高、空间大。在种植业内部结构中粮食作物种植面积正在逐步缩小，经济作物和其他农作物种植比重在不断加大。

4.2.5.2 农业产业结构调整的依据、原则和方向

（1）调整依据

- 1) 《中国农业需水与节水高效农业建设》，中国工程院重大咨询项目第 4 卷；
- 2) 《特色农产品区域布局规划（2013-2020 年）》。

（2）调整原则

1) 种植结构调整以粮食总量稳步增长为前提，以增加农产品有效利用价值，提高农民收入为目标，以提高品质、降低成本、增加效益为主体，调整优化农业结构。调整农业劳动力结构，依托科技进步和制度创新，立足灌区资源和环境，发挥区域优势，大力发展优势产业和特色农业，培植农业发展的新增长点，推进农产品优质化、区域化、产业化，全方位优化农业产业结构，提高灌区农

业综合生产能力、区域竞争力和持续发展能力。

2) 以市场为导向原则。立足本地市场,面向全市,在适应农产品现实需要下,引导消费、创造需求、开拓市场,既满足社会对农产品的基本数量需求,又满足多层次、优质多样化的需求。只有保持农产品数量的稳定增长和质量的不断提高,才能满足人口不断增长的社会需求,适应不断变化的市场需求。

3) 确保粮食安全原则。粮食是农业的基础,基于灌区区位条件和社会经济基础,要把保护和提高粮食生产能力放在重要位置,确保粮食生产与人口增长相适应,建立符合灌区实际的粮食安全保障体系。

4) 大力发展优势特色农业原则。根据灌区自然社会条件,在充分尊重农民意愿和生产经营自主权的条件下,加强信息引导、示范指导和技术服务,发展当地优势特色农业及农产品,建立具有地方特色的农业主导产品和产业,使其成为优化结构、开拓市场、农民增收的突破口。

5) 大力发展经济作物原则。力求大力发展经济作物。发挥区域地理位置和交通优势,逐年增加经济作物的种植比例。

6) 节水高效原则。要从传统的粗放灌溉农业和旱地雨养农业转变为建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业,重视旱地农业的发展,实施水旱并举,全面发展,提高水利用效率。

7) 优质优种原则。农业结构调整要科技先行、良种开路、技术配套、服务到位,推行农业种植新技术,推广优质品种,实行良种种植,灌区内进行新品种种植技术培训。

(3) 调整思路

- 1) 发挥区域优势,加大经济作物种植比例,提高灌区经济效益;
- 2) 依托市场,增强市场意识,种植适合于市场需求农产品;
- 3) 增加农作物科学种植力度,发展优势绿色产业,降低成本,增加效益。

4.2.6 灌溉需水量预测

4.2.6.1 设计代表年

根据调查,工程区内无长系列气象观测站点,本次采用新晃县气象站数据,根据新晃县气象站 1960~2020 年共 61 年实测雨量资料,见下表。采用经验频率公式 $P=m/(n+1)$,对全年降雨量、4~10 月降雨量、5~8 月降雨量和全年径流深进行排频,综合分析,1966 年保证率更接近 85%,因此确定出年保证率 $P=85\%$

的设计代表年年份为 1966 年，其年降雨量为 939.2mm，4~10 月降雨量 771.2mm，5~8 月降雨量 447.9mm。

表4.2-3 新晃县气象站历年逐月降雨量表 (mm)

年份/月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
1960	19.8	47.3	51.8	175.4	301.4	60.7	267.1	52.7	40.7	88.3	65.3	7.5	1178.0
1961	16.0	41.4	77.3	186.3	127.5	80.3	171.3	75.0	36.4	164.8	104.0	42.4	1122.7
1962	35.2	22.9	62.7	146.7	193.8	228.0	69.1	203.4	36.4	199.7	37.9	51.0	1286.8
1963	2.1	79.7	42.2	123.2	119.4	41.7	130.1	28.5	73.5	126.2	231.6	34.8	1033.0
1964	34.7	43.2	78.2	343.8	100.1	182.1	119.4	65.4	25.9	89.1	18.9	54.1	1154.9
1965	28.8	33.5	109.0	159.5	296.3	113.1	82.5	146.3	36.4	196.1	66.7	45.1	1313.3
1966	15.7	45.7	30.3	159.7	166.2	115.1	146.2	20.4	8.6	155.0	29.2	47.1	939.2
1967	12.2	75.1	68.5	141.0	329.2	194.1	151.1	190.9	139.3	51.1	86.5	22.9	1461.9
1968	18.6	21.9	136.9	155.1	129.1	249.1	148.7	112.8	43.1	72.6	101.0	46.9	1235.8
1969	31.0	5.0	57.6	50.5	263.0	157.2	139.0	345.1	0.1	158.0	48.1	1.3	1255.9
1970	37.7	45.4	92.1	102.8	154.7	101.5	248.6	111.8	98.9	16.9	40.5	69.8	1021.8
1971	25.7	52.0	50.0	117.5	252.0	177.3	57.8	232.1	10.5	78.4	10.2	61.0	1124.5
1972	32.0	31.7	39.7	238.7	201.9	91.3	28.1	19.1	138.2	147.2	83.9	42.8	1094.6
1973	34.6	55.0	43.3	192.2	182.1	217.6	112.1	135.1	151.2	49.4	28.0	2.9	1203.5
1974	49.4	22.4	9.5	180.8	149.0	233.1	153.5	63.8	17.6	15.7	12.9	18.2	925.9
1975	31.9	19.6	47.9	162.1	272.7	67.7	73.4	128.2	63.1	39.6	134.5	11.8	1052.5
1976	58.6	28.2	38.3	186.3	157.1	185.6	206.5	73.0	40.7	114.3	79.5	38.8	1206.9
1977	25.6	39.4	70.0	215.4	248.6	188.0	165.3	136.4	42.9	137.0	56.0	17.0	1153.6
1978	44.3	1.7	38.4	113.8	252.5	116.6	24.8	120.2	135.5	116.2	108.7	18.7	1091.4
1979	24.2	49.1	63.0	53.1	143.0	430.6	235.2	59.2	122.6	23.1	8.0	17.6	1228.7
1980	30.6	44.7	117.3	156.8	257.2	94.7	155.3	127.4	22.9	124.1	20.7	29.4	1181.1
1981	45.6	15.6	47.0	138.1	203.1	100.6	52.9	40.9	70.5	151.0	106.7	0.8	972.8
1982	29.0	88.8	31.1	105.2	141.3	135.0	106.1	102.3	165.5	104.6	100.7	22.8	1132.4

湖南省新晃县岩板田水库工程初步设计报告

年份/月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
1983	88.4	83.6	41.7	152.3	178.3	156.2	45.4	37.7	60.0	91.9	67.3	40.8	1043.6
1984	30.6	15.4	68.7	140.9	241.2	123.6	118.1	142.3	47.4	78.2	25.6	76.2	1108.2
1985	15.1	42.3	76.0	83.3	276.3	79.7	69.3	83.7	18.2	85.8	69.3	26.2	925.2
1986	27.6	41.1	48.5	39.5	61.5	258.3	187.6	54.7	22.2	101.7	23.8	6.2	872.7
1987	30.7	19.3	30.6	49.4	337.6	271.0	137.4	99.7	94.2	171.7	105.1	8.4	1355.1
1988	46.0	39.3	43.2	51.3	84.1	189.4	30.0	306.9	166.1	63.8	4.1	11.2	1035. 4
1989	31.7	65.9	70.4	145.8	86.3	175.6	89.9	73.0	75.6	54.2	43.3	41.3	953. 0
1990	59.1	36.9	92.5	134.0	177.6	160.8	128.7	148.5	155.7	125.8	58.0	22.4	1300. 0
1991	107.4	48.1	147.3	65.2	114.1	239.3	259.0	112.6	73.8	67.6	83.7	33.7	1351.8
1992	11.2	43.7	196.5	157.0	175.4	317.4	145.0	54.3	44.4	18.0	11.1	51.6	1225. 6
1993	56.9	64.4	70.3	51.6	132.0	349.2	308.5	106.8	40.8	55.8	58.0	44.8	1339.1
1994	13.4	54.5	70.6	225.0	153.0	80.9	226.6	105.2	130.0	248.4	73.3	44.3	1425. 2
1995	45.4	72.6	42.0	138.1	265.6	362.6	98.8	102.5	65.4	27.5	48.9	8.0	1277. 4
1996	36.5	5.8	99.6	67.2	232.8	138.6	304.0	154.6	28.9	71.5	51.1	24.8	1215.4
1997	49.5	61.5	94.4	120.1	183.8	158.5	224.5	19.2	172.8	185.8	40.3	49.3	1359. 7
1998	52.0	38.6	62.6	76.0	132.4	393.5	129.5	95.5	25.4	128.2	33.8	23.0	1190. 5
1999	28.1	23.4	61.1	164.9	207.2	152.1	131.6	111.6	20.8	63.8	36.0	0.3	1000. 9
2000	32.7	27.1	139.3	130.7	86.6	196.1	142.9	244.4	94.0	114.4	46.0	18.7	1272. 9
2001	51.4	33.9	38.4	115.1	206.9	240.1	117.9	77.9	12.0	62.2	60.2	24.1	1040.1
2002	17.7	32.0	46.8	172.7	244.7	164.9	120.9	158.4	41.5	144.5	25.8	93.5	1263. 4.
2003	51.4	50.9	53.2	186.7	236.4	230.0	78.7	57.7	49.7	88.3	17.6	35.0	1135. 6
2004	40.6	76.0	144.5	76.4	131.9	112.8	298.3	100.3	51.1	26.3	93.9	44.6	1196. 7
2005	63.7	79.5	55.2	48.7	153.2	184.1	85.8	73.2	1.0	57.3	32.0	22.4	856.1
2006	27.1	102.1	51.5	137.7	160.9	227.5	209.0	93.9	78.6	76.5	106.1	14.4	1285. 3

湖南省新晃县岩板田水库工程初步设计报告

年份/月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
2007	50.0	36.9	40.4	98.5	67.7	146.6	313.5	81.1	77.6	15.0	0.8	26.0	954.1
2008	39.6	29.9	105.7	37.1	164.7	173.3	269.1	171.9	18.0	92.3	214.3	13.8	1329.7
2009	28.9	66.7	81.7	252.1	190.6	129.7	123.9	54.7	62.4	51.8	31.8	51.2	1125.5
2010	6.8	2.8	51.2	98.2	138.3	174.9	47.4	276.8	105.2	109.4	35.5	63.0	1109.5
2011	47.9	17.7	22.3	31.9	73.9	242.2	8.7	64.7	62.9	131.4	33.0	9.8	684.0
2012	44.1	30.0	92.2	71.0	231.9	225.5	207.0	43.4	166.7	63.8	95.7	38.8	1310.1
2013	15.8	22.5	160.3	194.4	188.0	119.7	1.1	87.3	222.7	50.7	95.1	36.0	1193.6
2014	7.9	43.3	61.0	126.6	198.7	192.6	326.4	137.1	57.7	56.6	87.2	7.5	1302.6
2015	28.4	33.1	53.3	96.6	252.7	330.2	135.2	163.3	132.5	90.9	56.8	87.6	1460.6
2016	71.2	24.5	112.8	246.1	162.8	140.7	191.2	122.6	62.5	112.4	79.3	59.4	1385.5
2017	30.2	68.3	64.0	74.4	126.2	295.2	52.8	173.0	131.2	41.0	18.3	13.1	1087.7
2018	39.2	10.9	89.1	112.3	221.1	77.4	70.9	172.0	89.2	64.5	89.7	44.5	1080.2
2019	66.4	43.1	82.8	165.4	237.3	248.6	148.2	81.1	33.5	108.1	55.0	10.8	1280.3
2020	80.2	103.1	78.1	51.1	232.3	207.1	221.4	50.4	324.1	70.9	27.6	15.6	1461.9

表4.2-4 新晃县气象站全年降雨排频

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
1	1967	1461.9	1.6%
2	2020	1461.9	3.2%
3	2015	1460.6	4.8%
4	1994	1425.2	6.5%
5	2016	1385.5	8.1%
6	1997	1359.7	9.7%
7	1987	1355.1	11.3%
8	1991	1351.8	12.9%
9	1993	1339.1	14.5%
10	2008	1329.7	16.1%
11	1965	1313.3	17.7%
12	2012	1310.1	19.4%
13	2014	1302.6	21.0%
14	1990	1300.0	22.6%
15	1962	1286.8	24.2%
16	2006	1285.3	25.8%
17	2019	1280.3	27.4%
18	1995	1277.4	29.0%
19	2000	1272.9	30.6%
20	2002	1263.4	32.3%
21	1969	1255.9	33.9%
22	1968	1235.8	35.5%
23	1979	1228.7	37.1%
24	1992	1225.6	38.7%
25	1996	1215.4	40.3%
26	1976	1206.9	41.9%
27	1973	1203.5	43.5%
28	2004	1196.7	45.2%
29	2013	1193.6	46.8%
30	1998	1190.5	48.4%
31	1980	1181.1	50.0%
32	1960	1178.0	51.6%
33	1964	1154.9	53.2%
34	1977	1153.6	54.8%
35	2003	1135.6	56.5%
36	1982	1132.4	58.1%
37	2009	1125.5	59.7%
38	1971	1124.5	61.3%
39	1961	1122.7	62.9%
40	2010	1109.5	64.5%
41	1984	1108.2	66.1%
42	1972	1094.6	67.7%
43	1978	1091.4	69.4%
44	2017	1087.7	71.0%

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
45	2018	1080.8	72.6%
46	1975	1052.5	74.2%
47	1983	1043.6	75.8%
48	2001	1040.1	77.4%
49	1988	1035.4	79.0%
50	1963	1033.0	80.6%
51	1970	1021.8	82.3%
52	1999	1000.9	83.9%
53	1981	972.8	85.5%
54	2007	954.1	87.1%
55	1989	953.0	88.7%
56	1966	939.2	90.3%
57	1974	925.9	91.9%
58	1985	925.2	93.5%
59	1986	872.7	95.2%
60	2005	856.1	96.8%
61	2011	746.4	98.4%

表4.2-5 新晃县气象站 4-10 月降雨排频

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
1	2015	1201.4	1.6%
2	1967	1196.7	3.2%
3	1994	1169.1	4.8%
4	1987	1161.0	6.5%
5	1969	1112.9	8.1%
6	2014	1095.7	9.7%
7	1962	1077.1	11.3%
8	1979	1066.8	12.9%
9	1997	1064.7	14.5%
10	2020	1061.8	16.1%
11	1995	1060.5	17.7%
12	2002	1047.6	19.4%
13	1993	1044.7	21.0%
14	2016	1043.4	22.6%
15	1973	1039.7	24.2%
16	1990	1031.1	25.8%
17	1965	1030.2	27.4%
18	2019	1022.2	29.0%
19	2012	1009.3	30.6%
20	2000	1009.1	32.3%
21	1996	997.6	33.9%
22	1960	986.3	35.5%
23	2006	984.1	37.1%
24	1998	980.5	38.7%
25	1976	963.5	40.3%
26	2010	950.2	41.9%

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
27	1977	945.6	43.5%
28	1980	938.4	45.2%
29	1991	931.6	46.8%
30	2003	927.5	48.4%
31	2008	926.4	50.0%
32	1964	925.8	51.6%
33	1971	925.6	53.2%
34	1992	911.5	54.8%
35	1968	910.5	56.5%
36	2017	893.8	58.1%
37	1984	891.7	59.7%
38	1988	891.6	61.3%
39	1978	879.6	62.9%
40	2009	865.2	64.5%
41	1972	864.5	66.1%
42	2013	863.9	67.7%
43	1982	860.0	69.4%
44	1999	852.0	71.0%
45	1961	841.6	72.6%
46	2001	832.1	74.2%
47	1974	813.5	75.8%
48	2018	807.4	77.4%
49	1975	806.8	79.0%
50	2007	800.0	80.6%
51	2004	797.1	82.3%
52	1966	771.2	83.9%
53	1981	757.1	85.5%
54	1970	736.3	87.1%
55	1986	725.5	88.7%
56	1983	721.8	90.3%
57	1989	700.4	91.9%
58	1985	696.3	93.5%
59	1963	642.6	95.2%
60	2011	615.7	96.8%
61	2005	603.3	98.4%

表4.2-6 新晃县气象站 5-8 月降雨排频

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
1	1969	904.3	1.6%
2	1993	896.5	3.2%
3	2015	881.4	4.8%
4	1979	868.0	6.5%
5	1967	865.3	8.1%
6	2014	854.8	9.7%
7	1987	845.7	11.3%
8	1996	830.0	12.9%

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
9	1995	829.5	14.5%
10	2008	779.0	16.1%
11	1998	750.9	17.7%
12	1991	725.0	19.4%
13	1971	719.2	21.0%
14	2019	715.2	22.6%
15	2020	711.2	24.2%
16	2012	707.8	25.8%
17	1962	694.3	27.4%
18	1992	692.1	29.0%
19	2006	691.3	30.6%
20	2002	688.9	32.3%
21	1960	681.9	33.9%
22	2000	670.0	35.5%
23	2017	647.2	37.1%
24	1973	646.9	38.7%
25	2004	643.3	40.3%
26	2001	642.8	41.9%
27	1968	639.7	43.5%
28	1965	638.2	45.2%
29	2010	637.4	46.8%
30	1980	634.6	48.4%
31	1984	625.2	50.0%
32	1976	622.2	51.6%
33	2016	617.3	53.2%
34	1970	616.6	54.8%
35	1990	615.6	56.5%
36	1988	610.4	58.1%
37	2007	608.9	59.7%
38	2003	602.8	61.3%
39	1999	602.5	62.9%
40	1974	599.4	64.5%
41	1997	586.0	66.1%
42	1994	565.7	67.7%
43	1986	562.1	69.4%
44	1977	550.3	71.0%
45	1975	542.0	72.6%
46	2018	541.4	74.2%
47	1978	514.1	75.8%
48	1985	509.0	77.4%
49	2009	498.9	79.0%
50	2005	496.3	80.6%
51	1982	484.7	82.3%
52	1964	467.0	83.9%
53	1961	454.1	85.5%
54	1966	447.9	87.1%

序号	年份	降雨量 (mm)	频率
55	1989	424.8	88.7%
56	1983	417.6	90.3%
57	1981	397.5	91.9%
58	2013	396.1	93.5%
59	2011	389.5	95.2%
60	1972	340.4	96.8%
61	1963	319.7	98.4%

4.2.6.2 种植结构

根据现场调查，灌区拟灌溉 9728 亩。由于受灌溉水源不足，灌溉保证率较低，灌区自然地理条件等因素影响，灌区目前以旱作物种植为主，包括玉米 680 亩、马铃薯 1359 亩、油菜 1869 亩、花生 680 亩和蔬菜 850 亩，粮食作物以种植单季稻（中稻）为主，种植面积为 4687 亩。灌区目前复种系数为 1.04，即中稻收割完成后种植油菜，其余耕地不复种。

规划 2030 年，岩板田水库建成后，灌区灌溉水源得到保障。根据种植结构调整的原则，对灌区现状种植结构进行调整优化。以粮食总量稳步增长为前提，保障粮食安全，因此提高灌区粮食作物中稻的种植面积，到规划 2030 年，灌区种植结构调整为中稻 5510 亩，占比 57%；玉米种植 780 亩，占比 8 %；蔬菜种植 950 亩，占比 10%；油菜种植 2150 亩，占比 22%；马铃薯种植 1480 亩，占比 15%；花生 820 亩，占比 8%。规划 2030 年复种系数为 1.20，相较于现状年中稻种植面积增加 9%，灌区复种系数增加 0.16。灌区现状及水平年种植结构和复种系数见下表 4.2-7。

表4.2-7 岩板田水库灌区种植结构表

年份	项目	农作物种类					
		水稻	花生	玉米	马铃薯	蔬菜	油菜
现状 2022 年	亩数 (亩)	4687	680	680	1359	850	1869
	种植比例	0.48	0.07	0.07	0.14	0.09	0.19
规划 2030 年	亩数 (亩)	5510	820	780	1480	950	2150
	种植比例	0.57	0.08	0.08	0.15	0.10	0.22

4.2.6.3 灌溉制度

(1) 泡田定额

根据湖南省用水定额，参照新晃地区其它灌区的实际泡田定额，岩板田水库灌溉采用泡田定额为中稻 55m³/亩，这样可以保证插秧后田面水层深度达到水稻生长的适宜水深。

(2) 水稻生育期灌溉制度

制定水稻灌溉制度时，采用浅灌，生育期前一天的淹层水深取 15mm，晒田和黄熟期不灌水，雨后稻田蓄水，水层深度不能超过最大蓄水深度 H_p ，这样不仅可以节水，还可充分利用降水。

水稻生育期内灌水次数、灌水时间和灌水定额，根据水稻丰产、浅灌节水灌溉方式，逐日按水量平衡演算制定，计算公式如下：

$$h_1 + P + m - E - C = h_2$$

式中： h_1 ——时段初田面水层深度（mm）；

h_2 ——时段末田面水层深度（mm）；

P ——时段内的降雨量（mm）；

m ——时段内的灌水量（mm）；

E ——时段内田间耗水量（mm）；

C ——时段内排水量（mm）。

计算方法：如果时段初（日）的农田水分处于适宜水层上限（ H_{max} ）经过一个时段的消耗，田面水层降至适宜水层下限（ H_{min} ），这时如果没有降雨，则需进行灌溉，灌至适宜水层上限（ H_{max} ）。如时段内降雨较大，时段消耗后的田面水层大于降雨后最大蓄水深度（ H_p ），则需排水，排至降雨后最大蓄水深度（ H_p ）。

水稻灌溉制度设计参数详见下表。

表4.2-8 水稻灌溉制度表

生育阶段 项目		泡田	移植~回 青	回青~分 蘖	晒田	拔节~孕 穗	抽穗	抽穗~乳 熟	黄熟~收 割
中稻	起讫日期	5.1~5.14	5.15~5.26	5.27~6.7	6.8~6.14	6.15~7.2	7.3~7.23	7.24~8.2	8.3~8.12
	天数(日)	14	12	12	7	18	21	10	10
	逐日耗水量(mm/ 日)		5.8	6		6.9	8.9	9.3	8.3
	设计水层	15	10-30-45	10-30-45	/	20-50-75	10-30-75	10-20-75	10-20-75

表4.2-9 中稻灌溉定额逐日计算见表

月	日	生育期	设计淹灌水层	逐日耗水量	逐日降雨	淹灌水层深度	淹灌水层变化	灌水量	排水量
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
5	14		10-30-45						
	15	移植 ~ 回 青	10-30-45	5.8	1.5	-5.8	30.0	34.3	0.0
	16				19.0	24.2	43.2		0.0
	17				14.2	37.4	45.0	0.0	6.6
	18				7.4	39.2	45.0	0.0	1.6
	19				0.1	39.2	39.3	0.0	0.0
	20				0.0	33.5	33.5	0.0	0.0
	21				0.0	27.7	27.7	0.0	0.0
	22				0.0	21.9	21.9	0.0	0.0
	23				0.0	16.1	16.1	0.0	0.0
	24				5.6	10.3	15.9	0.0	0.0
	25				5.3	10.1	15.4	0.0	0.0
	26				26.6	9.6	36.2	0.0	0.0
	27	青 ~ 分 蘖	10-30-45	6	13.5	30.2	43.7	0.0	0.0
	28				1.2	37.7	38.9	0.0	0.0

月	日	生育期	设计淹灌水层	逐日耗水量	逐日降雨	淹灌水层深度	淹灌水层变化	灌水量	排水量
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6	29	生育期			5.4	32.9	38.3	0.0	0.0
	30				21.6	32.3	45.0	0.0	8.9
	31				24.7	39.0	45.0	0.0	18.7
	1				18.1	39.0	45.0	0.0	12.1
	2				0.1	39.0	39.1	0.0	0.0
	3				1.0	33.1	34.1	0.0	0.0
	4				0.0	28.1	28.1	0.0	0.0
	5				0.0	22.1	22.1	0.0	0.0
	6				0.4	16.1	16.5	0.0	0.0
	7				3.3	10.5	13.8	0.0	0.0
	8	晒田			0.0				0.0
	9				0.0				0.0
	10				0.1				0.0
	11				27.7				0.0
	12				0.5				0.0
	13				0.0				0.0
	14				0.3		43.2	43.2	0.0
	15	拔节	20-50-75	6.9	13.7	36.3	50.0	0.0	0.0
	16				0.0	43.1	43.1	0.0	0.0
	17				0.1	36.2	36.3	0.0	0.0
	18				2.0	29.4	31.4	0.0	0.0
	19				2.0	24.5	26.5	0.0	0.0
	20				0.2	19.6	50.0	30.2	0.0
	21				0.0	43.1	43.1	0.0	0.0
	22				0.0	36.2	36.2	0.0	0.0
	23				0.0	29.3	29.3	0.0	0.0
	24				0.0	22.4	22.4	0.0	0.0

月	日	生育期	设计淹灌水层	逐日耗水量	逐日降雨	淹灌水层深度	淹灌水层变化	灌水量	排水量
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	25				10.1	15.5	25.6	0.0	0.0
	26				0.1	18.7	50.0	31.2	0.0
	27				0.0	43.1	43.1	0.0	0.0
	28				0.0	36.2	36.2	0.0	0.0
	29				35.1	29.3	64.4	0.0	0.0
	30				0.1	57.5	57.6	0.0	0.0
	1				0.0	50.7	50.7	0.0	0.0
7	2	拔节～ 抽穗	10-30-75	8.9	0.6	43.8	44.4	0.0	0.0
	3				1.4	35.5	36.9	0.0	0.0
	4				11.7	28.0	39.7	0.0	0.0
	5				0.8	30.8	31.6	0.0	0.0
	6				0.0	22.7	22.7	0.0	0.0
	7				44.8	13.8	58.6	0.0	0.0
	8				29.5	49.7	75.0	0.0	4.2
	9				6.9	66.1	73.0	0.0	0.0
	10				0.8	64.1	64.9	0.0	0.0
	11				31.2	56.0	75.0	0.0	12.2
	12				3.1	66.1	69.2	0.0	0.0
	13				8.8	60.3	69.1	0.0	0.0
	14				0.0	60.2	60.2	0.0	0.0
	15				0.0	51.3	51.3	0.0	0.0
	16				0.0	42.4	42.4	0.0	0.0
	17				0.0	33.5	33.5	0.0	0.0
	18				0.0	24.6	24.6	0.0	0.0
	19				0.0	15.7	15.7	0.0	0.0
	20				0.0	6.8	30.0	23.2	0.0
	21				0.0	21.1	21.1	0.0	0.0

月	日	生育期	设计淹灌水层	逐日耗水量	逐日降雨	淹灌水层深度	淹灌水层变化	灌水量	排水量
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	22				0.0	12.2	12.2	0.0	0.0
	23				0.0	3.3	30.0	26.7	0.0
	24				0.0	20.7	20.7	0.0	0.0
	25	抽穗～ 乳熟	10-20-75	9.3	0.0	11.4	11.4	0.0	0.0
	26				0.0	2.1	20.0	17.9	0.0
	27				1.7	10.7	12.4	0.0	0.0
	28				0.1	3.1	20.0	16.8	0.0
	29				0.0	10.7	10.7	0.0	0.0
	30				0.0	1.4	20.0	18.6	0.0
	31				4.8	10.7	15.5	0.0	0.0
8	1				0.1	6.2	20.0	13.7	0.0
	2				0.0	10.7	10.7	0.0	0.0
	3	乳熟～ 腊熟	10-20-75	8.3	0.0	2.4	20.0	17.6	0.0
	4				0.0	11.7	11.7	0.0	0.0
	5				0.0	3.4	20.0	16.6	0.0
	6				0.0	11.7	11.7	0.0	0.0
	7				0.0	3.4	20.0	16.6	0.0
	8				0.0	11.7	11.7	0.0	0.0
	9				0.1	3.4	20.0	16.5	0.0
	10				0.0	11.7	11.7	0.0	0.0
	11				0.0	3.4	20.0	16.6	0.0
	12				0.0	11.7	11.7	0.0	0.0
	13	腊熟～ 收割			0.0				
	14				0.0				
	15				0.0				
	16				0.0				
	17				5.5				

月	日	生育期	设计淹灌水层	逐日耗水量	逐日降雨	淹灌水层深度	淹灌水层变化	灌水量	排水量
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	18				0.0				
	19				0.1				
	20				0.1				
				合计	0.0			339.7	64.3

表4.2-10 净灌溉定额计算成果表 (P=85%)

		中稻	花生	玉米	马铃薯	蔬菜	油菜
月份	旬						
1	上		9		14.5	10.2	4.55
	中		9.6		3.65	10.8	4.34
	下		8		20.1	9.4	4.41
2	上		1.6		9	9.8	4.84
	中		8.1		10.4	9.8	4.06
	下		2.2		6.2	8.8	6.71
3	上		3.6		1.7	10.6	8.28
	中		1.8			9.7	4.05
	下		2.6			8.9	6.07
4	上		2.2			5.4	1.18
	中		3.1			5.3	1.16
	下		4.7	1.9		4.7	
5	上	55	2.3	1.4		3.8	
	中	22.88	3.4	2		2.3	
	下		6.4	2.8		1.5	
6	上		3.2	2.7		2.5	
	中	48.96	1.3	2.9		0.3	
	下	20.81	3.8	2.2		3.2	
7	上		1.4	2.1		3.5	
	中	15.47	1.8	2.4		2.8	
	下	53.36	0.4	1.4		2.5	
8	上	54.03	2.8	6.6		3.3	
	中	11.07		4.7		1.3	
	下			12.2		2.2	
9	上			8.5		3.5	
	中			13.3		5.3	
	下			14.2		8.6	
10	上					7.1	10.54
	中					8.4	15.98
	下					3.7	1.6
11	上				3.9	10.8	2.82
	中				1.5	9.6	0.99
	下				2.5	10.5	0.89
12	上				0.3	10.2	0.49
	中				3.65	9.7	3.04
	下				1.6	11.7	0.27
合计		281.58	83.3	81.3	79	231.7	86.27

4.2.7 灌溉需水量计算

4.2.7.1 灌溉需水量

根据表 4.2-10 灌溉定额表和 4.2-7 岩板田水库灌区种植结构表, 本工程设计

水平年渠系水利用系数取 0.63，田间水利用系数取 0.95，灌溉水利用系数为 0.6，灌溉需水量计算成果表见下表。

表4.2-11 规划水平年灌溉需水量计算成果表（P=85%）

月份	旬	中稻	花生	玉米	马铃薯	蔬菜	油菜	合计
1	上	0.00	1.23	0.00	3.58	1.62	1.63	8.05
	中	0.00	1.31	0.00	0.90	1.71	1.56	5.48
	下	0.00	1.09	0.00	4.96	1.49	1.58	9.12
2	上	0.00	0.22	0.00	2.22	1.55	1.73	5.72
	中	0.00	1.11	0.00	2.57	1.55	1.45	6.68
	下	0.00	0.30	0.00	1.53	1.39	2.40	5.63
3	上	0.00	0.49	0.00	0.42	1.68	2.97	5.56
	中	0.00	0.25	0.00	0.00	1.54	1.45	3.23
	下	0.00	0.36	0.00	0.00	1.41	2.18	3.94
4	上	0.00	0.30	0.00	0.00	0.86	0.42	1.58
	中	0.00	0.42	0.00	0.00	0.84	0.42	1.68
	下	0.00	0.64	0.25	0.00	0.74	0.00	1.63
5	上	50.51	0.31	0.18	0.00	0.60	0.00	51.61
	中	21.01	0.46	0.26	0.00	0.36	0.00	22.10
	下	0.00	0.87	0.36	0.00	0.24	0.00	1.48
6	上	0.00	0.44	0.35	0.00	0.40	0.00	1.18
	中	44.96	0.18	0.38	0.00	0.05	0.00	45.56
	下	19.11	0.52	0.29	0.00	0.51	0.00	20.42
7	上	0.00	0.19	0.27	0.00	0.55	0.00	1.02
	中	14.21	0.25	0.31	0.00	0.44	0.00	15.21
	下	49.00	0.05	0.18	0.00	0.40	0.00	49.63
8	上	49.62	0.38	0.86	0.00	0.52	0.00	51.38
	中	10.17	0.00	0.61	0.00	0.21	0.00	10.98
	下	0.00	0.00	1.59	0.00	0.35	0.00	1.93
9	上	0.00	0.00	1.11	0.00	0.55	0.00	1.66
	中	0.00	0.00	1.73	0.00	0.84	0.00	2.57
	下	0.00	0.00	1.85	0.00	1.36	0.00	3.21
10	上	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	3.78	4.90
	中	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	5.73	7.06
	下	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.57	1.16
11	上	0.00	0.00	0.00	0.96	1.71	1.01	3.68
	中	0.00	0.00	0.00	0.37	1.52	0.35	2.24
	下	0.00	0.00	0.00	0.62	1.66	0.32	2.60
12	上	0.00	0.00	0.00	0.07	1.62	0.18	1.86
	中	0.00	0.00	0.00	0.90	1.54	1.09	3.53
	下	0.00	0.00	0.00	0.39	1.85	0.10	2.34
合计		258.58	11.38	10.57	19.49	36.69	30.91	367.62

4.3 灌区来水量

4.3.1 可供水量分析

根据国土部门第三次调查数据进行分析，结合耕地分布以及实地调查，岩板田水库涉及灌溉区域总面积为 9728 亩，灌区内水资源丰富，天然来水量较多，但是由于水利设施建设相对落后，仅有 5 座小（2）型水库，合计总库容 129.7 万 m³。

表4.3-1 灌区现有水利设施基本情况表

水库名称		集雨面积 (km ²)	死库容 (万 m ³)	正常库容 (万 m ³)	设计灌溉面积 (万亩)
导塘水库	小（2）型	0.72	1.76	50.26	0.14
岗丘水库	小（2）型	0.3	1.65	8.45	0.03
龙井水库	小（2）型	0.34	1.6	17	0.05
新桥水库	小（2）型	2.5	2.2	23	0.05
郑家湾水库	小（2）型	0.4	0.6	8.2	0.02
山塘（28 口）				10.2	
河坝（16 处）		9.8			400

本次设计收集到了新晃县气象站 1960～2020 年共 61 年的实测雨量资料。由于岩板田水库含有农村供水供水功能，保证率需达到 95%。本次采用各年份全年径流计算成果进行排频计算，通过频率分析，得出 95%保证率下，设计代表年为 1985 年，排频成果见下表 4.3-2，由径流系列计算得到设计代表年（1985 年）坝址各旬径流深见表 4.3-3。

表4.3-2 岩板田水库坝址全年径流量排频计算成果表

年	径流	排序	频率（%）	年	径流	排序	频率（%）
2020	618.95	1	1.6	1976	410.13	32	51.6
1967	610.86	2	3.2	1980	409.5	33	53.2
1994	573.42	3	4.8	2009	407.35	34	54.8
1987	566.6	4	6.5	1970	403.86	35	56.5
2015	549.9	5	8.1	1971	401.11	36	58.1
1993	542.15	6	9.7	1964	400.68	37	59.7
1977	541.67	7	11.3	1961	400.66	38	61.3
1997	538.01	8	12.9	1984	399.62	39	62.9
1979	532.79	9	14.5	2004	392.2	40	64.5
1962	520.52	10	16.1	1982	386.77	41	66.1

年	径流	排序	频率 (%)	年	径流	排序	频率 (%)
1965	517.82	11	17.7	1972	385.18	42	67.7
1969	510.42	12	19.4	2001	382.47	43	69.4
2008	497.82	13	21.0	2010	380.76	44	71.0
2014	491	14	22.6	1963	370.36	45	72.6
2016	482.76	15	24.2	1988	369.19	46	74.2
1991	472.37	16	25.8	2017	367.57	47	75.8
2012	470.62	17	27.4	1978	367.56	48	77.4
1992	469.84	18	29.0	1999	357.49	49	79.0
2019	455.67	19	30.6	1983	352.84	50	80.6
2006	448.36	20	32.3	1974	352.7	51	82.3
2002	446.68	21	33.9	1975	348.72	52	83.9
2000	446.1	22	35.5	1981	341.16	53	85.5
1996	443.03	23	37.1	2018	339.72	54	87.1
1995	436.98	24	38.7	1966	334.44	55	88.7
1960	436.13	25	40.3	2007	315.73	56	90.3
1990	434.33	26	41.9	1986	315.67	57	91.9
2003	428.87	27	43.5	1989	311.8	58	93.5
1973	427.58	28	45.2	1985	310.04	59	95.2
2013	426.47	29	46.8	2005	283.74	60	96.8
1998	423.92	30	48.4	2011	204.61	61	98.4
1968	420.68	31	50.0				

表4.3-3 岩板田水库坝址设计代表年（1985 年）旬径流量成表

月份	旬	径流深 (mm)
1	上	0.51
	中	0.00
	下	1.76
2	上	5.04
	中	3.05
	下	4.59
3	上	15.92
	中	3.64
	下	9.31
4	上	7.60
	中	15.04
	下	10.67
5	上	43.96
	中	51.69
	下	95.01
6	上	29.01

月份	旬	径流深 (mm)
	中	1.52
	下	0.55
7	上	15.84
	中	3.23
	下	5.87
8	上	20.71
	中	4.23
	下	7.68
9	上	0.66
	中	1.99
	下	0.07
10	上	0.00
	中	3.57
	下	31.62
11	上	10.51
	中	2.24
	下	12.21
12	上	0.15
	中	0.00
	下	6.40
合计		425.88

1)、设计代表年水库产水情况

表4.3-4 小（2）型水库设计代表年产水量计算成果表（万 m³）

月份	旬	径流深 (mm)	小（2）型水库
1	上	0.51	0.217
	中	0.00	0.000
	下	1.76	0.749
2	上	5.04	2.148
	中	3.05	1.299
	下	4.59	1.954
3	上	15.92	6.782
	中	3.64	1.551
	下	9.31	3.967
4	上	7.60	3.236
	中	15.04	6.408
	下	10.67	4.547
5	上	43.96	18.725
	中	51.69	22.020
	下	95.01	40.476
6	上	29.01	12.359
	中	1.52	0.650
	下	0.55	0.234

月份	旬	径流深 (mm)	小 (2) 型水库
7	上	15.84	6.747
	中	3.23	1.375
	下	5.87	2.499
8	上	20.71	8.824
	中	4.23	1.802
	下	7.68	3.271
9	上	0.66	0.281
	中	1.99	0.848
	下	0.07	0.029
10	上	0.00	0.000
	中	3.57	1.521
	下	31.62	13.470
11	上	10.51	4.477
	中	2.24	0.954
	下	12.21	5.202
12	上	0.15	0.064
	中	0.00	0.000
	下	6.40	2.727
合计		425.88	181.425

2)、设计代表年山塘产水情况

灌区内山塘 28 口，总有效库容 10.2 万 m^3 。单个山塘容积较小，对当地的径流量调节作用不大，采用复蓄指数计算来水，并以月降雨资料为依据来计算山塘供水量。本灌区基础水利设施山塘复蓄系数为 0.9。山塘各月供水量见下表。

表4.3-5 山塘设计代表年产量水量计算成果表 (万 m^3)

月份	旬	径流深 (mm)	山塘
1	上	0.51	0.011
	中	0.00	0.000
	下	1.76	0.038
2	上	5.04	0.109
	中	3.05	0.066
	下	4.59	0.099
3	上	15.92	0.344
	中	3.64	0.079
	下	9.31	0.201
4	上	7.60	0.164
	中	15.04	0.325
	下	10.67	0.231
5	上	43.96	0.950
	中	51.69	1.117
	下	95.01	2.053
6	上	29.01	0.627
	中	1.52	0.033

月份	旬	径流深 (mm)	山塘
	下	0.55	0.012
7	上	15.84	0.342
	中	3.23	0.070
	下	5.87	0.127
8	上	20.71	0.447
	中	4.23	0.091
	下	7.68	0.166
9	上	0.66	0.014
	中	1.99	0.043
	下	0.07	0.001
10	上	0.00	0.000
	中	3.57	0.077
	下	31.62	0.683
11	上	10.51	0.227
	中	2.24	0.048
	下	12.21	0.264
12	上	0.15	0.003
	中	0.00	0.000
	下	6.40	0.138
合计		425.88	9.2

3)、设计代表年河坝产水情况

灌区内河坝 16 处，主要涉及龙溪河流域，总控制集雨面积 17.1km²，扣除重复的水库控制面积后为 9.75km²，根据现场复核，河坝灌溉面积 400 亩。

表4.3-6 河坝设计代表年产水量计算成果表（万 m³）

月份	旬	径流深 (mm)	河坝
1	上	0.51	0.496
	中	0.00	0.000
	下	1.76	1.714
2	上	5.04	4.915
	中	3.05	2.973
	下	4.59	4.473
3	上	15.92	15.522
	中	3.64	3.549
	下	9.31	9.080
4	上	7.60	7.406
	中	15.04	14.665
	下	10.67	10.406
5	上	43.96	42.857
	中	51.69	50.397
	下	95.01	92.638
6	上	29.01	28.286
	中	1.52	1.487

月份	旬	径流深（mm）	河坝
	下	0.55	0.536
7	上	15.84	15.442
	中	3.23	3.147
	下	5.87	5.719
8	上	20.71	20.196
	中	4.23	4.125
	下	7.68	7.487
9	上	0.66	0.643
	中	1.99	1.942
	下	0.07	0.067
10	上	0.00	0.000
	中	3.57	3.482
	下	31.62	30.830
11	上	10.51	10.246
	中	2.24	2.183
	下	12.21	11.906
12	上	0.15	0.147
	中	0.00	0.000
	下	6.40	6.241
合计		425.88	415.23

4.3.2 灌区水量平衡分析

根据表 4.3-7 灌区水量平衡分析表，岩板田涉及灌区 经过河坝、山塘以及小（2）型水库水量平衡后，仍需要岩板田供水 182.196 万 m³。

表4.3-7 灌区水量平衡分析表（单位：万 m³）

月份	旬	总需水量			第一次平衡		第二次平衡			第三次平衡					
		河坝控制灌溉面积	其他	合计	河坝可供水量	一次平衡后总缺水量	山塘可供水量	余水	二次平衡后缺水量	来水—损失水量	来水—（需水+损失）		月末库容	三次平衡后缺水量	弃水
		需水量									余水	缺水			
													7.81		
11	上	0.151	3.531	3.683	10.246	3.531	0.227		3.304	4.335	1.030		8.840		0.000
	中	0.092	2.152	2.245	2.183	2.152	0.048		2.104	0.829		1.275	7.81	0.24	0.000
	下	0.107	2.491	2.598	11.906	2.491	0.264		2.227	5.024	2.797		10.607	0.00	0.000
12	上	0.077	1.788	1.865	0.147	1.788	0.003		1.785	-0.085		1.870	8.737		0.000
	中	0.145	3.381	3.526	0.000	3.381	0.000		3.381	-0.117		3.498	7.81	2.57	0.000
	下	0.096	2.248	2.344	6.241	2.248	0.138		2.109	2.597	0.487		8.297	0.00	0.000
1	上	0.331	7.721	8.052	0.496	7.721	0.011		7.710	0.099		7.611	7.81	7.12	0.000
	中	0.225	5.252	5.478	0.000	5.252	0.000		5.252	-0.117		5.369	7.81	5.37	0.000
	下	0.375	8.745	9.120	1.714	8.745	0.038		8.707	0.632		8.075	7.81	8.08	0.000
2	上	0.235	5.489	5.725	4.915	5.489	0.109		5.380	2.030		3.350	7.81	3.35	0.000
	中	0.275	6.404	6.679	2.973	6.404	0.066		6.338	1.182		5.156	7.81	5.16	0.000
	下	0.231	5.396	5.628	4.473	5.396	0.099		5.297	1.837		3.460	7.81	3.46	0.000

湖南省新晃县岩板田水库工程初步设计报告

月份	旬	总需水量			第一次平衡		第二次平衡			第三次平衡					
		河坝控制灌溉面积	其他	合计	河坝可供水量	一次平衡后总缺水量	山塘可供水量	余水	二次平衡后缺水量	来水—损失水量	来水—（需水+损失）		月末库容	三次平衡后缺水量	弃水
		需水量									余水	缺水			
3	上	0.228	5.328	5.557	15.522	5.328	0.344		4.984	6.626	1.642		9.452	0.000	0.000
	中	0.133	3.100	3.233	3.549	3.100	0.079		3.022	1.416		1.605	7.846		0.000
	下	0.162	3.778	3.940	9.080	3.778	0.201		3.576	3.821	0.245		8.091	0.000	0.000
4	上	0.065	1.514	1.579	7.406	1.514	0.164		1.349	3.056	1.707		9.798	0.000	0.000
	中	0.069	1.609	1.679	14.665	1.609	0.325		1.285	6.140	4.856		14.653		0.000
	下	0.067	1.566	1.634	10.406	1.566	0.231		1.336	4.225	2.889		17.543		0.000
5	上	2.122	49.484	51.606	42.857	49.484	0.950		48.535	18.608		29.927	7.81	20.19	0.000
	中	0.909	21.192	22.100	50.397	21.192	1.117		20.075	21.832	1.757		9.567	0.000	0.000
	下	0.061	1.415	1.476	92.638	1.415	2.053	0.637		39.693	39.693		49.259		0.000
6	上	0.049	1.135	1.184	28.286	1.135	0.627		0.509	11.405	10.896		60.155		0.000
	中	1.874	43.690	45.564	1.487	43.690	0.033		43.657	0.361		43.297	16.859		0.000
	下	0.840	19.583	20.423	0.536	19.583	0.012		19.571	0.117		19.454	7.81	10.41	0.000
7	上	0.042	0.977	1.019	15.442	0.977	0.342		0.634	6.532	5.897		13.707	0.000	0.000
	中	0.625	14.583	15.208	3.147	14.583	0.070		14.513	1.258		13.255	7.81	7.36	0.000

湖南省新晃县岩板田水库工程初步设计报告

月份	旬	总需水量			第一次平衡		第二次平衡			第三次平衡					
		河坝控制灌溉面积	其他	合计	河坝可供水量	一次平衡后总缺水量	山塘可供水量	余水	二次平衡后缺水量	来水—损失水量	来水—（需水+损失）		月末库容	三次平衡后缺水量	弃水
		需水量									余水	缺水			
	下	2.041	47.59 4	49.63 5	5.719	47.59 4	0.12 7		47.46 7	2.382		45.086	7.81	45.0 9	0.00 0
8	上	2.113	49.26 8	51.38 1	20.19 6	49.26 8	0.44 7		48.82 1	8.707		40.113	7.81	40.1 1	0.00 0
	中	0.452	10.53 1	10.98 3	4.125	10.53 1	0.09 1		10.44 0	1.685		8.755	7.81	8.75	0.00 0
	下	0.080	1.855	1.934	7.487	1.855	0.16 6		1.689	3.125	1.436		9.246	0.00	0.00 0
9	上	0.068	1.591	1.659	0.643	1.591	0.01 4		1.577	0.156		1.420	7.826	0.00	0.00 0
	中	0.106	2.463	2.568	1.942	2.463	0.04 3		2.420	0.731		1.688	7.81	1.67	0.00 0
	下	0.132	3.076	3.208	0.067	3.076	0.00 1		3.074	-0.088		3.162	7.81	3.16	0.00 0
10	上	0.202	4.699	4.901	0.000	4.699	0.00 0		4.699	-0.117		4.817	7.81	4.82	0.00 0
	中	0.290	6.766	7.056	3.482	6.766	0.07 7		6.689	1.404		5.285	7.81	5.28	0.00 0
	下	0.048	1.112	1.159	30.83 0	1.112	0.68 3		0.428	13.14 9	12.720		20.530	0.00	0.00 0
														182. 2	

4.4 应急备用需水量

4.4.1 供水范围及对象目标

根据工程区水资源开发利用现状及存在的问题，确定岩板田水库作为县城以及周边农村供水预备水源，根据《新晃侗族自治县国土空间总体规划（2021-2035年）》，2021年新晃县核心主城区城镇常住人口为9万人，2035年核心主城区规划常住人口为11.53万人，即远期2030年供水人口为10.69万人。

4.4.2 设计标准

4.4.2.1 设计水平年及设计保证率

本工程现状水平年为2024年。

根据《新晃侗族自治县国土空间总体规划（2021-2035年）》，本工程远期2030年受益人口10.69万人，人饮供水保证率取 $P=95\%$ 。

4.4.2.2 水质

根据工程水源的水质检测报告结论，水源地水质评价指标均符合地表水Ⅱ类标准及补充项目标准，可作为县城生活饮用水水源。故工程供水水源水质符合国家《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）。

4.4.2.3 用水定额

根据《城市给水工程规划规范》（GB 50282-2016），当发生突发性水污染事故时，需保证居民基本生活用水，包括：饮用、厨用、冲厕、淋浴，这部分用水按照拘谨型压缩后约为 $40\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。因此，在保障基本生活的拘谨型用水条件下，居民生活用水量可压缩平均日用水量的 $30\%\sim 40\%$ ，但不宜低于 $40\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。由于新晃县水资源比较紧缺，应急备用水源主要保障基本生活用水，因此本次计算用水定额取 $40\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 。

4.4.3 设计供水规模

4.4.3.1 城市用水量

根据《城市给水工程规划规范》（GB 50282-2016），当缺乏资料时，最高日用水量指标可按照城市综合用水量指标、综合生活用水量指标和不同类别用地用水量指标选用。

本次计算按照城市综合用水指标法计算。

设计用水居民人数

$$P=P_0(1+\gamma)^n+P_1$$

P = 现有人口数 $(1 + \text{人口自然增长率}) \times \text{设计年限} + \text{机械增长总数} = \text{设计人口数}$

$$W=P \cdot q$$

W = 工程区设计人口数 $\times$ 城市综合用水量指标 = 工程区综合活用水量 [万 $\text{m}^3/(\text{万人} \cdot \text{d})$]。

2030 年岩板田水库供水区水厂覆盖人口预计 10.69 万人，当发生突发性水污染事故时，用水定额取 $40\text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。经计算居民生活用水量为 $0.4276 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ ，备用水源供水天数按 30 天确定，该时段用水量为 12.83 万 m^3 。

城镇配水管网漏损水量根据《室外给水设计规范》(GB-50013-2018) 的规定是按照需水量的 10~12% 计算。按照建设部的有关要求和《城市给水工程规划规范》(GB50282-2016) 的标准为不超过 10% 计算，本次初步设计报告取需水量的 10% 计算。

综上所述，确定最终供水规模为 $W_{\text{应急}} = 12.83 \times 1.1 = 14.12 \text{ 万 m}^3$ 。

4.4.1 基本口粮田应急灌溉需水预测

根据湖南省防汛抗旱指挥部办公室文件《关于开展抗旱应急水源工程（引调提水项目）建设工作的通知》（湘防办【2014】47 号文件）及《全国抗旱规划“十三五”实施方案（2017-2020）》，农业灌溉以保障作物播种期和生长关键期最基本用水标准，一般控制在 $20 \sim 40 \text{ m}^3/\text{亩}$ ，根据当地实际情况，本工程灌溉定额取 $30 \text{ m}^3/\text{亩}$ ，考虑到灌溉水利用系数（渠系配套后）0.6。

岩板田水库常规灌溉区耕地面积 9728 亩，其中水稻种植 5510 亩。本次设计确定水库灌区应急保障灌溉面积为 5510 亩，则本工程基本口粮田灌溉应急水量 $= 30 \times 5510 / 0.6 / 10000 = 27.55 \text{ 万 m}^3$ 。

应急备用需水量为居民生活应急用水量与基本口粮田应急灌溉需水量之和。
应急备用需水总量 $= 14.12 + 27.55 = 41.67 \text{ 万 m}^3$ 。

4.5 农村供水量

4.5.1 供水范围及对象目标

根据上述受水区水资源开发利用现状及存在的问题，确定岩板田水库供水范围为晃州镇，供水对象为供水范围内水厂尚未覆盖的 0.42 万人。

4.5.2 设计标准

4.5.2.1 设计水平年及设计保证率

本工程设计水平年为 2030 年，与新晃县安全饮水保障规划一致。

本工程供水受益人口 0.42 万人，人饮供水保证率取 $P=95\%$ 。

4.5.2.2 水质

根据工程水源的水质检测报告结论，水源地水质评价指标均符合地表水 II 类标准及补充项目标准；水源 II 类标准地达标率为 100%，可作为乡镇生活饮用水水源。故工程供水水源水质符合国家《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。

4.5.2.3 用水定额

根据《湖南省用水定额》（DB43/T388-2020）表 30 的规定，本工程为集中式供水，因此本次设计用水定额取 140L/d 人。

4.5.3 设计供水规模

设计供水规模，包括居民生活用水量、公共建筑物用水量、饲养畜禽用水量、企业用水量、浇洒道路和绿地用水量、消防用水量、管网漏失水量和未预见用水量等，应根据当地用水需求，按最高日用水量进行计算。

4.5.3.1 人饮总用水量

设计人饮供水的范围为罗塔坪乡，供水为水厂未覆盖人口供水及已覆盖人口的补水。设计水平年水厂未覆盖人口供水量计算如下：

（1）居民生活用水量

设计用水居民人数 $P=P_0(1+\gamma)n+P_1$

P = 现有人口数 $(1 + \text{人口自然增长率}) \times \text{设计年限} + \text{机械增长总数} = \text{设计人口数}$

$W = P \cdot q$

W = 村设计人口数 $\times$ 该村生活用水定额 = 村居民生活用水量 (m^3/d)

考虑工程区现状并结合《湖南省用水定额》，本工程用水定额取 140 L/d · 人；

2030 年岩板田水库供水区水厂未覆盖人口预计 4644 人，经计算居民生活用水量为 $650.16\text{m}^3/\text{d}$ ，年用水量 23.73 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

（2）公共建筑用水量

根据《村镇供水工程设计规范》(SL687-2014)，乡镇政府所在地、集镇，缺乏资料时，公共建筑物用水量可按居民生活用水量的 10%~25%估算，其中，集镇和乡政府所在地可为 10%~15%、建制镇可为 15%~25%。

公共建筑用水量取居民生活用水量的 15%，则公共建筑用水量为 $108.02\text{m}^3/\text{d}$ (3.94 万 $\text{m}^3/\text{年}$)。

(3) 村镇企业和专业户饲养畜禽用水量

本次设计不考虑其企业用水量，则企业用水量为零。

供水区域没有大型专业饲养户，小型饲养场均通过自行提水或打井水解决，可不考虑此项，则专业饲养场用水量为零。

(4) 浇洒道路和绿地用水量

根据《村镇供水工程技术规范》(SL310-2019)，经济条件好且规模较大的镇确实需要时，可计此项；其余镇(乡)、村可不计此项。供水区域不需计浇洒道路和绿地用水。

(5) 管网漏失水量和未预见水量之和

根据《村镇供水工程技术规范》(SL310-2019)，管网漏失水量和未预见水量(含集镇供水及灌区农村人、畜饮水的未预见水量)之和，宜按(1)~(4)用水量之和的 10%~25%取值，应综合考虑管网长度和用水区的发展潜力确定，村级供水工程取低值、乡镇供水工程和规模化供水工程取较高值。本项目取 13%。(1)~(4)日用水量为 $758.18\text{m}^3/\text{d}$ (27.67 万 $\text{m}^3/\text{年}$)，管网漏失水量和未预见水量之和 $98.56\text{m}^3/\text{d}$ (3.60 万 $\text{m}^3/\text{年}$)。

(6) 消防用水量

当有下述情况，可不考虑单列消防用水：允许短时间间断供水的用水区，主管网的供水能力大于消防用水量；因此，消防用水量不单列。

(7) 水厂自用水量

水厂自用水量，应根据原水水质、净水工艺和净水构筑物、设备类型确定，可按最高日用水量 5%~10%计算；只进行消毒处理的水厂，可不计此项。本项目取 5%，即 $42.84\text{m}^3/\text{d}$ (1.56 万 $\text{m}^3/\text{年}$)。

(8) 总用水量

供水规模(即最高日供水量) = 居民生活用水量 + 公共建筑用水量 + 饲养

畜禽用水量+企业用水量+消防用水量+管网漏失水量及其它未预见用水量+水厂自用水量=899.58m³/d。本工程日变化系数取 1.3，则岩板田水库总用水量为 1169.45m³/d（42.68 万 m³/年）。

4.6 供需水分析

4.6.1 项目供区供需水分析

经灌溉需水量预测，P=85%灌区灌溉年毛需水量为 159.51 万 m³。灌区现在有灌溉工程均为小型水利工程，部分耕地完全靠天降水灌溉，灌溉区现有水利工程蓄水量小，灌溉用水保证率低，而岩板田水库建成后，在灌区内实现自流灌溉，灌溉保证率达到 85%，有利于农业增产创收。

从设计水平年人饮需水量统计表（4.4 节）计算得出，岩板田水库供区设计水平年 2030 年应急备用需水量为 41.67 万 m³。

综上分析，根据灌溉需水量、应急备用需水量和农村供水需水量计算成果可知，到规划 2030 年，受水区居民年年灌溉毛需水 182.2 万 m³。应急备用需水量为 41.67 万 m³，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1 万 m³。

4.6.2 项目供区水资源分配方案

本项目供区以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用。

4.6.3 非项目供区缺水问题解决建议

建议建立取水工程、水厂和管网建设标准体系，加快城镇水厂无法覆盖地区建设小型供水工程。新建和改造小型供水设施，优化水处理工艺，规范净化消毒设施运行，提升供水质量。

4.7 水库兴利调节计算

4.7.1 基本资料

1) 径流

本次设计收集到了新晃县气象站 1960~2020 年共 61 年的实测雨量资料。由于本工程是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合效益，本次采用各年份全年径流计算成果进行排频计算，通过频率分析，得出 95%保证率下，设计代表年为 1985 年，排频成果见下表 4.7-1，由径流系列计算得到设计代表年（1985 年）坝址各旬平均流量见表 4.7-2，计算成果

见表 4.7-3。

表4.7-1 岩板田水库坝址全年径流量排频计算成果表

年	径流	排序	频率 (%)	年	径流	排序	频率 (%)
2020	618.95	1	1.6	1976	410.13	32	51.6
1967	610.86	2	3.2	1980	409.5	33	53.2
1994	573.42	3	4.8	2009	407.35	34	54.8
1987	566.6	4	6.5	1970	403.86	35	56.5
2015	549.9	5	8.1	1971	401.11	36	58.1
1993	542.15	6	9.7	1964	400.68	37	59.7
1977	541.67	7	11.3	1961	400.66	38	61.3
1997	538.01	8	12.9	1984	399.62	39	62.9
1979	532.79	9	14.5	2004	392.2	40	64.5
1962	520.52	10	16.1	1982	386.77	41	66.1
1965	517.82	11	17.7	1972	385.18	42	67.7
1969	510.42	12	19.4	2001	382.47	43	69.4
2008	497.82	13	21.0	2010	380.76	44	71.0
2014	491	14	22.6	1963	370.36	45	72.6
2016	482.76	15	24.2	1988	369.19	46	74.2
1991	472.37	16	25.8	2017	367.57	47	75.8
2012	470.62	17	27.4	1978	367.56	48	77.4
1992	469.84	18	29.0	1999	357.49	49	79.0
2019	455.67	19	30.6	1983	352.84	50	80.6
2006	448.36	20	32.3	1974	352.7	51	82.3
2002	446.68	21	33.9	1975	348.72	52	83.9
2000	446.1	22	35.5	1981	341.16	53	85.5
1996	443.03	23	37.1	2018	339.72	54	87.1
1995	436.98	24	38.7	1966	334.44	55	88.7
1960	436.13	25	40.3	2007	315.73	56	90.3
1990	434.33	26	41.9	1986	315.67	57	91.9
2003	428.87	27	43.5	1989	311.8	58	93.5
1973	427.58	28	45.2	1985	310.04	59	95.2
2013	426.47	29	46.8	2005	283.74	60	96.8
1998	423.92	30	48.4	2011	204.61	61	98.4
1968	420.68	31	50.0				

表4.7-2 岩板田水库坝址设计代表年（1985 年）旬径流量成表

月份	旬	径流量
1	上	0.36
	中	0.00
	下	1.29
2	上	3.71
	中	2.25
	下	3.37
3	上	11.70
	中	2.69
	下	6.85
4	上	5.58
	中	11.06
	下	7.84
5	上	32.31
	中	37.98
	下	69.84
6	上	21.32
	中	1.12
	下	0.40
7	上	11.64
	中	2.38
	下	4.31
8	上	15.24
	中	3.12
	下	5.64
9	上	0.48
	中	1.46
	下	0.05
10	上	0.00
	中	2.63
	下	23.23
11	上	7.72
	中	1.65
	下	8.97
12	上	0.11
	中	0.00
	下	4.70
合计		313.01

2) 库容曲线

岩板田水库水位～库容曲线由本次实测的库区 1/1000 地形图量算。成果见表 4.6-3，图 4.6-1。

表4.7-3 岩板田水库坝址水位～库容曲线成果表

Z (m)	463.29	465	467	470	472	475	477	480

V (万 m³)	0	0.05	0.33	1.47	2.99	6.52	9.85	17.01
Z (m)	482	485	487	490	492	495	497	500
V (万 m³)	23.5	35.7	45.6	63.23	76.83	100.2	117.9	147.5
Z (m)	502	503	504	505	506			
V (万 m³)	169.4	181.06	193.36	207.8	224.2			

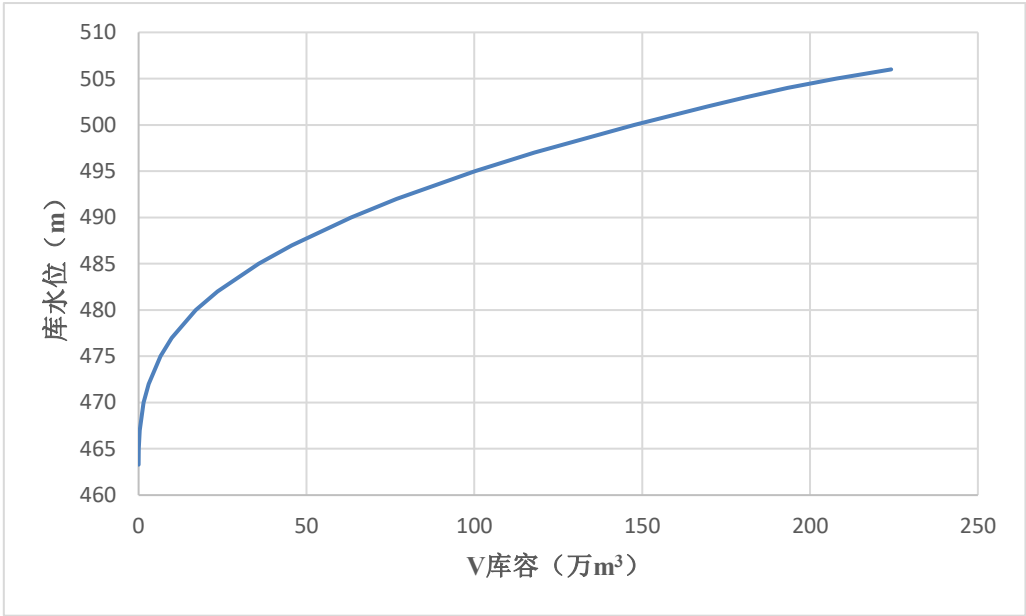


图 4.7-1 岩板田水库坝址水位～库容曲线图

3) 蒸发渗漏损失

岩板田水库建成后，库区由原来的陆面变为水面，库区原陆面蒸发变为水面蒸发，水库蒸发损失增加。通过对水库库区水文地质条件勘探，水库考虑一定的渗漏水量。综合分析后，水库蒸发和渗漏损失水量按月末库容的 1.5%考虑。

4) 生态流量需水

生态需水量是指特定区域内生态系统需水量的总称，包括生物体自身的需水量和生物体赖以生存的环境需水量，生态需水量实质上就是维持生态系统生物群落和栖息环境动态稳定所需的用水量。生态需水较固定，需要保证的程度较高。河道生态需水常用的计算方法主要有水文学类的蒙大拿法、水力学类的湿周法以及栖息地评价法等多种方法。

(1) 湿周法利用湿周作为栖息地质量指标，建立临界栖息地湿周与流量的关系曲线，根据湿周流量关系曲线图中的拐点确定河流生态流量。该法受河道

形状影响较大，适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线型河道。何家田溪属山区性河流，河道宽浅变化快，采用湿周法计算生态需水量适用性较差。

(2) 栖息地评价法是通过评价水生生物对水力学条件的要求确定生态需水的方法。何家田溪属山区性河流，生态资料缺乏，据调查，河道生存的动植物均为常见种类，内无河谷林、鱼类产卵场等特定生物保护对象，故本次未采用栖息地评价法分析下游生态需水量。

(3) 蒙大拿法是依赖历史河流流量等水文资料估算生态需水量的方法，该方法建立了河流流量和水生生物、河流景观及娱乐之间的关系。该方法计算步骤简单，容易将计算结果和水资源规划相结合，具有宏观指导意义，可以在生态资料缺乏的地区使用。

根据《河湖生态保护与修复规划导则》(SL709-2015)、《建设项目水资源论证导则》(SL/T525-2023)等技术标准的相关要求，本报告即采用蒙大拿法对坝址下游何家田溪河道生态需水量进行估算。取水口下游河道生态流量，采用坝址多年平均流量的 10%。故年下放生态水量 40.26 万 m^3 。

4.7.2 兴利调节计算

根据必要性原则，同时考虑岩板田水库担负着人饮供水和灌溉的功能，在满足规划年人饮供水和灌溉用水需求的前提下，本工程按：“以需定供”的原则确定水库最大兴利库容，从而确定正常蓄水位，具体分配比例如下表。

岩板田水库为多年调节水库，根据灌溉设计保证率 ($P=85\%$)，人饮供水设计保证率 ($P=95\%$) 的要求，本次兴利调节计算采用 95%代表年 1985 年降雨资料计算坝址天然径流来水量。在调节试算时，考虑到水库库容较小，采用计入损失的年调节列表算法。

年调节列表算法是将水库坝址断面河流设计代表年来水过程系列和区内供水系列，按时列列表法进行逐时段（旬）的水量平衡计算。

因岩板田水库担负着人饮供水备用水源的功能，所以年调节列表计算时，必须保证库容一直不小于死库容与应急备用水源水量之和 ($6.05+41.67=47.72$ 万 m^3)，在此基础上，岩板田水库水量优先满足灌溉，其次是农村供水以及生态基流需求。经计算，确定水库最大兴利蓄水量为 173.45 万 m^3 。岩板田水库兴利计算成果见下表。

表4.7-4 岩板田水库水量平衡计算成果表

月份	旬	来水量	人饮 需水量	灌溉水量	生态基 流	余缺	库容损失（计 月末库容的 1%）	计库容损 失后余缺	考虑损失后 库容过程	弃水
		万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³
死库容+应急备用水量			47.72						62.5	
4	上	5.583	1.169	0.000	1.103	3.311		3.311	51.031	
	中	11.055	1.169		1.103	8.783		8.783	59.813	
	下	7.845	1.169		1.103	5.572	1.306	4.267	64.080	
5	上	32.308	1.169	20.194	1.103	9.841		9.841	73.922	
	中	37.982	1.169	0.000	1.103	35.709		35.709	109.631	
	下	69.835	1.169		1.213	67.452	3.519	63.933	173.564	0.000
6	上	21.323	1.169		1.103	19.051		19.051	179.500	13.115
	中	1.121	1.169		1.103	-1.152		-1.152	178.348	
	下	0.404	1.169	10.405	1.103	-12.274	3.173	-15.447	162.901	0.000
7	上	11.641	1.169	0.000	1.103	9.368		9.368	172.270	
	中	2.383	1.169	7.358	1.103	-7.247		-7.247	165.022	
	下	4.311	1.169	45.086	1.213	-43.157	2.328	-45.485	119.537	
8	上	15.235	1.169	40.113	1.103	-27.151		-27.151	92.387	
	中	3.120	1.169	8.755	1.103	-7.907		-7.907	84.479	
	下	5.644	1.169	0.000	1.213	3.261	1.680	1.581	86.060	
9	上	0.485	1.169	0.000	1.103	-1.788		-1.788	84.272	
	中	1.464	1.169	1.672	1.103	-2.481		-2.481	81.791	
	下	0.050	1.169	3.162	1.103	-5.384	1.480	-6.864	74.927	
10	上	0.000	1.169	4.817	1.103	-7.089		-7.089	67.838	
	中	2.625	1.169	5.285	1.103	-4.932		-4.932	62.906	
	下	23.231	1.169	0.000	1.213	20.849	1.646	19.203	82.109	
11	上	7.724	1.169	0.000	1.103	5.451		5.451	87.560	
	中	1.646	1.169	0.244	1.103	-0.871		-0.871	86.689	

月份	旬	来水量	人饮 需水 量	灌溉水量	生态基 流	余缺	库容损失（计 月末库容的 1%）	计库容损 失后余缺	考虑损失后 库容过程	弃水
		万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³	万 m ³
	下	8.965	1.169	0.000	1.103	6.693	1.856	4.837	91.526	
12	上	0.111	1.169		1.103	-2.161		-2.161	89.365	
	中	0.000	1.169	2.571	1.103	-4.843		-4.843	84.521	
	下	4.705	1.169	0.000	1.213	2.322	1.749	0.573	85.094	
1	上	0.363	1.169	7.123	1.103	-9.032		-9.032	76.062	
	中	0.000	1.169	5.369	1.103	-7.642		-7.642	68.420	
	下	1.292	1.169	8.075	1.213	-9.166	1.230	-10.395	58.024	
2	上	3.705	1.169	3.350	1.103	-1.917		-1.917	56.107	
	中	2.251	1.169	5.156	1.103	-5.177		-5.177	50.930	
	下	3.372	1.169	3.460	0.882	-2.140	1.046	-3.186	47.744	0.024
3	上	11.701	1.169	0.000	1.103	9.429		9.429	57.173	
	中	2.686	1.169		1.103	0.413		0.413	57.586	
	下	6.845	1.169	0.000	1.213	4.462	1.327	3.135	60.721	0.073
合计		313.011	42.100	182.196	40.260	48.455	22.339	26.116		13.211

水库的主要功能是灌溉及周边农村供水，并常年下放一定的生态用水，在兴利调度中，水库每月来水首先保证县城及周边农村人饮供水，其次为灌区灌溉用水，最后是生态环境用水，每月末多余来水保留在库内，当水库总蓄水量大于水库兴利库容时，超过兴利库容部分弃水。

4.8 水库特征水位选择

4.8.1 死水位选择

(1) 泥沙淤积计算

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 $200\text{t}/\text{km}^2$ ，推悬比按 20% 计，泥沙容重按 $1.4\text{t}/\text{m}^3$ 考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为 243t，水库坝址多年平均含沙量 $0.34\text{kg}/\text{m}^3$ 。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程。

表4.8-1 坝址泥沙淤积计算成果表

淤积年限（年）	10	20	30	50
淤积量（万 m^3 ）	0.874	1.75	2.62	4.37
淤沙高程（m）	468.44	470.39	471.53	473.14

(2) 死水位选择

结合水库取水口布置要求、受水区自流高程要求以及泥沙淤积高程，受水区高程较岩板田水库库底均低，自流输水对岩板田水库死水位无要求。

推荐坝线坝前泥沙淤积高程 473.14m，推荐坝线取水口布置预留 1.46m，本次选定坝址死水位高程为 474.60m，相应库容 6.05 万 m^3 。

4.8.2 正常蓄水位选择

岩板田水库多年平均流量为 $0.128\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量为 402.6 万 m^3 。

工程建成后可满足设计水平年供区内灌区灌溉年毛需水量为 182.2 万 m^3 ，规划应急备用水源水量为 41.67 万 m^3 ，农村供水为 42.1 万 m^3 ，年下放生态水量 40.26 万 m^3 。通过水量平衡计算，兴利库容 173.45 万 m^3 ，水库通过蓄水调节后，

可满足项目涉及区人饮、灌溉和生态补水。

考虑到供区设计水平年需水情况和岩板田水库的来水情况，且正常蓄水位高程附近无地质、土工建筑物、水库淹没、环境保护等突变控制性影响因素，因此采用“以需定供”的方式确定岩板田水库正常蓄水位。根据 4.5 水库兴利调节计算可知，水库兴利蓄水量为 173.45 万 m^3 ，根据 4.8.1 死水位选择可知：

坝址水库死水位确定为 474.60m，相应死库容为 6.05 万 m^3 ，常水位库容为 179.50 万 m^3 ，对应水位为 502.87m。

因此坝址岩板田水库正常蓄水位确定为 503m，对应库容 181.06 万 m^3 ，对应兴利库容 175.01 万 m^3 。

4.8.3 汛限水位

水库坝址上游集雨面积小，汛期洪水数值小，大坝泄洪能力强，汛期限制水位拟定位 502m，比正常蓄水位低 1.0m，防洪库容为 11.66 万 m^3 。

4.9 洪水调节计算

4.9.1 工程等别、洪水标准

本工程推荐挡水建筑物为埋石砼重力坝。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准（SL252-2017）》规定，确定本工程等级为IV等小（1）型工程，混凝土坝设计洪水重现期为 50~30 年，校核洪水重现期为 500~200 年；考虑到水库下游有新晃县城、沪昆高铁等重要保护对象，本工程洪水重现期采用上限值，挡水建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇，消能防冲洪水标准为 20 年一遇。洪水调节计算采用坝址设计洪水，岩板田水库 $P=0.2\%$ 、 $P=2\%$ 、 $P=5\%$ 设计洪峰流量见表 4.9-1。

表4.9-1 岩板田水库设计洪水成果

各频率设计值（ m^3/s ）			
洪水频率（ $P\%$ ）	0.2	2	5
洪峰流量（ m^3/s ）	91.87	60.33	47.17

4.9.2 洪水调节

1) 调洪原则

为了水库安全起见，根据水库的具体情况，调洪演算遵循以下两条原则：第一，除溢流堰以外，其它输水设施均不参与泄洪；第二，起调水位为正常蓄水位，当水位超过正常蓄水位时自由泄流。

2) 基本方程

根据水量平衡原理，调洪演算的基本方程为：

$$0.5(Q_i + Q_{i+1})\Delta t - 0.5(q_i + q_{i+1})\Delta t = \Delta V = V_{i+1} - V_i$$

$$q = f(V)$$

式中：Q—入库流量（m³/s）；

q—出库流量（m³/s）；

V—库容（万 m³）；

Δt —计算时段长（t）；

i—时段编号。

3) 泄流曲线

岩板田水库溢流堰设计为实用堰，2 孔，单孔堰宽 7.0m，堰顶高程为常水位，无闸门控制，WES 实用堰的泄流能力，按下式计算

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta_i \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2 + \sum \frac{2gl_i}{C_i^2 R_i} \left(\frac{\omega}{\omega_i}\right)^2}}$$

式中：Q—下泄流量（m³/s）；

B—溢流堰前沿总净宽（m）；计算采用 14m；

H_0 —计入行近流速的堰上总水头（m）；总水头为 $H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g}$ ；

V_0 —行近流速（m/s），

α_0 —动能修正系数，近似取为 1.0；

H—堰上水头（m）；

g—重力加速度（m/s²），g=9.81m/s²；

m—流量系数；

c—上游堰坡影响修正系数（上游堰面为铅直面，c=1.0）；

ε —侧收缩系数， $\varepsilon = 1 - 0.2 [(n - 1)\zeta_0 + \zeta_k] \frac{H_0}{n b}$ ；

σ_m —淹没系数，按《溢洪道设计规范》（SL253-2018）附录 A 图 A2.1-3 查得，不淹没时 $\sigma_m = 1.0$ 。

利用上式求得的水库水位与溢流坝泄流关系见表 4.9-2 和表 4.9-3。

表4.9-2 水库水位～下泄流量关系表

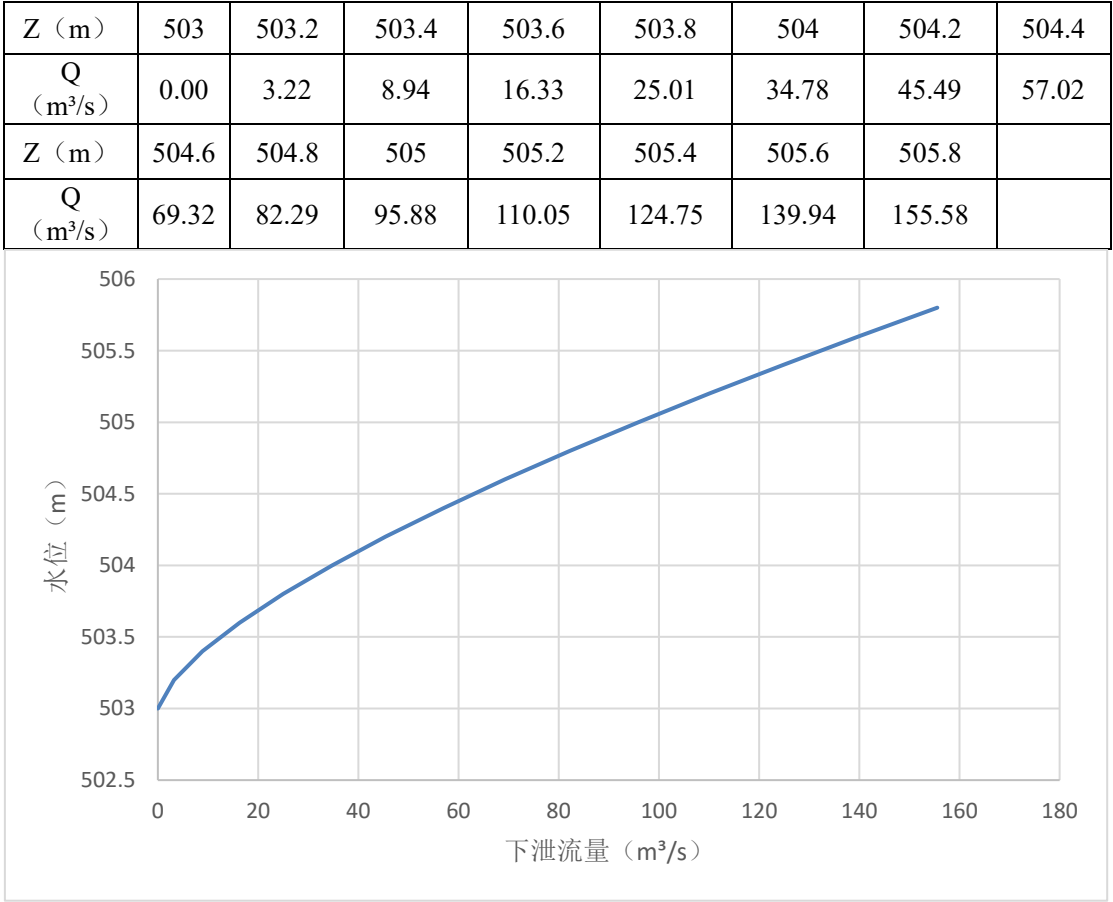


图 4.8-2 岩板田水库泄流曲线图

4) 调洪成果

根据调洪演算的基本原则和基本资料，利用调洪演算的基本方程，求得各频率调洪成果见下表。

表4.9-3 岩板田水库调洪演算（500 年一遇）

时段 t	入库流量 Q	上游水位	泄流量 q	库容
(h)	(m3/s)	(m)	(m3/s)	(万 m3)
0	0.222	503.00	0.00	181.06
1	0.981	503.01	0.229	181.24
2	5.759	503.09	1.427	182.15
3	16.963	503.31	6.308	184.85
4	35.536	503.69	20.178	189.53
5	91.866	504.34	53.847	199.14
6	66.067	504.67	73.851	204.58
7	48.168	504.45	60.393	200.98
8	35.585	504.21	46.096	196.89
9	22.139	503.97	33.295	192.99
10	14.202	503.71	20.980	189.76

时段 t	入库流量 Q	上游水位	泄流量 q	库容
11	10.402	503.55	14.440	187.81
12	8.481	503.45	10.932	186.64
13	8.543	503.41	9.233	186.08
14	7.554	503.38	8.487	185.79
15	6.899	503.36	7.744	185.47
16	5.226	503.32	6.752	185.04

表4.9-4 岩板田水库调洪演算（50 年一遇）

时段 t	入库流量 Q	上游水位	泄流量 q	库容
(h)	(m ³ /s)	(m)	(m ³ /s)	(万 m ³)
0	0.192	503.00	0.00	181.06
1	5.427	503.07	1.071	181.88
2	18.571	503.31	6.344	184.86
3	60.331	503.92	30.851	192.37
4	47.545	504.25	48.331	197.54
5	35.383	504.16	43.186	195.99
6	26.141	503.98	34.015	193.17
7	17.293	503.77	23.847	190.57
8	11.495	503.60	16.503	188.49
9	8.377	503.48	11.877	186.96
10	6.598	503.40	8.819	185.93
11	6.237	503.35	7.402	185.32
12	5.483	503.31	6.492	184.93
13	5.044	503.29	5.767	184.62
14	4.091	503.26	5.059	184.31
15	3.643	503.24	4.356	184.01
16	3.524	503.22	3.900	183.81

表4.9-5 岩板田水库调洪演算（20 年一遇）

时段 t	入库流量 Q	上游水位	泄流量 q	库容
(h)	(m ³ /s)	(m)	(m ³ /s)	(万 m ³)
0	0.136	503.00	0.00	181.06
1	1.450	503.02	0.302	181.29
2	12.204	503.17	2.791	183.19
3	47.172	503.70	20.642	189.66
4	39.882	504.08	38.830	194.63
5	30.724	504.03	36.254	193.82
6	23.261	503.88	28.741	191.84
7	15.953	503.72	21.391	189.87
8	10.873	503.57	15.303	188.10
9	7.851	503.46	11.133	186.71
10	6.093	503.38	8.328	185.72
11	5.319	503.32	6.781	185.05
12	4.618	503.29	5.712	184.59
13	4.120	503.26	4.920	184.25
14	3.262	503.23	4.195	183.94

时段 t	入库流量 Q	上游水位	泄流量 q	库容
15	2.824	503.21	3.515	183.65
16	2.646	503.19	3.113	183.44

表4.9-6 岩板田水库坝址洪水调节成果表（起调水位 503.0m）

频率 (P%)	洪峰流量 (m ³ /s)	最大下泄流量 (m ³ /s)	最高坝前水 位 (m)	相应库容 (万 m ³)	备注
0.2	91.87	73.85	504.67	204.58	大坝校核
2	60.33	48.33	504.25	197.54	大坝设计
5	47.17	38.83	504.08	194.63	消能防冲

4.10 水库泥沙淤积及回水计算

4.10.1 泥沙淤积

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 200t/km²，推悬比按 20%计，泥沙容重按 1.4t/m³考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为 243t，水库坝址多年平均含沙量 0.34kg/m³。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程，50 年淤积量为 4.37 万 m³，水平淤积高程为 473.14m。运行各年限淤积总量及水平淤积高程见下表。

表4.10-1 岩板田水库各运行年限淤积总量及水平淤积高程表

淤积年限/年	淤积量/万 m ³	相应水位/m
10	0.874	468.44
20	1.75	470.39
30	2.62	471.53
50	4.37	473.14

4.10.2 回水计算

(1) 基本资料

1) 断面资料

根据实测库区 1/1000 河道地形图，岩板田水库推荐坝线处至上游库尾共布测 15 个横断面，1 个纵断面，共计里程约 2.1km。

2) 糙率

库区糙率根据河段河床条件、两岸地形，结合《我国天然河道、滩地糙率

参考表》分析拟定，河床糙率取 0.044。

3) 起算水位及流量

岩板田水库建库后回水按设计标准的洪峰流量及同标准的坝前最高水位计算；天然情况以坝址处水位-流量关系为依据，由水位~流量关系曲线查得水位。岩板田水库起调水位、流量见下表。

表4.10-2 岩板田水库回水计算起调水位、流量表

频率	项目	天然	建库后
P=5%	水位（m）	464.39	504.08
	流量（m³/s）	47.17	47.17
P=20%	水位（m）	464.12	503.68
	流量（m³/s）	27.9	27.9
多年平均	水位（m）	463.35	503.0
	流量（m³/s）	0.128	0.128

(2) 回水计算

1) 计算标准

根据《防洪标准》（GB50201-2014）及《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2024）的有关规定，各淹没对象设计洪水标准确定为：

耕地、园地：采用 5 年一遇（P=20%）洪水标准；

农村居民点：采用 20 年一遇（P=5%）洪水标准；

林地、草地、未利用地：采用正常蓄水位平水；

水库回水应考虑泥沙淤积 10~30 年的影响，本次回水计算采用水库运行 20 年淤积进行计算。

2) 计算方法及成果

回水计算方法采用伯努力能量方程，即：

伯努力能量方程：
$$Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f + h_j$$

式中： h_f 、 h_j —分别表示沿程水头损失和局部水头损失；

α_1 、 α_2 —流速修正系数；

v_1 、 v_2 —分别为下、上断面的行进流速；

g —重力加速度。

根据上述能量方程，结合对应的起始水位，考虑沿程水头损失，采用水面曲线法进行回水水面线计算，回水计算成果见下表。

岩板田水库工程回水尖灭点位置以各频率回水水面线不高于同频率天然洪水水面线 0.3m 的范围内的断面确定。水库淹没处理终点位置，采取尖灭点水位水平延伸至天然河道多年平均流量的相应水面线相交处确定。

坝址正常蓄水位尖灭点为第 9#断面，回水长度 1455m，高程为 503.06m；五年一遇洪水尖灭点为第 9#断面，回水长度 1455m，高程为 504.10m；二十年一遇洪水尖灭点为第 10#断面，回水长度 1655m，高程为 511.48m。

表4.10-3 岩板田水库推荐坝线回水计算成果表 **单位：m**

断面 编号	里程 (m)	间距 (m)	深泓点 (m)	P=5%设计水位		P=20%设计水位		多年平均	
				天然	建库后	天然	建库后	天然	建库后
D1	0	0	463.29	464.39	504.08	464.12	503.68	463.35	503.00
D2	375	375	473.70	475.30	504.52	474.87	504.09	473.75	503.00
D3	550	175	477.85	479.66	504.52	479.43	504.09	478.07	503.00
D4	780	230	483.43	484.59	504.52	484.37	504.09	483.46	503.01
D5	855	75	485.00	486.35	504.52	486.03	504.09	485.08	503.02
D6	1040	185	490.82	492.49	504.52	492.15	504.09	490.97	503.03
D7	1094	54	491.82	493.67	504.52	493.20	504.09	491.88	503.03
D8	1264	170	497.80	498.99	504.52	498.67	504.09	497.83	503.03
D9	1455	191	503.01	504.39	504.59	504.10	504.10	503.06	503.06
D10	1655	200	510.00	511.48	511.48	511.21	511.21	510.06	510.06
D11	1755	100	512.01	514.11	514.11	513.56	513.56	512.08	512.08
D12	1885	130	515.88	517.58	517.58	517.17	517.17	516.05	516.05
D13	2055	170	522.03	523.86	523.86	523.47	523.47	522.11	522.11
D14	2216	161	526.89	528.65	528.65	528.21	528.21	527.00	527.00
D15	2306	90	530.55	531.90	531.90	531.55	531.55	530.62	530.62

4.10.3 对上游影响分析

依据水库回水计算成果表以及水库上游实地调查，水库淹没区域不涉及到移民安置、淹没区域无其他工程设施，土地类型主要为林地和水田，综上所述水库兴建对上游影响较小，对于水库兴建占用的水田及林地应根据相关规定给予征地补偿。

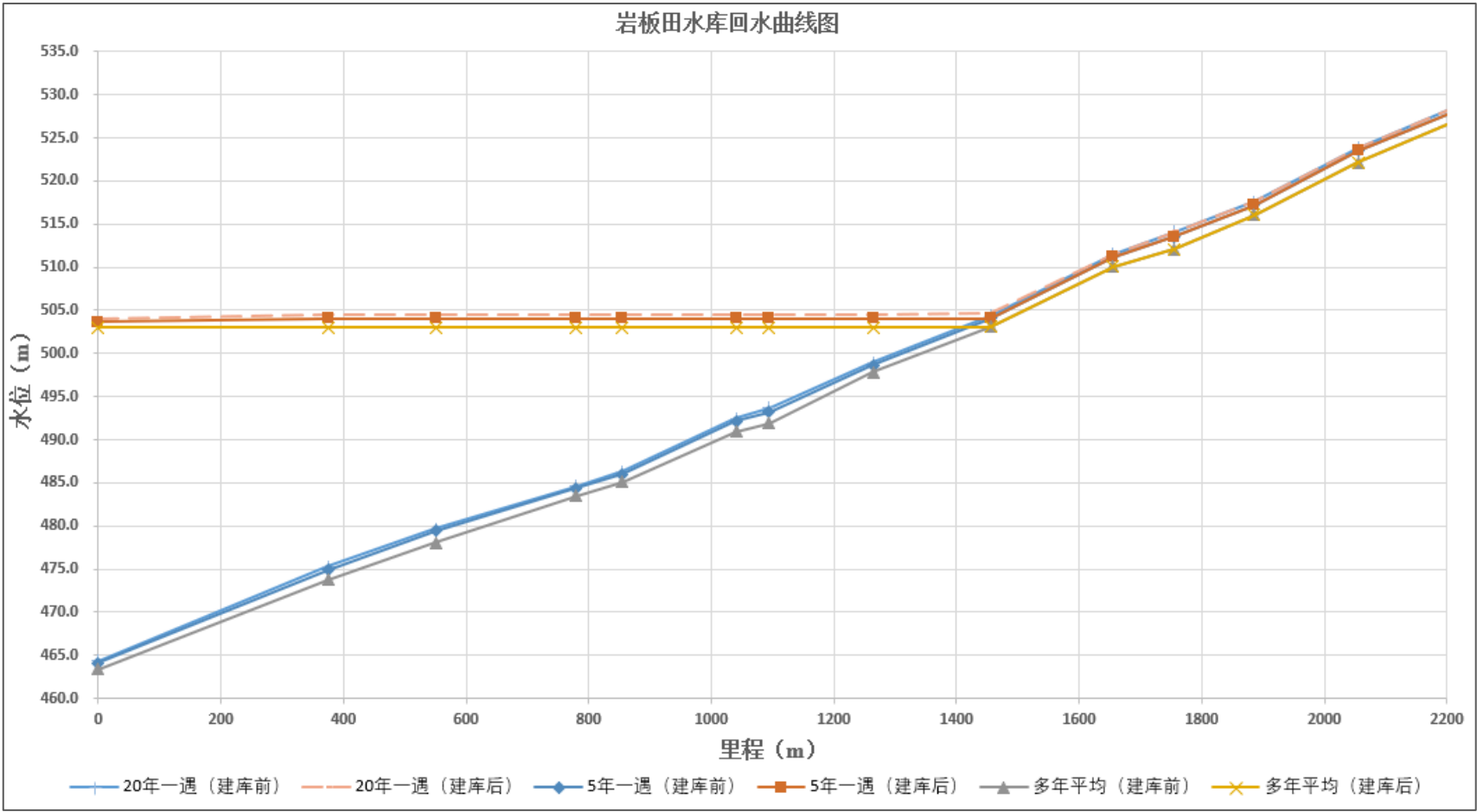


图 4.10-1 岩板田水库坝址回水曲线图

5. 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 基本情况

5.1.1.1 可研批复情况

2023 年 8 月，深圳市水务规划设计院股份有限公司完成并提交了《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告》，新晃侗族自治县发展和改革局对《新晃县岩板田水库工程可行性研究报告》进行了批复。

批复如下：

一、为缓解区域水资源的供需矛盾，提高区域水资源的承载能力，有效缓解社会经济快速发展与水资源需求之间的矛盾，促进社会经济良性发展，同意你单位实施新晃县岩板田水库工程。

二、项目建设地点:新晃县晃州镇。

三、项目建设规模和建设内容为：新建小（1）型水库一座及配套附属工程。

四、项目单位：新晃侗族自治县水利局，主要职责是负责该项目的建设和管理。

五、项目投资估算及资金来源:项目估算总投资 13640.75 万元。其中:1) 工程部分静态投资 10056.98 万元，其中:建筑部分投资 6512.22 万元，机电设备及安装工程 373.89 万元，金属结构设备及安装 166.52 万元，临时工程 527.52 万元，独立费用 1562.59 万元，基本预备费 914.27 万元。2) 建设征地移民、环境保护和水土保持部分总投资 2892.76 万元，其中：建设征地移民补偿投资 2548.24 万元，环境保护工程投资 86.01 万元，水土保持工程投资 258.51 万元。资金来源为拟申请中央资金和地方配套。请按《关于印发<新晃侗族自治县县本级政府投资项目审批及概算管理办法>的通知》(晃政办发(2018) 7 号)等有关规定严格控制项目投资。

六、本项目的勘察、设计、施工、监理、重要设备及材料购置、安装等，达到招标限额以上的依法实行委托公开招标，请委托有关法律法规规定委托相应的招标代理机构办理招标事宜。

七、项目建筑、电气、暖通等，要按国家有关节能法律法规及节能审查要求，在初步设计阶段进一步完善。请根据有关规定及本批复要求，严格按限额

设计原则抓紧组织开展项目初步设计，并报我局审批工程建设总投资概算。

八、本项目建设工期 24 个月（含报建审批阶段），请切实加强项目工期管理，确保项目按期按质竣工投用。如不能按期按质竣工投用，须在工期届满后 30 日内向我局做出书面说明，并提出整改措施。

九、根据国家和省有关规定，本项目不得搭车建设或变相建设办公用房等楼堂馆所，不得改变业务技术用房用途，不得搞任何形式集资或摊派，不得违法违规举借债务，不得由施工单位垫资建设，严禁挪用各类专项资金。

十、本项目建设实行代建制管理，请严格按照《中共湖南省委、湖南省人民政府关于深化投融资体制改革的实施意见》(湘发(2016) 33 号)等代建制有关法律法规实施。拟实施全过程工程咨询管理的，应在代建管理模式下实行。

十一、根据有关规定，请你单位通过“湖南省固定资产投资项目在线审批监管平台”，如实报送项目开工建设、建设进度、竣工投用等基本信息，其中项目开工前按季报送进展情况;项目开工后至竣工投用止，按月报送进展情况。我局将采取在线监测、现场核查等方式，加强对项目实施的事中、事后监管，依法处理有关违法违规行为。

十二、本审批文件有效期为 2 年，自发布之日起计算，在审批文件有效期内未开工建设项目的，应在审批文件有效期届满 30 日前向我局申请延期。项目在审批文件有效期内未开工建设也未申请延期的，或虽提出延期申请但未获批准的，本审批文件自动失效。

5.1.1.2 基本情况

本阶段用水、灌溉规模以及范围均与可研一致，初设阶段重新对坝址区及库区地形进行深化测量，细化复核库区等高线，经库容曲线复核：拟建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，控制集雨面积 7.35km^2 。推荐坝址正常蓄水位 503.0m，最大坝高 49.5m，总库容 204.58 万 m^3 ，设计灌溉面积 9728 亩， $P=95\%$ 保证率下，规划应急备用水源水量为 41.67 万 m^3 ，农村供水为 42.1 万 m^3 ，年下放生态水量 40.26 万 m^3 。是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。

本项目现状水平年为 2024 年，设计水平年为 2030 年，人饮供水设计保证率 95%，设计灌溉面积 9728 亩，设计灌溉保证率 85%。经现场踏勘、调研，河道现有水质检测符合相关标准，为二类水质。拟建岩板田水库位于新晃县北部，

地处晃州镇两河口村岩板田组境内，其中右岸与贵州田坪镇毗邻。所涉及流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2% 。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

设计初拟坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.50m （坝顶高程 506.00m ）。水库正常蓄水位 503.00m （相应库容为 181.06万 m^3 ），设计洪水位为 504.25m （相应库容为 197.54万 m^3 ），校核洪水位为 504.67m （总库容为 204.58万 m^3 ）。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小（1）型水库，工程等别为IV等。

本工程设计水平年 2030 年，设计灌溉面积 9728 亩，灌溉设计保证率 85% 灌溉用水率 $0.58\text{m}^3/\text{s}/\text{万亩}$ ；受水区居民年年灌溉毛需水 182.2万 m^3 。应急备用需水量为 41.67万 m^3 ，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1万 m^3 。

5.1.2 设计基本资料

5.1.2.1 地形图

水工设计中使用的地形图为 1/1000 地形图，坐标系为 2000 国家大地坐标系，高程系 1985 年国家高程基准。

5.1.2.2 水文气象数据

（1）气象

多年平均降雨量： 1171.30mm

多年平均气温： $15.9\sim 17.3^{\circ}\text{C}$

多年平均最大风速： 13.0m/s

（2）水文

坝址以上集雨面积： 7.35km^2

多年平均流量： $0.135\text{m}^3/\text{s}$

多年平均蒸发量： 1157.2mm

5.1.2.3 泥沙资料

多年平均悬移质年输沙量： 1213t

多年平均推移质年输沙量： 243t

多年平均输沙模数： $200\text{t}/\text{km}^2$

淤沙高程：473.08m（P=2%）

淤积量：4.33 万 m³（P=2%）

5.1.2.4 水库特征水位和流量

表5.1-1 特征水位及下泄流量表

项目	坝前水位（m）	下游水位（m）	最大下泄流量（m ³ /s）
校核洪水位（p=0.5%）	504.67	465.08	73.85
设计洪水位（p=2%）	504.25	464.83	48.33
消能防冲（p=5%）	504.08	464.89	38.83
正常蓄水位	503.00	/	/
死水位	474.60	/	/

5.1.2.5 基岩特性及建议参数

库区呈顺河向背斜构造，出露地层主要为泥质灰岩、泥灰岩、白云质灰岩等，属中硬岩-硬岩类。坝址河谷呈略对称的“V”型河谷，坝址处揭露的地层为寒武系中统花桥组（C_{2h}）泥质灰岩、泥灰岩，岩石完整性较好，相对隔水层埋深约 0~10m。坝基岩体物理力学参数见下表。

表5.1-2 岩板田水库工程边坡开挖坡比建议值

岩土 类型	风化 程度	开挖坡比				备 注
		坡高<10m		坡高 10~15m		
		临时	永久	临时	永久	
残坡积层		1： 1	1： 1.50	1： 1.25	1： 1.75	
堆积体		1： 0.75	1： 1	1： 1	1： 1.25	
泥质灰岩 夹极薄层 泥灰岩	强风化	1： 0.5	1： 0.75	1： 0.75	1： 1	
	弱风化	1： 0.3	1： 0.45	1： 0.35	1： 0.5	
	微风化~ 新鲜岩体	1： 0.25	1： 0.35	1： 0.3	1： 0.45	

表5.1-3 坝基岩体物理力学参数建议值表

岩 性	风化程度	容重 (g/cm ³)	饱和抗压强度 (MPa)	砼/岩石 抗剪（断）强度			岩石/岩石 抗剪（断）强度			弹性 模量 (GPa)	抗冲 流速 (m/s)
				f	f'	C' (MPa)	f	f'	C' (MPa)		
泥质灰岩夹极薄层泥灰岩	强风化	2.60~2.65	20~25	0.50~0.52	0.65~0.70	0.32~0.35	0.45~0.48	0.58~0.68	0.30~0.38	1.0~2.0	2~3
	弱风化	2.65~2.68	25~40	0.58~0.61	0.72~0.85	0.55~0.65	0.60~0.63	0.75~0.85	0.68~0.70	4.0~5.0	4~5
	微~新岩体	2.68~2.70	40~50	0.62~0.63	0.80~0.90	0.65~0.70	0.63~0.65	0.82~0.95	0.70~0.75	5.0~6.0	5~6
层面							0.45~0.48	0.55~0.60	0.10~0.12		
节理裂隙面							0.40~0.42	0.45~0.50	0.05~0.10		

5.1.2.6 地震烈度

根据中华人民共和国国家标准根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015): 中国地震动峰值加速度区划图 A.1 和中国地震动加速度反应谱特征周期区划图 B.1; 附录 C 全国城镇II类场地基本地震动峰值加速度和基本地震动加速度反应谱特征周期列表; 区域晚近构造运动以间歇性掀斜上升为主, 河流溪沟下切强烈。据历史记录, 区域虽发生过一些地震, 但无破坏性地震记载, 岩板田水库附近亦无区域活动性断层通过, 工程区基本地震动峰值加速度为 0.05g, 基本地震动反应谱特征周期为 0.35s, 相应的地震基本烈度为 VI 度, 属相对稳定地块。

5.1.2.7 安全系数

水库坝址最小抗滑稳定安全系数根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018 采用, 详见下表。

表5.1-4 抗滑稳定安全系数 K' (抗剪断)

安全系数	荷载组合		2、3 级坝
K'	基本组合		3.00
	特殊	1	2.50
		2	2.30

表5.1-5 抗滑稳定安全系数 K (抗剪)

荷载组合		坝的级别		
		1 级	2 级	3 级
基本组合		1.10	1.05	1.05
特殊组合	(1)	1.05	1.00	1.00
	(2) 拟静力法	1.00	1.00	1.00

5.1.3 主要技术规范和有关技术文件

1) 主要技术规范

- (1) 《工程建设标准强制性条文 (水利工程部分)》(2020 版);
- (2) 《防洪标准》(GB50201-2014);
- (3) 《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015);
- (4) 《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12897-2006);
- (5) 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086-2015)
- (6) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017);

- (7)《水利水电工程初步设计报告编制规程》(SL/T619-2021);
- (8)《胶结颗粒筑坝技术导则》(SL678-2014);
- (9)《碾压混凝土坝设计规范》(SL314-2018);
- (10)《混凝土面板堆石坝设计规范》(SL228-2013);
- (11)《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2018);
- (12)《溢洪道设计规范》(SL253-2018);
- (13)《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014);
- (14)《水利水电工程进水口设计规范》(SL 285-2020);
- (15)《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008);
- (16)《水工建筑物抗震设计规范》(SL203-1997);
- (17)《水工建筑物荷载设计规范》(SL744-2016);
- (18)《水利水电工程压力钢管设计规范》(SL/T 281-2020)
- (19)《水库工程管理设计规范》(SL106-2017);
- (20)《混凝土坝安全监测技术规范》(SL601-2013);
- (21)《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005);
- (22)《水利水电工程边坡设计规范》(SL386-2007);
- (23)《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(SL/T62-2020);
- (24)《水利水电工程钢闸门设计规范》(SL74-2019);
- (25)《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725-2016);
- (26)《公路工程技术标准》(JTG B01-2014);
- (27)《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015);
- (28)《小交通量农村公路工程技术标准》(JTG 2111-2019)
- (29)《水工建筑物观测工作手册》;
- (30)现行有关技术规范、规程。

2) 主要文件

- (1)《岩板田水库建设初步论证报告》(2021年10月,新晃侗族自治县水利局);
- (2)《湖南省新晃县岩板田水库成库论证报告》(2022年5月,深圳市水务

规划设计院股份有限公司)

(3)《湖南省新晃县岩板田小型水库新建工程可行性研究报告》(2023 年 8 月,深圳市水务规划设计院股份有限公司)

(4)其他有关水工设计图纸和水文、地质资料。

5.2 工程等级和标准

5.2.1 工程等别、建筑物级别及洪水标准

5.2.1.1 工程等别、建筑物级别

岩板田水库是以灌溉、农村供水为主,兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的枢纽工程。水库工程由水库枢纽工程、供水工程两部分组成。

本次设计推荐坝型为埋石砼重力坝,最大坝高 49.5m,水库总库容 204.58 万 m^3 。水库总库容大于 100 万 m^3 小于 1000 万 m^3 ,根据《防洪标准》(GB50201-2014)及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定,本工程为小(1)型水库,工程等别为IV等,主要建筑物大坝、泄水建筑物、供水、灌溉建筑物为 4 级建筑物,次要建筑物级别为 5 级,临时建筑物级别为 5 级。

5.2.1.2 建筑物洪水标准

根据《防洪标准》(GB50201-2014)及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的有关规定确定防洪标准如下:

面板堆石坝	设计防洪标准重现期为 30 年 校核防洪标准重现期为 1000 年
重力坝	设计防洪标准重现期为 50 年 校核防洪标准重现期为 500 年
消能设施	设计防洪标准重现期为 20 年

考虑到水库下游有新晃县城、沪昆高铁等重要保护对象,本工程洪水重现期采用上限值,挡水建筑物设计洪水标准为 50 年一遇,校核洪水标准为 500 年一遇,消能防冲洪水标准为 20 年一遇。本工程推荐坝型为重力坝,大坝、泄水建筑物、供水、灌溉建筑物主要建筑物设计洪水标准为 50 年一遇,校核洪水标准为 500 年一遇;消能防冲建筑物设计洪水标准按 20 年一遇设计。施工导流建

筑物设计洪水标准按 5 年一遇设计，坝体临时度汛设计洪水标准按 10 年一遇设计。

表5.2-1 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)]
主要建筑物	大坝	4	50	500
	溢流表孔(泄水建筑物)	4	50	500
	取水口	4	50	500
	消能防冲	4	20	/
临时建筑物	导流建筑物	5	5	/
	其他临时建筑物	5	5	/

5.2.1.3 工程设计使用年限和建筑物耐久性

本工程等别为IV等，根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014)表3.0.2规定，水库工程设计使用年限为50年；根据规范表3.0.3规定，永久建筑物大坝、泄水建筑物设计使用年限为50年；输水建筑物(放空管、供水及灌溉建筑物)设计使用年限30年。

根据规范表4.1.9规定，本工程建筑物为室内潮湿、露天、长期处于水下或地下环境，建筑物环境类别为二类。配筋混凝土强度等级不低于C25，过流表面混凝土强度等级不低于C30，基础混凝土强度等级不低于C15。配筋混凝土耐久性基本要求见下表。

表5.2-2 配筋混凝土耐久性基本要求

环境类别	混凝土最低强度等级	最小水泥用量 (kg/m ³)	最大水胶比	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m ³)
一	C20	220	0.6	1	不限制
二	C25	260	0.55	0.3	3
三	C25	300	0.5	0.2	3
四	C30	340	0.45	0.1	2.5
五	C35	360	0.4	0.06	2.5

5.2.2 地震烈度设计标准

区域挽近构造运动以间歇性掀斜上升为主，河流溪沟下切强烈。据历史记录，区域虽发生过一些地震，但无破坏性地震记载，岩板田水库附近亦无区域

活动性断层通过，根据 1/400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）确定，工程区基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，基本地震动反应谱特征周期为 $0.35s$ ，相应的地震基本烈度为 VI 度，属相对稳定地块。根据抗震设计规范，本工程可不进行抗震计算。

5.2.3 主要设计允许值

5.2.3.1 重力坝控制标准

1) 抗滑稳定控制标准

根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018 在各种荷载组合情况下，坝基面所承受的最大垂直正应力 $\sigma_{\max}$ 应小于坝体混凝土容许压应力，最小垂直正应力 $\sigma_{\min}$ 应大于零，坝基面的抗滑稳定安全系数应满足：基本荷载组合 $k \geq 3.0$ ，特殊组合 $k' \geq 2.5$ （抗剪断稳定安全系数）、基本荷载组合 $k \geq 1.05$ ，特殊组合 $k \geq 1.0$ （抗剪稳定安全系数）。

2) 应力强度控制标准

根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018 式（6.3.2），计算的重力坝坝基面坝踵、坝趾的垂直应力应符合下列要求：

（1）运用期

A.在各种荷载组合下（地震荷载除外），坝踵垂直应力不应出现拉应力，坝趾垂直应力不应大于坝体混凝土容许压应力，并不应大于基岩容许承载力。

B.在地震工况下，坝趾垂直应力不应大于坝体混凝土动态容许拉应力，并不应大于基岩容许承载力。

（2）施工期：坝趾垂直拉应力不大于 $0.1MPa$ 。

根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018 式（6.3.2），计算的重力坝坝体应力应符合下列要求：

A.运用期：

a) 坝体上游面的垂直应力不出现拉应力（计扬压力）

b) 坝体最大主压应力不应大于混凝土的容许压应力值。

c) 在地震工况下，坝体应力不应大于混凝土动态容许应力。

B.施工期

a) 坝体任何界面上的主压应力不应大于混凝土的容许压应力。

b) 在坝体的下游面，主拉应力不大于 0.2Mpa。

C.坝体局部拉应力应符合下列规定：

a) 宽缝重力坝离上游面较远的局部区域，允许出现拉应力，但不超过混凝土的容许拉应力。

b) 当溢流堰顶部出现拉应力时，应配置钢筋。

c) 廊道及其他孔洞周边的拉应力区域，宜配置钢筋；有论证时，可少配或不配钢筋。

3) 设计中采用的其他参数

大坝建基面扬压力在防渗帷幕排水孔的折减系数 α ：河床段取 0.25、岸坡段取 0.35。

防渗帷幕灌浆标准按河床 $q \leq 5Lu$ 、坝肩和两岸 $q \leq 5Lu$ 控制。

5.2.3.2 边坡抗滑稳定最小安全系数

根据《水利水电工程边坡设计规范》(SL386-2007) 规定，边坡的级别应根据相关水工建筑物的级别及边坡与水工建筑物的相互间关系，并对边坡破坏造成的影响进行论证后按下表的规定确定。结合本工程建筑物级别及边坡对水工建筑物的危害程度，最终确定本工程的边坡工程级别定为 5 级。

表5.2-3 边坡的级别与水工建筑物级别的对照关系

建筑物级别	对水工建筑物的危害程度			
	严重	较严重	不严重	较轻
	边坡级别			
1	1	2	3	4/5
2	2	3	4	5
3	3	4	5	
4	4	5		

注：

1 严重：相关水工建筑物完全破坏或功能完全丧失

2 较严重：相关水工建筑物遭到较大的破坏或功能受到比较大的影响，需进行专门的出险加固后才能投入正常运用。

3 不严重：相关水工建筑物遭到些破坏或功能受到一些影响，及时修复后仍能使用。

4、较轻：相关水工建筑物仅收到很小的影响或间接受到影响

表5.2-4 边坡抗滑稳定最小安全系数表

运行条件	边坡级别				
	1	2	3	4	5
正常运行条件	1.30-1.25	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.05

非正常运行条件 1	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.05
非正常运行条件 2	1.15-1.10	1.10-1.05		1.05-1.00

5.2.3.3 工程量计量原则

根据《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005)，初步设计阶段工程量计算中所采用的阶段系数列表如下：

表5.2-5 工程量计算系数

项 目	混凝土	土石方开挖	土石方填筑、干砌石、浆砌石	钢筋	钢材	灌浆
永久水工建筑物	1.04~1.05	1.04~1.05	1.04~1.05	1.03	1.03	1.1
施工临时建筑物	1.08~1.10	1.08~1.10	1.08~1.10	1.05	1.05	1.12
金属结构	/	/	/	/	/	/

5.3 工程建筑物轴线选择

5.3.1 初设阶段与可研相比深化内容

本阶段针对两种不同坝型采用两种不同坝线进行枢纽布置，推荐方案重力坝维持可研下坝址位置不变，对轴线进行局部优化比选，角度调整 5°（右岸倾上游），对比方案面板堆石坝在可研下坝址的基础上，坝轴线进行优化。该坝址区河段可选用上下坝线，本次下坝线选用可研下坝址位置，对轴线进行局部优化。

本次用水、灌溉规模及范围均与可研一致，并对库区地形进行加密测量及复核，库容曲线实测后，常水位对应库容变大，备用水源增加，维持正常蓄水位不变，各村人口和耕地，根据最新收集的数据进行了更新。

5.3.2 可研阶段建坝河段、坝址选择情况

5.3.2.1 可研坝址比选说明

岩板田水库工程坝址位于山谷之中，通过现场踏勘，根据地形地质条件，可研阶段布置了上、下两个坝址进行比选，上坝址距下坝址约 550m 处。坝址比选采用等需水量比选，上、下坝址相应的正常蓄水位分别为 515.00m、503.00m。上、下坝址根据地形条件适宜坝型均包含有重力坝方案，可研阶段对上、下坝

址采用埋石砼重力坝进行比较, 选定综合条件更优的坝址作为本工程的推荐坝址。

结合上、下坝址的地形地质条件描述, 上、下坝址工程地质条件比较见下。

表5.3-1 上、下坝址工程地质条件比较一览表

比选项目	上坝址	下坝址	评价意见
地形地貌	左右岸呈略对称的“V”型谷, 谷底宽度约 20~40m, 正常蓄水位 515.50m 时河谷宽度 277.22m, 两岸地形坡度 35°~45°	左右岸呈略对称的“V”型谷, 峡谷底部宽谷底宽 10~30m, 正常蓄水位 503m 时河谷宽度 228.15m, 两岸山坡坡角 30°~40°	上下坝址地形条件相近, 但下坝址坝轴线较短
地层岩性	地层单一, 基岩为灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩, 且坝基浅部存在较厚的极薄层炭、泥质灰岩, 河床冲洪积层厚度 2.7~3.8m	地层单一, 灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩, 坝基极薄层炭、泥质灰岩埋深在 30m 以下, 河床冲洪积层厚度约 0.8~1.0m	下坝址相对较好
地质构造	呈单斜构造, 无区域性断裂通过, 发育两条规模不大断层。	呈单斜构造, 无区域性断裂通过, 节理裂隙较发育。	下坝址相对较好
岩体风化	强风化带下限深度左岸 5.0~7.0m, 右岸 5.8~15.0m; 弱风化带下限深度左岸 22.5~25.3m, 右岸 19.5~28.0m; 河床 23.6~25.0m。天然岸坡比较稳定	强风化带下限深度左岸 5.9~6.4m, 右岸 4.5~5.5m; 弱风化带下限深度左岸 22.0~26.0m, 右岸 25.0~27.5m; 河床 20.2~23.6m。天然岸坡比较稳定	下坝址强风化层更薄, 条件相对更好
不良地质现象	左右岸局部基岩出露, 可能存在岩体崩塌现象	左右岸局部基岩出露, 可能存在岩体崩塌现象	上下坝址情况相似

5.3.2.2 可研坝址选择结论

根据上述对比情况, 坝址选择结论如下:

1) 上下坝址地形条件相似, 但下坝址坝轴线较短, 且下坝址左右岸山体雄厚。地形条件优劣对比结果: 上坝址 < 下坝址。

2) 下坝址谷底的基岩直接出露地表, 无冲洪积覆盖层; 上坝址河床底部存在较厚的较厚冲洪积层; 上下坝址两岸坡面的残坡积覆盖层厚度上坝址略薄。覆盖层综合优劣对比结果: 上坝址 < 下坝址。

3) 整个库区地质构造简单, 无断裂通过, 整体断层构造不发育, 但上坝址下游 30m 处有一小断层。地质构造优劣对比结果: 上坝址 < 下坝址。

4) 上下坝址的岩层产状都倾向右岸偏上游方向, 对大坝抗滑稳定性有利。岩层产状优劣对比结果: 下坝址 = 上坝址。

5) 岩体风化方面, 库区的岩性抗风化能力较强, 下坝址强风化层更。岩体风化程度优劣对比结果: 上坝址<下坝址。

6) 上坝址和下坝址都无显著的不良地质现象, 但是两岸的山坡陡峭, 局部基岩出露, 都可能存在岩石崩塌的风险。不良地质现象优劣对比结果: 上坝址=下坝址。

7) 坝基岩体质量方面, 上坝址河床泥灰岩夹层较厚, 岩层结构较差, 不利于抗滑稳定, 弱风化薄层状泥质灰岩为IV级岩体, 下坝址泥灰岩夹层无影响, 条件相对更好。坝基岩体质量优劣对比结果: 上坝址=下坝址。

8) 防渗处理难度方面, 下坝址坝基的防渗深度相对较浅, 防渗处理深度较小。上坝址右坝肩防渗工程量较大, 综合防渗处理难度优劣对比结果: 上坝址<下坝址。

综合比较, 下坝址在地形地貌、覆盖层厚度、地质构造、岩体风化、坝基岩体质量、防渗处理难度方面都存在优势; 其它必选条件上下坝址条件相似, 无明显优劣。因此本次地勘成果反映下坝址是本次水库工程的最佳筑坝位置。

5.3.3 坝线比选

本阶段在可行性研究阶段选定的下坝址基础上, 在主勘探线上下游 150m 范围内进行了坝线初选, 在主勘探线上游 120m 初拟上线, 根据调查, 该线附近左岸存在一处滑坡体, 该滑坡体纵向长 25~30m, 横向宽 30~45m, 平均厚度约 2~5m, 方量约 2300m³。另该线两岸为阶梯状旱地, 覆盖层较厚, 宏观判断坝线主要存在开挖量大和边坡稳定问题; 初拟下线位于可研主勘探线下游 130m, 其地形地质条件与主勘探线基本一致, 但下游占用基本农田较多。通过宏观比较初拟的上线、下线和原主勘探线可比性较差。

因此本次坝线比选在原主勘探线(下线)基础上, 进行适当微调作为上坝线选址, 其中上坝线为初设阶段比选探线, 下坝线为初设阶段推荐坝线, 上坝线距下坝线 8m, 旋转角度约 5°。

上坝线和下坝线在地形上属同一地貌单元, 河谷宽度相差不大, 坝基持力层岩性均为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩, 构造比较简单, 岩体风化深度和相对隔水层埋深区别不大。上、下坝线水文、工程地质条件基本相同, 无本质上的区

别，均能满足建坝的基本地质条件。从地质条件上来说，下坝线略优于上坝线。

5.3.3.1 坝线代表坝型选择

坝区位于岩板田组上游 1.0km 的峡谷河段，河道较平直，河流总体流向由 N30°E 向南西流出，谷底宽 10~30m，设计正常蓄水位 503.0m 时，相应河谷宽度 231.15m。坝区为略呈对称的“V”型谷。两岸山顶高程 600~730m，山坡坡角 30°~40°，左岸山坡在 510m 以上坡度逐渐变缓，至山顶高程约 730m 后逐渐下降过渡到邻谷。左、右岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。谷底洪积砂砾石层厚度约 2.5m 左右，局部基岩出露。

根据现场地质测绘，工程区属山区，同上坝址周围无优良取土料场地，因此无建筑均质土坝或粘土心墙坝的条件。对于拱坝，虽坝区河谷狭窄，两岸地形比较对称，山体雄厚，设计正常蓄水位 503m 时，宽高比约为 2.25，但坝区存在以下一些地质缺陷对兴建拱坝有一定影响：①坝区岩层平行河谷，倾向右岸，岩层倾角较缓，对坝肩抗滑稳定不利；②左右岸为 C_{2h} 岩组，岩性以薄~中厚层泥质灰岩和泥灰岩为主；③右岸下游有冲沟切割，山体相对单薄，对坝肩稳定较为不利。本工程不适宜建设拱坝。故初拟方案为重力坝。

上、下重力坝方案枢纽由埋石砼重力坝+坝顶开敞式溢洪道+坝内放空孔+坝内取水管等建筑物组成。上坝线埋石坝方案的设计详见下图。

上坝线埋石砼重力坝，由左侧非溢流坝段、溢流坝段和右侧非溢流坝段组成。大坝坝轴线与河床走向基本垂直。坝顶长 134.5m，宽 6.0m，共分 8 个坝段。坝顶高程 506.00m，最大坝高 49.5m。

下坝线埋石砼重力坝，由左侧非溢流坝段、溢流坝段和右侧非溢流坝段组成。大坝坝轴线与河床走向基本垂直。坝顶长 132.0m，宽 6.0m，共分 8 个坝段。坝顶高程 506.00m，最大坝高 49.5m。

5.3.3.2 坝线选择

根据现场条件和前期所做工作，采用可研阶段所确定的坝址。在选定坝址的基础上，为了选择既满足各建筑物布置要求，又工程量少、投资省的坝线，根据对坝址区的地形、地质、对外交通、枢纽布置、施工条件等的勘察，对两条坝线进行比较，根据水流方向自上而下依次为上坝线和下坝线，上、下坝线

沿河道间距约 8m。

(1) 从水文条件分析

两条坝线相距较近，故各坝线的水文气象、径流、洪水、泥沙等条件基本一致。

(2) 从地形、地质条件分析

两条坝线基本处于同一地貌单元，地层岩性、地质构造、岩体透水性等工程地质条件基本相似，均具备建坝条件。

上坝线较下坝线河谷更窄，下坝线坝轴线长 132m，上坝线坝轴线长 134.5m，上坝线较下坝线坝轴线长。

(3) 从边坡条件分析

上下坝线两坝肩表层存在残坡积覆盖层，开挖边坡高度均为 62m，且左岸都存在覆盖层及顺向坡开挖稳定问题，故边坡条件相近，但上坝线覆盖层较下坝线厚，所以下坝线略优于上坝线。

(4) 从枢纽布置条件分析

两条坝线之间距离较近，所处位置地质无较大差异，故两条坝线同一枢纽布置型式：枢纽从左至右依次为左岸非溢流坝段，溢流坝段，取水口坝段，右岸非溢流坝段。两条坝线枢纽布置差异主要为左右岸非溢流坝段长度不同，但上坝线较下坝线河道顺直，更方便泄水建筑物和消能工的布置。

(5) 从施工、交通条件分析

两条坝线间距约 8.0m，施工条件、枢纽布置和建筑物的型式基本相同，其施工布置、对外交通、施工方法和导流方式等都采取同样的型式和规模。

(6) 工程量和投资计算

表5.3-2 上、下坝线重力坝方案枢纽主体工程量比较表

工程量名称	单位	上坝线工程量	下坝线工程量
土、石方明挖	万 m ³	12.66	10.42
土石方回填	万 m ³	1.26	0.84
砼及钢筋砼	万 m ³	10.84	10.17
钢筋钢材	t	1025	960
帷幕灌浆	m	2986	2707
固结灌浆	m	6331	5245
大坝枢纽建筑工程投资概算	万元	8723.84	8308.41

(6) 结论

上下坝线重力坝方案相距较近，工程地质、施工条件、枢纽布置和建筑物的型式等基本相同，但下坝线较上坝线坝轴线较短，且下坝线的工程量及静态投资相对较小，因此，本次设计推荐下坝线作为推荐坝线。

5.3.4 供水、灌溉线路选择

5.3.4.1 供水及灌溉区域分布

岩板田水库的开发目标是以以应急备用水源和工程区日常供水为主，兼顾农田灌溉、保障生态用水的综合利用效益的枢纽工程。岩板田水库建成后能解决新晃县晃州镇及县城居民生活用水和晃州镇村组灌溉用水日趋紧张的问题。

岩板田水库供水区主要为自流区域，灌溉供水 182.2 万 m³；人饮供水 42.68 万 m³。人饮供水采用管道从水库引水输送至供区范围内现有水厂，灌溉供水从水库引水沿河段输送至晃州镇沿线村组，现有水厂及灌溉供水高程均低于水库取水口高程，自流输水能满足供水要求，属自流输水区域。

岩板田水库供水区控制点高程均低于岩板田水库死水位，自流输水能满足供水要求，属自流输水区域，灌区设计灌溉保证率 85%，灌溉供水 182.2 万 m³；人饮供水 42.68 万 m³。灌溉总面积 9728 亩。其中初拟灌溉引水流量 0.88m³/s；人饮供水 41.67 万 m³，日常供水流量为 0.023m³/s，备用水源流量为 0.109 m³/s。

生态基流为多年平均径流量 10%，取 0.014m³/s。拟定取水口合计取水流量为 1.03m³/s。

本次设计内容大坝上游侧取水，引流至大坝下游，设供水线路接驳口，具体供水线路由项目建设单位另行组织设计，本次设计内容不涉及具体供水线路部分。

5.3.4.2 灌溉线路选择

1) 输水管线布置原则

输水线路布置遵循以下要求：

- (1) 线路布置应满足技术可行、经济合理的原则。
- (2) 线路要尽可能线短、顺直规整，以减小水头损失和工程量。
- (3) 线路尽可能避开村和人口密集区的原则。减少沿途房屋搬迁和移民安置，减少施工时与村之间的干扰。
- (4) 充分利用地形，尽量避免穿越河谷、工程地质不良段、洪水淹没区。
- (5) 线路尽可能沿现有公路布置，利于管材施工和运输。
- (6) 供水管线的条数，根据给水系统的重要性、供水量大小等因素，全面考虑确定。
- (7) 灌溉出口应布置在灌区最高地带，以便控制整个灌溉，避免引过长的支管。

2) 输水线路

本次设计内容大坝上游侧右岸取水，引流至大坝下游，设灌溉线路接驳口，根据水文动能专业计算成果，拟定取水流量为 $1.03\text{m}^3/\text{s}$ 。具体灌溉线路由项目建设单位另行组织设计，本次设计内容不涉及具体灌溉线路部分。

5.4 主要建筑物选型

5.4.1 坝型选择

根据坝线比较，推荐下坝线，所选坝址地势较为狭窄，能同时满足重力坝及砼面板堆石坝的布设要求。推荐坝线（即下坝线）处河谷呈略对称的“V”型河谷，坝址处揭露的地层为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩石完整性较好，相对隔水层埋深约厚 13~15m。

根据现场地质测绘，工程区属山区，周围百公里之内无优良取土料场地，因此无建筑均质土坝或粘土心墙坝的条件。如果建设拱坝，虽坝区河谷狭窄，

两岸地形比较对称，山体雄厚，设计正常蓄水位 503m 时，宽高比约为 2.25，但坝区存在以下一些地质缺陷对兴建拱坝有一定影响：①坝区岩层平行河谷，倾向右岸，岩层倾角较缓，对坝肩抗滑稳定不利；②左右岸为 C_{2h} 岩组，岩性以薄~中厚层泥质灰岩和泥灰岩为主；③右岸下游有冲沟切割，山体相对单薄，对坝肩稳定较为不利。本工程不适宜建设拱坝。

项目区临近晃州镇水洞采石场，该料场位于晃州镇，为人工采石场，岩石类型为寒武系上统车夫组 (C_{3c}) 泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度高，其饱和抗压强度大于 40Mpa，储量大于 25 万 m^3 ，作为块石料，无论储量和质量都能够满足设计需求。因此大坝适合采用以石料为主的坝型。

根据下坝线的地形、地质条件和当地建筑材料情况，因坝线区附近区无坝体填筑土料、防渗材料，因此不适宜修建碾压土石坝，可采用埋石混凝土重力坝和堆石混凝土重力坝。

堆石混凝土较埋石混凝土施工便捷，工期较短，但自密实混凝土单价较高，初选重力坝坝型为埋石混凝土重力坝。堆石坝可采用面板堆石坝和心墙堆石坝，两种堆石坝堆石数量大致相同，但面板堆石坝坝内坡道布置自由，更方便堆石填筑，基础处理和坝体堆石填筑可同时独立进行，施工更便捷，初选堆石坝坝型为面板堆石坝。以下对埋石混凝土重力坝和面板堆石坝两种坝型进行详细比较。

5.4.2 重力坝坝型选择

1) 坝型比较

重力坝拟采用投资较少、技术成熟的“金包银”型式，可采用埋石混凝土重力坝和堆石混凝土重力坝，堆石混凝土较埋石混凝土施工便捷，工期较短，但自密实混凝土单价较高，本次重力坝坝型采用埋石混凝土重力坝和堆石混凝土重力坝进行比较。

表5.4-1 重力坝坝型比较

对比方向	优势对比	坝型选择
地形地质条件	两岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。修建堆石砼重力坝、埋石砼重力坝条件均适合。	采用堆石砼重力坝、埋石砼重力坝条件均适合。
施工工艺	堆石混凝土类似于自密实混凝土，先堆砌块石，然后在浇筑混凝土，块石比例大，石料尺寸也相对较大，不需要振捣；埋石混凝土就是边浇筑混凝土边填埋块石，块石比例小，石料尺寸也相对较小，需要振捣。	堆石混凝土，对于石料、混凝土和易性、流动性要求较高，不需要振捣，属于新工艺。埋石混凝土更优。
优缺点	堆石砼重力坝： 优点：结构作用明确：设计方法简单，安全可靠。适应性强：对地形、地质条件适应性强，可以适应不同形状的河谷。泄洪问题容易解决：可以设置泄水孔，枢纽布置紧凑。便于施工导流：在施工期间可以利用坝体导流，通常不需要另设导流隧洞。施工方便：施工技术简单，易于机械化施工。 缺点材料用量多：由于抗滑稳定要求，剖面尺寸大，材料用量多。坝底扬压力大：坝体与地基接触面积大，坝底扬压力大，对稳定不利。温度控制要求高：施工期混凝土的水化热温升较高，需要严格的温度控制措施。	埋石混凝土更优
	埋石砼重力坝： 优点：水泥用量少：相比普通混凝土，堆石混凝土使用的水泥量较少。绝热温升低：绝热温升数值较低，有利于减少温度应力和收缩。造价低：由于材料用量少，施工速度快，因此造价较低。施工速度快：施工速度快，质量有保证。强度高，耐久性好：强度高，耐久性好，适合长期使用。 缺点：坝体应力较低：材料强度不能充分发挥。坝体体积大：相比其他混凝土坝，体积较大，耗用水泥多。施工期温度控制要求高：混凝土温度应力和收缩应力大，需要严格的温度控制措施。	
投资概算	通过重力坝两种坝型在工程量、经济方面进行比选，得出两方案的投资。	两种材料反映在工程建筑投资上，堆石砼重力坝比埋石砼重力坝投资多198.15万元。

2) 坝型选择

(1) 从地形地质条件方面，采用堆石砼重力坝、埋石砼重力坝条件均适合。

(2) 从施工工艺方面比较，堆石混凝土，对于石料、混凝土和易性、流动

性要求较高，不需要振捣，但属于新工艺，对施工技术水平要求比较高，混凝土浇筑质量不易受控制，容易出现质量问题。埋石混凝土更优。

(3) 从投资上分析，堆石砼重力坝比埋石砼重力坝投资多 198.15 万元。

经地形地质条件、施工工艺、优缺点、投资概算等比较，埋石砼重力坝要比堆石砼重力坝更优。因此，本阶段选择埋石砼重力坝作为推荐坝型。

5.4.3 埋石砼重力坝方案

重力坝枢纽布置方案为：埋石砼重力坝、坝顶开敞式溢洪道、左岸坝体放空冲沙底孔、右岸坝体取水管及取水口闸室等建筑物。

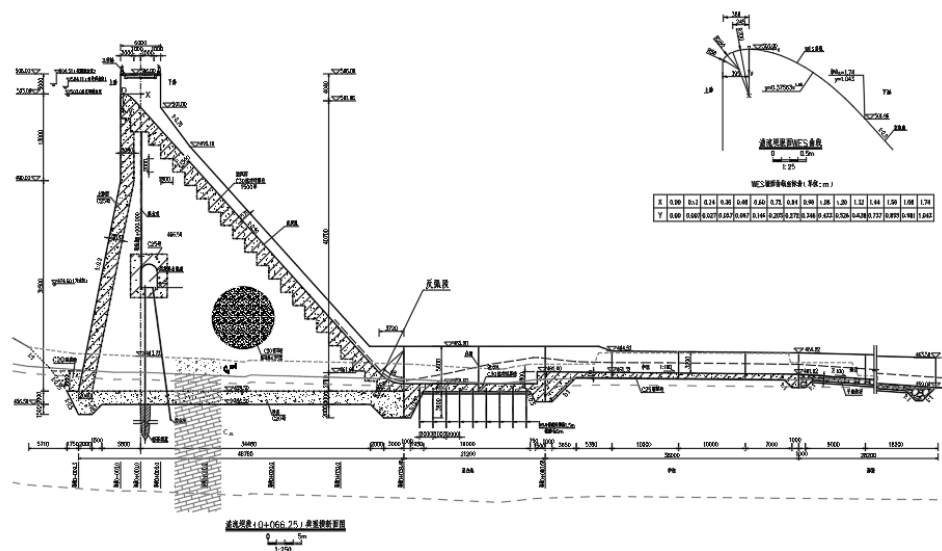


图 5.4-1 溢流坝段标准断面图

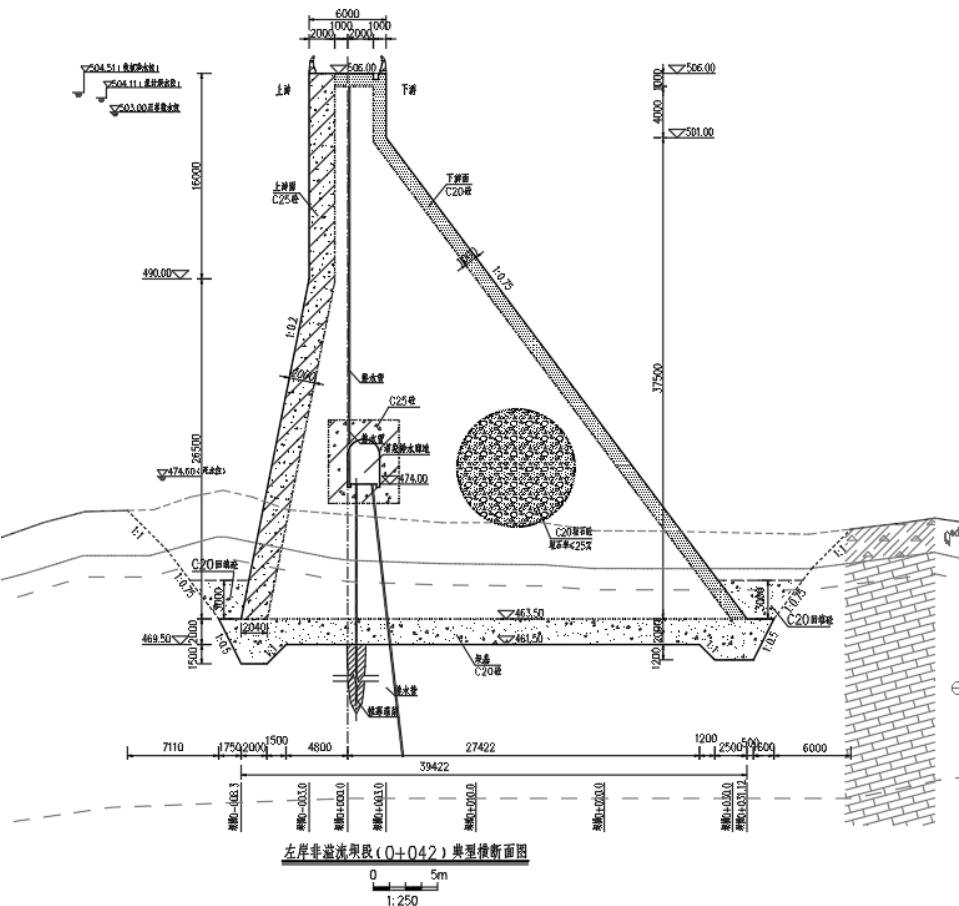


图 5.4-2 非溢流坝段标准断面图

水库正常蓄水位 503.00m，设计洪水位 504.25m，校核洪水位 504.67m。坝型为埋石砼重力坝，大坝坝顶长 132.0m。坝顶高程 506.00m，坝底高程 456.50m，最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m，上游坝坡 490.00m 以上垂直，以下 1：0.2 的坡度；下游坝坡 501.00m 以上垂直，以下为 1：0.75 的坡度；挡水建筑从左至右依次为左岸非溢流坝段、河床溢流坝段、右岸非溢流坝段。

5.4.4 混凝土面板堆石坝方案

该方案枢纽由面板堆石坝、岸边开敞式溢洪道、左岸导流兼放空冲沙隧洞、左岸引水隧洞等组成。

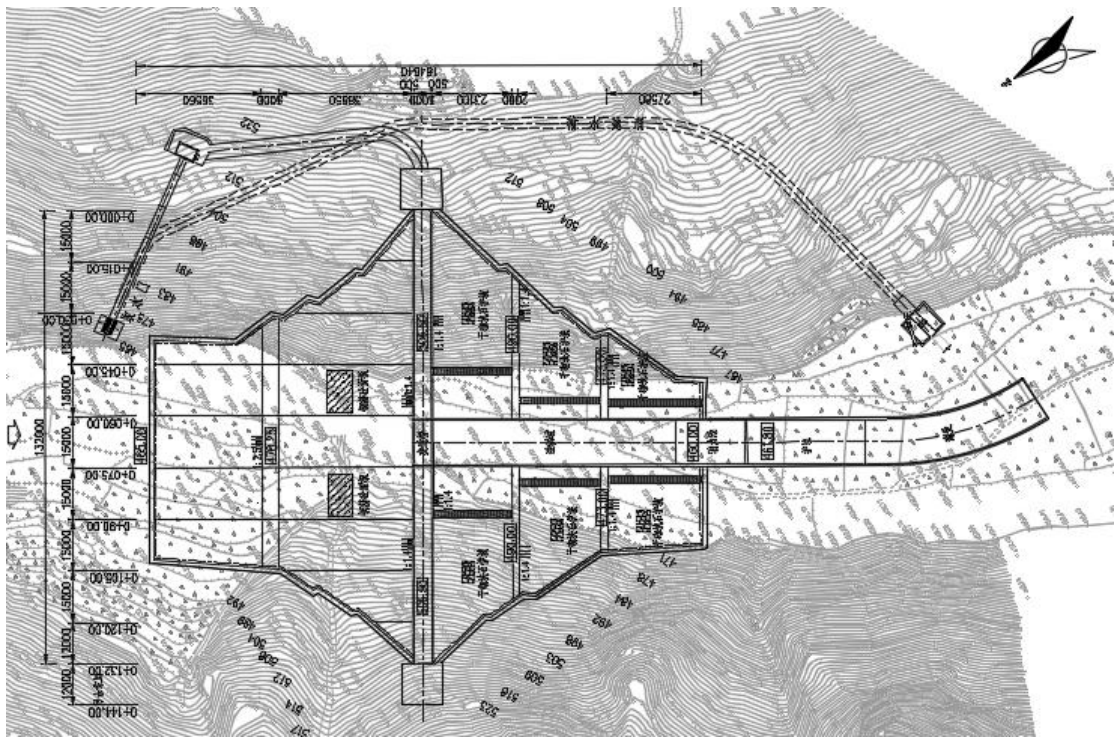


图 5.4-3 混凝土面板堆石坝平面布置图

大坝为4级建筑物，洪水标准按30年一遇洪水设计，500年一遇洪水校核。
大坝正常蓄水位 503.0m，设计洪水位（P=3.3%）504.17m；大坝校核洪水位（P=0.1%）504.72m。

大坝为面板堆石坝，坝顶高程 506.50m，河床趾板建基面高程 454.50m，最大坝高 52.0m，坝顶宽 6m，长 132.0m。坝顶上游至下游采用 1%的排水坡度。上游坝坡为 1:1.4，采用 0.4m 等厚钢筋混凝土面板防渗；下游坝坡为 1:1.4，采用干砌块石护坡；下游坝坡设置二道马道，左、右岸坝坡均布置 1.5m 宽的上坝台阶。面板上游依次为铺盖区、盖重区；面板下游依次为垫层区、过渡区、主堆石区、下游次堆石区、主堆石排水区及下游护坡。砼趾板布置于面板周围，置于弱风化岩体的上部。

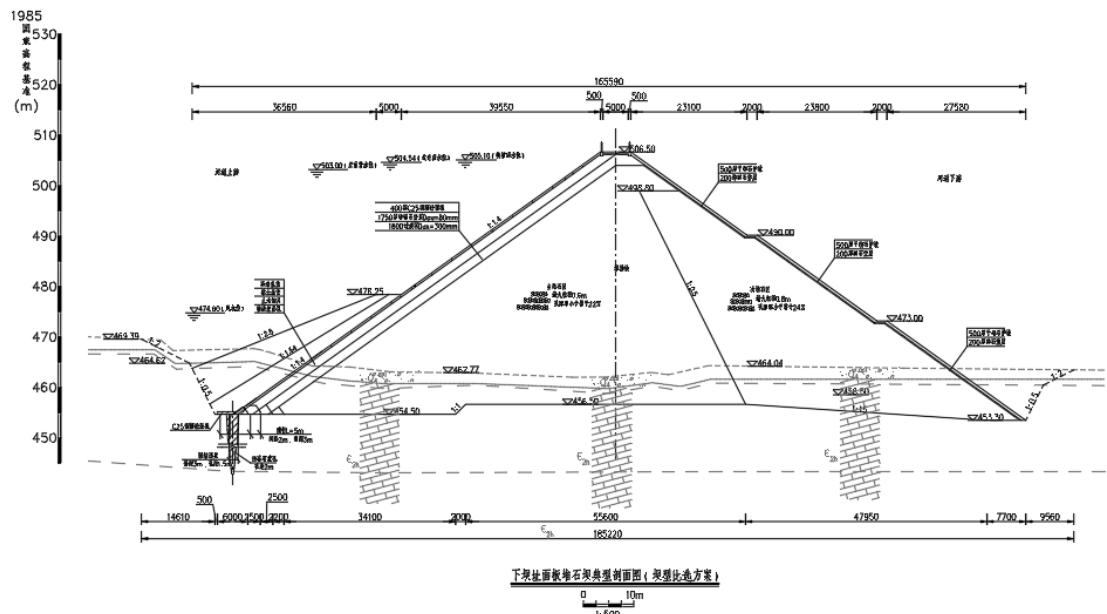


图 5.4-4 大坝标准断面图

溢洪道布置于大坝中间河床坝段，为开敞式溢洪道。溢流堰顶高程 504.1m，堰型为驼峰堰，溢洪道宽 14m；侧槽为梯形，上游端底宽 3.5m，下游端底宽 7m，长 11.05m；下接控制段，底宽为 7m，长 7m；之后接陡坡泄槽段，泄槽段底宽 7m，泄槽平面总长 137.5m，底坡为变坡，坡比由上至下分别为 1:0.05、1:0.625；溢洪道采用底流消能，消力池为扩散下挖式，由 7m 渐变至 12m，消力池底部高程为 463.411m，长 20.0m，下游接干砌石海曼与河床连接。

与导流洞相结合的放空冲沙洞、取水口布置于大坝左岸，放空冲沙洞进水口为岸塔式，采用龙抬头形式与导流洞相结合。放空冲沙洞进口与龙抬头段重叠于导流洞上方，放空冲沙洞进口底板、放空龙抬头段底板与导流洞顶部之间为钢筋混凝土，待导流度汛任务完成后，封堵回填该段导流洞，使其成为放空冲沙洞进口及龙抬头段基础的一部分。放空冲沙洞进口闸室长为 7.0m，闸室底板高程 470m，龙抬头结合段长 13.35m，后接城门型隧洞，洞身段长 270m，宽 2.5m，高 3.0m，隧洞出口处设置消力池，底板高程 463.3m，宽 2.0m，长 40m。闸室段设置 $b \times h = 2 \times 3\text{m}$ 平板事故闸门及平板工作闸门各一扇。

取水建筑物同样布置在大坝左侧山体内部，为取水隧洞，隧洞进口为岸塔式，进口底板高程 474.50，设置拦污栅及检修闸门各一扇，拦污栅尺寸 $1.5 \times 2.3\text{m}$ （宽×高），检修闸门孔口尺寸为 $1.5 \times 2.0\text{m}$ （宽×高）。闸室后为 $1.5 \times 2.0\text{m}$ 城门型

隧洞，洞身长 284m；隧洞出口设置分水管道（输水管道、生态放水管）闸阀室，控制管道水流。

5.4.5 坝型比选

1) 从地形、地质条件分析

表5.4-2 基本坝型地质条件比选表

序号	工程地质条件		适宜坝型		比较结果
			面板堆石坝	埋石砼坝	
1	地形条件	左右岸略对称的“V”型谷，底部高程 545m 左右。坝址左岸坡度相对较缓，坡度约 35°；右岸坡度相对较陡，坡度约 45°。两岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。两岸山体雄厚，拟建坝长约 145m	适宜	适宜	条件相近
2	地层岩性	坝址基岩为薄层状泥质粉砂岩，河床基岩裸露，两岸坡面覆盖层厚较薄。	适宜	适宜	相近
3	地质构造	无区域性断裂通过；坝址两岸层面裂隙和剪裂隙较发育。	适宜	较适宜	面板堆石坝略优
4	物理地质现象	两岸山体存在轻微的卸载崩塌现象	适宜	适宜	条件相近
5	清基深度	面板堆石坝：仅需清除少量冲洪积覆盖层。 重力坝：需清除冲洪积覆盖层和 2-3m 厚的强风化层。	清除覆盖层，部分强风化带	需清除强风化带	面板堆石坝略优
6	承载力与变形	强薄层状泥质粉砂岩基本质量级别为V级岩体；弱化薄层状泥质粉砂岩基本质量级别为IV级岩体	适宜	适宜	条件相近
7	坝基抗滑稳定	岩层倾向右岸偏下游，倾角很小	适宜	适宜	条件相近
8	坝基防渗	中等透水岩层的厚度仅有 10m 左右，坝基以下 10~15m 即达到中等透水岩层下限，坝基以下 10~15m 即达到 5Lu 线	适宜	适宜（防渗线较短）	埋石重力坝略优
9	泄洪建筑物	河床基岩出露，坝身泄洪不存在抗冲刷问题，岸坡式泄洪存在开挖后的高陡边坡稳定问题。	较适宜	适宜	埋石重力坝略优

2) 从枢纽布置上分析

本枢纽需要设置泄洪、放空冲沙、引水建筑物，重力坝方案可以利用坝体

做成溢流坝，坝内也可设置泄流、引水孔洞，枢纽建筑物布置因地制宜、合理紧凑、有利施工、运行管理方便；而以面板堆石坝为代表的枢纽布置，坝身不能解决泄洪、放空、取水引水设施的布置，需另辟途径，要在两岸山体另设相应建筑物，右岸受孤峰影响，无法布置上坝道路及岸坡式溢洪道等其他建筑物，由于地形、地质条件不理想，土建工程量大，枢纽布置建筑物分散、运行管理不便、工程永久占地大。就枢纽布置比较，重力坝优于面板堆石坝。

3) 从坝体结构和安全可靠性方面比较

两种坝型均能充分利用当地丰富的优质石料资源，对减少水泥用量降低坝体水化热温升有明显优势，而面板堆石坝优于重力坝。

坝体结构两种坝型都比较简单，作用明确，两种坝型断面尺寸都比较大，失事的概率较低，安全可靠性好，重力坝抵抗洪水漫顶、渗漏、地震等破坏的能力比土石坝强。

4) 施工条件比较

面板堆石坝要求机械化程度高，施工工艺流程较简单，坝体填筑工程量大，进度较快，但施工期受度汛影响，施工总工期相对较长。埋石砼重力坝由于坝体增加了埋石，合理采用了分缝分块，适当简化了温控措施，施工机械化程度也较高、进度较快，施工工艺流程简单，坝体填筑工程量较小，施工期不受度汛影响，施工总工期相对较短。就枢纽施工条件、工期而言，埋石砼重力坝优于面板堆石坝方案。

5) 投资概算

两种坝型反映在工程建筑投资上，埋石砼重力坝比面板堆石坝投资少 171.20 万元，且当地石材虽适宜兴建当地材料坝，但需新开放空隧洞及输水隧洞，施工难度较大。

综合以上分析比较，根据下表对比可见：在地形地貌、地层岩性、物理地质现象、坝基承载力、坝基防渗等方面，无明显的优劣之分，埋石砼坝和面板堆石坝适宜性相同，不存在制约因素，均具备建坝地质条件，结合经济技术比较，重力坝工程部分投资比面板堆石坝节省 171.20 万元，故选择重力坝方案为推荐方案。

5.5 工程总体布置

5.5.1 枢纽布置原则

1) 充分利用工程地形、地质、河势等自然条件和天然建筑材料, 优选各主要水工建筑物的结构型式和枢纽总体布置。

2) 各建筑物的布置应互相协调, 互不干扰, 以满足调度管理方便, 运行安全可靠。

3) 应满足总体方案技术可行, 施工方便, 经济合理等要求。

5.5.2 枢纽总体布置

5.5.2.1 可研阶段枢纽总布置方案

可研阶段枢纽总布置方案如下图:

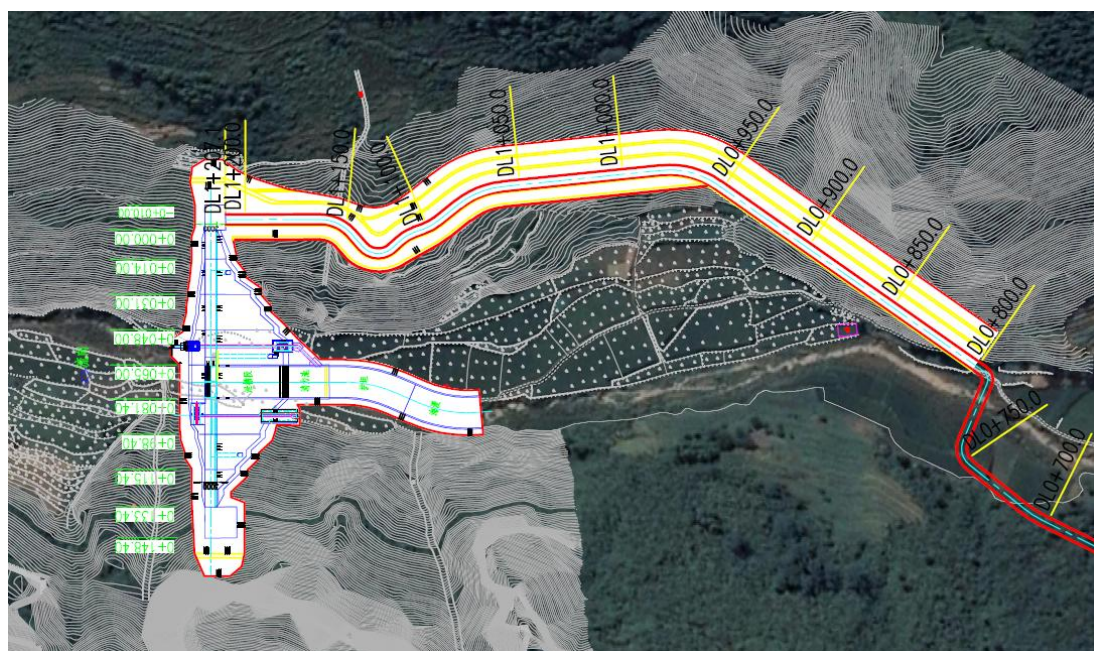


图 5.5-1 可研阶段枢纽总布置图

水库正常蓄水位 503.00m, 设计洪水位 504.25m, 校核洪水位 504.67m。坝型为埋石砼重力坝, 大坝坝顶长 132m。坝顶高程 506.00m, 坝底高程 456.50m, 最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m, 上游坝坡 490.00m 以上垂直, 以下 1: 0.2 的坡度; 下游坝坡 501.00m 以上垂直, 以下为 1: 0.75 的坡度; 挡水建筑从左至右依次为左岸非溢流坝段、河床溢流坝段、右岸非溢流坝段。

本工程属IV等小(1)型工程, 泄水建筑物为4级建筑物, 泄水建筑物设计洪水为50年一遇($P=2\%$), 相应下泄流量 $48.33\text{m}^3/\text{s}$, 校核洪水为500年一遇

($P=0.2\%$)，相应下泄流量 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。消能防冲工程按 20 年一遇设计，相应下泄流量 $38.83\text{m}^3/\text{s}$ ，考虑本工程泄洪消能的特点及坝址区的地形地质条件、枢纽总体布置、洪水流量、水库调度运行方式等因素，兼顾施工中、后期导流，拟定泄洪消能建筑物布置方案，选择合理泄洪布置形式。

泄水建筑物：布置于溢流坝段的河床位置，最大坝高 49.5m ，为开敞式无闸控制型式，2 孔泄流，每孔净宽 7m ，溢流堰为 WES 实用堰，堰面采用三级配 C30 砼浇筑，堰顶高程 503.00m ，边墩厚度为 1.0m ，中墩厚度为 1.5m ；下游面出口反弧段的反弧半径为 12.0m 。消能方式采用底流消能，消力池长 20m ，宽 16.00m ，底板高程 459.60m ，尾坎高 1.80m 。坝顶跨溢流堰设交通桥。

引水建筑物：取水设施由取水口闸室、坝内埋管和下游闸阀室等组成。取水口、闸门井均布置于重力坝坝体前，在坝顶设置取水口的启闭设备，取水口建筑物用 C25 砼浇筑，与坝体结构形成一个整体，不分结构缝，取水口为分层式取水，设 3 处 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 的平板钢闸门，闸门底板高程从低往高依次为 471.60m 、 483.60m 、 492.60m ；取水管采用坝内埋管方式布置，将水库水通过管道引至下游，取水管采用直径 1000mm 的钢管 (PN1.0Mpa)；下游闸阀室底板高程为 473.95m ，平面尺寸根据闸阀设备型号及安装要求，确定取水闸阀室平面尺寸长 $\times$ 宽= $6.0\times 5.0\text{m}$ ，取水进口启闭室平面尺寸长 $\times$ 宽= $10.05\times 5.40\text{m}$ 。引水管兼灌溉供水以及下放生态流量，在引水管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管为 DN1000 钢管，生态流量管为 DN200 钢管。

放空建筑物：大坝溢流坝右侧新建放空管，坝内部分采用坝内埋管，采用 DN1400 钢管 (PN1.0Mpa)，放空管总长约 120m ，电动闸阀控制放水。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 471.10m 高程，然后开启放空管控制闸阀放空水库。放空管施工期兼做导流底孔，在放空管坝踵前端位置设置 DN1000 的下闸蓄水控制闸，接上游导流管完成施工期洪水导流。

岩板田水库正常蓄水位 503.00m ，死水位 474.60m ，正常蓄水位对应库容 181.06万 m^3 ，死库容 6.05万 m^3 ，兴利调节库容 175.01万 m^3 。岩板田水库供水及灌溉区域主要为自流区域，供水范围为晃州镇及县城，坝址下游河道沿线村组为本工程的主要灌溉区域。灌区设计灌溉保证率 85% ；灌溉供水 182.2万

m³；人饮供水 42.68 万 m³，灌溉总面积 9728 亩。

5.5.2.2 本阶段枢纽总布置方案

岩板田水库的开发目标是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用效益的枢纽工程。

根据选定的坝址、坝型及枢纽布置，岩板田水库工程由拦河大坝、引水建筑物、放空管、进坝公路及大坝管理房组成。岩板田水库的开发目标是以应急备用水源和工程区日常供水为主，兼顾农田灌溉、保障生态用水的综合利用效益的枢纽工程。其具体布置图见下图。

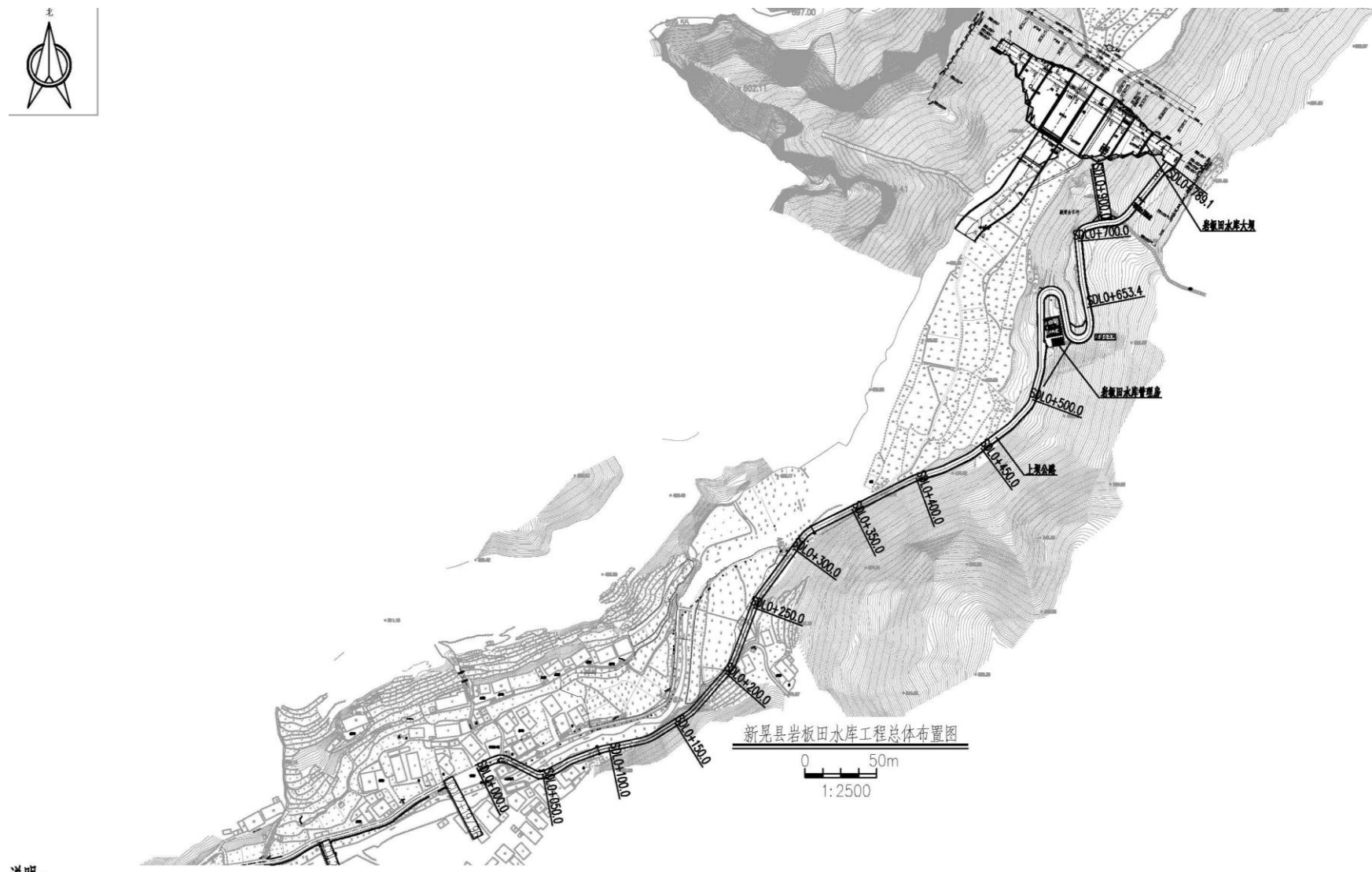


图 5.5-2 岩板田水库总平面布置图

水库正常蓄水位 503.00m，设计洪水位 504.25m，校核洪水位 504.67m。坝型为埋石砼重力坝，大坝坝顶长 132m。坝顶高程 506.00m，坝底高程 456.50m，最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m，上游坝坡 490.00m 以上垂直，以下 1: 0.2 的坡度；下游坝坡 501.00m 以上垂直，以下为 1: 0.75 的坡度；挡水建筑从左至右依次为左岸非溢流坝段、河床溢流坝段、右岸非溢流坝段。

本工程属IV等小（1）型工程，泄水建筑物为 4 级建筑物，泄水建筑物设计洪水为 50 年一遇（ $P=2\%$ ），相应下泄流量 $48.33\text{m}^3/\text{s}$ ，校核洪水为 500 年一遇（ $P=0.2\%$ ），相应下泄流量 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。消能防冲工程按 20 年一遇设计，相应下泄流量 $38.83\text{m}^3/\text{s}$ 。

泄水建筑物：布置于溢流坝段的河床位置，最大坝高 49.5m，为开敞式无闸控制型式，2 孔泄流，每孔净宽 7m，溢流堰为 WES 实用堰，堰面采用三级配 C30 砼浇筑，堰顶高程 503.00m，边墩厚度为 1.0m，中墩厚度为 1.5m；下游面出口反弧段的反弧半径为 12.0m。消能方式采用底流消能，消力池长 20m，宽 16.00m，底板高程 459.60m，尾坎高 1.80m。坝顶跨溢流堰设交通桥。

引水建筑物：取水设施由取水口闸室、坝内埋管和下游闸阀室等组成。取水口、闸门井均布置于重力坝坝体前，在坝顶设置取水口的启闭设备，取水口建筑物用 C25 砼浇筑，与坝体结构形成一个整体，不分结构缝，取水口为分层式取水，设 3 处 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 的平板钢闸门，闸门底板高程从低往高依次为 471.10m、483.10m、492.10m；取水管采用坝内埋管方式布置，将水库水通过管道引至下游，取水管采用直径 1000mm 的钢管（PN1.0Mpa）；下游闸阀室底板高程为 473.95m，平面尺寸根据闸阀设备型号及安装要求，确定取水闸阀室平面尺寸长 $\times$ 宽=6.0 $\times$ 5.0m，取水进口启闭室平面尺寸长 $\times$ 宽=10.05 $\times$ 5.40m。引水管兼灌溉供水以及下放生态流量，在引水管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管为 DN1000 钢管，生态流量管为 DN200 钢管。

放空建筑物：大坝溢流坝左岸左侧新建放空管，坝内部分采用坝内埋管，采用 DN1400 钢管（PN1.0Mpa），放空管总长约 120m，电动闸阀控制放水。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 471.60m 高程，然后开启放空管控制闸阀放空水库。放空管施工期兼做导流底孔，在放空管坝踵前端位置设置

DN1000 的下闸蓄水控制闸，接上游导流管完成施工期洪水导流。

岩板田水库正常蓄水位 503.00m，死水位 474.60m，正常蓄水位对应库容 181.06 万 m³，死库容 6.05 万 m³，兴利调节库容 175.01 万 m³。岩板田水库供水及灌溉区域主要为自流区域，供水范围为晃州镇及县城，坝址下游河道沿线村组为本工程的主要灌溉区域。灌区设计灌溉保证率 85%；灌溉供水 182.2 万 m³；人饮供水 42.68 万 m³。灌溉总面积 9728 亩。

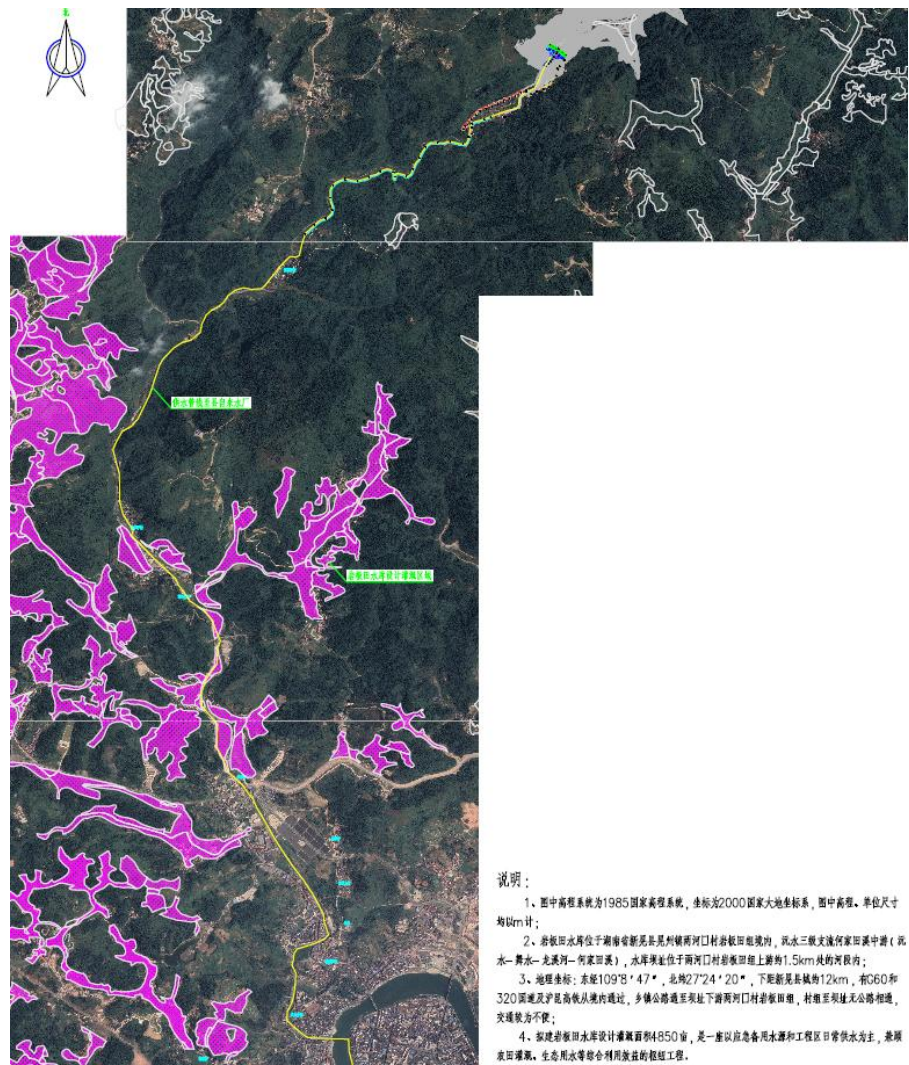


图 5.5-3 输水线路示意图

现状岩板田村组进场道路仅 3.0~3.5m 宽，且现状道路傍山而建，中大型车辆通行困难，本次拟对村组进场道路 2.15km 进行拓宽加固，保障路标准宽度 4.5m，转弯段局部加宽，并在临外高边坡侧设置设置防护栏杆。

现状岩板田村组在坝下游，目前无公路通往坝址，拟新建上坝道路沿左岸

山体绕行至坝区，公路长0.789km，跨河道处新建一座工作桥。公路设计纵坡为1.5%~10%，标准宽4.5m，局部受场地影响为3.5~4.0m，转弯段局部加宽。拟建上坝道路为200mm厚C25混凝土路面，路基铺100mm厚碎石垫层，上坝傍山侧设置混凝土排水沟，临外高边侧设置防护栏杆。

5.6 挡水建筑物

5.6.1 建筑物结构设计

5.6.1.1 坝体结构设计

坝体断面型式是在三角形基本剖面的基础上，根据不同的使用要求而拟定的实用剖面，根据调洪计算及构造要求，非溢流段坝顶宽度为6.0m，坝顶高程506m，最大坝高49.5m，坝底最大宽度38.11m，坝顶全长132m，其中左岸非溢流坝段长66.5m，右岸非溢流坝段长48m，河床段溢流坝段长17.5m。大坝上游面高程490.0m以上为铅直坡，以下坡比为1:0.20，大坝下游面高程501.0m以上为铅直坡，以下坡比为1:0.75。

根据坝区钻孔，岩板田水库库区天然出露地层主要为寒武系中统花桥组（ ϵ_{2h} ）及谷底和山坡分布第四系松散堆积层（Q）。

根据坝高及坝址地质条件，初拟大坝基本剖面，如下图所示，坝顶宽度6.0m，挡水坝段上游坝坡503.00m以上垂直，以下1:0.2的坡度；下游坝坡501.00m以上垂直，以下为1:0.75的坡度；溢流坝段剖面参照挡水坝段剖面拟定。经计算坝基应力、坝体内部应力和抗滑满足规范要求。

大坝主要建筑材料为全断面C20埋石砼，基础面设置2.0m厚C20垫层砼，背坡面设置1.00m厚C20砼，上游临水侧设置2.0m厚C25砼防渗面层，溢流堰采用抗冲耐磨C30砼，其余廊道、闸墩、导墙、防撞墩等采用C25砼。

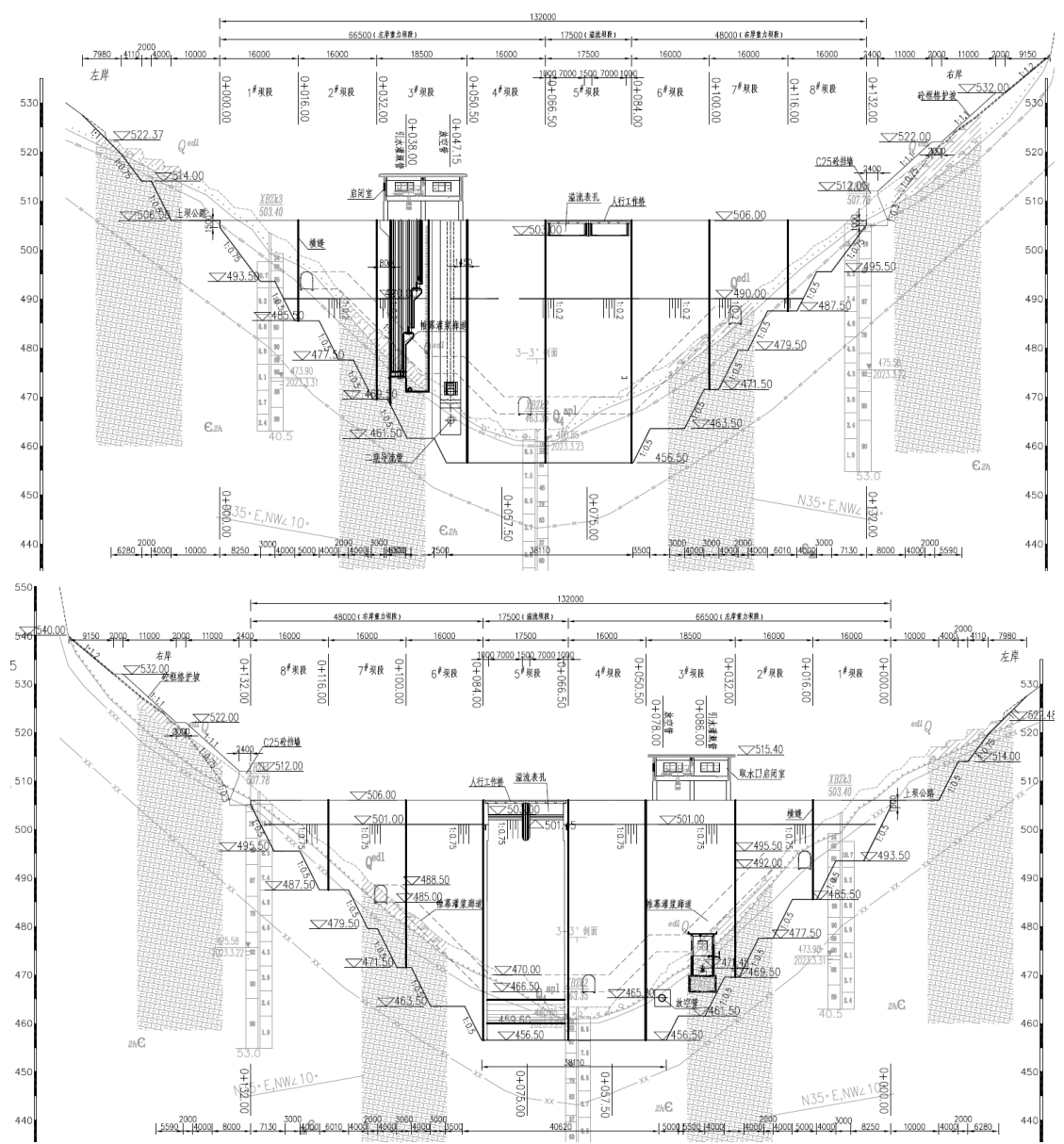
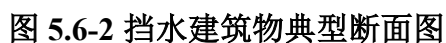


图 5.6-1 岩板田水库上下游立视图



根据《洪水标准》GB50201-2014 规定，本工程大坝为 4 级建筑物，埋石砼重力坝洪水标准为 50 年一遇洪水设计，经调洪后下泄流量为 $48.33\text{m}^3/\text{s}$ ，500 年一遇洪水校核，经调洪后下泄流量为 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。多年平均最大风速 13.00m/s （水面上空 10m 高度，10min 平均风速），吹程 0.30km。

根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018，坝顶高程的确定考虑两种情况，即正常蓄水位与校核洪水位情况。坝顶在水库静水位以上的超高按下式确定：

$$\Delta h = h_b + h_z + h_c$$

式中： Δh ——防浪墙顶至正常蓄水位或校核洪水位的高差

h_b ——浪高

h_z ——波浪中心线至正常蓄水位或校核洪水位的高差

h_c ——安全加高

公式：
$$h_{1\%} = 0.0076v_0^{-1/12}(gD/v_0^2)^{1/3}v_0^2/g$$

$$L_m = 0.33v_0^{-7/13}(gD/v_0^2)v_0^2/g$$

$$h_z = \pi h_b^2 / L_m \text{cth}(2\pi H_1 / L_m)$$

其中： D ——库区吹程，m；

v_0 ——计算最大风速，正常、设计工况时取 1.5V，校核工况时取 1.0V。

L_m ——平均波长，m；

H_1 ——坝前水深，m；

h_c ——安全加高，正常和校核情况下对 4 级建筑物分别取 0.4m 和 0.3m。

表5.6-1 坝顶高程计算表

计算情况	上游静水位 (m)	计算风速 (m/s)	水库吹程 (m)	浪高 (m)	波浪中心高出静水位 (m)	安全加高 (m)	计算坝顶高程 (m)
正常蓄水位	503.00	16.25	300	0.450	0.137	0.40	503.99
设计洪水位	504.25	16.25	300	0.450	0.137	0.40	505.24
校核洪水位	504.67	13	300	0.340	0.098	0.30	504.41

计算结果表明，坝顶高程应高于 505.24m。根据《溢洪道设计规范》

(SL253-2018), 溢洪道控制段的闸墩顶部高程, 在宣泄校核洪水位时, 不应低于校核洪水位加安全超高值, 即为 $504.67+0.3=504.97\text{m}$, 因本工程溢洪道布置于大坝中间, 其坝顶高程与闸墩顶部高程应协调一致。根据计算结果, 本阶段确定大坝坝顶高程为 506m 。

5.6.1.3 坝顶宽度设计

坝顶宽度的拟定主要考虑混凝土施工的需要和坝顶结构布置、交通要求等。两岸非溢坝段的坝顶宽度定为 6.0m ; 溢流坝段采用自由溢流方式, 坝顶仅含交通桥, 根据具体布置其坝顶宽度采用与非溢流坝段一致为 6.0m 。因坝顶有运行检修的交通要求, 在大坝坝顶上、下游侧设置高 1.0m 的护栏。

5.6.1.4 坝体分缝及止水

大坝混凝土分缝应根据坝基条件、结构布置、施工浇筑条件以及混凝土温度控制等因素要求确定。根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2018) 8.3 坝体分缝及灌浆横缝间距宜为 $15\sim 20\text{m}$ 。

本工程坝体为埋石砼重力坝, 结合本工程大坝结构布置情况, 大坝设置 6 道横缝, 分 8 个坝段, 从左岸至右岸分别长 16m 、 16m 、 18.5m 、 16m 、 17.5m 、 16m 、 16m 、 16m , 缝内填充沥青杉木板, 大坝不设纵缝。

非溢流坝段横缝上游面设 1 道铜片止水, 1 道橡胶止水, 下游面下游最高水位以下缝内设 1 道铜片止水; 溢流坝段横缝设 1 道铜片止水, 止水距离坝面 0.5m 。穿横缝廊道周边设 1 道橡胶止水。止水片在坝基接头处埋入基岩面以下 0.5m 。

铜片止水为厚 1.5mm “Ω”型, 橡胶止水为“652”型。

5.6.1.5 坝体排水设计

坝体排水是为了拦截渗透水、减少坝体渗透压力的措施; 坝体排水管布置在靠上游侧坝面, 距上游坝面 3.67m , 自左岸到右岸形成一坝体排水孔幕, 设置一排, 孔距 2.0m 。坝体排水孔幕采用钻孔布置, 孔径 110mm , 间距为 3m 。透过坝面的渗水, 大部分通过排水管汇集于设在廊道的上游侧排水沟, 经过横向排水沟排出坝面。

为排除透过帷幕的渗水, 在河床坝基部位, 廊道灌浆帷幕的下游, 设置一排排水孔幕, 大部分基础渗透水流经排水孔幕汇集于设在廊道的下游侧排水沟,

经过横向排水沟排出坝面。为不削弱防渗帷幕厚度，排水孔倾向下游 10°，平均孔深约 21.25m，孔距 3m，孔径 110mm，以降低扬压力。

5.6.1.6 廊道及交通系统设计

由于本工程大坝属中坝，根据《混凝土重力坝设计规范》SL319-2018，高坝、中坝内必须设置基础灌浆廊道，故本工程设置灌浆廊道，兼顾排水。本工程为埋石砼重力坝，在坝内廊道及交通布置上应尽可能简单，本工程在 EL.466.50m 设置基础灌浆廊道，灌浆廊道沿左至右两岸延伸，形成灌浆斜洞。基础灌浆廊道布置在坝基附近，距建基面 17.5m，底板高程 EL.456.50m，城门洞形，断面尺寸为 2.5m×3.5m（宽×高）。

本工程在 EL. 466.50m、EL.485.00m 和 EL.492.00m 设置横向交通排水廊道，排水廊道与灌浆廊道连通，将左右岸灌浆隧洞中渗水引入横向排水廊道。横向交通排水廊道采用城门洞形，断面尺寸为 2.5m×3.5m（宽×高）

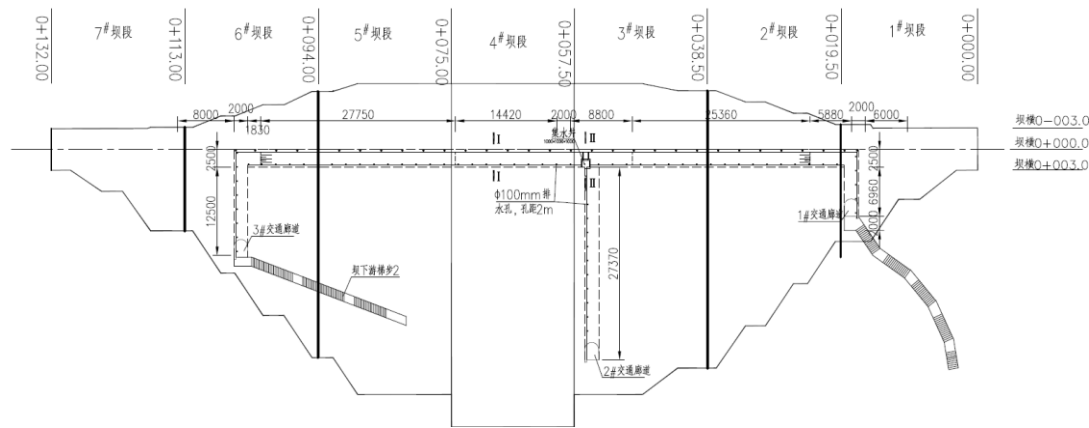


图 5.6-4 廊道平面图

5.6.2 大坝混凝土材料及分区设计

1) 大坝混凝土材料

在分析各坝段的工作条件及应力等设计成果的基础上，并按《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018）及《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）中对混凝土特性指标的规定，坝体混凝土应满足强度、抗渗、抗冻、抗侵蚀、抗冲刷、低热等性能方面的要求。

大坝主要建筑材料为全断面 C20 埋石混凝土，埋石率为 20%，大坝块石在附近库区内自采。大坝基础面设置 2.00m 厚 C20 垫层混凝土，溢流面、工作桥

面板采用 C30 混凝土，防浪墙采用 C25 钢筋混凝土，堰顶、闸墩、导墙、防渗面板采用 C25 抗渗混凝土。

2) 大坝分区设计

现根据坝体混凝土的不同部位、不同工作条件及不同特性，同时考虑埋石砼重力坝材料分区力求简单的特点，将坝体混凝土分成下列几个区：

I 区：坝体上游面防渗混凝土、坝体廊道周边混凝土；

II 区：坝体大体积埋石混凝土；

III 区：溢流面、导墙混凝土；

IV 区：下游面、交通桥、启闭机排架等；

V 区：坝基垫层、两岸坡基础、坝顶及其它混凝土。

结合本工程实际情况，常态混凝土龄期选取 90d，埋石混凝土龄期选取 90d。大坝埋石混凝土为坝体内部大体积混凝土，该混凝土的最大特点是水泥用量低、发热量低、热膨胀系数小，施工方便快捷，可大大简化混凝土温控措施，降低工程费用，提高工程质量。因此在选用低热水泥的同时，需降低水泥用量，并提高粉煤灰掺量。

5.6.3 大坝基础处理

5.6.3.1 坝基开挖

大坝建基面基本上全位于弱风化基岩上部，基岩开挖边坡为 1:0.75，覆盖层及河床砂卵石层开挖边坡为 1:1.0，开挖面为全径向面，在坝基开挖过程中，应保证利用岩面不致受到破坏或产生不良后果，当开挖到接近设计利用岩面时，应保留 0.5m 以上厚度，采用人工撬挖。两岸岸坡坝段建基面平行坝轴线方向开挖成台阶状，台阶宽度 3.0m。坝基河床基岩直接出露地表，为寒武系中统花桥组（ C_{2h} ）泥质灰岩、泥灰岩，根据钻孔压水试验成果，坝基泥质灰岩和泥灰岩抗渗性能较好，中等透水层厚度较小，坝基的中等透水岩层下限埋深 5m，5Lu 下限埋深约 20m。坝基开挖深度应满足水工建筑物的结构要求，基岩面上影响基岩与混凝土结合的氧化铁、钙泥质薄膜等均应清洗干净，大面积光滑岩面和节理面要凿毛处理。松动、孤立岩块应清除，建基面上严禁残留尖锐棱角岩体，避免应力集中。

5.6.3.2 坝基固结灌浆

根据地质条件，为改善坝基岩体力学性能，增进其整体性和均一性，加强防渗帷幕的防渗效果，建议对坝基岩体节理裂隙发育，岩体破碎的部位进行固结灌浆。本次对全坝基进行固结灌浆处理，孔、排距 3.0m，呈梅花形布置，平均孔深 7.0m，灌浆控制压力 0.4~0.7Mpa。

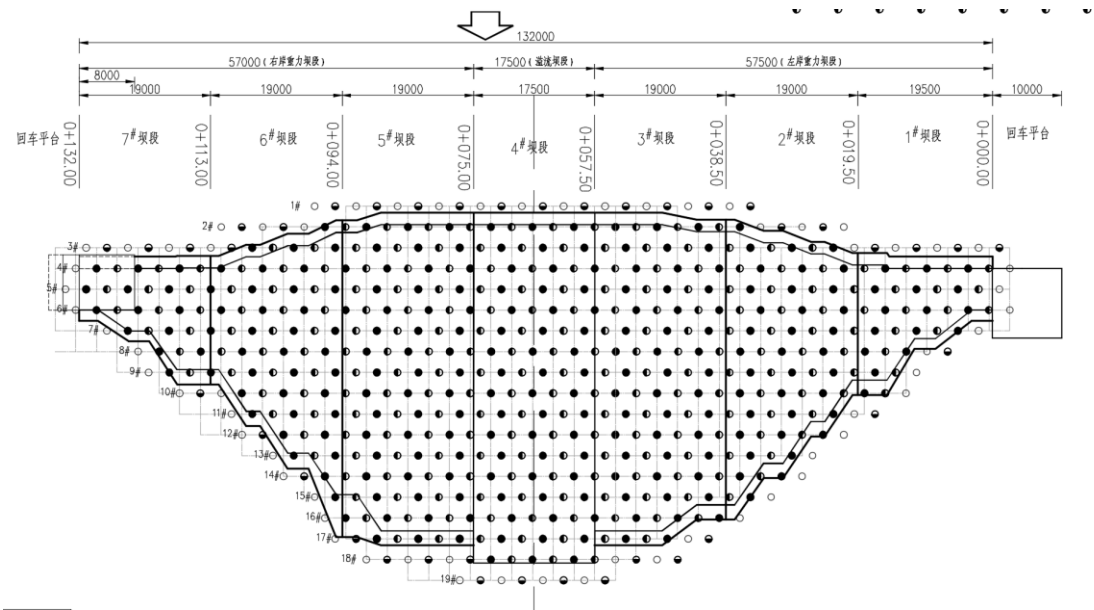


图 5.6-5 固结灌浆平面图

5.6.3.3 坝基帷幕灌浆

根据《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018）第 7.4.4 条，坝高在 50m 以下，透水率不大于 5Lu。本工程坝高 49.5m，帷幕深度达到基础相对隔水层（ $Q \leq 5Lu$ ），且深入该岩层内 5m，形成封闭式帷幕。

防渗帷幕平行坝轴线布置，偏向下游 0.67m，两岸延伸接地下水位线至基岩，单排孔，孔距 2m。坝段灌浆通过坝内灌浆廊道实施，两坝端则直接从坝顶往下施灌，深入岩体透水率 $< 5Lu$ 岩体以下 5m。

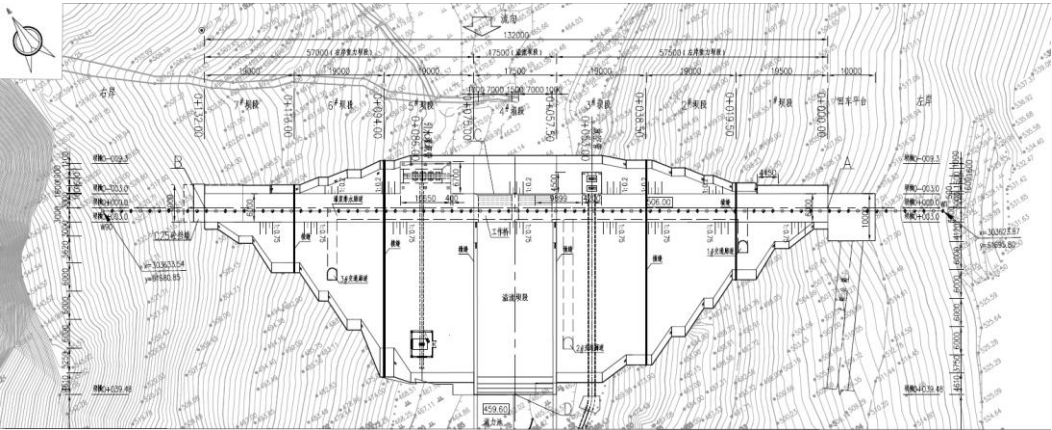


图 5.6-6 帷幕灌浆平面图

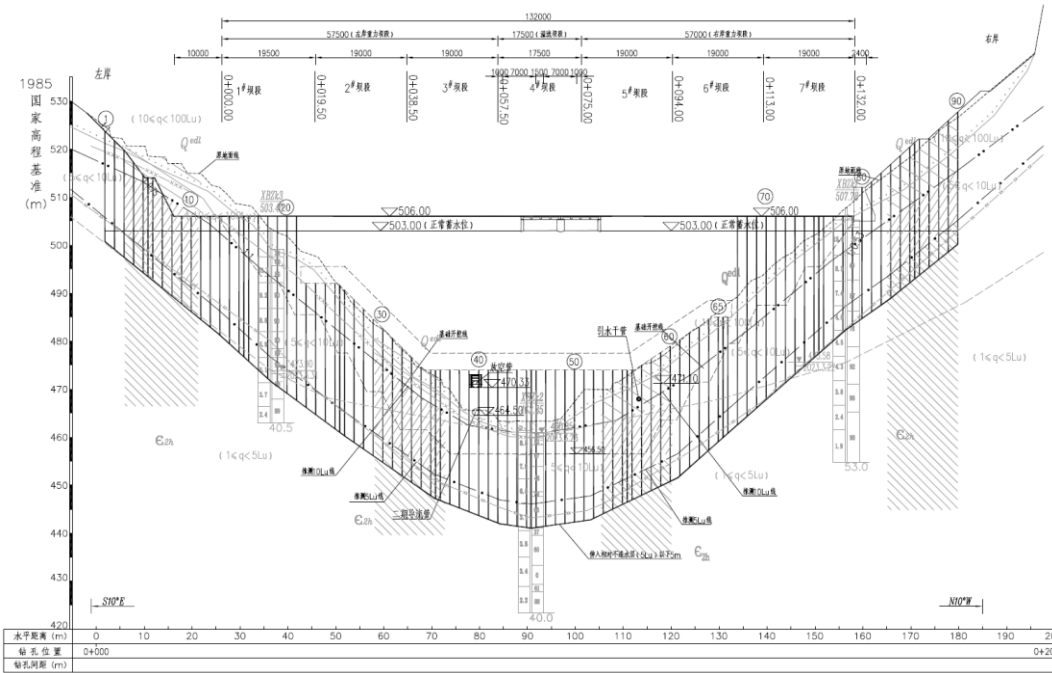


图 5.6-7 帷幕灌浆剖面图

5.6.3.4 坝基排水处理

为降低扬压力，在基础灌浆廊道下游侧采用钻孔布置一排排水孔，略倾向下游，孔深 5~21.5m，孔距 3.0m，孔径 110mm。

5.6.3.5 接触灌浆

岸坡接触灌浆应满足国家相关规范，灌浆及质量检查要求按 SL/T 62-2020 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》执行。混凝土坝坝肩岸坡或坝基齿槽的坡度陡于 50°，且坡面高差大于 3m 时，应布置接触灌浆。处于灌浆帷幕范围的

岸坡部位可不设接触灌浆。根据各坝段坝基需进行接触灌浆的面积大小，按照每个灌浆区面积小于 300m²的原则，将其分成若干个灌浆区。

接触灌浆造孔，孔深 500mm，孔径大于 50mm，排距为 3000mm，孔距为 2000mm，梅花形布置，每孔控制面积为 6m²。为避免坝基固结灌浆将接触灌浆管路堵塞，接触灌浆孔布置应尽量远离固结灌浆孔，且均匀布置。

5.6.4 大坝应力及抗滑稳定分析

该大坝座落于弱风化岩基，参照《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018）进行坝基抗滑稳定及应力计算。在重力坝断面设计时，基本上均按刚体极限平衡法做稳定分析，按材料力学方法做应力分析。

1) 计算工况及荷载组合

埋石砼重力坝的稳定计算主要包括两个方面的内容，即稳定计算、应力计算。本工程计算中的荷载和荷载组合按《混凝土重力坝设计规范》（SL319-2018）的规定进行。主要荷载有：坝体自重，静水压力、浪压力、水重、扬压力、泥沙压力等，本枢纽位于怀化市新晃县境内，坝区地震基本烈度为VI度， 不须进行抗震设防，故按常规荷载组合如下表。

表5.6-2 大坝稳定计算荷载组合表

荷载组合	计算工况	上游水位(m)	下游水位(m)	荷 载						备注
				结构自重	静水压力	扬压力	风浪压力	动水压力	泥砂压力	
基本组合 1	正常蓄水位	503.00	461.40	√	√	√	√		√	动水压力只相对溢流坝
基本组合 2	设计洪水	504.25	462.17	√	√	√	√	√	√	
特殊组合 1	校核洪水	504.67	462.42	√	√	√	√	√	√	

2) 荷载计算

(1) 静水压力

包括坝体上、下游面的水平向水压力和竖直向的水重。水平向水压力按三角形分布，计算公式：

$$P_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

式中：r_w—水的容重，kN/m³；

H—相应计算工况的作用水头, m。

(2) 泥沙压力

水平泥沙压力标准值计算公式为:

$$P_n = \frac{\gamma_{sb} b h_s^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_s}{2} \right)$$

式中: r_{sb} —泥沙浮容重, kN/m^3 ;

$$h_s$$
—坝前泥沙淤积高度, m; φ_s —淤沙内摩擦角, $^{\circ}$ 。

(3) 浪压力

波浪要素计算见 5.6.1.2 小节。

浪压力标准值计算公式:

$$P_{\text{wk}} = \frac{1}{4} \gamma_{\text{w}} L_{\text{m}} (\mathbf{h}_{1\%} + \mathbf{h}_{\text{z}})$$

式中: r_w —水的容重, kN/m^3 ;

$H_{1\%}$ —累积频率为 1% 的波高, m;

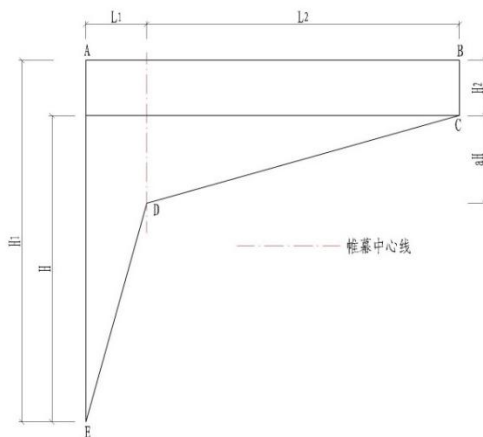
h_z —波浪中心线至计算水位的高度, m, 按下式计算:

$$h_z = \frac{\pi \hbar^2}{L_m} \coth \frac{2\pi H}{L_m}$$

H—挡水建筑物迎水面的水深，m。

(4) 扬压力

坝基扬压力图形计算假定如下图所示，图中 ABCDE 所形成的面积即为扬压力的大小（图中渗压系数 a 的取值为 0.25）。



(5) 计算简图

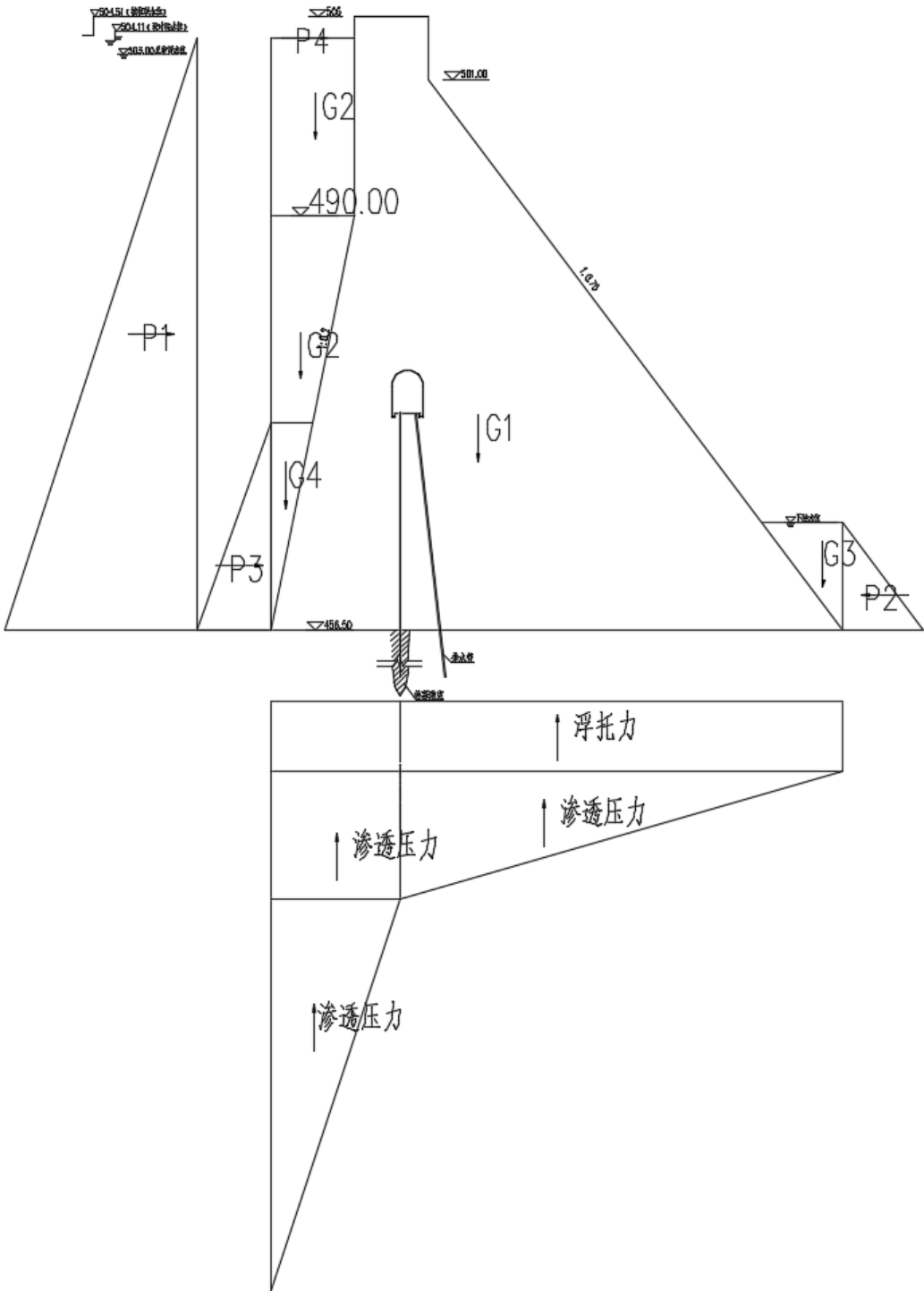


图 5.6-8 重力坝稳定应力计算简图

非溢流坝段河床最大断面和溢流段断面荷载计算成果分别见下表。

表5.6-3 非溢流段荷载计算成果表 单位：kN

计算工况	作用类别								
	坝体自重	上游水重	上游静水压力	下游静水压力	下游水重	浪压力	泥沙自重	淤沙压力	扬压力
基本组合 1	27485	1929	10606	118	88	38	270	871	8704
基本组合 2	27485	2000	11118	158	118	38	270	871	8933
特殊组合 1	27485	2025	11306	172	129	13	270	871	9006

表5.6-4 溢流段荷载计算成果表 单位：kN

计算工况	作用类别								
	坝体自重	垂直水重	上游静水压力	动水压力		浪压力	泥沙自重	淤沙压力	扬压力
				垂直方向	水平方向				
基本组合 1	26734	1929	10606	0	0	38	270	871	8704
基本组合 2	26734	2000	11118	675	387	38	270	871	8933
特殊组合 1	26734	2025	11306	1588	741	13	270	871	9006

3) 建基面抗滑稳定计算

大坝抗滑稳定计算的物理力学参数如下表：

表5.6-5 大坝抗滑稳定计算的物理力学参数表

参数名称	单位	数值
筑坝材料容重 γ_c	kN/m ³	24.0
水容重 γ_w	kN/m ³	10
淤沙浮容重 γ_{sb}	kN/m ³	9
淤沙高度 H_s	m	16.58
淤沙内摩擦角 φ	°	10
基岩抗压强度 f_R	Mpa	30~50（弱风化）
坝基承载力标准值	Mpa	2~3
折减系数 α		0.3
垫层砼/基岩凝聚力 C'	Mpa	0.55~0.65
垫层砼/基岩抗剪断摩擦系数 f'		0.72~0.85

大坝抗滑稳定计算选取砼垫层与坝基接触面作为验算截面，计算各截面的抗滑稳定安全系数。按抗剪断公式计算

$$Kc' = \frac{f' \sum W + c'A}{\sum P}$$

式中： ΣW ——作用于计算断面上全部荷载对滑动平面的法向分力；

ΣP ——作用于计算断面上全部荷载对滑动平面的切向分力；

f ——垫层砼基底面与岩石地基之间的抗剪断摩擦系数；

c' ——垫层砼基底面与基岩地基之间的抗剪断粘着力（kPa）；

A ——大坝基底面的面积（ m^2 ）。

根据以上计算方法，按规定的计算工况进行大坝抗滑稳定计算，坝基抗滑稳定的计算结果见下表。

表5.6-6 抗滑稳定成果表（取河床部位最大典型断面计算）

坝段	荷载组合	工 况	安全系数			
			计算出抗滑稳定安全系数 K'	规范规定抗滑稳定安全系数 K'	计算出抗滑稳定安全系数 K	规范规定抗滑稳定安全系数 K
挡水坝段	基本组合	1.正常蓄水位	3.66	3	1.149	1.05
		2.设计洪水位	3.50	3	1.096	1.05
	特殊组合	3.校核洪水位	3.46	2.5	1.080	1
溢流坝段	基本组合	1.正常蓄水位	3.53	3	1.09	1.05
		2.设计洪水位	3.38	3	1.04	1.05
	特殊组合	3.校核洪水位	3.33	2.5	1.02	1

从计算成果可知，基本组合情况 $K > 3.0$ ，特殊组合情况 $K > 2.5$ ，故坝体抗滑稳定满足规范要求。

4) 应力分析

坝体应力分析可按下式计算：

$$\sigma_y^u = \frac{\sum W}{T} + \frac{6 \sum M}{T^2}$$

上游面垂直正应力：

$$\sigma_y^d = \frac{\sum W}{T} - \frac{6 \sum M}{T^2}$$

下游垂直面正应力：

式中： T ——坝体计算截面沿上、下游方向的长度， m ；

ΣW ——计算截面上全部垂直力之和（包括坝体自重、水重、淤沙重及计算的扬压力等），以向下为正。

ΣM —计算截面上全部垂直力以及水平力对于计算截面形心的力矩之和，以使上游面产生的压应力者为正。

根据以上计算方法，按规定的计算工况对各计算截面进行应力计算，计算结果见下表。

表5.6-7 大坝应力计算成果表（取河床部位最大典型断面计算）

计算坝段	工况	荷载组合	主要考虑情况	坝基应力	
				坝踵 (kpa)	坝趾 (kpa)
挡水坝段	运行期	基本组合	1.正常蓄水位	296	651
			2.设计洪水位	276	665
		特殊组合	3.校核洪水位	272	667
	施工期	/	/	/	971
溢流坝段	运行期	基本组合	1.正常蓄水位	158	762
			2.设计洪水位	141	775
		特殊组合	3.校核洪水位	120	794
	施工期	/	/	/	1028

根据计算结果，运行期时，重力坝坝基面坝踵应力均大于 0，坝趾最大压应力为 0.79MPa。本工程坝基置于弱风化岩层上，根据地质试验资料，坝基弱风化岩体承载力特征值约为 2.5~4MPa，坝基应力满足要求。施工期时，重力坝坝趾最大压应力为 1.03MPa，无拉应力，满足规范要求。

5.7 泄水建筑物

5.7.1 泄洪方式选择

因本工程挡水建筑物推荐为堆石混凝土重力坝，故可利用坝体本身泄洪，泄洪方式可采用坝顶溢洪道泄洪及底孔泄洪方式。泄洪方式若采用坝身泄水孔，该方案泄水孔施工期间可做导流用，工程造价低。但该方案过水量超幅十分有限，在运行期间泄水孔在汛期若遇洪水遭遇破坏时，可能造成坝体结构破坏，引发溃坝，工程运行风险大，故坝身泄水孔方案不予以考虑，选择坝顶河床开敞式溢洪道方案。

坝顶溢流道堰型为 WES 曲线型实用堰，泄洪孔口可采用坝顶开敞式自由溢流溢洪道和开敞式设闸门控制溢洪道。本工程 500 年一遇的校核洪峰流量为

77.57m³/s，流量不大，可考虑溢洪道为坝顶开敞式自由溢流，运行、管理较设闸门控制方便。因此，本工程推荐采用坝顶开敞式自由溢流溢洪道。

坝线处河床宽度约 13.5m，考虑泄洪后下游洪水归河问题，溢流段不宜设置太宽，本阶段设计考虑溢流净宽为 7*2m，堰顶高程为 503.00m，校核水位较正常水位雍高约 1.5m，孔口尺寸较合适。

5.7.2 消能方式选择

常用的消能方式主要分为底流、挑流和面流消能等。底流消能型式为水跃消能，水跃消能适用于各类泄水建筑物，其优点有：水流条件好，消能效果好，无雾化现象，对尾水变幅的适应性较好，与下游水位衔接较好；其冲刷能力一般较小，对地质条件的要求较低，能适应各类地质条件，消力池基础可以是岩石，也可以是覆盖层；主要问题是修建费用相对较高。挑流消能主要是采用在泄水建筑物末端设置挑流鼻坎，利用集中急流的动能，把水股挑向下游河道，射流在足够深的水垫内进行淹没扩散消能后与下游的正常缓流衔接。挑流消能的优点有工程量小，投资较小；但是，挑流消能要求尾水较深、地质条件较好，若河道尾水深度不足，地质条件不好，将发生局部冲刷，影响下游岸坡稳定；同时，在高速水流挑射过程中，大部分能量在空中形成水雾，水流落入河床后，水花飞溅，严重影响下游居民生活、生产安全，故采用挑流消能应远离居民及建筑物。面流消能对河床地质要求一般介于挑流消能和底流消能方式之间，但其对岸坡的稳定性要求较高；同时面流消能对尾水位变动的的影响较敏感，要求下游具有较高和较稳定的水位，否则不易形成面流。

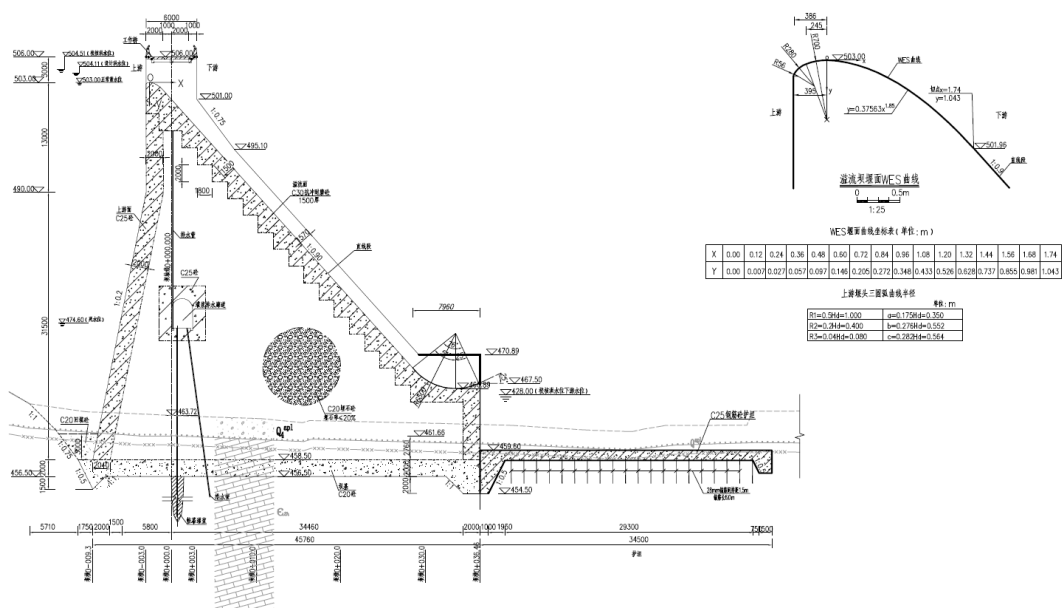


图 5.7-1 挑流消能方案比选

结合该工程天然河道地形，影响消能型式选择的主要因素有：单宽泄流量较大，单宽泄洪功率也较大；洪水峰高量大，但下游水深变幅小，水深较浅；由于岩板田水库工程泄水建筑物采用坝身泄洪型式，在坝下游天然河道水深变幅小的情况下，其消能形式采用挑流和底流消能均是可行的。

根据地质情况，岩板田水库坝基岩石主要为寒武系花桥组（ ϵ_{2h} ）灰褐色薄~中厚层泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，节理裂隙中等发育，抗冲刷能力相对一般，其消能形式采用挑流和底流消能均是可行的。

溢流坝消能方案的投资比较，底流消能方案对现有消力池、海漫及护坦段进行防护，挑流消能方案右岸岩石条件较好，左岸及河床需进行大面积防冲防护，投资较高，故底流消能方案低于挑流消能方案。

底流消能的最大优点是对地质条件的要求相对较低，对尾水变幅的适应性较好，出池水流对下游河道的冲刷轻微，雾化影响小，经计算，消力池长度 21.20m，池深度 1.80m，底板平均厚度 1.0m。挑流消能的最大优点是结构简单、易于检修，但坝址紧邻岩板田村组，下游分布大量耕地，若采用挑流消能将严重影响下游居民生活、生产安全。综合河道地形、地质、下游农田及居民区、投资等因素进行对比，本次设计推荐底流消能方案。

5.7.3 泄水建筑物结构设计

5.7.3.1 泄水建筑物结构布置

本工程泄水建筑物为 4 级建筑物，正常运用洪水标准为 50 年一遇，相应泄量为 $48.33\text{m}^3/\text{s}$ ，非常运用洪水标准为 500 年一遇，相应泄量为 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。

溢流坝段布置在河床中部，溢流型式为无闸门自由表孔泄流，采用 2 孔布置，单孔净宽 7.0m，堰顶高程 503.00m。溢流堰为 WES 型实用堰，由上游面曲线、直线段、下游面曲线和下游消力池等组成。堰顶下游采用规范推荐的 WES 幂曲线至高程 501.45m，接 1:0.75 的堰坡以反弧与消力池衔接，消力池底板高程为 459.60m，消力池宽 16.00m，长 20m，池深 1.8m，经尾坎高程 461.40m 与下游河道相接。溢洪道边墩厚 1.0m，中墩 1.5m，堰顶采用交通桥与非溢流段连接，交通桥采用“T”形梁，桥面宽 6m，设计荷载汽车-II级，“T”形梁梁高 0.75m，布置 2 跨，每跨长 8.47m。

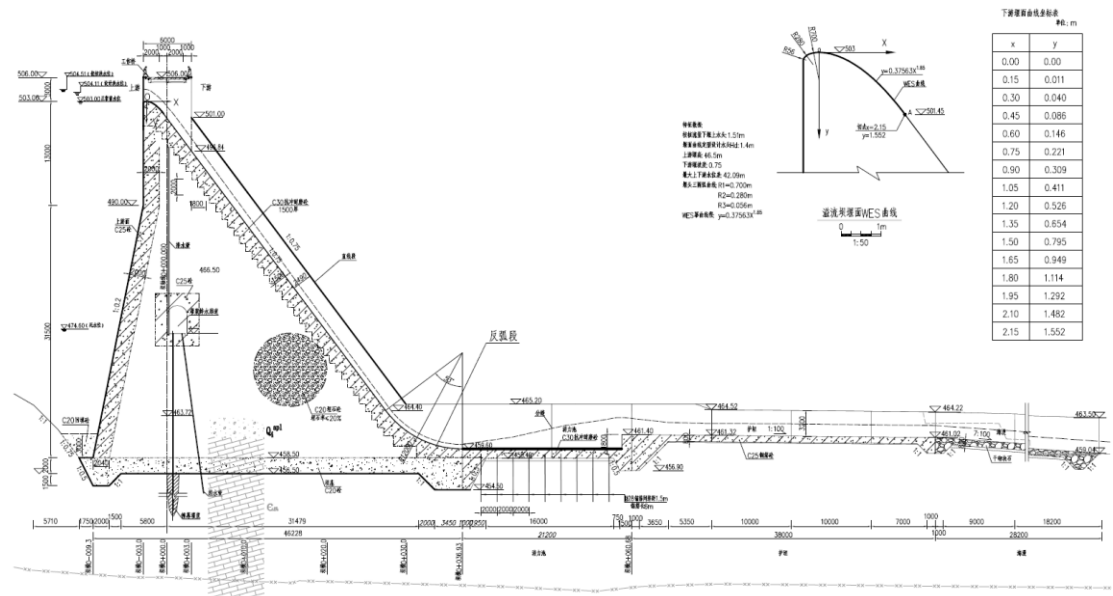


图 5.7-2 溢流坝剖面图

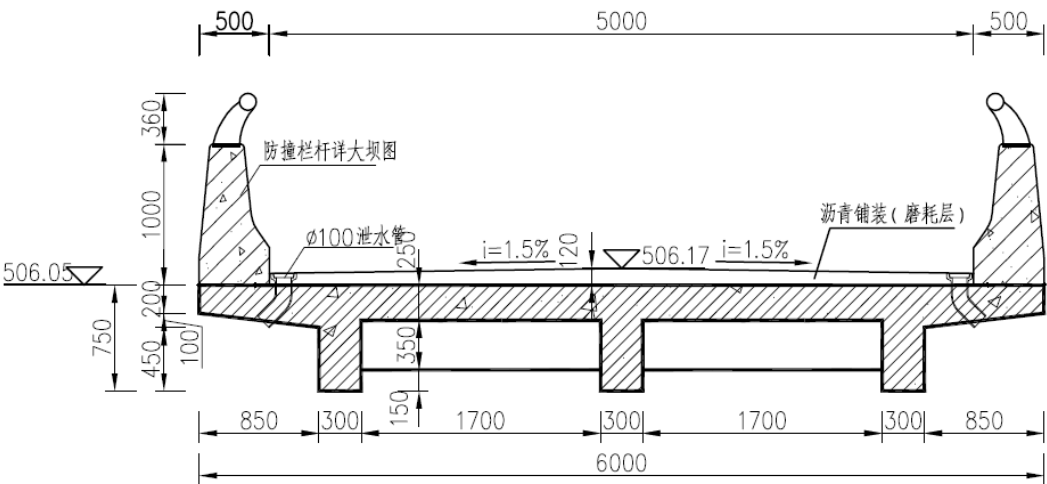


图 5.7-3 工作桥横剖面图

堰体上游迎水面采用 2.0m 厚 C25 二级配防渗混凝土，设计容重为 24kN/m³，抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F50；下游溢流面采用 1.5m 厚 C30 二级配抗冲耐磨混凝土过流面，设计容重为 24kN/m³，抗渗等级为 W6，抗冻等级为 F50；消力池底板为 C25 钢筋混凝土结构，侧墙采用 C20 砼，抗渗等级均为 W6，抗冻等级为 F50。

5.7.3.2 堰面曲线设计

堰顶上游段堰头采用三圆弧曲线，下游为幂曲线。堰面曲线定型设计水头，按高堰计算时，取 $H_d = (0.75 \sim 0.95) H_{max}$ ， $H_{max} = 1.13 \sim 1.43m$ ， $H_d = 1.4m$ 。

由于上游堰面为铅直面，为便于与溢流堰面平顺连接，采用三圆弧曲线。其圆弧结果见下表。

表5.7-1 上游堰头曲线成果表 单位：m

第一段圆弧		第二段圆弧		第三段圆弧	
$X_1 = -0.175H_d$	$R_1 = 0.5H_d$	$X_1 = -0.276H_d$	$R_1 = 0.2H_d$	$X_1 = -0.282H_d$	$R_1 = 0.04H_d$
-0.245	0.700	-0.386	0.280	-0.395	0.056

堰顶原点下游堰面曲线采用规范推荐的 WES 幂曲线，按下式计算：

$$x^n = kH_d^{n-1}y$$

式中： H_d ——堰面曲线定型设计水头，m；

x 、 y ——以溢流堰顶点为坐标原点的坐标， x 为以向下游为正， y 以向下为正；

n——与上游堰坡有关的指数（查规范附录 A 表 A.1.1）；

k——当 $P_1/H_d > 1.0$ 时，k 值按堰面曲线参数表取值，当 $P_1/H_d \leq 1.0$ 时，取 $k=2.0\sim 2.2$ 。

计算得： $H_d=1.4$ ， $y=0.37563x^{1.85}$

表5.7-2 WES 曲线坐标表

x	0.00	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90	1.05
y	0.00	0.011	0.040	0.086	0.146	0.221	0.309	0.411
x	1.20	1.35	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10	2.15
y	0.526	0.654	0.795	0.949	1.114	1.292	1.482	1.552

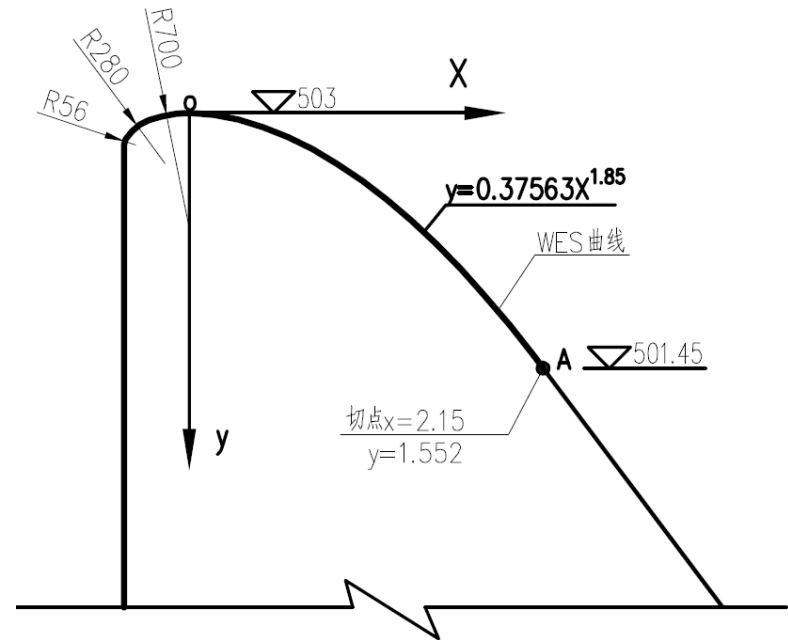


图 5.7-4 WES 曲线示意图

堰面曲线原点上游采用三圆弧曲线，圆弧半径分别为 56mm、280mm、700mm。下游堰面曲线与直线相切，出口反弧段半径 12.0m。溢流面采用 C30 现浇钢筋砼结构。

5.7.3.3 溢洪道泄洪能力计算

溢洪道堰面曲线采用 WES 型实用堰，溢洪道泄流能力按下式计算：

$$Q=m\epsilon B\sqrt{2g}H_0^{1.5}$$

式中：Q—下泄流量（m³/s）；

B—溢流堰前沿总净宽（m）；计算采用 14m；

H₀—计入行近流速的堰顶水头（m）；设计水头为 $H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g}$ ；

V₀—行近流速（m/s），

α_0 —动能修正系数，近似取为 1.0；

H—堰上水头（m）；

g—重力加速度（m/s²），g=9.81 m/s²；

m—流量系数

c—上游堰坡影响系数（上游堰面为铅直面，c=1.0）；

ε —侧收缩系数， $\varepsilon = 1 - 0.2 [(n - 1)\zeta_0 + \zeta_k] \frac{H_0}{n b}$ ；

σm —淹没系数，查附录 A 图 A2.1-3 求得，不淹没时 $\sigma m = 1.0$ 。

下泄流量成果见下表。

表5.7-3 溢流坝孔口尺寸成果表

条目	洪水标准	洪峰流量	下泄流量	洪水水位	堰顶高程	孔口数	孔口宽
单位		m ³ /s	m ³ /s	m	m	个	m
设计	P=2%	48.33	48.33	504.25	503	2	7
校核	P=0.5%	77.57	63.5	504.67	503	2	7

表5.7-4 溢流坝泄流能力成果表

Z (m)	503	503.4	503.8	504.25	504.2	504.67	505	505.8
Q (m ³ /s)	0.00	8.94	25.01	41.47	45.49	63.92	95.88	155.58

校核洪水位 504.67m 时，计算泄量为 63.92m³/s，水深 h=1.51m，当设计洪水位 504.25m 时，计算泄量 41.47m³/s，水深 h=1.11m，均满足泄流能力要求。

5.7.3.4 溢洪道水面线计算

面线计算按一元恒定流能量方程式求解，主要公式为：

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

$$\text{反弧底相对临界水深：} \bar{h}_k = \frac{h_k}{H} = \frac{q^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{1}{3}} H}$$

$$\text{反弧底流速系数: } \varphi = \left[1 - \frac{0.0684}{\frac{1}{h_k^2}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{反弧底水深: } \frac{q}{h_3} = \varphi_1 \sqrt{2g(H-h_3)}$$

经计算，校核洪水泄流情况，各断面水深见下表。

表5.7-5 校核洪水泄流情况各断面水深

	垂直水深 (m)	流速 v (m/s)	掺气水深 (m)
断面 1 (堰顶)	1.510	3.269	2.010
断面 2 (直线段起点)	0.605	10.715	0.756
断面 3 (直线段终点)	0.215	26.93	0.320
断面 4 (反弧最低点)	0.225	26.93	0.320

5.7.4 消能建筑物结构设计

5.7.4.1 消能设施设计洪水标准

消能设施按 20 年一遇洪水设计。经调洪计算，P=5%设计洪水情况下，入库洪峰流量为 47.17m³/s，最大下泄流量为 38.83m³/s，上游水位为 504.08m，下游水位为 464.89m。

5.7.4.2 消力池结构布置

溢洪道消力池为等宽下挖式平底消力池，消力池底板高程为 459.60m、宽 16m、深 1.8m、长 20m，尾部端坎顶部高程 461.40m。过水横断面为矩形，底板厚度为 1.2m，混凝土强度等级采用 C30。消力池边墙顶部高程为 465.20m，为 C20 砼直墙重力式，高 6.2m。

消力池底板的分缝分块，考虑边墙高度较大，将底板与边墙结合成整体，在消力池中轴线设纵缝，横缝设在消力池顺水流方向 12m 处，将底板分为 2 块，缝间不设止水。

消力池底板排水设计：考虑地下水位和扬压力较高，不利于底板的稳定，必须适当降低扬压力，采用底板明排水型式，排水孔的排距和孔距均为 2.0m，孔径 $\phi 75\text{mm}$ ，深入基岩 50cm，采用 PVC 管在混凝土浇筑时埋设。

根据消力池稳定需要，在消力池底板设置基础锚杆深入基岩，孔距和排距均为 1.5m，锚筋长 6.0m，梅花形布置。

5.7.4.3 设计计算

(1) 消能计算

本工程溢洪道为 4 级建筑物，消能防冲按 20 年一遇洪水设计，下泄流量为 $38.83\text{m}^3/\text{s}$ 。计算公式如下：

$$d = \sigma h_2 - h_t - \Delta Z$$

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{2gb^2} \left(\frac{1}{\phi^2 h_t^2} - \frac{1}{\sigma^2 h_2^2} \right)$$

$$L_k = 0.8L$$

$$L = 9.5(Fr - 1) \times h_1$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1 \right)$$

$$Fr_1 = v_1 / \sqrt{gh_1}$$

式中：

Fr_1 ——收缩断面弗劳德数

d ——池深，m；

σ ——水跃淹没度（ σ 取 1.05）；

h_2 ——池中发生临界水跃时的跃后水深，m；

h_1 ——收缩断面水深，m，

h_t ——消力池出口下游水深，m；

ΔZ ——消力池尾部出口水面跌落，m；

Q ——流量， m^3/s ；

b ——池宽，m；

ϕ ——消力池出口段流速系数，取 0.95；

L ——自由水跃的长度，m；

表5.7-6 消力池消能计算成果表

频率 P	泄流量 Q	池底宽 B	收缩断面水深 h_1	水跃共轭水深 h_2	消力池长 L_k	规范要求消力池深 d
%	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
5	38.83	16	0.16	3.75	19.25	0.65

根据计算，考虑与下游河道的衔接及河床部位的开挖情况，消力池长取 20m，底板高程为 459.60m，消力池深 1.8m，端坎高程 461.40m。

(2) 消力池底板抗浮稳定分析

(a) 荷载组合

基本荷载组合

设计泄流工况（按 20 年一遇泄流考虑）：自重+相应扬压力+动水压力+脉动压力+锚固地基有效重；

特殊荷载组合

校核水位工况（按 50 年一遇泄流考虑）：自重+相应扬压力+动水压力+脉动压力+锚固地基有效重；

消力池检修工况（水库正常蓄水位，不泄洪考虑）：自重+扬压力+水重

(b) 抗浮稳定分析

$$K_f = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{Q_1 + Q_2} \quad \text{公式计算}$$

式中：P1—护坦自重；

P2—护坦面上的时均压力；

P3—锚固地基的有效重量；

Q1—护坦面上的脉动压力；

Q2—护坦底面的扬压力。

消力池底板抗浮稳定采用锚筋锚固处理措施，锚筋直径 $\Phi 28$ ，间距为 1.5m，深入基岩深 6m，单位面积锚固地基的有效重量为 $63.7kN/m^2$ 。各工况不同部位计算结果见下表。

表5.7-7 抗浮稳定 K_f 计算结果

设计工况	校核工况	检修工况
1.829	1.80	2.99

根据计算结果， K_f 均大于 1.20，消力池抗浮稳定满足规范要求。

5.8 放空冲沙孔设计

5.8.1 结构布置

1) 可研阶段方案

大坝溢流坝左岸左侧新建放空管，坝内部分采用坝内埋管，采用 DN1400 钢管（PN1.0Mpa），放空管总长约 120m，电动闸阀控制放水。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 471.60m 高程，然后开启放空管控制闸阀放空水库。放空管施工期兼做导流底孔，在放空管坝踵前端位置设置 DN1000 的下闸蓄水控制闸，接上游导流管完成施工期洪水导流，待导流度汛任务完成后，封堵回填该段导流洞，使其成为放空冲沙洞进口及龙抬头段基础的一部分。

2) 本阶段布置方案

在大坝右侧非溢流段设置放空冲沙孔，放空冲沙底孔由进口段、坝内洞身段、下游消能段组成，进口启闭室采用坝身式，为砖混结构，长 4.8m，宽 3.84m，进口底板高程为 471.5m。底板以下采用 C20 砼作为进水口基础。进水口顺水流方向做成收缩的喇叭口形。闸室顶部高程同坝顶高程，为 506.0m，进口段设置有事故检修平板闸门一扇，孔口尺寸 $b \times h = 1.4 \times 1.4\text{m}$ ，在闸室顶部设置启闭排架及启闭房，采用 160kNQPQ+400KN 卷扬式启闭机启闭。坝内洞身段采用 DN1400 钢管，钢管材质为 Q235，钢管长度长 100m。钢管转弯处设置镇墩，转弯后接护坦段。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 474.60m 高程，然后开启进口段工作平板闸门放空水库。

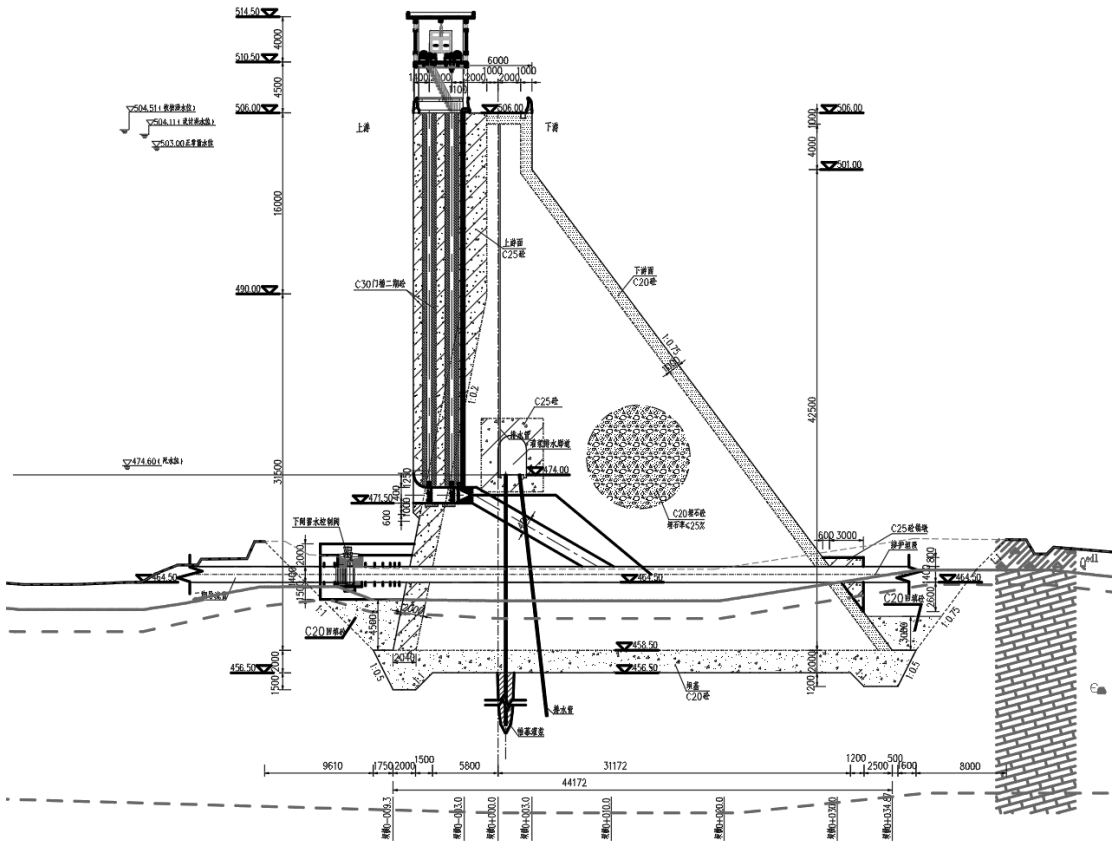


图 5.8-1 冲沙孔剖面图

5.8.2 设计计算

放空孔的过流能力按照自由出流的管流流量公式计算：

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gH_0}$$

$$\mu_c = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi}}$$

- 式中：Q—流量，m³/s；
A—管道的过水断面面积，m²；
 μ_c —管道系统的流量系数；
C—谢才系数；
R—水力半径；
n—糙率系数，n=0.014。
 λ —沿程阻力系数；
d—管道计算直径，按 1.4m 计算；

l—管道计算长度, $l=40\text{m}$;

$\sum \zeta$ —管路中各局部水头损失系数总和;

水库放空: 放空时间计算过程中考虑水库多年平均来水量 $0.135\text{m}^3/\text{s}$, 从正常水位 503.0m 降低库水位至死水位 474.6m , 放空历时为 21.12 小时。

表5.8-1 放空底孔水力计算成果

计算工况	水库水位 (m)	库容 (万 m^3)	泄流水头 H(m)	管道出口面积 A(m^2)	流量系数 $\mu c(\text{m})$	过流能力 Q(m^3/s)
校核洪水位	504.67	196.86	33.01	1.5386	0.778	30.45
设计洪水位	504.25	194.06	32.61	1.5386	0.778	30.26
正常蓄水位	503	181.06	31.50	1.5386	0.778	29.74
死水位	474.6	5.34	3.1	1.5386	0.778	9.33

表5.8-2 水库放空时间计算表

进口 底板 高程 (m)	水库 水位 (m)	水头 (m)	库容 V(万 m^3)	库容 差 $\Delta V(\text{万}$ $\text{m}^3)$	流量 (m^3/s)	平均 流量 (m^3/s)	多年 平均 流量 (m^3/s)	流量 差 (m^3/s)	时间 (天)
471.5	503	31.5	181.06		28.93				
				41.53		28.36	0.135	28.225	0.17
	499	27.5	139.53		27.79				
				35.17		26.74	0.135	26.605	0.15
	495	23.5	104.36		25.69				
				29.35		24.55	0.135	24.411	0.14
	491	19.5	75.01		23.40				
				23.85		22.13	0.135	21.997	0.13
	487	15.5	51.16		20.86				
				21.86		19.42	0.135	19.282	0.13
	483	11.5	29.3		17.97				
				12.35		8.99	0.135	8.8507	0.16
	471.5	0	16.95						
	合计			164.11					0.88

5.9 取水建筑物

5.9.1 取水建筑物布置

取水口布置采用取水兼生态基流相结合方式，取水口布置于大坝的左岸 3[#]坝段，桩号为 0+38.00m，结合枢纽总布置，进水口型式布置成坝身式，渐变段布置于坝体内，喇叭口、拦污栅、检修阀门、通气孔等结构均布置于坝体以外，在坝顶布置取水口的启闭设备，取水口建筑物与坝体结构形成一个整体不分结构缝。

5.9.2 取水口底板高程确定

根据《水利水电工程进水口设计规范》SL285-202 规定：灌溉取水口应保证在淤沙高程以上并满足最小淹没深度。

本工程 50 年坝前淤沙高程为 473.08m，根据《室外给水设计标准》位于水库边的取水构筑物最底层进水孔下缘距水体底部的高度，应根据水体底部泥沙沉积和变迁情况等因素确定，一般不宜小于 1.0m，本工程取水构筑物最底层进口高程 474.6 比库底淤沙高程高 1.0m 以上，满足规范要求。

为避免进水口门前出现漩涡及吸气漏斗，按戈登(Gordon)公式估算进水口的最小淹没深度。其式为

$$S = CVd^{1/2}$$

式中：S---最小淹没深度（m）

d---闸孔高度（m）

V---闸孔断面平均流速（m/s）

C---系数，当对称水流时为 0.55，边界复杂和侧向水流时取 0.73。

通过在死水位 474.60m 高程的最小淹没深度计算，最小淹没深度为 0.65m，按规范规定淹没深度不小于 1.0m，本次设计取进口底板高程为 471.60m。门顶淹没深度 4.5m，满足淹没深度要求。

5.9.3 取水建筑物需水计算

岩板田水库供水区控制点高程均低于岩板田水库死水位，自流输水能满足供水要求，属自流输水区域，灌区设计灌溉保证率 85%，灌溉供水 182.2 万 m³；人饮供水 42.68 万 m³。灌溉总面积 9728 亩。其中初拟灌溉引水流量 0.88m³/s；人饮供水 41.67 万 m³，日常供水流量为 0.023m³/s，备用水源流量为 0.109 m³/s。

根据《河湖生态保护修复规划导则》（SL709-2015）、《水利水电建设项目水资源论证导则》（SL525-2011）等技术标准的相关要求，本报告即采用蒙大拿法

对坝址下游何家田溪河道生态需水量进行估算。取水口下游河道生态流量，采用坝址多年平均流量的 10%。故年下放生态水量 $0.014 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

经计算，取水口设计流量为 $1.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

5.9.3.1 取水口过流能力复核

取水设施为有压管道，过流能力按照有压短管计算，过流能力计算公式复核如下：

$$Q = \mu A \sqrt{2gH_z}$$

式中：Q—流量， m^3 ；

A—取水管道面积， $A=0.785 \text{ m}^2$ ；

μ —流量系数；

g—重力加速度， $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 。

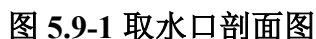
H_z —上游水位与取水管中心线间的距离，m；

当死水位 474.60m 时，计算得流量系数 $\mu=0.645$ ，出口断面按 $D=1\text{m}$ 计，得到取水管的泄流能力为 $4.326 \text{ m}^3/\text{s}$ ，满足设计流量 $1.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 的要求；。取水流量的大小由出口供水管道及生态流量管锥形流量控制阀控制。

5.9.4 取水建筑物结构布置

在大坝左岸非溢流段桩号 0+038.00m 处设置取水口闸室及坝内取水钢管。坝前设置塔式取水口，取水口底板高程 474.60m，进口设置拦污栅，尺寸 $1.2 \times 2.0 \text{ m}$ （宽×高），检修闸门孔口尺寸为 $1.0 \times 1.0 \text{ m}$ （宽×高）。取水管为坝后背管型式，管径 1.0m，钢管材质为 Q235，坝后设置分水管（输水管道、生态放水管）闸阀室，长 5.64m，宽 4.74m，控制管道水流。

进口设置拦污栅及检修闸门各一扇，拦污栅尺寸 $1.6 \times 1.6 \text{ m}$ （宽×高），采用电动葫芦 5T 启闭；检修闸门孔口尺寸为 $1.0 \times 1.0 \text{ m}$ （宽×高），布设 QPQ2×160kN 卷扬式启闭机 1 台。取水管管径 1.0m，钢管材质为 Q235，管周边采用 0.3m 厚的 C20 外包混凝土，坝后设置分水管（输水管道、生态放水管）闸阀室，闸阀室设置内径 700mm 的闸阀控制取水流量；生态放水管靠河床侧布置，钢管直径为 200mm。



管道设计按主要常规农村人饮供水、常规灌溉用水及下放生态用水考虑。

岩板田水库的兴利库容为 175.01 万 m^3 ，为灌区灌溉年毛需水量为 182.2 万 m^3 ，P=95%保证率下，规划应急备用水源水量为 41.67 万 m^3 ，农村供水为 42.1 万 m^3 ，年下放生态水量 40.26 万 m^3 。

5.9.5.2 过流能力复核

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gH_0} \qquad \mu c = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi}}$$
 μ_c —管道系统的流量系数;

C—谢才系数；

R—水力半径；

n—糙率系数， $n=0.012$ 。

λ —沿程阻力系数；

d—管道计算直径，（取水管 $d=1.0\text{m}$ ）；

l—管道计算长度， $l=40\text{m}$ ；

$\sum \zeta$ —管路中各局部水头损失系数总和；

H_0 —净水头至管道中心线的水头差，本次复核选取最不利情况即水位降至死水位时， $H_0=3.5\text{m}$ ；

经过计算，取水管 $Q_{\text{取}}=4.569\text{m}^3/\text{s}>1.03\text{m}^3/\text{s}$ ，满足取水管引用流量需求。

5.10 输水建筑物

灌溉及供水工程部分由其它项目另行实施，本次设计内容不涉及输水建筑物部分。

5.11 边坡工程

5.11.1 边坡分类及等级

根据《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007），水电水利工程边坡类别和级别划分标准相关内容，枢纽工程区边坡等级根据边坡所影响的水工建筑物级别确定，本工程永久边坡主要为大坝边坡，失事影响严重，边坡级别为5级。各等级边坡安全系数控制标准见下表。

表5.11-1 水利水电工程边坡设计安全系数

类别及工况	枢纽工程区边坡		
	正常运用	非正常运用条件 1	非正常运用条件 2（地震）
5 级	1.10~1.05	1.10~1.05	1.05~1.00

5.11.2 大坝边坡处理

5.11.2.1 边坡及基础开挖

大坝基础开挖深度因不同的位置而异，将覆盖层清除后，基岩开挖至弱风化层中上部。

左右坝肩的坡度都较为陡峭，坡度达到 $30^\circ\sim 40^\circ$ 左右，坡面基岩出露，几

乎没有覆盖层，两岸的岩性都为寒武系中统花桥组（ $\epsilon 2h$ ）泥质灰岩夹极薄层泥灰岩。坝址区岩体比较坚硬，风化不深，岩层走向与沟谷近于平行，倾向右岸，倾角 $9^{\circ}\sim 23^{\circ}$ ，断层少见，坝基亦不存在倾向上游或下游的连续分布的软弱结构面，工程施工时仅需要清除裂隙发育的强风化层，以弱风化基岩面作为建基面。左右坝肩弱风化岩层开挖坡比建议值 $1: 0.2\sim 1: 0.3$ 。且边坡高度每 8m 应设置一级马道，开挖时应在坡体上部设置排水沟，防止雨水冲刷破坏。

5.11.2.2 边坡支护措施

本工程开挖深度 5~10m，两岸基岩开挖边坡 $1: 0.5\sim 1: 1$ 。大坝河床中部开挖至弱风化层中上部，两岸坝基开挖至弱风化上线。两岸坝肩上部边坡进行锚喷支护，插筋锚杆长 9m 和 3m，锚筋 $\phi 25$ ，间隔梅花型布置，间排距 $3m\times 3m$ ，外露 0.1m，坡面挂 $\phi 8@250mm\times 250mm$ 钢筋网，喷 C20 砼，厚 100mm。坡面设有 $\phi 75$ 排水孔，深入基岩 3m/9m，间排距 $3m\times 3m$ ，梅花型布置。边坡开挖支护后无稳定问题。

5.11.3 交通工程边坡

枢纽区交通工程主要为县道改线及新建上坝道路，部分段均临开挖扰动边坡。边坡设计方案为：开挖边坡为 $1: 0.5$ （岩质边坡）进行挂网喷锚支护，坡比 $1:0.75$ 及以上段维持现状坡面，土质边坡开挖坡比为 $1: 0.75$ ，开挖坡面后进行挂网喷锚支护。

5.12 交通建筑物

本工程交通建筑物主要由进场道路及上坝道路组成，根据《公路工程技术标准》JTGB01-2014 及《公路桥涵设计通用规范》JTGD60-2015，进场道路和上坝道路均为四级公路。

5.12.2 进场道路

232

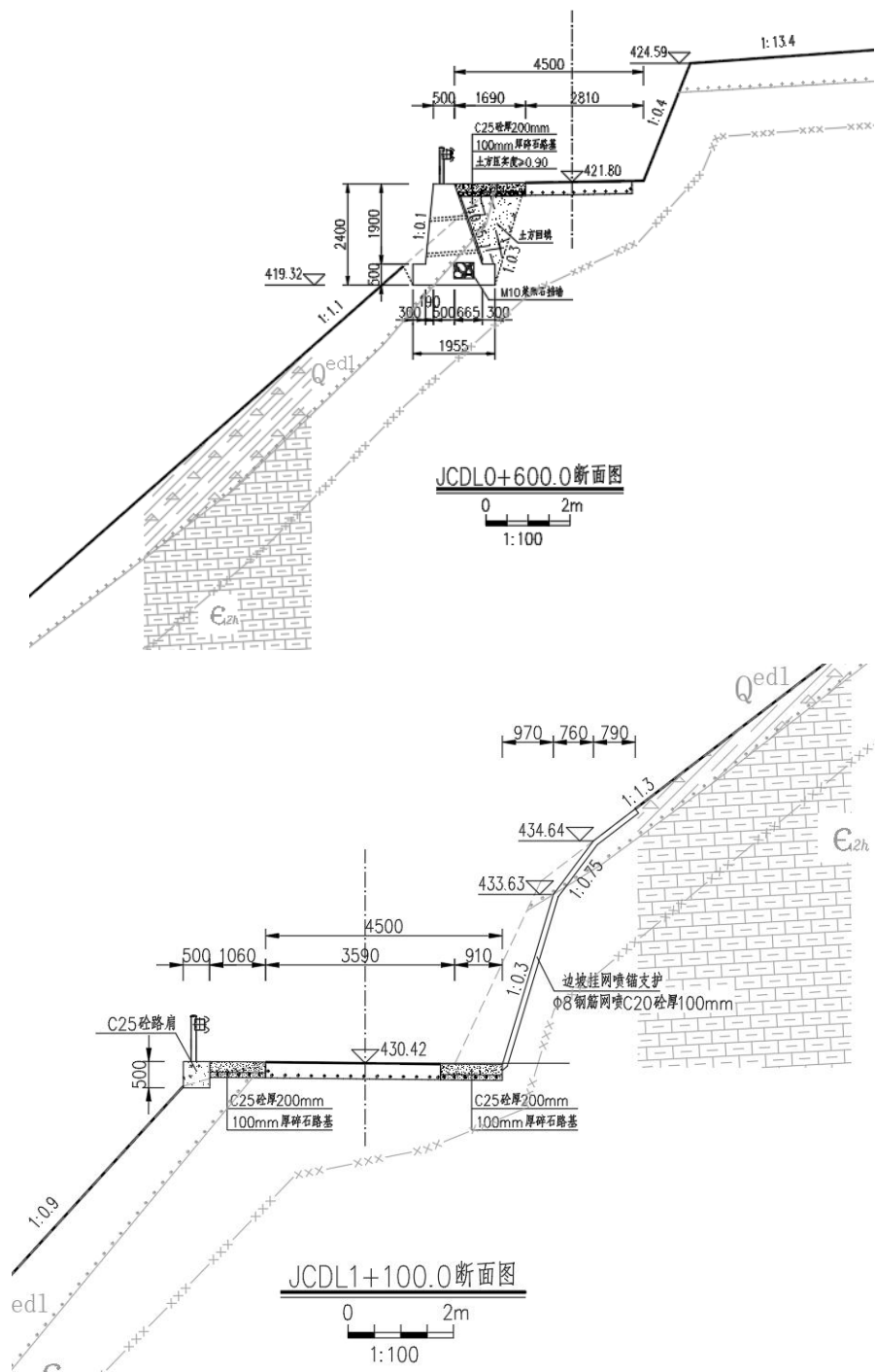


图 5.12-2 道路典型断面图

5.12.3 上坝道路

现状岩板田村组在坝下游，目前无公路通往坝址，拟新建上坝道路沿右岸山坡绕行村组，跨河沿左岸山体绕行至坝区，公路长 0.789km，跨河道处新建一座工作桥；公路设计纵坡为 6%~12%，标准宽 4.5m，转弯段局部加宽，每 200m 设置错车道。拟建上坝道路为 200mm 厚 C25 混凝土路面，路基铺 100mm

厚碎石垫层，上坝傍山侧设置混凝土排水沟，临外高边侧设置防护栏杆。

上坝道路初拟两种方案，方案一穿村组沿河布置；方案二跨河绕行村组。

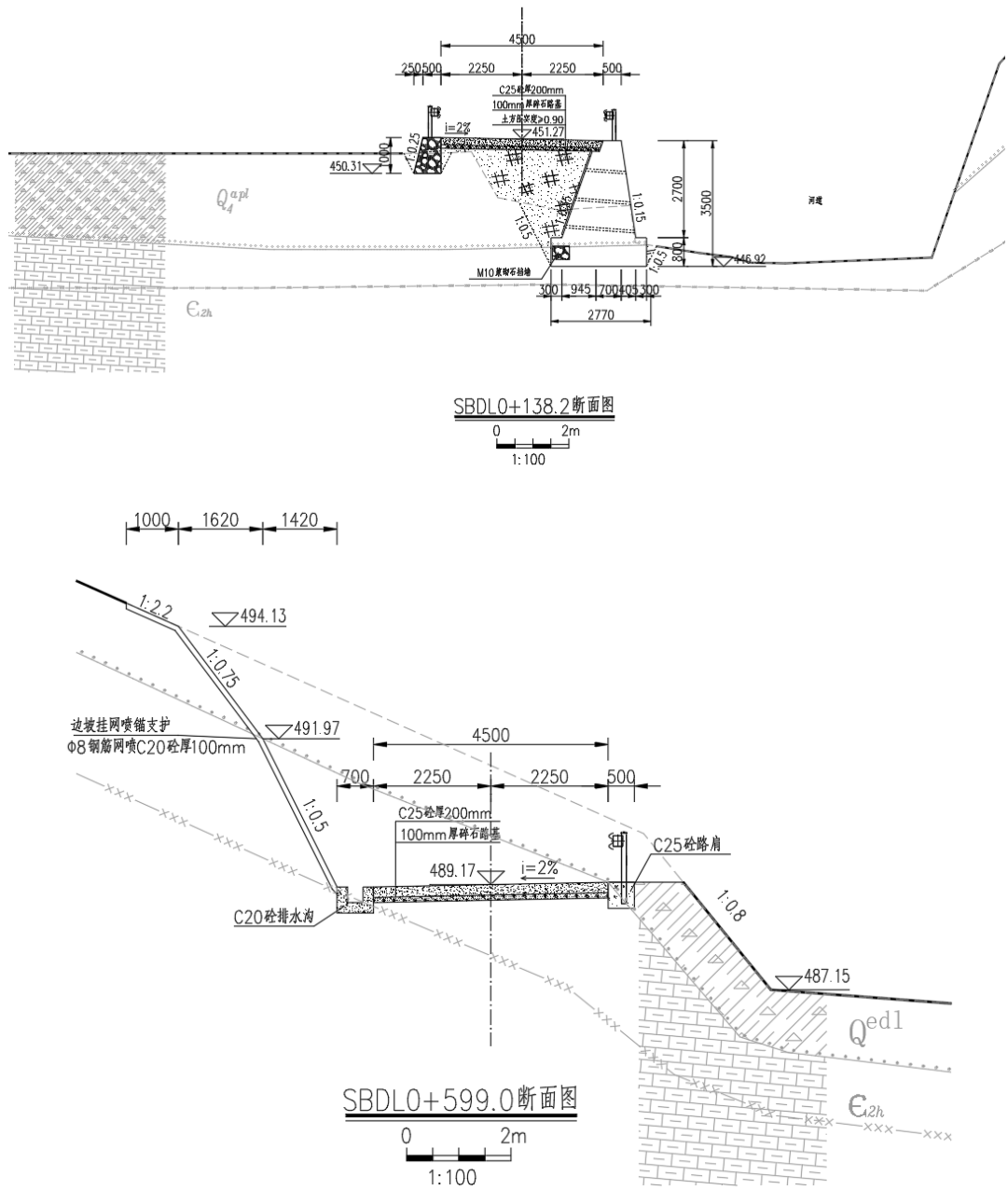
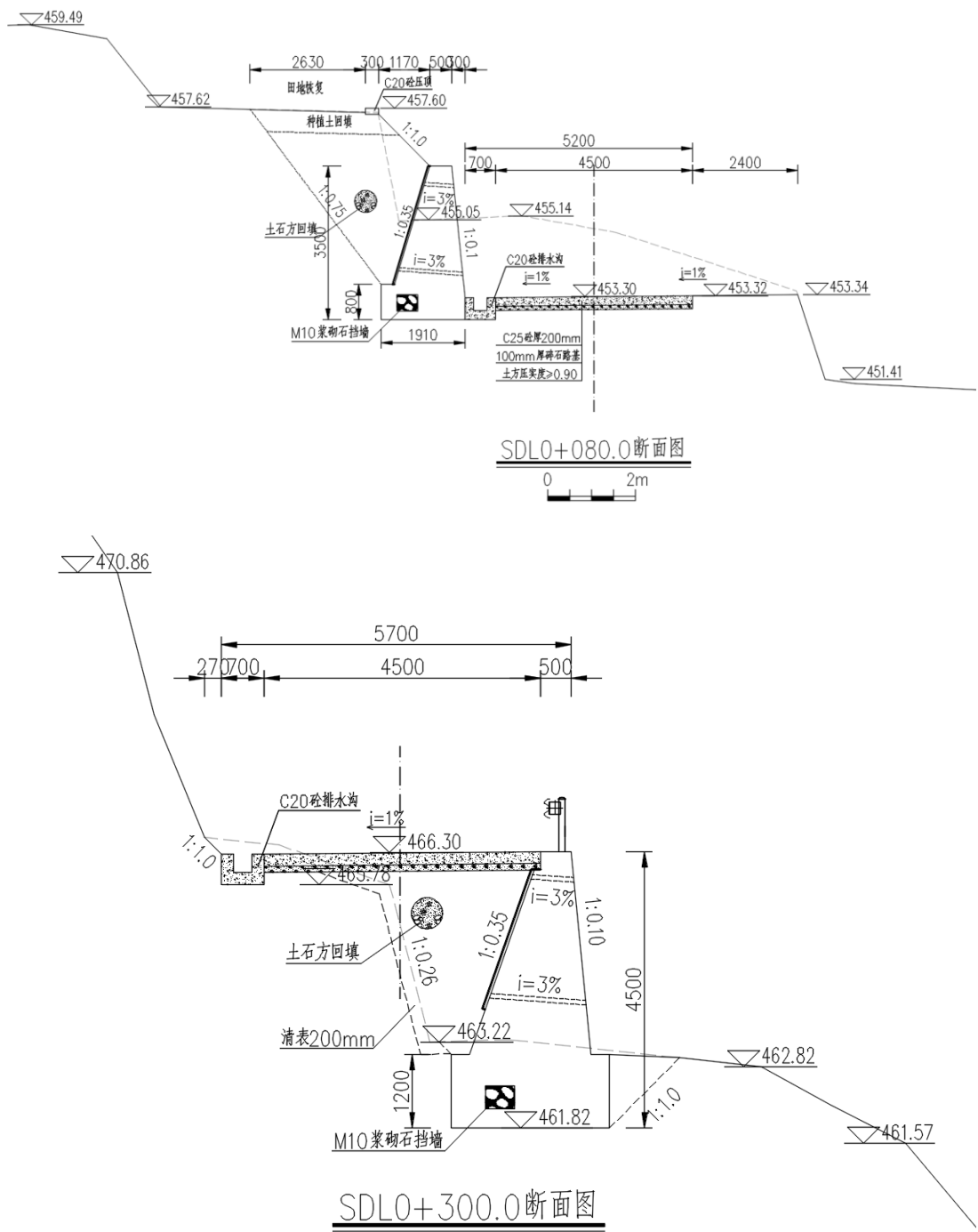


图 5.12-3 上坝道路典型断面图（沿河方案一）



经综合比选，推荐选用方案二跨河绕行村组。

5.13 大坝安全监测

5.13.1 监测设计依据

- 1) 设计采用规范
 - (1) 《工程测量规范》（GB55018-2021）
 - (2) 《国家一、二等水准测量规范》（GB12897-2006）

(3)《混凝土坝安全监测技术规范》(SL601-2013)

(4)《混凝土坝安全监测资料整编规程》(DL/T5029-2020)

2) 有关本工程的主要文件

5.13.2 安全监测目的

岩板田水库大坝及附属建筑物的安全与否直接关系到工程的正常运行、效益发挥以及下游人民生命、财产安全。因此,必须对大坝及附属建筑物进行安全监测,其目的主要有以下几点:

1) 通过仪器监测来了解和掌握坝体及附属建筑物的工况,以便综合分析施工期、蓄水期和运行期坝体的工作状态,进而不断改善工程安全运行条件;

2) 根据监测资料对坝体及附属建筑物的结构特性进行分析,用以检验施工质量,为提高施工、运行水平提供科学依据。

总之,安全监测设施在施工期的观测数据,对了解施工情况,加快施工进度,确保施工安全,提高施工质量是非常必要的;在水库运行期,随时掌握建筑物工况,确保工程安全。

5.13.3 安全监测设计原则

水库工程安全监测设计的重点是掌握主体建筑物的总体工况,特别是对影响工程安全、效益发挥的建筑物及地质条件复杂的部位重点监测。

为此,设计应遵循以下原则:

1) 设计总则,工程监测是全过程监测,设计时应将永久安全监测和临时安全监测结合设计,明确工程各阶段的监测目的。安全监测设施施工应与主体工程同步实施;对各部位不同时期的监测项目的选定应从施工、首次蓄水、运行期全过程考虑,监测项目相互兼顾,做到一个项目多种用途,在不同时期能反映不同重点。在设备选型时,各种类仪器合理配置,以便于管理。测点布置时,对关键部位应集中优势重点反映。总之,做到投资省、重点突出、设备选型合理、反映全面。

2) 监测项目的设置应满足监控大坝的运行情况,了解测值的变化规律的需要。工程监测是全过程监测,设计时应明确各时段的监测目的,要求有针对性,既突出重点,又兼顾全面。监测布置直选地质结构复杂及有针对性、代表性的

断面：应全面反映建筑物实际工作性态，目的明确、重点突出。仪器的选择应能反应出预测的运行情况，特别是关键部位和关键施工阶段情况。选择要保持灵活性，对互有联系的监测项目，要结合进行。

3) 监测项目测点布设集中，观测方法直简捷、直观，满足精度要求，重点部位的测值务求能互校。监测项目的设置应满足监控各建筑物的运行情况，了解测值的变化规律的需要。

4) 监测仪器的设备选型，应对各类设备进行充分论证和对比，使所选仪器种类尽可能少。仪器设备具有耐久性、稳定性、适应性，并满足精度要求。也要为运行管理提供方便，力求先进、便于管理和实现自动化。

5) 监测仪器布置合理并与巡视检查相结合，自动化人工测读相结合。同时能实现自动化监测和转换为远距离数据采集的监测系统。除按有关规范外，应结合工程具体情况进行监测设计。

5.13.4 安全监测项目

安全监测包括仪器监测和人工巡视检查两大类。本工程水库规模属小(1)型，工程等别为IV等，主要建筑物级别应为4级。选取大坝作为监测对象，参照《混凝土坝安全监测技术规范》(SL601-2013)的规定来设置监测项目。主要开展大坝表面变形监测和溢洪道边坡表面变形监测，包括垂直位移监测、水平位移监测。变形监测采用北斗/GNSS测量技术，采用相对定位的方式实现毫米级精度三维变形观测。

(1) 监测点布置

大坝水位、垂直位移标点共计12个。其中工作基点2个，校核基点4个。

(2) 监测方法

表面变形监测采用北斗、GPS等GNSS监测技术，结合网络通讯技术和计算机技术，实现大坝表面三维变形监测数据自动采集、自动处理和实时分析预警。

GNSS变形监测系统的目标：实现水平位移、垂直位移的实时自动化监测。系统建设全部完成后，监测精度要求应满足：4小时基线解水平变形监测成果精度优于3mm；24小时基线解变形监测成果，水平精度优于3mm，垂直精度优于

3mm。

GNSS 自动化变形监测系统组成包括基准站和监测站部分、控制中心部分、数据传输和供电三个部分。

监测项目如下：

1) 巡视检查

巡视检查主要针对施工期至运行期工程各建筑物进行，分为日常巡视检查、年度巡视检查、特殊情况下的巡视检查等。

(1) 巡视检查的要求

①巡视检查工作在工程施工期到运行期均要进行。

②在进行巡视检查前必须制定检查程序，按计划要求作好准备工作，严格按程序进行，检查时应作好记录，并及时编制报告。

③在检查时若发现建筑物有损伤或原有缺陷有进一步发展，特别是近坝岸坡有滑坡崩塌征兆或其它异常迹象，应分析原因，并及时向报告。

(2) 巡视检查的内容

检查的内容按照《混凝土坝安全监测技术规范》（SL601-2013）规定进行，主要对坝体、坝基和坝肩、溢洪道、取放水设施、近坝岸坡、金属结构等进行巡视检查，特别是对于影响工程安全及水库效益发挥的部位应重点检查。

2) 大坝

(1) 变形监测：主要进行坝体表面变形、坝踵处坝体与基岩接缝监测。坝体表面变形包括坝体水平位移和垂直位移。水平位移采用视准线法进行观测；垂直位移采用精密水准法观测；坝踵处坝体与基岩接缝监测手段为埋设基岩变位计进行。

①表面变形观测设计原则

a.表面变形观测能总体控制建筑物表面变形工况，观测方法应结合工程的地形、地质情况进行选用。

b.坝体表面变形监测包括竖向位移和水平位移。变形量的正负号遵守以下规定：

水平位移：向下游、左岸为正，反之为负；垂直位移：下沉为正，上升为

负；

②观测方法确定

根据《混凝土坝安全监测技术规范》（SL601-2013）规定，对重力坝，水平位移一般采用视准线法进行观测，竖向位移（即沉降）采用精密水准法进行观测。结合工程实际地形地质情况，外部水平位移采用视准线法结合垂线法进行观测；垂直位移采用精密水准法进行。

水平位移观测精度按《混凝土坝安全监测技术规范》（SL601-2013）的要求执行。

垂直位移监测采用精密水准法进行，精密水准网是枢纽建筑物变形监测的基准，根据地形条件、枢纽布置情况，进行精密水准网布设。

精密水准网由水准点、工作基点、沉降标点组成。水准基准点的设置应远离大坝应力影响范围之外的稳定区域，而且要减少施工干扰。经布置，水库大坝位移监测采用在坝左岸下游 1.0km 处设置水准点，布置工作基点 2 个，校核基准点 4 个，水平、垂直位移标点共 12 个。

（2）温度监测：主要为坝体堆石混凝土温度监测，通过埋设温度计进行，埋设温度计。

（3）渗流渗压监测：主要为坝基渗透压力、坝体及坝基渗漏量监测，监测手段为埋设渗压计及安装量水堰的方法进行。

坝基渗压监测采用埋设渗压计的方法进行，在断面基岩内埋设渗压计共 11 支，用以对坝基渗压监测。为掌握坝体、坝基渗漏量的变化情况，在排水廊道集水井设置量水堰 1 套。

（4）帷幕效果监测：主要为防渗帷幕后地下水位监测，监测手段为安装测压管、埋设渗压计进行。

帷幕监测采用钻孔埋设渗压计，根据帷幕布置情况，共埋设渗压计 11 支，测压管 366m。

表5.13-1 各建筑物监测项目汇总表

建筑物名称	监测物理量类型	监测项目
巡视检查		坝体、坝基、溢洪道、取放水设施及近坝库岸巡查

大坝	变形	坝顶水平位移、垂直位移
		坝踵处坝体与基岩缝隙变化
	温度	坝体温度
	渗流、渗压	坝基渗透压力、坝体与坝基渗漏量
	帷幕效果	地下水位

3) 仪器设备数量

岩板田水库监测仪器设备见表 5.13-2。

表5.13-2 大坝安全监测仪器设备表

序号	名称	单位	数量	设备参数
1	三角网控制点	个	3	基点
2	工作基准点	个	2	高 1.0m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
3	校核基准点	个	4	高 1.0m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
4	位移观测标点	个	12	高 1.2m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
5	水准标	个	18	
6	强制对中底盘	个	18	
7	监测点 GNSS 接收机 (含天线)	台	12	① 卫星系统: 应同时支持北斗、GPS; ② GNSS 信号跟踪: 应支持观测北斗卫星 B1 频点, GPS 卫星 L1 频点; ③ 观测精度: 静态测量平面精度不低于: $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$, 高程精度不低于: $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$; ④ 监测站 GNSS 接收机采用一体式 GNSS 接收机; ⑤ 接收机应具备 WiFi 数据传输功能, 经无线 AP 回传观测数据; ⑥ 接收机应具备 RS485 接口, 可向渗压计供电; 内置软件应能测读渗压计数据。
8	基准点 GNSS 接收机 (含天线)	台	6	① 卫星系统: 应同时支持北斗、GPS; ② GNSS 信号跟踪: 应支持观测北斗卫星 B1 频点, GPS 卫星 L1 频点; ③ 观测精度: 静态测量平面精度不低于: $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$, 高程精度不低于: $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$; ④ 监测站 GNSS 接收机采用一体式 GNSS 接收机; ⑤ 接收机应具备 WiFi 数据传输功能, 经无线 AP 回传观测数据; ⑥ 接收机应具备 RS485 接口, 可向渗压计供电; 内置软件应能测读渗压计数据。
9	基岩变形计 (测缝计)	支	16	标准量程: 0~100mm; 分辨率: 0.025%F.S; 精度: 0.1%F.S/0.5%F.S
10	渗压计	支	11	具备 RS485 输出, 量程 0-350kpa

序号	名称	单位	数量	设备参数
11	温度计	个	14	标准量程：100℃（-30~70℃）；分辨率：0.1℃；精度：±0.3℃
12	量水堰仪	台	1	三角堰
13	电子流量计 （库内及量水堰各 1 个）	支	2	（2.5*2+0.5）*15
13	廊道曲面模板	支	2	3.93*15
14	摄像头	台	5	
15	GNSS 数据采集软件	套	1	基于 PLC 控制系统的 GNSS 自动控制系统软件，根据需求定制，对 GNSS、渗流压力、渗流量等监测数据进行分析
16	太阳能板	套	18	18V、100W
17	蓄电池	个	18	12V、50Ah
18	蓄电池保护箱	个	18	放置蓄电池、太阳能控制器等
19	太阳能控制器	个	18	与太阳能板配套
20	物联网 GPRS 卡	张	6	4G，用于摄像头及量水堰计数据回传
21	百叶箱	个	1	与气温计、气压计配套使用
22	气温计	支	1	-40℃~+80℃，±0.1℃，RS485 输出
23	气压计	支	1	300hPa~1100hPa，±0.2hPa，RS485 输出
24	防雷接地	个	6	国标
25	线路敷设	米	2000	包括开挖回填、管道和电缆敷设、电缆材料等

5.13.5 安全监测系统投资概算

岩板田水库工程安全监测系统设备及安装工程投资概算含永久建筑物的内观设备、设备税金、安装费、土建费、观测费以及其它相关费用等费用（不含表面变形观测的仪器设备费和观测墩的征地及青苗补偿费）。安全监测费用占主体工程投资的 1~3%左右。水库工程安全监测投资详见信息化。

5.14 房屋建筑物

5.14.1 建筑设计

5.14.1.1 设计指导思想

- （1）满足功能、方案合理、造价经济、建筑美观，与环境协调。
- （2）满足国家、省、市有关设计规范和技术规定。
- （3）满足本工程总体规划的要求，认真处理好与水利建筑物的关系。

(4) 设计应充分尊重现有的地形、地貌和生态、水域环境，保护生态环境，保护人文资源：充分考虑当地的经济技术条件。

5.14.1.2 管理区平面布置

根据枢纽工程区地形条件，岩板田水库办公区较自由的建筑与区内广场形成了管理控制、文化休闲生态的办公环境。整个交通的组织、建筑的布局、绿化的配置、景观、活动场地的设计无不体现以人为本的设计理念，信息化，智能化、生态化的设计思想。在满足功能要求的基础上，创造了高雅清新，庄重大气，富有文化内涵建筑的形象，具有鲜明的个性。

5.14.1.3 管理房建筑设计

根据《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）第 4.0.11 条：办公用房包括办公室、会议室等，根据定编人数按人均建筑面积不大于 15m^2 确定。生产、生活用房包括仓库、资料档案室、防汛调度室、值班室、车库、食堂、值班宿舍等，面积按 $35\text{m}^2/\text{人}$ 确定。

因办公用房和生产、生活用房建筑面积均较小，为提高用地效率，办公和生产、生活用房考虑按综合设计，力求结构形式、建筑艺术、使用功能、工程造价四者能协调统一，集办公、生产、生活为一体。管理用房为三层建筑，一层为办公室、防汛物资仓库、食堂、卫生间，二层为办公室、值班宿舍，三层为会议室兼调度室、值班宿舍，管理用房总建筑面积为 240.81m^2 。

5.15 工程建设内容及工程量汇总

5.15.1 工程建设内容

根据选定的工程范围及工程建设任务，确定本次工程的建设内容。

- (1) 新修 C20 埋石混凝土重力坝一座，最大坝高 49.5m，坝轴线长 132m，溢流坝段长 17.5m；
- (2) 坝体内设置引水管道，长 45m，引水管兼灌溉供水以及下放生态流量；
- (3) 坝体内设置放空冲沙孔，放空管总长 100m；
- (4) 新建上坝道路公路长 0.789km，对进场道路 2.15km 进行拓宽加固；
- (5) 新建水库管理用房；
- (6) 新建大坝安全设施、工程信息化设施及数字孪生系统。

5.15.2 工程量汇总

岩板田水库枢纽工程推荐方案主要由埋石砼重力坝、坝顶溢洪道、取水设施、放空冲沙底孔组成。其主要工程量见表 5.15-1。

表5.15-1 工程量表

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
第一部分	建筑工程		
	湖南省新晃县岩板田水库工程		
一	挡水工程		
(一)	大坝基础防渗		
1	帷幕灌浆		
1.1	坝顶帷幕灌浆土层钻孔	m	386
1.2	坝顶帷幕灌浆坝体钻孔	m	310
1.3	坝顶帷幕灌浆岩层钻孔	m	1005
1.4	坝顶帷幕灌浆 ($q \leq 5Lu$)	m	240
1.5	坝顶帷幕灌浆 ($5Lu < q \leq 10Lu$)	m	496
1.6	坝顶帷幕灌浆 ($10Lu < q \leq 20Lu$)	m	256
1.7	廊道内坝体钻孔	m	749
1.8	廊道内岩层钻孔	m	789
1.9	廊道内帷幕灌浆 ($q \leq 5Lu$)	m	529
1.10	廊道内帷幕灌浆 ($5Lu < q \leq 10Lu$)	m	891
1.11	廊道内帷幕灌浆 ($10Lu < q \leq 20Lu$)	m	295
2	固结灌浆		
2.1	固结灌浆砼内钻孔	m	1087
2.2	固结灌浆岩内钻孔	m	5245
2.3	固结灌浆 ($5Lu < q \leq 10Lu$)	m	5210
2.4	固结灌浆 ($10Lu < q \leq 20Lu$)	m	35
3	接触灌浆		
3.1	基础齿槽石方开挖 (运距 3km)	m ³	20
3.2	C20 砼止浆坎	m ³	54
3.3	C25 微膨胀砼 (止水槽 (坑))	m ³	20
3.4	接触 (缝) 灌浆	m ²	1948
3.5	插筋 $\Phi 22$, 入岩 1.5m, 总长 2m	根	780
3.6	橡胶止水带	m	398
(二)	左岸 1#~4#重力坝段		
1	一般土方开挖 (运距 3km)	m ³	9775
2	一般石方开挖 (运距 3km)	m ³	17655
3	边坡石方开挖 (运距 3km)	m ³	2499
4	基础保护层石方开挖 (运距 3km)	m ³	929
5	基础齿槽石方开挖 (运距 3km)	m ³	139
6	坡面齿槽石方开挖 (运距 3km)	m ³	279
7	C20 回填砼	m ³	1784
8	C20 埋石砼坝体 (埋石率 20%)	m ³	28763
9	C20 砼大坝基础	m ³	5642
10	C20 砼坝背坡	m ³	2891

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
11	C25 砼防撞墩	m ³	29
12	C25 砼大坝上游防渗	m ³	4531
13	C25 砼廊道（厚 300）	m ³	2774
14	C25 砼下游坝坡踏步	m ³	30
15	C25 砼廊道踏步	m ³	4
16	C25 微膨胀砼（止水槽（坑））	m ³	106
17	C30 砼预制沟盖板	m ³	2
18	Φ 110PVC 排水管	m	14
19	坝体模板制安	m ²	7544
20	普通模板	m ²	574
21	廊道曲面模板	m ²	396
22	止水紫铜片（厚 1.2mm）	m	995
23	橡胶止水带	m	115
24	钢筋制安	t	364.48
25	沥青杉木板填缝	m ²	2339
26	Φ 200 塑料盲管，外包土工布	m	336
27	廊道内钻孔排水孔 Φ 110	m	425
28	廊道内钻孔排水孔 Φ 110	m	194
29	钢管扶手及埋件	t	5
(三)	右岸 6#~8#重力坝段		
1	一般土方开挖（运距 3km）	m ³	6159
2	一般石方开挖（运距 3km）	m ³	9002
3	边坡石方开挖（运距 3km）	m ³	235
4	基础保护层石方开挖（运距 3km）	m ³	474
5	基础齿槽石方开挖（运距 3km）	m ³	150
6	坡面齿槽石方开挖（运距 3km）	m ³	273
7	C20 回填砼	m ³	1236
8	C20 埋石砼坝体（埋石率 20%）	m ³	14084
9	C20 砼大坝基础	m ³	3050
10	C20 砼坝背坡	m ³	1662
11	C25 砼防撞墩	m ³	37
12	C25 砼大坝上游防渗	m ³	2558
13	C25 砼廊道（厚 300）	m ³	1354
14	C25 砼下游坝坡踏步	m ³	17
15	C25 砼廊道踏步	m ³	15
16	C25 微膨胀砼（止水槽（坑））	m ³	94
17	C30 砼预制沟盖板	m ³	2
18	Φ 110PVC 排水管	m	14
19	坝体模板制安	m ²	5287
20	普通模板	m ²	280
21	廊道曲面模板	m ²	193
22	止水紫铜片（厚 1.2mm）	m	575
23	橡胶止水带	m	101
24	钢筋制安	t	182.58
25	沥青杉木板填缝	m ²	2304
26	Φ 200 塑料盲管，外包土工布	m	292

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
27	廊道内钻砼排水孔 $\Phi 110$	m	283
28	廊道内钻岩排水孔 $\Phi 110$	m	129
29	钢管扶手及埋件	t	1
(四)	溢流坝段		
1	一般土方开挖 (运距 3km)	m ³	5648
2	一般石方开挖 (运距 3km)	m ³	5386
3	基础保护层石方开挖 (运距 3km)	m ³	283
4	基础齿槽石方开挖 (运距 3km)	m ³	177
5	C20 回填砼	m ³	175
6	C20 埋石砼坝体 (埋石率 20%)	m ³	14575
7	C20 砼大坝基础	m ³	2072
8	C25 砼大坝上游防渗	m ³	1505
9	C25 砼廊道 (厚 300)	m ³	506
10	C30 砼闸墩 (厚 1500)	m ³	213
11	C30 砼导墙 (厚 750)	m ³	200
12	C25 砼防撞墩	m ³	14
13	C30 砼溢流堰面 (厚 1500)	m ³	2199
14	C30 砼交通桥板 (厚 350)	m ³	41
15	C30 砼磨耗层	m ³	7
16	钢筋制安	t	231
17	溢流堰面模板	m ²	1194
18	普通模板	m ²	105
19	廊道曲面模板	m ²	72
20	普通模板	m ²	267
21	普通模板	m ²	149
22	闸墩曲面模板	m ²	48
23	坝体模板制安	m ²	1927
24	止水紫铜片 (厚 1.2mm)	m	114
25	橡胶止水带	m	46
26	$\Phi 200$ 塑料盲管, 外包土工布	m	137
27	廊道内钻岩排水孔 $\Phi 110$	m	177
28	廊道内钻砼排水孔 $\Phi 110$	m	81
29	圆形滑板支座	个	12
30	钢管扶手及埋件	t	1
二	泄水工程		
(一)	溢流坝消能段		
1	土方开挖 (运距 0.5km)	m ³	2251
2	一般石方开挖 (运距 3km)	m ³	961
3	土方回填 (利用料)	m ³	1914
4	种植土回填	m ³	153
5	基础保护层石方开挖 (运距 3km)	m ³	247
6	基础齿槽石方开挖 (运距 3km)	m ³	167
7	C20 砼侧墙	m ³	684
8	砂石垫层	m ³	97
9	C20 砼垫层	m ³	94
10	C30 砼消力池底板 (厚 1200)	m ³	617

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
11	C25 砼护坦（厚 1000）	m ³	711
12	C20 砼挡墙	m ³	895
13	M10 浆砌石海漫	m ³	489
14	C20 砼护岸	m ³	150
15	Φ 28 消力池底板锚筋（L=6m）	根	140
16	Φ 75PVC 排水管（L=6m，含钻孔）	m	137
17	钢筋制安	t	24.2
18	普通模板	m ²	3338
19	沥青杉木板填缝	m ²	325
20	橡胶止水带	m	188
21	三维聚丙烯排水网垫 12mm 厚	m ²	1107
22	放空冲沙孔		
23	C25 砼闸墩（厚 500~1400）	m ³	206
24	C25 坝体连接砼（471.5m 以下）	m ³	17
25	C20 进口回填砼	m ³	88
26	C25 砼镇墩	m ³	23
27	C25 进口回填砼	m ³	85
28	C30 闸门槽二期砼	m ³	48
29	工作脚手架	m ²	1561
30	钢筋制安	t	16.29
31	普通模板	m ²	13.16
32	250mm 通气钢管	m	34
33	防护栏杆	m	13.4
三	引水工程		
(一)	进口取水塔		
1	C25 砼基础	m ³	632
2	C25 砼闸墩（厚 1000）	m ³	533
3	C25 砼联系梁	m ³	48
4	C25 坝体连接砼（以下 490.00）	m ³	119
5	C25 砼牛腿	m ³	61
6	C25 砼胸墙	m ³	19
7	C30 门槽二期砼	m ³	47
8	C25 砼排架柱	m ³	5
9	钢筋制安	t	78.82
10	普通模板	m ²	2936
11	检修钢爬梯	套	1
四	边坡工程		
(一)	边坡支护工程		
1	Φ 25 边坡系统锚杆（L=9m）	根	252
2	Φ 20 边坡系统锚杆（L=3m）	根	66
3	Φ 6 边坡钢筋网	t	9.45
4	边坡喷细石砼 C20（厚 80）	m ³	348
5	边坡排水孔岩内钻孔 Φ 75	m	2573
6	Φ 75 排水孔花管	m	1029
7	C25 砼挡墙	m ³	365
8	草皮护坡	m ²	1394

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
9	种植土回填	m ³	418
10	C25 砼框格	m ³	165
11	钢筋制安	t	9.85
12	Φ 25 框格骨架锚筋 (L=3m)	根	297
13	普通模板	m ²	401
14	双排脚手架	m ²	2270
五	道路工程		
(一)	进场防汛公路拓宽加固 (L=2210m)		
1	土方开挖 (就近堆放)	m ³	1309
2	土方开挖 (运距 3km)	m ³	4099
3	强风化岩开挖 (就近堆放)	m ³	624
4	混凝土路面拆除 (运距 3km)	m ³	209
5	土方回填 (利用料)	m ³	1540
6	M10 浆砌石挡土墙	m ³	2647
7	C25 砼路肩石	m ³	54
8	C25 砼路面 200mm	m ²	3553
9	碎石路基 100mm	m ²	2676
10	边坡喷细石砼 C20 (厚 100)	m ³	451
11	Φ 25 边坡系统锚杆 (L=6m)	根	408
12	Φ 6 边坡钢筋网	t	15
13	被动防护网	m ²	800
14	沥青杉板伸缩缝	m ²	412
15	三维聚丙烯排水网垫 12mm 厚	m ²	1361
16	Φ 75PVC 排水管	m	1081
17	普通模板	m ²	409
18	波纹栏杆混凝土墩	m ³	30
19	波纹栏杆	m	2342
(二)	上坝公路 (L=786.5m)		
1	土方开挖 (就近堆放)	m ³	1125
2	土方开挖 (运距 3km)	m ³	16917
3	强风化岩开挖 (就近堆放)	m ³	14406
4	土方回填 (利用料)	m ³	1982
5	M10 浆砌石挡土墙	m ³	784
6	C25 砼路肩石	m ³	186
7	C20 砼排水沟	m ³	215
8	C25 砼路面 200mm	m ²	3848
9	碎石路基 100mm	m ²	3848
10	边坡喷细石砼 C20 (厚 100)	m ³	628
11	Φ 25 边坡系统锚杆 (L=6m)	根	685
12	Φ 6 边坡钢筋网	t	25
13	沥青杉板伸缩缝	m ²	260
14	三维聚丙烯排水网垫 12mm 厚	m ²	406
15	普通模板	m ²	3047
16	波纹栏杆	m	790
17	路灯	盏	20

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
18	标志牌	个	20
(三)	穿路涵管		
1	土方开挖（运距 0.5km）	m ³	79
2	土方回填（利用料）	m ³	71
3	预制钢筋混凝土管（直径 0.5m）	m	16
4	预制钢筋混凝土管（直径 1.0m）	m	
5	C20 集水井	个	30
6	C20 砼垫层	m ³	17
7	普通模板	m ²	81
(四)	工作桥		
1	土方开挖（就近堆放）	m ³	286
2	土方开挖（运距 3km）	m ³	189
3	强风化岩开挖（就近堆放）	m ³	53
4	土方回填（利用料）	m ³	259
5	M10 浆砌石挡土墙	m ³	816
6	M10 浆砌块石河底	m ³	41
7	C20 砼垫层	m ³	
8	C25 砼桥墩	m ²	6
9	C30 砼桥面	m ²	33
10	C40 砼（磨耗层）	m ³	
11	钢筋制安	t	4
12	普通模板	m ²	124
13	圆形滑板支座（GBZYH300*54（NR））	个	8
14	Φ110PVC 排水管	m	4
15	异形钢管栏杆（Φ外=114mm，δ=4mm）	m	24
16	沥青杉板伸缩缝	m ²	78
17	三维聚丙烯排水网垫 12mm 厚	m ²	244
18	Φ75PVC 排水管	m	128
六	房屋建筑工程		
1	管理房	m ²	241
2	取水口启闭机房	m ²	54
3	取水闸阀室	m ²	66
4	放空闸阀室	m ²	30
5	室外附属工程	%	15
七	其他建筑工程		
(一)	管理设施		
1	界桩	个	10
2	防守责任碑（铝板反光牌 0.9*1.5m）	块	8
3	宣传牌（铝板反光牌 0.9*1.5m）	块	6
4	险工险段牌（铝板反光牌 0.9*1.5m）	块	20
5	拦车卡	块	8
6	告示牌	块	10
7	标志牌	个	20
8	安全警戒标志	个	15
9	限载、限速标志	个	10
(二)	安全监测工程		

序号	工程项目及名称	单位	设计阶段工程量
1	扬压力钻孔	m	360
2	观测墩	个	16
3	工作基点	个	10
4	第四部分 施工临时工程		
一	导流工程		
(一)	上游围堰工程		
1	一般土方开挖（就近堆放）	m ³	32
2	一般土方开挖(s=3.3km)	m ³	31
3	一般石方开挖	m ³	93
4	土石方回填（内用）	m ³	27
5	C20 砼围堰	m ³	157
6	普通模板制安	m ²	155
7	沥青杉木板填缝	m ²	20
8	止水橡皮 P652	m ²	11
9	围堰拆除(s=3.3km)	m ³	98
(二)	下游围堰工程		
1	一般土方开挖	m ³	194
2	土石围堰填筑	m ³	182
3	心墙粘土填筑（内用）	m ³	102
4	抛石护坡（内用）	m ³	39
5	反滤料		38
6	围堰拆除(s=0.5km)	m ³	338
(三)	导流涵管工程		
1	土方开挖（就近堆放）	m ³	741
2	石方开挖（岩石级别V-VIII，就近堆放）	m ³	195
3	C20 砼涵管底座	m ³	52
4	C20 砼镇支墩	m ³	26
5	普通模板制安	m ²	200
6	DN1200 钢管，壁厚 10mm	m	350
二	施工交通工程		
(一)	1#公路（385m）		
1	土方开挖（就近堆放）	m ³	590
2	土方开挖（外运 3.3km）	m ³	130
3	石方开挖（就近堆放）	m ³	191
4	石方开挖（外运 1.5km）	m ³	15
5	土方回填（利用料）	m ³	501
6	石方回填（利用料）	m ³	251
7	泥结石路面（150mm 厚）	m ²	2021
(二)	2#公路（180m）		
1	土方开挖（外运 3.3km）	m ³	
2	泥结石路面（150mm 厚）	m ²	
三	施工用电		
1	临时供电	km	1
四	施工房屋建筑工程		
1	施工仓库	m ²	1200

6. 机电及金属结构

6.1 机电设备

可研阶段取水口启闭室平面尺寸长×宽=9.7×5.4m，取水闸阀室平面尺寸长×宽=16.7×5.1m，放空闸阀室平面尺寸长×宽=9.7×5.0m。本阶段在可研的基础上对取水管道出口闸门室布置进行深化，优化放空底孔进口型式调整为放空进口启闭闸门及取消出口闸阀室，放空进水口启闭室尺寸放空启闭室平面尺寸长×宽=6.35×6.00m；取水进口启闭室平面尺寸长×宽=10.05×5.40m，取水出口闸阀室平面尺寸长×宽=6.0×5.0m。在功能不变的情况下减少征地面积，降低工程投资。

6.1.1 有压管道的阀门布置

为安全取水，在进水口引水管道末端生态流量出水岔管和供水岔管设控制阀，安装方法如下图所示：

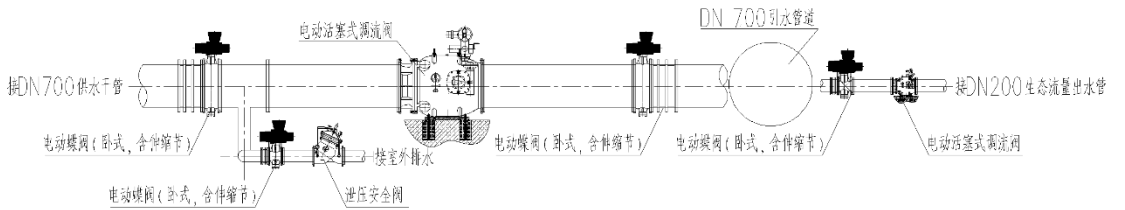


图 6.1-1 管道阀门安装示意图

表6.1-1 设备一览表

序号	设备名称	数量 (台)	设备参数	电功率 (kW)	备注
1	电动蝶阀（卧式，含伸缩节）	1	DN1000， PN1.0MPa	0.55	球墨铸铁
2	电动活塞式调流阀	1	DN1000， PN1.0MPa	3	球墨铸铁
3	电动蝶阀（卧式，含伸缩节）	2	DN200， PN1.0MPa	0.09	球墨铸铁
4	电动活塞式调流阀	1	DN200， PN1.0MPa	1.5	球墨铸铁
5	泄压安全阀	1	DN200， PN1.0MPa	0.09	球墨铸铁

6.1.2 闸阀室尺寸

根据上述设备型号及安装要求，确定取水闸阀室平面尺寸长×宽=6.0×5.0m。
放空启闭室平面尺寸长×宽=6.35×6.0m。
取水进口启闭室平面尺寸长×宽=10.05×5.40m。

6.2 电气

6.2.1 电气一次

6.2.1.1 概况

拟建的岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km²，干流长 4.47km，干流坡降 53.2‰。大坝距两河口村岩板田组约 0.8km，距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 109°11′12″、北纬 27°25′51″。乡镇公路通至坝址下游两河口村岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。岩板田水库正常蓄水位 503.00m，正常蓄水位以下库容为 181.06 万 m³；兴利库容 175.01 万 m³；总库容 204.58 万 m³；死水位 474.60m，死库容 6.05 万 m³。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用小（1）型水库工程。

6.2.1.2 设计依据

- 1) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）；
- 2) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- 3) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- 4) 《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；
- 5) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- 6) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）；
- 7) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）；
- 8) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）。

6.2.1.3 设计内容

本次电气设计涉及大坝取水进口启闭室、取水出口闸阀室、放空管出口闸阀室配电以及管理房用电。

6.2.1.4 接入电力系统方式

大坝主要用电设施及负荷容量：

根据金属结构设计，供水取水口进口设置一道检修闸门、三道工作闸门及一扇拦污栅，下游闸阀室设灌溉管道控制阀、放空管道控制阀。

启闭室 1~3#工作闸门启闭机与拦污栅共用一台卷扬机 QPT250kN，电机启升功率为 15kW；照明及检修用电负荷 3.0 kW。

取水闸阀室负荷有照明用电及闸阀控制用电；照明用电负荷 0.5kW，供水电动活塞式调流阀最大功率为 3.0kW。

放空冲沙管进口启闭室设置检修电动葫芦 10t，设置一扇检修闸门一扇工作闸阀，布置两台卷扬机，检修卷扬机最大启升功率为 7.5 kW，工作闸门卷扬机最大启升功率为 11 kW，电动葫芦功率 13kW。照明及检修用电负荷 3.0kW。

坝顶照明用电负荷 3kW。

管理房用电功率负荷 30kW。

根据电网结构、供电安全可靠，岩板田水库供电电源从其附近 10kV 线路 T 型引接，增设带刀闸的计量型断路器，输电距离约 1km，输电导线型号为 LGJ25/4，供电电压等级为 10kV。本工程采用永久和临时施工用电 10kV 架空线路相结合。具体供电网络，由电力部门确定。

表6.2-1 主要用电负荷表

序号	项目	负荷名称	单位	数量	单机功率	需要系数	功率因素	有功负荷	无功负荷	视在功率
1	取水口 启闭室	卷扬启闭机 QPT 250	台	1	15.0kW	1	0.8	15.0kW	11.25kvar	18.75kVA
2		照明及检修	套	1	3.0kW	0.8	0.85	2.4kW	1.49kvar	2.82kVA
3	放空启 闭室	卷扬启闭机 QPQ 160	台	1	7.5kW	1	0.8	7.5kW	5.63kvar	9.38kVA
4		卷扬启闭机 QPQ 400	台	1	11.0kW	1	0.8	11.0kW	8.25kvar	13.75kVA
5		电动葫芦 10T	台	1	13.0kW	1	0.8	13.0kW	9.75kvar	16.25kVA
6		照明及检修	套	1	3.0kW	0.8	0.85	2.4kW	1.49kvar	2.82kVA
7	取水闸 阀室	电动调流阀	台	1	3.0kW	1	0.85	3.0kW	1.86kvar	3.53kVA
8	大坝	照明及检修	套	1	3kW	0.8	0.85	2.4kW	1.49kvar	2.82kVA
9	管理房		套	1	30kW	0.8	0.85	24.0kW	14.88kvar	28.24kVA
10	信息系 统		套	1	10kW	1	0.85	10.0kW	6.2kvar	11.76kVA
合计								90.7	62.29	110.12
有功功率同时系数								0.55		
无功功率同时系数									0.5	
总计算功率								49.9	31.1	58.8
变压器负载率	85%									
需变压器容量 (kVA)	69.2									
选变压器容量 (kVA)	80									

6.2.1.5 电气主接线

电气主接线是根据大坝及管理房接入电力系统方式、规模、运行方式及重要性，按照接线简单、供电可靠、操作检修方便及节约投资的原则综合考虑确定的。

水库大坝电气主接线：10kV 高压侧采用变压器一线路组接线，设一台 80kVA 变压器，0.4kV 低压侧采用单母线接线。10kV 高压输电线路经户外高压跌落式熔断器到变压器再经 0.4kV 电缆至低压开关室。0.4kV 母线侧设置 2 台 GGD 固定式开关柜。由于大坝采用表孔无闸门开敞溢流的形式，故无需备用电源。大坝配电采用高压计量方式，计量点设置在变压器高压侧，设备及参数由供电部门提供。

具体接线详见大坝电气主接线图。

6.2.1.6 主要电气设备选择

电气设备选择是按照《导体和电器选择设计技术规定》的要求，依据技术先进、安全、可靠、经济、合理的原则，满足正常运行、检修、短路和过电压情况的要求。优先选用新型节能、环保性能可靠的产品，其产品按正常工作时电压和电流条件进行选择。按短路情况进行动、热稳定校验。

大坝变压器容量是根据综合最大负荷确定的。考虑取水口检修闸门拦污栅共用电机，不同时工作，以及在闸阀室共用电的情况下最大负荷为取水口检修闸门工作负荷（69.2kW），故变压器容量选择为 80kVA，选用 S20 系列节能型变压器。变压器型号为 S13-80/10。

10kV 户外开关设备，避雷器选用 HY5WS-17/50 型金属氧化物避雷器，熔断器选用 PRW4—10F（W）型跌落式熔断器。

0.4kV 低压侧开关设备选用分断能力高、结构合理、防护等级较高的 GGD 型低压柜。柜内配 CW2 系列框架断路器或 CM³ 系列塑壳断路器。

主要电气设备选择见主要电气设备材料表。

6.2.1.7 主要电气设备的布置

大坝电气设备布置：10kV 开关设备采用敞露式开关设备，户外布置，设降压站，占地面积约 5×5m²。0.4kV 开关设备采用户内布置，包括 0.4kV 低压开关室、值班室等，占地面积约 8×4m²。

6.2.1.8 过电压保护及接地

(1) 过电压保护和绝缘配合

过电压保护和绝缘配合按《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》GB/T 50064 和《水力发电厂过电压保护和绝缘配合设计技术导则》NB/T 35067 执行。

对沿线路入侵雷电波的保护，采用在 10 kV 进线侧装设 HY5WS 型金属氧化物避雷器。避雷带采用 $\Phi 10$ 热镀锌圆钢沿墙引下至集中接地网。

(2) 接地

接地设计按照《水利水电工程接地设计规范》SL587 进行。电气设备接地设计还应按照《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》执行。

接地设计原则：优先充分利用自然接地体进行接地，如：与水或潮湿土壤相接触的水工建筑物、压力钢管、金属闸门等，结合敷设人工接地网降低全厂接地网接地电阻值。

大坝接地系统设计方案：接地网初步确定由坝前水下接地网、闸坝接地网、启闭机房接地网、高、低压开关室接地网以及闸门槽钢等自然接地体构成。避雷线或明敷避雷带引下接地处及避雷器接地处，加装集中接地装置。接地材料采用-50×6 的热镀锌扁钢。

电力设备接地：所有的电气设备外壳或基础、互感器的二次绕组、电缆桥架等都将可靠接地。

接地干线与接地分支线均采用-50×6 热镀锌扁钢。大坝的接地电阻要求小于等于 4 欧姆。

6.2.1.9 电气设备的防火

电气设备防火是按照《水利工程设计防火规范》(GB 50987-2014)的要求，采取“预防为主，防消结合”的方式进行设计，所有电缆孔洞以及电缆敷设完毕后均用非燃烧材料进行封堵。

分别在启闭机房、启闭室、管理房内配置手提式灭火器等消防设备。

6.2.1.10 主要电气设备材料表

表6.2-2 主要电气设备材料表

序号	名称及规格	单位	数量	技术参数要求
(一)	主变压器设备及安装工程			
1	S13-80/10-0.4kv 油浸式变压器	台	1.00	80kVA $\pm 2 \times 2.5\%$ Dyn11 4%
(二)	电气设备及安装工程			
1	跌落式熔断器 RW4-10F(w)	台	3	Ie=15A 25kA
2	金属氧化物避雷器 HY5WS-17/50	台	3	Ie=630A U=12kV
3	低压开关柜 GGD2-48 (2200×800×600)	块	1	成品柜
4	低压开关柜 GGD2-38A (2200×600×600)	块	1	成品柜
5	电缆 ZR-YJV-3*70+1*35 1kV	m	200	
6	电缆 ZR-YJV-3*50+1*25 1kV	m	30	
7	电缆 ZR-YJV-4x6 1kV	m	300	
8	电缆 ZR-YJV-3x6 1kV	m	200	
9	10kV 输电线路 LGJ-25/4	m	1000	
10	水泥电线杆 $\Phi 190 \times 12m$	根	35	
(三)	管理房用电			
1	照明配电箱 XDD-3	个	6	I=50A 防护等级 IP65
2	风扇 GZD-20	台	4	250V, 10A
3	防水防尘灯 GC11-A-15W	盏	27	250V, 10A
4	安全指示灯 DYA-20/60-D01	盏	7	
5	单相接地防水插座 250V, 10A	个	54	250V, 10A
6	空调插座 250V, 10A	个	8	250V, 10A
7	单联开关 250V, 10A	个	13	250V, 10A
8	双联开关 250V, 10A	个	6	250V, 10A
9	电话插座	个	10	
10	双口信息插座	个	10	
11	电视用户盒	个	10	
12	等电位联结端子盒	个	5	
13	镀锌扁铁 -50×5	m	300	
14	角钢 L50×5	m	70	
15	镀锌圆钢 $\Phi 10$	m	80	
16	电线 BV3*6	m	80	
17	电线 BV4*2.5	m	80	
18	PVC 管 DN25/20	m	80	

6.2.2 电气二次

6.2.2.1 概述

岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水库工程，岩板田水库工程总布置由水源枢纽工程、供水工程（供水输水管道）两部分组成。电气二次设计主要内容是大坝闸门监控和工业电视监控系统。

本工程拟采用全计算机监控系统，实现“无人值班”（少人值守）的运行管理模式。本报告分别对大坝的监控系统、继电保护配置、电能计量、通信系统等作出如下叙述。

6.2.2.2 监控系统

根据“无人值班”（少人值守）的原则，结合当今自动化监控系统的现状和发展趋势及本工程需要，本工程的监控系统拟采用全计算机监控。在值班室设置集中监控，对大坝闸门及坝区实现集中操作与监控。其计算机监控系统的操作员工作站（即站级控制级）设置在中控室内，大坝启闭机室设置现地终端LCU（即闸门现地控制单元级），LCU所采集的工况信号均通过光纤通信送至中控室内的操作员工作站。

1) 计算机监控系统结构

本工程计算机监控系统采用符合国际开放系统标准的分层分布式结构，以保证系统具有很强的开放性、兼容性、可扩展性和可移植性。计算机监控系统分为站级控制级和现地控制单元级两层，采用光纤以太网连接，选用单网结构。站级控制级负责全站电气设备的实时控制及其运行状态监视，现地控制单元级负责对启闭设备及公用设备等进行实时控制及监视，当站级控制级因故退出运行时，现地控制单元可以独立运行而不受影响。计算机监控系统要求能实现与上级调度系统等的通讯。

2) 计算机监控系统组成

计算机监控系统由站级控制级和现地控制单元级两层等设备组成。

站级控制级由二台主机兼操作员工作站，一台通讯管理工作站组成。

现地控制单元级以可编程控制器加触摸屏为核心的设备组成。

3) 计算机监控系统的功能

监控系统主要功能包括：数据采集和处理、安全运行监视、实时控制和调节、事件顺序记录、打印记录、事故追忆、事故处理指导和恢复操作指导、系统通信、系统自诊断与自恢复、泵站运行维护管理、系统授权管理等。

6.2.2.3 闸门现地控制单元（LCU）

设计闸门 LCU 柜一面，核心设备采用带以太网通讯接口的可编程逻辑控制器（PLC），数字开关量输入点数 64 点，数字开关量输出点数 32 点，数字模拟量输入点数 8 点，开关量输出采用继电器隔离。集中采集取水口、冲砂孔等闸门开度、启闭机状态，设计现地、远方控制闸门。

设计坝区超声波水位计一套，模拟量输出参数为标准信号 4~20mA。

6.2.2.4 继电保护和安全自动装置

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB14285）并根据电气一次主接线进行配置，本工程继电保护和安全自动装置设置如下：

在 0.4kV 母线装设厂用电备自投装置。

本装置就地安装在厂变低压侧 0.4kV 开关柜中。

6.2.2.5 测量系统

电测量仪表按《电测量及电能计量装置设计技术规程》（DL/T5137）进行配置。

电测量实现的方法为：大部分设备的电气量采集均采用交流采样装置，该装置为多功能电力监测装置，可测量三相电流、电压、有功功率、无功功率、零序电流、零序电压、频率等电气量，通过串行接口接入计算机监控系统。个别电气量采用变送器变换成标准的 4~20mA 信号，送入计算机监控系统。

6.2.2.6 计量系统

变压器高压侧按电力部门要求设置多功能电能表及远程抄表终端，与电能计量箱配套使用。

6.2.2.7 信号系统

事故、故障、断路器位置、启闭机运行状态等信号均接入计算机监控系统。当运行设备发生事故或故障时，操作员工作站发出报警音响或报警语音，同时在 LCD 上显示事故或故障类型，以便运行人员及时处理。对开关位置信号，在 LCD 画面上以不对应闪烁和报警闪烁方式显示。

6.2.2.8 不间断电源（UPS）系统

值班室、启闭机室各设计不间断电源（UPS）系统一套，容量 2KVA2H。

UPS 电源供电对象主要是计算机系统、LCU 柜，仪表及通信设备。

6.2.2.9 通信

由当地电信部门引接程控电话至水库坝区，采用有线电话通信，另配置一定数量的对讲机用于水库度汛应急通信，同时考虑无线通信作为备用通信手段。

值班室与启闭机室之间的数据通信拟采用 ADSS 专用光缆通信，构建局域网。

6.2.2.10 工业电视系统

为了实现少人值守及便于进行安全防范管理，本工程设工业电视系统，工业电视系统遵照《工业电视系统工程设计标准》（GB/T 50115-2019）执行。

摄像头采用数字式网络摄像机，在大坝启闭机室、上游、下游等处装设摄像头，在值班室设有主机及彩色监视器。

6.3 金属结构

6.3.1 概述

本工程设一条 DN1000 的引水管，引水管穿过坝身，进口布置有一座塔式进水口，出口段设闸阀室，从引水管引出一条 DN200 生态流量出水管和一条 DN1000 的供水干管，引水管出口采用 0.8MPa 钢堵头封堵。水库首部设计引用流量等于灌溉流量+供水流量+生态流量，为 $0.769\text{m}^3/\text{s}$ 。

本工程金属结构主要位于引水管塔式进水口，由进口拦污栅、分层取水进水闸门和事故闸门组成。金属结构设备包括：取水口进口拦污栅 1 道（含一台 250kN 台车），分层取水进水闸门 3 套（与拦污栅共用 250kN 台车）。拦污栅、闸门主要材料采用 Q235B。

放空冲沙管金属结构主要位于枢纽左侧，由进口拦污栅、检修闸门和工作闸门组成。金属结构设备包括：取水口进口检修闸门 1 套、工作闸门 1 套（QPQ400kN 固定卷扬机）、检修闸门 1 套（QPQ160kN 固定卷扬机）等。闸门主要材料采用 Q235B。

为提高设备安全性、经济可靠性及延长设备的检修周期，金属结构设计中尽量采用先进技术和新材料；所有水封螺栓、螺母采用不锈钢材料，所有埋件与水封接触面贴焊不锈钢板。

6.3.2 设计依据

- （1）《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》（GB/T14173-2008）；
- （2）《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）；
- （3）《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2018）；

- (4)《水工金属结构防腐蚀规范》(SL105-2007);
- (5)《水利水电工程初步设计报告编制规程》(SL/T 619-2021);
- (6)《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》(SL/T 381-2021);

6.3.3 金属结构设计

6.3.3.1 取水口闸门

(1) 进水口拦污栅

进水口进口设钢制拦污栅一套,拦污栅竖直布置。拦污栅孔口尺寸为 1.0m×30.00m (宽×高),设计水头 3.0m,底坎高程 471.50m,顶部平台高程 506.00m (平齐坝顶高程)。拦污栅为平面滑动式,主梁采用工字形截面,滑块支承,单吊点,静水启闭。清污方式为人工清污。

拦污栅共分 12 节,每节高度为 2.375m,总高度 28.5m。拦污栅整体起吊,节间锁定,采用一台 250kN 移动卷扬机 (QPT-250kN),启闭机扬程 7.0m。拦污栅的检修平台设置在坝顶。栅叶结构及埋件主材为 Q235B。

拦污栅主要技术参数:

布置型式: 竖直布置

孔口尺寸: 1.0m×28.50 m (宽×高)

设计水头: 3m

操作条件: 静水启闭,整体启吊

清污方式: 人工清污

孔口数量: 1

栅叶数量: 1 套 (12 节、节间锁定)

启闭机: 移动卷扬机

启闭机容量: 250kN

启闭机扬程: 7.0m

启闭机数量: 1 台

(2) 分层取水进水口进水闸门

进水口设 3 孔分层取水工作闸门,布置在拦污栅后,采用塔式布置,通过跟踪水库水位的变化情况,自上而下逐层开启闸门进行取水,以实现取上层水的目的。分层取水工作门为潜孔式,孔口尺寸 1.0m×1.0m (宽×高),顶部平台高程 506.00m (平齐坝顶高程),1#进水闸门底槛高程 492.10m,设计水位

504.25m，最大操作水位 503.00m；2#进水闸门底坎高程 483.60m，设计水位 504.25m，最大操作水位 494.10m；3#进水闸门底坎高程 474.60m，设计水位 504.25m，最大操作水位 485.10m。3 孔闸门均用拉杆连接至坝顶。工作门为实腹式主梁结构平面闸门，采用滑块支承，下游侧止水，顶、侧止水采用 P 型橡皮，底止水采用条形橡胶止水带。进水闸门静水启门，动水闭门。1#进水闸门设充水阀，首次充水，开启充水阀进行闸门后充水，平压后提门开启至孔口上方锁定。1#门最大启门水头 10.90m，2#、3#门最大启门水头 11.0m，3 扇闸门与拦污栅共用一台 250kN 移动卷扬机，启闭机扬程为 7.0m。闸门检修平台在坝顶。门叶结构及埋件主材为 Q235B。

工作门主要技术参数：

孔口型式：潜孔式

孔口尺寸：1.0m×1.0m（宽×高）

闸门型式：平面滑动门

设计水头：30.01m

操作条件：静闭动启

操作水头：≤10.90m/11.0m /11.0m

孔口数量：3 孔

闸门数量：3 套（含拉杆）

启闭机：250kN 移动卷扬机（QPT-250kN）

6.3.3.2 放空冲沙底孔闸门

（1）放空冲沙底孔检修闸门

冲沙底孔设检修闸门、工作闸门，采用塔式布置，通过开启闸门进行放空冲沙。潜孔式平面定轮闸门，上游止水，孔口尺寸 1.4m×1.4m（宽×高），顶部平台高程 506.00m（平齐坝顶高程），进水闸门底槛高程 471.10m，设计水位 504.25m，最大操作水位 474.60m（检修门），最大操作水位 483.60m（工作门）；闸门均用拉杆连接至坝顶。工作门为实腹式主梁结构平面闸门，采用滚轮支承，上游侧止水采用 P 型橡皮，底止水采用条形橡胶止水带。检修闸门静水启闭，工作闸门动水启闭。检修闸门采用 QPQ160kN 固定式卷扬机。闸门检修平台在坝顶。工作闸门采用 QPQ400kN 固定式卷扬机。门叶结构及埋件主材为 Q235B。

工作门主要技术参数：

孔口型式：潜孔式

孔口尺寸：1.4m×1.4m（宽×高）

闸门型式：平面定轮闸门

设计水头：32.61m

操作条件：动水启闭

操作水头：≤2.6m/11.6m

孔口数量：1孔

闸门数量：1套（含拉杆）

启闭机：QPQ250kN 固定式卷扬机。

6.3.4 金属结构计算

本次对放空冲沙孔进口工作闸门进行计算，闸门门叶及配重块、拉杆等拟定 100kN。

①闭门力的计算：

$$F_W = n_T(T_{zd} + T_{zs}) + P_t - n_G G \quad (\text{kN})$$

②持住力计算：

$$F_T = n_G' G + G_j + W_s + P_x - P_t - (T_{zd} + T_{zs}) \quad (\text{kN})$$

③启门力的计算：

$$F_q = n_T(T_{zd} + T_{zs}) + P_x + n_G' G + G_j + W_s \quad (\text{kN})$$

式中： n_T —摩擦阻力安全系数，可采用 1.2；

n_G —计算闭门力用的闸门自重修正系数，可采用 0.9~1.0，选用 0.9；

n_G' —计算持住力和启门力用的闸门自重修正系数，可采用 1.0~1.1，选用 1.1；

G —闸门自重，当有拉杆时应计入拉杆重量；计算启门力时选用浮重；

W_s —作用在闸门上的水柱压力，KN；

G_j —加重块重量，KN；

P_t —上托力，KN，包括底缘上托力及止水上托力；

P_x —上吸力，KN；

T_{zd} —支承摩阻力，KN；

P —作用在闸门上的总水压力, KN;

f_1 、 f_2 、 f_3 —滑动摩擦系数, 计算持住力应取小值, 计算启门力、闭门力应取大值;

T_{zs} —止水摩阻力, KN, $T_{zs} = f_3 P_{zs}$;

P_{zs} —作用在止水上的压力, KN。

经计算得:

静水压力 $P_{\text{工作}}=251.94\text{kN}$

支承摩阻力: $T_{zd}=8.96\text{kN}$

侧止水压力: $P_{zs1}=15.55\text{kN}$

顶止水压力: $P_{zs2}=3.65\text{kN}$

止水摩擦阻力 $T_{zs}=13.44\text{kN}$

水柱压力: $W_s=129.60\text{kN}$

上托力: $P_t=5.64\text{kN}$

下吸力: $P_x=0\text{ kN}$

闭门力 $F_{\text{闭}}=-54.95\text{kN}$;

启门力 $F_{\text{起}}=288.51\text{kN}$;

持住力 $F_t=228.95\text{kN}$ 。

经复核启门力计算为 288.51kN, 拟采用单吊 400kN 启闭机, 结合闸门运行工况, 综合选取 1 台 QPQ-400kN 固定卷扬式启闭机, 闸门门叶结构重量为 4.44t (含配重平衡块重为 1.95t), 反向滑块及主梁等重量为 2.15t, 启闭拉杆重量为 3.19t。

工作闸门为潜孔式平面滑动钢闸门, 为下游侧止水, 动水启闭, 启闭机为 1 台 QPQ-400kN 固定卷扬式启闭机, 扬程 12m, 闸门不工作时固定在门槽顶部锁定梁通知拉杆锁锭。

2) 闸门结构复核

①面板计算

放空冲沙工作闸门面板厚度计算:

由公式计算 $\delta \geq a \sqrt{\frac{kq}{0.9 \alpha [\sigma]}}$ (mm) 得, $\delta=10.9\text{mm}$, 放空冲沙闸门面板

厚度选用 12mm，设计满足要求。

面板参加主（次）梁整体抗弯时的强度验算：

$$\sigma_{zh} = \sqrt{\sigma_{my}^2 + (\sigma_{mx} + \sigma_{ax})^2} - \sigma_{my}(\sigma_{mx} + \sigma_{ax}) \leq 1.1 [\sigma]$$

式中： σ_{mx} —面板沿主梁轴线方向的局部弯应力， $\sigma_{mx} = kpa^2/\delta^2$ ；

σ_{my} —垂直于主梁轴线方向面板的局部弯应力， $\sigma_{my} = \mu \sigma_{mx}$ ， μ 取 0.3；

σ_{ax} —对应于面板验算点主梁上翼缘整体弯应力， $\sigma_{ax} = (1.5\xi_1 - 0.5) M/W$ ；

ξ_1 —面板兼作主（次）梁上翼缘的有效宽度系数；

M —对应于面板验算点主梁的弯矩；

W —对应于面板验算点主梁的截面抵抗矩；

② 闸门主次梁结构复核

次梁计算：

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]}$$

次梁截面抵抗矩满足

面板参加次梁工作的有效宽度 B 可按下列两式计算，然后取两式算得的较小值：

a、考虑面板兼作梁翼缘在受压时不致丧失稳定而限制的有效宽度：

$$B \leq b_l + 2c \quad (c=30\delta \text{ (}\delta \text{ 为面板厚度)})$$

b、考虑面板沿宽度上应力分布不均而折算的有效宽度： $B = \xi_1 b$ 或 $B = \xi_2 b$

($b = \frac{b_1 + b_2}{2}$ ， b_1 、 b_2 分别为次梁与两侧相邻梁的间距； ξ_1 、 ξ_2 为有效宽度系数)。

主梁计算：

面板可被利用的有效宽度与次梁基本相同；

主梁下翼缘同时兼作纵向联结系的杆件将承受闸门的部分自重，可将容许应力降低为 $0.9[\sigma]$ ，纵向联结系的杆件内力计算出以后，再将分别由水压力与门重产生的两种应力叠加而后按 $[\sigma]$ 来验算强度；

为防止主梁挠度过大影响闸门的正常使用，应使主梁的挠度不超过最大相

对挠度的限值, $f = \frac{5ql^4}{384EI}$ (l 为计算跨度)

计算得: 主梁正应力: 157.6Mpa, 剪应力: 82.4Mpa。

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、反轨埋件采用焊接组合结构。

6.3.5 防腐设计

为使工程建成后, 延长工程金属结构设施的使用寿命, 减少维护工作量, 该工程新增的所有闸门门叶、拦污栅及埋件外露表面均应进行喷锌防腐处理。

闸门及其附属设备(不锈钢表面除外)均采用如下防腐方案:

1) 表面预处理

表面预处理用喷砂法按相应规范执行, 闸门及埋件外露面经处理的钢材表面应达到 GB8923 规定的除锈等级 Sa2.5 级, 粗糙度 $Rz=600\sim100\mu m$; 埋件埋入砼一侧表面除锈等级为 Sa2 级。

2) 埋件涂装

(1) 外露表面部分

各埋件除不锈钢板外, 均采用热喷锌+涂层进行防腐。热喷锌三道, 喷锌总厚度 $160\mu m$, 锌丝纯度不低于 99.99%。封闭底漆为纯环氧封闭漆一道, 干膜厚度 $30\mu m$ 中间漆为快干型环氧云铁漆两道, 干膜厚 $100\mu m$ 面漆为聚氨酯两道, 干膜厚 $100\mu m$, 漆膜总厚度 $230\mu m$, 面漆颜色由业主确定。工作面、不锈钢表面不涂装, 涂锂基润滑脂进行保护。

(2) 埋入部分(与混凝土结合面)涂刷无机改性(苛性钠)水泥浆, 干膜厚 $400\mu m$ 。

3) 门体涂装

除不锈钢板外, 均采用热喷锌+涂层进行防腐。热喷锌三道, 喷锌总厚度为 $160\mu m$, 锌丝纯度不低于 99.99%封闭底漆为纯环氧封闭漆一道, 干膜厚度 $30\mu m$ 中间漆为快干型环氧云铁漆两道, 干膜厚 $100\mu m$ 面漆为聚氨酯漆两道, 干膜厚 $100\mu m$, 漆膜总厚度 $230\mu m$, 面漆颜色由业主确定。

4) 其他特殊构件涂装

a、非不锈钢轴类零件镀乳白铬 $50\mu m$ 、硬铬 $50\mu m$ 。

b、所有连接螺栓均采用不锈钢材料。

c、埋件现场安装焊缝区两侧各 100mm 范围，涂装不会对焊缝质量产生不良影响的车间底漆，厚度约 20μm，并采取一定的保护措施，工地现场拼焊完毕后，采用与厂内相同的工艺进行防腐。门体及埋件外露面现场涂装最后一道面漆。

5) 钢结构防腐施工按《水工金属结构防腐蚀规范》SL/T 105-2025 施工。当锌热喷涂层检验合格后，应及时进行封闭处理。

6.3.6 金属结构工程量及设备

表6.3-1 金属结构工程量表

序号	名称及规格	单位	数量	参数
一	闸门及启闭设备安装			
(一)	取水口闸门制安			
1	进口拦污栅	t	8.6	Q235
2	进口拦污栅埋件	t	6.12	
3	1#进口分层取水闸门	t	1.56	
4	1#进口分层取水闸门埋件	t	3.47	
5	2#进口分层取水闸门	t	2.12	
6	2#进口分层取水闸门埋件	t	5.43	
7	3#进口分层取水闸门	t	2.68	
8	3#进口分层取水闸门埋件	t	6.85	
9	桥式起重机 (QPT-250KN)	台	1.00	移动卷扬式平门启闭机，总水压力 237.95kN，扬程 13m，速度 1.8m/min，QPT250kN
10	QPT-250KN 轨道总成	t	1.60	
11	拉杆	t	3.65	2.5m (单根)
12	锁定梁	t	0.05	Q235 16b-1000
(二)	放空管进口闸门制安			
1	进口检修闸门 1.4m*1.4m	t	1.58	Q235
2	检修门埋件	t	2.87	
3	工作闸门 1.4m*1.4m	t	4.44	
4	工作闸门埋件	t	2.15	
5	固定卷扬机 (QPG160KN, 7.5/2×2kW) 含钢丝绳	台	1.00	卷扬式平门启闭机，总水压力 237.95kN，扬程 38m，速度 1.8m/min，QPG160kN

序号	名称及规格	单位	数量	参数
6	固定卷扬机（QPG400KN， 7.5/2×2kW）含钢丝绳	台	1.00	卷扬式平门启闭机，总 水压力 742.06kN，扬程 38m，速度 1.8m/min， QPG400kN
7	锁定梁	t	0.12	Q235 20a-1100
8	拉杆	t	6.37	检修门、工作门各 13*2.5m（单根）
9	电动葫芦 10T	台	1.00	

表6.3-2 金属结构设备清单

序号	项 目		闸 门						启 闭 设 备				备注
			型式	启闭方式	孔口尺寸 (宽×高, m)	设计水头 (m)	孔口 数量	门页 数量	型式	启闭 容量 (KN)	扬程 (米)	台 数	
1	取水口	进口拦污栅	平面直立滑动	静水启闭	1.0×30.00	30.01	1	1	移动卷扬机	250	7	1	7.5/2×2kW
2		1#进水闸门	潜孔滑动门	动闭静启	1.0×1.0	12.01	1	1					
3		2#进水闸门	潜孔滑动门	动闭静启	1.0×1.0	21.01	1	1					
4		3#进水闸门	潜孔滑动门	动闭静启	1.0×1.0	30.01	1	1					
5	放空冲沙底孔	检修闸门	潜孔滑动闸门	静水启闭	1.4×1.4	32.61	1	1	QPQ 卷扬机	160		1	7.5/2×2kW
6		工作闸门	潜孔定轮闸门	动闭静启	1.4×1.4	32.61	1	1	QPQ 卷扬机	400		1	7.5/2×2kW

6.4 采暖通风与空气调节

6.4.1 设计依据

- 1)《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》(SL490-2010);
- 2)《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243-2016);

6.4.2 设计范围

本阶段暖通的主要设计内容为岩板田水库工程管理房内采暖与通风空调系统设计。

6.4.3 设计内容

本工程位于怀化市新晃县，新晃县属中亚热带季风气候，年平均气温 $15.9\sim 17.3^{\circ}\text{C}$ ，最冷月平均气温 $1.6\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均气温 $25.7\sim 28.6^{\circ}\text{C}$ ；无霜期 $246\sim 356\text{d}$ ，年日照时数为 $1014.5\sim 1590.2\text{h}$ ；多年平均雨日 $154\sim 169\text{d}$ ，多年平均降雨量 1171.3mm ，年最大降雨量 1461.9mm ，年最小降雨量 684mm ；多年平均风速 1.1m/s ，最大风速 16.7m/s （1983年4月27日），风向WSW，汛期（4~9月）最大风速多年平均值 13.0m/s 。受地形、地貌等因素的影响，境内气候复杂多变，干旱洪涝、大风冰雹等自然灾害也比较频繁。

6.4.4 室外空气主要计算参数

根据本工程区的气象资料，计算得到岩板田水库管理所室外空气主要计算参数如下：

冬季采暖室外计算温度：	-1.60°C ；
冬季空气调节室外计算温度：	-1.65°C ；
夏季通风室外计算温度：	24.56°C ；
夏季通风室外计算相对湿度：	61.3% ；
冬季空气调节室外计算相对湿度：	55% ；
冬季空气调节室外计算相对温度：	26.91°C ；
冬季室外平均风速：	2.0m/s ；
夏季室外平均风速：	2.96m/s 。

6.4.5 室内计算参数

根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015)，岩板田

水库管理房室内温度、湿度设计标准如下表：

表6.4-1 室内温度湿度设计标准

位置	夏季		冬季
	温度（℃）	相对湿度（%）	温度（℃）
办公室	≤30	45～70	18～20
员工宿舍	≤30	45～70	18～20

6.4.6 暖通通风设计

根据管理所室外计算温度和布置特点，管理所办公室及宿舍采用自然通风方式，不另设通风设备；在卫生间采用轴流风机进行排风。

管理所采暖结合消防设计，为确保防火安全，严禁采用火炉和明火电炉采暖的要求，采取空调采暖设计。

暖通系统主要为管理房内设备服务，根据工程区的气象条件，管理房内不设暖通设备，通风采用自然通风为主，机械通风为辅与局部空调的通风空调方式。

根据当地气候条件，管理房采用造价较高的中央空调方案无必要，但是对于办公室、会议室等房间采用局部空调则是必要的。由于空调冷负荷小，从经济实用的角度出发，管理房办公室、会议室等房间采用分体式空调器。

管理房办公室、会议室等房间通过可开外窗进行自然通风即可满足房间通风换气的效果。

6.4.7 通风空调设备

通风暖通设备清单见下表。

表6.4-2 管理房主要暖通设备表

序号	名 称	型号规格	单位	数量	备注
1	分体空调	KFR=75DLW/Y-SN=2.8kW/220V	台	3	办公室区域
2	分体空调	KFR=51DLW/Y-SN=2.0kW/220V	台	6	宿舍

7. 消防设计

7.1 概述

新建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2‰ 。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。拟定正常蓄水位 503m ，最大坝高 49.5m ，总库容 204.58 万 m^3 ，岩板田水库涉及灌溉区域总面积为 9728 亩，拟设计灌溉保证率 85% ，人饮供水设计保证率 95% 。经现场踏勘、调研，河道现有水质检测符合相关标准，为 II 类水质。

设计初拟坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.50m （坝顶高程 506.00m ）。水库正常蓄水位 503.00m （相应库容为 181.06 万 m^3 ），设计洪水位为 504.25m （相应库容为 197.54 万 m^3 ），校核洪水位为 504.67m （总库容为 204.58 万 m^3 ）。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小（1）型水库，工程等别为 IV 等。

7.2 消防设计原则和依据

7.2.1 消防设计依据

1) 法律法规

- (1) 《中华人民共和国消防法》（2008 年 10 月 28 日修订）；
- (2) 《中华人民共和国消防法》（全国人大常委会第二十八次主席令第 81 号）；

2) 主要设计规范

- (1) 《水利工程设计防火规范》（GB 50987-2014）；
- (2) 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014（2018 年版））；
- (3) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）；
- (4) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- (5) 《自动喷水灭火系统设计规范》（GB 50084-2017）；

- (6)《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974-2014);
- (7)《室外给水设计标准》(GB 50013-2018);
- (8)《建筑给水排水设计标准》(GB 50015-2019);
- (9)《室外排水设计标准》(GB 50014-2021);
- (10)《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268-2008);
- (11)《消防安全标志 第一部分：标志》(GB13495.1-2015);
- (12)《消防安全标志设置要求》(GB15630-1995);
- (13)《消防应急照明和疏散指示系统》(GB17945-2024);
- (14)《建筑消防设施的维护管理》(GB25201-2010);
- (15)《建筑钢结构防火技术规范》(GB51249-2017);
- (16) 国家其他现行有关规程、规范和标准。

3) 主要设计资料

- (1) 业主提供的设计相关资料;
- (2) 地质勘测资料;
- (3) 其它相关专业提供的设计图纸。

7.2.2 消防设计原则

- 1) 贯彻“预防为主，防消结合”的消防工作方针。
- 2) 遵循国家基本建设方针、政策，消防设施的投入与当前财力相适应。
- 3) 工程消防设计与枢纽总体布置一起统筹考虑，积极采用先进的防火技术，结合当地的具体条件和设施，做到既保护重点，又照顾一般。
- 4) 消防设施配置满足本工程的消防自救为主、外援为辅的要求。

7.3 消防总体设计方案

7.3.1 防火间距

根据《水利工程设计防火规范》第 4.1.1 条，枢纽内相邻建筑物之间的防火间距不应小于下表规定。

表7.3-1 枢纽内相邻建筑物之间的防火间距（m）

建（构）筑物类型	丁类、戊类建筑	厂外油罐室或	高层副厂房	办公、生活建筑
	耐火等级			耐火等级

			一级、二级	三级	露天油罐		一级、二级	三级
丁类、戊类建筑	耐火等级	一级、二级	10	12	12	13	10	12
		三级	12	14	15	15	12	14
厂外油罐室或露天油罐			12	15	-	15	15	20
高层副厂房			13	15	15	-	13	15
办公、生活建筑	耐火等级	一级、二级	10	12	15	13	6	7
		三级	12	14	20	15	7	8
注：1、防火间距应按相邻建筑物外墙的最近距离计算，如外墙有凸出的燃烧构件，则应从其凸出部分外缘算起。 2、两座均为一级、二级耐火等级的丁类、戊类建筑物，当相邻较低一面外墙为防火墙，且该建筑物屋盖的耐火极限不低于 1h 时，其防火间距不应小于 4.0m。 3、两座相邻建筑物当较高一面外墙为防火墙时，其防火间距不限。								

室外主变压器场与建筑物、厂外油罐室或露天油罐的防火间距不应小于下表规定。

表7.3-2 室外主变压器场与建筑物、厂外油罐室或露天油罐的防火间距（m）

名称		枢纽建筑物		其他建筑			厂外油罐室或露天油罐
		耐火等级		耐火等级			耐火等级
		一级、二级	三级	一级、二级	三级	四级	一级、二级
单台变压器油量（t）	≥5, ≤10	12	15	15	20	25	12
	大于 10, ≤50	15	20	20	25	30	15
	大于 50	20	25	25	30	35	20
注：防火间距应从距建筑物、厂外油罐室或露天油罐最近的变压器外壁算起。							

根据《水利工程设计防火规范》第 3.0.2 条“水力发电厂厂房、泵站厂房、室外变电站和室外开关站构架，不应低于二级。通航建筑物和水闸，除卷扬启闭机室不应低于三级外，其余的不应低于二级。独立的辅助生产建筑物，除机械试验室、电工修理间、机械修配厂、水工观测仪表室、水处理室和水化验室不应低于三级外，其余的不应低于二级。综合的辅助生产建筑物，不应低于二级。”确定本工程的耐火等级为二级。第 4.1.1 条，丁类建筑、耐火等级为二级

的建筑物与办公、生活建筑、耐火等级为二级的建筑物之间的防火间距为 10m。

7.3.2 消防车道

根据《水利工程设计防火规范》4.2.1 条“水利工程厂区内的消防车道可利用交通道路。”第4.2.2条“尽头式消防车道应在适当位置设回车道或回车场。”根据《建筑设计防火规范》的相关内容规定：消防车道与材料堆场堆垛的最小距离不应小于 5m；供消防车取水的天然水源和消防水池应设置消防车道；消防车道的净宽度和净高度均不应小于 4m，供消防车停留的空地，其坡度不宜大于 3%；消防车道与厂房（仓库）、民用建筑之间不应设置妨碍消防车作业的障碍物；消防道路路面、扑救作业场地及其下面的管道和暗沟等应能承受大型消防车的压力。

管理房周围车道的宽度为 4~5m，道路上空 4m 以下无障碍物。消防车道直通厂外的公路。管理房设置两个安全出口，以此满足防火区疏散要求。

7.4 建筑物消防设计

7.4.1 火灾危险性和耐火等级

本工程建筑物主要包括大坝、取水设施、管理用房、上坝道路。

表7.4-1 火灾危险性分类、耐火等级及火灾危险等级

序号	部位	火灾危险性类别	火灾类别	火灾危险等级	耐火等级
一	水力发电厂厂房、泵站厂房				
1	主厂房	丁	B、E	轻	二
2	油浸式变压器室、油浸式电抗器室、油浸式消弧线圈室	丙	B、E	中	二
3	干式变压器室	丁	E	轻	二
4	单台设备充油量不大于 60kg 的配电装置室	丁	B、E	轻	二
5	单台设备充油量大于 60kg 的配电装置室	丙	B、E	中	二
6	母线室、母线廊道和竖井	丁	E	中	二
7	控制室、继电保护屏室、通信室、计算机室、直流屏室	丁	E	中	二
8	防酸隔爆型铅酸蓄电池室	丙	C、E	中	二
9	阀控型铅酸蓄电池室	丁	C、E	轻	二

序号	部位	火灾危险性类别	火灾类别	火灾危险等级	耐火等级
10	GIS 室、SF6 贮气罐室	丁	E	轻	二
11	110kV 及以上干式电力电缆隧道和竖井	丁	E	中	二
12	动力电缆室、控制电缆室、电缆隧道和竖井	丙	E	中	二
13	柴油发电机室及其贮油间	丙	B	中	二
14	空气压缩机及其贮气罐室	丁	E	轻	二
15	通风机室、空气调节设备室	戊	E	轻	二
16	供水泵室、水处理室、排水泵室	戊	E	轻	二
17	消防水泵室	戊	E	轻	二
18	油罐室及油处理室	丙	B	中	二
19	桥式起重机	丁	E	轻	二
二	室外变电站、室外开关站				
1	主变压器场	丙	B、E	中	二
2	开关站、配电购置构架	丁	E	中	二
三	通航设施、水闸				
1	控制室	丁	E	中	二
2	船闸闸室、升船机承船箱室	丁		中	二
3	油压启闭机室	丁	B、E	轻	二
4	卷扬启闭机室	戊	E	轻	三
四	辅助生产建筑物				
1	厂外油罐室及油处理室	丙	B	中	二
2	独立变压器检修间	丙	B	轻	二
3	继电保护和自动装置试验室	丁	E	轻	二
4	高压试验室、仪表试验室	丁	E	轻	二
5	机械试验室	丁	B、E	轻	三
6	油化实验室	丁	B	中	二
7	电工修理间	丁	E	轻	三
8	机械修配厂	丁	B、E	轻	三
9	水工观测仪表室	戊	E	轻	三

序号	部位	火灾危险性类别	火灾类别	火灾危险等级	耐火等级
10	水处理厂	戊	E	轻	三
11	水化验室	戊	E	轻	三

根据《水利工程设计防火规范》第 3.0.1 条，泵站主厂房火灾危险性为丁类，火灾类别为 B、E，危险等级为轻；控制室、继电保护屏室、通信室、计算机室、直流屏室火灾危险性为丁类，火灾类别为 E，危险等级为中；水闸控制室火灾危险性为丁类，火灾类别为 E，危险等级为中；水闸启闭室的火灾危险性类别为戊类，火灾类别为 E，危险等级为轻；管理房火灾危险性类别为戊类，火灾类别为 E，危险等级为中。

根据《水利工程设计防火规范》第 3.0.2 条，水力发电厂厂房、泵站厂房、室外变电站和室外开关站构架，不应低于二级；通航建筑物和水闸，除卷扬启闭机室不应低于三级外，其余不应低于二级；独立的辅助生产建筑物，除机械试验室、电工修理间、机械修配厂、水工观测仪表室、水处理室和水化验室不应低于三级外，其余不应低于二级；综合的辅助生产建筑物，不应低于二级。

管理房为丁类火灾危险等级，其耐火等级为三级；

取水启闭机室为戊类火灾危险等级，其耐火等级为二级；

放空启闭室为戊类火灾危险等级，其耐火等级为三级；

闸阀室为戊类火灾危险等级，其耐火等级为三级。

7.4.2 疏散通道

根据主体工程设计及工程布置，管理用房为多层建筑，应有不少于 2 个直通室外地面的安全出口，应分散布置，设敞开楼梯间；进水口启闭机室的安全出口 1 个；疏散用的门净宽不应小于 0.9m，走道净宽不应小于 1.2m，楼梯净宽不应小于 1.1m。

根据项目实际情况，本工程大部分建筑物火灾危险性为丁类，耐火等级为二~三级，管理用房主要疏散通道为走廊及楼梯，根据建筑专业设计，走廊及楼梯等满足疏散通道要求。

7.4.3 防火设计方案及灭火设施

本工程消防设计采用“以化学灭火为主，水灭火或其他灭火为辅”的消防总

体方案。根据各主要生产场所的生产性和火灾危险程度，按《水利工程设计防火规范》（GB50987-2014）配置灭火器。

消防设计主要包括办公管理用房以及闸门启闭室等的消防设计。主要设计内容为配置手提式干粉（贮压式）灭火器和推车式干粉灭火器进行消防。

本工程各建筑物的防火间距、安全疏散通道、耐火等级均按规范要求进行设计。以进坝道路为消防车道。并在管理房内外设置消防系统，配置灭火器。各场所疏散通道、安全出口均有指示牌。坝区设置消防箱，配置手提式干粉（贮压式）灭火器，管理房内设置化学器材，采用化学器材消防。

岩板田水库管理房以消火栓、移动式灭火器灭火为主，部分不适宜采用水灭火的部位、场所采用移动式灭火器灭火，启闭机房采用移动式灭火器灭火。

岩板田水库管理房每层各设 2 个室内消火栓箱，各电气房间设 2 个灭火器箱，启闭机房设 2 个灭火器箱。

各房间门采用乙级防火门；配电房与其它房间之间均用防火墙分隔。

电缆及电缆通道的主要消防措施有：（1）电缆采用阻燃电缆、其氧指数应大于 30；（2）电缆吊架层间设置复合型耐火隔板；（3）电缆穿墙（楼板）及电缆管的所有孔洞均采用防火堵料封堵；（4）电缆通道每隔 150m 进行分隔。

7.5 机电设备消防设计

本项目主要机电设备为电缆系统，主要集中分布在管理用房电缆夹层及中控室电缆夹层，以及从管理用房至闸门启闭室的电缆廊道、电缆竖井中，为防止火灾发生及阻止电缆延燃的主要措施包括：

（1）电力和控制电缆分层敷设，各层间用防火隔板分隔，隔板的耐火极限不低于 0.5h。

（2）所有电缆穿越的孔洞，均采用软质耐火材料封堵，并在孔洞两端 2~3m 的范围内喷涂防火材料。

（4）其他电缆沟、道的消防措施与各场所配电装置场所的设置标准相同，所有电缆沟设置防火分隔，隔板的耐火极限不低于 0.5h。

（5）所有电缆孔洞以及电缆管口在电缆敷设完毕后均用非燃烧材料进行封堵，封堵部位的耐火极限不应低于该部位结构或构件耐火极限，且不应低于

1.0h。

消防设备配置为手提式灭火器和推车式灭火器作为管理房及其电气设备消防使用。厂用配电装置入口处设置移动式灭火设备及沙箱等消防器材。

电缆沟及孔口穿管布线后，采用防火堵料进行封堵，常见的封堵材料有三种：塑性防火堵料（有机防火堵料）、无机防火堵料和防火包。

塑性防火堵料（有机防火堵料），俗称防火泥，按耐火极限分为一级(>3h)、二级(22h)、三级(21h)。以合成树脂作粘接剂，配以防火剂、填料等经碾压而成的材料。产品分为膨胀型（5~40）倍和非膨胀型两种。

本工程为保证如电缆类贯穿物的散热性，使用膨胀型堵料，不必封堵严密。当火灾发生时，堵料膨胀，将缝隙或较小的孔口封堵严密，有效地阻止火灾蔓延和烟气的传播。使用时将该堵料揉匀后均匀地嵌满孔洞。

表7.5-1 主要消防设备汇总表

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	推车式 ABC 干粉灭火器		具	2	
2	手提式 MF/ABC4 型干粉灭火器	4Kg	具	10	
3	手提式 CO2 灭火器	4Kg	具	12	
4	应急灯		盏	8	
5	感烟、感温探测器		个	15	
6	消防服	97 式	套	4	
7	反光背心		套	4	
8	强光手电		个	4	
9	消防口哨		个	10	
10	灭火毯		条	4	
11	消防面罩		个	10	
12	消防绳		条	7	
13	安全钩		个	10	
14	消防腰斧		个	4	
15	安全出口指示牌		个	10	
16	防火涂料（速固）		t	1	
17	防火堵料		t	0.5	
18	消火栓（含管线）		项	2	
19	沙箱		个	1	

7.6 消防给水

7.6.1 消防水源

管理用房的消防水采用水库水、河道水作为消防水水源，取水口为 2 个，互为备用。

7.6.2 供水系统方案设计

根据《建筑设计防火规范》第 8.1.2 条，“耐火等级不低于二级且建筑体积不大于 3000m³的戊类厂房，居住区人数不超过 500 人且建筑层数不超过两层的居住区，可不设置室外消火栓系统”。第 8.2.1 条，“下列建筑或场所应设置室内消火栓系统，建筑占地面积大于 300m²的厂房和仓库。”本项目建筑不设置自动灭火系统及火灾自动报警系统。

7.7 通风和防排烟

7.7.1 事故通风设施

管理用房、启闭机房及闸阀室等发生火灾后，采用开启外窗自然排烟。

7.7.2 防排烟方式和设施

所有防火隔墙均采用非燃材料（风管柔性接头除外），所有防火隔墙的房间，在防火墙上开设自然进风口，且均设置防火百叶风口。

7.8 消防电气

7.8.1 消防配电设计方案

消防水泵电源采用一级负荷，双回路供电，正常时，由附近配电箱、柜供给，另一回路接备用变电所配电盘、柜。发生火灾全长失去电源时，由备用电源供给，保证电源不中断，其他消防用电按厂用二级负荷考虑，就近单独回路供电。

厂房内主要疏散通道、楼梯间及安全出口等处，设置有火灾事故照明灯及疏散方向标志灯，火灾事故照明灯及疏散方向标志灯采用蓄电池直流电源供电，可连续照明 0.5h，最低照度不低于 0.5lx。

消防专用配电箱设有明显标志，所有事故照明灯及疏散灯均加玻璃或非燃烧材料制作的保护罩保护。

7.8.2 火灾自动报警系统

本项目建筑物不属于应设置火灾自动报警系统，故不设置火灾自动报警系

统。

8. 施工组织设计

8.1 施工条件

8.1.1 施工条件

8.1.1.1 基本情况

1) 地理位置

岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km²，干流长 4.47km，干流坡降 53.2‰。大坝距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 109°11′12″、北纬 27°25′51″。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

2) 对外交通运输条件

新晃区位交通独特。历来素有“湘黔通衢”、“滇黔咽喉”之称，是湘黔边界重要的商道和物资集散地。湘黔铁路、320 国道、242 国道、沪昆高速公路穿境而过，沪昆高铁过境新晃并设新晃西站，县城距湖南芷江机场和贵州铜仁凤凰机场分别只有 40 分钟、50 分钟车程。

该水库坝址距新晃县城约 12km，乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，对外交通不便，水泥、钢材等物资运输均不便。

3) 施工电源供应条件

距坝址约 700m 的两河口村岩板田组有高压线路布置，可直接 T 接至工地变压器，通过变压后，以满足施工用电需求。

4) 通讯条件

大坝工程施工区位于新晃县晃州镇两河口村，距离新晃县城约 12km，移动通讯网络已覆盖整个大坝工程施工区，程控电话已覆盖乡村，工程施工时可与地方有关部门联系，就近引接扩容解决，施工通讯条件较好。其它工程区移动通讯网络已全部覆盖，通讯条件均较好。

5) 施工供水条件

工程区内有现成农村供水设施，可从此处接引用于施工生活用水。建坝河道水质较好，工程生产用水直接从河道抽取。

6) 上下游施工场地条件

岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪），坝址位于两河口村岩板田组上游 0.8km 的峡谷河段，河道较平直，水流较急，河流总体流向由 N30°E 向南西流出，谷底宽 10~30m。坝区为略呈对称的“V”型谷。两岸山顶高程 600~730m，山坡坡角 30°~40°，左岸山坡在 510m 以上坡度逐渐变缓，至山顶高程约 730m 后逐渐下降过渡到邻谷，右岸山坡在 530m~620m 为陡崖，基岩出露，620m 以上坡度逐渐变缓，整体右岸比左岸更陡。左、右岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。谷底洪积砂砾石层厚度约 2.5m 左右。

结合工程道路布置情况，在下游距坝址约 200m 处 1 号临时道路旁边有一处平台，高程在 459-461m 之间，场地需进行开挖、回填、平整，施工工厂设施可集中布置在此处。

7) 主要建筑材料供应条件

本工程所需外来建筑材料主要包括：水泥、钢筋、钢材、木材、油料、火工材料等。油料、火工材料从新晃县相关部门购买。

8.1.1.2 主体工程及工程管理各建筑物的组成、型式及布置

根据选定的坝址、坝型及枢纽布置，岩板田水库工程由拦河大坝、引水建筑物、放空管、进坝公路及大坝管理房组成。岩板田水库的开发目标是以应急备用水源和工程区日常供水为主，兼顾农田灌溉、保障生态用水的综合利用效益的枢纽工程。

水库正常蓄水位 503.00m，设计洪水位 504.25m，校核洪水位 504.67m。坝型为埋石砼重力坝，大坝坝顶长 132.0m。坝顶高程 506.00m，坝底高程 456.50m，最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m，上游坝坡 490.00m 以上垂直，以下 1: 0.2 的坡度；下游坝坡 501.00m 以上垂直，以下为 1: 0.75 的坡度；挡水建筑从左至右依次为左岸非溢流坝段、河床溢流坝段、右岸非溢流坝段。

本工程属IV等小（1）型工程，泄水建筑物为 4 级建筑物，泄水建筑物设计洪水为 50 年一遇（ $P=2\%$ ），相应下泄流量 $48.33\text{m}^3/\text{s}$ ，校核洪水为 500 年一遇（ $P=0.2\%$ ），相应下泄流量 $73.85\text{m}^3/\text{s}$ 。消能防冲工程按 20 年一遇设计，相应

下泄流量 $38.83\text{m}^3/\text{s}$ 。

泄水建筑物：布置于河床位置，最大坝高 49.5m ，为开敞式无闸控制型式，2孔泄流，每孔净宽 7m ，溢流堰为 WES 实用堰，堰面采用三级配 C30 砼，堰顶高程 503.00m ，边墩为 0.8m ，中墩 0.80m ；下游面出口反弧半径为 12.0m ，采用底流消能，长 21.20m ，宽 16.00m ，消力池底板高程 459.60m ，尾坎高 1.80m 。坝顶设交通桥。

引水建筑物：取水设施由取水口闸室、坝内埋管和下游闸阀室等组成。取水口、闸门井均布置于重力坝坝体前，在坝顶设置取水口的启闭设备，取水口建筑物用 C25 砼浇筑，与坝体结构形成一个整体，不分结构缝，取水口为分层式取水，设 3 处 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ 的平板钢闸门，闸门底板高程从低往高依次为 471.10m 、 483.10m 、 492.10m ；取水管采用坝内埋管方式布置，将水库水通过管道引至下游，取水管采用直径 1000mm 的钢管（PN1.0Mpa）；下游闸阀室底板高程为 473.95m ，平面尺寸根据闸阀设备型号及安装要求，确定取水闸阀室平面尺寸长 $\times$ 宽= $6.0\times 5.0\text{m}$ ，取水进口启闭室平面尺寸长 $\times$ 宽= $10.05\times 5.40\text{m}$ 。引水管兼灌溉供水以及下放生态流量，在引水管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管为 DN1000 钢管，生态流量管为 DN200 钢管。

放空建筑物：大坝溢流坝左岸左侧新建放空管，坝内部分采用坝内埋管，采用 DN1400 钢管（PN1.0Mpa），放空管总长约 120m ，电动闸阀控制放水。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 471.10m 高程，然后开启放空管控制闸阀放空水库。放空管施工期兼做导流底孔，在放空管坝踵前端位置设置 DN1000 的下闸蓄水控制闸，接上游导流管完成施工期洪水导流。

岩板田水库正常蓄水位 503.00m ，死水位 474.60m ，正常蓄水位对应库容 181.06万 m^3 ，死库容 6.05万 m^3 ，兴利调节库容 175.01万 m^3 。岩板田水库供水及灌溉区域主要为自流区域，供水范围为晃州镇及县城，坝址下游河道沿线村组为本工程的主要灌溉区域。灌区设计灌溉保证率 85% ；灌溉供水 182.2万 m^3 ；人饮供水 42.68万 m^3 。灌溉总面积 9728亩 。

现状岩板田村组进场道路仅 $3.0\sim 3.5\text{m}$ 宽，且现状道路傍山而建，中大型车辆通行困难，本次拟对村组进场道路 2.15km 进行拓宽加固，保障路标准宽度

4.5m，转弯段局部加宽，并在临外高边坡侧设置设置防护栏杆。

现状岩板田村组在坝下游，目前无公路通往坝址，拟新建上坝道路沿左岸山体绕行至坝区，公路长0.789km，跨河道处新建一座工作桥。公路设计纵坡为1.5%~10%，标准宽4.5m，局部受场地影响为3.5~4.0m，转弯段局部加宽。拟建上坝道路为200mm厚C25混凝土路面，路基铺100mm厚碎石垫层，上坝傍山侧设置混凝土排水沟，临外高边坡侧设置防护栏杆。

8.1.1.3 施工期通航、供水、环境保护及其他要求

岩板田水库坝址位于沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪），河道狭窄且多漫滩，无通航要求，工程施工期间不存在通航问题。

大坝施工期间需在上游设置能过水的挡水围堰，对上游水位将产生一定程度的壅高，采用导流钢管将河水接入下游灌溉渠道，不存在断流情况，因此对下游灌溉无制约影响。

施工期间对周边环境及水土流失会产生一定程度影响，可通过工程及非工程措施加强环境保护及水土保持，尽量降低影响程度。

8.1.1.4 主要材料来源及供应条件

本工程所需外来建筑材料主要包括：水泥、钢筋、钢材、木材、油料、火工材料等。本工程外购材料主要从新晃县市场采购，主要物资来源情况如下：

1) 水泥

新晃县有水泥生产厂家，其生产的水泥产量和质量均可满足本工程主体建筑物施工需要，因此大坝、溢洪道等主要建筑物及其他临时建筑物施工所需的水泥考虑从该水泥厂购买。

2) 砂石料

砂石料场位于贵州省玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近贵州坤宇建筑材料有限公司，运距约22km。

3) 钢材

型材及线材就近从新晃县县城采购。

4) 木材、油料

施工所需的木材、柴油、汽油等就近从新晃县县城采购。

表8.1-1 主要外来材料供应情况表

材料名称	来源及供应比例	至工地运距 (km)	备注
水泥	新晃县湘浙水泥厂	12	用于主要建筑物和临时建筑物
砂石料	贵州省玉屏县	22	
木材	新晃县	12	
钢材	新晃县	12	用于主要建筑物
汽、柴油	新晃县	12	

5) 火工产品

施工所需的火工产品从新晃县当地民爆部门采购。

6) 水、电、通信等供应条件

在坝址上游的坡面上设置高位水池和泵站，通过水泵提取河道内溪水，通过高位水池输水至施工营地、砼拌合站、综合加工厂和坝址各施工区。

距坝址约 700m 的两河口村岩板田组有高压线路布置，可直接 T 接至工地变压器，通过变压后，以满足施工用电需求。少数作业面距离供电线路较远处采用柴油发电机供电。

工程区位于两河口村岩板田组附近，通讯网络已覆盖整村，工程施工时可与当地电信部门联系，就近引接扩容解决，施工通讯条件较好。

8.1.2 自然条件

8.1.2.1 地形、地质条件

岩板田水库坝址位于河口村岩板田组上游 0.8km 的峡谷河段，河道较弯曲，水流较急，河流总体流向由 N30°E 向南西流出，谷底宽 10~30m，设计正常蓄水位 503.00m 时，相应谷宽 228.15m。

坝区为略呈对称的“V”型谷。两岸山顶高程 600~730m，山坡坡角 30°~40°，左岸山坡在 510m 以上坡度逐渐变缓，至山顶高程约 730m 后逐渐下降过渡到邻谷，右岸山坡在 530m~620m 为陡崖，基岩出露，620m 以上坡度逐渐变缓，整体右岸比左岸更陡。左、右岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。谷底洪积砂砾石层厚度约 2.5m 左右。

根据钻孔揭露和坝区地质测绘，该坝址区主要为寒武系中统花桥组 (C_{2h})，谷底和山坡分布第四系松散堆积层 (Q)，

坝区呈单斜构造，岩层走向 N15°~35°E，斜切河谷，倾向 NW，倾角 5°~15°，

总体较平缓，部分层面呈舒缓波状，局部岩层因发生揉皱，产状变化较大。据调查，坝区未发现规模较大的断层。坝区节理裂隙比较发育，大多数延伸长，切割较深，主要有三组：

坝区地下水类型按含水层介质，可分为碳酸盐岩岩溶水及松散堆积层中的孔隙水

坝区物理地质现象主要表现在岩体风化、岩溶和卸荷松动。

8.1.2.2 水文、气象条件

1) 气象资料

新晃县地处亚热带，气候温和，雨量充沛，干湿明显，四季分明。年平均气温 15.9~17.3℃，最冷月平均气温 1.6~7.2℃，最热月平均气温 25.7~28.6℃；无霜期 246~356d，年日照时数为 1014.5~1590.2h；多年平均雨日 154~169d，多年平均降雨量 1171.3mm，年最大降雨量 1461.9mm，年最小降雨量 684mm；由于受太平洋副热带气团和极地冷气团活动的影响，降雨量在年内分布极不均匀，4、5、6 三个月的降雨量占全年降雨量的 43.9%，7、8、9 三个月的降雨量仅占全年的 27.1%；由于降雨时空分布不均，加上天气炎热高温（多年平均日最高气温在 35℃以上的天数达 18d 以上），因而蒸发量大于降雨量，多年平均蒸发量达 1157.2mm 以上，其中 7、8、9 三个月的蒸发量占全年蒸发量的 43%。多年平均风速 1.1m/s，最大风速 16.7m/s（1983 年 4 月 27 日），风向 WSW，汛期（4~9 月）最大风速多年平均值 13.0m/s。

2) 施工期洪水

施工期洪水采用推理公式法计算，岩板田水库坝址区域施工期洪水计算成果如下表。

表8.1-2 岩板田水库坝址施工期洪水成果表

时段	频率		
	10%	20%	50%
9~次年 3 月	13.4	9.1	6.1
10~次年 3 月	10.3	6.4	3.8
11~次年 2 月	3.9	2.0	0.8
全年（度汛流量）	33.3	25.8	20.6

3) 水位流量关系

表8.1-3 岩板田水库坝址水位流量关系曲线

水位 (m)	463.29	463.50	463.75	464.0
流量 (m³/s)	0.0	2.07	8.91	19.47
水位 (m)	464.25	464.50	464.75	465.0
流量 (m³/s)	33.52	50.39	69.84	90.43

4) 设计洪水计算成果表

表8.1-4 设计洪水成果表

计算方法	项目	设计洪水 (m³/s)			备注
		P=0.5%	P=2%	P=5%	
水文比拟法	Q (m³/s)	71.5	50.9	46.4	
推理公式法	Q (m³/s)	60.8	42.7	39.6	
	W (万 m³)	145.6	107.2	98.6	
纳希瞬时单位线法	Q (m³/s)	77.57	48.33	42.65	采用
	W (万 m³)	145.6	107.2	98.6	

5) 多年平均月平均流量

表8.1-5 坝址年、月平均流量成果表

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
平均流量 (m³/s)	0.026	0.037	0.073	0.194	0.306	0.310	0.223
占年径流百分比 (%)	1.6	2.1	4.6	11.8	19.2	18.9	14.0
项目	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
平均流量 (m³/s)	0.152	0.094	0.113	0.066	0.022	0.135	
占年径流百分比 (%)	9.6	5.7	7.1	4.0	1.4	100	

6) 泥沙资料

岩板田水库所在流域为何家田溪，流域泥沙主要来源于流域面上的水土侵蚀，它与暴雨强度、地形、土壤、植被、地质以及土地利用情况有关，因流域内无泥沙实测资料，故泥沙参数主要依据《湖南省地表水资源》相关附图并结合实地踏勘选取。根据“湖南省多年平均输沙模数图”和现场勘查情况看，设计流域多年平均输沙模数取 200t/km²，推悬比按 20%计，泥沙容重按 1.4t/m³ 考虑。经计算多年平均输沙量为 1456t，其中悬移质输沙量为 1213t、推移质输沙量为

243t，水库坝址多年平均含沙量 0.34kg/m^3 。采用多年平均排沙比法推算泥沙淤积量，根据泥沙淤积总量，结合泥沙淤积形态、相似工程淤积成果情况计算水库水平淤积高程。

表8.1-6 坝址泥沙淤积计算成果表

淤积年限（年）	10	20	30	50
淤积量（万 m^3 ）	0.866	1.732	2.598	4.33
淤沙高程（m）	468.41	470.35	471.48	473.08

8.2 料场选择与开采

8.2.1 料场选定

本次依据《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251~2015)，对各类天然建筑材料进行了详查。工程区块石料丰富，土料较少，天然砂砾石料贫乏。

8.2.2 料场概况

8.2.2.1 土料场

工程场地位于山区，周边数十公里范围内不存在较大规模的土料场。工程所需的土料较少，局部山坡坡脚、山顶分布有残坡积堆积的含碎石粉质粘土，质量可满足围堰用料要求，可就近开采。

8.2.2.2 砂砾石料

工程区地处峡谷河段，河道狭窄，上、下游数十公里范围内无天然砂砾石料可寻，河道内仅零星分布有极小规模의边滩，储量和质量有限，都不能满足工程需求量，而且没有开采价值。

可考虑采用人工扎骨料，作为混凝土粗、细骨料，可就近于晃州镇水洞采石场购买，运距约 12km，储量和质量都能够满足设计需求，本次在该料场采取了人工轧制料进行室内试验，除石粉含量略微偏高外，其他指标均满足规范要求。现已暂时停止开采。

南京矿山铜仁分公司采石场位于玉屏侗族自治县田坪镇迷路村附近，可提供砂砾石料，岩性为灰岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 900m^3 ，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 32km，储量和质量都能够满足设计需求。

贵州坤宇建筑材料有限公司位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，可提供砂砾石料，岩性为白云岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约 9000m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约 22km，储量和质量都能够满足设计需求。

8.2.2.3 块石料

(1) 晃州镇水洞采石场

本阶段对晃州镇水洞采石场进行了调查，该料场位于晃州镇，为人工采石场，岩石类型为寒武系上统车夫组（C_{3c}）泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度高，其饱和抗压强度大于 40Mpa，储量大于 25 万 m³，作为块石料，无论储量和质量都能够满足设计需求。由于灰岩质量好，该料场作为人工骨料合适。有公路通往坝址，运输方便，运距约 12km，现已停止开采。

(2) 贵州坤宇建筑材料有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，地面高程 670~760m，表部植被茂密。岩性为寒武系上统追屯组（C_{3z}）白云岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 22km。

(3) 贵州创梦联钙业有限公司

该料场位于玉屏侗族自治县田坪镇岩屋口村附近，地面高程 640~700m，表部植被茂密。岩性为奥陶系下统红花园组（O_{1h}）灰岩，储量丰富。据现场调查，除表层岩体完整性比较差外，弱风化~新鲜岩体完整性比较好，岩质坚硬致密，弱风化~微风化岩石饱和抗压强度大于 40Mpa，作人工骨料适宜。有公路相通，运输方便，运距约 31km。

8.3 施工导截流

8.3.1 导流标准

8.3.1.1 导流标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），本枢纽工程等

级为IV等，工程规模为小（1）型，主要建筑物为4级建筑物，次要建筑物为5级建筑物，导流临时建筑物为5级建筑物。对照《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的表5.6.1规定，土石结构导流建筑物的洪水标准为5~10年一遇，混凝土、浆砌石结构导流建筑物的洪水标准为3~5年一遇。为了充分利用工程开挖料，降低工程造价，本工程上游围堰采用混凝土围堰，下游围堰采用土石围堰，设计洪水标准初选5年一遇洪水重现期。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）第2.2.12条规定，导流建筑物洪水标准取上限情况有：

- 1、河流水文实测资料系列较短（小于20年），或工程处于暴雨中心区。
- 2、采用新型围堰结构形式。
- 3、处于关键施工阶段，且失事可能导致严重后果。
- 4、工程规模、投资和技术难度用在上限值与下限值相差不大。
- 5、在导流建筑物级别划分中属于本级别上限。

本流域洪水均由暴雨所形成，属暴雨型洪水。流域内降水集中，流域宽度较小，山地面积广、坡度较大。因而导致流域内洪水具有洪峰出现时间集中、洪水历时短、峰型尖瘦、陡涨陡落。洪量主要集中在24h内。

年最大洪水一般发生在5~9月，量级大的灾害性洪水往往出现在6~8月。施工期导流建筑物失事只会造成工期延误，不会导致严重后果。根据收集新晃气象站降雨资料，统计9月~次年3月、10月~次年3月和11月~次年2月最大日降雨，按1.1系数折合成最大24小时降雨量，用P-III型曲线目估适线，确定统计参数并计算出新晃气象站各频率设计值。枯水期取第一年10月~次年3月，当对导流建筑物采用3年和5年挡水标准作比较时，枯期5年一遇洪水 $Q_{20\%}=6.4\text{m}^3/\text{s}$ ，枯期3年一遇洪水 $Q_{10\%}=3.8\text{m}^3/\text{s}$ ，经综合考虑情况下，流量相比增加了68.42%，在尽量减少工程投资情况下，本工程施工期导流洪水标准选择规范上限值，导流建筑物的枯期洪水标准为5年一遇。

根据工程量和施工计划，并考虑基坑淹没损失和对施工的影响，以及库区淹没损失等因素，各时段导流标准或工程度汛标准分别为：

- 1) 第一个枯水期即第一年10月~次年3月，工程导流标准为枯水期5年一

遇洪水标准，相应流量为 $6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 第一个汛期即第二年 4 月~9 月份，工程度汛标准为全年 10 年一遇洪水标准，相应流量为 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 第二个枯水期即第二年 10 月~第三年 3 月底，工程导流标准为枯水期 5 年一遇枯水期洪水标准，相应流量为 $6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

8.3.1.2 坝体施工期临时度汛标准

岩板田水库枯、汛期流量相差较大，坝体为埋石混凝土重力坝，考虑导流建筑物投资，拟在枯水期采用围堰挡水，枯期洪水由导流涵管或放空冲沙底孔过流。汛期围堰过水并由已建坝体挡水，汛期洪水由预留坝体缺口及放空冲沙底孔联合泄流。

当水库大坝施工高程超过围堰顶部高程时，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的表 5.2.9 规定，本工程拦河坝为埋石混凝土坝，拦河库容小于 0.1 亿 m^3 ，施工期坝体度汛采用 10~20 年洪水重现期。又因本工程规模小，对应库容远小于 0.1 亿 m^3 ，根据失事后对下游的影响，其洪水标准可适当提高或降低，故坝体施工期临时度汛洪水标准选择下限全年 10 年一遇，相应洪峰流量为 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。

8.3.2 导流方式及导流时段、导流流量

8.3.2.1 导流方式比选

(1) 明渠导流

坝址处于峡谷河段，河道较弯曲，水流较急，略呈对称的“V”型谷。两岸山顶高程 600~730m，山坡坡角 $30^\circ\sim 40^\circ$ ，左岸山坡在 510m 以上坡度逐渐变缓，至山顶高程约 730m 后逐渐下降过渡到邻谷，右岸山坡在 530m~620m 为陡崖，基岩出露，620m 以上坡度逐渐变缓，整体右岸比左岸更陡。左、右岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在。因此本工程不具备明渠导流的条件。

(2) 隧洞导流

结合实地踏勘情况和实测地形图，左、右岸山体雄厚，无较单薄的鞍部地形存在，兼顾工程地质情况，导流隧洞可布置在右岸，布置总长度 420m，隧洞

进口高程 469.00m，出口高程 458.00m。横断面选择城门洞型断面，经水力学计算，所需断面尺寸为 2.5m×3m，顶拱 120°，导流隧洞泄流能力曲线见下表。

表8.3-1 导流隧洞泄流曲线

水位 (m)	流量 (m ³ /s)	水位 (m)	流量 (m ³ /s)
469.0	0	470.2	20.60
469.2	1.47	470.4	25.27
469.4	4.30	470.6	30.08
469.6	7.82	470.8	34.98
469.8	11.80	471.0	39.97
470.0	16.09	471.2	45.02

根据导流隧洞泄流能力可以求得围堰高程，选择导流隧洞时，导流建筑物的主要工程量表如下表所示。

表8.3-2 导流建筑物主要工程量表（导流隧洞）

序号	工程或费用名称	单位	数量
一	导流工程		
1	上游围堰工程		
1.1	一般土方开挖（就近堆放）	m ³	30.49
1.2	一般土方开挖(s=3.3km)	m ³	29.14
1.3	一般石方开挖	m ³	88.46
1.4	土石方回填（内用）	m ³	25.92
1.5	C20 砼围堰	m ³	149.62
1.6	普通模板制安	m ²	147.71
1.7	沥青杉木板填缝	m ²	18.82
1.8	止水橡皮 P652	m ²	10.00
1.9	围堰拆除(s=3.3km)	m ³	93.17
2	下游围堰工程		
2.1	一般土方开挖	m ³	184.38
2.2	土石围堰填筑	m ³	173.60
2.3	心墙粘土填筑（内用）	m ³	96.82
2.4	抛石护坡（内用）	m ³	36.84
2.5	反滤料	m ³	36.35
2.6	围堰拆除(s=0.5km)	m ³	322.25
3	导流隧洞工程		
3.1	隧洞进出口段		
3.1.1	石方开挖（弃渣 1.5km）	m ³	4014.86
3.1.2	素喷 C20 混凝土 6cm 厚（进口洞顶边坡）	m ³	2.11
3.1.3	L=3m 长 φ22 锚杆（进口洞顶边坡）	根	40.00
3.1.4	φ50PVC 管（进口洞顶边坡）	m	9.18
3.1.5	排水沟 C20 混凝土(开挖边坡)	m ³	11.38
3.1.6	C25 现浇混凝土	m ³	60.91
3.1.7	φ20 钢筋制安	t	1.20

序号	工程或费用名称	单位	数量
3.1.8	模板	m ²	225.58
3.2	隧洞洞身		
3.2.1	石方洞挖（弃渣 1.5km）	m ³	2931.6
3.2.2	初喷 C20 混凝土 5cm	m ³	159.18
3.2.3	φ22 砂浆锚杆 L=3m	根	761
3.2.4	挂 φ6.5 钢筋网	kg	12.14
3.2.5	复喷 C20 混凝土 10cm	m ³	318.36
3.2.6	C20 混凝土	m ³	887
3.2.7	底板 φ20 钢筋制安	t	17.4
3.2.8	φ50pvc 管排水孔	m	136
3.2.9	651 型橡皮止水	m	100
3.3	导流建筑物封堵工程		
3.3.1	导流隧洞 C25 封堵砼	m ³	377.11
3.3.2	回填灌浆（封堵）	m ²	99.60
4	金属结构及设备安装		
4.1	DN350 闸阀（上游）	个	1
4.2	4.5×4m 平面钢闸门（250mm 厚，重 10t）	个	1

若选择隧洞导流，施工期可满足全年 10 年一遇洪水导流要求，但工程造价将达 340.5 万元，且本工程导流隧洞难以和永久工程结合利用，隧洞导流方案存在投资不经济的问题。

（3）组合式导流方案

根据本工程实际情况，坝体施工期跨越两个枯水期和一个汛期，可考虑冲沙底孔、涵管导流及坝体预留缺口的组合式导流方案。

具体方案如下：第一个枯水期先进行导流涵管及围堰的施工，枯水期洪水由围堰挡水，钢管导流，期间进行大坝基坑开挖和坝体导流底孔（放空冲砂底孔）的施工，基坑开挖期间基坑处采用 DN1400 钢管连接上下游围堰。第一个汛期来临前，导流底孔（放空冲砂底孔）施工完成并具备过流条件，此时将导流管接入底孔（放空冲砂底孔），采用底孔（放空冲砂底孔）进行过流，同时拆除坝体及下游导流涵管，在大坝分层分块浇筑时，将河床中部溢流坝段浇筑稍微滞后于两端坝段浇筑，形成坝体预留缺口，当汛期洪水超过导流底孔（放空冲砂底孔）过流能力时，允许坝体临时挡水并由预留缺口进行导流。第二个枯水期内仍由上游围堰挡水，导流底孔（放空冲砂底孔）进行泄流，汛期前坝体主体工程基本完工，大坝具备挡水条件、溢洪道具备泄洪条件，并在枯水期末拆除坝前二期导流涵管，关闭下闸蓄水控制阀，封堵冲沙底孔前端导流进水孔。

组合式导流方案工程量见下表。

表8.3-3 导流建筑物主要工程量表（组合式导流方案）

序号	工程或费用名称	单位	数量	备注
1	上游围堰工程			
1.1	一般土方开挖（就近堆放）	m ³	30.49	
1.2	一般土方开挖(s=3.3km)	m ³	29.14	
1.3	一般石方开挖	m ³	88.46	
1.4	土石方回填（内用）	m ³	25.92	
1.5	C20 砼围堰	m ³	149.62	
1.6	普通模板制安	m ²	147.71	
1.7	沥青杉木板填缝	m ²	18.82	
1.8	止水橡皮 P652	m ²	10.00	
1.9	围堰拆除(s=3.3km)	m ³	93.17	
2	下游围堰工程			
2.1	一般土方开挖	m ³	184.38	
2.2	土石围堰填筑	m ³	173.60	
2.3	心墙粘土填筑（内用）	m ³	96.82	
2.4	抛石护坡（内用）	m ³	36.84	
2.5	反滤料	m ³	36.35	
2.6	围堰拆除(s=0.5km)	m ³	322.25	
3	导流涵管工程			
3.1	土方开挖（就近堆放）	m ³	705.60	
3.2	石方开挖（岩石级别 V - V III，就近堆放）	m ³	186.00	
3.3	C20 砼涵管底座	m ³	49.70	
3.4	C20 砼镇支墩	m ³	24.85	
3.5	普通模板制安	m ²	199.50	
3.6	DN1200 钢管，壁厚 10mm	m	350.00	

8.3.2.2 导流时段及导流流量

从施工洪水成果表可以看出，导流时段选择在枯水期，导流设计流量较小，但施工时段较短，根据总进度安排，截流后需要进行坝基开挖、垫层混凝土浇筑、导流底孔及闸墩施工，11~2月工期紧张。再对比9~3月和10~3月，考虑到4~9月为汛期，选择10~3月最为安全经济，相应一、二期施工期洪水 $Q=6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

8.3.2.3 导流程序

本工程施工导流设计的基本原则是：在满足有关规程规范要求的前提下尽量节约工程投资；尽量减少对周围环境和居民生活的影响及水库库区施工期临

时淹没损失；尽可能使工程提前发挥效益；尽量简化导流程序，减少施工难度。

坝址沟谷略呈对称的“V”，河谷坡降较大，山区洪水历时很短，且施工期洪峰流量不大，采用分期围堰导流难度较大，而经济优势却不明显。同时因拟定坝型为埋石混凝土重力坝，如施工期间发生洪水淹没基坑或洪水过坝，对总工期影响不大，经济损失也较小。综上，本次推荐坝体导流方式为：采用一次拦断河床钢管导流方式，导流底孔设置在坝内，后期结合冲沙底孔布置，进口底板高程 464.5m 高程。

根据施工导流方案及大坝施工进度安排，导流程序如下：

（1）第一年 8 月中旬～第一年 9 月底完成围堰的填筑和导流钢管的施工。同期进行部分大坝常枯水位以上的左右岸坝肩开挖，导流钢管和围堰施工完成后，可保证基坑枯期内的干地施工条件。

（2）第一年 10 月初～第一年 12 月底，围堰及钢管施工完成后，在围堰保护下进行大坝基础开挖和剩余左右岸坝肩土石方开挖。

第二年 1 月初～第二年 3 月底大坝混凝土施工至 469.00m 高程，冲沙底孔具备过流条件，期间由导流钢管及冲沙底孔过流，上游围堰挡水。全力抢浇坝体混凝土并完成坝基帷幕及固结灌浆，坝体预留缺口。

（3）第二年 4 月初～第二年 9 月底，该时段为汛期，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的表 5.2.9 规定，本工程坝体施工期临时度汛洪水标准选择全年 10 年一遇，相应洪峰流量为 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。此时上游围堰过水，采用预留坝体缺口及冲沙底孔联合泄流的度汛方式，除坝体预留缺口外其余坝段继续浇筑上升。

（4）第二年 10 月初～第三年 2 月底，继续采用围堰挡水，采用冲沙底孔过流，完成取水塔混凝土及闸门安装、坝体混凝土、坝肩帷幕及固结灌浆、溢洪道砼等施工，坝体缺口封闭。

第三年 3 月初至 3 月底，上围堰及导流钢管开始拆除，取水塔具备取水过流控制功能，冲沙底孔具备运行条件、溢洪道具备泄流条件。后期水库择机开始初始蓄水，度汛标准为大坝设计洪水标准。

8.3.3 导流建筑物设计

导流建筑物主要包括导流底孔、导流钢管、大坝上下游围堰等。考虑就地取材、施工简便、运行安全可靠等因素，主体工程开挖量较大，为充分利用开挖料，同时简化施工，本工程上游围堰采用混凝土围堰，下游围堰采用土石围堰。

8.3.3.1 导流钢管设计

1) 导流钢管设计导流流量

在冲沙底孔施工完成前，需布置导流涵管保证大坝基坑开挖和坝内冲沙底孔的干地施工条件，根据施工进度安排和规范要求，导流涵管设计洪水标准为 5 年一遇洪水标准 $Q_{20\%}=6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 导流涵管设计

(1) 一期导流涵管设计

考虑上、下游围堰处原河床高程，河道导流涵管进口高程布置为 468.70m，出口高程 458.90m，全长 350m，沿现有河道左岸侧布置，平面上设置 7 次转弯，。涵管在纵向设置 2 次转弯，最大纵坡 4.94%，跨坝段轴线桩号 0+191.65。

(2) 二期导流涵管设计

为方便后期封堵和节省工程投资，二期导流利用放空冲沙底孔布置，从一期处采用直径 DN1200mm 钢管接至放空冲沙底孔前的下闸蓄水控制阀，再从放空冲沙底孔出口处接导流涵钢管，将水引至下游围堰。放空冲沙底孔孔底高程为 464.50m，直径为 1.4m 的圆形断面，底孔坝内长 48.07m。

(3) 导流涵管断面设计

在有压管自由出流的条件下，进行水力学计算过流能力，基本计算公式如下：

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gH_0}$$

$$\mu_c = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{L}{d} + \sum \xi}}$$

$$H_0 = \frac{\alpha v_0^2}{2g} + H$$

其中：——管道系统流量系数；

A——管道断面面积， m^2 ；

i ——设计低坡坡度；

l ——管道计算段长度，m；

H_0 、 H ——包括行近流速（ v_0 ）水头和不包括行近流速水头的作
用水头，m；

$\sum \xi$ ——管道计算段中各局部水头损失系数之和；

经水力学计算，主河道导流涵管采用一根 DN1200 钢管，过流面积 1.13m^2 ，
导流涵管泄流曲线见下表。

表8.3-4 导流涵管泄流曲线表

水位 (m)	流量 (m^3/s)	水位 (m)	流量 (m^3/s)
469.0	6.02	470.2	6.38
469.4	6.14	470.4	6.44
469.8	6.26	470.5	6.47
470.0	6.32	470.7	6.53

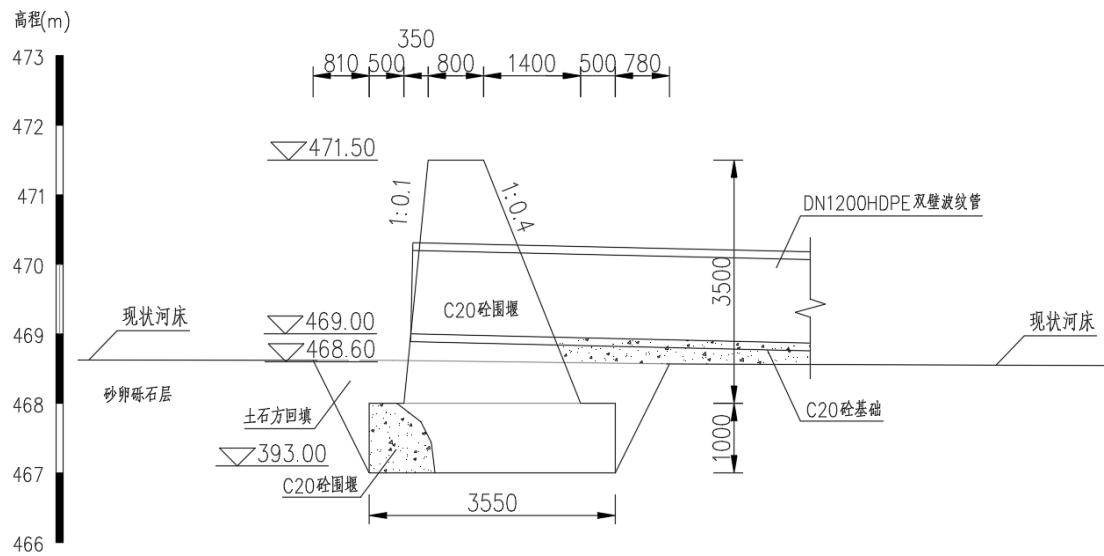
8.3.3.2 围堰设计

1) 上游围堰设计

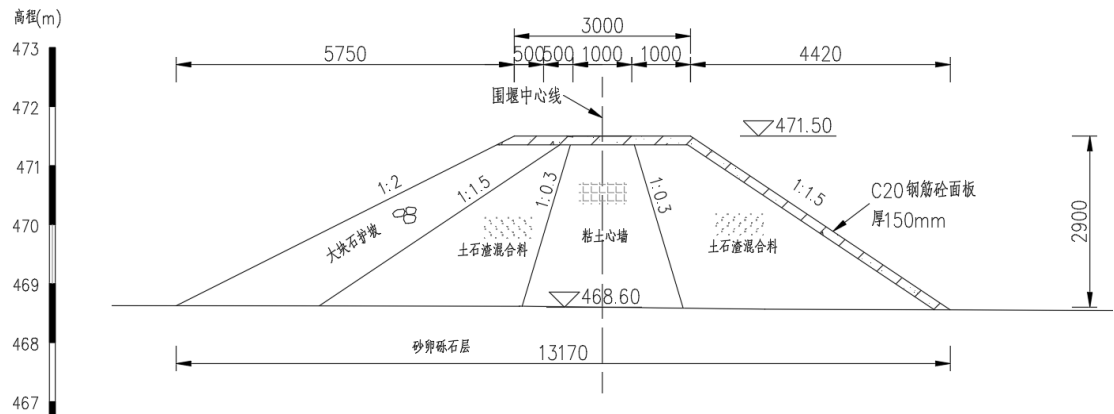
(1) 围堰形式选择

根据本工程施工导流特性和大坝总体布置情况，本次采用上游围堰堰型采
源宝混凝土围堰和土石围堰进行方案比选。

方案一：上游围堰堰宽 0.8m，上游围堰轴线长 11m，上游围堰采用 C20 混
凝土围堰，汛期过水。上游坡比 1:0.1，下游坡比 1:0.4。



方案二：上游围堰堰宽 3m，上游围堰轴线长 11m，上游土石渣填筑坡比 1:2，下游土石渣填筑坡比 1:1.5，上游侧抛大块石护坡防冲，块石与土石混合料之间设置反滤料垫层，块石护坡、反滤料填筑坡比 1: 2、1: 1.5，中间设置均质粘土心墙防渗，心墙顶宽 1m，底宽 3m，填筑坡比 1:0.3，粘土填筑时需挖至基岩面。



(2) 施工优缺点比较

混凝土围堰：抗冲与抗渗能力强，适合高水头环境。堰顶可以过流，适用于需要临时过水的场合。结构稳定，易于与永久建筑物相结合。可以在岩基上修建，适用于河床无覆盖层的情况。施工难度小，技术成熟，需要专业的施工技术和设备。造价较高，成本相对土石围堰来说更高。对施工环境要求较高，通常需要在低水围堰保护下施工。

土石围堰：经济效益好，材料成本低，利用当地材料，无需复杂的施工工艺。施工快速，机械化程度高，适合任何季节施工。对基础适应性强，可加高加厚，适合宽河谷和不良地质条件。可利用开挖弃渣，减少材料浪费。抗冲能力相对较弱，一般不允许过水，需要额外的防冲保护措施。占地面积大，对地形要求较高。抗震性能相对较差，可能需要额外的加固措施。运行费用可能较高，需要定期维护。

表8.3-5 工程量及投资对比表

项目	单价	土石围堰		混凝土围堰	
		工程量	投资 (万元)	工程量	投资 (万元)
土方开挖 (m³)	5.97	119.37	0.07	59.63	0.04
土石方回填 (m³)	11.18	229.60	0.26	25.92	0.03
心墙粘土填筑 (m³)	56.3				
抛石护坡 (m³)	21.1	97.31	0.21		0.00
围堰拆除 (m³)	28.82	89.04	0.26		0.00
C20 砼 (m³)	13.84	415.94	0.58	93.17	0.13
粘土固化剂灌浆 (m)	423.13	20.83	0.88	149.62	6.33
普通模板制安 (m²)	64.66			147.71	0.96
沥青杉木板填缝 (m²)	149.21			18.82	0.28
止水橡皮 P652 (m)	83.25			10.00	0.08
投资 (万元/m)			2.25		7.84

(3) 结论

何家田溪洪枯流量变幅较大，且围堰汛期需过水，汛后继续挡水，混凝土围堰施工方便简单，经综合考虑，上游围堰选择混凝土围堰，围堰枯期挡水，汛期过水。

(4) 上游围堰设计

上游围堰距下坝线约 180m，河床宽约 5~7m，水深 0.2~0.5m，河床高程 468.47，河床砂卵砾石厚 0.2~1.0m，下伏基岩为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩等，呈强~弱风化状。基础构造简单，断层少见，主要构造形迹为节理裂隙。根据勘探得知，基岩表部透水率 8.5Lu，属于弱透水上带。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，本工程的围堰为5级建筑物，上游围堰按枯期5年一遇洪水设计，枯期时段10月~次年3月共6个月，相应流量 $Q_{20\%}=6.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

上游围堰处河床高程为468.50m。根据水力计算围堰处河床设计洪水静水为469.50m，涵管出口管底高程458.70m，河床位置可满足洪水顺利泄向下游不影响施工。根据现场情况进行涵管布置：涵管进口布置在围堰中部，进口底板高程取469.00m，涵管长度约350m，涵管采用圆形，直径为1.2m，涵管设计底坡 $i=4.94\%$ 。枯期导流过流为无压流，当进口槛以上水深1.2m时，过流量为 $6.50\text{m}^3/\text{s}$ ，孔口尺寸满足枯期过流要求。围堰高度设为3.0m。

上游围堰采用C20混凝土围堰，汛期过水。上游围堰堰顶宽0.8m，上游坡比1:0.4，下游坡比1:0.1。根据地质勘探，围堰基础为砂卵石层，属于弱透水上带，考虑到围堰基础渗透，同时河床处砂卵石层不厚，本次围堰基础清理至底部基岩。

（5）堰顶高程

根据《水利水电施工组织设计规范》（SL303-2017），围堰顶高程不低于设计洪水的静水位与波浪爬高及堰顶安全加高值之和。本工程导流建筑物级别为5级，根据规范，土石不过水围堰安全超高取0.5m，坝址位于山区，枯期水浅，不计波浪爬高，上游围堰堰顶高程为471.00m。

2）下游围堰设计

下游围堰距坝线158m，河床砂卵石厚0.2~0.6m。河床砂卵石厚2.0~2.5m。基岩为寒武系花桥组泥质灰岩和泥灰岩等，呈强~弱风化状。基础构造简单，断层少见，主要构造形迹为节理裂隙。根据勘探得知，基岩表部透水性率6.3~8.5Lu，属于弱透水上带，局部存在少量砂卵石层，透水性较大，需清除砂卵石层。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，本工程的围堰为5级建筑物，下游围堰按枯期5年一遇洪水设计，枯期时段10月~次年3月共6个月，相应流量 $Q_{20\%}=6.4\text{m}^3/\text{s}$ ，按此流量计算下游围堰河床处水位，基本计算公式如下：

$$Q=AC\sqrt{RJ}$$

$$C=\frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}$$

其中：Q——流量，m³/s；

A——过水断面面积，m²；

C——谢才系数；

R——水力半径；

J——水力坡度，取 6.65‰；

n——河道糙率，取 0.04。

计算得下游河床水深为 0.4m，下游围堰处河床原地面高程 458.00m，下游围堰挡水水位为 458.40m，考虑下游河道水位倒灌及涵管埋管深度要求，拟定下游围堰顶部高程 460.60m。

何家田溪洪枯流量变幅较大，为节省工程投资，下游主河道围堰选择土石围堰，围堰枯期挡水，汛期过水。

下游围堰堰宽 3m，围堰轴线长 31m，下游土石渣填筑坡比 1:2，上游土石渣填筑坡比 1:1.5，下游侧抛大块石护坡防冲，块石与土石混合料之间设置反滤料垫层，块石护坡、反滤料填筑坡比 1: 2、1: 1.75，中间设置均质粘土心墙防渗，心墙顶宽 1m，底宽 3m，填筑坡比 1:0.3，粘土填筑时需挖至基岩面。

算:

$$K_0 = \frac{\Sigma MV}{\Sigma MH}$$

式中: K_0 ——抗倾覆稳定安全系数;

ΣMV ——作用于墙身各力对墙前趾的抗倾覆力矩 ($\text{kN}\cdot\text{m}$);

ΣMH ——作用于墙身各力对墙前趾的倾覆力矩 ($\text{kN}\cdot\text{m}$);

③挡土墙基底应力计算

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007), 挡墙的基底压应力按下式计算:

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{\Sigma G}{A} \pm \frac{\Sigma M}{\Sigma W}$$

$$e = \Sigma M / \Sigma W < B/6$$

式中: $\sigma_{\max/\min}$ ——防洪墙基底最大和最小应力 (Kpa);

ΣG ——垂直荷载 (kN);

A ——防洪墙底板面积 (m^2);

ΣM ——荷载对底板形心轴的力矩 ($\text{kN}\cdot\text{m}$);

ΣW ——底板的截面系数 (m^3);

B ——墙底宽度 (m)。

(3) 计算结果

具体结果见下表, 从计算成果分析, 拟定围堰断面抗滑稳定最小安全系数 $k=1.45 > 1.2$, 抗倾稳定最小安全系数 $k=4.87 > 1.3$, 基底最大压应力 $P=72.07\text{KPa}$ 小于地基允许承载力 500kPa 。因此, 拟定的围堰断面能满足规范要求。

表8.3-6 挡土墙稳定分析及基底应力计算表

工况	抗滑稳定系数		抗倾稳定系数		地基压应力 δ (kN/m^2)		
	K 抗滑	K 允	K 抗倾	K 允	$\delta_{\max}$	$\delta_{\min}$	[Rh]
工况一	1.86	1.2	4.87	1.4	72.07	48.14	200
工况二	1.45	1.2	3.51	1.4	71.52	49.96	200

2) 下游围堰稳定计算

本次计算断面的物理力学指标是由现场勘探取样, 根据试验资料及相似工

程所采用指标来确定，填筑的 C、φ 值见下表。

表8.3-7 围堰计算渗透分区指标推荐值

分 区	垂直渗透系数	水平渗透系数数	快剪	
			摩擦角	凝聚力
	(cm/s)	(cm/s)	(°)	(KPa)
I（土石渣混合料）	1×10^{-3}	1×10^{-3}	19.6	26
II（粘土心墙）	1×10^{-5}	1×10^{-5}	23	28
III（大块石护坡）	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	35	0

计算方法：岩板田水库为小（1）型水库，围堰级别为 5 级，因下游围堰主要是防止导流涵管泄流时河水倒灌，且下游水位仅 40cm 深，本次只对下游围堰进行稳定计算。

本次稳定计算采用瑞典圆弧法计算：上游及下游坡稳定采用简单毕肖普法计算，凝聚力 C、内摩擦角 φ 值均采用固结快剪指标。

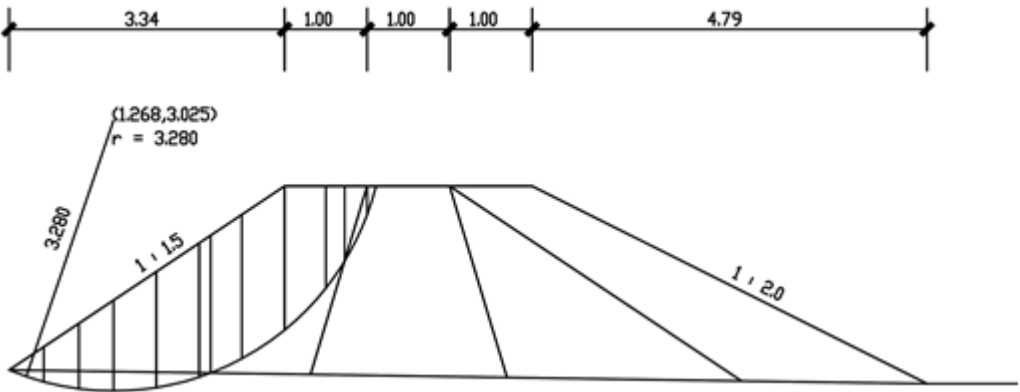


图 8.3-2 上游坝坡稳定计算成果图

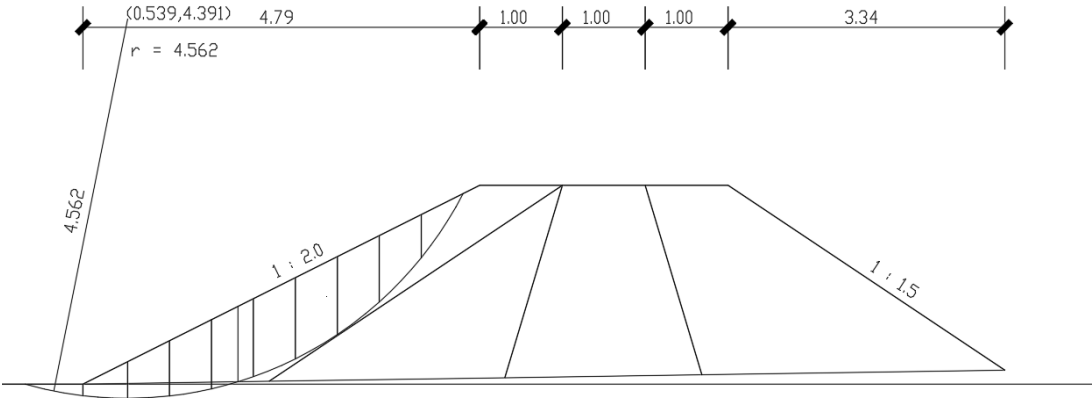


图 8.3-3 下游坝坡稳定计算成果图

按以上工况采用北京理正边坡稳定分析程序进行计算，得下游坡的抗滑稳定最小安全系数其结果见下表及下图。

表8.3-8 围堰稳定计算成果

计算工况	安全系数
上游边坡	4.845
下游边坡	1.744

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）第 2.4.17 条中规定，土石围堰边坡稳定安全系数应满足下表的规定。

表8.3-9 土石围堰边坡稳定安全系数

围堰级别	计算方法	
	瑞典圆弧法	简单毕肖普法
3 级	≥ 1.20	≥ 1.30
4、5 级	≥ 1.05	≥ 1.15

根据坝体稳定计算结果，结合围堰施工情况、地质勘探和土工试验等成果，对围堰安全作如下结论：

根据围堰堰体抗滑稳定计算结果，围堰上游边坡在稳定渗流期施工洪水位、时抗滑稳定安全系数 1.744 大于规范允许值 1.15，满足规范要求。

8.3.3.4 导流缺口设计

1) 预留缺口设计导流流量

根据规范要求，混凝土重力坝的度汛标准为全年 10 年一遇洪水，故坝体施工期临时度汛洪水标准选择下限全年 10 年一遇，相应洪峰流量为 33.3m³/s。

2) 导流缺口设计

(1) 导流缺口布置

根据《水利水电工程施工导流设计规范》，混凝土重力坝等实体结构在施工期可预留缺口或梳齿与其他导流设施共同泄流。坝体泄洪缺口应设在主河床部位，避免下泄水流冲刷岸坡。根据施工进度安排，第二年 4 月底混凝土浇筑至高程 469.00m，10 年一遇度汛洪水流量为 33.3m³/s，导流管无法满足汛期导流，故需在坝体浇筑留缺口。导流采用导流涵管加导流缺口进行导流，溢流坝段滞后非溢流坝段浇筑一层（3m 高）作为导流缺口。

(2) 导流缺口断面设计

根据规范，缺口泄流能力计算按宽顶堰公式计算。

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

其中：B——堰孔过水宽度；

H₀——缺口以上的上游水头；

σ——淹没系数，取 1.0；

m——流量系数，取 0.32。

经水力学计算，导流缺口宽取 17.50m 时，缺口泄流曲线见下表。

表8.3-10 导流缺口泄流曲线表

水位 (m)	流量 (m³/s)	水位 (m)	流量 (m³/s)
469.00	0	470.20	32.61
469.50	8.77	470.30	36.77
470.00	24.80	470.50	45.57

由表可知，当导流缺口为 17.5.0m，上游水位为 470.30m 时，缺口泄流能力为 36.77m³/s。

导流缺口与导流底孔联合泄流时，泄流曲线表见下表。

表8.3-11 导流缺口与导流底孔联合泄流曲线表

水位 (m)	涵管流量 (m³/s)	缺口流量 (m³/s)	合计流量 (m³/s)
469.00	0	0	0
469.50	6.11	8.77	14.94
470.00	6.26	24.8	31.12
470.20	6.32	32.61	38.99
470.30	6.35	36.77	43.18
470.50	6.41	45.57	51.04

由表可知，当导流缺口宽取 10.0m，上游水位为 470.20m 时，缺口泄流能力为 38.99m³/s。过流能力满足要求。

8.3.4 导流建筑物施工

8.3.4.1 导流钢管施工

因为钢管在枯期施工，天然河床水位很低，且钢管进出口均略微高于河床

原地面高程，所以导流钢管进出口不满足干地施工条件时，可砌筑戗堤挡水，辅以开挖小沟导流，在戗堤保护下进行钢管基础开挖及钢管铺设等工程施工。

（1）石方明挖工程

钢管基础土方直接采用 1m^3 挖掘机辅以人工开挖，石方开挖采用 YQ-100 型潜孔钻配 Y24 手风钻钻孔爆破，并由 10t 自卸汽车运输至弃渣场。

（2）混凝土浇筑

导流钢管管底座混凝土及镇墩混凝土采用现场加工木模板施工，由施工单位临时拌和系统供给，为缩短钢管施工工期，采用现场拌制混凝土，人工入仓，混凝土振捣采用插入式振捣棒振捣密实。

（3）钢管铺设

钢管利用临时道路运输至钢管施工工作面附近，再通过 8t 汽车吊辅以人工方式安装。

（4）导流钢管拆除

导流钢管拆除在导流工程结束时进行施工，由 8t 汽车吊辅以人工拆除。

8.3.4.2 围堰工程施工

1) 土石方开挖

本工程围堰土石方开挖主要为上下游围堰土石方开挖、上游围堰堰体混凝土拆除、下游围堰堰体土石方拆除。

2) 施工道路

本工程上下游围堰施工临时道路均可由现有公路至河床部位，无需单独填筑临时道路。

3) 开挖施工方法

本工程上、下游围堰开挖主要为覆盖层清理及砂卵石层开挖，不需进行大面积的石方开挖。围堰土石方开挖采用 1.0m^3 挖掘机挖装，10t 自卸汽车运输，可利用料就近堆放，用于围堰填筑，弃渣料运输到弃渣场。

4) 下游围堰填筑施工

围堰填筑采用利用河岸由外向里、由下而上的原则进行填筑，围堰填筑时采用进占法施工。计划开工后，先将河床底上的石块、淤泥等杂物清除干净，

再进行填筑。

填筑土石料由两部分组成，一部分利用大坝基础开挖出的石料填筑，另一部分采用坝址区河流两岸的第四系冲积堆积含碎石粉质粘土，平均运距约 0.2km。

围堰填筑可由一侧向另一侧进行，堰体各填筑区均衡上升。填筑时先采用现场开挖出的土石料填筑围堰，填筑时采用自上而下、由里到外的施工方法进行填筑，围堰填筑过程中需利用施工车辆对堰体进行分层碾压。围堰填筑拟采用 1.0m^3 反铲挖掘机挖装，10t 自卸汽车运输上堰，推土机平整，74kw 拖拉机压实。围堰填筑自一侧向另一侧进占，合龙后，上部围堰填筑与编织袋装土护坡及初期排水同时施工，编织袋装土护坡采用人工抛填。

5) 上游混凝土围堰施工

(1) 混凝土运输道路及入仓方式

上游围堰施工时，混凝土拌合系统暂未形成，可采用移动式混凝土搅拌机在上游围堰处右岸公路外侧台地上临时拌制混凝土。采用自卸汽车运输，汽车直接入仓或采用挖机入仓，混凝土平均运距 0.5km。

(2) 模板工程

混凝土采用组合小钢模立模，局部采用木模板拼缝。

(3) 施工方法

围堰基础开挖完成后进行围堰混凝土施工，采用分段浇筑的方式（每段约 10m），分层高度按 3m 控制，局部根据实际情况做调整。

混凝土具体施工方法参见混凝土工程章节。

6) 围堰拆除

本工程上游围堰拆除至 468.60m 高程，下游围堰拆除至 458.00m 高程。土石方采用 1.0m^3 挖掘机开挖，上游混凝土围堰采用液压破碎锤拆除， 1.0m^3 挖掘机挖装，均由 10t 自卸汽车运输，开挖料部分运输到弃渣场。

8.3.4.3 放空冲沙底孔施工

放空冲沙底孔的施工在围堰保护下与大坝基础混凝土的浇筑同期进行，放空管施工主要包括进出口河床土石方开挖、坝内埋管安装、混凝土浇筑等。

1) 土石方开挖

放空冲沙底孔土石方开挖随大坝开挖同步进行。期间优先进行放空冲沙底孔的基础开挖和砼浇筑。

2) 坝内孔身段混凝土浇筑

(1) 浇筑分层

坝内放空管顶高程 465.90m，底板高程 464.50m，456.50m~458.50m 为 C20 基础砼，其上为埋石混凝土，坝内放空管跨越了两种不同类型的混凝土。因此，放空管的混凝土拟分四层浇筑，第一层层高 2.0m，坝内放空管所在仓位混凝土从建基面浇筑至 458.50m 高程，第二、三、四层层高 2.0m，放空管所在仓位混凝土浇筑至 464.50m 高程。

(2) 坝内埋管安装

放空管采用坝内埋管，Q355 钢管，直径 1.4m，管壁厚 10mm，管道底高程 464.50m，坝内埋管，下游设不锈钢闸阀，钢管沿岸坡铺设至下游河床。

埋管在混凝土施工前安装完成，采用运输车水平运输，塔机及吊车进行吊装，安装固定后方可进行混凝土浇筑。

3) 混凝土浇筑

混凝土为现浇 C25 混凝土，由下游搅拌站供料，混凝土由 6m³砼运输车运送至施工地点，平均运距 0.2km，由塔机进行入仓，插入式振捣棒振捣密实。

4) 涵管拆除施工

涵管拆除施工在主体工程全部完成后进行，涵管采用人工拆除，塔式起重机吊装至施工道路，由运输车运输。涵管拆除后在坝前坝内放空管设置控制阀，形成永久放空管。

8.3.4.4 导流缺口施工

坝体泄洪导流缺口设在溢流坝段，导流缺口宽 17.5m。根据施工安排，溢流坝段预留缺口浇筑至 469.00m 高程，溢流坝段其余部位浇筑至 472.00m。

缺口混凝土浇筑与大坝主体混凝土浇筑同步上升，由 10t 自卸车运输，由塔机吊装入仓或自卸车直接入仓，混凝土平均运距 0.3km。

汛后进行恢复缺口混凝土浇筑，浇筑至两岸坝段高程。

8.3.5 截流设计

8.3.5.1 截流时段及方式

根据施工进度计划，本工程枯期围堰在第一年 8 月中旬截流，截流设计流量为 5 年一遇 8 月份月平均流量 $0.152\text{m}^3/\text{s}$ 。截流难度小，可直接砌筑小型围堰，在原河床旁开挖小沟导流，在小型围堰保护下填筑围堰。枯期围堰从上下游分别进占，在河床右岸处合龙。

8.3.5.2 施工期基坑排水

基坑排水包括初期排水和经常性排水。初期排水总量计算应包括围堰闭气后的基坑积水量、抽水过程中围堰及基础渗水量、堰身及基坑覆盖层中的含水量，以及可能的降水量。可能的降水量可采用抽水时段的多年日平均降水量计算。由于河床的坡比较大，初期排水量较小，按 1d 排干计算，排水强度 $20\text{m}^3/\text{h}$ ；经常性排水包括基坑渗水，降雨及施工弃水等，经常性排水强度 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，利用初期排水设备能满足要求。

表 8.3-12 基坑排水设备表

型号	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	电机功率 (KW)	数量 (台)	备注
IS80-65-125	50	20	5.5	2	1 用 1 备

8.3.6 施工度汛及下闸蓄水

8.3.6.1 施工度汛

当水库大坝施工高程超过围堰顶部高程时，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017) 的表 5.2.9 规定，本工程拦河坝为埋石混凝土坝，拦河库容小于 0.1 亿 m^3 ，施工期坝体度汛采用 10~20 年洪水重现期。又因本工程规模小，对应库容远小于 0.1 亿 m^3 ，故坝体施工期临时度汛洪水标准选择下限全年 10 年一遇，相应洪峰流量为 $33.30\text{m}^3/\text{s}$ 。

岩板田水库大坝为重力坝，根据施工进度安排，整个大坝施工需要度过一个汛期。第一年 9 月开始坝肩开挖，12 月上旬围堰合龙后开始河床坝段基坑开挖，第二年三月底汛期来临之前，坝体浇筑至 469.00m 高程处。

坝体施工期临时度汛洪水标准为 10 年一遇，施工期度汛方案为围堰顶部过水，利用大坝预留未浇筑坝段进行导流，水下部分停止施工，大坝施工度汛洪

峰流量为 $33.30\text{m}^3/\text{s}$ ，(P=10%)，预留孔口尺寸为 17.5m，孔口高程为 469.00m，满足过流要求，可安全度汛。汛期过后再浇筑预留的未浇筑孔口。

8.3.6.2 下闸蓄水及生态流量下放

根据施工进度计划安排，上游导流钢管拆除、放空冲沙底孔形成蓄水时段选定第三年 3 月初，3 月份上游导流钢管拆除，生态流量按入库多年平均流量的 10%考虑。岩板田水库入库多年平均流量为 $0.135\text{m}^3/\text{s}$ ，故下放生态流量为 $0.014\text{m}^3/\text{s}$ 。上游导流钢管拆除期间，泄流通道为放空冲沙底孔。

下闸蓄水安排在第三年 3 月，该月的导流钢管封堵蓄水流量按时段重现期 10 年的月或旬平均流量均为 $0.073/\text{s}$ ，导流钢管封堵蓄水流量非常小，没有工程难度。此时关闭下闸蓄水控制闸门，再用砼回填包管封堵，水库开始蓄水，蓄水前工程各部位形象：枢纽工程土建基本完成，取水闸门安装调试完成，冲沙孔闸门安装调试完成。

水库蓄水期仅需向下游下放生态流量，下放生态流量为 $0.014\text{m}^3/\text{s}$ 。大坝取水口进口高程 474.60m、冲沙底孔进口高程为 471.50m，根据取水方式不同，水库蓄水期间向下游供水分为两期。

一期向下游供水：（第三年 3 月 10 日至 3 月 16 日）水位蓄至 417.50m，期间，放空冲沙底孔已形成，由抽水泵从上游抽水至放空冲沙底孔向下游下放生态流量，根据水库月平均流量 80%保证率计算，蓄水时间共需 7 天。

二期向下游供水：（第三年 3 月 17 日至 3 月 25 日）水位由 471.50m 蓄至死水位 474.60m，期间从放空冲沙底孔放水至下游，向下游下放生态流量，根据水库月平均流量 80%保证率计算，蓄水共需 9 天。水库蓄水至死水位 474.60m 时，可满足下游生态流量需求。

8.4 主体工程施工

8.4.1 大坝施工

8.4.1.1 施工特性

坝型为埋石砼重力坝，大坝坝顶长 132.0m。坝顶高程 506.00m，坝底高程 456.50m，最大坝高 49.5m。坝顶宽度 6.0m，上游坝坡 490.00m 以上垂直，以下 1：0.2 的坡度；下游坝坡 501.00m 以上垂直，以下为 1：0.75 的坡度；挡水建筑

从左至右依次为左岸非溢流坝段、河床溢流坝段、右岸非溢流坝段。

泄水建筑物：布置于河床位置，最大坝高 49.5m，为开敞式无闸控制型式，2 孔泄流，每孔净宽 7m，溢流堰为 WES 实用堰，堰面采用三级配 C30 砼，堰顶高程 503.00m，边墩为 0.8m，中墩 0.80m；下游面出口反弧半径为 12.0m，采用底流消能，长 21.20m，宽 16.00m，消力池底板高程 459.60m，尾坎高 1.80m。坝顶设交通桥。

引水建筑物：取水管采用坝内埋管方式引至下游，取水管采用直径 DN700 钢管，放空管出口水平引至下游蝶阀室，放空管兼供水、放空及下放生态流量，在放空管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管（DN700）生态流量管（DN200）放空管（DN700）。

放空建筑物：大坝溢流坝左岸左侧新建放空管，坝内部分采用坝内埋管，采用 DN1400 钢管，钢管直径 1.4m，管壁厚 10mm，放空管总长 120m，电动闸阀控制放水。水库放空时先利用进水口放水，降低库水位至 470.33m 高程，然后开启放空管控制闸阀放空水库。

坝体主要材料采用 C20 埋石砼；根据大坝防渗需要，大坝上游面设三级配 2.0m 厚 C25 砼防渗层，坝顶采用 C25 砼路面，坝基面采用 2.0m 厚的三级配 C20 砼基础，下游坝背坡采用 1.0m 厚的三级 C20 砼浇筑，坝体内廊道及孔口周边以及其他不便埋石砼施工的部位均采用 C25 砼。

8.4.1.2 施工程序

第一年 8 月至第一年 9 月底原河床过流；第一年 10 月至第二年 3 月底采用围堰挡水，导流钢管或放空冲沙底孔过流；第二年 4 月初至第二年 9 月大坝浇筑至 469.00m 高程，采用放空冲沙底孔及坝体预留缺口联合过水，已建坝段临时挡水；第二年 10 月至第三年 2 月底仍采用围堰挡水，放空冲沙底孔过流，大坝浇筑至坝顶高程。在满足坝体施工安全、坝体度汛以及导流规划的前提下，合理规划大坝混凝土施工分期，力求坝体均匀上升。根据导流规划和施工程序要求，大坝工程各施工时段安排如下：

1) 第一年 8 月~第一年 9 月底，天然河床枯水位以上左右岸岸坡开挖，同期展开围堰工程的施工，第一年 9 月底围堰完成，基坑形成干地施工条件；

2) 第一年 10 月初~第一年 11 月底, 在围堰保护下进行坝址区天然河床枯水位以下的大坝基础开挖和剩余左右岸坝肩, 基础开挖历时 2 个月, 中途已开挖出部分基础建基面, 可与坝体基础混凝土浇筑交叉施工;

3) 第一年 12 月开始坝体混凝土的浇筑。

(1) 一阶段混凝土浇筑: 第一年 12 月~第二年 3 月底浇筑至 469.00m 高程;

(2) 二阶段混凝土浇筑: 第二年 4 月初~第二年 12 月底浇筑至 506.00m 高程;

(3) 闸墩及溢流面混凝土浇筑: 第三年 1 月初~第三年 2 月底, 完成坝体混凝土浇筑;

(4) 第三年 3 月初完成导流钢管拆除施工。

8.4.1.3 施工布置

根据大坝布置特点和坝址区地形条件, 为满足大坝施工需要, 其施工布置如下:

施工道路: 从上坝公路修筑临时道路可以至混凝土生产系统, 左右岸岸坡土石方开挖和大坝基础开挖均临时道路及上坝道路通向现有道路。

临时块石堆场: 临时块石堆场可布置在下游河床处。经计算, 高峰期月需块石约为 1500m^3 , 块石料临时堆至下游平地处, 由自卸汽车经后期不同高程运输道路直接转运入仓, 其他部位采用塔吊机入仓。

大坝左、右岸各布置一台塔式起重机, 安装高程分别为 473.00m, 468m。其主要任务为:

①施工设备、钢筋、模板、块石等的吊运; ②部分金属结构及设备的安装吊运等; 塔机主要技术参数见下表。

表8.4-1 塔机主要技术参数表

项目名称	单位	规格、参数
型号		QTZ125（固定式）
最大起重量	t	10
最大幅度处起重量	t	1.4
独立式起升高度	m	50
工作幅度	m	3.1~60

8.4.1.4 土石方开挖

本工程范围内的开挖包括：大坝、左岸上坝公路、管理用房、施工临时道路、施工辅助设施等部位的土石方明挖工程，以及监理单位指示的其他土石方明挖工程。

大坝土石方开挖分二期进行。一期进行左、右岸常枯水位以上土石方开挖；二期进行常枯水位以下左、右岸坝肩和基坑开挖，基坑开挖在上游围堰保护下进行。

1) 大坝边坡开挖

岸坡开挖施工程序如下：开挖准备→开挖边坡表土清理→岩石开挖边线测量→推土机、挖掘机清理工作面→测量爆破孔位→潜孔钻造孔、清孔→按设计参数装药、爆破→边坡锚喷支护→推土机集渣至河床→反铲挖掘机配合自卸汽车出渣。

(1) 开挖边坡表土清理

山坡植被清除以人工为主进行伐除，表层有机耕植土剥离以推土机、反铲挖掘机挖装为主，清除树根、草皮、腐植图、坡积层和残破积层。开挖弃渣料抛入河床后期集中出渣。

施工单位应注意保护清理区域附近的天然植被，避免因施工不当造成清理区域附近林业和天然植被资源的毁坏，以及对环境保护工作造成的不良后果。

场地清理范围内，施工单位砍伐的成材或清理获得具有商业价值的材料应归发包人所有，施工单位应按监理人指示将其运到指定地点。

含细根须、草本植物及覆盖草等植物的表层有机土壤，施工单位应按监理人指示和水土保持的规定合理使用有机土壤，并运到指定地点 堆放保存，不得

任意处置。

（2）岸坡土方开挖

首先进行坡顶截水沟施工，其次进行削坡减载开挖，在进行下部开挖前，必须根据施工图完成上部支护措施后，才允许往下进行。

优选开挖方法，合理布置开挖工作面，确定开挖分区、分段、分层及开挖程序，以充分发挥机械的生产效率。

应做好土坡表面的地表水和地下水的引排措施，严禁自流水入渗引起土体坍滑。

每开挖一层必须及时进行台阶和边坡的护面工程，以防日晒雨淋松动、冲刷、坍滑等。

临时开挖边坡根据设计要求采用喷锚支护等支护措施。

使用机械开挖土方时，实际施工的边坡坡度应适当留有修坡余量，再用人工修整，应满足施工图纸要求的坡度和平整度。

土方开挖的顺序应从上至下分层、分段依次进行，每层开挖深度控制在 1.0m~1.5m 左右，分段长度控制在 30m~50m。施工底面应做成一定的坡势，以利排水，开挖过程中应避免边坡稳定范围形成积水。

为防止修整后的开挖边坡遭受雨水冲刷，边坡的护面和加固工作应在雨季前按施工图纸要求完成。

坝基开挖应按施工图纸要求测量放样，从上至下分层分段依次进行，严禁自下而上或采取倒悬的开挖方法，坡度、尺寸应满足施工图纸要求。开挖时应将表面松动岩石和突出岩石清除。坝基开挖清理后，应及时填筑，若清基后不能及时回填，应留保护层，待即将回填时挖除。

主体工程施工场地地表的植被清理，必须延伸至离施工图所示开挖边线或填筑坡脚线外侧至少 5m 的距离。

（3）岸坡石方开挖

本工程推荐坝址处岸坡多为岩石，边坡表土清除后即可进行岸坡石方开挖，岸坡石方开挖采用自上而下分层爆破开挖法。永久边坡按设计自上而下按 10m 层高实施梯段开挖。开挖爆破施工方案初步为：边坡开挖采用预裂爆破和崩落

爆破，预裂爆破应先于崩落爆破，以减少对边坡岩体完整性的振动影响，预裂爆破的孔距较密，崩落爆破采用宽孔距，爆破孔的具体孔距、孔径及孔深应根据现场爆破试验取得各种爆破参数后确定。

设计边坡轮廓面开挖，应采用预裂爆破，在开挖后轮廓面上，炮孔痕迹应均匀分布。完整岩体，半孔率应达到 90%以上；较完整一较破碎岩体，半孔率应达到 60%以上；破碎岩体，半孔率应达到 20%以上。相邻两孔间不平整度应小于 15cm。不允许欠挖部位应满足结构尺寸要求。半孔壁面不应有明显爆破裂隙，除明显地质缺陷处外，不应产生裂隙张开、错动及层面抬动等现象。

开挖过程中施工方应根据现场实际开挖情况做好开挖边坡的临时防护，确保施工安全。

钻孔爆破施工工艺流程框图见下图。

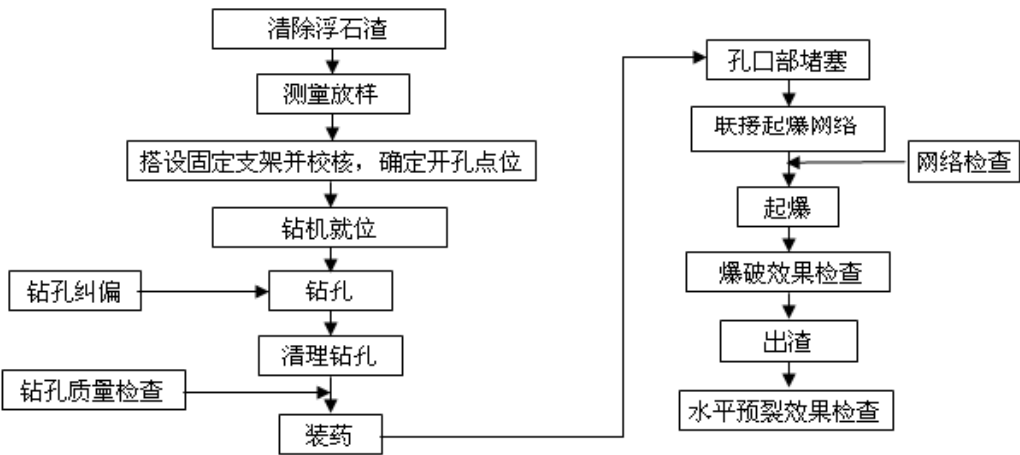


图 8.4-1 钻孔爆破施工工艺流程框图

(4) 出渣

两岸坝肩岸坡开挖石渣可由自卸车经由两岸临时道路出渣。出渣由 88KW 推土机集料，2m³ 挖掘机配 15t 自卸汽车运输，岸坡开挖石渣料部分用于临时公路、围堰和基坑道路填筑，其余部分按弃渣考虑，运至大坝弃渣场，出渣平均运距 3.3km。

(5) 边坡锚喷支护

针对开挖基础需要临时保护处理，防止失稳、掉块。临时保护采取素喷 C20 砼保护，防止边坡失稳、掉块等现象。坝体部位边坡混凝土浇筑前对临时素喷砼进行清理。

喷锚支护采用 0.25m^3 砼拌和机就近拌制混凝土， $5\text{m}^3/\text{h}$ 砼喷射机喷混凝土。锚杆支护采用 $\Phi 25\text{mm}$ 螺纹钢筋，锚杆长 9.0m ，采用手风钻钻孔，锚杆在加工厂制作，汽车运至现场后人工安装，采用砂浆锚杆，锚杆在综合加工厂加工，平均运距 0.3km 。

（6）边坡临时支护

左岸边坡走向与岩层走向大角度斜交，对边坡稳定有利。坝址区节理发育多为陡倾角，与层面组合切割于岩体表层易形成规模较小楔形体，可产生掉块等现象，右岸边坡走向与岩层走向大角度斜交，且倾向坡内，对边坡稳定有利。坝址区节理发育多为陡倾角，与层面组合切割难以形成楔形体。局部裂隙卸荷作用强烈，形成崩塌危岩体。为此，针对开挖基础需要临时保护处理，防止失稳、掉块。临时保护采取素喷 C20 砼保护，防止边坡失稳、掉块等现象。坝体部位边坡混凝土浇筑前对临时素喷砼进行清理。

（7）边坡土石方开挖一般规定

边坡开挖前，施工单位应复核施工范围地形，现场放样确定实际边坡开口线，并详细调查边坡的稳定性，包括设计开挖线外对施工有影响的坡面和岸坡等。对设计开挖线以内有不安全因素的边坡，必须进行处理和采取相应的防护措施。对山坡上的危石及不稳定岩体应撬除或挖除，如少量岩石撬挖确有困难，经监理人同意可用浅孔微量炸药爆破。

边坡开挖施工前，应按图纸要求完成坡顶截排水沟的施工。边坡开挖施工过程中，应对施工中的地下水、雨水和施工积水采取有效、可靠的截、排水措施导排。

设计边坡轮廓面开挖，应采用预裂爆破或光面爆破方法施工，严禁采用洞室爆破法或药壶爆破法施工。岩石边坡开挖施工前，施工单位应进行现场爆破试验，寻求合理的钻爆参数，以指导钻爆设计与施工。

未经安全技术论证和主管部门批准，严禁采用自下而上造成岩体倒悬的开挖方式。

开挖边坡的支护应在分层开挖过程中逐层进行，未完成上一层的支护，严禁进行下一层的开挖。

随着开挖高程下降，应及时对坡面进行测量检查以防止偏离设计开挖线，避免形成高边坡后再进行处理。

使用机械开挖土方时，实际施工的边坡坡度应适当留有修坡余量，再采用人工修整至满足施工图纸要求的坡度和平整度。为防止修整后的开挖边坡遭受雨水冲刷，边坡的护面和加固工作应在雨季前按施工图纸要求或监理人指定的时间内完成。

边坡开挖后表面因爆破震松（裂）的岩石、表面呈薄片状或尖角状的突出岩石、裂隙发育或具有水平裂隙的岩石均须采用人工清理干净。如岩块过大，经批准后可采用单孔小炮爆破方法清除。

在永久边坡开挖过程中，应对已发现的和潜在的不稳定岩体采取合适的处理措施以避免边坡失稳。

主体工程的临时开挖边坡，应按施工图纸所示或监理人的指示进行开挖。对施工单位自行确定边坡坡度、且时间保留较长的临时边坡，经监理人检查认为存在不安全因素时，施工单位应补充开挖和采取保护措施。

在施工期间直至工程验收，施工单位应定期对边坡的稳定进行监测。若出现不稳定的迹象时，应及时通知监理人，并立即采取有效措施确保边坡的稳定。如果沿开挖边坡发生滑坡或塌方，施工单位应及时通知监理人，并按监理人批准的措施对边坡进行处理。

2) 基坑开挖

本工程一般基础开挖主要包括大坝基础开挖、消力池及护坦基础开挖和施工临时道路开挖。

(1) 开挖方式

大坝基坑开挖在围堰砌筑和导流钢管施工完成后安排干地施工，覆盖层土方采用 2m^3 挖掘机开挖，装 15t 自卸汽车运输；河床基础石方均采用手风钻钻孔浅孔爆破，底部预留保护层开挖，出渣采用 88KW 推土机集料， 2m^3 挖掘机配 15t 自卸汽车运输。河床基础开挖料部分用于临时公路、围堰和基坑道路填筑，其余部分按弃渣考虑，运至大坝弃渣场，出渣平均运距 3.3km 。

(2) 基坑保护层开挖

为确保水工建筑物的建基面的完整性，紧邻水平建基面的开挖应采用预留保护层的开挖方法。保护层厚度为 0.3m，采用人工撬挖等方式的开挖方法，出渣采用 88KW 推土机集料，2m³挖掘机配 15t 自卸汽车运输。

（3）一般规定

岩石基础开挖，可采用非爆破开挖和钻孔爆破开挖，设计边坡采用钻孔爆破法开挖时，应采用预裂爆破法，水平建基面采用钻孔爆破法开挖时，应采用预留保护层开挖方法，预留保护层厚度不小于爆破主孔药卷直径的 40 倍。

除经监理单位专门批准的特殊部位或另有规定外，所有主体工程建筑物的基础开挖均应在干地中施工，对开挖施工中的地下水和施工用水，应采取有效和可靠的截、排水措施排除。施工单位应充分重视雨季对施工的不利影响，提前做好雨季施工预案。在雨季施工中，施工单位应有保证基础工程质量和安全施工的技术措施，有效防止雨水危害。

施工单位必须采取措施避免基础岩石面出现爆破裂隙，或使原有构造裂隙和建基面岩体的自然状态产生不应有的恶化。

基础开挖后表面因爆破震松（裂）的岩石、表面呈薄片状和尖角状突出的岩石以及裂隙发育或具有水平裂隙的岩石均须采用人工清理；如单块过大，亦可用小炮爆破。建基面上不得有反坡、倒悬坡、陡坎尖角，结构面上的泥土、锈斑、钙膜、破碎和松动岩块以及不符合质量要求的岩体等均须采用人工清除或处理。

开挖后的建基面应冲洗干净、大面积光面应凿毛处理。岩石中的断层、裂隙、软弱夹层均应被清除至施工图纸规定的深度。岩石表面应无积水或流水，所有松散岩石均应清除。

基础开挖后，如基岩表面发现地质缺陷，则施工单位应及时报请监理单位通知有关方面人员研究处理。

基础面不允许欠挖，开挖面应严格控制平整度。

在工程实施过程中，依据基础开挖所揭示的地质特性，需要对施工图纸作必要的修改时，施工单位应按监理单位签发的设计修改图执行。

施工单位因施工需要变更技施设计图所示开挖线，应报监理单位批准后方

可实施。施工单位对此开挖的安全负有全部责任。

清理过后的基础表面应采取设计文件要求或监理单位认可批准的保护措施,以免遭受风化、雨水、地下水渗漏、施工设备碾压等的不利影响。保护工作应一直进行到新的混凝土开始浇筑或者填筑料开始填筑。

施工单位应对挖出的建基面进行妥善保护,防止水流浸泡或风化导致建基面物理力学性状恶化。

(4) 开挖轮廓要求

建筑物实际开挖轮廓应满足下列规定:

A、符合设计施工详图所示的开口线、边坡、纵坡和高程要求。

B、如果确认施工详图所示开挖高程上岩石不能满足建筑物基础要求或设计要求有变更时,必须按修改后的设计要求开挖。

C、边坡开挖的平均坡度不陡于设计坡度;坡脚标高允许偏差为 $\pm 20\text{cm}$;坡面局部欠挖不大于 20cm ,超挖不大于 30cm ;水平建基面高程的开挖偏差为超挖不大于 20cm ,不得欠挖。

D、分台阶开挖时,其最下部一个台阶坡脚位置的偏差,以及整体边坡的平均坡度均应符合设计要求。

4) 爆破设计

根据国内爆破开挖的实践经验,结合岩板田水库工程地质条件,进行设计计算,类比选用,确定爆破参数。

(1) 预裂爆破

①孔距: $a = (8 \sim 12) D$

其中 a —炮孔孔距 (mm) D —孔径 (mm)

100B 潜孔钻,造孔直径为 90mm ,故 $a = (720 \sim 1080) \text{mm}$,强风化岩石取小值 700mm ,微、新岩石取大值 1000mm ;

YT28 手风钻,造孔直径为 42mm ,故 $a = (336 \sim 504) \text{mm}$,强风化岩石取小值 350mm ,微、新岩石取大值 500mm 。

②线装药密度

通过工程类比及经验公式,潜孔钻造孔预裂爆破线装药密度为 $300 \sim$

350g/m，孔底 1.5m 范围内装药为上述值的 2~3 倍，距离孔口位置线装药密度适当减小，需根据试验情况调整。手风钻造孔预裂爆破线装药密度为 150~200g/m。

(2) 梯段爆破

梯段爆破参数见下表。

表8.4-2 梯段爆破参数表

梯段高度 (m)	炮孔直径 (mm)	孔距 (cm)	排距 (cm)	药卷直径 (mm)	炸药单耗 (kg/m ³)
10	70	350~440	300	90	0.45~0.50
15	70	400~490	300	90	0.45~0.50
3	42	100~120	100	32	0.45~0.50

(3) 孔间微差接力起爆网路

深孔梯段爆破采用孔间微差顺序爆破网路，这种塑料导爆管毫秒雷管接力起爆网路，能有效地将多孔齐爆变为多孔分段或单孔接力起爆，且前爆孔为后爆孔提供新的临空面，能充分利用爆破能量，爆破时增加岩石相互之间碰撞次数，爆破岩块的块度小，单段起爆药量少，极大减小了爆破振动对保留岩体的影响。

(4) 控制爆破

坝基及永久边坡均采用预裂爆破或经监理人审查批准后采用聚能预裂爆破减少爆轰波对开挖边坡的影响，梯段爆破控制单响药量等控制爆破措施。

(5) 爆破试验

在爆破前，选择具有代表性的岩体做预裂爆破和主爆破的爆破试验，确定相应的爆破参数，从而指导施工，具体在施工过程中根据现场实际情况再进行调整。

试验方法：现场爆破试验主要采用 INV306 智能信号采集处理分析仪，CSY-YD-001、002 型压电式振动速度传感器，SY-1 声波测试仪进行现场试验。在爆破前后测量其内部同一测点的声波波速，进行对比，按照技术规范标准，判断有无爆破破坏影响，观测爆破对爆区底部和四周保留岩体的破坏情况；观测预裂爆破对边坡和水平建基面的振动影响；结合测定相应质点振动速度，找

出其安全质点振动速度值（规范及开挖技术要求、监理工程师规定的质点振动速度值），用以控制爆破规模。

8.4.1.5 基础处理

基础处理主要为坝基灌浆和固结灌浆，施工采用先固结后帷幕的顺序。固结灌浆和帷幕灌浆采用 150 型地质钻机钻孔，BW200/50 型灌浆泵灌注，灌浆材料为水泥浆。

1) 帷幕灌浆

本工程基础防渗处理采用防渗帷幕灌浆。

(1) 一般规定

灌浆工程系隐蔽工程，应进行详细的施工记录及成果检测，记录及成果检测的内容和要求应符合规范的规定。

在完成灌浆或正在灌浆区 30m 范围内，不得进行爆破作业，如必须爆破时，应进行专门论证，并经监理工程师批准。

同一地段的基岩灌浆必须先完成固结灌浆并检查合格后才能进行帷幕灌浆。

灌浆工作必须连续进行，若因故中断，必须马上处理，尽快恢复灌浆。中断时间超过 30min 则应进行钻孔冲洗，如冲洗无效，则应扫孔。如恢复灌浆后吸浆量急剧减少或在极短时间内停止吸浆，则该段灌浆视为不合格。

帷幕灌浆施工过程中，应加强对防渗墙基础的抬动监测，灌浆盖板不得发生抬动等现象。

灌浆前，应查明灌浆区内已布设的各种监测仪器、电缆、管线、止水片、铰杆、钢筋等设施的具体位置，当灌浆孔位放样出现与上述设施相矛盾或潜在矛盾时，应适当调整灌浆孔位或孔向。灌浆过程中，应对上述设施进行妥善保护。

(2) 帷幕准备工程

大坝帷幕灌浆安排在左右岸坝肩和灌浆廊道内进行。大坝帷幕灌浆孔沿坝轴线靠上游侧布置，采用单排孔，孔距 2.0m，深入相对隔水层（ $Q \leq 5L_u$ ）以下 5m，并向两岸山体内延伸；采用 150 型地质钻机钻孔，由 JIS-10 型灰浆搅拌机制浆，中压灌浆泵灌注，分序加密自下而上分段灌浆。

水库蓄水前，应完成蓄水初期最低库水位以下的帷幕灌浆并检查合格；水库蓄水或阶段蓄水过程中，应完成相应蓄水位以下的帷幕灌浆并检查合格。

相应部位的基岩固结灌浆、混凝土坝底层灌区接缝灌浆、岸坡接触灌浆完成并检查合格后方可进行帷幕灌浆。

对水泥、砂、水、掺合料等灌浆材料的要求，参照规范 SL/T 62-2020 的相关规定。水泥采用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不应低于 42.5 级，帷幕灌浆所用水泥的细度宜为通过 80 μ m 方孔筛的筛余量不大于 5%。

在帷幕的先灌排或主帷幕孔中宜布置先导孔，先导孔应在一序孔中选取，其间距宜为 16~24m，或按该排孔数的 10% 布置。岩溶发育区、岸坡卸荷区等地层性状突变部位先导孔宜适当加密。先导孔的深度宜深入帷幕底线以下 1~2 个灌浆段。先导孔应采取岩芯，绘制钻孔柱状图，必要时可进行孔内摄像。岩芯应全部拍照或摄像。

当岩段小于 6m，采用全孔一次灌浆法；大于 6m 分段灌浆，帷幕灌浆采用自下而上法进行，以提高灌浆质量。

（3）施工工序

帷幕灌浆工程施工工序如下：钻孔→冲孔→压水试验→灌浆→灌浆结束封孔。

（4）钻孔

帷幕灌浆孔位与设计孔位的偏差应不大于 10cm，孔深应符合设计规定，终孔孔径不得小于 56mm；当钻孔需穿透盖重混凝土或其他结构物时，应采取有效措施防止钻断钢筋、预埋件等，必要时应埋设导向管。实际孔位、孔深应有记录。钻孔孔壁应平直完整，孔深一般应满足施工图所示的深度要求，但可根据现场地质情况和先导孔压水试验成果进行适当调整。

帷幕灌浆孔应进行孔斜测量，孔底的偏差不得规范要求的规定。

钻孔过程中，遇岩层、岩性变化，发生掉钻、坍孔、钻速变化、回水变色、失水、涌水等异常情况，应详细进行记录。

钻孔遇有洞穴、塌孔或掉块而难以钻进时，可先进行灌浆处理，再行钻进。如发现集中漏水或涌水，应查明情况、分析原因，经处理后再行钻进。

灌浆孔或灌浆段及其他各类钻孔（段）钻进结束后，应及时进行钻孔冲洗。当钻孔施工作业暂时中止时，孔口应妥加保护，防止流进污水和落入异物。

（5）裂隙冲水和压水试验

进行帷幕灌浆时应注意灌浆孔在灌浆前应进行孔壁冲洗与裂隙冲洗以提高灌浆效果。防渗灌浆孔裂隙冲洗，可根据不同地质条件选用压水冲洗，直到回水澄清延续 10 分钟即可结束，但总的冲洗时间不宜少于 30 分钟。冲洗压力不宜大于本段灌浆压力的 80%。并不大于 1Mpa。各灌浆段在灌浆前宜进行简易压水，按《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》附录 B 执行。简易压水可结合裂隙冲洗进行。

灌浆钻孔的压水试验，在冲洗结束后进行，先导孔应自上而下分段进行压水试验，压段长度一般按 5m 为一压段，特殊段视其具体情况确定。压水试验应符合《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》SL/T62-2020 有关规定执行。

（6）灌浆方法和方式

本工程基岩帷幕灌浆方法宜采用自下而上分段灌浆法或孔口封闭灌浆法，在岩石破碎、漏水严重地段应采取自上而下的方法灌浆，以提高灌浆质量。帷幕灌浆在灌浆平洞、灌浆廊道和坝顶施灌。

帷幕灌浆应布置先导孔，先导孔在一序孔中选取，其间距宜为 16~24m，或按该排孔数的 10%左右布置，先导孔的深度应比帷幕设计孔深深 5m。

灌浆方式应采用循环式，射浆管距孔底不得大于 0.5m。

帷幕灌浆段长一般为 5~6m，岩石完整时可适当加长，但最长不应大于 10m；岩石破碎、孔壁不稳时，段长应缩短。混凝土结构和基岩接触处的灌浆段段长宜为 1~3m。

混凝土与基岩接触段宜先进行灌浆，灌浆塞宜安设在混凝土内，以下各段灌浆塞应阻塞在灌浆段段顶以上 0.5m 处，防漏灌。

混凝土和基岩接触段应先行单独灌注并待凝，待凝时间不少于 24h，其余灌浆段灌浆结束后可不待凝。但灌浆前孔口涌水、灌浆后返浆等地质条件复杂情况下应待凝，待凝时间应根据工程具体情况确定。

先导孔各孔段宜在进行压水试验后及时进行灌浆。

（7）灌浆压力和浆液变换

为合理确定灌浆压力、灌浆材料，浆液稠度以及压力与浆液变换的关系等技术参数，应在实际灌浆区域进行灌浆实验帷幕灌浆压力灌浆压力初定为 0.8MPa，第一段帷幕灌浆灌浆压力随深度加深压力而逐渐增加，增加值暂定为 0.05MPa/m，但最大灌浆压力不超过 3MPa。实际灌浆施工过程中可根据地质情况适当调整。

灌浆压力表或记录仪的压力变送器应安装在灌浆孔孔口处回浆管路上；压力表或压力变送器与灌浆孔孔间的管路长度不宜大于 5m。灌浆压力应保持平稳，宜测读压力波动的平均值，最大值也应予以记录。

根据工程情况和地质条件，灌浆压力的提升可采用分级升压法或一次升压法。升压过程中应保持灌浆压力与注入率相适应，防止发生抬动变形破坏。

灌浆浆液应由稀至浓逐级变换。帷幕灌浆浆液水灰比可采用 2、1、0.8、0.5 等四个比级，开灌水灰比可采用 2:1。开灌水灰比根据实际工程地质情况确定。

帷幕灌浆浆液变换：

（a）当灌浆压力保持不变，注入率持续减少时，或当注入率不变而压力持续升高时，不得改变水灰比。

（b）当某一比级浆液的注入量已达 300L 以上或灌注时间已达 0.5h，而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时，应改浓一级。

（c）当注入率大于 30L/min 时，可根据具体情况越级变浓。

灌浆过程中，灌浆压力或注入率突然改变较大时，应立即查明原因，采取相应的措施处理。

灌注稳定浆液、混合浆液、膏状浆液，比级宜少，其配比和变换方法应通过室内浆材试验和现场灌浆试验确定。

灌浆过程中应定时测记浆液密度，必要时测记浆液温度。灌注稳定浆液时还应测记浆液粘度。

（8）孔口封闭灌浆法

本工程部分帷幕灌浆灌浆孔不深，灌浆压力不大，故可采用简化的孔口封

闭灌浆法--孔口阻塞灌浆法施工。该法灌浆不设置孔口管，不使用孔口封闭器，每一段灌浆时将灌浆塞安设在孔口。

灌浆孔孔径宜为 $\phi 56 \sim 76\text{mm}$ ，自上而下分段钻进、分段灌浆。

灌浆管的外径与钻孔孔径之差宜为 $10 \sim 20\text{mm}$ ，若用钻杆作为灌浆管，应采用外平接头连接。各段灌浆时灌浆管应深入灌浆段底部，管口离孔底距离不应大于 50cm 。

各孔段的裂隙冲洗和压水试验，可按照 5.2 节的规定执行。

灌浆浆液宜采用多级水灰比，其比级设置及变换原则，可按照第 5.3 条的规定执行。

灌浆过程中应保持灌浆压力和注入率相适应。宜采用中等以下注入率灌注，当灌浆压力大于 4MPa 时，注入率宜小于 10L/min 。同一部位不宜聚集多台灌浆泵同时灌浆。

灌浆过程中应经常转动和上下活动灌浆管，回浆管宜有 15L/min 以上的回浆管，防止灌浆管在孔内被水泥浆凝住。

孔口封闭器应具有良好的耐压和封闭性能，灌浆管能灵活转动和升降。孔口段应先行单独灌注并待凝，待凝时间不宜小于 24h ；孔口管段以下 3 个灌浆段（含孔口管段），段长宜短，灌浆压力递增宜快；再以下各段段长为 5m ，结合现场生产性灌浆试验确定的最大灌浆压力灌注。

（9）灌浆结束标准和封孔方法

各灌浆段灌浆的结束条件应根据地质和地下水条件、浆液性能、灌浆压力、浆液注入量和灌浆段长度等综合确定。应符合下列原则：当灌浆段在最大设计压力下，注入率不大于 1L/min 后，继续灌注 30min ，即可结束灌浆。当地质条件复杂、地下水流速大、注入量较大、灌浆压力较低时，持续灌注的时间应适当延长。

全孔灌浆结束后，应以水灰比为 0.5 的纯水泥浆液置换孔内稀浆或积水，采用全孔灌浆封孔法封孔。封孔灌浆压力：可采用全孔段平均灌浆压力或不大于孔口段最大灌浆压力。封孔灌浆时间可为 $30 \sim 60\text{min}$ 。

（10）特殊情况处理

帷幕灌浆孔的终孔段，其透水率或单位注入量大于设计规定值时，其灌浆孔宜继续加深。

灌浆过程中发现冒浆、漏浆时，应根据具体情况采用嵌缝、表面封堵、低压、浓浆、限流、限量、间歇、待凝、复灌等方法进行处理。

灌浆过程中发生串浆时，应阻塞串浆孔，待灌浆孔灌浆结束后，再对串浆孔进行扫孔、冲洗、灌浆。如注浆率不大，且串浆孔具备灌浆条件，也可一泵一孔同时进行灌浆。

灌浆工作必须连续进行，若因故中断，应按照下述原则进行处理：1、应尽快恢复灌浆。否则应立即冲洗钻孔，再恢复灌浆。若无法冲洗或冲洗无效，则应进行扫孔，再恢复灌浆。2、恢复灌浆时，应使用开灌比级的水泥浆进行灌注，如注入率与中断前相近，即可采用中断前水泥浆的比级继续灌注；如注入率较中断前减少较多，应逐级加浓浆液继续灌注；如注入率较中断前减少很多，且在短时间内停止吸浆，应采取补救措施。

孔口有涌水的灌浆孔段，在灌浆前应测记涌水压力和涌水量，根据涌水情况，可选用下列措施综合处理：1、缩短段长；2、提高灌浆压力；3、进行纯压式灌浆；4、灌注浓浆；5、灌注速凝浆液；6、屏浆；7、闭浆；8、待凝；

灌浆段注入量大，灌浆难于结束时，可选用下列措施处理：1、低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆；2、浆液中掺加速凝剂；3、灌注混合浆液或膏状浆液。

灌浆过程中如回浆失水变浓，可选用下列措施进行处理：1、适当加大灌浆压力；2、采用分段阻塞循环式灌注；3、换用相同水灰比的新浆灌注；4、加密灌浆孔；5、若回浆变浓现象普遍，上述处理措施效果不明显，应研究改用细水泥浆、水泥膨润土浆或化学浆液灌注。

灌浆孔段遇特殊情况，无论采用何种措施处理，均应进行扫孔后复灌，复灌后应达到规定的灌浆结束条件。

A、灌浆过程中，发现冒浆、漏浆，应根据具体情况采用嵌缝、表面封堵、低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆等方法进行处理。

B、帷幕灌浆过程中发生串浆时，如串浆孔具备灌浆条件，可以同时进行灌浆，应一泵灌一孔，否则应将串浆孔用塞塞住，待灌浆孔灌浆结束后，串浆

孔再行扫孔、冲洗，而后继续钻进和灌浆。

(11) 质量及验收检查

帷幕灌浆工程质量的评价应以检查孔压水试验成果为主要依据，结合施工成果资料和其他检验测试资料，综合分析确定。

帷幕灌浆检查孔应在分析施工资料的基础上在下述部位布置：①帷幕中心线上。②基岩破碎、断层与裂隙发育、强岩溶等地质条件复杂的部位。③末序孔注入量大的孔段附近。④钻孔偏斜过大、灌浆过程不正常等经分析资料认为可能对帷幕质量有影响的部位。⑤防渗要求高的重点部位。由设计、监理、施工单位现场确定。

帷幕灌浆检查孔数量可按灌浆孔数的一定比例确定。单排孔帷幕时，检查孔数量可为灌浆孔总数的 10%左右，多排孔帷幕时，检查孔的数量可为主排孔数的 10%左右。一个坝段或一个单元工程内，至少应布置一个检查孔。

帷幕灌浆检查孔的压水试验应在该部位灌浆结束 14 天后进行。检查孔应自上而下分段钻进，采取岩芯，绘制钻孔柱状图，岩芯应全部拍照或摄像，必要时可进行孔内摄像。检查孔压水试验应分段进行，宜采用单点法，压水试验段长不大于 5m，压力为 $1H_0$ (H_0 为正常蓄水位至试验段处高差)，且不大于该处灌浆压力的 80%，压水试验时必须严格按照 SL/T62-2020 规范进行。检查孔岩心获取率应大于 85%，并应进行岩芯素描。

帷幕灌浆工程质量的评定标准应为：经检查孔压水试验检查，坝体混凝土与基岩接触段的透水率的合格率为 100%，其余各段的合格率应不小于 90%。不合格试段的透水率不超过设计规定值的 150%且分布不集中；其他施工或测试资料基本合理，灌浆质量可评为合格，否则应商定处理方案。

帷幕灌浆孔封孔质量应进行孔口封填外观检查和钻孔取芯抽样检查，封孔质量应满足设计要求。

检查孔检查工作结束后，应按 SL/T62-2020 规范规定进行灌浆和封孔。检查不合格的孔段应根据工程要求 and 不合格程度确定该部位是否需加密钻孔补灌和扩大范围检查。

2) 固结灌浆

固结灌浆结合大坝浇筑面貌及混凝土浇筑工艺要求进行，大坝基础固结灌浆为有砦盖重灌浆，当结构尺寸满足时，要求盖重砦厚度不小于 2m，且待其达到设计强度的 50%后才能进行，并要求密切注意盖重砦的抬动。

固结灌浆其工艺流程为：预埋灌浆管→钻孔→洗孔、冲洗→压力灌浆→封孔及孔位处理。

（1）固结灌浆施工

1、水泥采用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不应低于 42.5 级。

2、同一地段的基岩灌浆必须按先固结灌浆后帷幕灌浆的顺向进行。固结灌浆应在趾板混凝土达到设计强度后进行。

3、固结灌浆孔应根据工程的地质条件选用适宜的钻机和钻头钻进。灌浆孔孔径不宜小于 $\phi 56\text{mm}$ ，物探测试孔、质量检查孔、抬动监测孔孔径不宜小于 $\phi 76\text{mm}$ 。

4、灌浆孔位于设计位置的偏差不宜大于 10cm，钻孔方向、孔深应满足设计要求。当钻孔需穿透混凝土或其他结构物时，应采取有效措施防止钻断钢筋、预埋件等，必要时应埋设导向管。

5、固结灌浆结合大坝浇筑面貌及混凝土浇筑工艺要求进行，大坝基础固结灌浆为有砦盖重灌浆，当结构尺寸满足时，要求盖重砦厚度不小于 2m，且待其达到设计强度的 50%后才能进行，并要求密切注意盖重砦的抬动。

6、灌浆孔应采用压力水进行裂隙冲洗，直至回水清净时止。冲洗压力可为灌浆压力的 80%并不大于 1MPa，冲洗时间至回水清净时止或不大于 20min。串通孔冲洗方法与时间按设计要求执行。地质条件复杂以及对裂隙冲洗有特殊要求时，冲洗方法应通过现场灌浆试验确定。

7、灌浆前的压水试验应在裂隙冲洗后进行，试验孔数不宜少于总孔数的 5%，试验采用单点法，按《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》（SL/T 62）附录 B 执行。

8、固结灌浆应在有盖重混凝土的情况下进行，盖重混凝土厚度不小于 2.0m，且混凝土强度应达到 50%设计强度后方可实施。

9、采用自下而上孔内循环法灌浆；灌浆深度小于 6m 时全孔一次施灌；灌

浆深度为 8m 时分两段进行，第一段 5m，分两序加密进行灌浆，先边排后中间，内插逐步加密。灌浆压力应根据地质条件、工程需要和施工条件确定。应严格按注入率大小控制灌浆压力，防止趾板或者基岩抬动。

10、固结灌浆孔相互串浆时，可采用互串孔并联灌注，但并灌孔不宜多于 3 个，并应控制灌浆压力，防止上部混凝土或岩体抬动。

11、固结灌浆灌浆压力初定为 0.3MPa，以不抬动坝体和坝基为原则。实际灌浆施工过程中可根据地质情况适当调整。

12、固结灌浆浆液水灰比可采用 3、2、1、0.5 四个比级，开灌水灰比可采用 3:1，用 0.5:1 浓浆封孔。1。开灌水灰比根据实际工程地质情况确定。浆液变换原则，可参照帷幕灌浆的规定根据工程具体情况确定。

13、为检查灌浆的质量，施工单位应完成必须的检查孔，固结检查孔的数量定为灌浆孔总数的 5%，质量检查宜采用检测岩体弹性波波速的方法，也可采用钻孔压水试验的方法，检查孔的施工方法按规范的规定执行。

14、固结灌浆孔各灌浆段灌浆结束后可不待凝，但在灌浆前涌水、灌后返浆或遇其他地质条件复杂情况，则应待凝，待凝时间可为 12~24h。

15、固结灌浆孔封孔可采用导管注浆法封孔，孔口涌水的灌浆孔应采用全孔灌浆法封孔。

16、固结灌浆质量压水试验检查、岩体波速检查、静弹性模量检查应分别在灌浆结束 3~7、14、28 天后进行。其中通过压水试验测得的岩体透水率应小于 5Lu。

17、进行有盖重灌浆时，应安设抬动变形监测装置，在灌浆过程中连续进行观测并记录，抬动变形值应控制在设计允许范围内，抬动变形监测应符合 SL/T62-2020 规范要求的规定。

（2）固结灌浆质量检查与验收

固结灌浆工程的质量检查宜采用检测岩体弹性波波速的方法，检测可在灌浆结束 14d 后进行。检查孔的数量和布置、岩体波速提高的程度应按设计规定执行。检测的仪器和方法应符合 SL326 的要求。

固结灌浆工程的质量检查也可采用钻孔压水试验的方法，在灌浆结束 3d 后

进行。检查孔的数量不宜少于灌浆孔总数的 5%。压水试验采用单点法。工程质量合格标准为：单元工程内检查孔各段的合格率应达 85%以上，不合格孔段的透水率不超过设计规定值的 150%，且分布不集中。

声波测试孔、压水试验检查孔完成检测工作后，应按 SL/T62-2020 规范规定进行灌浆和封孔。对检查不合格的孔段，应根据工程要求和不合格程度确定是否需对相应部位进行补充灌浆和检查。

3) 接触灌浆

(1) 接触灌浆工程质量应以分析灌浆施工记录成果资料，考察施工过程质量为主，结合钻孔取芯、压浆试验、孔内摄像和缝面凿槽检查等测试资料，综合进行评定。

(2) 钻孔取芯、压浆试验和缝面槽检等检测项目应重点布置在根据灌浆资料分析情况异常的灌区，检查时间在灌浆结束 28d 以后，检查数量为灌区总数的 5%~10%。确定进行钻孔检查的灌区，钻孔数量不宜少于 2 个，根据灌区条件可布置骑缝孔或斜穿孔，斜穿孔孔深穿过缝面宜不小于 0.5m。检查孔芯样应拍照或录像，绘制素描图，对芯样穿过缝面情况、水泥结石颜色、分布、厚度、密实性、有无气泡、与两侧混凝土的粘结程度等详细描述。

(3) 根据灌浆施工资料和钻孔或凿槽检查成果分析，满足下列条件之一的灌区，灌浆质量可评定为合格：

1、施工过程检查，坝块混凝土温度达到设计规定，两个排气管排浆密度已达到 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上，且排气管压力达到设计值的 50%以上，其他情况基本符合要求。

2、钻孔取芯检查，斜穿缝面检查孔在缝面处取出较完整的有一定粘结强度的水泥结石；骑缝检查孔芯样缝面上水泥结石填充面积达 70%以上。

3、钻孔压浆试验。采用与接缝灌浆相同的压力，向检查孔压入水灰比为 2 的水泥浆。如斜穿孔在初始 10min 内单孔注浆量不超过 10L，或两孔不串浆为合格。骑缝孔的合格标准参照上述要求确定。

4、凿槽检查，直观接缝内填充有水泥结石或缝面呈闭合状态。

(4) 接触灌浆灌区的合格率应在 85%以上，不合格的灌区分布应不集中，

且每一坝段内纵缝灌区的合格率不低于 80%，每一条横缝内灌区的合格率不低于 80%，接缝灌浆工程质量可评为合格。

(5) 对质量检查不合格的灌区应进行补充灌浆。最终的质量等级应根据补充灌浆效果另行评定。

(6) 检查工作结束后，检查孔和检查槽应封填密实。

8.4.1.6 混凝土浇筑

1) 埋石混凝土施工

(1) 总体施工概述

大坝混凝土由下游左岸搅拌站供料，采用 10t 自卸车运输，采用塔机吊卧罐入仓，混凝土平均运距 0.3km。块石在贵州省玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近的贵州坤宇建筑材料有限公司购买，临时堆存于下游河床及施工区的临时堆料场，施工时可直接由后期施工单位布置的位于不同高程的道路装 15t 自卸汽车入仓，局部部位可采用塔吊机入仓，平均运距 22km。钢筋等材料由塔吊机转运至施工仓面，局部塔吊机控制范围外段，由汽车吊或人工转运。

(2) 混凝土入仓方式

本工程大坝常态砼运输如下：砼从拌和站到大坝下游面采用 10t 自卸车完成水平运输，大坝下部浇筑采用汽车直接运输入仓，上部采用塔机吊装入仓。采用布置于大坝下游两侧的塔机吊 3m³卧罐进行运输，塔吊采用型号为 QTZ125 塔式起重机。塔机将砼运至坝面后，采用人工胶轮车辅助入仓。常态砼浇筑采用人工平仓，由 1.1kw 插入式振捣器振捣密实。

混凝土严禁直接从高处往下倾倒混凝土，入口与仓面垂直距离控制在 1.5m 以内，若垂直距离过大，必须设溜槽或溜筒缓置。

(3) 石料施工

埋石混凝土埋石率按设计要求的 20%控制，埋石混凝土厚度 50cm。施工时，应先铺一层混凝土放一层块石，再振捣密实至块石沉入混凝土中，不得先摆石，再灌混凝土。

埋石用块石尺寸不得大于一次浇筑混凝土块体最小尺寸的 1/3。块石必须为湿饱，抗压强度大于 300kg/cm²，选择新鲜、完整的岩块，无风化剥落层或裂纹，

石材表面应冲洗干净，不能留有树根、杂草等污物，所有进仓块石表面应处于湿润状态。

（4）铺料方法

对仓面面积不大的部位，采用平铺法铺料。铺料顺序由低到高，先行填塘，再按顺序铺料。有廊道、钢管或埋件的仓位，卸料时，廊道钢管两侧均匀上升，其两侧高差不超过铺料层厚 50cm，一般铺料层厚采用 25~50cm。

在大面积仓号施工中，均采用台阶法铺料。台阶法混凝土浇筑程序从块体短边一端向另一端铺料，边前进、边加高，逐步向前推进并形成台阶，直至浇完整仓。

水平施工缝采用逐步覆盖，接缝砂浆在老混凝土面上边摊铺边浇混凝土；在浇筑过程中，台阶层次应分明，铺料厚度 50cm，浇筑层厚度为 1.5~2.0m，台阶宽度一般大于 1.0m，坡度一般不大于 1:2。

浇筑时，先铺一层 100~150mm 厚的混凝土打底，再铺上石料。石料铺放要均匀排列，使大头向下，小头朝上，且石料的纹理与受力方向垂直。石料间距一般不小于 100mm，石料与模板或槽壁的间距不应小于 150mm，以确保每块石料均被混凝土包裹。

石料铺放后，继续浇筑混凝土，每层厚约 200~250mm，用振捣棒进行振捣，振捣时避免接触模板和石料。如此逐层铺石料以及浇筑混凝土，直至最终层面，保持石料顶面有不少于 100mm 厚的混凝土覆盖层，所掺用的石料数量为基础体积的 20%。

振捣器插入平面布点和振捣时间要达到规范的要求，确保振捣充分。

埋石混凝土浇筑时分缝，继续浇筑时要将施工缝清洗干净，铺上一层与混凝土万分相同的水泥砂浆，再继续浇筑混凝土及铺放石料。

伸缩缝施工在砼施工完成后进行，在进行砼施工时，先在分缝处按设计厚度与模板一起安装上沥青木板。

（5）混凝土施工缝处理

1、冲毛

a、压力水冲毛：冲毛的压力水一般为 3~5kgf/cm²。冲毛时间一般在混凝土

初凝后至终凝前进行，冲毛标准遵守有关规范要求。

b、高压冲毛机冲毛：高压冲毛机冲毛压力一般可达 400kgf/cm^2 左右，最高可达 500kgf/cm^2 ，冲毛质量能满足混凝土施工规范要求。

2、清洗。当仓面模板、钢筋工序按设计完成后，即可进行仓面冲洗，清除仓面杂物，排除施工缝面积水。

3、砂浆铺设。水工混凝土施工规范规定，在接缝面摊铺 $2\sim 3\text{cm}$ 厚砂浆。实际施工中，砂浆入仓后用人工铺平，保证厚度，且做到随盖随铺。在仓面窄小，钢筋密集，不便于铺砂浆的个别部位，则采用增大砂浆含量的办法来解决。

（6）平仓

人工平仓：在靠近模板和钢筋较密的部位用人工平仓，使骨料分布均匀；水平止水、止浆片底部用人工送料填满，严禁料罐直接下料，以免止水、止浆片卷曲及其底部混凝土架空；各种预埋仪器周围用人工平仓，防止位移和损坏；板梁柱等小仓面也采用人工平仓。

机械平仓：为了加混凝土施工进度，避免因浇筑时间过长而产生混凝土冷缝，在建筑物底板大体积混凝土部分则可采用机械平仓；混凝土坍落度一般要求在 $3\sim 6\text{cm}$ 之间。凡能够利用机械平仓的仓面尽量优先考虑机械平仓。

（7）振捣

根据施工规范规定，振捣时间以混凝土不再显著下沉、不出现气泡、开始泛浆为准。采用插入式和软轴式振捣器振捣，移动距离均不超过其有效半径的 1.5 倍，并插入下层混凝土 $5\sim 10\text{cm}$ ，顺序依次、方向一致，避免漏振。

（6）混凝土铺料间隔时间

混凝土铺料间隔时间均应遵守规范要求。《水工混凝土施工规范》规定，用振捣器振捣 30s，振捣棒周围 10cm 内仍能泛浆且不留孔洞、混凝土还能重塑时，仍可继续浇筑混凝土。否则，作为“冷缝”按施工缝处理后继续浇筑。

（8）砼养护及保护

砼浇筑 $12\sim 18$ 小时之内，开始洒水养护，各部位按设计要求的养护期进行养护，溢流面适当延长养护期，养护期内须保持砼面湿润状态。砼浇筑后，严格控制拆模时间，以不造成砼表面和棱角受损为准。砼外露在低溢式气温骤变

期挂草包保温。

2) 埋石率控制措施

(1) 精确计算：根据结构尺寸计算需要浇筑的单仓混凝土总体积，根据设计埋石率，计算该仓所需块石体积。

(2) 块石准备与计量：根据计算出的单仓所需块石体积，提前按体积（或换算成重量）将块石备好并堆放在浇筑现场附近。这是控制埋石率最核心的一步，确保总量不超标。将不同仓号所需的块石分开堆放，清晰标识，避免混用。向所有参与施工的管理人员、班组长、操作工人（特别是负责抛石的人员）进行详细的技术交底，重点强调埋石率控制要求、方法、重要性以及违规后果。

(3) 分层浇筑与抛石：必须采用分层浇筑的方式，每层厚度宜为 30-50cm。严禁一次性将大量块石倒入未浇筑或刚浇筑的混凝土中。每浇筑一层混凝土（通常先浇筑该层厚度的 2/3 左右），立即、均匀地将该层计划用量内的块石人工抛入。要求块石间距不小于 10cm，距模板或钢筋不小于 15cm。严格按照预先计算好的每层所需块石量进行抛投。在振捣过程中观察混凝土的流动性、包裹块石的情况以及是否有块石集中区域。如发现局部块石过于集中（超过允许埋石率），应适当分散或补充混凝土。

3) 其他部位砼浇筑方法

溢流面导墙砼、溢流面砼、消力池及大坝其他部位混凝土均由下游混凝土系统供料，采用自卸车运输，塔机或自卸车直接入仓，插入式振捣棒振捣，塔吊机转运材料至仓面，混凝土平均运距 0.3km。

大坝上游防渗面板厚度 2.0m，为常态混凝土（不需要埋石），采用 C25 混凝土，自卸车运输，塔机吊装入仓，在混凝土分层分仓浇筑时，待块石料分仓码放整齐后，先行浇筑上游 C25 防渗混凝土，待上游常态混凝土浇筑完成后再进行下游侧埋石混凝土的浇筑。

3) 混凝土温度控制

(1) 温度控制标准

1、温度控制标准

本工程大坝为埋石混凝土重力坝，最大坝高 49.5m，大坝浇筑采用通仓薄

层浇筑，采用台阶式浇筑法，浇筑块分层厚度宜为 1.5~2.0m。坝体不需设置纵缝，但为防止混凝土产生裂缝，坝体须设置横缝，横缝间距为 10m~20m。为防止温度裂缝产生，保证工程安全，加快施工速度，应对混凝土施工进行必要的有效的温度控制，本阶段大坝拟定温控标准如下：

表8.4-3 基础约束区混凝土的基础容许温差 ΔT 单位： $^{\circ}\text{C}$

基础高度 h	浇筑块长边 L				
	17m 以下	17 ~ 20m	20 ~ 30m	30 ~ 40m	40m 至通仓长块
(0 ~ 0.2) L	26 ~ 25	25 ~ 22	22 ~ 19	19 ~ 16	16 ~ 14
(0.2 ~ 0.4) L	28 ~ 27	27 ~ 25	25 ~ 22	22 ~ 19	19 ~ 17

为了防止坝体内外温差过大引起混凝土表面产生裂缝，施工中坝体内外温差要求控制在一定的范围。参考湖南省部分工程经验，根据本工程大坝各坝段分缝情况，可得基础允许温差范围为：17C~19C。

2、混凝土允许最高温度

根据有关规范，坝体基础约束区混凝土应由基础温差和内外温差要求来确定混凝土允许最高温度，然后择其小者定位设计值，坝体脱离约束区的允许最高温度可取为内外温差与设计时段最低日平均气温统计值之和。据此，拟定本工程大坝混凝土内部允许最高温度见下表：

表8.4-4 大坝混凝土内部允许的最高温度表

部位	12、1、2 月	3、11 月	4、5、10 月	6、7、8 月
基础约束区	28 $^{\circ}\text{C}$	33 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$	37 $^{\circ}\text{C}$
非约束区	28 $^{\circ}\text{C}$	33 $^{\circ}\text{C}$	37 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$

3、上、下层温差

上、下层温差为 16 $^{\circ}\text{C}$ 。

4、表面保护标准

当日平均气温在 2~4d 内连降 6~9 $^{\circ}\text{C}$ 时，应对未满 28 天龄期的混凝土进行表面保护。

(2) 混凝土温度计算

1、技术参数

新晃县岩板田水库大坝混凝土浇筑计划的施工时段为 10 月~3 月，坝体内部分为 C20 三级配埋石混凝土，埋石率为 20%，采用 5℃ 水拌制，避免大风天气，减少混凝土塑性失水收缩变形。根据施工进度安排，大坝基础安排在 10 月份开始浇筑，新晃县 10 月白天平均气温为 24℃，晚上平均气温为 15℃，初拟水库大坝浇筑时温度为 19.5℃。

水泥：采用 P.O32.5 水泥；

粉煤灰：采用 F 类 I 级灰；

粗骨料根据现场情况确定；

细骨料根据现场情况确定；

减水剂：根据现场情况确定；引气剂：根据现场情况确定；配合比中砂石骨料用量均为饱和面干状态下用量，现场施工中需根据砂石骨料表面含水调整用水量，混凝土配合比如表所示。

大坝外部采用 C25 混凝土，内部采用 C20 埋石砼混凝土，埋石砼混凝土由混凝土和埋石组成，按体积占比划分，混凝土占 80%，埋石体占 20%。初拟埋石砼混凝土配合比如下：

表8.4-5 混凝土配合比

设计指标	水胶比	级配	材料用量 (kg/m ³)					
			水	水泥	煤灰	砂	石	外加剂
C20	0.61	三	0.62	1	0.26	2.8	4.21	0.021
			170	274	71	767	1154	5.75

大坝浇筑混凝土位于混凝土内部，坝踵处上游面采用 C25 砼防渗层，上游面混凝土厚度 1.0m，坝趾处下游面采用 C20 砼贴坡，下游面混凝土厚度 1m，上游面和下游面混凝土初拟横向传热系数 1.3W/（m·K）。

2、出机口温度

初拟大坝坝体浇筑混凝土 C20 埋石砼、原材料含水率及温度如下，砂子、石子使用前洒水降温。

砂子：22℃，含水率为 1.6%；石子：23℃，含水率为 1.3%；水泥：45℃；粉煤灰：31℃；水：22℃；外加剂：22℃。

出机口温度

$$T_0 = \left[\frac{(0.837 + 4.19q_s)W_sT_s + (0.837 + 4.19q_G)W_GT_G + 0.837W_CT_C}{0.837(W_g + W_s + W_c) + 4.19W_w} + \frac{4.19(1-P)(W_w - q_sW_s - q_GW_G)T_w - 335np(W_w - q_sW_s - q_GW_G) + H_c}{0.837(W_g + W_s + W_c) + 4.19W_w} \right]$$

公式中:

T_0 ——混凝土出机口温度, °C

C_s 、 C_G 、 C_C 、 C_W ——分别为砂石水泥和水的比热, KJ/kg·°C; 取 $C_s = C_G = C_C = 0.837$ KJ/kg·°C, $C_W = 4.19$ KJ/kg·°C;

q_s 、 q_G ——分别为砂石的含水量, 以%表示, $q_s = 1.6\%$ 、 $q_G = 1.3\%$;

W_s 、 W_G 、 W_C 、 W_W ——分别为每立方米的混凝土中砂、石、水泥和水的重量, kg;

T_s 、 T_G 、 T_C 、 T_w ——分别为砂石水泥和水的温度, °C

P ——加冰率, 取 0%

n ——有效系数, 取 0.82;

$$H_c = 42Pt/V$$

P ——为拌合机的电机功率: 148KW。

t ——搅拌时间, 1min;

V ——搅拌机容量, m³; 有效出料容积, 1.5m³

按照公式计算埋石混凝土的出机口温度:

计算得 $T_{02} = 26.10^\circ\text{C}$

3、混凝土入仓温度

$$T_B = T_0 + (T_{a1} - T_0)(\theta_1 + \theta_2 + \cdots + \theta_n)$$

公式中 T_B ——混凝土入仓温度, °C

T_0 ——混凝土出机温度, °C

T_{a1} ——混凝土运输时的气温, °C, 夜间施工取 24°C, 白天取 34°C。

θ_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)——有关的系数, 其数值为: 混凝土装、卸和转运, 每次 $\theta = 0.032$; 混凝土运输时, $\theta = At$; t ——运输时间, min; A ——系数, 采用自卸车运输, 取值为 0.0015。

根据现场实际情况, 混凝土由下游拌和站供应, 运输距离约 0.3km, 根据现场经验运输时间 $t = 10 \sim 30 \text{min}$; 混凝土从出机到入仓需装 1 次、卸 1 次、转运 1 次。基础及底部大仓面混凝土浇筑在 10 月份开始, 根据新晃气象统计资料, 新晃县 8 月份白天平均温度 34°C : 夜间平均温度 24°C 。

夜间入仓温度计算得 $T_B = 26.1 + (24 - 26.1) \times (0.032 \times 3 + 0.0015 \times 30) = 25.86^\circ\text{C}$

白天入仓温度计算的: $T_B = 27.21^\circ\text{C}$

4、混凝土浇筑温度

$$T_p = T_B + 0.0025\tau (T_{a2} - T_B)$$

公式中 T_p ——混凝土浇筑温度, $^\circ\text{C}$

τ ——浇筑平仓振捣到上层混凝土覆盖前的全部时间, min; 采用台阶法浇筑, 铺料层厚 30~40cm, 单层台阶覆盖时间取 $\tau = 40 \text{min}$;

T_{a2} ——混凝土浇筑时的温度, 为大坝平均浇筑平均温度, 取 $T_{a2} = 24^\circ\text{C}$ 。

夜间浇筑温度计算的 $T_p = 25.86 + 0.0025 \times 120 \times (24 - 25.86) = 25.67^\circ\text{C}$

白天浇筑温度计算得 $T_p = 27.21 + 0.0025 \times 120 \times (24 - 27.21) = 26.89^\circ\text{C}$ 。

5、混凝土最高升温值

重力坝内部采用埋石砼, 外部采用常态混凝土。且埋石砼按照埋石体 20% 占比, 混凝土 80% 占比考虑。因此, 只有 80% 的水泥混凝土会绝热升温, 而 20% 的石头不会升温, 因此, 需要乘以一个 0.8 的系数。

混凝土绝热升温计算

$$T(t) = \frac{WQ}{C\rho} (1 - e^{-mt}) \times 0.8$$

式中: $T(t)$ ——混凝土龄期为 t 的绝热温升 ($^\circ\text{C}$);

W ——每 m^3 混凝土的胶凝材料用量 (kg/m^3)

Q ——每千克水泥水化热量, 取 $377 \text{J}/\text{kg}$;

C——混凝土的比热，一般为 0.96 (KJ/Kg·°C)

ρ ——混凝土的重力密度，2450 (kg/m³)

m——与水泥品种、浇筑温度等有关系数，取 0.384；

t——混凝土龄期 (d)

表8.4-6 各龄期混凝土绝热温升成果表

混凝土绝热温升		混凝土绝热温升	
T (3)	14.7	T (18)	21.5
T (6)	19.4	T (21)	21.5
T (9)	20.9	T (24)	21.5
T (12)	21.3	T (27)	21.5
T (15)	21.5	T (30)	21.5

6、各龄期混凝土内部最高温度：

$$T_{max} = T_p + T_{(t)}\xi$$

T_{max} ——混凝土内部中心最高温度 (°C)；

ξ ——不同龄期的温降系数；

T_{max} 计算结果如下表：

表8.4-7 Tmax 成果表

t	ξ	Tmax	与外界气温之差 $\Delta T_1(t)$
3	0.57	27.9	8.4
6	0.54	30.0	10.5
9	0.49	29.6	10.1
12	0.39	27.7	8.2
15	0.30	25.8	6.3
18	0.22	24.2	4.7
21	0.18	23.3	3.8
24	0.14	22.4	2.9
27	0.11	21.8	2.3
30	0.10	21.5	2.0

7、各龄期混凝土表面温度 $T_b(t)$

$$T_b(t) = T_q + 4 \times h' \times (H - h') \times \Delta T_1(t) / H^2$$

T_q ——不同龄期的大气平均温度 (°C)；

H——混凝土的计算厚度 (m)， $H = h + 2h' = 3.02$ ；

h' ——混凝土的虚厚度 (m)， $h' = K \times \lambda / \beta = 0.51$ ；

K——计算折减系数，取 0.666；

λ ----混凝土的导热系数 (W/m·K)，取 2.33

β ----模板及保温层的传热系数 (W/m²·K)； $\beta=1/(\sum \delta_i/\lambda_i+1/\beta_q)=3.04$

δ_i ----各种保温材料的厚度 (m)，草袋两层，取 0.04

λ_i ----各种保温材料的导热系数 (W/m²·K)，取 0.14

β_q ----空气层传热系数 (W/m²·K)，取 23。

表8.4-8 各龄期混凝土表面温度 $T_b(t)$ 成果表

t	$T_b(t)$	内部温度与表面温度之差	表面温度与大气温度之差
3	24.2	3.7	4.7
6	25.4	4.6	5.9
9	25.2	4.4	5.7
12	24.1	3.6	4.6
15	23.1	2.8	3.6
18	13.0	11.3	-6.5
21	10.3	12.9	-9.2
24	8.0	14.4	-11.5
27	6.2	15.6	-13.3
30	5.6	15.9	-13.9

计算表明，各龄期混凝土内部温度与表面温度之差、表面温度与大气温度之差均小于 19℃，满足要求。实际施工阶段，以实测温度差为撤除保温层的依据。

8、各龄期混凝土收缩变形值计算

$$\varepsilon_{y(t)} = \varepsilon_{oy}(1 - e^{-0.01t}) \times M_1 \times M_2 \times M_3 \times \cdots M_{11}$$

公式中 $\varepsilon_{y(t)}$ ——各龄期混凝土的收缩变形值；

ε_{oy} ——标准状态下混凝土的最终收缩值，取值 3.24×10^{-4} ；

e ——常数，为 2.718

t ——从混凝土浇筑后至计算时的天数；

M_1 、 M^2 、 M^3 M_{10} 、——考虑各种非标准条件下的修正系数，按《大体积混凝土施工标准》表 B.2.1 取用。根据已知条件和查表取值如下：采用普通水泥， $M_1=1.0$ ；水泥细度为 5000 孔， $M^2=1.35$ ；骨料为白云岩， $M^3=0.95$ ；水胶比 0.46， $M_4=1.05$ ；水泥浆量 27%， $M_5=1.32$ ；养护时间 28 天， $M_6=0.93$ ；环境相对湿度 70%， $M_7=0.77$ ；水力半径的倒数为 0.016， $M_8=0.564$ ；机械振捣， $M_9=1.0$ ；配

筋率 0.005, $M_{10}=0.9$, $M_{11}=0.94$ 。 $M_1 \times M^2 \times M^3 \times \dots \times M_{11}=0.65$ 。

9、混凝土收缩当量温度

$$T_{y(t)} = -\varepsilon_{y(t)} / a$$

公式中: $T_y(t)$ ——龄期为 t 时, 混凝土的收缩当量温度;

a ——混凝土的线膨胀系数, 取 1.0×10^{-5} 。

10、各龄期混凝土弹性模量

$$E_{(t)} = \beta E_0 (1 - e^{-\psi t})$$

公式中 $E(t)$ ——混凝土龄期为 t 时, 混凝土弹性模量 (N/mm^2);

E_0 ——混凝土的弹性模量 ($3.0 \times 10^4 N/mm^2$);

Ψ ——系数, 可近似取 0.09;

β ——混凝土中掺合料对弹性模量修正系数, 此处取值为 0.99。则各龄期混凝土收缩当量温度、弹性模量计算结果如表所示。

表8.4-9 各龄期混凝土收缩当量温度、弹性模量

混凝土龄期 t	收缩相对变形值 $\varepsilon_{y(t)}$	收缩当量温度 $T_{y(t)}$	弹性模量 $E_{(t)}$
3	6.1933E-06	0.62	6033
6	1.22036E-05	1.22	10639
9	1.80362E-05	1.80	14155
12	2.36965E-05	2.37	16839
15	2.91896E-05	2.92	18888
18	3.45203E-05	3.45	20453
21	3.96934E-05	3.97	21647
24	4.47137E-05	4.47	22559
27	4.95857E-05	4.96	23254
30	5.43137E-05	5.43	23786

11、混凝土的最大综合温度差

$$\Delta T = \Delta T_1 - T_h$$

公式中: ΔT ——混凝土的最大综合温度差 ($^{\circ}C$);

T_h ——浇筑后达到稳定时的温度, ($^{\circ}C$); 取大坝浇筑后稳定温度, $19.5^{\circ}C$ 。

表8.4-10 混凝土的最大综合温度差成果表

t	$T_b(t)$	与外界气温之差 $\Delta T_1(t)$	ΔT
3	24.2		

6	25.4	12.2	-9.03
9	25.2	15.3	-9.38
12	24.1	15.7	-11.29
15	23.1	13.1	-13.16
18	13.0	10.4	-14.76
21	10.3	8.0	-15.73
24	8.0	6.3	-16.59
27	6.2	5.2	-17.24
30	5.6	4.4	-17.45

12、各龄期混凝土温度收缩应力计算

考虑两个方向所受的外约束来进行计算

$$\sigma = E_{(t)} \cdot a \cdot \Delta T \cdot S_{(t)} \cdot R / (1 - \mu)$$

公式中 σ ——混凝土的温度应力 (N/mm^2), 取 1.0×10^{-5} ;

$S(t)$ ——考虑徐变影响的松弛系数;

R ——混凝土的外约束系数, 基础约束系数, 当混凝土弹性模量 E_c 和基岩弹性模量 E_p 相近时, R 可按 SL319 中表 E4.1-1 取值; 当混凝土弹性模量 E_c 和基岩弹性模量 E_x 不相等时, 建基面处 R 可按表 E4.1-2 取值, 建基面以上 R 值可按比例根据表 E4.1-1 折算;。

ν ——混凝土的泊松比, 取 0.2。

表8.4-11 龄期混凝土温度收缩应力计算成果表

t	S (t)	Σ (t) (N/mm^2)
3		
6	0.519	0.4801
9	0.475	0.6246
12	0.442	0.7470
15	0.411	0.8492
18	0.389	0.9032
21	0.369	0.9508
24	0.355	0.9751
27	0.341	0.9792
30	0.331	0.4801

在养护温度 20°C 左右, 龄期 28d 时的强度可达到设计强度 100%, C20 混凝土 28 天抗拉强度设计值为 1.52N/mm^2 。通过计算, 说明由于降温和收缩产生的

温度应力小于混凝土的抗拉强度，可采取一次连续浇筑混凝土，不会产生贯穿的有害裂缝。

13、各龄期混凝土实际水化热最高温升值

混凝土实际水化热最高温升值：

$$T_d = T_n - T_0$$

式中： T_n ---各龄期混凝土温度值

表8.4-12 龄期混凝土温度收缩应力计算成果表

t	T_d	t	T_d
3	27.9	18	24.2
6	30.0	21	23.3
9	29.6	24	22.4
12	27.7	27	21.8
15	25.8	30	21.5

14、混凝土水化热平均温度

$$T_x(t) = T_b + 2 \times (T_n - T_b) / 3$$

表8.4-13 混凝土水化热平均温度成果表

t	$T_x(t)$ (°C)	$\Delta T_x(t)$ (°C)
3	26.7	
6	28.4	-1.8
9	28.1	0.3
12	26.5	1.6
15	24.9	1.6
18	20.5	4.4
21	19.0	1.5
24	17.6	1.4
27	16.6	1.0
30	16.2	0.3

15、各龄期混凝土综合温差 $T(t)$

$$\Delta T(t) = \Delta T_x(t) + \Delta T_y(t)$$

表8.4-14 龄期混凝土温度收缩应力计算成果表

t	Td	t	Td
3		18	5.0
6	-1.2	21	2.0
9	0.9	24	1.9
12	2.2	27	1.5
15	2.2	30	0.8

综上，各龄期混凝土总温差 $T_0=15.3^{\circ}\text{C}$ 。

16、最大温度应力值

最大温度应力值 $\sigma(t)$ 按下式计算：

$$\sigma(t)=\alpha/(1-\mu)\times(1-1/(\cosh\times\beta\times l/2))\sum(E(t)\times\Delta T(t)\times S(t))$$

式中：

β ----约束状态影响系数， $\beta=(C_x/(h\times E(t)))^{1/2}$ ；

C_x ----地基水平阻力系数 (N/mm^3)，取 0.006；

l ----混凝土结构物长度 (mm)，取 50530；

$S(t)$ --考虑混凝土徐变影响的松弛系数。

表8.4-15 最大温度应力值计算结果表

t	S(t)	$C_x/(h\times E(t))$	β	$\cosh(\beta\times l/2)$	$E(t)\times\Delta T\times S(t)$	$\sigma(t)$
6	0.208	2.81979E-09	0.00005310	2.0433	-2587	-0.0165
9	0.212	2.11937E-09	0.00004604	1.7562	2654	0.0143
12	0.215	1.78154E-09	0.00004221	1.6246	7947	0.0382
15	0.23	1.58827E-09	0.00003985	1.5512	9348	0.0415
18	0.252	1.4668E-09	0.00003830	1.5058	25579	0.1074
21	0.301	1.38588E-09	0.00003723	1.4759	13315	0.0537
24	0.367	1.32987E-09	0.00003647	1.4553	15417	0.0603
27	0.473	1.29007E-09	0.00003592	1.4408	16587	0.0634
30	1	1.26126E-09	0.00003551	1.4303	19341	0.0727

综上， $\sigma_{\max}=\sum\sigma(t)=0.435(\text{N}/\text{mm}^2)$

17、混凝土抗裂验算

抗裂安全度 $K=f_t/\sigma_{\max}=1.54/0.435=3.54\geq 1.15$ ，满足抗裂条件，故知不会出现裂缝。

经计算大坝坝体的理论抗裂安全度满足设计要求，混凝土入仓温度及浇筑

温度满足设计要求，混凝土允许最高温度满足设计要求。

（4）温控措施温度

埋石混凝土技术使用水泥量少，水化温升高，一般不需要埋设冷却水管等复杂的温控措施。埋石混凝土应避免薄层长间歇施工，浇筑快体不宜早期过水。在高温季节施工时，可在料场、仓面采用适当辅助温控措施，或选在夜间等相对低温时段施工，具体可采取以下简易温控措施：

1、降低混凝土浇筑温度

a、降低出机口温度的措施

- ① 成品料仓骨料的堆高不低于 6m，并应有足够的储备；
- ② 骨料湿润，通过地弄从料堆底部取料；
- ③ 骨料料仓顶部应搭设凉棚，并喷冷水雾降温（砂子除外）；
- ④ 必要时混凝土拌和，可采用冷水等措施。

b、降低混凝土入仓温度和浇筑温度的措施

混凝土浇筑过程中应采取有效措施，加快混凝土运输、吊运和平仓振捣速度，降低混凝土入仓温度和浇筑温度。

- ① 自卸汽车、混凝土卧罐等运输混凝土的容器侧壁应隔热，顶部设防阳棚；
- ② 采用遮阳棚、喷水雾等措施降低仓面的气温；
- ③ 缩短混凝土运输及等待卸料时间，入仓后及时进行平仓振捣，加快覆盖速度，缩短混凝土的暴露时间；
- ④ 合理安排施工进度，高温季节施工应利用早、晚及阴天进行浇筑，尽量避开高温时段（上午 10 时至下午 16 时）施工；
- ⑤ 当浇筑块尺寸较大时，可采用台阶式浇筑法，浇筑块分层厚度应不大于 1.5m；

- ⑥ 混凝土平仓振捣后，采用隔热材料及时覆盖。

2、降低混凝土水化热温升

a、选用水化热较低的水泥；

b、在满足设计图纸要求的混凝土强度、耐久性、防腐性能和和易性的前提下，采用改善混凝土骨料级配，降低坍落度；并适量增加粉煤灰用量和掺用外

加剂；降低水灰比等有效措施。以适当减少单位水泥用量，减少混凝土的水化热温升，降低混凝土内的最高温度。

3、控制浇筑层最大高度和间歇时间

为有利于混凝土浇筑块的散热，应严格控制混凝土浇筑层最大高度和间歇时间，对基础和老混凝土约束部位浇筑块厚一般为 1~2m，上下层浇筑间歇时间宜为 5~7d。

4、加强混凝土表面的养护和保护

a、高温季节有条件的部位在混凝土浇筑后的前 3~5 天对浇筑层采用表面流水养护，加快混凝土散热，以降低初期水化热温升，后期养护应经常洒水保持混凝土表面湿润。

b、在模板或硬化混凝土表面连续均匀地喷雾洒水，用于喷洒的水不能循环使用。

c、在暴露于太阳和干风吹的新混凝土表面应采用湿麻袋覆盖保护，并加盖一层防雨布。浇筑块的棱角和突出部分应加强保护。

d、混凝土浇筑以后如遇气温骤降，应立即采取覆盖或悬挂措施保护，一般可采用草袋或塑料薄膜。孔洞结构的孔口在低温季节应予以封闭，防止空气对流。

e、冬季施工期间，当日平均气温连续 5d 稳定在 5℃以下或最低气温连续 5d 稳定在 -3℃以下时，混凝土浇筑方法措施应遵守《水工混凝土施工规范》SL677-2014 第 9 章“低温季节施工”的规定。冬季不允许夜间和气温骤降时拆模。

4) 特殊气象条件下混凝土施工

(1) 雨天浇筑

降雨强度每 6min 大于 0.3mm 时，则不开浇任何露天的混凝土。浇筑过程中降雨强度每 6min 大于 0.3mm 时，立即中止混凝土入仓作业。已入仓的混凝土将表面覆盖防止雨水混入并冲刷混凝土，尽快将混凝土平仓捣实，并铺设防雨设施，未抹面或刚抹面的混凝土可用塑料布覆盖防雨。自密实混凝土在雨天采取雨蓬遮盖或暂停浇筑。在混凝土浇筑过程中降雨强度每 6min 小于或等于 0.3mm 时，继续混凝土浇筑，但采取以下措施：

①在雨季成立专门的应急队伍处理雨天混凝土施工中的问题；

②适当减少混凝土拌和用水量和出机口混凝土的坍落度，必要时适当减少混凝土的水胶比；

③加强仓内排水和防止周围雨水流入仓内；

④做好新浇筑混凝土面尤其是接头部位的保护工作；

⑤降雨停止后混凝土恢复浇筑时，如果表面的混凝土尚未初凝，则按照监理人的指示对混凝土表面进行适当的处理后重新开始浇筑混凝土，否则待混凝土完全凝固后按水平施工缝进行处理；

⑥有抗冲耐磨和抹面要求的混凝土不在雨天施工；

（2）高温季节或寒冷天气浇筑

当日平均气温等于或高于 25℃的季节或寒冷天气施工时，首先要保证整个系统的正常运行，确保混凝土浇筑强度，同时尽量缩短混凝土在途中的运输时间，混凝土运输机具顶部设遮盖或保温设施，防止温度倒灌。

高温季节仓内采用喷雾机喷雾处理措施，降低环境温度，保持仓面湿润。混凝土进仓后，尽快平仓振捣。混凝土拌和料从出机口到平仓、振捣完毕控制在 4 小时内，必要时对已振实混凝土表面覆盖保湿。

采用高效缓凝减水剂，延长混凝土初凝时间，同时采取早晚夜间两班多浇筑，避开白天高温时段开仓浇筑。

当日平均气温低于 5℃时，采取加速凝剂，缩短混凝土的终凝时间。采用混凝土搅拌车、混凝土罐减少混凝土热量损失。本工程混凝土浇筑时，气温连续 5 天内低于 5℃时，暂停浇筑。

在气温降低或遇气温骤降时，对混凝土表面进行早期表面保温。

（3）大雾天气浇筑

在大雾天气浇筑混凝土时，为确保混凝土施工的质量和安全，采取以下措施：

①为确保施工区域内的能见度，施工区域安装足够数量的防雾照明灯，起重设备安装电子防撞系统，其起重臂安装防雾指示灯，所有施工人员均穿雾天工作（黄色反光）背心；

②在连续大雾天气条件下，上午 10 点前、下午 5 点后暂停浇筑；

③加强机械设备操作员、信号工的工作纪律性和规范性；

④制定雾天及特殊气象条件下机械设备操作规程，加强对员工在雾天及特殊气象条件下作业的安全教育，加强生产安全及施工质量的监督力度。

5) 混凝土的养护

(1) 采用洒水养护，混凝土浇筑完毕后 12~18 小时开始采用洒水或喷雾或喷淋等方式养护，养护时间不少于 28d。有特殊要求的部位则适当延长养护时间。大体积混凝土的水平施工缝则养护到浇筑上层混凝土为止。

(2) 草袋覆盖养护：在混凝土表面覆盖草袋，并经常洒水保持草袋湿润。

(3) 底板混凝土浇筑抹面结束后立即采用喷雾方式养护，以防止由于早期失水过快产生塑性裂缝，过 1~2 天改用两层麻袋覆盖并洒水养护，养护期不少于 28 天。为防止施工过程中人为损坏已完建的抗冲耐磨混凝土表面，和防止寒潮冲击产生裂缝，在养护 28 天后，仍需进行严格的表面保护。层之间尽可能短间歇上升，间歇期不超过 5~7 天。

(4) 混凝土不得在大、中雨中浇筑，在小雨中浇筑搭设防雨棚，未抹面或刚抹面的混凝土用塑料布覆盖防雨，严防雨水流入新浇混凝土内。

(5) 主体工程上下游面，5~7 天拆模后立即实施工期保温层。

(6) 在气温降低或遇气温骤降时，日平均气温在 2~3 天内连续下降超过 6℃，应对 28 天龄期内混凝土表面进行早期表面保温。

(7) 避免在夜间或气温骤降期间拆模，在气温较低季节，若预计拆模后混凝土表面温降可能超过 6℃~9℃时，应推迟拆模时间。

(8) 日平均气温连续 5 天稳定在 5℃以下或最低气温连续 5 天稳定在 -3℃以下时，按规范规定的低温季节混凝土施工的要求实施保护措施。

8.4.1.7 钢筋工程

钢筋进货前，验收每批钢筋的产品质量证明书及出厂检验单，热轧钢筋材质必须满足 GB1499、GB13013、GB4463 等标准的有关要求。使用前，按 GB1499 规定抽取试件并作力学性能试验。

钢筋进货后，按不同等级、牌号、规格及生产厂家分批验收，分别堆存，

堆置在仓库内，且立牌以资识别；露天堆置时，采取垫高并加遮盖措施。确保钢筋在贮存、运输过程中避免锈蚀和污染。

钢筋在钢筋加工厂制作加工，为了防止运输时造成混乱和便于安装，每一型号的钢筋必须捆绑牢固并挂牌明示。钢筋的表面确保洁净无损伤，在加工前采用除锈机或风砂枪将其表面的油渍、漆污、锈皮、鳞锈等清除干净。用于加工的钢筋原材做到平直，无局部弯折。钢筋加工的尺寸严格按施工图纸的要求制作，钢筋的弯钩弯折加工按规范及技术要求的規定执行。加工后的成品钢筋按规范要求验收。

为保证保护层厚度，垫块预制时厚度要准确，强度要保证，垫块用铁丝扎牢。钢筋安装完毕、检查级别、直径、形状、尺寸、根数、间距、锚固长度等是否符合设计要求。

8.4.1.8 模板工程

1) 模板技术要求

(1) 模板要有足够的强度和刚度，以承受荷载、满足稳定、不变形走样等要求；有足够的密封性，以保证不漏浆。

(2) 模板的设计、选型、材料、制作、安装、拆除及维修等应遵循《水工混凝土施工规范》(SL677-2014)中的有关规定，并适应用振捣的要求。

(3) 尽量采用整体钢模板，混凝土浇筑要求内实外光，保证浇筑面平整，曲面光滑。

2) 模板安装

(1) 模板安装时，测量人员随时用仪器检查校正。模板安装过程中，必须经常保持足够的临时固定设施，以防变形和倾覆。

(2) 模板的钢层施工时，应逐层校正下层偏差，模板下端不应有“错台”。拉条不应弯曲，直径要大于 8mm，拉条与锚环的连接必须牢固。预埋的锚固件（螺栓、钢筋环等），在承受荷载时，必须有足够的锚固强度。

(3) 模板之间的接缝必须平整严密。

(4) 模板的临时支撑应使拆模和脱模方便容易，以保证拆模时不致损坏混凝土。

(5) 模板面板涂抹专用脱模剂，脱模剂应同一厂家生产的同一产品，并需经监理人批准。脱模剂应在钢筋架立之前涂刷。脱模剂不得与钢筋及混凝土面接触。混凝土面沾染污迹后承包人应及时予以清除。

(6) 混凝土浇筑过程中，必须安排专人负责检查、调整模板的形状及位置。模板如有变形、位移，应立即采取措施，必要时停止混凝土浇筑。

3) 特殊部位模板

(1) 埋石混凝土模板

大坝埋石砼浇筑主要采用组合式平面钢模板，局部结构变化复杂段支木模板，初拟采用 P3015 型钢模板，廊道采用合适尺寸曲面型钢模，模板就近分套堆放在施工区规划区域，塔机吊装立模，模板采用组合钢管排架支撑。

(2) 溢流面混凝土模板

本工程溢流面采用 WES 曲线，溢流面主要为坡比为 1:0.8 的斜面，斜面段采用普通钢模板，曲面段采用曲面型钢模板。

(3) 廊道模板

坝体内布置有帷幕灌浆廊道、交通廊道等，帷幕廊道断面为城门洞型，尺寸为 2.5m×3.5m（宽×高），交通廊道断面为城门洞型，尺寸为 2.5m×3.5m（宽×高）。

廊道顶部模板可采用定型模板，保证混凝土体型尺寸及表面质量的要求。

4) 模板质量检查

(1) 现场安装质量检查：

- 1、模板及其附件的制作质量应满足本合同技术条款和施工图纸的要求；
- 2、模板安装应有足够的密封性能，以防止混凝土浇筑过程中的水泥浆流失；
- 3、重复使用的模板应保持原设计要求的强度、刚度、密实性和模板表面的光滑度，检查发现模板有损坏时，施工单位应按监理人指示进行更换或修补；
- 4、模板安装完成后，施工单位应会同监理人共同对模板的安装质量进行检查，检查记录应提交监理人；
- 5、在混凝土浇筑过程中，施工单位应随时检查模板的定线和定位，发现偏差和位移，应采取有效措施予以纠正，检查记录应提交监理人。

(2) 模板拆除后的检查拆模时间应经过验算。拆模后，施工单位应会同监理人共同检查混凝土结构物及其浇筑面质量是否达到施工图纸要求的混凝土强度和平整度，验算成果和检查记录应提交监理人。

8.4.1.9 边坡支护工程

本工程边坡支护工程主要为大坝左右岸坝肩及基坑边坡支护、消能工开挖边坡、上坝道路边坡等施工部位的支护工程。支护类型包括框格草皮护坡、锚杆、喷混凝土及排水孔。

1) 锚杆框格梁施工方法及工艺

(1) 搭设施工脚手架及操作平台

① 脚手架搭设

脚手架钢管采用 $\phi 48 \times 3.5$ 钢管，钢管横向、纵向及竖直方向间距均为 1.5m。坡角第一根立杆顶入排水沟沟底，沿坡面的每根立杆及水平杆，都将其打入山坡土层或岩层内固定；顺坡面斜杆搭设三层，在架体下部作为斜撑，斜撑撑在水平地面上。锚杆在施工作业层铺设脚手板，以便于放置锚杆施工机械及施工。脚手架搭设形式见下图。

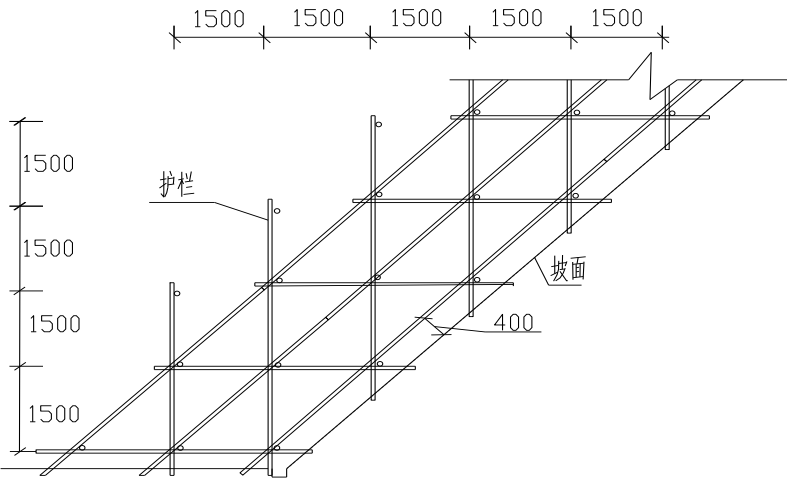


图 8.4-2 脚手架搭设形式

② 搭设要求

在脚手架搭设前，必须先放出锚杆的位置，以设与脚手架发生冲突。脚手架严格按照《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》（JGJ130-2011）的要求进行搭设。脚手架所用钢管质量要好，无破损和变形现象，上下对齐。

此工程属于高边坡工程，搭设施工平台采用竹跳板搭设，故搭过程中注施工安全、扣件间的螺丝松紧程度、跳板两端应牢牢固定在脚手架上，禁止搭“瞎子跳、悬挑跳”。

根据现场地形情况看地基均属于硬质页岩，采用人工对基底松动部分进行彻底清理并在地基上凿开凹凼，确保施工脚手架基础坚固。脚手架及平台搭设要稳固，具有抗冲击、振动能力。

（2）人工凿打清除坡面松散岩石

施工前，从上往下清除坡面杂物和松动岩石，凿掉小块松动、悬浮岩石，达到施工面平整。对大块岩石采用人工配合机械切割方法，化整为零，逐步消除。清除危岩时在平台四周挂好安全网，每层平台铺满跳板，防止岩石滚出施工场地，损坏机械设计造成人员伤亡事故。

（3）锚杆框架施工

①锚杆施工工艺流程

确定孔位→钻机就位→调整角度→钻孔→清孔→安装锚杆→注浆

②锚杆施工方法

按设计立面要求，在锚杆施工范围内，起止点用仪器设置固定桩，中间视条件加密，并应保证在施工阶段不得损坏。其它孔位以固定桩为钢尺丈量，全段统一放样，孔位误差不得超过 $\pm 50\text{mm}$ 。测定的孔位点，埋设半永久性标志，严禁边施工边放样。

竖梁的具体长度可根据实际边坡高度确定，但锚杆的位置须按等分坡面的长度进行放样，其间距可适当调整。如遇既有刷方坡面不平顺或特殊困难场地时，需经设计监理单位认可，在确保坡体稳定和结构安全的前提下，适当放宽定位精度或调整锚孔定位。

钻孔设备：钻孔机具的选择，根据锚固地层的类别、锚杆孔径、锚杆深度、以及施工场地条件等来选择钻孔设备。岩层中采用 MG-50 锚杆钻机钻孔成孔；在岩层破碎或松软饱水等易于塌缩孔和卡钻埋钻的地层中采用跟管钻进技术。

钻机就位：利用 $\phi 48\text{mm}$ 脚手架杆搭设平台，平台用锚杆与坡面固定，钻机用三脚支架提升到平台上。锚杆孔钻进施工，搭设满足相应承载能力和稳固条

件的脚手架，根据坡面测放孔位，准确安装固定钻机，并严格认真进行机位调整，确保锚杆孔开钻就位纵横误差不得超过 ± 50 mm，高程误差不得超过 ± 100 mm，钻孔倾角和方向符合设计要求，倾角允许误差位 $\pm 1.0^\circ$ ，方位允许误差 $\pm 2.0^\circ$ 。锚杆与水平面的交角 α 不大于 45° ，设计为 $10^\circ \sim 20^\circ$ 之间。钻机安装要求水平、稳固，施钻过程中应随时检查。

钻进方式：钻孔要求干钻，禁止采用水钻，以确保锚杆施工不至于恶化边坡岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。钻孔速度根据使用钻机性能和锚固地层严格控制，防止钻孔扭曲和变径，造成下锚困难或其它意外事故。

钻进过程：钻进过程中对每个孔的地层变化，钻进状态（钻压、钻速）、地下水及一些特殊情况作好现场施工记录。如遇塌孔缩孔等不良钻进现象时，须立即停钻，及时进行固壁灌浆处理（灌浆压力 $0.1 \sim 0.2$ MPa），待水泥砂浆初凝后，重新扫孔钻进。

孔径孔深：钻孔孔径、孔深要求不得小于设计值，孔口偏差 $\leq \pm 50$ mm，孔深允许偏差为 $+200$ mm。为确保锚杆孔直径，要求实际使用钻头直径不得小于设计孔径。为确保锚杆孔深度，要求实际钻孔深度大于设计深度 0.2 m以上。

锚杆孔清理：钻进达到设计深度后，不能立即停钻，要求稳钻 $1 \sim 2$ 分钟，防止孔底尖灭、达不到设计孔径。钻孔孔壁不得有沉渣及水体粘滞，必须清理干净，在钻孔完成后，使用高压空气（风压 $0.2 \sim 0.4$ MPa）将孔内岩粉及水体全部清除出孔外，以免降低水泥砂浆与孔壁岩土体的粘结强度。除相对坚硬完整之岩体锚固外，不得采用高压水冲洗。若遇锚孔中有承压水流出，待水压、水量变小后方可下锚筋与注浆，必要时在周围适当部位设置排水孔处理。如果设计要求处理锚孔内部积聚水体，一般采用灌浆封堵二次钻进等方法处理。

锚杆孔检验：锚杆孔钻孔结束后，须经现场监理检验合格后，方可进行下道工序。孔径、孔深检查一般采用设计孔径、钻头和标准钻杆在现场监理旁站的条件下验孔，要求验孔过程中钻头平顺推进，不产生冲击或抖动，钻具验送长度满足设计锚杆孔深度，退钻要求顺畅，用高压风吹验不存明显飞溅尘渣及水体现象。同时要求复查锚孔孔位、倾角和方位，全部锚孔施工分项工作合格后，即可认为锚孔钻造检验合格。

锚杆体制作及安装：锚杆杆体采用 $\Phi 25$ 螺纹钢筋，沿锚杆轴线方向每隔 2.0m 设置一组钢筋定位支架，保证锚杆的保护层厚度达到设计要求。锚筋尾端防腐采用刷漆、涂油等防腐措施处理。锚杆端头应与框架梁钢筋焊接，如与框架钢筋、箍筋相干扰，可局部调整钢筋、箍筋地间距，竖、横主筋交叉点必须绑扎牢固。

安装前，要确保每根钢筋顺直，除锈、除油污，安装锚杆体前再次认真核对锚孔编号，确认无误后再用高压风吹孔，人工缓慢将锚杆体放入孔内，用钢尺量测孔外露出的锚杆长度，计算孔内锚杆长度（误差控制在 ± 50 mm 范围内），确保锚固长度。

制作完整的锚杆经监理工程师检验确认后，应及时存放在通风、干燥之处，严禁日晒雨淋。锚杆在运输过程中，应防止钢筋弯折、定位器的松动。

锚固注浆：常压注浆作业从孔底开始，实际注浆量一般要大于理论的注浆量，或以孔口不再排气且孔口浆液溢出浓浆作为注浆结束的标准。如一次注不满或注浆后产生沉降，要补充注浆，直至注满为止。注浆压力为 0.2~0.4MPa，注浆量不得少于计算量，压力注浆时充盈系数为 1.1~1.3。注浆材料宜选用水灰比 0.45~0.5、灰砂比为 1: 1 的 M30 水泥砂浆。注浆压力、注浆数量和注浆时间根据锚固体的体积及锚固地层情况确定。注浆结束后，将注浆管、注浆枪和注浆套管清洗干净，同时做好注浆记录。

③锚杆抗拔力试验

为确保锚杆具有可靠的锚固力，要求在现场条件下对每段坡面不小于 3 根锚杆做严格的抗拔力试验，试验数据必须同原设计相比较，如试验结果与原设计结果有较大差异时，应由设计方调整锚杆锚固参数。

④开挖框架梁基础

在土石方开挖前，应对框架梁进行放样，且应用广线拉直，当锚杆偏离框架梁中心过大时，应适当调整锚杆端头或立即补钻孔。基础开挖采用人工风镐凿除方式应自上而下进行，开挖时注意不得扰动原状土。

⑤钢筋制作安装

在基础达到设计要求尺寸后，应将基础松动杂石及浮渣清除干净后方可进

行钢筋绑扎安装。

钢筋制作下料前应进行除锈、调直等，且经检验合格后方可使用，

钢筋采用现场坡面绑扎、焊接的方式进行，钢筋净保护层厚度为 50mm，钢筋焊接时双面、单面均可，单面焊 10d，双面焊 5d，锚杆的弯钩需与框架梁主筋焊接或绑扎牢固，若锚杆与箍筋相干扰可适当调整箍筋，且注意在钢筋绑扎、焊接预留伸缩缝的位置。

钢筋焊接接头需错开分散布置，同一截面钢筋接头数不得超过钢筋总根数的 1/2，且焊接接头间距 $d < 75\text{cm}$ 。

⑥模型安装及加固

采用原槽浇注的方法，岩层面以下不安装模板。岩层面以上模板采用小块钢模板和木模板相结合，用短锚杆固定在坡面上以支撑模板或用铁丝拉住模板。梁顶部采用 3015 吊模并用铁丝固定在短锚杆、锚杆或梁主筋上，最后契入木块。

⑦浇注混凝土

砼浇注前，应调配好人员、机具及原材料，防止浇注过程中发生中断及其他事故。砼浇注时，尤其在锚孔周围，钢筋较密集，加强振捣，保证质量。框架分片施工，两相邻框架接触处留 2cm 宽伸缩缝，用浸沥青木板填塞。分段施工时，需预留钢筋，连接面按施工缝处理。

⑧养护

采用草麻袋覆盖及浇水的养护方式，砼的养护在砼浇筑 12~24 小时后进行，养护时间一般不得少于 7d。

⑨框格植草

框格内采用借土植草皮形式，需先清除坡面杂物，再将回填种植土捶实平整，培土坡面比设计框格的坡面低 50mm，可用木桩将土体固定，并在贴草皮前洒水，保证草皮与土体良好粘贴；铺设完成后，覆盖无纺布、草帘等保温保湿及防止雨水冲刷。

在草皮逐渐生长过程中，对其适时施肥、浇水养护和防治病虫害，施肥坚持“多次少量”的原则。铺设完成后一个月，应全面检查植草生长情况，对生长明显不均匀的位置予以补贴。

⑩拆除脚手架

因施工作业区临近既有线，脚手架拆除时严禁将拆卸下的杆部件和材料向地面抛掷，且一定要按照先上后下、先外后里拆除顺序，作业现场应设安全围护和警示标志，禁止无关人员进入危险区域。

(11) 质量验收标准

水泥、钢筋、钢绞线、砂等原材料应符合设计及规范要求。施工检查：水泥浆、砂浆等配合比，每米锚杆水泥、水泥砂浆用量。锚杆工程质量检验标准见下表：

表8.4-16 质量检验标准表

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	锚杆长度	mm	±30	用钢尺量
	2	锚杆锁定力	设计要求		现场实测
一般项目	1	锚杆位置	Mm	±100	用钢尺量
	2	成孔倾角	°	±1	测成孔倾角
	3	浆体强度	设计要求		试样送检
	4	注浆量	大于理论计算注浆量		检查计量数据

2) 挂网喷锚支护施工

(1) 锚杆施工

锚杆采用全长粘结型水泥砂浆锚杆。

①材料要求

锚杆：选用Ⅲ级高强度的螺纹钢。

水泥：水泥砂浆采用强度等级为 42.5R 级的普通硅酸盐水泥；

砂：采用粒径小于 2.5mm 的中细砂；

水泥砂浆：强度 M³⁰ 水泥砂浆，洞室上部采用快凝水泥砂浆；

外加剂：在水泥砂浆中添加的速凝剂和其它外加剂，不得含有对锚杆产生腐蚀作用的成份。

②施工工艺作业要点

锚杆施工工序流程见下图。



图 8.4-3 锚杆施工工序流程图

③主要工序作业要点：

布孔：锚杆孔按设计要求，孔位偏差不大于 100mm，系统锚杆的孔轴方向与所在部位的洞壁垂直，局部随机加固锚杆的孔轴方向与围岩可能滑动的倾向相反，其与滑动面的交角应大于 45°。

钻孔：锚孔直径应大于锚杆直径 15mm 以上，本设计锚杆直径为 φ25，锚孔直径不小于 φ50mm。对于长度小于 6m 的俯孔普通砂浆锚杆，若采用“先注浆后安装锚杆”的程序施工，钻孔直径应大于锚杆直径 15mm 以上；若采用“先安装锚杆后注浆”的程序施工，钻孔直径应大于锚杆直径 25mm 以上。对于 6m 及以上的俯孔、所有的仰孔普通砂浆锚杆，必须采用“先插锚杆后注浆”的工艺施工。

锚杆孔清洗：将孔壁和孔底的积水和岩粉用高压风吹洗干净；

锚杆体安装：在锚杆体插入孔内前，头部用铁丝捆绕成小于锚杆孔直径的圆环，作为锚杆插入孔底后的定位器，尾端装上带有注浆管和排气管的橡胶封闭塞；锚杆杆体露出岩面的长度不应大于喷射混凝土的厚度，锚杆孔内长度不应小于设计规定的 95%。

注浆：水泥砂浆配合比：水泥：砂=1：1~1：2（重量比）；水灰比为 0.38~0.45 水泥砂浆强度等级采用 M³⁰ 水泥砂浆。水泥砂浆应随用随配，采用 NZ30A 型灰浆泵进行注浆，当排气孔流出浆时即停止注浆；安装锚杆尾端的托板：托板应紧贴岩面，未接触部位必须楔紧。在锚杆刚安装完成后，不得随意

敲击和悬挂重物。

（2）钢筋网喷射混凝土施工

钢筋网：采用 $\phi 8\text{mm}$ 、光面钢筋焊接成网状，网格尺寸为 $150\times 150\text{mm}$ 和 $200\times 200\text{mm}$ ，钢筋网状应与锚杆焊接牢固，并随受喷面的起伏铺设，使距受喷面的最小距离不小于 50mm 。

施工方法和工艺：在施工现场附近现场拌制砼，斗车运输，采用 TK500 混凝土喷射机湿喷法施工。喷混凝土一次喷至设计厚度，采用分层喷射时，根据不同部位的设计厚度，一般分二至四层施喷，一次喷射厚度按设计文件和有关规范执行。其施工工艺流程为：岩面清理→挂网→喷混凝土至设计厚度→养护。

喷射混凝土施工前，进行配比试验，以优选出合适的混凝土配合比。喷射混凝土施工前，为每种拟用的外加剂至少作三个试块，试验块参照《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB50086-2015)，试验块测定的喷射混凝土抗压强度达到要求后，才进行喷射混凝土施工。

应在喷射前对喷射面进行检查，并做好以下准备工作：清除开挖面的浮石、坡脚的石渣和堆积物；处理好光滑岩面；安设工作平台；用高压风水枪冲洗喷面，对遇水易潮解的泥化岩层，应采用高压风清扫岩面；埋设控制喷射混凝土厚度的标志；作业区应具有良好的通风和充足的照明设施。

喷射作业前，施工单位应对施工机械设备，风、水管路和电线等进行全面检查和试运行。

应在受喷面滴水部位埋设导管排水，导水效果不好的含水层可设盲沟排水，对淋水处可设截水圈排水。

射混凝土前应将岩面进行清理，清除受喷面上松动的岩块、浮石、粉尘、岩渣和其它杂物，同时按要求设置喷层标志，喷层厚度控制标志采用钢筋或金属钉，钢筋或金属钉的间距不大于 5m ，钢筋或金属钉伸出部分的长度为喷射混凝土的厚度，在混凝土喷射完成后须全部被喷射混凝土覆盖。

挂网喷混凝土，先喷 $3\text{cm}\sim 5\text{cm}$ 厚普通混凝土，再挂铺钢筋网，并与锚杆和附加插筋（或膨胀螺栓）连接牢固，再分 2 次至 4 次施喷达到设计厚度。钢筋（丝）网运至工作面后人工在排架上铺挂，采用锚杆头点焊固定，中间用膨

胀螺栓加密固定，网间接头用铅丝扎牢，控制钢筋（丝）网保护层厚度不小于20mm。

喷射施工前采用高压风水枪冲洗受喷岩面，并保持湿润，埋设控制喷护厚度的标志。喷射作业分区自下而上进行分段、分片、依次进行，一次喷射厚度按《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）规定数据选用。喷射机作业应严格执行喷射机的操作规程，应连续向喷射机供料，保持喷射机工作风压稳定。喷混凝土完毕终凝2h后，喷水养护，养护时间不少于7~14天。当喷射混凝土周围的空气湿度达到或超过85%时，经监理人同意，可准予自然养护。

按照GB50086-2015的有关规定进行喷射混凝土施工质量抽样试验，抽样试验报告报送监理人。喷层厚度检查，按DL/T5181的规定执行，实际厚度的平均值不小于设计尺寸。经检查，喷射混凝土厚度未达到施工图纸要求的厚度，进行补喷至设计厚度。喷射混凝土与岩石间的黏结力以及喷层之间的黏结力，钻取直径100mm的芯样作抗拉试验。所有钻取试件的钻孔，用干硬性水泥砂浆回填。经检查发现喷射混凝土中的鼓皮、剥落、强度偏低或有其他缺陷的部位，及时予以清理和修补。

3) 排水孔

排水孔施工一般在边坡锚杆全部安装完成且砂浆强度达70%后进行。

(1) 排水孔的钻孔

排水孔开孔前，应仔细核对左、右及上部锚杆的钻孔孔位及孔斜资料，钻孔中应分段测斜并核对其与锚杆的安全距离，严防排水孔钻孔损伤锚杆。

应根据工程的地质条件和排水孔孔径要求选择合适的钻机和钻头。

钻孔的孔位、深度、孔径、钻孔顺序和孔斜等应按施工图纸要求和监理人指示执行。

排水孔钻进过程中，如遇有断层破碎带或软弱岩体等特殊情况，施工单位应及时通知监理单位，并按监理单位的指示处理。若钻进中排水孔遭堵塞，则应按监理单位指示重钻。钻孔完成后对松散体、断层破碎带或土层等特殊部位按施工图纸要求或监理单位的指示及时放入反滤保护装置，并将其固定在孔壁

上。

全部排水孔必须按施工详图或监理单位规定的位置、方向和深度钻进。孔位平面偏差不应大于 10cm；孔向倾斜度误差不应大于 1%；孔深误差不应大于孔深的 2%。排水孔钻孔完成后应用高压风吹除孔内岩粉。在工程施工中直至进行下一道工序前，每个孔都应在钻孔上加盖帽或采取措施加以保护，以避免堵塞。在作业完成前，所有堵塞的孔都必须扫孔或用别的孔代替，由此增加的费用应由施工单位负担。

钻孔结束，施工单位应会同监理单位检查验收。检查合格并经监理人签认后，方可进行下一步操作。

（2）排水孔孔内保护

排水孔钻孔完毕后，插入复合塑料滤水管外包 200g/m²无纺土工布进行孔内保护；复合塑料滤水管的外径应与钻孔孔径相匹配，保证空隙不大于 5mm。

（3）排水管的埋设

排水管的布设部位按施工图纸和业主指示进行，排水管直径与钻孔直径相匹配。

锯管选用细齿锯、割管机等机具。端面应平整并垂直于轴线，不得有裂纹、毛刺等缺陷。

插口处挫成 15°~30°坡口，坡口厚度为管壁厚度 1/3~1/2。

管道粘接以及胶粘剂的安全使用，应符合 CJJ/T 29-2010 的规定。

预埋管道通过伸缩缝时，必须按施工图纸的要求作过缝处理。

预埋管道安装就位后，应使用临时支撑加以固定，防止混凝土浇筑和回填时发生变形或位移。若需要将预埋管道与临时支架焊接时，不应烧伤管道内壁。

4) 临时支护

（1）凡设计图纸中未标注的，发生在施工过程中为满足施工安全和围岩稳定、边坡局部稳定的需要，进行的支护称为临时支护。

（2）施工单位应充分考虑各边坡的地质条件和岩层的特点，采取相应的临时支护措施，确保施工期各边坡的稳定。

（3）施工单位应根据施工图纸所示的开挖要求及工程地质情况，分别对不

同的岩石（如岩脉、断层破碎带等）及特殊施工部位，以及特殊结构形状的部位，提出不同的临时支护措施交业主审批后，方可实施。

（4）临时支护类型包括喷混凝土、锚杆（含超前锚杆）、钢支撑等，采用何种支护方式由设计、监理、业主、施工单位现场商定。

（5）临时支护施工技术要求参照永久支护执行。

5) 质量检查与验收

1、锚杆的质量检查与验收

（1）锚杆的试验和质量检验

锚杆材质检验：每批锚杆材料均应附有生产厂家的质量证明书，施工单位应按施工图纸规定的材质标准以及监理人指示的抽检数量检验材料性能。

注浆密实度试验：选取与现场锚杆的直径和长度、锚孔孔径和倾斜度相同的锚杆和塑料管（或钢管），采用与现场注浆相同的材料和配比拌制的砂浆，并按现场施工相同的注浆工艺进行注浆，养护 7d 后剖管（包括纵剖和横剖）检查其密实度。不同类型和不同长度的锚杆均需进行试验，试验计划应报送监理人审批。试验段注浆密实度不小于 90%，否则需进一步完善试验工艺，然后再进行试验，直至达到 90%或以上的注浆密实度为止。按监理人批准的该注浆工艺施工。

施工单位应按监理指示的抽验范围和数量，对锚杆孔的钻孔规格（孔径、深度和倾斜度）进行抽查并作好记录。

锚杆注浆密实度和锚杆长度检测

锚杆注浆密实度和锚杆长度检测采用砂浆饱和仪器或声波物探仪进行无损检测。

a、检测比例

按作业分区在每 300 根（包括总数少于 300 根）锚杆中抽样一组，每组不少于三根进行检测。

b、锚杆长度合格标准

①锚杆实测长度允许偏差为-30mm~100mm。

②锚杆插入钻孔长度不小于设计长度的 98%。

c、锚杆注浆密实度合格标准

锚杆注浆密实度不小于 70%为合格。

(2) 锚杆的验收

施工完成后，施工单位应按合同条款的规定，向监理单位申请完工验收，并按招标文件规定及相关规范内容提交完工验收资料。

2、喷射混凝土的质量检查与验收

(1) 喷射混凝土的试验和质量检验

在施工过程中施工单位应会同监理单位按照 SL/T 377-2025 的有关规定进行以下项目的质量检验和检查。

对喷射混凝土所用原材料进行检查。购进的水泥和外加剂均应有制造厂的出厂合格证及品质试验报告，其品质应符合设计要求；检查数量，每 200t 水泥取样一组。每批材料运到工地后，均应进行质量检验，检验合格后方可使用。

检查混合料的配合比及拌和质量：每班作业前应对所使用的衡器进行检查和校正；混合料的实际配合比，每个作业班至少检查两次，若发现不符合要求，必须及时调整。

喷射混凝土必须做抗压强度检查：一般情况下，只检测喷射混凝土 28d 龄期的抗压强度；喷射混凝土抗压强度检查应采用喷大板的取样方法进行；当有特殊要求时，还应采用养护 28d 后现场取芯的方法；取样数量为每种材料或每一配合比每喷射 1000m²/（或不足 1000m²/的单项工程）各取样一组，每组试样为 3 块。

喷层厚度检查。可采用针探、钻孔等方法进行检查，检查断面、检查点密度见 GB 50086-2015 及 SL/T 377-2025 规范要求；实测厚度的平均值应不小于设计尺寸，不合格测点的最小厚度应不小于设计厚度的 1/2，但其绝对值不得小于 50mm。检查记录应定期报送监理单位。经检查，喷射混凝土厚度未达到施工图纸要求的厚度时，应按监理单位指示补喷。所有喷射混凝土都必须经监理单位检查确认合格后才能验收。

喷射混凝土与岩石间及喷层之间的粘结力，应按监理单位的指示钻取芯样作抗拉强度试验，试验成果应报送监理单位。所有钻取芯样的钻孔，应由施工

单位用干硬性水泥砂浆回填。

经检查发现喷射混凝土中的鼓皮、剥落、强度偏低或有其他缺陷的部位，施工单位应及时清理和修补，经监理单位检查签认后，方能验收。

（2）混凝土的验收

施工完成后，施工单位应按合同条款的规定，向监理单位申请完工验收，并按招标文件规定及相关规范内容提交完工验收资料。

3、截、排水沟质量检查与验收

（1）排水沟混凝土浇筑按《水工混凝土施工规范》（SL677-2014）中的要求执行。

（2）其它检查和验收要求按本技术要求所列规范执行。

4、排水孔的质量检查与验收

（1）排水孔质量检查

排水孔作业完成后，由发包人根据施工单位提供的施工资料进行现场抽检，包括排水孔的孔斜、孔深和孔口装置的安装质量。

排水孔抽检孔数不少于总排水孔数的 5%。

合格标准：孔深误差不大于孔深的 2%，开孔位置误差不大于 10cm。

不合格的钻孔及孔内保护，施工单位应按业主的指示重新施工。

（2）排水孔质量的验收

施工完成后，施工单位应按合同条款的规定，向监理单位申请完工验收，并按招标文件规定及相关规范内容提交完工验收资料。

4）排水

（1）施工单位在开挖工程开始施工前，应根据水土保持和环境保护要求，并结合永久性排水设施的布置，规划好洞口开挖区和堆渣区内外的临时性排水措施，根据排水设计规划配置足够的设备，及时排出积水。

（2）永久边坡面的坡脚以及施工场地周边和道路的坡脚，均应开挖好排水沟槽和设置必要的排水设施，以及时排除坡底积水，保护边坡的稳定。

（3）施工区排水应遵循“高水高排”的原则，高处水不应流（跌）入基坑。

（4）洞内亦应做好积水的抽排工作，施工用水和地下渗水应排泄到不会重

新流入地下工作面的地区，并应防止排出的水流造成地表冲刷。

(5) 在开挖过程中，施工单位应做好临时性地面排水与截水设施，包括按监理单位要求保持必要的地面排水坡度、设置临时坑槽、使用机械排除积水以及开挖排水沟排走雨水和地面积水等。

(6) 对可能影响施工及危害永久建筑物安全的渗漏水、地下水或泉水，应就近开挖集水坑和排水沟槽、钻设排水孔，并设置足够的排水设备，将水排至不回流到原处的适当地点。不应将施工水池设置在开挖边坡上部，以防由于渗漏水引起边坡的滑动和坍塌。

(7) 隧洞施工过程中出现地下涌水等异常情况时，承包人应立即采取紧急措施控制涌水，并立即通知监理单位。

(8) 施工排水应注意减少污水对河流的污染，施工单位应按监理单位指示做好污水处理。

8.4.1.10 排水孔施工

1) 排水孔设计

根据水工设计，坝体排水在上游防渗层之后，沿坝轴线方向布置一排竖向排水管。排水管垂直布置，距坝上游侧 3.30m，孔径 110mm。灌浆廊道帷幕的下游，设置一排主排水孔幕，为不削弱防渗帷幕厚度，排水孔倾向下游 10°，平均孔深约 15m，孔距 3m，孔径 110mm。

2) 施工程序

坝基排水孔在相邻部位 30m 范围内的灌浆完成并经验收合格后进行施工，边坡排水孔和无灌浆作业部位的排水孔结合支护施工同步进行。

3) 钻孔要求和孔位放样

排水孔的孔位在平面位置与设计位置的偏差小于 10cm。孔的倾斜率在深孔中不大于 1%，在浅孔中不大于 2%。孔的深度误差不大于孔深的 2%。采用全站仪和经纬仪进行孔位放样，用红油漆标注孔号类型。

4) 排水孔钻孔

拟采用 XY-2 型地质钻机进行钻孔。

5) 排水孔测斜

施工过程中随时检测孔斜，终孔后每孔均进行孔斜测量。俯孔采用 KXP-1A 型地质测斜仪测斜；仰孔采用 DUZ-D 型多点照相测斜仪测斜，孔斜需满足设计要求，对于不合格的孔，扫孔纠偏或在原孔附近重新钻孔。

6) 孔口装置及孔内保护

(1) 排水孔穿越宽度较大，性状较差的断层或结构面部位，按设计要求置入保护材料。一般采用滤水花管或塑料盲管，外裹 200 克无纺布，根据排水孔钻进情况确定。

(2) 排水孔需安设孔口保护装置，孔口装置在排水孔钻孔完成、并尽早安装完成，孔口装置采用预缩砂浆埋设。排水孔孔口装置的导水管引向廊道排水沟，并保证出水畅通，安装牢固，无渗、漏水现象出现，安装完成后进行充水试验，充水试验压力为 0.1~0.2MPa。

7) 排水管埋设

锯管选用细齿锯、割管机等机具。端面应平整并垂直于轴线，不得有裂纹、毛刺等缺陷。插口处挫成 15~30°坡口，坡口厚度为管壁厚度 1/3~1/2。管道粘接以及胶粘剂的安全使用，符合 CJJ/T29-10 第 4.3 节的规定。预埋管道通过伸缩缝时，必须按施工图纸的要求作过缝处理。预埋管道安装就位后，使用临时支撑加以固定，防止混凝土浇筑和回填时发生变形或位移，钢格栅可留在混凝土中。若需要将预埋管道与临时支架焊接时，采取措施防止烧伤管道内壁。

8) 质量检查

排水孔作业完成后，及时进行现场抽检排水孔的孔斜、孔深、孔口装置和孔内保护管的安装质量。排水孔抽检孔数不少于总排水孔数的 3%。合格标准：开孔位置误差不大于 10cm，孔深误差不大于 50mm，孔底偏差不大于孔深的 1/40 或满足施工图纸的要求。对检查不合格的钻孔、孔口装置及孔内保护管，按监理人指示重新施工。

8.4.1.11 止水及分缝施工

(1) 坝体分缝止水情况

本工程坝体设 10 条永久横缝，横缝上游面及底部采用双层止水，1.5mm 止水铜片在前，652 型橡胶止水在后，厚 2cm，灌浆排水廊道跨缝止水采用橡胶止

水带环绕。

（2）止水片的安装

本工程外购的铜片止水及橡胶止水，在综合加工厂切割至合适长度后运至施工仓面，止水铜片鼻子空腔内按设计要求堵塞氯丁橡胶棒，为防止水泥浆或砂浆进入止水铜片鼻腔内，止水铜片端部和底部采用塑料粘胶带进行密封。

止水带运至现场后，在混凝土浇筑前，按测量放样位置安装好止水带，每仓止水带应预留一定长度至下一仓，并做好搭接。橡胶止水采用热熔机热熔连接，铜片止水采用双面焊焊接，其搭接宽度不小于 20mm。止水安装完成后，再用仪器进行测量，以确保位置正确。安装时用钢筋固定，以防止浇筑时发生位移。

面板止水带嵌设在侧模中依托侧模固定，在钢筋网上焊接止水带固定支架和保护钢筋，防止止水带移位和变形。如发现止水带不平整、不干净或有砂眼和钉孔，不能安装使用或处理合格后再安装。

对混凝土浇筑块暂不上升的竖向止水铜片，用木板夹护，防止意外损伤及折扭，并对损坏的止水片进行修补或更换。橡胶止水带在安装过程中防止撕裂，一旦发现橡胶水带有损坏，立即进行割除替换。

（3）施工缝处理

施工缝处理主要指工作缝处理及冷缝处理。工作缝是指按正常施工计划分层间歇上升的停歇面；冷缝是指混凝土浇筑过程中因故终止或延误、层间间歇时间等于或超过混凝土初凝时间的浇筑缝面。

水平施工缝面的处理：水平施工缝面是指前一层的混凝土表面。在水平施工缝上面需浇混凝土时，须保持其表面清洁、湿润。为了与下一浇筑层混凝土结合更好，水平施工缝拟在混凝土浇筑完后用高压水枪将表面冲毛为主，局部辅以人工凿毛或风沙枪冲毛，开始冲毛时间及冲毛时水压、风压等根据现场试验确定并得到监理人的批准。如果浇筑层面上密布钢筋，此时宜采用手风镐凿毛。缝面冲毛后清理干净，保持清洁湿润。在浇筑上一层混凝土前，将缝面清理干净后均匀铺设一层 2~3cm 的水泥砂浆。砂浆强度等级应比同部位混凝土强度等级高一级，每次铺设砂浆的面积应与浇筑强度相适应，以铺设砂浆后能及

时被覆盖为限。处理完经验收合格后立即浇混凝土。表面处理一直要做到表面无松动，无灰浆浮碴，无乳皮及污染，注意不需挖除表面粗骨科，然后用水清洗。在下层混凝土浇筑前两天，清洗过的混凝土表面或其它待浇混凝土的表面，若已被灰尘及其它垃圾污染，则在浇筑前重新清洗。

垂直施工缝面的清理：垂直施工缝面在清理之前拟采用高压水冲洗或刷毛机进行刷毛、然后进行清理和冲洗，清理参照水平施工缝面的处理要求进行。在浇筑混凝土之前，冲洗打毛的缝面，将层面上的松散物及积水清除干净，已浇筑的混凝土强度未达到 2.5Mpa 前，不在仓面进行作业。施工缝面混凝土细致捣实，保证新老混凝土在缝面位置结合良好。

冷缝处理：混凝土冷缝通过试验确定，并经值班监理人认可。浇筑仓面如出现大面积的冷缝，停止混凝土浇筑，按施工缝处理。

在施工缝面处理中产生的废水、废碴按照要求及时处理，仓面废碴人工及时清理，装入垃圾斗吊出仓外，运输至垃圾堆场。污水采用人工或吸污机排至排水系统集中处理排放。在仓面四周设置挡水坎，防止污水污染混凝土表面。采取有效措施防止废水、废碴进入管路、孔口内。

8.4.1.12 主要材料水平、垂直运输能力校核

(1) 埋石块石

埋石砼采用的块石自采石场外购后堆放在下游河床临时堆料场，采用自卸汽车自不同高程运输道路直接转运入仓，或采用塔机吊至仓面，人工码放整齐。

大坝的分层浇筑横向以永久横缝划分不同坝段，纵向分层高度拟定 2m，可求得坝体埋石混凝土最大仓面体积 $18.5 \times 50.53 \times 2 = 1869\text{m}^3$ ，本工程设计埋石率为 20%，求得最大仓位所需块石料为 373.8m^3 ，块石料密度为 2.8 t/m^3 ，所需块石料为 1046.6t。按此块石需用量校核自卸汽车运输能力，当采用 15t 自卸汽车运输块石时，考虑 5h 运完，车辆往返 20min，共需配备 6 辆 15t 自卸汽车。

(2) 混凝土

以 2m 分层高度校核自密实混凝土的垂直及水平运输能力，最大仓面面积 $18.5 \times 50.53 = 934.8\text{m}^2$ ，短边长度 18.5m，以台阶法校核。计算将所有台阶覆盖一层混凝土的方量，可推算出需要的混凝土入仓强度，计算公式见下式。

$$V = L \sqrt{\frac{v}{\delta}} \delta n$$

式中：V——台阶法浇筑每铺筑一次的混凝土量，m³；

L——浇筑块短边长度，m；

v——吊罐容积，m³；

δ——铺料厚度（即台阶高度），m；

n——台阶数，取 n=4。

根据上式计算出每层台阶砼方量为 74m³。混凝土初拟时间取 2 小时，考虑 20%的埋石率，计算高峰小时浇筑强度为 37m³/h，混凝土浇筑、运输能力和拌合站生产能力应不小于 50m³/h，共需配备 5 辆 6m³混凝土运输车。

8.4.2 取水工程施工

8.4.2.1 施工特性

根据工程前期可行性研究设计成果和审批文件，岩板田水库是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。

岩板田水库正常蓄水位 503.00m，死水位 474.60m，正常蓄水位对应库容 181.06 万 m³，死库容 6.05 万 m³，兴利调节库容 175.01 万 m³。岩板田水库供水及灌溉区域主要为自流区域，供水范围为晃州镇及县城，坝址下游河道沿线村组为本工程的主要灌溉区域。灌区设计灌溉保证率 85%；灌溉供水 182.2 万 m³；人饮供水 42.68 万 m³。灌溉总面积 9728 亩。

在大坝左岸非溢流段桩号 0+038.00m 处设置取水口闸室及坝内取水钢管。取水采用坝身塔式分层取水进水口，进水口与坝身一体浇筑，顶部与坝顶同高，单面进水，顶部长 10.8m，宽 6.7m，分三层有压取水，取水高程分别为 474.60m、483.60m、492.60m。进水口孔口尺寸 1.0m×1.0m，设进水闸门控制取水，进水闸门兼做检修闸门，进水闸门前设通高拦污栅。进水口后接坝内埋管，坝内埋管钢管底高程为 471.10m，坝体内钢管直径 1.0m，取水管长 31.62m，钢管材质为 Q235，坝后设置管道（输水管道、生态放水管）闸阀室，长 5.64m，宽 4.74m，控制管道水流。

8.4.2.2 混凝土工程

进水口混凝土浇筑与大坝主体混凝土浇筑同步上升，由 10t 自卸车运输，塔机吊装入仓或自卸车直接入仓，混凝土平均运距 0.3km。

8.4.3 进场、上坝、库区公路施工

(1) 土方及石方开挖

土方开挖采用 1m^3 反铲开挖，开挖料全部由 10t 自卸汽车运输 1.5km 至弃碴场弃碴。

石方开挖采用液压破碎锤开挖，开挖石料部分由 10t 自卸汽车运输至起点处临时堆存，剩余部分运输至弃碴场弃碴。

(2) 土石方填筑

土石方填筑全部利用石方开挖料，采用 10t 自卸汽车运至填筑点卸料，74kw 推土机推平并压实。

(3) 浆砌石施工

浆砌石工程主要为浆砌块石挡土墙，所需块石料均从石料场开采，采用自卸汽车运至砌筑点卸料，人工转运砌筑；砌筑用砼采用 0.4m^3 移动式砼拌和机拌制人工转运至作业面砌筑。

(4) 道路施工

道路砼施工由路肩砼及路面砼组成，路肩砼由 0.4m^3 移动式拌和机拌制，农用车运输卸料，人工立模，人工平仓，插入式振捣器振捣密实。

路面材料由 10t 自卸汽车运至现场，74KW 推土机铺料，然后采用 12~15t 压路机压实。

8.4.4 机电设备及金属结构安装

取水闸门及启闭机等大型金属结构由指定厂家在工厂进行制作，然后利用重型汽车运至大坝现场，闸门和启闭机现场采用塔吊吊运至坝顶进行安装。

1) 预埋件安装

(1) 每一个预埋件的安装，都要严格按照图纸要求，利用全站仪、水准仪、垂球以及模具控制好安装位置及高程，并须将实际安装数据整理归档。预埋件安装作业完成后，必须请监理工程师复测无误后，方可浇筑二期混凝土。

预埋件所用的预埋钢筋，应在安装前按规范规定焊好。

(2) 闸、阀门的制作与安装工艺

从事闸、阀门一、二类焊缝焊接的焊工必须持有水利部签发的水工钢结构焊工考试合格证书。焊工焊接的钢材种类、焊接方法和焊接位置均应与焊工本人考试合格的项目相符。

本工程所采用的电焊条应满足设计要求和规范规定。焊前按厂家规定进行烘焙。焊前，将焊缝两侧宽度为 150~200mm 范围内的障碍物、污物全部清除干净，并用氧气乙炔火焰烘干净。本工程所用材料必须有出厂合格证书。型号、规格、批量、出厂日期与实物相符合，才允许使用。

2) 金结表面防腐工程

闸门安装前，需对安装工作面进行清理，注意工作面平整；并按照施工图纸对各闸门和埋件进行检查，如尺寸、位置不符需及时修正；清除埋件表面一切杂物，如水泥浆等；安装前，需对闸门进行补防腐处理，并安装止水橡皮等；吊装时要求专人指挥，并对止水橡皮进行浇水保护；吊装完成后，需进行开启试验。金属结构安装技术要求，见《金属结构专业章节报告》。

8.5 施工交通运输

8.5.1 对外交通运输设计

岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，坝址所在流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。岩板田水库坝址以上集雨面积 7.35km²，干流长 4.47km，干流坡降 53.2‰。大坝距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 109°11'12"、北纬 27°25'51"。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约无公路相通，交通不便。对外交通不便，水泥、钢材等物资运输均不便。现状岩板田村组进场道路仅 3.0~3.5m 宽，且现状道路傍山而建，中大型车辆通行困难，本次拟对村组项目进场道路长 2.15km 进行拓宽加固，保障路基宽度 4.5~5.0m。现状村组临路建设，道路未通往坝址下游，村组段拓宽延伸，拆迁协调难度较大，拟新建上坝道路沿右岸山体绕行至坝区，拟新建上坝公路长 0.789km，新建工作桥 1 座；

施工期主要外来物资钢材、水泥、木材、渣料、火工材料、生活物资、施工机械设备等，岩板田水库重大件运输仅塔吊设备运输。

本工程对外交通运输线路里程见下表。

表8.5-1 对外交通运输线路里程表

起止地点	里程 (km)	主要线路	备注
新晃县—坝址	12	X051、村道	人员、设备物资进场线路

表8.5-2 主要外来器材物资运量统计表

序号	项目	材料来源	运量 (万 t)
1	水泥	新晃县	2.53
2	钢材	新晃县	0.09
3	砂石骨料	贵州省玉屏县	17.14
4	施工机械	怀化市、铜仁市、新晃县	0.1
5	爆破材料	新晃县	0.01
6	油料	新晃县	0.02
7	房建材料	新晃县	0.3
8	其他	新晃县	1.0
合计			21.19

表8.5-3 主要外来器材物资运输强度表

工程名称	总运输量 /万 t	高峰运输强度/万 t	
		年	月
岩板田水库新建项目	21.19	14.8	1.7

8.5.2 场内交通运输设计

本工程场内交通运输主要便于外来物资可以直接运抵施工区，连接坝址、混凝土生产系统、综合加工厂、弃渣场。

为满足上下坝及工程弃渣要求，设计一条上坝道路绕行岩板田村组至水库坝顶，总长 967m，路面宽度 4.5m，C20 砼路面，高边坡侧设置排水沟；1 号公路～2 号公路均按四级公路（Ⅱ类）设计，均为泥结石路面，其中路基路面宽度 5.0m。临时交通特性见下表。

表8.5-4 施工交通特性表

编号	项目		起讫地点	起点 高程 (m)	终点高 程 (m)	里程 (m)	平均纵 坡 (%)	路面 宽度 (m)	道路等级	备注
1	道路	上坝公路	进场道路至左岸坝顶	448.17	506	967	7.4	4.5	四级公路 (Ⅱ类)	永久
2		1号临时公路	进场道路至基坑	457.4	456.5	385	0.2	5.0	四级公路 (Ⅱ类)	临时
3		2号临时公路	基坑至上游围堰	456.5	469	180	6.9	5.0	四级公路 (Ⅱ类)	临时
道路合计 (km)				1.532						

8.6 施工工厂设施

8.6.1 砂石加工系统设计

工程区地处峡谷河段，河道狭窄，上、下游数十公里范围内无天然砂砾石料可寻，河道内仅零星分布有极小规模의边滩，储量和质量有限，都不能满足工程需求量，而且没有开采价值。

贵州坤宇建筑材料有限公司位于玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近，可提供砂砾石料，岩性为白云岩，据了解，该料场日加工生产各类级配粗细骨料约9000m³，该料场交通方便，有水泥公路连通坝址，运距约22km，储量和质量都能够满足设计需求。

综上，本工程无需自建砂石加工系统，由于本工程坝基岩性主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，无法作为筑坝材料利用，块石均采用外购。

8.6.2 混凝土生产系统设计

1) 系统规模

根据施工进度安排，混凝土生产系统共配备1座HZS50混凝土拌和站（强制式搅拌机），即可满足工程各个时期对不同级配、不同类型的混凝土的需要。考虑埋石砼骨料粒径，楼内设有1.0m³砼拌和机2台，一台为备用。小时生产能力为30m³，浇筑高峰时段每天工作3班。

混凝土拌和系统施工现场水泥和粉煤灰总储量为 650t，设 2 个 300t 储罐，1 个 150t 罐。水泥及粉煤灰采用螺旋输送机输送。混凝土拌和系统主要技术指标见下表。

表8.6-1 混凝土生产系统主要设备表

名称	规格	数量	备注
拌合站	HZS50（强制式）	1	铭牌产量 50m³/h
灰罐	300t 水泥罐/300t 粉煤灰罐	2	各一个
	150t 水泥罐	1	
皮带机	B=1000	100m	

2) 系统布置

根据枢纽建筑物在布置特点及生产任务、施工总布置规划和混凝土入仓工艺等综合因素来考虑混凝土系统的平面布置。

本工程大坝砼工程量共计约 10.17 万 m³，其中埋石砼为 6.05 万 m³，为方便施工，减少临建工程量，混凝土生产系统采用拌合楼型式，集中布置。根据现场踏勘，推荐在坝址下游左岸一处平台集中布置混凝土生产系统，该平台位于大坝左岸下游，布置在 1 号临时公路内侧，距离坝址约 300m。生产系统平均布置高程 458.0m，现状为旱地，分阶梯布置，阶梯高度 1.0~1.5m，场地需进行开挖、回填、平整；该处距离坝址较近，出料线路顺畅，不影响混凝土的质量。

3) 其他部位砼浇筑

小部位砼直接从下游混凝土生产系统供料或就近设置 0.4m³ 移动式砼拌和机供料，各部位混凝土喷护可另采用 1 台 0.25m³ 砼拌和机供料。

8.6.3 机械修配及综合加工厂设计

1) 施工工厂

根据工程规模及施工需要，推荐在坝址下游进场公路一处平台布置机械修配及综合加工厂，该处位于大坝左岸下游，布置在 1 号临时公路内侧，距离坝址约 200m。本工程设有机修厂、设备保养站、钢筋加工厂、木材加工厂等，负责工程所需模板、木结构件、钢筋加工、金属结构拼装、机械修配的生产。其工厂规模根据施工总进度要求和最大年需要量确定，木材加工厂规模为 2m³/班，钢筋加工厂规模为 2t/班，施工机械修配厂主要功能为施工机械停放、保养提供

场地。

2) 仓库及生活设施

施工仓库包括水泥、油料等仓库，水泥罐布置在砼拌和站附近，按照国家相关法律、法规规定，火工材料从民爆公司仓库直接取用，工地不设火工材料仓库。按施工总进度计划，高峰施工人数 150 人/d，生活设施只考虑了生活住房、办公楼等设施，集中布置在下游进场公路外侧台地处。施工临建设施面积见下表。

表8.6-2 施工临建设施面积表

项目 名称	单位	建筑面积	占地面积	备注
砼拌和站	m ²	200	1500	含骨料堆场
实验室	m ²	25	50	
木材加工厂	m ²	50	150	占地面积含堆场
钢筋加工厂	m ²	100	200	占地面积含堆场
机修厂	m ²	100	200	含设备停放场
设备保养站	m ²	500	150	含车辆停放场
空压站	m ²	40	100	临时工棚
抽水站及水池	m ²	20	300	临时工棚 1 处
配电房	m ²	20	30	1 处、可用于运行管理用电
其它仓库	m ²	200	500	2 处
施工生活营地	m ²	1200	1500	可租用当地民房
总计	m ²	2455	4680	

8.6.4 风、水、电及通信设计

1) 施工供风

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)，压缩空气量可按下列公式估算：

$$Q_y = K_1 K_2 K_3 \sum (n q K_4 K_5)$$

根据计算，本工程大坝施工区高峰用风量 60m³/min，采用固定式空压机供风。供风设备选择为：选用 3 台 20m³/min 固定式空压机。空压站建筑及占地面积按 40m²、100m²考虑。

2) 施工供水

坝区施工供水系统分生产用水系统和生活用水系统，两套系统单独运行。

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)，施工生活用水按公式 (G.3.1-1) 计算，施工生产用水量应按公式 (G.3.1-2) 计算。

$$Q_s = K_1 K_2 \left(\frac{qN}{1000} + \sum Q_i \right) \quad (\text{G.3.1-1})$$

$$Q_{zs} = K_1 K_2 \left(\frac{q_i W_i + q_j W_j}{30} + q_k W_k \right) \quad (\text{G.3.1-2})$$

生产用水系统水源为上游河沟，主要供应混凝土拌和系统、大坝填筑洒水及综合加工厂用水等，根据计算，本工程辅企及大坝施工区高峰用水量 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，选择 IS100-65-250 型单级、单吸卧式离心清水泵 1 台（流量 $100\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程 80.0m 、电动机功率 37kW ）；抽水泵站、水池均设置在大坝上游围堰左岸岸坡处，抽水站及水池建筑及占地面积分别为 20m^2 ， 240m^2 。经高位水池沉淀后满足施工要求的水向各施工区用水点供水。

生活水供水系统水源优先选择工程区内有现成农村供水设施，通过给水管可自流入生活区。不足部分由商用桶装水及纯净水供应。生活用水主要供应施工营地用水，规模为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。

3) 施工供电

根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)，配电变压器容量，可按下列公式计算：

$$Q_{zs} = K_1 K_2 \left(\frac{q_i W_i + q_j W_j}{30} + q_k W_k \right)$$

距坝址约 700m 的两河口村岩板田组有高压线路布置，根据施工总布置，生产生活系统的施工用电与永久供电相结合，可直接接高压线路经变压器降压后用于生产及生活用电（经计算变压器的容量为 680kVA ）。大坝施工区高峰用电负荷 680kW ，其用电可直接由运行管理的配电房接入（将 500kVA 变压器置换为 680kVA ），配电房布置上坝公路旁管理用房附近，距坝址约 200m ，高程为 478.0m 。

4) 施工通讯

本工程施工通信由两部分组成，即有线和无线通信方式，无线通信利用公网中国移动、中国电信、中国联通在附近建立的 GSM 移动基站；有线通信拟在营地自建通信站，由程控数字式交换机、交换机远端模块共同完成。

8.7 施工总布置

8.7.1 施工总布置规划原则

根据本工程施工特点和布置条件，施工总布置应遵循下列原则：

- 1) 根据枢纽工程主要永久建筑物布置特点来进行施工总布置的规划，以满足主体工程施工的需要；
- 2) 遵循紧凑、合理、节约用地，少占农田，不拆迁房屋，尽量利用山坡荒地或山丘阶地；
- 3) 施工道路规划尽量考虑利用枢纽范围内的永久交通道路，新建场内施工道路应尽量减少施工开挖工程量；
- 4) 主要施工工厂、仓库和生活福利设施等布置在十年一遇洪水位以上，场地布置满足有关安全、防火、卫生和环保等要求；
- 5) 施工总布置总体上应遵循降低工程造价、方便施工、有利管理、方便生活的基本原则。

8.7.2 施工总体布置及施工分区布置

分区布置主要包括混凝土生产系统、施工生活区、施工仓库、综合加工厂等。根据规划原则，结合工程布置、料场位置、交通条件等方面分析，施工场区具体划分如下：

1) 施工工厂及仓库

主要施工工厂、施工仓库等布置在坝址下游左岸平台处，场地布置须满足国家有关安全、防火、卫生和环保等要求；大坝施工所需的堆料场、砼拌和站、水泥仓库均布置在坝址左岸下游平台处，在大坝左、右岸分别布置一台塔吊进行材料进仓运输。

2) 生活福利设施

租用当地民房作为生活福利设施，主要生活与办公设施等布置在该处。

8.7.3 土石方平衡及弃渣场规划

弃渣场规划应遵循以下原则：

- (1) 根据地形地质条件、枢纽布置特点，渣场规划就近合理布置，减少施工干扰；

(2) 结合主体工程施工及施工总进度安排，充分利用开挖渣料，尽量减少工程弃渣量，降低工程造价；

(3) 尽量降低对工程周边生态环境的破坏，不占用或减少占用农田林地，防止新增水土流失和泥石流的发生。

根据工程所在区域的地形条件，枢纽布置格局及《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)规定的要求，由于本工程坝基岩性主要为泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，无法作为筑坝材料利用，大部分开挖料将弃至弃渣场，由于工程地区场地条件所限，只能将弃渣场设置在何家田村下游左侧冲沟，该处弃渣场高程为 400~460m，距离坝线约 3.3km，地形多为冲沟或斜坡表面，坡度陡缓不一，地表多覆盖第四系松散堆积物，厚度约 1.0~3.0m，下部基岩主要为寒武系中统花桥组泥质灰岩夹极薄层泥灰岩，岩石比较坚硬，力学强度较高，渣场目前边坡基本稳定，无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象。

本阶段土石方平衡折算系数见下表。

表8.7-1 自然方、松方及填筑方折算系数表

料种	自然方	松方	填筑方
石料	1	1.53	1.31
土料	1	1.33	0.85

考虑地形、建筑物布置、施工工期、交通条件等。土石方平衡表详见下表。

表8.7-2 土石方平衡表

序号	项目	挖方（单位：m ³ ）		填方（单位：m ³ ）		消纳（单位：m ³ ）		弃方（单位：m ³ ）		备注
		土方（自然方）	石方（自然方）	土方	石方	土方	石方	土方（实方）	石方（实方）	
(一)	主体工程	23833.00	38876.00	2067.00	0.00	2431.76	0.00	21045.94	38876.00	
1	挡水工程	21582.00	37501.00			0.00		21582.00	37501.00	
2	泄水工程	2251.00	1375.00	2067.00		2431.76		-536.06	1375.00	从挡水工程取土
(二)	边坡工程	0.00	0.00	418.00	0.00	491.76	0.00	-136.46	0.00	
1	边坡支护工程			418.00		491.76		-136.46	0.00	从挡水工程取土
(三)	交通工程	23450.00	15239.00	3522.00	0.00	4143.53	0.00	19306.47	15239.00	
1	进场防汛公路拓宽加固（L=2210m）	5408.00	833.00	1540.00		1811.76		3596.24	833.00	
2	上坝公路（L=789m）	18042.00	14406.00	1982.00		2331.76		15710.24	14406.00	
3	穿路涵管	79.00		71.00		83.53		-4.53	0.00	从上坝公路取土
4	工作桥	475.00	53.00	259.00		304.71		170.29	53.00	
(四)	临时工程	2054.00	494.00	2037.00	0.00	1731.45	0.00	322.55	494.00	
1	导流工程	998.00	288.00	10.00		8.50		989.50	288.00	
2	临时交通工程	1056.00	206.00	2027.00		1722.95		-666.95	206.00	从进场防汛公路取土
小计		49337.00	54609.00	8044.00	0.00	8798.51	0.00	40538.49	54609.00	
合计		103946.00		8044.00		8798.51		95147.49		

8.7.4 施工准备与施工总布置

本工程筹建期主要进行对外交通新建与扩建、施工供电、业主征地、移民及招投标等工作。部分工作在工程筹建期与施工准备期内穿插完成。

8.7.5 临建工程量及施工占地

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，临时用地面积 29.91 亩，其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。不涉及专业项目。

8.8 施工总进度

8.8.1 施工总进度设计依据

根据本工程的规模、枢纽布置形式和特点以及施工条件，参考当今国内外施工技术水平，按国内平均水平，遵照节省投资、缩短建设周期、尽早受益的原则进行施工进度编制。本阶段施工总进度编制主要考虑以下原则：

（1）严格执行基本建设程序，遵照国家有关政策、法令和规程规范。

（2）施工进度安排时力求缩短工程建设周期，在保证工程质量及施工总工期的前提下，使工程尽早建成，尽早发挥效益。

（3）本工程大坝施工将占总工期相对较多的时间，以大坝施工为关键工期，其他项目相互配合。力求各项目施工程序前后兼顾，处理好施工准备工程与主体工程，主体工程与各单项工程，临时工程与永久工程，不同阶段工程施工的关系，做到衔接合理、干扰少、施工均衡。

（4）结合本工程特点，按照当地施工水平，结合国内施工技术，力求均衡施工。

（5）施工总进度的编制应充分研究本阶段各有关专业的设计情况，特别是水文特性、工程总体布置和施工导流的设计情况，使施工分期和施工程序适应本工程的施工特性。

（6）应充分重视大坝施工期的度汛措施，结合施工导流研究确定大坝各期波汛面貌，确保度汛安全。

（7）本进度安排的编制依据为：

①SL303-2017《水利水电工程施工组织设计规范》；

②本阶段枢纽布置与工程量，施工导流规划及导流工程量。

本枢纽工程为埋石混凝土重力坝，由溢流坝段和非溢流坝段组成，溢流坝段布置在河床中部，设有 1 孔溢流坝；非溢流坝分左、右两重力坝段及取水口坝段，坝顶高程 506.00m，最大坝高 49.5m。

施工总进度的安排原则是：以大坝施工为关键线路，其它工程项目在保证大坝施工的前提下尽可能提前完成，同时兼顾各项目之间的衔接和施工的均衡。

8.8.2 施工分期设计

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）的规定，工程建设全过程可划分为以下四个阶段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期，其中工程筹建期不计入工程施工总工期。

根据枢纽永久建筑物的布置特点、施工条件及导流程序，在对溢流坝段、左右岸挡水坝段及取水口坝段等工程项目的施工进度进行分析论证后，拟定本工程施工总工期为 24 个月。工程建设期可划分为工程筹建期、施工准备期、主体工程施工期、工程完建期。第一年 5 月份之前为工程筹建期；第一年 5 月初至第一年 7 月底为施工准备期，共 3 个月；第一年 8 月初至第三年 2 月底为主体工程施工期，共 19 个月；第三年 3 月初至第三年 4 月底为工程扫尾期，共 2 个月。

本工程关键线路为：场内交通工程→导流涵管、围堰施工→大坝土石方开挖→大坝混凝土浇筑→工程完建。

8.8.2.1 工程筹建期

本工程筹建期主要进行对外交通新建与扩建、施工供电、业主征地、移民及招投标等工作。部分工作在工程筹建期与施工准备期内穿插完成。

8.8.2.2 施工准备期

施工准备期从第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。施工准备工程主要包括场内交通工程、施工场地整平、生产生活房屋建设、混凝土生产系统建设、施工工厂设施、场内风水电安装，筹建期未完成的工作等项目的建设，并完成大坝两坝肩部分开挖。

（1）生产生活区建设

生产生活区建设安排在第一年 5 月初至第一年 6 月底，历时 2 个月。

(2) 场内交通

场内交通安排在第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。

(3) 混凝土生产系统建设

混凝土生产系统建设安排在第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。

8.8.2.3 主体工程施工期

主体工程主要包括大坝工程及导流工程，第一年 6 月初坝顶以上开挖，从 9 月份主体正式开挖开始至第三年 2 月底，历时 19 个月，为主体工程施工期。

1) 导流工程

导流工程主要包括导流涵管施工、围堰施工等施工，导流涵管及围堰施工安排在第一年 8 月初~第一年 9 月底，历时 2 个月。

2) 大坝工程

(1) 土石方开挖

大坝土石方开挖包括左右岸坝肩开挖和大坝基础开挖，开挖总量为 8.4 万 m^3 ，分别安排在第一年 6 月初至第一年 12 月底。平均开挖强度为每月 1.2 万 m^3 。

(2) 坝体混凝土施工

一阶段混凝土（浇筑至度汛高程 469.00m）安排在第一年 10 月中旬至第二年 3 月底，第二年汛期来时安排二阶段混凝土（坝顶高程 506.00m）施工，施工时间为第二年 4 月初至第二年 12 月底，溢洪道砼在第三年 1 月初至第三年 2 月底施工，固结灌浆和帷幕灌浆均在大坝基础砼盖板形成后施工。坝体混凝土浇筑共计 10.17 万 m^3 ，平均浇筑强度为每月 5980 m^3 。

8.8.2.4 工程完建期

工程扫尾期为第三年 3 月初至第三年 4 月底，历时 2 个月，主要进行导流钢管及围堰拆除、下闸蓄水及金结制安、机械设备退场、资料整理、施工场地恢复及复土还耕等收尾工作，工程竣工等。

导流钢管及围堰拆除时间为第三年 3 月初至 4 月底，导流钢管及围堰拆除后即刻开始蓄水，第三年 3 月初至 3 月中旬可蓄水至死水位，初步满足供水要求。金结制安安排在第三年 3 月初至 3 月底进行，主要有进水口拦污栅、进水

闸门、事故闸门及启闭设备等的安装。

8.8.3 施工进度指标

从工程第一年 5 月初开工，至第三年 4 月底投入使用，建设总工期为 24 个月。施工进度指标见下表。

表8.8-1 施工进度指标表

项目	单位	指标
总工期	月	24
土石方开挖月平均强度	万 m ³ /月	1.2
砼浇筑月平均强度	万 m ³ /月	0.598

岩板田水库总生产工日为 9.32 万工日，施工总工期为 24 个月，水库枢纽工程施工高峰劳动力人数约 150 人。

8.9 主要技术供应

8.9.1 主要技术供应

工程所需主要建筑材料供应量见下表。

表8.9-1 主要建筑材料供应计划表

主要材料	砂（万 m ³ ）	碎石（万 m ³ ）	水泥（万 t）	钢筋（t）	块石（万 m ³ ）	汽油（t）	柴油（t）
工程量	5.34	8.67	2.52	936.547	3.13	6.55	182.12

8.9.2 主要设备配置清单

本工程施工所需主要施工机械设备详见下表。

表8.9-2 主要施工机械设备表

序号	名称	规格及型号	单位	数量
一	土石方机械			
1	潜孔钻	YQ-100	台	6
2	手风钻	Y28	台	12
3	汽腿式风钻	7655 型	台	8
4	推土机	74KW	台	2
5	推土机	88KW	台	1

序号	名称	规格及型号	单位	数量
6	装载机	2.0m ³	台	2
7	反铲挖掘机	1.6m ³	台	2
8	反铲挖掘机	2.0m ³	台	6
9	振动碾	8t	台	2
10	蛙式夯	H8—60 型	台	3
11	长臂挖机	2.0m ³	台	1
二	运输机械			
1	载重汽车	5t	辆	2
2	自卸汽车	10t	辆	10
3	自卸汽车	15t	辆	10
4	农用车		台	2
5	手推胶轮车		辆	8
三	混凝土机械			
1	强制式搅拌机	0.4m ³	台	1
2	强制式搅拌机	0.25m ³	台	1
3	混凝土搅拌运输车	6m ³	台	1
4	砂浆拌和机	0.2m ³	台	2
5	插入式振捣棒		台	12
6	混凝土搅拌站	HL50-2F1000 型	处	1
7	混凝土喷射机	5m ³ /h	台	2
四	起重设备			
1	汽车起重机	5t	台	2
2	汽车起重机	8t	台	2
3	塔机	QTZ125	台	1
4	塔机	QTZ80	台	1
5	履带吊	25t	台	1
6	卷扬机	5t	台	2
五	基础处理设备			
1	地质钻机	150 型	台	3
2	灌浆泵	BW200/50 型	台	3
3	灰浆搅拌机	JIS-10 型	台	3
4	搅灌机	WJG-80 型	台	2
5	高喷台车		台/套	2
六	风、水、电设备			
1	空压机	9m ³ /min	台	4
2	空压机	20m ³ /min	台	3
3	水泵	IS100-65-250 型	台	1
4	水泵	IS100-80-125 型	台	2
5	变压器	680KVA	台	1
七	其它设备			

序号	名称	规格及型号	单位	数量
1	轴流通风机	37kW	台	2
2	压路机	8~10t	台	2
3	泥浆泵	15kW	台	1
4	洒水车		辆	1

9. 建设征地与移民安置

9.1 概述

9.1.1 自然条件和经济社会情况

新建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2% 。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^\circ 11' 12''$ 、北纬 $27^\circ 25' 51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。拟定正常蓄水位 503m ，最大坝高 49.5m ，总库容 204.58万 m^3 ，是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。本项目现状水平年为 2024 年，设计水平年为 2030 年，设计灌溉面积 9728亩 ，拟设计灌溉保证率 85% ，人饮供水设计保证率 95% 。经现场踏勘、调研，河道现有水质检测符合相关标准，为 II 类水质。

设计初拟坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.50m （坝顶高程 506.00m ）。水库正常蓄水位 503.00m （相应库容为 181.06万 m^3 ），设计洪水位为 504.25m （相应库容为 197.54万 m^3 ），校核洪水位为 504.67m （总库容为 204.58万 m^3 ）。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小（1）型水库，工程等别为 IV 等。

9.1.2 前期主要成果

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，建设征地土地面积 0.17km^2 （ 232.23亩 ）。

淹没区：水库淹没土地面积 185.37亩 ，其中水田 9.33亩 ，旱地 61.77亩 ，果园 3.21亩 ，乔木林地 52.51亩 ，灌木林地 30.66亩 ，其它草地 1.17亩 ，河流水面 26.72亩 。

枢纽区：工程枢纽区占地 46.86亩 。永久征地面积 18.04亩 ，其中水田 0.60亩 ，旱地 3.14亩 ，乔木林地 8.55亩 ，灌木林地 1.32亩 ，其他草地 1.10亩 ，且涉及三处砖混结构房屋拆除 326.86m^2 。临时用地面积 29.91亩 ，其中旱地 4.82亩 ，乔木林地 13.79亩 ，灌木林地 8.92亩 ，其他草地 2.38亩 。

根据占地实物量及补偿标准，经计算本项目工程占地处理补偿投资共计 2351.25 万元，其中农村征地移民补偿费为 965.19 万元，库底清理费 16.63 万元，其它费用为 159.42 万元，基本预备费为 114.13 万元，有关税费为 1095.88 万元。

9.1.3 本阶段主要成果

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，建设征地土地面积 0.17km²（232.23 亩）。

淹没区：水库淹没土地面积 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

枢纽区：工程枢纽区占地 46.86 亩。永久征地面积 18.04 亩，其中水田 0.60 亩，旱地 3.14 亩，乔木林地 8.55 亩，灌木林地 1.32 亩，其他草地 1.10 亩，且涉及三处砖混结构房屋拆除 326.86m²。临时用地面积 29.91 亩，其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。

根据占地实物量及补偿标准，经计算本项目工程占地处理补偿投资共计 2351.25 万元，其中农村征地移民补偿费为 965.19 万元，库底清理费 16.63 万元，其它费用为 159.42 万元，基本预备费为 114.13 万元，有关税费为 1095.88 万元。

9.2 建设征地范围

本工程建设征地范围包括水库淹没影响区、枢纽工程及其他水利工程建设区，其中枢纽工程及其他水利工程建设区为工程建设区用地，包括了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）筑物的建筑区、对外交通用地和管理区，临时用地一般包括料场、渣场、作业场（含辅助作业）、临时道路、施工营地、其他临时设施用地及施工爆破影响区。

9.2.1 水库淹没影响处理范围

（1）设计洪水标准

根据《防洪标准》（GB50201-2014）和《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2024），结合岩板田水库工程实际情况，确定主要淹没对象设计洪水标准为：

- 1) 农村居民点按 20 年一遇（P=5%）设计洪水标准；

2) 耕地、园地按 5 年一遇 ($P=20\%$) 设计洪水标准;

3) 林地、草地及其他土地按正常蓄水位;

(2) 水库淹没区

水库淹没区包括水库正常蓄水位以下的经常淹没区和水库正常蓄水位以上因水库洪水回水、风浪、船行波等产生的临时淹没区。

1) 安全超高

岸坡在 45° 以下, 波浪垂直吹程在 30km 以下和风力在 7 级以下 (风速在 14~17m/s), 风浪爬高根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2024) 附录 B 风浪爬高计算。公式如下:

$$hp := 3.2Khtg\alpha$$

$$h := 0.0208V^{\frac{5}{4}}D^{\frac{1}{3}}$$

式中: hp —风浪爬高 (m);

h —岸坡前波浪爬高 (m);

α —岸坡坡度 (即坡面与水平面所成角度);

v —岸坡垂向库面风速 (m/s), 可参照当地气象站的观测资料;

D —岸坡迎风面波浪吹程 (km), 一般按岸坡此岸垂直到彼岸的最大直线距离;

K —与岸坡粗糙情况有关的系数 (对于光滑均匀的人工坡面, 如块石或混凝土板坡面, $K=0.77\sim 1.0$; 对于农田坎高小于 0.5m 者, $K=0.5\sim 0.7$)。

按照岩板田水库坝前段实际情况, 取 $K=0.60$, $\alpha=40^\circ$, $D=0.52\text{km}$, 风浪爬高按岸坡垂向库面按多年平均风速 $V=1.1\text{m/s}$ 计算, $h=0.02\text{m}$, 根据规范相关规定, “坝前回水不显著地段, 居民迁移线和耕 (园) 地征收线可分别按高于正常蓄水位 1.0m 和 0.5m 确定”, 而通过分析计算库区最大风浪爬高为 0.03m。从库周围村民居住安全角度考虑, 本工程耕 (园) 地水库安全超高按高于水库正常蓄水位 0.5m 确定, 居民点水库安全超高按高于正常蓄水位 1.0m 确定。

表9.2-1 回水计算成果表

断面 编号	里程 (m)	间距 (m)	深泓点 (m)	P=5%设计水位		P=20%设计水位		多年平均	
				天然	建库后	天然	建库后	天然	建库后
D1	0	0	463.29	464.39	504.03	464.12	503.68	463.35	503.00
D2	375	375	473.70	475.30	504.52	474.87	504.09	473.75	503.00
D3	550	175	477.85	479.66	504.52	479.43	504.09	478.07	503.00
D4	780	230	483.43	484.59	504.52	484.37	504.09	483.46	503.01
D5	855	75	485.00	486.35	504.52	486.03	504.09	485.08	503.02
D6	1040	185	490.82	492.49	504.52	492.15	504.09	490.97	503.03
D7	1094	54	491.82	493.67	504.52	493.20	504.09	491.88	503.03
D8	1264	170	497.80	498.99	504.52	498.67	504.09	497.83	503.03
D9	1455	191	503.01	504.39	504.59	504.10	504.10	503.06	503.06
D10	1655	200	510.00	511.48	511.48	511.21	511.21	510.06	510.06
D11	1755	100	512.01	514.11	514.11	513.56	513.56	512.08	512.08
D12	1885	130	515.88	517.58	517.58	517.17	517.17	516.05	516.05
D13	2055	170	522.03	523.86	523.86	523.47	523.47	522.11	522.11
D14	2216	161	526.89	528.65	528.65	528.21	528.21	527.00	527.00
D15	2306	90	530.55	531.90	531.90	531.55	531.55	530.62	530.62

2) 尖灭点和淹没处理终点

本工程水库回水尖灭点及回水水面线不高于同频率天然洪水水面线 0.3m 范围内的断面确定；水库淹没处理终点位置，采取尖灭点水位水平延伸至天然河道多年平均流量的相应水面线相交处确定。

根据水库回水计算成果，库区 5 年一遇洪水回水在 K1+455 断面尖灭，尖灭点高程为 504.10m，20 年一遇洪水回水在 K1+655 断面尖灭，尖灭点高程为 511.48m。水库淹没处理的设计终点位置按尖灭点水位水平延伸至与多年平均流量天然线相交处，库区 5 年、20 年一遇洪水回水的终点位置离坝址的距离分别为 1455m、1655m。

3) 水库淹没范围

①村居民点迁移线

农村居民点迁移线考虑水库运行泥沙淤积影响，以 20 年一遇（P=5%）设计洪水标准作为居民点迁移范围。在回水影响不显著的坝前段，考虑风浪爬高影响，在正常蓄水位基础上加高 1.0m 作为农村居民点迁移线。

②土地征收线

耕、园地征收线考虑水库运行 20 年泥沙淤积影响按 5 年一遇（P=20%）洪水回水线。在回水影响不显著的坝前段，考虑风浪爬高影响，在正常蓄水位基础上加高 0.5m 作为耕、园地征收线。

林地、草地及其他地按正常蓄水位 503m 水平线确定。

(3) 水库影响区

水库影响区是指地质调查所确定的库岸失稳区（由于水库蓄水引起的滑坡、塌岸、库岸再造等地段），浸没、岩溶倒灌的范围等，对水库蓄水后，失去生产、生活条件而必须采取处理措施的库周地段、孤岛上的居民点也纳入影响处理范围。

水库影响处理范围是根据地质专业划定的影响范围确定。具体评价如下：

1) 水库渗漏

水库属中低山峡谷区，山峦叠嶂，除左岸最低的岩井垭口处地表分水岭标高为 680m 以外，其他地段之两岸地表分水岭标高多在 700m 以上，两岸山体雄厚。分水岭两侧地表水文网中，大部分溪沟均有常年水流，且在其源头有泉水出露。根据地质条件和各泉水点分布高程的分析，两岸地下水分水岭分布在 600m 高程以上，并基本与地表分水岭一致。加之两岸无低于正常蓄水位 503m 的深切邻谷，地形条件封闭良好，因此，水库不存在向邻谷渗漏之隐患。

两岸地下水位较陡；两岸地下水补河水；淹没线以下地表未见溶洞，钻探亦未见溶洞，溶隙溶孔亦少，库坝区浅层渗漏以风化岩裂隙溶隙渗漏为主，帷幕灌浆可解决。

岩板田水库库盆及坝址左、右岸河间地块，存在高于正常蓄水位的地下分水岭，各岩溶泉水补给河水，河谷岩溶水动力类型为补给型，整个库盆坐落在寒武系中统花桥组泥质灰岩、泥灰岩及薄层灰岩上，属弱岩溶发育岩组，岩溶不发育，水库蓄水后不存在永久性管道式集中岩溶渗漏问题。

2) 库岸稳定

水库位于峡谷河段，出露地层为寒武系中、上统泥质灰岩、泥灰岩及灰岩，岩层总体倾向 NW 或 NE（倾向右岸），倾角 $5^{\circ}\sim 13^{\circ}$ ，表部有约 0.5~4.0m 厚的残坡积及崩塌堆积层，库内两岸山坡坡度一般 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，局部为陡崖。蓄水后，水库右岸岸坡 541.0~558.0m 高程以上大部分为岩质边坡，541.0m 高程以下为岩土混合边坡，左岸大部分为岩土混合边坡。由于组成岸坡的岩层倾角平缓，按岩体结构划分，属层状缓倾结构岩质边坡，其中右岸为反坡，左岸为顺坡结构，

现场调查也没有发现倾向坡外的连续分布的断裂构造存在，边坡岩体以弱风化为主，层面胶结良好，坡脚崩坡堆积体总体较少，边坡岩体类型 III 类为主，在长期的自然环境演变中，除陡崖峭壁部位局部存在崩塌变形外，岸坡总体处于稳定状态。水库蓄水后，局部堆积层较厚的地段可能产生塌岸，陡崖地段可能产生小的崩塌，但不影响水库正常运行，其他岩质库岸段稳定较好，不会产生较大规模的岸坡失稳问题。

3) 水库淹没与浸没

水库为峡谷区，人烟稀少，无大面积农田分布，亦无居民点、重要的矿产资源及文物古迹，淹没损失小。库区正常蓄水位以上，两岸山坡陡峭，无大片平坦地形，水库蓄水后不存在农田与房屋浸没问题。

4) 水库淤积问题

水库两岸植被良好，上游无花岗岩岩体分布，水土流失轻微，河水清澈见底，故库区固体迳流物质来源少。但由于水库两岸，特别是近坝库区左岸，覆盖层较厚，水库蓄水后，水文地质条件发生改变，在库水长期作用下，可能引起堆积体产生小规模塌岸甚至局部出现塌滑，其坍塌物质是水库固体径流的主要来源，但方量有限，不会导致严重淤积问题。

5) 水库诱发地震

本区基本地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，相应的地震基本烈度为 VI 度，构造上乃属相对稳定地块和微震区。

库区呈顺河向背斜构造，出露地层主要为泥质灰岩、泥灰岩、白云质灰岩等，属中硬岩-硬岩类。上述岩体难以聚集巨大的应变能而导致水库诱发地震。因此，从区域地震活动史、地震地质条件、岩性条件和蓄水条件等综合分析，本库区蓄水后不存在诱发地震问题。

6) 孤岛

经调查，本水库蓄水后，不存在孤岛。

根据《岩板田水库工程地质勘察报告》，评估区现状条件下未见滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害，工程建设遭受现状地质灾害影响和危害的可能性小。

综上所述，本阶段不存在淹没影响区。

9.2.2 工程建设区用地范围

工程建设区用地范围应有永久征地范围和临时用地范围构成，永久征地一般包括永久建（构）筑物的建筑区、对外交通用地和管理区；临时用地一般包括料场、渣场、作业场（含辅助作业）、临时道路、施工营地、其他临时设施用地及施工爆破影响区。根据枢纽工程建设区根据枢纽工程总体布置和施工组织设计成果，结合占地用途、复耕难度、用地性质等情况，确定永久征地和临时用地的范围。

9.3 建设征地实物

9.3.1 实物调查

（1）社会经济调查

主要调查内容包括收集当地近 3 年的统计年鉴资料、国民经济发展规划、国民经济和社会发展统计年报表、城镇经济统计年报表、建设征地区国土详查数据、新晃侗族自治县旅游发展总体规划等，现有人口、耕地、林地等基本情况，新晃县主要农副产品、建材、人工等物价资料。

以上自然资源、社会经济现状资料等向有关单位全面收集。

（2）实物调查指标

1) 调查内容

调查内容包括其他水利工程建设区的农村部分和专业项目部分。农村部分包括人口、房屋及附属设施、土地、农村小型水利设施、农副业设施、文教卫服务设施以及其他项目的调查；专业项目部分主要指交通设施、水利水电设施、输电设施，电信设施等。

2) 调查方法

2023 年 4 月，我院移民专业技术人员在村组的配合下，持项目区万分之一地类地形图，按《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL 290-2024）要求，对占地范围内各项实物指标进行了调查。

通过社会经济调查，全面收集、了解、掌握与本工程建设及移民安置工作有关的国家、湖南省、怀化市和新晃县的政策法规，为制定本项目移民安置政

策提供法律依据；获得本项目征地拆迁的较为全面而准确的基础数据，为编制《移民安置行动计划》提供详实的材料；了解受影响人口对征地和拆迁工作的意见和要求，使得安置政策更加具有可操作性、更符合民意，同时，通过社会经济调查调查，对建设本项目的重要性及其现实意义进行广泛宣传，促进项目所在区域人民群众理解并支持项目建设。

人口：由工作组依据户口簿、身份证、结婚证、出生证调查到人。调查表由户主、联合调查组成员共同现场签字。

房屋：由工作组会同合法且无争议房屋的权属人，实地按房屋用途、结构、面积逐户逐栋清点、丈量和登记，调查表格由权属人、联合调查组成员现场签字。

附属建筑物：工作组实地逐单位、逐户对其附属建筑物的数量、结构进行丈量计算和清点，现场登记，并注明其所在高程。调查表格由权属人、联合调查组成员现场签字。

土地：土地调查按《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）分类，以村民小组为单位，对建设征地区所涉及的土地进行调查，工作组和村组干部到现场持图实地勾绘乡、村、组行政界线，并实地核实地类。根据实测的1/000地类地形图分组量算面积，土地面积的计算单位为标准亩（1亩=666.67m²）。由村组签字盖章、联合调查组成员签字。

零星树木：由工作组在县林业部门及乡、村、组的配合下，与权属人一起实地清点登记，调查表格由权属人、联合调查组成员现场签字。

专业项目设施：由工作组会同专业项目权属单位或主管部门，逐单位、逐项目实地进行调查登记，且权属单位或主管部门提供该专项的基本资料。由工作组和权属单位实地调查登记，调查表由权属单位、联合调查组成员现场签字。

3) 组织形式和分工

实物指标调查工作由项目法人、县人民政府、相关职能部门、涉及的各乡镇人民政府和我院组成联合调查组，共同开展调查。由项目法人会同县人民政府组织，我院技术负责，相关职能部门、乡（镇）、村组共同参与。

建设征地涉及的县人民政府负责组织、动员、安排、领导实物指标调查工

作，并协调解决调查过程中有争议的问题；有关职能部门负责宣传动员，安排并落实专人参加调查；涉及乡镇人民政府负责宣传动员，安排并派专人参加调查，并协调解决调查过程中有争议的问题；项目法人负责组织，参与调查；我院负责开展具体的调查和技术归口管理工作。

9.3.2 调查成果

(1) 水库淹没影响区实物

岩板田水库工程淹没区涉及晃州镇两河口村岩板田组，水库淹没土地面积 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

表9.3-1 水库淹没区征地实物指标表

序号	项目	单位	水库淹没区
	水库淹没总面积	km ²	0.12
	1、陆地面积	km ²	0.11
	2、水域面积	km ²	0.02
	涉及行政区		
	1、乡（镇）	个	1
	2、行政村（居委会）	个	1
	3、村民小组	个	
一	农村部分	亩	
(一)	征收土地面积	亩	185.37
1	耕地	亩	71.10
	水田	亩	9.33
	旱地	亩	61.77
2	园地	亩	3.21
	果园	亩	3.21
3	林地	亩	83.17
	乔木林地	亩	52.51
	灌木林地	亩	30.66
4	草地	亩	1.17
	其他草地	亩	1.17
4	水域及水利设施用地	亩	26.72
	河流水面	亩	26.72

(2) 工程建设区征地实物

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，工程枢纽区占地 46.86 亩。永久征地面积 18.04 亩，其中水田 0.60 亩，旱地 3.14 亩，乔木林地 8.55 亩，灌木林地 1.32 亩，其他草地 1.10 亩，河流水面 3.12 亩，且涉及三处砖

混结构房屋拆除 326.86m²。临时用地面积 29.91 亩，其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。

表9.3-2 水库工程建设区征地实物指标表

序号	项目	单位	工程枢纽区
	水库淹没总面积	km ²	0.012
	1、陆地面积	km ²	0.01
	2、水域面积	km ²	0.002
	涉及行政区		
	1、乡（镇）	个	1
	2、行政村（居委会）	个	1
	3、村民小组	个	
一	农村部分	亩	
(一)	征收土地面积	亩	18.04
1	耕地	亩	3.74
	水田	亩	0.60
	旱地	亩	3.14
2	园地	亩	0.00
	果园	亩	
3	林地	亩	9.87
	乔木林地	亩	8.55
	灌木林地	亩	1.32
4	草地	亩	1.10
	其他草地	亩	1.10
5	住宅用地	亩	0.21
	农村宅基地	亩	0.21
6	水域及水利设施用地	亩	3.12
	河流水面	亩	3.12
(二)	总人口	人	6.00
	户数	户	2.00
	农业人口	人	6.00
(三)	拆迁房屋	m ²	326.86
	框架房	m ²	326.86

表9.3-3 水库工程临时占地地类表

序号	占地性质	工程位置	占地面积（亩）	旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地
一	临时占地		29.91	4.82	13.79	8.92	2.38
		临建设施	4.77	3.68			1.09
		临时道路	1.89	1.13			0.76
		弃渣场	23.25		13.79	8.92	0.54

9.3.3 比选方案的实物调查成果

(1) 水库淹没影响区实物

岩板田水库工程淹没区涉及晃州镇两河口村岩板田组，水库淹没土地面积 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，

灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

表9.3-4 水库淹没区征地实物指标表

序号	项目	单位	水库淹没区
	水库淹没总面积	km ²	0.12
	1、陆地面积	km ²	0.11
	2、水域面积	km ²	0.02
	涉及行政区		
	1、乡（镇）	个	1
	2、行政村（居委会）	个	1
	3、村民小组	个	
一	农村部分	亩	
（一）	征收土地面积	亩	185.37
1	耕地	亩	71.10
	水田	亩	9.33
	旱地	亩	61.77
2	园地	亩	3.21
	果园	亩	3.21
3	林地	亩	83.17
	乔木林地	亩	52.51
	灌木林地	亩	30.66
4	草地	亩	1.17
	其他草地	亩	1.17
4	水域及水利设施用地	亩	26.72
	河流水面	亩	26.72

（2）工程建设区征地实物

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，工程枢纽区占地 46.86 亩。永久征地面积 23.47 亩，其中水田 5.96 亩，旱地 2.07 亩，乔木林地 8.89 亩，灌木林地 1.28 亩，其他草地 0.75 亩，河流水面 4.32 亩，且涉及三处砖混结构房屋拆除 326.86m²。临时用地面积 29.91 亩，其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。

表9.3-5 水库工程建设区征地实物指标表

序号	项目	单位	数量
	水库淹没总面积	km ²	0.01
	1、陆地面积	km ²	0.01
	2、水域面积	km ²	0.00
	涉及行政区		0.00
	1、乡（镇）	个	1.00
	2、行政村（居委会）	个	1.00
	3、村民小组	个	0.00

序号	项目	单位	数量
一	农村部分	亩	0.00
(一)	征收土地面积	亩	23.05
1	耕地	亩	8.03
	水田	亩	5.96
	旱地	亩	2.07
2	林地	亩	10.17
	有林地	亩	8.89
	灌木林地	亩	1.28
3	草地	亩	0.75
	其他草地	亩	0.75
4	住宅用地	亩	0.21
	城镇住宅用地	亩	0.00
	农村宅基地	亩	0.21
5	水域及水利设施用地	亩	4.32
	河流水面	亩	4.32
(二)	总人口	人	0.00
	户数	户	2.00
	农业人口	人	6.00
(三)	拆迁房屋	m ²	326.86
	框架房	m ²	326.86

表9.3-6

表9.3-7 水库工程临时占地地类表

序号	占地性质	工程位置	占地面积(亩)	旱地	乔木林地	灌木林地	其他草地
一	临时占地		29.91	4.82	13.79	8.92	2.38
		临建设施	4.77	3.68			1.09
		临时道路	1.89	1.13			0.76
		弃渣场	23.25		13.79	8.92	0.54

9.3.4 结论

表9.3-8 建设征地与移民安置工程特性及投资估算比选表

序号	项目	单位	上坝址	下坝址	备注
1	淹没区征地	亩	185.37	185.37	
2	工程建设区占地	亩	23.47	18.04	
3	临时占地	万 m ³	29.91	29.91	
4	拆迁房屋	m ²	326.86	326.86	
5	征地移民总投资	万元	2443.21	2351.25	

通过现场踏勘，本阶段设计布置了上、下两个坝线进行比选，对上、下坝线各方面条件进行综合比选，经比选下坝线从占地及投资更优。

9.4 农村移民安置

经调查，本工程永久占地及临时占地范围内，仅涉及一处民用房屋及其他附属设施的拆迁安置。

根据怀化市人民政府关于印发《怀化市集体土地与房屋征收补偿安置办法》的通知，对农村村民住宅，应当遵循先补偿后搬迁、居住条件有改善原则，尊重农村村民意愿，采取重新安排宅基地建房、提供安置房或者货币补偿等方式给予公平、合理的补偿，保障农村村民居住的权利和合法的住房财产权益。民用房屋及其他附属设施的拆迁安置概算在 9.9 章节中统一编制。

9.5 土地复垦及耕地占补平衡

9.5.1 土地复垦

(1) 复垦范围与对象

临时用地恢复的工程措施和植物措施以及耕植土的临时堆置区等工程，均已纳入水土保持设计中，本报告只对临时占用的耕地进行复垦。本项目临时占地为临时施工道路占地、施工营地占地。

(2) 复垦措施

1) 耕作土剥离：工程开工前，施工单位应先将临时用地范围内涉及耕地的耕作土 30cm 先行剥离，到指定的渣场单独堆放。

2) 场地清理：工程施工完成后，施工单位应负责将施工营区的临时房屋及其它建筑物拆除，同时将砼坪等地面构筑物清除。

3) 土地开发：场地清理后，首先应进行场地平整，然后在初步平整的场地上回填底层土（水田 50cm、旱地 20cm）平整压实，再将原有耕作土回填平整。

4) 土壤熟化：由于施工期间耕作土长时间堆放，容易造成土壤板结和养分流失，对于复垦的土地必须施加各类肥料以增强土地肥力。

5) 水利配套：水利设施配套包括 2 个部分，一方面为复垦土地内部田间水利设施的重建，另一方面为复垦土地与外部灌排系统的衔接。

(3) 复垦面积

施工期间，受临时用地影响的村民根据损失情况可逐年获得补偿，施工期满后，按照“谁破坏、谁复垦”的原则，由建设单位对在建设过程中破坏的土地采取整治措施，使被破坏的农用地恢复到可利用的状态。

项目业主将在与承包商签订的施工承包合同中明确施工临时用地的使用方式、恢复要求和施工承包商需支付的施工临时用地补偿标准等。临时用地暂按占用两年的补偿费和一次性土地复垦费计入。

为了减少道路开挖等施工临时用地对周围环境和过往居民的影响，设计过程中对施工临时用地的位置选择、施工作业方式和项目完工后的复垦等方面都有所考虑。

9.5.2 耕地占补平衡

本工程永久占用耕地 74.84 亩，其中水田 9.93 亩，旱地 64.91 亩，占用的耕地均需缴纳耕地开垦费。

9.6 城（集）镇迁建、企（事）业单位和专项设施处理、防护工程

本工程不涉及城（集）镇迁建、企（事）业单位和专项设施处理、防护工程。

9.7 库底清理

9.7.1 范围和内容

9.7.1.1 范围

按照水库淹没处理设计规范的要求，水库在蓄水前需进行库底清理。水库库底清理分为一般清理和特殊清理两部分。结合水利工程水库运行方式的特点，确定清理范围如下：

- 1) 各类建（构）筑物清理范围应为居民迁移线以下的区域。各种构筑物清理范围应为居民迁移线至死水位（含极限死水位）以下 3m 范围内。
- 2) 林木清理范围应为正常蓄水位以下的区域。
- 3) 地面上各种易漂浮物清理范围应为居民迁移线以下的区域。
- 4) 卫生清理、固体废物清理范围为居民点迁移线以下的区域。
- 5) 本工程不存在特殊清理范围。

9.7.1.2 清理原则

清理范围与内容的划分原则：库底清理的范围明确分为一般清理和特殊清理两部分。一般清理是基础性工作，其内容包括：建筑物清理、易漂浮物清理、卫生清理、林地清理、固体废物清理等。

卫生清理的技术原则：卫生清理需针对不同污染源遵循特定技术规范。

坟墓处理：对于埋葬 15 年以内的普通坟墓，应限期迁出，并对墓穴进行摊晒或药物（如 4%漂白粉上清液）消毒后回填压实。

传染性污染源：传染病死亡者墓地和病死畜掩埋地的清理必须在专业人员指导下制定并执行方案。例如，炭疽墓穴的清理和尸体处理必须由专业人员完成，操作者需配备防护用品。

灭鼠工作：在居民区、垃圾堆周围 100 米区域及耕作区开展灭鼠，并确保灭鼠后鼠密度不超过 1%。

固体废物清理的原则：所有可能对环境产生污染的固体废弃物（主要为生活垃圾）均应清理。特别是当堆存生活垃圾中的废塑料含量 $\geq 0.5\%$ 或有机物含量 $\geq 10\%$ 时，必须予以清理。清理后的现场需用净土填平压实，所有固体废物必须运至符合国家标准的处理场进行处置。

9.7.1.3 内容

（1）建（构）筑物的拆除与清理

1）清理对象

①建筑物：包括用于生产生活的各种用途、结构的房屋，包括农村居民、村集体的各类房屋，按结构分为土木、砖木（含木结构）、砖混、附属房屋等。

②构筑物：包括非居住性的各类构筑物，包括桥梁、围墙、各类杆塔、井等。

2）技术要求

建筑物、构筑物清理后，残留高度不应超过地面 0.5m，拆除的线材、铁制品、木杆不应残留库底。对库岸稳定性有利的建筑物基础、挡土墙等可不予拆除。对确难清除且危及水库安全运行的较大障碍物，应设置明显标志，并在地形图上注明其位置与标高。

（2）林木清理

1）清理对象

林木清理对象包括清理范围内林地、园地中的各种林木和零星树木；清理范围内林地中的各种林木包括乔木、竹、灌木等；零星树木包括果树、经济树、

用材树、风景树等。

2) 技术要求

林木经清理后，残留树桩高度不应超过地面 0.3m；砍伐林木应符合国家有关规定。

(3) 易漂浮物清理

1) 清理对象

建（构）筑物清理后易漂浮材料的清理包括废弃的木质门窗、木质杆材、油毡、塑料等；其他易漂浮材料的清理包括伐倒的树木及其枝桠，田间和农舍旁堆置的秸秆等。

2) 技术要求

建筑物、构筑物清理后的易漂浮材料，不应堆放在居民迁移线以下，易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗撒。

(4) 卫生清理

1) 一般规定

卫生清理工作应在疾病预防控制机构的指导下进行，清理工作应与固体废物清理、建筑物清理统筹安排，按照先搬迁、后清理、再拆除的顺序开展工作。

2) 清理方法

①一般污染源的清理应符合下列规定：

化粪池、粪池、牲畜栏中的粪便应清掏运至居民迁移线以上。无法清掏的残留物，应按 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布漂白粉（有效氯含量大于 20%，以下同）消毒，坑穴用漂白粉按 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 撒布、浇湿后，用农田土壤或建筑渣土填平、压实。

埋葬 15 年以内的普通坟墓应限期迁出淹没区，墓穴及周围土应摊晒，或直接用 4% 漂白粉上清液按 $1\sim 2\text{kg}/\text{m}^2$ 处理后，应回填压实；对埋葬 15 年以上的普通坟墓，是否迁移，可按当地民政部门规定，并尊重当地习俗处理；对无主普通坟墓进行压实处理。

②传染性污染源的清理应符合下列规定：

传染病死亡者墓地和病死畜掩埋地清理应在专业人员的指导下，制定实施方案与应急措施，并严格按照实施方案进行处理。

炭疽墓穴清理和尸体处理主体工作应由专业人员完成，辅助人员应经过专门的技术培训；操作人员应按卫生防护要求进行操作，使用专门工具，配备防护用品。

③生物类污染源的清理应符合下列规定：

a、灭鼠应符合下列规定：

灭鼠范围为居民区，垃圾堆及其周围 100m 的区域和耕作区（牧区、林区）；居民区，垃圾堆及其周围 100m 的区域应在搬迁后拆除前完成；耕作区在蓄水前 2~3 个月内完成。对水库淹没涉及鼠疫区的，由疾病预防控制机构按《中华人民共和国传染病防治法》提出专门处理措施。

b、质量控制

（a）粪便消毒处理后应达到 GB7959 的指标要求，由县及县级以上疾病预防控制中心提供检测报告。

（b）有炭疽尸体埋葬的地方，清理后表土不应检出具有毒力的炭疽芽孢杆菌。

（c）灭鼠后鼠密度不应超过 1%。

（d）传染性污染源应按 100%检测，其他污染源按 3%-5%检测。

（e）粪大肠菌按照《粪便无害化卫生要求》检测，炭疽芽孢杆菌按照 WS283 检测，鼠密度按照 GB16882 检测，其它对象检测要求按国家有关标准的规定执行。

（5）固体废物清理

1）清理对象

固体废物清理对象包括所有可能对环境产生污染的固体废弃物，主要为生活垃圾；②堆存生活垃圾如有下列情况之一，应予以清理：废塑料重量含量大于或等于 0.5%；有机物重量含量大于或等于 10%。

2）技术要求

清理现场表面应用农田土或建筑渣土填平压实；需要清理的固体废物均应在符合国家标准的处理处置场（厂）中进行处置，所有固体废物的暂存地应在水库居民迁移线以上。

9.7.2 对象及实物

岩板田水库工程库底各清理对象的实物数量以水库淹没实物为基础，并结合库区现状调查确定本次库底清理指标，水库库底清理主要工程包括林地清理，清理面积 83.17 亩，库底清理概算在 9.9 章节中统一编制。

9.8 实施总进度及年度计划

9.8.1 实施总进度

拟建岩板田水库工程施工总工期为 24 个月。工程建设期可划分为工程筹建期、施工准备期、主体工程施工期、工程完建期。第一年 5 月份之前为工程筹建期，第一年 5 月初至第一年 7 月底为施工准备期，共 3 个月；第一年 8 月初至第三年 2 月底为主体工程施工期，共 19 个月；第三年 3 月初至第三年 4 月底为工程扫尾期，共 2 个月。

本工程关键线路为场内交通工程、导流涵管、围堰施工、左右岸坝肩开挖、导流底孔浇筑、大坝混凝土浇筑、导流底孔封堵。

根据工程施工进度安排，拟建工程征地移民工作须在工程筹建期开展，并在第一年 5 月初之前根据征地红线范围，将工程枢纽建设区的征地工作完成，在第三年 3 月初水库下闸蓄水之前将水库淹没区征地工作完成。

9.8.2 分期蓄水及相应征地范围

导流底孔封堵时间为第三年 3 月初至 4 月底，导流底孔封堵后即刻开始蓄水，第三年 3 月初至 3 月中旬可蓄水至死水位，初步满足供水要求。金结制安安安排在第三年 3 月初至 3 月底进行，主要有进水口拦污栅、进水闸门、事故闸门及启闭设备等的安装。

根据主体工程分期蓄水进度安排，在 2 月中旬完成死水位 474.60m 以下范围内的移民征地，463m~474.60m 范围内的库底清理工作。3 月初完成 474.6~503m 范围内的移民征地和库底清理工作。

9.8.3 分期实施进度计划

第一年 5 月初之前，完成工程建设区征地工作，建设永久征地面积为 18.04 亩，其中水田 0.60 亩，旱地 3.14 亩，乔木林地 8.55 亩，灌木林地 1.32 亩，其他草地 1.10 亩，且涉及三处砖混结构房屋拆除 326.86m²。临时用地面积 29.91 亩，

其中旱地 4.82 亩，乔木林地 13.79 亩，灌木林地 8.92 亩，其他草地 2.38 亩。

第三年 3 月初水库下闸蓄水前，完成工程淹没区征地工作及库底清理工作，淹没区征地面积为 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

9.9 投资概算

9.9.1 基础价格编制

(1) 物价水平：按 2025 年建设征地区涉及的主要相关项目产品市场价格分析确定。

(2) 工程基础价格：根据复（改）建工程项目涉及专业不同，采取相应的概算编制办法、计算标准和定额计算。

9.9.1.1 编制依据

- 1) 《中华人民共和国土地管理法》；
- 2) 《关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4 号）；
- 3) 《关于印发〈森林植被恢复费征收使用管理暂行办法〉的通知》（财政部、国家林业局财综〔2002〕73 号）；
- 4) 《关于水利水电工程建设用地有关问题的通知》（国土资发〔2001〕355 号）；
- 5) 国务院关于深化改革严格土地管理的决定（国发〔2004〕28 号）；
- 6) 《水利工程设计概（估）算编制规定（建设征地移民补偿）》（水总〔2014〕429 号）；
- 7) 《湖南省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》；
- 8) 《湖南省土地管理实施办法》；
- 9) 湖南省人民政府办公厅关于印发《湖南省耕地开垦费征收使用管理办法》的通知（湘政发〔2019〕38 号）；
- 10) 《湖南省人民政府关于调整湖南省征地补偿标准的通知》（湘政发〔2024〕1 号）；
- 11) 《湖南省自然资源厅关于调整征收农用地补偿区片空间范围的通知》（湘自资发〔2024〕7 号）；
- 12) 《湖南省水利建设基金筹集管理实施细则》；

13) 怀化市人民政府关于印发《怀化市集体土地与房屋征收补偿安置办法》的通知（怀政发〔2022〕6号）；

14) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL/T 290-2024）；

15) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）；

16) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）

17) 各专业部门的有关规程规范；

18) 本次调查的工程影响实物、移民安置规划设计成果。

9.9.1.2 编制原则

1) 依据国家有关政策和规程规范进行规划设计的生产安置、搬迁安置、专项设施迁建等项目，按确定的规划方案及相应的工程量（或实物量）计算投资。

2) 土地补偿费和安置补助费、青苗补偿费标准按《湖南省土地管理实施办法》、《湖南省人民政府关于调整湖南省征地补偿标准的通知》（湘政发〔2024〕1号）、《湖南省自然资源厅关于调整征收农用地补偿区片空间范围的通知》（湘自资发〔2024〕7号）、《新晃侗族自治县人民政府关于印发〈新晃侗族自治县集体土地与房屋征收补偿安置细则（试行）〉的通知》（晃政发〔2024〕1号）、《关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4号）等有关规定计算确定。

3) 为保持同一地区同类项目移民补偿标准的一致性，房屋补偿单价根据房屋重置价及参照新晃县在建的同类工程计列，其它结构的房屋及附属建筑物、零星树木补偿单价、搬迁运输补助费等补偿标准，参照邻近同类工程的补偿标准综合确定。

4) 专业项目复改建投资，根据“原规模、原标准或者恢复原功能”的原则，按本阶段专项设施规划设计成果确定。

9.9.2 补偿实物确定

实物调查基准年到规划设计水平年相隔一段时间，编制概算时要按增长率根据调查基准年的实物推算到规划设计水平年，具体如下：

（1）土地：所有土地的数量及地类按调查基准年的指标计算；

（2）搬迁人口：搬迁人口含农业人口和非农业人口，在移民安置规划中确

定的搬迁人口的基础上，考虑人口自然增长率，推算到规划设计水平年。

(3) 农村房屋、附属建筑物和零星树木：由淹房搬迁指标组成；

(4) 居民点占地：居民点用地标准参照有关规定（镇规划标准）；

(5) 专项指标：按复（改）建规划的指标计列。

根据现有法律框架的规定，结合项目影响区实际情况，制定本项目各类影响补偿标准。移民资格认定的时间标准是征地拆迁通告的发布日期。在此日期之后，移民不得新建、扩建、改建房屋；不得改变房屋和土地用途；不得租赁土地及租赁和买卖房屋，并且在此日期之后涌入的人员不具备移民补偿资格。

9.9.3 各项补偿单价

(1) 永久征地补偿单价

根据《中华人民共和国土地管理法》、《湖南省土地管理实施办法》及受影响市区相关政策法规，征地补偿费包括土地补偿费、安置补助费和青苗补偿费。本工程的征地补偿标准，在综合考虑湖南省国土资源厅公告实施的《湖南省人民政府关于调整湖南省征地补偿标准的通知》（湘政发〔2024〕1号）、《湖南省自然资源厅关于调整征收农用地补偿区片空间范围的通知》（湘自资发〔2024〕7号）及《怀化市人民政府关于印发《怀化市集体土地与房屋征收补偿安置办法》的通知（怀政发〔2022〕6号）》相关规定，新晃县征地补偿标准如下表所示。

表9.9-1 怀化市新晃县征地补偿标准

区县	区域	补偿标准 (元/亩)	区域范围
新晃县	I	73400	晃州镇：晃州村、柏树林村、民生村、长乐坪村、丁字坳村、胜利村、大桥溪村、大洞坪村、高铁新村、长滩村、沙湾村、杨家桥村、新民村、日光村
	II	62600	除I区以外的其他全部乡镇（街道）、村（社区）

本工程水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，属于 II 区，补偿标准 62600 元/亩，征收水田的，按本标准执行；征收旱地、园地、林地的，按照相应的地类系数执行；征收其他农用地的，按旱地标准执行；征收未利用地的，按本标准的 0.5 倍执行；征收永久基本农田的，按本标准的 1.68 倍执行。永久征地补偿单价分析情况详见下表。

表9.9-2 永久占地补偿单价

补偿标准	地类修正系数					补偿单价（元/亩）				
	基本农田	水田	旱地	园地、林地	未利用地	基本农田	水田	旱地	园地、林地	未利用地
73400	1.68	1	0.83	0.67	0.5	123312	73400	60922	49178	36700
62600	1.68	1	0.83	0.67	0.5	105168	62600	51958	41942	31300

（2）临时用地补偿单价

临时用地补偿由施工期补偿、土地复垦、林木补偿及达产期补助 4 个部分组成。施工期补偿根据临时用地年限和土地地类计算施工期的损失，按年产值补偿，并计列林木补偿；土地复垦费计算土地恢复到满足耕作要求所需的投资；达产期补助为土地复垦后恢复正常耕作水平年的差额补偿，按一年产值计列。

耕地亩产值：新晃县 2024 年水田年产值为 2100 元/亩。

园地、旱地产值参照水田产值的 80%计算；林地产值参照水田产值的 50%计算。

临时用地施工期补偿、青苗（林木）补偿单价及土地复垦单价详见下表。

表9.9-3 临时占地补偿单价

项目	产值（元/亩）	每年补偿（元/亩）	补偿年数（年）	补偿单价（元/亩）
水田	2100	2100	2	4200
旱地	1680	1680	2	3360
林地	1050	1050	2	2100
灌木林地	1050	1050	2	2100

表9.9-4 水田旱地青苗补偿单价

项目	青苗（林木）补偿（元/亩）	备注
水田	1500	
旱地	1000	

表9.9-5 征收范围内成片用材林青苗补偿标准（元/亩）

种类	苗高 3 米 以下	胸径 6-12 厘米以内	胸径 14 厘米以上	备注
马尾松、杉树、 国外松等	2000	3000	4000	1.根据各种树木的高度、胸径大小、郁蔽度，按比例综合计算。 2.每亩 30 株以上。3.本标准中未列举的其他用材林补偿，由自然资源部门会同县级以上林业、农业、物价等相关部门确定。
香椿及其他树木	1500	2500	3500	
楠竹	6000			

表9.9-6 征收范围内成片果树青苗补偿标准（元/亩）

种类	苗期（3 年内）	始产期（3-6 年）	盛产期（6 年以上）	备注
柚、柑、桔	3000	8000	10000	1.本表中葡萄、猕猴桃设定的栽植密度为 140 株/亩，其他果树设定的栽植密度为 50-60 株/亩，低于设定栽植密度的按零星青苗补偿，高于设定栽植密度的按本标准补偿。 2.两种或两种以上果树混栽的，按综合加权平均价计算补偿。 3.本标准中未列举的其他果树补偿，由自然资源部门会同县级以上林业、农业、物价等相关部门确定。
桃、李、梨、枣、杏、枇杷、石榴、猕猴桃、杨梅、葡萄	3000	10000	12000	

表9.9-7 临时用地复垦单价分析

序号	项目	单位	土料场、临建设施及施工道路占地					
			旱地、园地			水田		
			数量	单价（元）	投资（元）	数量	单价（元）	投资（元）
一	耕作土剥离及回填	m ³	333.34	12	4000	333.34	12	4000
二	耕作土堆放场	亩	0.1	10000	1000	0.1	10000	1000
三	田埂砌筑	m ³				10	65	650

序号	项目	单位	土料场、临建设施及施工道路占地					
			旱地、园地			水田		
			数量	单价 (元)	投资 (元)	数量	单价 (元)	投资 (元)
四	土壤熟化				1500			1500
	农家肥	吨	3	180	540	3	180	540
	化肥	吨	0.15	400	60	0.15	400	60
	投工	工日	5	180	900	5	180	900
五	粪池	个	1	400	400	1	400	400
六	水利设施	亩			500			1500
七	临时工程	亩			220			300
	单价	元/亩			7620			9350

(3) 房屋及其他附属设施补偿单价

依据房屋设计资料及有关建筑定额，分析各种结构房屋材料用量，按概算指标法计算房屋重置造价。附属建筑物补偿标准根据调查及项目分析，并参照当地拆迁补偿办法规定补偿单价。

表9.9-8 房屋补偿单价表（元/m²）

房屋类别	最高补偿标准		装修（饰）要求	说明
钢筋砼框架结构	600		1.室内地面（含防潮层）：防滑地面砖、花岗岩、大理石或实木、仿实木地板；2.室内墙面：贴瓷、刮涂、各类木质板材质墙裙；3.室内顶面：一级吊顶以上标准；4.厨房、厕所、洗漱间：墙面贴瓷；室内设施齐全；5.外墙正面和两侧：贴面砖，其他为干粘石以上标准；6.门、窗、网蓬、门窗套：各类防盗门、各类材质装饰门；塑钢、铝合金玻璃窗；各类金属材质防盗网、雨篷；门窗套为水曲柳或仿榉木板以上标准；7.室内设施：室内壁柜等设施齐全。	1.房屋主体部分每缺少一项扣减 40 元/m²；2.以上补偿只限合法房屋或经认定后视同为合法房屋装（修）饰的补偿；3.以上补偿按房屋主体建筑面积计算；4.砖混一层平顶房按补偿标准增加 10%的补偿。
砖混	一类	500		
	二类	450		
砖木	400		1.室内地面（含防潮层）：防滑地面砖、实木或仿实木地板；2.室内墙面：刮涂、各类木质板材质墙面；3.室内顶面：一级吊顶以上标准；4.厨房、厕所、洗漱间：墙面贴瓷；室内水电、室内壁柜等设施齐全；5.外墙正面和两侧：贴面砖，其他为干粘石以上标准；6.门、窗、网蓬、门窗套：各类防盗门、各类材质装饰门；塑钢、铝合金玻璃窗；	1.房屋主体部分每缺少一项扣减 20 元/m²；2.以上补偿只限合法房屋或经认定后视同为合法房屋装（修）饰的补偿；3.以上补偿按房屋主体建筑面积计算。
砖木偏房	300			

房屋类别	最高补偿标准	装修（饰）要求	说明
		各类金属材质防盗网、雨篷；门窗套为水曲柳或仿桦木板以上标准。	
木结构类	260	1.室内地面（含防潮层）：防滑地面砖、实木或仿实木地板；2.室内墙面：刮涂、各类木质板材材质墙面；3.厨房、厕所、洗漱间：室内水电等设施齐全；4.门、窗、网篷、门窗套；各类材质装饰门；塑钢玻璃窗；各类金属材质防盗网、雨篷。	1.房屋主体部分每缺少一项扣减 30 元/m ² ；2.以上补偿只限合法房屋或经认定后视同为合法房屋装（修）饰的补偿；3.以上补偿按房屋主体建筑面积计算。

（4）其他费用

依据《水利工程设计概（估）算编制规定（建设征地移民补偿）》（水总[2014]429 号）规定，其它费用包括前期工作费、实施管理费、实施机构开办费、技术培训费、监督评估费。

（1）前期工作费：按农村部分、城（集）镇部分、工业企业、专业项目、防护工程、库底清理之和的 1.5%~2.5% 计列，本次按 1.5% 计列；

（2）实施管理费

地方政府实施管理费按农村部分、城（集）镇部分、库底清理之和的 4%+ 工业企业、专业项目、防护工程之和的 2% 计列，本次实施管理费按农村移民、专项设施等补偿投资费用之和的 4% 计列；

建设单位实施管理费按农村部分、城（集）镇部分、库底清理、工业企业、专业项目、防护工程之和的 1.2% 计列。

（3）实施机构开办费：综合考虑工程建设区工程移民任务量，按 20 万元计列；

（4）技术培训费：按农村部分费用的 0.5% 计列；

（5）监督评估费：按农村部分、城（集）镇部分、库底清理之和的 1.5%~2%+ 工业企业、专业项目、防护工程之和的 0.5%~1% 计列，本次监督评估费按农村移民、专项设施等补偿投资费用之和的 1.50% 计列。

（6）咨询服务费：按农村移民、专项设施补偿投资费用之和的 0.2% 计列。

4）基本预备费

按农村部分+库底清理+其他费用等补偿投资费用之和的 10% 计列。

(5) 有关税费

1) 耕地占用税：《中华人民共和国耕地占用税法》和《湖南省人民代表大会常务委员会关于湖南省耕地占用税适用税额的决定》，新晃县税额标准为 25 元/m²，占用园地、林地、草地、农田水利用地、养殖水面、渔业水域滩涂以及其他农用地建设建筑物、构筑物或者从事非农业建设的，耕地占用税具体适用税额在当地适用税额的基础上降低 20%。

2) 耕地开垦费：按中共中央、国务院《关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（中发〔2017〕4号）和《湖南省耕地开垦费征收使用管理办法》，非农业建设经批准占用耕地的，占用单位必须依法履行补充耕地义务，无法自行补充数量相等、质量相当耕地的，应当按《湖南省耕地开垦费征收使用管理办法》足额缴纳耕地开垦费，占用基本农田的，缴费标准按对应耕地类别耕地开垦费最高标准的 2 倍征收。

表9.9-9 湖南省耕地开垦费征收标准表

耕地质量等别	耕地类别	征收标准（万元/亩）
优等	水田	7.8
	旱地	5.2
高等	水田	7.4
	旱地	4.6
中等	水田	6.6
	旱地	3.8
低等	水田	5.9
	旱地	3.7

3) 森林植被恢复费：根据《湖南省森林植被恢复费征收使用管理实施办法》的规定，森林植被恢复费征收标准是郁闭度 0.2 以上的乔木林地（含采伐迹地、火烧迹地）、竹林地、苗圃地为 10 元/m²；灌木林地、疏林地、未成林造林地为 6 元/m²；宜林地 3 元/m²计算。国家、省级公益林和城市规划区林地，按照征收标准的 2 倍征收，城市规划区外的林地，属于公共基础设施、公共事业和国防建设项目的，按照标准征收；属于经营性建设项目的，按照征收标准的 2 倍征收。

4) 新增建设用地有偿使用费：根据《关于调整新增建设用地土地有偿使用费征收管理有关政策的通知》，新增建设用地有偿使用费征收等别分为十五等，

其中新晃县为十四等，标准为14元/m²，水利建设基金按照新增建设用地有偿使用费的10%计算。

9.9.4 分项投资

根据占地实物量及补偿标准，经计算本项目工程占地处理补偿投资共计2351.25万元，其中农村征地移民补偿费为965.19万元，库底清理费16.63万元，其它费用为159.42万元，基本预备费为114.13万元，有关税费为1095.88万元。

（由于移民专题报告编制尚未定稿，本章节实物调查及投资仅做参考，具体征地实物及移民投资以专题报告为准）

表9.9-10 水库征地移民总投资概算表

序号	项目	单位	淹没区	枢纽工程区	合计	投资比例
一	农村移民安置补偿费	万元	764.51	200.68	965.19	41.05%
二	城（集）镇项目	万元				
三	工业企业项目	万元				
四	专业项目	万元				
五	库底清理费	万元	16.63		16.63	0.71%
	小计	万元	781.14	200.68	981.82	41.76%
六	其它费用	万元	130.92	28.50	159.42	6.78%
1	前期工作费	万元	19.53	5.02	24.55	
2	综合勘测设计科研费	万元	31.25	8.03	39.28	
3	实施管理费	万元	40.62	10.44	51.06	
4	实施机构开办费	万元	20	0.00	20.00	
5	技术培训费	万元	3.91	1.00	4.91	
6	监督评估费	万元	15.62	4.01	19.63	
七	预备费	万元	91.21	22.92	114.13	4.85%
	基本预备费	万元	91.21	22.92	114.13	4.85%
八	有关税费	万元	997.42	98.46	1095.88	46.61%
九	总投资	万元	2000.69	350.56	2351.25	100.00%
各建设征地区域投资比例			85.09%	14.91%	100.00%	

表9.9-11 水库征地移民淹没区投资概算表

序号	项目	单位	数量	单价（元）	投资（万元）	备注
第一部分	农村移民安置补偿费	亩			764.51	
一	征地补偿补助	亩	185.37		764.51	
（一）	土地补偿费和安置补助费	亩	185.37		745.31	
1	耕地	亩	71.10		379.35	
	水田	亩	9.33	62600	58.41	
	旱地	亩	61.77	51958	320.94	
2	园地	亩	3.21		13.46	
	果园	亩	3.21	41942	13.46	

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)	备注
3	林地	亩	83.17		348.83	
	有林地	亩	52.51	41942	220.24	
	灌木林地	亩	30.66	41942	128.59	
4	草地	亩	1.17		3.66	
	其他草地	亩	1.17	31300	3.66	
5	水域及水利设施用地	亩	26.72		0.00	
	河流水面	亩	26.72		0.00	
(二)	林地、园地林木补偿				19.20	
1	园地	亩	3.21		2.57	
	果园	亩	3.21	8000	2.57	
2	林地	亩	83.17		16.63	
	有林地	亩	52.51	2000	10.50	
	灌木林地	亩	30.66	2000	6.13	
第二部分	专业项目				0.00	
第三部分	库底清理				16.63	
一	林木清理				16.63	
	林地砍伐清理	hm ²	5.54	30000	16.63	
第四部分	其他费用				130.92	
1	前期工作费	万元	781.14	2.50%	19.53	
2	综合勘测设计科研费	万元			31.25	
	农村部分+库底清理费	万元	781.14	4.00%	31.25	
	专业项目费用	万元	0.00	1.00%	0.00	
3	实施管理费	万元			40.62	
3.1	地方政府实施管理费	万元			31.25	
	农村部分+库底清理费	万元	781.14	4.00%	31.25	
	专业项目费用	万元	0.00	2.00%	0.00	
3.2	建设单位实物管理费	万元	781.14	1.20%	9.37	
4	实施机构开办费	万元			20.00	
5	技术培训费	万元	781.14	0.50%	3.91	
6	监督评估费	万元			15.62	
	农村部分+库底清理费	万元	781.14	2.00%	15.62	
	专业项目费用	万元	0.00	1.00%	0.00	
第五部分	预备费				91.21	
	农村部分+库底清理+其他费用	万元	912.07	10.00%	91.21	
第六部分	有关税费				997.42	
1	耕地占用税				18.35	
	水田	m ²	6220.00	2	1.24	
	旱地	m ²	41180.00	2	8.24	
	林地	m ²	55447	1.6	8.87	
2	森林植被恢复费	m ²			47.27	
	用材林	m ²	35007	10	35.01	
	灌木林	m ²	20440	6	12.26	

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)	备注
3	新增建设用地有偿使用费				190.31	
	建设用地	m ²	123581	14	173.01	
	水利建设基金	万元	173.01	10.00%	17.30	
5	被征地农民社会保障费	m ²	123580.62	60	741.48	
第七部分	总投资				2000.69	

表9.9-12 水库征地移民枢纽区投资概算表

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
第一部分	农村移民安置补偿费	亩			200.68
一	征地补偿补助	亩	46.65		81.33
(一)	土地补偿费和安置补助费	亩	17.83		64.91
1	耕地	亩	3.74		20.07
	水田	亩	0.60	62600	3.76
	旱地	亩	3.14	51958	16.31
3	林地	亩	9.87		41.40
	有林地	亩	8.55	41942	35.86
	灌木林地	亩	1.32	41942	5.54
4	草地	亩	1.10		3.44
	其他草地	亩	1.10	31300	3.44
5	水域及水利设施用地	亩	3.12		0.00
	河流水面	亩	3.12		0.00
(二)	征用土地补偿		29.91		9.58
1	耕地	亩	4.82		2.43
	旱地	亩	4.82	5040	2.43
3	林地	亩	22.71		7.15
	有林地	亩	13.79	3150	4.34
	灌木林地	亩	8.92	3150	2.81
4	草地	亩	1.30		0.00
	其他草地	亩	1.30	0	0.00
(三)	林地、园地林木补偿				1.97
1	林地	亩	9.87		1.97
	有林地	亩	8.55	2000	1.71
	灌木林地	亩	1.32	2000	0.26
(四)	征用土地复垦				3.90
1	耕地	亩	4.82		3.90
	旱地	亩	4.82	8096	3.90
(五)	耕地青苗补偿				0.96
1	耕地	亩	4.82		0.96
	旱地	亩	4.82	2000	0.96
二	房屋及附属建筑物补偿费				119.35
(一)	房屋补偿				
1	主房	m ²	326.86		16.67

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)
	砖混结构	m ²	326.86	510	16.67
(二)	房屋装修补助				
八	搬迁补助	户	2	1500	0.30
九	其他补偿补助				
(四)	贫困移民建房补助				
十	过渡期补助				111.01
(1)	住房安置过渡费	月	12	840	1.01
(2)	住房货币安置补贴	万元/户	55	2	110.00
第三部分	工业企业项目				
第四部分	专业项目				0.00
第五部分	库底清理				0.00
第六部分	其他费用				36.20
1	前期工作费	万元	200.68	2.50%	5.02
2	综合勘测设计科研费	万元			8.03
	农村部分+库底清理费	万元	200.68	4.00%	8.03
3	实施管理费	万元			10.44
3.1	地方政府实施管理费	万元			8.03
	农村部分+库底清理费	万元	200.68	4.00%	8.03
	专业项目费用	万元	0.00	2.00%	0.00
3.2	建设单位实物管理费	万元	200.68	1.20%	2.41
4	实施机构开办费	万元			0.00
5	技术培训费	万元	200.68	0.50%	1.00
6	监督评估费	万元			4.01
	农村部分+库底清理费	万元	200.68	2.00%	4.01
	专业项目费用	万元	0.00	1.00%	0.00
第七部分	预备费				22.92
	农村部分+库底清理+其他费用	万元	229.20	10.00%	22.92
第八部分	有关税费				98.46
1	耕地占用税				1.55
	水田	m ²	400.00	2	0.08
	旱地	m ²	2093.34	2	0.42
	林地	m ²	6580	1.6	1.05
3	森林植被恢复费	m ²			6.23
	用材林	m ²	5700.03	10	5.70
	灌木林	m ²	880.00	6	0.53
4	新增建设用地有偿使用费				18.52
	建设用地	m ²	12027.23	14	16.84
	水利建设基金	万元	16.84	10.00%	1.68
5	被征地农民社会保障费	m ²	12027.23	60	72.16
第九部分	总投资				350.56

10. 环境保护设计

10.1 概述

10.1.1 前期主要成果

本项目可研阶段设计中已对相关环境保护措施进行设计，经审批同意可研阶段中采取的措施对项目进行环境保护。

拟建工程的主要保护对象包括水质、环境空气、声环境、生态环境、文物。

根据本项目工程建设区的环境现状，拟建工程的主要保护对象、保护标准具体如下：

（1）水质

保护拟建水库所涉及的何家田溪水质，根据《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002），工程区为集中式生活饮用水地表水源地二级保护区，水域功能属于Ⅲ类。废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准。

地下水环境质量标准：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类。

（2）环境空气

本工程为面状工程，位于农村地区，根据《环境空气质量标准》（GB 3095-2012），属于二类环境空气功能分区，环境空气质量污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表2的二级标准控制。

（3）声环境

本工程为面状工程，但项目位置跨度小，其功能区分类主要为农村地区，声环境按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4类标准控制。

与敏感区相应的建筑施工场界处按《建筑施工场界噪声标准》（GB 12523-2011）控制。

（4）生态环境

保护拟建水库所涉及的河道的水生生物的洄游、繁殖不受影响；保护拟建工程沿线环境的生态的完整性，工程建成后，区域生态体系的生产能力和稳定状况不会因工程建设而衰退到低一级别生态体系，因工程建设减少的植被应尽快恢复；保护野生动物及其繁殖、觅食的环境；搬迁人口生活质量提高，安置

区生态环境得到恢复和改善；按照国家有关法律法规要求保护工程影响区的土地资源、景观。

（5）文物

经初步调查，拟建工程区没有文物分布，在施工过程中若发现受工程施工影响的文物，必须按《中华人民共和国文物保护法》的有关规定加以保护。

通过设计生态泄流管保障生态流量、水源地保护、受水区污染防治、分层取水消除水温不利影响和废污水处理进行水环境保护；通过珍稀、濒危、特有动植物保护和水生生物保护进行生态环境保护；通过防治土地退化进行土壤环境保护；通过施工区和移民安置区疫情调查和检疫，防治自然疫源性、介水传染病，清理施工场地卫生，净化施工区饮水进行人群健康保护；通过防治粉尘污染、底泥臭气进行大气环境保护；通过控制噪声源、噪声传播途径、改善施工人员作业条件进行声环境保护。制定和实施环境管理及监测方案和计划确保环境保护工作的有效实施。

本工程环境保护投资包括施工区环境保护投资、人群健康保护投资、施工期环境保护管理与监测及监理三项，施工期环境保护总投资为 86.01 万元。

10.1.2 本阶段主要工作内容

本工程主要包括大坝、坝内取水设施、管理用房等建筑物。本工程的建设对环境带来一定的影响，主要表现在对何家田溪上的大坝主体工程施工区水、大气和声环境的影响、对施工区地表和坝址

上游水库库区造成扰动产生水土流失以及对周围生态环境、植被造成一定的破坏。

工程不利影响主要发生在施工过程中，影响程度相对较轻，时期较短，施工期间这些暂时的不利影响均可通过采取一定的措施加以减免。本工程布置和施工场地布置基本符合环境保护要求，对施工中不利影响已进行了规划安排，对其他可能产生的不利影响也预先考虑对策措施，工程运行本身不产生污染物。

从环境保护角度分析，本项目无突出的不利影响，除工程占地不可逆转外，其它不利影响可以通过采取一定的防治措施减免。因此，只要建设单位严格执行“三同时”管理制度，认真采取各项环保措施和对策，各污染物做到达标排放，

满足环境质量的要求，本项目建设是可行的，对环境影响不大。

列入本工程环境保护投资项目为减免本工程不利影响所需采取的环境保护措施。本工程环境保护投资包括施工区环境保护投资、人群健康保护投资、施工期环境保护管理与监测及监理三项。

10.1.3 与“三线一单”的符合性

岩板田水库项目已列入《全国小型水库建设实施方案（2025-2026 年）》，项目类别为 B、《怀化市现代水网建设规划（2023~2035 年）》、《新晃侗族自治县现代水网建设规划（2023~2035 年）》和《新晃侗族自治县“十五五”水安全保障规划》，为新建小（1）型水库，建设地点位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组，涉及生态保护红线，根据红线分区管控要求，生态红线范围内允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，本工程属于无法避让且符合市级规划的防洪、供水设施建设，加强人为活动管控的情况下允许建设。

本工程为水库建设工程，水库建设后对下游流量、水位、流速均有影响，但主体工程有生态流量泄放设施设计，避免河道断流，已纳入工程调度方案，满足《河湖生态保护与修复规划导则》的生态流量下泄要求。水库蓄水后，库区流速降低，TP、TN 浓度可能升高 0.05~0.1mg/L，叠加背景值后仍满足Ⅲ类水质标准；施工期 SS 排放量需控制在 50mg/L 以下。工程实施后，各环境介质中 COD、PM10、等效声级等指标最大预测值分别为 18mg/L、75 μ g/m³、70dB（A），均未超出区域环境质量底线要求，本工程实施后，各项污染物排放对区域环境质量的影响可控，未突破环境质量底线要求。

本工程为水利工程，工程年取水量为 41.67 万 m³，未突破用水总量红线。工程永久占地 14.20hm²，占县域建设用地剩余指标的 0.45%（红线要求单项目 $\leq 10\%$ ），临时占地 1.99hm²，复垦后耕地面积不减少，工程综合能耗指标为 0.03 标准煤/万元 GDP，低于 2025 年 0.421t 标准煤/万元 GDP 能耗标准，工程资源消耗强度均低于区域资源利用上线要求，符合资源节约型社会建设导向。

根据《湖南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（湘政发〔2020〕12 号），本工程为一般管控单元，严格落实大气污染物达标排放、环境影响评价、总量控制、环保设施“三同时”、在线监测、排污许可等环保制

度，确保区域环境空气质量达标。

本工程方案基本满足“三线一单”及环境影响评价要求。

10.1.4 设计依据和标准

《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月，国务院令第682号）；

《中华人民共和国环境保护法》；

《中华人民共和国水污染防治法》；

《中华人民共和国大气污染防治法》；

《中华人民共和国环境噪声污染防治法》；

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》；

《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）；

《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；

《环境空气质量标准》第1号修改单（GB 3095-2012/XG1-2018）；

《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；

《环境卫生设施设置标准》（CJJ27-2012）；

《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）；

《水利水电工程环境保护设计规范》（SL/T492-2025）。

10.2 环境现状调查与评价

10.2.1 区域环境现状及主要环境问题

拟建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，大多数地段地势较开阔，扩散条件较好，区域环境空气质量良好。周边大部分为林地，主要植物群落为森林、草地，没有栖息地分布，附近有居民点、耕地、园地、农村道路和沟渠分部，所在区域废气排放量小，无其它工业噪声源，区域声环境质量较好。

工程建设对区域环境主要问题为施工期的噪声、生产生活污水及库区淹没对植被、鱼类的影响等。

10.2.2 工程区环境现状调查与评价

经现场勘察调查，拟建岩板田水库位于沅水二级支流龙溪支流何家田溪中游，库区两岸植被条件较好，库区无重要矿藏和珍稀动植物，无重要文物，且水库位于山区，在新建坝址下游约 0.7km 处才有居民村庄，该项目的兴建均不会带来影响，只有兴建过程中的交通车辆存在影响。另外水库大坝上有一处取水口和排水口（溢洪道），取水口和排水口的水均流入下游河道，和原来的流态和状态保持不变，没有对下游造成影响，只是根据下游灌溉的需要改变了流量大小。

水库所在区域废气排放量小，大多数地段地势较开阔，扩散条件较好，区域环境空气质量良好。区域噪声主要源于区内施工生产生活噪声，无其它工业噪声源，区域声环境质量较好。

10.3 环境影响预测评价

10.3.1 环境保护目标

根据本项目工程建设区的环境现状，拟建工程的主要保护对象、保护标准具体如下：

（1）水质

保护拟建水库所涉及的何家田溪水质，根据《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002），工程区为集中式生活饮用水地表水源地二级保护区，水域功能属于 III 类。废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准。

地下水环境质量标准：执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类。

（2）环境空气

本工程为面状工程，位于农村地区，根据《环境空气质量标准》（GB 3095-2012），属于二类环境空气功能分区，环境空气质量污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 的二级标准控制。

（3）声环境

本工程为面状工程，但项目位置跨度不大，其功能区分类主要为农村地区，项目区内有农村道路，声环境按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类标准控制。

与敏感区相应的建筑施工现场界处按《建筑施工现场界噪声标准》(GB 12523-2011)控制。

(4) 生态环境

保护拟建水库所涉及的河道的水生生物的洄游、繁殖不受影响；保护拟建工程沿线环境的生态的完整性，工程建成后，区域生态体系的生产能力和稳定状况不会因工程建设而衰退到低一级别生态体系，因工程建设减少的植被应尽快恢复；保护野生动物及其繁殖、觅食的环境；按照国家有关法律法规要求保护工程影响区的土地资源、景观。

(5) 文物

经初步调查，拟建工程区没有文物分布，在施工过程中若发现受工程施工影响的文物，必须按《中华人民共和国文物保护法》的有关规定加以保护。

10.3.2 水文情势变化与生态流量满足程度

1) 对水文情势的影响分析

本水库大坝为埋石砼重力坝，考虑导流建筑物投资，第一年 8 月中旬～第一年 9 月底完成围堰的填筑和导流钢管的施工。同期进行部分大坝常枯水位以上的左右岸坝肩开挖，导流钢管和围堰施工完成后，可保证基坑枯期内的干地施工条件。第一年 10 月初～第一年 12 月底，围堰及钢管施工完成后，在围堰保护下进行大坝基础开挖和剩余左右岸坝肩土石方开挖。第二年 1 月初～第二年 3 月底大坝混凝土施工至 469.00m 高程，冲沙底孔具备过流条件，期间由导流钢管及冲沙底孔过流，上游围堰挡水。全力抢浇坝体混凝土并完成坝基帷幕及固结灌浆，坝体预留缺口。第二年 4 月初～第二年 9 月底，该时段为汛期，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的表 5.2.9 规定，本工程坝体施工期临时度汛洪水标准选择全年 10 年一遇，相应洪峰流量为 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。此时上游围堰过水，采用预留坝体缺口及冲沙底孔联合泄流的度汛方式，除坝体预留缺口外其余坝段继续浇筑上升。第二年 10 月初～第三年 2 月底，继续采用围堰挡水，采用冲沙底孔过流，完成取水塔混凝土及闸门安装、坝体混凝土、坝肩帷幕及固结灌浆、溢洪道砼等施工，坝体缺口封闭。第三年 3 月初至 3 月底，上围堰及导流钢管开始拆除，取水塔具备取水过流控制功能，冲

沙底孔具备运行条件、溢洪道具备泄流条件。后期水库择机开始初始蓄水，度汛标准为大坝设计洪水标准。

2) 生态流量满足程度

生态流量下泄是指水库在施工过程中，保证足够的下泄水流量，以避免对下游生态环境特别是对水生生物产生不良影响，导致生态环境问题。因此，下泄生态流量是水库保护河流生态环境的重要要求之一。

根据水库设计及施工导流方案，在施工期利用导流底孔进行生态流量下泄，在运行期利用导流放空隧洞进行生态流量下泄，尽量减少对河流生态环境的影响。

根据主体工程设计，坝址多年平均径流量为 $0.135\text{m}^3/\text{s}$ ，水库蓄水期仅需向下游下放生态流量，下放生态流量为 $0.014\text{m}^3/\text{s}$ 。大坝取水口进口高程 474.60m 、冲沙底孔进口高程为 471.50m ，根据取水方式不同，水库蓄水期间向下游供水分为两期。

一期向下游供水：（第三年 3 月 10 日至 3 月 16 日）水位蓄至 417.50m ，期间，放空冲沙底孔已形成，由抽水泵从上游抽水至放空冲沙底孔向下游下放生态流量，根据水库月平均流量 80%保证率计算，蓄水时间共需 7 天。

二期向下游供水：（第三年 3 月 17 日至 3 月 25 日）水位由 471.50m 蓄至死水位 474.60m ，期间从放空冲沙底孔放水至下游，向下游下放生态流量，根据水库月平均流量 80%保证率计算，蓄水共需 9 天。水库蓄水至死水位 474.60m 时，可满足下游生态流量需求。

10.3.3 供水水质预测评价

1) 工程施工对水质的影响分析

工程施工将产生少量的施工废水和生活污水，施工期产生的施工废水主要为混凝土搅拌站清洗废水、养护废水、围堰内的基坑排水与生活污水等。

根据施工组织设计，大坝施工需要填筑围堰，采取导流措施，由此会产生基坑排水。施工期间基坑排水分为初期排水和经常性排水，基坑初期排水主要污染物为 SS，悬浮物浓度相对较低；基坑经常性排水主要来自围堰渗水及雨水等，主要污染物为 SS，基坑经常性排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，废水

呈弱碱性。基坑废水若不经处理直接外排，将对近岸水域产生影响，应采取处理措施。

枢纽工程混凝土用量 $92.87\text{m}^3/\text{d}$ ，混凝土养护废水产生量 $37\text{m}^3/\text{d}$ ，其中混凝土拌和废水、养护废水主要污染物为悬浮物（SS）及碱性物质，其中 SS 浓度约为 $2000\text{mg}/\text{l}$ ，pH 值可达 9~11。

施工过程中废水来源于对各类运输汽车、施工机械的检修和冲洗，本工程日产污水量约 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，汽车、机械设备检修冲洗废水主要污染物为石油类和悬浮物，其中石油类含量约为 $20\text{mg}/\text{L}\sim 40\text{mg}/\text{L}$ 。

本工程施工区高峰期施工总人数 100 人/d，按人均日用水量 0.10m^3 计，并按 0.8 的排放系数计算，施工人员日产污水量为 $8\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水主要污染物为 BOD5、COD、氨氮。

2) 工程实施后对水质的影响分析

本工程运行后，工程本身不产生污染物，主要污染源为水库管理区职工生活污水。

由于库区没有居民，不产生生活污水，氮磷等物质在库区聚集的量相对较少，预计发生水库富营养化的趋势较小。

各渠系分别引水进入灌区实行灌溉，灌溉用水最终从灌区流入洪家关，灌溉回归水对地表水水质有一定不利影响，主要表现在农药、化肥等随回归水进入地表水体对其带来的影响，影响程度与灌溉用水期农药化肥的施用水平及水土流失情况有关。

10.3.4 水环境影响预测评价

1) 库区富营养化及下游河段水环境的影响

库区富营养化主要成因包括营养盐输入、水文条件及气候因素，营养盐输入包括农业面源、生活污水、工业废水等导致氮、磷等过量输入；水文条件包括水库水流缓慢，滞留时间长，利于藻类生长，分层现象（温跃层）加剧底层缺氧；气候因素包括高温、强光照加速藻类繁殖。本工程建设后虽然水库水流缓慢，利于藻类生长，底层厌氧环境释放硫化物、甲烷等有害物质，影响水质，但库区上游及周边没有耕地、居民点、工厂，营养盐输入少，库区富营养化的

概率比较小，但暴雨冲刷导致面源污染集中输入可增加库区富营养化的风险。

本工程水库建成后对下游河段水环境影响主要包括直接影响和间接影响，直接影响包括水库泄洪或放水时，富营养化水体携带藻类、有机质、毒素进入下游，藻类残体分解消耗 DO，导致下游河段缺氧，威胁鱼类生存，导致水质恶化；藻类优势种可能替代原有水生植物，破坏食物链，缺氧、毒素可能导致鱼类死亡或迁徙路径受阻，造成生态扰动。间接影响包括水库调度改变下游流量，影响污染物稀释能力；水流冲刷能力下降，加剧底泥污染物释放；营养盐在下游沉积区（如河口、湿地）二次富集，引发更大范围生态问题。

2) 新增城镇退水和灌溉退水对水环境的影响

城镇退水主要有 COD、NH₃-N、TP、病原微生物、重金属、有毒有机物、石油类污染物及药品与个人护理品（PPCPs）、微塑料、内分泌干扰物等污染物，对水环境的影响主要有直接影响和间接影响，直接影响包括富营养化加剧，毒性效应、病原体传播，间接影响包括底泥污染、生态系统失衡。

灌溉退水主要有氮肥、磷肥、有机磷、拟除虫菊酯类农药，以及草甘膦等除草剂残留及土壤侵蚀导致的悬浮颗粒物（SS）等污染物，对水环境的影响主要有直接影响和间接影响，直接影响包括面源污染扩散、农药毒性，间接影响包括地下水污染、生态功能退化。

城镇与灌溉退水的叠加影响主要有复合污染效应和水文响应，复合污染效应包括重金属与农药联合的协同毒性，城镇污水中的磷与农业退水中的氮形成“双限制”富营养化条件的营养盐耦合，加速藻华爆发。水文响应包括干旱季节城镇用水增加可能挤占农业灌溉水源，迫使农民使用劣质水（如污水混合灌溉），加剧污染循环；雨季城镇管网溢流与农田径流同时进入水体，导致突发性污染事件。

3) 库区水温结构及出库水温沿程变化影响

(1) 水库水温类型判别

根据《水工设计手册》（第二版）2.4.2.3，岩板田水库水温结构的判别采用 $\alpha \sim \beta$ 判别公式：

$$\alpha = \text{多年平均年径流量} / \text{总库容}$$

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{总库容}$$

$$\alpha = \text{多年平均年径流量} / \text{总库容}$$

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{总库容}$$

水库新建后水温计算结果如下表所示：

表10.3-1 水温判别计算表

总库容（万 m ³ ）	多年平均年径流量（万 m ³ ）	α	水温结构
204.58	416.05	2.12	分层型

由上表可知， $0.5 < \beta < 1$ ，水温结构为临时过渡型。

（2）垂向水温分布

岩板田水库为分层型水库，水库表层水由于受日照和气温影响，水温较高，且受风力影响紊动和混合作用明显，温度分布较均匀；库底水体受日照、气温影响较小，温度较低。

①库表和库底月平均水温计算

库表水温与气温之间有良好的相关性，根据岩板田水库区域多年平均气温以及相关实测资料，水库建成后库表年平均水温为 18.72℃。

库底水温受纬度、水深、水下建筑物、泥沙淤积、库底温度等影响，而以前两项影响最大。水库位于北纬 27°26′10.78″，经查《水利水电工程水文计算规范》中库底年平均水温沿纬度分布图，水库建成后库底年平均水温为 14.60℃。对于稳定分层型水库，各月库底水温与其年值差别甚小，可用年值代替。

②坝前垂向水温计算

水库正常蓄水位 503.0m，河床高程 463.0m，经计算坝前水深 40.0m。不同水深处水温可能存在差异，采用东勘院公式预测坝前各月垂向水温：

$$T_y = (T_0 - T_b) e^{-\left(\frac{y}{x}\right)^n} + T_b$$

$$\text{式中： } n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35}$$

$$x = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37 \times (1 + 0.1m)}$$

式中：

m—月份，

y—计算点的水深（m）；

T0—库表面平均水温，℃；

Ty—库内水深 y 处的水温，℃；

Tb—库底平均水温，℃。

预测结果见下表。

表10.3-2 岩板田水库垂向水温预测结果一览表 单位：℃

水深	月份												年均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
库表	7.6	7.9	12.8	20.1	23.2	24.7	29.4	30.5	26.4	19.1	16.2	6.7	18.72
5m	7.6	7.9	13.0	19.0	21.4	23.0	27.8	29.6	26.1	19.1	16.2	6.7	18.12
10m	7.6	8.2	13.4	17.7	19.4	20.7	24.8	27.1	24.9	18.8	16.2	6.8	17.14
15m	7.6	9.4	13.8	16.6	17.8	18.7	21.7	23.8	22.8	18.2	16.0	7.1	16.12
20m	7.6	11.5	14.2	15.8	16.6	17.2	19.0	20.5	20.2	17.3	15.8	7.9	15.29
25m	7.6	13.5	14.4	15.3	15.8	16.1	17.1	17.9	17.8	16.3	15.4	9.3	14.72
30m	7.7	14.4	14.5	15.0	15.3	15.5	15.9	16.2	16.1	15.4	15.0	11.3	14.36
35m	8.4	14.6	14.6	14.8	15.0	15.1	15.2	15.3	15.2	14.9	14.8	13.1	14.24
40m	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.60

从水库坝前断面年内各月的垂向水温分布结果可看出，水库水温分层随季节而变化，1月、3月垂向水温分布趋于均匀；5～9月分层情况较为明显，全年各月中以8月份上下层水温差别最大，表层水温30.5℃，底层水温为14.60℃，温差最大达15.9℃。

(3) 水库运行对水温的影响分析

水库坝前水深约40.0m，水位在474.60m（死水位）～503.0m（正常蓄水位）之间运行，水位变幅28.4m，水位变动有助于不同深度水体之间的热量交换。水库设置取水口，取水有利于释放库内中、下层冷水，又腾出一部分库容由温

度较高的水补充，也为库内水的热量交换提供了条件。

①对鱼类的影响

水库建成后具有多年调节水库，下放环境水水温主要取决于坝前水温分布和取水高程。

本工程评价河段内的鱼类资源是以温水性鱼类为主，生长繁殖的适宜水温是 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，超过 30°C 或低于 15°C ，鱼的食欲减退，新陈代谢变缓， 5°C 以下停止进食，如水温变冷，水体的溶氧量和化学成分将发生变化，影响鱼类和饵料生物的衍生，致使鱼类区系组成发生变化，下泄低温水将使鱼类产卵季节推迟、影响鱼卵孵化甚至造成不产卵，还会降低鱼类新陈代谢的能力，使鱼生长缓慢。

②对灌区农田灌溉的影响

水库新建后工程任务为以作为应急备用水源和工程区日常供水为主、兼顾常规灌溉供水和保障生态基流。工业用水和人饮用水对水温基本无要求，灌区取水用于农田灌溉，农作物对水温有一定要求。

水稻是喜温作物，要求有适宜温度环境，一般水温 $28\sim 38^{\circ}\text{C}$ 最适宜，不能低于 20°C ，否则会降低水稻年产量。根据新晃县的实际情况全年均不满足要求，故一般认为水温 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ 、不低于 15°C 即可用于农田灌溉。

根据灌区气候及农作物生长规律，泡田期为5月下旬至8月下旬为生长期，黄熟期和完熟期为9月下旬，灌溉设计为全年灌溉，本工程取水口水温较低，由于灌溉管道较长，灌溉水进入管道后可缓慢升温，出水温度可满足水稻各生长期水温要求。灌溉季节为夏季，区域气温较高，经过外界气温影响，水温将得到回升，在最终进行灌溉时，灌溉水温较灌溉取水口处要高，灌溉水温能达到灌区水稻生长发育需求，不会对农田灌溉造成不利影响。

10.3.5 生态影响预测评价

1) 陆生生态影响预测评价

(1) 对植物的影响分析

工程施工期间的临时占地、临时施工道路的修建、工程弃渣的堆弃等施工活动占用了土地资源，破坏了原有植物，使原有陆生植被数量减少，破坏了原

有生态系统的完整性及稳定性。工程建设影响区域没有地方特有种和珍稀濒危物种，受到影响的主要是一些分布广泛的物种，不会导致这些种类消失。相对于区域总体植物资源来说，本工程对植物的影响相对较小。

（2）对动物的影响分析

本工程渠道周边现有野生动物以农田和湿地常见动物为主。施工期间，工程占地将使陆生生物栖息地相对缩小；工程开挖、施工废水排放以及施工机械运行等将导致区域水环境、环境空气质量和声环境质量有所下降，对工程涉及区内的部分蛙类、蛇类、蜥蜴类和鼠类动物产生不利影响。由于这些陆生动物均为常见物种，适宜能力较强，在受到不利影响后，大多会主动向周边适宜生境中迁移；而且工程呈线状分布，工程影响区域主要集中在渠道两侧 50m 范围以内，影响范围相对较小，且工程规模较小，施工时段短。因此，工程施工对陆生动物的影响不大。

2）水生生态影响预测评价

工程区内水生生物主要为一些经济鱼类和虾、贝类水产品。施工期间，施工营地生活污水和生活垃圾的排放与处理纳入当地居民生活排污系统，对附近水域水质产生的影响较小。工程施工废水产生量、产生强度很小，即使直接排放在施工区内，也不会形成径流。但不排除少量可能流入施工区附近的沟渠，会使局部水域的浮游生物和底栖动物的种类组成和优势种的数量在一段时间内受到影响，改变了原有水生生物的生存、生长和繁衍条件，鱼类将择水而迁移到其它地方，施工区域鱼类密度将有所降低。但由于浮游生物的普生性及种类的相似性，影响不是很大，施工期对浮游生物的不利影响是暂时的。

3）敏感生态保护目标影响预测评价

本工程无敏感生态保护目标，无需进行敏感生态保护目标影响预测评价。

10.3.6 土壤环境影响预测评价

1）工程建设对发生土壤潜育化的影响

本工程为新建水库，对发生土壤潜育化的影响主要在运行期，水库建成蓄水后，淹没区土壤长期处于淹水状态，氧气被阻隔，形成厌氧环境，抑制微生物活性，有机质以半分解状态积累，形成泥炭层，土壤处于缺氧还原状态，铁

锰氧化物、硫酸盐被还原，导致土壤颜色变为青灰色，形成潜育层，消落带反复淹水和暴露加剧潜育层与氧化层的交替发育，导致铁锰结核富集，具体见潜育化专项预测报告。

2) 工程建设带来的土壤环境污染的影响

土壤环境的影响主要包括施工期和运行期，施工期主要为直接破坏，坝基开挖、料场取土等导致表层肥沃土壤流失，加剧水土流失；施工机械碾压降低土壤孔隙率、渗透性降低，影响植物根系生长和水循环；填方和挖方导致土壤原有层序破坏，影响地下水补给与土壤生产力；施工废水、废弃物堆放导致局部土壤污染。运行期主要为淹没区土壤退化、库岸带土壤侵蚀、地下水-土壤交互改变影响，淹没区厌氧环境减缓有机质矿化，表层沉积物可能积累未分解植物残体；水库调度导致水位频繁升降，库岸土壤受浪蚀、崩塌，加剧水土流失；蓄水后地下水位上升可能诱发滑坡，破坏土壤层序（如土质岸坡）；库区渗漏可能抬升周边地下水位，引发次生沼泽化或盐渍化；水库拦截泥沙，减少下游洪泛区营养盐补给。

3) 水库淹没及工程建设占地对土地利用的影响

工程临时占地面积面积 53.25 亩，其中旱地 5.10 亩，林地 37.70 亩（乔木材林 18.56 亩、灌木林地 19.14 亩），其他草地 10.45 亩。

占用土地将导致这部分土地原利用方式发生改变，增加当地用地紧张局面。耕地占用的土地面积相对较小且分散，因而对当地带来的不利影响也较小。水库工程建成后，由于水源条件的改善，复种指数的提高使库区内地表植被覆盖率相应提高，对土地利用率、土地生产力的提高具有促进和保障作用，从而弥补土地资源的损失。

10.3.7 人群健康影响预测评价

施工人员进入施工现场后，施工区域人口密度骤增，人员流动性增大，造成疾病传播的机率增大，容易造成传染病的发生和流行，对人群健康将产生一定的影响。

10.3.8 移民安置影响预测

由于岩板田水库工程移民安置点较分散，规模较小，因此经预测移民安置

点生活污水对地表水水质影响很小；移民安置区生活垃圾中有机物质多回田或饲畜，仅余少量无机垃圾；移民安置区将改土改田，产量将大幅增高，但不可防止会新增水土流失；受移民安置影响的植被以荒草地为主，因原荒草地植被稀疏、组成简单，原有植被类型在附近区域广有分布，移民安置对陆生植被资源及种群不会造成显著影响；县内移民安置区气候、土壤、水域及传染病流行情况环境与原居住地相似，传染病种类不会有明显变化，而集中安置区更合理的区域规划、更完善的配套设施、更好的水源及卫生条件将有利于减少传染病的发生；外迁移民生产、生活环境发生明显变化，在安置初期，因缺乏足够的预防、防疫经验，容易受到当地传染病的感染，需加强疫情监控、防疫与治疗工作。

10.3.9 施工期环境影响预测评价

工程施工将产生少量的施工废水、生活污水、大气污染及噪声污染。

施工期产生的施工废水主要为混凝土搅拌站清洗废水、养护废水、围堰内的基坑排水与生活污水等。根据施工组织设计，大坝施工需要填筑围堰，采取导流措施，由此会产生基坑排水。施工期间基坑排水分为初期排水和经常性排水，基坑初期排水主要污染物为 SS，悬浮物浓度相对较低；基坑经常性排水主要来自围堰渗水及雨水等，主要污染物为 SS，基坑经常性排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，废水呈弱碱性。基坑废水若不经处理直接外排，将对近岸水域产生影响，应采取处理措施。

大气污染源主要有两类，一类是基础开挖、填筑、施工道路开挖、隧洞开挖、渠道断面来挖、混凝土施工及车辆运输产生的粉尘与扬尘，其主要污染物为总悬浮颗粒物（TSP）；另一类是燃油施工机械的尾气排放，其主要污染物为 SO₂、NO₂、CO 等。工程施工产生的粉尘对附近的居民区空气环境及附近的施工人员将产生一定的不利影响。汽车运输引起的道路扬尘主要往道路两边扩散，在一般条件下影响范围在道路两侧 30m 之内。最大扬尘出现在道路两边，随着距离增加，粉尘浓度逐渐降低，达到环境本底值。由于风力的作用，扬尘范围在下风向有所扩大。施工车辆尾气属移动线源排放，污染物排放量相对较低，对空气质量的影响较小。

工程施工噪声主要来自施工开挖、钻孔、爆破、砂石料粉碎、混凝土浇筑

等施工活动，以及施工机械运行、车辆运输和机械加工修配等。根据规模及施工强度相似的同类工程噪声观测，施工场地噪声合成声级一般在 80dB（A）左右。在离声源边界距离为 50~200m 处噪声预测值约为 50~60dB（A）。施工活动中产生的噪声无防护设备，直接排放，对现场施工人员和附近居民带来一定的噪声污染。根据现场调查，在部分工程施工区附近有居民房屋，与施工场地相距在 50~200m 不等。工程施工作业产生的噪声，经衰减后对施工区附近居民点的声环境有一定的不利影响，特别是在夜间的超标，应采取一定的措施进行防护与控制。

10.3.10 其他环境影响预测

本项目产生的固体废弃物包括施工弃渣及施工期生活垃圾。

施工弃渣主要来源于基础开挖、料场开采、施工场地平整、施工道路建设、隧洞施工等工程活动，弃渣主要为泥土、砂石等，本工程弃渣量共计 7.13 万 m³。施工弃渣若随意堆放将产生较为严重的水土流失。工程产生的弃渣堆放将破坏堆置区植被和景观，改变弃渣堆置区部分陆生动物的栖息环境。

施工期生活垃圾产生量约 84kg/d，施工期生活垃圾产生量为 85.68t，生活垃圾如随意堆放将破坏环境卫生。

10.3.11 环境推荐意见和保护要求

1) 环境推荐意见

针对新建水库引发的环境问题，需制定系统性保护策略，结合技术、管理及政策手段，实现生态保护与工程效益的平衡。

工程方案优化建议：采用分层取水设施、鱼道、生态护坡等生态友好型工程措施，优先利用现有道路和设施，减少土石方开挖和临时占地。

生态保护措施：施工期设置隔离带，采取水土保持措施，保护陆域生态植被，增设生态放水设施，保障生态基流，设置鱼类洄游通道，实施增殖放流，运营期实施植被补种等生态修复措施，

水环境保护措施：施工期生产废水沉淀后回用，生活污水达标排放，运行期定期监测库区及下游水质，清理库底污染物，防范库区富营养化。

环境风险防控：制定化学品泄漏、洪水风险等突发环境事件应急预案，对

库区滑坡、渗漏等地质灾害提出监测预警措施。

2) 环境保护要求

强制性要求：施工期禁止在生态红线区、水源保护区等敏感区域设置弃渣场、营地，严格落实“三同时”制度，施工噪声、扬尘、废水排放需符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》《大气污染物综合排放标准》等，明确下游河道生态需水量，设置生态放水设施并纳入工程调度方案。

建立环境监测计划，定期跟踪水质、生态、水土流失等指标。成立环境管理专职机构，落实环保资金和责任制。

公众参与和信息公开：环评阶段需公示环境影响报告书，征求公众意见并反馈采纳情况。运营期定期公开环境监测数据，接受社会监督。

10.4 生态流量保障

10.4.1 泄放设施

生态流量下泄是指水库在施工过程中，保证足够的下泄水流量，以避免对下游生态环境特别是对水生生物产生不良影响，导致生态环境问题。因此，下泄生态流量是水库保护河流生态环境的重要要求之一。

根据水库设计及施工导流方案，在施工期利用导流底孔进行生态流量下泄，在运行期利用输水涵管进行生态流量下泄，尽量减少对河流生态环境的影响。

10.4.2 运行方案

根据主体工程设计，取水管采用坝内埋管方式引至下游，取水管采用直径DN700 钢管，放空管出口水平引至下游蝶阀室，放空管兼供水、放空及下放生态流量，在放空管上设置叉管接供水主管与生态流量管，其中输水主管（DN700）生态流量管（DN200）放空管（DN700）。本工程坝址多年平均流量为 $0.135\text{m}^3/\text{s}$ ，根据相关规范要求，单孔DN200的生态泄流管泄流量为 $0.014\text{m}^3/\text{s}$ ，大于生态流量，可常年按要求泄放生态流量。

10.5 水环境保护

10.5.1 水源地保护方案

本项目施工区附近没有重点保护水域，饮用水水源保护措施包括：

（1）建立和完善生活饮用水源地保护规划。根据全县统一要求，对辖区饮

用水源地进行了基础情况调研，提出初步治理方案，明确水源地保护目标、任务、责任和措施。

(2) 对重点水源地保护区内的污染源进行全面调查，根据各类污染源的排放状况，明确水源污染防治重点。

(3) 禁止在生活饮用水源保护区建设畜禽养殖场，对已在上述区域建成的畜禽养殖场限期搬迁或关闭。

(4) 在生活饮用水源地的建设项目，必须严格遵定有关规定，做好建设项目的报批、验收工作。

(5) 制定生活饮用水源污染事故处理应急预案，对威胁饮用水源安全的突发事件进行处置。

(6) 加强工业固废和危险废物管理，依法查处向饮用水源地倾倒工业固废、危险废物和生活垃圾的违法行为。

10.5.2 受水区污染防治方案

本工程受水区为何家田溪，根据工程性质，运行期基本无污水影响受水区，仅在施工期存在水污染，主要水污染防治方案为施工期水污染防治，主要防治措施包括：

(1) 强化对饮用水源取水口的保护，在区内设置告示牌并加强取水口的绿化工作。定期组织人员进行检查。

(2) 加大施工废水的治理力度，废水进行处理后回收利用，实现废水资源化利用，实在不能利用的废水，水污染排放不得超过国家或者地方规定的水污染物排放标准和重点水污染物排放总量控制指标。

(3) 加强居民和施工人员的环保意识，改善环境不仅要对其进行治理，更重要的是通过各方面的宣传来增强居民和施工人员的环保意识，环保意识增强了，破坏环境的行为就自然减少了。

(4) 施工的废水排放，如果只重视末端治理，很难达到改善目前水污染状况目的，所以我们要实现废水资源化利用。

(5) 少量创建填埋场，让废水废气都能够经过处理，由于填埋场占地面积大，浪费土地资源，所以应少量创建。

10.5.3 水温不利影响减缓措施

(1) 水库水温类型判别

根据《水工设计手册》(第二版) 2.4.2.3, 岩板田水库水温结构的判别采用 $\alpha \sim \beta$ 判别公式:

$$\alpha = \text{多年平均年径流量} / \text{总库容}$$

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{总库容}$$

$$\alpha = \text{多年平均年径流量} / \text{总库容}$$

$$\beta = \text{一次洪水总量} / \text{总库容}$$

水库新建后水温计算结果如下表所示:

表10.5-1 水温判别计算表

总库容 (万 m ³)	多年平均年径流量 (万 m ³)	α	水温结构
204.58	416.05	2.12	分层型

由上表可知, $0.5 < \beta < 1$, 水温结构为临时过渡型。

(2) 垂向水温分布

岩板田水库为分层型水库, 水库表层水由于受日照和气温影响, 水温较高, 且受风力影响紊动和混合作用明显, 温度分布较均匀; 库底水体受日照、气温影响较小, 温度较低。

①库表和库底月平均水温计算

库表水温与气温之间有良好的相关性, 根据岩板田水库区域多年平均气温以及相关实测资料, 水库建成后库表年平均水温为 18.72℃。

库底水温受纬度、水深、水下建筑物、泥沙淤积、库底温度等影响, 而以前两项影响最大。水库位于北纬 27°26'10.78", 经查《水利水电工程水文计算规范》中库底年平均水温沿纬度分布图, 水库建成后库底年平均水温为 14.60℃。对于稳定分层型水库, 各月库底水温与其年值差别甚小, 可用年值代替。

②坝前垂向水温计算

水库正常蓄水位 503.0m, 河床高程 463.0m, 经计算坝前水深 40.0m。不同水深处水温可能存在差异, 采用东勘院公式预测坝前各月垂向水温:

$$T_y = (T_0 - T_b)e^{-\left(\frac{y}{x}\right)^n} + T_b$$

式中： $n = \frac{15}{m^2} + \frac{m^2}{35}$

$$x = \frac{40}{m} + \frac{m^2}{2.37 \times (1 + 0.1m)}$$

式中：

m—月份，

y—计算点的水深（m）；

T0—库表面平均水温，℃；

Ty—库内水深 y 处的水温，℃；

Tb—库底平均水温，℃。

预测结果见下表。

表10.5-2 岩板田水库垂向水温预测结果一览表 单位：℃

水深	月份												年均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
库表	7.6	7.9	12.8	20.1	23.2	24.7	29.4	30.5	26.4	19.1	16.2	6.7	18.72
5m	7.6	7.9	13.0	19.0	21.4	23.0	27.8	29.6	26.1	19.1	16.2	6.7	18.12
10m	7.6	8.2	13.4	17.7	19.4	20.7	24.8	27.1	24.9	18.8	16.2	6.8	17.14
15m	7.6	9.4	13.8	16.6	17.8	18.7	21.7	23.8	22.8	18.2	16.0	7.1	16.12
20m	7.6	11.5	14.2	15.8	16.6	17.2	19.0	20.5	20.2	17.3	15.8	7.9	15.29
25m	7.6	13.5	14.4	15.3	15.8	16.1	17.1	17.9	17.8	16.3	15.4	9.3	14.72
30m	7.7	14.4	14.5	15.0	15.3	15.5	15.9	16.2	16.1	15.4	15.0	11.3	14.36
35m	8.4	14.6	14.6	14.8	15.0	15.1	15.2	15.3	15.2	14.9	14.8	13.1	14.24
40m	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.60

从水库坝前断面年内各月的垂向水温分布结果可看出，水库水温分层随季节而变化，1月、3月垂向水温分布趋于均匀；5～9月分层情况较为明显，全年各月中以8月份上下层水温差别最大，表层水温 30.5℃，底层水温为 14.60℃，

温差最大达 15.9℃。

(3) 水库运行对水温的影响分析

水库坝前水深约 40.0m，水位在 474.60m（死水位）～503.0m（正常蓄水位）之间运行，水位变幅 28.4m，水位变动有助于不同深度水体之间的热量交换。水库设置取水口，取水有利于释放库内中、下层冷水，又腾出一部分库容由温度较高的水补充，也为库内水的热量交换提供了条件。

①对鱼类的影响

水库建成后具有多年调节水库，下放环境水水温主要取决于坝前水温分布和取水高程。

本工程评价河段内的鱼类资源是以温水性鱼类为主，生长繁殖的适宜水温是 15～30℃，超过 30℃或低于 15℃，鱼的食欲减退，新陈代谢变缓，5℃以下停止进食，如水温变冷，水体的溶氧量和化学成分将发生变化，影响鱼类和饵料生物的衍生，致使鱼类区系组成发生变化，下泄低温水将使鱼类产卵季节推迟、影响鱼卵孵化甚至造成不产卵，还会降低鱼类新陈代谢的能力，使鱼生长缓慢。

②对灌区农田灌溉的影响

水库新建后工程任务为以作为应急备用水源和工程区日常供水为主、兼顾常规灌溉供水和保障生态基流。工业用水和人饮用水对水温基本无要求，灌区取水用于农田灌溉，农作物对水温有一定要求。

水稻是喜温作物，要求有适宜温度环境，一般水温 28～38℃最适宜，不能低于 20℃，否则会降低水稻年产量。根据新晃县的实际情况全年均不满足要求，故一般认为水温≤35℃、不低于 15℃即可用于农田灌溉。

根据灌区气候及农作物生长规律，泡田期为 5 月下旬至 8 月下旬为生长期，黄熟期和完熟期为 9 月下旬，灌溉设计为全年灌溉，本工程取水口水温较低，由于灌溉管道较长，灌溉水进入管道后可缓慢升温，出水温度可满足水稻各生长期水温要求。灌溉季节为夏季，区域气温较高，经过外界气温影响，水温将得到回升，在最终进行灌溉时，灌溉水温较灌溉取水口处要高，灌溉水温能达到灌区水稻生长发育需求，不会对农田灌溉造成不利影响。

10.5.4 地下水位影响减缓措施

(1) 施工期

合理安排施工时间，为防止污废水下渗对地下水造成污染，应在施工期对工程可能产生污废水的地方采取地面硬化、防渗处理等措施。对污废水进行集中处理，做好污废水处理设备的运行和维护，减少和杜绝处理设施的跑冒滴漏现象，以防止或减少污废水下渗。

(2) 运行期

灌溉区域提倡绿色农业生产，提倡使用高效、低残留的农药、化肥。科学施用农药、化肥，发展绿色农业，倡导标准化农业生产。采取有效的控制措施及科学的管理方法后，化肥的使用对灌区土壤的影响降至最低。对于农药要科学合理使用，推广生物防治新技术和新产品，推广用无公害环保型农药，加强生物防治等环境保护措施，遵从相关技术导则的规定的使用量和使用方式，使灌区农药的使用对灌区水质影响最小。

10.5.5 废污水处理及水质保护措施

工程施工废水主要包括砼工程废水、机械检修冲洗废水及施工临时生活区生活污水。其中，砼工程产生的废水中污染物主要为悬浮物，机械设备运行、检修、设备冲洗产生的废水主要为含油废水，施工临时生活区生活污水污染物主要为有机物。经沉淀池、油水分离池等对污水进行处理后可满足环境用水要求。污水排放标准执行 GB 8978-1996《污水综合排放标准》的一级标准，SS 排放浓度控制在 70mg/L 以下，pH 控制在 6~9，COD 排放浓度控制在 100mg/L 以下，NH₃-N 排放浓度控制在 15mg/L 以下，由于水库下游有灌区，污水排放标准达到 GB 5084-2021《农田灌溉水质标准》的水田作物标准，SS 排放浓度控制在 80mg/L 以下，pH 控制在 5.5~8.5，COD 排放浓度控制在 150mg/L 以下，BOD 排放浓度控制在 60mg/L 以下。

(1) 含油废水处理

为保证施工机械和运输车辆保养、冲洗废水不污染当地土壤环境和水环境，含油废水必须集中处理。机械修配废水主要污染物是石油类，浓度 25mg/L。机械修配废水采用隔油池处理后回用，在机械修配、汽车保养场地周围设置集水

沟，收集含油废水，经沉淀、除油处理后，回用于施工区道路喷洒降尘，不外排，沉淀的污泥集中收集，随工程弃渣一起交由有处置权的单位处置。

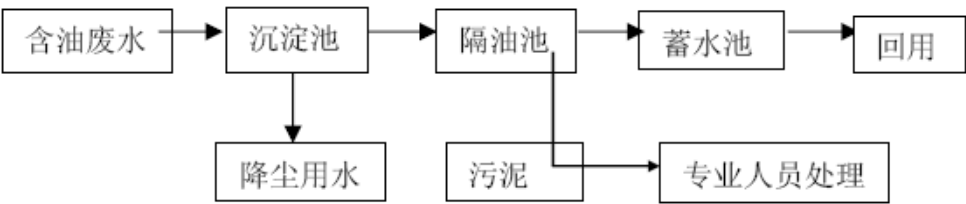


图 10.5-1 含油废水处理工艺流程图

(2) 生产废水处理

工程中混凝土施工产生的废水中的悬浮物含量较高，对于混凝土搅拌冲洗产生的碱性废水，在工程废水处理中，先采用明沟集中收集入污水池，加入中和药剂后进入沉淀池进行沉淀中和处理，经二级沉淀后尽可能回用，沉淀池沉淀时间应达到 6 小时以上，经过二级沉淀池的污泥集中收集，随工程弃渣一起交由有处置权的单位处置。

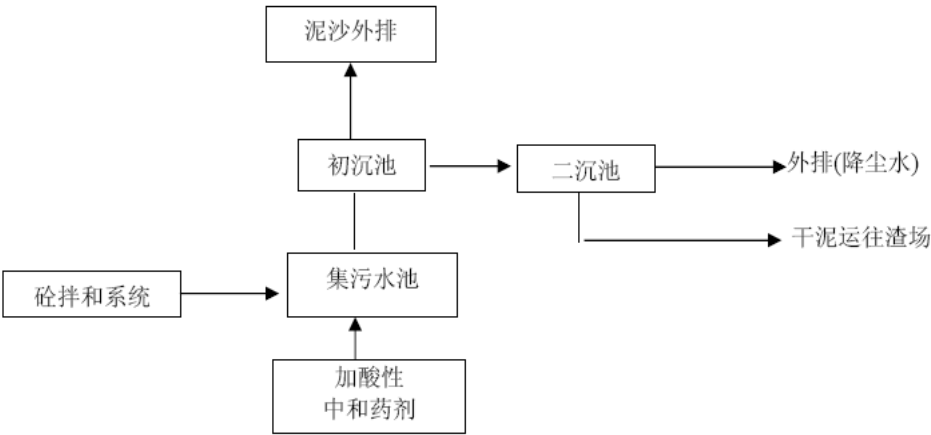


图 10.5-2 生产废水处理工艺流程图

(3) 生产污水处理

为了防止施工人员生活污水污染局部水域环境，可在各工程的施工营地附近适当位置根据需要修建若干个临时厕所及初级处理设施对其进行厌氧消化处理，处理后上清液排入农田灌溉系统，污泥运至弃土场填埋。工程施工高峰期生活污水排放量按人均生活用水量 0.1m³/d 的 80%计算，初级处理设施采用三格式化粪池形式。

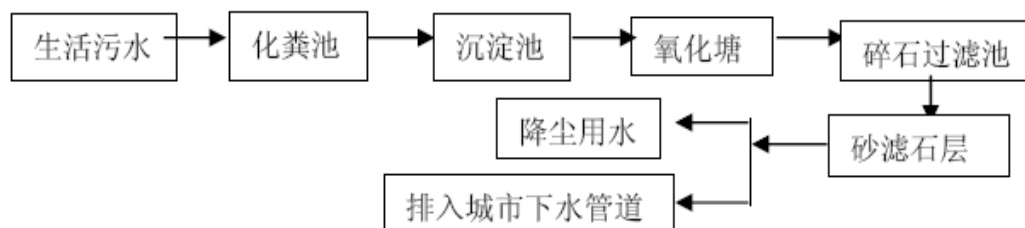


图 10.5-3 生活污水处理工艺流程图

10.6 生态保护

10.6.1 珍稀、濒危、特有植物保护措施

本工程施工区附近无珍稀、濒危、特有陆生植物，施工期对一般陆生植物、植被的影响源主要为工程占地、人员进驻及施工活动等，其影响范围主要限于施工区域。施工活动将会对施工区附近的植物、植被造成影响。运行期对陆生植物环境基本无影响。

(1) 施工前，对周边居民及施工人员进行环保宣传和培训工作。采用图片、宣传画、录像片等多种宣传形式普及施工人员野生植物保护知识，增强其环保意识，并自觉地进行物种保护。

(2) 工程施工时，规范施工行为，合理有序施工，优化施工组织，开挖、堆渣等工程活动将对工程区域部分地表植被造成直接损害，减少无序施工对陆生植物的破坏，工程竣工后需对施工迹地采取植树、种草、复耕等方式进行绿化，防止水土流失，发现珍稀、濒危、特有植物立即上报林业管理部门。

10.6.2 珍稀、濒危、特有动物保护措施

本工程施工区附近无珍稀、濒危、特有陆生动物，施工期对一般陆生动物的影响源主要为工程占地、人员进驻及施工活动等，其影响范围主要限于施工区域。永久占地使得动物生境受到影响，临时占地施工结束后恢复到施工前的状态。施工人员进驻，增加了对施工区周围动物及其生境的干扰程度，特别是部分环保意识淡薄人员，有可能捕杀野生动物。施工活动将会对一些动物在一定程度上起到威胁驱赶的作用。运行期对陆生动物环境基本无影响。

(1) 施工前，对施工人员进行环保宣传和培训工作。采用图片、宣传画、录像片等多种宣传形式普及施工人员野生动物保护知识，让施工人员了解陆生

动物的形态、大小、习性，懂得物种保护的重要性，增强其环保意识，并自觉地进行物种保护。

(2) 工程施工期间，加强施工管理与监理，在各施工区共设置生态警示牌，标明工程施工区范围，禁止施工人员猎捕蛙类、蛇类、鸟类、鱼类等野生动物和从事其它有碍生态环境保护的活动，发现珍稀、濒危、特有野生动物立即上报林业管理部门。

10.6.3 湿地保护措施

本工程施工区不涉及湿地，无需进行湿地保护。

10.6.4 水生生物保护措施

施工期间，加强施工管理，禁止施工人员非法捕捞河道内的鱼类或伤害其它水生动物。

10.6.5 其他生态保护措施

实行生态环境管理，制定施工期施工人员生态保护守则。负责组织实施工程环境保护中生态保护和生态恢复的各项措施，并对这些措施的实施效果进行检查和监督。

10.6.6 环境敏感区保护措施

本项目不涉及其他环境敏感区，无需进行其他环境敏感区保护措施。

10.7 土壤环境保护

10.7.1 土地退化防治工程、生物和管理措施

防治土地退化是一项综合性的系统工程，要按照“因地制宜、突出重点、治理与开发相结合”的原则进行。本工程可能会造成土地退化的原因主要是荒山荒坡、施工区的水土流失和土壤污染，土地退化的防治工程主要为：

一是结合水土保持，对荒山荒坡大力植树种草，实现封山育林，增加林木覆盖面积。对土薄干旱的山坡，根据坡度、土壤和植被覆盖状况，因地制宜地进行整地造林。

二是防治土壤污染，将施工期间造成土壤板结、土壤质量下降的各项施工材料中的有害物质，生活垃圾，建筑垃圾等，交由有处置权的单位进行合理处置。

三是根据施工组织设计，要求施工期机械车辆在设定的施工道路上行车，不能随意碾压临时道路以外的施工区域，严格控制对地表的扰动。将施工现场尽量控制在一定范围之内，在施工区四周插上小旗，拉上范围线。制定施工管理条例，运用管理措施减少地表的扰动面积；在临时道路路面上铺设砾石增加强度，但为防止汽车扬尘，还应定期洒水，促使路面及早硬化，施工结束后，对沿线的弃渣场可在完工后平整场地，并撒播草籽进行绿化，以利于天然状态下植被的恢复。

10.7.2 污泥底泥处置方案

本工程不涉及污泥底泥，无需进行污泥底泥处置方案设计。

10.8 人群健康保护

10.8.1 施工区和移民安置区疫情调查和检疫计划

施工期间，大量施工人员进场，外来人口多，人口流动性大，环境卫生及生活饮用水质量难以保证，使肠道传染病流行的可能性增大；此外，一旦传染源输入，流感、流脑等呼吸道传染病也可能流行。

施工期间，为预防施工区传染病的流行，在施工人员进驻施工工地前，应对施工人员进行全面健康调查和病情建档，并定期进行抽样检疫。抽样调查方法采用随机法，随机抽取人群人数的 10%。抽检病种有肝炎、肺结核等，并根据抽检结果制定治疗和预防措施。对接触高浓度粉尘、高强度噪声作业岗位的施工人员增加职业病检查频次。对从事以上工种的施工人员采取必要的防护措施，减轻施工对人员健康的危害。施工人员进入进驻工地后，应做好饮用水的消毒处理与管理，采取药物或物理方法消除蚊、蝇、鼠等媒介生物的孳生条件，落实施工人员的预防服药、预防接种工作，做好卫生宣传和教育，提高施工区人群卫生知识水平和健康保护意识。

10.8.2 自然疫源性、介水传染病防治措施

(1) 公共卫生保护措施

本工程施工临时生活区进行全面的清理和消毒。在施工临时生活区设置两个公共厕所，厕所设 5~8 个蹲位，由专人负责进行卫生清理。定期对施工区进行消毒清理。

（2）施工区传染病预防措施

加强饮食卫生的管理，建立餐具消毒制度。改善施工人员的居住环境。施工期间发现传染病患者应立即隔离治疗。

10.8.3 施工场地卫生清理方案

在施工临时生活区内设垃圾桶，安排 4 人负责日常生活垃圾的清扫，垃圾运输由施工运输车辆兼运，将垃圾由垃圾桶集中收集后，运至新晃县生活垃圾填埋场一并处理，每周清运 3~4 次。

10.8.4 施工区饮水安全保障措施

施工期间大量施工人员聚集工地，应注意饮用水卫生和食品卫生。施工人员生活原有的生活区内，生活饮用水可用生活区内自来水，也可采用地下水水源，但需净化处理符合《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）后方可饮用。

10.9 大气及声环境保护

10.9.1 粉尘污染、底泥臭气防治措施

（1）粉尘污染

在施工过程中土方开挖填筑、混凝土拌和及车辆运输易产生粉尘，对施工作业场所施工人员和周边居民有一定影响，因此应采取洒水或配备防尘装置等措施以降低对环境的影响。

对处于产尘量较大的水泥拌和、施工开挖区的施工人员以及运输工作人员，按照国家劳动保护的规定，发放防尘用品。对位于居民密集区的施工段，应采用支架纤维布幕材料进行阻隔，以减弱扬尘和噪声对居民区的污染。

在施工期配备洒水车 1 台，场地及道路清扫、洒水人员 4 人，每天定时对施工道路洒水 4~6 次，遇高温干旱天气可适当增加洒水次数，雨天则不用洒水。洒水路段为土石料、渣料运输道路沿线居民点附近路段，洒水量按 1.5L/m²控制，由施工区水泵从河道抽取。

加强施工区绿化，施工区应形成乔、灌、草结合的绿化防护体系，在满足绿化功能的同时，尽量选择吸尘作用较强的树种。

（2）燃油尾气

燃油尾气主要来源于施工机械及运输车辆，主要污染物为 SO₂ 及 NO_x 等。

工程所需材料运输使用的均为大功率卡车，燃油发动机排放尾气量较大，运输时若发生超载现象，则尾气污染更严重。因此需要采取相应措施降低对环境的影响。

加强大型施工机械和车辆的管理。对所有车辆及大型施工机械定期检查、定期维护。尾气不能达标排放的汽车，必须配置消烟除尘设备。施工机械使用无铅汽油等优质燃料。发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，应予更新。

加强施工汽车、推土机、挖掘机等燃油设备的维护，保持设备的良好运行，既节约能源又减少污染物的产生。同时尽量利用电力作为施工机械能源，减少燃油污染物的产生。加强车辆运输的合理调配，尽量压缩工区汽车数量与行车密度，减少汽车尾气排放。

施工区临时生活区及办公区位于郊区，为防止煤烟对周围环境的污染，建议使用罐装液化气或电能等清洁能源作为生活燃料来源。

（3）底泥臭气

无需进行底泥臭气防治。

10.9.2 声环境保护措施

施工噪声主要分两类：施工机械噪声和交通噪声。

根据同类工程类比，在不考虑多源噪声叠加的情况下，所有固定施工机械产生的施工噪声在距离声源 20m 范围外均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）昼间标准限值，夜间各固定施工机械施工噪声在距离声源 50m 范围外均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）夜间标准限值。

（1）噪声源控制

加强施工区噪声源管理，做好机械设备使用前的检修，减少设备非正常运行时所产生的噪声。骨料筛分、混凝土搅拌等强噪声源，在选址上应尽可能远离居民点及施工人员临时生活办公区。改进施工技术，选用低噪声设备和工艺，如砂石筛分系统采用聚氨酯筛网，机动车辆采用指向性强、低噪声喇叭，控制喇叭使用的次数。高噪声施工机械应合理安排使用时间，减少夜间施，配备、

使用减震装置。加强道路养护和车辆的维修保养，防止路面出现坑洼。运输车辆控制超载、限速，在经过市区居民区时车辆限速在 15km/h 行进，城区内严禁鸣笛。

（2）噪声传播途径控制

合理布置办公生活区和施工场地，将噪声大的场地及设备与居民区隔开或拉大两者距离。拌和机、空压机等大于 100dB 的固定噪声源，采用多孔性吸声材料建立隔声屏障、隔声罩，控制噪声的传播途径。

利用绿化降低噪声。结合施工区绿化和水土保持流失防护措施，采用植树、植草坪等绿化手段减少噪声的感染程度。

（3）施工人员及其他受体噪声防护

加强劳动保护。改善施工人员作业条件，高噪声环境下的施工作业人员，每人每天工作时间不多于 6h，并配发噪声防护用具，如耳塞、防声头盔等。

10.10 其他环境保护

10.10.1 生活垃圾、建筑垃圾和危险废物处置

建筑垃圾中的废钢筋可进行回收再利用，碎石块、废石料、水泥块及混凝土残渣等、可以在施工建设中综合利用，剩余的堆放到护岸内外护脚，施工建筑垃圾对环境影响较小，及时运往各施工点附近的垃圾填埋场。

10.10.2 景观保护、恢复措施

本工程实施会对河道产生一定的环境破坏，造成部分水土流失，通过采取环境保护及水土保持相关的措施，可有效的控制环境保护及水土流失，且主体工程设计中已结合景观对大坝、护岸进行设计，本章节中无需新增景观设计。

10.10.3 移民安置区环境保护

本工程无移民安置区，无需进行移民安置区环境保护。

10.11 环境管理及监测

10.11.1 管理和监理方案

（1）管理方案

本工程施工期较长，环境管理工作定员为 2 人，负责组织管理施工区和移民安置区的环境保护工作，配备必要的信息处理和交通、通讯设备。运行期间，

环境管理工作移交工程管理部门。

1) 筹建期

筹建环境管理机构，并对环境管理人员进行培训。

根据环境影响评价结果及主管部门的审查批复意见开展相应专题的研究及工程影响区环境背景调查。

确保环境保护设计文件的有关内容列入招标文件及施工合同文件。

2) 施工期

宣传、贯彻、执行国家有关部门制定的环境保护方针、政策及法规条例等。

根据工程特点，编制出完善的工程环境保护规章制度和管理方法，编制工程影响区环境保护工作实施计划。

加强环境监测，委托有相应资质的单位开展有关环境监测工作。

整编日常工作资料，建立环境信息系统，编制各年（季）度环境质量报告，作为环境保护“三同时”的依据，并呈报上级主管部门。

加强工程建设环境监理，聘请环境监理专业人员开展环境监理工作，业务上接受工程监理的指导。

组织和实施环境保护规划，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环保经费的使用情况，保证各单项工程建设执行“三同时”制度。

协调处理工程引起的环境污染事故和环境纠纷。

加强环境保护的宣传教育和技术培训，提高人们的环境保护意识和参与意识以及工程管理人员的技术水平。

（2）监理方案

环境监理是工程监理的重要组成部分，应贯穿工程建设全过程。其主要任务是根据业主要求，在工程施工和移民安置期间监理承包商如何履行合同规定的防治水污染、空气污染、噪声污染和固体废弃物处理等环保条款以及合理利用土地、保护人群健康和珍稀动植物、防止水土流失等要求。对环保工程建设质量、施工进度、投资的合理使用、环保设施运行等进行监督管理；对工程项目承包商的环境季报、年报进行审核、提出审查、修改意见。各环境保护项目实行环境总监理工程师负责制，在环境总监理工程师的领导下，成立环境监

理项目部，根据环境监理的不同项目分为若干监理组，各负其责，使工程环境保护项目做到“三控二管一协调”。根据本工程环境监理工作量，需环境监理人员 2 名。环境监理人员应严格地履行其监理职责，切实起到监督管理的作用，确保环境保护工作的有效实施。

10.11.2 环境监测计划

本工程对环境的影响主要集中在施工期，随着施工的结束，工程对环境的影响也随之结束，因此，制定环境监测计划时主要考虑施工期环境监测。

(1) 水质监测

- 1) 任务：监测工程施工对施工区河道水质的影响。
- 2) 监测项目：主要为 SS、COD、总磷、总氮、氨氮、BOD5、粪大肠菌群类。
- 3) 监测时期：为施工期。
- 4) 监测频次：每 3 个月 1 次，每次连续采样 3 天，每天取水样 1 个，如遇暴雨等其他超常情况适当增加测次。
- 5) 点位布设：在库尾、大坝、溢流堰出口各设一处取样断面设置一条取样垂线，共 3 处。

(2) 大气监测

- 1) 任务：监测施工区域以及施工区附近敏感点大气污染程度。
- 2) 监测项目：TSP、CO、NOX。
- 3) 监测时期：为施工期。
- 4) 监测频次：每季各监测 1 期，每次连续采样 3 天，每天 07 时、12 时、18 时各 1 次，每次测一小时，并根据施工区超常情况可适当增加测次。
- 5) 点位布设：根据施工区空气污染源分布情况，选择能反映施工区大气质量状况的有代表性的施工区域和附近有特殊保护对象的施工区域。设计设置样点 4 个，具体位置应视当时具体施工地段而定。

(3) 噪声监测

- 1) 任务：监测施工噪声对周围环境的影响。
- 2) 监测项目：等效 A 声级 L_{eq} 。

3) 监测时期：为施工期。

4) 监测频次：每季各监测 1 期，每次连续采样 3 天，每天白天、晚上各 1 次，每次连续读取 100 个数据，并根据施工区超常情况可适当增加测次。

5) 点位布设：设计设置样点 4 个，具体位置随工程施工情况的变化而变化。

10.12 环境保护投资概算

本次环境保护投资概算价格水平年为 2025 年，编制的依据、主要工程材料单价与主体工程相一致，不足部分按市场价格和《水利水电工程环境保护概估算编制规程》规定编制。本工程环境保护投资包括施工区环境保护投资、人群健康保护投资、施工期环境保护管理与监测及监理三项，施工期环境保护总投资为 290.25 万元。

表10.12-1 环境保护工程投资概算表

序号	措施及费用名称	单位	数量	单 价 (元)	合计 (万元)
I	环境保护措施				173.15
一	生态流量保障				
二	水环境保护				34.05
(一)	供水水质保护				9.05
1	隔离防护与宣传警示				9.05
	围栏	m	3000	27.5	8.25
	宣传牌	个	8	500	0.40
	警示牌	个	8	500	0.40
(二)	工程施工废污水处理				25.00
1	砂石料加工废水处理	处	1	20000	2.00
	主体工程施工期设施运行与维护	月	24	2000	4.80
2	混凝土拌合系统废水处理	处	1	20000	2.00
	主体工程施工期设施运行与维护	月	24	2500	6.00
3	含油废水处理	处	1	15000	1.50
	主体工程施工期设施运行与维护	月	24	3000	7.20
4	生活污水处理	处	1	15000	1.50
三	生态环境保护				12.40
(一)	陆生植物保护				2.40
1	就地保护				2.40
	封育围栏	m	600	30	1.80
	警示牌	个	12	500	0.60
(二)	水生生态保护				7.5
1	栖息地保护与修复				0.60
	警示牌	个	12	500	0.60
2	鱼类捕捞过坝	年	3	5000	1.5
3	水生生物放流				5.4
	育苗放流	尾	20000	2.5	5.00

序号	措施及费用名称	单位	数量	单 价 (元)	合计 (万元)
	虾蟹放流	kg	800	5	0.4
(三)	库区消落带治理				2.50
1	植物措施				2.50
	植树	株	5000	5	2.50
四	大气环境保护				12.20
(一)	粉尘污染防治				7.20
	洒水降尘	月	24	3000	7.20
(二)	废气污染防治	项	1	50000	5.00
五	声环境保护				25.50
(一)	声源控制				25.50
	声屏障	m ²	3400	75	25.50
六	固体废物处置				9.12
(一)	生活垃圾处置				9.12
	垃圾桶	个	12	300	0.36
	垃圾收集站	m ²	20	1500	3.00
	外运处置	月	24	2400	5.76
七	土壤环境保护				0
八	景观保护				
九	人群健康保护				11.35
(一)	检疫防疫				5.29
	施工区进场前一次性清理与消毒	m ²	3541	10	3.54
	卫生防疫	处	5	3500	1.75
(二)	疾病防治				1.10
1	介水传染病防治				1.10
	施工人员防护设备	人	200	55	1.10
(三)	其他防治				4.96
1	施工饮用水净化处理				0.36
	消毒药剂	kg/月	240	15	0.36
2	公共厕所	个	2	8000	1.60
3	化粪池	个	2	15000	3.00
十	建设征地与移民安置环境保护				8.85
(一)	生活垃圾处置				8.85
	垃圾桶	个	3	300	0.09
	垃圾收集站	m ²	20	1500	3.00
	外运处置	月	24	2400	5.76
十一	环境监测与生态调查				59.68
(一)	施工期监测与调查				54.80
1	施工废污水水质监测	点.年	2	20000	4.00
2	地表水水环境质量监测				6.00
	水质监测	断面.次	24	2500	6.00
3	环境空气质量监测	点.次	32	2000	6.40
4	声环境质量监测	点.次	32	1800	5.76
5	土壤环境质量监测	点.次	24	5000	12.00
6	生态调查				18.24
	陆生生态调查	期	24	3800	9.12
	水生生态调查	期	24	3800	9.12
7	人群健康监测	期	6	4000	2.40

序号	措施及费用名称	单位	数量	单 价 (元)	合计 (万元)
(二)	运行期监测设备				4.88
1	生态流量自动监控设施				2.38
	监测监控设备	台	1	10000	1.00
	数据传输设备	台	1	6000	0.60
	安装费	项	1	3000	0.30
	主体工程施工期设施运行与维护	月	24	200	0.48
2	工程取水口饮用水水质自动监测设施				2.10
	水质监测设备	台	2	8000	1.60
	数据传输设备	台	2	2000	0.40
	安装费	项	2	500	0.10
3	水质污染风险预警预报系统	项	2	2000	0.40
II	独立费用				67.32
一	环境管理费		6.00%	173.15	10.39
二	环境监理费	月	34	5000	17.00
三	生产准备费		1.00%		1.73
四	环境影响评价费		3.00%		5.19
五	环境保护验收费				15.00
六	科研勘测设计费		10%		17.32
七	其他		0.40%		0.69
III	基本预备费		8.00%		19.24
IV	环境影响补偿费				
V	总投资				290.25

11. 水土保持设计

11.1 概述

11.1.1 前期主要成果

本项目可研阶段设计中已对相关水土保持措施进行设计，经审批同意可研阶段中采取的措施对项目施工期进行水土流失防治。

(1) 根据可行性研究阶段主体设计，工程选址不在国家划定的相关敏感区内，符合《生产建设项目水土保持技术标准》工程选址（线）的基本要求，因此从水土保持的角度出发，本工程的建设基本不存在水土保持制约性因素。

(2) 本项目建设过程中扰动地表面积 18.74hm^2 ，毁损水土保持设施面积为 18.74hm^2 ，建设期水土流失总量 3222.00t ，其中新增水土流失量为 3091.63t 。水土流失主要发生时段为施工期，是水土流失防治和监测的重点时段，水土流失防治的重点部位是主体工程区、弃渣场区。项目建设会给当地生态环境造成一定影响，若防治不当将会导致项目区生态环境恶化，不仅给工程的安全运行带来隐患，而且制约晃州镇部分地区社会经济的可持续发展。

(3) 项目工程划分为 4 个水土流失防治区：主体工程防治区、施工临建设施区、临时道路防治区、弃渣场区，临时堆土场位于各工程区范围内，不另设防治区。

(4) 根据可行性研究阶段主体设计，本工程涉及工程为枢纽工程建设区及临时占地，水土流失防治责任范围为 18.74hm^2 ，防治标准执行南方红壤区二级标准。

(5) 本工程土石方开挖量为 141248m^3 ，均为土方，可以采用利用料，消纳 37017m^3 ，弃方 104231m^3 。

(6) 本项目若不采取有效的水土保持措施，在工程施工和运营过程中，地表扰动会致使大量土壤裸露。降雨时，雨水的冲刷将裹挟大量泥沙，这些泥沙会随着地表径流进入下游河道，造成河道泥沙含量急剧增加，加剧河道的淤积状况，影响河道行洪能力，引发洪涝隐患。周边肥沃的农田耕作层也会因水土流失而遭到破坏，土壤肥力下降，农作物生长所需的养分难以留存，致使农作物产量大幅降低，影响当地农业生产和农民收入。项目区域内的水塘和沟渠同

样会被泥沙淤积，使得水塘调蓄水量的能力减弱，沟渠输水效率降低，灌溉系统无法正常发挥作用，进一步影响灌区的灌溉效益。而在灌区的堤防边坡，如果防护措施不到位，在雨水长期浸泡和坡面径流冲刷作用下，土体的稳定性遭到破坏，就有产生滑坡、崩塌等水土流失侵蚀形态的潜在危险。这不仅会对周边居民的生命财产安全构成威胁，修复滑坡、崩塌造成的破坏，还需要投入大量人力、物力和财力，给工程本身带来较大的经济损失，延误灌区建设进度，阻碍区域经济的可持续发展。

11.1.2 自然概况及涉及敏感区分布情况

据新晃侗族自治县气象局资料，年平均气温 $15.9\sim 17.3^{\circ}\text{C}$ ，最冷月平均气温 $1.6\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均气温 $25.7\sim 28.6^{\circ}\text{C}$ ；无霜期 $246\sim 356\text{d}$ ，年日照时数为 $1014.5\sim 1590.2\text{h}$ ；多年平均雨日 $154\sim 169\text{d}$ ，多年平均降雨量 1171.3mm ，年最大降雨量 1461.9mm ，年最小降雨量 684mm ；多年平均风速 1.1m/s ，最大风速 16.7m/s （1983 年 4 月 27 日），风向 WSW，汛期（4~9 月）最大风速多年平均值 13.0m/s 。

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB 50434-2018）的规定，生产建设项目水土流失防治标准等级应根据项目所处地区水土保持敏感程度和水土流失影响程度确定。

本工程位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组境内，根据 2013 年 8 月 12 日水利部办公厅水保〔2013〕188 号《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》，工程区不涉及国家级水土流失重点防治区。根据《湖南省水土保持规划》，项目区位于南方红壤区的江南山地丘陵区湘西南山地保土生态维护区，土壤侵蚀强度以轻度、中度流失为主，水土流失形式以水力侵蚀为主，表现形式主要为面蚀、沟蚀，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

11.1.3 本阶段主要成果

根据初步设计阶段主体设计，本工程涉及工程为枢纽工程建设区及临时占地，水土流失防治责任范围为 16.20hm^2 ，防治标准执行南方红壤区二级标准，划分为 4 个水土流失防治区：主体工程防治区、施工临建设施区、临时道路防

治区、弃渣场区，临时堆土场位于各工程区范围内，不另设防治区。

本工程水土保持概算总投资 410.45 万元，工程措施费为 211.10 万元，植物措施费为 29.45 万元，监测措施费 50.70 万元，临时措施费为 26.32 万元，独立费用为 69.67 万元，预备费为 19.36 万元，水土保持补偿费 3.84 万元。

11.2 主体工程水土保持评价

11.2.1 水土保持制约性评价

1)《中华人民共和国水土保持法》制约因素分析

拟建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组境内，最大坝 49.5m，坝长 134.40m。坝顶宽 6.0m。坝址集雨面积 7.35km²，总库容 204.58 万 m³，是座小

(1) 型水库。项目区位于湘西南山地保土生态维护区，但通过提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失，不存在绝对限制性因素。同时水土保持考虑对工程扰动范围内的草地及林地可剥离表土进行了剥离，后期用于恢复植被，保护了表土资源，基本能够满足《中华人民共和国水土保持法》在修订后对生产建设项目提出的新要求，其相符性分析见下表。

表11.2-1 对照《中华人民共和国水土保持法》符合性分析表

序号	相关条款	中华人民共和国水土保持法	本项目情况	相符性分析
1	第十七条第一、二款	地方各级人民政府应当加强取土、挖沙、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区取土、挖沙、采石等可能造成水土流失的活动。崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区的范围，由县级以上人民政府规定并公告。	本项目建设不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。	符合
2	第十八条第一款	水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本项目所在区域不属于水土流失严重、生态脆弱区。	符合
3	第二十四条第一款	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本项目所在区域不属于水土流失重点预防区和重点治理区。	符合

序号	相关条款	中华人民共和国水土保持法	本项目情况	相符性分析
4	第二十五条第一款	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失的生产建设项目，生产建设单位应当编报水土保持方案，报县级以上人民政府主管部门审批并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。没有能力编制水土保持方案的，应当委托具备相应技术条件的机构编制。	本项目建设单位应委托具有相关技术能力的机构编制项目水土保持方案。	委托后符合
5	第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合应用，不能综合利用、确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目建设过程中，挖方尽量用于填方及骨料利用，不能综合利用，需废弃的，运至指定消纳场处置，符合法律法规要求。	符合
6	第三十八条第一款	对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。生产建设活动结束后，应当及时在弃渣场、开挖面和存放地的裸露土地上植树种草、恢复植被，对闭库的尾矿库进行复垦。	工程建设前进行表土剥离，集中堆放保存，施工结束后回覆表土。	符合

2) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)

经现场调查，本项目区不在泥石流易发区，也不存在滑坡体等不良地质。本项目建设区域内没有全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点实验区；工程区降雨充沛，光照充足，生态自然恢复相对容易。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)中明确规定的强制性条款，包括对项目建设的有关规定，对主体工程选址、施工组织设计、工程施工的约束性规定以及点型建设类工程的特殊规定等结合本项目特点进行分析，其相符性分析如下表所示。

表11.2-2 对照《生产建设项目水土保持技术标准》符合性分析表

序号	项目名称	水土保持技术规范中要求的强制性条款	本项目情况	相符性分析
1	工程选址	1、选址（线）应避免水土流失重点预防区和重点治理区。 2、选址（线）应避免河流两岸、湖泊、水库周边的植物保护带。 3、选址（线）应避免全国水土保持观测点和水土保持监测站点、重点试验区以及国家确定的水土保持长期定位观测站。	1、项目区不涉及水土流失重点预防区和重点治理区。 2、本项目建设不涉及河流两岸植物保护带。 3、本项目区占地范围内没有水土保持监测网络中的监测站、试验站和观测站。	满足要求
2	取土（石、砂）场	严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土（石、料）场。	本项目未在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土场。	满足要求。
3	弃土（石、砂）场	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场，并明确要求必须严格执行。	本项目未在有重大影响的区域设置弃渣场。	满足要求。
4	施工组织	1、应控制施工场地占地，避开植被相对良好的区域和基本农田。 2、应合理安排施工，防止重复开挖和多次倒运，减少裸露时间和范围。 3、弃土、弃石、弃渣应分类堆放。 4、外借土石方应优先考虑利用其他工程废弃的土（石、渣），外购土（石、料）应选择合理的料场。	1、严格控制施工场地占地面积，避开了植被良好区。 2~4、提出管理要求。	通过提出防护措施及施工管理建议，工程施工组织可以满足约束性规定要求。
5	工程施工	1、施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内。 2、施工开始时应首先对表土进行剥离或保护，剥离的表土应集中堆放，并采取防护措施。 3、裸露地表应及时防护，减少裸露时间；填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。 4、临时堆土（石、渣）应集中堆放，并采取临时沉沙、拦挡等措施。 5、围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。 6、弃土（石、渣）场地应事先设置拦挡设施，弃土（石、渣）应有序堆放。 7、土（石、料、渣）方在运输过程中应采取保护措施，防止沿途散溢。	1、通过提出施工管理要求，在施工结束后进行迹地的恢复。 2、提出施工管理要求，表层熟土资源珍贵，需剥离表层土保障后期绿化用土。 3、提出施工管理要求。 4、对临时堆放土石补充临时拦挡、临时排水及临时苫盖措施。 5、实施临时苫盖措施。 6~7、提出施工管理要求。	通过提出完善措施，工程施工可以满足约束性规定要求。

3)《水利水电工程水土保持技术规范》的符合性评价

(1) 环境影响评价结论

本工程建设不涉及自然保护区等生态敏感区域。本工程建设的不利影响主要是集中在施工期，因工程建设产生“三废”及噪声将对附近环境造成短期不利影响，这些影响均属于水利工程施工的常规影响，无特殊性，且随着工程施工的结束而逐渐消失，不会产生永久性的不利影响。从环境保护角度分析，本工程是积极可行的。

(2) 水土保持分析评价

本工程施工过程中通过严格控制施工扰动范围，尽量减少工程施工对土地的占压、扰动和植被破坏，并适当提高水土流失防治标准，加强水土保持措施防护，可以减轻或消除工程建设带来的不利影响。

工程建设过程中大坝、灌溉引水隧洞、放空隧洞等的开挖，大坝坝身填筑、永久道路、边坡支护、房屋建筑等施工过程中，需严格施工管理，严禁红线外施工，最大限度的减少工程建设对地表的扰动和植被的破坏；并做好施工临时开挖土方的拦挡和覆盖，施工场地周边的排水措施，工程施工结束后应及时清除地表硬化物，恢复天然水域及植被。

同时通过施工过程中的合理土石方调配，做到坝体和施工管道填方及时填筑，充分利用开挖料，并做临时堆料（土）的临时拦挡和覆盖及排水；边坡开挖后及时防护，减少坡面植被裸露时间。最大限度减少因施工不当引发的水土流失。

本项目与《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）的符合性评价详见下表。

表11.2-3 与《水利水电工程水土保持技术规范》的符合性评价表

序号	规定内容	本项目情况	相符性分析
1	应控制和减少对原地貌、地表植被、水系的扰动和损毁，减少占用水土资源，注重提高资源利用效率。	本工程施工布置较为紧凑，施工生产生活区结合永久占地布置，减少占用水土资源，提高资源利用效率。	不存在制约
2	对于原地表植被、表土有特殊保护要求的区域，应结合项目区实际剥离表层土、移植植物以备后期恢复利用，并根据需要采取相应的防护措施。	工程区对占用的耕、园及林地表土已经考虑了剥离和防护措施。	不存在制约

序号	规定内容	本项目情况	相符性分析
3	主体工程开挖土石方应优先考虑综合利用，减少借方和弃渣。弃渣应设置专门场地予以堆放和处理，并采取挡护措施。	本工程尽量利用自身开挖土石方，减少了弃渣。	不存在制约
4	弃渣场防护措施设计应在保证渣体稳定的基础上进行。	弃渣场设置防护措施，并将基础设置在基层上。	不存在制约
5	严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场。弃渣场不应影响河流、河谷的行洪安全；弃渣不应影响水库大坝、水利工程取水建筑物、泄水建筑物、灌（排）干渠（沟）功能；不应影响工矿企业、居民点、交通干线或其他重要基础设施的安全。	本项目未在有重大影响区域设置弃渣场。	不存在制约

由以上分析可知，本项目符合《中华人民共和国水土保持法》《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）相关强制性规定。但项目区属澧水中游省级水土流失重点治理区，应当提高防治标准，完善水土保持措施，加之项目区属亚热带常绿阔叶林带，植被条件较好，施工引起的水土流失可通过完备的水土保持措施降至最低。项目建设将扰动地表，存在一定制约因素。施工过程中应特别注意对表土资源进行剥离、保护和利用。通过工程措施、植物措施和临时措施控制水土流失，恢复原有生态环境。

4) 《生产建设项目水土保持方案审查要点》的符合性评价

经现场调查，本项目区不在水土流失严重、生态脆弱区域、崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区。根据《生产建设项目水土保持方案审查要点》（办水保〔2023〕177号）中明确规定的强制性条款，包括对项目建设的一般规定，对主体工程选址、施工组织设计、工程施工的约束性规定以及点型建设类工程的特殊规定等结合本项目特点进行分析，其相符性分析如下表所示。

表11.2-4 与《生产建设项目水土保持方案审查要点》的符合性评价表

序号	规定内容	本项目情况	相符性分析
1	禁止在水土流失严重、生态脆弱区域开展可能造成水土流失的生产建设活动，确因国家发展战略和保障国计民生需要建设的，按照相关法律法规及政策要求，在科学论证的基础上，依法办理审批手续。	否。	不存在制约
2	项目选址（线）应当依法严格避让水土流失重点预防区、重点治理区。确实无法避让的，应进行分析论证，执行水土流失防治一级标准，截排水与拦挡工程级别和防洪标准应提高一级，林草覆盖率应提高 1—2 个百分点。	项目所在的区水土流失防治标准执行南方红壤区二级标准。	不存在制约
3	禁止在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土场。	项目区内无泥石流易发区、崩塌滑坡危险区等。	不存在制约
4	禁止在河湖管理范围（含水库淹没区）内设置弃渣场；禁止在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃渣场。	本项目未在有重大影响的区域设置弃渣场。	不存在制约

本工程所选方案结合现状地形条件，合理布局，充分利用土地资源，土石方量较少，土建工程量较少，淹没范围较少，占地面积较少，枢纽布置建筑物较集中，运行管理方便，材料用量较少，失事的概率较低，安全可靠性好，对周边水土保持影响程度较小，施工速度快，尽快去除对施工区水土保持设施的扰动，从水土保持色角度看，本工程建设方案不存在水土保持制约性问题。

11.2.2 主体工程选址、总体布置、施工布置与施工方法、主体工程中具有水土保持功能的措施等水土保持评价

11.2.2.1 主体工程选址（线）水土保持评价

岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组境内，最大坝 49.5m，坝长 134.40m。坝顶宽 6.0m。坝址集雨面积 7.35km²，总库容 204.58 万 m³，是座小（1）型水库，工程等别为IV等，主要建筑物级别为 4 级，次要建筑物级别为 5 级。挡水建筑物设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 500 年一遇，消能防冲洪水标准为 20 年一遇。

1) 场区道路均采用开挖基础，通过合理边坡支护，尽可能减少开挖量和开挖高度，不存在高填深挖段。

2) 水库工程为面状工程，枢纽工程拦截现在河道，灌溉、供水工程管道沿道路布置，均不存在沿山丘沿山脊进行建设活动。

3) 项目工程选址(线)已依法严格避让水土流失重点预防区、重点治理区。

4) 项目区占地范围内不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园以及重要湿地等其他水土保持敏感区。根据相关规定,应禁止擅自填堵河道和向河道内倾倒垃圾、废渣及其他废弃物。

总体来讲,本项目工程选址符合水土保持相关规定的要求。

11.2.2.2 总体布置水土保持评价

本项目主要分为四个区主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场区,主体工程区主要枢纽工程区、防汛公路、管理用房及引水建筑物的建设,总占地面积 1.85hm^2 , 布设截水沟,沉砂池,以拦截泥沙,减少水土流失,表土堆放采取临时苫盖,撒播草籽;弃渣场主要是堆放工程建设过程中产生的弃渣,共占地面积 1.55hm^2 , 周围布设截水沟、沉砂池;临时道路区共修建临时道路共占地 0.13hm^2 , 待施工完成后需恢复土地利用现状,周围布设临时排水沟、临时沉砂池;临建设施区主要是施工期间办公和休息的场所,占地面积 0.32hm^2 , 周围布设临时排水沟、临时沉砂池,待施工完成后需恢复土地利用现状。

本工程总体布置结合现状地形条件,合理布局,充分利用土地资源,动土石方量较少,土建工程量较少,淹没范围较少,占地面积较少,枢纽布置建筑物较集中对周边水土保持影响程度较小,施工速度快,尽快去除对施工区水土保持设施的扰动,从水土保持色角度看,总体布置方案合理。

11.2.2.3 施工布置与施工方法水土保持评价

1) 施工布置评价

从水土保持角度分析,主体施工布置上考虑了综合利用,提高土地利用率;施工场地布置于平缓地带,减少土石方工程量;场内道路布置兼顾各个工作面,缩短运距。

2) 施工时序评价

根据枢纽永久建筑物的布置特点、施工条件及导流程序,在对溢流坝段、左右岸挡水坝段及取水口坝段等工程项目的施工进度进行分析论证后,拟定本工程总工期为 24 个月。工程建设期可划分为工程筹建期、施工准备期、主

体工程施工期、工程完建期。第一年 5 月份之前为工程筹建期；第一年 5 月初至第一年 7 月底为施工准备期，共 3 个月；第一年 8 月初至第三年 2 月底为主体工程施工期，共 19 个月；第三年 3 月初至第三年 4 月底为工程扫尾期，共 2 个月。

（1）工程筹建期

本工程筹建期主要进行对外交通新建与扩建、施工供电、业主征地、移民及招投标等工作。部分工作在工程筹建期与施工准备期内穿插完成。

（2）施工准备期

施工准备期从第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。施工准备工程主要包括场内交通工程、施工场地整平、生产生活房屋建设、混凝土生产系统建设、施工工厂设施、场内风水电安装，筹建期未完成的工作等项目的建设，并完成大坝两坝肩部分开挖。

①生产生活区建设

生产生活区建设安排在第一年 5 月初至第一年 6 月底，历时 2 个月。

②场内交通

场内交通安排在第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。

③混凝土生产系统建设

混凝土生产系统建设安排在第一年 5 月初至第一年 7 月底，历时 3 个月。

（3）主体工程施工期

主体工程主要包括大坝工程及导流工程，第一年 6 月初坝顶以上开挖，从 9 月份主体正式开挖开始至第三年 2 月底，历时 19 个月，为主体工程施工期。

1）导流工程

导流工程主要包括导流涵管施工、围堰施工等施工，导流涵管及围堰施工安排在第一年 8 月初～第一年 9 月底，历时 2 个月。

2）大坝工程

（1）土石方开挖

大坝土石方开挖包括左右岸坝肩开挖和大坝基础开挖，开挖总量为 8.4 万 m³，分别安排在第一年 6 月初至第一年 12 月底。平均开挖强度为每月 1.2 万

m³。

（2）坝体混凝土施工

一阶段混凝土（浇筑至度汛高程 469.00m）安排在第一年 10 月中旬至第二年 3 月底，第二年汛期来时安排二阶段混凝土（坝顶高程 506.00m）施工，施工时间为第二年 4 月初至第二年 12 月底，溢洪道砼在第三年 1 月初至第三年 2 月底施工，固结灌浆和帷幕灌浆均在大坝基础砼盖板形成后施工。坝体混凝土浇筑共计 10.17 万 m³，平均浇筑强度为每月 5980m³。

（4）工程完建期

工程扫尾期为第三年 3 月初至第三年 4 月底，历时 2 个月，主要进行导流钢管及围堰拆除、下闸蓄水及金结制安、机械设备退场、资料整理、施工场地恢复及复土还耕等收尾工作，工程竣工等。

导流钢管及围堰拆除时间为第三年 3 月初至 4 月底，导流钢管及围堰拆除后即刻开始蓄水，第三年 3 月初至 3 月中旬可蓄水至死水位，初步满足供水要求。金结制安安排在第三年 3 月初至 3 月底进行，主要有进水口拦污栅、进水闸门、事故闸门及启闭设备等的安装。

从施工进度方面看，建议将对地表扰动较剧烈和集中的施工准备期安排到年底或春季，或应采取临时拦挡、排水、沉沙等措施予以控制，合理安排施工进度与时序，缩小裸露面积和减少裸露时间，减少雨季施工的水土流失。

3）施工方法及施工工艺评价

本工程施工组织设计中，在施工土石方、施工场地设计、弃渣外运、施工工序等方面都考虑到了环境的保护和水土流失的预防。

根据施工组织设计，大坝坝肩土石方开挖遵循“先岸坡、后河床”和“自上而下、逐层开挖”的原则，河床截流前完成部分岸坡开挖，截流后再进行河床基础开挖。开挖产生的弃土石渣集中运至当地的消纳场处置，有利于水土保持。

管道开挖渣料较少且分散，管道回填就近分摊至管线区，防止弃渣扩散，有利于水土保持。

综上所述，主体工程施工组织设计对土石方的调配及利用基本合理，采用

了相对先进的施工工艺，施工场地设计、弃渣外运、施工工序等方面都考虑到了环境的保护和水土流失的预防，最大限度降低了工程可能造成水土流失危害，符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）关于对主体工程施工组织设计的约束性规定。对主体设计中存在的水土流失问题，水土保持建议在施工过程中应补充完善临时防护措施、表土剥离及堆存利用、植被恢复等防护措施；施工生产及生活设施周边应完善排水措施，补充排水沟及沉沙池。

11.2.2.4 主体工程中具有水土保持功能的措施水土保持评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）附录 D，本项目为水利水电工程生产建设项目，弃渣场挡渣墙、临建设施区、弃渣场区排水沟、截水沟界定为水土保持措施，临建设施区挡土墙、围堰修筑和拆除、施工导流工程不界定为水土保持措施。根据本项目主体工程设计，主体工程设计中有防汛公路 C20 砼排水沟、边坡喷砼护坡、隧洞 C20 砼排水沟，存在一定的水土保持功能，纳入水土流失防治体系，水土保持建议在施工过程中应补充完善其他临时防护措施、表土剥离及堆存利用、植被恢复等防护措施；施工生产及生活设施、临时道路周边应完善排水措施，补充排水沟及沉沙池；取料场应补充排水措施；弃渣场应补充挡渣墙、排水措施、植被恢复等水保措施。

11.2.3 水土保持要求与建议

根据水土保持评价结论，结合本工程特点及区域生态环境特征，对主体工程设计提出以下水土保持要求与建议，以降低施工期和运行期的水土流失风险：

1) 设计优化要求

平面布局调整：减少高填深挖区域，优先利用原有地形，优化道路、管线、场地标高，降低土石方量。避开生态敏感区，确需占用的须采取生态补偿措施。

土石方平衡优化：细化土石方调配方案，优先利用开挖土方回填或绿化覆土，减少外借土方和弃渣量。明确表土剥离与保护措施，剥离厚度建议 $\geq 30\text{cm}$ ，单独堆放并覆盖防尘网。

边坡防护设计：对坡比大于 1:1.5 的土质边坡，采用生态护坡代替硬质护坡。石质边坡采用挂网喷播、植生槽等复绿技术，并设置截排水系统。

2) 水土保持工程措施建议

排水系统设计：完善场区雨污分流系统，设置生态排水沟和沉砂池，控制径流冲刷。硬化区域采用透水铺装，增加雨水下渗，减少地表径流。

植被恢复措施：优先选用本地适生树种和草种，乔灌草结合配置，提高植被覆盖率与水土保持效果。裸露地表及时覆绿，施工临时占地结束后需恢复原地貌或复垦。

临时防护设施：施工期设置临时拦挡、苫盖及排水沟，控制施工扬尘和泥水外溢。

3) 施工管理要求

施工时序优化：避开雨季进行大规模土方作业，降雨前对裸露面采取苫盖或临时绿化措施。分段施工，减少单次开挖面积，缩短地表暴露时间。

弃渣场管控：弃渣场须设置拦渣坝、截排水沟和后期复绿方案，弃渣综合利用，减少外运量。

4) 监测与管护建议

水土保持监测：施工期布设监测点位，定期监测土壤侵蚀量、径流泥沙含量，动态调整防护措施。重点关注高陡边坡、弃渣场等敏感区域稳定性。

后期管护机制：竣工验收后移交管护责任，定期维护排水设施、补植损毁植被，确保水土保持设施长期有效。

11.3 水土流失防治责任范围及防治分区

11.3.1 水土流失防治责任范围和防治分区

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的有关规定，本工程的水土流失防治责任范围即为项目建设区。根据初步设计阶段主体设计，本工程涉及工程为枢纽工程建设区及临时占地，水土流失防治责任范围为16.20hm²，详见下表。

表11.3-1 水土流失防治责任范围表

防治责任范围		占地地类 (hm ²)						
一级分区	二级分区	合计	水田	旱地	水域	荒地	林地	园地
主体工程区	枢纽工程区	0.64		0.18	0.16		0.29	
	防汛公路区	1.21	0.04	0.03	0.05	0.73	0.37	
	淹没区	12.36	0.62	4.12	1.78	0.08	5.54	0.21
临建设施区		0.32		0.25		0.07		
临时道路区		0.13	0.00	0.08		0.05		
弃渣场		1.55				0.04	1.51	
小计		16.20	0.66	4.65	1.99	0.97	7.72	0.21

根据项目初步设计的工程的布局、功能、施工工艺及其建设特点等，将项目工程划分为 4 个水土流失防治区：主体工程防治区、施工临建设施区、临时道路防治区、弃渣场区，临时堆土场位于各工程区范围内，不另设防治区。

11.3.2 水土流失防治责任范围确定的原则和依据

1) 原则

(1) 全面覆盖原则

防治责任范围应涵盖项目建设及运行过程中可能造成水土流失的区域，包括永久占地、临时占地。

(2) 科学分区原则

根据工程类型、施工工艺、地形地貌和植被条件，将防治责任范围划分为防治分区，并针对不同分区提出差异化防治措施。

(3) 动态调整原则

施工过程中因设计变更或施工方案调整导致扰动范围变化时，需及时补充调查并更新防治责任范围。

(4) 权责统一原则

明确建设单位为水土流失防治责任主体，对施工期和自然恢复期的水土流失负责。

(5) 预防为主原则

优先保护未扰动区域，尽量减少对原地表植被和土壤的破坏，避免防治责任范围盲目扩大。

2) 依据

按照“谁开发、谁保护，谁造成水土流失、谁负责治理”的原则，结合建

设方案、施工布置、征地移民及现场调查，本工程水土流失防治责任范围包括主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场，防治责任范围的确定需通过专家评审并报水行政主管部门审批，最终以批复的水土保持方案为准。

11.3.3 水土流失防治分区

11.3.3.1 分区依据

项目区进行水土流失防治分区的目的是为了合理布设防治措施，便于进行分区防治措施设计，并准确计算防治措施工程量。水土流失防治分区的主要依据有：

- 1) 项目区地形地貌特征、水土流失及防治现状资料。
- 2) 项目区土壤侵蚀类型及强度、水土保持类型及效果等现场查勘情况。
- 3) 主体工程布局、施工扰动特点、工程建设时序等。
- 4) 主体工程总平面布置图。

11.3.3.2 分区原则

- 1) 各分区之间的自然条件、水土流失特点和工程特点具有显著差异性。
- 2) 各分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
- 3) 一级分区应具有控制性、整体性、全局性。
- 4) 二级及其以下分区结合工程布局 and 施工区进行逐级分区。
- 5) 各级分区应层次分明，具有相关性和系统性。
- 6) 各分区内工程建设时序基本相同，施工工艺基本一致，水土流失防治措施体系基本相同。

11.3.3.3 防治分区

根据本工程的特点、项目建设运行过程对水土流失的影响、区域自然条件、各单项工程功能差异以及不同场地的水土流失特征、水土流失防治重点等因素，确定水土流失防治分区。本方案章节 11.2 介绍项目区新晃县位于澧湘西南山地保土生态维护区，经分析研究，根据水土保持区域和地形地貌将项目区划分一级区为主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场 4 个区，其中取料场位于水库淹没区，在此基础上，根据项目特点二级分区将主体工程区划分为淹没区、枢纽工程区、防汛公路区 3 个。

表11.3-2 水土流失防治分区表

一级区	二级区	扰动地表面积
主体工程区	枢纽工程区	0.64
	防汛公路区	1.16
	淹没区	0
临建设施区	/	0.25
临时道路区	/	0.13
弃渣场	/	1.55
合计		3.77

11.4 水土流失影响分析与预测

11.4.1 预测时段和内容

11.4.1.1 预测范围及预测单元划分

根据相关规定，本工程的预测范围即工程的永久征地和临时占地范围之和，包括主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场，经计算，施工期预测范围共计 3.84hm^2 ，自然恢复期水土流失预测范围为 2.97hm^2 。

根据本工程的特点，本次预测将项目区按丘岗区进行预测，每个区再划分为主体工程区、临建设施区、临时道路区、弃渣场 4 个预测单元。

11.4.1.2 预测时段

水土流失预测时段需要根据每个施工单元的施工进度安排，结合产生水土流失的季节，按最不利条件来确定，施工时间超过雨季长度的按照一年计算，不超过雨季长度的按照所占雨季长度的比例计算，并分施工期和自然恢复期 2 个时段预测，自然恢复期指扰动结束后未采取水土保持措施条件下，土壤侵蚀强度减弱并接近原背景值所需的时间，根据项目区自然条件，确定本项目自然恢复期为 2 年。

根据项目施工组织安排，本工程施工总工期 24 个月，结合以上原则依据主体工程施工进度安排，确定本项目的分区预测时段见下表。

表11.4-1 分区预测范围及时段一览表

预测范围	预测面积 (hm ²)		预测时段 (a)	
	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期
主体工程区	1.85	0.98	2	2
临建设施区	0.32	0.32	2	2
临时道路区	0.13	0.13	2	2
弃渣场	1.55	1.55	2	2
小计	3.84	2.97		

11.4.1.3 预测内容

根据《开发建设项目水土保持技术规范》规定，结合该工程项目特点，本项目水土流失预测内容如下：

- 1) 扰动原地貌面积、损坏土地和植被面积的预测；
- 2) 损坏水土保持设施面积和数量的预测；
- 3) 工程建设过程中弃渣量预测；
- 4) 可能造成新的水土流失面积及流失量预测；
- 5) 可能造成水土流失危害的预测。

11.4.2 水土流失影响分析

11.4.2.1 扰动地表面积

建设过程中扰动原地貌、损坏土地及植被的面积预测是水土流失预测的主要组成部分。在水土保持治理过程中，对占用、扰动地表面积的统计关系到水土保持治理过程中的规划、治理和投资等问题。

工程建设过程中，土石方开挖及回填、建筑物基坑开挖、取土弃渣等行为均对原地貌、土地和植被均造成扰动和损坏。由 11.3.2 节分析可知本项目共计占用土地 16.20hm²，其中淹没区占地 12.36hm²，根据施工组织设计，结合现场调查，本工程扰动地表面积亦为 3.84hm²。

11.4.2.2 损坏的水土保持设施预测

项目建设过程中，对征地范围内的原地貌、土壤和植被产生很大的改变和破坏，基础开挖、场地回填将使施工区植被全部破坏，土壤裸露，松散土石遇外力或雨水浸泡易产生水土流失。交通道路修建、施工场地平整也会对原地貌、土地及植被产生一定影响。弃渣堆放压占植被，对原地貌产生扰动。同时，为保证水库运行安全，保护水库环境卫生，控制水传染疾病，防止水质污染，给水库防洪、灌溉、供水等综合开发利用创造有利条件，在水库蓄水前需进行库底清理，对原地貌也产生扰动。经统计，本项目扰动地表总面积 3.84hm²，扰动陆域地表面积为水田、旱地、林地、荒草地等。

11.4.2.3 弃渣量的预测

本工程土石方开挖共 8.40 万 m³，其中弃土方 3.04 万 m³，弃石方 4.09 万

m³，本工程最终土石方开挖弃料共计 7.13 万 m³，全部弃置于主体设计规划的弃渣场内，容量能够满足要求，土石方转运应在非汛期进行，以减少水土流失。

11.4.3 预测方法和主要参数

11.4.3.1 预测方法

1) 扰动原地貌、破坏地表和植被面积

主要根据主体工程设计文件、图纸，结合现场调查、勘测统计确定。

2) 损坏水土保持设施面积

采用收集资料和野外勘查相结合的方法进行统计计算。主要在对项目区土地利用类型调查的基础上，按《省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》中有关水土保持设施的界定标准，根据《可研报告》建设征地与移民安置章节统计进行损坏水土保持设施的数量预测。

3) 弃土（石、渣）量预测

根据主体工程施工组织设计提供的工程土方平衡表，结合本工程实际施工所形成的弃渣场表土剥离等情况，采用算法进行。通过查阅项目工程的相关设计资料，结合主体工程施工方法和施工工艺特点，对项目工程施工过程中的土方开挖量、回填量等进行分析，计算出项目工程可能产生的弃土（渣）量。

4) 水土流失量预测

根据项目区土壤侵蚀背景资料和工程建设特点，项目区水土流失类型主要为水力侵蚀，土壤侵蚀预测方法根据项目区所在地土壤侵蚀有关资料，初步确定原地貌土壤侵蚀模数，同时根据现场勘查资料，参考类比工程，确定扰动后土壤侵蚀模数，采用经验公式法进行可能造成的土壤流失量预测。

土壤流失量预测计算公式：

$$W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji}$$

新增土壤流失量计算公式：

$$\Delta W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：W ——土壤流失量，t；

ΔW ——新增土壤流失量，t；

F_{ji} ——某时段某单元的预测面积， km^2 ；

M_{ji} ——某时段某单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

ΔM_{ji} ——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，只取正值，负值按 0 计；

T_{ji} ——某时段某单元的预测时段，a；

i ——预测单元 ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)；

j ——预测时段， $j = 1, 2, 3$ ，指施工准备期、施工期和自然恢复期。

e) 可能造成水土流失危害

通过对工程建设特点的分析，预测工程建设造成的水土流失可能对本工程、当地土地资源以及下游河道、周边生态环境等方面造成的不利影响。

11.4.3.2 预测参数取值

1) 原地貌土壤侵蚀模数

根据 2023 年湖南省水土保持公报，本区水土流失以黄壤、紫色土强度面蚀、沟蚀为主，崩岗侵蚀和城镇开发区、工矿区废弃土石渣的流失也很严重。由于人们的水土保持和环境保护意识淡薄，加上林区粮食短缺、经济贫困等原因，使至过度采伐林木、垦殖陡坡地等破坏植被的现象时有发生。

2) 扰动后侵蚀模数取值

扰动后土壤侵蚀模数确定包括对施工期土壤侵蚀模数和自然恢复期土壤侵蚀模数。

自然恢复期是指工程完工后不采取任何水土保持措施的情况下，植被自然恢复，使土壤侵蚀模数达到原背景值所需的时间，本工程自然恢复期取 2 年，详见下表。

表11.4-2 项目区扰动后土壤侵蚀模数表

预测区域	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)		
	原生	施工期	自然恢复期
主体工程区	329.40	10000	4500
临建设施区	376.84	7500	4200
临时道路区	382.00	800	4500
弃渣场	351.16	17000	4600

土料场	0.00	9000	860
临时堆土区		9000	860

11.4.3.3 新增水土流失分析与预测

通过预测，本项目背景值条件下水土流失总量 47t，建设期水土流失总量 1215t，其中施工期 946t、自然恢复期 269t，预测期新增土壤流失量 1168t。工程水土流失量预测结果见下表。

表11.4-3 工程水土流失量及新增水土流失量表

项 目	预测范围 (hm ²)		扰动后流失量 (t)		新增水土流失量 (t)	
	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期	施工期	自然恢复期
主体工程区	1.85	0.98	370	88	357	82
临建设施区	0.32	0.32	48	27	45	24
临时道路区	0.13	0.13	2	11	1	10
弃渣场	1.55	1.55	527	143	516	132
小计	3.84	2.97	946	269	920	248
合计			1215		1168	

表11.4-4 水土流失量汇总表

分 区	水土流失总量 (t)		新增水土流失量	
	流失量 (t)	占流失总量比例 (%)	流失量 (t)	占新增总量比例 (%)
主体工程区	458	37.67%	439	37.60%
临建设施区	74	6.12%	70	5.96%
临时道路区	13	1.10%	11	0.98%
弃渣场	670	55.11%	648	55.47%
合 计	1215	100.00%	1168	100.00%

11.4.3.4 水土流失危害分析与预测

水土流失危害往往具有潜在性，若形成水土流失危害后才实施治理，不但造成了土地资源破坏和土地生产力下降，淤积项目周边区域灌排水系等问题，而且治理难度大，费用高，因此必须根据有关经验，综合分析水土流失预测结果，对项目可能造成水土流失危害进行预测，根据预测结果采取相应防治措施。

1) 对工程项目本身可能造成的危害

工程建设期和水土保持措施发生作用前，遭遇强降雨时，开挖坡面将产生面蚀，严重时产生沟蚀、坍陷，危及边坡安全稳定，同时泥沙进入下游河道，造成下游河道淤积，降低河道的防洪除涝能力。

2) 对土壤肥力及地表植物的影响

项目建设过程中，弃渣场、临建设施区和施工道路等严重扰动地表，致使大量地表土体被剥离，植被被破坏，导致土壤抗蚀能力下降，土壤涵养水分能力减弱，耕作层肥力下降，植物赖以生长的土壤条件恶化，对地表植物及农作物生长极为不利。另外，大量的水土流失也会使土壤有机物质流失，影响土壤中的生物、微生物的生存与繁殖，会给项目区的植被恢复和土地整治增加工

作难度。

3) 加重项目区水土流失影响

项目区建设期间，由于施工行为对原地貌的开挖和扰动，破坏了原地表土壤和植被，增加了土地裸露面积，减弱了土体的抗蚀能力，使区域内的水土流失量增大，加重了项目区水土流失影响，水土保持设置的植物防护措施发挥效益也需要一定的时间。

4) 对周围生态环境的影响

该工程建设实施，占用大量的农田，破坏地表植被，打破了原有的生态平衡，同时表土剥离及堆放、堤防清基及填筑、回填土临时堆放、弃土弃渣堆放等工程行为严重加剧了土壤侵蚀强度，如不采取防尘措施，遭遇大风和降雨，极易发生水土流失，将直接影响到项目区域及周围居民的正常的生产工作和生活环境，对附近居民身体健康及生活环境带来不利影响。

11.5 水土流失防治标准和总体布局

11.5.1 水土流失防治目标、标准及指标值

参考《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）第 4.0.1 规定，“项目位于湖泊和已建成水库周边、四级以上河道两岸 3km 汇流范围内，或项目周边 500m 范围内有乡镇、居民点的，且不在一级标准区域的应执行二级标准。”项目区范围内 500m 有居民点，防治标准执行南方红壤区二级标准，结合本工程实际情况，制定各分区防治目标及综合防治目标，具体详见下表。

表11.5-1 水土流失防治指标值

防治目标	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（%）
施工期	-	-	90	87	-	-
设计水平年	95	0.85	95	87	95	22

（GB/T 50434-2018）的 4.0.7 条规定：轻度侵蚀为主的区域土壤流失控制比不应小于 1，中度以上侵蚀为主的区域可降低 0.1~0.2，从新晃县第三次遥感土壤侵蚀分布图查看，项目区以轻度、中度侵蚀为主；

（GB/T 50434-2018）的 4.0.9 条规定：位于城市区的项目，渣土防护率和林草覆盖率可提高 1%~2%，本项目位于农村。

综上，本项目水土流失防治指标目标值如下：

表11.5-2 水土流失防治目标值

防治目标	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（%）
施工期	-	-	90	87	-	-
设计水平年	95	1	95	87	95	22

11.5.2 设计依据、理念及原则

11.5.2.1 设计依据

1) 设计依据

《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订通过）；

《水利部办公厅关于印发 2024 年水土保持工作要点的通知》（办水保[2024]54 号）；

《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023 年 1 月 17 日水利部令第 53 号）；

《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》（办水保[2023]177 号）；

《湖南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》（2021 年 3 月 31 日湖南省第十三届人民代表大会常务委会公告第 69 号修订，2021 年 3 月 31 日实施）；

《湖南省水利厅关于湖南省水土流失重点预防区和重点治理区划定公告》（2017 年 1 月 22 日）；

《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

《水利部关于发布《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知》（水总〔2024〕323 号）。

(2) 技术规范及标准

1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

2) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

3) 《水土保持综合治理、规划通则》（GB/T 15772-2008）；

4) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453.1～8-2008）；

- 5)《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL 73.6-2015);
- 6)《水土保持监测技术规范》(SL 277-2024);
- 7)《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007);
- 8)《水土流失危险程度分级标准》(SL 718-2015);
- 9)《水利水电工程水土保持技术规范》(SL 575-2012);
- 10)《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL/T 618-2021)。
- 11)《水利水电工程初步设计报告编制规程》(SL/T619-2021);

(3) 其他技术文件

- 1)《新晃县水土保持规划(2016~2030年)》;
- 2)《湖南省新晃县岩板田水库工程新建项目可行性研究报告》(2023年8月,深圳市水务规划设计院股份有限公司)

11.5.2.2 设计理念

在不影响主体运行安全的前提下,从水土保持的角度优化主体工程设计,最大限度的保护生态、控制扰动范围,充分利用与保护水土资源,减少植被破坏和水土流失,加强弃土弃渣综合利用,应用生态学与美学原理,优化主体工程设计,使工程设计与生态、地貌、水体、植被等景观达到更高层次的协调与融合。

11.5.2.3 设计原则

- (1) 落实责任,明确目标;
- (2) 预防为主,保护优先;
- (3) 综合治理,因地制宜;
- (4) 综合利用,经济合理;
- (5) 生态优先,景观协调。

11.5.3 水土保持措施总体布局及分区措施体系

根据项目工程的布局、功能、施工工艺及其建设特点等,将项目区划分为4个水土流失防治区:主体工程防治区、施工临建设施区、临时道路防治区、弃渣场区。

表11.5-3 项目水土保持措施总体布局表

分区		治理措施		
一级	二级	工程措施	植物措施	临时措施
主体工程区	主体工程	护坡、排水沟、挡墙 表土剥离、覆土	种草、草皮 护坡、植树	排水沟、沉砂池、 土袋拦挡
	围堰	砂石袋护坡	种草	排水沟、沉砂池、 土袋拦挡
施工临建区	施工生活区	表土剥离、覆土	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、 排水沟、临时覆盖
	施工生产区			
道路区	永久道路	表土剥离、覆土	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、 排水沟、临时覆盖
	临时道路			
弃渣场区	弃渣	表土剥离、覆土、挡土墙、 截水沟、排水沟、框格护坡、沉砂池	植树、种草	土袋拦挡、沉砂池、 排水沟、临时覆盖

注：本图中措施名称字体为斜体加粗部分为主体工程已有，其他为本节新增措施。

本工程水土流失防治措施体系由工程措施、植物措施与临时措施构成。其中，工程措施主要为土地整治、表土剥离与回填、弃渣场的挡土墙、截排水、沉砂池等；植物措施包括植草、水土保持林草等；临时措施指施工时首先要采取的预防保护措施，如临时拦挡、临时截排水及临时覆盖等。水土保持措施分区布置如下：

（1）主体工程防治区，主体工程施工时，根据主体施工组织设计施工，临时堆土位于主体工程区，新增临时水土保持设施。

（2）施工临建区，需新增水土保持措施包括排水的沉沙措施、回填土方临时堆存防护措施、施工结束后施工迹地整治措施等。

（3）临时道路区，需新增水土保持措施包括排水的沉沙措施、回填土方临时堆存防护措施、林草种植、施工结束后施工迹地整治措施等。

（4）弃渣场区，需新增水土保持措施包括挡墙、截水、排水、沉沙措施、护坡框格、回填土方临时堆存防护措施、林草种植、施工结束后施工迹地整治措施等。

11.6 弃渣场及其防护工程设计

11.6.1 土石方平衡

本工程土石方开挖量为 84024m^3 ，均为土方，可以采用利用料，消纳 9198m^3 ，弃方 74826m^3 。合规合理性评价

本次设计选用了2处渣场，均位于大坝下游左侧冲沟。渣场弃渣总量为7.13万 m^3 ，总占地面积约 15500m^2 。按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）第3.2.5~3.2.6条规定，选定弃渣场。

11.6.2 弃渣场地质条件

本工程预计弃渣量约7.13万 m^3 ，由于工程地区场地条件所限，仅能将弃渣场设置在下游左侧冲沟，弃渣场高程为468~515m，地形多为冲沟或斜坡表面，坡度陡缓不一，地表多覆盖第四系松散堆积物，厚度约1.0~3.0m，下部基岩主要为寒武系中统花桥组泥质灰岩和泥灰岩，岩石比较坚硬，力学强度较高，渣场目前边坡基本稳定，无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象；堆渣后大部分渣场基本不会产生新的环境问题。

该处冲沟常年过水，所以需要对其进行导流，并且应设置挡墙、导流管、排水渠等措施防止水土流失，建议挡渣墙基础置于弱风化泥质灰岩和泥灰岩岩上，进行适当的清基处理，并做好堆渣区的排水、地表防护等措施，防止岩土体饱水后产生滑坡、泥石流等地质灾害问题。

11.6.3 弃渣场堆置方案及稳定计算

（1）挡渣墙

本项目弃渣主要是自然土石方渣土，弃渣场为永久弃渣，本次设计建议在弃渣场周边采用浆砌石挡渣墙进行拦挡，具体设计如下：

本次设计选用了2处渣场，均位于大坝下游沟道内，为沟道型弃渣场。根据弃渣场地形，在收口处用浆砌石挡渣墙拦挡，挡渣墙布设应尽量选择“口小”地段，并避开不良地形地质地段，在保证弃渣场安全的前提下尽量减少挡渣墙的高度和断面尺寸，挡渣墙结构型式按重力式浆砌石挡渣墙考虑，顶宽0.8m，内侧坡坡比1:0.4，外侧坡坡比1:0.1，挡渣高度4.7m，基础开挖至岩层，挡渣墙顶部至渣体起堆面0.3m，起堆面高程以上至渣面1:2.5放坡。

设计利用“理正岩土计算”软件，考虑堆渣在最不利条件下的各力学参数，对挡渣墙的抗滑动稳定性、抗倾覆稳定性及基底应力进行验算

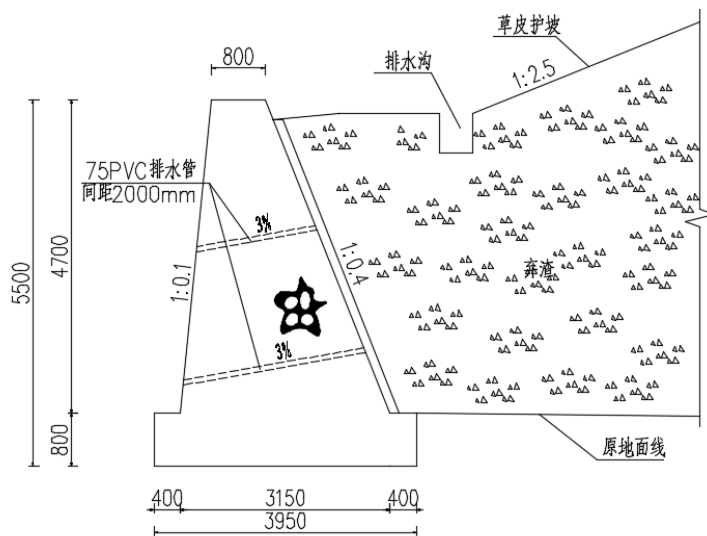


图 11.6-1 挡渣墙设计尺寸图

1) 断面尺寸参数:

墙顶宽度 $B1 = 0.80\text{m}$, 前趾宽度 $B2 = 0.40\text{m}$, 后踵宽度 $B3 = 0.40\text{m}$

墙身高度 $H = 4.70\text{m}$, 墙上直段高 $H1 = 0.00\text{m}$, 墙趾高 $H2 = 0.80\text{m}$

墙踵高 $H3 = 0.80\text{m}$, 墙背坡比 $= 1:0.400$, 墙面坡比 $= 1:0.100$

挡土墙底板前趾高程 $= 0.00\text{ m}$, 底板底部坡比 $= 0.000:1$

墙前填土顶面高程 $\nabla_{\text{前地}} = 0.80\text{ m}$, 墙前淤沙顶面高程 $\nabla_{\text{沙}} = 0.80\text{ m}$

2) 设计参数:

挡土墙的建筑物级别为 4 级。

抗震类型: 非抗震区挡土墙。

水上回填土内摩擦角 $\phi = 32.00^\circ$, 水下回填土内摩擦角 $\phi' = 32.00^\circ$

墙背与填土摩擦角 $\delta = 20.00^\circ$

回填土凝聚力 $C = 5.00\text{kN/m}^2$

地基土质为: 中等坚实

墙底与地基间摩擦系数 $f = 0.30$

3) 回填土坡面参数:

回填土表面折线段数为: 2 段

折线起点距墙顶高差 $= 0.20\text{ m}$

第一段折线水平夹角 $\beta_1 = 0.00^\circ$, 折线水平长 $L1 = 2.30\text{ m}$

第二段折线水平夹角 $\beta_2 = 21.48$ 度，折线水平长 $L_2 = 10.00$ m

第三段折线水平夹角 $\beta_3 = 21.48$ 度

4) 材料参数:

回填土湿容重 $\gamma_s = 18.00 \text{ kN/m}^3$ ，回填土浮容重 $\gamma_f = 10.00 \text{ kN/m}^3$

墙身材料容重 $\gamma_q = 24.00 \text{ kN/m}^3$

墙身材料容许压应力 $[R_a] = 6800.00 \text{ kPa}$ ，墙身材料容许剪应力 $[R_j] = 1000.00 \text{ kPa}$

墙身材料容许拉应力 $[R_l] = 670.00 \text{ kPa}$ ，地基允许承载力 $[\sigma_0] = 160.00 \text{ kPa}$

5) 荷载计算参数:

冰层厚度 $T_b = 0.40$ m，静冰压力系数 = 0.870

计算浪压力时采用的位置类型：丘陵、平原地区

风区长度 $D = 100.000$ m，墙前河（库）底坡度 $i = 1 : 100.00$

重现期为 50 年的年最大风速 $v_o = 24.000 \text{ m/s}$

多年平均的最大风速 $v_o' = 30.000 \text{ m/s}$

冻胀墙体变形系数 $m_o = 0.700$ ，冻胀量 $\Delta h_d = 30.00 \text{ mm}$

地震动态分布系数为梯形分布，最大值 $\alpha_m = 2.00$ 。

6) 总水平力、总竖向力及各力对前趾力矩计算:

主动土压力系数 $K_a = 0.728$

所有垂直荷载之和 $\Sigma G = 360.31 \text{ kN}$

所有水平荷载之和 $\Sigma H = 63.24 \text{ kN}$

所有对墙前趾的稳定力矩之和 $\Sigma M_V = 733.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$

所有对墙前趾的倾覆力矩之和 $\Sigma M_H = -92.69 \text{ kN} \cdot \text{m}$

所有对墙前趾的力矩之和 $\Sigma M = 641.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$

所有对墙底板形心的力矩之和 $\Sigma M_o = -70.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$

7) 抗滑稳定验算:

抗滑稳定安全系数计算公式为:

$$K_c = f \times \Sigma G / \Sigma H$$

从《规范》中表 3.2.7 查得，抗滑稳定安全系数 $[K_c] = 1.20$

$$K_c = 0.300 \times 360.314 / 63.238 = 1.71$$

$K_c = 1.71 \geq [K_c] = 1.20$ ，故抗滑稳定安全系数满足要求

8) 抗倾覆稳定验算：

从《规范》中表 3.2.12、3.2.13 条查得，抗倾覆稳定安全系数 $[K_o] = 1.40$

抗倾覆稳定安全系数计算公式为：

$$K_o = \Sigma MV / \Sigma MH$$

$$K_o = 733.957 / 92.692 = 7.92$$

$K_o = 7.92 \geq [K_o] = 1.40$ ，故抗倾覆稳定安全系数满足要求

9) 地基承载力验算：

地基承载力按《规范》中第 6.3.1、6.3.2 条进行校核。

按照规范式 6.3.3，基底应力计算公式为：

$$P_{\max} = \Sigma G / A + \Sigma M / W$$

$$P_{\min} = \Sigma G / A - \Sigma M / W$$

挡土墙底板面积 $A = 3.95 \text{ m}^2$ ，底板截面抵抗矩 $W = 2.60 \text{ m}^3$

$$P_{\max} = 360.31 / 3.95 + 70.35 / 2.60 = 118.27 \text{ kPa}$$

$$P_{\min} = 360.31 / 3.95 - 70.35 / 2.60 = 64.16 \text{ kPa}$$

$P_{\max} = 118.27 \leq 1.2[\sigma_o] = 192.00$ ，满足要求。

$(P_{\min} + P_{\max}) / 2 = 91.22 \leq [\sigma_o] = 160.00$ ，满足要求

$\eta = P_{\max} / P_{\min} = 118.27 / 64.16 = 1.84 < 2.0$ ，满足要求。

10) 前趾根部截面应力验算：

前趾根部截面高度 $h = 0.80 \text{ m}$ 。

作用在根部截面的弯矩 $M = 7.78 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，剪力 $Q = 38.53 \text{ kN}$

截面的弯曲应力 $\sigma_w = M / W = 7.78 / 0.11 = 72.94 \text{ kPa}$

截面的剪应力 $\sigma_j = Q / h = 38.53 / 0.80 = 48.17 \text{ kPa}$

a、截面拉应力验算：

$\sigma_w = 72.94 \leq [\sigma_l] = 670.00 \text{ kPa}$ ，满足要求。

b、截面剪应力验算：

$\sigma_j = 48.17 \leq [\sigma_j] = 1000.00 \text{ kPa}$ ，满足要求。

11) 后踵根部截面应力验算:

后踵根部截面高度 $h = 0.80 \text{ m}$ 。

作用在根部截面的弯矩 $M = 2.74 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 剪力 $Q = 13.32 \text{ kN}$

截面的弯曲应力 $\sigma_w = M / W = 2.74 / 0.11 = 25.66 \text{ kPa}$

截面的剪应力 $\sigma_j = Q / h = 13.32 / 0.80 = 16.65 \text{ kPa}$

a、截面拉应力验算:

$\sigma_w = 25.66 \leq [\sigma_l] = 670.00 \text{ kPa}$, 满足要求。

b、截面剪应力验算:

$\sigma_j = 16.65 \leq [\sigma_j] = 1000.00 \text{ kPa}$, 满足要求。

12) 距挡土墙底部高度 $H_s = 0.80 \text{ m}$ 水平截面应力验算:

总水平力、总竖向力及各力对截面形心的力矩计算:

截面以上所有垂直荷载之和 $\Sigma G = 261.76 \text{ kN}$

截面以上所有水平荷载之和 $\Sigma H = 43.60 \text{ kN}$

对截面面坡侧点的力矩之和 $\Sigma M = -66.83 \text{ kN} \cdot \text{m}$

按照规范式 C.1.2-2, 截面应力计算公式为:

$$\sigma_{\max} = \Sigma G / A_o + \Sigma M / W$$

$$\sigma_{\min} = \Sigma G / A_o - \Sigma M / W$$

截面剪应力 $\tau = H / A_o$

计算截面积 $A_o = 3.15 \text{ m}^2$, 计算截面抵抗矩 $W = 1.65 \text{ m}^3$

$\sigma_{\max} = 123.51 \text{ kPa}$, $\sigma_{\min} = 42.69 \text{ kPa}$, $\sigma_j = 13.84 \text{ kPa}$

a、截面拉应力验算:

$\sigma_{\min} = 42.69 > 0$, 没有出现拉应力, 满足要求。

b、截面压应力验算:

$\sigma_{\max} = 123.51 \leq [\sigma_y] = 6800.00 \text{ kPa}$, 满足要求。

c、截面剪应力验算:

$\sigma_j = 13.84 \leq [\sigma_j] = 1000.00 \text{ kPa}$, 满足要求。

(2) 截、排水沟设计

1) 设计洪峰流量

根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）3.2.6条规定，弃渣场、料场、施工生产生活区截（排）水沟设计排水标准宜采用 3~5 年一遇 5~10min 短历时设计暴雨，并按照《规范》5.3.1 条设计排水流量，此处取 5 年一遇 10min 标准设计暴雨，计算按公式 10-1 计算：

$$Q_m = 16.67 \psi q F$$

式中： Q_m ——最大清水洪峰流量， m^3/s

ψ ——径流系数，取 0.35；

q ——设计重现期和降雨历时内的降雨强度， mm/min ；

F ——最大汇水面积， km^2 ，1/10000 地形图上量算。

径流系数的选取，依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）以及项目区地形地貌、植被情况，径流系数取值为 0.35。

当工程场址及其附近地区有 10 年以上自记雨量计资料时，应利用实测资料整理分析得到设计重现期的降雨强度。当缺乏自记雨量计资料时，可利用标准降雨强度等值线图 and 有关转换系数，按式（8-2）计算降雨强度：

$$q = C_p C_t q_{5.10}$$

式中： $q_{5.10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度，查《水利水电工程水土保持技术规范》（图 5.3.1-1），取 2.5 mm/min ；

C_p —重现期转换系数，根据《水利水电工程水土保持技术规范》中表 5.3.1-2 取 1.0；

C_t —降雨转换系数，由《水利水电工程水土保持技术规范》中表 5.3.1-3 查取，为 1.0。

根据公式 10-1 计算，5 年一遇 10min 设计洪峰流量见下表。

表11.6-1 弃渣场 1#5 年一遇 10min 洪峰流量统计表

名称	集雨面积（ km^2 ）	洪峰流量（ m^3/s ）
渣场截排水沟	0.0086	0.1254

表11.6-2 弃渣场 2#5 年一遇 10min 洪峰流量统计表

名称	集雨面积（ km^2 ）	洪峰流量（ m^3/s ）
渣场截排水沟	0.0062	0.0904

2) 过水能力计算

采用谢才公式计算临时排水沟过水流量：

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

$$C = R^{1/6}/n$$

$$R = A/X$$

式中：Q——渠道设计流量，m³/s

A——渠道过水断面面积，m²；

C——谢才系数；

R——水力半径，m；

X——过水断面湿周，m；

i——水力坡度，以小数计；

n——糙率（取 0.016）。

经计算，本次设计的排水沟能够满足排水需要。排水沟设计断面尺寸及水力计算详见下表。

表11.6-3 排水沟设计断面计算表

截排水沟	水力坡度	底宽 (m)	过水深 (m)	安全超高 (m)	沟深 (m)	内坡比	顶宽 (m)	过流量 (m ³ /s)
渣场截排水沟	0.012	0.3	0.3	0.1	0.4	0	0.3	0.1327

(2) 沉砂池设计

1) 设计原则

用来沉淀坡面水系或其它引水水流中泥沙的水池成为沉砂池，沉砂池的主要功能是拦沙保土、消力沉沙，蓄洪保水。沉砂池的布设，对地质没有特殊的要求，主要结合沟渠、蓄水池，选在低洼处，减少开挖的土石方量。

①沉砂池选择在地头、地边连接处和排水沟渠的内部。在地头的沉砂池以尽量小占耕地为原则，与背沟、边沟结合规划在沟渠内部的可选择低洼地做天然沉砂池。

②可在进入蓄水工程前修建或在陡槽末端，跌水下方，沟渠拐弯处修建。

③按照《水土保持综合治理技术规范小型蓄排引水工程》（GB/T16453.4-

2008)的要求进行设计。

④本次工程设计沉砂池防御暴雨标准取 5 年一遇 10min 最大降雨量。

2) 典型设计

流入沉砂池的泥沙总量 W_s 计算公式:

$$W_s = \lambda \cdot M_s \cdot F / \Gamma_c$$

式中: λ —输移侵蚀比, 据调查分析取经验值 45%;

M_s —实施后土壤侵蚀模数, 取 $1000t/km^2 \cdot a$;

F —汇水面积, 弃渣场 1#沉砂池汇水面积为 $0.0086km^2$ 、弃渣场 2#沉砂池汇水面积为 $0.0062km^2$;

Γ_c —淤积泥沙容重, 取 $1.2t/m^3$ 。

经过计算, 流入沉砂池的泥沙总量分别为 $3.225m^3$ 、 $2.325m^3$, 本次设计取 $3.225m^3$ 进行校核。

设沉沙率为 65%, 则淤沙深度为 $3.225 \times 65\% / 8 = 0.27m$, 泥沙有效沉降设计净水深取 $0.3m$, 沉砂池超高取 $0.3m$, 则 $0.27 + 0.3 + 0.3 = 0.87 < 1m$, 四周壁厚 $0.3m$, 沉砂池的设计尺寸为 $4.9m \times 2.6m \times 1.7m$ 满足要求。

11.6.4 设计标准

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)第 3.1.1 条规定, 弃渣场堆渣量小于 50 万 m^3 , 堆渣最大高度小于 20m, 弃渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度为较轻, 当此三项确定的渣场级别不一致时, 按高级别执行, 因此, 该渣场级别 4 级。根据该规范 3.1.2 条规定, 由弃渣场级别得出挡渣墙级别为 5 级。

根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)3.2.6 条规定, 弃渣场、料场、施工生产生活区截(排)水沟设计排水标准宜采用 3~5 年一遇 5~10min 短历时设计暴雨, 并按照《规范》5.3.1 条设计排水流量, 此处排水沟取 5 年一遇 10min 标准设计暴雨。

沉砂池防御暴雨标准取 5 年一遇 10min 最大降雨量。

11.6.5 工程布置

1) 工程措施

弃渣前，剥离表土 4650m^3 ，表土临时堆放在该区空地上。施工结束后覆土，将占用的 1.55hm^2 覆土后整地绿化。弃渣过程中应分层碾压，弃渣完成后应对弃渣面进行平整，回填剥离的表土层，对渣场进行改造。先铺一层粘土并碾压压实作为防渗层，再覆表土，覆土厚度为 0.3m ，场地平整后进行植被恢复，共覆土 4650m^3 。

弃渣前修筑浆砌石重力式挡渣墙，弃渣场 1#长为 78m 、弃渣场 2#长为 56m 。拟定挡渣墙断面尺寸如下：顶宽 0.8m ，内侧坡坡比 $1:0.4$ ，外侧坡坡比 $1:0.1$ ，挡渣高度 4.7m ，基础开挖至岩层，挡渣墙顶部至渣体起堆面 0.3m ，起堆面高程以上至渣面 $1:2.5$ 放坡，对渣场外坡面进行整治，采用框格+草皮护坡。共需土方开挖 444.88m^3 ，土方回填 21.44m^3 ，C25 现浇砼 1667.30m^3 ，框格护坡 303.08m^3 ，草皮护坡 2886.45m^2 。

完善周边排水系统及场内排水系统。根据渣场的地形情况，弃渣场四周需修截水沟排泄坡面径流，坡顶截水沟选用底宽 0.3m 、深 0.4m 的 C20 砼衬砌梯形断面，砼衬砌厚 0.1m ，截水沟两端设沉砂池，沉砂池设计与前述一致，共设截水沟长 857m ，需 C20 砼 151.69m^3 ，截水沟挖方为 575.90m^3 ，填方为 115.18m^3 。

为确保弃渣边坡稳定，根据同类工程经验，本工程弃渣场沿弃渣高度 4.5m 左右处设一宽 2.0m 的平台。为防止径流对弃渣坡面的冲刷，平台上均设排水沟，两端与截水沟相连，排水沟断面为矩形，拟底宽 0.3m ，深 0.4m ，用砼护坡护底，厚 0.1m ，排水沟长 667m 。共需 C25 砼 86.71m^3 ，排水沟挖方 250.13m^3 ，填方为 75.04m^3 ；临时排水沟采用梯形断面顶宽 0.8m ，底宽 0.2m ，深 0.3m 。排水沟末端设置 1 座临时沉砂池，断面尺寸为长 X 宽 X 深= $2.5\text{m}\times2.5\text{m}\times0.8\text{m}$ 。。

根据弃渣场地形条件，按照《长江流域水土保持技术手册》有关要求，在截水沟两端各设沉砂池 1 个，以更有效的沉降径流泥沙，澄清水流，减少水土流失量。沉砂池采用矩形体，底板和侧墙均采用砖砌，两端分别设进水口和出水口，水流经沉砂池沉淀后排向自然沟道。设砖砌沉砂池 6 个，尺寸为 $4.9\text{m}\times2.6\text{m}\times1.7\text{m}$ ，土方开挖 190.43m^3 ，土方回填 60.48m^3 ，砖砌 45.94m^3 。

2) 植物措施

为了快速恢复植被，对弃渣场进行植树种草。施工结束后，对渣场区进行

修整恢复，还原表土，在场地内种植乔、灌木，并播撒狗牙根草籽，乔木选用杉木，胸径 4cm，灌木选用紫穗槐，高 30cm，草籽用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，乔灌种植密度 $2600\text{株}/\text{hm}^2$ ，乔木间距 10m，灌木间距 3m，植杉木 169 株，小叶女贞 2971 株，小叶黄杨 2971 株，紫穗槐 892 株，香樟 892 株，撒播狗牙根草籽 142.61kg。本区人为活动较少，植物防护措施的主要功能是覆盖裸露地表，保持水土。

3) 临时措施设计

剥离表土堆置于渣场内选定的堆置区，采取拦挡和表面覆盖等临时防护措施。表土大致堆成棱台型，坡面坡度控制在 1: 2.0 左右，平均堆高为 2m。在表土堆表面采用有色塑料网覆盖，共需有色塑料网 5000m^2 。有色塑料网坡脚四周用袋装土挡渣坎进行拦挡、压盖，挡渣坎设计与前述一致，袋装拦挡 600m^3 。在表土堆放点袋装土挡渣坎周围挖临时土质排水沟，以免造成表土堆放点排水不畅。土质排水沟采取土工膜铺垫，砂浆抹面，临时排水沟 600m，挖方 120m^3 ，需土工膜 629m^2 。

11.6.6 安全监测

根据弃渣场弃渣量及弃渣等级，本次弃渣场需要进行安全监测，采取的安全监测措施主要包括地表监测、地下位移监测、地下水位监测和挡渣墙结构、应力监测，地表监测主要包括水平位移监测、垂直变形监测、裂缝监控，采用全站仪、水准仪、标桩、直尺等措施观测地表位移、变形和裂缝发展情况；地下位移监测主要采用斜测仪探测相对稳定地层的地下岩体位移，证实和确定正在发生位移的构造物特征，确定潜在滑动面深度，判断主滑方向，定量分析评价边坡的稳定状况，评判加固效果；地下水位监控主要采用人工测量观测地下水位变化与降雨关系，评定边坡排水措施的有效性；挡渣墙变形、应力监测主要采用斜测仪、分层沉降仪、压力盒和钢筋应力计对挡渣墙岩土体的变形进行观测，挡渣墙与岩土体间接触压力观测。

11.7 表土保护利用与土地整治工程设计

11.7.1 表土分布范围

表土剥离主要分布在临建设施区、临时道路区、弃渣场区。

临建设施区占地 3180m^2 ，施工前剥离表土 954.0m^3 ，表土临时堆放在该区

空地上。施工结束后覆土，覆土厚度 0.3m，覆土面积 3180m²，需表土 954.0m³。

临时道路区占地 1260m²，施工前剥离表土 378m³，表土临时堆放在该区空地上。施工结束后覆土，将占用的 1260m²覆土后整地绿化，覆土厚度 0.3m，需表土 378m³。

弃渣场区占地 15500m²，施工前剥离表土 4650m³，表土临时堆放在该区空地上。施工结束后覆土，将占用的 15500m²覆土后整地绿化，覆土厚度 0.3m，需表土 4650m³。

11.7.2 表土调配方案

表11.7-1 表土利用平衡表

单位：m³

项目分区	分层剥离表土	覆土回填表土	项目区外调入表土	项目区内调出表土
主体工程区	0	0		0
施工临建区	954	954		
道路区	378	378		
弃渣场	4650	4650		
总计	5982	5982	0	0

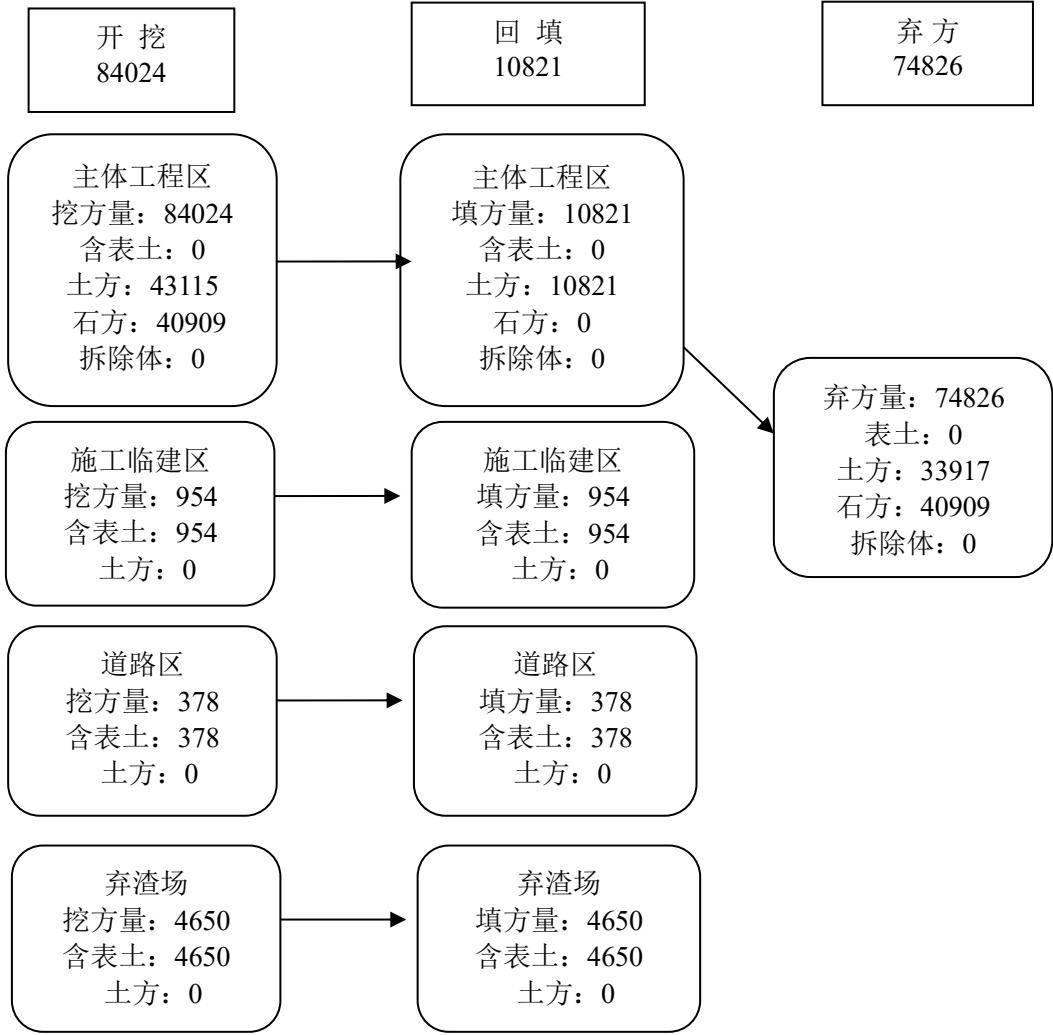


图 11.7-1 土石方流向图（单位：m³）

11.7.3 表土保护范围及方案

地表开挖或回填施工区域，施工前应进行表土剥离。临时占地范围内扰动深度小于 20cm 的表土可不剥离，宜采取铺垫等保护措施。

对开挖后的表土进行编制土袋挡墙围挡，周边挖临时排水沟，其上采用有色塑料网遮挡的保护方案。编织土袋挡墙设计为挡渣坎顶宽 0.5m，高 1.0m，临时排水沟采用梯形断面，底宽 0.2m，沟深 0.3m，内边坡坡比 1:1，采取土工膜铺垫，砂浆抹面，裸露的坡面，遇暴雨天气时，易产生水土流失，建议在雨天气时对裸露坡面采用有色塑料网进行临时遮盖。

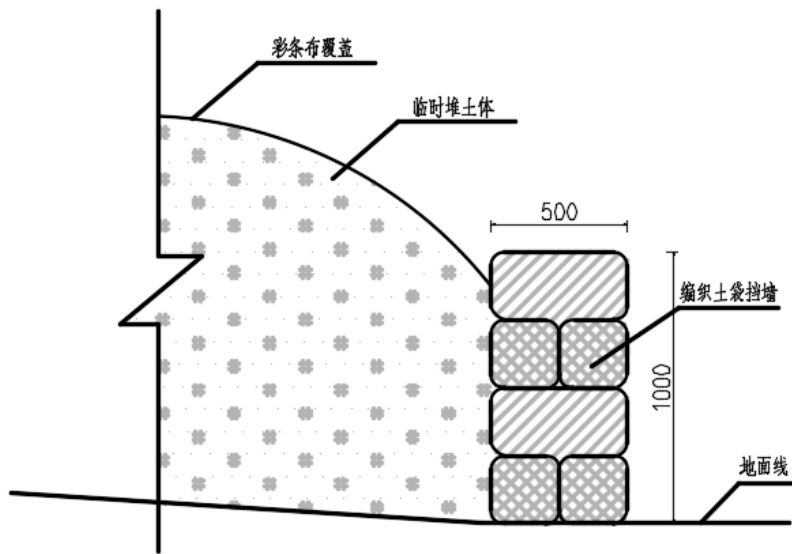


图 11.7-2 袋装土临时挡渣坎设计剖面图

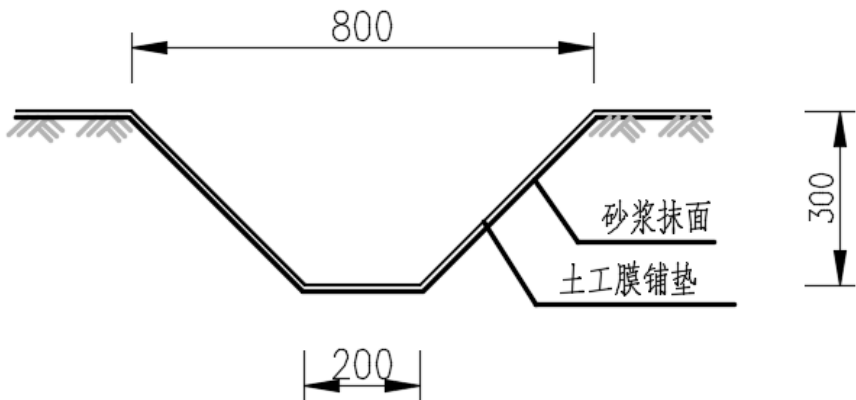


图 11.7-3 临时排水沟设计剖面图

11.7.4 表土堆存方案

根据主体工程设计及施工组织设计，主体工程区未进行清表土，弃渣场、临建设施清表土 5764.5m³，表土堆放主要位于各场区范围内的临时堆土场。

堆放要求：在清表施工前，先进行清除工作，移除地表的植被、树根、石粒等杂物后用自卸汽车运至集中堆放场所，堆放场地四周略高且具有排水的坡度，坡度按 2%考虑，另预留施工便道便于今后取土利用；堆放场堆置高度为 2m，并略夯实整形顶部应保持缓坡度以利于排水，为避免破坏表土特性，机械操作时避免过度碾压；必要时沿堆放场地四周砌筑浆砌片石挡墙，防止清表土

与原地表土混合散落；清表土堆放好后，在其上覆盖防尘网；禁止将除腐殖土、根植土等之外的其他弃渣、杂土堆放在集中堆放场内。

11.7.5 土地整治

根据表土保护利用方案，对项目内扰动的植被和耕地进行最大限度的保护，在施工完成后利用表土进行植物恢复和建设工程，能最大程度的减少对土地的侵害，以最快的速度改善土地生态环境，减少工程建设对土地的影响。

11.8 植被恢复与建设工程设计

11.8.1 设计标准

1) 场地条件分析

场区土壤为回填表土，微酸性紫红色～黄色粘土、粉砂质粘土。年平均气温 15.9～17.3℃，最冷月平均气温 1.6～7.2℃，最热月平均气温 25.7～28.6℃，多年平均年降雨量 1171.3mm。

2) 配置设计

本次设计将从保持水土、抗污染、同时具有美化功能的角度选择树种、草种，采用草、灌、乔相结合的立体绿化配置。

3) 树（草）种选择

①树（草）选择原则

本区植物品种选择，在遵循适生、易栽植、易管护、速生、防护效果好的基础上，还应具有耐烟尘、树形美观等特点。除此之外，要充分考虑乔木、灌木与草本之间的混交相融性，并兼顾景观效果。

②树（草）种选定

根据立地条件分析与树（草）种选择的原则，本次设计拟选树种为杉木、小叶黄杨、小叶女贞和紫穗槐；草种为紫云英草、狗牙根草和三叶草。

杉木：分布区平均温度为 15～20℃，年降水量 800～2000mm，最适宜的气候条件为：年平均气温 16～19℃，年平均降水量 1300～1800mm，无旱季或旱季不超过 3 个月。杉木喜光，对土壤的要求不高，需排水良好的土壤。

小叶女贞：落叶或半常绿灌木，喜光，稍耐荫；较耐寒，对 SO₂、Cl₂、HF、HCl、CO₂ 等有毒气体抗性均强。性强健，萌枝力强，叶再生能力强，耐修剪，

播种或扦插繁殖均可，常作绿篱，其枝叶紧密、圆整，是优良的抗污染树种。

三叶草：喜湿润温暖气候，较耐旱、耐寒。适宜于排水良好、富含钙质的粘性土壤生长。生长周期一般为 2~6 年，在温暖条件下，常缩短为二年生或一年生。

狗牙根草：禾本科，喜光，稍能耐半阴，草质细，耐践踏，在排水良好的肥沃土壤中生长良好。多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡，狗牙根是适于世界各温暖潮湿和温暖半干旱地区长寿命的多年生草，极耐热和抗旱，但不抗寒也不耐荫。

11.8.2 景观绿化、边坡绿化设计

本次工程主要景观绿化及边坡绿化在主体工程中已做相关设计，为避免重复，本章节不做设计。

11.8.3 植被恢复设计

根据施工布置与场内建筑物布置情况，本次设计将从点状类型对场区植物措施种植进行设计，其主要是项目区建设完成后对裸露地表进行覆土绿化植物防护措施设计类。

采用乔灌草混交形式，乔木树种可选择香樟；灌木可选择紫穗槐小叶女贞、小叶黄杨。同时在场内播撒三叶草、狗牙根草籽，用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，乔木种植密度为 $2600\text{株}/\text{hm}^2$ ，用 1 年生苗栽植造林。

前期管理工作主要是如遇干旱应及时浇水，成活后加强整形修剪，培养树形，定期清除杂草，并注意防虫防病。

11.8.4 综合护坡设计

本工程主体工程涉及护坡设计仅有防汛道路，根据地形条件，在主体工程设计中，将防汛道路开挖形成的护坡进行喷锚防护，无需进行植被恢复设计，其余工程涉及护坡设计的有弃渣场，根据弃渣场高度及挡墙形式，本次对弃渣场护坡进行框格+草皮护坡的形式，具体设计详见弃渣场及其防护工程设计。

11.8.5 灌溉配套措施

本工程不涉及灌溉配套措施。

11.9 临时防护与其他工程设计

11.9.1 临时防护对象和范围

本项目临时防护对象主要为主体工程区、临建设施区、临时道路区。

11.9.2 临时防护工程布置

编织土袋挡墙与临时排水沟与前述设计一致，本防护工程设计主要为其他措施设计。

(1) 临时遮盖

在主体工程施工过程中，大量裸露的坡面，遇暴雨天气时，易产生水土流失，建议在雨天时对裸露坡面采用有色塑料网进行临时遮盖。

工程施工商购砂石等建筑材料，建筑材料在施工场地内临时堆放，施工对临时堆放的建筑材料在雨天采用有色塑料网进行覆盖；为防止运输车辆在运输过程中发生沿程散落，也采用有色塑料网进行临时覆盖。

(2) 建筑材料防护

工程施工商购砂石等建筑材料，建筑材料在施工场地内临时堆放，施工对临时堆放的建筑材料在雨天采用有色塑料网进行覆盖；为防止运输车辆在运输过程中发生沿程散落，也采用有色塑料网进行临时覆盖。

(3) 水土流失敏感区的防护

本项目水土流失敏感点主体工程区、施工临建区、道路区，项目区四周做好排水及沉沙等措施，防止项目区泥沙被降雨径流带入河道，造成渠道淤积。

(4) 施工管理措施

要切实做到水土保持防护工程与主体工程施工同步进行；为了保证土石方调运的交通畅通，应该合理安排施工组织方案，力求各工点施工顺利进行；开挖土石方尽可能综合利用，严禁任意倾倒；用于回填的临时堆土高度和边坡，要严格遵循设计要求，加强建筑物基坑支撑支护；

施工期间定期清除沉砂池的沉积物，以防淤塞。沉砂池、排水沟启用后，注意沉砂池、排水沟的安全使用问题，落实相关责任制，定期做好巡视并进行管护，必要时标示安全警示标志等。竣工后，沉砂池、排水沟及时填埋平整。

施工结束后，施工单位必须及时拆除临时工程设施和临时生活设施、撤离并清除工地上所有设备及建筑物，将施工场地和生活区残留垃圾运至专门的垃

圾转运站作统一处理，实施方案设计的相应措施。

主体工程完工后，根据季节和植物特性，及时落实绿化措施。

11.9.3 降水蓄渗、防风固沙、场地排水工程设计

(1) 施工临建防治区

剥离表土集中堆放在场内较偏僻的地方，大致成棱台型，坡面坡度控制在 1: 2.0 左右，平均堆高为 2m。在表土堆表面采用有色塑料网覆盖，需有色塑料网 1000m²。有色塑料网坡脚四周用编织土袋挡墙进行拦挡、压盖，挡墙设计与前述一致，袋装土挡渣坎 140m³。在施工临建区及挡渣坎周围挖临时土质排水沟，以免造成表土堆放点排水不畅，排水沟末端连接土质沉砂池，临时土质排水沟、沉砂池设计与前述一致，临时土质排水沟 326m，挖方为 65m³，临时沉砂池 5 个，挖方为 25m³。

(2) 施工临时道路区

剥离表土集中堆放在场内较偏僻的地方，大致成棱台型，坡面坡度控制在 1: 2.0 左右，平均堆高为 2m。在表土堆表面采用有色塑料网覆盖，需有色塑料网 1000m²。有色塑料网坡脚四周用编织土袋挡墙进行拦挡、压盖，挡墙设计与前述一致，编织土袋挡墙为 282.5m³。在施工临时道路一侧及挡渣坎周围挖临时土质排水沟，以免造成表土堆放点排水不畅，排水沟末端连接土质沉砂池，临时土质排水沟、沉砂池设计与前述一致，临时土质排水沟 565m，挖方为 113m³，临时沉砂池 6 个，挖方为 30m³。

11.10 水土保持工程施工组织设计

11.10.1 水土保持措施工程量

表11.10-1 水土保持措施工程量汇总

序号	工程或费用名称	单位	工程量	备注
第一部分	工程措施			
一	主体工程区			
1	表土剥离	m ²		
2	表土回覆	m ²		
一	临建设施区			
1	表土剥离	m ²	3180	
2	表土回覆	m ²	3180	
二	临时道路区			
1	表土剥离	m ²	1260	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	备注
2	表土回覆	m ²	1260	
三	弃渣场区			
1	表土剥离	m ²	15501	
2	表土回覆	m ²	15501	
3	C25 砼挡墙	m	134	
	土方开挖	m ³	603.00	
	土方回填	m ³	134.00	
	C25 砼挡土墙	m ³	1667.30	
	模板	m ²	1474.00	
	PVC 排水管	m	502.50	
	伸缩缝	m ²	179.17	
	C25 砼框格护坡	m ³	303.08	
	草皮护坡	m ²	2886.45	
4	截水沟	m	857	
	沟槽土方开挖	m ³	575.90	
	土方回填	m ³	115.18	
	C25 砼排水沟	m ³	151.69	
	模板	m ²	1919.68	
	伸缩缝	m ²	15.35	
5	排水沟		667	
	沟槽土方开挖	m ³	250.13	
	土方回填	m ³	75.04	
	C25 砼排水沟	m ³	86.71	
	模板	m ²	1200.60	
	伸缩缝	m ²	8.67	
6	浆砌石沉砂池	处	2	
	土方开挖	m ³	64.06	
	土方回填	m ³	64.06	
	M7.5 浆砌石	m ³	22.48	
	砂浆抹面	m ²	79.24	
7	渣土压实	m ³	90000	
第二部分	林草措施			
一	临建设施区			
1	撒播草籽	hm ²	0.32	
	撒播草籽(栽植费)	hm ²	0.32	
	草籽	kg	25.44	
2	种植乔灌木	m ²	3180	
	小叶女贞	株	531	
	小叶黄杨	株	531	
	刺槐	株	398	
	香樟	株	319	
3	抚育工程	hm ² /年	0.64	
二	临时道路区			
1	撒播草籽	hm ²	0.13	
	撒播草籽(栽植费)	hm ²	0.13	
	草籽	kg	10.08	
2	种植乔灌木	m ²	1260	
	香樟 (2cm)	株	127	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	备注
	小叶女贞	株	211	
	小叶黄杨	株	211	
	刺槐	株	158	
3	抚育工程	hm ² /年	0.25	
三	弃渣场区			
1	撒播草籽	hm ²	1.78	
	撒播草籽(栽植费)	hm ²	1.78	
	草籽	kg	142.61	
3	种植乔灌木	m ²	17826	
	香樟(2cm)	株	892	
	刺槐	株	892	
	小叶女贞	株	2971	
	小叶黄杨	株	2971	
4	抚育工程	hm ² /年	3.57	
第三部分	监测措施			
一	水土保持监测			
1	土建设施			
(1)	观测场地			
	平整场地	m ²	600	
	刺铁围栏	m	300	
(2)	观测设施			
	土方开挖	m ³	240	
	土方填筑	m ³	240	
	砌砖	m ³	24	
	砂浆抹面	m ²	240	
(3)	附属设施			
	观测用房	m ²	3.00	
	道路	m		
2	设备及安装			
	监测设备、仪表	套	6	
	安装费	元		
二	弃渣稳定监测			
1	土建设施			
	变形监测设施	个	3	
	滑移监测设施	个	5	
	渗流监测设施	个	2	
	视频监控设施	个	2	
2	设备及安装			
	监测设备、仪表	套	12	
	安装费			
三	建设期观测费		300000	
第四部分	临时措施			
一	主体工程区			
1	有色塑料网	m ²	6000	
二	临建设施区			
1	C25 砼排水沟	m	0	
3	袋装土挡渣坎	m	280	
	填筑	m ³	140	

序号	工程或费用名称	单位	工程量	备注
	拆除	m ³	140	
4	临时排水沟		326	
	土方开挖	m ³	65	
	土方回填	m ³	65	
	1: 2 砂浆抹面	m ²	342	
	无纺土工布 (250g/ m2)	m ²	342	
5	临时沉砂池		5.00	
	土方开挖	m ³	25.00	
	土方回填	m ³	25.00	
5	有色塑料网	m ²	1000	
三	临时道路区			
1	袋装土挡渣坎	m	565	
	填筑	m ³	282.5	
	拆除	m ³	282.5	
2	排水沟	m	565	
	土方开挖	m ³	113	
	土方回填	m ³	113	
	1: 2 砂浆抹面	m ²	592	
	无纺土工布 (250g/ m2)	m ²	592	
5	临时沉砂池		6.00	
	土方开挖	m ³	30.00	
	土方回填	m ³	30.00	
4	有色塑料网	m ²	1000	
四	弃渣场区			
1	袋装土挡渣坎	m	600	
	填筑	m ³	300	
	拆除	m ³	300	
2	临时排水沟		600	
	土方开挖	m ³	120	
	土方回填	m ³	120	
	1: 2 砂浆抹面	m ²	629	
	无纺土工布 (250g/ m2)	m ²	629	
3	有色塑料网	m ²	5000	

备注：水保措施采用的单价均为主体工程所用单价，具体单价分析表详见概算单行本。

11.10.2 施工条件

拟建的岩板田水库位于新晃县晃州镇两河口村岩板田组。大坝距新晃县城约 12km。工程地理位置：东经 109° 11'10"、北纬 27° 26'11"。乡镇公路通至坝址下游岩板田村组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

1) 块石、砂、碎石

从晃州镇水洞采石场采购，为人工采石场，岩石类型为寒武系上统车夫组 (€3c) 泥质灰岩，呈弱风化~新鲜状态，岩体完整，岩质坚硬致密，力学强度

高。

工程区附近大面积出露寒武系 系灰岩、灰质白云岩、白云质灰岩等，可考虑采用人工扎骨料，作为混凝土粗、细骨料。

2) 水泥

新晃县有水泥生产厂家，其生产的水泥产量和质量均可满足本工程主体建筑物施工需要，因此大坝、溢洪道等主要建筑物及其他临时建筑物施工所需的水泥考虑从该水泥厂购买。

3) 钢材

型材及线材就近从新晃县县城采购

4) 木材、油料

施工所需的木材、柴油、汽油等就近从新晃县采购。

5) 水、电、通信等供应条件

在坝址下游的坡面上设置高位水池和泵站，通过水泵提取何家田溪内溪水，通过高位水池输水至施工营地、砼拌合站、综合加工厂和坝址各施工区。

距坝址约 700m 的两河口村岩板田组有高压线路布置，可直接 T 接至工地变压器，通过变压后，以满足施工用电需求。

工程区位于两河口村岩板田组附近，通讯网络已覆盖整村，工程施工时可与当地电信部门联系，就近引接扩容解决，施工通讯条件较好。

6) 草皮

草皮可从附近的苗圃购买，尽量避免长途调运，以提高成活率。

11.10.3 施工进度

根据主体工程施工进度安排及水土保持工程特点，确定完成全部防治工程的期限为施工期与运行期。为尽快发挥水土保持工程效益，减少水土流失，水土保持措施在安排时序上，遵循先临时性措施，其次为工程措施和植物措施原则。分区实施、合理安排，保证水土保持施工的组织性、计划性、有序性以及资金、材料和机械设备等资源的有效配置，确保工程按期完成。本次设计水土保持措施施工工期安排 24 个月，水保措施施工进度计划安排为第一年 5 月~第三年 4 月。具体安排为：一是安排随时都将产生水土流失地段的防治措施；二

是对施工开挖的弃土石渣的处理，应在主体工程建设的同时建好挡土墙、护坡和截排水沟等；以避免造成水土流失，恶化生态环境；三是滞后于主体工程安排的水土保持措施。另外，水土保持措施在安排时序上，一般是先采取临时性措施，其次为工程措施和土地整治措施，最后是植物措施。

（1）施工临建区：

工程措施为表土剥离、覆土等措施，与临建工程施工同步进行，从第一年5月初开始至5月中旬结束；临时措施主要为临时沉砂池、临时袋装土等措施，与临建工程施工同步进行，从第一年5月中旬开始到6月底结束；植物措施主要是施工临建区地表扰动范围内地表植被恢复，在主体工程施工将近结束时开始实施，从第三年4月中旬开始至第三年4月底结束。

（2）道路区：

工程措施为表土剥离、覆土、排水沟、沉砂池等措施，与道路工程施工同步进行，从第一年5月初开始至5月中旬结束；临时措施主要为临时沉砂池、临时袋装土等措施，与道路工程施工同步进行，从第一年5月中旬开始到7月结束；植物措施主要是道路区地表扰动范围内地表植被恢复，在道路工程施工将近结束时开始实施，从第三年3月中旬开始至3月底结束。

（3）弃渣场区

工程措施为表土剥离、覆土、挡渣墙、截水沟、排水沟、沉砂池等措施，与主体工程施工同步进行，从第一年5月初开始至8月中旬结束；临时措施主要为临时沉砂池、临时袋装土等措施，与主体工程施工同步进行，从第一年5月初开始到6月结束；植物措施主要是弃渣场区地表扰动范围内地表植被恢复，在主体工程施工开始弃渣时开始实施，从第一年10月中旬开始至第三年4月底结束。

11.11 水土保持监测与管理设计

11.11.1 监测方案

（1）监测点布置

监测的重点是渣场使用情况及安全要求落实情况，扰动土地及植被占压情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施情况等。具体布置见下表。

表11.11-1 水土保持监测项目及分布点情况

时段	监测点位	点位性质	监测项目	监测方法	备注 (监测点)
施工期	挖方堆放点	临时	坡面流失量	坡面量测	主体工程区、道路区、弃渣场
	截、排水沟	固定	工程措施的稳定性	观测	道路区、弃渣场
	植被样地	固定	植被生长情况、土壤流失量	固定样地	道路区
自然恢复期	植被恢复区	移动	林草措施成活率、覆盖度	调查	临建设施区、临时道路区、弃渣场
	挡渣墙	固定	工程措施的稳定性	观测	弃渣场

(2) 监测方法

监测方法主要为调查监测和场地巡查监测；扰动土地面积、弃土（渣）量、水土保持措施实施情况等内容以调查监测为主。

1) 实地调查监测

调查监测是指定期采用抽样调查的方式，通过现场实地勘察，结合项目区地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按标段测定不同工程和地段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣、开挖面坡长、坡度、岩石类型）及水土保持措施（护坡工程）的实施情况。

2) 现场巡查监测

巡查是开发建设项目施工期间的水土保持监测的一种特殊方法。因为开发建设项目施工临建区的时空变化复杂，定位监测有时十分困难，场地巡查可以及时发现水土流失并采取有效的措施加以控制。

(3) 监测频次

建设项目在整个建设期（含施工准备期）内必须全程开展监测，根据不同监测方法的要求确定相应的监测频次。施工建设期为第一年5月至第三年4月，实地监测（包括全面调查、监测点内的水土保持工程措施运行情况调查、样地调查，建设期正在使用中的临时堆土场，正在实施的水土保持工程措施建设情况每10天监测记录1次，扰动土地面积、水土保持工程措施拦挡效果等每月监测记录1次；主体工程建设进度、土壤流失面积、水土保持植物措施生长情况等每3个月记录1次；土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量应每月记录

1 次，弃土（石、渣）场面积、水土保持措施每月记录 1 次；正在实施弃土（石、渣）场方量、表土剥离情况每 10 天记录 1 次；遇降雨产生地表径流时，应及时加测；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

（4）监测设施典型设计

由于不同的监测内容，具体监测指标、指标数值获取的方法、时间和频率要求、所需设备与设施各有特点，在监测方法的设计时，要求进行具体的监测设计。

1）地形地貌监测

在一定范围内，各种地貌形态彼此在成因上相互联系，有规律的组合同一类型地貌，反应了一定的外表形态和成因。地形地貌只观测 1 次，安排在水土流失调查时进行。

2）地面物质组成

地面组成物质主要指土壤和形成土壤的主要矿物质。调查时，了解不同土壤类型的分布范围面积。可以利用土钻或者类似的取样方法进行土层厚度、土壤质地的分析，以便采取适应的整地工程与植树种草措施。土壤调查安排在水土流失现状调查时进行。

3）植被状况

通过实地全面调查或典型地段观测，获取天然林草和人工林草的相关指标，主要包括林草植被的分布、面积、种类、群落等、计算林草植被覆盖度。植被状况观测进行 3 次，分别在水土流失现状调查、水土保持工程完工和水土保持工程运行的第一个雨季结束时进行。

4）土壤流失量监测

①周边参照物法：对某一具体位置可根据地中或地边的树木、电线杆、岩石、墓碑等根部地面多年下降情况加以量算。或者，设立标桩或钢钎，根据地面表层在标桩或钢钎上的刻度变化测算。

②类比法：根据地面的坡度、坡长、土质、植被等情况，引用同一类型区水土保持监测资料。

③近似体积算法：根据侵蚀沟的形状、尺寸计算土壤流失体积，然后利

用土壤容重换算土壤流失量。局部地段细沟与浅沟侵蚀可采用地横断面体积量测法。侵蚀沟的断面积可根据实际断面以梯形、三角形等断面形式计算。

④沉砂池法：利用、沉砂池或拦沙墙拦渣量、不发生泥沙出流的取土长低洼坑的淤积量等计算流失量。

（5）监测设施设备

本项目工程建设区征地面积大于 5hm^2 ，水土保持监测任务由业主委托由具有乙级以上水土保持监测资质单位承担完成，监测人员必须是经过上岗培训的合格人员。根据项目区布局，设置的监测设施等情况，监测年限为 1 年。若发现异常情况，应立即通知当地水行政主管部门。

外业工作量：根据设计，本项目拟进行 1 次监测，最多监测次数 2 次。每次监测时间 3 天，人员 3 人，使用车辆 1 台次，全阶段实地监测最多需要 21 天，车辆 7 次。

内业工作量：编制水土保持监测实施方案， 2×30 天；分阶段监测资料的分析与评价， $7 \text{次} \times 3 \text{天} \times 3 \text{人}$ 。

1) 监测设备及消耗性材料

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。本项目水土保持监测设备及消耗行材料主要有全站仪、手持式 GPS 定位仪、数码相机、红漆、皮尺等。

2) 监测所需人工

根据项目区布局，设置的监测设施等情况，计划每年 3 名监测人员、监测时限 4 年。

表11.11-2 水土保持监测计划一览表

分区	监测点位	监测内容	监测时段及频次	监测方法
主体工程区	设置一个监测点	主体工程建设的进度、工程建设扰动地表面积、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果。	监测时段从水保方案批复时开始至设计水平年结束；监测频次雨季前后各一次。	地面监测和调查监测法
施工临建区	设置植被监测样地	水土流失灾害隐患、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果。	监测时段从水保方案批复时开始至设计水平年结束；监测频次雨季前后各一次。	调查监测法
道路区	设置一个监测点和植被监测样地	主体工程建设的进度、工程建设扰动地表面积、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果。	监测时段从水保方案批复时开始至设计水平年结束；监测频次雨季前后各一次。	地面监测、巡查法
弃渣场区	设置两个监测点和植被监测样地	主体工程建设的进度、工程建设扰动地表面积、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果。	监测时段从水保方案批复时开始至设计水平年结束；监测频次雨季前后各一次。	地面监测、巡查法

11.11.2 管理设计

根据湘水发[2022]14 号的精神，市级人民政府水行政主管部门负责省级下放给市级人民政府水行政主管部门生产建设项目与市级权限内生产建设项目水土保持方案审批、水土保持设施验收备案；负责组织本行政区域内生产建设项目水土保持监督检查及违法行为查处；指导县级人民政府水行政主管部门开展水土保持监督管理工作。

县级人民政府水行政主管部门负责县域内省级立项的占地 10 公顷以下、且挖填土石方 10 万立方米以下的生产建设项目水土保持方案审批、水土保持设施验收备案，负责县级权限内生产建设项目的水土保持方案审批、水土保持设施验收备案；负责本行政区域内生产建设项目水土保持监督检查，对违法行为进行查处；协助上级水行政主管部门开展本行政区域内的水土保持监督管理工作。

市级、县级人民政府水行政主管部门生产建设项目水土保持方案审批与水土保持设施验收备案管理权限由市级人民政府水行政主管部门具体规定；省人民政府水行政主管部门下放给市级人民政府水行政主管部门的生产建设项目水土保持方案审批与水土保持设施验收备案管理权限不得再下放。

生产建设单位（包括个人）应当认真执行水土保持法律法规、标准规范规

程，严格按照水土保持方案要求落实各项水土保持措施。生产建设项目水土保持设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，生产建设项目竣工验收前，应当验收水土保持设施。

（1）施工管理

项目业主要建立规章制度，严格控制工程建设的扰动范围和弃土弃渣的堆放地点，施工过程中尽可能保护地表植被免遭破坏。经常检查工程建设现场，严格施工时序，对造成水土流失的地方及时采取相应的补救措施，对设计中不完善的地方及时加以修改、完善并落实，对建成的水土保持工程加强管理与维护。

项目实施中业主应落实本工程水土保持方案。在工程施工的同时，应成立相应的质检部，制定出质量管理制度，全面负责质量管理工作，在管理工作中，严格按设计施工图、设计说明书及相关的技术监督施工，对隐蔽工程施工或中间验收时，由监理工程师检查合格并签字后，方可进行下一道工序的施工。坚持以预防为主，实施超前监理，采取预报预控措施，以防止质量事故的发生来确保工程质量。施工过程中要合理配备相应专业技术人员，对施工队伍进行技术培训，严格按照有关规范和设计标准的要求，根据水土保持方案中的防护措施（包括临时防护措施）、水土保持工程设计图及施工安排，做到精心施工、文明施工。

1) 施工期应划定施工活动范围，严格控制和管理车辆机械的运行范围，不得随意行驶，任意碾压。生产单位不得随意占地，防止扩大对地表的扰动范围。

2) 设立保护地表及植被的警示牌。教育施工人员保护植被，保护地表，施工过程中确需清除地表植被时，应尽量保留树木，尽量移栽利用。

3) 注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。

4) 土建工程完工后，施工队伍离开现场前，由当地水行政主管部门进行初步验收。

5) 随时投入运行的水土保持工程应有明确的管理维护要求。

实施保证措施是水土保持方案的重要组成部分，由业主组织实施。业主应明确一位领导同志分管水土保持工作，并组成有业主、设计单位、施工单位、监理单位、监测等单位参加的领导小组，负责水土保持工作的组织领导、宣传

教育，资料收集整理，质量和施工进度保证等工作。

水保方案批复后，业主应在三十日内将方案报告书送达市水利局及县水利局，并主动与各级水行政主管部门联系，接受水行政主管部门的监督检查，按规定报送水土保持有关资料。

（2）后续设计

主体工程初步设计应将批复后的水土保持方案制定的防治措施内容和投资纳入主体工程初步设计文件中，并单独成章。在水土保持工程初步设计和施工图设计阶段，设计的变更应规定报批，并报水行政部门备案。项目初步设计审查时应邀请方案审批机关派员参加。

当主体工程建设地点、工程规模发生变化时，应重新编报水土保持方案；当取（弃）土（石、渣）场、各类防护工程等发生较大变化时，应编制水土保持工程变更设计文件。

严格贯彻落实项目法人制、合同制、招投标制和施工监理制。在工程招投标过程中，项目业主应将批复的水土保持工程纳入招投标管理中，即主体工程发包标书中必须有水土保持工程的施工要求，并列入招标合同中。招标书中要有水土保持要求，明确施工单位防治水土流失的责任，并在施工合同中明确。中标的施工单位应配置水土保持工程施工专业技术人员，加强施工队伍的水土保持技术培训，强化施工队伍的水土保持意识。在工程建设过程中严格按批复的水土保持方案施工，严格执行《水利水电工程水土保持技术规范》（SL 575-2012）等规范标准。

水保方案实施单位必须具备相应的资质。承包商具有防治水土流失的责任，对施工中造成的新增水土流失，负责临时防护及治理。外购砂石料场造成的水土流失由供货商负责防治。

（3）检查与验收

各级人民政府水行政主管部门开展监督检查，应当采取遥感监管、现场检查、书面检查、“互联网+监管”相结合的方式，实现在建项目监管全覆盖。

现场检查随机确定检查对象，每年现场检查的项目数量按照水利部有关规定执行。

对有举报线索、规定期限内未完成整改、监测评价结论为“红”色的项目、不按规定提交水土保持监测季报和纳入重点监管对象的项目应当开展现场检查。

根据生产建设项目的情况，现场检查可以邀请生产建设单位主管部门（或者上级单位）和专家参加，下级水行政主管部门可以作为检查组成员参加。水土保持监督检查内容主要包括：

- （一）水土保持工作组织管理情况；
- （二）水土保持方案编报、初步设计、施工图设计、变更设计等情况；实行承诺制的生产建设项目水土保持方案的真实性和质量情况；
- （三）表土剥离、保存和利用情况；
- （四）弃渣场、取土场选址及防护情况；
- （五）水土保持工程措施、植物措施、临时措施等落实情况；
- （六）水土保持监测和监理工作开展情况；
- （七）水土保持补偿费缴纳情况；
- （八）水土保持设施验收及备案情况；
- （九）各级人民政府水行政主管部门历次监督检查中提出的整改意见落实情况；
- （十）核实群众举报情况。

（4）资金来源及使用管理

水保方案批复的水土保持投资将全部纳入主体工程建设概算，按基本建设程序和方案资金需求安排，进行统一管理和使用，确保水土保持措施保质保量按期完成。

水土保持投资必须严格按照审定的项目开支，不得挪作他用，并按要求设立专账，确保水土保持措施保质保量按期完成。

11.12 水土保持投资概算

本次水土保持投资概算价格水平年为 2025 年，编制的依据、主要工程材料单价与主体工程相一致，不足部分按市场价格和水利部水总[2003]67 号文规定编制。

列入本工程水土保持投资项目为减免本工程不利影响所需采取的水保措施。

本工程水土保持投资包括工程措施、植物措施、临时措施、独立费用、基本预备费、水土保持设施补偿费六项，施工期水土保持总投资为 410.45 万元。

表11.12-1 水土保持总概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第一部分 工程措施				
一	施工临建区				2.02
二	临时道路区				0.80
三	弃渣场区				208.28
	第二部分 植物措施				
一	施工临建区				5.80
二	临时道路区				2.33
三	弃渣场区				21.32
	第三部分 监测措施				
一	水土保持监测				10.10
二	弃渣稳定监测				10.60
三	建设期观测费	项	1	300000	30.00
	第四部分 施工临时工程				
一	主体工程区				1.20
二	临建设施区				6.97
三	临时道路区				5.94
四	其他临时工程	%	1.5	3053614	4.58
五	施工安全生产专项	%	2.5	3053614	7.63
	第五部分 独立费用				69.67
一	建设管理费				19.05
	项目经常费		3.50%	3175758	11.12
	技术咨询费		2.50%	3175758	7.94
二	工程建设监理费		3.30%	3175758	10.48
三	科研勘测设计费				28.14
	科学研究试验费		0.50%	3175758	1.59
	勘测费		4.18%	3175758	13.27
	设计费		4.18%	3175758	13.27
四	水土流失监测费				12.00
五	工程质量监督费				
	总投资		%	3872476	387.25
	基本预备费	%	5%	3872476	19.36
	水土保持补偿费	元	38416	1	3.84
	静态投资		100%	4104500	410.45

表11.12-2 工程措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第一部分 工程措施				
一	施工临建区				2.02
(一)	平整土地	m ²	3180	6.35	2.02
	表土剥离	m ³	954	6.13	0.58
	覆土回填	m ³	954	15.04	1.43
二	临时道路区				0.80
(一)	平整土地	m ²	1260	6.35	0.80
	表土剥离	m ³	378	6.13	0.23
	覆土回填	m ³	378	15.04	0.57
三	弃渣场区				245.69
(一)	平整土地	m ²	15501	6.35	9.84
	表土剥离	m ³	4650.3	6.13	2.85
	覆土回填	m ³	4650.3	15.04	6.99
(二)	C25 砼挡墙	m	134	9041.83	83.75
	沟槽土方开挖	m ³	444.88	6.34	0.28
	土方回填 (利用料)	m ³	21.44	12.86	0.03
	C25 砼挡墙	m ³	931.53	494.99	46.11
	C25 砼框格	m ³	303.08	531.08	16.10
	草皮护坡	m ²	2886.45	29.31	8.46
	普通模板	m ²	1333.36	70.65	9.42
	Φ 50mmPVC 管	m	502.5	8	0.40
	伸缩缝 (沥青杉木板)	m ²	179.17	164.6	2.95
(三)	截水沟	m	857	262.06	22.46
	沟槽土方开挖	m ³	575.9	6.34	0.37
	土方回填 (利用料)	m ³	115.18	12.86	0.15
	C25 砼排水沟	m ³	151.69	535.97	8.13
	普通模板	m ²	1919.68	70.65	13.56
	伸缩缝 (沥青杉木板)	m ²	15.35	164.60	0.25
(四)	排水沟	m	667	202.81	13.53
	沟槽土方开挖	m ³	250.13	6.34	0.16
	土方回填 (利用料)	m ³	75.04	12.86	0.10
	C25 砼排水沟	m ³	86.71	535.97	4.65
	普通模板	m ²	1200.6	70.65	8.48
	伸缩缝 (沥青杉木板)	m ²	8.67	164.60	0.14
(五)	浆砌石沉砂池	处	6	6826.17	4.10
	沟槽土方开挖	m ³	190.43	6.34	0.12
	土方回填 (利用料)	m ³	60.48	12.86	0.08
	M7.5 浆砌石	m ³	45.94	298.20	1.37
	砖砌	m ³	45.94	519.08	2.38
	砂浆抹面	m ²	79.24	18.00	0.14
(六)	渣土压实	m ³	74826	9.97	74.60

表11.12-3 植物措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第二部分 植物措施				
一	施工临建区				5.80
(一)	撒播草籽	hm ²	0.32	4496.88	0.14
	撒播草籽 (栽植费)	hm ²	0.32	520.62	0.02
	草籽	kg	25.44	50.00	0.13
(二)	植灌木	m ²	3180	9.09	2.89
	小叶女贞	株	531	14.89	0.79
	小叶黄杨	株	531	18.08	0.96
	刺槐	株	398	28.65	1.14
(三)	植乔木				2.71
	香樟	株	319	85.00	2.71
(四)	抚育工程	hm ² /年	0.32	1623.84	0.05
二	临时道路区				2.33
(一)	撒播草籽 (紫云英草、狗牙根草、三叶草)	hm ²	0.13	4400.00	0.06
	撒播草籽 (栽植费)	hm ²	0.13	520.62	0.01
	草籽	kg	10.08	50.00	0.05
(二)	植灌木	m ²	1260	9.11	1.15
	小叶女贞	株	211	14.89	0.31
	小叶黄杨	株	211	18.08	0.38
	刺槐	株	158	28.65	0.45
(三)	植乔木	m ²	1260	8.57	1.08
	香樟	株	127	85.00	1.08
(四)	抚育工程	hm ² /年	0.25	1623.84	0.04
三	弃渣场区				21.32
(一)	撒播草籽	hm ²	1.78	4526.97	0.81
	撒播草籽 (栽植费)	hm ²	1.78	520.62	0.09
	草籽	kg	142.61	50.00	0.71
(二)	植灌木	m ²	17826	6.93	12.35
	小叶女贞	株	2971	14.89	4.42
	小叶黄杨	株	2971	18.08	5.37
	刺槐	株	892	28.65	2.56
(三)	植乔木	m ²	17826	4.25	7.58
	香樟	株	892	85.00	7.58
(四)	抚育工程	hm ² /年	3.56	1623.84	0.58

表11.12-4 监测措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第三部分 监测措施				
一	水土保持监测				10.10
(一)	土建设施				5.78
1	观测场地				3.07
	平整场地	m ²	600	1.22	0.07
	刺铁围栏	m	300	100.00	3.00
2	观测设施				2.11
	沟槽土方开挖	m ³	240	6.34	0.15
	土方回填	m ³	240	11.71	0.28
	砌砖	m ³	24	519.08	1.25
	砂浆抹面	m ²	240	18.00	0.43
3	附属设施				0.60
	观测用房	m ²	3	2000.00	0.60
(二)	设备及安装				4.32
	监测设备、仪表	套	6	6000.00	3.60
	安装费	%	20	36000.00	0.72
二	弃渣稳定监测				10.60
(一)	土建设施				1.96
	变形监测设施	个	3	1200.00	0.36
	滑移监测设施	个	5	1200.00	0.60
	渗流监测设施	个	2	3000.00	0.60
	视频监控设施	个	2	2000.00	0.40
(二)	设备及安装				7.20
	监测设备、仪表	套	12	6000.00	7.20
(三)	安装费	项	20	72000.00	1.44
三	建设期观测费	项	1	300000.00	30.00

表11.12-5 施工临时工程投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第四部分 施工临时工程				
一	主体工程区				1.20
	有色塑料网	m ²	6000	2.00	1.20
二	临建设施区				6.97
(一)	C25 砼排水沟	m	193	171.86	3.32
	沟槽土方开挖	m ³	96.11	6.34	0.06
	土方回填	m ³	96.11	11.71	0.11
	C25 砼排水沟	m ³	30.69	535.97	1.64
	普通模板	m ²	204.58	70.65	1.45
	伸缩缝（沥青杉木板）	m ²	3.23	164.60	0.05
(二)	浆砌石沉砂池	座	1	5311.00	0.53
	土方开挖	m ³	32.8	5.90	0.02
	土方回填	m ³	32.8	11.71	0.04
	M7.5 浆砌石	m ³	12.8	298.20	0.38
	砂浆抹面	m ²	44.8	20.44	0.09

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
(三)	袋装土挡渣坎	m	280	69.09	1.93
	袋装土挡渣坎填筑	m ³	140	127.25	1.78
	袋装土挡渣坎拆除	m ³	140	10.93	0.15
(四)	排水沟	m	326	30.38	0.99
	沟槽土方开挖	m ³	65	6.34	0.04
	土方回填	m ³	65	11.71	0.08
	砂浆抹面	m ²	342	18.00	0.62
	无纺土工布 (250g/ m ²)	m ²	342	7.53	0.26
(五)	有色塑料网	m ²	1000	2.00	0.20
三	临时道路区				5.94
(一)	袋装土挡渣坎	m	565	69.09	3.90
	袋装土挡渣坎填筑	m ³	282.5	127.25	3.59
	袋装土挡渣坎拆除	m ³	282.5	10.93	0.31
(二)	排水沟	m	565	31.50	1.78
	沟槽土方开挖	m ³	113	6.34	0.07
	土方回填	m ³	113	11.71	0.13
	砂浆抹面	m ²	592	18.00	1.07
	无纺土工布 (250g/ m ²)	m ²	678	7.53	0.51
(三)	临时沉砂池	座	6	88.00	0.05
	土方开挖	m ³	30	5.90	0.02
	土方回填	m ³	30	11.71	0.04
(四)	有色塑料网	m ²	1000	2.00	0.20
四	其他临时工程	%	1.5	3427629.00	5.14
五	施工安全生产专项	%	2.5	3427629.00	8.57

表11.12-6 独立费用投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	第五部分 独立费用				69.67
一	建设管理费				19.05
	项目经常费		3.50%	3175758	11.12
	技术咨询费		2.50%	3175758	7.94
二	工程建设监理费		3.30%	3175758	10.48
三	科研勘测设计费				28.14
	科学研究试验费		0.50%	3175758	1.59
	勘测费		4.18%	3175758	13.27
	设计费		4.18%	3175758	13.27
四	水土流失监测费				12.00
五	工程质量监督费				

12. 劳动安全与工业卫生

12.1 危险与有害因素分析

12.1.1 设计依据

12.1.1.1 法律、法规

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》(2020年11月(修正草案));
- 2) 《中华人民共和国劳动法》(2018年10月修改);
- 3) 《中华人民共和国职业病防治法》(2018年12月第四次修正)
- 4) 《中华人民共和国消防法》(2021年4月第二次修正)
- 5) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日)
- 6) 《建设工程安全生产管理条例》(2004年2月1日)
- 7) 建设工程安全生产管理条例(2004年2月1日);
- 8) 中华人民共和国道路交通安全法实施条例(2004年5月1日)。

12.1.1.2 规程依据

- 1) 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011)
- 2) 《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台》(GB 4053.3-2009);
- 3) 《爆破安全规程》(GB 6722-2014);
- 4) 《防洪标准》(GB50201-2014);
- 5) 《图形符号 安全色和安全标志 第1部分:安全标志和安全标记的设计原则》(GB/T2893.1-2013);
- 6) 《安全色》(GB2893-2008)
- 7) 《安全标注及其使用导则》(GB2894-2008);
- 8) 《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999);
- 9) 《起重机械安全规程》(GB/T6067-2010);
- 10) 《水利工程设计防火规范》(GB50987-2014);
- 11) 《安全防范工程技术规范》(GB50348-2018);
- 12) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008);
- 13) 《生活饮用水卫生标准》(GB5479-2022);

- 14)《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017);
- 15)《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL398-2007);
- 16)《水利水电工程土建施工安全技术规程》(SL399-2007);
- 17)《水利水电工程施工作业人员安全技术操作规程》(SL401-2007);
- 18)《水利工程施工安全防护设施技术规范》(SL714-2015);
- 19)《水利水电工程危险源辨识与风险评价导则》(SL/T843-2025);
- 20)《水利水电工程施工安全管理导则》(SL721-2025);
- 21)《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33-2012);
- 22)《水利水电工程施工作业人员安全操作规程》(DL/T 5373-2017);
- 23)《工程建设标准强制性条文(水利工程部分)》(2020版)。

12.1.2 工程概况

拟建岩板田水库位于新晃县东部,地处晃州镇两河口村岩板田组境内。所涉及流域为沅水三级支流何家田溪中游(沅水-舞水-龙溪河-何家田溪)。水库坝址以上集雨面积 7.11km^2 ,干流长 4.47km ,干流坡降 53.2‰ 。大坝距新晃现场约 12km 。工程地理位置:东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田村组,岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通,交通不便。

设计初拟坝型为堆石砼重力坝,最大坝高约 49.5m (坝顶高程 583.20m)。水库正常蓄水位 503.00m (相应库容为 181.06 万 m^3),设计洪水位为 504.25m (相应库容为 197.54 万 m^3),校核洪水位为 504.67m (总库容为 204.58 万 m^3)。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主,兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小(1)型水库,工程等别为IV等。

12.1.3 主要危险因素

岩板田水库工程涉及面广,工程内容包含水、机、电等几大部分,存在的危险源多,一旦出现险情,发生事故,将危及人民生命安全和造成财产的巨大损失。所以,对工程的危险有害因素进行分析,提出相应的防范措施,给工作人员提供一个安全、卫生的工作环境,是十分必要的。

(1) 机械伤害

机械伤害是指机械上外露的开式齿轮、联轴器、传动轴、链轮、链条、传

动带、皮带轮等易伤人的活动零部件在操作过程中对人体造成的伤害。

本项目中对人体造成伤害的机械设备主要有起重机械、通风机械、水泵等。

机械设备安全防护距离、防护屏和设备本体的安全对人身安全极其重要，因而，应符合《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）、《机械安全 防止人体部位挤压的最小间距》（GB/T 12265-2021）、《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T 8196-2018）有关标准的规定。

（2）电气伤害

本项目存在的高、低压电气设备很多，如果设备带电部位裸露，没有必要的安全防护装置，人员与设备接触，将发生电击、触电伤害。

本工程容易发生电气伤害的场所主要在变压器场、电缆夹层和配电室等。

（3）坠落伤害

坠落伤害是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。

本项目各建筑物中预留的洞口和大型机械设备检修形成的孔洞，敞开的输水明渠，坝顶公路、开挖形成的高边坡、放水隧洞进口塔均是容易发生坠落事故的主要部位。

（4）气流伤害

泄水、引水建筑物和输供水压力管道上的掺气孔（阀）和通气孔（阀）的孔口，在运行工作时，对人体造成的伤害。

本项目中的气流伤害主要包括各种建筑物中的掺气孔（阀）和通气孔（阀）的孔口。

（5）防洪防淹伤害

本项目的各种建筑物应按符合国家现行标准的有关规定布置，如隧洞的进（出）口、大坝开挖基坑等。为保障施工期及运行期安全度汛，应配备有相应的有线和无线通讯设施及水情自动测报系统。

（6）强风和雷击伤害

强风和雷击伤害是指在作业过程中强风、雷击对人体造成的伤害。

本项目容易发生强风和雷击伤害主要是指露天高空作业的起重机等设备。

（7）交通安全

本项目的交通安全主要是针对各种交通设施。如对外的交通公路、库区内的检修道路。

（8）火灾、爆炸

本项目易发生火灾、爆炸的地点主要是工程管理房、露天油罐、材料仓库及操作室等。

（9）噪声、振动危害

噪声对人体的危害是多方面的，噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经官能症等疾病。振动不仅诱发噪声，而且可以直接对人体产生影响，使人降低工作效率，危害身体健康。

本项目中产生噪声、振动危害的机械设备主要有各种空调设备、减压阀、通风机械等。

（10）电磁辐射伤害

辐射主要包括电离辐射（如 α 粒子、 β 粒子、 γ 粒子和中子、 χ 粒子）和非电离辐射（如紫外线、射频电磁波、微波等）两类。

电离辐射伤害则由 α 粒子、 β 粒子、 γ 粒子和中子极高剂量的放射性作用所造成。射频辐射危害主要表现为射频致热效应和非致热效应两方面。

本工程中主要是静电感应场强，工频电磁场及通讯微波，对人体产生的生理危害。

（11）采光与照明危害

采光与照明危害是指工作场所由于照度过高或过低对人体造成的伤害。

本工程的各建筑物虽然为地面式，但由于功能要求和建筑布局的原因，存在许多自然采光不足。工作人员长期处于照明不足或照明过度的环境下，极易使眼睛产生疲劳，甚至造成近视、失明等。因而，采光与照明对人体的危害不可忽视。

（12）通风及温度与湿度危害

通风及温度与湿度危害主要指工程的工作环境中存在通风不好、气温过高、气温过低、高温高湿、低温高湿对人体产生的危害。

在通风不好的环境中会造成呼吸道感染等疾病，高温除能造成灼伤外，高

温、高湿环境可影响劳动者的体温调节，体内水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等。低温可以引起冻伤。温度的急剧变化，因热胀冷缩，造成材料变形或热应力过大，会导致材料破坏，低温下金属会发生晶型转变，甚至引起破裂而引发事故。

本工程中存在通风及温度与湿度危害的环境主要有供水、灌溉管道施工等。

（13）水、潮危害

本工程防水和防潮主要发生在顶部或侧墙可能产生渗漏的工作场所，特别是有电器设计的场所，是重点防护对象。

（14）粉尘污染危害

本工程中，由于机械运行、机械检修、液体泄露等原因，容易使工作环境产生粉尘、污染等物质，对人体造成直接或间接伤害。

本项目存在这些危害因素的位置各种配电装置地点、通风系统设施等。

（15）饮水安全危害

本工程的饮水安全危害主要是指工程饮用水源地的选择，对饮用水水质的检测等。

（16）环境卫生危害

本工程的环境卫生危害主要是指生产管理区、生活区的生活、生产污水排放点等应在工程总体规划、总体布置中确定。

12.2 劳动安全措施

通过分析，斜岩板田水库工程中存在不少危险源，为防止危险事故的发生，在工程设计中要全面贯彻国家安全生产方针，确保人民生命财产的安全。

12.2.1 防机械伤害设计

为防止机械伤害事故的发生，设计考虑以下措施。

1) 严格按照《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083)、《生产过程安全卫生要求总则》(GB12801)和《起重机械安全规程第 1 部分：总则》(GB6067.1)等的有关规定。

2) 机械上外露的、易伤人的活动零部件，应设计防护罩或设置安全运行区。

3) 轨道式机械设备设置行车声光警示信号装置。设备最大外缘与建筑物墙

柱之间的最小间距按 0.8m 设计。

12.2.2 防电气伤害设计

1) 在本项目中, 各建筑物区均按规范要求设计接地网和避雷系统, 可能带电的设备外壳及铁件保证与接地网连接, 且接地电阻满足规范要求;

2) 配电装置的电气安全净距符合《水利水电工程高压配电装置设计规范》(SL311-2004) 的有关规定。当配电装置电气设备的外绝缘最低部位距地面小于 2.5m (室内 2.3m) 时, 应设置固定遮栏。

3) 屋外开敞式电气设备对地距离及对人体的安全距离均大于保证值, 防止造成触电危险。

4) 低压电力网采用三相四线制。

5) 所有零线均不设熔断器和断路器。

6) 所有配电箱均设进线开关。

7) 电力设备外壳应接地或接零。

8) 独立避雷针不应设在人经常通行的位置旁, 最小距离不小于 3m。

9) 对于误操作可能导致人身触电或伤害事故的设备, 应设置电气闭锁装置或机械闭锁装置等防护措施。

10) 易发生爆炸、火灾造成人身伤亡的场所应装设应急照明。

12.2.3 防坠落伤害设计

1) 在本项目工程中的道路临高边坡段, 设置防护栏杆及防护道桩, 在交通通道出入口设置安全标志。

2) 凡坠落高度在 2m 以上的工作平台、人行通道和检修时将形成的孔、坑等, 均在坠落面侧设置固定式防护栏杆。

3) 本工程中的闸门(门库)的门槽、集水井、吊物孔、竖井等处, 在坠落面侧设置固定式防护栏杆。

4) 本工程中建筑物的上人屋面, 在屋顶周边需设置净高不小于 1.05m 的女儿墙或固定式防护栏杆。

5) 在水工建筑物的大坝坝顶、闸门井、坝顶交通桥、泵房取水口、有人行走的明渠段等有高差部位需设防护栏杆。

6) 本项目中采用的机械设备均要求符合国家安全卫生有关标准。

7) 枢纽建筑物的各种孔井（如掺气孔、通气孔、高压井等），在孔口设置防护栏或网孔盖板

8) 工程使用的钢直梯或钢斜梯，应根据电气安全和水力冲击等因素，满足劳动者工作安全的要求。且钢直梯设置护笼。

12.2.4 防气流伤害设计

1) 建筑物各掺气孔、通气孔的孔口方向不应指向工作人员工作或经常通行的部位，且应高于水库的校核洪水位。

2) 压力释放装置的管口位置，不应造成对工作人员的伤害。

12.2.5 防强风和防雷击设计

1) 露天工作的起重机应装置有显示瞬时风速的风级风速的报警仪。当风力大于工作状态的计算风速设定值时，风速仪应发出报警信号。

2) 露天工作的轨道式起重机，安置能独立承受非工作状态下的最大风力的夹轨钳和锚定装置。

3) 防雷设计按《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T50064-2014 的有关规定。

12.2.6 防洪防淹设计

1) 工程防洪设计应符合《防洪标准》GB50201-2014、《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL252-2017 的有关规定。

2) 库区检修道路应布置在校核洪水位以上。

3) 通向建筑物外部的各种孔洞、管沟、通道、电缆廊道的出口，其位置高于下游洪水位。

4) 排水系统的出水口布置在正常尾水位以上。

12.2.7 交通安全设计

1) 本工程的永久道路按《公路工程技术标准》JTG B01-2014 的有关规定进行设计。

2) 在道路的视距不良、急弯、陡坡等路段设置路面标线及必需的视线诱导标志。悬崖、深谷、深沟等路段，设置路侧护栏、防护墩。平面交叉设置标志

和必需的交通安全设施。

3) 连续长陡下坡路段、危及行车安全路段, 每隔一段距离, 应设置避险车道。

12.2.8 防火灾防爆炸伤害

为防止火灾、爆炸事故的发生, 设计考虑以下措施。

1) 严格按照《建筑设计防火规范》GB50016-2014、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 进行设计, 在管理房、仓库等重要场所设置火灾探测器及自动报警、自动灭火系统;

2) 对有防火要求的房间, 设置防火门, 墙面刷防火涂料、涂料或使用耐火砌体, 在各生产场所和主要机电设备处配备专用的消防设施, 同时设置公用消防系统;

3) 在容易发生火灾的部位设置事故排烟设施。

4) 除特殊条件要求外, 所有设备及材料均采用阻燃型, 对特别重要用途的场所可采用不燃型, 同时还应具有低有害气体释放特性。

5) 在主要通道及安全出口处, 均设置应急照明主疏散指示标志。

12.3 工业卫生措施

12.3.1 防噪声、振动设计

1) 本工程设计按照《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T 50087-2013) 的规定, 工程中各类工作场所的噪声必须符合设计规范的要求。

2) 在工程设计中考虑了减振、降噪, 充分利用地形、声源指向、绿化等因素合理布置有关设备和建筑物(房间), 必要的部位采取隔声、吸声、消声、隔振、减振、阻尼等综合防护措施。

3) 对瞬间噪声超过 115dB 的设备, 为避免对人员造成影响, 布置远离重要场所并采取消声、减振的处理措施。

12.3.2 防电磁辐射设计

1) 本工程中防电磁辐射按现行国家标准《电磁环境控制限值》GB8702-2014 的有关规定进行设计。

2) 本工程中对电磁辐射的控制主要采用分隔、屏蔽和接地等措施。

3) 对建筑物内有防静电要求的房间, 采用防静电活动地板。

4) 在接触微波辐射的工作场所应按《中华人民共和国国家标准批准发布公告 2017 年第 6 号》的有关规定进行设计。

12.3.3 采光与照明设计

1) 本工程除封闭的或半封闭的功能间完全采用人工采光外, 其余采光条件较好的功能间以自然采光为主, 人工采光为辅的采光方式。

2) 本建筑物室内工作场所采光按照《水力发电厂照明设计规范》(NB/T 35008-2013)、《建筑照明设计标准》(GB 50034-2013) 的规定进行设计。

3) 对需人工照明的各类工作场所, 从灯具的布置上给工作人员创造了良好的视觉作业环境, 各类工作场所的设计照度均需符合相关设计规范的规定。

4) 特殊工作场所, 如管理房、仓库、各种操作室及工作面, 除设置正常照明装置外, 还应设置应急照亮灯。

12.3.4 通风、温度、湿度控制设计

1) 本工程室内空气参数应符合《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》(SL490-2010) 的有关规定。

2) 温度、湿度控制是从防暑、防寒、防潮湿等方面着手, 确保工作环境的适宜和工作人员的身体健康。

3) 处于封闭或半封闭状态的工作场所, 设计中在这些部位采用机械通风, 排除室内热量和湿气, 保证室内环境满足要求。

4) 工程区域除局部地势较高地区属于暖温带外, 其余地区均属亚热带季风气候区, 气候温和湿润, 冬季室外空气进入室内后一般可以达到 10℃以上, 因此建筑物内不必专设采暖系统。

5) 起重机等机械的操作室应采用封闭式, 冬季配置取暖设施, 夏季配置降温设施。

12.3.5 防水防潮设计

1) 本工程防水防潮设计根据工程地质、水文地质条件和工程布置情况, 采取有效的防渗、防潮措施。

2) 对各点所有电气设备进行逐台检查, 所有电设备气上台上架是否到位;

对可能产生渗漏的工作场所和设备房间，设置相应的排水、防湿措施。

3) 检查所有电气设备不得放置于有淋水的地方，如电缆经过的地方有淋水，必须将淋水引开不得淋湿电缆。在有淋水和较潮湿的地方，所有进电气设备的电缆在进线处必须低于喇叭口，防止水随电缆进入设备；

4) 检查所有电气设备防爆面是否涂抹凡士林，不得遗漏；

5) 地面以下 100A 及以上的所有接线盒子，电机接线室，及开关接线室及开关控体必须放置干燥处；

6) 各点值班人员每周必须对地面下停运设备进行一次绝缘测试和不少于半小时的运行试验，并作好记录。

12.3.6 防尘防污设计

1) 本项目建筑室内地面采用水磨石或地砖等地面，以防止地面破碎、起灰，影响室内空气环境。

2) 机械通风系统进风设置在室外空气比较洁净的地方，并应设置在排风口的上风侧。

3) 门窗设置防尘装置，必要场合，做密封处理

4) 厂区生活污水需经过处理达到排放标准后才能排入地面水体。

12.3.7 饮水安全设计

1) 本工程饮用水源布置在上游侧，且远离工程垃圾堆放场、生活污水排放点。

2) 饮用水质的各项指标应符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022 的相关规定。

3) 生活饮用水所使用的输水设备及防护材料不得污染水质

4) 生活饮用水应采用混凝、PH 调节等方法进行水质化学处理，且符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022 的相关规定。

12.3.8 环境卫生

1) 本工程建设环境卫生设计应符合现行有关工业企业设计卫生标准的规定。

2) 生产管理区、生活区、废渣垃圾堆放场、生活污水排放点的选址，应在工程总体规划、总体布置中确定。生产管理区与生活区之间保持一定的安全、

卫生防护距离，并进行相应绿化。

3) 生产管理区、生活区设置污水排放管沟，污水及废水的排放按《室外排水设计规范》GB50014 的有关规定执行。

4) 土方开挖期间，所有开控机械和运输机械操作时间控制在早 6:00 至 22:00 之间，土方运输车辆出场前，车斗必须覆盖，同时将土方拍实，并派专人清理车辆槽帮和车轮上的散土，避免行驶过程中道路遗洒。运土沿途还需派专人对道路遗洒土方及时清理干净。

12.3.9 安全标志设置

根据本工程的具体情况，从防患未然和事故后便于快速疏散为目的，在工程的各个危险场所和危险位置，按照《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）的要求，设置安全标志。

表12.3-1 安全标志设置场所及类型

标志名称	安全色	设置场所	标志内容
禁止标志	红色	闸门门槽（门库）防护栏杆	禁止跨越
		泄水（进水口）等建筑物的掺气孔、通气孔设置的防护栏杆	交通桥提起时，禁止通行
		活动式交通桥当其移开后形成的交通通道开口处	当心触电
警告标志	黄色	电气设备的防护围栏	当心坠落
		超过 2.0m 的钢直梯上端	当心车辆
		主要交通道口	安全通道
提示标志	绿色	安全疏散通道	太平门

12.4 安全卫生评价

12.4.1 安全卫生机构

安全卫生管理机构负责工程项目投产后的安全卫生方面的宣传教育和管理工作，是工程运行中劳动安全与工业卫生的必要保证。在生产运行过程中，应严格按照国家劳动安全卫生的法律、法规和规范、标准，对劳动者进行劳动安全卫生教育，使劳动者掌握本职工作所需的安全生产知识，提高劳动者的安全技能，防止劳动事故的发生，减少职业危害。

安全卫生机构应根据工程特点配置一定数量的声级计、温度计、照度计、振动测量仪、电磁场测量仪、微波漏能测量仪等检测仪器设备和必要的安全宣传设备。

根据规范规定，水利工程应按照规模大小及职工人数设置安全卫生管理机构，其人员配备按总人数的每千人 2~5 人配置。

12.4.2 预期效果及评价

对本工程的工作环境，相关行业监管及专业监管部门应从劳动安全与工业卫生的角度全面、细致的进行分析，找出发生火灾、爆炸、机械伤害、电气伤害、淹溺、噪声和振动危害、温湿危害、腐蚀、辐射等危害的主要因素，并指出其危害的后果。从而根据相关规程规范的要求，在水工、水机、电气、土建、消防等专业的设计过程中，严格执行《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》GB50706-2011 的规定，对火灾、爆炸、机械伤害、电气伤害、淹溺、噪声和振动危害、温湿危害、腐蚀、辐射等危害采取预防措施，消除隐患，防止危害事故的发生，确保人员身体和国家财产的安全。

岩板田水库工程的劳动安全与卫生的设计，对贯彻执行国家“安全第一，预防为主”的方针，确保安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用有着重要的意义，对事故防患与未然，从而使本工程在建造完毕投入运行后，一定能给管理工作人员塑造一个安全、卫生作业环境。

12.4.3 安全卫生仪器设备配置

安全卫生机构应根据工程特点配置一定数量的检测仪器设备和必要的安全教育宣传设备以及事故应急救援设备。

检测装备主要包括：声级计、温度计、照度计、振动测量仪、电磁场测量仪、微波漏能测量仪等检测仪器设备。

安全教育装备主要包括：计算机、照相机、摄像机、电视机、音响设备、通讯工具、宣传资料等。

事故应急措施主要包括：救护车、氧气瓶、急救医药箱、急救包、防毒面具等。

安全作业环境措施设备包括：洒水降尘设备、污水处理设备等。

水库工程劳动安全与工业卫生投资费用包括安全与卫生工程费用、检测装备和设施费用、安全教育装备和设施费用、事故应急措施费用等，其中安全与卫生工程费用包括在各专业的工程费用中。

13. 节能评价

13.1 设计依据

13.1.1 相关法律、法规、规划和产业政策

根据国家发改委《固定资产投资项目节能审查办法》（国家发展和改革委员会 2016 年第 44 号令）精神，本项目的合理用能标准及节能设计规范如下：

- 1) 《中华人民共和国节约能源法》；
- 2) 《中华人民共和国建筑法》；
- 3) 《中华人民共和国可再生能源法》；
- 4) 《中华人民共和国电力法》；
- 5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- 6) 《重点用能单位节能管理办法》；
- 7) 《民用建筑节能条例》；
- 8) 《实施工程建设强制性标准监督规定》（建设部令第 23 号）；
- 9) 《国务院关于发布促进产业结构调整暂行规定的通知》（国发[2005]40 号）；
- 10) 《产业结构调整指导目录（2019 本）》（2021 修订）
- 11) 《中国节能技术政策大纲》（2006 年，国家发展改革委，科学技术部）
- 12) 《中国节水技术政策大纲》（2005 年）；
- 13) 《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委 2005 第 65 号）；
- 14) 《国家发展改革委关于印发固定资产投资项目节能评估和审查指南（2006）的通知》（国家发展和改革委员会文件：发改环资[2007]21 号）；
- 15) 《怀化市“十四五”节能减排综合工作实施方案》（怀双碳办发〔2023〕1 号）。

13.1.2 相关标准和规范

- （1）《节电技术经济效益计算与评价方法》（GB/T13471-2008）；
- （2）《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020）；
- （3）《水利水电工程节能设计规范》（GB/T50649-2011）（2023 年版）。
- （4）《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）；

- (5) 《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；
- (6) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）；
- (7) 《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）；
- (8) 《建筑采光设计标准》（GB 50033-2013）；
- (9) 其它国家现行的有关节能的设计标准、规程、规范和规定。

13.1.3 能源消耗情况及能耗标准

加强节能工作是深入贯彻科学发展观、落实节约资源基本国策、建设节约型和谐社会的一项重要措施，也是国民经济和社会发展的一项长远战略方针和迫切任务。

水利工程项目固定资产投资项目节能评估和审查工作是加强节能工作的重要组成部分，对合理利用能源，提高能源利用效率，优化工程设计具有重要意义。

岩板田水库是以抗旱应急供水为主、兼顾常规供水和灌溉等综合利用的枢纽工程。从本工程特点来看，主要能耗产生在工程建设期和运行管理期。在工程建设期主要能源消耗产生在施工机械、设备用电，生产生活和管理用电，还有部分机械设备和备用电源燃油消耗等。在运行管理期能源消耗主要为闸门运行、办公照明、车辆运行、工程维护等。

根据《怀化市“十四五”节能减排综合工作实施方案》的要求，到 2025 年，全市单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 14.5%，力争达到 15%，则“十四五”期间国内生产总值能用消耗比为 0.408t 标准煤/万元 GDP。。

怀化市做为湘西地区的能源高地，水电资源丰富，同时也在积极推进风能、太阳能、生物质能、地热能等新能源的高效开发和利用，挖掘能源清洁生产和就近消纳能力，建设湖南清洁能源基地。同时还处于西部腹地“煤、电、油、气”的重要运输通道上，区域的能源供应充足。

13.2 能耗分析

13.2.1 能源需求

本工程消耗的能源为一次能源和二次能源，在建设期内主要消耗的能源为柴油、汽油和电力等；在运行期间，主要消耗电力（较少）。本次设计只考虑建

设期能耗。

13.2.2 用能总量及用能品种

本工程消耗的能源主要为二次能源，在建设期内主要消耗的能源为柴油、汽油和电力等；在运行期间，主要消耗电力。

根据概算提供的建筑工程材料消耗量，建设期消耗二次能源柴油 181.74t、汽油 12.25t、电力 83.67 万 kWh。

运行期主要为闸门启闭、管理用房用电，根据机电设备及照明等电力设备设计，按照闸门一年启闭十次，管理用房用电按照一年工作 250 天，一天工作 8 小时计算，运行期消耗电力 280 万 kWh。

13.2.3 工程能耗特点

本工程是以灌溉、供水为目的的工程，工程建成后的能源消耗主要来自工程本身运行所需要的电力消耗。从本工程特点来看，能源消耗主要在其建设期内。工程运行期的能耗主要为少量办公照明、工程维护等，工程产生的抗旱应急、常规灌溉、供水效益可以看作是能源消耗的产出。

13.3 节能措施

解决耗能问题，合理进行能源分配，对水利工程的经济效益和社会效益，节约能源资源是非常必要的。因此，本工程设计从工艺方案选择、设备选型、管材选择和运行管理等方面入手综合考虑节能因素，以降低能耗，在设备选型时，杜绝选用国家公布淘汰的产品和高能耗的设备，优先选用国内外已开发的高效节能设备，并注意设备的合理搭配使用，使整个系统始终处于高效运转状态。

13.3.1 工程规划与总布置节能

1) 应通过节能降耗、环境保护和技术经济等综合比选，合理确定建设规模和运行方式。

2) 在满足开发任务的前提下，应提高水能利用率。

13.3.2 建（构）筑物节能

管理用房应做好保温、通风、采光、供电和照明设计，并应符合国家现行标准的有关规定，同时应采用节能材料和技术。

13.3.3 施工节能

1) 施工临时设施布置时, 尽可能选择地形平缓、耕地占用少的场地布置; 场内公路布置尽可能使主要物料运输距离短, 干扰小, 并满足“有利生产、方便生活、便于管理”的原则进行布置。

2) 机电设备及金属结构安装场地应靠近主要安装地点。

3) 主要物资仓库、站场等应布置在场内外交通衔接处附近。

4) 料场的规划及开采应使料物及弃渣的总运输量、运距最小, 应首先研究利用工程开挖料作为坝体填筑料的可能性。

5) 施工场地布置应结合施工总布置及施工总进度做好整个工程的土石方平衡, 并应统筹规划堆渣、弃渣场地。

6) 施工设备选择应满足施工方法、进度、质量和安全的要求, 设备及配套应高效节能。

7) 施工供水宜采用自流水源, 生产及生活用水应做到重复利用。

8) 施工供电宜采用电网供电。

13.3.4 机电及金属结构节能

1) 电气设备应满足国家或行业对设备能耗限定值和节能指标评价的规定, 宜选用技术成熟、性能先进、国家推荐的高效节能产品。

2) 建筑物、管理和生活建筑物采用节能型光源, 站区室外采用节能型高压钠灯及庭院灯照明。

3) 截面按经济电流密度和合理电压降选择, 站区内配电线路全部采用低阻抗的铜导体以降低线路损耗, 提高传输能力。

4) 金属结构合理选择闸门及其支承型式, 合理布置启闭机位置, 优化启闭机容量和行程。

13.3.5 工程管理节能

在工程运行期间, 应加强主要建筑、配套管系、设备的管理和维护, 保证工程的正常运行, 避免出现供水矛盾及事故, 减少无益的弃水, 提高水利用效率。

13.4 节能效果评价

13.4.1 节能措施分析

水利工程节能分析，主要从设计、耗能设备选择选用及设备政策符合性、施工技术和管理等方面分析工程的节能措施。主要包括以下几个方面：

1) 工程设计方面

做好工程的优化设计，选择合理、经济的设计方案；在确保系统安全、可靠的前提下，防止设备选型富裕度过大；选用能耗低的施工设备、机电设备；施工设计中合理调度、合理安排施工秩序，减少不必要的燃料消耗。

2) 工程管理运行方面

制定节能管理制度，确定能耗指标；加强节能宣传，提高人员节能意识；加强设备保护，提高机电设备效率。

13.4.2 设计中的节能措施评价

在工程总体布置和设计中，充分体现了节能理念，在土方开挖、土方填筑、混凝土浇筑等过程中，结合工程特点，选用低能耗的挖掘设备，减少能源消耗；利用开挖料对大坝进行培厚，尽量减少弃渣量，减少运输距离，以减少施工期间能耗；在满足设计要求的前提下，优化混凝土配比，提高工作效率；就近接入本地电网，减少输变电损失。

工程建设能源消耗主要为建设期施工中能源消耗、运行期间办公能耗等。从节能的角度看，本工程已经在设计工程中选择符合节能标准的设备，同时在工程布置、方案选择中考虑了节能，但从水利工程运行特点来看，节能的主要措施是节能管理措施。

在施工期，制定能源管理措施和制度，防止能源无谓消耗，对进场施工人员加强节能宣传，强化节能意识，对施工设备制定和工程施工特点相符合的能源指标和标准，严格控制能源消耗。加强能源储存地安全防护，防止能源损失，合理安排施工秩序，做好施工设备的管理和调度。

在运行期，对各种能耗设备运行制定相应的能源管理措施和制度，降低能耗，对管理人员和工作人员进行节能培训，操作人员要有节能上岗证，制定照明、油料等燃料使用指标或定额，强化燃料管理，减少能耗。

13.4.3 节能效果综合评价

本工程能耗产出为新增灌溉、供水等直接、间接经济效益 1015.65 万元，按不同效益折算成相当的国内生产总值，据分析，直接经济效益折算成国内生产总值的综合折算系数为 0.75。本工程在其经济寿命内累计净效益共 22852.09 万元。

根据工程经济寿命内的能源消耗量和经济产出量，计算出本工程能耗指标见下表。

表13.4-1 工程能耗指标

名称	设计寿命期内效益（万元 GDP）	能耗指标（t 标煤/万元 GDP）
等价值	30469.46	0.035
当量值	22852.09	0.047

根据本工程能源消耗总量和产生的经济效益分析计算，本项目万元 GDP 能耗约为 0.047t 标准煤，远低于“十四五”0.408t 标准煤/万元 GDP 能耗标准，从能源耗和产出看，本工程属节能投资项目。

本次设计从理念、工程布置、设备选用、施工组织设计等多个方面已进行了优化设计，选用符合国家政策的先进节能设备。在施工组织设计中，合理选用了节能型施工机械，并合理安排了工期和施工秩序，符合我国固定资产投资项目节能设计要求。

14. 工程管理设计

14.1 设计依据

14.1.1 机构编制的依据

为加强水库管理，保证水库工程正常运行，充分发挥水库综合效益。本次设计中工程管理以下列规范设计依据：

- 1) 《水库工程管理设计规范》(SL106-2017)；
- 2) 《水库调度规程编制导则》(SL706-2015)；
- 3) 《水库大坝安全管理应急预案编制导则》(SL/Z720-2015)；
- 4) 《水利工程管理单位编制定员试行标准》SLJ705-81；
- 5) 《水利工程管理体制改革实施意见》国务院办公厅国办发[2002]45 号文；
- 6) 《水利工程管理单位定岗标准》(试点) 和《水利工程维修养护定额标准》(试点)。

14.2 工程管理体制

14.2.1 机构设置原则

1) 实行建设和管理一体化，避免建管脱节的弊端。实现工程建设和管理的有机结合，从根本上解决“重建轻管”的问题。

2) 引进先进的管理技术和人才，以精干高效的原则设岗定编。从水利建设与管理的实际出发，锲而不舍，大胆探索勇于创新，又要积极稳妥，达到工程安全运行，管理成本最低，经济效益最大的目的。

14.2.2 管理体制

根据工程规模、效益和在国民经济中的重要性，岩板田水库工程等别为IV等，工程规模为小（1）型水库。根据工程规模，按照《水库工程管理设计规范》SL106-2017 规范 2.0.1 条规定，该水库主管部门级别可定为县级。结合新晃县实际情况，主管部门应为新晃县水利局，项目实施建设期间管理单位为新晃县水利局。成立岩板田水库管理所，作为岩板田水库运行管理单位，负责岩板田水库运行管理统一调度。在工程建设期间，作为项目业主主持工程建设，包括实行项目法人制、招标投标制、工程监理制；在运行期间，作为运行管理单位，

负责岩板田水库的运行、维护管理等。工程管理机构隶属于新晃县水利局，为事业单位性质。

岩板田水库管理任务：一是综合兴利调度管理，包括城区供水、灌溉及农村供水；二是工程设施的日常安全检查、巡视、维护、观测和检修。岩板田水库管理所直接负责工程的全面运行管理、调度、维修，制定灌溉用水和农村供水计划并实施。

14.2.3 管理机构及人员编制

根据拟成立的岩板田水库管理所的规格、工程特点和管理任务，按照精简高效的原则设置科室及管理人员，总人数 8 人，其中部分人员可以在内部不同科室兼职。

科室设置、人员编制和主要职能如下：

管理所所长公室：所长 1 人，副所长 1 人。负责本工程的总体管理、上下协调、行政和人事事务及下属职能部门管理等。

调度室：2 人，为水文、水工、通讯专业人员。负责本工程兴利调度、资料收集整理、档案管理等工作，必要时参与组织防汛抢险、应急抢修等。

监测维护室：1 人，为水工、测量专业人员。负责工程安全监测、工程日常巡视检查、水库周边环境保护，组织对工程进行日常性检修及维护工作。

综合室：1 人，负责工程区管理、值班、物资储备、驾驶员、后勤人员等。

财务室：2 人，会计、出纳各 1 人，负责本工程正常运用、维护等费用管理，和本管理所人员工资及其他费用等开支的管理。

14.3 工程运行管理

14.3.1 工程日常维护

14.3.1.1 基本要求

(1) 贯彻执行有关方针政策，掌握并熟悉本工程的规划、设计原则和枢纽建筑物的工作条例，制订工程调度运用规程。

(2) 随时掌握工程动态，了解气象预报及地震信息，做好水文预报、水库调度运用和工程防护工作。

(3) 因地制宜地利用水土资源，开发综合经营，保护水源，做好绿化。

(4) 工程的检查工作，可分为经常检查、定期检查、特别检查和安全鉴定。

(5) 确保工程的完整、设备完好，使工程充分发挥工程效益。当工程发生事故，危及工程安全时，应立即组织力量进行抢修，并同时上报主管单位采取进一步处理措施。

14.3.1.2 建筑物的管理

(1) 大坝的管理

禁止在大坝及建筑物附近放炮炸石、炸鱼、挖坑取土，以免影响大坝安全。

对大坝以下部位应及时检查、养护维修：

坝面坝顶路面保持平整，避免在坝顶形成坑洼集积雨水。

对坝肩、坝基应检查坝头岸坡有无绕渗。

对坝体观测设备及坝面工作基点、沉陷和位移标点应严加保护。

(2) 泄水建筑物的管理

加强对溢流坝、灌溉取水口、冲沙孔和隧洞的检查和观察，水库初次蓄水时，应注意检查泄水建筑物有无裂缝及渗水现象。

应注意观察进口段水流是否平顺、堰后水流形态是否正常，有无不正常流态和冲刷淤积现象。注意观察出口水流形态是否正常。

针对泄水建筑物不同部位和容易发生的问题，注意有无裂缝、渗漏、剥蚀、冲刷、磨损、气蚀及钙质析出等现象，伸缩缝有无损坏，填充物有无流失等，分析原因，采取措施及时修补。

应注意观察进口段水流是否平顺、洞内水流形态是否正常，有无不正常流态和冲刷现象。

(3) 闸门及启闭设备的管理

闸门及启闭设备要制订安全操作规程和保养制度，闸门启闭必须专人负责，严格操作规程，避免事故发生。

注意金属结构有无变形、裂纹、锈蚀、气蚀、油漆剥落、磨损、振动以及焊缝开裂、螺栓松动等现象。

应注意闸门框架及面板有无变形、止水是否完整、有无老化及漏水现象、启闭机运转是否灵活、有无不正常音响和振动、机械转动部位润滑油是否充足

以及机电安全保护设施是否完好等。

(4) 检查附属工程，动力、照明、交通、通讯、安全防护、避雷设施和观测设备是否完好，及时养护维修。

14.3.2 工程安全检测

14.3.2.1 工程检查

(1) 工程检查主要是为了防止发生事故，为此必须及时发现不正常征兆，分析原因，采取措施，防患于未然。

(2) 从施工期到运行期，对首部枢纽及整区供水灌溉建筑物，均应进行巡视检查，包括日常巡视检查、定期巡视检查、和特殊情况下的巡视检查。

(3) 工程主要建筑物，应根据国家规定，实行 5~10 年进行一次安全鉴定。

14.3.2.2 工程观测

工程观测需根据水库的实际情况综合考虑。观测的重点放在对掌握建筑物的总体工况上，通过仪器的观测结果对各个项目的运行状态进行综合评价，但对于地质条件较为复杂，且运行的好坏直接关系到水库效益发挥的部位也要重点监测。各建筑物的外部变形观测的基准网及测墩结合布置。

安全监测包括仪器监测和人工巡视检查两大类。根据岩板田水库工程规模和具体工程结构特点、地质特征等，岩板田水库工程为IV等工程，大坝为 4 级建筑物，溢流坝、取水建筑物、放空建筑物等为 4 级建筑物。按照《混凝土大坝安全监测技术规范》的规定，对工程主要建筑物进行安全监测，由管理所专职人员进行观测。本工程的监测内容，按建筑物分述如下：

(1) 大坝

大坝按 4 级建筑物设计。根据《混凝土重力坝设计规范》(SL319-2018)、《混凝土坝安全监测技术规范》(SL601-2013) 的要求，以外部变形、应力应变及渗流观测为主，选择的观测项目有：

- 1) 巡视检查（时间、部位、内容、方法、要求、记录和报告）；
- 2) 大坝外部变形观测（沉降、水平位移）；
- 3) 应力监测（混凝土应变、混凝土裂缝及混凝土温度）；
- 4) 渗流监测（坝基扬压力、坝体渗透压力及绕坝渗流）；

5) 水文气象监测（水位、降水量、气温和大气压力）等项目。

（2）边坡

边坡观测内容包括山岩变形，边坡滑坡。

（3）环境量监测，本安全监测系统未包括坝区环境量监测，工程安全监测所需的环境量由工程的水情测报系统提供。

14.3.3 工程调度运行

14.3.3.1 洪水调度

岩板田水库下游河道虽无防洪要求，但为节约工程投资，减小现场管理的工作量，大坝泄水建筑物采用无闸门闸控制开敞式溢洪道。运行过程中，当来水较大坝前水位超过溢流堰顶高程时，洪水自行底流泄流，直至恢复至正常水位或正常水位以下。

供水调度方式为：供水调度方式为优先保证城区供水、农村人畜供水，灌溉用水保证率相对较低。

14.3.3.2 供水及灌溉调度

水库主要供水功能以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用。

村镇供水区由县城水厂统一供水，水库对水厂进行补水，管理所统一与水厂对取水、管网放水、收取水费、工程维护等实行统一调度，以确保做到真正充分、合理的利用水资源。

灌区提水泵站及管网应由灌区管理所统一管理，由管理站水库取水、放水、收取水费、工程维护等实行统一调度，以确保做到真正充分、合理的利用水资源。为了便于对灌区进行管理，保证工程运行良好并得到及时维护，在两河口村岩板田组设置管理站，管理站在管理所统一领导下，对辖区所属范围内的管道进行管理。灌区内的其他支、斗、农渠，应在各管理站的指导下，由受益的乡、村组织渠道管理委员会共同负责管理，并聘请村民作兼职管理员对各级渠道进行管理和维护，水费由各管理站收取并由管理所统一支配。

14.3.4 工程调度运用原则及调度规程

工程建成后，设计灌溉面积 9728 亩，受水区居民年年灌溉毛需水 182.2 万

m³。应急备用需水量为 41.67 万 m³，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1 万 m³。水库对改善受水区的农业生产结构、提高粮食产量和促进地方经济发展等方面将起着十分重要的作用。建立一个体制健全，机制规范的管理体系十分必要。

首先，应强化依法管理，制定《岩板田水库管理条例》，对工程性质、管理机构、工程建设及管理水行政处罚、工程调度运行等作出规定，并将工程管理责任落到实处，完善各种形式的任期目标及岗位责任，在全工程受水区实行供水、服务、收费、工程、计划、维修一条龙的目标责任制。这样，各供水区域的负责人在项目法人的直接领导下，按照各供水区域的特点，在兼顾社会效益的同时应兼顾经济效益，进一步强化经营管理，健全节水制度，实行有偿服务，建立以水养水、自我维持和自我发展的经营管理机制，促进水资源和资金的良性循环。另外，根据国家对大、中型灌区必须考虑节水灌溉的要求，本工程灌区在管理上必须健全节水灌溉制度，减少用水浪费，合理调度水资源，进行灌溉既预测预报，应用微机进行灌区灌溉管理，以便做到适时适量灌溉，以便更好地发挥节水灌溉的增产增收作用。

岩板田水库管理所应健全水费征收制度，确保工程的良性运行。依法征收水费是工程得以发展的基本保障，因此首先要建立科学合理的价格收费体系：要在发挥工程的综合效益原则下宏观控制，实行供水、计价和水费的分级核算体制，各供水区域管理单位不仅有为受水区提供服务的职能和义务，还要依法行政，依法征收水费。依法用水和征收水费最好用合同的形式对供、需水双方加以约束，具体指标包括供水协议、起止时间、供水数量、水量计算方式和水费收缴方式等。

根据岩板田水库工程总体布置，工程管理人员可分为四个部分，即水库、灌区、供水和机关后勤保障人员，各部分人员在片区负责人的领导下，分工协作、各尽其责，随时听取受水区群众的意见，切实加强民主管理，接受群众监督。各分管区域应在项目法人的统一部署和调度下，建立健全各项规章制度，明确职责，确定水库调度方案。

在工程管理中范围内划定绿化和水土保持范围，预防库区范围内各种传染

病和流行病毒，减少水质污染。管理人员应对枢纽建筑物进行定期维修、养护，进行变形监测、渗流监测、压力（应力）监测，同时应对管道进行定期维修、养护和观测，并实施专人分段管理，严禁随意开渠放水。

综上，岩板田水库工程必须建立健全各管理机构及规章制度，加强管理，使工程建成后良性运行，充分发挥效益，从而带动受水区其它项目的建设。

14.3.5 工程运行费用

工程运行费用主要来源于工程受水区水厂及村组收管理费，详见财务分析章节。

14.4 管理范围和保护范围

14.4.1 管理范围

岩板田水库工程的管理范围主要包括库区、坝区、供水区、灌区四部分。

库区管理范围指水库土地征用线以内的水库库区范围。坝区管理范围指大坝上游轴线外 100m，下游从溢洪道尾水渠向下 100m，大坝两端 200m 以内范围；溢洪道由两侧轮廓线向外 50m 的范围；电站建筑物从外轮廓线向外 50m 的范围。

供水区管理范围包括：供水管道、专用通信及交通设施等建筑物周围地区，由外轮廓线向外 2m 的范围。

灌区管理范围包括：泵站、上水管、高位水池、输水管道、专用通信及交通设施等建筑物周围地区，由外轮廓线向外 2m 的范围。

14.4.2 保护范围

水库保护范围：坝址以上，库区两岸（含干、支流）水库土地征用线以上至第一道分水岭脊线之间的陆地，水库保护范围地界线应埋设永久性标志以便管理。

坝区保护范围：为管理范围线外延 200m 与管理范围线之间的区域；其他建筑物的保护范围为管理范围线外延 50m 与管理范围线之间的区域。

供水区保护范围：供水管道为管理范围线外延 10m 与管理范围线之间的区域；供水区其它建筑物为管理范围线外延 50m 与管理范围线之间的区域。

灌区保护范围：渠道为管理范围线外延 10m 与管理范围线之间的区域；灌

区其它建筑物为管理范围线外延 50m 与管理范围线之间的区域。

14.4.3 管理范围土地利用规划

根据《水库工程管理设计规范》SL106-2017 规范、《湖南省水利工程设施管理条例》，在水利工程管理范围内除了工程建筑设施外，还有部份管理范围内的空置土地，对这部份空置的土地，水利工程设施管理单位应合理利用水土资源和工程设施，在不影响工程设施安全、不造成水土流失和水资源污染的情况下，经批准可因地制宜的发展多种经营，增强自我发展能力。

14.4.4 保护范围土地利用限制要求

根据《水库工程管理设计规范》SL106-2017 规范、《湖南省水利工程设施管理条例》，在水利工程设施和保护范围内禁止下列行为：

- (1) 爆破、打井、采石、采砂、取土、控矿、葬坟以及在输水渠道或管道上决口、阻水、控洞等危害工程设施安全的活动；
- (2) 倾倒土、石、矿渣垃圾等废弃物；
- (3) 在水库水域内炸鱼、毒鱼、电鱼和排放有毒污染物；
- (4) 开荒、铲草皮、放牧、滥伐林木等破坏自然植被造成水土流失的活动；
- (5) 在工程设施管理单位的专用报讯通讯线路上搭接电线。

14.4.5 管理任务和办法

(1) 管理任务

岩板田水库工程建设期的管理任务是：组织实施工程设计、监理、施工的招标投标工作，有效控制资金流程，确保工程施工期的质量、进度和安全，检查隐蔽工程、单元工程、分项工程、分部工程、工程竣工的验收等日常工作；全面负责水质和工程初期运行安全，对工程进行全面监控、检查、维护。工程运行期的管理任务是：负责工程的调度、维护、运用等。

(2) 管理办法

在工程建设中，应成立协调领导小组，实行项目法人制，工程招投标制、项目监理制及合同制，选用有资质的施工单位，确保工程质量达到要求，使工程顺利完成。

14.5 工程管理设施与设备

本工程工程管理设施与设备主要有水库调度自动化系统，水情测报系统，水库内、外观测设施及其自动化，水库内、外通讯设施，交通道路，水库工程维修养护设备和防汛设施，供水建筑物扩其自动化计量设施，水质监测设施，水库管理单位办公生产用房、职工住宅和文化、福利设施，各类车辆、船只及附属设施。

14.5.1 工程管理区规划

岩板田水库工程的枢纽建筑物、管道等建筑物分散，根据需要，对生产用房、办公用房、职工住宅及文化福利建筑统筹考虑，分散布置。将生产用房布置在岩板田水库附近，办公用房、职工住宅及文化福利建筑建在左坝头下游。

根据《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）第 4.0.11 条规定，办公用房可包括办公室、会议室等，办公用房应根据定编人数，办公建筑按 $15\text{m}^2/\text{人}$ 计算；职工住宅及文化福利建筑按 $35\text{m}^2/\text{人}$ 计算，管理房共计 240.81m^2 ；生产、生活用房可包括仓库、资料档案室、会议室兼防汛调度室、值班室、食堂、值班宿舍等，仓库、资料档案室、防汛调度室建筑面积应根据防汛任务及其他管理要求确定。

由于管理所定员不多，为提高用地效率，管理生产及生活用房均考虑按综合楼设计，力求结构形式、建筑艺术、使用功能三者协调统一，集办公住宅为一体。管理所设计为三层，底层为办公室、食堂、防汛物资仓库、二楼为办公室兼资料档案室，值班室，三楼为会议室兼调度室，绿地率按 30% 设计。

管理所综合楼区采用复合层次绿化，采用花灌木点缀常绿树，做到常绿与落叶相结合，观花与观叶相结合，为净化环境起到良好作用。

14.5.2 交通设备

参照《水库管理工程设计规范》（SL106-2017）第 4.0.10 条，根据需要，本工程还需配备一定交通工具，数量见下表。

表14.5-1 岩板田水库工程管理交通设备

项目名称	单位	数量	备注
一、辅助管理用房	m^2		
1、管理用房	m^2	240.81	
二、交通工具			
1、交通车（1辆/座）	辆	1	

项目名称	单位	数量	备注
2、防汛船	艘	1	

14.5.3 其它设备及设备

本工程工程管理的其它设施及设备详见相关章节。

15. 工程信息化

15.1 概述

15.1.1 工程概述

拟建岩板田水库位于新晃侗族自治县北部，地处晃州镇两河口村岩板田组境内，其中右岸与贵州田坪镇毗邻。所涉及流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。坝址以上控制集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2‰ 。坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.5m ，水库总库容 204.58万 m^3 。是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田村组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。

15.1.2 设计原则

岩板田水库信息化总体设计应遵循“可靠、实用、开放、经济”的原则，采用可靠、实用的技术，使系统的整体可靠性强，性能优良，性价比高。

总体设计符合国家、行业最新的有关技术标准和规范。主要为：

- （1）《建筑变形测量规程》（JGJ8-2016）；
- （2）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- （3）《工程测量规范》（GB50026-2020）；
- （4）《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）；
- （5）《国家一、二等水准测量规范》（GB/T 12897-2006）；
- （6）《混凝土坝安全监测技术规范》（SL601-2013）；
- （7）《水利水电工程等级划分及防洪标准》（SL252-2017）；
- （8）《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T 28181-2016）。

15.1.3 建设目标

水库对防汛减灾、供水保障和农业灌溉等至关重要。本水库工程规模为小（1）型，工程等别为IV等工程。岩板田水库枢纽建筑物安全与否直接影响到工程安全及水库下游广大人民的生命和财产的安全。结合岩板田水库实际情况出

发，为全面掌握水库工程情况，结合信息化应用特点，对水库工程进行信息化设计。拟建立水库大坝安全信息化管理系统，该系统由大坝安全监测、水雨情自动测报、闸门远程控制、水质在线监测系统组成。系统建成后，水利局和水库管理所等管理单位可远程查看大坝的变形、渗流、环境量等情况，实时监测水库水雨情，远程控制闸门开关、查看视频监控现场实况，实现水库防汛和大坝安全监测和预警智能化与信息化，为水库运行管理和防汛指挥调度提供数据支撑，同时满足水库管理现代化的需要。

15.1.4 建设内容

根据本工程建设任务，结合需求分析，本工程信息化建设主要内容包括 4 部分。

- 1) 物联网感知体系（主要包括视频监控、雨量站、水位站、大坝安全监测、压力及流量感知、闸阀自动化控制和水质在线监测）；
- 2) 数据中心（主要包括数据资源整合及数据资源中心建设）；
- 3) 业务应用管理系统（主要包括工程建设管理、多源全景监控管理、水资源调度综合管理、运行维护管理、安全评估管理、决策会商管理、后台管理和 APP）；
- 4) 基础运行环境（主要包括通信网络、调度中心和网络安全建设）。

需求分析

15.1.5 建设任务

15.1.5.1 支撑保障体系建设

岩板田水库信息化管理系统支撑保障体系由标准规范体系与安全保障体系两个部分组成，两个体系紧密相连，支撑和保障“智慧水库”的顺利运行。

1) 标准规范体系

标准规范体系是一定范围内的标准规范按其内在联系形成的有机整体，“智能水务”综合运营管理云平台涉及国家标准、行业标准、管理规范、技术标准和信息标准等诸多标准或规范。

▲总体标准体系：总体标准体系下涉及有专业术语、主题词汇、标准体系等相关的规范；

▲信息资源体系：信息资源体系涉及有业务基础共享数据元、主题数据库数据元、平台基础数据元等相关规范；

▲数据交换体系：数据交换体系涉及对内数据交换格式和对外数据交换格式；

▲业务应用体系：业务应用体系涉及业务流程标准和通用技术要求规范等相关规范；

▲网络标准体系：网络标准分体系涉及网络建设规范和网络管理规范；

▲管理标准体系：管理标准体系涉及系统项目管理办法、系统运行维护规范、软件工程、文档编制规范等。

机房、网络系统、硬件系统等基础设施的运行和管理应遵循：

《水利信息系统运行维护规范》（SL715-2015）；

《水利数据中心管理规程》（SL604-2012）；

《水资源监测设备现场安装调试》（SZY204-2016）；

《运行维护》（SZY505-2015）。

系统软件、应用基础平台软件、应用系统的开发、运行和管理应遵循

《水利信息分类与编码总则》（SL/T 701-2021）；

《水利对象分类与编码总则》SL/T 213-2020；

《水利信息产品服务总则》SL/T 798-2020；

《水利数据目录服务规范》SL/T 799-2020；

《水利水电工程信息模型分类和编码标准》（T/CWHIDA 0007-2020）；

《水利水电工程设计信息模型交付标准》（T/CWHIDA 0006-2019）；

《水利信息化资源整合共享顶层设计》（水信息〔2015〕169号）；

《水利工程建设与管理数据库表结构及标识符》（SL700-2015）；

《水质数据库表结构及标识符》（SL325-2014）；

《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》（SL323-2011）；

《计算机软件文档编制规范》（GB/T 8567-2006）；

《计算机软件需求规格说明规范》（GB/T9385-2008）

2) 安全保障体系

安全保障体系建设要加强密码技术的开发与应用、建设网络信息安全体系、加强网络信息安全风险评估工作、建设和完善信息安全监控体系、高度重视信息安全应急处置工作、重视灾难备份建设。

安全保障体系规范涉及系统安全管理规范和系统安全技术框架指南等相关规范，应遵循《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）

《信息安全技术网络安全等级保护安全技术要求》（GB/T 25070-2019）

《信息安全技术信息系统通用安全技术要求》（GB/T 20271-2006）

《信息安全技术网络基础安全技术要求》（GB/T 20270-2006）

《信息安全技术操作系统安全技术要求》（GB/T 20272-2019）

《信息安全技术数据库管理系统安全技术要求》（GB/T 20273-2019）

《信息安全技术信息系统安全管理要求》（GB/T 20269-2006）

《信息安全技术路由器安全技术要求》（GB/T 18018-2019）

《信息技术安全技术实体鉴别》（GB/T 15843-2016）

《电子政务主题词表编制规则》（GB/T 19486-2016）

《关于信息安全等级保护工作的实施意见》公通字[2004]66号

《信息安全等级保护管理办法》公通字[2007]43号

《数据中心设计规范》（GB 50174-2017）

《水利部网络安全管理办法（试行）》（水信息〔2019〕233号）

《水利网络安全保护技术规范》（SL/T 803-2020）

《信息安全技术网络安全等级保护定级指南》（GB/T 22240-2020）

15.1.5.2 应用体系建设

1) 数据中心

水库供水的业务支撑系统分别管理着供水基础空间数据、管网数据与业务数据，基于水库内网与数据更新机制，通过各业务支撑系统的开放数据库接口将不同专题数据统一汇总到综合运营数据中心，分别实现对应的基础地理信息数据库、输水管线数据库、管网 GIS 数据库和水库监测数据库等数据库的实时更新，最终实现多源供水数据的统一集成，为供水业务集成与综合业务管理提供健全的数据分析依据。建成后的智慧水库运营数据中心，既可以对水库各业

务支撑系统的专题数据进行整合，又可无缝获取供水综合业务应用平台在运行过程中分析产生的各种综合业务数据，从而实现整个水库的业务数据流转、汇集、共建共享与动态更新。因此，智慧水库运营数据中心以其丰富、完整、全面的数据信息为基础，不仅可以支撑供水综合业务应用平台的开发建设，还可以向各业务支撑系统及市政其他领域提供专题业务数据，以及将综合业务应用平台产生、获取的综合业务数据或市政基础设施数据向各业务支撑系统进行发布共享，实现供水各专题业务与综合业务的信息共享与业务协同，从而整合、盘活整个供水行业的信息化管理与服务。

2) 物联感知体系

通过在大坝上、下游、变配电室、输水管线等设施安装物联网感知和控制设备以实现对水库降雨、水位信息的监测；实现对水库重点区域的监控；实现对输水管线、渠道闸门的远程控制，达到远程调节供水的目的。

3) 业务应用管理系统

(1) 供水运行监控

预留端口，后期管线可通过该平台实现对供水管网、供水量、产销差、水质等运营信息，以及巡检事件、漏水、爆管、等异常信息进行浏览、查询、展示与分析；

(2) 生产监控

通过该平台可实现对水库整体生产情况进行汇总监控与统计分析，在此基础上还能够对各生产指标进行分类汇总统计及历史变化趋势分析；

(3) 调度管理

根据水雨情数据，可通过业务应用平台的实现水库的远程供水调度；

(4) 营业收费管理

可根据用水户的用水情况实现远程收取水费；

(5) 工程管理

可通过远程监控，实时监控工程建设的进度；

(6) 后台管理系统

通过该平台可实现对角色、权限、考勤等功能的管理。

(7) 手机 APP

可通过手机 APP 完成日常的管理。

15.1.6 需求分析

15.1.6.1 本工程信息化系统设计需求分析

岩板田水库为新建工程主要任务为以为供水主，兼顾农田灌溉、防洪等综合利用的枢纽工程。

岩板田水库新建工程建设内容由水库枢纽工程、供水工程（供水输水管道）、灌溉工程（灌溉输水管道）等三部分组成。其中：水库枢纽工程包括拱形混凝土重力坝及取水与放空设施；供水工程包括供水输水管道；灌溉工程包括灌溉输水管道。具体供水线路及灌区灌溉管线建设由其它项目另行组织实施，本次设计内容不涉及具体供水线路部分。

岩板田水库下游河道虽无防洪要求，但为节约工程投资，减小现场管理的工作量，大坝泄水建筑物采用无闸门闸控制开敞式溢洪道。运行过程中，当来水较大坝前水位超过溢流堰顶高程时，洪水自行底流泄流，直至恢复至正常水位或正常水位以下。岩板田水库调度运用优先依次为灌区农村人畜用水、灌溉用水、下游生态用水，即水资源不足时，首先满足城乡居民生活用水、其次为灌溉用水、并兼顾下游生态用水。

信息化、智能化建设在工程建设和运营过程中起着非常重要的作用，可以显著降低工程项目的管理成本，提高项目的管理水平和效率。在我省水利大发展的背景下，通过水库信息化、智能化建设充分利用智能、安全、绿色、高效、经济等特点的自身优势，解决水库运行管理过程可视化，实现对供水管网、水质、大坝安全等数据的在线监测，以提高供水指挥调度的实时性。

根据岩板田水库以上建设任务、规模、主要建筑物特点及工程调度运用方式，确定工程信息化系统基本需求。

岩板田水库工程综合信息管理系统的建设以“需求牵引、问题导向”为原则。结合水利信息化的总体要求，现从用户需求、业务需求、功能需求、设计需求等方面进行分析。

15.1.6.2 用户需求

根据工程规模、效益和在国民经济中的重要性，岩板田水库工程等别为IV等，工程规模为小（1）型水库。根据工程规模，按照《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）规范相关规定，该水库主管部门级别可定为县市级。结合新晃县实际情况，主管部门应为县水利局。成立岩板田水库管理所，作为岩板田水库运行管理单位，负责岩板田水库运行管理统一调度。在工程建设期间，作为项目业主主持工程建设，包括实行项目法人制、招标投标制、工程监理制；在运行期间，作为运行管理单位，负责岩板田水库的运行、维护管理等。工程管理机构隶属于新晃县水利局，为事业单位性质。

岩板田水库管理任务：一是综合兴利调度管理，包括灌溉及农村供水；二是工程设施的日常安全检查、巡视、维护、观测和检修。岩板田水库管理所直接负责工程的全面运行管理、调度、维修，制定灌溉用水和农村供水计划并实施。

本工程信息化系统面对众多用户，不同角色用户对系统有不同的需求。系统用户角色概略分析如下：

（1）主管与会商决策用户：

市、区两级水利局有关领导在办公室需随时浏览信息化系统的各类业务应用，需要了解水库建设情况，协调处理水库建设期相关事宜；水库运行期，需总览工程运行情况。遇到日常运行需要或工程突发情况时，需召集相关人员对工程运行、调水方案、突发事件进行决策会商。

（2）调度运用用户：从事水库调度、输水调度的岗位，主要需求包括：调度运行方案制定、调度计划编制、实施调度计划监控、工程运行监测与日常管理等需求；从事供水、灌溉运行管理岗位，主要需求包括：供取水闸阀运行调度、日常巡检、工程安全监测及日常管理等需求。

（3）专业应用用户：从事工程安全分析等专业技术岗位，通过对现场数据的分析，评估工程建筑物运行安全状况；输水管网巡检人员，通过对现场采集数据的分析，评估输水管网建筑物的运行状况；

（4）普通员工用户：整个公司职工在工作期间的日常办公、公文及文件处理、各种信息查询、互联网信息浏览等。

15.1.6.3 业务需求

1) 工程建设期业务需求

(1) 数字工程展示

充分利用视频、遥感、三维、可视化等新技术实现数字工程的可视化展示，并通过与建设单位有关系统的联通，逐步实现工程建设过程的智能化、精细化和数字化。

(2) 智慧工地系统

建设水库工程智慧工地系统，根据工程建设期安全、质量、成本等方面的需求，为项目建设期工地管理、风险识别、运行成本控制、运行质量保证等方面提供数据支撑和决策支持。

(3) 建设管理系统

接入水库工程建设管理系统，该系统具有实时跟踪、比较分析、动态调整和优化配置人力、资金、物资、设备和信息等各种资源的功能，为工程后期运维管理提供相应决策支持，实现科学化、现代化管理的目的。

2) 工程运维期业务需求

(1) 多源全景监控管理

多源全景监控管理是在各类现地自动化通信服务资源、监测数据源、定制监控监测视图和“一张图”的支撑下，以图、文、声、像等形式，通过现地通信直接与自动化资源交互，面向不同层次的需求，提供实时水情、水质、流量、各控制闸阀监控、安全监测等多源全景监控。

(2) 水资源调度综合管理

本工程具有城镇供水、农田灌溉及农村供水等综合功能，其中灌溉用水及农村供水为公益型工程，工程综合运行管理性质为准公益型。建立一个功能完备的，从信息采集、传输、分析处理、决策支持的输配水区信息化系统，可充分发挥水资源调配等综合效益，提高水库工程水资源管理水平和调度能力。

(3) 工程运行维护管理

对水库工程进行信息系统的日常运行和维护管理，实时监控系统运行状态，保证系统各类运行指标符合相关规定；迅速而准确地定位和排除各类故障，保

证信息系统正常运行；进行系统安全管理，保证信息系统的运行安全和信息的完整、准确；在保证系统运行质量的情况下，提高维护效率，降低维护成本。

（4）工程安全评估

工程安全评估子系统面向不同数据源的在线监控子系统，对已获得的数据进行加工处理和分析判断、对结构性态进行定量解析；利用已完成定量和定性评定的各类监测项目的实测数据评判工程实际结构性态和安全运行状况的综合分析和评估子系统。

（5）综合办公

通过对工程管理单位各办公要素和工作流、信息流和知识流的梳理和整合，扩展一套科学先进的信息化办公应用系统，实现协同化、无纸化的办公以及办公环节高效率流转。

（6）决策会商

会商决策是以计算机为工具，应用决策科学及风险分析理论与方法，采用群体会商的形式，以人机交互方式辅助决策者解决半结构化和非结构化决策问题的信息系统。

（7）后台管理

对于系统后台管理可对用户、用户权限、日志、个人信息等进行统一的管理和设置，通过权限管理实现区一级部署，乡镇多级应用，对登录用户和不同用户权限进行分配管理、对登录账号、密码等进行统一管理。

（8）移动 APP

移动应用门户一方面满足联通工程内部领导及业务人员移动业务处理和信息获取，主要通过开发专用的移动端 APP 软件实现，提供 Andriod 版本。

15.1.6.4 功能需求

基于水库工程信息化运行管理业务需求和水利信息化的特点，岩板田水库工程综合信息管理系统主要有如下功能需求：

1) 工程建设期系统功能需求

（1）数字工程展示

建立数字工程展示门户，包括数据驾驶舱、三维工程场景沙盘以及工程仿

真系统等的建设，基于可视化技术手段，总体把握项目进展情况，为项目管控提供抓手。

（2）智慧工地系统

“智慧工地”结合水利工程发展方向，基于水工程施工现场的实际需求进行深度挖掘，系统主要功能包括：设备安全监控管理、设备关键部位可视化、视频监控及工程质量管理、项目进度管理、扬尘在线监控、人员管理、Web 平台和 APP 等功能模块。

（3）建设管理系统

工程建设管理系统功能包括施工管理、投资管理、招投标管理、合同管理、计划管理、进度管理、投资控制（结算）管理、统计管理、质量管理、安全管理、物资设备管理、移民搬迁管理，工程验收管理、辅助决策管理，系统管理等功能模块。

2）工程运行期系统功能需求

（1）多源全景监控管理

多源全景监控管理系统包括全景联合系统、基础监测与监控管理系统以及可视化大屏系统建设。

（2）水资源调度综合管理

系统应具备调度流程设计、来水预报管理、需水预测、综合调度、实时输水调度、调度方案评价、日常业务管理、用水计量与水费征收等功能。

（3）工程运行维护管理

工程运行维护管理系统功能包括工程巡查、维修养护、问题处置、突发事件、档案管理以及应急管理等功能。

（4）工程安全评估

工程安全评估主要包括在线监控、采集管理、数据管理、巡视检查、告警管理、系统管理、离线分析、系统维护以及信息反馈等功能模块。

（5）综合办公

综合办公包括公文管理、综合管理、个人办公以及公共信息管理等模块。

（6）决策会商

会商管理包括资料模板管理、会议模板管理、会商过程支持和会商信息查询四个子模块，主要实现会商资料准备、会商过程支持和会商结果处理。

（7）后台管理

后台管理系统功能包括权限管理、用户管理、日志管理、个人信息管理以及组织机构管理等功能模块。

（8）移动 APP

移动 APP 软件主要功能包括：每日报告、信息查询、工程巡查、工程管理、智慧调度、信息上报、信息提醒、新闻公告、辅助功能、信息安全等功能。

3）其它主要功能需求

（1）基于物联网的工程数据采集

建立以信息采集系统为基础、通信系统为保障，计算机网络系统为高速传输通道的工程数据采集体系，实时完成工程水情、水质监测，大坝安全监测，以及对视频监控图像、各控制闸阀运行进行数据采集和监控，为工程供水管理的科学决策提供准确、及时的信息和科学的管理。

（2）基于大数据的工程数据查询

通过数据中心建设，工程管理人员可以通过桌面及移动终端，随时随地以数字和图表的形式实时掌握水雨情、流量、水质、安全等工程运行的各类数据，并可通过地图服务直观地把握工程运行数据的时空分布，对超限情况进行实时推送预警，方便管理人员及时掌握工程运行情况。

（3）基于自动化模式的各控制闸阀监控

通过完善自动化控制系统的建设，主要工程设备在实时监测的同时实现自动化控制，基本实现无人值班、少人值守的运行方式，形成自动化模式的闸阀监控体系。

（4）基于工程水资源调度模型的智慧应用

依据水资源运行调度方案建立调度模型，在此基础上建设水资源调度系统，实时掌握整个输供水区内的供配水量情况，为合理和优化配水及取水口闸门及各控制闸阀控制提供技术保证，为取、用水计量提供科学依据，真正实现输供水调度的自动化，提高数据采集和处理的可靠性，减少人员巡测消耗，为水资

源联合调度提供科学依据。

（5）统一平台标准化的运行管理

工程运行管理涉及的管理事项和岗位多样，也需要建设统一的工程运行管理平台将工程基础信息、巡查检查、调度运行、维修养护、应急管理、监督检查、考核评估等工作进行统一的管理，实现工程运行管理的科学化，保障工程运行安全、减轻工作强度，提高工程管理水平。

15.1.6.5 设计需求

1) 性能需求

（1）可靠性

系统运行安全可靠，故障率不能影响调度控制，系统应有足够的备用措施，全部设备和软件系统平均无故障时间（MTBF）为 100000 小时，硬件设备平均修复时间（MTTR）为 72 小时，软件系统平均修复时间（MTTR）为 24 小时。

（2）可维护性

能够方便地进行用户管理，方便地定义任意用户的功能模块访问控制，能够方便地进行各类资源的统一管理，主要包括：服务器、计算机终端、各类数据、各类软件资源等，能够方便地进行各类升级。

（3）可用性

按照需求实现智能分析预警及数据分析功能。

（4）扩展性

能够适应未来需求的变化，方便灵活地增加新功能模块，最大限度地保护现有投资，最大限度地延长系统生命周期，最大限度地保护系统投资，充分发挥投资效益。

（5）灵活性

现有功能可重组生成新业务功能，当某些业务需求变化时，能够方便地进行业务流程定义和重组。

（6）易用性

适应各类用户和各业务特性，界面友好，尽可能地提供可视化操作界面，对于某些用户信息界面能够自组织定义。

(7) 应用系统其它性能需求

要求系统功能齐全、响应速度快、人机界面友好、易操作、易维护、具有较强的容错能力、与相关系统、平台、数据等的接口设计全面清晰，系统运行稳定、安全可靠。

考虑到工程管理后期的发展，系统应具有良好的可扩展性。系统能够进行灵活的资源管理、功能访问权限管理等。系统运行需要获取外部各种数据，同时，需要向外部提供各种信息，系统应具有高度的信息共享能力，能够转换使用各种异构数据资源。

2) 安全需求

当前，信息系统面临的安全与威胁与日俱增，安全威胁的来源也日趋广泛，包括利用计算机欺诈、窃取机密、计算机病毒、恶意诋毁破坏等行为及火灾或水灾，其中利用计算机进行安全攻击的行为呈蔓延之势，而且手段更加复杂。

本水库工程综合信息化平台涉及水资源管理、工程管理及大坝安全管理，因此有很高的安全需求，主要包括以下几点。

应用安全需求：各应用系统应具有很高的安全性，具有系统级容灾措施。

数据安全需求：具有各层次的数据安全需求，尤其是数据存储过程、数据访问、数据传输等方面具有很高的安全需求，数据存储容灾备份。

运行软硬件安全需求：各层的操作系统、中间件系统应具有很高的安全需求，各类系统软件需要经过安全认证；系统运行硬件环境要求有很高的可靠性。

网络安全需求：满足国家网络安全规定，保障系统无故障运行，保障系统免受各种攻击。

通信安全需求：满足国家有关安全规定，保障系统正常运行，保障系统免受各种攻击。

现场设备安全需求：系统数据采集主要依靠现场设备的正常运行，数据是整个系统运行的关键所在，但是，某些野外裸露的设备往往容易受到意外或者人为损坏，加强这些设备的管理保护尤为重要；各控制闸阀监测设备虽然部分在室内，同样要求巡查维护人员密切注意维护设备的安全。

15.1.6.6 信息系统开发建设约束性条件

本次全面新建信息化系统，其开发建设约束性条件主要为投资规模。总体建设遵循经济适用原则，建设需要的所有电子元件以及仪器设备应当尽量以天然能源作为供给能源，所选用的材料及电子元件在造价成本上具有一定的经济优势，且便于维修与拆换。

平台设计需具有前瞻性、可扩展性及可实施性；设计成果的深度应满足相关专业（行业）标准要求，应用系统设计遵循水利信息化系统设计标准要求，网络系统遵循信息产业部有关规范要求。

平台建设为达到预期目标，应遵循“统一设计、技术先进、科学合理、安全可靠、经济适用”和“结构化、模块化、标准化”的原则，具体内容包括：

1) 统一设计原则：统筹规划和统一设计系统结构。尤其是应用系统建设结构、数据模型结构、数据存储结构以及系统扩展规划等内容，均需从全局出发、从长远的角度考虑。

2) 实用性和先进性原则：保护已有资源，急用先行，在满足应用需求的前提下，尽量降低建设成本。系统构成必须采用成熟、具有国内先进水平，并符合国际发展趋势的计算、软件产品和设备。在设计过程中充分依照国际上的规范、标准，借鉴国内外目前成熟的主流网络和综合信息系统的体系结构，使系统具有较长的生命力和扩展能力，保证先进性的同时还要保证技术的稳定、安全性。

3) 可靠性原则：系统的设备选型、调试、安装等环节都应严格执行国家、行业的有关标准的要求，贯彻质量条例，保证恶劣环境下和突发事故情况下系统的可靠运行。根据调度监控的实时性要求，应合理配置硬件备份，充分考虑网络安全。

4) 安全性原则：系统的程序或文件要有能力阻止未授权的使用、访问、篡改或者毁坏的安全防卫级别，硬件设备具有防破坏报警的安全性功能。

5) 整体性和统一性原则：系统必须把水情、水利工程运行工况等信息与指挥调度方案等融为一体；必须把自动化信息采集至指挥调度的各个环节与水情水质、实时调度监督和管理业务紧密结合。

6) 可扩展性原则：信息系统设计要考虑到业务未来发展的需要，尽可能设

计得简明，降低各功能模块耦合度，并充分考虑兼容性。系统能够支持对多种格式数据的存储。

7) 标准化和规范化原则：设计要遵循国家、部以及有关信息产业的规范和标准，保证系统建设的规范化。

8) 资源共享原则：系统将充分利用已建系统的现有资源，在数据安全和资源信息共享方面把握尺度，避免重复建设，节省投资，尽量实现资源共享。

9) 快捷准确性原则：系统应满足各业务需求，快捷准确地获取并提供各类涉水和重要水利工程运行工况信息，同时管理部门也能快捷地发布调度指令和信息，系统应能及时响应，为调度提供支持。

10) 发展性原则：系统应在设计时，就考虑未来良好的发展性，以降低未来发展的成本，使系统具有良好的可持续发展性。

11) 经济性原则：在满足安全防范级别要求的前提下，在确保系统稳定可靠、性能良好的基础上，在考虑系统的先进性的同时，按需选择系统和设备，充分考虑系统的运行维护成本，做到合理、实用，降低成本，从而达到极高的性能价格比。

12) 用户操作方便的原则：系统提供统一的界面风格。可为每个用户群，包括客户，提供一个一致的、个性化定制的易于使用的操作界面。

13) 成熟性原则：系统要采用国际主流、成熟的体系架构来构建，实现跨平台的应用。

总体设计

15.1.7 总体设计思路

岩板田水库工程信息化建设将以计算机网络为支撑，水利工程信息采集为基础，工程信息管理为核心，工程项目管理为主线，使工程策划、建设、运行管理与建设并重的规范化、现代化系统。

(1) 实现工程运行全面监视

通过视频监控技术针对水库工程设备运行情况及建筑物周边安全等实现全面的监视。同时提供视频监视预警提示功能，为工程的正常、稳定运行提供安全保障。

（2）实现水情工情水质监测

对水库工程运行及管理需要所涉及的水情、雨情、工情、流量、水质进行全面监测，形成种类齐全、覆盖完整的实时信息监控体系，为工程运行管理和水资源调度提供坚实的数据支撑。对工程来水情况、超限数据、工程安全运行情况及时预报预警。

（3）实现区域水资源优化调度在线决策分析

根据工程管理需要建立水资源综合调度管理系统，实现工程区域的水资源优化调度决策分析、联合调度等功能。为水资源调度提供合理的实时数据分析及决策支撑工具。

（4）构建工程运行管理标准化体系

系统主要围绕水资源调度、工程标准化运行管理、日常办公等业务重点，构建标准规范体系，实现工程数据资源的采集、共享和应用，建成水库工程运行管理和水资源调度服务的信息化体系。重视工程建设期建设全过程数字化管理，实现水库工程建设全生命周期特别是设计、施工、运行等环节的数字化成果共享。

15.1.8 总体设计原则

以分析岩板田水库工程现状为前提，明确业务处理流程、数据流程和功能需求，提出功能全面的系统建设方案，在自动控制系统、视频监控系统、网络通信系统设计的基础上，从数据整合、平台建设、系统应用三个方面实现信息化与调度业务的深度融合。

系统设计在充分考虑现有设施和资源的条件下，具有前瞻性、可扩展性及可实施性；设计成果的深度应满足相关专业（行业）标准要求，应用系统设计应遵循水利信息化系统设计标准要求，网络系统应遵循国家信息产业部有关规范要求。

15.1.9 架构设计

通过需求分析，根据方案设计思路，采用先进科学的信息技术，搭建系统总体框架，尽可能地避免未来的重复建设，为信息化项目建设和运行维护打下坚实的基础，满足工程施工期及运行期管理的需求。系统自下而上分物联感知

层、数据中心层、服务共享层、系统平台层四个层级，系统整体建设围绕着标准规范体系、安全保障体系、运维保障体系三大体系进行建设。

(1) 物联感知层：是水库工程信息化建设管理的基础，包括各类信息采集、传输、加工处理、存储和管理等。该系统的数据采集层主要包括：水情自动测报系统、工程安全监测系统、视频监视系统、输水区水力量测系统、各闸阀远程控制系统等建设，通过光纤方式、无线网桥辅助等方式，将水雨情信息、工程安全信息、视频监控图、输水区流量信息等实时传输到数据中心。

(2) 数据中心层：实现数据资源整合，将所信息数据进行统一存储，真正实现数据资源的共享，为各类应用系统提供可靠的数据支撑。内容主要包括多源数据集中及标准化处理，整合数据库及数据仓库建设，数据调查、收集、整理入库、数据共享与交换，数据挖掘、分析、更新与维护管理等。

(3) 系统平台层：包含各类应用系统，主要包括多维全景监控管理、供水运行监测、水资源调度综合管理、工程建设管理、决策会商管理以及移动应用系统。

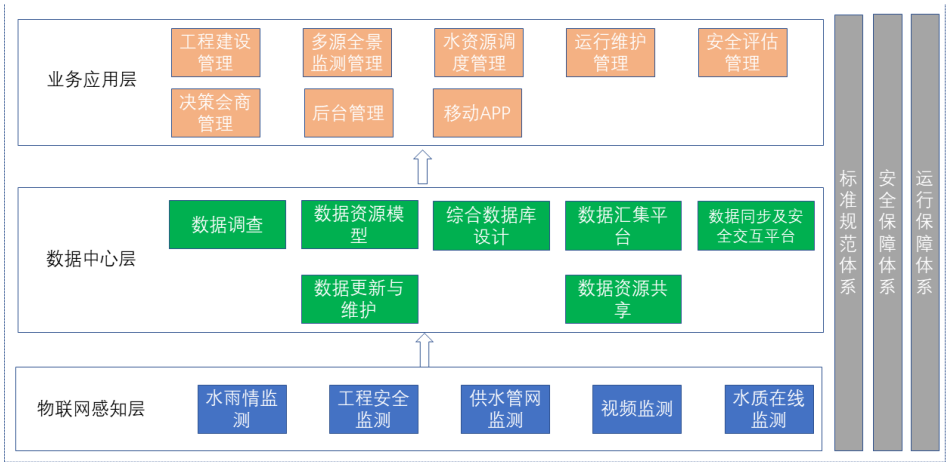


图 15.1-1 系统平台结构图

岩板田水库安全信息化系统主要分以下几个部分：①信息采集系统：水质自动化监测、水情自动化测报系统、大坝安全监测系统；②自动控制系统：闸门自动控制子系统；③辅助系统：视频监控子系统；④中心站建设。系统总体结构见下图。

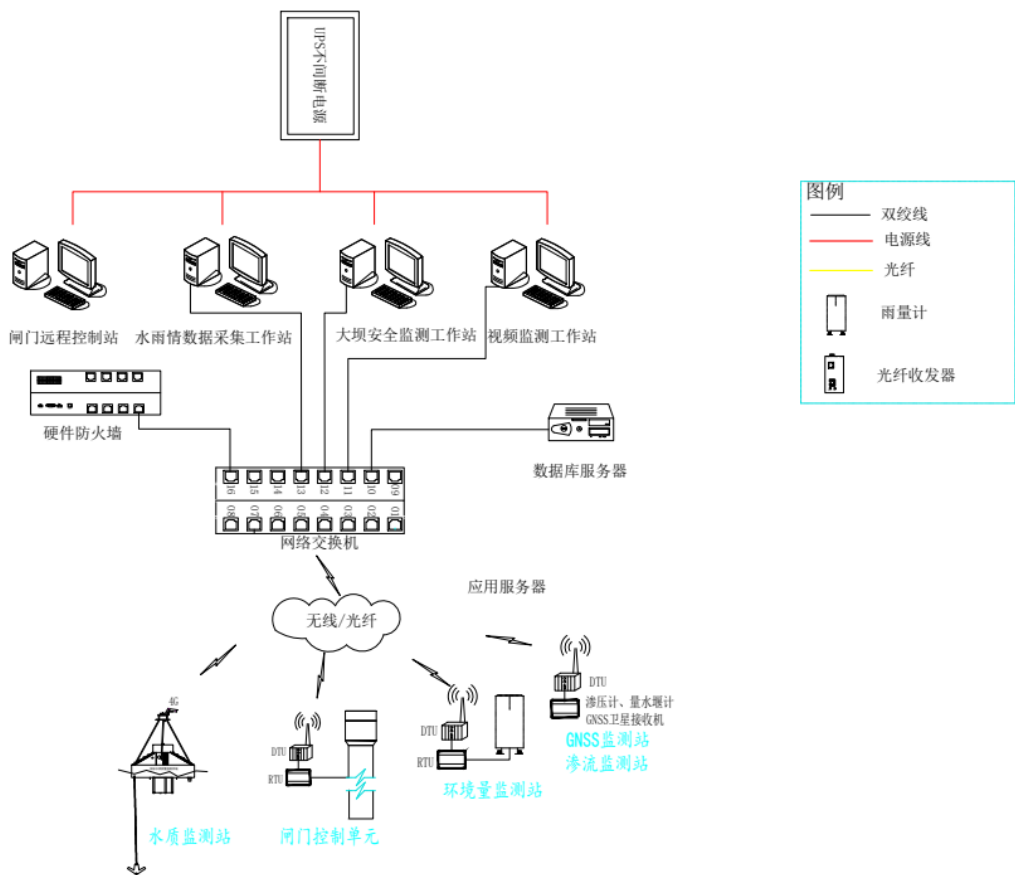


图 15.1-2 系统总体结构图

15.1.10 数据传输与安全设计

数据传输：大坝安全监测系统中各接收机数据、渗流量数据、渗压数据利用 WIFI 通过安装在大坝上的无线 AP 经有线网络传输回传至中控室进行数据处理与可视化；环境量监测站采用 MCU 控制并经光纤回传至中控站，视频监控站采用铺设光纤（距离较远，无线无法覆盖时）或接入临近无线 AP 进行数据、影像、图像传输至中控室；水情测报系统数据采用 GPRS 或铺设光纤经光纤收发器回传至中控站；闸门控制系统采用铺设光纤方式经光纤收发器实现远程控制；水质监测数据经有线（如 ADSL）/无线（如 GPRS 或 CDMA）的传输方式回传。

系统安全：

（1）物理安全：包括电源供给、传输介质、物理路由、通信手段、电磁干扰屏蔽、避雷方式等安全保护措施。

（2）网络安全体现在以下几个主要方面：数据传输的安全、网络设备的安全、网络业务的安全、用户网络的安全、网络管理系统的安全和病毒防护。

(4) 数据安全包括数据传输、存储、访问、处理的安全，数据的灾难备份。

(5) 系统与资源的访问控制与认证包括外网与内网之间的隔离与交换，资源的访问控制等防护措施。

(6) 安全管理包括关键设备的管理、人员管理、机房管理等安全管理制度。

系统性能要求与软件接口还需满足以下几点：

1) 性能要求

(1) 系统稳定性

系统软硬件整体及其功能模块具有稳定性，在各种情况下不会出现死机现象，更不能出现系统崩溃现象。

(2) 系统可靠性

要求系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性。

(3) 容错和自适应性能

对使用人员操作过程中出现的局部错误或可能导致信息丢失的操作能推理纠正或给予正确的操作提示。对于关联信息采用自动套接方式按使用频度为用户预置缺省值。

(4) 易于维护性

系统的数据、业务以及涉及电子地图的维护方便、快捷。

(5) 安全性

保障系统数据安全、不易被侵入、干扰、窃取信息或破坏。

(6) 可扩展性

系统从规模上、功能上易于扩展和升级，可制定可行的解决方案，预留相应的接口。

(7) 适应性

系统在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，将具有的适应能力。

2) 软件接口

系统在具有实用性、可靠性的前提下，并具有开放性。

除此之外，该水库信息化平台建设还实现与其他系统的集成，系统可以满足

足同步向上级管理单位传递数据的要求，遵循的相应规范和数据传输、存储等规范。

15.1.11 系统集成与数据共享

水库大坝自动化系统的集成，要求合理配置、优化组合，充分考虑设备的性价比，以实现其功能优势的最大发挥。

(1) 数据采集方式

大坝安全监测实现数据采集和数据处理的自动化，是实现水库和大坝运行管理现代化的一个必然趋势，否则就不能充分发挥监测系统的应有作用。监测的重点是薄弱部位的反应数据，数据采集的方式值得商榷。环境量监测数据的采集是通过数据采集单元来控制传感器，通过中央控制室命令各线采集单元定义传感器定时发送信息或中心控制室发送召测及巡测指示各线采集单元实施实时监测数据信息。水质、雨水情、渗流、北斗监测的数据采集利用无线 AP、4G 等方式传输，依靠监测设备与中心站主机之间命令采集。视频监控由监测人员在调度中心对其实施远程在线控制，监测数据直接进入监控主机，或者由监控人员实现现场人工操作的控制，数据存储到 PC 卡上，最终数据通过接口传输到监控主机上。

(2) 数据传输多样性

对于北斗、渗流监测数据，由于距管理楼较近，且无明显遮挡，数据传输采用无线 AP 方式，节约资源。水质监测技术已成熟，采用 4G 传输。采用考虑到水库将来建设成信息化、数字化集成的现代化水库，如水雨情、视频、闸门控制等系统并存，工程中防浪墙内及库区道路上预埋铠装光缆，采用光端机进行信号传输，可以有效地保障视频监控、闸门控制系统数据信号的可靠性，防止由于传输距离较远而造成数据的失真。

(3) 软硬件配置

大坝信息化建设包含以渗流监测、变形监测、水雨情监测、闸门远程控制、水质在线监测为基础进行数据采集的理论集成，硬件组成系统框架部分，软件与硬件相互支持，两者相辅相成。

(4) 软件系统

软件系统包括数据采集的监控软件与数据分析的应用软件。监控软件是对系统硬件的控制，数据采集、传输的过程通过它来实现，同时采集数据进入数据库。应用软件是对监控数据的分析，获得直观的数据、图像资料等，通过水质、水利专业知识分析专家库对数据进行剖析，对大坝可能出现的异常情况，及时提出分析成果，为水库管理提供数据支撑。

(5) 数据共享交换

数据共享交换的过程涵盖数据提供方、数据共享交换过程、数据使用方三部分，其中数据提供方为本项目业务系统、数据使用方为水库、县市水库管理单位其他业务系统，可预留外部局属单位的数据共享接口。主要数据共享方式为 REST 方式，数据由系统数据库可同步到前置机，通过前置机到交换库，在交换库内进行数据清洗，建立数据共享资源，其他业务系统通过调用数据访问接口进行数据共享，其中数据提供方和数据使用方可互相交换角色，如果本项目系统需要使用到其他业务系统的数据，流程则反向，具体数据共享交换流程如下：

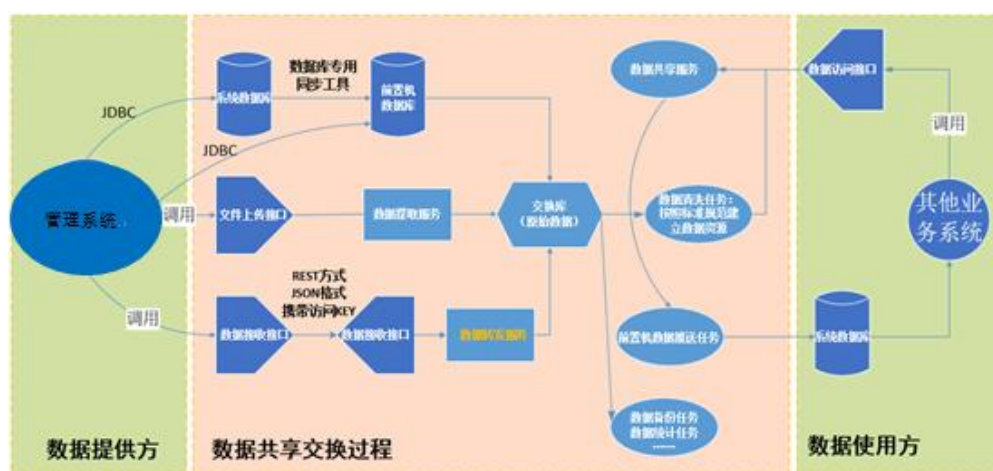


图 15.1-3 数据共享交换流程图

数据使用方涉及水库管理单位、县市水利局等涉水部门，各部门如需从本项目中获取水文数据，可由以上数据共享交换流程实现。在项目实施过程中，可依据数据使用方的需求和数据提供方的条件来确定最终的共享方式，WEB 接口或前置机推送以及其他共享方式。通过本项目建设的所有数据，均可预留数据共享接口，便于其他业务关联部门使用。

15.1.11.2 数据存储设计

各信息化数据均存储在服务器中，基于数据资源目录开展数据分级、标识，对数据分级标注，制定数据分级管理规定，对数据存储、访问、备份、废弃等进行管理。同时，各数据库具有备份机制。数据备份是指为了防止由于操作失误、系统故障等人为因素或意外原因导致数据丢失，而将整个系统的数据或者一部分关键数据通过一定的方法从主计算机系统的存储设备中复制到其它存储设备的过程。当主计算机系统的数据由于某种原因丢失或不可用时，可以利用复制的数据进行恢复，从而保持数据的完整与业务的正常进行。因此，数据备份主要解决的是数据的可用性问题。

此外，根据不同使用权限，设立登录账户，以满足不同管理需求，保障数据安全。

15.2 标准化管理与数字孪生系统建设

15.2.1 项目背景

随着数字化技术的发展，技术创新已然成为引领水利高质量发展的动力，“数字中国”上升为国家战略，“数字经济”前所未有地重构着经济发展的“新图景”。在此契机下，水利行业必须充分思考如何利用新一代信息技术与水利业务的深度融合，实现水利治理体系、治理能力现代化，利用新技术，把信息空间上构建的水利虚拟映像叠加在水利物理空间上，重塑水利基础设施，形成虚实结合、孪生互动的水利发展新形态，将水利工程施工设备用数字化表达，可计算、可分析、可优化，反过来指导实体物的运用和管理，使得生产效率、运维效率更高，水利工程建设更加可靠。

智慧水利是数字化技术与水利业务结合的重要内容，2021年9月，水利部召开推动新阶段水利高质量发展领导小组第一次全体会议。李国英部长指出，推进智慧水利建设是水利高质量发展的六条实施路径之一，并将智慧水利建设工作纳入事项督办范围，确保在“十四五”时期取得实实在在的成效。2021年10月，水利部召开水利部部务会议，会议强调要按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，全面推进算据、算法、算力建设，加快构建具有预报、预警、预演、预案功能的智慧水利体系。

数字孪生是实现智慧水利的核心与关键，2021年-2023年水利部印发了关于数字孪生流域、数字孪生水利工程、数字孪生水网等系列技术指导性文件，并在全国各地选取数字孪生先行先试项目，目前已取得阶段性成果且试点工程在水利业务应用方面均具有示范引领作用。2024年1月11日至12日上午，全国水利工作会议在北京召开。会议强调，2024年要扎实有效做好8个方面重点工作，其中包括大力推进数字孪生水利建设。坚持需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力，加快构建数字孪生水利体系，为水利治理管理提供前瞻性、科学性、精准性、安全性支撑。2024年湖南省水利网信工作要点主要围绕构建数字孪生水利体系、推进智能业务应用建设、强化网络安全防线、强化保障措施开展，其中明确提出要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻习近平总书记关于网络强国重要思想和关于治水重要论述精神，全面落实水利部和水利厅党组关于网信工作的部署要求，坚持需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力，加快构建数字孪生水利体系，为水利治理管理提供前瞻性、科学性、精准性、安全性支撑。

作为新晃县一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程，岩板田水库目前正在计划进行湖南省新晃县岩板田水库小型水库新建工程，以此为契机引进技术革新，遵从上位政策背景导向及要求，同时结合水库管理实际业务需求，为岩板田水库的数字孪生建设奠定了基础。

15.2.2 建设目标和原则

15.2.2.1 建设目标

本次围绕大坝安全、防汛调度及库区管理核心业务“四预”化管控为目标，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，充分利用岩板田水库现有信息化资源，以多维多时空多尺度数据底板为基础，以专业模型算法为支撑，以全景可视化为表达，建设有岩板田水库特色的“四预”业务场景。实现大坝安全、防汛调度、水质安全及库区管理四大核心业务的“四预”能力赋能。实现设备智能化、业务精细化、决策精准化的多重增效。形成新晃县核心智慧水利工程标准和建设示范，引领新晃县市水利工程运行管理“四预”化转型。

本次建设集 BIM 模型、GIS 三维地图、物联网感知、专业模型应用、数据与知识引擎、无人机巡查、移动应用等于一体的标准化管理系统与数字孪生平台，实现对水库及其附属设施的全生命周期精细化管理、实时监测、风险预警、科学调度与智能分析决策。具体包含水库 BIM 模型构建、GIS 库区三维建模、多源数据集成整合、专业水利模型及“四预”应用、数据与知识引擎、无人机巡查、水库数字孪生平台等。

通过建设水库标准化管理系统与数字孪生平台，形成以数据驱动、模型支撑、智能预警为核心的水库智慧化管理体系，提升水库安全运行、资源优化配置及环境风险防控能力。

15.2.2.2 建设任务

根据数字孪生水利工程总体目标，按照水利业务“四预”基本技术要求，结合新晃县岩板田水库小型水库新建工程的拟建情况，本次岩板田水库数字孪生的主要任务分为基础设施、数据底板、模型平台、业务场景、标准化管理等五大任务板块：

（1）基础设施。

充分整合已建的网络通信、计算存储及数据资源等内容，实现各类资源集约利用，并在已建基础上按照“四预”业务需求，补充孪生平台运行的服务资源，并增加无人机巡查系统。

（2）数据底板。

整合岩板田水库小型水库新建工程拟建的信息化数据底板成效，在利旧的基础上融合库区倾斜摄影、BIM 模型等数据，优化多维多尺度时空数据底板。

（3）模型平台。

研发具有岩板田水库特色的水利专业支撑模型、可视化模型等，提升水库信息化、智能化水平。

（4）业务场景。

打造具备“预报、预警、预演、预案”功能的核心业务场景，实现岩板田水库大坝安全、防汛等重点业务的“四预”化管控。

（5）标准化建设。

结合岩板田水库工程管理现状及工程实际情况，岩板田水库水利工程标准化管理工作主要包括创建申报和标准化管理提升两个方面。

15.2.2.3 建设原则

按照“实用、先进、可靠、经济”的原则，充分利用现有资源，坚持实用性、先进性、可靠性相结合。本次建设应在数字孪生水利工程及水利业务“四预”基本技术要求的建设框架下进行设计，统一标准、资源共享，避免重复建设。

15.2.3 总体设计

15.2.3.1 设计思路

本次岩板田水库数字孪生建设项目总体设计按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，全面推进岩板田水库工程算据、算法、算力建设，加快构建具有预报、预警、预演、预案的“四预”业务场景。

（1）需求牵引、应用至上

依据数字孪生水利工程导则及水利业务“四预”基本技术要求，紧贴岩板田水库运行管理工作，全面分析工程安全、防汛调度、库区管理等核心业务场景功能需求，以问题和目标为导向，统筹谋划推进。在充分考虑功能需求和技术实际的基础上，通过应用不断迭代优化，利用高逼真业务场景开展工程运行管理和决策。

（2）数字赋能、提升能力

要统筹发展和安全，通过本次岩板田水库数字孪生建设，守住粮食安全底线、提升上限，同时确保安全，实现高质量发展，不断提升治理管理能力和水平，让治理管理“更全面、更精准、更高效”。

（3）统一标准、互联共享

按照湖南省水利信息标准化建设，充分利用现有基础，开展资源整合，下大力气解决信息“孤岛”问题。基于统一技术标准，保证网络互联、信息共享、业务协同。

15.2.3.2 总体框架

岩板田水库数字孪生建设的总体架构包括展示层、业务场景、数字孪生平

台、基础支撑、网络安全体系和业务保障体系。通过水库三维场景、大坝安全管理、防汛调度等业务模块，结合知识平台、模型平台及 BIM+GIS 数据库，实现水库的全面管理和监控。总体架构图如下图所示。

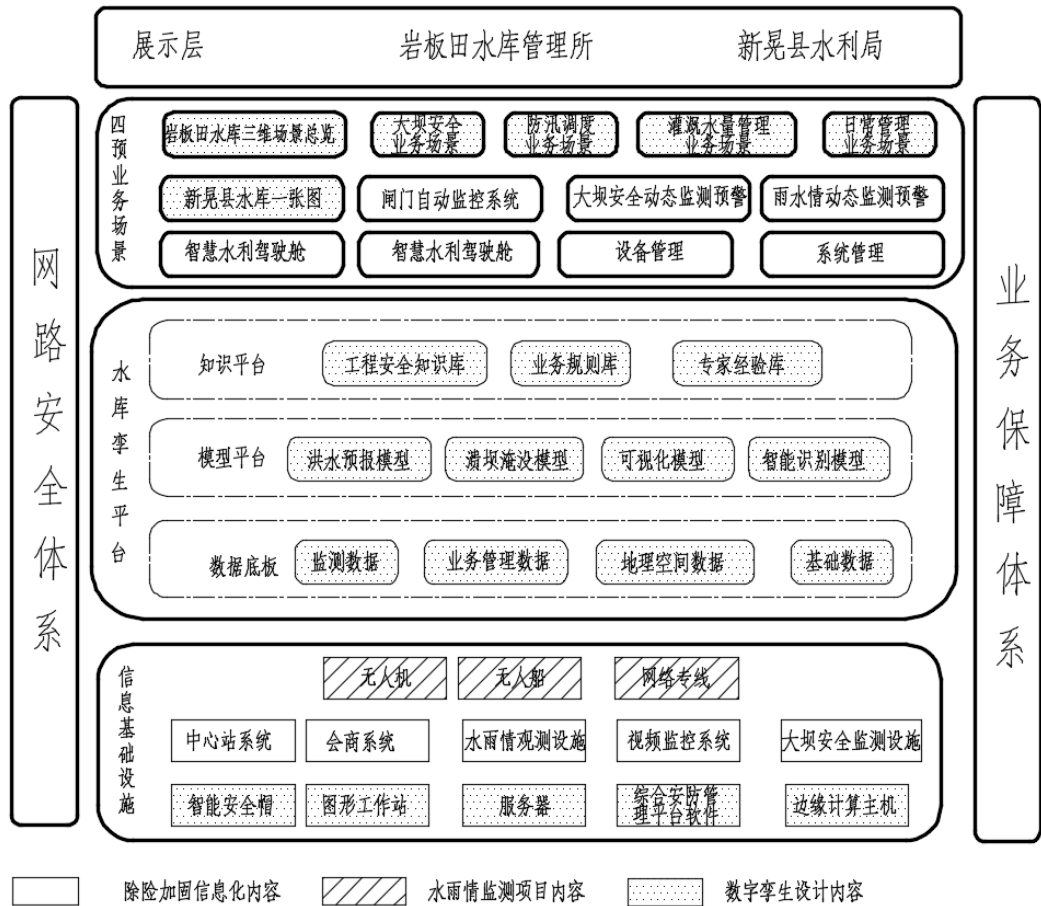


图 15.2-1 总体架构图

- 1) 物理实体
- 本次岩板田水库数字孪生项目建设物理实体工程包含岩板田水库、1座土坝挡水建筑物（重力坝）、2座泄水建筑物（坝顶开敞式溢洪道、放空冲沙底孔）、1座输配水建筑物（取水塔）、管理房等。
- 2) 相关配套设施
- 信息化基础设施为工程提供高效完备的视频监控可视化和充足的视频数据服务资源，有效支撑业务系统稳定运行。本次岩板田水库数字孪生项目需建设图形工作站及无人机系统。通过集成前端采集的影像数据，结合实时监控视频数据，实现库区范围自动化巡检，异常问题自动识别反馈。

3) 信息化系统功能提升

(1) 数据底板

数据底板包括既有数据底板与新建数据底板。既有数据底板方面，包含已有基础数据、已有监测数据、已有业务管理数据、已有外部共享数据、已有地理空间数据等。本次新建数据底板方面，包含数字线划图（DLG）、数字高程模型（DEM）、正射影像图（DOM）、倾斜摄影模型等。

(2) 全景可视化支撑

面向三维孪生场景构建需求，建立可视化模型，主要包括工程自然背景演变模型、大坝安全可视化模型、流场动态可视化拟态模型等。

搭建模拟仿真引擎，包含全要素场景生成、可视化渲染、空间分析表达。

(3) 支撑模型

面向大坝安全、防汛调度业务场景需求，建立水利专业模型。包括溃坝影响分析和避险转移模型、洪水预报模型等已建专业模型，本次新增大坝安全分析预警模型及蓄水淹没模型等。

4) “四预”业务场景

建设大坝安全 业务场景、防汛调度业务场景及库区管理业务场景，实现工程管理精细化、趋势预测精准化、决策支持科学化，将有力保障工程安全稳定运行，提高应急处置能力，保障工程综合效益发挥。

15.2.3.3 技术构架

业务场景建设技术架构如下图所示。



图 15.2-2 技术架构图

数据层结构化数据包括基础数据库、监测数据库、地理空间数据库、业务数据库、外部共享数据库。

公共支撑服务包括数据引擎、模拟仿真引擎和基础应用支撑（大部分依托新晃县水利局建设）。

业务支撑服务包括大坝安全服务、防汛调度服务、库区管理服务、模型服务及数字化场景服务等。

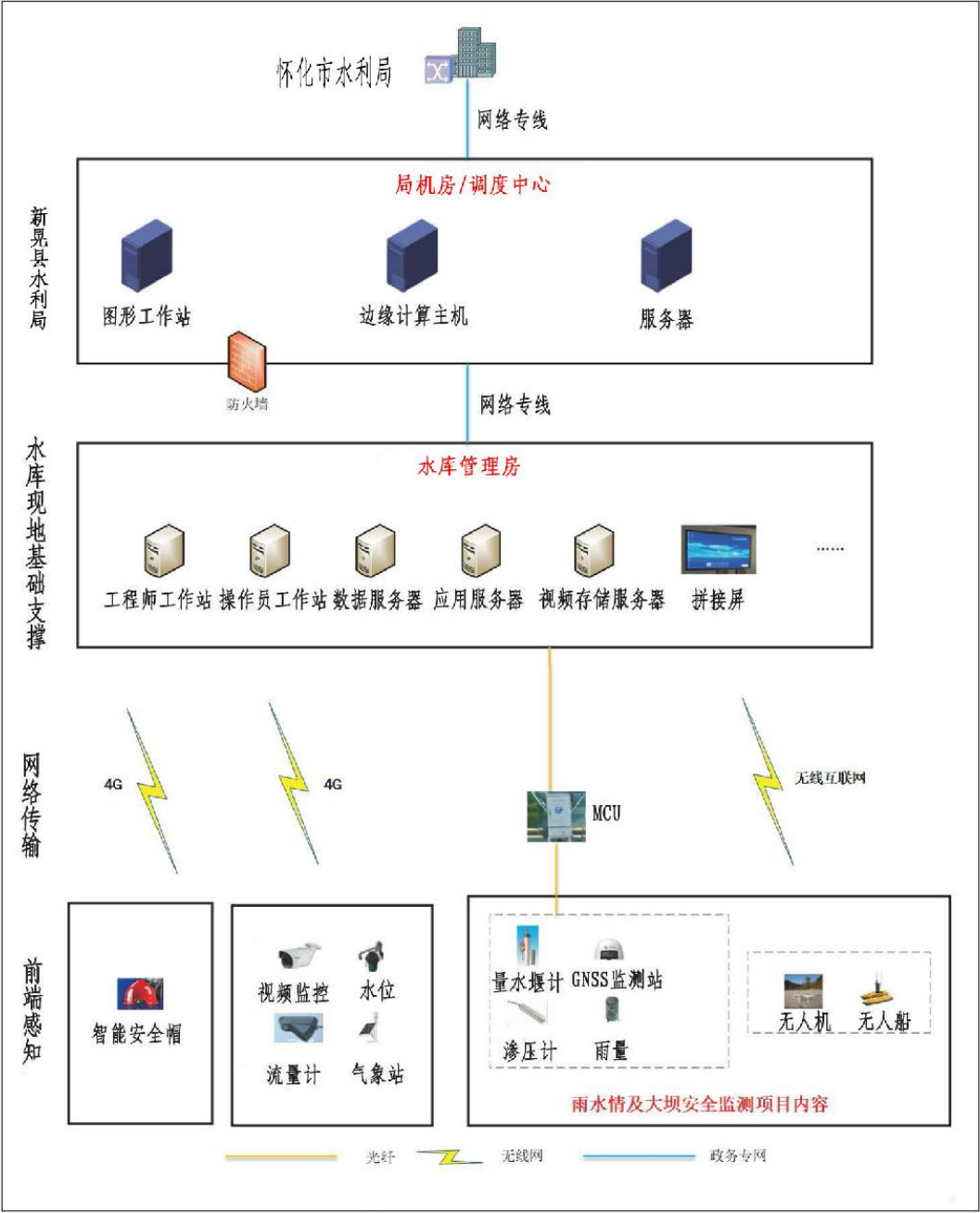
应用层整体采用 Vue 框架，其他组件包括 ElementUI、Echarts、云渲染等。

15.2.3.4 网络架构

岩板田水库数字孪生网络架构主要包括前端感知、网络传输、水库现地基础支撑、新晃县水利局和主管部门平台。

- 前端感知：雨水情及大坝安全监测的感知建设内容。
- 网络传输：根据设备的不同类型、网络传输包括光纤传输、无线网传输。
- 水库现地基础支撑：包括工作站、服务器、拼接屏等设备。

新晃县水利局：水库前端的数据通过水雨情及大坝安全监测项目中建设的网络专线传输至新晃县水利局，存储于现地的服务器，同时传输至怀化市水利局、省监管平台。网络架构如下图所示。



15.2.3.5 数据架构

岩板田水库数字孪生数据架构如下图所示。

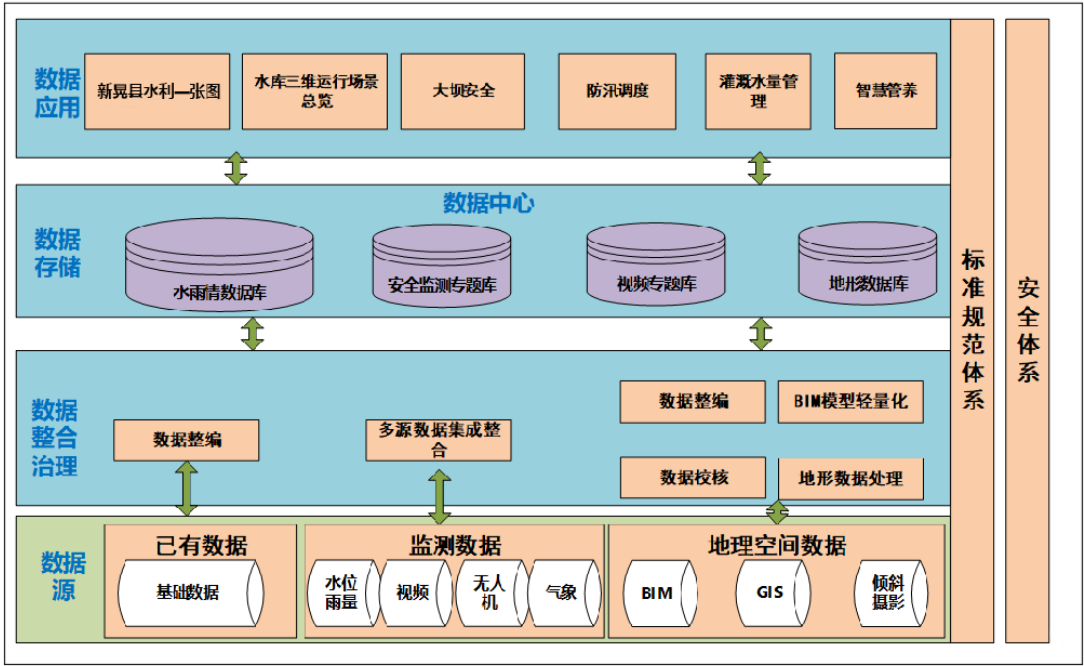


图 15.2-3 数据架构图

本项目将已有数据、监测数据、地理空间数据，按国家、省、市的数据标准进行数据整合治理后，上传至各类数据库中。开展新晃县水利一张图、水库三维运行场景总览、大坝安全、防汛调度、灌溉水量管理、智慧管养等业务。

15.2.4 分项设计

15.2.4.1 基础设施

(一) 大屏幕系统建设

大屏幕显示系统建议采用 100 英寸智能网络激光电视。由 LED 屏，大屏拼接控制器、高清混合矩阵、边框和底座组成。



名称	主要参数	单位	数量
大屏幕系统	3D 类型: 快门式 3D; 亮度: 300nit; 操作系统: Android4.4; 操作界面: VIDAA3.0; 一体机: 是; 网络: 有; 内存 (RAM): 2.25GB; 连接方式: 单频 (2.4GHz)双通道; 语音控制: 支持; 体感遥控: 支持; 分辨率: 1920x1080; 存储 (ROM): 16GB; 触摸遥控: 不支持; GPU: 四核 Mali T624 MP4; 对比度: 1500:1; DTMB: 有; CPU: (双核 CortexA17 1.0GHZ+双核 Cortex A7 700MHZ); 输入: 网口×1, HDMI1.4×2, HDMI2.0×1, USB2.0×2, USB3.0×1, VGA×1, RS232×1, 有线\天线输入×1, TF×1, 音视频输入×1, 调试×1, 电源输入×1。	套	1

(二) 图形工作站

岩板田水库数字孪生涉及 BIM+GIS 数据底板、倾斜摄影模型、水利专业模型、智能识别模型、可视化模型、知识平台等内容的加载与处理，而普通计算机和工作站的性能无法满足其要求。因此本项目需采用 2 套带有专业 GPU 显卡的图形工作站，其中 1 套用于数字孪生平台的流畅加载及展示，1 套用于视频智能识别算法运行。

根据以往数字孪生项目图形工作站配置案例、引擎配置要求以及信息安全方面，图形工作站选配阶段充分考虑国产化整体适配，目前市面上的主流型号有华为、思科、深信服等，结合项目实际需要，需要重点考虑工作站的处理器、显存、硬盘、电源等核心配置。其中，处理器可以决定工作站的整体性能，如 CPU 频率、核心、线程数等因素都会影响显卡的性能发挥；显存是显卡的内存模块，对于各种复杂数据处理领域（智能识别模型、水利专业模型）而言，增加显存能够让工作站更好地处理约束计算。图形工作站的技术参数如下表所示。

表15.2-1 图形工作站参数配置表

名称	主要参数	单位	数量
图形工作站	包括主机、显示屏及配件，支持 GPU 图形渲染及仿真计算 CPU：两颗 24 核心 内存：64G 硬盘：1T M.2+8TSATA 显卡：48G*1 冗余电源:1850W 配件：显示屏、鼠标、键盘、电源线等。	套	2

（三）服务器

数字孪生平台的部署需要高性能服务器的支撑，本次需要配备 1 套服务器，1 套用于应用于数据库服务器，1 套用于应用系统的发布。主要参数如下表所示。

表15.2-2 服务器参数配置表

名称	主要参数	单位	数量
服务器	2U 双路标准机架式服务器 CPU：配置 2 颗 C86 架构 HYGON 7363 处理器，单处理器物理核心数≥16 核，主频≥2.5 GHz，末级缓存容量≥32 MB，线程数≥32 线程，热设计功耗≥135 W，支持内存的最高速率≥3200 MHz，通道数≥4，位宽≥64； 内存：配置 128G DDR4，16 根内存插槽 硬盘：配置 4 块 2T 7.2K SAS 盘 阵列卡：配置 1 块 RAID_4G 卡，(支持 RAID 0/1/10/5) PCIE 扩展：支持 5 个 PCIE 插槽 网口：板载 2 个千兆电口，配置 2 个万兆光口，支持选配 10GbE、25GbE SFP+等多种网络接口 其他接口：1 个千兆 RJ-45 管理接口，4 个 USB 接口，2 个位于机箱后部，2 个位于机箱前部；1 个 VGA 口，位于机箱后部，一个可选前置 VGA	套	2

（四）智能安全帽

考虑到水库目前要经历开工建设到正式运行的过程，增设 6 套智能安全帽，智能安全帽具有传统安全帽的物理防护功能，并集实时视频、远程语音对讲、

录像、定位等功能于一体，实现平台集中化管理，一人可同时监管多人，在水库施工阶段及运行阶段都可应用，实现工程管理的“建造”到“智造”。智能安全帽技术参数如下表所示。

表15.2-3 智能安全帽参数配置表

名称	主要参数	单位	数量
智能安全帽	内存:RAM 1GB+ROM8GB 定位:GPS/北斗 麦克风:双降噪麦克风 蓝牙/wifi:BT4.1 LE/WIFI802.11b/g/n 按键功能:开关机键、SOS 键、音量加减、对讲、调度、拍录键 功能:撞击报警、温度报警、静默报警、紧急呼救 软件平台: Android 7.0 摄像头: 1600 万高清摄像头 电池容量:5000mAh 防护等级: IP65 卡:Mirco Sim 卡单 频段:4G 全网通 包含 6 张 3 年 4G 流量卡 含后端操作平台	套	6

(五) 综合安防管理平台软件

配置综合安防管理平台软件，应用于水库视频的接入与管理。

表15.2-4 综合安防管理平台软件配置表

名称	主要参数	单位	数量
综合安防管理平台软件	1、提供门户首页内容自定义能力，支持自定义快捷入口、自定义菜单内容、自定义页面元素设置；支持门户展示元素自定义，包括页面 logo 图标、修改网站标题、设置并添加网站外部链接； 2、提供统一的认证、鉴权管理、应用管理、菜单管理、用户管理、角色管理、组织管理、资源管理等能力； 3、提供用户权限管理能力，包括菜单权限、组织权限、区域权限、资源权限、功能控制权限； 4、提供组织、区域、设备、人员、卡片、车辆等资源统一管理； 5、提供用户安全管理，支持账户绑定用户 mac 地址及 IP 地址能力，提供账户安全设置，支持账户密码有效期设置，支持登录类型（Web 端、PC 客户端、移动端）和认证方式（密码、PKI）的配置； 6、提供 NTP 校时服务能力，支持对设备和服务器统一校时； 7、提供数据、服务等统一开放能力； 8、提供系统运行状态监测能力，包括运行服务监	套	1

名称	主要参数	单位	数量
	控、运行服务统计、运行数据报告和运行服务解析 概览。 包含 6 张 3 年 4G 流量卡 含后端操作平台		

(六) 边缘计算主机

配置 1 套边缘计算主机，用于视频监控画面的 AI 识别及分析。

表15.2-5 边缘计算主机配置表

名称	主要参数	单位	数量
边缘计算主机	1、人脸识别：人脸抓拍+人脸比对（16 个名单库+10 万张库容） 分析模式：实时视频分析 2、人数统计：倾斜客流统计+区域人数统计（64 人以内） 3、安全帽反光衣：安全帽（颜色：红黄蓝白橙）+反光衣（颜色：绿橙），可选增加人脸比对编排 3、支持检测、分类、检测+分类、语义分割、实例分割、图像比对、算法编排等 AI 模型加载运行 4、岗位行为分析：在离岗+睡岗（趴睡）+玩手机+人数异常+人员滞留 分析模式：实时视频分析、轮巡视频分析、定时抓图分析、图片导入分析 5、周界防范：区域入侵+越界侦测+进入区域侦测+离开区域侦测 分析模式：实时视频分析 6、人员落水、溺水识别。 7、支持检测、分类、检测+分类、语义分割、实例分割、图像比对、算法编排等 AI 模型加载运行 8、实时/中心模式：单 GPU 最大 4 路（400W 及以下最大 4 路，5-600W 最大 2 路，7-800W 最大 1 路），可被 1-4 个虚拟引擎分摊 9、轮巡视频模式：单 GPU 最大 16 路，间隔 10-3600 秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊 10、定时抓图模式：单 GPU 最大 16 路，间隔 3-3600 秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊 11、图片导入模式：单 GPU 最大 8-10 张/秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊 12、包含 2 块硬盘：高转速：7200RPM 支持 32 路 AI 流、RAID 应用(搭配 NVR)；支持硬盘健康管理功能：MTBF(平均故障间隔时间)：不小于 150 万小时、年写入负载：不小于 360TB 支持 5 年有限质保服务。	套	1

(七) 无人机巡飞系统+软件平台

包含 AI 识别的无人机具备以下功能。

自主巡航与实时监控：无人机能够按照预设航线自主巡航，对水库进行全面、实时的监控，确保及时发现异常情况。

智能识别与预警：通过搭载的 AI 智能识别系统，无人机能够自动识别水面漂浮物、违规行为（如违规垂钓、非法采砂等）以及坝体安全隐患（如风化、

腐蚀现象)，并实时预警，帮助管理部门及时采取措施。

多维度数据采集与分析：无人机配备高清摄像头、红外热成像仪等多种传感器，能够采集水库的多维度数据，包括图像、视频、温度信息等，为管理部门提供全面的水库运行状况分析依据。

快速响应与取证：一旦发现异常情况，无人机能够迅速飞抵现场进行取证，通过多角度拍摄记录证据，为后续的执法和处理工作提供支持。

全天候巡查能力：AI 无人机具备全天候巡查能力，无论是白天还是夜晚，都能够对水库进行不间断的巡查，确保水库安全。

远程操控与自动化作业：管理人员可以在远程通过云平台对无人机进行操控和作业规划，实现无人值守的自动化巡查，提高巡查效率并减轻人力负担。

本次补充设计在原无人机的基础上增加一套带 AI 算法的自动巡飞平台。

名称	主要参数	单位	数量
无人机系统	1. 最大允许降落风速 8 米/秒 2. 最大运行海拔高度 2500 米 3. R T K 基站卫星接收频率同时接收： GPS: L1C/A、L2 BeiDou2: B1I、B2I、B3I BeiDou3: B1I、B3I GLONASS: L1、L2 Galileo: E1、E5B 4. RTK 基站定位精准度 水平: 1 厘米+1ppm (RMS) 垂直: 2 厘米+1ppm (RMS) 5. 机场-充电性能 输出电压直流 28 伏 充电时间 32 分钟 6. 图传方案： 工作频率 2.4000GHz 至 2.4835GHz， 5.725GHz 至 5.850GHz 天线: 内置四天线，二发四收，支持智能切换 发射功率 (EIRP) 2.4GHz: <33dBm (FCC); <20dBm (CE/SRRC/MIC) 5.8GHz: <33dBm (FCC); <14dBm (CE); <23dBm (SRRC) 7. 机场—空调系统 工作电压直流 28 伏 8. 机场—备用电池: 电池容量 12 安时，输出电压 12 伏，电池类型: 铅酸蓄电池，续航时间大于 5 小时，在 25℃环境中且蓄电池满电状态下测得。断电后，机场不支持飞行器充电、空调、舱盖加热、风速计加热等功能，请及时排查故障。 9. 机场—网络接入	套	1

名称	主要参数	单位	数量
	以太网接入, 10/100/1000Mbps 自适应以太网口 4G 接入需配合 DJI 增强图传模块 10. 机场-舱盖监控相机 11. 分辨率 1920×1080 视角范围 (FOV) 151° 补光灯白光补光 12. 机场-舱内监控相机 分辨率 1920×1080 视角范围 (FOV) 151° 补光灯白光补光 机场-防雷 交流电接口 13、最大上升速度 6 米/秒 (普通挡) 8 米/秒 (运动挡) 最大下降速度 6 米/秒 (普通挡) 6 米/秒 (运动挡) 最大水平飞行速度 (海平面附近无风) 普通挡, 开启避障: 前飞 15 米/秒, 后飞 12 米/秒, 侧飞 10 米/秒 运动挡: 前飞 21 米/秒, 后飞 18 米/秒, 侧飞 16 米/秒 最大抗风速度 作业阶段抗风能力: 12 米/秒 起降阶段抗风能力: 8 米/秒 最大起飞海拔高度 2500 米 最长飞行时间 50 分钟 14、包含 3 年建模软件使用和操作手培训证书获得。 15、1 套包含带 AI 算法识别的无人机巡飞软件平台, 可实现漂浮物识别、周界入侵识别、非法活动识别等。		

(八) 移动小程序

1) 建设目标

移动小程序的开发建设有利于水库管理人员日常巡检水库, 利用手机端可随时查看水库运行状态, 并记录水库巡查情况。

2) 功能需求

序号	功能名称	技术要求	单位	数量
1	移动小程序	1、信息查询: 水库基础信息及监测信息的查询	项	1
		2、日常巡查: 巡查信息的填写及上报, 巡查路线显示		
		3、信息推送: 巡检任务的推送		

(九) 柴油发电机自动化管理平台

名称	主要参数	单位	数量
柴油发电机 自动化管理 平台	1.带基座的控制器； 2.模组：4G/WIFI/ET 等； 包含 6 张 3 年 4G 流量卡含后端操作平台	套	1

15.2.4.2 数据底板

多维多尺度时空数据底板是水库数字孪生的算据基础，由地理空间数据、基础数据、监测数据、业务管理数据、外部共享数据等构成。按照地理空间数据精度和建设范围，数据底板可以划分为 L1、L2、L3 级数据底板。

1) 基础数据

基础数据包括岩板田水库库区、大坝、泄水建筑物等管理范围内各类水利对象的特征属性，主要包括流域、河流等水域类对象，水工建筑物、机电设备、金结设备等水利工程类对象，大坝安全监测点、视频监控点、雨量监测点、水位监测点、水质监测站、流量监测点等监测站（点）类对象，工程运行管理机构、人员、资产等工程管理类对象。基础数据特征属性应参考对象。基础数据特征属性应参考 SL/T213，对所有对象进行统一编码，还应根据业务需要实时或定期更新。

2) 监测数据

监测数据主要包括岩板田水库的大坝安全监测、视频监控、雨量监测、水位监测、流量监测、气象监测 等数据，需将各类监测 数据汇入数据底板。

3) 业务管理数据

业务管理数据主要指岩板田水库各项业务应用中产生的有关数据，主要包括大坝安全、防汛调度、灌溉发电、工程巡检、维修养护、调度运行、人员值班等相关数据。

针对岩板田水库各项业务管理需求，收集整理指标体系数据、分析评价数据、调度成果数据、调度方案、调度规则、专家知识、社会经济数据等专题数据，形成业务管理数据体系。业务管理数据应根据业务应用需求同步更新。

4) 地理空间数据

在全国水利一张图地理空间数据（L1 级）的基础上，采用倾斜摄影技术，

采集生产库区高精度数字高程模型（DEM）、正射影像图（DOM）、倾斜摄影模型（L2、L3 级），构建多时态、全要素的地理空间数字化映射。本次项目使用的倾斜摄影模型为共享湖南省水利厅及澧水流域 L2 级地理空间数据及新建 L3 级倾斜摄影模型，其中集雨面积范围共享省水利厅及流域级 L2 级倾斜摄影数据，水库管理范围面积外扩到 1km²新建 L3 级倾斜摄影模型。

5) BIM 数据

BIM 模型是岩板田水库建（构）筑物、设备设施等物理体的模型载体，也是孪生场景的基础信息模型，用于承载建（构）筑物、设备设施精确的几何尺寸、形体结构、材质纹理和属性信息。

6) BIM 模型轻量化

对于工程模型的模型轻量化要求，考虑计算机承载模型数据的限制，在 BIM 模型应用时需要通过对模型降维、聚类、改变参数等条件降低模型的复杂成度来满足计算机展示需求。在满足 BIM 交付规范的基础上，针对几何数据，通过拆分重构、体面降维、聚类、拓扑、三角网格简化等方法，减少原生模型体量；针对属性信息，结合“四预”业务场景的功能需求，确定模型数据抽取方法，剔除掉非必要的模型数据，减小模型数据体量。

7) 多源数据集成整合

（1）水雨情数据集成整合

集成整合水库水雨情监测数据。

（2）大坝安全监测数据集成整合

集成整合水库大坝安全监测数据，包括渗流、渗压、环境量、GNSS 变形监测数据等。

（3）视频监控数据集成整合

集成整合水库关键部位的视频监控数据，获取水库实时监控的视频流数据。

（4）水质监测数据集成整合

集成整合水库水质数据，按照水质数据整编相关标准规范整编人工自动采样所获取的水库水质数据。

（5）工情数据集成整合

集成整合水库闸门开度信息。

(6) 气象数据集成共享

集成市气象部门的气象信息，包括降雨预报、气象预警等。

(7) BIM 模型集成整合

集成整合新建 BIM 模型，可提供 BIM 模型快速定位，点击模型可以查询设备的详细信息。

(8) 三维倾斜摄影模型集成整合

集成整合新建三维倾斜摄影模型，并使用空间数据管理，可提供模型加载、漫游、放大、缩小等。

15.2.4.3 模型平台

模型平台是数字孪生应用的“核心”，支撑水利智能仿真模拟、智能化决策，实现数字孪生与物理实体的同步仿真运行，是实现岩板田水库四预场景的关键手段。根据岩板田水库管理实际需求，建设岩板田水库洪水预报模型、溃坝淹没分析模型、可视化模型，同时接入除险加固项目中建设的大坝安全分析预警等。

1) 洪水预报模型

旨在为水库管理部门提供快捷、精确的决策依据，为防洪应急预案编制等后续防洪应急指挥调度的洪水管理工作提供依据，确保库区生命财产安全，维持经济社会的可持续发展。

(1) 依据近期的实测水文资料，完成对水文资料的可靠性、一致性、代表性审查，并推算并推算不同重现期的不同重现期的库区库区设计暴雨过程；

(2) 构建适用于库区的水文模型，实现对库区产汇流的准确模拟；

(3) 采用设计暴雨方法进一步推求设计洪水；

(4) 基于以上研究，建立库区暴雨洪水预报体系体系，为库区管理部门提供快捷、精确的决策依据。

2) 溃坝淹没分析模型

水库大坝在安全运行工况下，为区域社会经济发展、防洪安全和生态健康提供了保障。在超标准洪水、水库调度管理不合理、地震等因素作用的特殊工

况下，若大坝发生溃决，溃坝洪水瞬间高速宣泄将对下游地区的生命财产 和生态环境造成毁灭性灾害。溃坝淹没分析模型可快速、准确、科学地模拟、预测和显示洪水淹没范围 以便发挥防 洪工程效益， 并以非工程措施来减轻洪水危害， 对防洪减灾具有重要意义。为防患于未然 减小洪灾 损失， 对水库大坝在极端条件下的洪水分析仍是非常有必要的。

3) 可视化模型

主要为流场动态可视化拟态模型、工程自然背景演变模型、模拟仿真引擎、三维空间可视化表达分析等。

15.2.4.4 业务场景

1) 水库三维运行场景总览

针对水库大坝与土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，通过加载水库倾斜摄影地图，形成三维可视化、工情展示、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 运行全景旨在提供岩板田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、大坝安全业务场景、防汛调度业务场景、库区管理业务场景等功能。

2) 大坝安全业务场景

大坝安全业务基于高逼真数字化场景，针对岩板田水库大坝的工程结构特点、安全隐患、薄弱环节，融合展示工程结构、监测设施、监测数据、工程巡检、工程隐患、安全预警等信息。通过大坝安全模型计算，建设包含安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案等功能的大坝安全业务应用，实现大坝安全“四预”相关功能。

大坝安全业务场景以多维多时空数据为底座，利用已建的水库综合信息平台实现监测数据、环境量信息、巡检信息、文本照片等各类监测信息汇集，通过监测信息汇集，通过 BIM 模型自适应加载、轻量化加载等技术手段，实现监测设备和监测数据的三维可视化表达，全面提升监测信息的展示效果和交互效率，以大坝安全业务模型、可视化模型为支撑，通过云图、矢量箭头等形式表达大坝的演变趋势，支撑工程安全性态综合评判和健康诊断等业务应用。

大坝安全业务场景主要包括综合监视、安全性态预测、安全风险预警、安全状态预演、安全处置预案五方面的主要业务功能。

3) 防汛调度业务场景

防汛调度业务场景根据岩板田水库防汛调度需求，突出预报、预警、预演、预案等重点环节，实现超前精准预报、灾害预警发布、防洪模拟预演、预案优化修正等功能。

防汛调度业务以多维多时空数据为底座，以防汛调度业务模型为支撑，实现物理工程和孪生工程的信息交互和深度融合，支撑防汛调度业务全要素预报、预警、预演、预案的模拟分析，建设防汛调度业务场景。

防汛调度业务场景主要包括信息查询、预报、预警、预演、预案五方面的主要业务内容。

4) 库区管理业务场景

库区管理业务涉及岩板田管理所、运行管理部，重点业务包括岩板田水库的综合监视、库区一张图、智能巡检和规范管理等内容。



图 15.2-4 综合管理信息一张图

15.2.5 工程量及投资表

表15.2-6 岩板田水库标准化管理与数字孪生工程定制开发工程量表

序号	项目	单位	数量	内容
一	基础设施提升			
1	大屏幕系统	套	1	
2	图形工作站	套	2	包括主机、显示屏及配件，支持 GPU 图形渲染及仿真计算；主机：CPU：单颗 16 核心、主频 2.9GHz)；内存：256G；硬盘：1T NVME SSD，raid5；显卡：24G；显存 2*10GE；光口 2200w 2+2 冗余电源；显示器：尺寸：22，1080p（全高清）；分辨率：1920×1200；最大色彩：16.7M；色域：NTSC：72%；平均亮度 (cd/m²)：250cd/m²；可视角度(水平/垂直)：178/178°；配件：鼠标、键盘、电源线，随出厂自带产品
3	智能安全帽	套	6	内存:RAM 1GB+ROM8GB；定位:GPS/北斗定；麦 克 风:双降噪麦克风；蓝牙/wifi:BT4.1 LEWIFI802.11b/g/n；按键功能:开关机键、SOS 键、音量加减、对讲、调度、拍录键；功能:撞 击报警、温度报警、静默报警、紧急呼救软件 平台:Android 7.0；摄像头:1600 万高清摄像头； 电池容量:5000mAh；防护等级:IP65；卡:Mirco Sim 卡单；频段:4G 全网通；包含 6 张 3 年 4G 流量卡含后端操作平台

序号	项目	单位	数量	内容
4	综合安防管理平台软件	套	1	1、提供门户首页内容自定义能力，支持自定义快捷入口、自定义菜单内容、自定义页面元素设置；支持门户展示元素自定义，包括页面 logo 图标、修改网站标题、设置并添加网站外部链接；2、提供统一的认证、鉴权管理、应用管理、菜单管理、用户管理、角色管理、组织管理、资源管理等能力；3、提供用户权限管理能力，包括菜单权限、组织权限、区域权限、资源权限、功能控制权限；4、提供组织、区域、设备、人员、卡片、车辆等资源统一管理；5、提供用户安全管理，支持账户绑定用户 mac 地址及 IP 地址能力，提供账户安全设置，支持账户密码有效期设置，支持登录类型（Web 端、PC 客户端、移动端）和认证方式（密码、PKI）的配置；6、提供 NTP 校时服务能力，支持对设备和服务器统一校时；7、提供数据、服务等统一开放能力；8、提供系统运行状态监测能力，包括运行服务监控、运行服务统计、运行数据报告和运行服务解析概览。
5	边缘计算主机	套	1	1、人脸识别：人脸抓拍+人脸比对（16 个名单库+10 万张库容）分析模式：实时视频分析；2、人数统计：倾斜客流统计+区域人数统计（64 人以内）；3、安全帽反光衣：安全帽（颜色：红黄蓝白橙）+反光衣（颜色：绿橙），可选增加人脸比对编排；3、支持检测、分类、检测+分类、语义分割、实例分割、图像比对、算法编排等 AI 模型加载运行；4、岗位行为分析：在离岗+睡岗（趴睡）+玩手机+人数异常+人员滞留，分析模式：实时视频分析、轮巡视频分析、定时抓图分析、图片导入分析；5、周界防范：区域入侵+越界侦测+进入区域侦测+离开区域侦测，分析模式：实时视频分析；6、人员落水、溺水识别。7、支持检测、分类、检测+分类、语义分割、实例分割、图像比对、算法编排等 AI 模型加载运行；8、实时/中心模式：单 GPU 最大 4 路（400W 及以下最大 4 路，5-600W 最大 2 路，7-800W 最大 1 路），可被 1-4 个虚拟引擎分摊；9、轮巡视频模式：单 GPU 最大 16 路，间隔 10-3600 秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊；10、定时抓图模式：单 GPU 最大 16 路，间隔 3-3600 秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊；11、图片导入模式：单 GPU 最大 8-10 张/秒，可被 1-4 个虚拟引擎分摊；12、包含 2 块硬盘：高转速：7200RPM 支持 32 路 AI 流、RAID 应用(搭配 NVR)；支持硬盘健康管理功能；MTBF(平均故障间隔时间)：不小于 150 万小时、年写入负载：不小于 360TB；支持 5 年有限质保服务。

序号	项目	单位	数量	内容
6	服务器	台	2	2U 双路标准机架式服务器；CPU：配置 2 颗 C86 架构 HYGON 7363 处理器，单处理器物理核心数≥16 核，主频≥2.5 GHz，末级缓存容量≥32 MB，线程数≥32 线程，热设计功耗≥135 W，支持内存的最高速率≥3200 MHz，通道数≥4，位宽≥64；内存：配置 128G DDR4，16 根内存插槽；硬盘：配置 4 块 2T 7.2K SAS 盘；阵列卡：配置 1 块 RAID_4G 卡，(支持 RAID 0/1/10/5)；PCIE 扩展：支持 5 个 PCIE 插槽；网口：板载 2 个千兆电口，配置 2 个万兆光口，支持选配 10GbE、25GbE SFP+等多种网络接口；其他接口：1 个千兆 RJ-45 管理接口，4 个 USB 接口，2 个位于机箱后部，2 个位于机箱前部；1 个 VGA 口，位于机箱后部，一个可选前置 VGA；电源：配置 550W（1+1）高效 CRPS 冗余白金电源；
7	移动小程序	年	3	
8	无人机巡飞系统	套	1	包括无人机、机场、电池、操作系统、探照广播一体机 无人机： 最大悬停时间：36 分钟 最大飞行时间：41 分钟 最大可承受风速：15 m/s（七级风） IP 防护等级[3]：IP55 变焦相机：有效像素 4800 万 广角相机：有效像素 1200 万 红外相机：等效焦距：40 毫米 分辨率：640×512@30Hz 机场： 输入电压：100 至 240 VAC，47 至 63 Hz 输入功率：1500 W MAX 工作环境温度：-35℃至 50℃ 防水等级：IP55 可收纳无人机数量：1 台 最大允许降落风速：12 m/s 最大运行海拔高度：4000 m 最大作业半径：7000 m 备用电池续航时间：大于 5 小时
9	无人机巡飞软件平台	年	3	增加支持 AI 算法的无人机巡飞平台的租赁，可识别水面漂浮物、周界入侵、违规钓鱼等现象。
10	柴油发电机自动化管理平台	项	1	1.带基座的控制器；2.模组：4G/WIFI/ET 等；包含 6 张 3 年 4G 流量卡含后端操作平台
二	BIM+GIS 数据底板			

序号	项目	单位	数量	内容
1	BIM 模型	项	1	水库枢纽包括大坝、溢洪道、取水建筑物、空建筑物等水工建筑物
2	三维倾斜摄影模型	项	1	集雨面积范围内往外扩，共享省水利厅及流域级 L2 级倾斜摄影数据，水库管理范围面积内新建 L3 级倾斜摄影模型
3	多源数据集成整合	项	1	
三	模型平台	项	1	包括洪水预报模型、溃坝淹没模型、可视化模型等。
四	业务场景	项	1	包括三维运行场景总览、大坝安全业务场景、防汛调度业务场景、区管理业务场景等。
五	标准化管理创建	项	1	

15.2.6 安全设计

15.2.6.1 设计目标及原则

系统安全等级保护建设的目标是在网络定级工作基础上，深入开展网络安全等级保护安全建设整改工作，使网络系统可以按照保护等级的要求进行设计、规划和实施，并且达到相应等级的基本保护水平和保护能力。

依据网络安全等级保护相关标准和指导规范，对工程按照“整体保护、综合防控”的原则进行安全建设方案的设计，按照等级保护二级的要求进行安全建设规划，实现方案合理、组网简单、扩容灵活、标准统一、经济适用的建设目标。

依据网络安全等级保护二级标准，按照“统一规划、重点明确、合理建设”的基本原则，在安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界、安全计算环境和安全管理中心等方面进行安全规划，确保“平台部署合规、安全防护到位”。最终使“四预”业务场景达到安全等级保护第二级要求。

平台在统一的安全保护策略下要具有抵御大规模、较强恶意攻击的能力，抵抗较为严重的自然灾害的能力，以及防范计算机病毒和恶意代码危害的能力；具有检测、发现、报警及记录入侵行为的能力；具有对安全事件进行响应处置，并能够追踪安全责任的能力；遭到损害后，具有能够较快恢复正常运行状态的能力；对于服务保障性要求高的网络，应该能够快速恢复正常运行状态；具有对网络资源、用户、安全机制等进行集中控管的能力。

15.2.6.2 安全管理组织

（一）安全管理机构

安全管理机构涉及安全部门设置、人员岗位设置、人员安全管理等方面。其安全设计如下：

组建网络安全管理领导小组，并设立专门的安全管理工作职能部门，设置相应的管理岗位，配备安全管理人员、审计管理员、系统管理员；

建立审批制度，根据岗位职责开展审批和授权相关工作；

建立协调机制，就信息安全相关的业务进行协调处理；

建立审核和检查部门，安全人员定期的进行全面的安全检查；

建立恰当的联络渠道，进行沟通和合作，进行事件的有效处理；

建立审核和检查的制度，对安全策略的正确性和安全措施合理性进行审核和检查。

（二）安全管理人员

对人员的进场开展必要的管理培训，确保平台建设人员具备良好的安全意识；

对人员离岗进行有效的管理，确保人员离岗不会带来安全问题；

对人员考核进行严格的管理，提高人员安全技能和安全意识；

对人员进行日常安全意识的教育和培训，提高人员的安全常态化意识；

对涉及项目数据使用的所有人员开展保密培训，并签署保密协议。

15.2.6.3 网络安全

（一）网络安全设计目标

结合等级保护 2.0 相关标准和要求以及国内外最新的安全防护体系模型，以保障岩板田水库业务系统安全高效运行为根本出发点，为构建以技术、管理和运营三大安全体系为目标的可运营的智能化安全体系，让等级保护对象具备了安全可视、持续检测、协同防御的能力。

（二）网络安全设计原则

依据等级保护政策、标准、指南等文件要求以及岩板田业务系统安全需求，对保护对象进行区域划分和定级，对不同的保护对象从物理环境防护、通信网

络防护、区域边界防护、计算环境防护等各方面进行不同级别的安全防护设计。同时统一的安全管理中心保障了防护的有效协同及一体化管理，保障了安全技术措施有效运行和落地。以等级保护安全框架为依据和参考，在满足国家法律法规和标准体系的前提下通过“一个中心、三重防护”的安全设计，形成网络安全综合技术防护体系。突出技术思维和立体防范，注重全方位主动防御、动态防御、整体防控和精准防护。

符合政策法规原则：在现状及需求分析阶段充分参考国内网络安全建设法律法规以及国际标准和最佳实践，保证需求分析结论的符合性，以满足后期的总体设计内容的合规性。

统一规划分步实施原则：等级保护建设过程按照项目管理思想和项目的实际需要，实行统一规划分步实施。

分层防护综合防范原则：为预防攻破一层或一类保护的攻击行为而导致对整个系统的破坏，需要合理规划和综合采用多种有效措施，进行多层和多重保护。

（三）网络安全体系

岩板田数字孪生中心机房部署在新晃县水利局，本次网络安全体系主要新晃县水利局现有的网络安全防护设备及措施。具体要求如下：

机房出入口配置电子门禁系统，控制、鉴别和记录进入的人员，从物理访问上加强对机房的管理。

对机房设备或主要部件进行固定，并设置明显的不易除去的标记；通信线缆铺设在隐蔽处；机房配备防盗报警系统或设置有专人值守的视频监控系统。

各类机柜、设施和设备等通过接地系统安全接地并采取措施防止感应雷；

配备火灾自动消防系统，自动检测火情、自动报警，并自动灭火。机房及相关的工作房间和辅助房采用具有耐火等级的建筑材料同时对机房划分区域进行管理，区域和区域之间设置隔离防火措施；

安装防静电地板并采用接地防静电措施，采取措施防止静电的产生，例如采用静电消除器或佩戴防静电手环；

对温湿度进行精密电子监控。

安全区域边界建立防火墙，使用端口访问控制、防病毒、入侵防御、IP 信誉等防护功能，从边界防护、访问控制、入侵防范、恶意代码和垃圾邮件防范、安全审计、可信验证等方面进行防护。

安全计算环境从身份鉴别、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码防范、可信验证、数据完整性、数据保密性、数据备份恢复、剩余信息保护、个人信息保护、镜像和快照保护、客体安全重用、移动设备管控、标记和强制访问控制等几个方面进行防护。

安全管理中心从系统管理、审计管理、安全管理、集中管控几个方面进行防护，主要要求如下：

表15.2-7 安全管理中心主要措施表

序号	类别	要求	采用安全措施
1	系统管理	应对系统管理员进行身份鉴别，只允许其通过特定的命令或操作界面进行系统管理操作，并对这些操作进行审计，应通过系统管理员对系统的资源和运行进行配置、控制和管理，包括用户身份、系统资源配置、系统加载和启动、系统运行的异常处理、数据和设备的备份与恢复等。	通过网络管理系统对设备进行统一的监控和配置管理，并对网络和业务质量进行监视和分析，实现对企业资源、业务、用户的统一管理以及关联分析。
2	审计管理	应对审计管理员进行身份鉴别，只允许其通过特定的命令或操作界面进行安全审计操作，并对这些操作进行审计，应通过审计管理员对审计记录应进行分析，并根据分析结果进行处理，包括根据安全审计策略对审计记录进行存储、管理和查询等。	通过统一运维审计等对审计管理员进行身份鉴别，并存储、管理和查询相关审计记录等。
3	安全管理	应对安全管理员进行身份鉴别，只允许其通过特定的命令或操作界面进行安全管理操作，并对这些操作进行审计，应通过安全管理员对系统中的安全策略进行配置，包括安全参数的设置，主体、客体进行统一安全标记，对主体进行授权，配置可信验证策略等。	通过数据库审计等对安全管理员进行身份鉴别和安全管理。
4	集中管控	应划分出特定的管理区域，对分布在网络中的安全设备或安全组件进行管控，应能够建立一条安全的信息传输路径，对网络中的安全设备或安全组件进行管理，应对网络链路、安全设备、网络设备和服务器等的运行状况进行集中监测，应对分散在各个设备上的审计数据进行收集汇总和集中分析，并保证审计记录的留存时间符合法律法规要求，应对安全策略、恶意代码、补丁升级等安全相关事项进行集中管理。	通过安全事件管理中心、数据库审计、安全态势感知等进行安全统一集中管控。

		应能对网络中发生的各类安全事件进行识别、报警和分析，应能对物理资源和虚拟资源按照策略做统一管理调度与分配。	

（四）网络安全管理体系

信息网络安全管理体系建设包括：安全管理制度、安全管理机构、安全管理人员、安全建设管理和安全运维管理。

安全管理制度：围绕安全策略、安全管理、管理制度的评审和修订等方面进行制定。

安全管理机构：成立网络安全管理机构，全面贯彻执行网络安全各项规定制度。

安全管理人员：从人员录用、人员离岗、安全意识教育和培训、外部人员访问管理等方面制定人员相关的管理制度。

安全建设管理：从信息系统的定级与备案、方案设计、产品采购等方面制定管理制度。

安全运维管理：结合机房运维及安全管理、资产管理、介质管理等方面制定相关制度。

（五）网络安全建设方案

数字孪生平台部署于新晃县水利局，因此本次采用新晃县水利局现有的网络安全相关设施及防护措施，具体防护要求如下：

（1）外联域

外联域主要作为第三方单位网络接入区域，需要对通过其区域的流量进行入侵防御和病毒过滤功能，同时采用链路带宽优化设备，提升数据传输速度。

下一代防火墙：通过现有的防火墙进行防护，主要提供访问控制，DDOS攻击防护，会话控制、用户认证、URL 过滤等功能措施，可添加防毒模块，对通过该防火墙的数据进行病毒查杀。

数据加密传输：可通过 IPsec VPN 方式保证数据的安全传输。

（2）互联网出口域

互联网接出口域作为用户通过互联网访问业务系统的入口及办公人员上网的网络出口，需保证链路、设备的高可用，流量实施防病毒过滤清晰，内部用

户上网行为合规审计。

下一代防火墙：部署防火墙，以 A/A 模式，路由方式部署，负责入站、出站双向 IP 包的访问控制。开启入侵防御策略，对出站、入站方向的数据包进行包还原，检测攻击行为，攻击特征，若发现攻击行为则进行阻断，防火墙防毒模块对数据进行病毒查杀。

上网行为管理：限制 P2P 等软件下载、在线观看视频等非办公应用，加强关键应用带宽的保障（如视频会议、OA 远程办公），提高员工办公效率。行为审计主要实现访问权限控制、访问行为审计、业务行为分析等。

（3）核心交换域

网络核心交换域主要由高性能核心交换机组成，作为整个系统数据流量交换中心，需加强对全网安全的态势感知、新型威胁检测、风险预警与关键节点的安全事件监测，对感知到的威胁主动告警确保网络安全管理人员第一时间发现威胁。

（4）核心业务域

核心业务域是系统最为核心的网络区域，应加强抗新型威胁攻击、身份认证、系统防护、网络安全审计、数据加密、数据备份等。

流量探针：负责对核心业务区域内系统的网络流量进行采集和分析，将分析后的数据上传给安全感知平台，及时发现网络中潜在的安全威胁并快速响应，提升安全运营水平和主动防御能力。

下一代防火墙：对所有通过防火墙的流量进行检测，抵御黑客攻击、SQL 注入、XSS、网页篡改等攻击威胁。开启防病毒策略，对流量进行防病毒过滤清洗。

网络安全审计：禁止员工将敏感文件通过邮件、云盘等方式外发；对邮件、办公协同等应用内容进行审计，追溯泄密源头；禁止共享网络，防止内网开放；禁止使用 TeamViewer、向日葵等远程软件，保证业务系统数据安全。

防病毒：业务系统安装终端防恶意代码软件，由运维管理域中防恶意代码软件服务器统一集中管理，有效防护病毒攻击，主机补丁漏洞修复。

数据备份：做好业务数据备份，可防止数据误删和平台级故障；全面有效

防止病毒入侵，提供整套病毒防御、检测和数据恢复方案，实现数据备份安全闭环。

（5）运维管理域

下一代防火墙：路由方式部署，通过 NAT、访问控制 ACL、DDoS、会话控制、用户认证、流控等安全配置，保障内网运维管理域内设备正常运行。

运维堡垒机：系统中网络设备、安全设备等 IT 组件的管理运维端口，通过策略路由的方式，交由堡垒主机代理。实现运维单点登录，统一身份认证、统一访问授权、统一审计管理，并对运维操作进行审计记录（录屏和键盘操作记录），由堡垒机实现对运维角色与权限的划分，一般分为系统管理员、审计管理员、安全管理员等，实现用户根据业务需要最小化权限。

日志审计系统：实时不间断地采集系统中不同厂商不同种类的安全设备、网络设备、主机、操作系统、应用系统的日志信息，协助用户进行安全分析及合规审计，及时、有效的发现异常安全事件及审计违规。

数据库审计系统：核心数据的访问控制，提供事前预防（如 SQL 注入攻击防护）、事中控制（如高危操作阻断）、事后分析（如详细数据变更审计）等全面的数据库安全管控能力。

安全感知平台：作为整个网络检测、预警、响应处置的大数据安全分析平台。其以全流量分析为核心，结合威胁情报、行为分析建模、失陷主机检测、图关联分析、大数据关联分析、可视化等技术，对全网流量实现全网业务可视化、威胁可视化、攻击与可疑流量可视化等。

防病毒：统一对业务系统所有主机进行防病毒任务部署、防病毒进程管理、防病毒软件升级管理，以及中毒主机隔离等工作。

漏洞扫描：主要包括系统漏洞扫描、Web 漏洞扫描、安全基线核查、弱口令扫描，资产发现，评估对象有网络设备、安全设备、移动设备、虚拟设备、操作系统、应用系统，数据库等。

（6）对外服务域

对外服务域是指对互联网发布业务的区域，是网络重点保护防护区域，应加强应用防护和数据传输保密，保障应用服务的高可用。

WAF（WEB 应用防火墙）：对所有通过 WAF 的流量进行检测，抵御黑客攻击、SQL 注入、XSS、网页篡改等攻击威胁。开启防病毒策略，对流量进行防病毒过滤清洗。

SSL VPN：保障移动办公、远程运维和业务系统的数据传输保密性、完整性。

（7）终端接入域

终端接入域由终端汇聚而成，终端操作系统存在较多脆弱性，需做好终端区域安全防护，终端资产统一管理，策略统一下发，病毒统一查杀，补丁统一升级等。

15.2.6.4 数据安全设计

数据安全设计方面应支持对数据进行加密并辅助管理密钥。

（1）加密算法

应支持 DES、RSA、AES、SMS4 等多种加密算法，可根据需要进行选择与加密。

（2）密钥管理

密钥管理模块应支持密钥创建、密钥导入、密钥管理等功能。

1) 密钥创建：支持自动化创建密钥，包括密钥元数据（密钥 ID、描述、密钥状态与创建日期）和用于加解密数据的密钥材料。

2) 密钥导入：创建空密钥并由用户导入用于加解密数据的密钥材料。

3) 密钥管理：用户可以集中查看创建或导入过的密钥，并支持进一步查看单一密钥的详细信息；用户可以对密钥进行删除操作。

（3）数据传输加密

应支持 TLS 和 SSL 加密保障数据传输安全。

（4）权限管理

1) 数据库（表）权限管理：指支持以数据库或数据库表为对象，进行权限的设置、修改、释放。例如：对建设完成的基础库（表）进行只读设置，防止误写入或恶意篡改，只在确实需要数据更新时由专业运维人员释放权限并进行数据写入。

2) 账户权限管理：指支持以用户（账户）为对象的权限设置、修改、释放；权限包括数据库级或数据库表级的访问接入权限、数据查询权限、数据变更权限、数据导出权限，以及敏感数据使用权限等。可精细管理每个账户对每个库表的权限。

高风险操作身份二次验证：数据库管理应具备高风险操作身份二次验证功能。对重要数据资产配置高风险操作身份二次验证，例如短信验证码验证；高风险操作例如对数据库或数据库表的删除、备份恢复覆盖等误操作损失较大的操作，又例如对敏感数据进行导出、共享传输等涉及信息安全的操作。

(1) 敏感数据资产概览：

敏感数据管理模块统计并展示数据资产中敏感数据的占比，以及敏感数据分布（即所在的库表），帮助用户宏观了解敏感数据资产。

(2) 对库或库表进行敏感度标识：

对于数据库表级的敏感数据，应支持对数据库表进行手动敏感度标识，被标记的库表的所有行列按标记的敏感度计入敏感数据资产统计。

(3) 敏感数据识别与识别规则管理：

对分散在非敏感数据库（表）中的敏感字段或数据可进行数据级的敏感数据识别。

1) 敏感数据识别：数据安全平台（工具）具备对入库数据的敏感数据识别的功能，敏感数据识别通过识别规则匹配实现。识别规则包括字段条件（包含、不包含）匹配和数据内容正则表达式匹配。被识别出的敏感数据行列计入敏感数据资产统计。

2) 内置识别规则：敏感数据管理模块可查看内置识别规则。

3) 自定义识别规则管理：支持自定义识别规则的图形化创建、查看、编辑、删除。

(4) 敏感数据权限管理：

对于敏感库表、字段，可以为不同访问用户配置权限与相应的脱敏策略。权限包括查询、变更、导出等，指用户是否可以查询、变更、导出敏感数据；配置脱敏策略指用户查询到的敏感数据的显示方式是经过脱敏处理后的数据还

是明文数据。

对于敏感数据，在不同的应用场景、面向不同用户或数据共享交换时，可能需要对敏感数据进行必要的脱敏处理，且根据情况不同，脱敏策略也可能不同。

15.2.7 信息资源共享

为更好的发挥数据使用价值，遵循“一数一源，一源多用”的建设原则，本项目建设的数据库可以通过数据共享交换来丰富自身的数据库量，同时可将自身建设的数据库提供给有需要的各单位，达到数据高度治理的效果。数据共享交换需要遵循国家水利行业、湖南省水利数据标准等相关标准，包括数据库建库标准，数据库接口标准等。

15.2.7.1 共享对象

岩板田水库数字孪生信息资源共享的共享对象包括上级单位和相关平台。

上级单位：新晃县水利局、怀化市水利局，用于宏观监控、数据分析及政策制定。

相关平台：岩板田水库除险加固工程信息化中建设的平台，和本项目建设的平台可通过数据交换共享信息资源。

15.2.7.2 信息资源共享目录

本项目建设的基础数据、监测数据、地理空间数据、业务数据库共享内容将形成统一的数据库资源共享目录，通过政务专网进行信息交换。数据库资源共享目录如下表所示。

表15.2-8 信息资源共享目录

序号	数据内容	数据类型	共享方式	对接平台	更新频率
1	水库基础信息	结构化数据	API	水库三维运行场景总览/防汛调度业务场景	按需更新
2	视频监控数据	非结构化数据	视频图像监控系统上传	水库三维运行场景总览	实时更新
3	无人机监测数据	非结构化数据	无人机巡查系统上传	水库三维运行场景总览	按需更新
4	水位监测数据	结构化数据	API	防汛调度业务场景/水库三维运行场景总览	实时更新
5	雨量监测数据	结构化数据	API	防汛调度业务场景/水库三维运行场景总览	实时更新

6	流量监测数据	结构化数据	API	灌溉水量管理业务场景	实时更新
7	气象监测数据	结构化数据	API	防汛调度业务场景	实时更新
8	无人船监测数据	结构化数据	API	水库三维运行场景总览	按需更新
9	大坝安全监测数据	结构化数据	API	水库三维运行场景总览/大坝安全业务场景	实时更新

15.2.7.3 数据资源共享调用

数据资源采用数据 API 的形式对外进行共享，所有数据共享接口调用通过 AK/SK 认证鉴权方式实现安全认证，数据资源共享需求单位完成数据共享审批后即可获得对应的 Appkey 和 Secret，之后按照正常的服务接口调用对应的数据 API 即可。

15.2.7.4 对外服务方式

移动 APP 应用：通过开发适用于水利管理人员的移动应用，提供便捷的数据查询、报警推送等功能。

门户网站：建立统一的信息门户，集成数据查询、报表生成、在线申请等功能，为不同用户提供个性化服务。

15.2.8 系统集成与运行维护

15.2.8.1 系统集成

（1）网络集成

岩板田水库数字孪生补充设计依托市政务网络资源，利用原水雨情及大坝安全监测项目中建设的网络专线，该网络专线采用租赁运营商的形式，可链接至新晃县水利局。

根据岩板田数字孪生建设需要，网络集成旨在实现岩板田水库信息的互联互通，满足数据传输网络的标准要求，将入网的网络设备、服务器/存储器/计算机等硬件设备、水情水质等各类感知监测设备、视频监控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。

由于岩板田水库无基站覆盖，现场的手机无信号，无法与外界联系，因此本项目网络集成的任务主要接入数据专网和互联网两条链路，传输感知数据的同时也实现了互联网的接入。现地视频监控为有线传输，除险加固初步设计信息化中建设的有线视频接入岩板田水库管理房后，通过交换机汇聚后通过专线

接入专网，传输至新晃县水利局。

（2）数据集成

岩板田水库数据集成主要是通过前端物联网、监测数据归集、控制体系系统数据归集、视频监控数据归集等各种信息的归集和汇总，形成岩板田数字孪生数据中心，对于接入的数据进行分类存储。

数据归集：数据归集包括物联网系统、监测体系、控制体系及视频监控相关信息归集，收集包括前端视频、水情、雨情、工情、视频监控等水务信息。

数据共享：数据中心汇聚所有数据信息，通过数据开放系统提供对外的数据

共享，提供标准化的 API 接口对外发布，为防洪排涝、运维管理、水资源管理等各方面的业务系统提供支撑。

（3）业务集成

在本项目中，业务集成主要是将除险加固信息化内容中建设的业务应用中的业务管理数据集成至本次补充设计新建平台。根据业务应用的数据结构和格式，设计数据接口。确保数据接口的稳定性和高效性，以满足实时数据交换的需求。将业务应用中的数据转换为平台可以识别和使用的格式。建立数据映射关系，确保数据的准确性和一致性。将转换后的数据集成到平台中。进行数据完整性和一致性测试，确保数据在集成过程中没有丢失或损坏。

15.2.8.2 运行维护

1) 管理机构

岩板田水库管理所：承担本项目建设工作，负责本目前期设计、招投标、实施管理以及后续的运行维护。

2) 运行管理方式

本项目运行维护内容包括系统运行管理、信息管理、系统安全管理和应用系统的运行维护，本项目部署在新晃县水利局，系统运行管理和系统安全管理由新晃县水利局统一运维管理。

（1）信息管理

主要是面向各类应用产生、处理和使用的数据信息、语音信息、图像信息、

数据系统的管理及维护，重点在于对各类信息的存储、转换、发布、访问、应用、备份与恢复等操作。

信息存储管理，主要包括数据版本维护、数据占用空间维护、数据存储位置维护、数据分级存储维护、数据存储系统维护等。

信息交换管理，主要指不同业务系统之间，系统内部上下部门之间，以及不同政府机关之间的信息交换管理。

信息发布管理，包括各类政务信息在外部网站、内部招标大厅和大屏幕、触摸屏系统上的发布，以及信息发布系统的管理与维护。

数据备份管理，内容有数据中心数据库系统数据备份、图像中心音视频数据备份、交换中心应用系统数据备份、设备及系统主要配置文件备份、备份数据的有效性检查等。

数据恢复管理，按可行数据恢复计划对关键数据进行恢复。

（2）应用系统运行管理及维护

应用系统的运行管理及维护是项目系统运行维护管理的关键内容，要求管理和维护人员既要熟悉各类业务，又要熟悉相应应用系统的使用及维护，应用系统的运行管理及维护包括以下内容：

应用系统软件的升级性开发，包括功能增加、需求变化、流程更改、改版/升级等；

应用系统软件的维护性开发，包括缺陷修复、需求变化等；

应用系统技术支持，包括人员权限、数据校正与修改等方面的使用维护，以及软件使用技术培训，多媒体信息与应用相结合的综合应用以及使用技术支持等；

系统建设及规划，包括安全管理、建设规划、应用规划等；

应用系统使用过程中的其他问题及其实时处理，如需求调研等。

3）保障措施

制定系统的安全保障措施，包括网络安全、数据安全、物理安全等方面的规定。建立应急响应机制，应对突发事件和系统故障。同时，加强系统备份和恢复能力，确保数据的完整性和系统的可用性。

15.2.8.3 技术培训

为了满足岩板田水库数字孪生运行管理的需要，需要通过培训的途径来解决。为此，要针对系统建设过程中不同阶段的需要，制定周密的人员梯队组建与业务培训计划，明确不同层次、不同阶段的培训对象、培训时间、培训内容和技术要求，为本项目系统的建设和运行提供人才保障。

（1）为了使技术培训具有针对性，首先应根据本项目管理的实际需要，制定运行管理（含维修养护）人员的技术业务素质标准，以便根据标准选拔人员，并列入培训对象。

（2）为了确保培训效果，应将约束机制、激励机制、竞争机制引入培训计划的范畴，尤其要建立技术考试、考核制度，以促进相关人员钻研业务技术的积极性。

（3）岩板田水库管理所在与承包商签订信息化设备订货以及安装调试合同时，应将人员技术培训作为承包商的服务内容之一。实践证明，用户派员参加设备生产、组装、调试、安装的全过程，是培训人员的有效途径。

（4）在本项目开工前，各承包商应对用户进行所承建的系统全方面的系统培训。

（5）在本工程建设过程中，各承包商应对用户进行其系统重要技术部分的现场培训。

（6）在本工程建设完成后，由各承包商负责编写系统基本原理说明书及操作说明书，在现场对用户进行一次总结性的培训，系统操作说明书则作为用户以后培训人才的基本教材。

15.3 分项设计

结合岩板田水库实际情况出发，为全面掌握水库工程情况，结合信息化应用特点，提出水库工程信息化建设。拟建立水库大坝安全信息化管理系统，该系统由大坝安全监测、雨水情自动测报、闸门远程控制、水质在线监测系统组成。系统建成后，水利局和水库管理所等管理单位可远程查看大坝的变形、渗流、环境量等情况，实时监测水库水雨情，远程控制闸门开关、查看视频监控现场实况，实现水库防汛和大坝安全监测和预警智能化与信息化，为水库运行

管理、安全鉴定、度汛防洪方案制定和防汛指挥调度提供数据支撑，同时满足水库管理现代化的需要。

15.3.1 数据中心建设

数据资源中心，即数据库建设，是支撑平台的一部分。该平台以“一数一源”为目标，以“整合、移植、补充”为手段，以“共享、服务”为宗旨，搭建无缝联接、高度融合的工程数据库。通过对基础数据库、专业数据库、空间数据库、多媒体数据库、元数据库、等数据仓库的整合、移植和补充，实现数据的有序共享、应用高效、可靠安全，建成先进实用、安全可靠，集基础性、全局性的工程信息资源存储管理、共享交换、应用服务等功能为一体，汇集内容丰富的工程数据库。

15.3.1.1 数据资源模型与目录

工程数据资源模型与目录是开展数据共享的重要手段和途径，在建立数据资源模型与目录时，应采用基本维度分类体系的一致，并在系统数据库建立统一的模型与目录服务系统，解决各自范围的数据资源模型与目录管理与发布。

本次项目通过详细调研了解各工程管理单位的水利相关数据资源，按照统一的标准规范进行整理，形成数据资源目录，为用户提供数据资源发现和定位服务，实现各工程业务数据资源的共享和管理。

（1）数据资源模型

通过统一平台建模工具将监测设备及测点以树状结构进行分类管理，该功能支持常规的监控模型、水情监测模型、安全监测模型以及自定义模型等。该功能可将各种信息模型数据写入数据库的人机接口，同时提供模型不同专业树的展示和模型详细数据的展示，并为监控、水情、安全监测等各类应用提供模型服务。

（2）数据目录设计

工程数据资源目录首先要解决数据资源分类的问题。为了便于管理和使用，把具有共同业务属性或特征的数据资源归并在一起，通过其类别的属性或特征来对工程数据资源进行区别，以建立工程数据资源目录分类体系，实现工程数据资源采集、管理、查询服务以及共享，以便有序的管理和开发利用工程数据

资源。数据资源目录分为业务目录、资源目录、共享需求目录。

(3) 数据资源目录管理

数据资源目录管理功能包括数据资源目录定制、元数据定制、数据资源目录审核、数据资源目录审核以及系统管理等功能。

15.3.1.2 数据同步及安全交互平台

1) 控制区数据同步与交互

控制区数据资源层部署在控制区，负责信息采集系统获取的雨情、水情等数据的管理，提供这些数据的数据交换服务。同时实现对各控制闸阀监控数据的管理，从闸阀监控系统共享系统需要的实时监测数据和状态数据。

2) 管理区数据同步与交互

(1) 外部数据共享获取

管理区数据资源层主要是实现水量调度、工程安全分析与评估、水量计量及水费运营、视频图像监视与会议系统、工程管理系统、移动应用、应用门户等数据支持。并自动获取系统需要的水情、水质等数据以及数据管理和维护功能。

(2) 外部数据推送到控制区

定制数据推送工具，将管理区中获取的水情、水质等数据，按照功能需要通过反向网络安全隔离装置推送到控制区。

3) 跨安全区数据传输交互同步服务

通过应用支撑层，可实现系统内部和系统外部的数据交换服务。控制区与管理区的数据交换，主调中心管理区与备调中心管理区的数据交换，以及本工程与外部系统间的数据交换等。

15.3.1.3 数据更新与维护

通过规范制度的建设，明确数据的责任单位，建立数据更新与维护管理平台，提供责任单位及时对相关数据进行更新的平台，保障数据中心的数据及时、准确。需要明确各类数据的责任主体，将数据更新的工作落实到相应的科室和各工程的管理单位，再落实到相应人头上，若各单位的基础数据发生变化，需要主动进行数据更新，保证自身数据正确性，更新好数据需提交审核，审核通

过后入库。

15.3.1.4 数据资源共享

本工程项目的信息资源共享，主要包括将气象、水文、地方水利单位、上级主管单数据共享至本水库综合信息化系统的数据中，同时将本水库的数据共享给地方水利单位、上级主管单，实现信息资源共享通过数据共享交换平台实现。

表15.3-1 信息化中心站主要工程量

序号	名称	单位	数量	主要参数
(一)	信息化工程	项		
1	信息化中心站	项	1	
1.1	水库一张图展示调度系统	套	1	1、搭建水库“一张图”，显示内容基础信息、防汛信息、工程安全、供水调度、水质信息。 2、一张图调度系统可以通过一张完整的界面实现对调度设备在线离线状态的监控管理 3、一张图调度系统可以通过地图分层展示完整数据类型（例如监测点、流量点、水质监测点、水位监测点、雨量监测点等） 4、一张图调度系统可以循环展示查询各监测节点的实时状况，实时语音提示报警，对于已经报完的报警可以查看相关报警历史记录 5、一张图调度系统可查看和分析已有报警的处理情况，实时跟踪报警的完成和响应程度，提高预警的执行效率 6、一张图调度系统包含设备在线状态、管网图、报警信息、故障信息、设备接入类型、站点类型、安装地址、数据值、历史数据。并将这些系统集成在一个界面进行监控管理调度，当某个地方发生异常时，系统将实时语音提示相关信息，并跟踪该报警的处理结果和流程，以保障问题的解决
1.2	水库安监综合管理平台	项	1	大坝监测信息管理、大坝安全预警预报
1.3	水库安全巡检管理系统	项	1	巡检任务派发、设备维修管理、设备实施监控
1.4	水库雨水情测报管理系统	项	1	水情信息管理、雨情信息管理、洪水预警预报、防洪调度管理、防汛物资管理
1.5	水库闸门控制系统	项	1	闸门自动化接入
1.6	水质监测管理系统	项	1	水质评价分析、水质信息
1.7	水库数据接收处理系统	项	1	水位、雨量、水质、渗流、渗压、位移数据整编分析
1.8	水库综合管理	项	1	信息查询、日常巡查、信息推送、指令接收反

序号	名称	单位	数量	主要参数
	手机 APP			馈
1.9	和省水利平台 对接服务开发	项	1	
2	大屏显示系统			
2.1	LED 大屏	平方	6	(1) 屏幕显示尺寸(宽*高): 3m×2m; (2) 平均功耗: 不大于 3KW; (3) 失点率: <1/10000, 无连续失控点; (4) 箱体平整度: ≤0.2 毫米; (5) 像素间距: 1.27mm
2.2	大屏拼接控制器	台	1	CPU: Intel Core2 Quad, 1000M 以太网接口×2, 内存: DDR2 4GB (可扩展); 硬盘: 250G; 总线带宽: 92Gb/s; 单通道分辨率: DVI-D: 1024x768@60Hz~1920x1200@60Hz; 支持 LED 屏信息处理及分割; 含软件。
2.3	高清混合矩阵	台	1	多种业务平台处理的多功能图像处理切换产品, 可实现多种信号采集切换功能
2.4	边框和底座	项	1	根据大屏尺寸安装底座, 并包边框
3	会议屏	台	1	不小于 85 寸, 4K 显示, 内置操作系统, 支持无线投屏
4	应用服务器	台	1	CPU: 1 颗 4210R 【2.4G 10 核 20 线程】/内存: 32G/硬盘: 6*4T SATA/电源冗余。
5	发布服务器	台	1	CPU: 1 颗 4210R 【2.4G 10 核 20 线程】/内存: 32G/硬盘: 2*2T SATA/电源冗余。
6	操作系统	套	2	Windows SERVER 2019
7	数据库	套	1	Windows SQL SERVER 2019 标准版 无限用户
8	数据接收处理 计算机	台	1	CPU: 至强 4 核心 W-2223/内存 16G/硬盘 256G+2T/17 寸液晶屏幕/win10
9	操作员电脑	台	1	CPU: 酷睿 i7-10700 /内存: 16G/硬盘: 2T+256G/显卡: 2G 独显/23 英寸显示器/win10
10	激光打印机	台	1	A3 激光打印机
11	核心交换机	台	1	24 个千兆 RJ45 端口, 4 个 SFP 光模块
12	防火墙	台	1	性能参数: 网络层吞吐量: 4G, 应用层吞吐量: 1G, 并发连接数: 100 万, HTTP 新建连接数: 2 万。 硬件参数: 规格: 1U, 内存大小: 4G, 硬盘容量: 64G, SATA SSD, 电源: 单电源, 接口: 6 千兆电口+2 千兆光口 SFP。
13	互联网接入专线	年	2	20M 光纤专线, 带固定 IP 地址。
14	后备电源	套	1	6KVA, 在线式, 电源后备不小于 1 小时。
15	机柜	台	3	标准机柜 42U
16	定制操作台	套	1	定制, 4 座位的控制台, 含 4 把操作椅
17	音响功放套装	套	1	300W 智能功放+4 组 60W 音箱+2 组无线话筒, 支持多种音频源输入
18	强弱电线缆	箱	1	六类千兆网线
19	配电系统	项	1	配电箱内置: 1 只总开漏开 100A, 2 只分开 3P C63A, 2 只分开 2PC32A, 2 只分开漏保 2PC32A
20	机房接地	项	1	含接地制作, 引下线, 机房 3×30mm 铜排, 接地电阻小于 1 欧姆

序号	名称	单位	数量	主要参数
21	辅材	项	1	端子、电源线、绝缘胶带、水晶头、螺栓等零星材料
22	综合集成	项	1	水雨情、大坝安全、自动化控制、视频监控等数据的集成

15.3.2 水情测报系统设计

(1) 遥测站网设计

依照《水情自动测报系统技术规范》（SL61-2015）和《水情站网规划技术导则》（SL34-2013）的规定和建设水库综合调度的要求，结合流域的自然地理情况，满足水库调度、预报精度、预见期的要求，建设 1 套自动遥测雨量站，1 套雨量水位一体站，1 套水位站。

表15.3-2 遥测站网设计站点布设表

序号	站点类型	安装位置	用途
1	自动雨量站	库区上游	监测降雨量
2	雨量水位一体站	上游（大坝上）	监测降雨量、水位、图片、气温
3	水位站	下游	监测水位、图片、气温

(2) 雨水情监测系统结构

遥测终端机定时或实时采集水位、雨量数据，温度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。

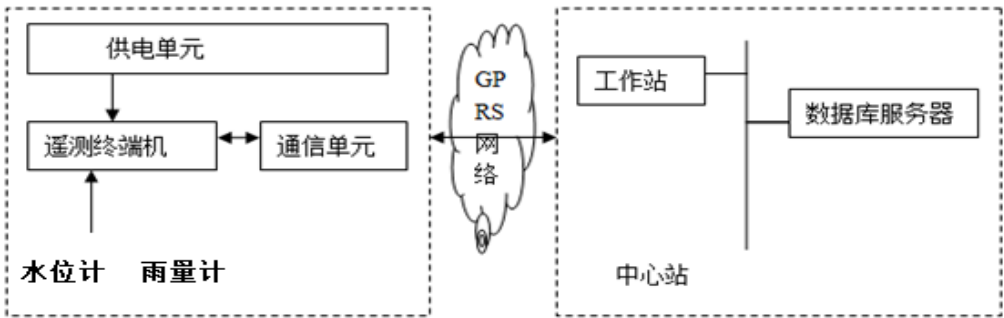


图 15.3-1 雨水情监测系统逻辑结构

(3) 雨水情监测设备配置

主要由遥测终端、水位计、雨量计、温度传传感器、串口摄像机、供电系统及防雷设施等组成，示意图如下：



图 15.3-2 遥测雨量水位站组成示意图

根据《水电工程水情自动测报系统技术规范》（NB/T 35003-2013）的要求，水库水情测报系统主要由监测中心、通信网络、遥测站及辅助设备组成。

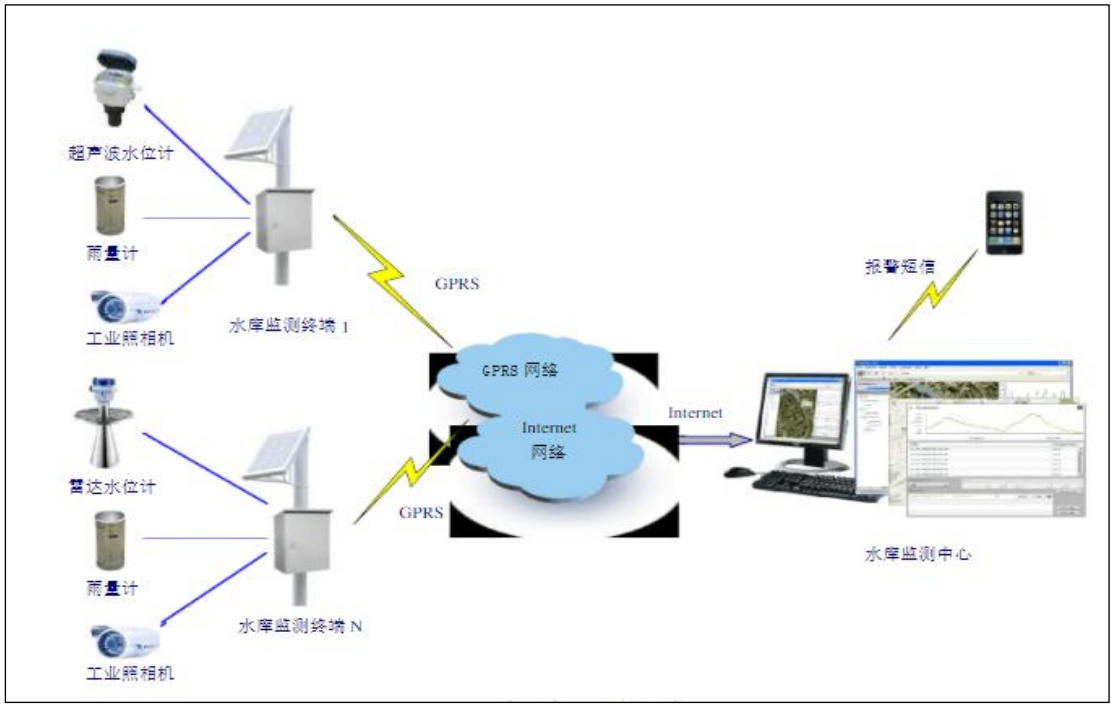


图 15.3-3 监测系统主要组成见示意图

本项目考虑雨水情自动测报系统以有线光纤通信方式或者无线通信方式，将雨水情自动测报系统监测数据信息接入本工程信息化系统。

15.3.2.2 物联感知体系设计

岩板田水库物联网监测体系建设包括视频监控、雨水情遥测站、水质监测站、大坝安全监测站等内容。

视频监控站：新建设视频监控站，对水库库区、大坝关键部位及水库重要设施设备等进行实时监控。

雨水情遥测站：实现水情、雨情全过程的远程自动采集，实时记录水库、渠道水位的动态变化过程。系统根据监测水位及警戒水位、汛限水位，时段降雨量、日累计降雨量实现防汛排洪预警功能，实现渠道、水库及闸门等工程现场情况雨水情实时视频的采集，及时了解工程安全运行情况。通过对监测的水情、雨情数据进行分析，为供水及灌区管理部门提供评估灌区的需水量和来水量的辅助决策依据，实现水量的科学配置。

水质在线监测：水质自动监测系统在水库管理局设控制主站，在水源点及输水线路合适位置设置监测站，主站与监测站之间利用自建的主干光纤网进行传输，可实现在线监测水质情况。

大坝安全监测站：建设形变、渗流、渗压监测等内容，对坝体的动态变化进行实时观测。

供水管网监测：通过在供水管网上加装远传流量计、远传压力计或多功能水力控制阀实现对供水管网的监测，以实现对供水的远程监测和调配。

表15.3-3 水雨情自动测报主要设备表

序号	名称	单位	数量	主要参数
<2>	水雨情自动测报			
1)	自动雨量站			
1	自动雨量计	套	1	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	一体化数据采集终端	套	1	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。
3	设备机箱	套	1	材质：不锈钢；规格：不小于1.2mm；防护等级：IP66；能安装下遥测终端机，电源、防雷器、供电端子等设备。
4	太阳能供	套	1	太阳能板：30W；蓄电池：38AH，12V；带充电控制

序号	名称	单位	数量	主要参数
	电系统			器。
5	立杆支架	套	1	4.5 米, 镀锌钢管, 含太阳板支架。
6	基础及防雷接地	项	1	钢筋网地笼, 埋深 1.2 米以上, 基础接地不大于 10 欧姆。
7	通讯卡	项	1	二年流量, 每月不低于 70M;
2)	雨量水位视频一体站			
1	雷达自动水位计	套	1	1、测量范围: 0-20m; 2、分辨力: 1mm 3、测量精度: $\pm 2\text{mm}$; 4、防护等级达到 IP68; 5、雷达频率: 60Hz; 6、支持 RS485, RS232, 4-20mA 等有线通讯方式; 7、工作电流: 休眠状态 $<1\text{mA}$, 信号采集 $<50\text{mA}$, 数据通信 $<50\text{mA}$;
2	自动雨量计	套	1	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;
3	摄像头和云台	套	1	不低于 400 万像素, 不低于 23 倍光学变倍, 红外距离不低于 150 米;
4	一体化数据采集终端	套	1	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。
5	设备机箱	套	1	材质: 不锈钢; 规格: 不小于 1.2mm; 防护等级: IP66; 能安装下遥测终端机, 电源、防雷器、供电端子等设备。
6	充电控制器	套	1	AC220 输入, DC18 输出
7	蓄电池 100AH	套	1	12V, 100AH
8	市电及网络接入	项	1	电缆 YJV3*2.5, 4 芯单模光纤, 护套管及开挖回填
9	光纤收发器	对	1	1 光 1 电, 百兆, 不低于 10KM 传输距离
10	立杆支架	套	1	杆高不低于 4.5 米, 横臂长度不低于 2 米, 镀锌钢管。
11	基础及防雷接地	项	1	钢筋网地笼, 埋深 1.2 米以上, 基础接地不大于 10 欧姆。
12	电源信号防雷	套	1	三合一防雷器, 电源、信号、网络。
13	通讯卡	项	1	二年流量, 每月不低于 70M;
3)	水位站			

序号	名称	单位	数量	主要参数
1	雷达自动水位计	套	1	1、测量范围：0-20m； 2、分辨力：1mm 3、测量精度：±2mm； 4、防护等级达到 IP68； 5、雷达频率：60Hz； 6、支持 RS485，RS232，4-20mA 等有线通讯方式； 7、工作电流：休眠状态<1mA，信号采集<50mA，数据通信<50mA；
2	一体化数据采集终端	套	1	工作电压：12VDC；静态电流：≤6.5mA@12VDC；工作电流：≤15mA@12VDC（不含通讯模块）；工作环境：温度：-10℃~+50℃；湿度：95%RH（40℃）；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。
3	设备机箱	套	1	材质：不锈钢；规格：不小于 1.2mm；防护等级：IP66；能安装下遥测终端机，电源、防雷器、供电端子等设备。
4	太阳能供电系统	套	1	太阳能板：30W；蓄电池：65AH，12V；带充电控制器。
5	立杆支架	套	1	杆高不低于 4.5 米，横臂长度不低于 2 米，镀锌钢管。
6	基础及防雷接地	项	1	钢筋网地笼，埋深 1.2 米以上，基础接地不大于 10 欧姆。
7	信号防雷	套	1	两线制，输入限压小于 6V
8	通讯卡	项	1	二年流量，每月不低于 70M；
4)	软件			
1	系统及数据维护软件	套	1	具有数据接收、解析、推送入库等功能，能够远程管理、配置水雨情前端站点。

15.3.3 大坝安全监测系统

本水库工程安全监测自动化系统包括两部分：由自动数据采集系统和工程安全监测信息管理系统两部分组成。自动数据采集系统主要是把布设在枢纽中各建筑物内各类永久观测仪器的观测数据按照事先给定的时间间隔准确无误地采集到指定的位置，并按照一定的格式存储起来。工程安全监测信息管理系统主要是对采集系统和人工采集来的观测数据实时进行管理、分析、处理，实时掌握工程的运行状况，为及时、准确判断工程的安全状况提供可靠的依据，对整个工程实现在线监控和离线监控。

15.3.3.1 大坝安全监测设计原则

（1）监测仪器、设施的布置，应密切结合工程具体条件，突出重点，兼顾

全面。相关项目应统筹安排，配合布置。

(2) 监测仪器、设施的选择，要在可靠、耐久、经济、实用的前提下，力求先进和便于自动化监测。

(3) 监测仪器、设施的安装埋设，应及时到位，专业施工，确保质量。仪器、设施安装埋设时，宜减少对主体工程施工影响；主体工程施工应为仪器设施安装埋设提供必要的条件。

(4) 应保证在恶劣条件下，仍能进行必要项目的监测。

15.3.3.2 仪器监测的常规项目

岩板田水库工程等别为 IV 等，主要建筑物拦为 4 级建筑物，其他次要建筑物为 5 级建筑物。仪器监测的常规项目：坝体位移、坝基位移、接缝、裂缝变形；渗流量，廊道抽水、绕坝渗漏、水质分析；混凝土温度、上下游水位、气温、降水量等。

15.3.3.3 变形观测

主要开展大坝表面变形监测和溢洪道边坡表面变形监测，包括垂直位移监测、水平位移监测。变形监测采用视觉位移监测技术、北斗/GNSS 测量技术，采用相对定位的方式实现毫米级精度三维变形观测。

1) 监测点布置

坝体位移监测点布设在大坝坝顶下游处。边坡表面变形监测点布置在两岸高边坡处。大坝水位、垂直位移标点共计 13 个。工作基点 2 个，校核基点 4 个。

2) 监测方法

表面变形监测采用视觉位移监测技术、北斗、GPS 等 GNSS 监测技术，结合网络通讯技术和计算机技术，实现大坝表面三维变形监测数据自动采集、自动处理和实时分析预警。

本次坝体位移监测采用视觉位移监测技术进行监测，边坡表面变形监测采用北斗、GPS 等 GNSS 监测技术进行监测。

3) 视觉位移监测技术

机器视觉位移测量系统由机器视觉位移测量仪、测点靶标、调试软件、监测数据服务平台组成，以及配套数据传输、供电、防雷设施等组成。

机器视觉表面位移测量系统，采用数字图像相关技术和物联网技术，利用视频图像实现对各类目标的非接触式实时位移监测。位移观测方向包括水平和垂直两个方向。可进行 24 小时在线观测，可在夜间、暴雨期间正常观测。

机器视觉位移测量仪安装于观测对象周边较为稳定的区域，测点靶标布设于观测对象表面。



图 15.3-4 机器视觉位移测量系统拓扑图

4) GNSS 变形监测系统

GNSS 变形监测系统的目标：实现水平位移、垂直位移的实时自动化监测。系统建设全部完成后，监测精度要求应满足：4 小时基线解水平变形监测成果精度优于 3mm；24 小时基线解变形监测成果，水平精度优于 3mm，垂直精度优于 3mm。

(1) GNSS 监测系统组成

GNSS 自动化变形监测系统组成包括基准站和监测站部分、控制中心部分、数据传输和供电三个部分。系统拓扑图如下：

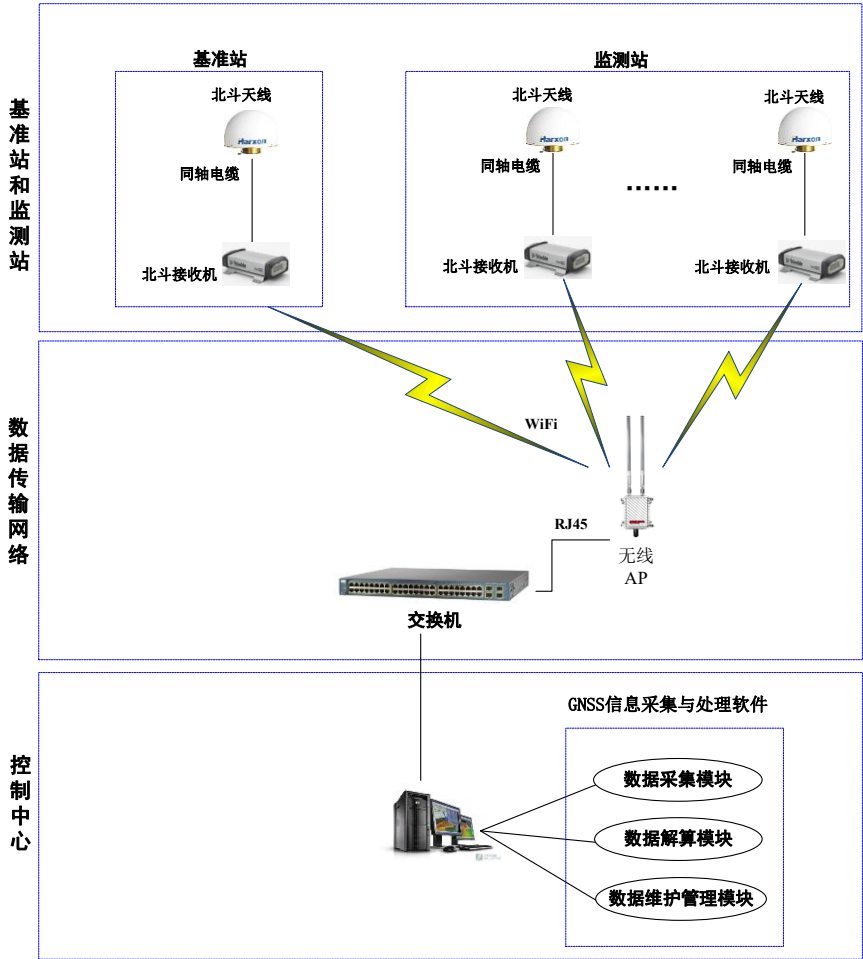


图 15.3-5 GNSS 监测系统拓扑图

(2) 基准站和监测站

在基准点和监测点上，安装 GNSS 接收机，形成 GNSS 基准站和监测站，跟踪 GNSS 卫星并采集原始数据。

观测墩地表尺寸为：长×宽×高：0.4m×0.4m×2m，基础尺寸为长×宽×深：1m×1m×2m。观测墩顶部强制对中基座应与主筋焊接。观测墩应埋设水准标志。

基准站和监测站的主要设备有：GNSS 接收机、GNSS 天线、仪器箱等。

基准站 GNSS 接收机的技术要求如下：

- ① 卫星系统：至少支持北斗、GPS；
- ② 通道数：不低于 220 通道；

③ GNSS 信号跟踪：能观测北斗卫星 B1、B2、B3，GPS 卫星 L1 C/A，L2E，L2C，L5，GLONASS 卫星 L1 C/A，L1P，L2 C/A，L2P 等信号；

④ 观测精度：静态测量平面精度不低于： $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$ ，高程精度不低于： $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$ ；

⑤ 采样率：最高采样率不小于 1Hz，频率可调；

⑥ 数据存储：本地存储空间不低于 32G；

⑦ 通讯配置：具备全网通 4G 通信能力；具备 2.4GHz 频段 WiFi 通信能力，接收机间自组网 WiFi 通信距离不低于 200m；具备 RS485 串口通信接口，可扩展接入其他传感器；

⑧ 工作环境：防水防尘等级不低于 IP67，在温度-30℃~65℃的环境下能长期连续正常工作，具备抗 100%冷凝能力，具备 GNSS 信号接口电涌冲击防护能力；

⑨ 电源特性：内置电池可支持连续工作不低于 12 小时，支持 9~28V DC 宽电压供电，支持过压保护、电源稳压；

⑩ 输入输出：支持 CMR，CMR+，SCMRX，RTCM 2.x，RTCM 3.x 等格式的差分数据输出；支持 RINEX、BINEX 格式原始数据输出。

监测站 GNSS 接收机的技术要求如下：

① 卫星系统：至少支持北斗、GPS；

② 通道数：不低于 220 通道；

③ GNSS 信号跟踪：能观测北斗卫星 B1，GPS 卫星 L1 C/A；

④ 观测精度：静态测量平面精度不低于： $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$ ，高程精度不低于： $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$ ；

⑤ 采样率：最高采样率不小于 1Hz，频率可调；

⑥ 数据存储：本地存储空间不低于 8G；

⑦ 通讯配置：具备全网通 4G 通信能力；具备 2.4GHz 频段 WiFi 通信能力，接收机间自组网 WiFi 通信距离不低于 200m；具备 RS485 串口通信接口，可扩展接入其他传感器；

⑧ 工作环境：防水防尘等级不低于 IP67，在温度-30℃~65℃的环境下能长

期连续正常工作，具备抗 100%冷凝能力，具备 GNSS 信号接口电涌冲击防护能力；

⑨ 电源特性：内置电池可支持连续工作不低于 12 小时，支持 9~28V DC 宽电压供电，支持过压保护、电源稳压；

基准站和监测站 GNSS 天线要求如下：

① 卫星系统：至少支持北斗、GPS；

② 工作温度：在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 的环境下能长期连续正常工作；

③ 在相对湿度 $\leq 100\%$ 的环境下能长期正常工作；

④ 天线相位中心偏差小于 3mm；

⑤ 天线的相位中心稳定性必须优于 1.0mm；

⑥ 应配备低损耗天线保护罩；

⑦ 在满足监测精度和其他功能要求的情况下，监测站接收机可采用主机与天线集成的一体机。

（3）数据传输和系统供电

系统供电采用市电，在坝面设置集线箱将 220V 电源转换为 24V，然后供应至各监测点或基准点接收机。位置较偏僻的基准站采用太阳能供电。

（4）控制中心

控制中心接收、存储、处理和分析基准站、监测站的监测数据。控制中心需要的设备包括：GNSS 信息采集与处理软件、服务器等。

GNSS 信息采集与处理软件应具备数据采集、数据解算和数据维护管理功能，并能与 GNSS 接收机相兼容。主要技术要求如下：

① 对基准站和监测站接收机进行远程控制；定时下载 GNSS 观测数据；定时自动采集 GNSS 接收机工作状态信息，生成日志文件，在接收机工作状态异常时发出告警；将采集的观测数据解码，生成 RINEX 格式文件；支持至少 50 个监测站数据的实时传输；具有人工数据采集接口，可输入人工采集数据。

② 分析监测数据，自动探测和剔除错误数据；采用双差的数据处理策略，自动进行高精度基线解算；具备消除卫星钟差，接收机钟误差以及削弱与距离相关的轨道误差、对流层、电离层误差等误差的功能；保证 4 小时水平变形监

测成果精度优于 $\pm 3\text{mm}$ ，24 小时解水平监测精度优于 $\pm 3\text{mm}$ 、垂直位移监测精度优于 $\pm 3\text{mm}$ ；自动分析数据、计算变形量。

③按照观测日期、观测数据类型分类存储 GNSS 观测数据；数据自动备份；定期整理存储在硬盘上的 GNSS 观测数据文件；具备用户管理模块，保障数据安全；具备远程登录、查询功能。

15.3.3.4 渗流观测

渗流监测包括渗流压力观测、渗流量观测，其中渗流压力监测又包括坝体渗流压力监测、绕坝渗流压力监测。渗流压力观测采用测压管配合渗压计实现自动化观测。渗流量观测采用量水堰配合量水堰计实现自动化观测。

（1）监测点布置

大坝左右岸、灌浆排水廊道内设置测压管及渗压计，设置共 11 支

（2）测压管建造

钻孔技术要求：

1) 开孔按设计孔位，与实际有偏差时，记录实际孔位。

2) 不论何种土质，造孔均宜采用岩芯管冲击法干钻，并对岩芯做编录描述。严禁用泥浆固壁。需要防止塌孔时，可采用套管护壁。

3) 钻孔过程中，应对钻孔压力、芯样长度及其它能充分反映岩石特性的因素进行监测和记录。

4) 钻孔过程中，所有钻孔应进行孔斜测量，并采取措施控制孔斜，对于坝体、坝基渗流孔每百米应小于 2° 。对于绕坝渗流孔及水位孔每百米应小于 1° 。如发现钻孔偏斜超过规定时，应及时纠偏，采用水平位移立轴法，回填封孔法等其他补救措施。纠偏无效时，重新钻孔。

5) 钻孔孔深最大误差不得超过 50mm ，并要求孔壁光滑。若孔口段要求扩孔，要求扩孔段与钻孔同心。

6) 钻孔孔径采用 $\phi 110\text{mm}$ 。

7) 钻孔工作结束后，要进行注水或提水试验。

8) 监测仪器埋设以前，应用压力风水进行冲洗，将孔道内的钻孔岩屑和泥砂冲洗干净，直至回水变清 10 分钟结束。并应向钻孔内送入压缩空气，将孔内

的积水排干。

9) 钻孔终孔后, 应及时绘制钻孔柱状图及记录表, 详细记录岩石特性、初见水位、稳定水位、孔深等资料。

10) 钻孔终孔条件: 坝体测压管原则上以图中设计高程控制, 若遇淤泥或淤泥质土应穿透后进行埋设; 绕坝渗流测压管管底高程原则上为地下水位以下 2.0m。

测压管灵敏度检验:

1) 钻孔完毕后, 采用注水或提水试验来进行灵敏度检验。一般管水位偏高或土体渗透系数很小时, 采用提水试验; 管水位偏低或土体渗透系数较大时, 作注水试验。

2) 注提水试验应在库水位相对较稳定时进行。试验前先测定管中水位, 然后向管内注入清水或提出水。注入或提出后不断观测水位, 直至恢复到或接近注水、提出前的水位。对于粘壤土, 注入或提出水位在五昼夜内降至原水位为灵敏度合格。对于砂壤土, 一昼夜降至原水位为灵敏度合格; 对于砂砾土, 1~2 小时降至原水位或注水后水位升高不到 3~5m 为合格。

渗压计安装要求:

1) 渗压计应在埋设前将透水石在纯净的清水中浸泡 2 小时, 以排除透水石中的气泡和油污。

2) 经测绳测量校正孔深无误时, 按设计开始回填中粗砂。填至仪器埋设高程后, 埋设仪器, 记录埋设高程。

3) 孔口保护: 采用混凝土预制件、现浇混凝土或砖石砌筑, 但均要求结构简单、牢固能防止雨水流入, 人畜破坏, 并能锁闭且开启方便。

(3) 渗流数据采集设备

渗流压力观测采用具备 RS485 数据通信功能的振弦式或硅压式渗压计。通过就近的 GNSS 接收机向渗压计供电、采集渗流压力数据, 并以与 GNSS 相同的数据回传方式将数据回传至中控室。

在坝体 2#廊道排水沟, 采用量水堰计实现渗流量的自动观测, 预计需要量水堰计 1 套, 设置超声波量水位计。

（4）数据传输

渗压计接入临近的 GNSS 接收机，与 GNSS 数据相同的数据回传方式将渗压数据回传至监控中心；量水堰计计划采用 4G 无线方式将数据回传至监控中心。

（5）控制中心

控制中心接收、存储、处理和分析渗压、渗流量数据，主要包含渗压、渗流量信息采集与处理软件、服务器等，服务器可与 GNSS 系统共用。

采集与处理软件应具备数据采集、数据查询和数据维护管理功能。能实现对渗压计与量水堰计的远程控制；可下载观测数据；定时自动采集渗压计工作状态信息，生成日志文件；分析监测数据，自动探测和剔除错误数据；按照观测日期存储数据；实现数据自动备份；具备用户管理模块，保障数据安全；具备远程登录、查询功能。

15.3.3.5 环境量监测

环境量监测包括大坝上下游水位、库水温以及降雨量和气温监测。降雨量与气温监测布置在视野开阔处，采用无线方式回传数据。库水位与水温监测可接入临近 GNSS 接收机回传至中控室，布置在中控室的采集与管理软件实现对环境量数据的管理与可视化。

（1）上下游水位监测

上游水位设遥测水位计进行监测；由于河道基本无水，下游水位监测采用河道地下水位代替，利用渗流监测的最下游测压管兼做下游水位监测设施。监测数据接入自动监测系统。

（2）库水温监测

库水温监测设固定观测垂线，与水位测点布置在一起。监测数据接入自动监测系统。

（3）降雨量监测

降雨量采用自动测报雨量计进行观测，监测数据接入自动监测系统。

（4）气温

设 1 个气温监测点，采用自记温度计进行气温监测，监测数据接入自动监测系统。

表15.3-4 大坝安全监测主要设备表

序号	名称	单位	数量	设备参数
1	三角网控制点	个	3	基点
2	工作基准点	个	2	高 1.0m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
3	校核基准点	个	4	高 1.0m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
4	位移观测标点	个	13	高 1.2m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
5	机器视觉测量仪测站	个	2	高 1.0m, 基础尺寸 1.0m*1.0m*0.3m
6	水准标	个	2	
7	强制对中底盘	个	2	
8	位移观测靶标	个	9	
9	安装支架	个	9	用于靶标安装, 同时便于人工对坝顶位移观测墩上的监测靶标校核
10	机器视觉测量仪	台	2	1.测量参数: 测量精度: <200m, $\pm 1\text{mm}$; $\geq 200\text{m}$, $\pm 2\text{mm}$ *; 测量频率: 1~20Hz(可调); 有效测量距离: $\geq 400\text{m}$; 测量视场: 水平 $2.3^\circ \sim 59.6^\circ$; 垂直 $1.3^\circ \sim 35.1^\circ$ 2.电气通讯: 输入电压: DC12V; 典型功耗: 10W; 接口: SF129 芯航空插头; 通讯方式: 4G/5G/WIFI/Ethernet; 数据格式: dat/mov/jpg 3.光学参数摄像机分辨率: 3840x2160; 像素焦距: 6.8~251mm; 4.环境适应性: 工作温度: $-20^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$; 工作湿度: 5%~95%(无冷凝); 防护等级: IP67(IEC60529)
11	监测点 GNSS 接收机 (含天线)	台	8	① 卫星系统: 应同时支持北斗、GPS; ② GNSS 信号跟踪: 应支持观测北斗卫星 B1 频点, GPS 卫星 L1 频点; ③ 观测精度: 静态测量平面精度不低于: $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$, 高程精度不低于: $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$; ④ 监测站 GNSS 接收机采用一体式 GNSS 接收机; ⑤ 接收机应具备 WiFi 数据传输功能, 经无线 AP 回传观测数据; ⑥ 接收机应具备 RS485 接口, 可向渗压计供电; 内置软件应能测读渗压计数据。
12	基准点 GNSS 接收机 (含天线)	台	2	① 卫星系统: 应同时支持北斗、GPS; ② GNSS 信号跟踪: 应支持观测北斗卫星 B1 频点, GPS 卫星 L1 频点; ③ 观测精度: 静态测量平面精度不低于: $\pm (2.5\text{mm}+1\text{ppm})$, 高程精度不低于: $\pm (5\text{mm}+1\text{ppm})$;

序号	名称	单位	数量	设备参数
				④ 监测站 GNSS 接收机采用一体式 GNSS 接收机； ⑤ 接收机应具备 WiFi 数据传输功能，经无线 AP 回传观测数据； ⑥ 接收机应具备 RS485 接口，可向渗压计供电；内置软件应能测读渗压计数据。
13	基岩变形计（测缝计）	支	16	标准量程：0~100mm；分辨率：0.025%F.S；精度：0.1%F.S/0.5%F.S
14	渗压计	支	11	具备 RS485 输出，量程 0-350kpa
15	温度计	个	15	标准量程：100℃（-30~70℃）；分辨率：0.1℃；精度：±0.3℃
16	量水堰仪	台	1	三角堰
17	电子流量计（库内及量水堰各 1 个）	支	2	标准量程：30m；精度：±1cm，适宜环境温度：-20~50℃
18	摄像头	台	6	
19	GNSS 数据采集软件	套	1	基于 PLC 控制系统的 GNSS 自动控制系统软件，根据需求定制，对 GNSS、渗流压力、渗流量等监测数据进行分析
20	太阳能板	套	18	18V、100W
21	蓄电池	个	18	12V、50Ah
22	蓄电池保护箱	个	18	放置蓄电池、太阳能控制器等
23	太阳能控制器	个	18	与太阳能板配套
24	物联网 GPRS 卡	张	6	4G，用于摄像头及量水堰计数据回传
25	百叶箱	个	1	与气温计、气压计配套使用
26	气温计	支	1	-40℃~+80℃，±0.1℃，RS485 输出
27	气压计	支	1	300hPa~1100hPa，±0.2hPa，RS485 输出
28	翻斗式雨量计	套	1	8mm/min，0.5mm，数据自报
29	无线 AP	套	2	传输距离 1km，工作温度-30℃~70℃
30	防雷接地	个	6	国标
31	线路敷设	米	2000	包括开挖回填、管道和电缆敷设、电缆材料等

15.3.4 闸门远程控制系统

闸门自动化启闭及监控设备专为水库信息化管理而设计，是一款集闸门远程控制、设备工况监测、渠道流量采集、图像/视频监控等功能于一体的智能化设备。

本次闸门系统共有 3 处，取水口闸门自动化 2 套，取水口闸阀自动化 1 套，放空闸门自动化系统 2 套。结合信合化管理新要求，本工程设计一套以工控机为主控设备并配置手动操作与执行设备组成的分层分布式计算机监控系统，该系统由一台上位机、一台现地工控机单元、摄像头、视频显示器等组成。在监控室可以通过显示器远程监视闸门的运行状况，并实现远程发送控制指令；现场控制站能接收来自上位机的控制指令进行控制，也可以单机独立控制，特殊情况下实现手动控制。



图 15.3-6 闸门自动化监测示意图

表15.3-5 闸门自动化主要设备表

序号	名称	单位	数量	主要参数
(四)	闸门监控系统			
1	闸位计	只	5	0-5 米量程；4-a20ma 模拟量输出；
2	限位开关	只	4	拉线式
3	电动闸阀控制器	只	1	用以控制电动闸阀的开启和关闭

序号	名称	单位	数量	主要参数
4	PLC 闸门控制柜	套	5	1、根据闸门站设备远程控制要求进行定制，可以实现数据采集、设备状态采集、设备远程控制、参数采集等多种功能。 2、外壳采用碳钢喷塑或 304 不锈钢，尺寸根据现场情况定制； 3、支持 4G 无线或网络、光纤、以太网传输信号； 4、支持手动控制、自动控制、远程控制闸门开关，控制模式可切换，主体采用 PLC 控制系统，实现本地自动化功能控制，可根据工况自动调整闸门的开启关系及其他预警功能； 5、循环存储现场监控信息； 6、采用触摸屏实时显示监测数据和相关设备运行状态，按钮实现实时操作； 7、开发 PLC 控制程序和触摸屏控制程序，并实现于整体系统的联调和无缝对接，含开发过程中需用到的相关开发软件； 8、具备故障报警功能：闸位计出现上下限脱离预警、系统程序故障报警等
5	线管	m	500	PVCφ30
6	交换机	台	3	1、24 个 10/100/1000BASE-T 以太网端口，4 个 2、千兆 SFP； 3、交流供电； 4、包转发率:51/126Mpps； 5、交换容量:336Gbps/3.36Tbps 支持 4K 个 VLAN； 6、支持 GuestVLAN、VoiceVLAN；支持 GVRP 协议；支持 MUXVLAN 功能； 7、支持基于 MAC/协议/IP 子网/策略/端口的 VLAN； 8、支持 1:1 和 N:1VLANMapping 功能
7	串口服务器	台	3	4 口 RS232/485 转以太网模块工业级 Modbus 串口服务器
8	动力箱	套	3	国标
9	防雷接地	个	3	防雷接地
10	摄像机	台	3	1、支持最大 1920×1080@30fps 高清画面输出 2、支持 4G 网络传输 3、RJ45 网口，自适应 10M/100M 网络数据 4、支持 H.265 高效压缩算法，可较大节省存储空间 5、支持超低照度，0.005Lux/F1.6(彩色)，0.001Lux/F1.6(黑白)，0LuxwithIR 6、采用高效红外阵列，低功耗，照射距离最远可达 100m 7、内置 MicroSD 卡插槽，支持 MicroSD/SDHC/SDXC 卡(最大支持 256G) 8、接口协议：软件集成的开放式 API，ONVIF，ISAPI，SDK，第三方管理平台接入，GB/T28181 协议，支持萤石接入，ISUP
11	本地存储	套	3	2T 监控级硬盘
12	供电接入	项	3	供电接入
13	5G 物联网卡	张	3	5G 物联网卡（含 1 年费用）

15.3.5 水质在线监测系统

地表水在线自动监测系统是设立在水库、饮用水源地、地下水观测点等流域内的现场水质自动监测系统。用于连续自动监测被测水体的水质变化情况，客观地记录实时水量、水质状况，及时发现水质异常变化，进而实现对该水域或下游进行水质污染预报，研究水体扩散、自净规律等。达到掌握水质和污染物通量，防治水污染事故，为水环境管理部门提供技术服务的目的。

岩板田水库水质监测计划采用浮标式水质自动化监测系统，以浮标为载体，综合先进监测传感器、自动化控制、无线通讯传输、智能 信息化等技术，对现场水域水环境进行实时在线监测，真实、系统地反映水域水质、气象状况及其变化趋势，对水域水体污染情况进行准确、及时预警，为湖泊、水库和河口等水体环境保护和污染应急处置提供科学依据。

浮标式水质监测站监测参数易扩展，包括水质参数(pH、ORP、电导、溶氧、浊度、叶绿素 a、蓝绿藻、水中油、营养盐、氨氮、COD、UV254 等)，气象参数(风速、风向、温度、湿度、气压、辐射、雨量等)，水文参数(水深、温度、流速、流向等)。应用于河流、水库、湖泊、海洋等水质监测，水华、赤潮及藻类的监测和预警，突发性污染事故预警，生态环境评价等。

浮标式水质自动监测系统包括：浮标体单元、数据监测单元、数据采集与控制系统、卫星定位单元、供电系统、防护系统组成。具有全天候、全天时、长期定点、稳定可靠、实时监测水文、气象、水质和生态等参数的监测系统。系统结构如下：

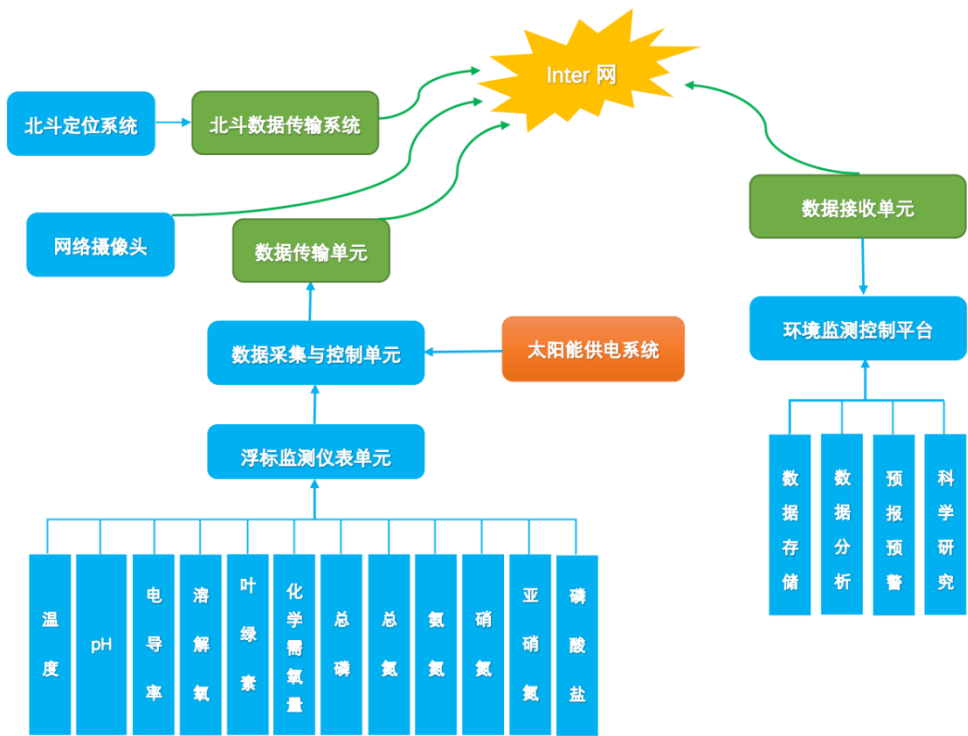


图 15.3-7 水质监测系统结构图

水质监测设备应满足：

- （1）具有数据采集、控制等相关设备，能按要求对现场水位、水质、营养盐等参数进行监测、数据采集、存储、传输，具有参数状态诊断功能。具备远程获取系统电池电量及充放电状态功能。
- （2）数据存储具备在仪器故障或系统故障情况下监测数据不丢失，数据采集装置内置内存，通讯模块可将数据传输到指定的管理系统，发送频率可远程设置。具有数据补发功能，具备对实时数据存储功能，存储时长不少于 1 年。
- （3）系统具有实时定位功能，配置有北斗卫星定位系统，如浮标发生漂移超过 100m，能通过卫星定位系统进行定位，并发出报警信息；具有 GPRS 和北斗远程数据传输功能，可确保数据传输的保密性和可靠性。
- （4）浮标体及监测设备禁止向周围环境排放污染物，所有仪器和传感器的电缆与仪器接口具有 IP65 以上防护等级，能有效抵御水体侵蚀，延长仪器使用寿命。
- （5）仪器和传感器稳定性好，具备可连续工作 20 天以上的设备稳定性。
- （6）浮标体配备太阳能供电装置，在满电量情况下可满足系统连续 30 天

以上，连续阴雨 7 天以上可正常运行，保证系统正常工作；太阳能板具备能量转换效率高、耐海水腐蚀、抗风浪、耐碰撞和刮擦、使用寿命长等性能特点。

(7) 数据采集和控制单元兼容性好、扩展性强，能支持多种通用的数字通讯协议；监测数据、指令等信息能按要求实时传输，抗干扰能力强。

(8) 浮标体采用抗腐蚀、坚固耐碰撞、重量轻、随波性好的高强度高分子聚合材料，浮标监测系统具有数据采集与通讯系统、供电系统、仪器和传感器仓、安全警示装置等设备，提供现场维护专用软件和工具。

(9) 浮标体固定系统必须牢固，应保证能经受 12 级（不含）以下风力；风力大于 12 级或概率较大区域，应提高固定系统牢固要求；确保浮标站在气温 0℃以上、无海冰的条件下能够正常运行；浮标应配备雷达反射器和航标灯，并符合国家及省市级环保部门的相关要求。

(10) 当溶解氧、叶绿素等参数超出设置范围或电池电压过低等，系统能够出警示信息。

各分析仪需满足：

(1) 化学需氧量在线分析仪：支持紫外吸收法；测量范围：0~70/0~200/0~1200mg/L 可扩展；测量精度： $\pm (2\%FS+5)$ ；分辨率：0.01；

(2) 水中油在线分析仪：支持紫外荧光法；量程范围：0~50ppm；精确度： $<3\%$ ；分辨率：0.01；重复性： $<3\%$ ；MTBF： $>1440h$ ；

(3) 叶绿素分析仪：支持荧光法；测量范围：0-500 $\mu g/L$ ，量程根据实际需要定制；分辨率：0.01 $\mu g/L$ ；检出限：0.025 $\mu g/L$ ；

(4) 氨氮在线分析仪：测量范围：0~1.0mg/L；可定制测量精度： $\pm 0.2mg/L$ ；分辨率：0.01mg/L；重复性： $\leq 2\%$ ；

(5) 总磷分析仪：测试原理：高温氧化+UV 消解，钼酸盐抗坏血酸比色法；测量范围：0.1~1.0mg/L（量程可定制）；测量时间：35min；检出限： $\leq 2\%F.S$ ；重复性： $\leq \pm 2\%$ ；零点漂移： $\leq \pm 5\%F.S$ ；量程漂移： $\leq \pm 5\%F.S$ 。

(6) 总氮分析仪：测量范围：0~1.0mg/L（量程可定制）；测量时间：35min；检出限： $\leq 1\%F.S$ ；重复性： $\leq \pm 5\%$ ；零点漂移： $\leq \pm 3\%F.S$ ；量程漂移： $\leq \pm 5\%F.S$ 。

(7) 硝酸盐氮分析仪：测量范围：0.1~1.0mg/L（量程可定制）；测量时间：淡水 15min；海水 30min；检出限：≤2%F.S；重复性：≤±5%；零点漂移：≤±5%F.S；量程漂移：≤±10%F.S。

(8) 磷酸盐分析仪：测量范围：0~0.5mg/L（量程可定制）；测量时间：10min；检出限：≤2%F.S；重复性：≤±2%；零点漂移：≤±4%F.S；量程漂移：≤±2%F.S。

网络摄像头应支持 H.265 高效压缩算法，可较大节省存储空间；支持区域入侵侦测、越界侦测、移动侦测等智能侦测功能；支持断网续传功能保证录像不丢失，配合 SmartNVR 实现事件录像的二次智能检索、分析和浓缩播放；支持数字宽动态、3D 数字降噪、强光抑制、电子防抖、SmartIR 等功能。

表15.3-6 水质监测主要设备表

序号	名称	单位	数量	主要参数
(五)	水质监测			
1	水质五参数在线分析仪	套	1	1.主机：触摸屏：7寸液晶屏 显示：屏幕上同时显示 PH、电导率、温度、溶解氧、浊度值。内存：≥10000 条测量值 通讯接口：RS485，Modbus RTU 通讯协议。功能：仪器内部带自动清洗装置，自动清洗管路和传感器流通池，节省人工。 柜体尺寸：1500×550×400mm。2、温度传感器 精度：正负 0.5℃ 分辨率：0.01℃ 方法：温度传感器法 防护等级：IP68 3、PH 测量模块 量程：0-14 pH 精度：±0.1 分辨率：0.01mg/L 重复性：PH≤0.05 方法：玻璃电极法 防护等级：IP68 4、浊度数字在线分析传感器及测量模块 测量方法：光散射法 测量范围：0-4000NTU 准确度：相对误差：不超过 ±10%
2	CODuv 在线分析仪	套	1	测量方法 高锰酸钾氧化法 测试范围（0—20）mg/L，准确度等级 ±10%，重现性 5% 响应时间 最短 30min 试剂消耗 单次消耗试剂 2-3ml 测量方式 定时测量、连续测量、手动测量 校准方式 可选择间隔时间内的自动校准 显示方式 5.7 寸液晶显示屏 人机对话 触摸屏 数据存储 一年有效数据 数据传输（4—20）mA、RS232 使用环境温度（5~40）℃ 工作电源 AC（220±20）V /（50±0.5）Hz 仪器功耗 约 50 VA 仪器重量 35kg（不含预处理）

序号	名称	单位	数量	主要参数
3	氨氮分析仪	套	1	1. 测量范围：0~300.0mg/L NH ₃ -N。 2、准确度：示值误差不超过±10%。3、重复性：示值误差不超过±10%。4、测量周期：最小测量周期为 25 分钟。5、采样周期：时间间隔（1~99min 任意可调）和整点测量模式。6、校准周期：可手动即刻标定或者设定周期进行自动校准。7、维护周期：一般每月一次，每次约 30 min。8、环境要求：温度+5~40℃；湿度≤90%（不结露）。9、电源：AC220±10%V，50±10%Hz，5A。10、方法依据：国家标准 GB7481-87《水质-铵的测定 水杨酸分光光度法》。
4	叶绿素在线分析仪	套	1	荧光法 激发波长：590nm 检测波长：650nm 测量范围：(0-2, 000, 000)cells/mL 检出限：150cells 分辨率：100cells 测量精度：±5%FS 通讯接口：RS485，标准 Modbus 协议 工作环境：(0-45)℃，(0-6)bar 工作电压：12V/24V DC
5	总磷总氮分析仪	套	1	国家标准 GB11893-89《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》。 1.2 测量范围：(0-50) mg/L。 1.3 准确度：>0.5mg/L 时，不超过±10%；≤0.5mg/L 时，不超过±0.05mg/L。 1.4 重复性：≤5% 1.5 测量周期：最小测量周期为 50 分钟（可根据消解时间长短决定），据实际水样，可在（10~45）min 任意修改消解时间。 1.6 采样周期：时间间隔（1~999min 任意可调）和整点测量模式。 1.7 校准周期：1~99 天任意间隔任意时刻可调。 1.8 维护周期：一般每月一次，每次约 30 min。 1.9 输出：modbus RTU 数据格式，RS232。 1.10 环境要求：温度可调的室内，建议温度（+5~28）℃；湿度≤90%RH（不结露）。 1.11 电源：AC（220±10%）V，（50±10%）Hz，5A。
6	浮标体	套	1	材质：lldpe 填充：eps 工艺：滚塑 使用水深：50 米
7	水质检测控制系统	套	1	1、最大充电电流：12A 2、最终充电电压：13.7V 3、支持过度充电保护功能； 4、支持深度放电保护、负载过载、短路保护功能； 5、支持放电保护功能，低电压自动切断功能； 6、可根据蓄电池充电特性，自动调节蓄电池充电电压；

序号	名称	单位	数量	主要参数
8	数据采集传输系统	台	1	1、2个翻斗式雨量计接口、2路脉冲接口 2、2个RS232接口、2个RS485接口。 3、8路模拟量输入接口（16位AD、支持4-20mA电流或0-5V电压信号）。 4、8路开关量输入接口、2路开关量输出接口③8路继电器输出(标配2路)、1个12位格雷码接口（预留）。 5、兼容各种类型的流量计、水位计、水质分析仪、雨量计、气象要素传感器、工业串口摄像机等仪器。 6、可支持市电或太阳能供电。 7、支持国家《水文监测数据通信规约》（ASCII和HEX全项）《水资源监测数据传输规约》和其他省市特殊规约、SL180-2015水文自动测报系统设备遥测终端机 8、可选支持湖南省省级专业监测预警平台专业监测数据标准 9、可选支持国家地质灾害监测通讯协议 10、可选提供通信中心入库的方式接入第三方平台或定制第三方协议 11、支持国内主流组态软件：组态王、三维力控、易控等组态厂家 12、可快速接入计讯水文水资源管理平台软件 13、多中心设计，监控数据可同时上报省、市、县级水文管理平台 14、支持MODBUS RTU传感器快速使用，无需更改设备软件 15、采集和传输一体化设计，通信稳定，节省成本，集成数据采集和4G/2G遥测终端机功能 16、支持GPRS/4G无线蜂窝网络、短信、RS232/RS485，可选NB-IOT、北斗等通信方式
9	配套附件（配重、密封舱等）	套	1	国标
10	安装附件（支架、锚链等）	套	1	国标
11	安装调试及培训	套	1	软硬件的安装调试及培训
12	太阳能供电系统	套	1	1、100AH电池，2、100W太阳能板

15.3.6 视频监控设施设计

岩板田水库视频监控系统的监控对象主要包括水库库区、闸门、供配电设备、水库大坝管理中心等，采用有线网络传输信号。

视频监控系统采用网络化数字视频监控方案，由前端设备、网络传输设备

及后端设备构成。

前端设备主要包括红外高清智能球机、视频交换机等。

网络传输设备主要包括网络交换机、超五类屏蔽网线、光缆、光纤收发器等。

后端设备主要包括网盘硬盘录像机，要求需满足监控点位接入，并配置 30 天监控硬盘的槽位。

系统网络按 IEEE802.3 设计，采用星型交换式以太网，网络传输速率为 100/1000Mbps，图像采用 MPEG4/H.264、H.265 压缩音视频压缩编码，TCP/IP 传输协议，支持组播方式，传输介质为超五类屏蔽双绞线或光纤。

（1）前端部署及主要设备选型

监控前端摄像设备主要包括摄像机和云台等，应根据实际需求遵循以下原则进行选择：

户外监控前端应选择日/夜转换型摄像机。

室内照度较低或补偿性光源较弱的区域应选择超低照度摄像机。

受现场条件限制无法安装辅助照明设备的监控区域可选择采用红外摄像机。

在完全无光的远距离监控场景可选择采用红外热成像摄像机或红外一体化云台设备。

在水库库区、大坝和厂房管理区等大场景，且需要经常快速变换监控对象的室外场景，宜选用一体化高速球形摄像机或全景摄像机。

对大坝溢流堰等固定对象进行监控可采用固定式定焦摄像机。

根据大坝、二道坝、放水卧管等不同监控对象的特点，合理选择监控前端位置，位置布设应满足对监控对象的有效观察。

（2）前端设计

①支架

摄像机应根据所需监控的范围、角度、场景以及现场条件来选择安装方法。出于安全因素及施工条件考虑，以支架安装为主。

支架安装应按以下原则：

水利工程内运行有电气设备，安装时首先应考虑与高压设备的安全距离。

摄像机支架的选择必须满足荷重要求，同时具备防锈防腐功能。

安装应牢固，不得歪斜，制作要美观。

不具备条件可利用原有水泥杆上配 U 型抱箍安装摄像机。

②补光灯

对于采光条件比较差的场所以及夜晚低照度环境，为了保障监控质量，需要在监控点配置补光灯，在监控现场环境及设备时开启周围的灯光。

灯光设备合理选择安装位置，以防光源影响摄像机图像。

(3) 前端供电设计

前端监控配备市电供电的条件，如果无法提供可考虑采用太阳能互补的发电系统，根据负载情况进行灵活配置。

对于监测站点附近有市电时，可采用市电供电。市电通过开关电源转为 12V 或 24V 为系统供电，采用市电应注意防雷。

(4) 系统通讯及防雷设计

传输网络可选用不低于 2M 的光纤专线或 4G/3G 网络。

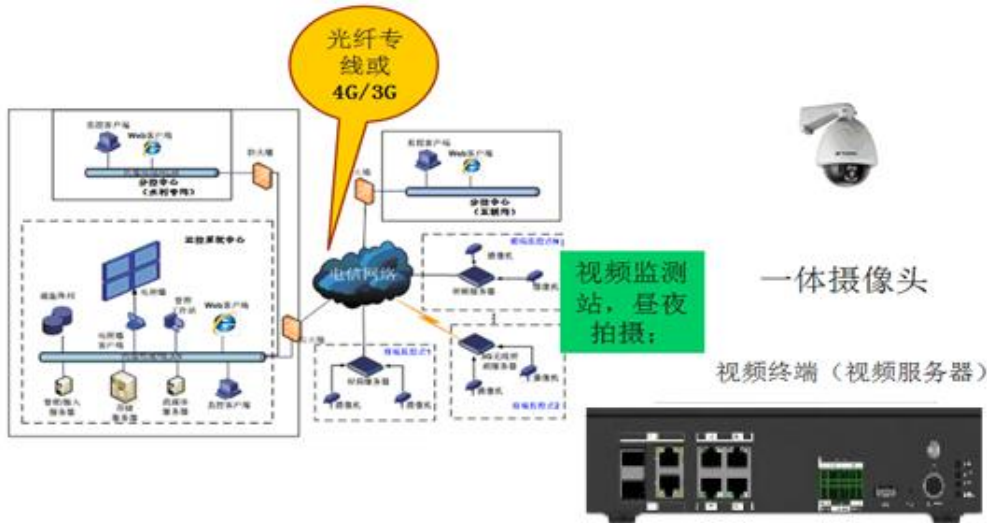


图 15.3-8 视频监控网络拓扑图

视频站防雷包括接地网和防雷器二个部分。接地网设计上端深度为 800mm，宽不少于 500mm，接地电阻 $\leq 10\Omega$ ，垂直接地体采用 5×50×2500mm 热镀锌角钢，水平接地体采用 4×40mm 热镀锌扁钢，垂直接地体与水平接地体的连接采用双面焊接，水平接地体与水平接地体的搭接采用双面焊接，焊接长度不小于 10cm，

焊接处刷红丹或沥青油做防腐处理。接地上引线用 $4 \times 40\text{mm}$ 的热镀锌扁钢，接地母线应采用铜质线，线截面 $\geq 6\text{mm}^2$ ，采用不锈钢螺丝或铜螺丝进行连接。

防雷器选用电源、信号线、控制线三合一防雷器，对摄像机的电源、视频、云台控制线路实施浪涌保护，它具有通流容量大（ 10KA ）、限制电压低、响应速度快等特点，可充分防范监控设备上各种信号传输线路的感应雷和浪涌电压带来的危害。

在强雷暴地区或高感应电压地带（如高压变电站），额外加装避雷针等措施。

对于空旷地带必须采用密封钢管理地方式布线，并对钢管采用一点接地。

球机的接地主要分为外壳接地和内部电气接地。外壳接地主要用来防止静电积累、电气漏电等，安装在立杆支架上的室外球机外壳由于旋接在金属支架上已自然形成接地保护，可不作特别处理。球机内部的数据线和视频线做相应的接地处理，将球机内部的 GND 端与地线相连接，以确保设备有效接地。

视频站安装示意图见下图：

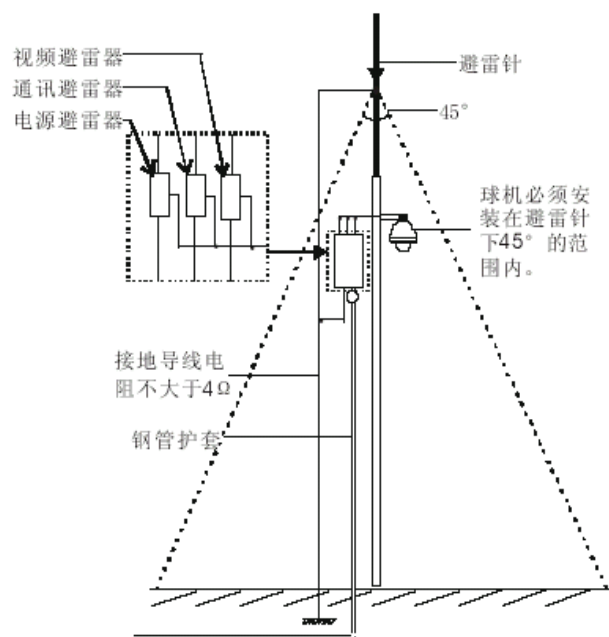


图 15.3-9 防雷系统安装示意图

15.3.6.2 视频监控站设备参数

视频监测系统由视频监测站和监控系统组成，视频传输采用光纤方式。

视频监测系统须符合《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T-28181）。

1) 监测站设备

视频监测站设备包括：摄像头、防护罩、云台、支架、视频终端。

(1) 摄像头和云台

推荐采用一体化设备（球机），也可采用摄像头和云台分体的设备。总体要求如下：

30 倍光学变倍，16 倍数字变倍；

支持 H.265 编码，实现超低码流传输；

信噪比达到 55dB；

支持隐私遮挡，最多 24 块区域，同时最多有 8 块区域在同一个画面；

宽动态效果，图像降噪功能，白天/夜晚图像；

内置 220 米红外灯补光，采用倍率与红外灯功率匹配算法，补光效果更均匀；

支持 24V±25%宽电压输入；

室外球达到 IP67 防护等级，8000V 防雷、防浪涌和防突波保护；

支持软件集成的开放式 API，支持标准协议(Onvif、CGI、GB/T28181)、支持 SDK 和第三方管理平台接入；

支持三码流技术；

支持绊线入侵、区域入侵、穿越围栏、徘徊检测、物品遗留、物品搬移、快速移动等多种行为检测；支持多种触发规则联动动作；支持目标过滤；

支持人脸检测，支持单场景/多场景/全景设置，支持目标过滤和灵敏度设置；

水平方向 360°连续旋转，垂直方向-20°~90°自动翻转 180°后连续监视，无监视盲区；

水平键控速度 0.1°~200°/s，垂直键控速度 0.1°~120°/s，云台定位可精确到 0.1°；

支持 300 个预置位；

可以按照所设置的预置位完成 8 条巡航路径；

可设置 5 条巡迹路径，每条路径的记录时间大于 15 分钟；

1/1.8 英寸 CMOS；水平解析度 $\geq 1200\text{TVL}$ ；信噪比 $\geq 55\text{dB}$ ；焦距 6mm $\sim$ 180mm；光学变倍 30 倍；补光方式红外；补光距离 $\geq 220\text{m}$ ；垂直范围 $-20^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 自动翻转 180°

后连续监视；

H.265/H.264BaselineProfile/H.264MainProfile/H.264HighProfile/M-JPEG；行为分析；人脸智能检测；BNC 接口；网络接口；报警输入 7 路开关量输入 (0 $\sim$ 5V DC)；

报警输出 2 路，支持报警联动；RS485 控制接口；音频输入；音频输出；电源 AC24V/3A；

功耗 24W/38W(红外灯开启)；温度 $-40\sim 70^{\circ}\text{C}$ ；湿度 $<95\%$ ；IP67，TVS 8000V 防雷、

防浪涌和防突波保护，符合 GB/T 17626.5 4 级标准；

(2) 室外防护罩

防护等级不低于 IP66；

防腐蚀、防锈、防盐雾（沿海地区）；

(3) 监控立杆

材质：热镀锌钢管。

(4) 室外防雨设备箱

外箱厚度至少 1.5mm 冷轧钢板，表面喷塑处理；

设备安装板至少 1mm 镀锌钢板，表面喷塑处理；

设置两边散热孔，外加遮阳罩；

整体防雨。

(5) 电源

视频监控站需采用稳定的市电供电，配置后备供电装置，配置电池不小于 38AH/12V。

(6) 传输网络

传输网络采用自建光纤网络。

2) 监控系统

监控系统包括：硬盘存储器、解码器、视频矩阵(根据监控点的路数确定配置)、监视器和视频管理软件。监控系统应使用 UPS 供电。

(1) 硬盘存储器

①存储容量的计算

此次数字视频监控系统中视频图像的存储时间为 30 天，同时要求图像质量清晰可辨，通过 720P 图像的分辨率，采用 720P 方式存储。

以每路 720P 码流为 1024Kbit/s 计算，每路图像需要的存储空间：

$$(1024 \times 1024 \div 8 \times 3600 \div 1000000) \times 24 \times 30 = 339\text{MB}$$

②硬盘存储器

网络视频接入 16 路；最大支持 16 路回放；视频压缩标准 H.265/H.264/MPEG4/MJPEG；4 个 SATA 接口，单盘容量支持 8TB。

(2) 解码器

解码器用于将视频信息解码为可显示的视频信息。

支持 4 路 VGA，4 路 HDMI，4 路 BNC 同源同时输出；

支持 1 个 HDMI 信号采集，采集分辨率最高支持 3840x2160@30fps，并通过输出接口输出显示；

支持 4 路 BNC 音频输出；

支持 MPEG4/H.264/H.265/MJPEG 标准网络视频流解码；

最大支持 64 个 D1 图像解码输出，64 个 960H 图像解码输出，36 个 720P 图像解码输出，16 个 1080P@30fps 图像解码输出，4 个 800w@30fps 图像解码输出。

(3) 监控管理平台一体机

①软件功能：采用嵌入式 LINUX 系统，实现实时监控，轮巡任务，录像回放，报警管理，云台控制，电子地图(支持 Baidu、SurperMap 在线和离线 GIS 地图)；语音对讲，视频上墙，组织管理，用户管理，报警管理，录像管理，设备管理，管理日志，流

媒体转发等功能。

②硬件形态：采用软硬件一体化嵌入式管理硬件平台，具有高稳定性，满

足 7*24 小时不间断稳定运行，自带 7 寸交互式彩色液晶前面板，方便系统信息显示及操作配置，支持 8G 内存，可扩展至 16G，64 位四核 CPU，支持电源热插拔，支持风扇冗余，支持 16 个 3.5 寸 SAS/SATA 硬盘（标配一块 1T 硬盘），支持四个千兆网口，支持绑定，4 个 USB 接口，1 个 VGA 接口，1 个 eSATA 接口，1 个 RS232 接口。

A.工作方式

要求昼夜可以拍摄清晰的视频，配置云台和高性能摄像头，使摄像头可以转动改变方向，镜头可变焦。

视频数据可采用本地和远端两种存储方式进行存储。本地存储可以实时查看或调

用视频。远端模式将实时视频信息传送到监控系统的服务器上保存。

B.安装要求

- (1)视频监测站点安装位置须视野开阔，摄像头 360° 范围无遮挡，光线充足；
- (2)摄像头位置应离地面不低于 3 米；
- (3)视频监测站要有防水、防尘、防雷、防风、防锈等措施；
- (4)监控系统的设备须放置在专用的机房中，配置机柜等设备，电源要防雷。

C.防雷系统

防雷系统包括接地网和防雷器二个部分。接地网设计上端深度为 800mm，宽不少于 500mm，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，垂直接地体采用 5×50×2500mm 热镀锌角钢，水平接地体采用 4×40mm 热镀锌扁钢，垂直接地体与水平接地体的连接采用双面焊接，水平接地体与水平接地体的搭接采用双面焊接，焊接长度不小于 10cm，焊接处刷红丹或沥青油做防腐处理。接地上引线用 4×40mm 的热镀锌扁钢，接地母线应采用铜质线，线截面 $\geq 6\text{mm}^2$ ，采用不锈钢螺丝或铜螺丝进行连接。

防雷器选用电源、信号线、控制线三合一防雷器，对摄像机的电源、视频、云台控制线路实施浪涌保护，它具有通流容量大(10KA)、限制电压低、响应速度快等特点，可充分防范监控设备上各种信号传输线路的感应雷和浪涌电压带来的危害。

在强雷暴地区或高感应电压地带（如高压变电站），额外加装避雷针等措施。

对于空旷地带必须采用密封钢管理地方式布线，并对钢管采用一点接地。

球机的接地主要分为外壳接地和内部电气接地。外壳接地主要用来防止静电积累、电气漏电等，安装在立杆支架上的室外球机外壳由于旋接在金属支架上已自然形成接地保护，可不作特别处理。球机内部的数据线和视频线做相应的接地处理，将球机内部的 GND 端与地线相连接，以确保设备有效接地。

15.3.6.3 通信传输

1) 遥测站通信网络设计方案

遥测站、控制站的无线数据传输方式在实际应用比较普遍的有：超短波、GSM、GPRS（3G/4G）等。超短波传输采用 230M 水利专用频段，具有稳定、运行费用低、组网简单等特点；GSM 短信方式利用移动或联通公司的公网平台，具有维护简单、组网方便等特点；GPRS（3G/4G）通信是基于移动通信的 GPRS（3G/4G）网络的互联网通信。

由于超短波通信的通信距离有一定限制，防雷要求高；GSM 短信方式传输数据运行费用较高，通信高峰期有数据丢失的可能性；GPRS（3G/4G）通信基于互联网的通信，数据实时在线，费用采用包月的形式，具有运行费用低、数据传输及时可靠等特点。

综合以上几种通信方式，结合本项目实际情况，遥测站的数据传输设计采用 GPRS（3G/4G）通信方式。

2) 视频监控站通信网络设计方案

视频监控点的传输网络可采用自建光纤方式。视频信息传输至信息中心，并保存在信息中心服务器中，用户可通过网络访问信息中心数据平台，查看各监控站实时数据。

15.3.7 数据应用管理

15.3.7.1 数据管理

数据中心用于存储和管理各终端应用系统所需的数据，为业务应用系统提供数据支撑服务。依托综合型数据中心，将实时水雨情、水文、水利工程等数据库中有时间点特性的数据，按照数据仓库 Master 库和数据集市（主题数据库）建设的要求，经 ETL 加载到数据仓库中，并为数据挖掘与分析提供支撑。

1) 数据资源目录

数据资源目录是开展数据共享的重要手段和途径，在建立数据资源目录时，应采用基本维度分类体系的一致，并在数据中心建立统一的目录服务系统，解决各范围的数据资源目录管理与发布。

2) 数据库设计

依据梳理完成的数据资源目录体系，根据水利部、省厅相关标准，建设各类数据库，存储获取的所有数据资源。水库数据分为基础数据、业务数据和政务数据。

3) 数据汇集

根据数据更新的频率、数据来源不同，建立不同数据汇集渠道。通过打通数据汇集渠道，为数据中心保持“活力”提供持续的数据来源。本次项目建成后，将通过数据汇集平台将库区范围内建设的监测站点数据统一汇聚至管理处中心机房进行统一管理，方便管理处对水库信息及时、快速的掌握。

4) 数据共享服务

共享服务平台架构分为 3 层，从下到上依次是数据层、服务层和应用层。数据层包括各类数据源，服务层通过 RESTful webservice 提供各种类型的服务及 HMAC 认证，应用层包括应用程序、客户端及浏览器等。

5) 数据更新与维护

通过规范制度的建设，明确数据的责任单位，建立数据更新与维护管理平台，提供责任单位及时对相关数据进行更新的平台，保障数据中心的数据及时、准确。

15.3.7.2 支撑平台

1、基础框架

岩板田水库综合管理平台架构设计的出发点是帮助业务应用的用户使用某种技术手段来完成业务流程，其本质是“业务流程”，而不是一个计算机系统或计算机应用。

在这一原则之下，平台的设计是围绕着“业务流程”展开的，整个业务功能的设计和实现采用 SOA（面向服务的体系架构），充分保证平台功能和流程实

现的灵活性和扩展性。

2、GIS 平台

支持显示高分辨率的数字地图，并提供灵活的业务应用配置功能，同时对外提供

丰富的应用接口供业务系统调用。

3、数据转换工具

ETL 工具就是对分布在各个业务系统的数据进行抽取、清洗、转换并装载到数据仓库中的工具，ETL 工具在数据仓库建设中扮演重要角色。

4、报表中间件

报表管理组件是一个完整的基于服务器后台的组件，它可以建立、管理、发布传统的基于纸张的报表或者交互的、基于 Web 的报表，实现日常业务报表服务以及决策分析报表的生成。

5、工作流引擎

工作流引擎管理完成工作流的定义和管理，按照平台中预先定义的工作流逻辑进行工作流实例的执行。工作流管理为应用系统的流程管理、整合、集成提供支撑环境。

6、统一用户管理

统一用户管理应提供统一目录服务，提供系统统一用户管理功能，包括单位管理、用户管理、权限管理、访问控制、日志审计和认证服务等，提供单点登录服务。

7、系统接口服务

岩板田水库综合信息管理平台，通过数据整合、集成服务，对相关应用提供数据服务，须能够根据服务对象的具体需求，提供具备相应服务能力的接口。因此进行一定程度的二次开发，满足数据服务共享的要求。

8、业务应用

工程安全智能分析预警

工程安全智能分析预警应用主要是通过采集各观测站传输的数据信息，对各监测项目进行处理、分析和存储，在对数据进行可靠性检验的前提下，对建

筑物的安全作出评价。对发现的异常或危及安全的征象作出快速的判断，并提出辅助决策建议。对各主要建筑物控制部位的关键效应量，建立数值模型，提出监测指标，依靠预警系统进行实时定量的安全监测。

主要包括工程安全智能分析预警专题场景、工程安全监测分析、工程安全监测预警、工程安全评估综合信息查询、工程安全评估综合分析结果查询等功能模块。

15.4 系统集成与运行维护

15.4.1 系统集成方案设计

水库综合信息管理系统是一个涉及多个子系统且水资源调度较为复杂的信息化系统工程，在系统开发建设过程中，按照标准规范，统筹规划系统建设过程中的各种资源，有效地实现通信系统、计算机网络系统、信息采集系统、数据资源及管理平台、应用支撑平台、应用系统、实体环境之间的协调一致，使整个系统集成成为有机的整体，达到系统的设计目标，发挥工程整体效益。

15.4.1.1 系统集成任务

系统集成包括设备集成和应用系统集成两部分。从本项目建设整体分析，系统集成的任务主要包括：

- (1) 系统整体调优；
- (2) 信息采集系统集成，包括流量信息、现地监控站的监控信息、水情信息、工程安全信息、水质信息、视频监视系统等内容的集成；
- (3) 计算机网络系统集成；
- (4) 数据库集成；
- (5) 应用支撑平台应用系统集成；
- (6) 业务应用软件系统集成；
- (7) 门户集成
- (8) 与外部系统集成。

15.4.1.2 计算机网络系统集成

计算机网络系统集成主要包括：计算机网络系统与通信系统的集成、计算机网络系统与实体环境的集成，并将考虑计算机网络系统与计算机系统以及与

应用系统的接口。主要是指在系统运行中起到关键作用的服务器及存储设备的统一部署，主要包括：计算机系统与控制网、管理网集成，计算机系统在调度中心、分控中心的部署，以及计算系统的配置与应用需求的匹配。同时，计算机系统中，与关键设备相适应还需要配置相应的系统软件（计算机操作系统 WINDOWS 操作系统、UNIX 操作系统等），数据库软件（如 ORACLE、SQL 等），以及 GIS 商业产品软件等。

（1）在控制网中的计算机系统设备主要包括：各闸门采集控制设备、闸阀采集控制设备、控制工作站、应用服务器、数据服务器等、调度中心应用系统监视工作站、控制工作站、应用服务器、数据服务器等。

（2）管理网是系统用户的管理网络平台，部署着视频监视系统、视频会议系统、以及各个应用系统的关键设备和用户设备，主要包括：分控中心视频会议终端、办公系统客户端；调度中心视频会议终端、MCU、监视工作站、办公系统服务系统及客户端、WEB 服务系统等设备。

15.4.1.3 通信系统集成

通信系统集成主要包括通信系统设计建设过程中的自身系统以及与实体环境的集成，实现与计算机网络系统的接口设计、实现与业务系统接口的设计。

15.4.1.4 应用支撑平台集成

应用支撑平台集成是整个系统集成的关键，应用支撑平台集成实现主要包括：业务层集成、逻辑功能层集成、信息转换层集成、应用层集成、数据访问层集成。

（1）系统集成通过门户系统和基于 ESB 的应用集成平台实现各应用系统的集成。

（2）对于按照新的体系架构开发的系统直接通过门户系统基于 ESB 的应用集成平台进行集成。

（3）对于 B/S 结构应用可以通过封装的方式将原有应用的页面包含在 portlets 中，简单容易地集成到门户中。

（4）对于 C/S 结构应用，需要将原来的表示逻辑和业务处理逻辑分离，而后封装到 portlet 中，最后集成到门户中。

(5) 对于不能进行改造（如不能得到源代码）的系统，但知道输入、输出数据格式的，通过使用应用支撑平台在数据访问接口层面上实现对该应用的集成，被集成的应用系统运行模式不变。

(6) 对于完全独立的系统，只有保持原有系统运行模式不变。

15.4.1.5 业务应用软件系统集成

业务应用软件系统集成是本系统集成的核心内容，也是实现系统开发建设的目的所在，应用系统部署跨越控制网、管理网，分布在调度中心、分控中心，用户包括员工、上级部门、相关单位，是一个较复杂的综合信息管理应用系统。集成开发的内容：水资源调度综合管理、工程运行维护管理、工程安全评估管理、水土保持信息管理、综合办公管理、决策会商管理等。

15.4.1.6 门户集成

本水库综合信息管理系统涵盖面广，功能复杂，不仅是日常主要的办公系统，还要集成各个业务系统，以便为用户提供业务信息共享。管理人员在各个子系统的用户名和密码应统一，同时应当为管理人员提供一个统一的应用界面，用户输入一次密码后可以根据授权方便进入各个子系统。利用门户平台的高集成性，单点登录等许多的优势，构建界面门户平台，还可以在今后方便集成其他子系统，具有很好的扩展性。门户系统是基于浏览器的软件环境，它为访问集成的应用系统数据提供了安全的可管理框架。可以个性化地浏览信息、网络内容和需要的 WebGIS 应用。

15.4.1.7 与外部系统集成

通过与上级管理单位之间的专线，利用应用支撑平台提供的数据交换系统，可以实现与上级管理单位、协作单位之间的数据交换；为了避免重复建设，应充分考虑与水利行业息息相关、关系密切的部门（如环保、气象、国土、农业、交通、发改委等）之间的信息共享，了解相关系统的建设内容和采集信息，研究与相关系统的信息共享内容、共享方式和共享途径。在整体集成框架的设计上，主要通过数据交换共享框架和其它行业的业务系统进行数据的交换和共享。

另外，对于由外部单位以电子或者纸质等介质提供的数据和本单位内部必须手工采集的数据，通过离线数据交换系统，在相关系统中都提供了数据导入

和录入工具。

15.4.2 运行维护

系统的运行维护建议建立信息系统总体运行维护体系，制定信息系统运行管理办法。系统运行由内部人员和物业化管理单位人员完成。建议项目建设应让相关维护管理人员参与建设的模式进行，尽可能减低风险，减少未来的运行和维护费用。

项目的后期运行管理，摒弃“重建轻管”和“重建轻养”的思想，做好运行管理机制的建立工作，建立长效运行管理保障机制。

15.4.2.1 运行管理机构

根据管理机构设置，本水库以精简高效原则设置机构和编制人员，在满足工作要求的前提下，提倡部分管理人员在内部兼职。按管理所所长、调度室、监测维护室、综合室、财务室等分类岗位，管理机构人员编制总计 8 人，其中专业运行维护管理人员 3 人。后续增加供水管理室、灌区管理室。

15.4.2.2 系统运行管护原则

信息化工程是集自动测报技术通信技术、计算机网络技术、数据库技术、水情水资源、水利工程、系统集成技术等高新技术于一体的工程。因此，其运行管理应遵守以下主要原则：

（1）系统的运行管理必须服从统一领导、统一指挥、统一调度、分级管理的原则。

（2）系统工程中的各系统的运行管理和维护应明确行政和技术负责人，确保系统的正常、稳定、可靠、安全运行。

（3）系统工程中的各系统之间的关系十分密切，信息资源互为利用。因此，各系统的运行管理单位应按照互相配合、联合作业、团结协作、高效服务的原则开展工作，坚决杜绝人为阻碍系统的信息共享、遇到问题相互推诿、人为造成或无故拖延故障检修、或因协调不当导致系统无法正常运行的事件发生。

15.4.2.3 运行管理方式

信息化系统平台建设完成后，必须进行科学运行管理，建立健全运行维护管理机构，落实足够的运行维护经费，确保项目安全可靠运行。

根据项目运行维护管理要求，系统由水库管理所负责运行维护管理。在质保期内，涉及共用的公共网络平台、数据库系统 and 应用系统由公开招标的中标方负责维护管理，同时建立完善的数据交换机制、管理制度；质保期过后，可以采用购买服务的方式，由第三方运维机构进行维护管理。

15.4.2.4 运行管理办法

本系统的运行管理办法主要有硬件系统管理办法、软件系统运行管理办法和文档管理办法。

1) 硬件系统管理办法

(1) 系统运行管理部门应建立运行值班制度，并设专业人员值班，做好值班记录。

(2) 系统运行、管理及维护工作实行岗位责任制，定人、定岗、定责、定权。

(3) 各测站观测设备、各通信设备和计算机网络设备均应有良好的避雷接地设施，并要符合相应的国家标准所规定的条件。

(4) 通信是生命线，必须制定完善的通信设施管理办法，以确保通信系统的通信畅通。

2) 软件系统运行管理办法

系统的软件运行管理是系统正常、高效运行的必要保证，其内容主要包括：故障管理、性能管理、安全管理、权限管理等几个方面。

3) 文档管理办法

文档管理是系统运行管理的重要组成部分，是影响系统软件可维护性的决定因素。本系统最终将产生两类文档，即用户文档和系统文档。在文档的管理，应把握住各个重要环节，编写和提交各个阶段的文档，并对本系统各阶段产生的大量的各类文档加以编目、分类和管理，确保系统的完整性和可维护性。文档应及时归档登记入库，文档借阅应办理相应手续，并注意保密工作。

15.4.2.5 保障措施

(1) 加强组织领导工作。本系统是一项涉及部门多、技术复杂的建设项目，必须要靠严密的组织领导来保障。水库管理单位负责系统工程运行管理的领导

工作，各管理分站必须全面配合，协助做好本系统运行管理工作。

(2) 加快人才队伍建设。为确保系统能够高效运行，必须建设一支熟练掌握计算机与通信技术的人才队伍。同时，加快水利信息化知识的普及，提高本水库工程信息系统应用水平。

(3) 制定运行管理制度。在执行国家和省有关信息技术规范标准的前提下，制定输入输出和信息检索规定，制定运行管理、维护管理、应用管理的制度。

(4) 强化安全保护措施。在运行管理措施和技术措施两个方面，加强网络和信息资源的安全保护和保密工作，增强可靠性、安全性、保密性。强化管理职能，制定运行管理制度和安全保密制度，制定信息资源、网络、应用系统的安全保护规程，利用信息与网络的加密、控制等安全技术，加强信息的安全防范措施。在实现工程业务和信息资源共享的同时，做到严守国家机密，维护知识产权。

(5) 注重技术研究成果交流。加强技术交流，研究国内外工程、水利（务）或其它行业信息化技术及建设动态，适时改进、完善技术方法和实现措施。引进竞争机制，鼓励国内外信息化项目建设承包商参与管理系统工程运行管理，保证高技术、高质量和高效益。积极与其它行业信息机构联合，打破地区分割、部门垄断、单位封锁，建立互利互惠和良性竞争、联合运行管理的合作机制。

(6) 落实政策法规。严格执行国家和省有关信息化建设的法律法规及规定，并制定相应的实施办法，规范管理信息系统的运行管理工作。健全信息采集、登记、管理、交换、公告及网络管理等方面的制度。

15.4.3 设备部署方案

系统按硬件设备、软件系统等部署在调度中心。各应用系统分别在相应网络安全区内访问系统。数据库系统、支撑软件和应用系统部署在网络机房服务器。

15.5 主要工作量清单

表15.5-1 工程信息化主要设备清单

序号	设备名称	单位	数量
(一)	信息化工程	项	
1	信息化中心站	项	1
1.1	水库一张图展示调度系统	套	1
1.2	水库安监综合管理平台	项	1
1.3	水库安全巡检管理系统	项	1
1.4	水库雨水情测报管理系统	项	1
1.5	水库闸门控制系统	项	1
1.6	水质监测管理系统	项	1
1.7	水库数据接收处理系统	项	1
1.8	水库综合管理手机 APP	项	1
1.9	和省水利平台对接服务开发	项	1
2	大屏显示系统		
2.1	LED 大屏	平方	6
2.2	大屏拼接控制器	台	1
2.3	高清混合矩阵	台	1
2.4	边框和底座	项	1
3	会议屏	台	1
4	应用服务器	台	1
5	发布服务器	台	1
6	操作系统	套	2
7	数据库	套	1
8	数据接收处理计算机	台	1
9	操作员电脑	台	1
10	激光打印机	台	1
11	核心交换机	台	1
12	防火墙	台	1
13	互联网接入专线	年	2
14	后备电源	套	1
15	机柜	台	3
16	定制操作台	套	1
17	音响功放套装	套	1
18	强弱电线电缆	箱	1
19	配电系统	项	1
20	机房接地	项	1
21	辅材	项	1
22	综合集成	项	1
(二)	雨水情自动测报		

序号	设备名称	单位	数量
1	自动雨量站		
	自动雨量计	台	1
	一体化数据采集终端	台	1
	设备机箱	套	1
	太阳能板 60W 及充电控制器	套	1
	蓄电池 65AH	套	1
	立杆支架	套	1
	电源信号防雷	套	1
2	雨量水位视频一体站		
	雷达自动水位计	台	1
	自动雨量计	个	1
	摄像头和云台	套	1
	一体化数据采集终端	台	1
	设备机箱	套	1
	充电控制器	台	1
	蓄电池 100AH	太	1
	市电及网络接入	项	1
	光纤收发器	对	1
	立杆支架	套	1
	基础及防雷接地	项	1
	电源信号防雷	套	1
	通讯卡	项	1
3	水位站		
	雷达自动水位计	台	1
	一体化数据采集终端	台	1
	设备机箱	套	1
	太阳能供电系统	套	1
	立杆支架	套	1
	基础及防雷接地	项	1
	信号防雷	套	1
	通讯卡	项	1
4	软件		
	系统及数据维护软件	套	1
(三)	安全监测设备及安装工程		
1	三角网控制点	个	3
2	工作基准点	个	2
3	校核基准点	个	4
4	位移观测标点	个	13

序号	设备名称	单位	数量
5	机器视觉测量仪测站	个	2
6	水准标	个	2
7	强制对中底盘	个	2
8	位移观测靶标	个	9
9	安装支架	个	9
10	机器视觉测量仪	台	2
11	监测点 GNSS 接收机（含天线）	台	8
12	基准点 GNSS 接收机（含天线）	台	2
13	基岩变形计（测缝计）	支	16
14	渗压计	支	11
15	温度计	个	15
16	量水堰仪	台	1
17	电子流量计（库内及量水堰各 1 个）	支	2
18	摄像头	台	6
19	GNSS 数据采集软件	套	1
20	太阳能板	套	18
21	蓄电池	个	18
22	蓄电池保护箱	个	18
23	太阳能控制器	个	18
24	物联网 GPRS 卡	张	6
25	百叶箱	个	1
26	气温计	支	1
27	气压计	支	1
28	翻斗式雨量计	套	1
29	无线 AP	套	2
30	防雷接地	个	6
31	线路敷设	米	2000
(四)	闸门监控系统		
1	闸位计	只	5
2	限位开关	只	4
3	电动闸阀控制器	只	1
4	PLC 闸门控制柜	套	5
5	线管	m	500
6	交换机	台	3
7	串口服务器	台	3
8	动力箱	套	3
9	防雷接地	个	3
10	摄像机	台	3

序号	设备名称	单位	数量
11	本地存储	套	3
12	供电接入	项	3
13	5G 物联网卡	张	3
(五)	水质监测		
1	水质五参数在线分析仪	套	1
2	CODuv 在线分析仪	套	1
3	氨氮分析仪	套	1
4	叶绿素在线分析仪	套	1
5	总磷总氮分析仪	套	1
6	浮标体	套	1
7	水质检测控制系统	套	1
8	数据采集传输系统	台	1
9	配套附件（配重、密封舱等）	套	1
10	安装附件（支架、锚链等）	套	1
11	安装调试及培训	套	1
12	太阳能供电系统	套	1

16. 设计概算

16.1 概述

16.1.1 工程概况

新建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2‰ 。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^{\circ}11'12''$ 、北纬 $27^{\circ}25'51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。拟定正常蓄水位 503m ，最大坝高 49.5m ，总库容 204.58 万 m^3 ，设计灌溉面积 9728 亩，是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。本项目现状水平年为 2024 年，设计水平年为 2030 年，设计灌溉面积 9728 亩，拟设计灌溉保证率 85% ，人饮供水设计保证率 95% 。经现场踏勘、调研，河道现有水质检测符合相关标准，为 II 类水质。

设计初拟坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.50m （坝顶高程 506.00m ）。水库正常蓄水位 503.00m （相应库容为 181.06 万 m^3 ），设计洪水位为 504.25m （相应库容为 197.54 万 m^3 ），校核洪水位为 504.67m （总库容为 204.58 万 m^3 ）。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小（1）型水库，工程等别为 IV 等。

本工程拟定施工总工期为 24 个月。工程建设期可划分为工程筹建期、施工准备期、主体工程施工期、工程完建期。第一年 5 月份之前为工程筹建期；第一年 5 月初至第一年 7 月底为施工准备期，共 3 个月；第一年 8 月初至第三年 2 月底为主体工程施工期，共 19 个月；第三年 3 月初至第三年 4 月底为工程扫尾期，共 2 个月。

岩板田水库工程建设区涉及晃州镇两河口村岩板田组，建设征地土地面积 0.17km^2 （ 232.23 亩）。

淹没区：水库淹没土地面积 185.37 亩，其中水田 9.33 亩，旱地 61.77 亩，果园 3.21 亩，乔木林地 52.51 亩，灌木林地 30.66 亩，其它草地 1.17 亩，河流水面 26.72 亩。

枢纽区：工程枢纽区占地 46.86 亩。永久征地面积 18.04 亩。临时用地面积 29.91 亩。

表16.1-1 主要工程量表

土方开挖：4.99万m ³	石方开挖：5.47m ³
土石方填筑：0.84万m ³	混凝土：10.17万 m ³
钢筋制安：960.67 t	模板制安：2.88万 m ²
灌浆：5245 m	锚杆：2562根

表16.1-2 主要材料用量表

水泥：24793 t	砂：50937 m ³
碎石：84796 m ³	块石：24954m ³
钢筋：1029.87 t	炸药：10.58 t
汽油：8.97 t	柴油：176.18t

16.1.2 投资主要指标

按照《新晃县 2025 年第一期建设工程材料市场综合价》计算，本工程总投资 13362.15 万元。其中：

- 1) 工程部分静态投资 10310.20 万元，其中：建筑部分投资 6747.85 万元，机电设备及安装工程 611.79 万元，金属结构设备及安装工程 194.71 万元，临时工程 632.84 万元，独立费用 1632.05 万元，基本预备费 490.96 万元。
- 2) 建设征地移民、环境保护和水土保持部分总投资 3051.95 万元，其中：建设征地移民补偿投资 2351.25 万元，环境保护工程投资 290.25 万元，水土保持工程投资 410.45 万元。
- 3) 价差预备费：本项目投资按现状水平年编制，不计算价差预备费。
- 3) 资金来源：中央投资和地方配套资金。
- 4) 项目概算编制水平年为 2025 年 08 月

16.2 编制原则和依据

- 1) 水利部关于发布《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知（水总[2024]323 号）；
- 2) 计量依据：设计报告及设计附图、水利水电工程设计工程量计算规定（SL328-2005）；

3) 编制办法：本项目执行《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323号）；

4) 费用构成及计算标准：本项目执行《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323号）；

5) 计算定额：建筑工程执行《水利建筑工程概算定额》（2024版）；

6) 机电设备、金属结构、输水管道设备及安装工程：执行《水利设备安装工程概算定额》（2024版）；

7) 施工机械台时费：执行《水利工程施工机械台时费定额》（2024版）；

8) 建设管理费：根据水总[2024]323号文，按表4-11“枢纽工程建设管理费费率标准及辅助参数计算”；

9) 监理费：按发改价格[2007]670号文发布的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》计算；

10) 勘察设计的：按计价格[2002]10号文发布的《工程勘察设计收费管理规定》、发改价格[2006]1352号文发布《水利、水电、电力建设项目前期工作勘察收费暂行规定》和计价格[1999]1283号文发布的《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》结合工程实际计算；

16.3 基础单价编制

1) 人工预算价格按《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323号）计算，详见下表：

表16.3-1 人工工资预算价格表

序号	名称	单位	预算单价
1	工长	元/工时	36.73
2	高级工	元/工时	17.34
3	中级工	元/工时	13.10
4	初级工	元/工时	11.93

2) 主要材料预算价格按照《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323号），按材料采购价扣税加运费计算。经计算详见下表：

表16.3-2 主要材料预算价格表

序号	名称及规格	单位	供应地	材料原价 (元)	运距 (km)	预算价格 (元)
1	水泥42.5	t	新晃县	360	12	360
2	砂	m³	玉屏县	85	22	88
3	碎石	m³	玉屏县	80	22	83.2
4	块石	m³	玉屏县	80	22	83.4
5	钢筋	t	新晃县	3350	12	3350
6	汽油	t	新晃县	9510	12	9510
7	柴油	t	新晃县	7950	12	7950
8	炸药	t	新晃县	22654.87	12	23561.06

3) 本工程所需外来建筑材料主要包括：水泥、钢筋、钢材、木材、油料、火工材料等。本工程外购材料主要从新晃县市场采购，主要物资来源情况如下：

水泥：新晃县有水泥生产厂家，其生产的水泥产量和质量均可满足本工程主体建筑物施工需要，因此大坝、溢洪道等主要建筑物及其他临时建筑物施工所需的水泥考虑从该水泥厂购买。

砂石料：砂石料场位于贵州省玉屏侗族自治县田坪镇白果村附近贵州坤宇建筑材料有限公司，运距约 22km。

钢材：型材及线材就近从新晃县县城采购。

木材、油料：施工所需的木材、柴油、汽油等就近从新晃县县城采购。。

火工产品：施工所需的火工产品从新晃县当地民爆部门采购。

- 4) 材料采用《新晃县 2025 年第一期建设工程材料市场综合价》发布价；
- 5) 相关设备及信息化设施通过市场询价对比确认；
- 6) 施工用电采用网电供电采用信息价，预算价格为 0.84 元/kWh；
- 7) 施工用风采用 20 m³电移动式空压机供风，预算价格为 0.16 元/m³；
- 8) 施工用水采用 37kW 水泵取水，预算价格为 0.71 元/m³。

16.4 费用计算标准及依据

根据《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323 号），各项取费率如下：

- 水利枢纽工程：
- 1) 其他直接费：其他直接费以基本直接费为基数计算，建筑工程按 6.5%

计入，安装工程按 6.5%计入；

2) 间接费：建筑工程以直接费为计算基础，安装工程以人工费为计算基础；费率如下：

表16.4-1 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费（%）
1	土方工程	直接费	26
2	石方工程	直接费	26
3	砌筑工程	直接费	10
4	模板工程	直接费	16
5	混凝土浇筑工程	直接费	26
6	钢筋制安工程	直接费	4
7	钻孔灌浆工程	直接费	8
8	锚固工程	直接费	14
9	疏浚工程	直接费	6
10	其他工程	直接费	12
11	设备安装工程	人工费	70
12	管道安装工程	人工费	70

- 3) 利润：本工程利润以直接费、间接费之和的 7.0%计入；
- 4) 税金：税金取直接费、间接费、利润及材料补差之和的 9.0%计入；
- 5) 其他施工临时工程：按工程一至五部分建安工程量（不包括其他施工临时工程）之和的 3.5%计算；
- 6) 基本预备费：工程部分按一至六部分合计的 5.0%计取；
- 7) 价差预备费：本项目投资按现状水平年编制，不计算价差预备费；
- 8) 投资编制价格水平年： 2025 年 08 月。

16.5 其他说明

1) 依据《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总[2024]323 号）规定：汽油、柴油、钢筋、水泥、外购砂石料、炸药等采用基价法进入工程单价，其基价为：水泥 300 元/t、钢筋 2000 元/t、汽油 4000 元/t、柴油 4000 元/t、外购砂

(石) 40 元/m³、炸药 6000 元/t、工业电子雷管 3 元/发, 超过部分列入工程单价分析税金之前进行补差;

2) 建设征地与移民安置、水土保持费和环境保护费用详见各有关专业报告;

3) 本项目均采用自拌混凝土, 大坝主体采用塔吊其他部位配合卸槽入仓;

4) 工程量扩大系数参照《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005)。

16.6 投资概算成果

表16.6-1 工程总概算表

单位:万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	独立费用	合计
I	工程部分投资				10310.20
	第一部分 建筑工程	6747.85			6747.85
	第二部分 机电设备及安装工程	87.91	523.88		611.79
	第三部分 金属结构设备及安装工程	34.01	160.70		194.71
	第四部分 输水管道设备及安装工程				
	第五部分 施工临时工程	632.84			632.84
	第六部分 独立费用			1632.05	1632.05
	一至六部分投资合计	7502.62	684.58	1632.05	9819.25
	基本预备费				490.96
	静态投资				10310.20
II	建设征地移民补偿投资				2351.25
	静态投资				2351.25
III	环境保护工程投资				290.25
	静态投资				290.25
IV	水土保持工程投资				410.45
	静态投资				410.45
V	工程投资总计 (I ~ IV 合计)				13362.15
	静态总投资				13362.15
	价差预备费				
	建设期融资利息				
	总投资				13362.15

17. 经济评价

17.1 概述

17.1.1 工程概况

新建岩板田水库位于晃州镇两河口村岩板田组，流域为沅水三级支流何家田溪中游（沅水-舞水-龙溪河-何家田溪）。水库坝址以上集雨面积 7.35km^2 ，干流长 4.47km ，干流坡降 53.2% 。大坝距新晃县城约 12km 。工程地理位置：东经 $109^\circ 11' 12''$ 、北纬 $27^\circ 25' 51''$ 。乡镇公路通至坝址下游岩板田组，岩板田组至坝址约 0.8km 无公路相通，交通不便。拟定正常蓄水位 503m ，最大坝高 49.5m ，总库容 204.58万 m^3 ，设计灌溉面积 9728亩 ，是一座以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用的小（1）型水利工程。本项目现状水平年为 2024 年，设计水平年为 2030 年，设计灌溉面积 9728亩 ，拟设计灌溉保证率 85% ，人饮供水设计保证率 95% 。经现场踏勘、调研，河道现有水质检测符合相关标准，为Ⅱ类水质。

设计初拟坝型为埋石砼重力坝，最大坝高 49.50m （坝顶高程 506.00m ）。水库正常蓄水位 503.00m （相应库容为 181.06万 m^3 ），设计洪水位为 504.25m （相应库容为 197.54万 m^3 ），校核洪水位为 504.67m （总库容为 204.58万 m^3 ）。岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。本工程为小（1）型水库，工程等别为Ⅳ等。

17.1.2 评价依据及计算原则

17.1.2.1 基本依据

- 1）国家发改委、建设部颁发的《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》；
- 2）水利部编写的《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》；
- 3）国务院发布的《水利工程水费核订、计收和管理办法》（国发 1985 年 94 号）；
- 4）《取水许可和水资源费征收管理条例》（国务院令 460 号）；
- 5）湖南省发展和改革委员会 湖南省财政厅《关于发布湖南省水利系统行政事业性收费标准的通知》湘发改价费规〔2021〕473 号；

6) 国家现行有关的财税制度;

7) 项目方案设计及各专业提供的基础数据。

17.1.2.2 计算原则

本项目国民经济评价采用“费用、效益范围对应一致原则”和“无比较原则”有进行,评价计算期内各年统一使用基年 2025 年价格,即经济费用效益分析使用基年影子价格,评价计算年限 53 年计,含建设期 3 年。

17.2 费用估算

17.2.1 投资概算

1) 计算主要依据

(1) 设计报告及附图;

(2) 水利部关于发布《水利工程设计概(估)算编制规定》及水利工程系列定额的通知(水总〔2024〕323号)文颁发的系列文件及定额;

(3) 《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005);

(4) 有关合同、协议及其他相关资料。

2) 价格基准年

本项目价格基准年为 2025 年。

本工程设计概算总投资 13362.15 万元。其中:

1) 工程部分静态投资 **10310.20 万元**,其中:建筑部分投资 **6747.85 万元**,机电设备及安装工程 **611.79 万元**,金属结构设备及安装工程 **194.71 万元**,临时工程 **632.84 万元**,独立费用 **1632.05 万元**,基本预备费 **490.96 万元**。

(2) 建设征地移民、环境保护和水土保持部分总投资 3051.95 万元,其中:建设征地移民补偿投资 2351.25 万元,环境保护工程投资 290.25 万元,水土保持工程投资 410.45 万元。

4) 分年度投资计划

本项目施工总工期为 3 个年度,根据施工进度计划,年度投资计划如下:

表17.2-1 分年度投资计划表

投资总额	第一年度	第二年度	第三年度
13362.15 万元	5308.31 万元	5694.30 万元	2359.54 万元

17.2.2 年运行费和总成本费用

水利建设项目成本主要包括材料费、燃料及动力费、修理费、职工薪酬、管理费、库区基金、水资源费、其他费用、固定资产保险费及摊销费和财务费用。

17.2.2.1 年运行费分析**1) 材料费**

材料费是指水利工程运行维护需要消耗的原材料、辅助材料、备品备件。参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》，按固定资产原值的 0.1%，计每年 11.10 万元。

2) 燃料及动力费

燃料及动力费主要为水利工程运行过程中的抽水电费、北方地区冬季取暖费及其他所需的燃料等。参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》，按固定资产原值的 0.1%，计每年 11.10 万元。

3) 修理费

修理维护费主要包括工程日常维护修理费用和每年需计提的大修费基金等，本项目修理维护费根据《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》的原则规定，按固定资产原值的 0.6%，计每年 66.65 万元。

4) 职工薪酬

职工薪酬是指为获得职工提供的服务而机遇各种新式的保持意见其他相关支出。本工程按工程管理规范，定员 8 人，年人均工资按 3 万元计，职工福利按工资总额的 62%计。职工年工资及职工福利费、劳保统筹费、住房基金、医保等支出合计按人均年工资福利费 4.86 万元/人.年，职工年工资及福利费用 38.88 万元。

5) 管理费

行政管理费包括办公费、差旅费、科研教育费等经常支付的费用。参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》，按照职工年薪酬的 1.5 倍提取，每年 19.44 万元。

6) 水资源费

根据湖南省发展和改革委员会 湖南省财政厅《关于发布湖南省水利系统行政事业性收费标准的通知》湘发改价费规〔2021〕473 号文件收取，岩板田水库设计年人饮水量为 41.67 万 m³，水资源费计取 4.52 万元。

(7) 其他费用

参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》，取上述 1-4 项之和的 10%，为 12.77 万元。

(8) 固定资产保险费

参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》按固定资产原值的 0.05%，计每年 5.55 万元。

(9) 折旧费

由于项目建设经济费用进行了调整，故折旧费也相应进行调整。折旧费计算按综合年限折旧，折旧年限为 50 年，残值率为 10%，计算得年折旧费用为 199.73 元。

(10) 财务费用

岩板田水库是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合利用水库工程。属社会公益性项目，故不进行财务评价，仅进行工程年运行费与效益的平衡分析。

17.2.2.2 总成本费用

经计算总成本费用为 169.92 万元。

17.2.3 流动资金

水利工程流动资金至运行期内长期占用并周转使用的运营资金，不包括运行中临时需要的运营资金，参照参照《水利建设项目经济评价规范（SL72-2013）》，采用扩大指标估算法计算，按年运行费用的 15.0%计 25.49 万元。

17.3 国民经济评价

17.3.1 经济评价的原则、依据和计算方法

1) 原则

国民经济评价应遵循统一的效益和费用划分原则。

2) 依据

国家发改委、建设部[2006]1325 号文颁发的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）。

3) 计算方法

（1）费用效益分析法

是指从国家宏观利益出发，通过识别项目的经济效益和经济费用，求得项目的经济净收益，判断项目经济可行性的过程。

费用效益分析的关键：

①准确划分项目造成的经济效益和经济费用。 ②确定影子价格等国民经济评价的重要参数。

17.3.2 费用调整

本项目经济费用效益分析将按照资源合理配置的原则，从国家整体角度考察项目的效益和费用，用货物影子价格、影子工资、影子汇率和社会折现率等经济参数分析、计算项目对国民经济的净贡献，并评价其经济合理性。

1) 经济参数

（1）影子价格

影子价格是指社会效益最大时资源的边际贡献，即能保证资源的有效分配而不受各种因素影响的价格。通常包括影子汇率、影子工资、外贸货物影子价格、非外贸货物影子价格、资金影子价格（社会折现率）等，本报告的经济费用效益分析均使用影子价格。

（2）社会折现率

社会折现率是指从社会经济整体出发来评价项目合理性所采用的折现率，实质上表现为国家基准收益率，即从国家的角度来看，使用资金的代价或使用资金的机会成本。综合分析我国国民经济运行的实际情况、投资收益水平、资

金供求状况、资金机会成本及国家宏观调控等因素，并参照《建设项目经济评价方法与参数》（第三版），本项目为公益性项目，社会折现率取为 6.0%。

（3）影子工资换算系数

《建设项目经济评价参数（第三版）》指出：项目评价中可根据项目所在地地区劳动力的充裕程度以及所用劳动力的技术熟练程度，适当提高或降低影子工资换算系数。对于就业压力大的地区占用大量非熟练劳动力的项目，影子工资换算系数可小于 1；对于占用大量短缺的专业技术人员的项目，影子工资换算系数可大于 1。根据本项目区域内的实际情况，技术工种影子工资换算系数为 1，非技术工种影子工资换算系数取 0.8。根据实际情况，本项目人工按专业队伍 70%、当地民工 30%考虑，加权平均得到影子工资折算系数为 0.84。

2) 调整

（1）投资调整

根据投资估算，该工程静态投资为 1344.79 万元。剔除属于国民经济内部转移支付的费用，主要有计划利润、税金等，调整后工程的影子投资为 9320.88 万元。

（2）年运行费用调整

因年运行费计算以工程投资为基础，故只需随投资的调整而调整，则工程年运行费用为 142.73 万元。

（3）流动资金调整

流动资金调整随年运行费调整，工程流动资金为 21.41 万元。

17.3.3 效益估算

1) 效益描述

岩板田水库的开发目标是以灌溉、农村供水为主，兼顾防洪、生态用水及县城应急备用水源等综合效益。水库设计灌溉面积 9728 亩，受水区居民年年灌溉毛需水 182.2 万 m^3 。应急备用需水量为 41.67 万 m^3 ，岩板田水库建成后，农村供水为 42.1 万 m^3 。本工程的实施，满足工程范围内 10.69 万人应急供水，将大大提高水库下游耕地和满足灌溉等的用水需求。

2) 效益估算

1、灌溉效益

岩板田水库灌区设计灌溉面积 9728 亩，灌区内无新开垦土地，故灌溉效益只考虑改善灌面效益。现状水平年为 2024 年，灌区复种指数 1.08，规划水平年为 2030 年，灌区复种指数为 1.10。灌区内作物组成见下表：

年份	项目	农作物种类						
		水稻	花生	玉米	马铃薯	蔬菜	油菜	合计
现状 2022 年	亩数（亩）	623	680	680	1359	850	1869	6117
	种植比例	0.11	0.12	0.12	0.24	0.15	0.33	1.08
规划 2030 年	亩数（亩）	1246	680	680	1359	850	1926	6740
	种植比例	0.22	0.12	0.12	0.24	0.15	0.34	1.19

经计算，岩板田水库灌区工程灌溉效益合计 678.80 万元。灌区设计水平年花生种植面积较大，花生属于油料作物，副产品效益显著，本次计算副产品效益按主产品效益的 10%考虑，为 67.88 万元，则灌溉总效益为 746.68 万元

2、供水效益

供水源水产生的效益，其影子水价按新晃县自来水不含税成本价格 4.96 元/m³进行计算。年供水量 41.67 万 m³，工程供水效益是 279.99 万元/年，本次建设仅为供水项目首部，按照 0.48 分摊计算效益，本项目供水效益为 134.40 万元。

3、总效益

综上所述，灌区效益包括灌溉效益及其副产品效益，以及供水效益，岩板田水库工程多年平均效益为 881.08 万元。

17.3.4 评价指标

1) 评价指标

由经济费用、效益计算结果编制项目的国民经济费用效益流量情况见表，国民经济评价指标计算结果见表：

表17.3-1 经济费用效益评价指标表

指标名称	经济净现值 (ENPV, 万元)	经济内部收益率 (EIRR, %)	经济效益费用比 (EBCR)
项目指标	1320.06	7.10	1.18

从经济费用效益评价结果看，本项目的经济内收益率为 7.10%，大于 6.0% 的社会折现率，说明从经济费用效益评价的角度看该项目建设是可行的。

2) 敏感性分析

经济费用效益评价敏感性分析，是为了判断项目承受不确定因素变化的抗风险能力，本项目选择了投资、效益两个变化因素进行敏感性分析，结果见下表：

表17.3-2 经济费用效益评价敏感性分析指标表

项目名称	经济净现值（ENPV， 万元）	经济内部收益率 （EIRR， %）	经济效益费用比 （EBCR）
效益下降 10%	9.93	6.01	1.06
投资增加 10%	440.73	6.34	1.10
投资增加 5% 效益下降 5%	225.33	6.18	1.08

由上表可见，在投资增加 10%和效益降低 10%的不利情况下，项目的经济内部收益率仍分别达到 6.01%和 6.34%；高于 6.0%的社会折现率，在投资增加 5%、同时效益降低 5%的最不利情况下，项目的经济内部收益率为 6.18%，高于 6.0%的社会折现率，说明本项目的抗风险能力较强。

表17.3-3 国民经济费用效益流量表

序号	项目名称	合计	建设期	运营期							
			1-3	4	5	6	7	8	9	10~52	53
1	效益流量	45184.85		881.08	881.08	881.08	881.08	881.08	881.08		2012.12
1.1	灌溉效益	37334.00		746.68	746.68	746.68	746.68	746.68	746.68		746.68
1.2	供水效益	6719.81		134.40	134.40	134.40	134.40	134.40	134.40		134.40
1.3	固定资产余值回收	1109.63									1109.63
1.4	流动资金回收	21.41									21.41
2	费用流量	30479.28	9342.29	142.73	147.01	151.42	155.97	160.65	165.47		336.36
2.1	建设投资	18641.75	9320.88								
2.2	流动资金	42.82	21.41								
2.3	运营期费用	11794.71	0.00	142.73	147.01	151.42	155.97	160.65	165.47		336.36
3	净效益流量	14705.56	-9342.29	738.34	734.06	729.65	725.11	720.43	715.61		1675.76

计算指标：社会折现率=6%

经济内部收益率
(%) 7.10%

经济净现值（万元） ¥1320.06

经济效益费用比（EBCR） 1.18

18. 结论与建议

18.1 结论

新晃县位于湖南西部山区，为侗、汉、苗、回族等多民族居住地区之一，在《全国抗旱规划》中，新晃县被列为主要受旱县，干旱发生十分频繁，县境内降雨量分配不均，青草坪水库灌区的晃州镇、波洲镇属于新晃境内的干旱区域之一，干旱是新晃县主要的自然灾害之一，新晃县抗旱能力较差。新晃县每年都有不同程度的干旱灾害，给工农业和人民的的生活造成一定的损失，严重制约全县的经济发展

岩板田水库工程项目的建设 1) 是缓解下游灌面内缺水严峻形势，提高灌区灌溉保证率，增加种植作物产量的需要；同时加快高标准农田建设，对现有灌区续建配套及节水改造，保障粮食生产安全。龙溪流域优质水源及水库的新建，既能解决下游人民群众饮用水源保障低的现状，也能满足附近乡镇人民喝上好水的愿望。2) 缓解供区内缺水严峻形势，是保障当地人饮的需要；是更加有效地防止该流域水土流失，提高群众生活水平，促进区域经济协调发展的需要。3) 岩板田水库修建，符合国家乡村振兴战略规划、新晃县“十四五”水安全保障规划和新晃县“十四五”农村饮水安全规划部署要求。充分体现党和政府对民生水利工作的高度重视，是为广大农民兄弟办好事、办实事的体现，是“民生水利”的具体表现。

经灌溉需水量预测， $P=85\%$ 灌区灌溉年毛需水量为 159.51 万 m^3 。灌区现在有灌溉工程均为小型水利工程，部分耕地完全靠天降水灌溉，灌溉区现有水利工程蓄水量小，灌溉用水保证率低，而岩板田水库建成后，在灌区内实现自流灌溉，灌溉保证率达到 85%，有利于农业增产创收。

从设计水平年人饮需水量统计表计算得出，岩板田水库供区设计水平年 2030 年人饮备用水源需水量为 41.67 万 m^3 。

水库区位于溶蚀构造峰脊谷地洼地区，无低矮垭口，峡谷两侧山体雄厚，地形封闭条件好。库盆主要由寒武系花桥组泥质灰岩、泥灰岩组成，为相对不透水地层。固体径流来源少，亦无居民点和工矿企业，无渗漏之忧，建库条件良好。左右两岸可能发生塌岸现象，但规模较小，不会对水库蓄水产生影响。

水库工程总投资 1344.79 万元。经计算，经济净现值 1320.06 元，经济内部

收益率 7.10%，大于社会折现率 6%，效益费用比 1.18，项目国民经济评价可行。

18.2 建议

建议下阶段勘察工作：

（1）根据施工开挖揭露的地质情况，及时修正坝基岩体风化深度，核定坝基岩体物理力学参数，必要时，应进行专门性勘察和现场抗剪强度、变形试验，以便为设计修改提供地质依据。

（2）及时编录和测绘各建筑物区开挖后的地质现象，做好地质观测，预报可能出现的地质问题，提出地基加固和不良工程地质问题处理措施建议。

（3）两岸均存在开挖边坡稳定问题，边坡开挖应从上至下逐级开挖，逐级及时支护处理，采取预裂和光面爆破，严格控制爆破用药量，并应设计完善的排水系统和建立长期观测网。

（4）加强施工地质工作，及时发现和处理不良工程地质问题，必要时补充适量的勘测和实验工作。